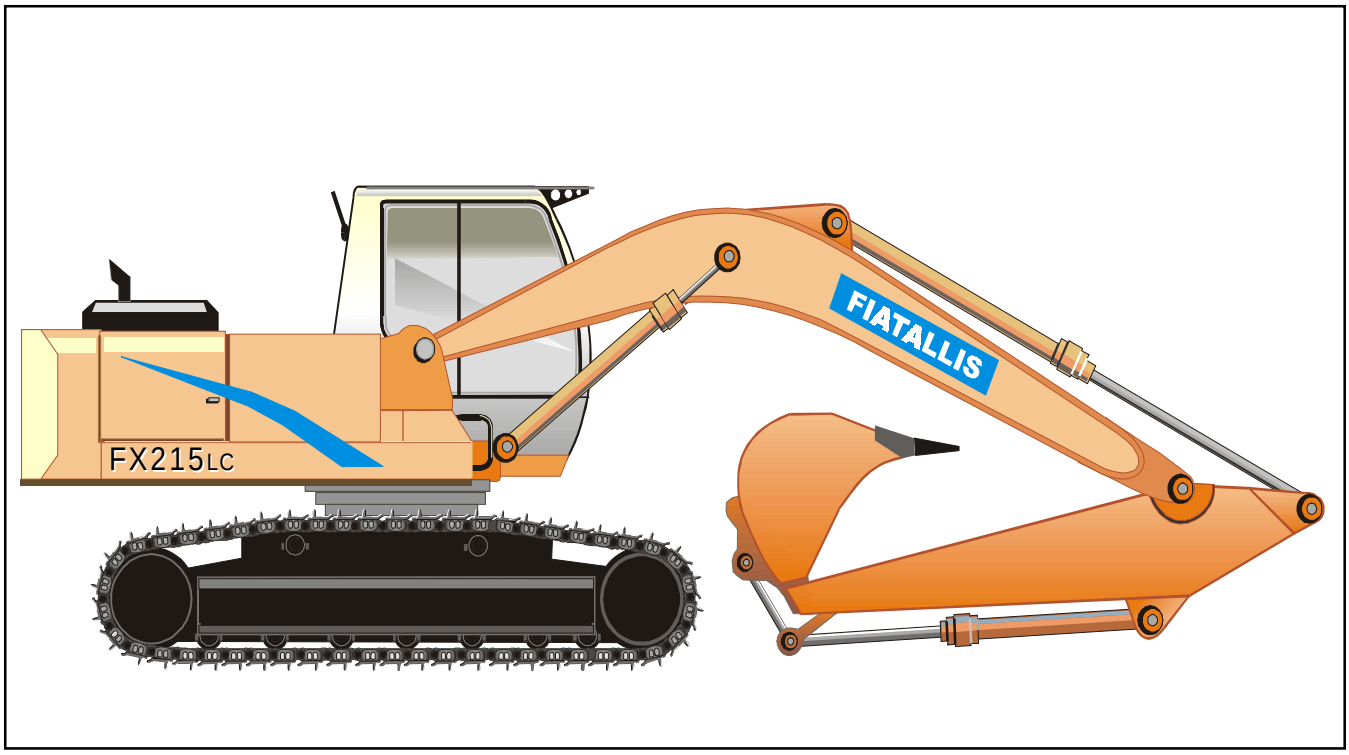
RUTHZIL TRATOR COMERCIAL DE PEÇAS LTDA 11 97083-6812 ROLANDO

FX 215 LC

FIAT ALLIS



75314048
NOVEMBRO - 2000
1ª EDIÇÃO

FX 215 LC

ESCAVADEIRA HIDRÁULICA

MANUAL DE SERVIÇOS

PROPRIEDADE LITERÁRIA E ARTÍSTICA DA *FIATALLIS*, PUBLICAÇÕES TÉCNICAS REPRODUÇÃO, MESMO PARCIAL, PROIBIDA.

As informações e gravuras deste manual não obrigam a *FIATALLIS* que, desde já, se reserva o direito de fazer alterações a qualquer momento sem atualizar esta publicação, quando as modificações de órgãos, detalhes ou fornecimento de acessórios, forem julgadas procedentes para a melhoria do produto por motivos de fabricação ou comerciais, conservando, todavia, inalteráveis as características básicas dos modelos de que se trata.

CADA MÁQUINA É ACOMPANHADA DE UM EXEMPLAR DESTE MANUAL

MÁQUINA - CHASSI Nº

1ª EDIÇÃO - 75314048

NOVEMBRO 2000

IMPRESSO NO BRASIL

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

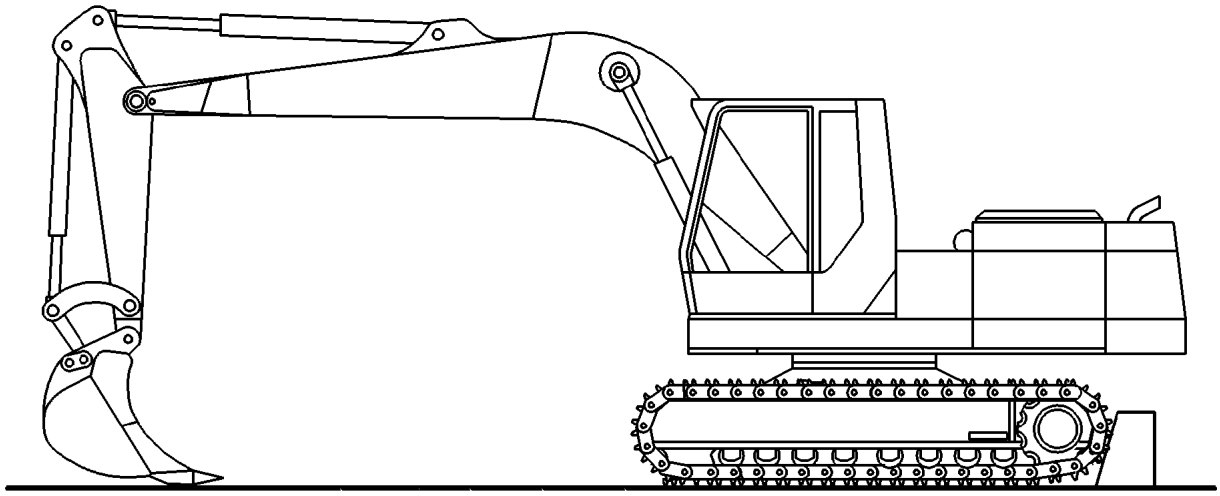
O Deptº de Assistência Técnica das revendas e oficinas autorizadas **FIATALLIS** Latino Americana Ltda., estão à disposição dos Srs. Clientes para fornecer esclarecimentos e orientação ou para dar Assistência com seu próprio pessoal especializado sempre que surgirem dúvidas quanto ao funcionamento da máquina.

PEÇAS DE REPOSIÇÃO

Para que o funcionamento da máquina seja sempre perfeito, nas substituições, usar sempre peças originais **FIATALLIS**.
Nos pedidos de peças especificar:

- O modelo da máquina;
- O número do motor e do chassi;
- O número de catálogo da peça pedida

Instruções Fundamentais de Segurança



600004

SUMÁRIO

INSTRUÇÕES FUNDAMENTAIS DE SEGURANÇA 3
Prefácio 3
Usando o Manual de Serviço 3
Manutenção e reparos 3
Mensagens de advertência e símbolos 4
Perigo no caso da não observância das instruções de segurança 4
Recomendações gerais de organização do trabalho 5
Seleção e treinamento do pessoal - Responsabilidades básicas 6
Instruções de segurança referentes a fases específicas de operação 6
Utilização em operações especiais 7
Advertência quanto a situações especiais de perigo 8
Energia elétrica 8
Gás, poeira, vapor e fumaça 8
Equipamentos hidráulicos e pneumáticos 9
Ruído 9
Óleo, graxa e outras substâncias 9
Transporte e reboque - Retorno às atividades 9
OPERAÇÕES DE REPARO 10
Instruções de segurança 10
ACUMULADORES 11
Instruções de segurança 11
MOTOR 12
Instruções de reparo 12
Partida com bateria auxiliar 12
OPERAÇÕES DE SOLDA 13
Instruções de segurança 13

INSTRUÇÕES FUNDAMENTAIS DE SEGURANÇA

Prefácio

Este **Manual de Serviço** foi escrito com o **mecânico de assistência técnica** em mente e contém informações importantes necessárias para a execução dos procedimentos de reparos e manutenção.

Leia o **Manual de Serviço** e também as **Instruções de Operação** da **escavadeira hidráulica** antes de iniciar qualquer serviço de manutenção ou reparos. O **Manual de Serviço**, assim como as **Instruções de Operação** e **o Catálogo de Peças de Reposição** devem ser usados como uma fonte de referência e assistência - mesmo quando o usuário estiver bem familiarizado com esta gama de escavadeiras.

A utilização do Manual de Serviço permite que o mecânico experiente efetue os trabalhos de reparos de uma maneira correta.

Usando o Manual de Serviço

O Manual de Serviço está dividido em seções principais e sub-grupos, que tratam dos elementos da máquina como ela foi entregue ao cliente. Qualquer acessório ou melhorias opcionais introduzidas após sua publicação, não estão descritos aqui.

O índice principal permite a rápida localização da informação procurada.

Por motivos de clareza, as ilustrações foram simplificadas e podem, portanto, estar ligeiramente diferentes da aparência real da máquina.

Manutenção e reparos

Os trabalhos de manutenção e reparos devem ser executados o quanto antes. Isso irá manter o custo global da manutenção e reparos em um valor mínimo e aumentar a disponibilidade da escavadeira.

Durante o trabalho de manutenção e reparos, siga sempre as instruções contidas no Manual de Serviço e nas Instruções de Operação.

Trabalhos mais complexos, que não estejam descritos no Manual de Serviço, poderão ser executados pelo **Serviço de Pós-Venda.**

O Serviço de Pós-Venda está sempre disponível para assistência ao cliente.

Ao pedir informações, informe sempre o Modelo da Máquina e seu Nº de Série.

⚠ INSTRUÇÕES FUNDAMENTAIS DE SEGURANÇA

Mensagens de advertência e símbolos

Os seguintes sinais são utilizados neste manual para destacar instruções ou situações de particular importância:

⚠ *PERIGO*

Indica a existência de uma situação iminente de perigo que, se não evitada, pode resultar em acidentes graves ou fatais.

⚠ ADVERTÊNCIA

Regras de segurança que visam a proteção do operador e de outras pessoas com relação a situações em que haja risco de vida ou de acidentes graves, além de evitar grandes danos materiais.

⚠ *CUIDADO*

Informações e medidas preventivas destinadas a evitar danos à máquina ou a outros equipamentos ou instalações.

Perigo no caso da não observância das instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Esta escavadeira hidráulica foi construída de acordo com os mais altos padrões da tecnologia e de reconhecidas regras de segurança.

Entretanto, operar a máquina havendo uma suspeita de falha, ou efetuar um serviço de manutenção sem a experiência necessária poderá:

- **Por em risco as vidas das pessoas em contato com a máquina.**
- **Danificar a máquina e outras propriedades.**

A escavadeira hidráulica deve ser desligada imediatamente sempre que se suspeitar de que danos ocorreram ou estejam ocorrendo, afim de manter a segurança do operador e de outras pessoas na área de trabalho ou que outros materiais e propriedades não sejam comprometidos.

Todos os componentes são cuidadosamente coordenados.

Longa vida útil, sem problemas de operação, só podem ser atingidos com peças originais de reposição.

⚠ INSTRUÇÕES FUNDAMENTAIS DE SEGURANÇA

Recomendações gerais de organização do trabalho

O manual do operador deve sempre estar à mão no interior da cabina (guardando-o por exemplo no compartimento de ferramentas da máquina ou em outra caixa de ferramentas).

Além das instruções de operação, o operador deve ser treinado a conhecer e respeitar as regras de segurança aplicáveis, tanto quanto à prevenção de acidentes quanto à preservação ambiental.

Estas regras também incluem o manuseio de substâncias tóxicas, assim como a utilização de equipamentos individuais de segurança (tais como roupas, luvas, etc...) e obediência às leis de trânsito locais.

As instruções de segurança devem ser complementadas por outras descrevendo as responsabilidades envolvidas na supervisão e características especiais da organização do trabalho, como seqüência de operações e equipes envolvidas nas tarefas.

As pessoas responsáveis pela operação da máquina devem previamente ler e entender as instruções contidas neste manual, principalmente as relativas à segurança. A leitura de instruções após o início da operação pode ser muito tardia para evitar situações potencialmente perigosas. Esta recomendação aplica-se especialmente a pessoas que trabalhem ocasionalmente com a máquina, por exemplo durante o ajuste ou manutenção.

Verifique regularmente se o trabalho está sendo executado de acordo com as instruções de operação e em obediência às recomendações de segurança.

Por razões de segurança, cabelos longos devem ser amarrados, roupas devem ajustar-se ao corpo (evite mangas largas etc...) e deve-se evitar a utilização de pulseiras, correntes ou anéis, pois estes objetos podem enroscar-se a peças em movimento da máquina causando ferimentos.
Utilize equipamentos de proteção individual sempre que exigido pelas circunstâncias ou por lei.

Observe todas as etiquetas contendo instruções de segurança e avisos de advertência coladas à máquina.

Assegure-se de manter estas etiquetas sempre completas e legíveis.

Caso haja mudanças ou alterações no comportamento da máquina que afetem as condições de segurança durante a operação, pare a máquina imediatamente e informe o problema ao responsável.

Nunca efetue quaisquer modificações, conversões ou adição de equipamentos que possam afetar a segurança de operação sem prévia autorização do fabricante. Esta recomendação também se aplica à instalação e ao ajuste de dispositivos de segurança e válvulas, assim como operações de soldagem em componentes da máquina.

As peças de reposição devem atender às especificações do fabricante, sendo recomendada somente a utilização de peças originais.

Substitua as mangueiras do sistema hidráulico dentro dos prazos estipulados no plano de manutenção mesmo que nenhum defeito relevante tenha sido detectado.

Obedeça aos intervalos recomendados para inspeções ou verificações de rotina.

Para a realização de trabalhos de manutenção, uma oficina bem aparelhada e ferramentas adequadas são absolutamente indispensáveis.

Toda a equipe de operação deve estar ciente da localização e dos procedimentos de operação dos extintores de incêndio.

Observe com atenção todos os avisos de advertência de incêndio e execute os procedimentos de combate ao fogo.

⚠ INSTRUÇÕES FUNDAMENTAIS DE SEGURANÇA

Seleção e treinamento do pessoal - Responsabilidades básicas

Qualquer trabalho na máquina ou com a máquina deve ser executado somente por pessoal qualificado. Devem também ser observados limites de idade (se aplicável).

Permita que somente pessoal qualificado ou devidamente treinado opere a máquina e estabeleça claramente as responsabilidades individuais no tocante à operação propriamente dita, ajuste, manutenção e reparo.

Certifique-se de que somente pessoas autorizadas tenham acesso ao equipamento.

Defina as responsabilidades do operador (incluindo-se aí a obediência às leis de trânsito) e instrua-o a rejeitar recomendações de terceiros que venham a afetar as condições de segurança.

Não deixe que pessoas não-qualificadas, sem treinamento ou ainda que participantes de um curso de treinamento trabalhem na ou com a máquina sem estarem permanentemente supervisionadas por um técnico experiente.

Operações de verificação ou manutenção no sistema ou equipamentos elétricos da máquina somente devem ser executadas por um eletricista qualificado ou por pessoas sob supervisão de tal profissional, seguindo sempre as recomendações de segurança e de acordo com as especificações do equipamento.

Operações de verificação ou manutenção no chassi, sistemas de freio ou direção devem ser executadas somente por pessoal qualificado e especialmente treinado para estas tarefas.

O trabalho no sistema hidráulico deve ser executado somente por pessoal com conhecimentos específicos e experiência em equipamentos de tal natureza.

Instruções de segurança referentes a fases específicas de operação

Operação normal

Evitar operar a máquina de forme a comprometer a segurança.

Antes de iniciar o trabalho, familiarize-se com as condições do local de operação tais como obstáculos, firmeza do solo e distância de edifícios ou vias públicas.

Tome as precauções necessárias para assegurar que a máquina seja utilizada somente em perfeitas condições de funcionamento e de segurança.

Efetue o trabalho com a máquina somente se todos os dispositivos de proteção como aqueles que podem ser removidos, dispositivos de desligamento de emergência, defletores de ruídos e exaustores estejam devidamente montados e operando normalmente.

Verifique a máquina quanto a danos e condições de operação pelo menos uma vez a cada turno de trabalho. Quaisquer mudanças de condição (inclusive no comportamento da máquina durante a operação) devem ser informadas aos responsáveis. Se necessário, pare, desligue e trave a máquina imediatamente.

No caso de mal funcionamento, pare a máquina imediatamente e trave-a. Faça com que os defeitos sejam sanados assim que possível.

Ligue a máquina somente quando estiver sentado no banco do operador.

Durante os procedimentos de partida e desligamento, observe sempre se as indicações dos mostradores estão de acordo com as instruções de operação.

Antes de colocar a máquina em movimento, certifique-se de que não haja ninguém no raio de ação da máquina.

Antes de iniciar o trabalho ou deslocar a máquina, verifique a operação dos sistemas de freio, direção, sinalização e iluminação e certifique-se de que estejam funcionando normalmente.

Antes de colocar a máquina em movimento, verifique sempre se os acessórios que não forem utilizados estão bem guardados e fixados.

⚠ INSTRUÇÕES FUNDAMENTAIS DE SEGURANÇA

Quando conduzir a máquina em vias públicas, obedeça sempre à legislação de trânsito e, se necessário, verifique antes se a máquina atende a esta regulamentação.

Em condições de pouca visibilidade e à noite, mantenha sempre as luzes acesas.

Eventuais acompanhantes devem sentar-se nos bancos destinados a passageiros.

Quando trafegando em passagens subterrâneas, sob pontes, túneis ou locais com pé-direito muito baixo, certifique-se sempre de que há folga suficiente para a máquina.

Mantenha sempre uma distância segura de encostas de morros e das bordas do material empilhado como resultado da operação.

Evite qualquer operação que possa colocar em risco a estabilidade da máquina.

Nunca trafegue em rampas cruzando-as; mantenha sempre o equipamento de trabalho próximo ao solo, especialmente quando trafegando rampa abaixo.

Em terrenos inclinados, ajuste sempre a velocidade de deslocamento às condições do solo. Nunca reduza uma marcha quando já estiver na rampa; faça-o sempre antes de iniciar a subida ou descida.

Antes de sair do banco do operador, sempre trave a máquina para evitar movimentos indesejados e utilização por pessoa não-autorizada.

Utilização em operações especiais
Manutenção e reparos durante a operação
Descarte de fluidos e peças

Observe os ajustes, procedimentos de manutenção e inspeção e os intervalos prescritos no manual de instruções, que inclui informações sobre substituição de peças e equipamentos. Tais operações devem ser executadas somente por pessoal qualificado.

Antes de iniciar as operações especiais de manutenção, informe ao pessoal sobre as atividades a serem realizadas e designe uma pessoa para supervisionar os trabalhos.

Em qualquer trabalho relacionado à operação, conversão ou ajuste da máquina e de seus dispositivos de segurança, ou em qualquer trabalho relacionado à manutenção, inspeção e reparo, observe sempre os procedimentos de partida e desligamento descritos nas instruções de operação.

Certifique-se de que a área destinada à manutenção da máquina seja adequada.

Se a máquina estiver completamente desligada para dar início aos trabalhos de manutenção e reparo, certifique-se também de que esteja devidamente travada para evitar partida indesejada. Para isto :

- retire a chave do interruptor de ignição e
- coloque uma placa de advertência.

Proceda aos trabalhos de manutenção e reparo somente se a máquina estiver devidamente travada e estacionada em solo firme e nivelado.

Para evitar o risco de acidentes, peças individuais e conjuntos maiores que sejam retirados para efeito de substituição devem ser cuidadosamente fixados à haste de levantamento e travados. Utilize somente equipamento de elevação adequado à operação. Nunca trabalhe ou permaneça sob cargas suspensas.

A correta fixação das cargas ao equipamento de elevação e o comando dos operadores deve ficar a cargo somente de pessoas qualificadas e experientes. A pessoa responsável pelas instruções ao operador deve sempre poder avistá-lo e vice-versa.

⚠ INSTRUÇÕES FUNDAMENTAIS DE SEGURANÇA

Para executar operações de montagem de equipamentos em lajes ou estruturas altas utilize sempre equipamentos especialmente projetados ou guinchos/plataformas apropriadas. Nunca utilize a máquina ou seus componentes em substituição a tais dispositivos.

Utilize sempre uma cinta de proteção quando efetuar trabalhos em altura elevada.

Mantenha todas as alavancas de acionamento, degraus, corrimãos, plataformas, apoios e escadas limpos.

Limpe a máquina, especialmente as conexões e uniões roscadas, retirando qualquer vestígio de óleo, combustível ou fluidos de trabalho antes de iniciar a manutenção/reparo. Nunca use detergentes; utilize apenas uma estopa limpa ou um pano que não solte pelos.

Antes de lavar a máquina com água sob pressão ou com produtos detergentes, cubra ou feche todas as aberturas nas quais não deva ocorrer a penetração de água, vapor ou detergente; isto deve ser feito por motivos de segurança e funcionais. Tome cuidado especial com motores elétricos e tampas de redutores.

Assegure que durante a limpeza da máquina os sensores de temperatura dos sistemas de prevenção contra incêndio não entrem em contato com água ou vapor a alta temperatura, pois isto pode fazer com que estes sistemas sejam ativados.

Após a limpeza, remova todas as coberturas ou fitas utilizadas para lacrar as aberturas acima mencionadas.

Também após a limpeza, examine todas as linhas de combustível, lubrificantes e fluido hidráulico para verificar a existência de vazamentos, conexões soltas, marcas de desgaste por atrito ou danos em geral. Quaisquer problemas devem ser imediatamente sanados.

Reaperte sempre quaisquer conexões roscadas que tenham sido afrouxadas durante o reparo ou manutenção.

Qualquer dispositivo removido por motivo de ajuste, manutenção ou reparo deve ser reinstalado e verificado imediatamente assim que o trabalho de manutenção ou reparo tiver terminado.

Assegure-se de que todos os fluidos e peças substituídas sejam descartados de forma a diminuir ao mínimo o impacto ambiental.

Advertência quanto a situações especiais de perigo

Energia elétrica

Utilize somente fusíveis originais com a corrente especificada. Desligue a máquina imediatamente se houver algum problema no sistema elétrico.

Quando estiver trabalhando com a máquina, mantenha uma distância segura da rede elétrica suspensa. Se houver necessidade de trabalhar próximo a uma rede elétrica suspensa, tome cuidado para manter o equipamento longe dos fios. Cuidado, perigo! Verifique a distância segura de operação.

Se sua máquina porventura entrar em contato com um cabo energizado:
- não desça da máquina;
- conduza a máquina para longe da região de perigo;
- alerte outras pessoas para que não se aproximem ou entrem em contato com a máquina;
- faça com que o cabo energizado seja desconectado;
- não deixe a máquina até que o cabo danificado tenha sido completamente desenergizado.

O equipamento elétrico da máquina deve ser inspecionado a intervalos regulares. Defeitos como conexões frouxas ou cabos com pontos de ruptura devem ser imediatamente reparados.

Gás, poeira, vapor e fumaça

Opere equipamentos movidos a motores de combustão interna ou com sistemas de aquecimento pela queima de combustível somente em locais adequadamente ventilados. Antes de ligar a máquina em locais fechados, certifique-se de que há ventilação suficiente.

Observe as regras de segurança pertinentes.

Execute operações de solda, corte com maçarico e usinagem com esmeril apenas com autorização expressa, pois haverá risco de explosão ou incêndio.

Antes de efetuar operações de solda, corte com maçarico ou usinagem com esmeril, limpe a máquina e a área ao seu redor, retirando todos os vestígios de materiais inflamáveis; além disso, certifique-se de que o local seja bem ventilado pois, caso contrário, existe o risco de explosão.

⚠ INSTRUÇÕES FUNDAMENTAIS DE SEGURANÇA

Equipamentos hidráulicos e pneumáticos

Verifique regularmente todas as linhas, mangueiras e conexões roscadas quanto a vazamentos e/ou sinais de danos. Efetue os reparos necessários imediatamente. O óleo espirrado pode causar ferimentos ou fogo.

Antes de iniciar o trabalho, despressurize todo o sistema, incluindo os sistemas de óleo hidráulico e ar comprimido, antes de prosseguir na desmontagem para a realização de reparos conforme as instruções específicas para cada componente ou conjunto.

As linhas de óleo e ar comprimido devem ser corretamente encaixadas e apertadas. Certifique-se de que nenhuma conexão seja alternada. As conexões, comprimentos e qualidade das mangueiras devem estar de acordo com as especificações técnicas.

Ruído

Durante a operação, todos os defletores sonoros da máquina (tampas e coberturas) devem estar devidamente fechados.

Utilize sempre protetores auriculares.

Óleo, graxa e outras substâncias

Durante o manuseio de óleo, graxa ou outros produtos químicos, esteja atento às recomendações de segurança sobre o produto em questão.

Tenha cuidado ao manusear substâncias a alta temperatura, pois existe o risco de queimaduras.

Transporte e reboque - Retorno às atividades

A máquina deve ser rebocada, carregada e transportada de acordo com as instruções de operação.

A operação de reboque da máquina deve respeitar às especificações de posição, velocidade admissível e trajeto permitido.

Utilize somente reboques e guinchos com capacidade adequada.

O procedimento de retorno às atividades deve estar estritamente de acordo com as instruções de operação.

OPERAÇÕES DE REPARO

Instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Instruções de operação
Nunca realize reparos sem antes ter lido e compreendido as instruções de operação.
Dê atenção especial aos itens:
"Instruções Fundamentais de Segurança", "Inspeção e manutenção - instruções de segurança" e a todas as etiquetas contendo avisos de advertência e instruções de segurança afixadas à máquina.
As descrições das seqüências de trabalho fornecem informações suficientes apenas para profissionais qualificados e experientes.
O manual do operador deve ser mantido no interior da máquina durante todo o tempo.

Equipes de reparos
As equipes de reparos devem possuir conhecimentos e experiência relativa aos procedimentos de reparo aplicáveis a esta máquina ou a outras com características semelhantes.

Trabalho a grandes alturas
Utilize sempre cordas de segurança quando trabalhando a grandes alturas.
Utilize cordas de segurança aprovadas, as quais devem ser equipadas com estabilizadores e cabos de segurança.

⚠ ADVERTÊNCIA

Conjuntos pressurizados ou tensionados por mola
Nunca abra conjuntos pressurizados ou tensionados por mola quando estes apresentarem defeitos. Tais conjuntos devem ser inteiramente substituídos.
Em casos excepcionais, abra o conjunto somente quando o sistema de trabalho e a seqüência de operação forem exatamente conhecidos, e quando qualquer ferramenta especial necessária estiver disponível.
O manual do operador não contém informações acerca deste tipo de componente.

Desmontando componentes
Nunca desmonte componentes enquanto a máquina estiver à temperatura de operação. Óleo, graxa, fluido de freio ou líquido de arrefecimento podem estar em alta temperatura, aumentando o risco de ferimentos por queimaduras.
Permita que a máquina esfrie durante algum tempo.
Antes de iniciar o trabalho, despressurize as linhas e mangueiras, cilindros hidráulicos, radiador, reservatório do óleo hidráulico, reservatório do fluido do freio e outros conjuntos ou sistemas.
Substitua componentes com defeito em tempo hábil a fim de evitar maiores danos a outros componentes.
Limpe o componente com defeito cuidadosamente antes de removê-lo.
Faça marcações nas peças desmontadas, facilitando assim a operação de remontá-las na seqüência correta.
Quando desmontar qualquer componente, feche completamente extremidades expostas de tubulações e mangueiras, furos e compartimentos de alojamento de sistemas para evitar a penetração de poeira.

⚠ ADVERTÊNCIA

Nunca remova os elementos principais de vedação
Nunca altere a pressão especificada de operação das válvulas de alívio sem autorização expressa do Concessionário Autorizado.
Nunca remova os elementos principais de vedação das válvulas de alívio de pressão e dos acumuladores.

Após o trabalho de reparo

Para evitar corrosão, recubra todas as superfícies metálicas brilhantes da máquina com uma final camada de graxa.
Ao finalizar o trabalho, efetue a remontagem de todos os dispositivos de proteção, tampas e isolantes de ruído e vibrações.
Nunca ligue o motor de deslocamento enquanto qualquer trabalho estiver sendo realizado na máquina.
Verifique a condição dos componentes reparados e o funcionamento geral da máquina em um teste prático.
Nunca recoloque a máquina em atividade antes que ela esteja completamente reparada e em perfeitas condições de operação.

ACUMULADORES

Instruções de segurança

⚠ *PERIGO*

Existem acumuladores instalados no sistema hidráulico. Estes acumuladores contêm nitrogênio sob alta pressão no início da operação.
Use óculos de segurança.
Mesmo quando a pressão hidráulica no sistema é reduzida, o nitrogênio permanece sob pressão no interior do acumulador.
Os acumuladores são completamente seguros durante a operação. Entretanto, se manuseados de forma incorreta, existe risco de explosão!
Os acumuladores instalados nesta máquina não devem ser reparados. Acumuladores que apresentem defeito devem ser substituídos.
Nunca execute operações mecânicas (corte, soldagem, deformação plástica) com acumuladores.
Antes de substituir um acumulador, utilize sempre óculos de segurança e luva protetoras; despressurize o sistema hidráulico.
Utilize somente peças de reposição genuínas. Em caso de dúvidas, consulte seu Concessionário Autorizado.
Nunca efetue pintura sobre sinais de advertência ou informações afixados à máquina como placas de identificação ou de especificações diversas e marcas de referência. Substitua as placas ilegíveis ou danificadas imediatamente.

MOTOR

Instruções de reparo

⚠ ADVERTÊNCIA

Leia e esteja atento a "Operações de reparo - instruções de segurança" e às instruções de operação do motor antes de iniciar qualquer trabalho neste conjunto.
Risco de ferimentos devido a partes rotativas ou quentes do motor!
Desligue o motor e deixe que esfrie.
Realize qualquer trabalho de reparo somente se a máquina estiver travada conforme descrito na seção "Travando a máquina" deste manual.
Verifique e substitua as correias em "V" somente com o motor desligado.
Os trabalhos de reparo em motores exigem amplo conhecimento e ferramentas especiais.

Partida com bateria auxiliar

Instruções de segurança

⚠ PERIGO

Risco de explosão
Mantenha quaisquer fontes de faíscas ou chamas, além de cigarros acesos, longe das baterias. Os vapores que emanam da bateria são altamente inflamáveis.
Utilize óculos de segurança.
Não se incline sobre as baterias quando utilizar outro veículo para dar a partida.
Existe risco de ferimentos devido ao contato com a solução ácida e seus vapores.
Nunca utilize uma bateria auxiliar para dar a partida em baterias congeladas ou defeituosas.
Nunca conecte baterias (associação de baterias) a menos que possuam a mesma tensão.
Utilize somente cabos de diâmetro adequado, testados e que possuam garras isoladas nas extremidades.
Certifique-se de que as carcaças da máquina auxiliar e da máquina a ser ligada não estejam em contato. De outra forma, o fluxo de corrente pode resultar na ligação direta dos dois pólos positivos. Risco de curto-circuito.
Nunca utilize geradores ou transformadores para equipamentos de soldagem como fontes de energia.
Posicione os cabos de ligação de forma que não sejam atingidos pelas partes rotativas do motor.
Leia e esteja atento a: "Inspeção e manutenção - Instruções de segurança", com destaque especial para a seção "Manuseando baterias".

OPERAÇÕES DE SOLDA

Instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Nunca executar operações de solda a não ser que você esteja qualificado para isso.
Qualquer trabalho em receptáculos que contem ou tenham contido substâncias que são:
- **combustíveis ou que ajudem a propagar a combustão e que,**
- **são suscetíveis a explosão ou que,**
- **possam gerar gases, vapores, névoas ou poeira prejudicial para a saúde durante a operação de solda, deve ser executado sob a supervisão de técnicos experientes e somente por soldadores autorizados para este serviço.**

Informações detalhadas sobre a maneira correta de execução de operações de solda são fornecidas no manual de serviço "Soldagem para manutenção e reparos".
Caso você tenha algum problema ou pergunta, entre em contato com o departamento de Pós-Venda.
Se partes da máquina precisarem ser desmontadas, leia e tome nota das seguintes seções: "Montagem de acessórios, instruções de segurança".
"Inspeção e Serviço, instruções de segurança".
"Reparos, Instruções de Segurança".

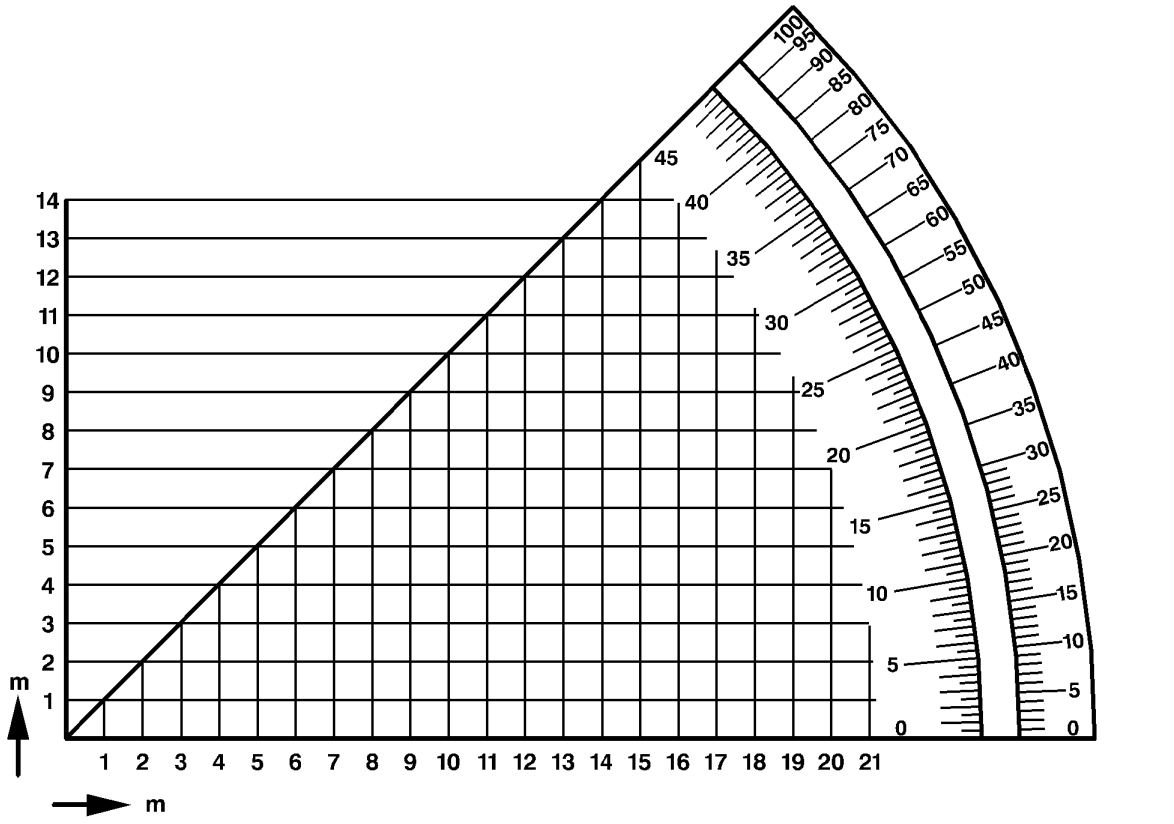
⚠ ADVERTÊNCIA

Antes de executar qualquer operação de solda na máquina:
- **Desconecte a bateria, primeiro o pólo negativo, depois o positivo.**
- **Desconecte o pólo positivo do alternador.**

Proteja os terminais desconectados e plugs, de sujeira ou curto circuito, cobrindo-os com fita isolante.
Prenda os grampos terminais, condutores da corrente do equipamento de solda, perto das peças a serem soldadas.
A corrente elétrica não deve passar através do anel rolamento de rotação, acoplamentos, via pino, dos cilindros hidráulicos
Ao completar a operação de solda, restaure todas as conexões elétricas.
Quando conectar a bateria, conecte primeiro o pólo positivo e depois o pólo negativo.

NOTAS

Dados de Serviço



600005

SUMÁRIO

DADOS DE SERVIÇO 3
Prefácio 3
Unidades do Sistema Internacional (SI) e unidades adicionais 4
Quantidades relativas ao tempo 5
Quantidades de força, energia e potência 6

TABELAS DE CONVERSÕES 7
Conversão de unidades lineares 7
Conversão de unidades de área 8
Conversão de pés e polegadas para unidades métricas 9
Conversão de Newtonmetro "N.m" em Libras pé "lb.ft" 10
Tabela de conversão para unidades de pressão em gases, vapor e fluidos 18
Tabela de conversão de unidades de potência, energia e quantidade de calor 19
Tabela de conversão de unidades de tensão mecânica (resistência) 20
Unidades praticamente equivalentes para pressão e tensão mecânica (resistência) 21
Unidades de temperatura e fórmulas de conversão 22
Potência, energia e fluxo de calor 23
Velocidade 24
Unidades de massa (peso) 25
Unidades de volume e fluxo 26
Consumo de combustível 27

EXEMPLO DE CÁLCULO 28
Ângulos de aclive (inclinação) 28
Velocidade de deslocamento 28
Potência hidráulica (bombas e motores) 29
Tempo para efetuar o curso de um cilindro 29
Velocidades de motores hidráulicos 29
Torques de aperto 30
Informação geral 30
Unidades de medida 30
Parafusos com roscas padrão DIN 13 - 13 31
Parafusos com roscas métricas finas DIN 13 - 13 32
Torques de aperto para flanges bi-partidas SAE 33
Ângulos de aperto 33

DADOS DE SERVIÇO

Prefácio

⚠ ADVERTÊNCIA

Todas as pessoas envolvidas na operação, inspeção, manutenção e liberação desta máquina de construção devem ler e familiarizar-se com o "MANUAL DE OPERAÇÕES"- especialmente com a Seção "INSTRUÇÕES FUNDAMENTAIS DE SEGURANÇA" - antes de iniciar o trabalho.

Os "Dados de Serviço" contém detalhes que são importantes para o pessoal de assistência técnica. Dados incluídos em outras partes da documentação geral não foram incluídos. O jogo de documentos para esta máquina de construção incluem:

- Manual de Operação;
- Catalogo de Peças de Reposição.

O "Manual de Serviço" e os boletins de "Informações de Serviço", devem ser considerados como suplementos à documentação geral.

Dados referentes a unidades auxiliares para a operação de equipamento auxiliar ou sistemas especiais, assim como os dados de máquinas de produção limitada, não estão incluídos.

Quantidades de preenchimento são números aproximados, com a finalidade de ajudar no armazenamento de vários fluidos e produtos de consumo. Cada unidade tem sistemas apropriados para a verificação de preenchimento, como por exemplo, vareta de nível de óleo ou bujões parafusados, com os quais o nível exato de preenchimento pode ser verificado.

⚠ CUIDADO

Os números das peças mencionados nas seções não são para serem utilizados quando estiver encomendando peças de reposição. Estes números são para identificar o componente em referência. Quando encomendar peças de reposição utilize os números relacionados no Catálogo de Peças de Reposição.

Unidades do Sistema Internacional (SI) e unidades adicionais

Unidades de espaço e massa

Quantidade	Símbolo	Unidade			Conversão		Explicações/ Comentários
		Antigo	Novo				
			Unidades SI	Unidades adicionais	Cálculos exatos	Cálculos aproxim. ± 2%	
Linear	l	m, mm, cm dm, m, km	m	m, mm, km			
Área	A	mm^2, cm^2, dm^2 m^2	m^2	mm^2, cm^2			
Volume	V, Vn	mm^3, cm^3, dm^3 m^3, l,	m^3	mm^3, cm^3 dm^3, l			
Massa	m	g, mg, g, kg, Mg=t, ($kp\ s^2/m$)	kg	g, mg, g Mg, t			
Densidade	ρl	g/cm^3, kg/dm^3, kg/m^3, ($kp\ s^2/m^4$)	kg/m^3	g/cm^3, kg/dm^3			
Momento de Inércia	J	$kp\ m^2$, ($kp\ m\ s^2$)	$kg\ m^2$	$Mg\ m^2$	1 $kp\ m\ s^2$= 9,81 $kg\ m^2$	1 $kp\ m\ s^2$= 10 $kg\ m^2$	
Volume específico	v	m^3/kg, m^3/t	m^3/kg	m^3/Mg			

Quantidades relativas ao tempo

Quantidade	Símbolo	Unidade			Conversão		Explicações/ Comentários
		Antigo	Novo				
			Unidades SI	Unidades adicionais	Cálculos exatos	Cálculos aproxim. ±2%	
Tempo	t	s, m, h, d=dia	s	ms, min, h, d			
Freqüência	f	hz	hz				1 Hz 1/s
Rotações	n	U/min	1/s	1/min			s=min/60
Velocidade	v	m/s, km/h	m/s	km/h			
Aceleração	a	m/s^2	m/s^2				
Vazão Volumétrica	V	m^3/s, m^3/min, m^3/h	m^3/s	m^3/min, l/h			
Fluxo de massa	m	kg/s, kg/min, kg/h	kg/s				
Fluxo de calor	øI	(kcal/h)	W	kW, MW	1 kcal/h= 1,163 W	1 kcal/h= 1,2 W	1 W=1 J/s= 1 N.m/s
Consumo específico de óleo e combustível	b, b_s	kg/PSh g/PSh	kg/J	g/(kW h)	1 g/(PS h)= 1,359 g/(kW h)	1 g/(PS h)= 1,36 g/(kW h)	

Quantidades de força, energia e potência

Quantidade	Símbolo	Unidade			Conversão		Explicações/ Comentários
		Antigo	Novo				
			Unidades SI	Unidades adicionais	Cálculos exatos	Cálculos aproxim. ± 2%	
Força	F	(dyn, p)	N (Newton)	MN, kN, mN	1 kp=1 kg x 9,81 m/s^2= 9,81 N	1 kp=10 N	1 N=1 kg x 1 m/s^2= 1 kg m/s^2
Pressão (Fluidos)	P, Pi P_e, $P_ü$, P_u	(kp/cm^2, at, atm) (mWS, Torr) (mmHg)	N/m^2, Pa (Pascal)	bar, mbar	1 kp/cm^2= 0,981 bar 1 atm= 1,013 bar 1 mWS= 0,098 bar	1 kp/cm^2=1 bar 1 mWS= 0,1 bar	1 N/m^2=1 Pa 1 Pa=10^{-5} bar 1 bar= 10^5 N/m^2
Tensão Mecânica	σ,τ |	(kp/cm^2, kp/mm^2)	N/m^2,pa	N/mm^2	1 kp/mm^2= 9,81 N/mm^2 1 kp/cm^2= 9,81 N/cm^2	1 kp/mm^2= 10 N/mm^2 1 kp/cm^2= 10 N/cm^2	1 N/m^2=1 Pa
Energia	W	(kpm)	J (Joule)	MJ, kJ, kW h	1 kpm=9,81 J	1 kpm=10 J	3,6 MJ= 1 kWh 1 J=1 N.m=1 Ws
Calor	Q	(cal, erg)	J (Joule)	MJ, kJ, kW h	1 kcal= 4,19 kJ		3,6 MJ= 1 kWh 1 J=1 N.m=1 Ws
Potência	P	(PS), W	W	kW, MW	1 PS= 0,735499 kW 1 kW= 1,359622 PS	1 PS= 0,74 kW 1 kW= 1,36 PS	1 W=1 J/s= 1 N.m/s
Torque, momento	M	(kp m)	N.m	N.cm	1 kp m= 9,81 N.m	1 kp m= 10 N.m	

TABELAS DE CONVERSÕES

Conversão de unidades lineares

Comprimento	Polegada	Pé	Jarda	Milha	Milha terrestre	cm náutica	m
1 polegada	1	0,0833	0,0278			2,54	0,0254
1pé	12	1	0,3333	0,00019	0,00016	30,48	0,3048
1 jarda	36	3	1	0,00057	0,00049	91,44	9.9144
1 milha terrestre	63360	5280	1760	1	0,86842		1609,3
1 milha náutica	72960	6080	2026,7	1,15151	1		1853,2
1 cm	0,3937	0,0328	0,0109			1	0,01
1 m	39,370	3,2808	1,0936	0,00062	0,00054	100	1

Comprimento

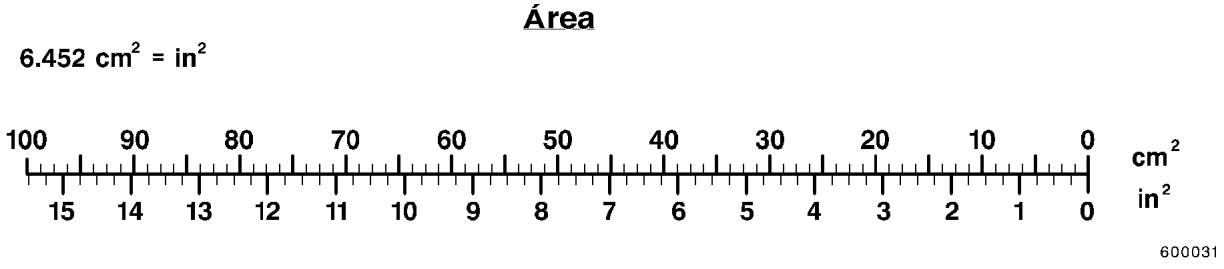


25,4 mm = 1 in

600030

Conversão de unidades de área

Área	Polegada²	Pé²	Jarda²	Milha²	Acre	cm²	m²
1 polegada²	1	0,0069				6,4516	
1 pé²	144	1	0,111			929,03	0,0929
1 jarda²	1296	9	1		0,00021	8361,3	0,8361
1 milha²			1	640			
1 acre		43560	4840	0,00156	1		4046,9
1 cm²	0,1550					1	0,0001
1 m²	1550	10,764	1,1960			10000	1



Conversão de pés e polegadas para unidades métricas

1 in (polegada) = 25,4 mm (milímetro)
1 ft (pé) = 12 in (polegada) = 304,8 mm (milímetro) **Exemplo: 4 ft 2 in = 1,27 m**

ft	in											
	+0	**+1**	**+2**	**+3**	**+4**	**+5**	**+6**	**+7**	**+8**	**+9**	**+10**	**+11**
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
0	0,0000	0,0254	0,0508	0,0762	0,1016	0,1270	0,1524	0,1778	0,2032	0,2286	0,2540	0,2794
1	0,3048	0,3302	0,3556	0,3810	0,4064	0,4318	0,4572	0,4826	0,5080	0,5334	0,5588	0,5842
2	0,6096	0,6350	0,6604	0,6858	0,7112	0,7366	0,7620	0,7874	0,8128	0,8382	0,8636	0,8890
3	0,9144	0,9398	0,9652	0,9906	1,0160	1,0414	1,0668	1,0922	1,1176	1,1430	1,1684	1,1938
4	1,2192	1,2446	1,2700	1,2954	1,3208	1,3462	1,3716	1,3970	1,4224	1,4478	1,4732	1,4986
5	1,5240	1,5494	1,5748	1,6002	1,6256	1,6510	1,6764	1,7018	1,7272	1,7526	1,7780	1,8034
6	1,8288	1,8542	1,8796	1,9050	1,9304	1,9558	1,9812	2,0066	2,0320	2,0574	2,0828	2,1082
7	2,1336	2,1590	2,1844	2,2098	2,2352	2,2606	2,2860	2,3114	2,3368	2,3622	2,3876	2,4130
8	2,4384	2,4638	2,4892	2,5146	2,5400	2,5654	2,5908	2,6162	2,6416	2,6670	2,6924	2,7178
9	2,7432	2,7686	2,7940	2,8194	2,8448	2,8702	2,8956	2,9210	2,9464	2,9718	2,9972	3,0226
10	3,0480	3,0734	3,0988	3,1242	3,1496	3,1750	3,2004	3,2258	3,2512	3,2766	3,3020	3,3274
11	3,3528	3,3782	3,4036	3,4290	3,4544	3,4798	3,5052	3,5306	3,5560	3,5814	3,6068	3,6322
12	3,6576	3,6830	3,7084	3,7338	3,7592	3,7846	3,8100	3,8354	3,8608	3,8862	3,9116	3,9370

Conversão de Newtonmetro "N.m" em Libras pé "lb.ft"

Nm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	7.376	8.113	8.851	9.588	10.326	11.063	11.801	12.539	13.276	14.014
20	14.751	15.489	16.226	16.964	17.701	18.439	19.177	19.914	20.652	21.389
30	22.127	22.864	23.602	24.340	25.077	25.815	26.552	27.290	28.027	28.765
40	29.502	30.240	30.978	31.715	32.453	33.190	33.928	34.665	35.403	36.141
50	36.878	37.616	38.353	39.091	39.828	40.566	41.303	42.041	42.779	43.516
60	44.254	44.991	45.729	46.466	47.204	47.942	48.679	49.417	50.154	50.892
70	51.629	52.367	53.104	53.842	54.580	55.317	56.055	56.792	57.530	58.267
80	59.005	59.743	60.480	61.218	61.955	62.693	63.430	64.168	64.905	65.643
90	66.381	67.118	67.856	68.593	69.331	70.068	70.806	71.544	72.281	73.019
100	73.756	74.494	75.231	75.969	76.706	77.444	78.182	78.919	79.657	80.394
110	81.132	81.869	82.607	83.345	84.082	84.820	85.557	86.295	87.032	87.770
120	88.507	89.245	89.983	90.720	91.458	92.195	92.933	93.670	94.408	95.146
130	95.883	96.621	97.358	98.096	98.833	99.571	100.308	101.046	101.784	102.521
140	103.259	103.996	104.734	105.471	106.209	106.947	107.684	108.422	109.159	109.897
150	110.634	111.372	112.109	112.847	113.585	114.322	115.060	115.797	116.535	117.272
160	118.010	118.747	119.485	120.223	120.960	121.698	122.435	123.173	123.910	124.648
170	125.386	126.123	126.861	127.598	128.336	129.073	129.811	130.548	131.286	132.024
180	132.761	133.499	134.236	134.974	135.711	136.449	137.187	137.924	138.662	139.399
190	140.137	140.874	141.612	142.349	143.087	143.825	144.562	145.300	146.037	146.775
200	147.512	148.250	148.988	149.725	150.463	151.200	151.938	152.675	153.413	154.150
210	154.888	155.626	156.363	157.101	157.838	158.576	159.313	160.051	160.789	161.526
220	162.264	163.001	163.739	164.476	165.214	165.951	166.689	167.427	168.164	168.902
230	169.639	170.377	171.114	171.852	172.590	173.327	174.065	174.802	175.540	176.277
240	177.015	177.752	178.490	179.228	179.965	180.703	181.440	182.178	182.915	183.653
250	184.391	185.128	185.866	186.603	187.341	188.078	188.816	189.553	190.291	191.029
260	191.766	192.504	193.241	193.979	194.716	195.454	196.192	196.929	197.667	198.404
270	199.142	199.879	200.617	201.354	202.092	202.830	203.567	204.305	205.042	205.780
280	206.517	207.255	207.993	208.730	209.468	210.205	210.943	211.680	212.418	213.155
290	213.893	214.631	215.368	216.106	216.843	217.581	218.318	219.056	219.794	220.531
300	221.269	222.006	222.744	223.481	224.219	224.956	225.694	226.432	227.169	227.907
310	228.644	229.382	230.119	230.857	231.594	232.332	233.070	233.807	234.545	235.282
320	236.020	236.757	237.495	238.233	238.970	239.708	240.445	241.183	241.920	242.658
330	243.395	244.133	244.871	245.608	246.346	247.083	247.821	248.558	249.296	250.034
340	250.771	251.509	252.246	252.984	253.721	254.459	255.196	255.934	256.672	257.409
350	258.147	258.884	259.622	260.359	261.097	261.835	262.572	263.310	264.047	264.785
360	265.522	266.260	266.997	267.735	268.473	269.210	269.948	270.685	271.423	272.160
370	272.898	273.636	274.373	275.111	275.848	276.586	277.323	278.061	278.798	279.536
380	280.274	281.011	281.749	282.486	283.224	283.961	284.699	285.437	286.174	286.912
390	287.649	288.387	289.124	289.862	290.599	291.337	292.075	292.812	293.550	294.287
400	295.025	295.762	296.500	297.238	297.975	298.713	299.450	300.188	300.925	301.663
410	302.400	303.138	303.876	304.613	305.351	306.088	306.826	307.563	308.301	309.039
420	309.776	310.514	311.251	311.989	312.726	313.464	314.201	314.939	315.677	316.414
430	317.152	317.889	318.627	319.364	320.102	320.840	321.577	322.315	323.052	323.790
440	324.527	325.265	326.002	326.740	327.478	328.215	328.953	329.690	330.428	331.165
450	331.903	332.641	333.378	334.116	334.853	335.591	336.328	337.066	337.803	338.541
460	339.279	340.016	340.754	341.491	342.229	342.966	343.704	344.442	345.179	345.917
470	346.654	347.392	348.129	348.867	349.604	350.342	351.080	351.817	352.555	353.292
480	354.030	354.767	355.505	356.242	356.980	357.718	358.455	359.193	359.930	360.668
490	361.405	362.143	362.881	363.618	364.356	365.093	365.831	366.568	367.306	368.043
500	368.781	369.519	370.256	370.994	371.731	372.469	373.206	373.944	374.682	375.419
510	376.157	376.894	377.632	378.369	379.107	379.844	380.582	381.320	382.057	382.795
520	383.532	384.270	385.007	385.745	386.483	387.220	387.958	388.695	389.433	390.170
530	390.908	391.645	392.383	393.121	393.858	394.596	395.333	396.071	396.808	397.546
540	398.284	399.021	399.759	400.496	401.234	401.971	402.709	403.446	404.184	404.922
550	405.659	406.397	407.134	407.872	408.609	409.347	410.085	410.822	411.560	412.297
560	413.035	413.772	414.510	415.247	415.985	416.723	417.460	418.198	418.935	419.673
570	420.410	421.148	421.886	422.623	423.361	424.098	424.836	425.573	426.311	427.048
580	427.786	428.524	429.261	429.999	430.736	431.474	432.211	432.949	433.687	434.424
590	435.162	435.899	436.637	437.374	438.112	438.849	439.587	440.325	441.062	441.800
600	442.537	443.275	444.012	444.750	445.488	446.225	446.963	447.700	448.438	449.175
610	449.913	450.650	451.388	452.126	452.863	453.601	454.338	455.076	455.813	456.551
620	457.289	458.026	458.764	459.501	460.239	460.976	461.714	462.451	463.189	463.927
630	464.664	465.402	466.139	466.877	467.614	468.352	469.089	469.827	470.565	471.302
640	472.040	472.777	473.515	474.252	474.990	475.728	476.465	477.203	477.940	478.678
650	479.415	480.153	480.890	481.628	482.366	483.103	483.841	484.578	485.316	486.053
660	486.791	487.529	488.266	489.004	489.741	490.479	491.216	491.954	492.691	493.429
670	494.167	494.904	495.642	496.379	497.117	497.854	498.592	499.330	500.067	500.805
680	501.542	502.280	503.017	503.755	504.492	505.230	505.968	506.705	507.443	508.180
690	508.918	509.655	510.393	511.131	511.868	512.606	513.343	514.081	514.818	515.556
700	516.293	517.031	517.769	518.506	519.244	519.981	520.719	521.456	522.194	522.932

Nm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
710	523.669	524.407	525.144	525.882	526.619	527.357	528.094	528.832	529.570	530.307
720	531.045	531.782	532.520	533.257	533.995	534.733	535.470	536.208	536.945	537.683
730	538.420	539.158	539.895	540.633	541.371	542.108	542.846	543.583	544.321	545.058
740	545.796	546.534	547.271	548.009	548.746	549.484	550.221	550.959	551.696	552.434
750	553.172	553.909	554.647	555.384	556.122	556.859	557.597	558.335	559.072	559.810
760	560.547	561.285	562.022	562.760	563.497	564.235	564.973	565.710	566.448	567.185
770	567.923	568.660	569.398	570.136	570.873	571.611	572.348	573.086	573.823	574.561
780	575.298	576.036	576.774	577.511	578.249	578.986	579.724	580.461	581.199	581.936
790	582.674	583.412	584.149	584.887	585.624	586.362	587.099	587.837	588.575	589.312
800	590.050	590.787	591.525	592.262	593.000	593.737	594.475	595.213	595.950	596.688
810	597.425	598.163	598.900	599.638	600.376	601.113	601.851	602.588	603.326	604.063
820	604.801	605.538	606.276	607.014	607.751	608.489	609.226	609.964	610.701	611.439
830	612.177	612.914	613.652	614.389	615.127	615.864	616.602	617.339	618.077	618.815
840	619.552	620.290	621.027	621.765	622.502	623.240	623.978	624.715	625.453	626.190
850	626.928	627.665	628.403	629.140	629.878	630.616	631.353	632.091	632.828	633.566
860	634.303	635.041	635.779	636.516	637.254	637.991	638.729	639.466	640.204	640.941
870	641.679	642.417	643.154	643.892	644.629	645.367	646.104	646.842	647.580	648.317
880	649.055	649.792	650.530	651.267	652.005	652.742	653.480	654.218	654.955	655.693
890	656.430	657.168	657.905	658.643	659.381	660.118	660.856	661.593	662.331	663.068
900	663.806	664.543	665.281	666.019	666.756	667.494	668.231	668.969	669.706	670.444
910	671.182	671.919	672.657	673.394	674.132	674.869	675.607	676.344	677.082	677.820
920	678.557	679.295	680.032	680.770	681.507	682.245	682.983	683.720	684.458	685.195
930	685.933	686.670	687.408	688.145	688.883	689.621	690.358	691.096	691.833	692.571
940	693.308	694.046	694.783	695.521	696.259	696.996	697.734	698.471	699.209	699.946
950	700.684	701.422	702.159	702.897	703.634	704.372	705.109	705.847	706.584	707.322
960	708.060	708.797	709.535	710.272	711.010	711.747	712.485	713.223	713.960	714.698
970	715.435	716.173	716.910	717.648	718.385	719.123	719.861	720.598	721.336	722.073
980	722.811	723.548	724.286	725.024	725.761	726.499	727.236	727.974	728.711	729.449
990	730.186	730.924	731.662	732.399	733.137	733.874	734.612	735.349	736.087	736.825
1000	737.562	738.300	739.037	739.775	740.512	741.250	741.987	742.725	743.463	744.200
1010	744.938	745.675	746.413	747.150	747.888	748.626	749.363	750.101	750.838	751.576
1020	752.313	753.051	753.788	754.526	755.264	756.001	756.739	757.476	758.214	758.951
1030	759.689	760.427	761.164	761.902	762.639	763.377	764.114	764.852	765.589	766.327
1040	767.065	767.802	768.540	769.277	770.015	770.752	771.490	772.228	772.965	773.703
1050	774.440	775.178	775.915	776.653	777.390	778.128	778.866	779.603	780.341	781.078
1060	781.816	782.553	783.291	784.029	784.766	785.504	786.241	786.979	787.716	788.454
1070	789.191	789.929	790.667	791.404	792.142	792.879	793.617	794.354	795.092	795.830
1080	796.567	797.305	798.042	798.780	799.517	800.255	800.992	801.730	802.468	803.205
1090	803.943	804.680	805.418	806.155	806.893	807.630	808.368	809.106	809.843	810.581
1100	811.318	812.056	812.793	813.531	814.269	815.006	815.744	816.481	817.219	817.956
1110	818.694	819.431	820.169	820.907	821.644	822.382	823.119	823.857	824.594	825.332
1120	826.070	826.807	827.545	828.282	829.020	829.757	830.495	831.232	831.970	832.708
1130	833.445	834.183	834.920	835.658	836.395	837.133	837.871	838.608	839.346	840.083
1140	840.821	841.558	842.296	843.033	843.771	844.509	845.246	845.984	846.721	847.459
1150	848.196	848.934	849.672	850.409	851.147	851.884	852.622	853.359	854.097	854.834
1160	855.572	856.310	857.047	857.785	858.522	859.260	859.997	860.735	861.473	862.210
1170	862.948	863.685	864.423	865.160	865.898	866.635	867.373	868.111	868.848	869.586
1180	870.323	871.061	871.798	872.536	873.274	874.011	874.749	875.486	876.224	876.961
1190	877.699	878.436	879.174	879.912	880.649	881.387	882.124	882.862	883.599	884.337
1200	885.075	885.812	886.550	887.287	888.025	888.762	889.500	890.237	890.975	891.713
1210	892.450	893.188	893.925	894.663	895.400	896.138	896.876	897.613	898.351	899.088
1220	899.826	900.563	901.301	902.038	902.776	903.514	904.251	904.989	905.726	906.464
1230	907.201	907.939	908.677	909.414	910.152	910.889	911.627	912.364	913.102	913.839
1240	914.577	915.315	916.052	916.790	917.527	918.265	919.002	919.740	920.478	921.215
1250	921.953	922.690	923.428	924.165	924.903	925.640	926.378	927.116	927.853	928.591
1260	929.328	930.066	930.803	931.541	932.278	933.016	933.754	934.491	935.229	935.966
1270	936.704	937.441	938.179	938.917	939.654	940.392	941.129	941.867	942.604	943.342
1280	944.079	944.817	945.555	946.292	947.030	947.767	948.505	949.242	949.980	950.718
1290	951.455	952.193	952.930	953.668	954.405	955.143	955.880	956.618	957.356	958.093
1300	958.831	959.568	960.306	961.043	961.781	962.519	963.256	963.994	964.731	965.469
1310	966.206	966.944	967.681	968.419	969.157	969.894	970.632	971.369	972.107	972.844
1320	973.582	974.320	975.057	975.795	976.532	977.270	978.007	978.745	979.482	980.220
1330	980.958	981.695	982.433	983.170	983.908	984.645	985.383	986.121	986.858	987.596
1340	988.333	989.071	989.808	990.546	991.283	992.021	992.759	993.496	994.234	994.971
1350	995.709	996.446	997.184	997.922	998.659	999.397	1000.134	1000.872	1001.609	1002.347
1360	1003.084	1003.822	1004.560	1005.297	1006.035	1006.772	1007.510	1008.247	1008.985	1009.723
1370	1010.460	1011.198	1011.935	1012.673	1013.410	1014.148	1014.885	1015.623	1016.361	1017.098
1380	1017.836	1018.573	1019.311	1020.048	1020.786	1021.524	1022.261	1022.999	1023.736	1024.474
1390	1025.211	1025.949	1026.686	1027.424	1028.162	1028.899	1029.637	1030.374	1031.112	1031.849
1400	1032.587	1033.325	1034.062	1034.800	1035.537	1036.275	1037.012	1037.750	1038.487	1039.225

Nm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1410	1039.963	1040.700	1041.438	1042.175	1042.913	1043.650	1044.388	1045.125	1045.863	1046.601
1420	1047.338	1048.076	1048.813	1049.551	1050.288	1051.026	1051.764	1052.501	1053.239	1053.976
1430	1054.714	1055.451	1056.189	1056.926	1057.664	1058.402	1059.139	1059.877	1060.614	1061.352
1440	1062.089	1062.827	1063.565	1064.302	1065.040	1065.777	1066.515	1067.252	1067.990	1068.727
1450	1069.465	1070.203	1070.940	1071.678	1072.415	1073.153	1073.890	1074.628	1075.366	1076.103
1460	1076.841	1077.578	1078.316	1079.053	1079.791	1080.528	1081.266	1082.004	1082.741	1083.479
1470	1084.216	1084.954	1085.691	1086.429	1087.167	1087.904	1088.642	1089.379	1090.117	1090.854
1480	1091.592	1092.329	1093.067	1093.805	1094.542	1095.280	1096.017	1096.755	1097.492	1098.230
1490	1098.968	1099.705	1100.443	1101.180	1101.918	1102.655	1103.393	1104.130	1104.868	1105.606
1500	1106.343	1107.081	1107.818	1108.556	1109.293	1110.031	1110.769	1111.506	1112.244	1112.981
1510	1113.719	1114.456	1115.194	1115.931	1116.669	1117.407	1118.144	1118.882	1119.619	1120.357
1520	1121.094	1121.832	1122.570	1123.307	1124.045	1124.782	1125.520	1126.257	1126.995	1127.732
1530	1128.470	1129.208	1129.945	1130.683	1131.420	1132.158	1132.895	1133.633	1134.371	1135.108
1540	1135.846	1136.583	1137.321	1138.058	1138.796	1139.533	1140.271	1141.009	1141.746	1142.484
1550	1143.221	1143.959	1144.696	1145.434	1146.172	1146.909	1147.647	1148.384	1149.122	1149.859
1560	1150.597	1151.334	1152.072	1152.810	1153.547	1154.285	1155.022	1155.760	1156.497	1157.235
1570	1157.972	1158.710	1159.448	1160.185	1160.923	1161.660	1162.398	1163.135	1163.873	1164.611
1580	1165.348	1166.086	1166.823	1167.561	1168.298	1169.036	1169.773	1170.511	1171.249	1171.986
1590	1172.724	1173.461	1174.199	1174.936	1175.674	1176.412	1177.149	1177.887	1178.624	1179.362
1600	1180.099	1180.837	1181.574	1182.312	1183.050	1183.787	1184.525	1185.262	1186.000	1186.737
1610	1187.475	1188.213	1188.950	1189.688	1190.425	1191.163	1191.900	1192.638	1193.375	1194.113
1620	1194.851	1195.588	1196.326	1197.063	1197.801	1198.538	1199.276	1200.014	1200.751	1201.489
1630	1202.226	1202.964	1203.701	1204.439	1205.176	1205.914	1206.652	1207.389	1208.127	1208.864
1640	1209.602	1210.339	1211.077	1211.815	1212.552	1213.290	1214.027	1214.765	1215.502	1216.240
1650	1216.977	1217.715	1218.453	1219.190	1219.928	1220.665	1221.403	1222.140	1222.878	1223.616
1660	1224.353	1225.091	1225.828	1226.566	1227.303	1228.041	1228.778	1229.516	1230.254	1230.991
1670	1231.729	1232.466	1233.204	1233.941	1234.679	1235.417	1236.154	1236.892	1237.629	1238.367
1680	1239.104	1239.842	1240.579	1241.317	1242.055	1242.792	1243.530	1244.267	1245.005	1245.742
1690	1246.480	1247.218	1247.955	1248.693	1249.430	1250.168	1250.905	1251.643	1252.380	1253.118
1700	1253.856	1254.593	1255.331	1256.068	1256.806	1257.543	1258.281	1259.019	1259.756	1260.494
1710	1261.231	1261.969	1262.706	1263.444	1264.181	1264.919	1265.657	1266.394	1267.132	1267.869
1720	1268.607	1269.344	1270.082	1270.819	1271.557	1272.295	1273.032	1273.770	1274.507	1275.245
1730	1275.982	1276.720	1277.458	1278.195	1278.933	1279.670	1280.408	1281.145	1281.883	1282.620
1740	1283.358	1284.096	1284.833	1285.571	1286.308	1287.046	1287.783	1288.521	1289.259	1289.996
1750	1290.734	1291.471	1292.209	1292.946	1293.684	1294.421	1295.159	1295.897	1296.634	1297.372
1760	1298.109	1298.847	1299.584	1300.322	1301.060	1301.797	1302.535	1303.272	1304.010	1304.747
1770	1305.485	1306.222	1306.960	1307.698	1308.435	1309.173	1309.910	1310.648	1311.385	1312.123
1780	1312.861	1313.598	1314.336	1315.073	1315.811	1316.548	1317.286	1318.023	1318.761	1319.499
1790	1320.236	1320.974	1321.711	1322.449	1323.186	1323.924	1324.662	1325.399	1326.137	1326.874
1800	1327.612	1328.349	1329.087	1329.824	1330.562	1331.300	1332.037	1332.775	1333.512	1334.250
1810	1334.987	1335.725	1336.463	1337.200	1337.938	1338.675	1339.413	1340.150	1340.888	1341.625
1820	1342.363	1343.101	1343.838	1344.576	1345.313	1346.051	1346.788	1347.526	1348.264	1349.001
1830	1349.739	1350.476	1351.214	1351.951	1352.689	1353.426	1354.164	1354.902	1355.639	1356.377
1840	1357.114	1357.852	1358.589	1359.327	1360.065	1360.802	1361.540	1362.277	1363.015	1363.752
1850	1364.490	1365.227	1365.965	1366.703	1367.440	1368.178	1368.915	1369.653	1370.390	1371.128
1860	1371.866	1372.603	1373.341	1374.078	1374.816	1375.553	1376.291	1377.028	1377.766	1378.504
1870	1379.241	1379.979	1380.716	1381.454	1382.191	1382.929	1383.666	1384.404	1385.142	1385.879
1880	1386.617	1387.354	1388.092	1388.829	1389.567	1390.305	1391.042	1391.780	1392.517	1393.255
1890	1393.992	1394.730	1395.467	1396.205	1396.943	1397.680	1398.418	1399.155	1399.893	1400.630
1900	1401.368	1402.106	1402.843	1403.581	1404.318	1405.056	1405.793	1406.531	1407.268	1408.006
1910	1408.744	1409.481	1410.219	1410.956	1411.694	1412.431	1413.169	1413.907	1414.644	1415.382
1920	1416.119	1416.857	1417.594	1418.332	1419.069	1419.807	1420.545	1421.282	1422.020	1422.757
1930	1423.495	1424.232	1424.970	1425.708	1426.445	1427.183	1427.920	1428.658	1429.395	1430.133
1940	1430.870	1431.608	1432.346	1433.083	1433.821	1434.558	1435.296	1436.033	1436.771	1437.509
1950	1438.246	1438.984	1439.721	1440.459	1441.196	1441.934	1442.671	1443.409	1444.147	1444.884
1960	1445.622	1446.359	1447.097	1447.834	1448.572	1449.310	1450.047	1450.785	1451.522	1452.260
1970	1452.997	1453.735	1454.472	1455.210	1455.948	1456.685	1457.423	1458.160	1458.898	1459.635
1980	1460.373	1461.111	1461.848	1462.586	1463.323	1464.061	1464.798	1465.536	1466.273	1467.011
1990	1467.749	1468.486	1469.224	1469.961	1470.699	1471.436	1472.174	1472.912	1473.649	1474.387
2000	1475.124	1475.862	1476.599	1477.337	1478.074	1478.812	1479.550	1480.287	1481.025	1481.762
2010	1482.500	1483.237	1483.975	1484.713	1485.450	1486.188	1486.925	1487.663	1488.400	1489.138
2020	1489.875	1490.613	1491.351	1492.088	1492.826	1493.563	1494.301	1495.038	1495.776	1496.514
2030	1497.251	1497.989	1498.726	1499.464	1500.201	1500.939	1501.676	1502.414	1503.152	1503.889
2040	1504.627	1505.364	1506.102	1506.839	1507.577	1508.314	1509.052	1509.790	1510.527	1511.265
2050	1512.002	1512.740	1513.477	1514.215	1514.953	1515.690	1516.428	1517.165	1517.903	1518.640
2060	1519.378	1520.115	1520.853	1521.591	1522.328	1523.066	1523.803	1524.541	1525.278	1526.016
2070	1526.754	1527.491	1528.229	1528.966	1529.704	1530.441	1531.179	1531.916	1532.654	1533.392
2080	1534.129	1534.867	1535.604	1536.342	1537.079	1537.817	1538.555	1539.292	1540.030	1540.767
2090	1541.505	1542.242	1542.980	1543.717	1544.455	1545.193	1545.930	1546.668	1547.405	1548.143
2100	1548.880	1549.618	1550.356	1551.093	1551.831	1552.568	1553.306	1554.043	1554.781	1555.518

Nm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2110	1556.256	1556.994	1557.731	1558.469	1559.206	1559.944	1560.681	1561.419	1562.157	1562.894
2120	1563.632	1564.369	1565.107	1565.844	1566.582	1567.319	1568.057	1568.795	1569.532	1570.270
2130	1571.007	1571.745	1572.482	1573.220	1573.958	1574.695	1575.433	1576.170	1576.908	1577.645
2140	1578.383	1579.120	1579.858	1580.596	1581.333	1582.071	1582.808	1583.546	1584.283	1585.021
2150	1585.759	1586.496	1587.234	1587.971	1588.709	1589.446	1590.184	1590.921	1591.659	1592.397
2160	1593.134	1593.872	1594.609	1595.347	1596.084	1596.822	1597.560	1598.297	1599.035	1599.772
2170	1600.510	1601.247	1601.985	1602.722	1603.460	1604.198	1604.935	1605.673	1606.410	1607.148
2180	1607.885	1608.623	1609.361	1610.098	1610.836	1611.573	1612.311	1613.048	1613.786	1614.523
2190	1615.261	1615.999	1616.736	1617.474	1618.211	1618.949	1619.686	1620.424	1621.161	1621.899
2200	1622.637	1623.374	1624.112	1624.849	1625.587	1626.324	1627.062	1627.800	1628.537	1629.275
2210	1630.012	1630.750	1631.487	1632.225	1632.962	1633.700	1634.438	1635.175	1635.913	1636.650
2220	1637.388	1638.125	1638.863	1639.601	1640.338	1641.076	1641.813	1642.551	1643.288	1644.026
2230	1644.763	1645.501	1646.239	1646.976	1647.714	1648.451	1649.189	1649.926	1650.664	1651.402
2240	1652.139	1652.877	1653.614	1654.352	1655.089	1655.827	1656.564	1657.302	1658.040	1658.777
2250	1659.515	1660.252	1660.990	1661.727	1662.465	1663.203	1663.940	1664.678	1665.415	1666.153
2260	1666.890	1667.628	1668.365	1669.103	1669.841	1670.578	1671.316	1672.053	1672.791	1673.528
2270	1674.266	1675.004	1675.741	1676.479	1677.216	1677.954	1678.691	1679.429	1680.166	1680.904
2280	1681.642	1682.379	1683.117	1683.854	1684.592	1685.329	1686.067	1686.805	1687.542	1688.280
2290	1689.017	1689.755	1690.492	1691.230	1691.967	1692.705	1693.443	1694.180	1694.918	1695.655
2300	1696.393	1697.130	1697.868	1698.606	1699.343	1700.081	1700.818	1701.556	1702.293	1703.031
2310	1703.768	1704.506	1705.244	1705.981	1706.719	1707.456	1708.194	1708.931	1709.669	1710.407
2320	1711.144	1711.882	1712.619	1713.357	1714.094	1714.832	1715.569	1716.307	1717.045	1717.782
2330	1718.520	1719.257	1719.995	1720.732	1721.470	1722.208	1722.945	1723.683	1724.420	1725.158
2340	1725.895	1726.633	1727.370	1728.108	1728.846	1729.583	1730.321	1731.058	1731.796	1732.533
2350	1733.271	1734.008	1734.746	1735.484	1736.221	1736.959	1737.696	1738.434	1739.171	1739.909
2360	1740.647	1741.384	1742.122	1742.859	1743.597	1744.334	1745.072	1745.809	1746.547	1747.285
2370	1748.022	1748.760	1749.497	1750.235	1750.972	1751.710	1752.448	1753.185	1753.923	1754.660
2380	1755.398	1756.135	1756.873	1757.610	1758.348	1759.086	1759.823	1760.561	1761.298	1762.036
2390	1762.773	1763.511	1764.249	1764.986	1765.724	1766.461	1767.199	1767.936	1768.674	1769.411
2400	1770.149	1770.887	1771.624	1772.362	1773.099	1773.837	1774.574	1775.312	1776.050	1776.787
2410	1777.525	1778.262	1779.000	1779.737	1780.475	1781.212	1781.950	1782.688	1783.425	1784.163
2420	1784.900	1785.638	1786.375	1787.113	1787.851	1788.588	1789.326	1790.063	1790.801	1791.538
2430	1792.276	1793.013	1793.751	1794.489	1795.226	1795.964	1796.701	1797.439	1798.176	1798.914
2440	1799.652	1800.389	1801.127	1801.864	1802.602	1803.339	1804.077	1804.814	1805.552	1806.290
2450	1807.027	1807.765	1808.502	1809.240	1809.977	1810.715	1811.453	1812.190	1812.928	1813.665
2460	1814.403	1815.140	1815.878	1816.615	1817.353	1818.091	1818.828	1819.566	1820.303	1821.041
2470	1821.778	1822.516	1823.254	1823.991	1824.729	1825.466	1826.204	1826.941	1827.679	1828.416
2480	1829.154	1829.892	1830.629	1831.367	1832.104	1832.842	1833.579	1834.317	1835.055	1835.792
2490	1836.530	1837.267	1838.005	1838.742	1839.480	1840.217	1840.955	1841.693	1842.430	1843.168
2500	1843.905	1844.643	1845.380	1846.118	1846.855	1847.593	1848.331	1849.068	1849.806	1850.543
2510	1851.281	1852.018	1852.756	1853.494	1854.231	1854.969	1855.706	1856.444	1857.181	1857.919
2520	1858.656	1859.394	1860.132	1860.869	1861.607	1862.344	1863.082	1863.819	1864.557	1865.295
2530	1866.032	1866.770	1867.507	1868.245	1868.982	1869.720	1870.457	1871.195	1871.933	1872.670
2540	1873.408	1874.145	1874.883	1875.620	1876.358	1877.096	1877.833	1878.571	1879.308	1880.046
2550	1880.783	1881.521	1882.258	1882.996	1883.734	1884.471	1885.209	1885.946	1886.684	1887.421
2560	1888.159	1888.897	1889.634	1890.372	1891.109	1891.847	1892.584	1893.322	1894.059	1894.797
2570	1895.535	1896.272	1897.010	1897.747	1898.485	1899.222	1899.960	1900.698	1901.435	1902.173
2580	1902.910	1903.648	1904.385	1905.123	1905.860	1906.598	1907.336	1908.073	1908.811	1909.548
2590	1910.286	1911.023	1911.761	1912.499	1913.236	1913.974	1914.711	1915.449	1916.186	1916.924
2600	1917.661	1918.399	1919.137	1919.874	1920.612	1921.349	1922.087	1922.824	1923.562	1924.300
2610	1925.037	1925.775	1926.512	1927.250	1927.987	1928.725	1929.462	1930.200	1930.938	1931.675
2620	1932.413	1933.150	1933.888	1934.625	1935.363	1936.101	1936.838	1937.576	1938.313	1939.051
2630	1939.788	1940.526	1941.263	1942.001	1942.739	1943.476	1944.214	1944.951	1945.689	1946.426
2640	1947.164	1947.902	1948.639	1949.377	1950.114	1950.852	1951.589	1952.327	1953.064	1953.802
2650	1954.540	1955.277	1956.015	1956.752	1957.490	1958.227	1958.965	1959.702	1960.440	1961.178
2660	1961.915	1962.653	1963.390	1964.128	1964.865	1965.603	1966.341	1967.078	1967.816	1968.553
2670	1969.291	1970.028	1970.766	1971.503	1972.241	1972.979	1973.716	1974.454	1975.191	1975.929
2680	1976.666	1977.404	1978.142	1978.879	1979.617	1980.354	1981.092	1981.829	1982.567	1983.304
2690	1984.042	1984.780	1985.517	1986.255	1986.992	1987.730	1988.467	1989.205	1989.943	1990.680
2700	1991.418	1992.155	1992.893	1993.630	1994.368	1995.105	1995.843	1996.581	1997.318	1998.056
2710	1998.793	1999.531	2000.268	2001.006	2001.744	2002.481	2003.219	2003.956	2004.694	2005.431
2720	2006.169	2006.906	2007.644	2008.382	2009.119	2009.857	2010.594	2011.332	2012.069	2012.807
2730	2013.545	2014.282	2015.020	2015.757	2016.495	2017.232	2017.970	2018.707	2019.445	2020.183
2740	2020.920	2021.658	2022.395	2023.133	2023.870	2024.608	2025.346	2026.083	2026.821	2027.558
2750	2028.296	2029.033	2029.771	2030.508	2031.246	2031.984	2032.721	2033.459	2034.196	2034.934
2760	2035.671	2036.409	2037.147	2037.884	2038.622	2039.359	2040.097	2040.834	2041.572	2042.309
2770	2043.047	2043.785	2044.522	2045.260	2045.997	2046.735	2047.472	2048.210	2048.948	2049.685
2780	2050.423	2051.160	2051.898	2052.635	2053.373	2054.110	2054.848	2055.586	2056.323	2057.061
2790	2057.798	2058.536	2059.273	2060.011	2060.749	2061.486	2062.224	2062.961	2063.699	2064.436
2800	2065.174	2065.911	2066.649	2067.387	2068.124	2068.862	2069.599	2070.337	2071.074	2071.812

Nm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2810	2072.550	2073.287	2074.025	2074.762	2075.500	2076.237	2076.975	2077.712	2078.450	2079.188
2820	2079.925	2080.663	2081.400	2082.138	2082.875	2083.613	2084.350	2085.088	2085.826	2086.563
2830	2087.301	2088.038	2088.776	2089.513	2090.251	2090.989	2091.726	2092.464	2093.201	2093.939
2840	2094.676	2095.414	2096.151	2096.889	2097.627	2098.364	2099.102	2099.839	2100.577	2101.314
2850	2102.052	2102.790	2103.527	2104.265	2105.002	2105.740	2106.477	2107.215	2107.952	2108.690
2860	2109.428	2110.165	2110.903	2111.640	2112.378	2113.115	2113.853	2114.591	2115.328	2116.066
2870	2116.803	2117.541	2118.278	2119.016	2119.753	2120.491	2121.229	2121.966	2122.704	2123.441
2880	2124.179	2124.916	2125.654	2126.392	2127.129	2127.867	2128.604	2129.342	2130.079	2130.817
2890	2131.554	2132.292	2133.030	2133.767	2134.505	2135.242	2135.980	2136.717	2137.455	2138.193
2900	2138.930	2139.668	2140.405	2141.143	2141.880	2142.618	2143.355	2144.093	2144.831	2145.568
2910	2146.306	2147.043	2147.781	2148.518	2149.256	2149.994	2150.731	2151.469	2152.206	2152.944
2920	2153.681	2154.419	2155.156	2155.894	2156.632	2157.369	2158.107	2158.844	2159.582	2160.319
2930	2161.057	2161.795	2162.532	2163.270	2164.007	2164.745	2165.482	2166.220	2166.957	2167.695
2940	2168.433	2169.170	2169.908	2170.645	2171.383	2172.120	2172.858	2173.596	2174.333	2175.071
2950	2175.808	2176.546	2177.283	2178.021	2178.758	2179.496	2180.234	2180.971	2181.709	2182.446
2960	2183.184	2183.921	2184.659	2185.397	2186.134	2186.872	2187.609	2188.347	2189.084	2189.822
2970	2190.559	2191.297	2192.035	2192.772	2193.510	2194.247	2194.985	2195.722	2196.460	2197.197
2980	2197.935	2198.673	2199.410	2200.148	2200.885	2201.623	2202.360	2203.098	2203.836	2204.573
2990	2205.311	2206.048	2206.786	2207.523	2208.261	2208.998	2209.736	2210.474	2211.211	2211.949
3000	2212.686	2213.424	2214.161	2214.899	2215.637	2216.374	2217.112	2217.849	2218.587	2219.324
3010	2220.062	2220.799	2221.537	2222.275	2223.012	2223.750	2224.487	2225.225	2225.962	2226.700
3020	2227.438	2228.175	2228.913	2229.650	2230.388	2231.125	2231.863	2232.600	2233.338	2234.076
3030	2234.813	2235.551	2236.288	2237.026	2237.763	2238.501	2239.239	2239.976	2240.714	2241.451
3040	2242.189	2242.926	2243.664	2244.401	2245.139	2245.877	2246.614	2247.352	2248.089	2248.827
3050	2249.564	2250.302	2251.040	2251.777	2252.515	2253.252	2253.990	2254.727	2255.465	2256.202
3060	2256.940	2257.678	2258.415	2259.153	2259.890	2260.628	2261.365	2262.103	2262.841	2263.578
3070	2264.316	2265.053	2265.791	2266.528	2267.266	2268.003	2268.741	2269.479	2270.216	2270.954
3080	2271.691	2272.429	2273.166	2273.904	2274.642	2275.379	2276.117	2276.854	2277.592	2278.329
3090	2279.067	2279.804	2280.542	2281.280	2282.017	2282.755	2283.492	2284.230	2284.967	2285.705
3100	2286.443	2287.180	2287.918	2288.655	2289.393	2290.130	2290.868	2291.605	2292.343	2293.081
3110	2293.818	2294.556	2295.293	2296.031	2296.768	2297.506	2298.244	2298.981	2299.719	2300.456
3120	2301.194	2301.931	2302.669	2303.406	2304.144	2304.882	2305.619	2306.357	2307.094	2307.832
3130	2308.569	2309.307	2310.044	2310.782	2311.520	2312.257	2312.995	2313.732	2314.470	2315.207
3140	2315.945	2316.683	2317.420	2318.158	2318.895	2319.633	2320.370	2321.108	2321.845	2322.583
3150	2323.321	2324.058	2324.796	2325.533	2326.271	2327.008	2327.746	2328.484	2329.221	2329.959
3160	2330.696	2331.434	2332.171	2332.909	2333.646	2334.384	2335.122	2335.859	2336.597	2337.334
3170	2338.072	2338.809	2339.547	2340.285	2341.022	2341.760	2342.497	2343.235	2343.972	2344.710
3180	2345.447	2346.185	2346.923	2347.660	2348.398	2349.135	2349.873	2350.610	2351.348	2352.086
3190	2352.823	2353.561	2354.298	2355.036	2355.773	2356.511	2357.248	2357.986	2358.724	2359.461
3200	2360.199	2360.936	2361.674	2362.411	2363.149	2363.887	2364.624	2365.362	2366.099	2366.837
3210	2367.574	2368.312	2369.049	2369.787	2370.525	2371.262	2372.000	2372.737	2373.475	2374.212
3220	2374.950	2375.688	2376.425	2377.163	2377.900	2378.638	2379.375	2380.113	2380.850	2381.588
3230	2382.326	2383.063	2383.801	2384.538	2385.276	2386.013	2386.751	2387.489	2388.226	2388.964
3240	2389.701	2390.439	2391.176	2391.914	2392.651	2393.389	2394.127	2394.864	2395.602	2396.339
3250	2397.077	2397.814	2398.552	2399.290	2400.027	2400.765	2401.502	2402.240	2402.977	2403.715
3260	2404.452	2405.190	2405.928	2406.665	2407.403	2408.140	2408.878	2409.615	2410.353	2411.091
3270	2411.828	2412.566	2413.303	2414.041	2414.778	2415.516	2416.253	2416.991	2417.729	2418.466
3280	2419.204	2419.941	2420.679	2421.416	2422.154	2422.891	2423.629	2424.367	2425.104	2425.842
3290	2426.579	2427.317	2428.054	2428.792	2429.530	2430.267	2431.005	2431.742	2432.480	2433.217
3300	2433.955	2434.692	2435.430	2436.168	2436.905	2437.643	2438.380	2439.118	2439.855	2440.593
3310	2441.331	2442.068	2442.806	2443.543	2444.281	2445.018	2445.756	2446.493	2447.231	2447.969
3320	2448.706	2449.444	2450.181	2450.919	2451.656	2452.394	2453.132	2453.869	2454.607	2455.344
3330	2456.082	2456.819	2457.557	2458.294	2459.032	2459.770	2460.507	2461.245	2461.982	2462.720
3340	2463.457	2464.195	2464.933	2465.670	2466.408	2467.145	2467.883	2468.620	2469.358	2470.095
3350	2470.833	2471.571	2472.308	2473.046	2473.783	2474.521	2475.258	2475.996	2476.734	2477.471
3360	2478.209	2478.946	2479.684	2480.421	2481.159	2481.896	2482.634	2483.372	2484.109	2484.847
3370	2485.584	2486.322	2487.059	2487.797	2488.535	2489.272	2490.010	2490.747	2491.485	2492.222
3380	2492.960	2493.697	2494.435	2495.173	2495.910	2496.648	2497.385	2498.123	2498.860	2499.598
3390	2500.336	2501.073	2501.811	2502.548	2503.286	2504.023	2504.761	2505.498	2506.236	2506.974
3400	2507.711	2508.449	2509.186	2509.924	2510.661	2511.399	2512.137	2512.874	2513.612	2514.349
3410	2515.087	2515.824	2516.562	2517.299	2518.037	2518.775	2519.512	2520.250	2520.987	2521.725
3420	2522.462	2523.200	2523.938	2524.675	2525.413	2526.150	2526.888	2527.625	2528.363	2529.100
3430	2529.838	2530.576	2531.313	2532.051	2532.788	2533.526	2534.263	2535.001	2535.738	2536.476
3440	2537.214	2537.951	2538.689	2539.426	2540.164	2540.901	2541.639	2542.377	2543.114	2543.852
3450	2544.589	2545.327	2546.064	2546.802	2547.539	2548.277	2549.015	2549.752	2550.490	2551.227
3460	2551.965	2552.702	2553.440	2554.178	2554.915	2555.653	2556.390	2557.128	2557.865	2558.603
3470	2559.340	2560.078	2560.816	2561.553	2562.291	2563.028	2563.766	2564.503	2565.241	2565.979
3480	2566.716	2567.454	2568.191	2568.929	2569.666	2570.404	2571.141	2571.879	2572.617	2573.354
3490	2574.092	2574.829	2575.567	2576.304	2577.042	2577.780	2578.517	2579.255	2579.992	2580.730
3500	2581.467	2582.205	2582.942	2583.680	2584.418	2585.155	2585.893	2586.630	2587.368	2588.105

Nm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3510	2588.843	2589.581	2590.318	2591.056	2591.793	2592.531	2593.268	2594.006	2594.743	2595.481
3520	2596.219	2596.956	2597.694	2598.431	2599.169	2599.906	2600.644	2601.382	2602.119	2602.857
3530	2603.594	2604.332	2605.069	2605.807	2606.544	2607.282	2608.020	2608.757	2609.495	2610.232
3540	2610.970	2611.707	2612.445	2613.183	2613.920	2614.658	2615.395	2616.133	2616.870	2617.608
3550	2618.345	2619.083	2619.821	2620.558	2621.296	2622.033	2622.771	2623.508	2624.246	2624.984
3560	2625.721	2626.459	2627.196	2627.934	2628.671	2629.409	2630.146	2630.884	2631.622	2632.359
3570	2633.097	2633.834	2634.572	2635.309	2636.047	2636.785	2637.522	2638.260	2638.997	2639.735
3580	2640.472	2641.210	2641.947	2642.685	2643.423	2644.160	2644.898	2645.635	2646.373	2647.110
3590	2647.848	2648.586	2649.323	2650.061	2650.798	2651.536	2652.273	2653.011	2653.748	2654.486
3600	2655.224	2655.961	2656.699	2657.436	2658.174	2658.911	2659.649	2660.386	2661.124	2661.862
3610	2662.599	2663.337	2664.074	2664.812	2665.549	2666.287	2667.025	2667.762	2668.500	2669.237
3620	2669.975	2670.712	2671.450	2672.187	2672.925	2673.663	2674.400	2675.138	2675.875	2676.613
3630	2677.350	2678.088	2678.826	2679.563	2680.301	2681.038	2681.776	2682.513	2683.251	2683.988
3640	2684.726	2685.464	2686.201	2686.939	2687.676	2688.414	2689.151	2689.889	2690.627	2691.364
3650	2692.102	2692.839	2693.577	2694.314	2695.052	2695.789	2696.527	2697.265	2698.002	2698.740
3660	2699.477	2700.215	2700.952	2701.690	2702.428	2703.165	2703.903	2704.640	2705.378	2706.115
3670	2706.853	2707.590	2708.328	2709.066	2709.803	2710.541	2711.278	2712.016	2712.753	2713.491
3680	2714.229	2714.966	2715.704	2716.441	2717.179	2717.916	2718.654	2719.391	2720.129	2720.867
3690	2721.604	2722.342	2723.079	2723.817	2724.554	2725.292	2726.030	2726.767	2727.505	2728.242
3700	2728.980	2729.717	2730.455	2731.192	2731.930	2732.668	2733.405	2734.143	2734.880	2735.618
3710	2736.355	2737.093	2737.831	2738.568	2739.306	2740.043	2740.781	2741.518	2742.256	2742.993
3720	2743.731	2744.469	2745.206	2745.944	2746.681	2747.419	2748.156	2748.894	2749.632	2750.369
3730	2751.107	2751.844	2752.582	2753.319	2754.057	2754.794	2755.532	2756.270	2757.007	2757.745
3740	2758.482	2759.220	2759.957	2760.695	2761.433	2762.170	2762.908	2763.645	2764.383	2765.120
3750	2765.858	2766.595	2767.333	2768.071	2768.808	2769.546	2770.283	2771.021	2771.758	2772.496
3760	2773.233	2773.971	2774.709	2775.446	2776.184	2776.921	2777.659	2778.396	2779.134	2779.872
3770	2780.609	2781.347	2782.084	2782.822	2783.559	2784.297	2785.034	2785.772	2786.510	2787.247
3780	2787.985	2788.722	2789.460	2790.197	2790.935	2791.673	2792.410	2793.148	2793.885	2794.623
3790	2795.360	2796.098	2796.835	2797.573	2798.311	2799.048	2799.786	2800.523	2801.261	2801.998
3800	2802.736	2803.474	2804.211	2804.949	2805.686	2806.424	2807.161	2807.899	2808.636	2809.374
3810	2810.112	2810.849	2811.587	2812.324	2813.062	2813.799	2814.537	2815.275	2816.012	2816.750
3820	2817.487	2818.225	2818.962	2819.700	2820.437	2821.175	2821.913	2822.650	2823.388	2824.125
3830	2824.863	2825.600	2826.338	2827.076	2827.813	2828.551	2829.288	2830.026	2830.763	2831.501
3840	2832.238	2832.976	2833.714	2834.451	2835.189	2835.926	2836.664	2837.401	2838.139	2838.877
3850	2839.614	2840.352	2841.089	2841.827	2842.564	2843.302	2844.039	2844.777	2845.515	2846.252
3860	2846.990	2847.727	2848.465	2849.202	2849.940	2850.678	2851.415	2852.153	2852.890	2853.628
3870	2854.365	2855.103	2855.840	2856.578	2857.316	2858.053	2858.791	2859.528	2860.266	2861.003
3880	2861.741	2862.479	2863.216	2863.954	2864.691	2865.429	2866.166	2866.904	2867.641	2868.379
3890	2869.117	2869.854	2870.592	2871.329	2872.067	2872.804	2873.542	2874.280	2875.017	2875.755
3900	2876.492	2877.230	2877.967	2878.705	2879.442	2880.180	2880.918	2881.655	2882.393	2883.130
3910	2883.868	2884.605	2885.343	2886.080	2886.818	2887.556	2888.293	2889.031	2889.768	2890.506
3920	2891.243	2891.981	2892.719	2893.456	2894.194	2894.931	2895.669	2896.406	2897.144	2897.881
3930	2898.619	2899.357	2900.094	2900.832	2901.569	2902.307	2903.044	2903.782	2904.520	2905.257
3940	2905.995	2906.732	2907.470	2908.207	2908.945	2909.682	2910.420	2911.158	2911.895	2912.633
3950	2913.370	2914.108	2914.845	2915.583	2916.321	2917.058	2917.796	2918.533	2919.271	2920.008
3960	2920.746	2921.483	2922.221	2922.959	2923.696	2924.434	2925.171	2925.909	2926.646	2927.384
3970	2928.122	2928.859	2929.597	2930.334	2931.072	2931.809	2932.547	2933.284	2934.022	2934.760
3980	2935.497	2936.235	2936.972	2937.710	2938.447	2939.185	2939.923	2940.660	2941.398	2942.135
3990	2942.873	2943.610	2944.348	2945.085	2945.823	2946.561	2947.298	2948.036	2948.773	2949.511
4000	2950.248	2950.986	2951.724	2952.461	2953.199	2953.936	2954.674	2955.411	2956.149	2956.886
4010	2957.624	2958.362	2959.099	2959.837	2960.574	2961.312	2962.049	2962.787	2963.525	2964.262
4020	2965.000	2965.737	2966.475	2967.212	2967.950	2968.687	2969.425	2970.163	2970.900	2971.638
4030	2972.375	2973.113	2973.850	2974.588	2975.326	2976.063	2976.801	2977.538	2978.276	2979.013
4040	2979.751	2980.488	2981.226	2981.964	2982.701	2983.439	2984.176	2984.914	2985.651	2986.389
4050	2987.127	2987.864	2988.602	2989.339	2990.077	2990.814	2991.552	2992.289	2993.027	2993.765
4060	2994.502	2995.240	2995.977	2996.715	2997.452	2998.190	2998.927	2999.665	3000.403	3001.140
4070	3001.878	3002.615	3003.353	3004.090	3004.828	3005.566	3006.303	3007.041	3007.778	3008.516
4080	3009.253	3009.991	3010.728	3011.466	3012.204	3012.941	3013.679	3014.416	3015.154	3015.891
4090	3016.629	3017.367	3018.104	3018.842	3019.579	3020.317	3021.054	3021.792	3022.529	3023.267
4100	3024.005	3024.742	3025.480	3026.217	3026.955	3027.692	3028.430	3029.168	3029.905	3030.643
4110	3031.380	3032.118	3032.855	3033.593	3034.330	3035.068	3035.806	3036.543	3037.281	3038.018
4120	3038.756	3039.493	3040.231	3040.969	3041.706	3042.444	3043.181	3043.919	3044.656	3045.394
4130	3046.131	3046.869	3047.607	3048.344	3049.082	3049.819	3050.557	3051.294	3052.032	3052.770
4140	3053.507	3054.245	3054.982	3055.720	3056.457	3057.195	3057.932	3058.670	3059.408	3060.145
4150	3060.883	3061.620	3062.358	3063.095	3063.833	3064.571	3065.308	3066.046	3066.783	3067.521
4160	3068.258	3068.996	3069.733	3070.471	3071.209	3071.946	3072.684	3073.421	3074.159	3074.896
4170	3075.634	3076.372	3077.109	3077.847	3078.584	3079.322	3080.059	3080.797	3081.534	3082.272
4180	3083.010	3083.747	3084.485	3085.222	3085.960	3086.697	3087.435	3088.173	3088.910	3089.648
4190	3090.385	3091.123	3091.860	3092.598	3093.335	3094.073	3094.811	3095.548	3096.286	3097.023
4200	3097.761	3098.498	3099.236	3099.974	3100.711	3101.449	3102.186	3102.924	3103.661	3104.399

Nm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4210	3105.136	3105.874	3106.612	3107.349	3108.087	3108.824	3109.562	3110.299	3111.037	3111.774
4220	3112.512	3113.250	3113.987	3114.725	3115.462	3116.200	3116.937	3117.675	3118.413	3119.150
4230	3119.888	3120.625	3121.363	3122.100	3122.838	3123.575	3124.313	3125.051	3125.788	3126.526
4240	3127.263	3128.001	3128.738	3129.476	3130.214	3130.951	3131.689	3132.426	3133.164	3133.901
4250	3134.639	3135.376	3136.114	3136.852	3137.589	3138.327	3139.064	3139.802	3140.539	3141.277
4260	3142.015	3142.752	3143.490	3144.227	3144.965	3145.702	3146.440	3147.177	3147.915	3148.653
4270	3149.390	3150.128	3150.865	3151.603	3152.340	3153.078	3153.816	3154.553	3155.291	3156.028
4280	3156.766	3157.503	3158.241	3158.978	3159.716	3160.454	3161.191	3161.929	3162.666	3163.404
4290	3164.141	3164.879	3165.617	3166.354	3167.092	3167.829	3168.567	3169.304	3170.042	3170.779
4300	3171.517	3172.255	3172.992	3173.730	3174.467	3175.205	3175.942	3176.680	3177.418	3178.155
4310	3178.893	3179.630	3180.368	3181.105	3181.843	3182.580	3183.318	3184.056	3184.793	3185.531
4320	3186.268	3187.006	3187.743	3188.481	3189.219	3189.956	3190.694	3191.431	3192.169	3192.906
4330	3193.644	3194.381	3195.119	3195.857	3196.594	3197.332	3198.069	3198.807	3199.544	3200.282
4340	3201.020	3201.757	3202.495	3203.232	3203.970	3204.707	3205.445	3206.182	3206.920	3207.658
4350	3208.395	3209.133	3209.870	3210.608	3211.345	3212.083	3212.821	3213.558	3214.296	3215.033
4360	3215.771	3216.508	3217.246	3217.983	3218.721	3219.459	3220.196	3220.934	3221.671	3222.409
4370	3223.146	3223.884	3224.622	3225.359	3226.097	3226.834	3227.572	3228.309	3229.047	3229.784
4380	3230.522	3231.260	3231.997	3232.735	3233.472	3234.210	3234.947	3235.685	3236.422	3237.160
4390	3237.898	3238.635	3239.373	3240.110	3240.848	3241.585	3242.323	3243.061	3243.798	3244.536
4400	3245.273	3246.011	3246.748	3247.486	3248.223	3248.961	3249.699	3250.436	3251.174	3251.911
4410	3252.649	3253.386	3254.124	3254.862	3255.599	3256.337	3257.074	3257.812	3258.549	3259.287
4420	3260.024	3260.762	3261.500	3262.237	3262.975	3263.712	3264.450	3265.187	3265.925	3266.663
4430	3267.400	3268.138	3268.875	3269.613	3270.350	3271.088	3271.825	3272.563	3273.301	3274.038
4440	3274.776	3275.513	3276.251	3276.988	3277.726	3278.464	3279.201	3279.939	3280.676	3281.414
4450	3282.151	3282.889	3283.626	3284.364	3285.102	3285.839	3286.577	3287.314	3288.052	3288.789
4460	3289.527	3290.265	3291.002	3291.740	3292.477	3293.215	3293.952	3294.690	3295.427	3296.165
4470	3296.903	3297.640	3298.378	3299.115	3299.853	3300.590	3301.328	3302.066	3302.803	3303.541
4480	3304.278	3305.016	3305.753	3306.491	3307.228	3307.966	3308.704	3309.441	3310.179	3310.916
4490	3311.654	3312.391	3313.129	3313.867	3314.604	3315.342	3316.079	3316.817	3317.554	3318.292
4500	3319.029	3319.767	3320.505	3321.242	3321.980	3322.717	3323.455	3324.192	3324.930	3325.668
4510	3326.405	3327.143	3327.880	3328.618	3329.355	3330.093	3330.830	3331.568	3332.306	3333.043
4520	3333.781	3334.518	3335.256	3335.993	3336.731	3337.469	3338.206	3338.944	3339.681	3340.419
4530	3341.156	3341.894	3342.631	3343.369	3344.107	3344.844	3345.582	3346.319	3347.057	3347.794
4540	3348.532	3349.269	3350.007	3350.745	3351.482	3352.220	3352.957	3353.695	3354.432	3355.170
4550	3355.908	3356.645	3357.383	3358.120	3358.858	3359.595	3360.333	3361.070	3361.808	3362.546
4560	3363.283	3364.021	3364.758	3365.496	3366.233	3366.971	3367.709	3368.446	3369.184	3369.921
4570	3370.659	3371.396	3372.134	3372.871	3373.609	3374.347	3375.084	3375.822	3376.559	3377.297
4580	3378.034	3378.772	3379.510	3380.247	3380.985	3381.722	3382.460	3383.197	3383.935	3384.672
4590	3385.410	3386.148	3386.885	3387.623	3388.360	3389.098	3389.835	3390.573	3391.311	3392.048
4600	3392.786	3393.523	3394.261	3394.998	3395.736	3396.473	3397.211	3397.949	3398.686	3399.424
4610	3400.161	3400.899	3401.636	3402.374	3403.112	3403.849	3404.587	3405.324	3406.062	3406.799
4620	3407.537	3408.274	3409.012	3409.750	3410.487	3411.225	3411.962	3412.700	3413.437	3414.175
4630	3414.913	3415.650	3416.388	3417.125	3417.863	3418.600	3419.338	3420.075	3420.813	3421.551
4640	3422.288	3423.026	3423.763	3424.501	3425.238	3425.976	3426.714	3427.451	3428.189	3428.926
4650	3429.664	3430.401	3431.139	3431.876	3432.614	3433.352	3434.089	3434.827	3435.564	3436.302
4660	3437.039	3437.777	3438.515	3439.252	3439.990	3440.727	3441.465	3442.202	3442.940	3443.677
4670	3444.415	3445.153	3445.890	3446.628	3447.365	3448.103	3448.840	3449.578	3450.316	3451.053
4680	3451.791	3452.528	3453.266	3454.003	3454.741	3455.478	3456.216	3456.954	3457.691	3458.429
4690	3459.166	3459.904	3460.641	3461.379	3462.116	3462.854	3463.592	3464.329	3465.067	3465.804
4700	3466.542	3467.279	3468.017	3468.755	3469.492	3470.230	3470.967	3471.705	3472.442	3473.180
4710	3473.917	3474.655	3475.393	3476.130	3476.868	3477.605	3478.343	3479.080	3479.818	3480.556
4720	3481.293	3482.031	3482.768	3483.506	3484.243	3484.981	3485.718	3486.456	3487.194	3487.931
4730	3488.669	3489.406	3490.144	3490.881	3491.619	3492.357	3493.094	3493.832	3494.569	3495.307
4740	3496.044	3496.782	3497.519	3498.257	3498.995	3499.732	3500.470	3501.207	3501.945	3502.682
4750	3503.420	3504.158	3504.895	3505.633	3506.370	3507.108	3507.845	3508.583	3509.320	3510.058
4760	3510.796	3511.533	3512.271	3513.008	3513.746	3514.483	3515.221	3515.959	3516.696	3517.434
4770	3518.171	3518.909	3519.646	3520.384	3521.121	3521.859	3522.597	3523.334	3524.072	3524.809
4780	3525.547	3526.284	3527.022	3527.760	3528.497	3529.235	3529.972	3530.710	3531.447	3532.185
4790	3532.922	3533.660	3534.398	3535.135	3535.873	3536.610	3537.348	3538.085	3538.823	3539.561
4800	3540.298	3541.036	3541.773	3542.511	3543.248	3543.986	3544.723	3545.461	3546.199	3546.936
4810	3547.674	3548.411	3549.149	3549.886	3550.624	3551.362	3552.099	3552.837	3553.574	3554.312
4820	3555.049	3555.787	3556.524	3557.262	3558.000	3558.737	3559.475	3560.212	3560.950	3561.687
4830	3562.425	3563.163	3563.900	3564.638	3565.375	3566.113	3566.850	3567.588	3568.325	3569.063
4840	3569.801	3570.538	3571.276	3572.013	3572.751	3573.488	3574.226	3574.963	3575.701	3576.439
4850	3577.176	3577.914	3578.651	3579.389	3580.126	3580.864	3581.602	3582.339	3583.077	3583.814
4860	3584.552	3585.289	3586.027	3586.764	3587.502	3588.240	3588.977	3589.715	3590.452	3591.190
4870	3591.927	3592.665	3593.403	3594.140	3594.878	3595.615	3596.353	3597.090	3597.828	3598.565
4880	3599.303	3600.041	3600.778	3601.516	3602.253	3602.991	3603.728	3604.466	3605.204	3605.941
4890	3606.679	3607.416	3608.154	3608.891	3609.629	3610.366	3611.104	3611.842	3612.579	3613.317
4900	3614.054	3614.792	3615.529	3616.267	3617.005	3617.742	3618.480	3619.217	3619.955	3620.692

DADOS DE SERVIÇO

Nm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4910	3621.430	3622.167	3622.905	3623.643	3624.380	3625.118	3625.855	3626.593	3627.330	3628.068
4920	3628.806	3629.543	3630.281	3631.018	3631.756	3632.493	3633.231	3633.968	3634.706	3635.444
4930	3636.181	3636.919	3637.656	3638.394	3639.131	3639.869	3640.607	3641.344	3642.082	3642.819
4940	3643.557	3644.294	3645.032	3645.769	3646.507	3647.245	3647.982	3648.720	3649.457	3650.195
4950	3650.932	3651.670	3652.408	3653.145	3653.883	3654.620	3655.358	3656.095	3656.833	3657.570
4960	3658.308	3659.046	3659.783	3660.521	3661.258	3661.996	3662.733	3663.471	3664.209	3664.946
4970	3665.684	3666.421	3667.159	3667.896	3668.634	3669.371	3670.109	3670.847	3671.584	3672.322
4980	3673.059	3673.797	3674.534	3675.272	3676.010	3676.747	3677.485	3678.222	3678.960	3679.697
4990	3680.435	3681.172	3681.910	3682.648	3683.385	3684.123	3684.860	3685.598	3686.335	3687.073
5000	3687.811	3688.548	3689.286	3690.023	3690.761	3691.498	3692.236	3692.973	3693.711	3694.449

Tabela de conversão para unidades de pressão em gases, vapor e fluidos

1Pa= 1N/m² = $\frac{1}{9,81}$ kp/m²= 0,102 kp/m²

	Pa	bar	kp/m²	at	atm	Torr
1 Pa(=1N/m²) =	1	10^{-5}	0,102	$0,102 \times 10^{-4}$	$0,987 \times 10^{-5}$	0,0075
1 bar=(=0,1 MPa) =	100000=10^5	1 (=1000 mbar)	10200	1,02	0,987	750
1 kp/m² =	9,81	$9,81 \times 10^{-5}$	1	10^{-4}	$0,968 \times 10^{-4}$	0,0736
1 at(=1kp/cm²) =	98100	0,981	10000	1	0,968	736
1 atm(=760 Torr) =	101325	1,013 (=1013 mbar)	10330	1,033	1	760
1 Torr(=$\frac{1}{760}$ atm) =	133	0,00133	13,6	0,00136	0,00132	1

Tabela de conversão de unidades de potência, energia e quantidade de calor

1N.m = $\frac{1}{9,81}$ kp m= 0,102 kp m

	J	kJ	kW h	kcal	PS h	kp m
1 J (=1 N.m=1 Ws) =	1	0,001	$2,78x10^{-7}$	$2,39x10^{-4}$	$3,77x10^{-7}$	0,102
1 kJ =	1000	1	$2,78x10^{-4}$	0,239	$3,77x10^{-4}$	102
1 kW h =	3600000	3600	1	860	1,36	367000
1 kcal =	4200	4,2	0,00116	1	0,00158	427
1 PS h =	2650000	2650	0,736	632	1	270000
1 kp m =	9,81	0,00981	$2,72x10^{-6}$	0,00234	$3,7x10^{-6}$	1

Tabela de conversão de unidades de tensão mecânica (resistência)

$1Pa=1\ N/m^2 = \frac{1}{9,81}\ kp/m^2 = 0,102\ kp/m^2$

	Pa	N/mm²	daN/cm²	daN/mm²	kp/cm²	kp/mm²
1 Pa(=1 N/m²) =	1	10^{-6}	10^{-5}	10^{-7}	$1,102x10^{-4}$	$0,102x10^{-6}$
1 N/mm² (=1 M Pa) =	1000000	1	10	0,1	10,2	0,102
1 daN/cm²(=1 bar) =	100000	0,1	1	0,01	1,02	0,0102
1 daN/mm²(=1 hbar)=	10000000	10	100	1	102	1,02
1 kp/cm²(=1 at) =	98100	0,0981	0,981	0,00981	1	0,01
1 kp/mm² =	9810000	9,81	98,1	0,981	100	1

Unidades praticamente equivalentes para pressão e tensão mecânica (resistência)

1N=0,1 kp 1 kp=10 N=1 daN

1 daN/mm²	**1 daN/cm²**	**1 kN/cm²**	**1 kp/mm²**	**1 kp/cm²**
=1 kp/mm²	~1 kp/cm²	=1 daN/mm²	~1 daN/mm²	=1 at
=1 kN/cm²	~1 at	=1 hbar	~1 kN/cm²	~1 daN/cm²
=1 hbar	= 1 bar	~ 1 kp/mm²	~1 hbar	~1 bar

1 kbar	**1 hbar**	**1 bar**	**1 mbar**	**1 bar**
=1 hN/mm²	~1 daN/mm²	=1 daN/cm²	~1 cN/cm²	=1dN/m²
=10 kN/cm²	~1 kN/cm²	=1 kp/cm²	~1 p/cm²	
=1 Mp/cm²	=1 kp/mm²	~1 at		~1 $\frac{\text{kp/m}^2}{100}$

Unidades de temperatura e fórmulas de conversão

Unidades	Converter em			
Nomeclatura e Símbolo	**K**	**°C**	**°R**	**°F**
Kelvin K	1	(K-273,16°)	4/5 (K-273,16°)	9/5 (K-273,16°)+32°
Celsius °C	°C+273,16°	1	4/5 °C	9/5 °C+32°
Réaumur °R	5/4 °R+273,16°	5/4 °R	1	9/4 °R+32°
Fahrenheit °F	5/9 (°F-32°)+273,16°	5/9 (°F-32°)	4/9 (°F-32°)	1

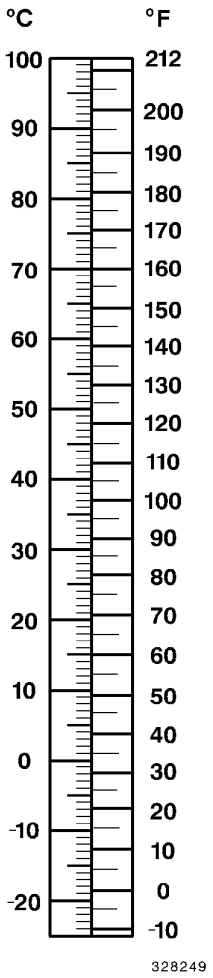
Exemplo:

Conversão de °Rank em °C : **°C = 5/4 °R**

A unidade fundamental de temperatura é o Kelvin (K).
O simbolo usado para indicação de temperatura é T.

A escala Rankine para temperaturas absolutas está relacionada à escala kelvin da seguinte maneira:

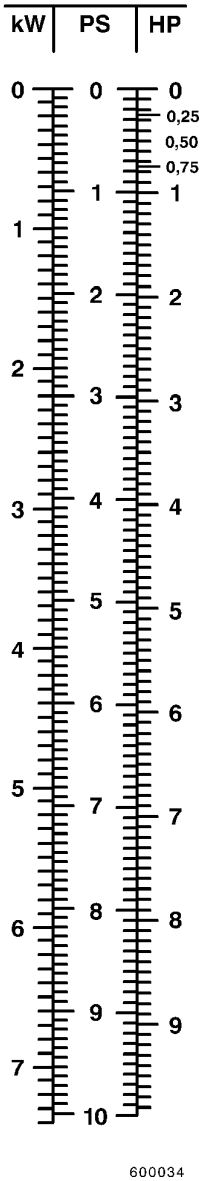
Conversão de °Rank em K : °Rank = 9/5 K



Potência, energia e fluxo de calor

1 Nm/s= $\frac{1}{9,81}$ kp m/s=0,102 kp m/s

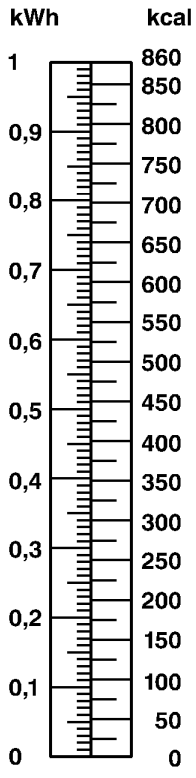
	W	kW	kcal/s	kcal/h	kp m/s	PS	HP
1 W=(1 N m/s=1 J/s)=	1	0,001	$2,39 \times 10^{-4}$	0,860	0,102	0,00136	0,00134
1 kW =	1000	1	0,239	860	102	1,36	1,341
1 kca/s =	4190	4,19	1	3600	427	5,96	5,61
1 kcal/h =	1,16	0,00116	$\frac{1}{3600}$	1	0,119	0,00158	0,00156
1 kp m/s =	9,81	0,00981	0,00234	8,43	1	0,0133	0,0131
1 PS =	736	0,736	0,176	632	75	1	0,9863
1 HP =	746	0,746	0,178	641,8	76,09	1,0145	1



600034

1 kp m/s=3600 kp m/h

1 kp m/h=$\frac{1}{3600}$ kp m/s



600033

Velocidade

1 km/h	=	0,27778 m/s	1 m/s	=	3,6 km/h
1 milha/h	=	1,60934 km/h	1 km/s	=	0,62137 milhas/h
1 kn (nó)	=	1,852 km/h	1 km/h	=	0,53996 kn (nó)
1 pé/min	=	0,3048 m/min	1 m/min	=	3,28084 pés/min

	Conversão de								
	km/h	**m/s**	**km/h**	**milhas/h (mph)**	**kn**	**pés/min**	**km/h**	**milhas/h (mph)**	**km/h**
	em m/s	em km/h	em milhas/h	em km/h	em km/h	em m/min	em tempo/km	em tempo/km	em tempo/100km
10	2,78	36,0	6,21	16,1	18,52	3,05	6 min	3 min 44 s	10 h
20	5,56	72,0	12,4	32,2	37,04	6,10	3 min	1 min 52 s	5 h
30	8,34	108	18,6	48,3	55,56	9,15	2 min	1 min 15 s	3 h 20 min
40	11,1	144	24,8	64,4	74,08	12,2	1 min 30 s	55,9 s	2 h 30 min
50	13,9	180	31,1	80,5	92,60	15,3	1 min 12 s	44,7 s	2 h
60	16,7	216	37,3	96,6	111	18,3	1 min	37,3 s	1 h 40 min
70	19,5	252	43,5	113	130	21,4	51,4 s	32,0 s	1 h 26 min
80	22,2	288	49,7	129	148	24,4	45 s	28,0 s	1 h 15 min
90	25,0	324	55,9	145	167	27,5	40 s	24,9 s	1 h 6,7 min
100	27,8	360	62,1	161	185	30,5	36 s	22,0 s	1 h
110	30,6	396	68,3	177	——	33,6	32,7 s	20,3 s	54 min 33 s
120	33,4	432	74,5	193	——	36,6	30 s	18,6 s	50 min
130	36,1	468	80,7	209	——	39,7	27,7 s	17,2 s	46 min 9 s
140	38,9	504	86,9	225	——	42,7	25,7 s	16,0 s	42 min 51 s
150	41,7	540	93,2	242	——	45,8	24 s	14,9 s	40 min
160	44,5	576	99,4	258	——	48,8	22,5 s	14,0 s	37 min 30 s
170	47,3	612	106	274	——	51,9	21,2 s	13,2 s	35 min 18 s
180	50,0	648	112	290	——	54,9	20,0 s	12,4 s	33 min 20 s
190	52,8	684	118	306	——	58,0	18,9 s	11,8 s	31 min 35 s
200	55,6	720	124	322	——	61,0	18 s	11,2 s	30 min
250	69,5	900	155	403	——	76,3	14,4 s	8,9 s	26 min
300	83,4	1080	186	483	——	91,5	12 s	7,5 s	20 min
400	111	1440	248	644	——	122	9 s	5,8 s	15 min
500	139	1800	311	805	——	153	7,2 s	4,5 s	12 min
600	167	2160	373	966	——	183	6 s	3,7 s	10 min
800	222	2880	497	1288	——	244	4,5 s	2,8 s	7 min 30 s
1000	278	3600	621	1610	——	305	3,6 s	2,2 s	6 min
1200	334 [1)]	——	745	——	——	366	3 s	——	5 min
1400	389	——	869	——	——	427	2,6 s	——	4 min 17 s

O número Mach “Ma” (não é uma unidade oficial de medida) fornece o fator pelo qual um corpo é mais rápido do que a velocidade do som.
Portanto “Ma”= 1,3 quer dizer 1,3 vezes mais rápido do que a velocidade do som.

[1)] Velocidade aproximada do som no ar.

Unidades de massa (peso)

	Conversão de							
	grain	**dram**	**onça**	**libra**	**cwt longa**	**cwt curta**	**tonelada longa**	**tonelada curta**
	em g	em g	em g	em kg	em kg	em kg	em t	em t
1,0	0,0648	1,77	28,3	0,454	50,8	45,4	1,02	0,907
1,1	0,0713	1,95	31,1	0,499	55,9	49,9	1,12	0,998
1,2	0,0778	2,13	34,0	0,545	61,0	54,5	1,22	1,09
1,3	0,0842	2,31	36,8	0,590	66,0	59,0	1,33	1,18
1,4	0,0907	2,48	39,6	0,636	71,1	63,6	1,43	1,27
1,5	0,0972	2,66	42,5	0,681	76,2	68,1	1,53	1,36
1,6	0,104	2,84	45,3	0,726	81,3	72,6	1,63	1,45
1,7	0,110	3,02	48,1	0,772	86,4	77,2	1,73	1,54
1,8	0,117	3,19	50,9	0,817	91,4	81,7	1,84	1,63
1,9	0,123	3,37	53,8	0,863	96,5	86,3	1,94	1,72
2,0	0,130	3,55	56,6	0,908	102	90,8	2,04	1,81
2,1	0,136	3,73	59,4	0,953	107	95,3	2,14	1,90
2,2	0,143	3,90	62,3	0,999	112	99,9	2,24	2,00
2,3	0,149	4,08	65,1	1,04	117	104	2,35	2,09
2,4	0,156	4,26	67,9	1,09	122	109	2,45	2,18
2,5	0,162	4,44	70,8	1,14	127	114	2,55	2,27
2,6	0,168	4,61	73,6	1,18	132	118	2,65	2,36
2,7	0,175	4,79	76,4	1,23	137	123	2,75	2,45
2,8	0,181	4,97	79,2	1,27	142	127	2,86	2,54
2,9	0,188	5,14	82,1	1,32	147	132	2,96	2,63
3,0	0,194	5,32	84,9	1,36	152	136	3,06	2,72
3,2	0,207	5,68	90,6	1,45	163	145	3,26	2,90
3,4	0,220	6,03	96,2	1,54	173	154	3,47	3,08
3,6	0,233	6,39	102	1,63	183	163	3,67	3,27
3,8	0,246	6,74	108	1,73	193	173	3,88	3,45
4,0	0,259	7,10	113	1,82	203	182	4,08	3,63
4,2	0,272	7,45	119	1,91	213	191	4,28	3,81
4,4	0,285	7,81	125	2,00	224	200	4,49	3,99
4,6	0,298	8,16	130	2,09	234	209	4,69	4,17
4,8	0,311	8,52	136	2,18	244	218	4,90	4,35
5,0	0,324	8,87	142	2,27	254	227	5,10	4,54
5,2	0,337	9,22	147	2,36	264	236	5,30	4,72
5,4	0,350	9,58	153	2,45	274	245	5,51	4,90
5,6	0,363	9,93	158	2,54	284	254	5,71	5,08
5,8	0,376	10,3	164	2,63	295	263	5,92	5,26
6,0	0,389	10,6	170	2,72	305	272	6,12	5,44
6,5	0,421	11,5	184	2,95	330	295	6,63	5,90
7,0	0,454	12,4	198	3,18	356	318	7,14	6,35
7,5	0,486	13,3	212	3,41	381	341	7,65	6,80
8,0	0,518	14,2	226	3,63	406	363	8,16	7,26
8,5	0,551	15,1	241	3,86	432	386	8,67	7,71
9,0	0,583	16,0	255	4,09	457	409	9,18	8,16
9,5	0,616	16,9	269	4,31	483	431	9,69	8,62

A tabela é válida também para múltiplos decimais e frações.
Exemplo: 1 libra = 0,454 kg; 5 toneladas longas = 5,08 toneladas; 42 onças = 1190 gramas

Unidades de volume e fluxo

	Conversão de							
	pol^3	**pé^3**	**jarda^3**	**pt (UK)**	**pt liquido (US)**	**gal (UK)**	**gal (US)**	**pé^3 / min cfm**
	em cm^3	em l	em m^3	em l	em l	em l	em l	em m^3 / h
1,0	16,4	28,3	0,765	0,568	0,473	4,55	3,79	1,70
1,1	18,0	31,1	0,842	0,625	0,520	5,01	4,17	1,87
1,2	19,7	34,0	0,918	0,682	0,568	5,46	4,55	2,04
1,3	21,3	36,8	0,995	0,738	0,615	5,92	4,93	2,21
1,4	23,0	39,6	1,07	0,795	0,662	6,37	5,31	2,38
1,5	24,6	42,5	1,15	0,852	0,710	6,83	5,69	2,55
1,6	26,2	45,3	1,22	0,909	0,757	7,28	6,06	2,72
1,7	27,9	48,1	1,30	0,966	0,804	7,74	6,44	2,89
1,8	29,5	50,9	1,38	1,02	0,851	8,19	6,82	3,06
1,9	31,2	53,8	1,45	1,08	0,899	8,65	7,20	3,23
2,0	32,8	56,6	1,53	1,14	0,946	9,10	7,58	3,40
2,1	34,4	59,4	1,61	1,19	0,993	9,56	7,96	3,57
2,2	36,1	62,3	1,68	1,25	1,04	10,0	8,34	3,74
2,3	37,7	65,1	1,76	1,31	1,09	10,5	8,72	3,91
2,4	39,4	67,9	1,84	1,36	1,14	10,9	9,10	4,08
2,5	41,0	70,8	1,91	1,42	1,18	11,4	9,48	4,25
2,6	42,6	73,6	1,99	1,48	1,23	11,8	9,85	4,42
2,7	44,3	76,4	2,07	1,53	1,28	12,3	10,2	4,59
2,8	45,9	79,2	2,14	1,59	1,32	12,7	10,6	4,76
2,9	47,6	82,1	2,22	1,65	1,37	13,2	11,0	4,93
3,0	49,2	84,9	2,30	1,70	1,42	13,7	11,4	5,10
3,2	52,5	90,6	2,45	1,82	1,51	14,6	12,1	5,44
3,4	55,8	96,2	2,60	1,93	1,61	15,5	12,9	5,78
3,6	59,0	102	2,75	2,04	1,70	16,4	13,6	6,12
3,8	62,3	108	2,91	2,16	1,80	17,3	14,4	6,46
4,0	65,6	113	3,06	2,27	1,89	18,2	15,2	6,80
4,2	68,9	119	3,21	2,39	1,99	19,1	15,9	7,14
4,4	72,2	125	3,37	2,50	2,08	20,0	16,7	7,48
4,6	75,4	130	3,52	2,61	2,18	20,9	17,4	7,82
4,8	78,7	136	3,67	2,73	2,27	21,8	18,2	8,16
5,0	82,0	142	3,83	2,84	2,37	22,8	19,0	8,50
5,2	85,3	147	3,98	2,95	2,46	23,7	19,7	8,84
5,4	88,6	153	4,13	3,07	2,55	24,6	20,5	9,18
5,6	91,8	158	4,28	3,18	2,65	25,5	21,2	9,52
5,8	95,1	164	4,44	3,29	2,74	26,4	22,0	9,86
6,0	98,4	170	4,59	3,41	2,84	27,3	22,7	10,2
6,2	102	175	4,74	3,52	2,93	28,2	23,5	10,5
6,4	105	181	4,90	3,64	3,03	29,1	24,3	10,9
6,6	108	187	5,05	3,75	3,12	30,0	25,0	11,2
6,8	112	192	5,20	3,86	3,22	30,9	25,8	11,6
7,0	115	198	5,36	3,98	3,31	31,9	26,5	11,9
7,5	123	212	5,74	4,26	3,55	34,1	28,4	12,8
8,0	131	226	6,12	4,54	3,78	36,4	30,3	13,6
8,5	139	241	6,50	4,83	4,02	38,7	32,2	14,5
9,0	148	255	6,89	5,11	4,26	41,0	34,1	15,3
9,5	156	269	7,27	5,40	4,49	43,2	36,0	16,2

Exemplo: 1 pol^3 = 16,4 cm^3 = 3 gal (UK) = 13,6 l

Consumo de combustível

1 g/PS h = 1,3596 g/kW h
1 lb/HP H = 608,277 g/kW h
1 liq pt/HP H = 634,545 cm^3/kW h
1 pt (UK) HP H = 762,049 cm^3/kW h

1 g/kW h = 0,7355 g/PS h
1 g/kW h = 0,001644 lb/HP H
1 cm^3/kW h = 0,001576 liq pt/HP H
1 cm^3/kW h = 0,001312 pt (UK)/HP H

Conversão de g/PS h	em g/kW h	em g/PS h
100	136,0	73,55
120	163,2	88,26
140	190,4	103,0
160	217,6	117,7
180	244,8	132,4
200	272,0	147,1
220	299,2	161,8
240	326,4	176,5
260	353,6	191,2
280	380,8	205,9
300	408,0	220,7
320	435,2	235,4
340	462,4	250,1
360	489,6	264,8
380	516,8	279,5
400	544,0	294,2
420	571,2	308,9
440	598,4	323,6
460	625,6	338,3
480	652,8	353,0
500	680,0	367,8
520	707,2	382,5
540	734,4	397,2
560	761,6	411,9
580	788,8	426,6
600	816,0	441,3
650	884,0	478,1
700	952,0	514,9
750	1020	551,6
800	1088	588,4
900	1224	662,0

Conversão de lb HP H	em g/kW h	liq pt HP H em cm^3/kW h	pt (UK) HP H em cm^3/kW h
0,10	60,83	63,45	76,20
0,15	91,25	95,18	114,3
0,20	121,7	126,9	152,4
0,25	152,1	158,6	190,5
0,30	182,5	190,4	228,6
0,32	194,7	203,0	243,8
0,34	206,8	215,7	259,1
0,36	219,0	228,4	274,3
0,38	231,2	241,1	289,6
0,40	243,3	253,8	304,8
0,42	255,5	266,5	320,0
0,44	267,7	279,2	335,3
0,46	279,8	291,9	350,5
0,48	292,0	304,6	365,8
0,50	304,2	317,3	381,0
0,52	316,3	329,9	396,2
0,54	328,5	342,6	411,5
0,56	340,6	355,3	426,7
0,58	352,8	368,0	442,0
0,60	365,0	380,7	457,2
0,62	377,1	393,4	472,4
0,64	389,3	406,1	487,7
0,66	401,5	418,8	502,9
0,68	413,6	431,5	518,2
0,70	425,8	444,2	533,4
0,75	456,2	475,9	571,5
0,80	486,6	507,6	609,6
0,85	517,1	539,3	647,7
0,90	547,5	571,1	685,8
0,95	577,9	602,8	723,9

Conversão de milhas gal (US)	em l/100 km	milhas gal (UK) em l/100 km
10	23,5	28,2
11	21,4	25,6
12	19,6	23,5
13	18,1	21,7
14	16,8	20,1
15	15,7	18,8
16	14,7	17,6
17	13,8	16,6
18	13,1	15,7
19	12,4	14,8
20	11,8	14,1
22	10,7	12,8
24	9,79	11,8
26	9,04	10,8
28	8,39	10,1
30	7,83	9,40
32	7,34	8,81
34	6,91	8,29
36	6,53	7,83
38	6,18	7,42
40	5,88	7,05
42	5,60	6,71
44	5,34	6,41
46	5,11	6,13
48	4,90	5,88
50	4,70	5,64
55	4,27	5,13
60	3,92	4,70
70	3,36	4,03
80	2,94	3,53
90	2,61	3,13

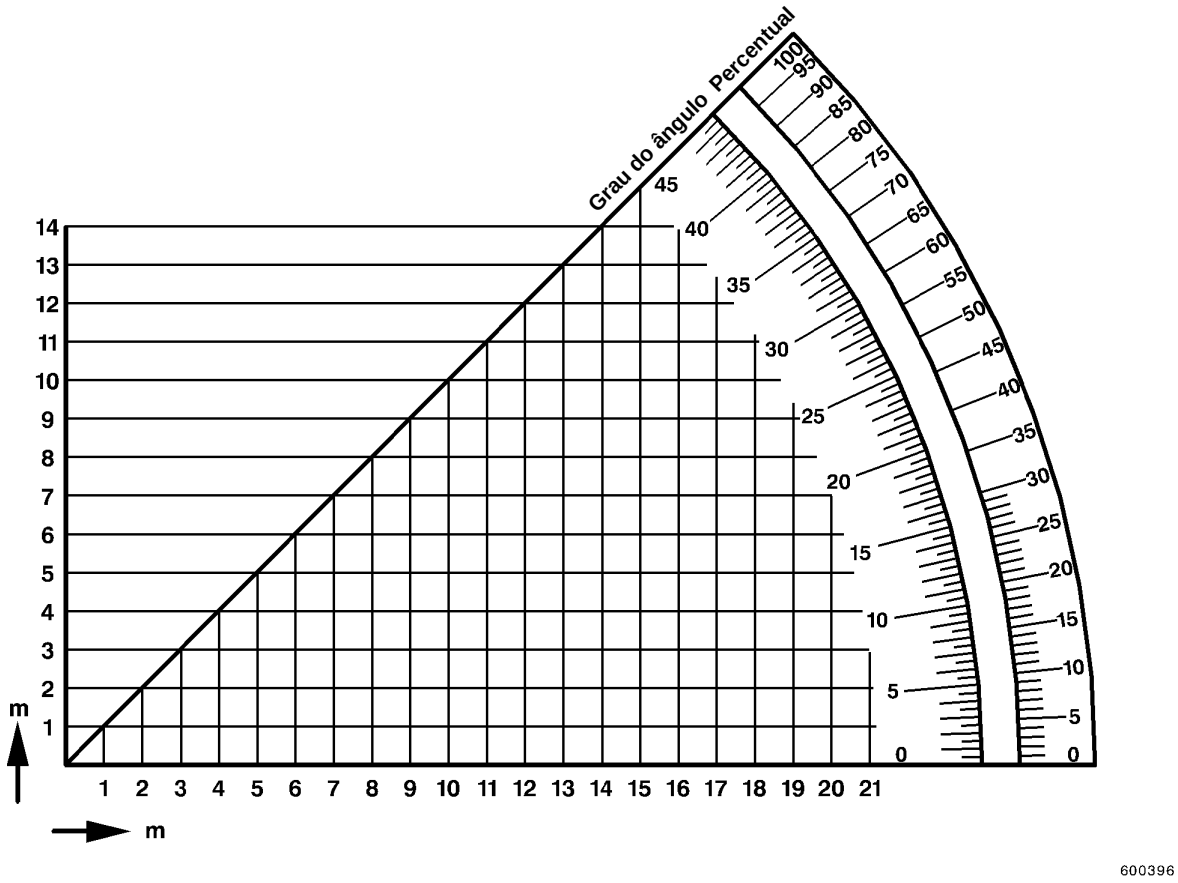
Exemplo:
240 g/PS h = 326,3 g/kW h

Exemplo:
0,68 liq pt/HP H = 431,5 cm^3/kW h

Exemplo:
18 milhas/gal (US) = 13,1 l/ 100 km

EXEMPLO DE CÁLCULO

Ângulos de aclive (inclinação)



Velocidade de deslocamento

$$V = \frac{360}{t}$$

V = km/h
t = segundos necessários para 100 m

Exemplo: Em velocidade constante, 18 segundos são necessários para um deslocamento de 100 metros.

$$V_{(km/h)} = \frac{360}{18} = 20 \text{ km/h}$$

Potência hidráulica (bombas e motores)

$$P = \frac{p \times Q}{600}$$

P = kW
p = bar
Q = l/min

Exemplo: Para uma bomba com vazão efetiva de Q = 80 l / min, a uma pressão de p= 300 bar, a potência hidráulica calculada na saída é:

$$P_{(kw)} = \frac{300 \times 80}{600} = 40 \text{ kW}$$

Tempo para efetuar o curso de um cilindro

$$t = \frac{V_{cil} \times 60}{QP}$$

t = Segundos
V_{cil} = Volume do cilindro em dm³
Qp = Vazão teórica da bomba em l / min

Exemplo: Para uma bomba com vazão de Qp = 80 l / min e um cilindro com volume de Vcil = 10 dm³, obtem-se:

$$t_{(seg)} = \frac{10 \times 60}{80} = \mathbf{7,5 \text{ segundos}}$$

Velocidades de motores hidráulicos

$$n = \frac{Vp \times np}{VM}$$

n = Velocidade do motor em rpm
Vp = Deslocamento da bomba em cm³/ rotação
np = Rotação da bomba em rpm
VM = Vazão do motor em cm³/ rpm

Exemplo: Para uma bomba girando a np = 2150 rpm, deslocamento de bomba de Vp = 11 cm³ / rpm e vazão do motor de VM = 8 cm³ / rpm, vamos obter:

$$n = \frac{11 \times 2150}{8} = 2956 \text{ min}^{-1}$$

Torques de aperto

Informação geral

As tabelas a seguir indicam os torques de aperto para parafusos com roscas métricas DIN 13 - 13.

Em certos casos o departamento de construção poderá especificar torques de aperto diferentes daqueles recomendados nos standards.
Os valores relacionados nas tabelas são, portanto, aplicáveis a não ser que sejam diferentemente especificados no capítulo "Isnpeção e Serviço" das instruções de operação, do Manual de Serviço ou nos desenhos do produto.

Os torque de aperto especificados dependem, não somente do grau do parafuso, mas também da fricção das roscas e da superfície de encosto da cabeça do parafuso. Portanto, diferentes coeficiêntes de fricção (total), dependentes do tipo e condições dos parafusos utilizados devem ser aplicados ao se calcular torques de aperto.

1. Coeficiente total de fricção = 0,10:
   Parafuso e/ou porca eletro-galvanizada (proteção de superficie A3B).

2. Coeficiente total de fricção = 0,12:
   Parafusos pretos ou fosfatizados
   Porca brilhante
   Roscas oleadas

3. Coeficiente total de fricção = 0,16:
   Parafusos com trava líquida, Loctite 242, 243, de acordo com as instruções de aplicação.
   A coluna correspondente nas tabelas é marcada com um "L"

Os 3 valores dados acima são coeficientes de fricção médios.
Os torques de aperto calculados Ma são válidos para aperto manual dos parafusos.

Unidades de medida

Os torques de aperto especificados nas tabelas estão em N.m (newtonmétros). Se forem utilizados torquimetros mais antigos para dar o aperto, o valor em N.m deve ser convertido para a unidade usada antigamente, o kpm (kilo libra metro). A conversão é simples já que 1 kpm é quase igual a 10 N.m (o fator de conversão exata : 1 kpm = 9,81 N.m). A pequena diferença pode ser ignorada, já que, para finalidades de conversão, o valor N.m deve ser dividido por 10.

Exemplo: $1840\ \text{N.m} = \frac{1840}{10} = 184\ \text{kpm}$

Parafusos com roscas padrão DIN 13 - 13

Rosca ø Nominal	Qualidade do Material	Torques de Aperto M_A em N.m		
		Total 0,10 [1]	Total 0,12 [2]	Total 0,16 (L) [3]
M5	8.8	4.9	5.5	6.5
	10.9	7.3	8.1	9.5
	12.9	8.5	9.5	11.2
M6	8.8	8.5	9.5	11.2
	10.9	12.5	14	16.5
	12.9	14.5	16.5	19.5
M8	8.8	20.5	23	27
	10.9	30	34	40
	12.9	35	40	47
M10	8.8	41	46	55
	10.9	60	68	80
	12.9	71	79	94
M12	8.8	71	79	94
	10.9	104	117	140
	12.9	195	215	260
M16	8.8	170	195	230
	10.9	250	280	340
	12.9	300	330	400
M20	8.8	350	390	470
	10.9	490	560	670
	12.9	580	650	780
M24	8.8	600	670	800
	10.9	850	960	1140
	12.9	1000	1120	1350
M30	8.8	1190	1350	1600
	10.9	1700	1900	2300
	12.9	2000	2250	2700
M36	8.8	2100	2350	2800
	10.9	3000	3300	4000
	12.9	3500	3900	4700

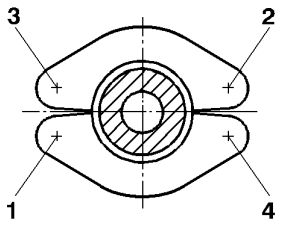
[1] Parafuso e/ou porca eletro galvanizados
[2] Parafuso preto ou fosfatizado, roscas oleadas.
[3] Parafusos com trava líquida, por exemplo, Loctite 242, 243

Parafusos com roscas métricas finas DIN 13 - 13

Rosca ø Nominal	Qualidade do Material	Torques de Aperto M_A em N.m		
		Total 0,10 [1]	Total 0,12 [2]	Total 0,16 (L) [3]
M8x1	8.8	22	24.5	30
	10.9	32	36	43
	12.9	38	43	51
M10x1	8.8	45	52	62
	10.9	67	76	91
	12.9	78	89	107
M10x1.25	8.8	43	49	58
	10.9	64	72	86
	12.9	74	84	100
M10x1.25	8.8	43	49	58
	10.9	64	72	86
	12.9	74	84	100
M12x1.25	8.8	77	87	104
	10.9	112	125	150
	12.9	130	150	180
M14x1.5	8.8	121	135	165
	10.9	175	200	240
	12.9	205	235	280
M16x1.5	8.8	180	205	250
	10.9	270	300	370
	12.9	310	360	430
M20x1.5	8.8	380	430	530
	10.9	540	620	750
	12.9	630	720	880
M22x1.5	8.8	510	580	700
	10.9	720	820	1000
	12.9	840	960	1170
M24x2	8.8	640	730	890
	10.9	920	1040	1250
	12.9	1070	1220	1500
M27x2	8.8	940	1070	1300
	10.9	1350	1500	1850
	12.9	1550	1800	2150
M30x2	8.8	1370	1490	1740
	10.9	1940	2120	2480
	12.9	2270	2480	2900

1) Parafuso e/ou porca eletro galvanizados
2) Parafuso preto ou fosfatizado, roscas oleadas.
3) Parafusos com trava líquida, por exemplo, Loctite 242, 243

Torques de aperto para flanges bi-partidas SAE

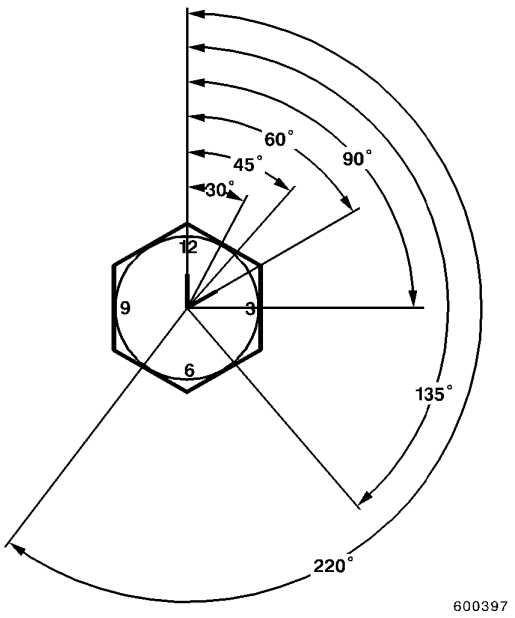


Aperte os parafusos em vários estágios **
Sequência : 1, 2, 3, 4

Rosca	Tamanho da Chave	Torque
M10	11 mm	60 N.m
M12	13 mm	100 N.m
M14	15 mm	160 N.m
M16	19 mm	250 N.m

(**) Vide capítulos específicos do Manual de Serviço, "Conexões, terminais, tubos e mangueiras"

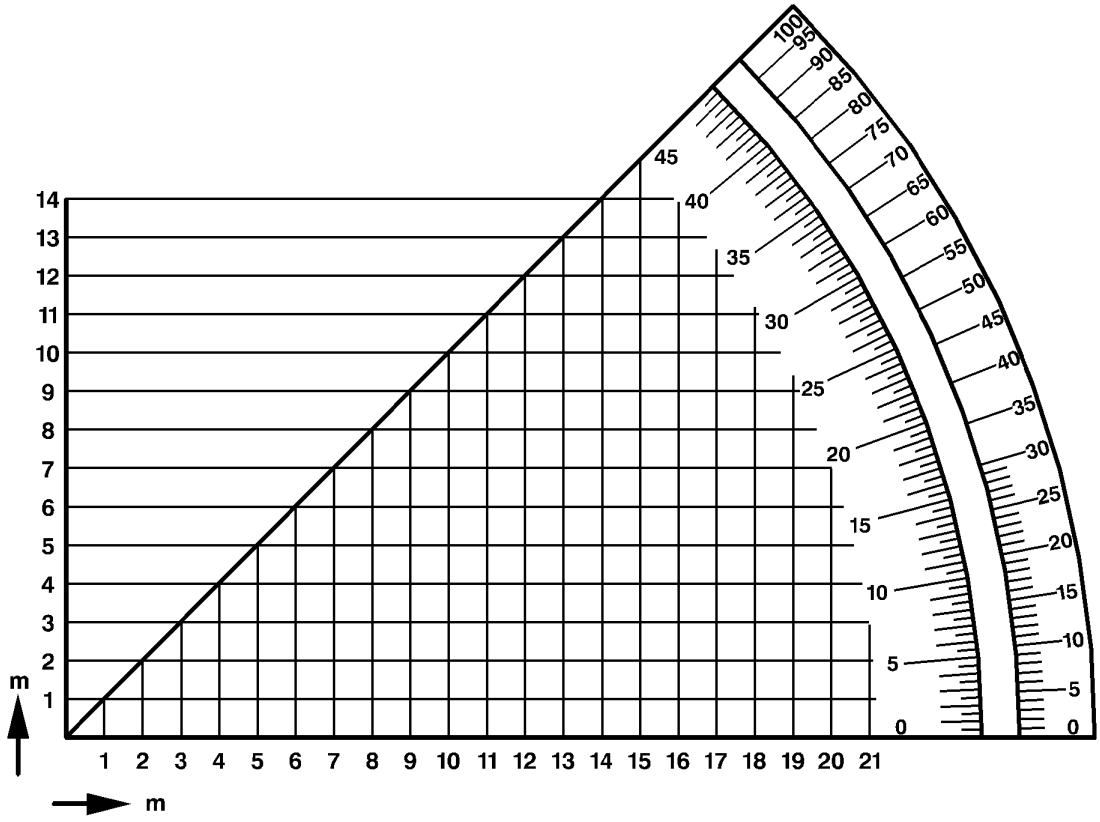
Ângulos de aperto



6°	=	1 min
30°	=	5 min
45°	=	7,5 min
60°	=	10 min
90°	=	15 min
135°	=	22,5 min
220°	=	36,7 min

NOTAS

Especificações



600005

SUMÁRIO

ESPECIFICAÇÕES 3
Prefácio 3
Motor 4
Transmissão 5
Sistema hidráulico 6
Fluidos de serviço 12
Serviço e itens de desgaste 13
Limites de desgaste 14
Folga permissível buchas e rolamentos 15
Torques de aperto 15
Torques de aperto 16
Pesos aproximados 17

ESPECIFICAÇÕES

Prefácio

⚠ ADVERTÊNCIA

Todas as pessoas envolvidas na operação, inspeção, manutenção e liberação desta máquina de construção devem ler e familiarizar-se com o "MANUAL DE OPERAÇÕES"- especialmente com a Seção "INSTRUÇÕES FUNDAMENTAIS DE SEGURANÇA" - antes de iniciar o trabalho.

Os "Dados de Serviço" contêm detalhes que são importantes para o pessoal de assistência técnica. Dados incluídos em outras partes da documentação geral não foram incluídos. O jogo de documentos para esta máquina de construção inclui:

- Manual de Operação partes 1 a 5;
- Instruções de Operação do motor;
- Catálogo de Peças da máquina e do motor;
- Tabela de dimensões ou "Folha de Dimensões Gerais";

O "Manual de Serviço" e os boletins de "Informações de Serviço", devem ser considerados como suplementos à documentação geral.

Dados referentes a unidades auxiliares para a operação de equipamento auxiliar ou sistemas especiais, assim como os dados de máquinas de produção limitada, não estão incluídos.

Quantidades de preenchimento para fluidos são números aproximados, com a finalidade de ajudar no armazenamento de vários fluidos e produtos de consumo. Cada unidade tem sistemas apropriados para a verificação de preenchimento, como por exemplo, vareta de nível de óleo ou bujões parafusados, com os quais o nível exato de preenchimento pode ser verificado.

⚠ CUIDADO

Os números das peças mencionados nas seções não são para serem utilizados quando estiver encomendando peças de reposição. Estes números são para identificar o componente em referência. Quando encomendar peças de reposição utilize os números relacionados no Catálogo de Peças de Reposição.

Motor

	Unidade	FX 215 LC Nº 72 1502
Fabricante e modelo		6BTA 5.9-C - 160
Tipo		Diesel, 4 tempos turbinado e pós arrefecido, injeção direta
Potência nominal (ISO 3046/1 IFN)	kW	119
Rotação a plena carga	min^{-1}/rpm	1900
Rotação em marcha lenta	min^{-1}/rpm	950
Rotação máxima sem carga	mim^{-1}/rpm	2052
Ordem de ignição		1-5-3-6-2-4
Sentido de rotação		Anti-horário - olhando o volante
Folga das válvulas : Admissão (motor frio) Escape (motor frio)	 mm/in mm/in	 0,25/0,01 0,51/0,02
Relação de compressão		17,5:1
Pressão de óleo: @ 950 rpm (mínimo permitido) @ 1900 rpm (mínimo permitido)	 bar/psi bar/psi	 0,7/10 2,76/40
Abertura do termostato	°C °F	82 a 93 180 a 200

Transmissão

Caixa de Engrenagens de Translação	FX 215 LC Nº 72 1502
Tipo	Redutor planetário de 3 estágios
Modelo	F44/124/P30-MB/K[1)]
Peça Nº	73183122
Relação de redução	i = 124,2
Motor hidráulico - Peça Nº	73179981

Caixa de engrenagens de giro	FX 215 LC Nº 72 1502
Tipo	Redutor planetário de 2 estágios
Modelo	S10/36/K45/L
Peça Nº	73179905
Relação de redução	i = 36
Motor hidráulico - Peça Nº	73170552

1) Vide tabela de dados

Sistema hidráulico

Dados para Verificação e Ajuste	Unidade	FX 215 LC Nº 72 1502
Servo pressão	bar psi	45 653
Pressão de alívio primária para as bombas de trabalho	bar psi	350 a 370 5080 a 5370
Pressão de alívio secundária para:		
- Cilindro do braço de elevação	bar/psi	390/5660
- Cilindro do braço de penetração	bar/psi	390/5660
- Cilindro da caçamba	bar/psi	390/5660
- Motor de translação	bar/psi	390/5660
Circuito de giro		
- Pressão máxima de trabalho (pressão de corte)	bar/psi	390/5660
- Pressão de recarga	bar/psi	20/290
- Pressão secundária	bar/psi	420/6095
- Pressão de controle de rotação reduzida	bar/psi	15/217
Aumento de força		
- Pressão de alívio primária (Estágio de aumento de força)	bar/psi	370/5225
Curso do êmbolo no bloco de controle - equipamento / translação	mm in	11 [1,2)] 0,43 [1,2)]
Curso do êmbolo no bloco de controle - cilindro de ajuste	mm in	9 [1)] 0,35 [1)]
Válvula de pressurização para o bloco de controle / linha do reservatório de óleo	bar psi	2 a 5 29 a 72,5
Válvula by-pass, pressão inicial de abertura (câmara do filtro)	bar psi	1,5 22
Válvula de pressurização no reservatório de óleo	bar/psi	0,4/5,8

1) Curso medido a partir da posição neutra
2) Para a função descer o braço de elevação = 7,5 mm (0.29 in)

Dados para Verificação e Ajuste		Unidade	FX 215 LC Nº 72 1502
Dados do governador limitador de carga		kW	Bombas de trabalho 2 x 107
EC 1	Trabalho pesado (HEAVY) 100% Estágio de potência	mA/bar	350/14.6
EC 2	Trabalho econômico (ECO) 90% Estágio de potência		460/21
EC 3	Levantamento (LIFT) 65% Estágio de potência		580/28
DSF	Comutador de pressão - Translação	mA/bar	180/4.6
DSH	Comutador de pressão - Martelo		580/28
DSS	Comutador de pressão - Equipamento opcional		580/28
Controle elétrico de velocidade			
ED 1	Trabalho pesado (HEAVY) 100%	mA/rpm	420[1)]/1900
ED 2	Trabalho econômico (ECO) 90%		455[1)]/1800
ED 3	Levantamento (LIFT) 65%		490[1)]/1600

[1)] Ajustar a corrente até atingir a rotação do motor

Bomba de Trabslho	**Unidade**	**FX 215 LC** **Nº 72 1502**
Tipo		Bomba dupla de vazão variável com governador de potência.
Modelo		A8VO107LA1H2/61R1-NZG05 F800
Nº de Peça		73184538
Vazão	cm^3/U cc/rev.	104
Pressão governada (GLR = governador limitador de carga)	bar psi	5 a 40 72 a 580
Rotação operacional (= rotação nominal do motor)	rpm	1900
Vazão mínima de óleo (@ rotação operacional)	l/min gal/min	27 7,1
Vazão máxima de óleo (@ rotação operacional)	l/min gal/min	190 50

Bomba de Servo Pressão	**Unidade**	**FX 215 LC** **Nº 72 1502**
Tipo		Bomba de engrenagens
Modelo		Integrada à bomba principal A8VO107
Vazão	cm^3/U cc/rev.	10
Rotação operacional (= rotação nominal do motor)	rpm	2254
Vazão de óleo (@ rotação operacional)	l/min gal/min	21,4 5.6

Bomba de Giro	Unidade	FX 215 LC Nº 72 1502
Tipo		Bomba de vazão variável com controle direto da caixa de engrenagens de giro, inclusive corte de pressão.
Modelo		A4VG56DWDT1/32R-NZC02F003D-S
Nº da Peça		73184539
Vazão	cm^3/U cc/rev.	56
Rotação operacional (= rotação nominal do motor)	rpm	1900
Vazão de óleo (@ rotação operacional)	l/min gal/min	103,2 27.2

Bomba de Preenchimento do Circuito do Sistema de Giro	Unidade	FX 215 LC Nº 72 1502
Vazão	cm^3/U cc/rev.	11.6
Rotação operacional (= rotação nominal do motor)	rpm	1900
Vazão de óleo (@ rotação operacional)	l/min gal/min	20,9 5.5

Bomba Adicional Simples (auxiliar)	**Unidade**	**FX 215LC Nº 72 1502**	
Função		Acionamento do ventilador	Rotação da garra
Tipo		Bomba de engrenagens	
Modelo		W1509A2-23-11-R5-K-151/153-NE 246	
Nº da Peça		73184540	
Vazão	cm^3/U cc/rev.	23	11
Tomada de força		Acionamento auxiliar via motor Diesel	
Rotação operacional (@ rotação nominal do motor)	rpm	1843	
Vazão de óleo (@ rotação operacional)	l/min gal/min	40,3 10.6	19,3 5.1

Motores Hidráulicos	Unidade	FX 215 LC Nº 72 1502
Função		Motor de translação
Tipo		Motor de volume variável, de pistão axial Motor de eixo inclinado
Modelo		A6VE55 HZ3/63W-VZL220B
Nº de Peça		73179981
Deslocamento volumétrico - Engrenagem de precisão - Overdrive	 cm^3/U cc/rev.	 54,8 32
Retardador de translação - Modelo - Pressão	 bar psi	Integrado 390 5660

Motores Hidráulicos	Unidade	FX 215 LC Nº 72 1502	
Função		**Giro**	**Motor do ventilador**
Tipo		Volume fixo, de pistão axial Motor de eixo inclinado	Volume fixo, motor de pistão axial
Modelo		A2FM45/61W-VZB0200-K	WM9A1-16-L-7-T-815EBJE-597
Nº de Peça		73170552	73175917
Vazão	cm^3/U cc/rev.	45.6	16
Rotação operacional	rpm	-	1850

Fluidos de serviço

	FX 215 LC Nº 72 1502		
	Quantidade aproximada litros (galões)	**Horas de operação entre trocas[2)]**	**Nº Peça[2)]**
Motor Diesel (inclusive filtro)	25[1)] (6,6[1)])	500[2)]	SAE 15W-40[8)]
Tanque de combustível	315 (83)	Veja “Manual de Instrução do Motor”	
Líquido de arrefecimento	29 (7.7)	2000[3)]	Veja “Manual de Instrução do Motor”
Reservatório hidráulico Sistema hidráulico	185 (48.8) 285 (75.19)	3000[4)]	Óleo hidráulico 73175843
Engrenagens de Rotação	4 (1.05)	3000[4)]	GEAR-OIL 73175844
Transmissão final	2 x 6,75 (2 x 1.78)	3000[4)]	GEAR-OIL 73183127
Roda tensora da esteira	2 x 0,27 (2 x 0.071)	Somente após reparo	Óleo de Motor SAE30
Rolete inferior	16 x 0,25 (16 x 0,066)	Somente após reparo	Óleo de Motor SAE30
Rolete superior	4 x 0,08 (4 x 0,021)	Somente após reparo	Óleo de Motor SAE30
Rolamento de giro	6 kg 13,2 lb	Quando preencher	NLGI-Nº 2[5)] 73175845[6)] 73171021[7)]

1) As quantidades indicadas são validas para trocas de óleo, mas **não** para o primeiro enchimento
2) Vide também “Instruções de Operação”
3) Após 2 anos no máximo
4) Após 3 anos no máximo
5) A temperaturas ambiente abaixo de 0° C use graxa NLGI - Nº 1 ou 0
6) Vasilha de 1 kg
7) Cartucho de 0,4 kg
8) Nota: Somente o primeiro enchimento deve ser feito somente com óleo mineral.

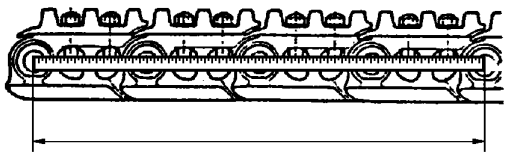
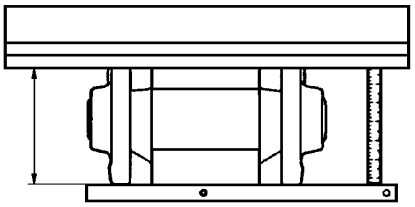
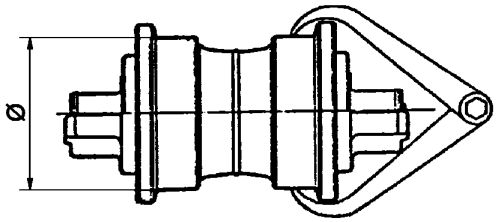
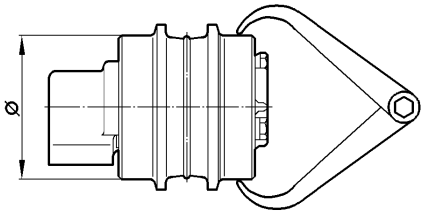
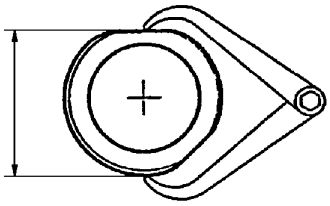
Serviço e itens de desgaste

	FX 215 LC Nº 72 1502	
	Número[1)]	**Horas operacionais entre trocas[2)]**
Sistema de admissão de ar		
- Elemento do filtro principal	73175974	Conforme necessário
- Elemento do filtro de segurança	73176005	Conforme necessário
Sistema hidráulico		
Elemento do filtro - Circuito de enchimento		
da bomba de giro e bomba servo	2 x 73170668	3000
- Suporte do anel	2 x 73170671	
- Anel “O”	2 x 73170669	
Reservatório de óleo hidráulico	2 x 73171648	500
Elemento do filtro de retorno 10 microns (absoluto)		
- Anel “O”	2 x 73171650	
Válvula bypass	2 x 73170277	3000
- Anel “O”	2 x 73170290	
Válvula de sangria de ar	1 x 73170286	500

1) Os números de peças relacionados referem-se a números de série e configuração. Equipamentos opcionais não são considerados. **Peças de reposição devem ser pedidas somente através do catálogo de peças da máquina em questão**

2) Veja também “Instruções de Operação”

Limites de desgaste

	FX 215 LC Nº 72 1502		
Componentes da esteira	**Corrente Modelo**	**Nova mm (in)**	**Desgaste 100% mm (in)**
 Estiramento dos elos da esteira (4 elos)	B 60	760 (29.92)	781 (30.75)
 Altura do elo da corrente	B 60	104 (4.094)	94 (3.709)
 Rolete Inferior da esteira	B 60	150 (5.906)	140 (5. 515)
 Rolete superior da esteira	B 60	120 (4.72)	108 (4.25)
 Bucha de elo da esteira	B 60	59 (2.322)	55,7 (2.19)

Folga permissível buchas e rolamentos

Rolamento de Giro	FX 215 LC Nº 72 1502
Folga entre flancos mínima do rolamento de giro e pinhão de giro	0,3 $^{+0,2}$ mm 0,01 $^{+0,008}$ in

Torques de aperto

		FX 215 LC Nº 72 1502
Rolete inferior da esteira	Tamanho da rosca Nº da Peça **Torque de aperto**	M18x90[1)]/12,9/SW 27 73183124 **355 N.m / 262 lb.ft**
Rolete superior da esteira	Tamanho da rosca Nº da Peça **Torque de aperto**	M 16[1)]/10,9/SW 24 73171581 **295 N.m / 218 lb.ft**
Sapata da esteira	Tamanho da rosca Nº da Peça **Torque de aperto**	M18x1,5[1)]/12,9/SW27 Triple-grouser truck-pad 800 73183125 **568 N.m / 419 lb.ft**
Transmissão final	Tamanho da rosca Nº da Peça **Torque de aperto**	M20x1,5[1)]/10,9/ SW30 73171700 **540 N.m / 398 lb.ft**
Roda motriz Propulsão final	Tamanho da rosca Nº da Peça **Torque de aperto**	M 20x1,5[1)]/10,9/SW30 73171706 **670 N.m / 494 lb.ft**

[1)] Parafusos cabeça sextavada, levemente oleados

Torques de aperto

		FX 215 LC Nº 72 1502		
Caixa de engrenagens de giro	Tamanho da rosca Nº da Peça **Torque de aperto**	M16/10,9/SW16 73179905 **250 N.m / 184 lb.ft**		
Rolamento de giro		**Estrutura inferior**		**Estrutura superior**
	Tamanho da rosca	M20x1,5x85[1)]/10,9/SW30		M20x100[1)]/10,9/SW30
	Nº da Peça	73179860		73171960
	Torque de aperto	**540 N.m / 398 lb.ft**		**490 N.m / 361 lb.ft**
Contrapeso	Tamanho da rosca Nº da Peça **Torque de aperto**	M 30[1)]/12,9/SW46 73179864 **2250 N.m / 1660 lb.ft**		
Suporte do Motor	Tamanho da rosca	M10[1)]/10,9/SW17	M12[1)]/10,9/SW19	M16[1)]x1,5/10,9/SW24
	Nº da Peça	73170567	73176029	73176028
	Torque de aperto	**60 N.m / 44 lb.ft**	**104 N.m / 77 lb.ft**	**270 N.m / 199 lb.ft**

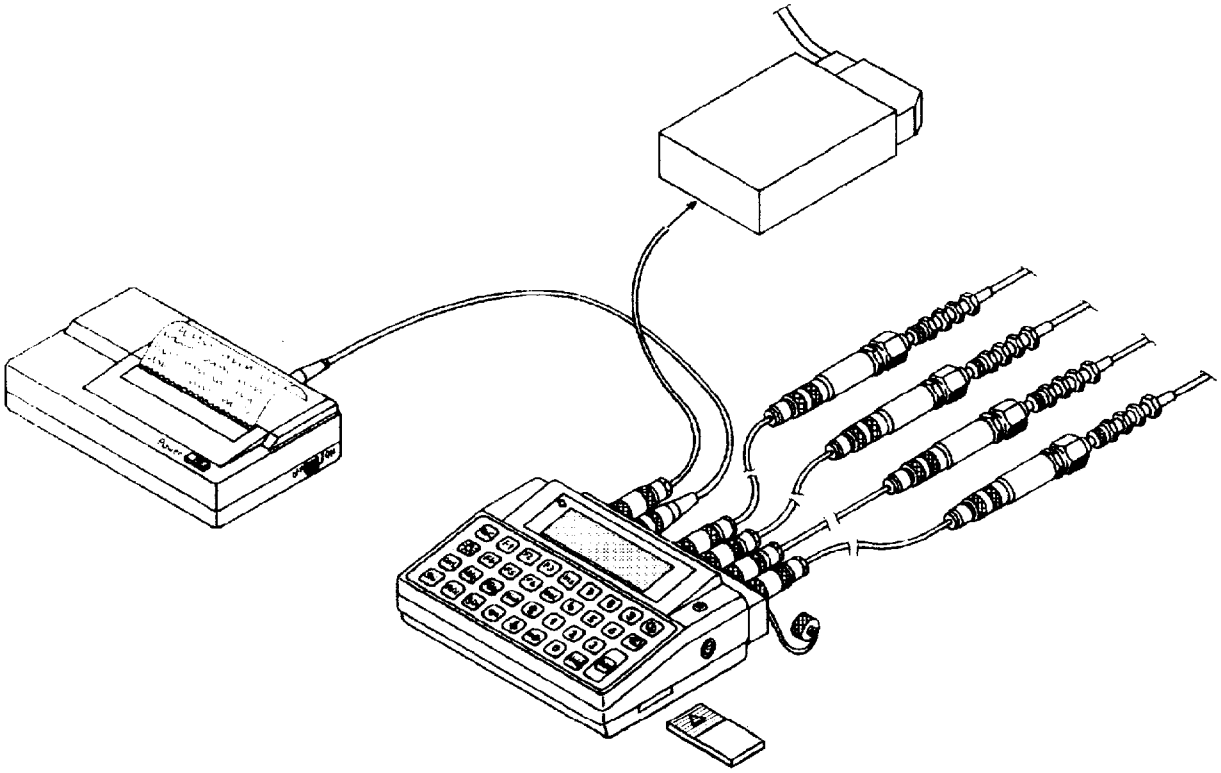
[1)] Parafuso de cabeça sextavada, levemente oleado

Pesos aproximados

	Unidade	FX 215 LC Nº 72 1502
Motor	kg/lb	450/1000
Transmissão final (incluindo motor de translação)	kg/lb	240/529
Roda motriz (Engrenagem da esteira)	kg/lb	42/93
Rolete inferior da esteira	kg/lb	34/75
Rolete superior da esteira	kg/lb	14/31
Rolamento de giro	kg/lb	160/353
Caixa de engrenagens de giro (inclusive motor de giro)	kg/lb	123/271
Bomba de trabalho	kg/lb	115/253
Bomba de giro	kg/lb	40/91
Unidade de bomba múltipla com acessórios	kg/lb	192/423
Válvula de controle dos equipamentos	kg/lb	150/340
Cilindro do braço de elevação	kg/lb	2 x 170/2 x 374
Cilindro do braço de penetração	kg/lb	239/526
Cilindro da caçamba	kg/lb	129/284
Contrapeso	kg/lb	4200/9300

NOTAS

Ferramentas Especiais



600418

SUMÁRIO

FERRAMENTAS ESPECIAIS 3
Prefácio 3
Teste PCS 4
Equipamento de teste de válvula solenóide 5
Adaptador para medição 5
Bomba de vácuo 6
Tampões de proteção ambiental (não mostrados) 6
Manômetro 7
Dispositivo para medir comprimento de curso 7
Ferramentas de caixas de engrenagens 8
Caixa de engrenagens de translação 8
Caixa de engrenagens de giro 8
BOMBA DE VÁCUO 9
Conectando a bomba de vácuo 9

FERRAMENTAS ESPECIAIS

Prefácio

Este capítulo descreve as ferramentas especiais recomendadas necessárias para reparar a máquina. Estas ferramentas não estão incluídas no jogo de ferramentas básicas que vem com a máquina.
Todas as ferramentas aqui descritas podem ser obtidas através do serviço de peças de reposição. O processo para encomenda-las é o mesmo usado para peças de reposição normais.
O jogo de ferramentas é discriminado sob o conjunto número 92.020 na lista de peças de reposição.

Teste PCS
(Figura 1)

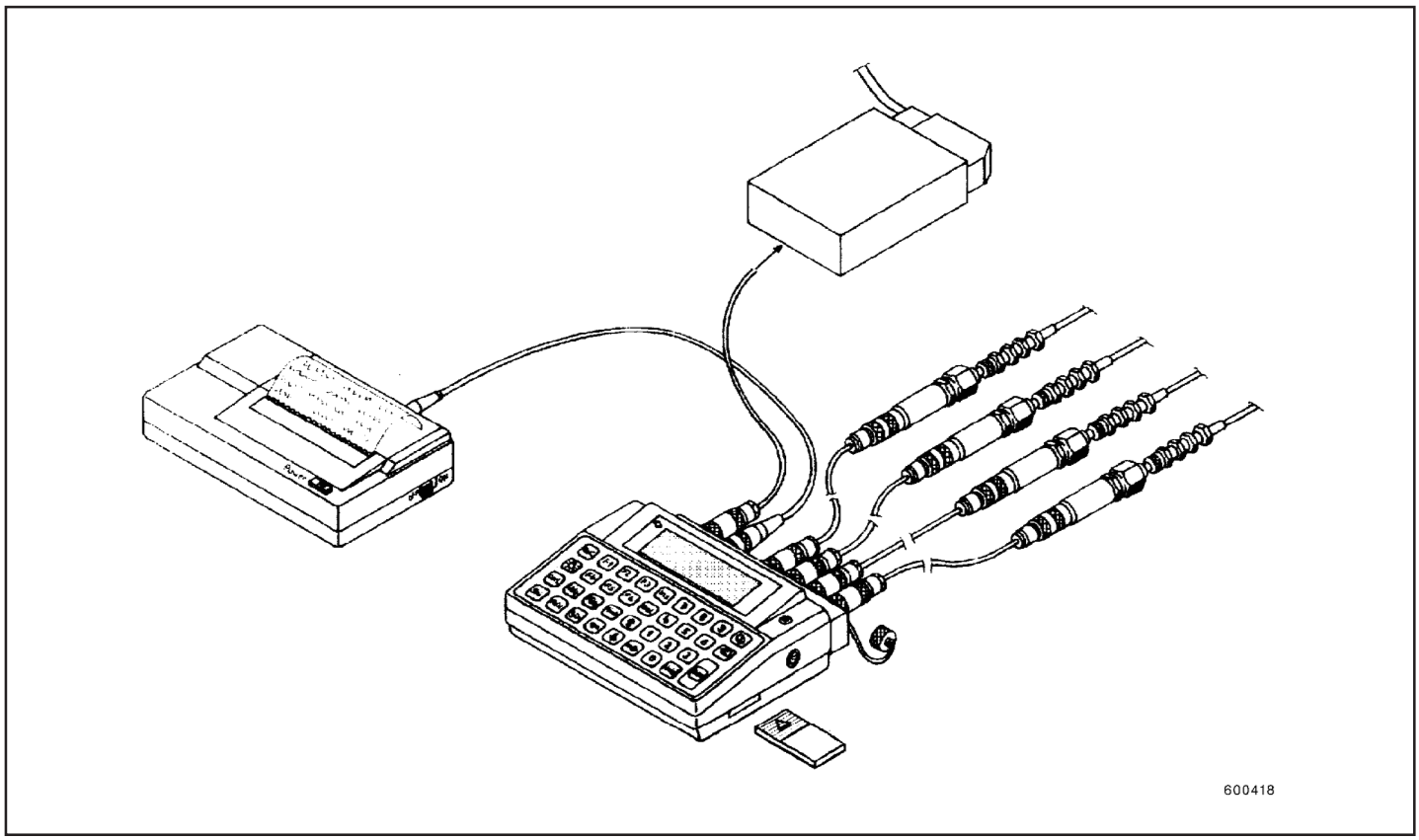


Fig.1

Valise grande de couro com equipamento de teste
Valise grande de couro com equipamento de teste 220V/AC: 73175279
Valise grande de couro com equipamento de teste 110V/AC: 73181881

Partes Individuais

PCS - aparelho de teste com valise de couro	73175280	Sensor de pressão 600 bars	2 x 73175283
Cartão SRAM, multi-idioma	73170155	Sensor de pressão 90 bars	2 x 73175282
Cabo - Equipamento de teste PCS	73175281	Cabo - sensores	4 x 73175284
Fonte - Equipamento de teste PCS	73180157	Mangueira para manômetro	4 x 73175289
Impressora	73177879	Conector para manômetro	4 x 73175287
Fonte para impressora 220V/AC	73180160	Conexões	4 x 73175288
Fonte para impressora 110V/AC	1478252	Cabo adaptador para programação EDS	73177379
Bateria para impressora	73180161	Adaptador para fonte	2900715
Papel para impressora, rolo extra	73175286	Valise - grande	73175291
Cabo - impressora	73175285	Valise - pequena (para aparelho de teste somente)	73176679
Cabo adaptador - impressora	73177880	Valise de couro	73176680

Equipamento de teste de válvula solenóide (Figura 2)

Finalidade:

Verificação de válvulas solenóide

Peça Nº: 73176681

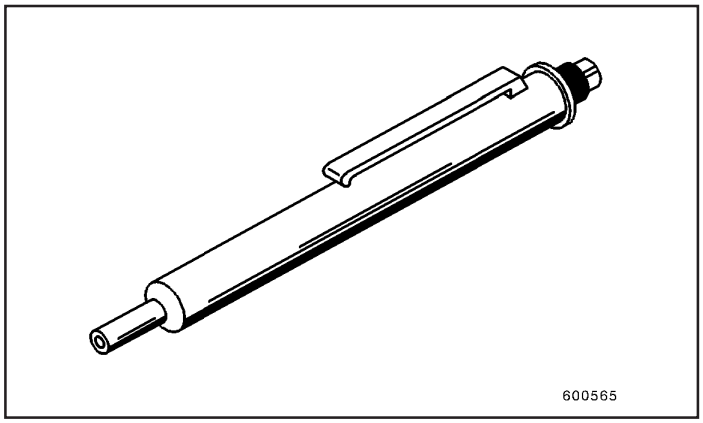


Fig.2

Adaptador para medição (Figuras 3 e 4)

Finalidade:

Verificação das funções elétricas de válvulas proporcionais.

Peça Nº: 73176682

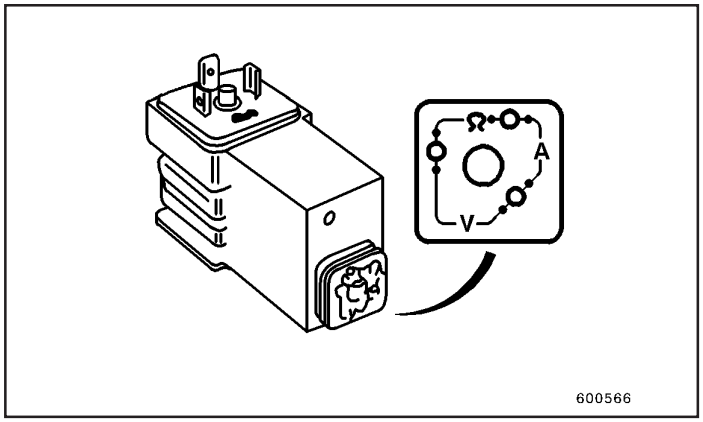


Fig.3

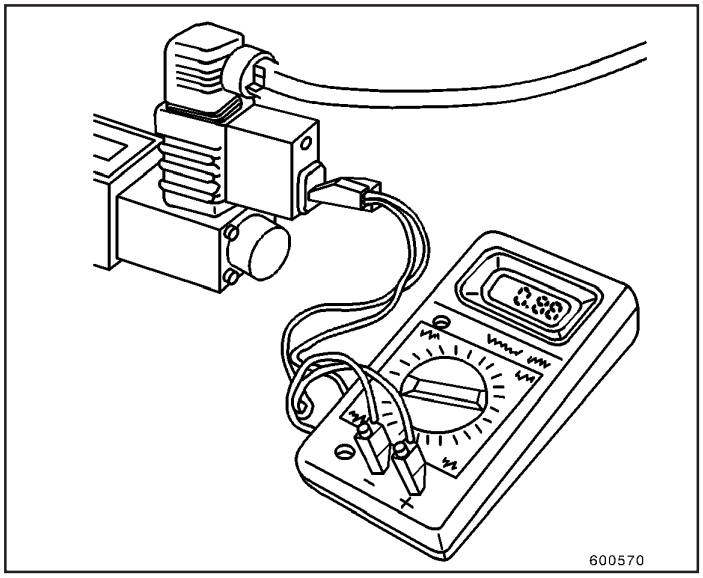


Fig.4

Bomba de vácuo (Figura 5)

Finalidade:

A bomba de vácuo serve para evitar que o reservatório hidráulico esvazie quando forem removidas as linhas hidráulicas ou bombas.

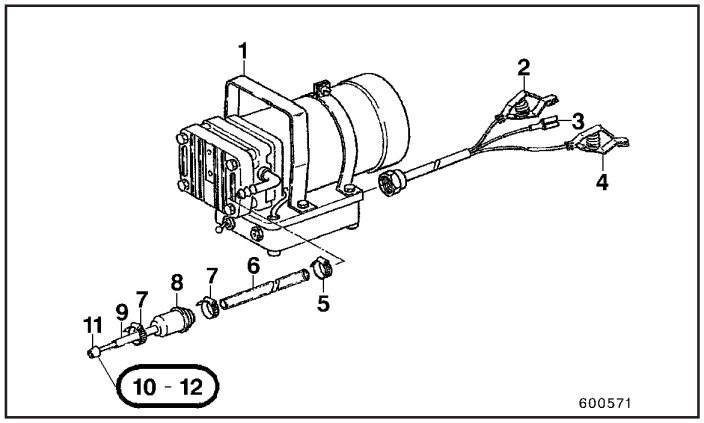


Fig.5

Peças Nº:

1. Bomba de vácuo, completa	73176683
2. Grampo terminal, pólo positivo	73176687
3. Terminal de cabo	73176689
4. Grampo terminal, pólo negativo	73176688
5. Braçadeira de mangueira	73176692
6. Mangueira (1,10 m)	73176685
7. Braçadeira de mangueira	73176693
8. Filtro	73173674
9. Mangueira (0,13 m)	73176685
10. Tubo	73176694
11. Absorsor de impacto	73176696
12. Tubo	73176695

Tampões de proteção ambiental (não mostrados)

Finalidade:

Tampões cônicos de borracha para vedar linhas e portas quando a bomba de vácuo estiver sendo utilizada.

Peças Nº:

Caixa, completa	73176697
Caixa	73176698
Jogo, completo	73176710
10 tampões ø 4-8 mm	73176708
10 tampões ø 6-10 mm	73176709
10 tampões ø 9-13 mm	73176700
10 tampões ø 11-15 mm	73176701
10 tampões ø 14-19 mm	73176702
10 tampões ø 16-21 mm	73176703
10 tampões ø 19-24 mm	73176704
10 tampões ø 22-27 mm	73176705
10 tampões ø 25-31 mm	73176707

Manômetro

Finalidade:

Para medir pressões hidráulicas, não é necessário se um equipamento de teste PCS estiver disponível.

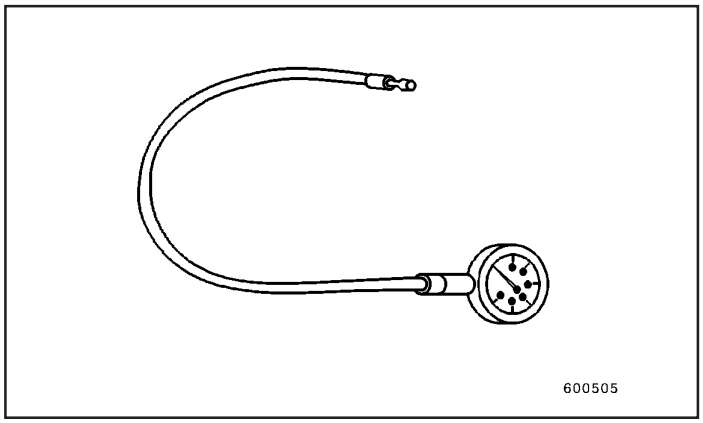


Fig.6

Peças Nº:

Manômetro, 0-60 bars	73176711
Manômetro, 0-400 bars	73176712
Manômetro, 0-600 bars	73176713
Mangueira para manômetro, 2000 mm	73176714
Adaptador para mangueira	73176715

Dispositivo para medir comprimento de curso

Finalidade:

A medição do comprimento do curso de êmbolos de controle, por exemplo, nos blocos de controle de 6 vias.

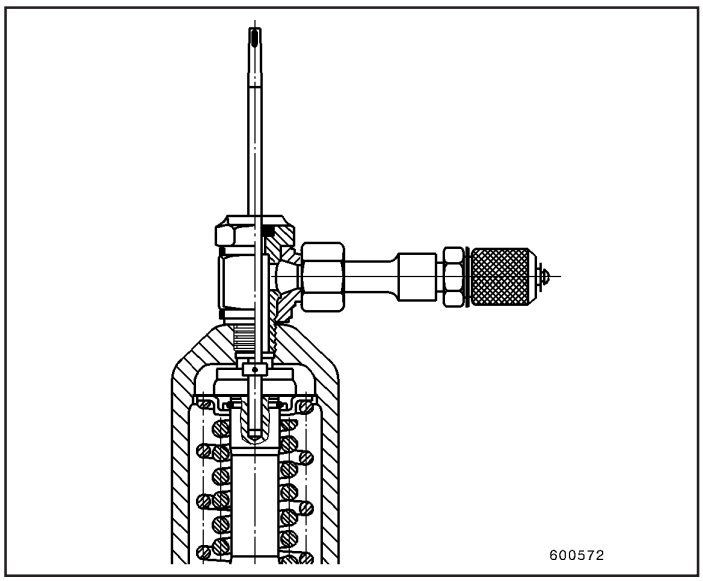


Fig.7

Peça Nº: 73176716

Ferramentas de caixas de engrenagens

Caixa de engrenagens de translação

Finalidade:

Remoção e instalação de caixas de engrenagens de translação

Peças Nº:

Porca de ajuste S1 - M 135 x 2	73176138
Chave especial S2	73176142
Luva de posicionamento S3	73176139

Caixa de engrenagens de giro

Finalidade:

Remoção e instalação de caixas de engrenagens de giro

Peças Nº:

Nº do item	Figura	Tipo de caixa	Peça Nº	Descrição
S2	6	S16	73176729	Tampa posicionamento
S4	22	S16	73176730	Dispositivo
S6	21	S16	73176733	Porca de ajuste
S7	24	S16	73176736	Inserto - posicionamento

BOMBA DE VÁCUO

Durante a remoção de linhas e bombas hidráulicas, óleo hidráulico irá fluir para fora do reservatório hidráulico. Por esta razão, uma bomba de vácuo é disponível opcionalmente para a máquina para evitar o esvaziamento do reservatório hidráulico.
A bomba pode ser encomendada sob o P/N 73176683. Para operações de reparo mais complexas, uma caixa contendo um jogo completo de tampões de proteção ambiental pode ser encomendado sob o P/N 73176697. Estes tampões podem ser usados para vedar todas as linhas desmontadas e abertas.

Conectando a bomba de vácuo

A bomba de vácuo é conectada à bateria do veículo. A operação de bombeamento deve ser executada durante curto espaço de tempo, para a troca de mangueiras ou colocação de tampões de proteção ambiental.

- Despressurize o reservatório hidráulico. Para despressurizar o reservatório hidráulico, remova o bujão de dreno (1, Fig.1).
- Remova o filtro do respiro (2, Fig.1).

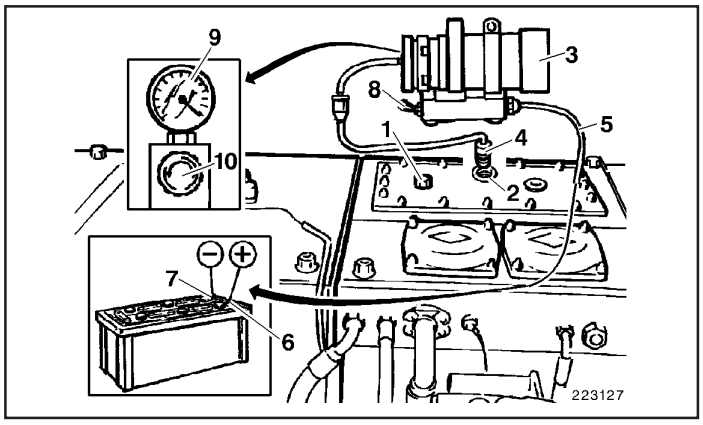


Fig.1

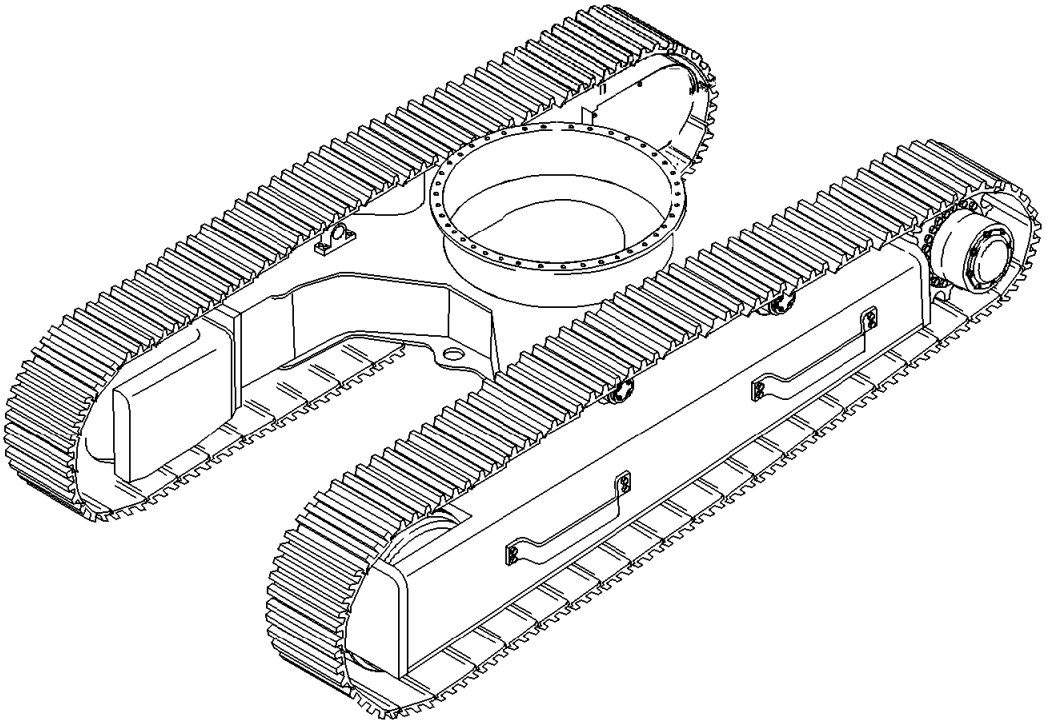
- Coloque a bomba de vácuo (3) sobre o reservatório hidráulico. A bomba deve estar instalada acima do nível do óleo.
- Insira suavemente o conector da mangueira (4) na abertura (2).
- Dirija o cabo (5) até as baterias. Inicialmente conecte o terminal positivo (6) ao pólo positivo e depois o terminal negativo (7) ao pólo negativo da bateria.
- Ligue a bomba de vácuo (3) com o interruptor (8). O óleo no sistema hidráulico será sugado primeiro de volta para o reservatório hidráulico antes que ar seja continuamente sugado para dentro do reservatório através do tubo de enchimento de óleo, de modo que a superfície de óleo fique borbulhando. O vácuo assim criado evita que o reservatório hidráulico seja esvaziado. A pressão indicada pelo manômetro (9) deve ser de 0,2 bars. Se a pressão indicada for diferente, use o comutador rotatório (10) para ajustar corretamente a pressão.

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Antes de iniciar qualquer tarefa, como por exemplo troca de linhas hidráulicas, feche todos as orifícios com os tampões de proteção ambiental. Não desligue a bomba de vácuo enquanto estiver fechando os orifícios.***

Desligue a bomba de vácuo quando o serviço estiver pronto. Desconecte o cabo (5) da bateria. Desconecte primeiro o cabo negativo e depois o positivo, dos respectivos pólos da bateria.
Remova a bomba procedendo em ordem inversa à descrita acima.

NOTAS

Estrutura Inferior



600006

SUMÁRIO

ESTRUTURA INFERIOR 3
Prefácio 3
Instruções de segurança 3
Perigo no caso da não observância das instruções de segurança 3
Regras para segurança no trabalho 4
Sistema de translação 8
Geral 8
Componentes do sistema de translação 8
Limites de desgaste 10
Corrente da esteira 11
Aliviando a tensão da corrente da esteira 11
Abrindo a corrente da esteira 12
Fechando a corrente da esteira 13
Substituição de elos da esteira 14
Esteira - Direção de translação 16
Tensionando a corrente da esteira 17
Corrente da esteira - Verificando a tensão 17
Roda tensora 18
Componentes da roda tensora 19
Instalação da roda tensora 21
Roletes inferiores da esteira 24
Rolete superior da esteira 26
Roda motriz 28
Caixa de engrenagens de translação 30
Remoção e instalação 30
Sapatas da esteira 31
Substituição das sapatas da esteira 31
Vedadores duo-cone 32

ESTRUTURA INFERIOR

Prefácio

O “Manual de Especificações Técnicas” contém informação importante para o pessoal de assistência técnica trabalhando no equipamento. Especificações da máquina relacionadas em outros lugares da documentação podem não estar necessariamente repetidas neste manual.

A documentação inclui:

- Instruções de operação
- Relação de peças de reposição
- Tabela com as dimensões e dados técnicos da máquina

Esta brochura não contém as especificações de unidades auxiliares para a operação de equipamentos adicionais, opcionais ou especificações de máquinas individuais.

As quantidades especificadas de fluidos para preenchimento, são quantidades aproximadas que servem como ajuda no planejamento de requisitos de materiais de consumo. Cada unidade é equipada com dispositivos adequados para a verificação, como por exemplo, vareta do nível de óleo ou bujões de verificação, permitindo ao operador verificar se os reservatórios estão corretamente preenchidos.

Instruções de segurança

Perigo no caso da não observância das instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Esta escavadeira hidráulica foi construída dentro de padrões “estado-da-arte” e reconhecidas regras de segurança.
Porém, a operação da máquina quando houver suspeita de que exista ou tenha ocorrido uma falha, ou execução de trabalhos de reparo de maneira indevida, pode:

- **Por em risco a vida de pessoa em contato com a máquina;**
- **Danificar a máquina e outras propriedades.**

A escavadeira hidráulica deve ser desligada imediatamente quando houver suspeita de que haja ou esteja ocorrendo qualquer falha, para garantir que a segurança do operador ou outras pessoas no local de trabalho ou mesmo outros materiais e propriedades não sejam comprometidos.
Todos os componentes são cuidadosamente coordenados.
Operação sem problemas e longa vida útil de serviço só podem ser atingidas com peças originais de reposição.

Regras para segurança no trabalho

⚠ ADVERTÊNCIA

Pessoal

Esta máquina não deve ser ligada por pessoas não autorizadas.
Por isso deve ficar assegurado que a máquina não possa ser ligada ou movida por pessoas não autorizadas.
Observe-se os regulamentos de prevenção de acidentes.
A escavadeira hidráulica pode ser operada, mantida ou reparada somente por pessoal treinado, especialmente autorizado e com conhecimentos técnicos adequados para a função. Na ausência destes conhecimentos, instruções meticulosas devem ser ministradas por pessoal técnico experiente.
As pessoas envolvidas devem ler e entender as instruções de operação e em particular, o capítulo intitulado : "Instruções Fundamentais de Segurança".
Somente estas pessoas poderão dar partida na máquina durante sua montagem, de modo a permitir o ajuste dos equipamentos.
Operação incorreta da máquina ou equipamentos pode dar margem a situações de risco de vida.
Durante todos os trabalhos, observar sempre os procedimentos de ligar e desligar a máquina, descritos nas instruções de operação.

⚠ ADVERTÊNCIA

Pessoal

Equipamentos de proteção pessoal e roupas de trabalho:
Use um capacete de segurança, sapatos de segurança e luvas.
Use roupas de trabalho justas quando estiver trabalhando na máquina
Roupas largas e soltas podem enroscar em peças da máquina, resultando em acidente.
Se a tarefa a executar exigir ajudantes ou serventes, as atribuições de cada ajudante devem ser claramente definidas antes de se iniciar o trabalho.
As responsabilidades individuais devem ser meticulosamente observadas para se evitar que atribuições pouco claras coloquem em risco a segurança.

Ferramentas e Auxiliares

Ferramentas, guindastes, gruas e outros dispositivos devem ser confiáveis e estar em bom estado de conservação.
Cavacos de metal podem causar ferimentos quando parafusos sob pressão estiverem sendo colocados ou removidos.
Cilindros de latão ou cobre devem portanto ser utilizados para esta finalidade e óculos de segurança devem ser usados.
Para subir ou descer da máquina usar somente escadas, plataformas e corrimãos providos para esta finalidade.
Mantenha as escadas e plataformas sempre sobre superfícies não escorregadias.
Remova imediatamente todo óleo, graxa, terra, lama, neve, gelo e quaisquer outros materiais estranhos.

⚠ ADVERTÊNCIA

Imobilização da máquina

Antes de se iniciar qualquer trabalho de montagem da máquina e seus acessórios, ela deve ser assegurada contra partida e uso indevido e/ou não autorizado, colocando-se calços sob as rodas ou esteiras e abaixando todos os implementos até ao solo.

Posicione os implementos no chão, de maneira tal que nenhum movimento possa ser feito quando conexões mecânicas ou hidráulicas forem removidas.

Prenda qualquer implemento ou componente a ser montado ou desmontado, ou que tenha sua posição alterada, utilizando gruas, alças ou suportes e dispositivos adequados, de maneira a evitar que elas se movam, caiam ou escorreguem inadvertidamente.

Sistemas e unidades (por exemplo, tubos, acumuladores, etc.) devem ser devidamente despressurizados antes de serem abertos.

Dispositivos de proteção das partes móveis da máquina podem ser abertos ou removidos somente quando a unidade motriz das partes móveis estiver parada e protegida contra partida inadvertida.

Antes de se liberar a máquina, todos os dispositivos de proteção devem ser reinstalados.

⚠ ADVERTÊNCIA

Sistemas Hidráulicos e de Lubrificação

Observe sempre as regras de segurança aplicáveis ao produto quando estiver lidando com óleos, graxas e quaisquer outras substâncias químicas.

Orifícios abertos mas não usados, tubulação e conexões de mangueiras, devem ser seguramente vedados contra possível pressão existente nos mesmos.

Complete óleo hidráulico coletado, de volta para o sistema hidráulico, somente através dos filtros de retorno do fluxo.

Descarte óleos não reutilizáveis sem poluir o meio ambiente.

Observe a seqüência correta de trabalho quando ajustando ou repondo componentes ou implementos.

A seqüência recomendada de trabalho foi especificada e testada por profissionais qualificados.

Troque unidades defeituosas ou mecanicamente pré-tencionadas, somente como um jogo completo. Nunca abrí-las.

Em casos excepcionais, desmonte somente quando o sistema e seqüência de operação são precisamente conhecidos. O Manual Técnico não contém nenhuma informação sobre este tipo de trabalho. Quando a máquina tiver atingido a temperatura de operação, os fluidos também devem estar à esta temperatura. Portanto precaução deve ser tomada para evitar queimaduras.

Equipamentos devem estar impossibilitados contra partida ou funcionamento inadvertido, por exemplo, colocando-se blocos sob as rodas ou esteiras e abaixando todos os implementos de trabalho até o solo.

Tome cuidado ao manipular ácidos, como por exemplo, ácido de bateria. Respingos de ácido podem causar ferimentos aos olhos ou pele.

Tome cuidado com chamas abertas e lâmpadas sem proteção.

Não somente combustíveis, mas também outros fluidos podem ter um ponto de fulgor baixo e inflamarem-se facilmente.

⚠ ADVERTÊNCIA

Conversões ou modificações na máquina
Conversões ou modificações não autorizadas na escavadeira hidráulica são proibidas por razões de segurança.
A pressão nominal das válvulas de alívio de pressão não deve ser modificada.
Não remova os lacres de chumbo das válvulas de alívio de pressão e acumuladores de pressão.

⚠ *CUIDADO*

Liberação para serviço
Antes de liberar a máquina para serviço novamente:
- ***Engraxe todos os pontos de lubrificação***
- ***Verifique todos os níveis de fluido e fazer as correções necessárias***
- ***Faça todas as verificações funcionais em todos os componentes reparados.***
- ***Verifique todas as funções da escavadeira, inclusive os freios, durante um teste operacional. Libere a escavadeira hidráulica para serviço somente após todas as funções terem sido verificadas e certificadas para comprovar que funcionam perfeitamente.***

Esta página foi deixada em branco intencionalmente

Sistema de translação

Geral

A escavadeira hidráulica é equipada com um sistema de translação de baixa manutenção, semelhante a um trator.

As sapatas da esteira são parafusadas na corrente da esteira.

Componentes do sistema de translação

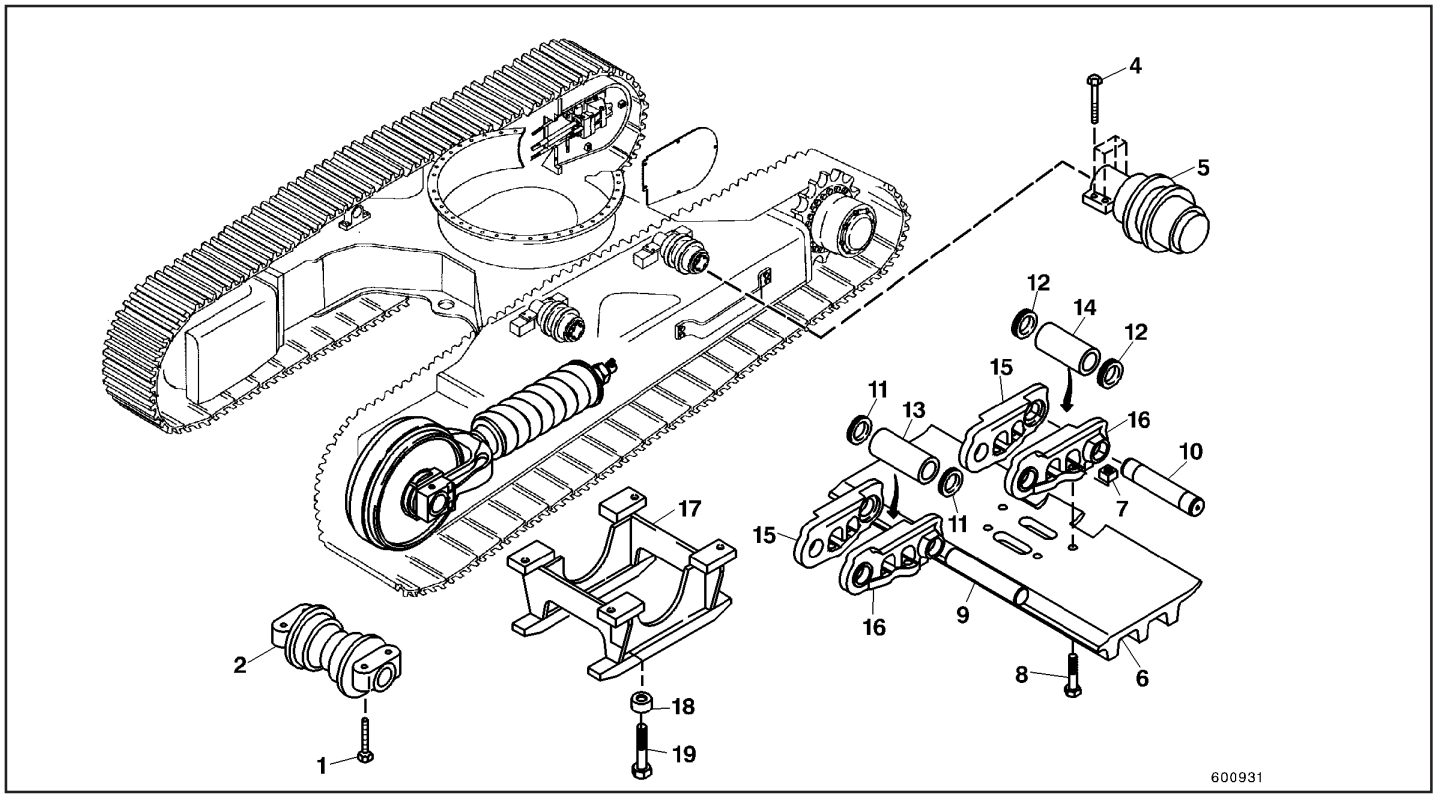


Fig.1

ESTRUTURA INFERIOR

Item	Quant.	Descrição	Peso kg/lb	Torque aplicado				
				ø Rosca	Grau Material	Chave mm	M_A N.m	Torque lb.ft
1	64	Parafuso		M 18	12.9	27	355	262
2	16	Rolete inferior	35/77					
3	2	Corrente de esteira	540/1190					
4	8	Parafuso		M 16	10.9	24	295	218
5	4	Rolete superior	15/33					
6	100	Sapata de esteira	22/49					
7	400	Porca		M 18 x 1.5				
8	400	Parafuso		M 18 x 1.5	12.9	27	568	419
9	49	Pino						
10	1	Pino mestre						
11	200	Arruela						
12	2	Anel						
13	40	Bucha						
14	2	Bucha do eixo de propulsão final						
15	50	Articulação (elo)	5/11					
16	50	Articulação (elo)	5/11					

Limites de desgaste

Desgaste dos componentes da esteira é devido ao movimento, carregamento e contato com o solo, assim como à dureza (abrasividade) do solo.

Desgaste também pode aumentar devido aos seguintes fatores:

- Posição instável da escavadeira devido a terreno irregular;
- Esforço unilateral sobre uma esteira quando efetuando giro sobre si mesma;
- Translação por longas distancias com a roda motriz na frente;
- Dirigir sobre obstáculos;
- Sapatas de esteira soltas;
- Tempo de translação proporcionalmente alto, mais de 10% das horas operacionais.

Os componentes da esteira devem ser substituídos quando tiverem sofrido um desgaste de 75 a 100%. De outra forma, uma falha súbita poderá ocorrer.

Medição cuidadosa e regular é necessária para se determinar a extensão do desgaste e estar pronto para troca de componentes quando necessário. Antes de medir os componentes, limpe-os bem. Faça as medições em vários pontos. Não é a média, mas sim o valor máximo de desgaste que deve ser levado em conta para determinar o limite de desgaste.

Como a vida útil entre 75 e 100% é baixa, nos recomendamos, como medida preventiva, que os componentes sejam substituídos, tão logo o limite de 75% seja atingido. A troca pode ser efetuada quando outros itens de manutenção ou serviço forem realizados.

Limites de desgaste ver capitulo 02, informações de serviço.

Corrente da esteira

Aliviando a tensão da corrente da esteira

⚠ ADVERTÊNCIA

Leia e note “Inspeção e serviço - Instruções de segurança” antes de iniciar o trabalho na corrente da esteira e dispositivo de ajuste da tensão da corrente.
Use óculos de proteção.
A graxa dentro do cilindro de ajuste da corrente está sob alta pressão. Abra a válvula de retenção cuidadosamente.
A graxa flui para dentro dos componentes da esteira. Isso evita que a graxa seja ejetada fora de controle.

- Limpe a esteira como descrito na seção “Limpando a unidade de esteira”.
- Estacione a máquina em uma superfície seca e nivelada.
- Coloque uma chave fixa na válvula de retenção (Fig.1).
- Solte a válvula de retenção, duas voltas no máximo. A graxa do cilindro de ajuste flui entre as roscas da válvula de retenção.

  A tensão da corrente da esteira será totalmente liberada quando a graxa não mais fluir através da válvula e a flexa da esteira entre os roletes superiores for máxima, assim como entre o rolete frontal e a roda guia.
- Remova a graxa dos componentes da esteira e a descarte de maneira correta para com o meio ambiente.
- Feche a válvula de retenção firmemente
- Tensione a corrente da esteira como descrito na seção “Tensionando a corrente de esteira”.
- Tensione a corrente da outra esteira, utilizando o mesmo procedimento.

  A flecha de ambas as esteiras deve ser idêntica.

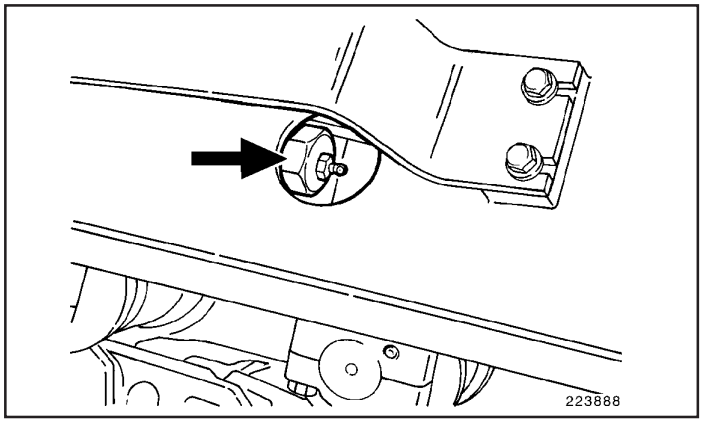


Fig.1

Abrindo a corrente da esteira

A corrente da esteira pode ser aberta, por exemplo, para se substituir uma roda tensora ou uma caixa de engrenagens de translação, como segue (Fig.1):

- Posicione a escavadeira de maneira que o pino mestre (3) esteja localizado entre a roda tensora dianteira (1) e o rolete superior da esteira (2).

  O Pino mestre (Fig.2) pode ser identificado pelos furos maiores nas extremidades.

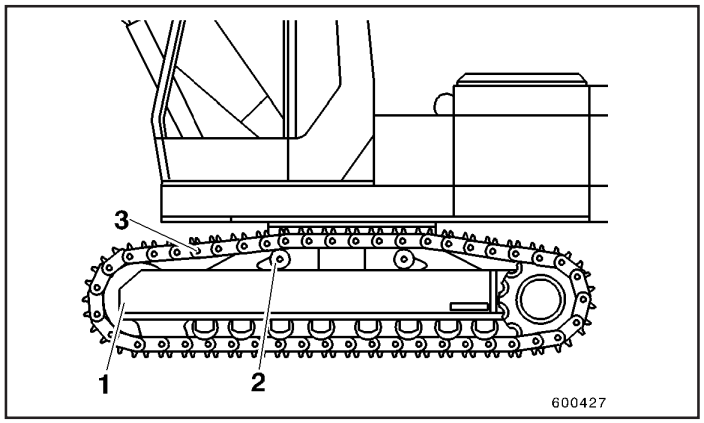


Fig.1

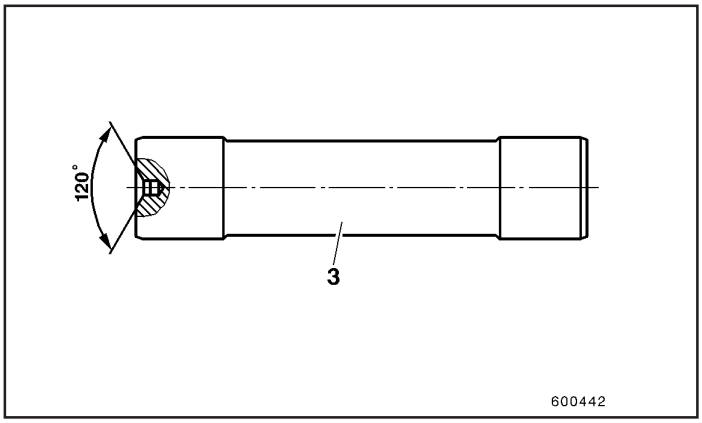


Fig. 2

- Coloque um suporte de madeira sob o pino mestre e afrouxe a esteira**.**

  Prenda a esteira de modo a evitar que ela caia após a abertura.

⚠ ADVERTÊNCIA

Antes de abrir a corrente da esteira ela precisa estar afrouxada e presa afim de evitar que caia ao ser aberta.

- Remova as sapatas de esteira acima, na frente e atrás do pino mestre.
- Aplique a prensa destinada a remoção de pinos (Fig.3) e pressione o pino mestre para fora.

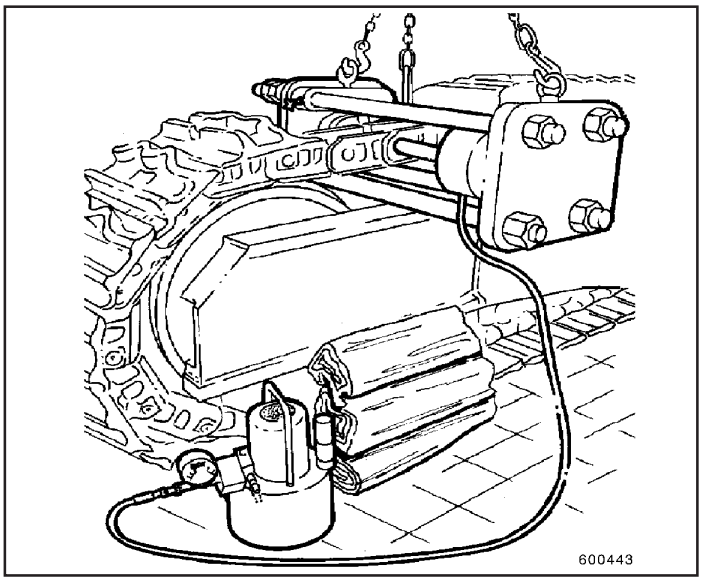


Fig. 3

Fechando a corrente da esteira

- Alinhe a esteira de modo que os elos da corrente a serem conectados fiquem posicionados entre a roda tensora e o rolete superior da esteira (Fig.1)
- Alinhe os dois elos da corrente a serem conectados com um pino cônico (Fig.4), de modo que os dois diâmetros fiquem centrados e coloque um suporte sob a corrente.

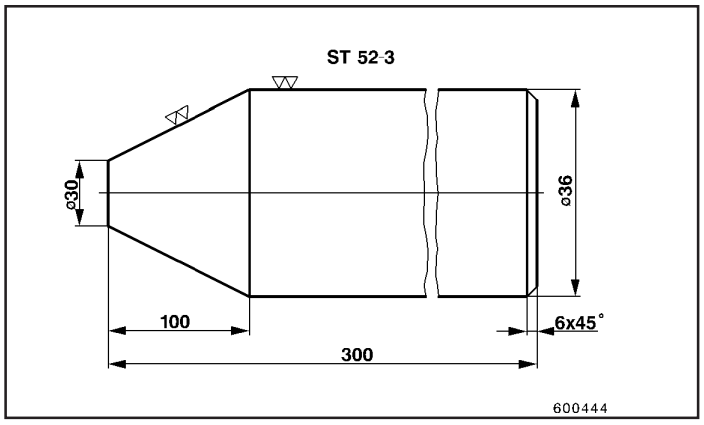


Fig.4

- Borrife o pino mestre com molykote (P/N 73171482). Posicione o pino mestre (Fig. 5) e pressione o mesmo rapidamente até inserção total.
- Instale as sapatas da esteira.
- Tensione a esteira.

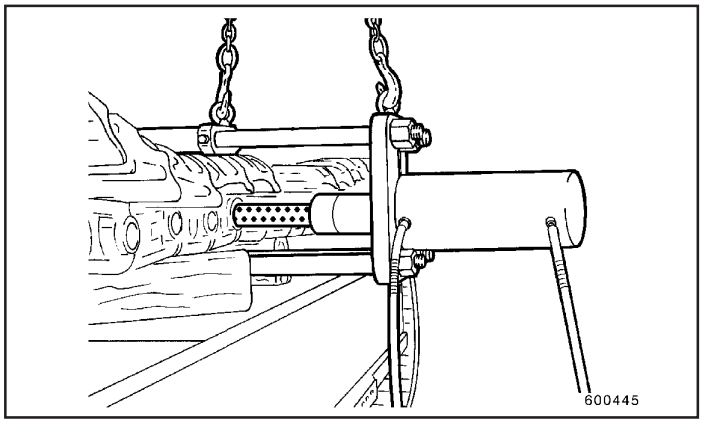


Fig.5

Substituição de elos da esteira

Preparação para reparos

- O elo danificado deve estar posicionado entre a roda tensora (1, Fig.1) e o rolete superior da esteira (2, Fig.1)
- Coloque um suporte de madeira sob o pino mestre
- Alivie a tensão da corrente
- Prenda a esteira para evitar que ela caia após ser aberta.

⚠ ADVERTÊNCIA

Antes de abrir a corrente da esteira a tensão deve ser aliviada e a esteira presa para evitar que caia após aberta.

Remoção (Fig.6)

- Remova a sapata de esteira localizada sobre o elo danificado, assim como as sapatas anteriores e posteriores.
- Corte o pino (4) e bucha (5) com maçarico, próximo à lateral do elo.

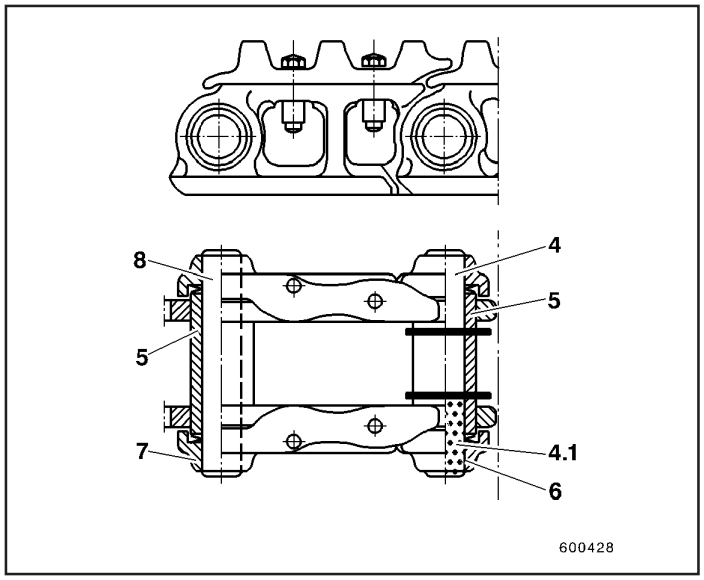


Fig.6

- Remova os restos do pino (4.1) usando um martelo e talhadeira; Se necessário, corte antes, usando um eletrodo de carbono (Processo “Arco-ar”).
- Para informações sobre o processo “Arco-Ar” vide o Manual Técnico, “Solda para manutenção e reparo”, P/N 2.114.500.

⚠ *CUIDADO*

Os furos, no olhal dos elos da corrente (6) não devem ser danificados

- Abra as bolachas (7) na parte superior e inferior com maçarico. A bucha (5) não deve ser danificada no processo.
- Remova as partes cortadas da esteira.
- Remova o pino (8). Se o pino foi danificado durante o corte das bolachas, as áreas danificadas devem ser esmerilhadas.
- Corte a porção externa (aprox. 10 mm) da bucha (5) e esmerilhe suavemente.

Montagem (Fig. 7)

- Instale um novo elo de corrente com 4 discos de encosto (9) e arruelas (10), alinhe-as usando o pino cônico para centralizá-las (Fig.4).

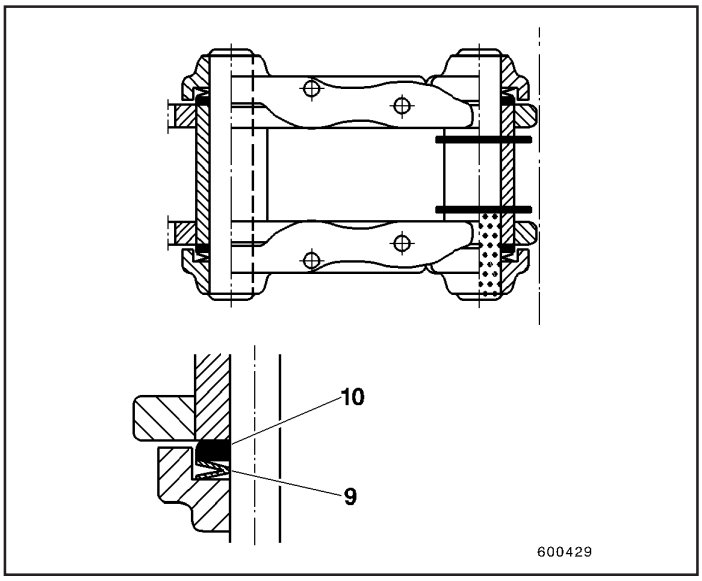


Fig.7

- Suporte o elo de corrente com blocos de madeira
- Insira 2 pinos mestres (4, 8, Fig. 6)
- Remova os blocos de madeira
- Tensione a corrente novamente.
- Instale as sapatas de esteira, aperte os parafusos ao torque recomendado.

Peças novas necessárias:

Para a substituição de um elo da corrente as seguintes peças são necessárias:

- 1 elo de corrente (Fig.8);
- 2 Pinos mestre;
- 2 Arruelas de encosto;
- 4 Arruelas de vedação.

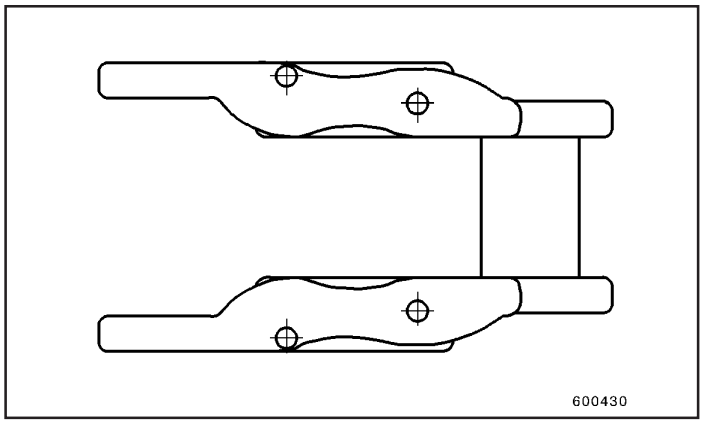


Fig.8

Esteira - Direção de translação

Ao substituir a corrente da esteira, assegure-se de que a esteira esteja sendo colocada com a orientação correta.

Uma corrente de esteira instalada de forma errada irá desgastar rapidamente os cantos externos das buchas da corrente e causar desgaste dos dentes da roda motriz. Como resultado, a vida útil será drasticamente reduzida.

Designações:

A. Direção de translação
1. Corrente da esteira
2. Sapata da esteira
3. Roda motriz
4. Roda guia ou roda tensora

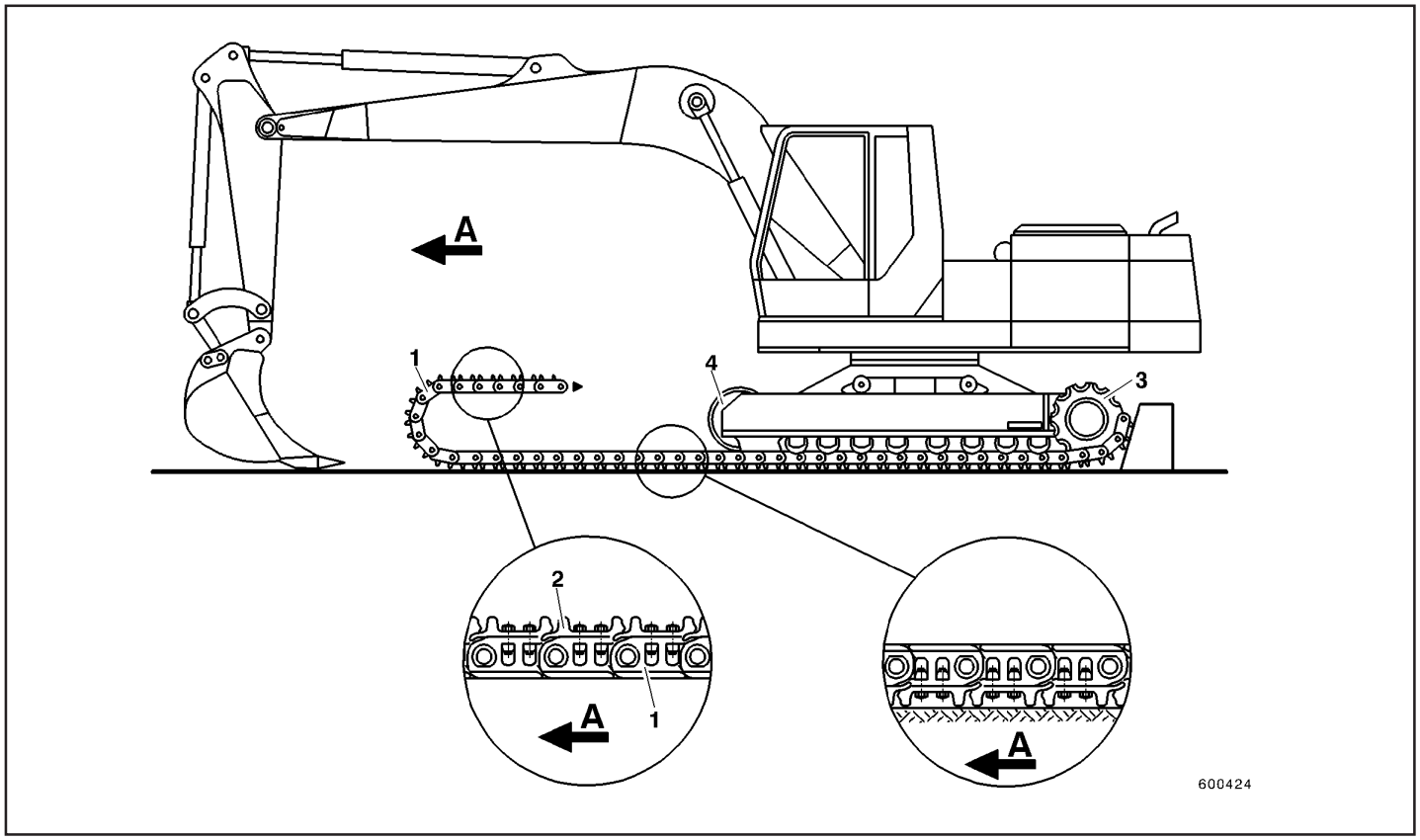


Fig.9

Tensionando a corrente da esteira

⚠ ADVERTÊNCIA

Leia e note a “Inspeção e serviço - Instruções de segurança” antes de iniciar o trabalho na corrente da esteira e tensionador da corrente.

- Verifique a tensão da corrente da esteira
- Limpe a válvula de retenção do cilindro de ajuste da tensão da corrente (Fig.10).

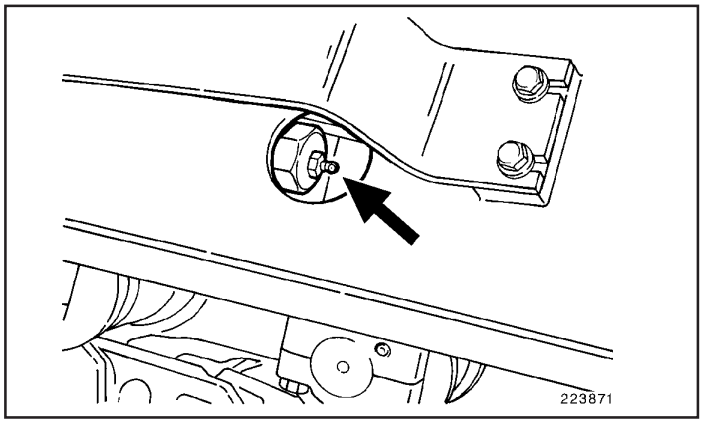


Fig.10

- Coloque o bico de enchimento da graxeira na válvula de retenção.

  Injete graxa até que a corrente de esteira esteja corretamente tensionada.
- Remova o bico de enchimento da graxeira da válvula de retenção. A válvula de retenção fecha automaticamente.

Corrente da esteira - Verificando a tensão

⚠ ADVERTÊNCIA

Leia e note as “Instruções de Segurança” antes de iniciar o trabalho na corrente de esteira e cilindro de ajuste da corrente.

- Limpe a esteira.
- Dirija a máquina por uma distância de aproximadamente duas vezes o comprimento da esteira. O cilindro de ajuste da corrente deverá distribuir a tensão uniformemente.
- Estacione a máquina em uma superfície limpa e nivelada.
- Coloque uma tábua sobre a esteira, entre os roletes superiores da esteira (Fig.11).

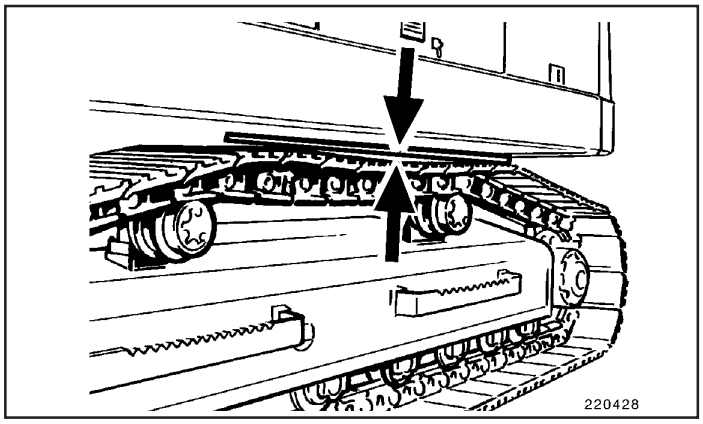


Fig.11

- Medir a maior distância entre a tábua e topo do perfil da sapata da esteira. O valor medido deve ficar entre 3 cm e 4 cm (Fig.11).

  Se o valor encontrado for maior, a tensão do cilindro de ajuste deve ser corrigida.

  Se o valor for menor, a tensão dever ser aliviada.

Roda tensora

A roda tensora é montada em dois elementos deslizantes que são guiados dentro da estrutura da esteira.

Com a roda guia a esteira é tensionada através de um elemento espaçador e cilindro de ajuste.

⚠ ADVERTÊNCIA

Nunca desmonte o cilindro de ajuste da tensão, pois ele pode estar sob pressão muito elevada.
Perigo de vida e ferimentos graves!
Sempre substitua cilindros de ajuste danificados como conjuntos completos.

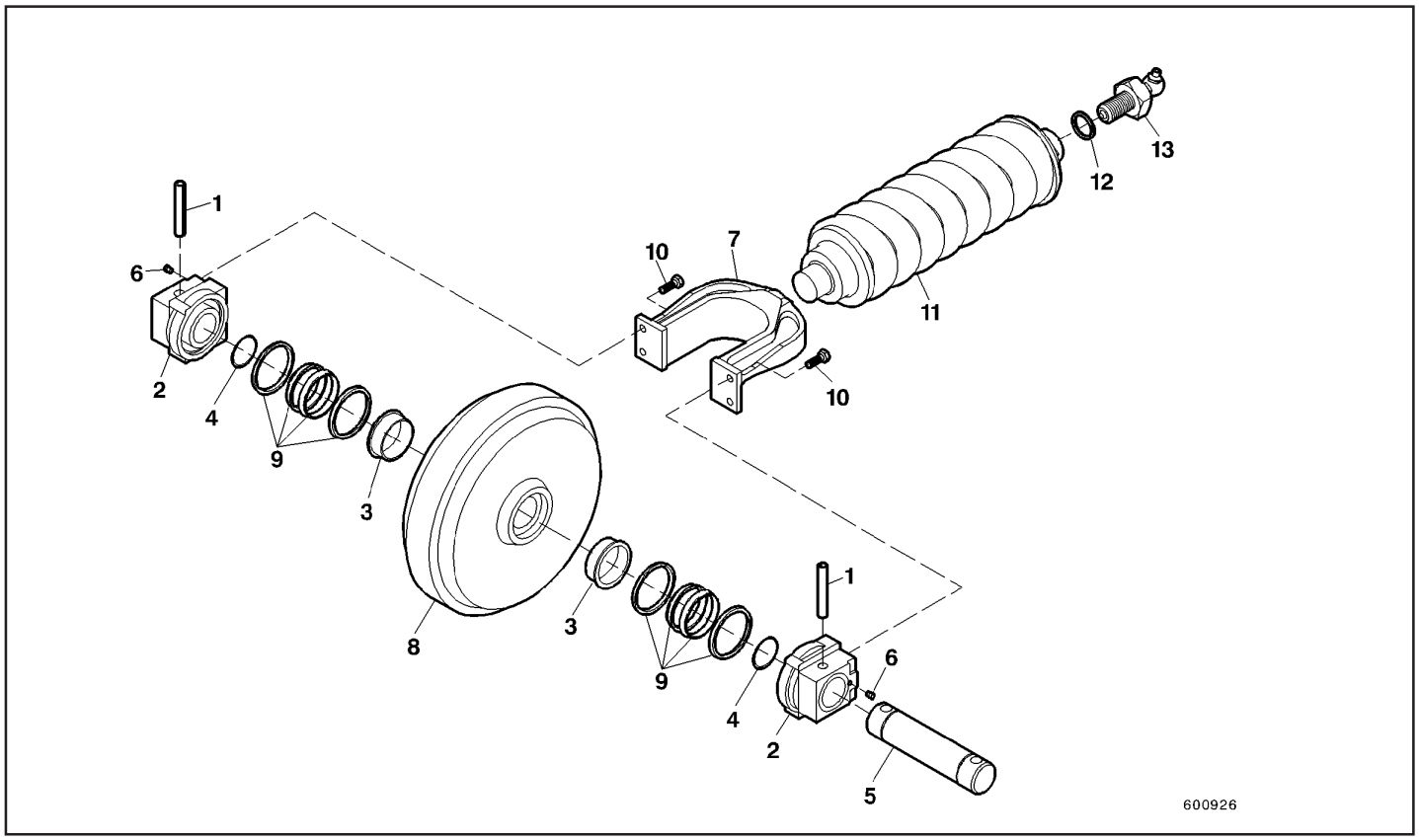


Fig.1

Componentes da roda tensora

Item	Quant.	Descrição	Peso kg/lb	Torque aplicado				
				ø Rosca	Grau Material	Chave mm	M_A N.m	Torque lb.ft
1	2	Pino trava						
2	2	Peça deslizante	6/14					
3	2	Bucha						
4	2	Anel O						
5	1	Eixo	7/16					
6	1	Bujão				6	20/14.75	
7	1	Garfo	16/36					
8	1	Roda guia	90/199					
9	2	Vedador “Duo cone”						
10	4	Parafuso		M 16	H5292	24	206/152	
11	1	Mola, roda tensora						
12	1	Anel de vedação						
13	1	Válvula de retenção						

Esta página foi deixada em branco intencionalmente

Instalação da roda tensora

Para instalar e ajustar a roda tensora, a seguinte seqüência deve ser observada:

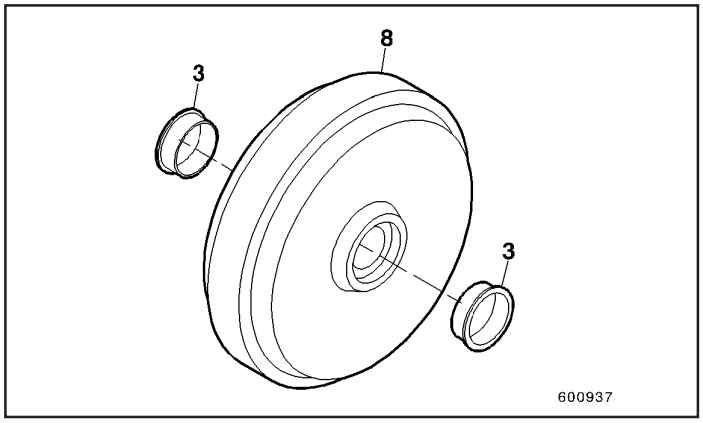


Fig.1

1. Insira ou pressione ambas as buchas (3) até o batente limitador na roda tensora

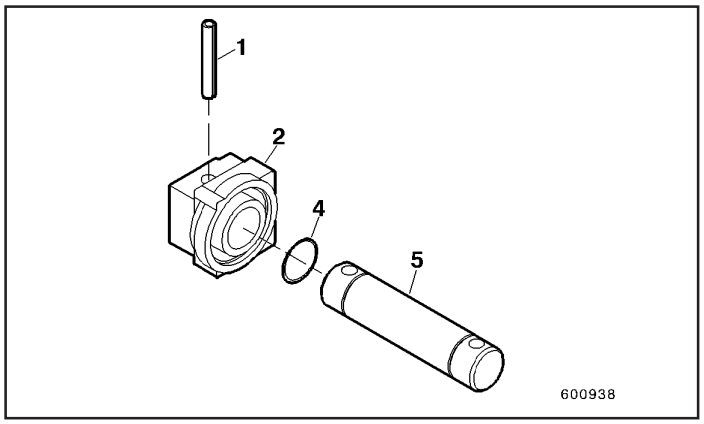


Fig.2

2. Insira um anel “O” (4) no elemento deslizante (2), de modo que o anel fique alojado no canal dentro do elemento deslizante.
3. Insira cuidadosamente o eixo (5) no elemento deslizante, tomando cuidado para não danificar o anel “O” (4).
4. Insira o pino elástico (1) no elemento deslizante (2) , travando o eixo (5) no elemento deslizante. A fenda da trava deve ficar direcionada no sentido do eixo.

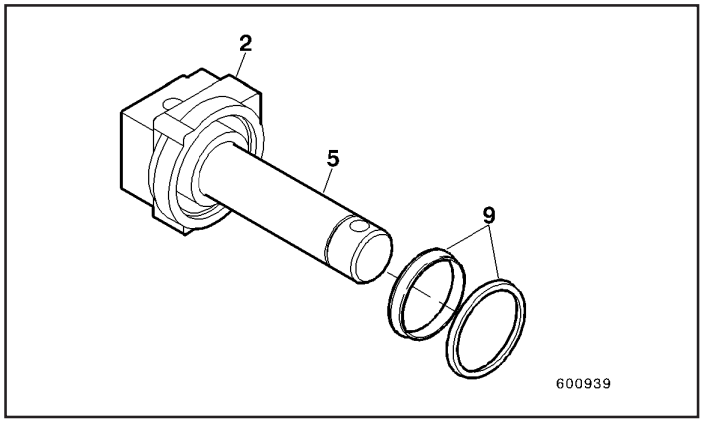


Fig.3

5. Coloque uma metade do vedador “duo cone”(9) sobre o eixo (5) e insira até encaixar no elemento deslizante (2) (vide vedadores “Duo-cone”).

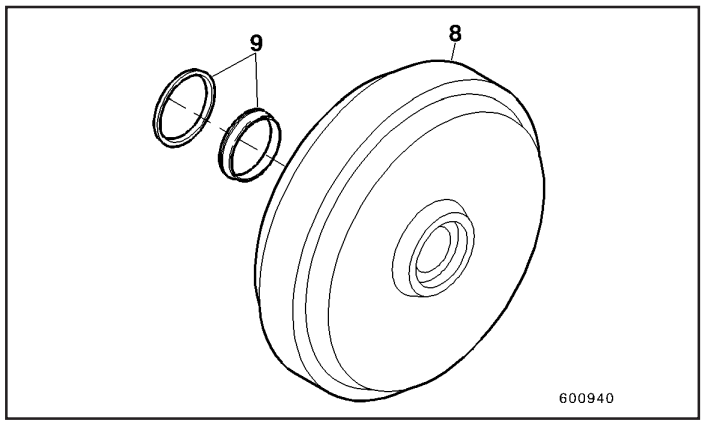


Fig.4

6. Insira a outra metade do vedador duo-cone (9) na roda tensora.

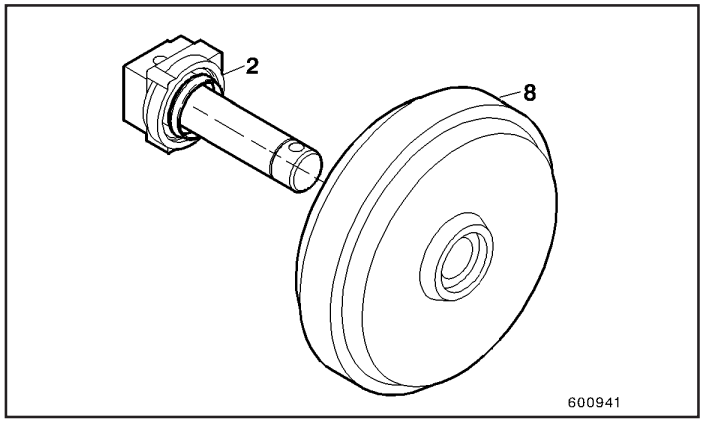


Fig.5

7. Instale o elemento deslizante (2) pré-montado com eixo (5) e vedador duo-cone (9) na roda tensora (8)

   Antes de instalar o vedador duo-cone, limpe cuidadosamente as superfícies de contato e **cubra a área de contato com uma película fina de óleo.**

   Não coloque óleo em nenhuma outra área dos vedadores duo-cone.

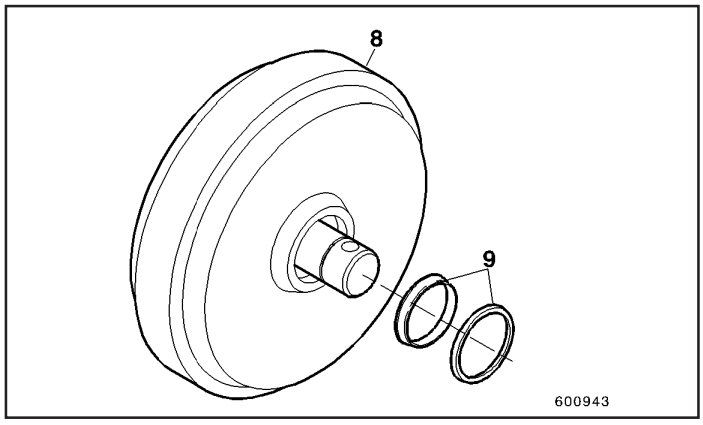


Fig.6

8. Insira uma metade do segundo vedador duo-cone (9) na roda tensora.

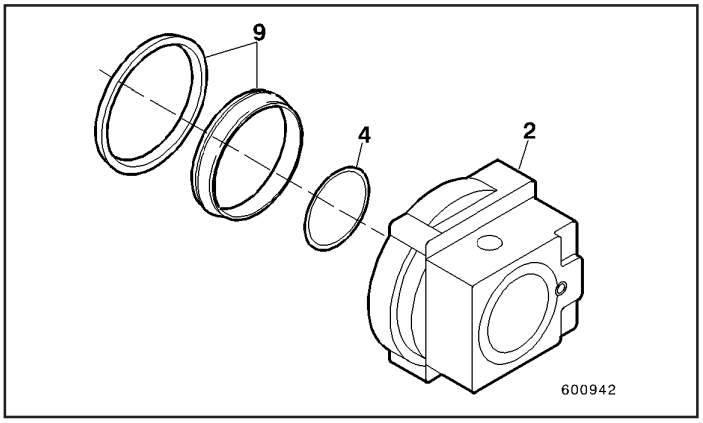


Fig.7

9. Insira o segundo anel “O” (4) e a outra metade do segundo vedador duo-cone (9) no segundo elemento deslizante (2). O anel “O” (4) deve ficar assentado dentro do canal do elemento deslizante (2).

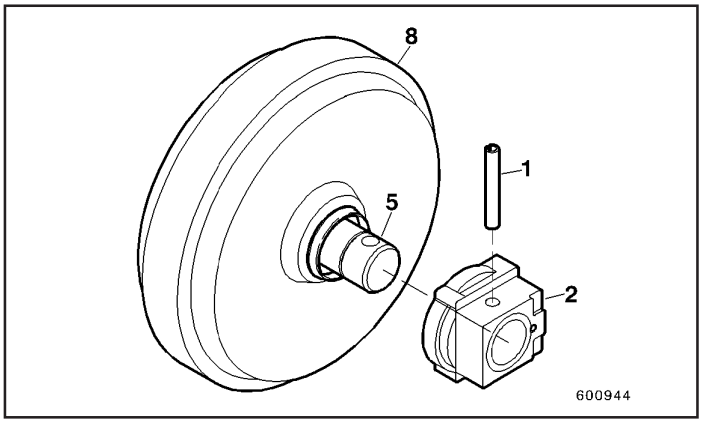


Fig.8

10. Instale o elemento deslizante (2) pré-montado com anel “O” e vedador duo-cone no eixo pré-montado (5) e roda guia (8), travando-o no eixo com o pino elástico (1). A fenda do pino deve ficar direcionada no sentido do eixo. Antes de montar o vedador duo-cone, limpe cuidadosamente a superfície de contato e **cubra a área de contato com uma fina película de óleo. Não** coloque óleo em nenhuma outra área dos vedadores duo-cone.

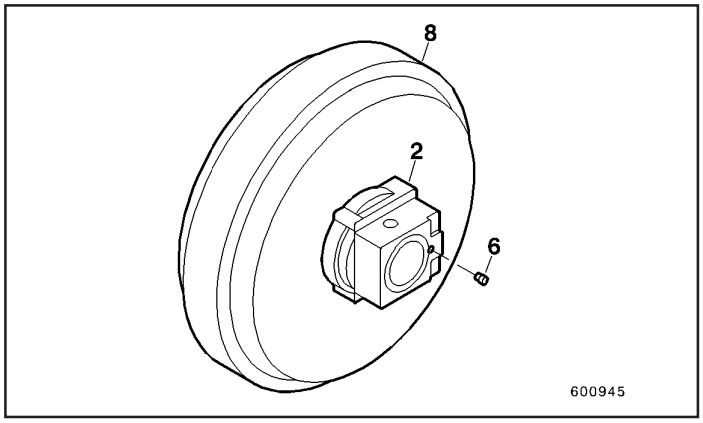


Fig.9

11. Preencha com óleo lubrificante através dos orifícios nos elementos deslizantes (2). O tipo de óleo e a quantidade estão discriminadas no Manual do Operador.

    Feche os orifícios após o preenchimento utilizando os Bujões (6).

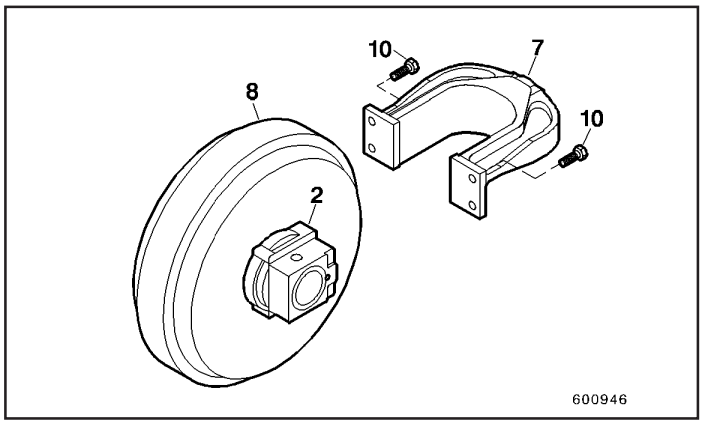


Fig.10

12. Conecte o garfo (7) com parafusos (10) aos elementos deslizantes (2), já montados na roda tensora (8) (para torque de aperto vide tabelas).

Roletes inferiores da esteira

Os roletes inferiores da esteira têm lubrificação permanente. Não necessitam manutenção até que os limites de desgaste tenham sido atingidos.

Os roletes são selados com vedadores duo-cone (8, Fig.1). Função e montagem dos vedadores duo-cone - vide capítulo “Vedadores Duo-cone”.

A maioria dos vazamentos de roletes de esteira é devida a sujeira que entra através do labirinto (vide seta, Fig.2) e penetra nos vedadores duo-cone.

O rolete pode voltar a ser totalmente operacional, removendo, limpando e depois preenchendo o com óleo novo.

Componentes do rolete da esteira

Item	Quant.	Descrição	Peso kg/lb	Torque aplicado				
				ø Rosca	Grau Material	Chave mm	M_A N.m	Torque lb.ft
1	1	Rolete inferior	40/90					
2	2	Mancal	3/10					
3	2	Pino trava elástico						
4								
5	1	Bujão						
6	1	Mancal	3/10					
7	2	Bucha						
8	2	Vedador duo-cone						
9	2	Anel “O”						
10	1	Eixo	11/25					
11	1	Rolete	22/50					

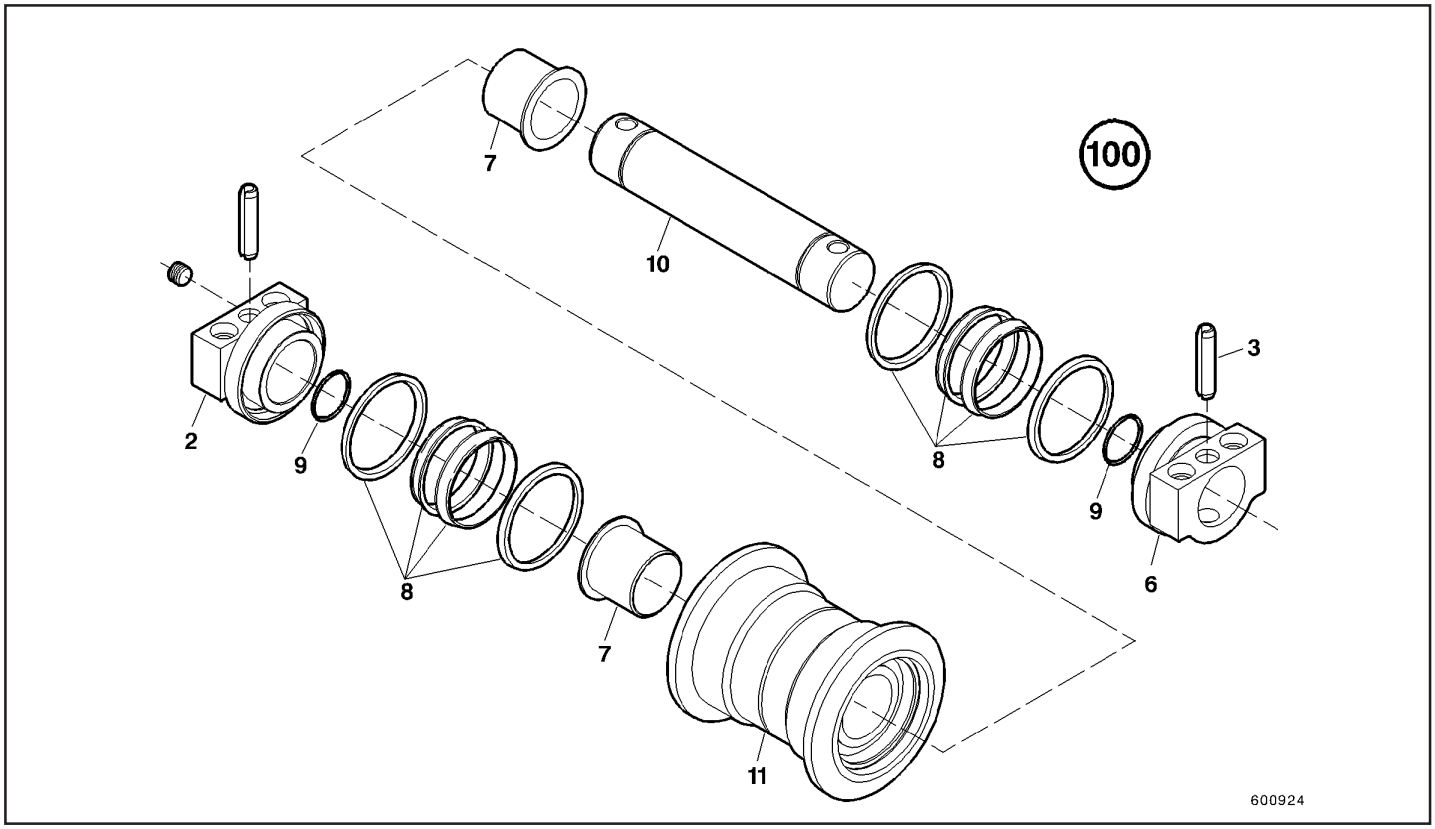


Fig.1

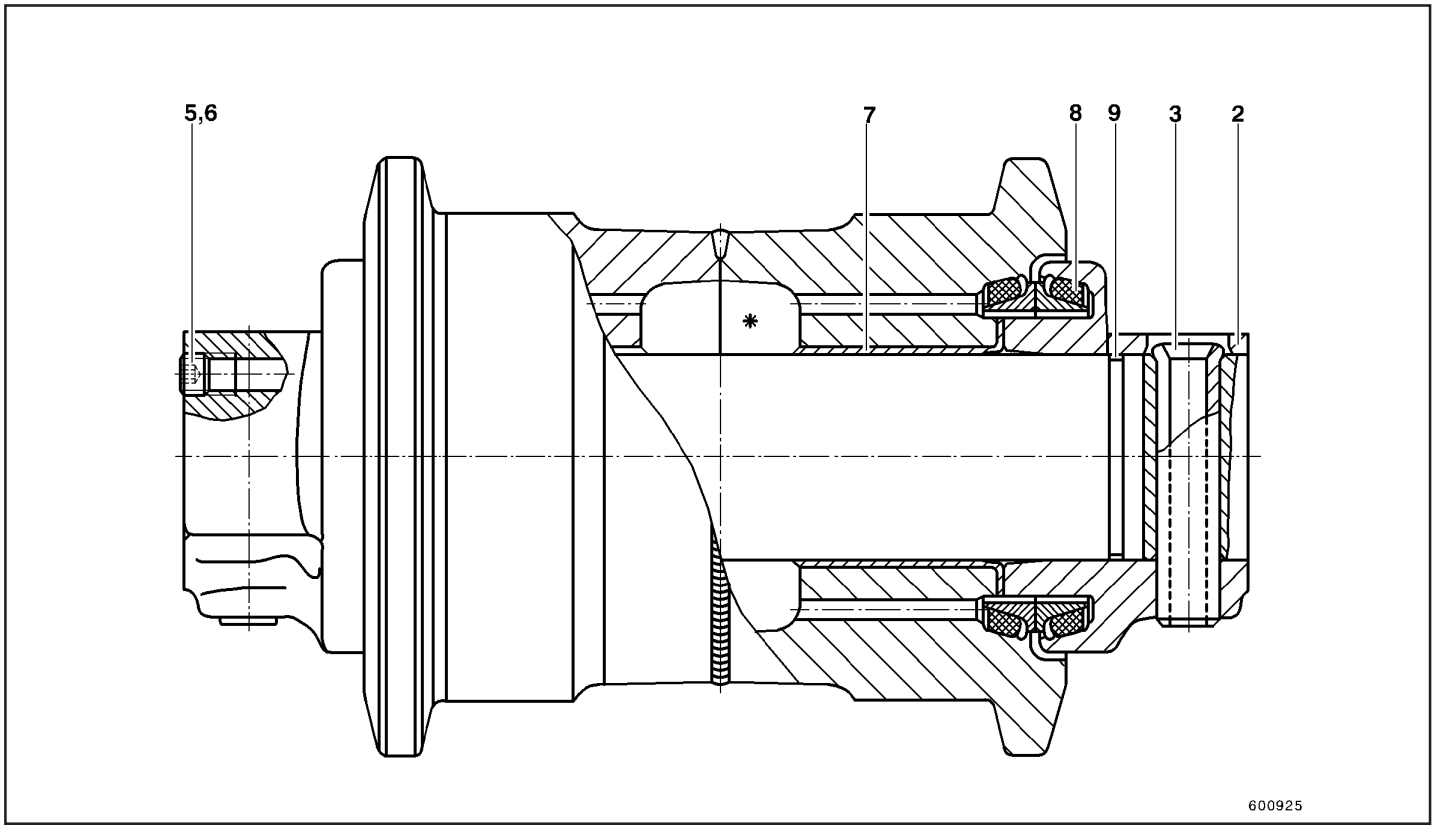


Fig.2

Rolete superior da esteira

Em cada estrutura da esteira 2 roletes superiores são instalados.

Os roletes superiores da esteira possuem lubrificação permanente. Eles não necessitam de qualquer manutenção até que os limites de desgaste tenham sido atingidos.

Os roletes estão selados com vedadores duo-cone (11, Fig.1). Função e montagem de vedadores “Duo-cone” - vide capítulo “Vedadores Duo-cone”.

A maioria dos vazamento dos roletes é devida a sujeira que entra pelo labirinto (vide seta, Fig.2) e penetra nos vedadores duo-cone.

O rolete pode voltar a ser totalmente operacional sendo removido, limpo e depois preenchido com óleo novo.

Componentes dos roletes superiores da esteira (Figura 1):

Item	Quant.	Descrição	Peso kg/lb	Torque aplicado				
				ø Rosca	Grau Material	Chave mm	M_A N.m	Torque lb.ft
1	1	Rolete superior da esteira	16/35					
2								
3	1	Tampa						
4	1	Anel “O”						
5	2	Parafuso					54-63	40-46
6	2	Arruela						
7	2	Bucha						
8	1	Rolete superior	10/25					
9	1	Bujão						
10	2	Anel “O”						
11	1	Vedador Duo-cone						
12	1	Mancal						
13	1	Eixo	3/10					

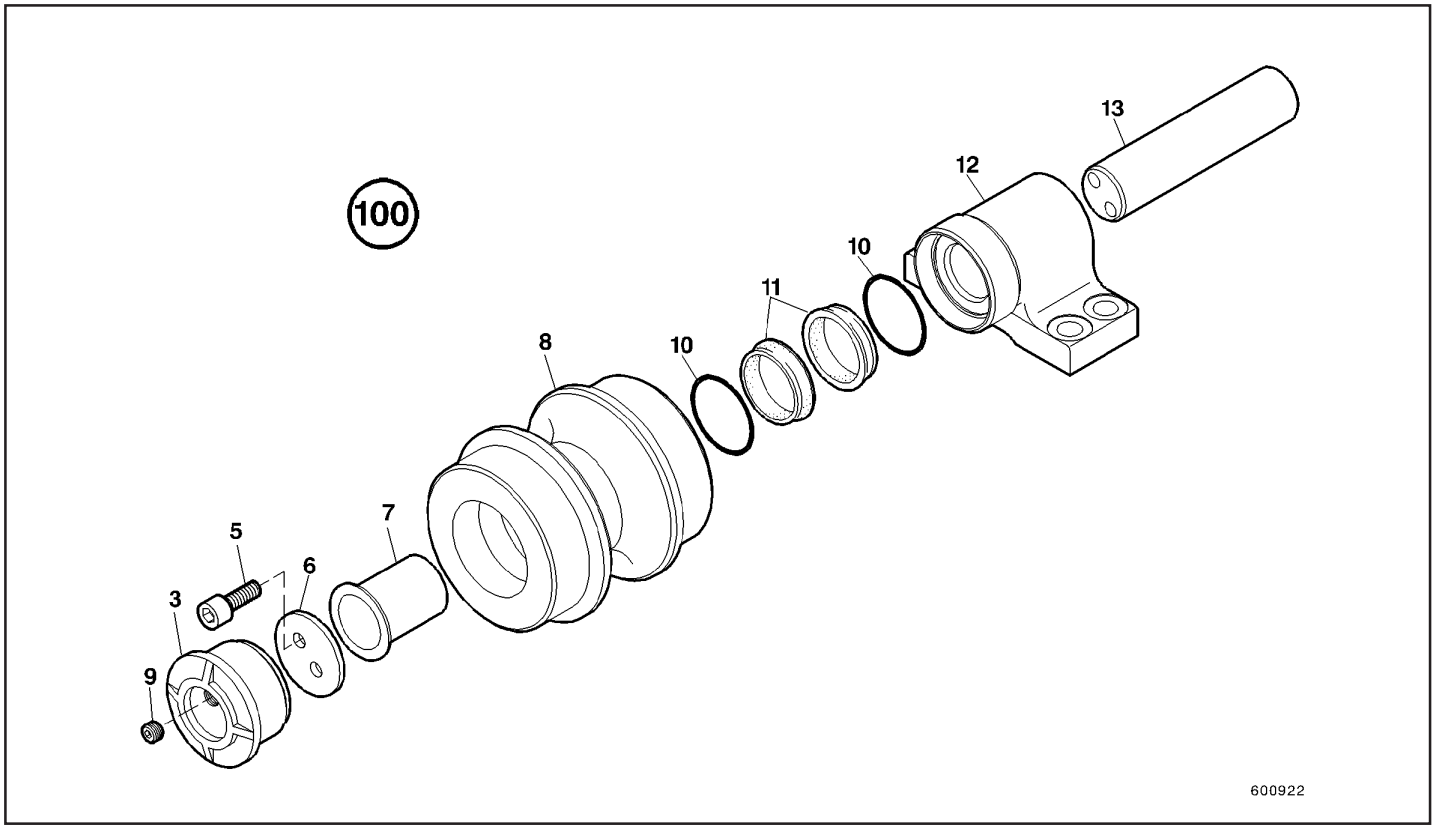


Fig.1

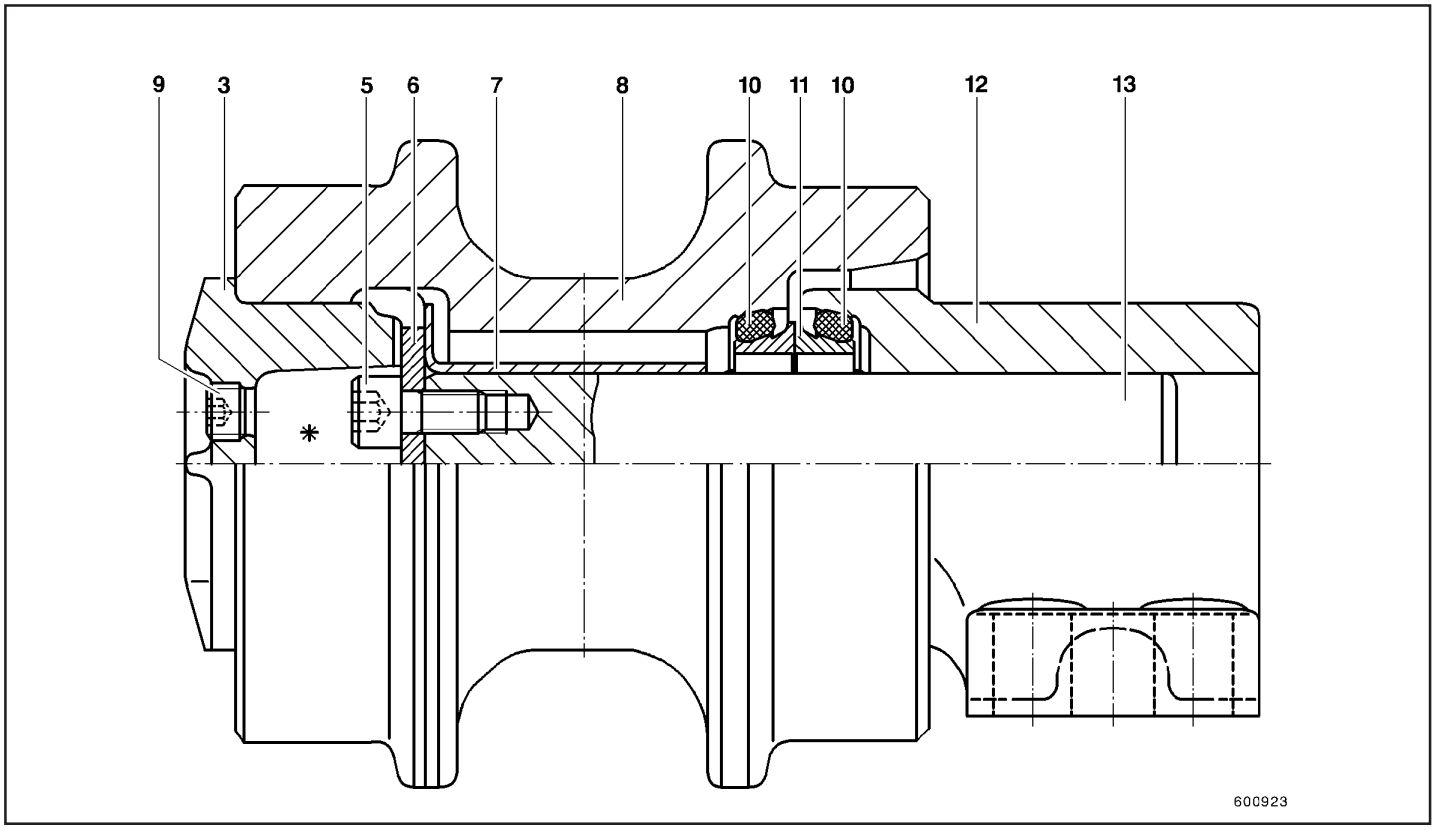


Fig.2

Roda motriz

A roda motriz é parafusada à caixa de engrenagens de translação.

- Requisitos de montagem

  A remoção e instalação da roda motriz é possível com a caixa de engrenagens de translação instalada.
- Apertando os parafusos

  As roscas e superfícies de contato da cabeça do parafuso devem ser ligeiramente oleadas.
- Superfícies de contato

  Examine as superfícies de contato da roda motriz e caixa de engrenagens de translação para verificar se sofreram algum dano e limpe as com thinner (Peça Nº 73171477) para remover tinta ou graxa.

  As superfícies de contato devem estar absolutamente limpas, até o metal brilhante e livres de graxa.
- Furos roscadas

  Todos os furos roscados da caixa de engrenagens de translação devem ser limpas com jato de ar comprimido, cuidadosamente verificados quanto a presença de tinta, ferrugem, danos e se necessário, roscas novas devem ser usinadas.
- Adesivos

  Quando uma roda motriz for preparada para instalação, aplique uma fina película de adesivo (Peça Nº 73176144) em uma das superfícies de contato.

  Aplique o adesivo a aproximadamente 10 mm de distância dos furos roscados. Ao se montar a roda motriz, nenhum adesivo deve alcançar os furos roscados. A Penetração de adesivo nos furos roscados resultará em fricção adicional, causando erro no torque de aperto.
- Instalação

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Inicie a montagem imediatamente após a aplicação do adesivo.***
> ***O endurecimento do adesivo começa imediatamente após as superfícies de metal terem sido unidas, devido a exclusão de ar, a cura é completa após aproximadamente 48 horas à temperatura ambiente de 20°C (68°F).***
> ***O processo de endurecimento começa somente após um período inicial considerável, de modo que a operação de montagem e ajuste pode se estender por um período de até 8 horas no máximo.***
> ***Em temperatura de - 45°C (-50°F) é necessário borrifar um ativador (Peça Nº 73176145) na segunda superfície de contato, isto é, a superfície sem adesivo.***

Os parafusos devem ser apertados em seqüência cruzada até o torque recomendado.

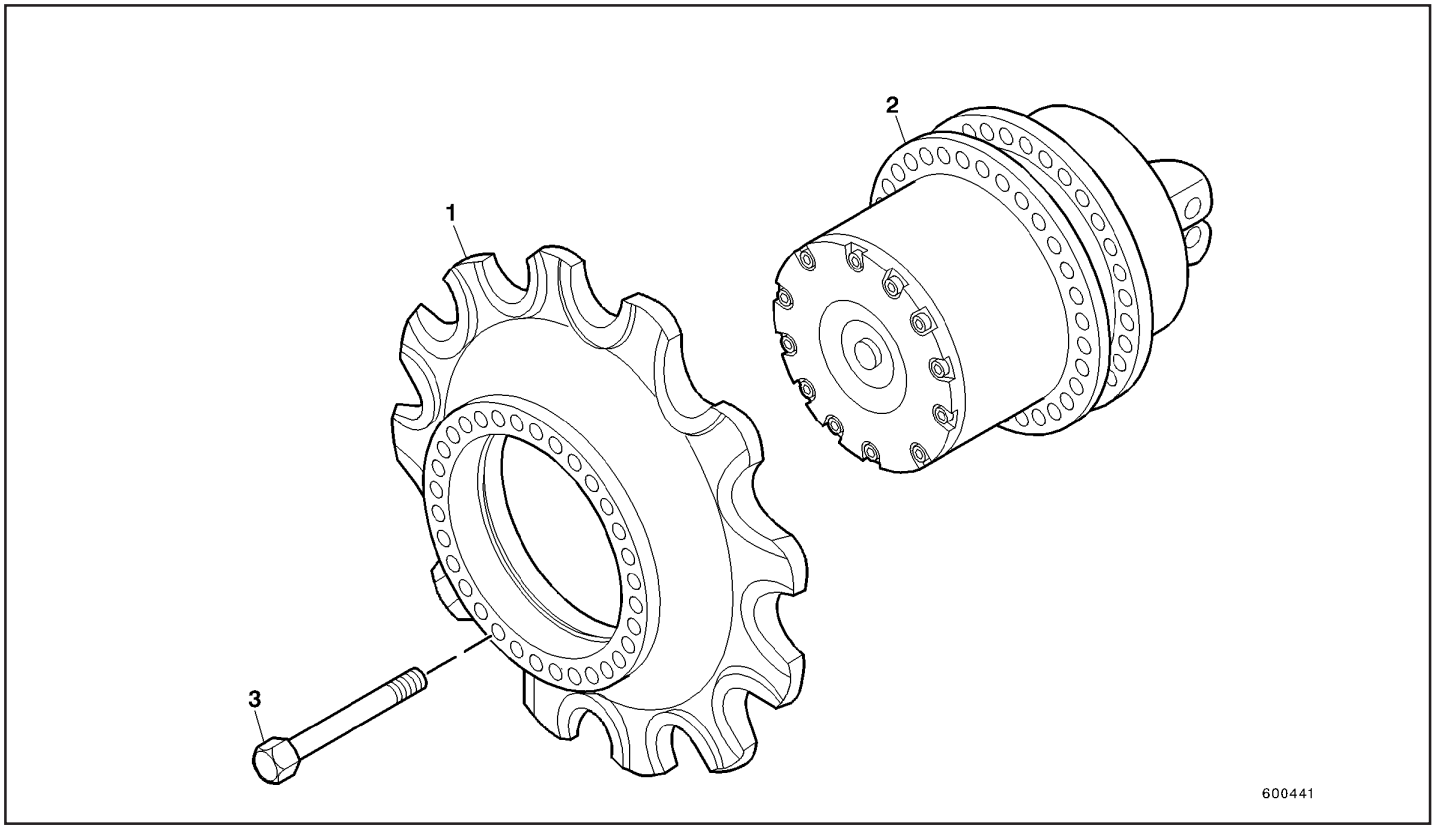


Fig.1

Componentes da roda motriz (Figura 1)

Item	Quant.	Descrição	Peso kg/lb	Torque aplicado				
				ø Rosca	Grau Material	Chave mm	M_A N.m	Torque lb.ft
1	1	Roda motriz	45/100					
2	2	Caixa de engrenagens de translação	204/450					
3	20	Parafuso		M 20x1,5[1)]	10.9	30	670	494

[1)] Com trava líquida

Caixa de engrenagens de translação

Remoção e instalação

A remoção e instalação da caixa de engrenagens de translação é descrita no capítulo 07.

Sapatas da esteira

Substituição das sapatas da esteira

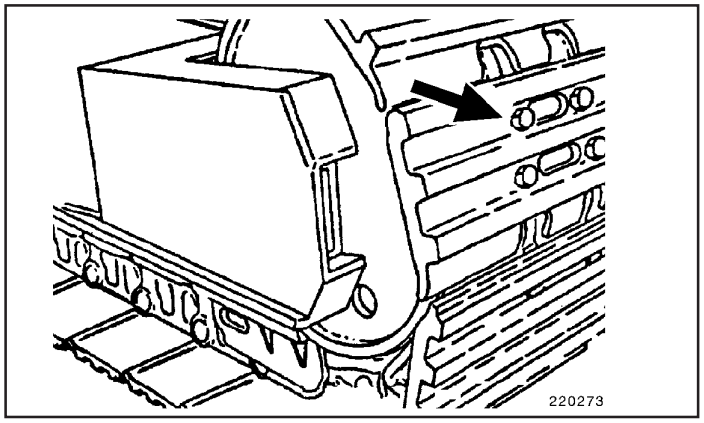


Fig.1

Substitua as sapatas desgastadas ou danificadas, imediatamente, para evitar danos maiores à máquina.

- Remova os parafusos (Fig.1) e as sapatas danificadas.
- Limpe as superfícies de contato da corrente e das sapatas novas.
- Aplique óleo de parafina às superfícies de contato, e depois pó de silicone granulação 120-150.

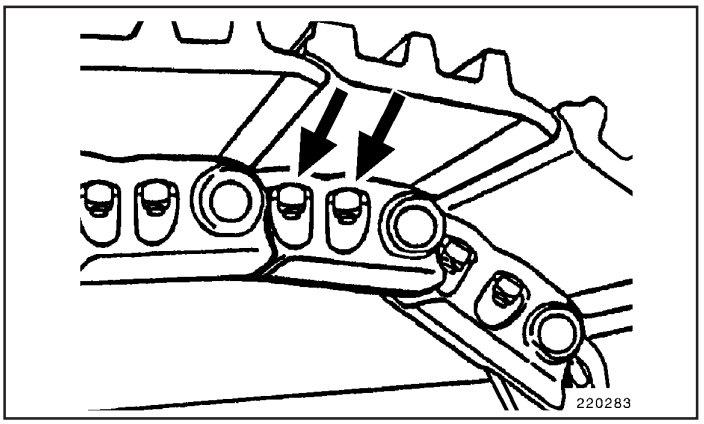


Fig.2

- Atarrache as sapatas novas na corrente. Assegure-se de que as porcas estejam adequadamente assentadas nos sulcos dos elos.
- Aperte os parafuso usando um torquímetro.

Vedadores duo-cone

Vedadores duo-cone (também denominados de vedadores aço sobre aço) são usados para vedar eixos. A disposição do vedador é tal que um anel de aço, montado elasticamente sobre o componente fixo, faz contato axial contra um segundo anel de aço, que também é montado elasticamente, mas agora sobre o componente giratório.

Os vedadores duo-cone são utilizados nos roletes inferiores da esteira, roletes superiores da esteira e rodas tensoras das escavadeiras.

Vazamentos nestes componentes geralmente ocorrem devido a vedadores duo-cone danificados. Em casos de vazamentos, os vedadores duo-cone devem ser substituídos imediatamente.

Observe os seguintes pontos quando estiver montando vedadores duo-cone:

- As superfícies de contato “A” dos anéis de aço (1, Fig.1) devem estar completamente livres de riscos e abrasões.

  Limpe todos os traços de óleo e poeira das superfícies de movimento “A” e assentos bizelados “B”.

  As superfícies devem estar secas e livres de ferrugem, escamas e escórias.

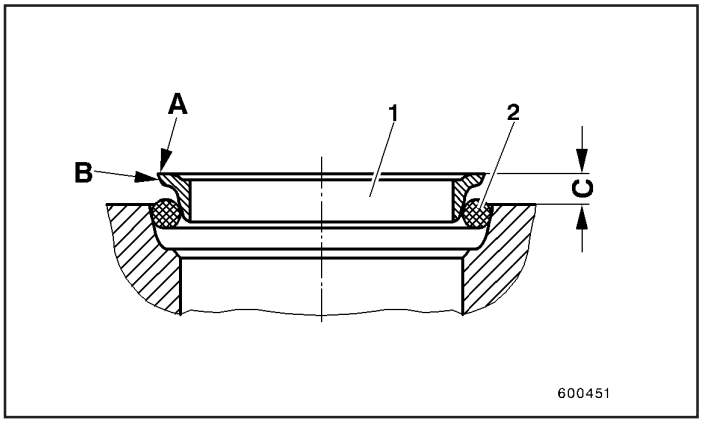


Fig.1

- Assentar o selo de borracha (2) sobre o anel de aço (1, Fig.2). O anel de borracha (2) estará corretamente posicionado quando estiver assentado sem torções, paralela à superfície do anel de aço (1).

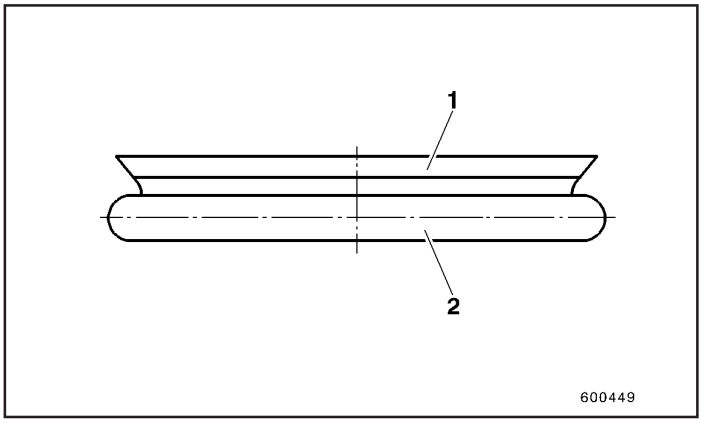


Fig.2

- Coloque uma metade completa (1) e (2) do vedador duo-cone no componente rígido e a outra metade completa no componente giratório (Fig.3) - mas sem usar qualquer lubrificante. Certifique que a distancia “C” é igual em toda volta do vedador.

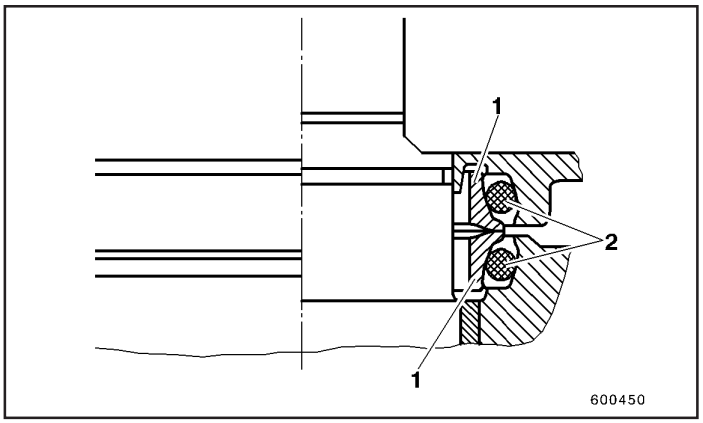


Fig.3

- Antes de juntar os dois componentes da máquina (componente rígido e giratório), limpe cuidadosamente as superfícies “A” dos anéis de aço (1) para remover corpos estranhos ou até mesmo impressões digitais. Aplique uma gota de óleo fino entre as superfícies de rolamento, sem permitir que o óleo chegue até as outras partes do conjunto.

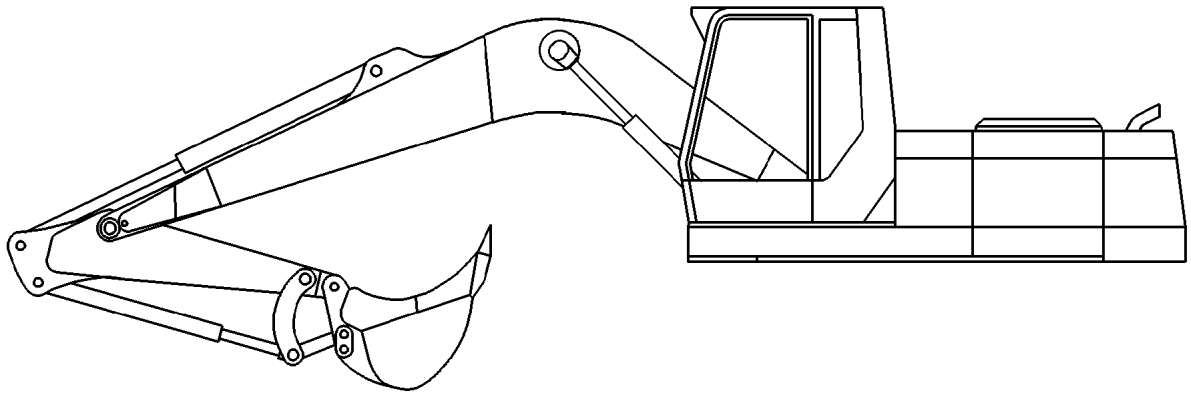
⚠ *CUIDADO*

NUNCA instale uma metade nova de vedador duo-cone sobre a metade já usada.
Quando estiver remontando vedadores duo-cone usados, certifique-se de que os pares previamente instalados continuem juntos novamente.

NOTAS

Esta página foi deixada em branco intencionalmente

Estrutura Superior



600007

SUMÁRIO

ESTRUTURA SUPERIOR 3
Prefácio 3
Instruções de segurança 3
ROLAMENTO DO PRATO GIRATÓRIO 8
Informações gerais 10
Desmontando/montando o rolamento do prato giratório 11
Ferramentas e acessórios auxiliares 11
Desmontando o rolamento do prato giratório 12
Instalando o rolamento de giro 14
Pinhão da caixa de engrenagens de giro 15
INSTALAÇÃO DO MOTOR 17
Informação Geral 17
Removendo o motor diesel 18
Instalando o motor Diesel 19
ACOPLAMENTO DO MOTOR 20
Informação geral 20
Removendo o acoplamento 22
Instalando o acoplamento 23

ESTRUTURA SUPERIOR

Prefácio

O “Manual de Especificações Técnicas” contém informação importante para o pessoal de assistência técnica trabalhando no equipamento. Especificações da máquina relacionadas em outros lugares da documentação podem não estar necessariamente repetidas neste manual.

A documentação inclui:

- Instruções de operação
- Relação de peças de reposição
- Tabela com as dimensões e dados técnicos da máquina

Esta brochura não contém as especificações de unidades auxiliares para a operação de equipamentos adicionais, opcionais ou especificações de máquinas individuais.

As quantidades especificadas de fluidos para preenchimento, são quantidades aproximadas que servem como ajuda no planejamento de requisitos de materiais de consumo. Cada unidade é equipada com dispositivos adequados para a verificação, como por exemplo, vareta do nível de óleo ou bujões de verificação, permitindo ao operador verificar se os reservatórios estão corretamente preenchidos.

Instruções de segurança

Perigo no caso da não observância das instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Esta escavadeira hidráulica foi construída dentro de padrões “estado-da-arte” e reconhecidas regras de segurança.
Porém, a operação da máquina quando houver suspeita de que exista ou tenha ocorrido uma falha, ou execução de trabalhos de reparo de maneira indevida, pode:

- **Por em risco a vida de pessoa em contato com a máquina;**
- **Danificar a máquina e outras propriedades.**

A escavadeira hidráulica deve ser desligada imediatamente quando houver suspeita de que haja ou esteja ocorrendo qualquer falha, para garantir que a segurança do operador ou outras pessoas no local de trabalho ou mesmo outros materiais e propriedades não sejam comprometidos.
Todos os componentes são cuidadosamente coordenados.
Operação sem problemas e longa vida útil de serviço só podem ser atingidas com peças originais de reposição.

⚠ ADVERTÊNCIA

Pessoal

Esta máquina não deve ser ligada por pessoas não autorizadas.
Por isso deve ficar assegurado que a máquina não possa ser ligada ou movida por pessoas não autorizadas.
Observe-se os regulamentos de prevenção de acidentes.
A escavadeira hidráulica pode ser operada, mantida ou reparada somente por pessoal treinado, especialmente autorizado e com conhecimentos técnicos adequados para a função. Na ausência destes conhecimentos, instruções meticulosas devem ser ministradas por pessoal técnico experiente.
As pessoas envolvidas devem ler e entender as instruções de operação e em particular, o capítulo intitulado : "Instruções Fundamentais de Segurança".
Somente estas pessoas poderão dar partida na máquina durante sua montagem, de modo a permitir o ajuste dos equipamentos.
Operação incorreta da máquina ou equipamentos pode dar margem a situações de risco de vida.
Durante todos os trabalhos, observar sempre os procedimentos de ligar e desligar a máquina, descritos nas instruções de operação.

⚠ ADVERTÊNCIA

Pessoal

Equipamentos de proteção pessoal e roupas de trabalho:
Use um capacete de segurança, sapatos de segurança e luvas.
Use roupas de trabalho justas quando estiver trabalhando na máquina
Roupas largas e soltas podem enroscar em peças da máquina, resultando em acidente.
Se a tarefa a executar exigir ajudantes ou serventes, as atribuições de cada ajudante devem ser claramente definidas antes de se iniciar o trabalho.
As responsabilidades individuais devem ser meticulosamente observadas para se evitar que atribuições pouco claras coloquem em risco a segurança.

Ferramentas e Auxiliares

Ferramentas, guindastes, gruas e outros dispositivos devem ser confiáveis e estar em bom estado de conservação.
Cavacos de metal podem causar ferimentos quando parafusos sob pressão estiverem sendo colocados ou removidos.
Cilindros de latão ou cobre devem portanto ser utilizados para esta finalidade e óculos de segurança devem ser usados.
Para subir ou descer da máquina usar somente escadas, plataformas e corrimãos providos para esta finalidade.
Mantenha as escadas e plataformas sempre sobre superfícies não escorregadias.
Remova imediatamente todo óleo, graxa, terra, lama, neve, gelo e quaisquer outros materiais estranhos.

⚠ ADVERTÊNCIA

Imobilização da máquina

Antes de se iniciar qualquer trabalho de montagem da máquina e seus acessórios, ela deve ser assegurada contra partida e uso indevido e/ou não autorizado, colocando-se calços sob as rodas ou esteiras e abaixando todos os implementos até ao solo.

Posicione os implementos no chão, de maneira tal que nenhum movimento possa ser feito quando conexões mecânicas ou hidráulicas forem removidas.

Prenda qualquer implemento ou componente a ser montado ou desmontado, ou que tenha sua posição alterada, utilizando gruas, alças ou suportes e dispositivos adequados, de maneira a evitar que elas se movam, caiam ou escorreguem inadvertidamente.

Sistemas e unidades (por exemplo, tubos, acumuladores, etc.) devem ser devidamente despressurizados antes de serem abertos.

Dispositivos de proteção das partes móveis da máquina podem ser abertos ou removidos somente quando a unidade motriz das partes móveis estiver parada e protegida contra partida inadvertida.

Antes de se liberar a máquina, todos os dispositivos de proteção devem ser reinstalados.

⚠ ADVERTÊNCIA

Sistemas Hidráulicos e de Lubrificação

Observe sempre as regras de segurança aplicáveis ao produto quando estiver lidando com óleos, graxas e quaisquer outras substância químicas.

Orifícios abertos mas não usados, tubulação e conexões de mangueiras, devem ser seguramente vedados contra possível pressão existente nos mesmos.

Complete óleo hidráulico coletado, de volta para o sistema hidráulico, somente através dos filtros de retorno do fluxo.

Descarte óleos não reutilizáveis sem poluir o meio ambiente.

Observe a seqüência correta de trabalho quando ajustando ou repondo componentes ou implementos.

A seqüência recomendada de trabalho foi especificada e testada por profissionais qualificados.

Troque unidades defeituosas ou mecanicamente pré tencionadas, somente como um jogo completo. Nunca abrí-las.

Em casos excepcionais, desmonte somente quando o sistema e seqüência de operação são precisamente conhecidos. O Manual Técnico não contém nenhuma informação sobre este tipo de trabalho. Quando a máquina tiver atingido a temperatura de operação, os fluidos também devem estar à esta temperatura. Portanto precaução deve ser tomada para evitar queimaduras.

Equipamentos devem estar impossibilitados contra partida ou funcionamento inadvertido, por exemplo, colocando-se blocos sob as rodas ou esteiras e abaixando todos os implementos de trabalho até o solo.

Tome cuidado ao manipular ácidos, como por exemplo, ácido de bateria. Respingos de ácido podem causar ferimentos aos olhos ou pele.

Tome cuidado com chamas abertas e lâmpadas sem proteção.

Não somente combustíveis, mas também outros fluidos podem ter um ponto de fulgor baixo e inflamarem-se facilmente.

⚠ ADVERTÊNCIA

Conversões ou modificações na máquina
Conversões ou modificações não autorizadas na escavadeira hidráulica são proibidas por razões de segurança.
A pressão nominal das válvulas de alívio de pressão não deve ser modificada.
Não remova os lacres de chumbo das válvulas de alívio de pressão e acumuladores de pressão.

⚠ *CUIDADO*

Liberação para serviço
Antes de liberar a máquina para serviço novamente:
- ***Engraxe todos os pontos de lubrificação;***
- ***Verifique todos os níveis de fluido e fazer as correções necessárias;***
- ***Faça todas as verificações funcionais em todos os componentes reparados;***
- ***Verifique todas as funções da escavadeira, inclusive os freios, durante um teste operacional. Libere a escavadeira hidráulica para serviço somente após todas as funções terem sido verificadas e certificadas para comprovar que funcionam perfeitamente.***

Esta página foi deixada em branco intencionalmente

ROLAMENTO DO PRATO GIRATÓRIO

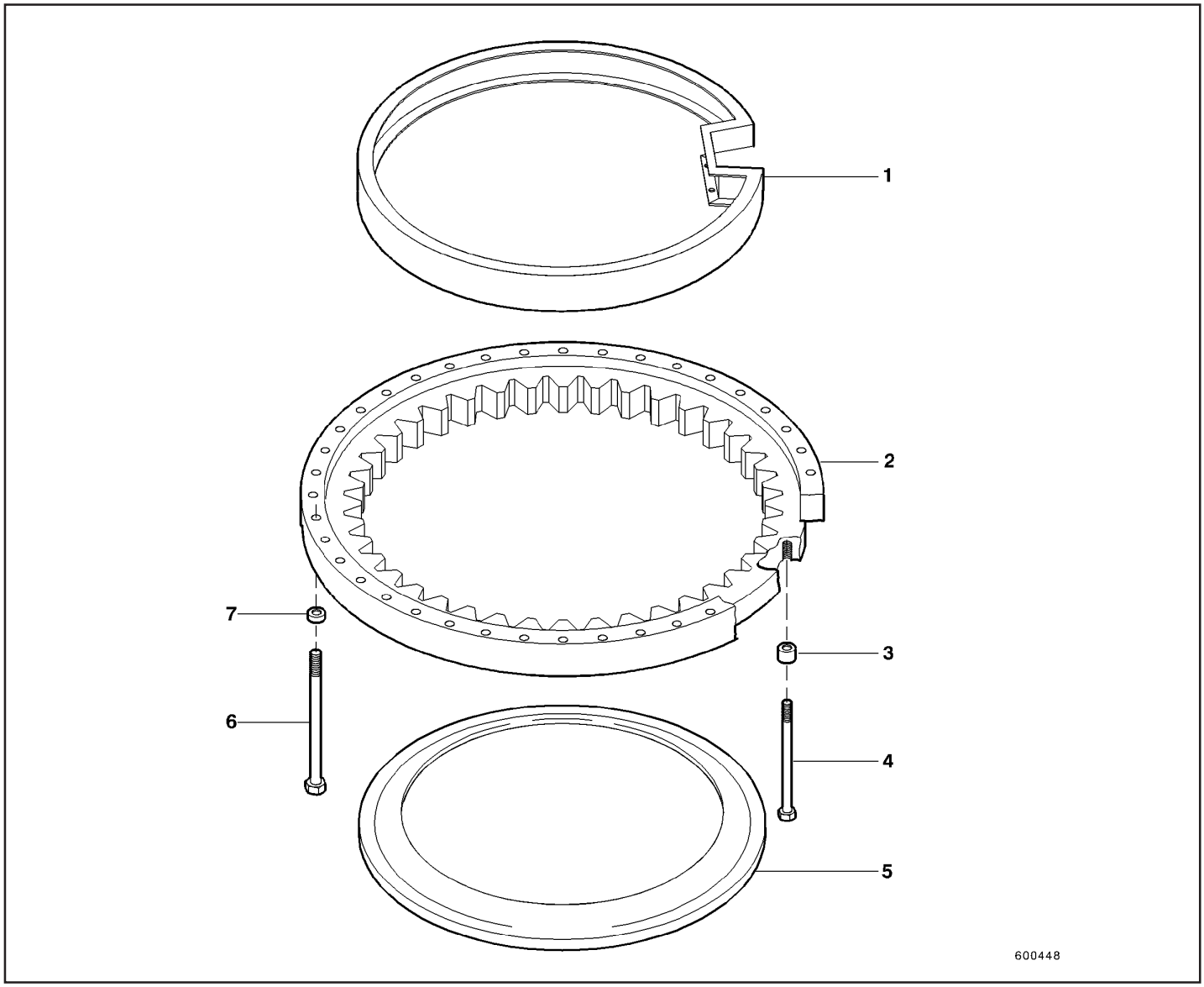


Fig.1

ESTRUTURA SUPERIOR

Item	Quant.	Descrição	Peso kg/lb	Torque aplicado				
				ø Rosca	Grau Material	Chave mm	M_A N.m	Torque lb.ft
1	1	Tampa	12/27					
2	1	Rolamento do prato giratório	160/353					
3	36	Espaçador						
4	36	Parafuso		M20x1,5x-85[1)]	10.9	30	490	361
5	1	Vedador						
6	36	Parafuso		M20x100[1)]	10.9	30	540	398
7	36	Espaçador						

[1)] Com trava líquida

Informações gerais

O rolamento do prato giratório desta máquina é um rolamento de esferas de pista única, constituído de um prato dentado como pista interna (1, Fig.2), uma pista externa (2) e esferas correndo entre elas.

A pista interna dentada é presa à estrutura da esteira inferior por 36 parafusos e a pista externa à estrutura superior por 36 parafusos.

O pinhão da caixa de engrenagens de giro acopla-se aos dentes, permitindo que a estrutura superior gire sobre a estrutura da esteira inferior.

Seis bicos de lubrificação (3) estão localizados sobre a circunferência do rolamento do prato giratório para lubrificação do rolamento do anel de giro. Os dentes são lubrificados por um bico de lubrificação na estrutura-A (vide Manual do Proprietário da Máquina).

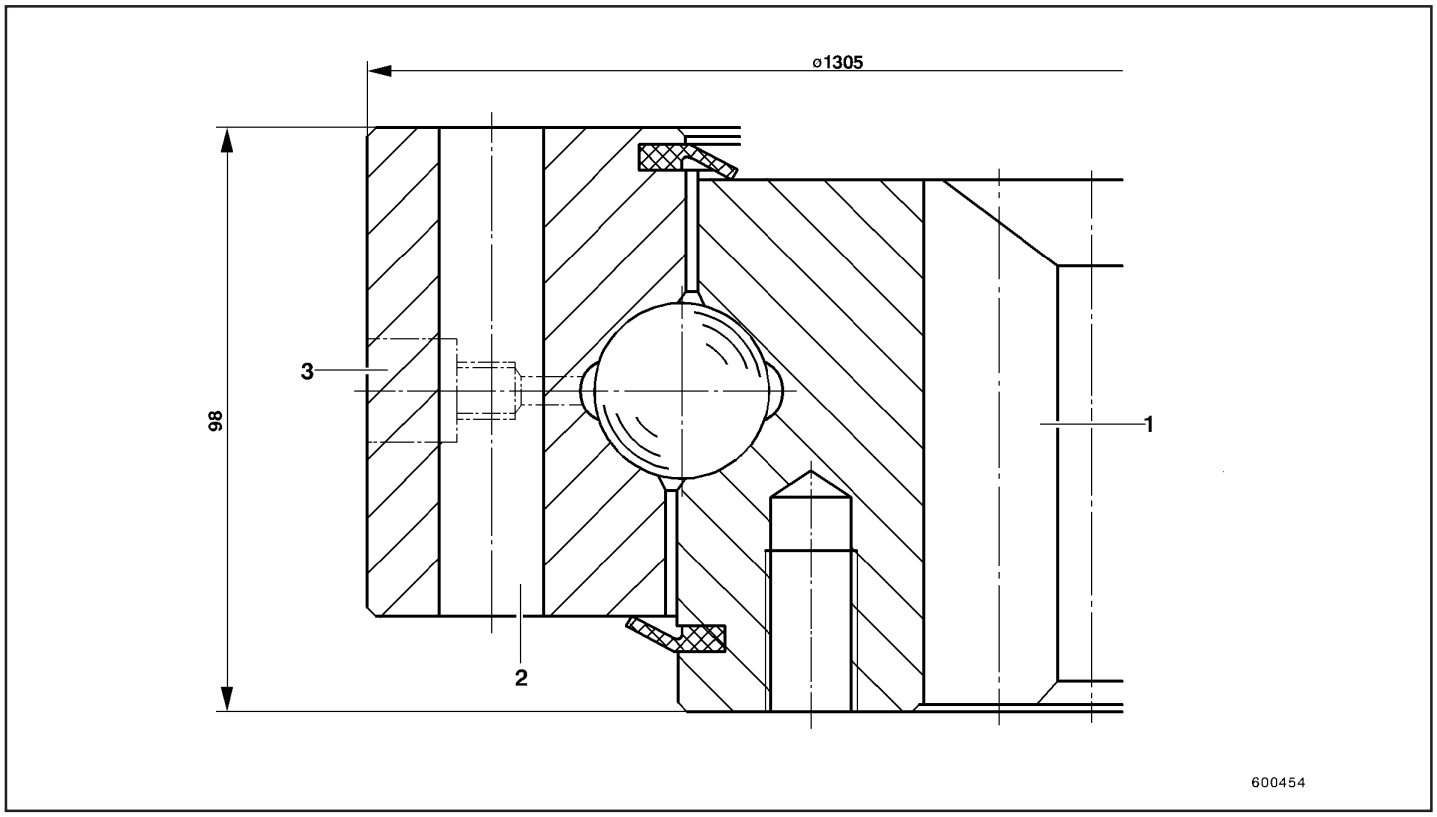


Fig.2

Desmontando/montando o rolamento do prato giratório

Ferramentas e acessórios auxiliares

Antes que o rolamento do prato giratório possa ser substituído, a estrutura superior da máquina deve ser removida.

Os seguintes acessórios auxiliares devem estar disponíveis para esta finalidade:

- Dois guindastes (cada um com capacidade de carga de 20.000 kg/25 toneladas), como na Fig.3, usando correias de levantamento, também com capacidade de carga de 20.000 kg/25 toneladas cada uma, para levantar e remover a estrutura superior da máquina.
- Uma grua e equipamento de içamento com capacidade de carga de pelo menos 260 Kg (600 lb) para levantar e remover o rolamento do anel de giro.
- Chaves de boca e soquete de 30 mm.
- Torquímetro com capacidade de torque de 540 N.m (200 lb.ft).

Também será necessário:

- Uma espátula / para limpar as superfícies de contato.
- Agente/fluido de limpeza.
- Agente adesivo (Peça Nº 73171476), para unir o rolamento de anel do giro.
- Graxa lubrificante (Peça Nº 73175845).
- Parafusos novos para o rolamento do anel de giro (vide lista de peças de reposição).

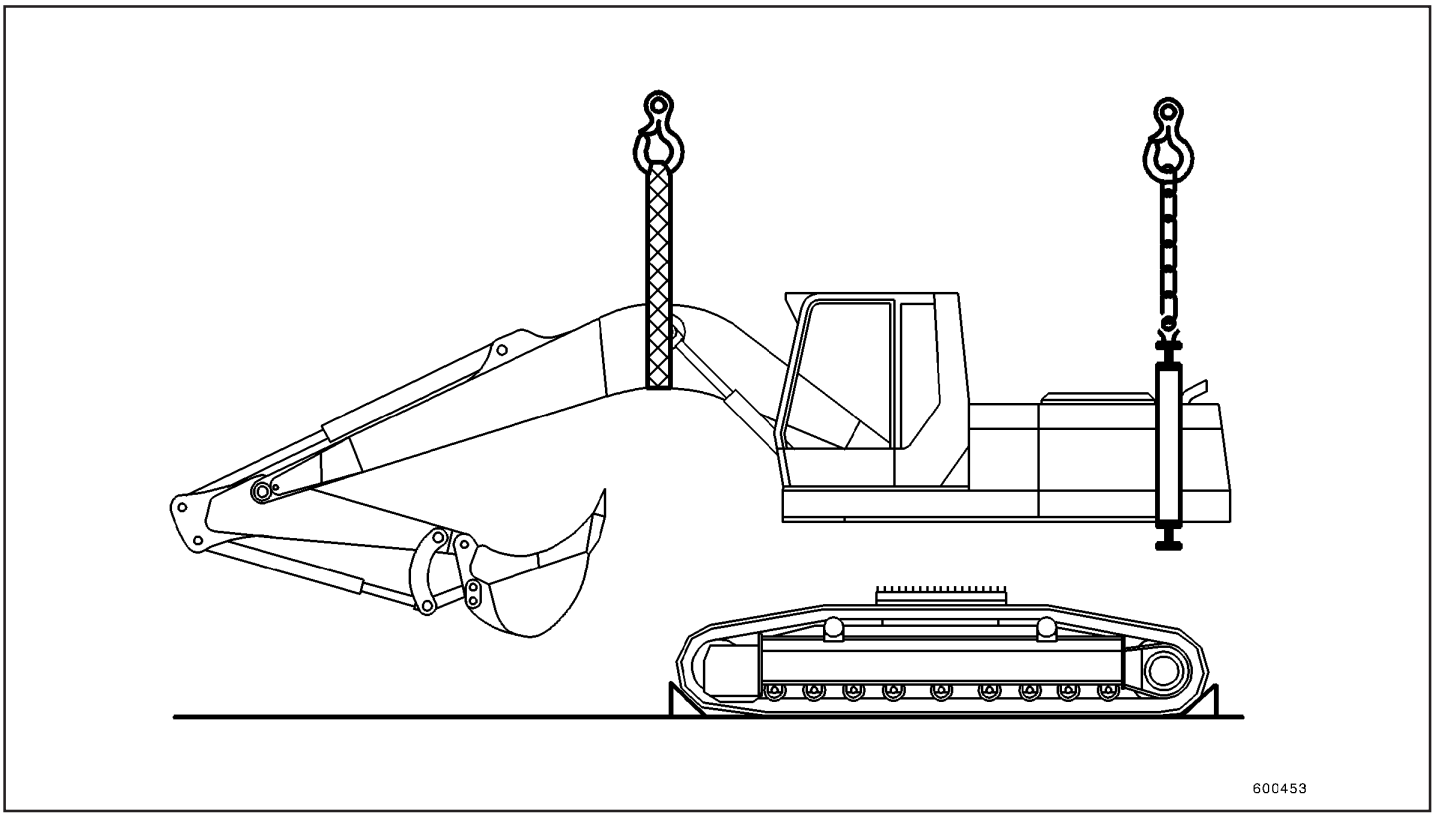


Fig.3

Desmontando o rolamento do prato giratório

⚠ ADVERTÊNCIA

Risco de acidentes

Olhais de levantamento estão soldados em alguns dos componentes da máquina (por exemplo, no contrapeso e no braço de elevação). Nunca levante a máquina inteira usando estes olhais. Eles não foram projetados para suportar este carregamento e podem quebrar.

Os olhais só podem ser usados para levantar os componentes aos quais estão soldados, durante a instalação dos mesmos.

- Despressurize o sistema hidráulico
- Assegure que a estrutura da esteira não se mova inadvertidamente, travando as esteiras.
- Prenda a estrutura superior no guindaste (Fig.3) e mantenha tensionado, mas sem levantar a estrutura superior.
- Desconecte todas as linhas hidráulicas ligadas à estrutura da esteira, na área do rotor.
- Desmonte o elemento de travamento do rotor (Fig.4)

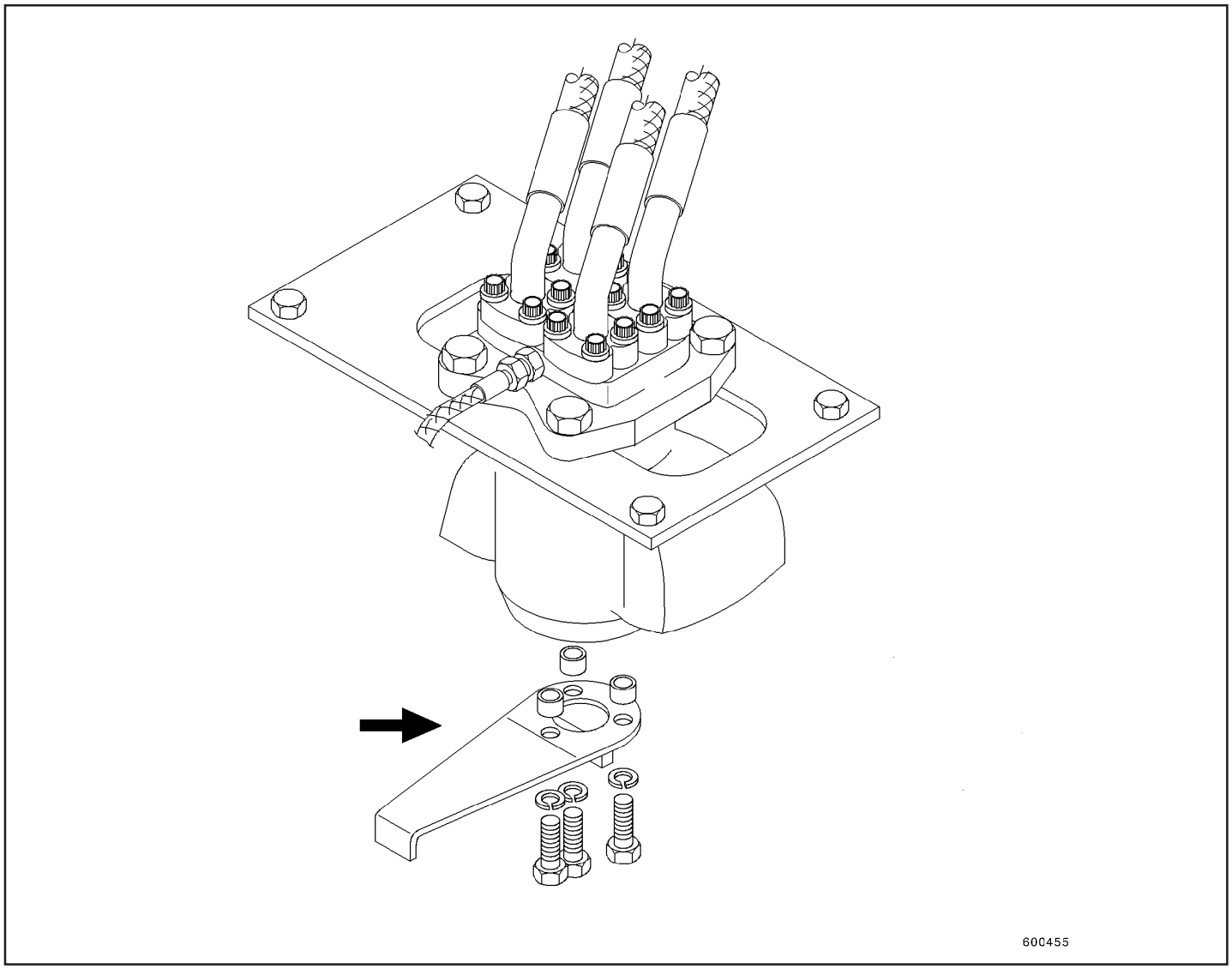


Fig.4

- Remova os parafusos (6, Fig.6) do rolamento do prato giratório, unindo-o à estrutura superior. Mantenha os espaçadores (7) disponíveis para reutilizar. Agora a estrutura superior está separada da estrutura da esteira.
- Levante a estrutura superior cuidadosamente até que o pinhão da caixa de engrenagens de giro esteja livre. Gire a estrutura superior para longe da estrutura da esteira.
- Coloque o rolamento do prato giratório no equipamento de içamento (Fig.5), inserindo 3 olhais, a 120° um dos outros, nos furos roscados, prendendo-os com porcas.
- Remova os parafusos (4, Fig.6). Mantenha os espaçadores (3) disponíveis para serem reutilizados.
- Levante e remova o rolamento do prato giratório da estrutura da esteira.
- Verifique a carcaça (1, Fig.1) e vedador (5) do rolamento do prato giratório. Repare ou substitua se danificados.

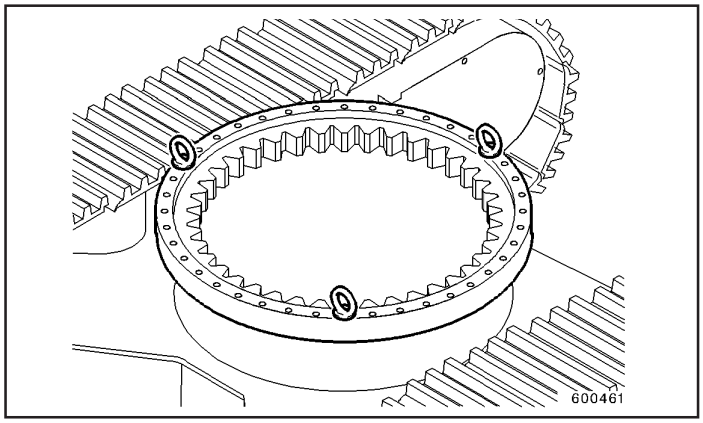


Fig.5

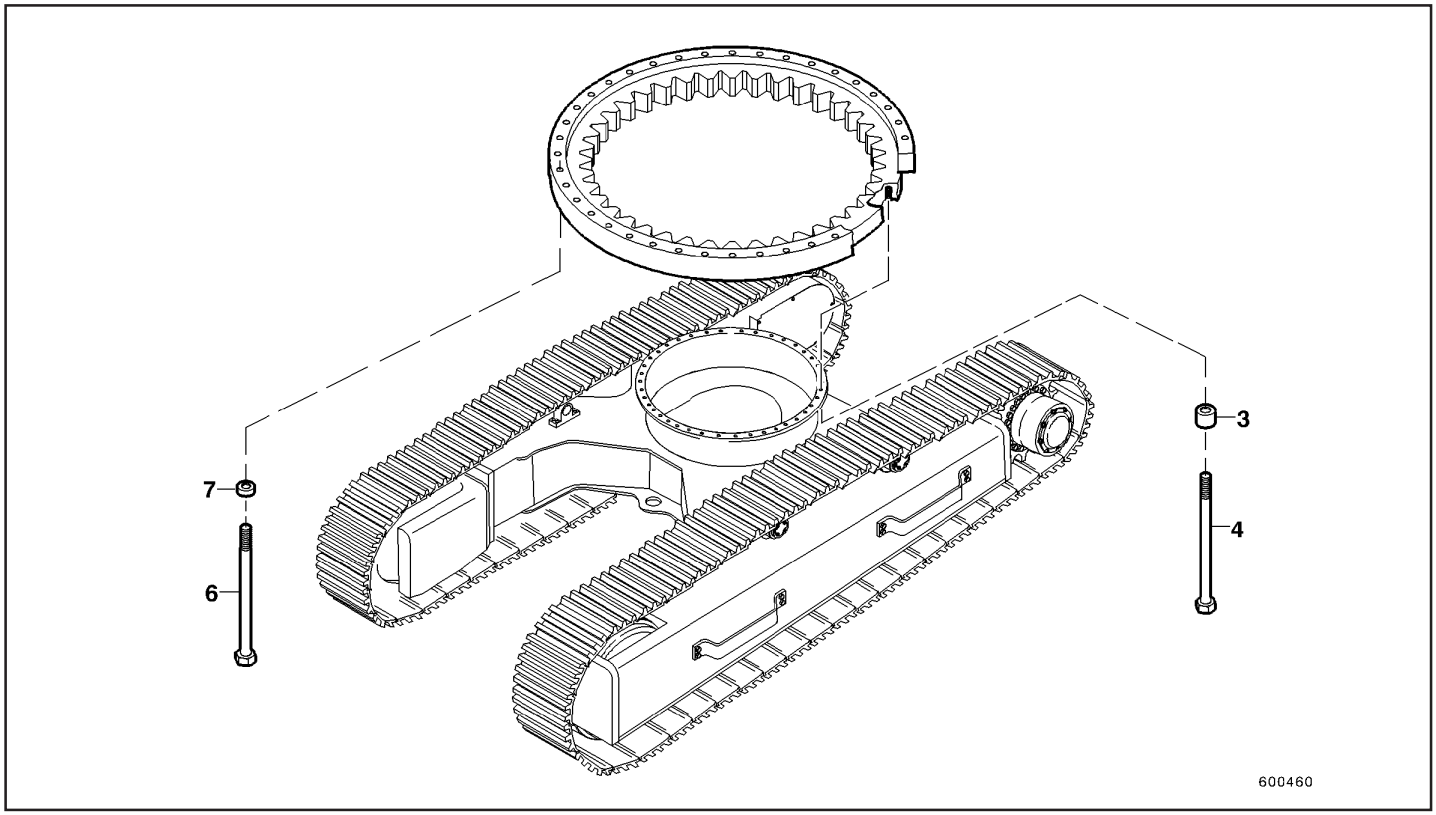


Fig.6

Instalando o rolamento de giro

- Se um novo rolamento de giro for instalado, remova antes a película anticorrosão.
- Limpe cuidadosamente todas as superfícies de contato da estrutura superior e estrutura da esteira. As superfícies devem estar brilhantes, secas e livres de graxa. Remova rebarbas e rugosidades. Limpe os furos da estrutura da esteira. Limpe cuidadosamente os furos roscados na estrutura superior, verificando as roscas e refazendo-as se danificadas.
- Aplique agente adesivo (Peça Nº 73171476) sobre as superfícies de contato da estrutura da esteira, utilizando um rolo de pintor, escova dura ou espátula de plástico.

⚠ ADVERTÊNCIA

Mantenha o agente adesivo distante dos furos. Qualquer quantidade de adesivo nas roscas causará aumento de atrito e conseqüentemente irá invalidar o torque de aperto.

- Coloque o novo rolamento de giro no equipamento de içamento. Gire as pistas de rolamento, interna e externa, até que a marca “S” da pista externa esteja a 90° da direção de translação e a marca “S” da pista interna, no lado oposto (Fig.7).

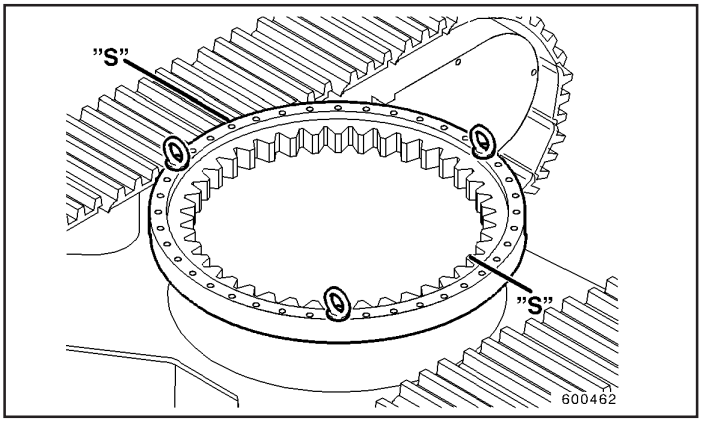


Fig.7

Pratos de giro são tratados termicamente por indução. As marcas “S” indicam os pontos entre o começo e fim das áreas endurecidas das pistas de rolamento, que, devido ao processo do tratamento térmico - não podiam ser endurecidos. O rolamento de giro é instalado deliberadamente de modo que estes pontos caiam fora da zona de maior solicitação.

- Localize o rolamento do prato de giro sobre a estrutura da esteira, sobre as superfícies de contato, mas sem encostá-las ainda. Parafuse pelo menos 3 parafusos (4, Fig.6) novos com espaçadores (3) como guias. Assente o prato de giro cuidadosamente.
- Remova o equipamento de içamento do prato de giro
- Coloque todos os outros parafusos novos com espaçadores e aperte-os em seqüência cruzada com um torquímetro (vide Tabela de torques de aperto). Anote os parafuso que já foram apertados.
- Aplique agente adesivo às superfícies de contato da estrutura superior, como descrito acima.
- Aplique graxa generosamente nos dentes do prato de giro, até que os espaços entre dentes estejam preenchidos com graxa.
- Localize a estrutura superior sobre a estrutura da esteira, sem ainda encostá-las.
- Continue abaixando a estrutura superior cuidadosamente, guiando o pinhão até encaixá-lo entre os dentes.
- Coloque pelo menos 3 parafusos novos (6, Fig.6) com espaçadores, como guia.
- Abaixe a estrutura superior cuidadosamente.
- Coloque todos os outros parafusos novos com espaçadores e aperte-os em seqüência cruzada com um torquímetro (vide tabela para torques de aperto). Marque os parafusos que já foram apertados

  (Um parafuso não pode ser instalado na área da caixa de engrenagens de giro por razões estruturais).
- Reinstale o elemento de trava do rotor (Fig.4)
- Conecte todas as linhas hidráulicas ao rotor.
- Remova o equipamento de içamento da estrutura superior.
- De partida na máquina e verifique todas as linhas hidráulicas junto ao rotor quanto ao aperto.
- O agente adesivo entre o anel de giro e a estrutura da esteira/estrutura superior aumenta a capacidade de carga das conexões parafusadas e veda as folgas nas junções.

  O agente adesivo endurece quando não estiver exposto ao ar. Resistência máxima é atingida após seis horas. Somente então a máquina poderá ser totalmente carregada.

Pinhão da caixa de engrenagens de giro Verificação da folga entre os flancos dos dentes no anel de giro

Este trabalho só precisa ser feito se houver suspeita de que a folga entre o flanco dos dentes do pinhão da caixa de engrenagens de giro e dentes do anel de giro for insuficiente.

Este pode ser o caso, por exemplo, se tiverem ocorrido problemas ao se abaixar a estrutura superior sobre a estrutura da esteira.
Folga insuficiente entre o flanco dos dentes pode causar danos ao rolamento do prato giratório e caixa de engrenagens de giro.

⚠ ADVERTÊNCIA

Risco de ferimentos
Uma pessoa fica sob a máquina enquanto a estrutura superior está sendo girada para localizá-la no ponto exato para abaixá-la.
As operações que seguem devem ser executada com extremo cuidado.
Três pessoas são necessárias: uma sentada no banco do operador, uma sob a estrutura superior e outra para dirigir o processo.
Todas a três pessoas devem estar claramente no campo de visão, uma das outras e podendo enviar e receber sinais de mão.

- Remova a tampa do pinhão da caixa de engrenagens de giro.
- Gire a estrutura superior até que os dentes marcados com tinta verde estejam na frente do pinhão da caixa de engrenagens de giro.

  Estes dentes verdes marcam o ponto onde o anel interno tem o maior desvio do circulo ideal, isto é, a parte do anel onde o diâmetro é menor.
- A pessoa sob a estrutura superior força uma lâmina de chumbo de 30 cm de comprimento entre os dentes do pinhão e o anel de giro.

  A chapa de chumbo deve encaixar nos dentes quando o pinhão passar pelos dentes pintados de verde (vide Fig.8).
- Se isto acontecer, a pessoa dirigindo o processo dá um sinal ao operador da máquina para que ele gire a estrutura superior em velocidade mínima.
- Tão logo a lâmina de chumbo seja contatada pelo primeiro dente, a pessoa segurando a lâmina deve largala para evitar prender a mão nas engrenagens.
- Gire a estrutura superior somente até que a lâmina de chumbo tenha passado pelos dentes (Fig.8).

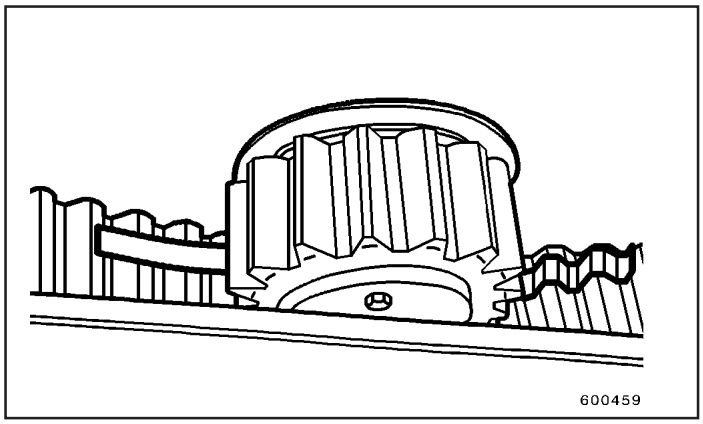


Fig.8

- Desligue o motor.
- Meça a espessura da lâmina de chumbo; ela deve ter no mínimo $0{,}3\ ^{+\ 0{,}2}$ mm.

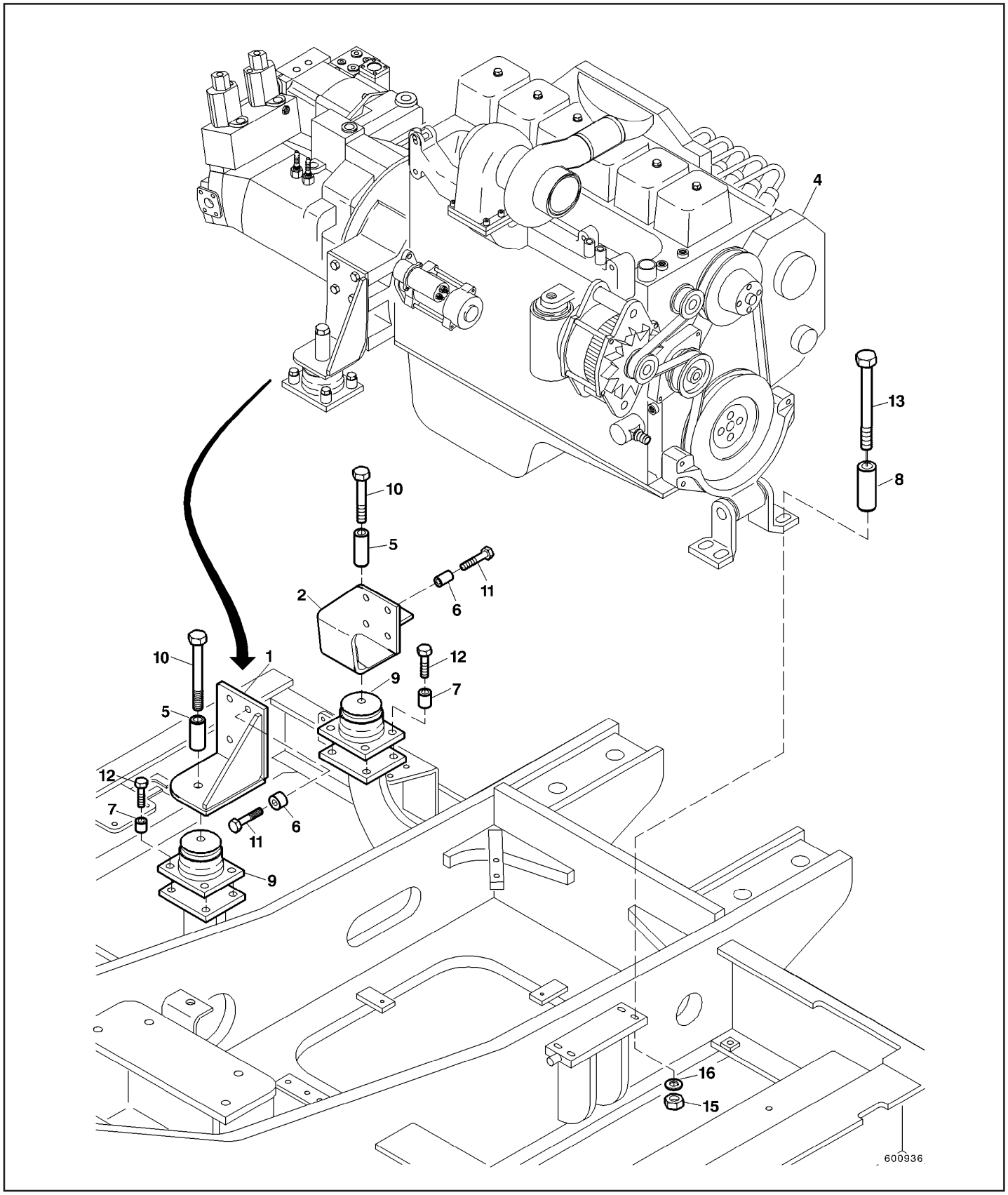


Fig.1

INSTALAÇÃO DO MOTOR

Removendo e instalando o motor diesel

Item	Quant.	Descrição	Peso kg/lb	Torque de aperto				
				ø Rosca	Grau Material	Chave mm	M_A N.m	Torque lb.ft
1	1	Suporte						
2	1	Suporte						
3								
4	1	Motor c/bombas	600/1323					
5	2	Espaçador						
6	8	Espaçador						
7	8	Espaçador						
8	4	Espaçador						
9	2	Rolamento						
10	2	Parafuso		M16	10.9	24	250	185
11	8	Parafuso		M12	10.9	19	104	77
12	8	Parafuso		M10x40	10.9	17	60	44
13	4	Parafuso		M10x75	8.8	17	41	30
14	4	Arruela						
15	4	Porca						

Informação geral

O motor diesel, com bombas hidráulicas acopladas nos flanges, é montado em três pontos elásticos (Fig.1): Dois suportes são parafusados lateralmente no lado da bomba hidráulica, e um suporte na face oposta.

(Trabalho de reparo no motor é descrito no manual técnico publicado pelo fabricante do motor).

Removendo o motor diesel

Os seguintes acessórios auxiliares devem estar disponíveis:

- Um guindaste e equipamento de içamento com capacidade de pelo menos 1000 kg (1,5 toneladas) para levantar e mover o motor.
- Equipamento de içamento compatível com o motor (vide manual técnico publicado pelo fabricante do motor).
- Chaves de boca e de soquete, largura entre faces de 17 mm, 19 mm e 24 mm.
- Um torquímetro projetado para apertos de 250 N.m (185 lb.ft).

Também necessários:

- Um recipiente para captar óleo hidráulico (min. 200 litros/55 gal).
- Um recipiente para captar líquido de arrefecimento (min 35 litros/10 gal).
- Um jogo padrão de ferramentas para desmontar linhas hidráulicas junto às bombas.

⚠ ADVERTÊNCIA

Risco de ferimentos causados pelo ventilador de arrefecimento e correias "V". Pare o motor antes de abrir o compartimento do motor.
Risco de queimaduras causadas pelas partes quentes do motor, sistema de exaustão, bombas hidráulicas e radiadores.
Nunca inicie o trabalho até que todos os componentes do motor tenham esfriado.

⚠ CUIDADO

Vazamento de fluidos, tais como combustível, óleo hidráulico, óleo de motor ou fluido de arrefecimento são danosos para o meio ambiente.
Coloque recipientes de tamanho adequado para captá-los.
Capte todos os fluidos removidos do motor, para reutilizar ou descartar, de acordo com os regulamentos ambientais.
Feche todas as aberturas, tubos e mangueiras.
Isto evita que contaminantes penetrem e danifiquem o motor e sistema hidráulico.

- Desconecte as baterias.
- Solte o suporte das molas de compressão da tampa do motor e dobre a tampa para trás, na direção do contrapeso. (Atenção: as molas de compressão estão pré-tensionadas).
- Remova as tampas da carcaça sob o motor e compartimento da bomba.
- Limpe o motor.
- Monte o equipamento de içamento para o motor (vide manual técnico publicado pelo fabricante do motor).
- Drene todo o óleo hidráulico do reservatório hidráulico e radiador combinado.
- Desconecte as conexões de admissão, pressão e linhas de controle das bombas hidráulicas.
- Desconecte as linhas de combustível, admissão e escape do motor.
- Desconecte todas as conexões do radiador combinado.
- Desconecte todas as conexões elétricas e cabos massa do motor.
- Remova todos os parafusos (10, 13, Fig.1) dos suportes de fixação do motor.
- Cuidadosamente levante o motor para fora do compartimento.

Instalando o motor Diesel

Antes da instalação:

Verifique os coxins de borracha (9, Fig.1) nos suportes do motor e os parafusos dos coxins; substitua se estiverem danificados.

A instalação do motor diesel é executada na seqüência inversa à da remoção.

- Alinhe o motor.
- Aperte os parafusos dos coxins de suporte com um torquímetro (veja tabela de torques de aperto).

Após a instalação:

Verifique o combustível, óleo do motor, fluido de refrigeração e nível do óleo hidráulico; adicione, se necessário.
Somente após estas verificações pode-se dar partida ao motor.
Verifique todas as conexões quanto ao aperto.

ACOPLAMENTO DO MOTOR

Informação geral

A saída de potência do motor diesel é transmitida para as bombas hidráulicas através de uma acoplamento flexível.

O acoplamento (4, Fig.1) é preso ao volante do motor.

O cubo (1, Fig.2) é encaixado no eixo estriado da bomba dupla e preso com uma chaveta de segurança (5). A chaveta de segurança é prensada e presa nas estrias por um prisioneiro (4).

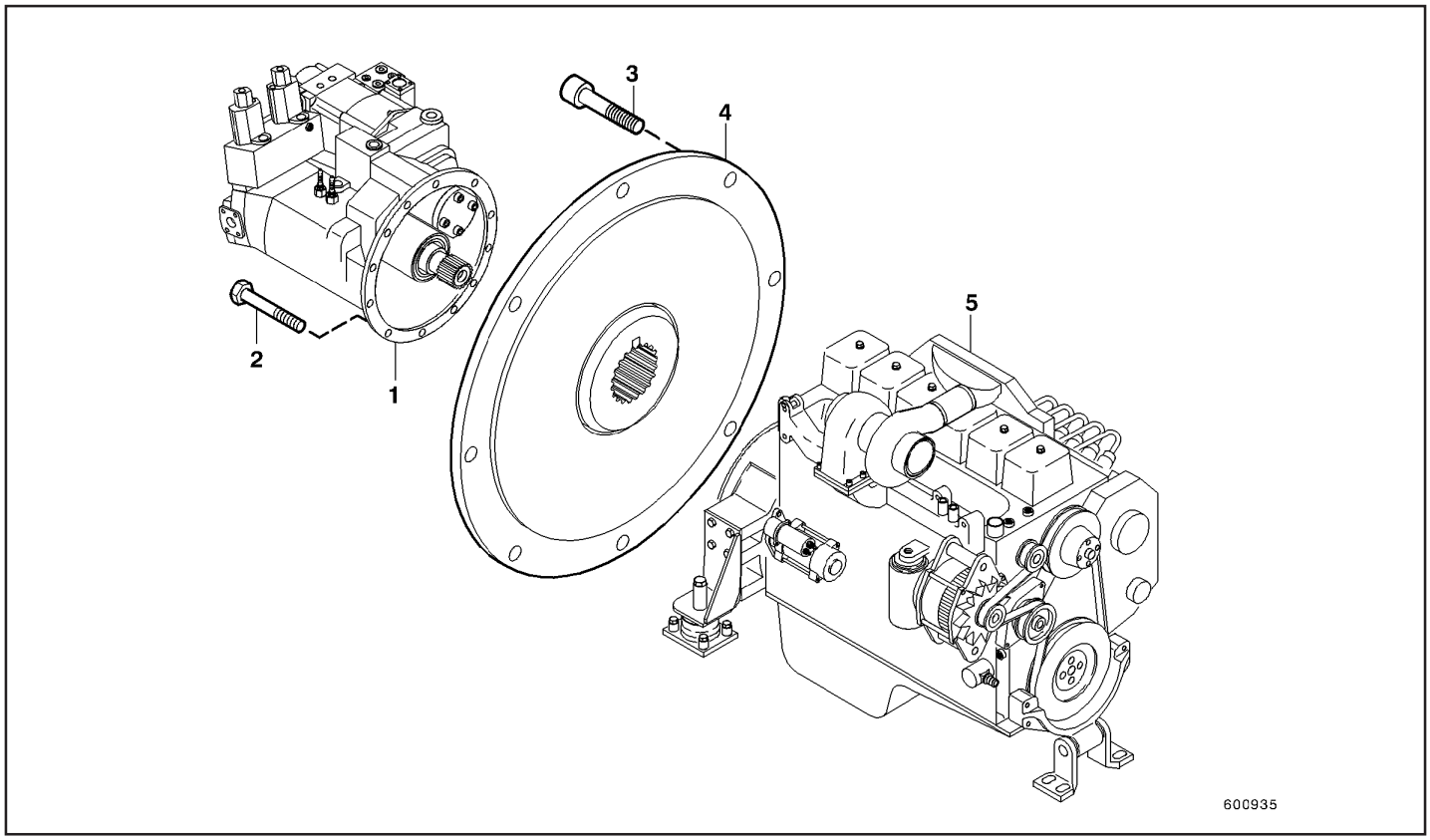


Fig.1

Item	Quant.	Descrição	Peso kg/lb	Torque aplicado				
				ø Rosca	Grau Material	Chave mm	M_A N.m	Torque lb.ft
1	1	Bombas Hidráulicas	155/342					
2	12	Parafuso		M10x35	10.9	17	60	44
3	8	Parafuso Allen		3/8” - 16	Grau 8	1/2”	55	40
4	1	Acoplamento flexível	10/22					
5	1	Motor	450/992					

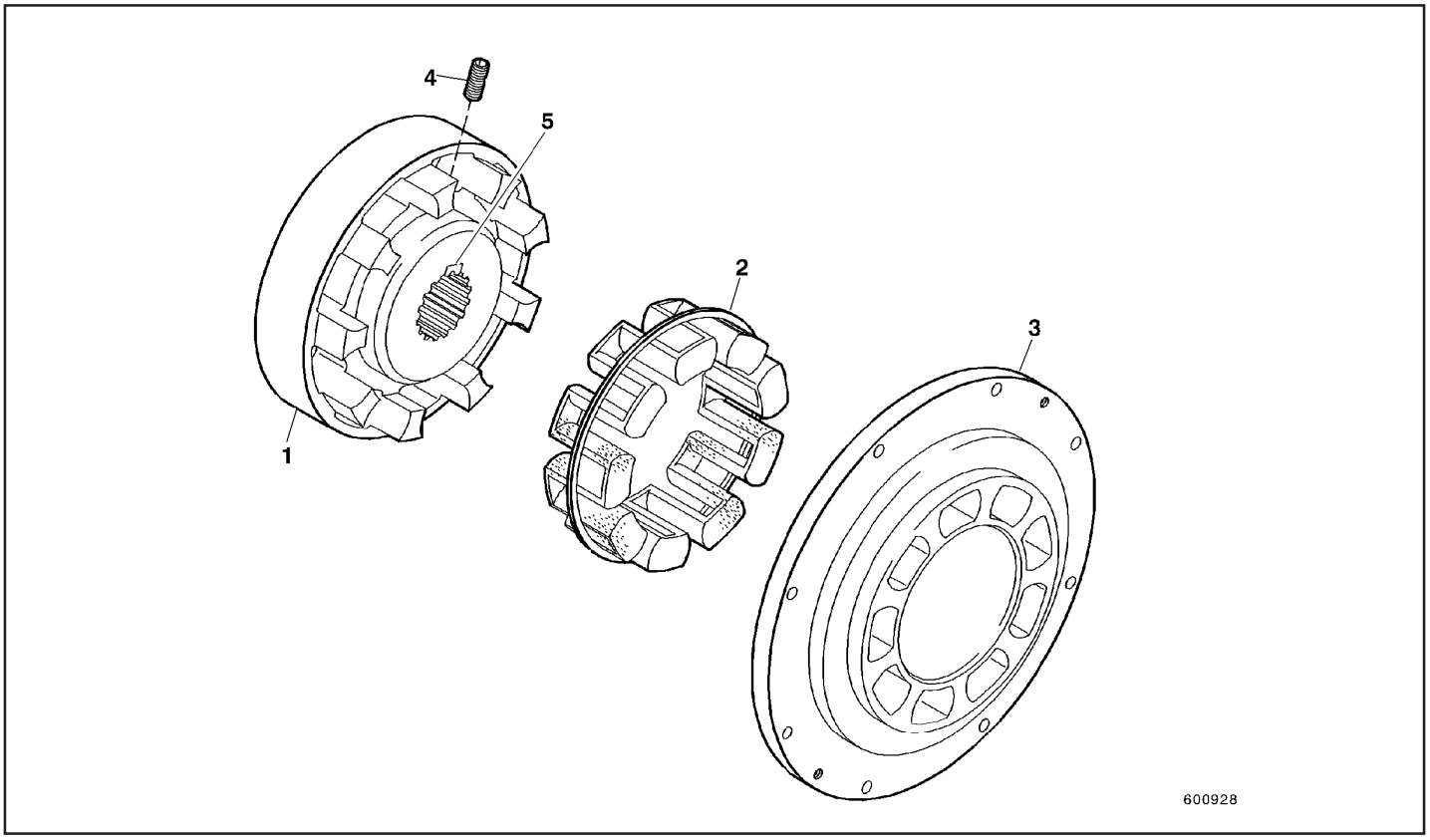


Fig.2

Item	Quant.	Descrição	Peso kg/lb	Torque aplicado				
				ø Rosca	Grau Material	Chave mm	M_A N.m	Torque lb.ft
1	1	Cubo do acoplamento						
2	1	Anel intermediário						
3	1	Flange de acoplamento						
4	1	Parafuso de ajuste		M12x25	45 H	6	46	34
5	1	Chaveta de segurança						

Removendo o acoplamento

Os seguintes acessórios devem estar disponíveis:

- Um guindaste e equipamento de içamento com capacidade de carga de pelo menos 200 kg (500 lb) para levantar e deslocar o motor.
- Uma chave de boca/Chave de soquete, largura entre faces de 17 mm.
- Uma chave de soquete para parafusos sextavados, largura entre faces de 6 mm e 1/2".
- Um torquímetro projetado para torques de aperto de 60 N.m (45 lb.ft).

Também necessários:

- Um recipiente para captar óleo hidráulico (min 200 litros/ 55 gal).
- Um jogo de ferramentas padrão para desmontar linhas hidráulicas junto às bombas.

⚠ ADVERTÊNCIA

Risco de ferimentos causados pelo ventilador de arrefecimento e correias "V". Pare o motor antes de abrir o compartimento do motor.
Risco de queimaduras causadas pelas partes quentes do motor, sistema de exaustão, bombas hidráulicas e radiadores.
Nunca inicie o trabalho até que todos os componentes do motor tenham esfriado.

⚠ CUIDADO

Vazamento de fluidos, tais como combustível, óleo hidráulico, óleo de motor ou fluido de arrefecimento são danosos para o meio ambiente.
Coloque recipientes de tamanho adequado para captá-los.
Capte todos os fluidos removidos do motor, para reutilizar ou descartar, de acordo com os regulamentos ambientais.
Feche todas as aberturas, tubos e mangueiras.
Isto evita que contaminantes penetrem e danifiquem o motor e sistema hidráulico.

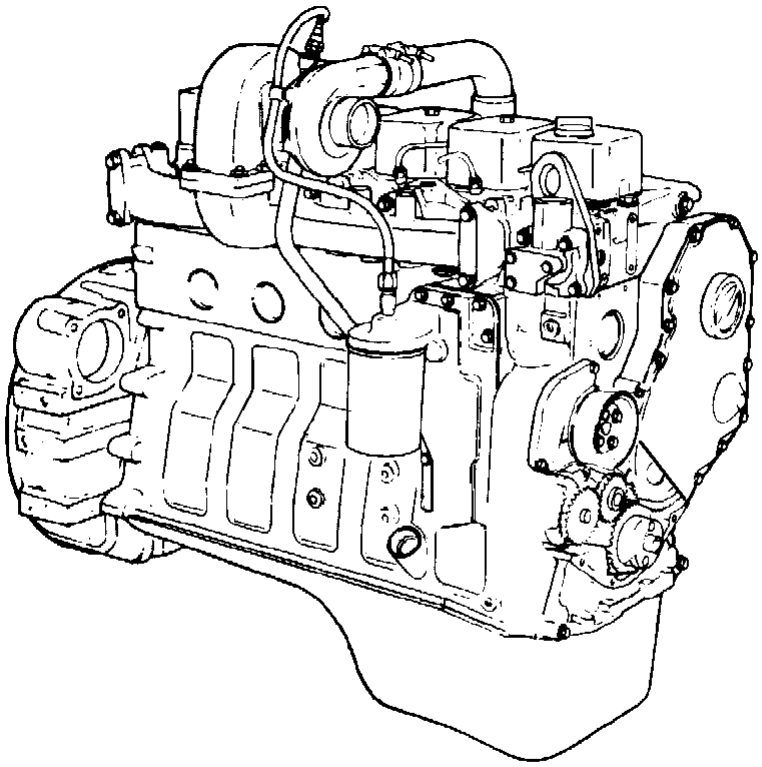
- Solte o suporte das molas de compressão da tampa do motor e dobre a tampa para trás, na direção do contrapeso. (Atenção: as molas de compressão estão pré-tensionadas).
- Abra a tampa do compartimento de bombas.
- Remova os parafusos das tampas de proteção sob o compartimento do motor e bombas.
- Drene o óleo hidráulico do reservatório e tubo de enchimento.
- Desconecte as linhas de admissão, pressão e controle das bombas hidráulicas.
- Coloque as bombas hidráulicas no equipamento de içamento.
- Remova os parafusos (2, Fig.1, pág.20).
- Remova as bombas hidráulicas do acoplamento, para fora do compartimento.
- Remova os parafusos (3) e remova o acoplamento do volante.
- Afrouxe o parafuso de ajuste (4, Fig.2, pág.21).
- Tire o cubo do acoplamento (1) e espaçador de borracha (2) do eixo da bomba.

Instalando o acoplamento

- Verifique todos os componentes do acoplamento, substitua os que estiverem danificados.
- Coloque o cubo do acoplamento (1, Fig.2) sobre o eixo da bomba até o batente limitador, aperte o parafuso de ajuste (4) com um torquímetro (vide tabela de torques de aperto).
- Monte o flange do acoplamento (4, Fig.1) com os parafusos (3) ao volante do motor (vide tabela de torques de aperto).
- Insira o elemento flexível do acoplamento (2, Fig.2).
- Coloque as bombas no equipamento de içamento e posicione-as para instalação de modo que os componentes do acoplamento encaixem.
- Instale os parafusos (2, Fig.1) e aperte os com um torquímetro (vide tabela de torques de aperto).
- Conecte as linhas de admissão, pressão e controle às bombas hidráulicas.
- Remova o ar das bombas hidráulicas e do sistema hidráulico (vide Manual do Proprietário).

NOTAS

Motor Diesel



600016

SUMÁRIO

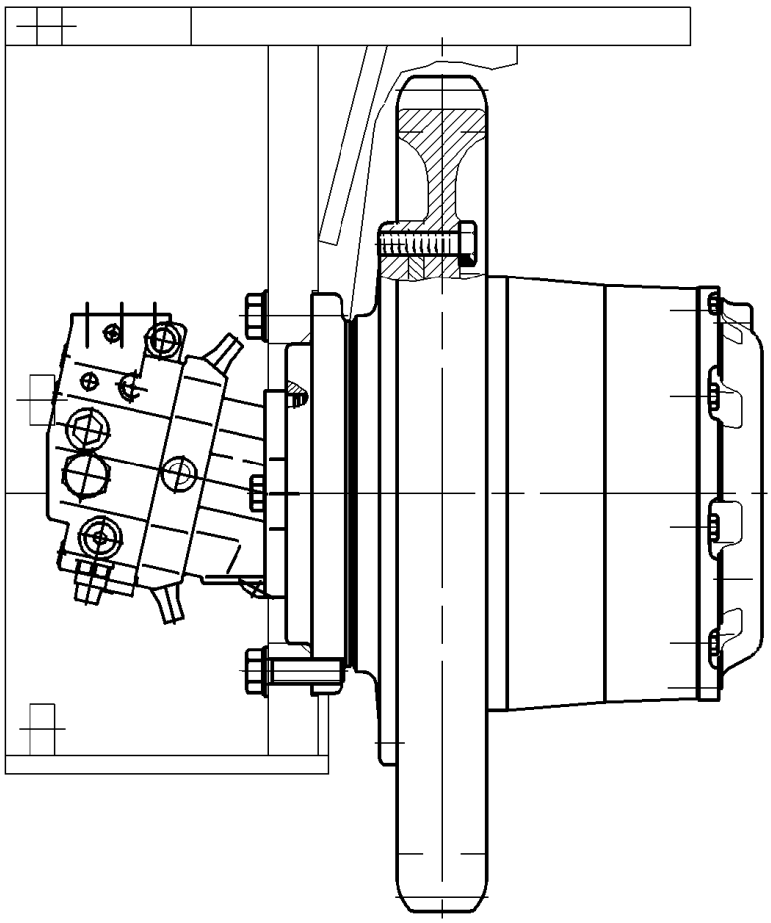
MOTOR DIESEL 3

MOTOR DIESEL

Se necessário, os manuais do fabricante do motor podem ser encomendados separadamente.

NOTAS

Caixa de Engrenagens



600008

SUMÁRIO

CAIXA DE ENGRENAGENS 3
Prefácio 3
Instruções de segurança 3
Regras para segurança no trabalho 4
Caixa de engrenagens de translação 7
Desmontagem da caixa de engrenagens de translação 8
Montagem da caixa de engrenagens de translação 9
Caixa de engrenagens de giro 10
Desmontagem da caixa de engrenagens de giro 11
Montagem da caixa de engrenagens de giro 11

CAIXA DE ENGRENAGENS

Prefácio

O “Manual de Especificações Técnicas” contém informação importante para o pessoal de assistência técnica trabalhando no equipamento. Especificações da máquina relacionadas em outros lugares da documentação podem não estar necessariamente repetidas neste manual.

A documentação inclui:

- Instruções de operação
- Relação de peças de reposição
- Tabela com as dimensões e dados técnicos da máquina

Esta brochura não contém as especificações de unidades auxiliares para a operação de equipamentos adicionais, opcionais ou especificações de máquinas individuais.

As quantidades especificadas de fluidos para preenchimento, são quantidades aproximadas que servem como ajuda no planejamento de requisitos de materiais de consumo. Cada unidade é equipada com dispositivos adequados para a verificação, como por exemplo, vareta do nível de óleo ou bujões de verificação, permitindo ao operador verificar se os reservatórios estão corretamente preenchidos.

Instruções de segurança

Perigo no caso da não observância das instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Esta escavadeira hidráulica foi construída dentro de padrões “estado-da-arte” e reconhecidas regras de segurança.
Porém, a operação da máquina quando houver suspeita de que exista ou tenha ocorrido uma falha, ou execução de trabalhos de reparo de maneira indevida, pode:

- **Por em risco a vida de pessoa em contato com a máquina;**
- **Danificar a máquina e outras propriedades.**

A escavadeira hidráulica deve ser desligada imediatamente quando houver suspeita de que haja ou esteja ocorrendo qualquer falha, para garantir que a segurança do operador ou outras pessoas no local de trabalho ou mesmo outros materiais e propriedades não sejam comprometidos.
Todos os componentes são cuidadosamente coordenados.
Operação sem problemas e longa vida útil de serviço só podem ser atingidas com peças originais de reposição.

Regras para segurança no trabalho

⚠ ADVERTÊNCIA

Pessoal

Esta máquina não deve ser ligada por pessoas não autorizadas.
Por isso deve ficar assegurado que a máquina não possa ser ligada ou movida por pessoas não autorizadas.
Observe-se os regulamentos de prevenção de acidentes.
A escavadeira hidráulica pode ser operada, mantida ou reparada somente por pessoal treinado, especialmente autorizado e com conhecimentos técnicos adequados para a função.
Na ausência destes conhecimentos, instruções meticulosas devem ser ministradas por pessoal técnico experiente.
As pessoas envolvidas devem ler e entender as instruções de operação e em particular, o capítulo intitulado : "Instruções Fundamentais de Segurança".
Somente estas pessoas poderão dar partida na máquina durante sua montagem, de modo a permitir o ajuste dos equipamentos.
Operação incorreta da máquina ou equipamentos pode dar margem a situações de risco de vida.
Durante todos os trabalhos, observar sempre os procedimentos de ligar e desligar a máquina, descritos nas instruções de operação.

⚠ ADVERTÊNCIA

Pessoal

Equipamentos de proteção pessoal e roupas de trabalho:
Use um capacete de segurança, sapatos de segurança e luvas.
Use roupas de trabalho justas quando estiver trabalhando na máquina
Roupas largas e soltas podem enroscar em peças da máquina, resultando em acidente.
Se a tarefa a executar exigir ajudantes ou serventes, as atribuições de cada ajudante devem ser claramente definidas antes de se iniciar o trabalho.
As responsabilidades individuais devem ser meticulosamente observadas para se evitar que atribuições pouco claras coloquem em risco a segurança.

Ferramentas e Auxiliares

Ferramentas, guindastes, gruas e outros dispositivos devem ser confiáveis e estar em bom estado de conservação.
Cavacos de metal podem causar ferimentos quando parafusos sob pressão estiverem sendo colocados ou removidos.
Cilindros de latão ou cobre devem portanto ser utilizados para esta finalidade e óculos de segurança devem ser usados.
Para subir ou descer da máquina usar somente escadas, plataformas e corrimãos providos para esta finalidade.
Mantenha as escadas e plataformas sempre sobre superfícies não escorregadias.
Remova imediatamente todo óleo, graxa, terra, lama, neve, gelo e quaisquer outros materiais estranhos.

⚠ ADVERTÊNCIA

Imobilização da máquina

Antes de se iniciar qualquer trabalho de montagem da máquina e seus acessórios, ela deve ser assegurada contra partida e uso indevido e/ou não autorizado, colocando-se calços sob as rodas ou esteiras e abaixando todos os implementos até ao solo.

Posicione os implementos no chão, de maneira tal que nenhum movimento possa ser feito quando conexões mecânicas ou hidráulicas forem removidas.

Prenda qualquer implemento ou componente a ser montado ou desmontado, ou que tenha sua posição alterada, utilizando gruas, alças ou suportes e dispositivos adequados, de maneira a evitar que elas se movam, caiam ou escorreguem inadvertidamente.

Sistemas e unidades (por exemplo, tubos, acumuladores, etc.) devem ser devidamente despressurizados antes de serem abertos.

Dispositivos de proteção das partes móveis da máquina podem ser abertos ou removidos somente quando a unidade motriz das partes móveis estiver parada e protegida contra partida inadvertida.

Antes de se liberar a máquina, todos os dispositivos de proteção devem ser reinstalados.

⚠ ADVERTÊNCIA

Sistemas Hidráulicos e de Lubrificação

Observe sempre as regras de segurança aplicáveis ao produto quando estiver lidando com óleos, graxas e quaisquer outras substância químicas.

Orifícios abertos mas não usados, tubulação e conexões de mangueiras, devem ser seguramente vedados contra possível pressão existente nos mesmos.

Complete óleo hidráulico coletado, de volta para o sistema hidráulico, somente através dos filtros de retorno do fluxo.

Descarte óleos não reutilizáveis sem poluir o meio ambiente.

Observe a seqüência correta de trabalho quando ajustando ou repondo componentes ou implementos.

A seqüência recomendada de trabalho foi especificada e testada por profissionais qualificados.

Troque unidades defeituosas ou mecanicamente pré tencionadas, somente como um jogo completo. Nunca abrí-las.

Em casos excepcionais, desmonte somente quando o sistema e seqüência de operação são precisamente conhecidos. O Manual Técnico não contém nenhuma informação sobre este tipo de trabalho. Quando a máquina tiver atingido a temperatura de operação, os fluidos também devem estar à esta temperatura. Portanto precaução deve ser tomada para evitar queimaduras.

Equipamentos devem estar impossibilitados contra partida ou funcionamento inadvertido, por exemplo, colocando-se blocos sob as rodas ou esteiras e abaixando todos os implementos de trabalho até o solo.

Tome cuidado ao manipular ácidos, como por exemplo, ácido de bateria. Respingos de ácido podem causar ferimentos aos olhos ou pele.

Tome cuidado com chamas abertas e lâmpadas sem proteção.

Não somente combustíveis, mas também outros fluidos podem ter um ponto de fulgor baixo e inflamarem-se facilmente.

⚠ ADVERTÊNCIA

Conversões ou modificações na máquina
Conversões ou modificações não autorizadas na escavadeira hidráulica são proibidas por razões de segurança.
A pressão nominal das válvulas de alívio de pressão não deve ser modificada.
Não remova os lacres de chumbo das válvulas de alívio de pressão e acumuladores de pressão.

⚠ *CUIDADO*

Liberação para serviço

Antes de liberar a máquina para serviço novamente:

- ***Engraxe todos os pontos de lubrificação***
- ***Verifique todos os níveis de fluido e fazer as correções necessárias***
- ***Faça todas as verificações funcionais em todos os componentes reparados.***
- ***Verifique todas as funções da escavadeira, inclusive os freios, durante um teste operacional. Libere a escavadeira hidráulica para serviço somente após todas as funções terem sido verificadas e certificadas para comprovar que funcionam perfeitamente.***

Caixa de engrenagens de translação

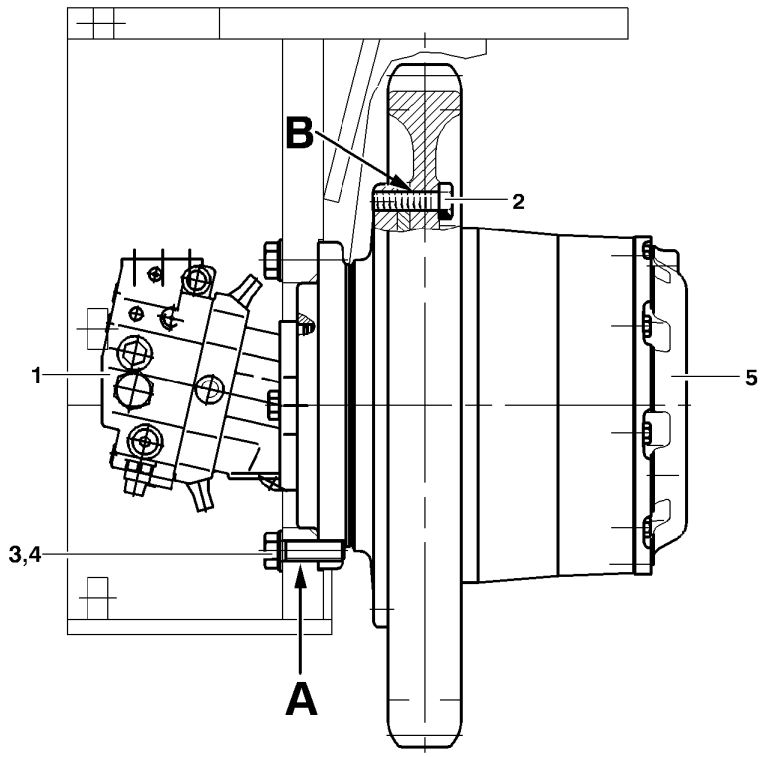


Fig.1

Item	Quant.	Descrição	Peso kg/lb	Torque aplicado				
				ø Rosca	Grau Material	Chave mm	M_A N.m	Torque lb.ft
1	1	Motor de translação						
2	20	Parafuso		M20x1,5[1)]	10.9	30	670	494
3	20	Parafuso		M20x1,5	10.9	30	540	398
4	20	Espaçador						
5	1	Engrenagens de translação	205/452					

1) Com trava líquida

Desmontagem da caixa de engrenagens de translação

A caixa de engrenagens de translação deve ser desmontada junto com a roda motriz. Desmonte com a esteira aberta.

- Remova a proteção da caixa de engrenagens.
- Desconecte as linhas hidráulicas do motor de translação (1, Fig.2). Feche as linhas abertas e pórticos da carcaça.

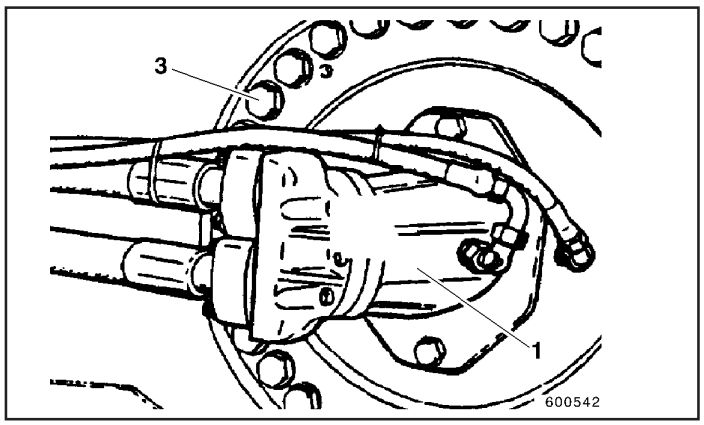


Fig.2

- Afrouxe os parafusos da roda motriz (2, Fig.1). Deixe a roda motriz acoplada ao motor de translação, preso por 4 parafusos apertados manualmente.

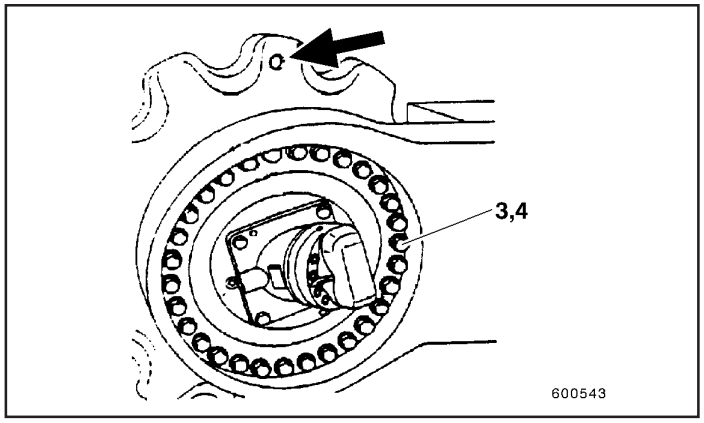


Fig.3

- Afrouxe e abra a esteira (Ref. Capítulo 4).
- Prenda o equipamento de içamento ao orifício na roda motriz (vide seta, Fig.3)
- Afrouxe os parafusos que ligam a roda motriz ao motor de translação (3, Fig.1-3), remova a caixa de engrenagens e roda motriz.
- Remova a roda motriz.

Montagem da caixa de engrenagens de translação

- Remova completamente todos os traços de tinta e graxa das superfícies de assentamento (**A** e **B**, Fig.1) da estrutura da esteira, roda motriz e caixa de engrenagens de translação com thinner (Item Nº 73171477). Verificar possíveis partes danificadas. As superfícies de assentamento devem estar brilhantes, secas e livres de graxa.
- Junte a roda motriz e caixa de engrenagens e alinhe-as.
- Acople a roda motriz e caixa de engrenagens com quatro parafusos (2, Fig.1). Aperte-os manualmente.
- Para facilitar a junção da caixa de engrenagens à estrutura, instale um prisioneiro M20x1,5 no furo roscado na viga longitudinal para servir de guia.
- Aplique um anel de adesivo (item Nº 73176144), com aproximadamente 1mm de espessura em volta de cada furo roscado da caixa de engrenagens.
- Prenda o equipamento de içamento ao furo na roda motriz (vide seta, Fig.3), traga-a para a posição de acoplamento e alinhe.
- Prenda a caixa de engrenagens de translação à estrutura com alguns parafusos (3, Fig.1-3). Coloque luvas (4) sobre todos parafusos, levemente oleados da caixa de engrenagens (3), aplique o torque de aperto.

  Proceda o aperto em seqüência cruzada, marque todos parafusos que foram apertados.
- Remova os parafusos da roda motriz (2) e retire-a. Aplique adesivo (item Nº 73176144) em volta de todos furos roscados.

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Aplique o adesivo a alguma distância dos furos de modo que nenhum adesivo possa chegar até às roscas quando as peças forem unidas.***
> ***Não aplique o adesivo antes da roda motriz e caixa de engrenagens estarem prontas para serem montadas.***

- Monte roda motriz da corrente.

  Insira os parafusos, levemente oleados, (2, Fig.4) e aperte-os.

  Proceda o aperto em seqüência cruzada, marque todos os parafusos que já foram apertados.
- Feche a esteira.

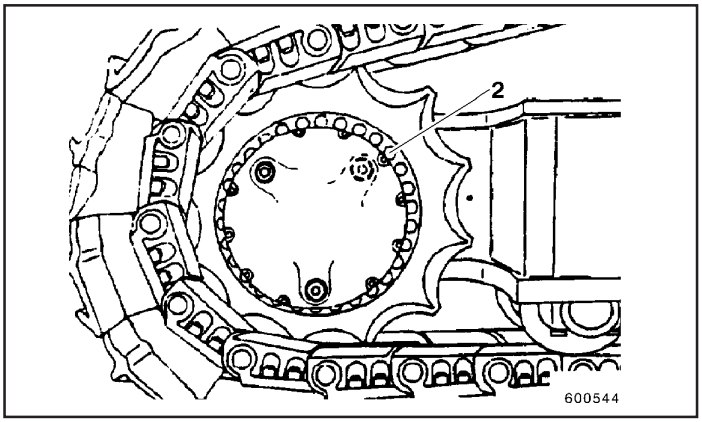


Fig.4

- Reconecte as linhas hidráulicas (Fig.2) e coloque as proteções da caixa de engrenagens de translação de volta.
- Efetue a sangria dos freios de estacionamento.

Caixa de engrenagens de giro

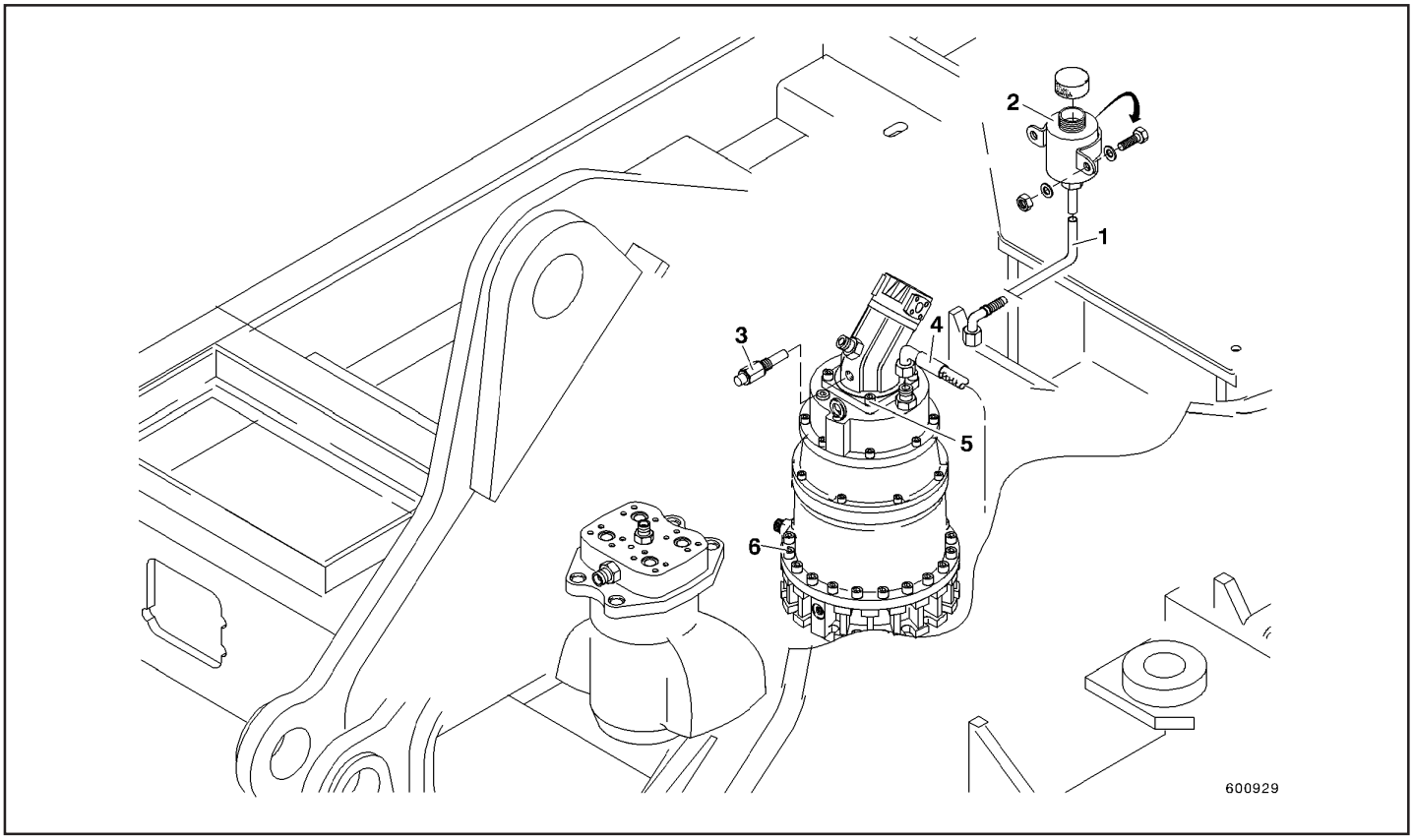


Fig.5

Item	Quant.	Descrição	Peso kg/lb	Torque aplicado				
				ø Rosca	Grau Material	Chave mm	M_A N.m	Torque lb.ft
1	1	Linha						
2	1	Reservatório de expansão						
3	1	Sensor de velocidade						
4	1	Linha						
5	4	Parafuso		M10[1)]	10.9	17	140	103
6	18	Parafuso Allen		M16[1)]	10.9	16	295	218
7	1	Caixa de engrenagens com motor hidráulico	130/290					
8	2	Olhal						

[1)] Com trava líquida

Desmontagem da caixa de engrenagens de giro

- Desconecte a linha (1, Fig.1) do reservatório de expansão (2) e feche imediatamente para evitar perda de óleo.
- Desconecte o sensor de velocidade (3).
- Desconecte a linha (4) do freio da estrutura superior, vede imediatamente.
- Remova os parafusos (5) e retirar o motor de rotação. O motor pode ser colocado sobre a estrutura com as linhas hidráulicas conectadas. Logo, a manipulação no sistema hidráulico não é necessária.
- Remova os parafusos de fixação (6, Fig.2).
- Acople o equipamento de içamento aos olhais (8) da caixa de engrenagens de rotação (7) e desmonte.

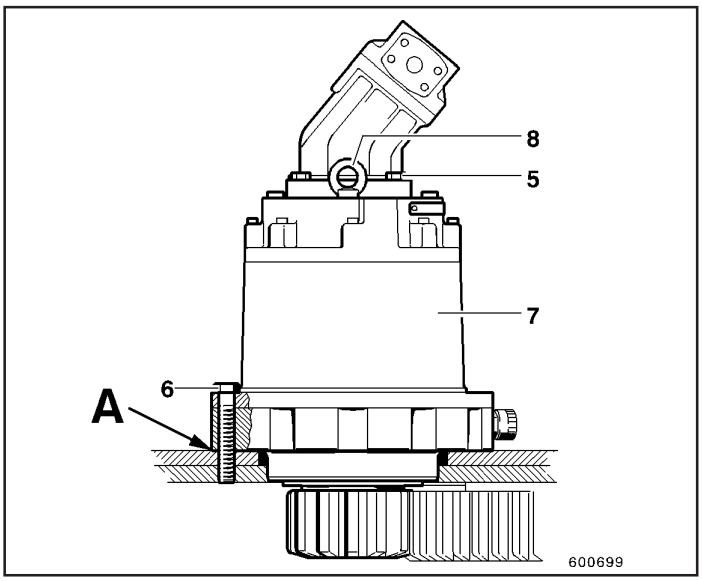


Fig.6

Montagem da caixa de engrenagens de giro

- Remova completamente toda a tinta e graxa das superfícies de assentamento (A, Fig.1) da caixa de engrenagens de rotação e estrutura superior com thinner (Item Nº 73171477). Verifique possíveis partes danificadas.

  As superfícies de assentamento devem estar brilhantes, secas e isentas de graxa.
- Aplique um anel de adesivo (Item Nº 73171476) de aproximadamente 1 mm de espessura em torno de cada furo roscado (superfícies de assentamento A da estrutura superior.

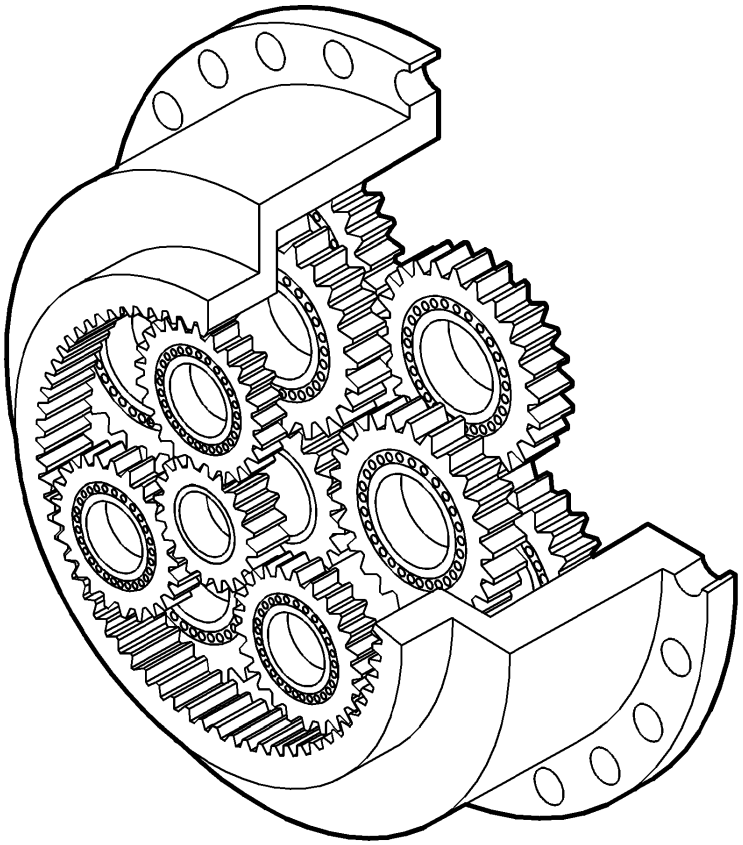
> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Aplique o adesivo a alguma distância dos furos de modo que nenhum adesivo possa chegar até às roscas quando as peças forem unidas.***
> ***Não aplique o adesivo antes da caixa de engrenagens estar pronta para ser montada.***

- Acople o equipamento de içamento à caixa de engrenagens, leve até a posição de montagem sem deslocar.
- Insira os parafusos e aperte-os (6).

  Proceder o aperto em seqüência cruzada, marque os parafusos já apertados.
- Reconecte a linha (1, Fig.1) do reservatório de expansão (2) e preencha a caixa de engrenagens com óleo de acordo com as Instruções de Operação.
- Espalhe pasta de lubrificação (Item Nº 73171484) sobre o pinhão propulsor do motor de rotação e posicione o motor.
- Insira os parafusos (5) com um agente de trava líquido (P/Nº 73171473) para parafusos e aperte.
- Reconecte a linha de freio (4) e faça a sangria do freio da estrutura superior.

NOTAS

Caixa de Engrenagens de Translação Tipos F44, F55, F100



600009

SUMÁRIO

CAIXA DE ENGRENAGENS DE TRANSLAÇÃO 3
Prefácio 3
Descrição 4
Instruções de segurança 5
Instruções gerais de trabalho 7
CAIXA DE ENGRENAGENS (MODELOS F 44, F 55, F 100) 8
Trabalho preparatório 8
Desmontagem da caixa de engrenagens de translação 9
Montagem da caixa de engrenagens de translação 22
Partida 34
Freios multi-disco 35
Reparo dos freios 35
Remoção do freio multi-disco 36
Desmontagem do freio multi-disco 38
Montagem do freio multi-disco 40
Instalação do freio multi-disco 41
ANEXO 44
Componentes da caixa de engrenagens de translação 44
Componentes do freio multi-disco 46
Parafusos, torques de aperto e travas 48
Torques de aperto de parafusos 50
Parafusos com roscas padrão DIN 13 50
Parafusos métricos rosca fina DIN 13 - 13 51
Ferramentas especiais e acessórios 52

CAIXA DE ENGRENAGENS DE TRANSLAÇÃO

Prefácio

Com referência à seqüência de montagem, as caixas de engrenagens de translação têm projetos idênticos. Dimensões, pesos, quantidade de fluido de preenchimento e também o número de componentes individuais são diferentes. Isto resulta em diferenças nos ajustes, torques de aperto e ferramentas especiais.

Diferenças com relação às ilustrações mostradas podem ocorrer.

Este Manual Técnico não está sujeito a revisões. Suplementos, em cada caso, são incorporados quando uma nova edição é preparada, identificada por um prefixo em ordem ascendente antes do número de índice de 7 dígitos.

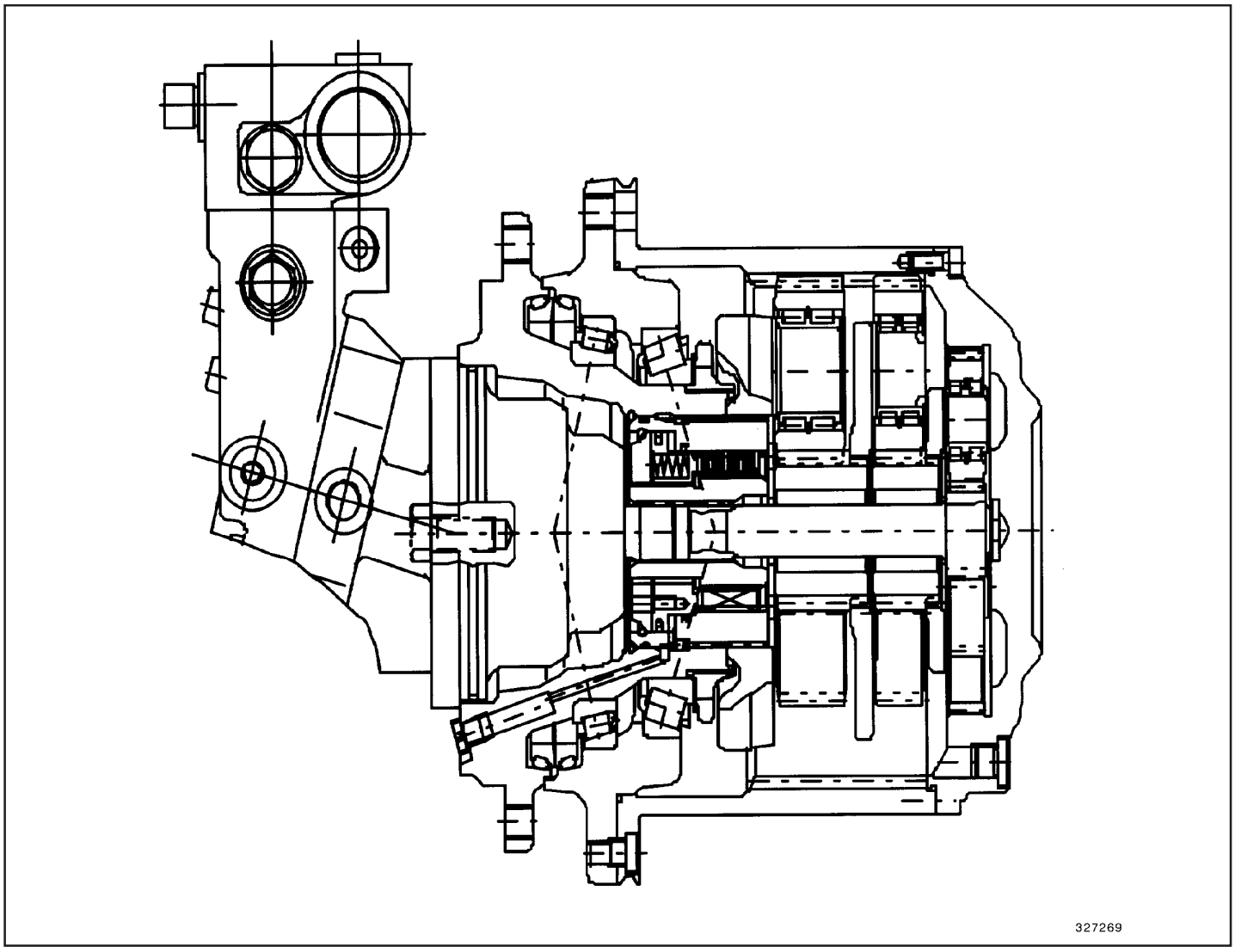


Fig.1

Descrição

As caixas de engrenagens das séries **F 44**, **F 55**, **F100** são caixas de engrenagens do tipo planetário de três estágios.

Elas são utilizadas como caixas de engrenagens de translação para máquinas que utilizam esteiras para locomoção e para outras aplicações.
Estas caixas de engrenagens tem a função de converter as velocidades altas e torques relativamente baixos do motor hidráulico em velocidades baixas e torques altos.

As caixas de engrenagens são particularmente notáveis por terem um projeto compacto.

O motor hidráulico foi integrado à caixa de engrenagens de modo a ficar em uma localização protegida entre as esteiras, quando usado em máquinas com propulsão através de esteiras.

O projeto padrão destas caixas de engrenagens incorpora um freio multi-disco que funciona como freio de parada da máquina. É atuado pela pressão de molas e liberado hidraulicamente.

O cubo do freio é inter conectado com o eixo tubular da caixa de engrenagens de translação, enquanto que a luva do freio é conectada ao eixo propulsor através do perfil estriado.

Molas de compressão forçam os discos internos e externos do freio a se juntarem de maneira que uma conexão não-positiva entre o cubo e a luva do freio seja estabelecida. Isso freia o eixo propulsor.

Acionando a função de “translação”, aplica-se pressão hidráulica ao freio simultaneamente. Movendo o êmbolo completamente contra a tampa do cilindro, liberando os discos internos e a luva do freio. O eixo propulsor gira sem ser freado.

Instruções gerais de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Precauções e medidas para proteger pessoal trabalhando em reparos e outras pessoas de perigo mortal ou ferimentos e para evitar sérios danos à propriedade.

⚠ CUIDADO

Instruções e precauções para evitar danos à propriedade.

Instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Pessoal de Reparos

O pessoal de reparos deve ter conhecimentos especiais e experiência ao executar o reparo destas caixas de engrenagens ou outras semelhantes.

Imobilize a Máquina

Não execute nenhum trabalho de reparo se a máquina não estiver devidamente imobilizada e seus componentes desligados.

O manual de Instruções de Operação da máquina contem informações claras sobre o assunto.

Equipamento de Proteção Pessoal e Roupas de Trabalho

Use roupas justas quando estiver trabalhando na máquina. Roupas folgadas podem enroscar em partes da máquina e causar ferimentos.

Use um capacete de segurança, sapatos de segurança, luvas e se necessário, protetores auriculares.

⚠ ADVERTÊNCIA

Verifique a condição de suas ferramentas

Não utilize ferramentas em mau estado ou que não sejam confiáveis.

Escolha a ferramenta adequada e apropriada para cada tarefa.

Chaves que não encaixam corretamente à peça, podem, por exemplo, escorregar e causar ferimentos.

Limpeza

Limpe os equipamentos auxiliares que serão utilizados no local de trabalho antes de começar a tarefa.

Produtos de limpeza e solventes podem produzir vapores tóxicos e facilmente inflamáveis.

Não trabalhe com tais agentes em ambientes que não sejam bem ventilados, não respire estes vapores, não fume.

Evite contato dos produtos de limpeza e solventes com a pele.

Utilize luvas resistentes a solventes.

Observe as instruções nos invólucros dos produtos de limpeza.

Elementos de Fixação

Verifique os parafusos e elementos de fixação, tais como parafusos, porcas, arruelas, antes de os reutilizar.

Substitua peças danificadas.

⚠ ADVERTÊNCIA

Manipulação de Óleo e Graxa

Contato de óleos descartados com a pele pode ser perigoso para a saúde.

Evite o contato com a pele. Utilize luvas e roupas fechadas.

Lave completamente a pele suja de óleo com água morna e sabão e aplique creme protetor na pele. Não use combustível ou solventes para limpar a pele.

Se você engoliu óleo, não vomite. Consulte um médico imediatamente.

Perda Aparente de Óleo

Em caso de perda aparente de óleo, repare (ou mande reparar) imediatamente o vazamento.

Vazamentos de óleo põem em risco o meio ambiente.

Remova o óleo que vazou com algum material absorvente. Segregue o material com óleo absorvido e não o descarte junto com outros tipos de detritos.

⚠ ADVERTÊNCIA

Descartar de Maneira a não Contaminar o Meio Ambiente

Descarte óleos e graxas, materiais de limpeza, solvente e componentes com óleos, tais como filtros, panos de limpeza, materiais de desgaste usados e peças de máquina danificadas de uma maneira que não seja danosa ao meio ambiente, separando-os por categoria.

Não junte estes materiais ao lixo domestico. Coloque estes materiais em recipientes apropriados, disponibilizados a eles.

Não permita que óleo e detritos oleosos penetrem no solo ou em mananciais, pois isso podo ser danoso ao meio ambiente.

Instruções gerais de trabalho

⚠ CUIDADO

Limpe todas as peças com um produto de limpeza adequado após a desmontagem. Não use água ou jato de vapor pois isso irá causar a formação de ferrugem.
Remova compostos usados para selar peças.
Marque as peças parafusadas, como tampas, antes de desmonta-las.
Verifique criteriosamente peças sujeitas a desgaste, tais com rolamentos, arruelas de encosto, se elas podem ou não serem reutilizadas. A inspeção de buchas anti-fricção exige conhecimentos especiais.
Verifique engrenagens quanto a desgaste e fissuras incipientes.
Substitua rolamentos danificados ou destruidos durante a desmontagem. Também substitua o anel externo (capa) de rolamentos cônicos.
Aqueça os rolamentos em recipientes de aquecimento ou em fornos, se isso for recomendado. Nunca os aqueça em chama aberta.
Peças que foram encolhidas sobre outras, devem ser recolocadas sob pressão após terem sido resfriada, afim de se obter ajuste correto.

⚠ CUIDADO

Untar com óleo eixos, rolamentos, buchas, etc. Antes de serem instalados sob pressão.
Sempre substitua vedadores tais como anéis "O".
Note criteriosamente todas as dimensões de ajuste, dados de testes e torques de aperto para a remontagem.
Não altere os ajustes de fabrica se os rolamentos e/ou engrenagens não forem substituídos.
Substitua peças e componentes desgastados em tempo hábil.
Não encomende nenhuma peça de reposição que não conste em sua respectiva Lista de Peças de Reposição. Não utilize nenhuma peça senão PEÇAS ORIGINAIS DE REPOSIÇÃO.
Todas as ferramentas e instrumentos de medição devem estar em perfeitas condições de uso.

CAIXA DE ENGRENAGENS (MODELOS F 44, F 55, F 100)

Trabalho preparatório

- Estacione a máquina sobre uma superfície sólida e nivelada.
- Imobilize a máquina como descrito no Manual de Instruções de Operação
- Abra a corrente da esteira na parte superior, na frente da roda motriz.
- Force para cima ambas as caixas de engrenagens de translação e suporte a estrutura da esteira usando blocos adequados de madeira.
- Remova a engrenagem da roda motriz.

A seguinte seqüência mostra a desmontagem e montagem da caixa de engrenagens na posição horizontal, isto é, o eixo tubular permanece na estrutura da máquina.

Dependendo do local de trabalho e escopo do trabalho, pode ser vantajoso remover a caixa de engrenagens inteira e montá-la na posição vertical em uma oficina. Neste caso equipamento de içamento poderá ser utilizado.

Desmontagem da caixa de engrenagens de translação

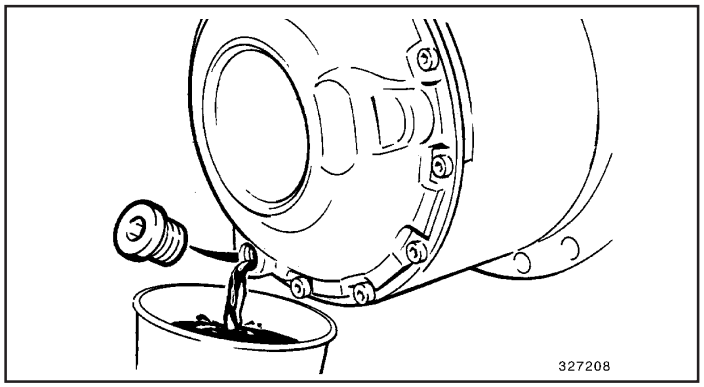


Fig.1

Drene o óleo.

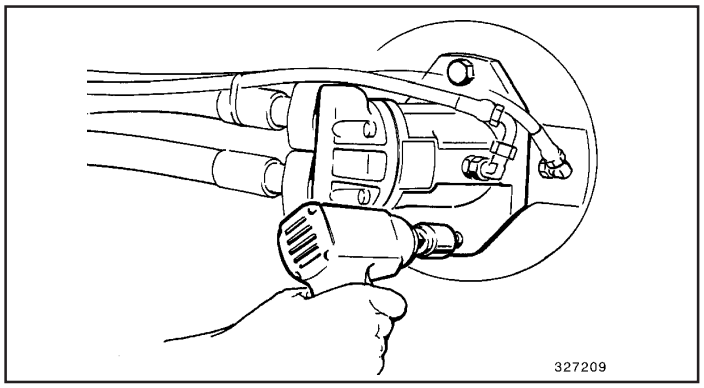


Fig.2

Remova o motor de translação e coloque-o sobre um suporte limpo.
Não desconecte as mangueiras hidráulicas do motor de translação se os seus comprimentos permitirem remoção.

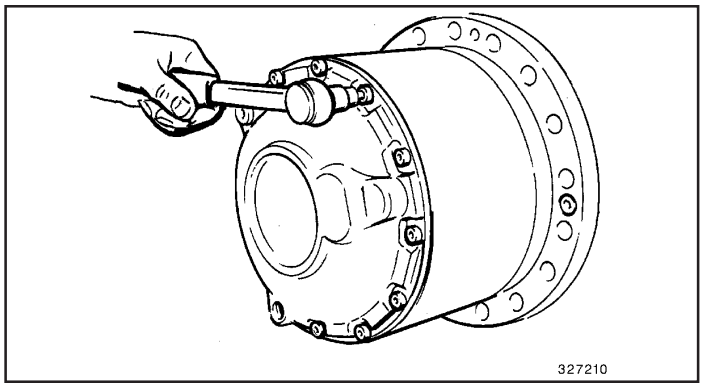


Fig.3

Afrouxe e remova os parafusos da tampa.

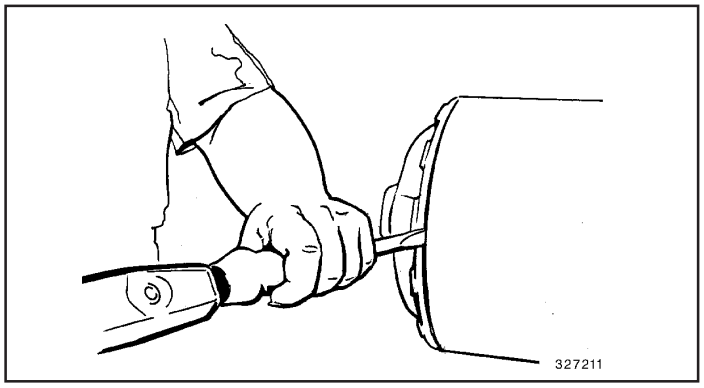


Fig.4

Solte a tampa.

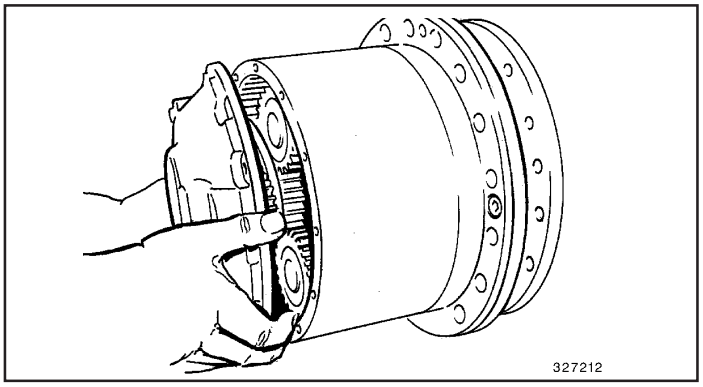


Fig.5

Remova a tampa.
Remova o anel “O”.

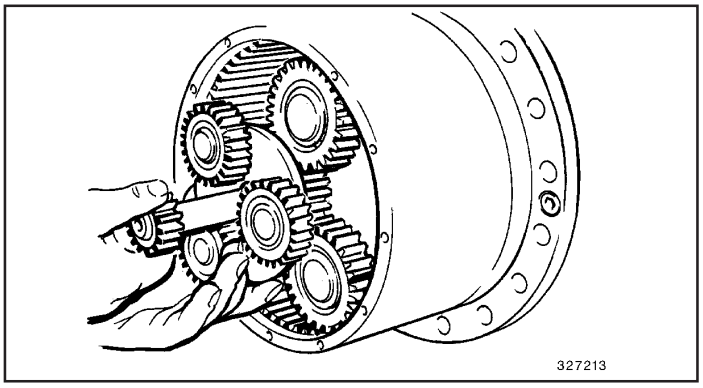


Fig.6

Remova o estágio **I** da engrenagem planetária manualmente, com o eixo de entrada .

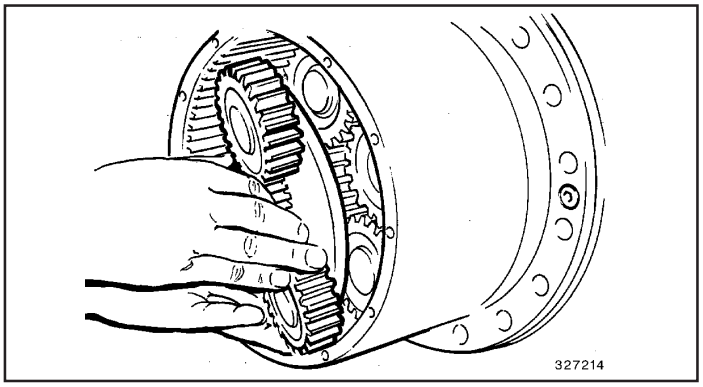


Fig.7

Remova o estágio **II** da engrenagem planetária.

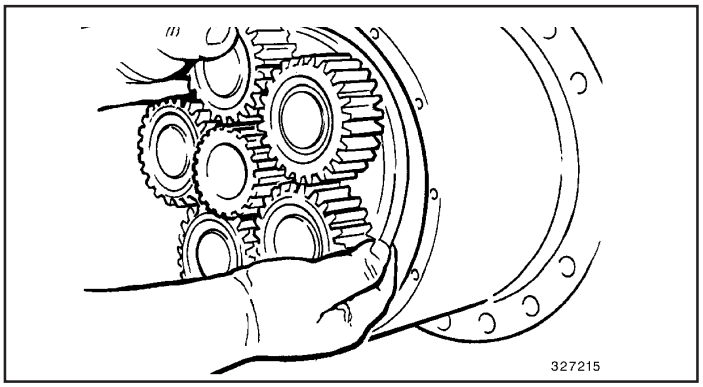


Fig.8

Remova o estágio **III** da engrenagem planetária.
Somente até a caixa de engrenagens F 44!
Para as caixas de engrenagens maiores F 55 – F 100, remova a corôa primeiro. Vide as figuras a seguir.

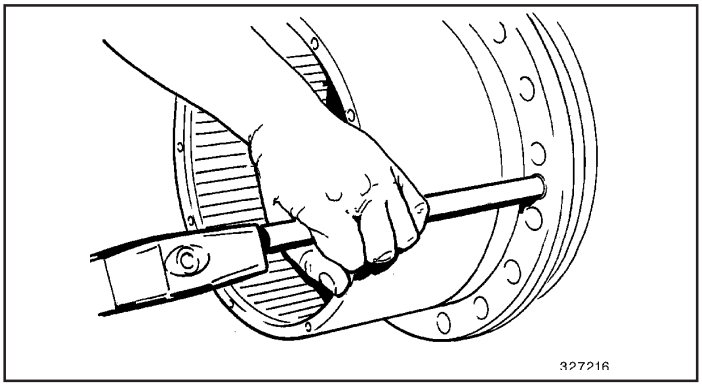


Fig.9

Afrouxe ambos os parafusos Allen na coroa com pancadas firmes.
Os parafusos estão travados com Loctite.

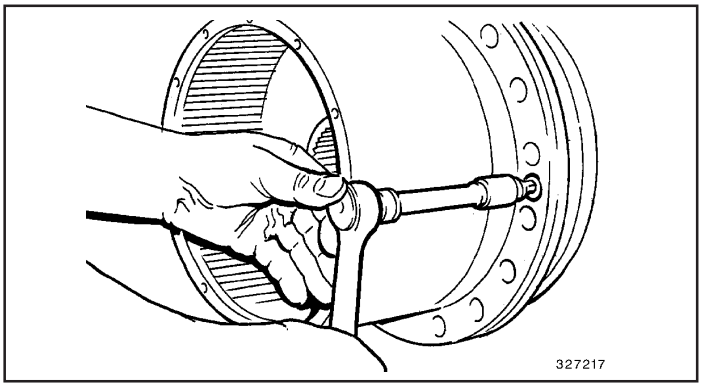


Fig.10

Desatarrache os parafusos Allen.

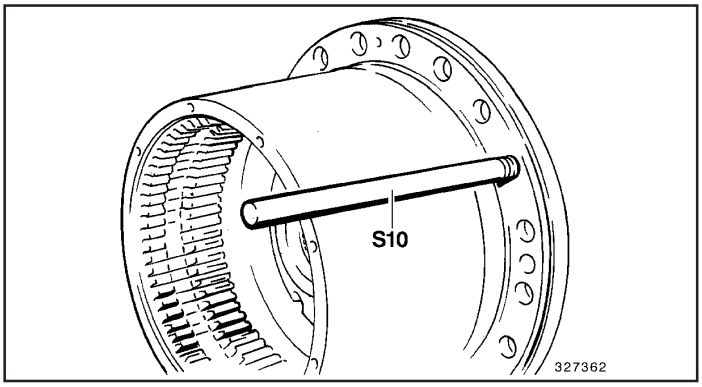


Fig.11

Atarrache um eixo roscado (S10).

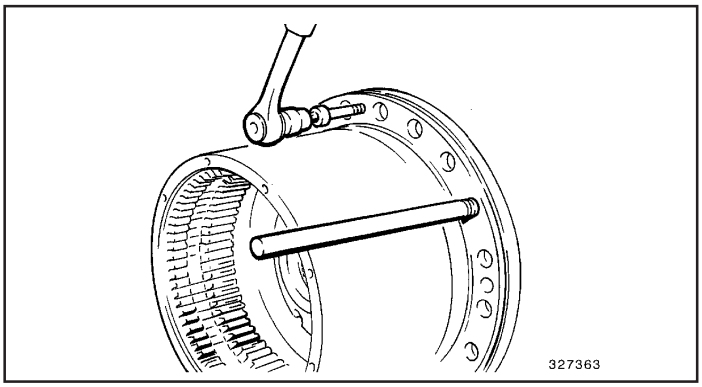


Fig.12

Insira dois parafusos M8, defasados em 180° na coroa e afrouxe a coroa.

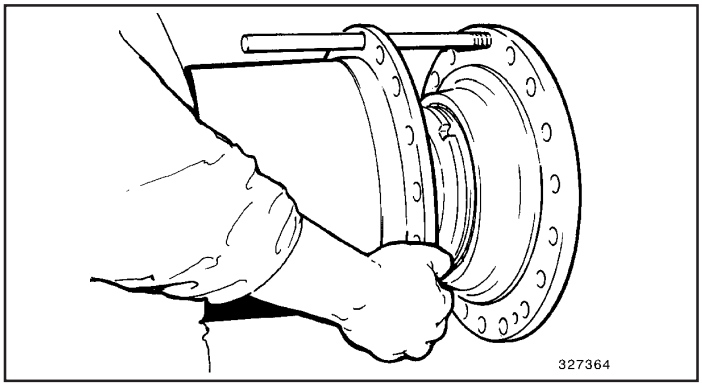


Fig.13

Remova a coroa pelo eixo roscado (S10).
Remova o eixo roscado (S10).

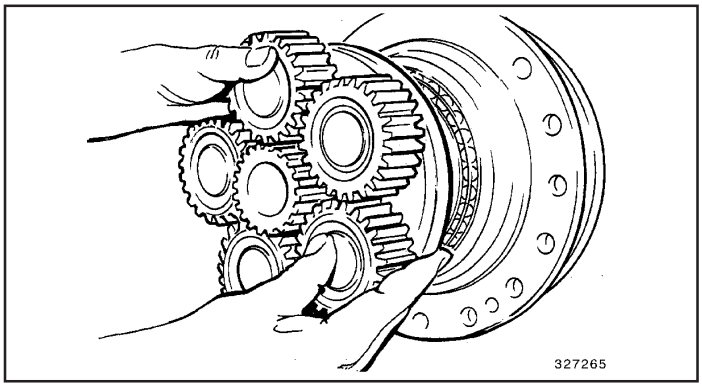


Fig.14

Remova o estágio III da engrenagem planetária.

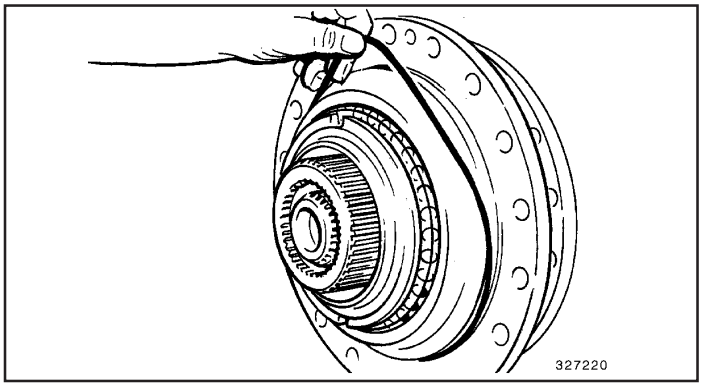


Fig.15

Remova o anel “O”.

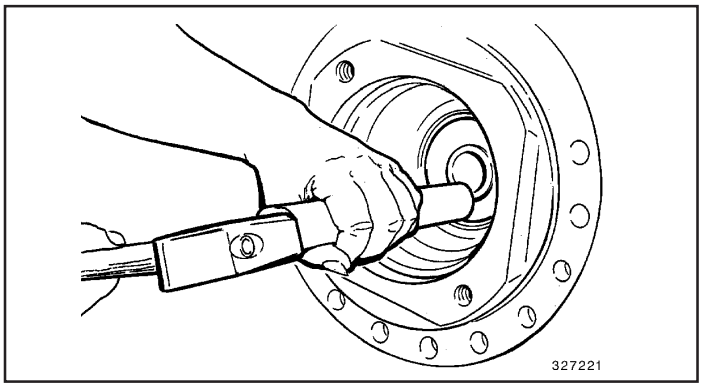


Fig.16

Caixas de transmissão F 44, F 55:
Pressione o freio para dentro, pelo lado oposto (motor de translação) com uma ou duas barras (de alumínio ou cobre), de maneira a descobrir o anel elástico.

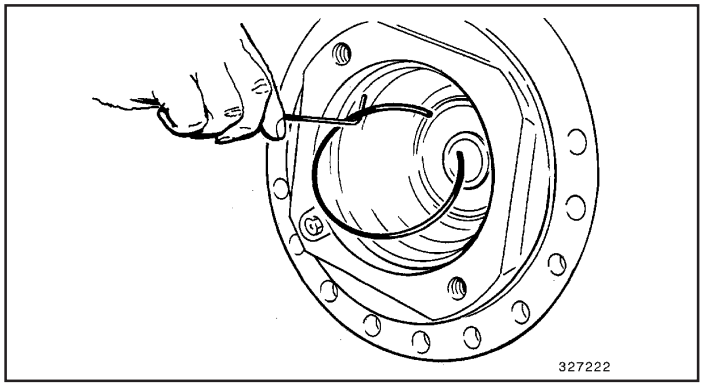


Fig.17

Caixas de engrenagens F 44, F 55:
Remova o anel elástico utilizando um gancho.

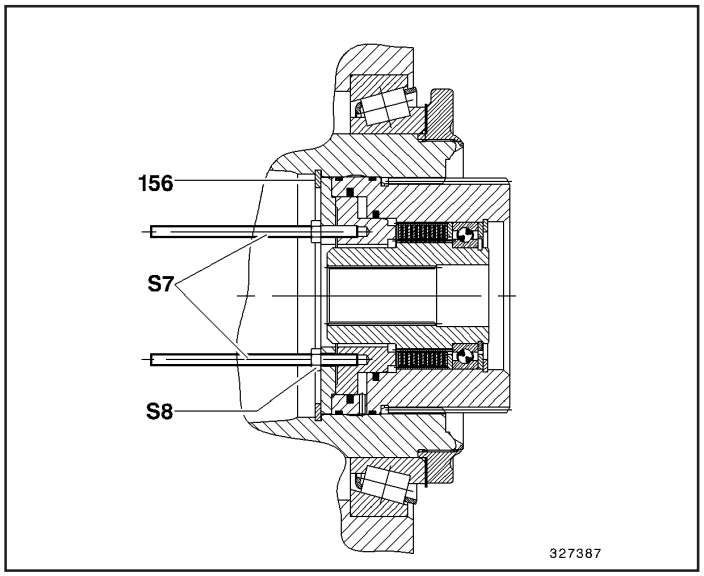


Fig.18

Caixa de engrenagem F 100:

⚠ ADVERTÊNCIA

O anel trava (156) e a tampa do cilindro estão sob alta pressão de mola.

Insira duas barras roscada (S7) no êmbolo. Depois, puxe o êmbolo, uniformemente contra a tampa do cilindro através de duas porcas (S8).
Isto bloqueia as molas (não mostradas) **no êmbolo**. A mesma operação para “liberação em emergência, ou liberação mecânica do freio”.

Remova o anel-trava (156).

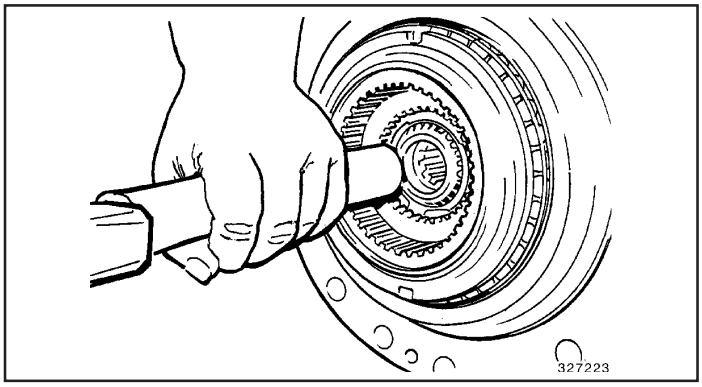


Fig.19

Pressione o freio para fora do eixo tubular.

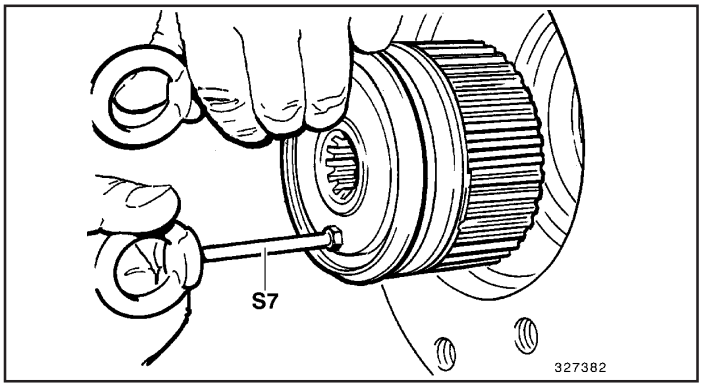


Fig.20

Remova o freio utilizando duas barras roscadas (S7).

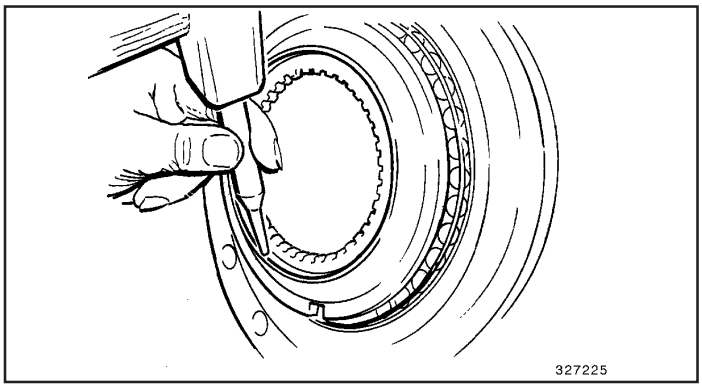


Fig.21

Remova os quatro pontos de trava da porca redonda fendida (trava), para fora das ranhuras do eixo tubular.

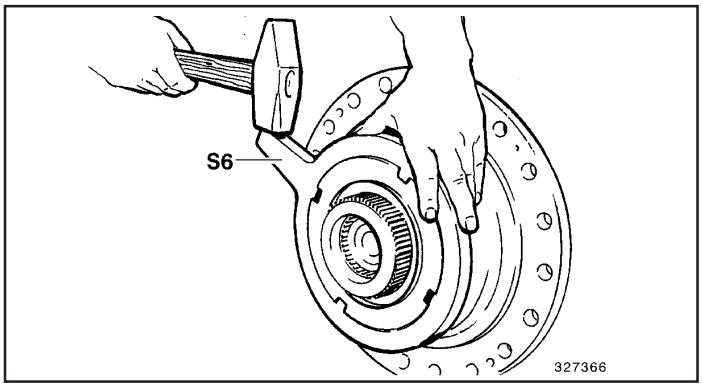


Fig.22

Afrouxe a porca redonda fendida (trava) com uma chave de impacto.

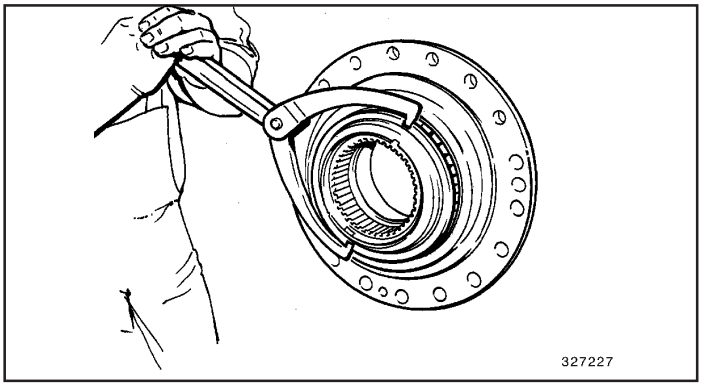


Fig.23

Desatarrache a porca redonda fendida (trava) com uma ferramenta apropriada.

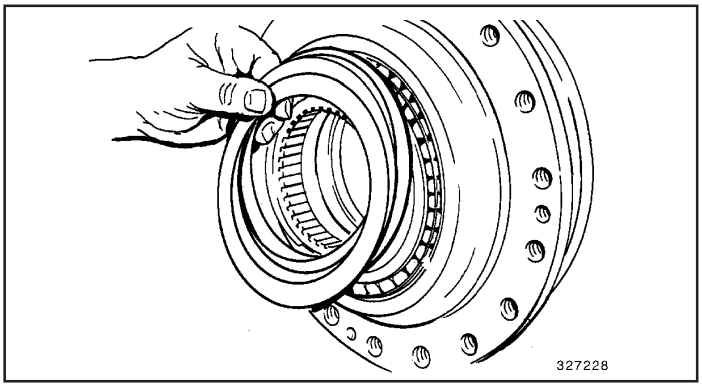


Fig.24

Remova os anéis de calço.

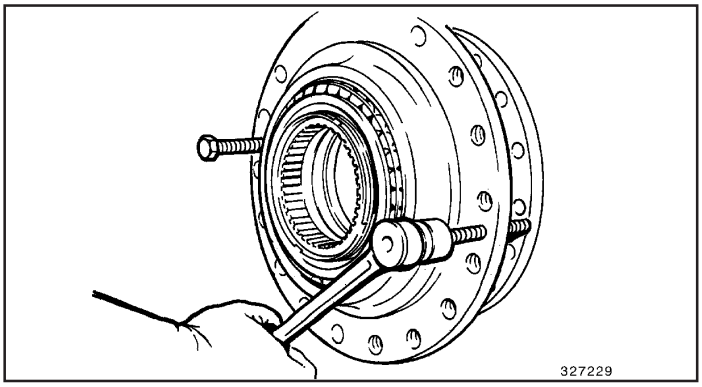


Fig.25

Separe o cubo do eixo tubular utilizando dois parafusos sacadores com roscas longas.

Caixa de engrenagens F 44: M 10
Caixa de engrenagens F 55: M 10
Caixa de engrenagens F 100: M 12

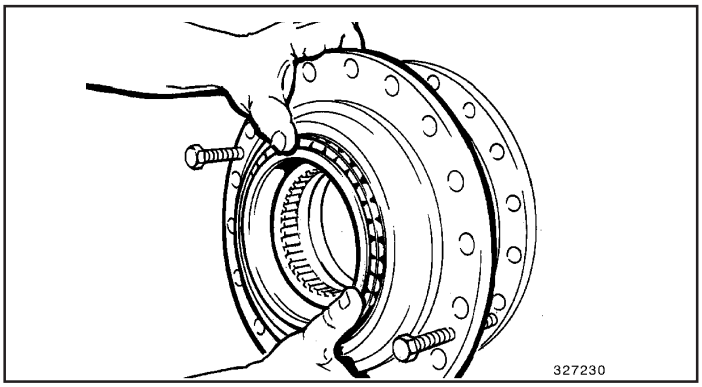


Fig.26

Remova o cubo.

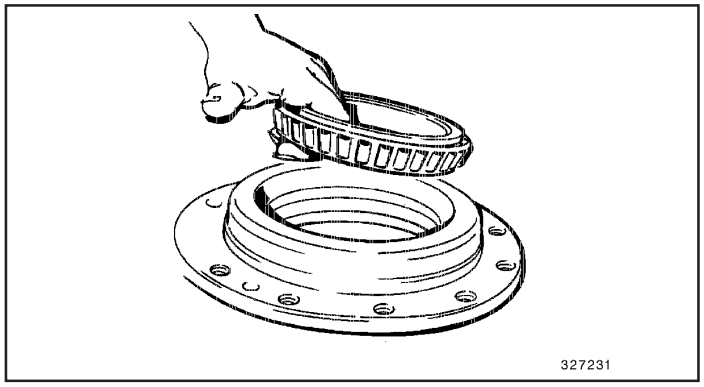


Fig.27

Remova o anel interno (cone) do rolamento cônico do cubo.

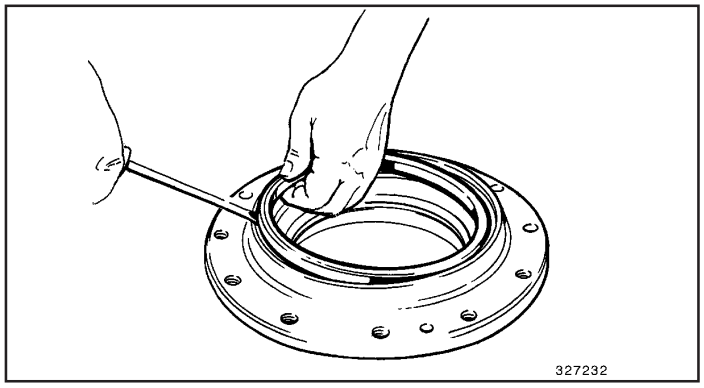


Fig.28

Remova o anel deslizante, usando uma chave de fenda como alavanca. Cuidado com o canal do anel “O”.
Assentamento impróprio dos anéis “O”, deformação ou cortes, são as razões mais freqüentes de vazamentos prematuros do anel vedador deslizante.

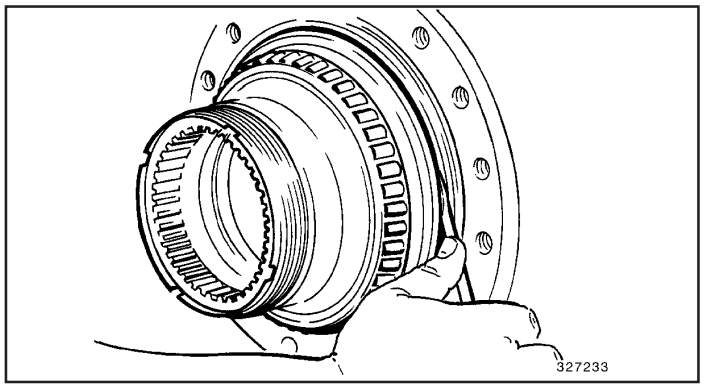


Fig.29

Remova a segunda metade do anel vedador deslizante do eixo tubular com uma chave de fenda.
Cuidado com o canal do anel “O”.

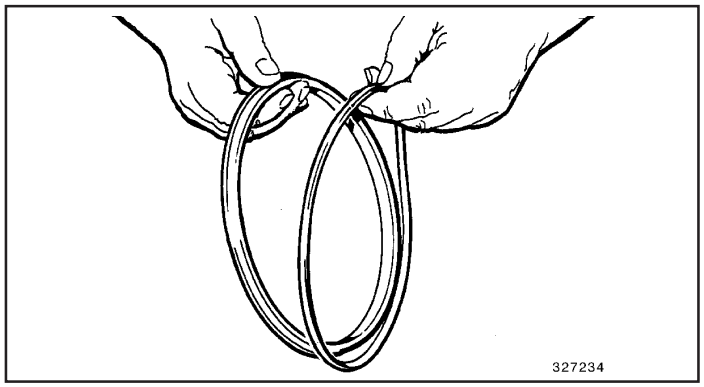


Fig.30

Remova os anéis “O” dos anéis deslizantes.
Inspecione cuidadosamente as faces de contato dos dois anéis deslizantes. Os anéis foram lapidados em pares. Mesmo um minúsculo defeito, quase invisível, pode causar o aparecimento de vazamentos após a montagem.

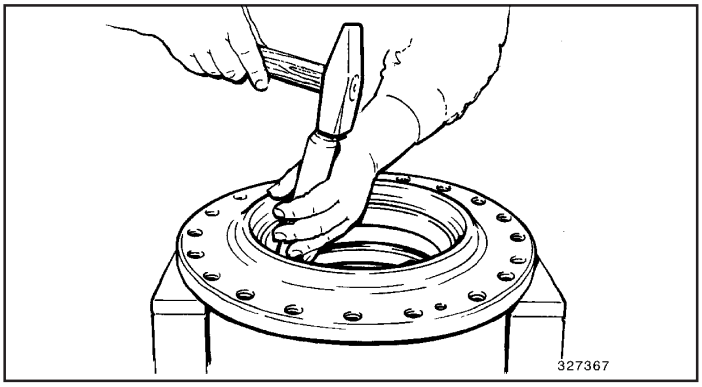


Fig.31

Pressione ambos anéis externos do rolamento (capas) para fora do cubo se o rolamento cônico for ser trocado.

Aqueça o anel interno (cone) do rolamento e remova-o do eixo tubular, destruindo-o se necessário.

Sempre troque um anel deslizante de vedação (Duo-cone) após 1500 horas de serviço.

Mesmo que os anéis deslizantes estejam em perfeitas condições, troque os anéis “O” de qualquer maneira.

Para encomendar peças, favor usar os números de peça constantes no Catálogo de Peças de Reposição.

Verifique o rolamento cônico e substitua, se necessário. Para reparos “in loco”, os rolamentos cônicos raramente tem de ser trocados.

Se necessário, refaça a rosca do eixo tubular com um restaurador de roscas e limpe cuidadosamente.

Troque sempre a porca redonda fendida (trava)!.

Experimente uma nova porca redonda fendida (trava).

A porca redonda fendida (trava) nova deve passar livremente por toda a extensão de roscas do eixo tubular.

Remova as rebarbas completamente do canal do anel elástico e do bolsão do duto de óleo do freio no eixo tubular.

Limpe e verifique todas as peças.

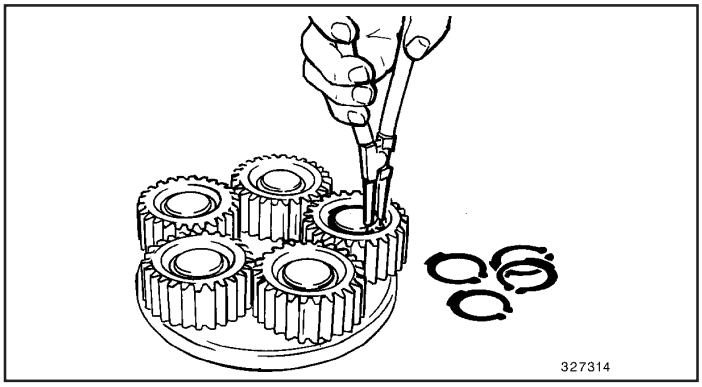


Fig.32

Remova os anéis de trava das engrenagens.

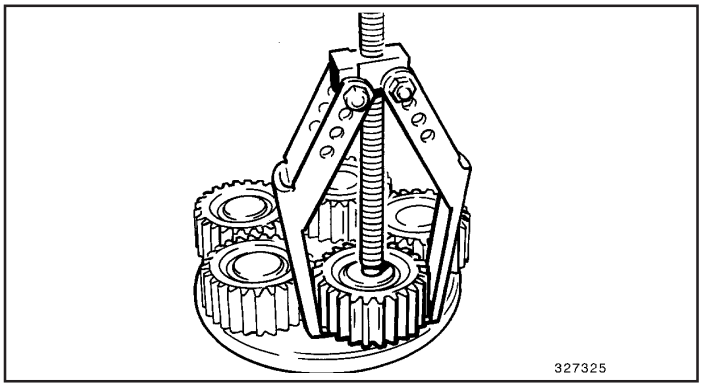


Fig.33

Sacar as engrenagens retas, inclusive seus rolamentos, com uma ferramenta adequada.

Engrenagem reta = anel externo do rolamento. Substitua as engrenagens retas e os rolamentos em conjunto.

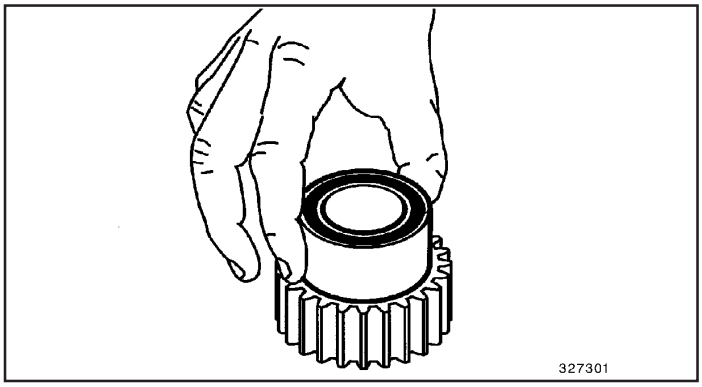


Fig.34

As engrenagens e rolamentos do conjunto planetário são fornecidos como peças de reposição em forma pré montada. A título de informação, duas das ilustrações são para mostrar como montar os rolamentos.
Coloque as engrenagens retas com o chanfro grande para baixo.
Coloque o rolamento – novo envolvido em uma película de PVC – sobre a engrenagem reta, com o raio do anel interno para baixo e exatamente centrado.

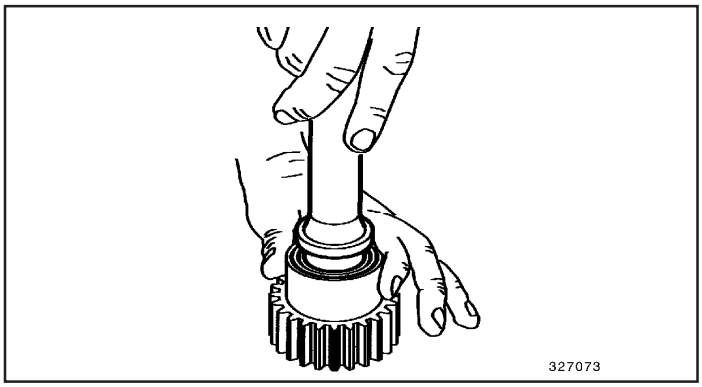


Fig.35

Insira o rolamento dentro da engrenagem reta sem interrupção utilizando um mandril, até que os anéis de trava encaixem, do meio do rolamento, no canal da engrenagem reta. Vide vista em corte.

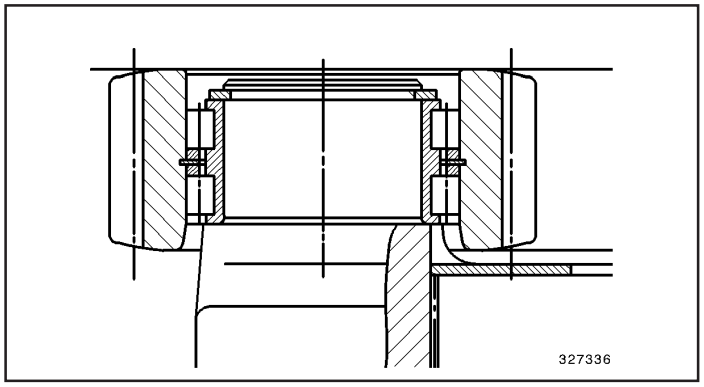


Fig.36

Esta vista em corte mostra que o chanfro grande na engrenagem reta e o raio no anel interno do rolamento devem sempre estar faceando o raio do pino.

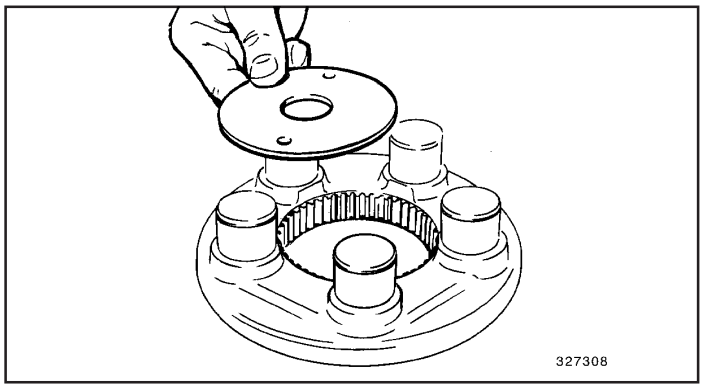


Fig.37

Insira o disco no porta satélites da engrenagem planetária, estágio III.

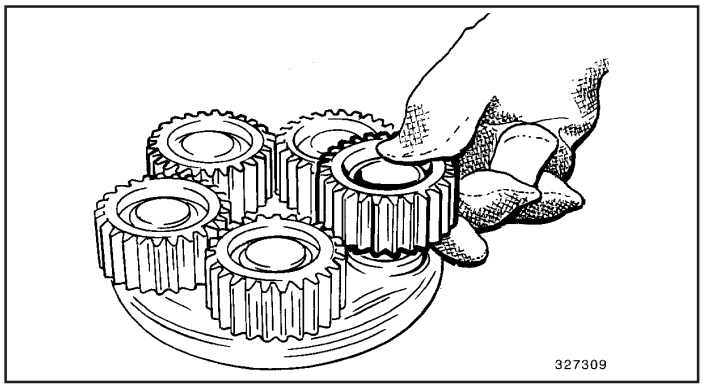


Fig.38

Aqueça as engrenagens retas com os seus rolamentos em um forno à uma temperatura máxima de 100˚C (212˚F) durante 30 minutos.
Coloque a engrenagem reta aquecida no pino do porta satélites, **com o chanfro grande para baixo.**

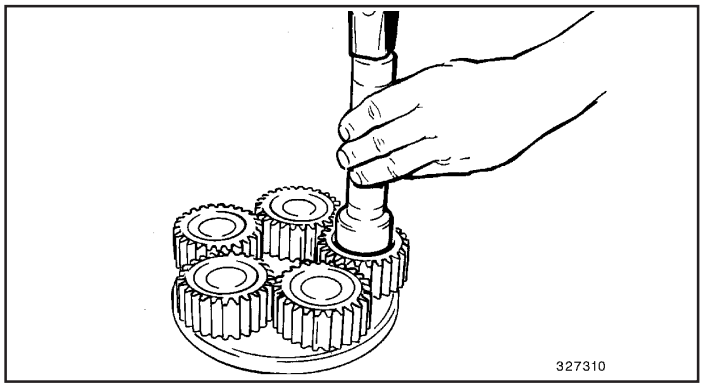


Fig.39

Insira imediatamente os rolamentos até o limite usando uma luva apropriada.

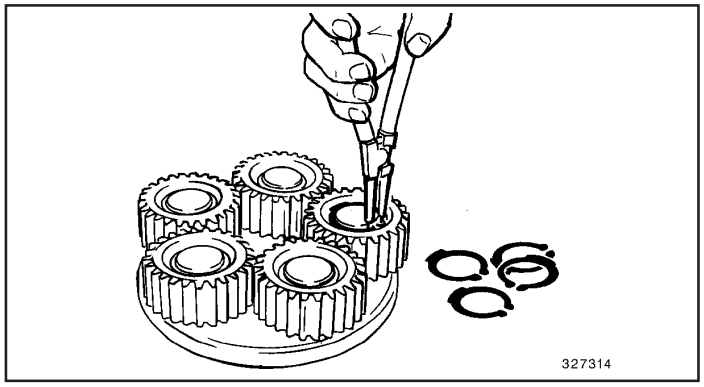


Fig.40

Insira os anéis de trava.

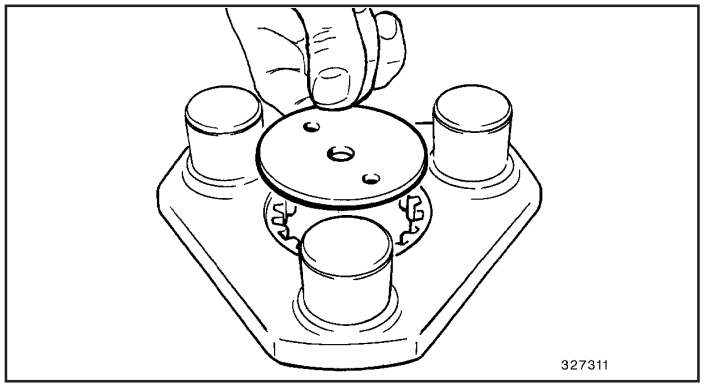


Fig.41

Insira o disco no porta satélites dos estágios I e II da engrenagem planetária.

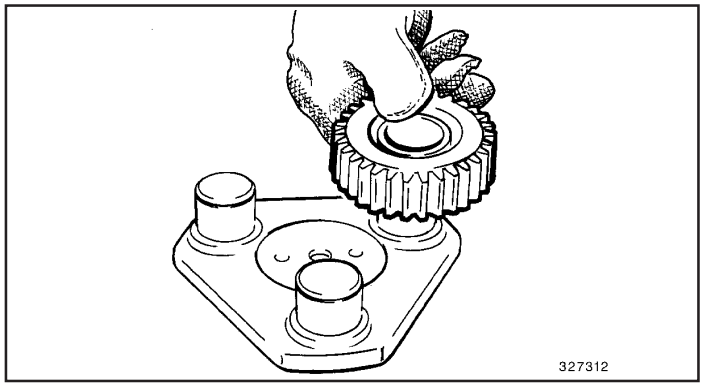


Fig.42

Coloque as engrenagens retas sobre os pinos do porta satélites **com o chanfro grande para baixo.**

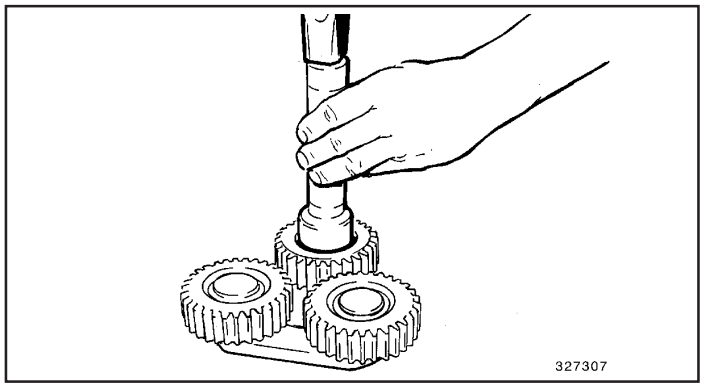


Fig.43

Pressione imediatamente os rolamento até o limite, utilizando uma luva apropriada.

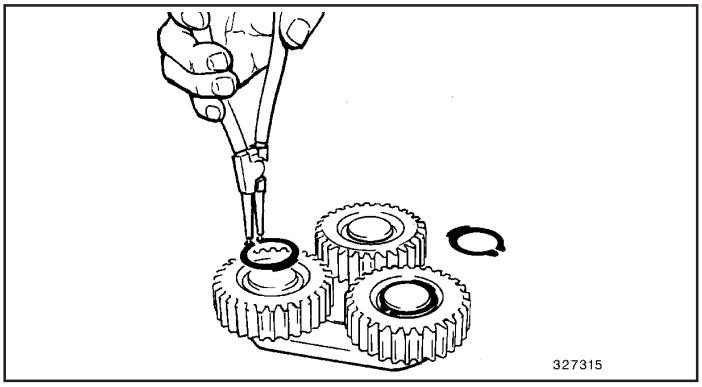


Fig.44

Insira os anéis de trava.

Montagem da caixa de engrenagens de translação

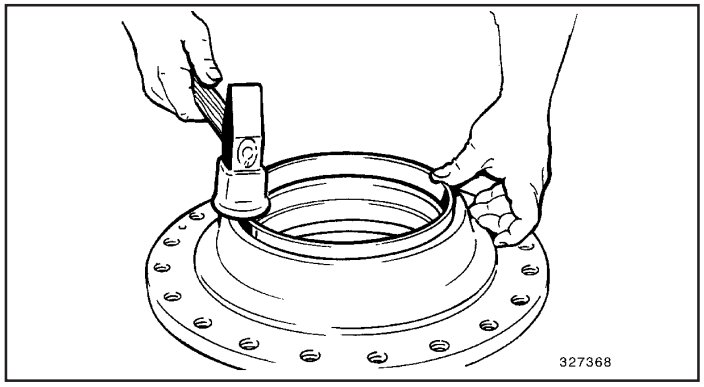


Fig.45

Pressione ambos os anéis externos (capas) dos rolamentos dentro do cubo.

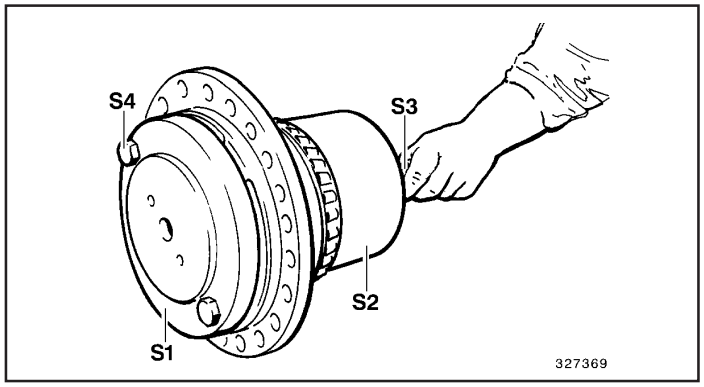


Fig.46

Parafuse a tampa (S1) no eixo tubular ao invéz do motor propulsor através de dois parafusos (S4)
Insira o anel espaçador e rolamento cônico sobre o eixo tubular.
Coloque a tampa em formato de copo (S2) e prenda com o parafuso (S3) na tampa (S1)

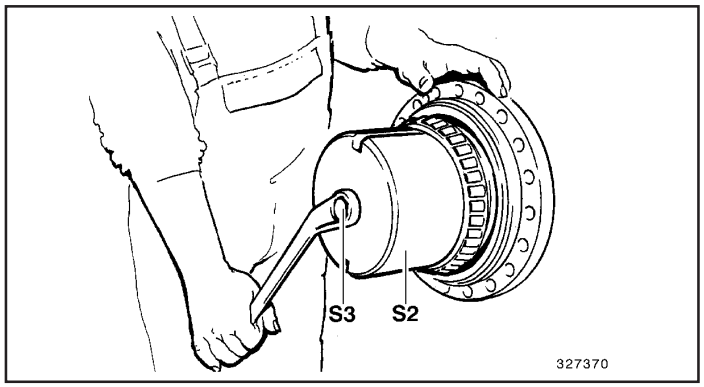


Fig.47

Pressione o rolamento cônico até sua posição final.

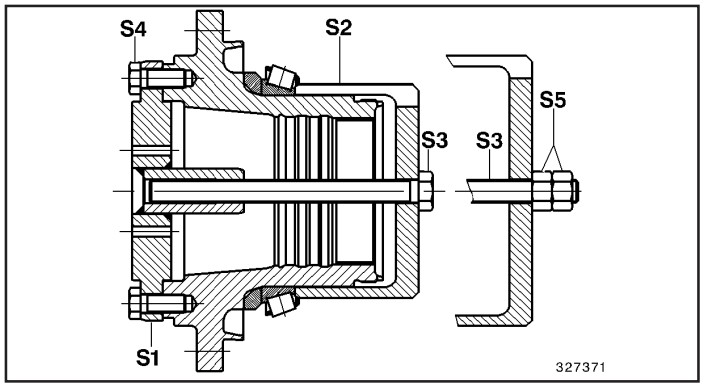


Fig.48

O anel espaçador e o rolamento cônico estão localizados em suas posições finais.
Afrouxe o parafuso (S3) e remova a tampa em formato de copo (S2)

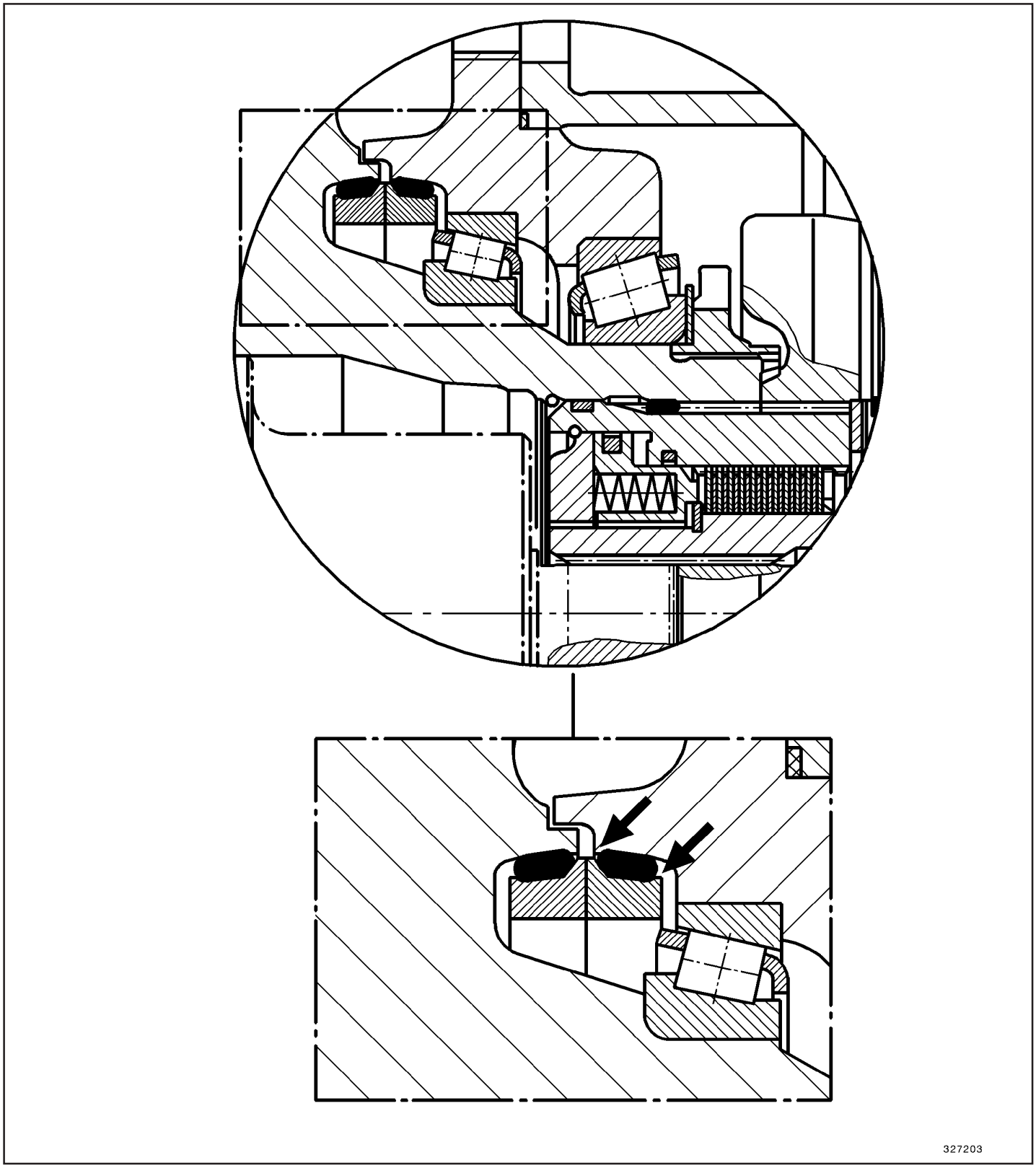


Fig.49

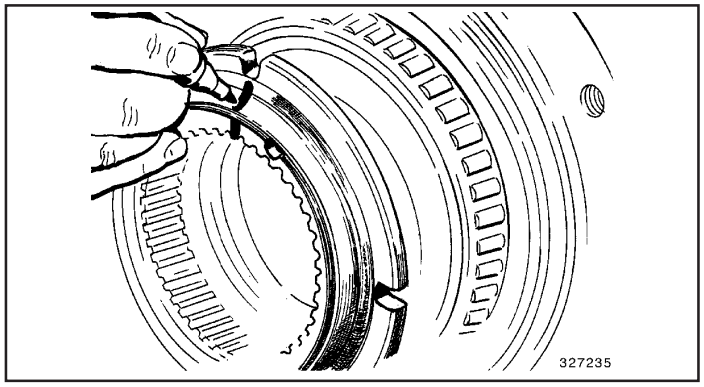


Fig.50

Atarrache uma nova porca redonda fendida (trava), ao eixo tubular e aperte-a completamente. Marque esta posição na face do eixo tubular e no flange da porca redonda fendida (trava). Remova a porca.

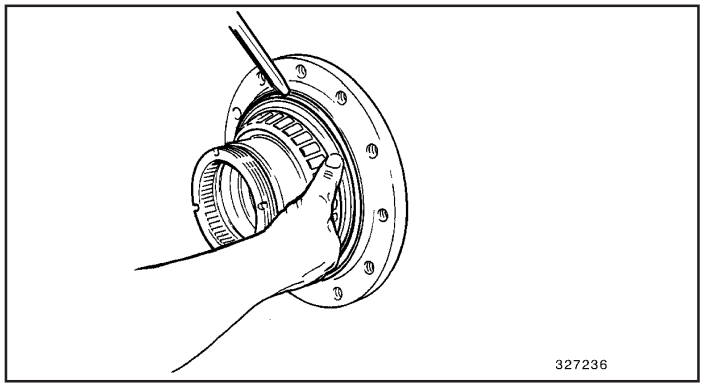


Fig.51

Coloque um anel do vedador deslizante no eixo tubular junto com o anel “O” e insira o anel “O” no eixo tubular utilizando uma chave de fenda com ponta arredondada, ao mesmo tempo aplique alguma pressão ao anel deslizante com a outra mão.

Ambos os anéis deslizantes do vedador deslizante, assim como o cubo e o eixo tubular têm pequenos batentes lisos que asseguram a posição correta dos anéis “O” (vide as setas da Fig.49). O anel “O” deve ser inserido cuidadosamente, em pequenos passos e sem torções. A aplicação de alguma pressão ao anel deslizante por uma segunda pessoa pode ajudar.

Quando o anel deslizante ficar em sua posição correta, acerte a posição do anel “O”, na volta toda para que fique em uma posição uniforme.

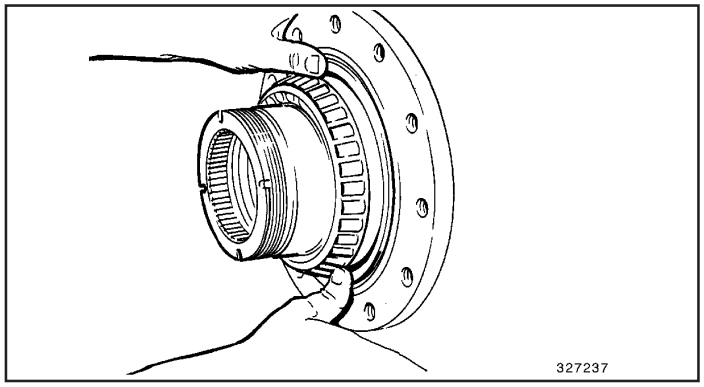


Fig.52

Verifique o assentamento e a pressão do anel “O” aplicando forte pressão sobre o anel deslizante.

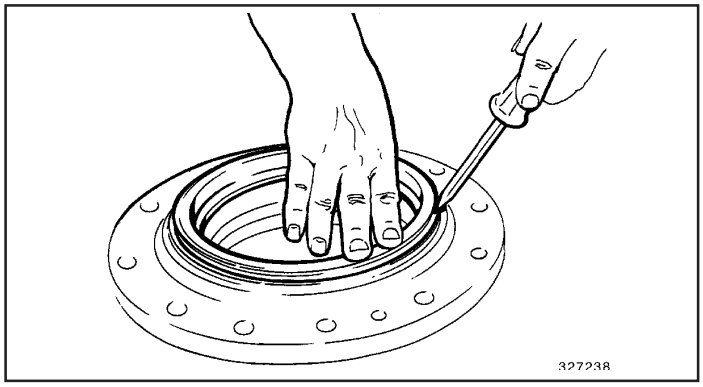


Fig.53

Insira o segundo anel deslizante com o anel “O” no cubo, do mesmo modo.
O anel “O” dever ser inserido cuidadosamente em pequenos passos, sem torções.
Quando o anel deslizante ficar em sua posição correta, acerte a posição do anel “O” na volta toda para que fique em uma posição uniforme.

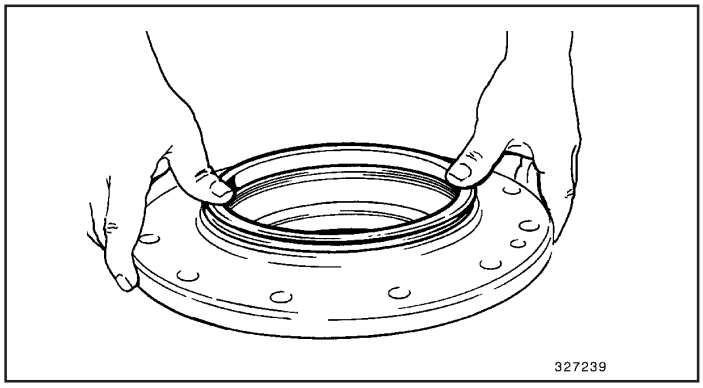


Fig.54

Verifique o assentamento e pressão do anel “O” aplicando forte pressão sobre o anel deslizante.
Limpe os anéis deslizantes com um pano e unte com óleo.

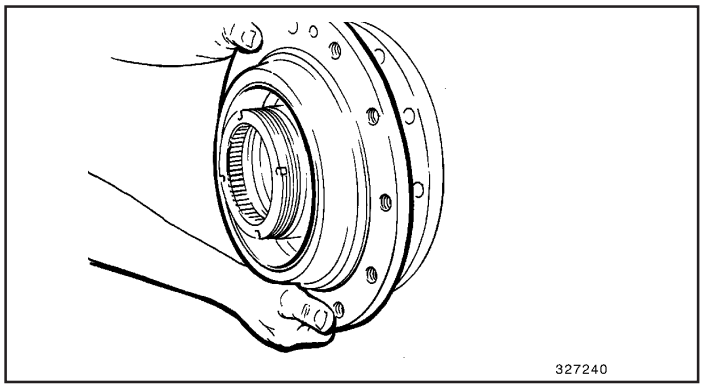


Fig.55

Coloque o cubo sobre o eixo tubular, pressione a parte posterior do rolamento cônico e segure-o nesta posição.
Movimento excessivo do cubo poderá resultar em danos ao vedador deslizante.
Para segurar o cubo nesta posição, uma segunda pessoa poderá ser útil.

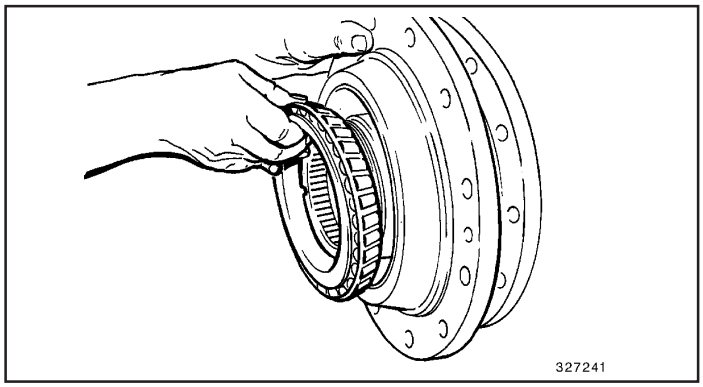


Fig.56

Insira o anel interno (cone) do rolamento cônico frontal.

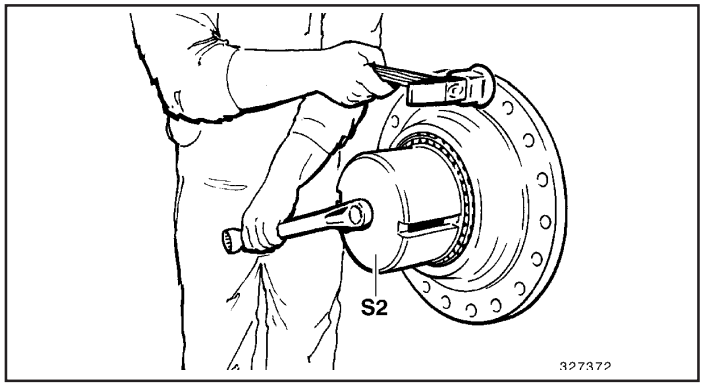


Fig.57

Coloque a tampa em formato de copo (S2) e prense o rolamento sobre o assento no eixo tubular.
Aplique alguns golpes fortes ao flange do cubo.

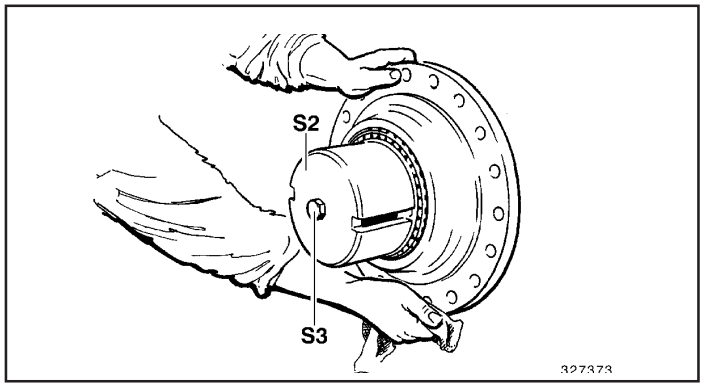


Fig.58

Gire o cubo.

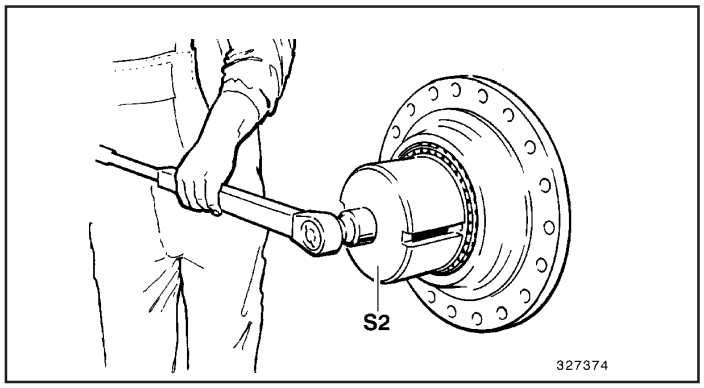


Fig.59

Aperte o parafuso (S3) com um torquímetro.
O seguintes valores de torques de aperto são especificados para o ajuste da pré-carga do rolamento:

Modelo da Caixa de Engrenagens	Torque de Aperto M_A N.m (lb.ft)
F 44	200 (148)
F 55	200 (148)
F 80	200 (148)
F 100	260 (192)

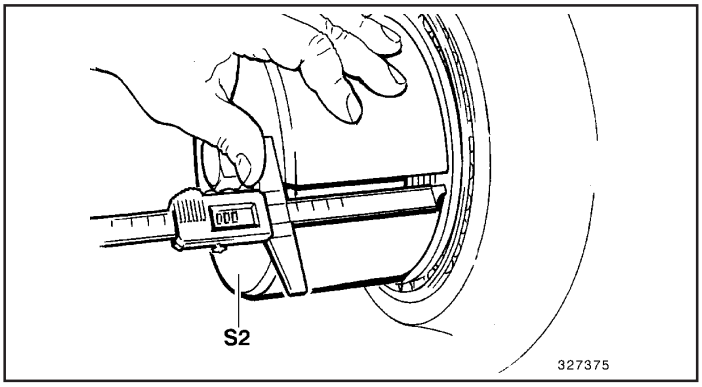


Fig.60

Determine as dimensões **B** e **A** através da fenda na tampa em formato de copo (S2), utilizando um paquímetro de profundidade.
Faça uma segunda medição à 180° da primeira através da fenda oposta na tampa em formato de copo.

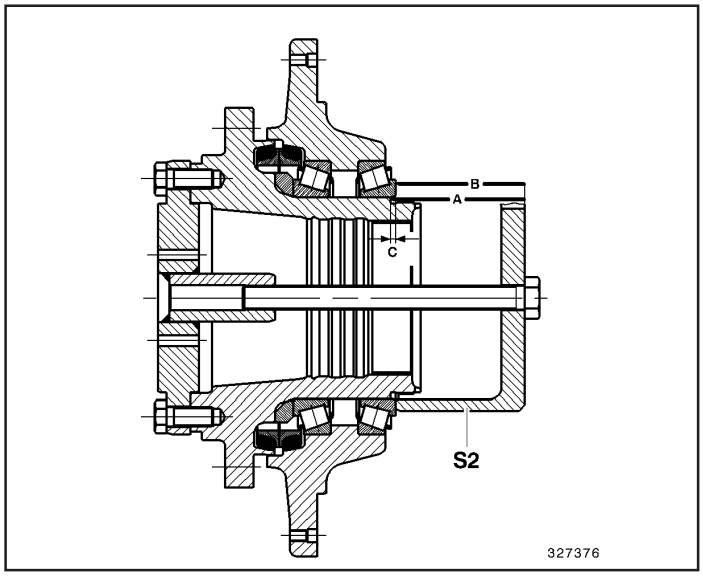


Fig.61

Meça a dimensão **B** entre a tampa em formato de copo (S2) e o anel interno do rolamento cônico.
(Zere o paquímetro de profundidade)
Agora meça a dimensão **A** entre a tampa em formato de copo e o eixo tubular.

Diferença **C = A - B**

Registre a dimensão **C.**
(Leia a dimensão **C** no visor do paquímetro de profundidade)

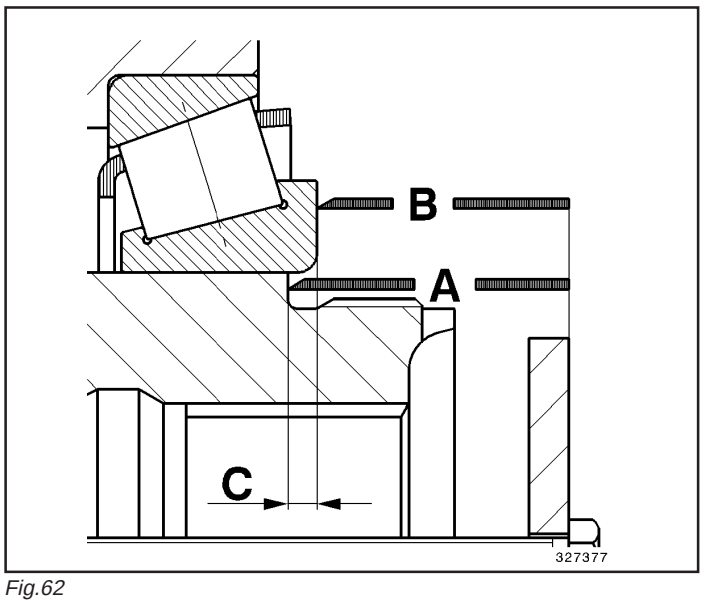


Fig.62

Exemplo: (Caixa de engrenagem F44)

A	+	114,9 mm
B	-	110,2 mm
C	+	4,7 mm

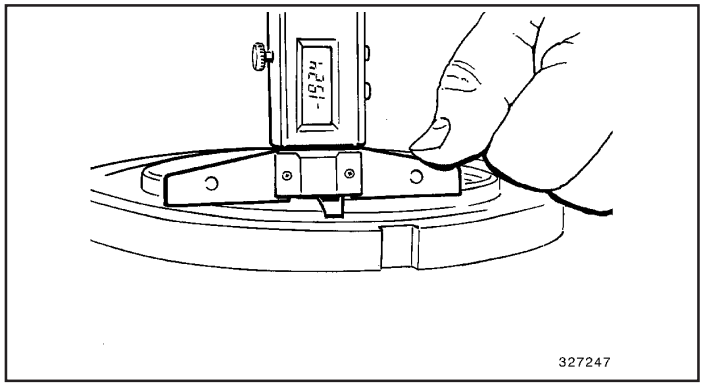


Fig.63

Utilize um paquímetro de profundidade e meça o colar na porca redonda fendida (trava), anteriormente marcada. Registre esta dimensão como **D**.

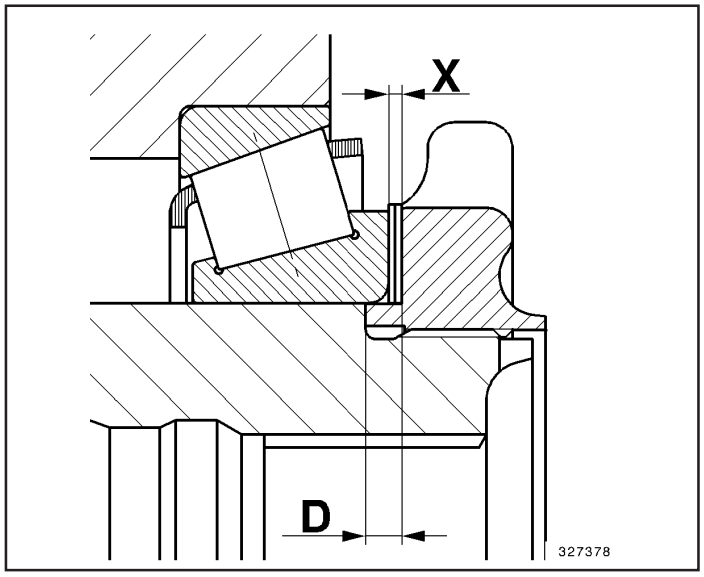


Fig.64

Cauculando o número de calços:
X = D - C

Exemplo:

D	+	5,5 mm
C	-	4,7 mm
X	+	0,8 mm

2 calços de 0,30 mm
1 calços de 0,20 mm

Sempre arredonde os valores calculados.
Tente manter o número de calços o menor possível.
Remova a tampa em formato de copo (S2).

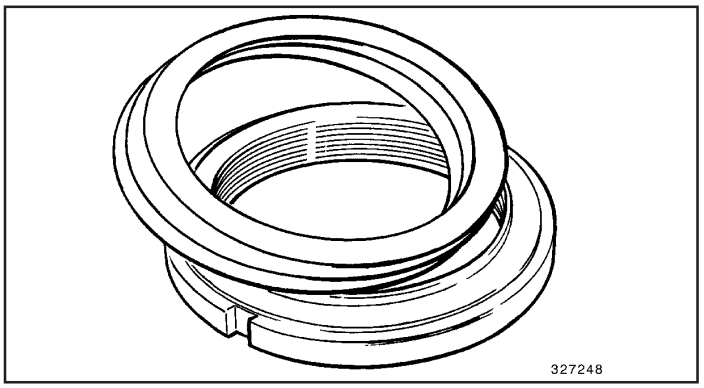


Fig.65

Meça os calços.
Aplique um pouco de graxa aos calços e coloque-os sobre a porca redonda fendida (trava).
Sempre coloque o calço mais espesso primeiro na porca redonda. Para três ou mais calços, coloque o mais fino no meio.

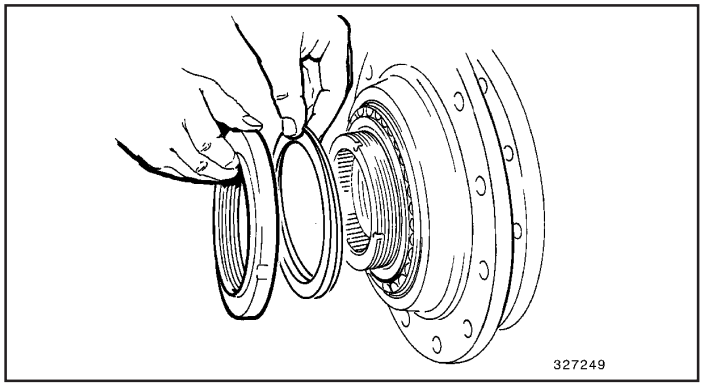


Fig.66

Atarrache a porca redonda ao eixo tubular, juntamente com os calços.

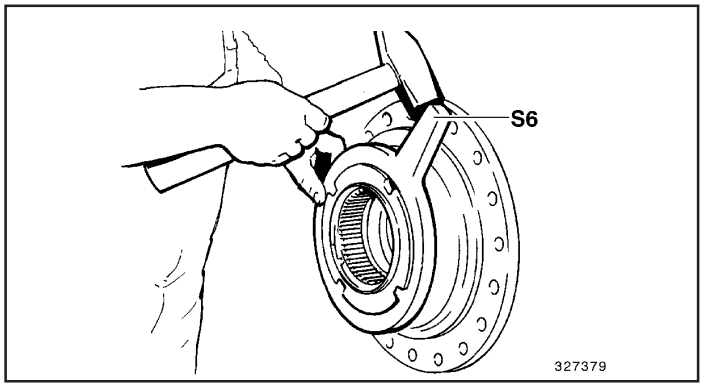


Fig.67

Aperte a porca redonda fendida (trava) até que as marcas feitas anteriormente na porca redonda e eixo tubular estejam alinhadas uma com a outra.
Dê algumas marteladas na chave (S6) colocada sobre a porca redonda fendida...

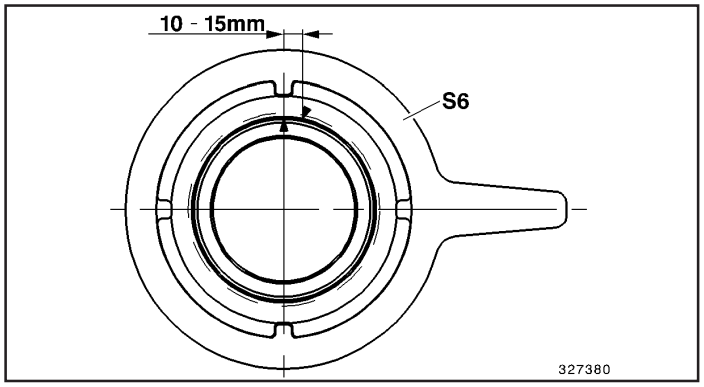


Fig.68

... até que a distância entre as marcas feitas na porca e no eixo tubular seja de 10 a 15 mm.

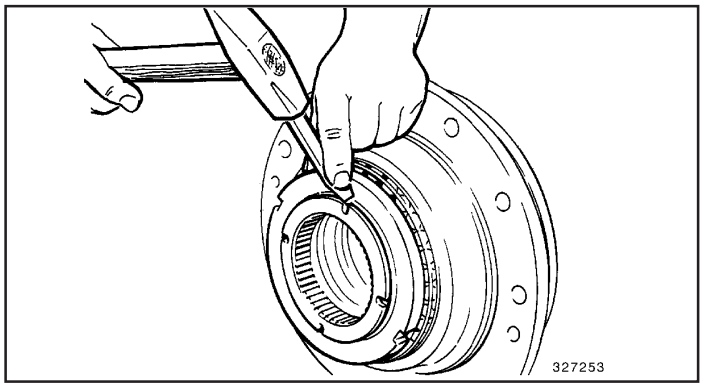


Fig.69

Trave a porca redonda fendida. Para esta finalidade, use um punção para deformar o flange da porca para dentro dos quatro recortes do eixo tubular.

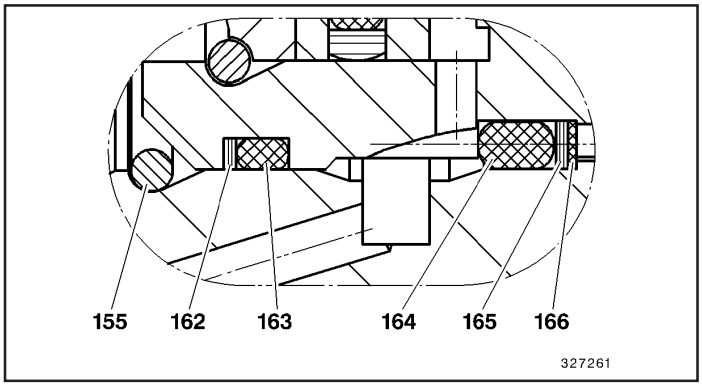


Fig.70

Substitua os vedadores do freio multi-disco.
Mantenha a posição dos vedadores como mostrado. Os anéis “O” (163 + 164) estão localizados na frente e atrás do duto de óleo do freio, seguidos pelos anéis de encosto (162 + 165).
As caixas de engrenagens de translação F 20, F 30, F 80 têm, adicionalmente, mais um anel de aço (166) como mostra a ilustração.
As juntas laterais do anel de encosto (165) e o anel de aço (166) devem estar defasadas em 180°.
Unte os vedadores com óleo suficiente.

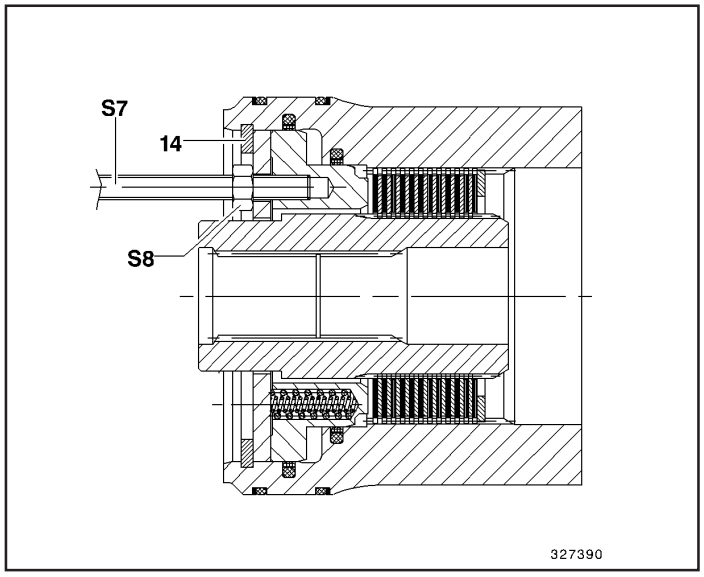


Fig.71

Bloqueie as molas no êmbolo do freio multi-disco.
Para esta finalidade atarrache duas barras roscadas (S7) no êmbolo. Depois, pressione uniformemente o êmbolo em direção e contra a tampa do cilindro através de dois parafusos (S8).

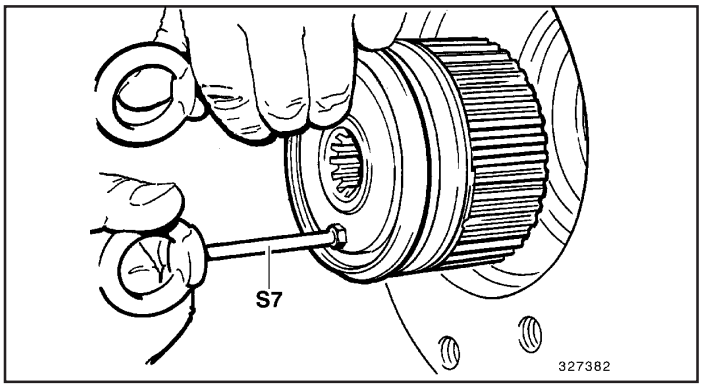


Fig.72

Cuidadosamente empurre o freio para o interior do eixo tubular usando as barras roscadas (S7), sem danificar os vedadores.
Não remova as barras roscadas.
O freio deve permanecer desativado para a colocação do estágio I da engrenagem planetária.

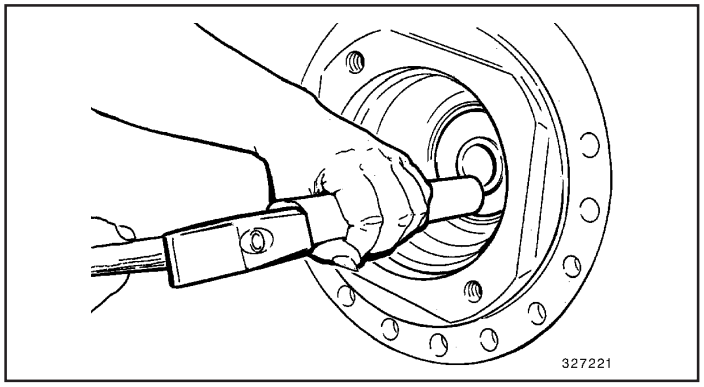


Fig.73

Insira o freio até o fim com marteladas leves.

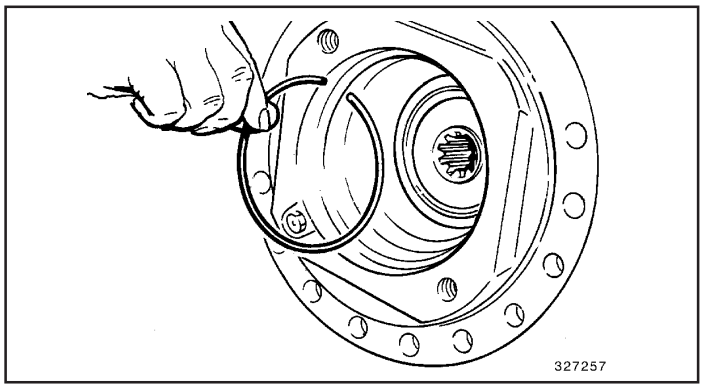


Fig.74

Caixas de engrenagens F 44, F 55:
Insira o anel-trava (155).

Caixa de engrenagens F 100:
Insira o anel elástico “circlip” (156).

A junta lateral do anel deve estar defasada em 180° em relação ao furo do duto de óleo do freio no eixo axial.

Verifique se o freio está justo:
Conecte uma bomba hidráulica manual ao orifício roscado da linha de freio. **Assegure que a bomba hidráulica manual contém óleo hidráulico limpo**.

Pressão de teste: 150 bar (2180 psi).
Repita a instalação e ajuste do freio com vedadores novos, caso a pressão caia ou se forem notados vazamentos.

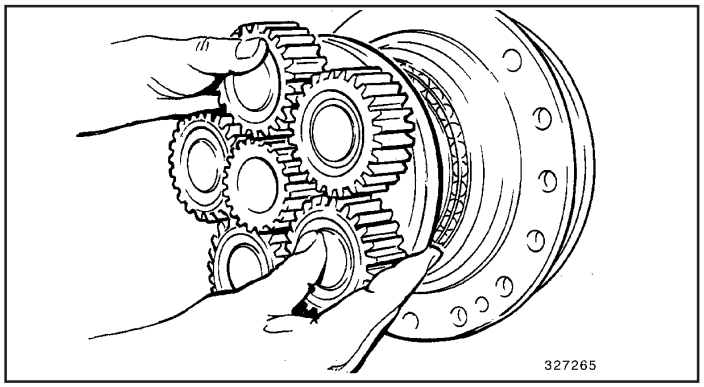


Fig.75

Coloque o estágio III da engrenagem planetária no cubo do freio.

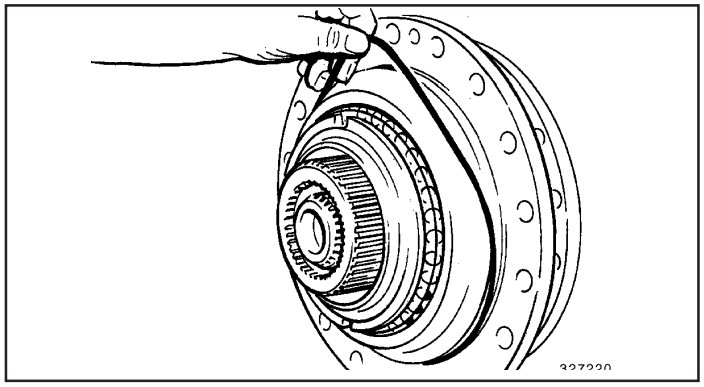


Fig.76

Insira um anel “O” novo e unte-lo com óleo.

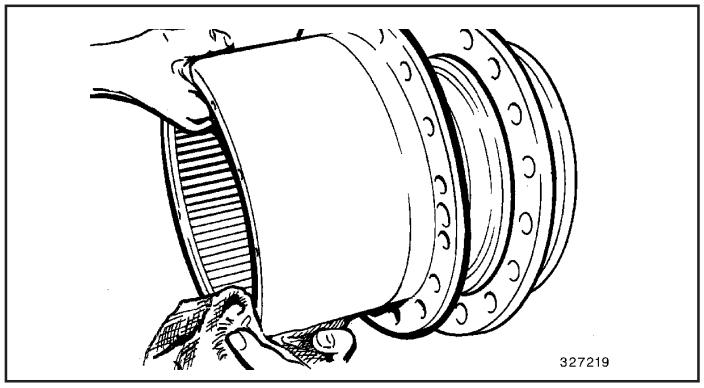


Fig.77

Encaixe a corôa.

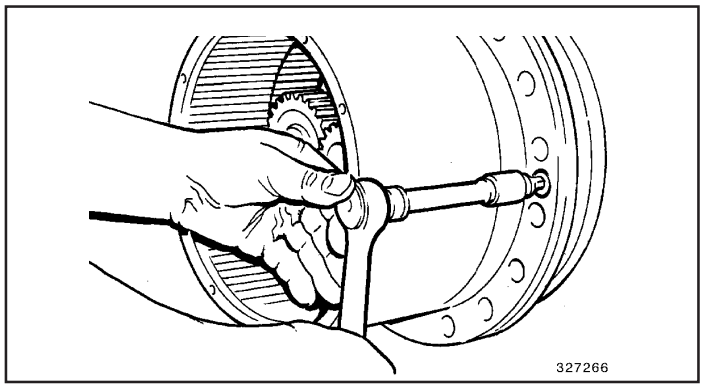


Fig.78

Prenda dois parafusos com trava líquida (P/N 73171473) e aperte-os.
Para torques de aperto veja a tabela 1 no anexo.

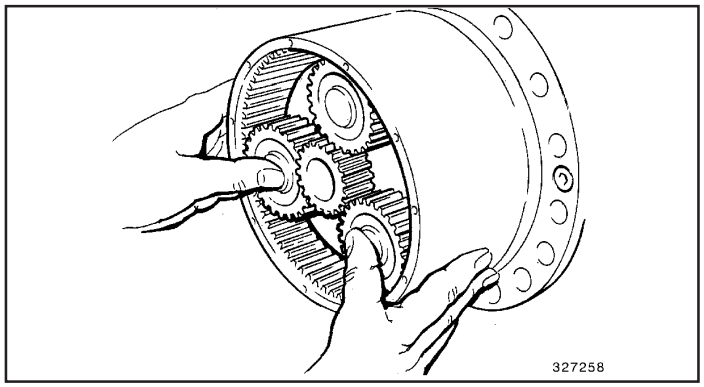


Fig.79

Insira o estágio II da engrenagem planetária.

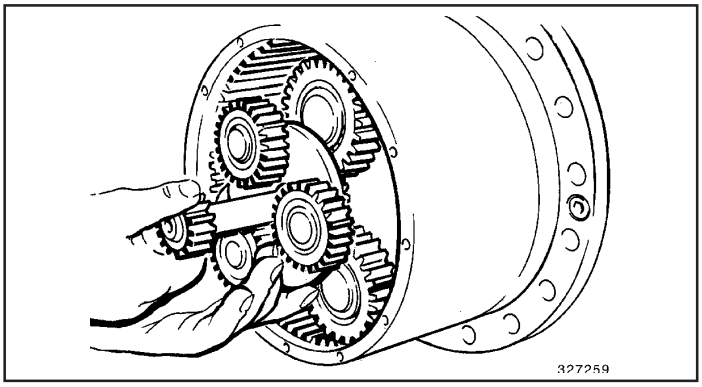


Fig.80

Insira o estágio I da engrenagem planetária.
Insira o eixo propulsor e gire-o até os dentes engrenagem.

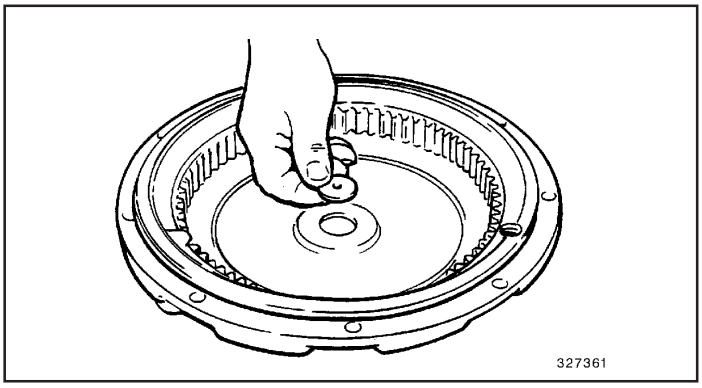


Fig.81

Verifique a arruela de encosto quanto a desgaste e assentamento firme, substitua se necessário.
Prenda a arruela de encosto, com LOCTITE 495.
Se a arruela estava presa por meio de entalhes, faça três novos entalhes.

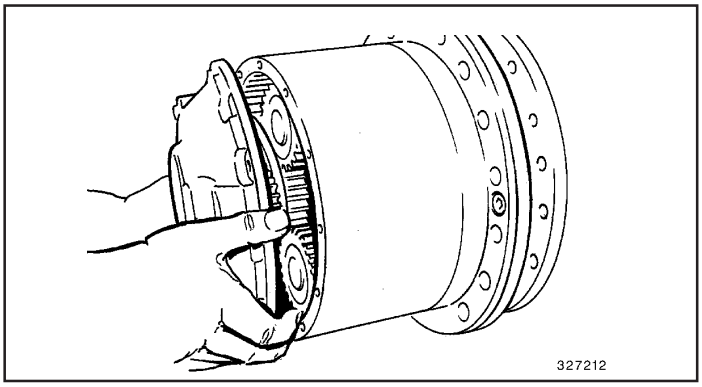


Fig.82

Coloque a tampa com um novo anel “O”. Selar a linha de separação entre a tampa e a corôa com adesivo (P/N 73171476).

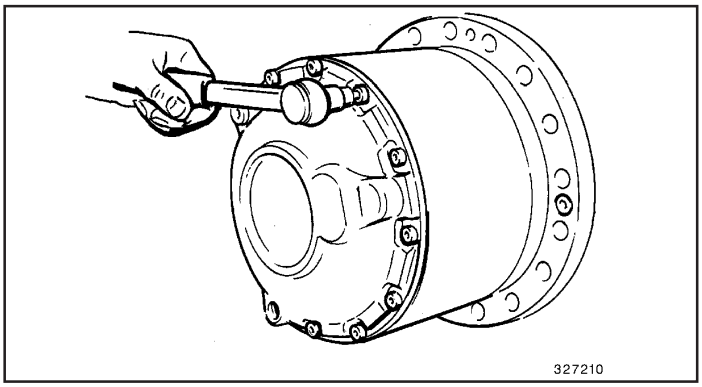


Fig.83

Prenda os parafusos com trava líquida (P/N 73171473) e aperte-os em seqüência cruzada.
Para torques de aperto, veja a Tabela 1 do Anexo.

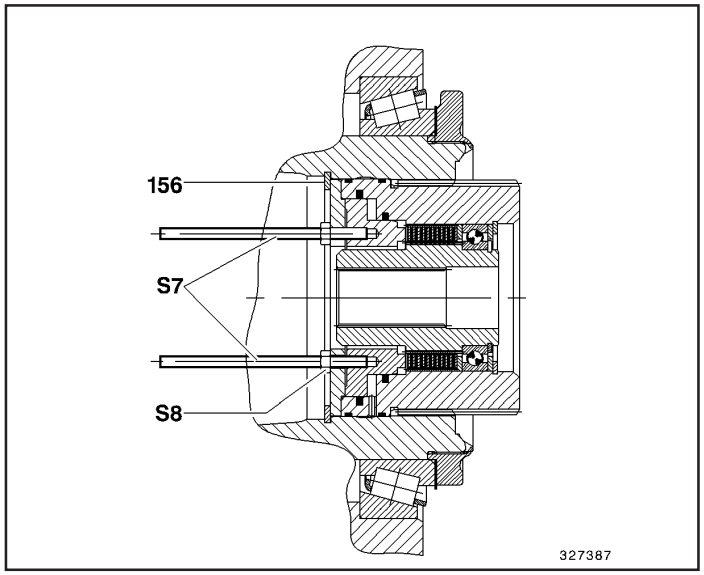


Fig.84

Remova as duas barras roscadas (S7) do êmbolo do freio.

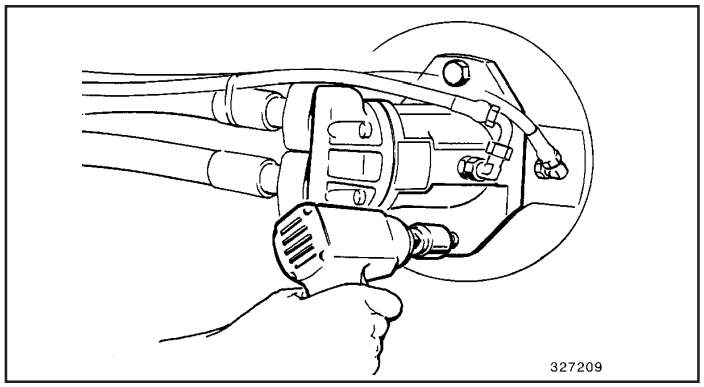


Fig.85

Coloque um novo anel “O” no motor de translação.
Prenda os parafusos com uma trava líquida (P/N 73171473) e aperte-os.
Para torques de aperto, veja a Tabela 1 no Anexo.

Partida

- Encha a caixa de engrenagens com óleo para engrenagens de acordo com o Manual de Instruções de Operação.
- Sangre o freio.

  Para esta finalidade, afrouxe o parafuso da linha de freio junto a caixa de engrenagens, aproximadamente uma volta.

  Depois, ao ativar a função “desloque para a direita” ou “desloque para a esquerda”, acione o freio, permitindo que o fluido do freio saia, até que não contenha mais bolhas de ar.

Freios multi-disco

Reparo dos freios

O reparo dos freios está restrito a:

- Substituição dos vedadores quando o nível de óleo da caixa de engrenagens de translação aumentar devido à entrada de óleo hidráulico do freio para a caixa de engrenagens.
- Substituição dos discos quando a máquina continuar em movimento em um plano inclinado, mesmo que o freio esteja sem pressão.

Verifique os discos quanto a desgaste quando estiver substituindo os vedadores.
Troque os vedadores quando estiver trocando os discos.

A remoção e montagem de freios multi-disco na seção de reparos da caixa de engrenagens, estão descritas nos capítulos sobre “Desmontagem da caixa de engrenagens de translação e “Montagem da caixa de engrenagens de translação”.
Para reparar freios multi-disco com eficiência, a desmontagem e montagem podem ser executadas com a ajuda de ferramentas especiais.

Vantagem: A corrente da esteira permanece fechada e a roda motriz da escavadeira instalada.

Operações que são idênticas nos capítulos a seguir, não serão novamente ilustradas.

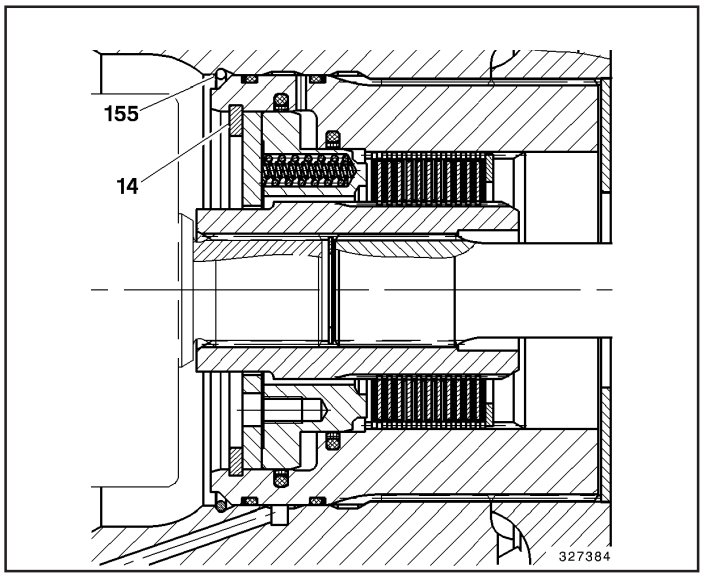


Fig.1

Freio multi-disco das caixas de engrenagens de translação F 44 e F55.

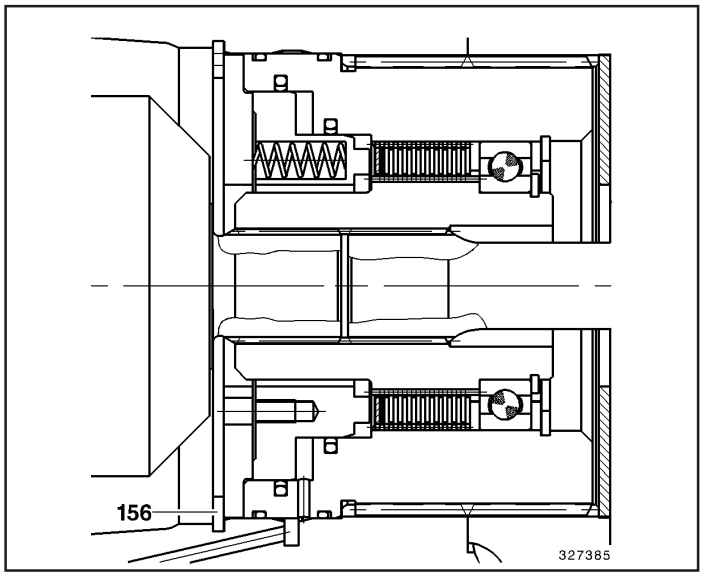


Fig.2

Freio multi-disco da caixa de engrenagens de translação F 100.

Remoção do freio multi-disco

Drene o óleo da caixa de engrenagens de translação.
Remova o motor hidráulico de translação.

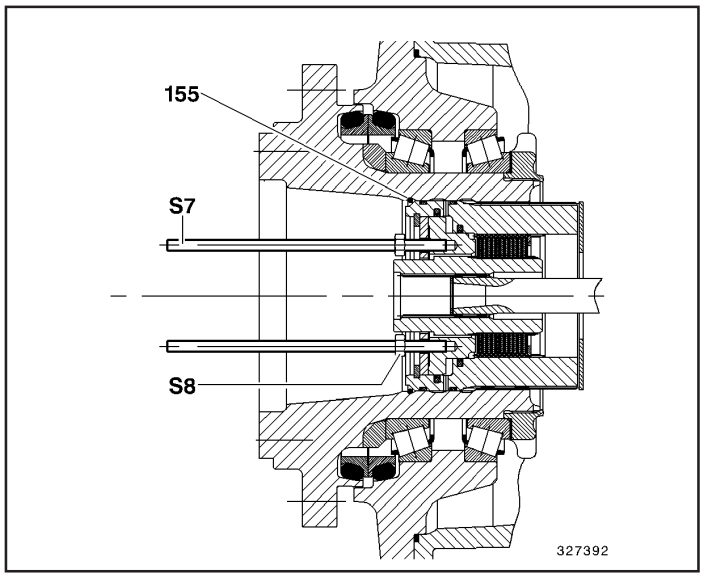


Fig.3

Atarrache 2 barras roscadas (S7) com porcas (S8) ao êmbolo do freio multi-disco.
Caixas de engrenagens de translação F 44, F 55:
Remova o anel de trava (155).

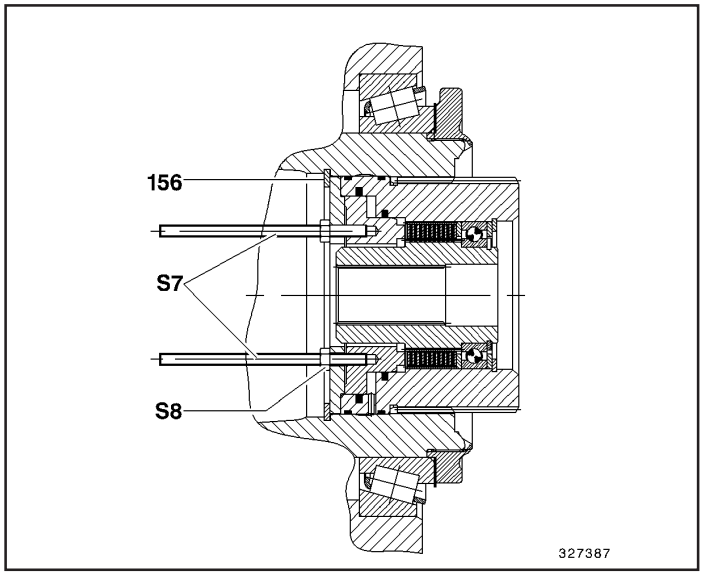


Fig.4

Caixa de engrenagens de translação F 100:

⚠ ADVERTÊNCIA

O anel-trava (156) e a tampa do cilindro estão sob alta pressão de mola!

Puxe o êmbolo uniformemente contra o cabeçote do cilindro através de 2 porcas (S8). Isto irá bloquear as molas do êmbolo.
Remova o anel-trava (156).

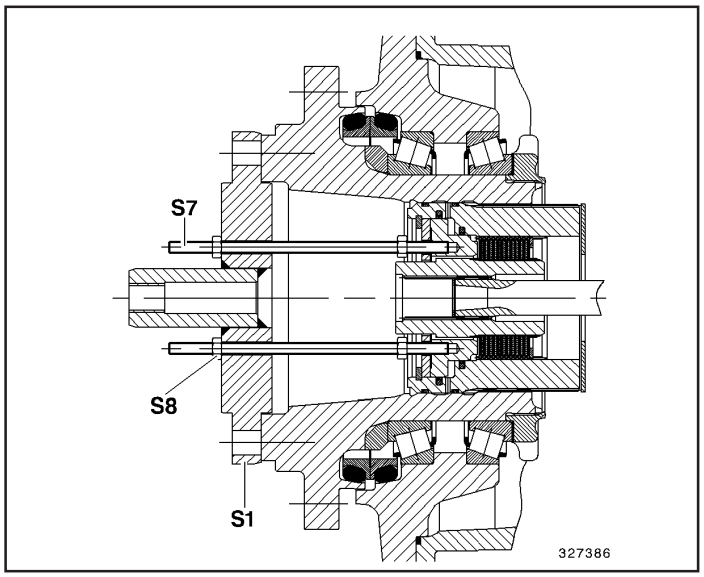


Fig.5

Coloque a tampa (S1) no eixo tubular com a ajuda das barras roscadas (S7) e adicione porcas (S8).
Aperte uniformemente as porcas (S8) puxando o freio multi-disco para fora de seu assento no eixo tubular.
Remova os anéis “O” e anéis de encosto do freio.

Desmontagem do freio multi-disco

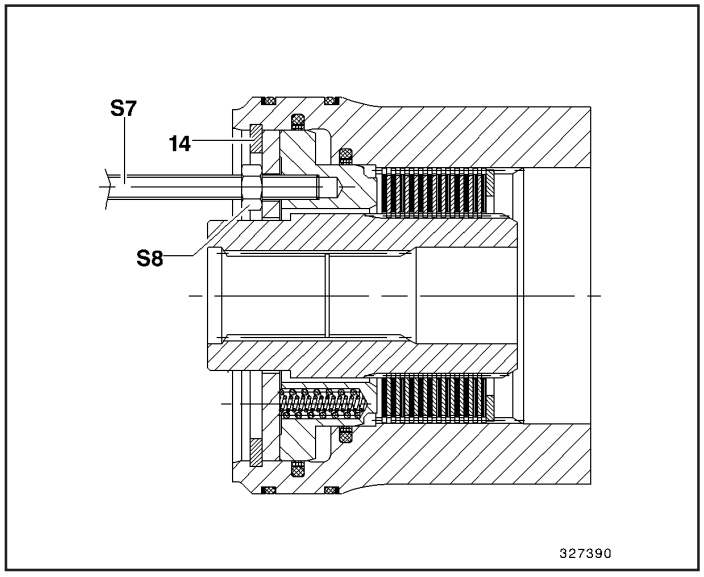


Fig.6

Caixas de engrenagens de translação F 44, F55

⚠ ADVERTÊNCIA

O anel-trava (14) e a tampa do cilindro estão sob alta pressão de mola!

Pressione o êmbolo uniformemente contra a tampa do cilindro através das duas porcas (S8). Isso irá bloquear as molas do êmbolo.
Remova o anel trava (14).

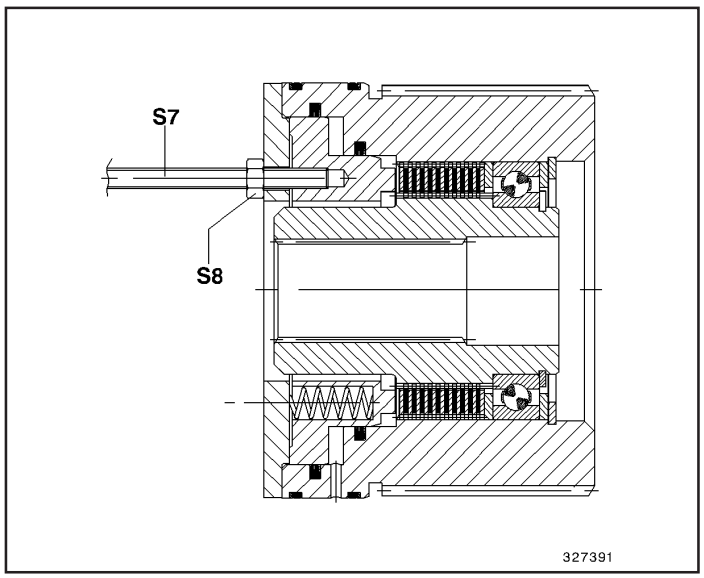


Fig.7

Caixa de engrenagens de translação F 100:
As molas no êmbolo já estão bloqueadas pelas barras roscadas (S7) e porcas (S8).

Remova a tampa do cilindro e o êmbolo.
Remova os vedadores do cubo.
Afrouxe uniformemente as porcas (S8), remova a tampa do cilindro e remova as molas do êmbolo.
Remova os discos externos e internos, verifique e meça-os.
Os discos providos de revestimento sinterizado (discos sinterizados) devem ser substituídos quando o desgaste tiver atingido o limite especificado na tabela. O desgaste dos discos sinterizados deve ser uniforme. O desgaste do revestimento sinterizado deve ser igual nos dois lados do disco.

Caixa de Engrenagens		Disco Sinterizado Espessura (mm)		Folga do Freio (mm)	
		NOVO	MÍN.	NOVO	MÁX.
F44	E	$1,55^{-0,05}$	1,35	2,5	5,0
F55	E	$1,55^{-0,05}$	1,35	2,5	5,0
F80	E	$1,6^{+0,02}$	1,35	2,3	5,2
F100	I	$2,3^{-0,05}$	2,0	2,3	5,0

I = Disco interno
E = Disco externo

Discos sem revestimento (discos de aço) devem ser substituídos quando as suas superfícies estiverem riscadas ou irregulares.
Substitua os discos internos e externos como um jogo somente.

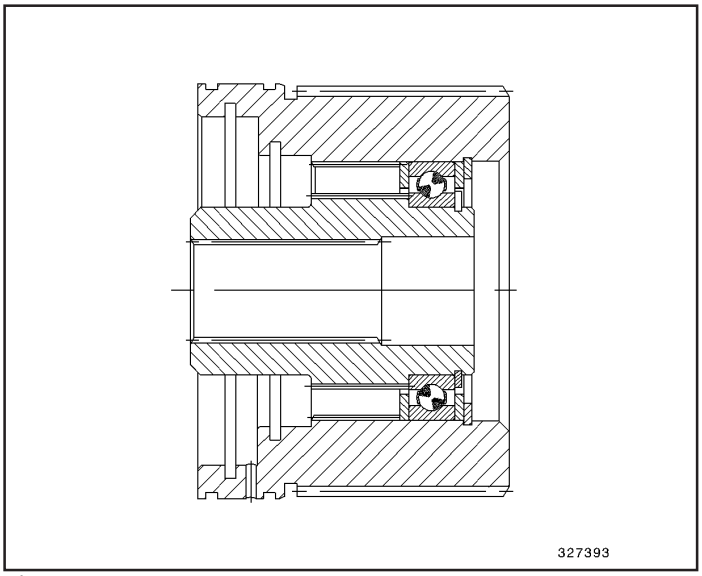


Fig.8

Caixa de engrenagens de translação F 100:
Remova os anéis de trava e pressione o rolamento de esferas para fora.

Montagem do freio multi-disco

Caixa de engrenagens de Translação F 100:
Prense o rolamento de esferas e coloque anéis-trava.
Compare o número de discos novos com o número de discos removidos. Unte os discos novos com óleo. Insira alternadamente um disco externo e outro interno, começando e terminando com discos externos.

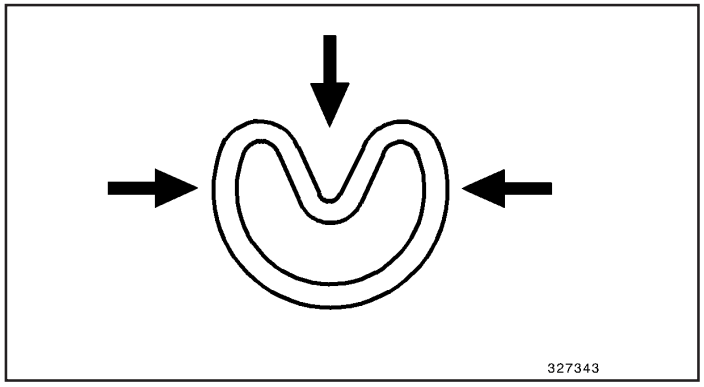


Fig.9

Insira vedadores novos.
Estique os dois anéis “O” e os insira nas canaletas correspondentes da carcaça.
Force o Glydring em formato de feijão.

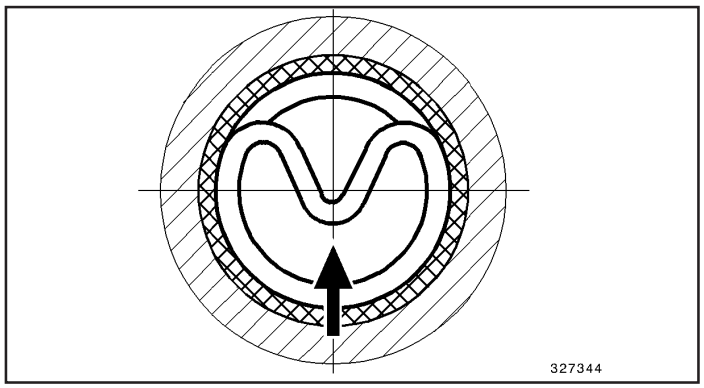


Fig.10

Coloque os Glydrings no diâmetro interno dos anéis “O” e faça-os retornar ao formato circular.
Limpe generosamente os vedadores, o cilindro e o êmbolo com óleo hidráulico.

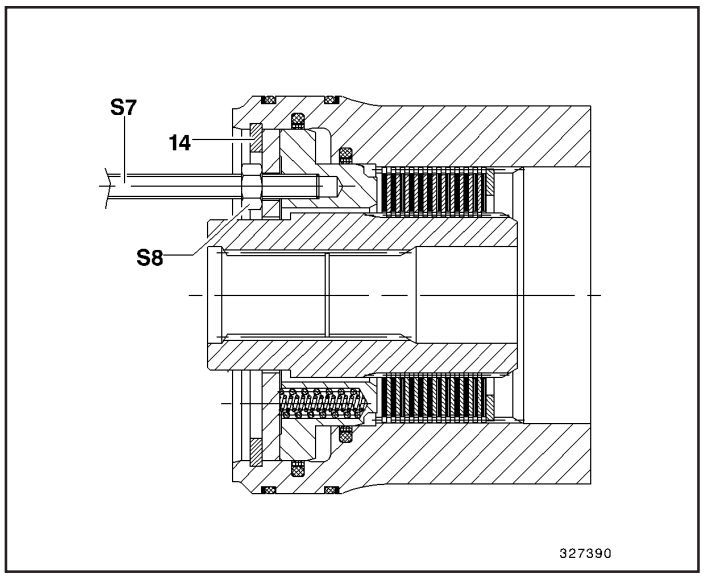


Fig.11

Insira o êmbolo na carcaça e prense até à posição final.
Insira as mola no êmbolo e coloque a tampa do cilindro.
Parafuse duas barras roscadas (S7) no êmbolo, pressione-o contra a tampa do cilindro com a ajuda das porcas (S8).

Caixas de transmissão F 44, F 55:
Insira o anel-trava (14)
Não remova as barras roscadas (S7).

Instalação do freio multi-disco

Para se instalar o freio multi-disco, o estágio III da engrenagem planetária deve ser removida. Para esta finalidade, remova a tampa da caixa de engrenagens de translação, sacando os estágios I e II da engrenagem planetária.

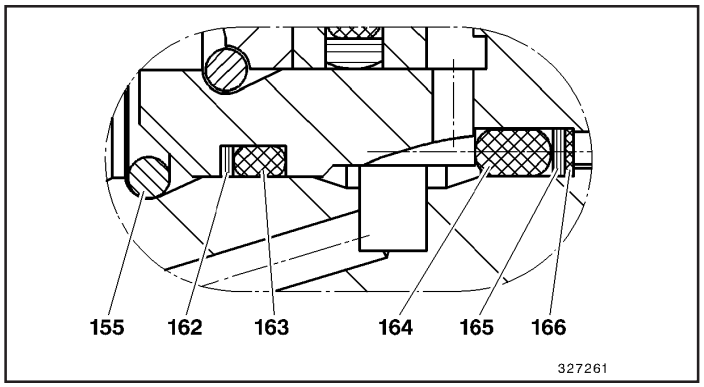


Fig.12

Substitua os anéis “O” e anéis de encosto do freio.
Mantenha a posição dos vedadores como mostra a ilustração.
Os anéis “O” (163 + 164) ficam na frente e atrás dos dutos de óleo do freio, seguidos pelos anéis de encosto (162 + 165).
As caixas de engrenagens de translação F 20, F 30, F 80 têm, adicionalmente, um anel de aço (166), como mostra a ilustração.
As juntas laterais dos anéis de encosto (165) e do anel de aço devem estar defasadas em 180°.
Limpar os vedadores.

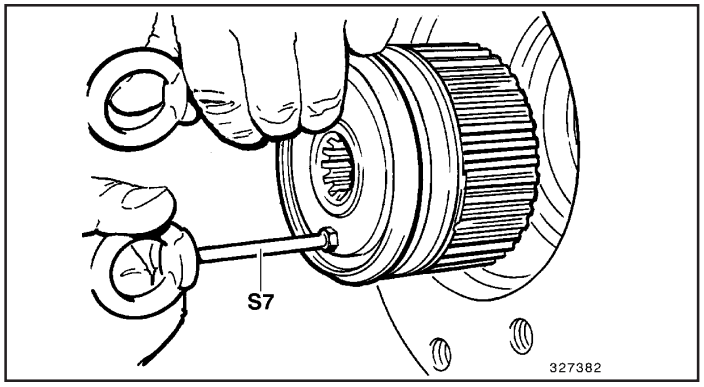


Fig.13

As molas no êmbolo do freio ainda continuam travadas pelas barras roscadas (S7) e porcas (S8).
Empurre cuidadosamente o freio no eixo tubular com a ajuda das barras roscadas, sem danificar os vedadores.

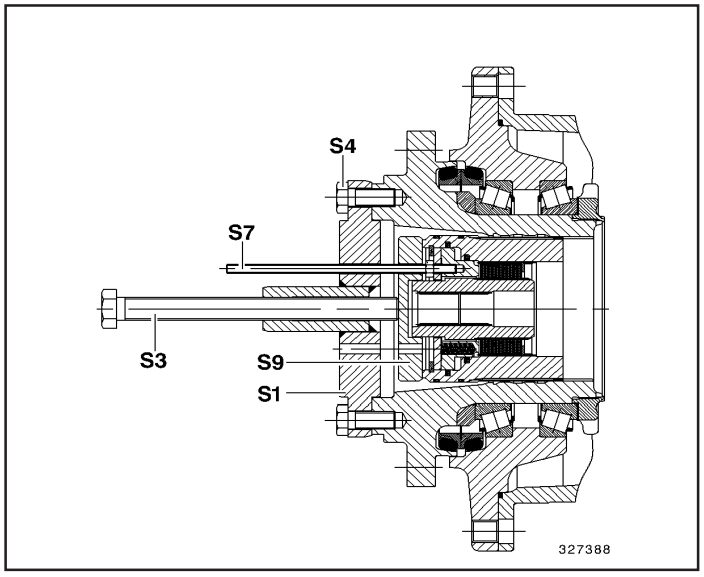


Fig.14

Coloque a tampa (S9) no freio.
Parafuse a tampa (S1) no eixo tubular.
Lentamente empurre o freio com o fuso (S3).
Ao mesmo tempo, levante o estágio III da engrenagem planetária com uma barra adequada e gire-o até que o perfil estriado do cubo do freio passe por dentro do porta satélites (uma segunda pessoa é necessária para esse processo).
Empurre o freio até sua posição final.
Remova as tampas (S1) e (S9).

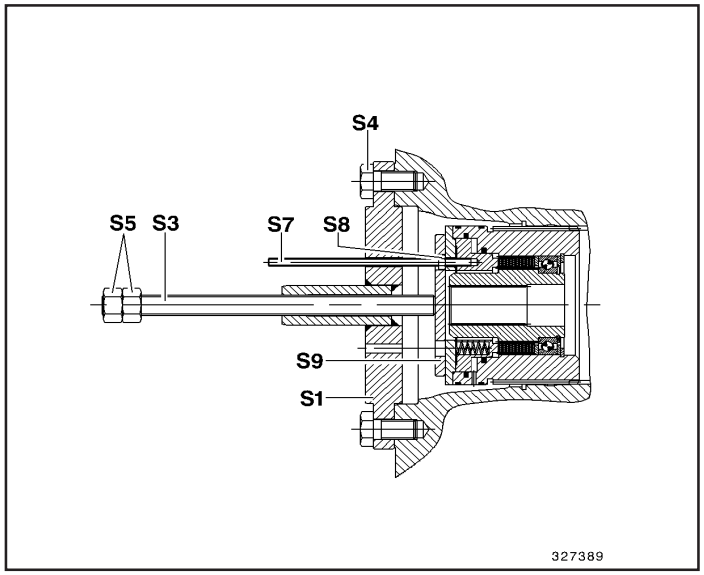


Fig.15

Caixa de engrenagens de translação F 100.

Caixas de engrenagens de translação F 44, F 55:
Insira o anel trava (155).

Caixa de engrenagens de translação F 100:
Insira o anel de trava (circlip) (156).

Verifique se o freio está bem apertado.
Insira os estágios I e II da engrenagem planetária. Colocar a tampa.
Afrouxe as porcas uniformemente.
Remova as barras roscadas (S7).
Instale o motor de translação.
Abasteça com óleo de engrenagem.
Sangre o freio.

Esta página foi deixada em branco intencionalmente

ANEXO

Componentes da caixa de engrenagens de translação

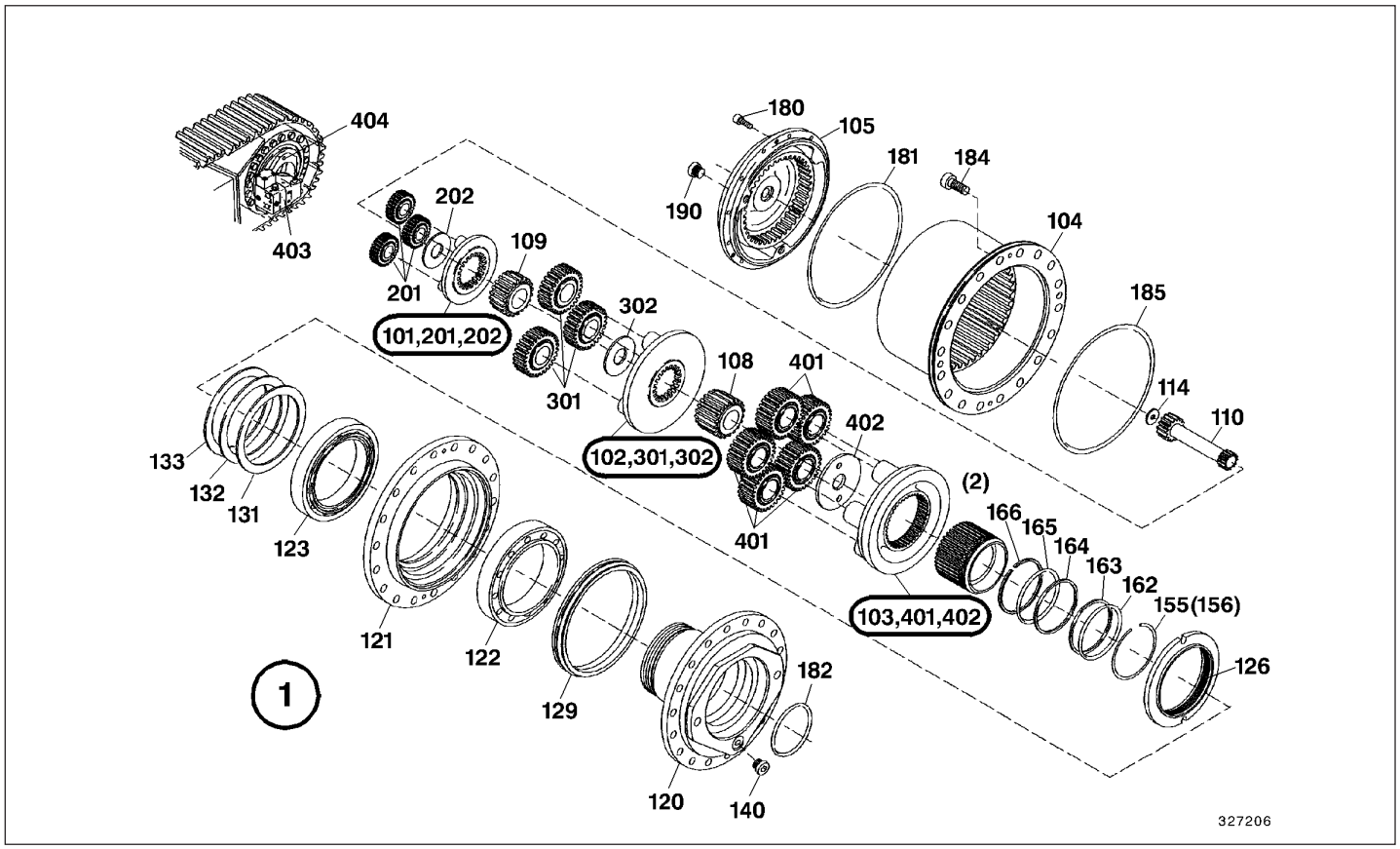


Fig.1

CAIXA DE ENGRENAGENS DE TRANSLAÇÃO

Item	Quant.	Descrição
001	1	Caixa de engrenagens
002	1	Freio
101	1	Porta-satélites
102	1	Porta-satélites
103	1	Porta-satélites
104	1	Corôa
105	1	Tampa
108	1	Pinhão
109	1	Pinhão
110	1	Pinhão
114	1	Arruela de encosto
120	1	Eixo tubular
121	1	Cubo
122	1	Rolamento cônico
123	1	Rolamento cônico
126	1	Porca redonda fendida (trava)
129	1	Vedador deslizante
131	1	Calço 0,15mm
132	1	Calço 0,20mm
133	1	Calço 0,30mm
155	1	Anel-trava (somente F 44, F55, F 80)
156	1	Anel-trava (circlip) (somente F 100)
162	1	Anel de encosto
163	1	Anel “O”
164	1	Anel “O”
165	1	Anel de encosto
166	1	Anel de aço (somente F 80)
180	12	Parafuso Allen
181	1	Anel “O”
182	1	Anel “O”
184	2	Parafuso Allen
185	1	Anel “O”
190	2	Bujão
201	1	Jogo de engrenagens retas
202	1	Arruela de encosto
301	1	Jogo de engrenagens retas
302	1	Arruela de encosto
401	1	Jogo de engrenagens retas
402	1	Arruela de encosto
403	1	Motor de translação
404	2	Parafuso

Componentes do freio multi-disco

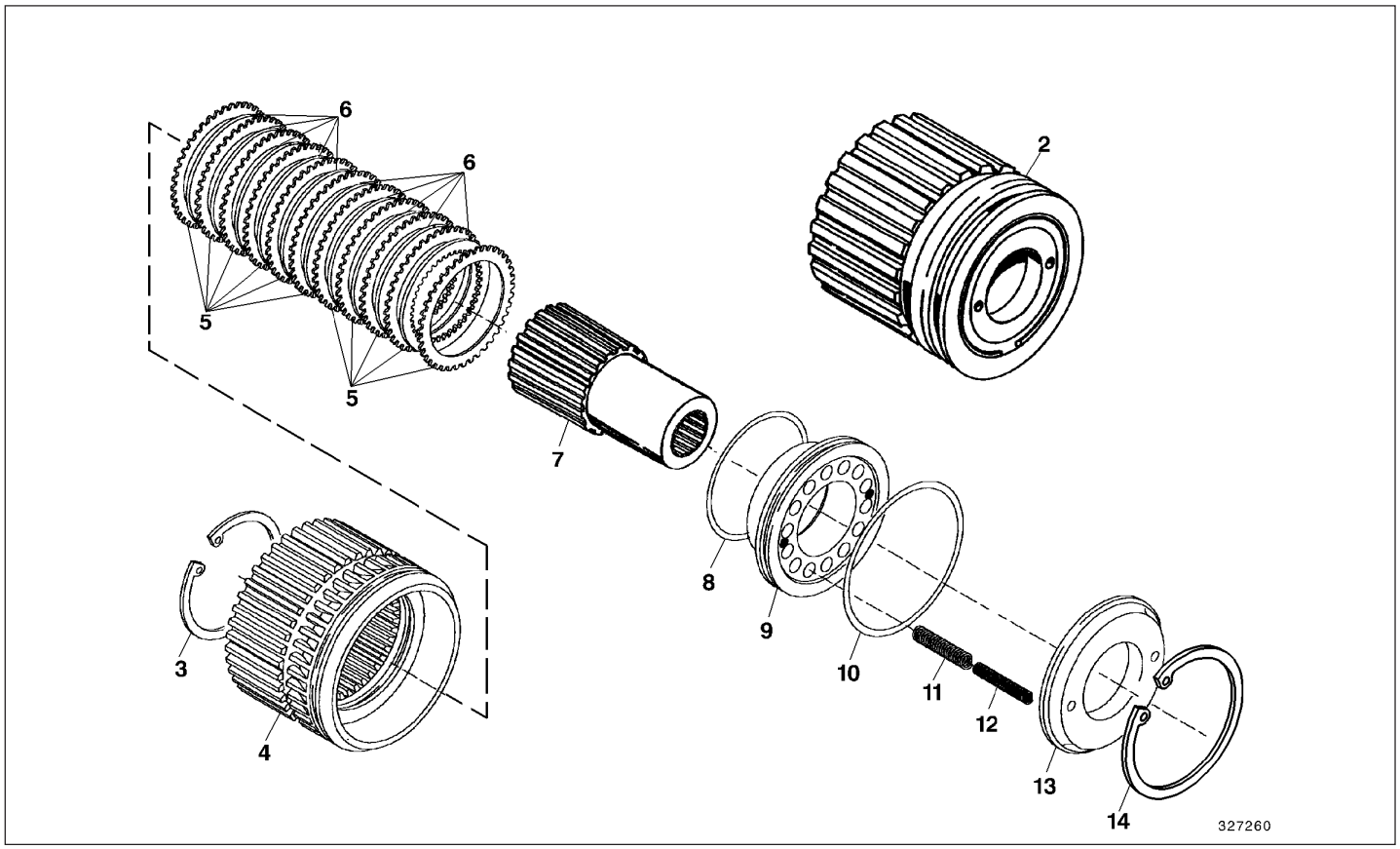


Fig.2

CAIXA DE ENGRENAGENS DE TRANSLAÇÃO

Item	Quant.	Descrição
002	1	Freio
003	1	Anel-trava (circlip)
004	1	Cubo
005	11	Disco externo
008	10	Disco interno
007	1	Luva
008	1	Vedador
009	1	Êmbolo
010	1	Vedador
011	14	Mola de compressão
012	14	Mola de compressão
013	1	Tampa do cilindro
014	1	Anel-trava (circlip) (somente F 44, F 55)
	1	Anel-trava (somente F 80)

Parafusos, torques de aperto e travas

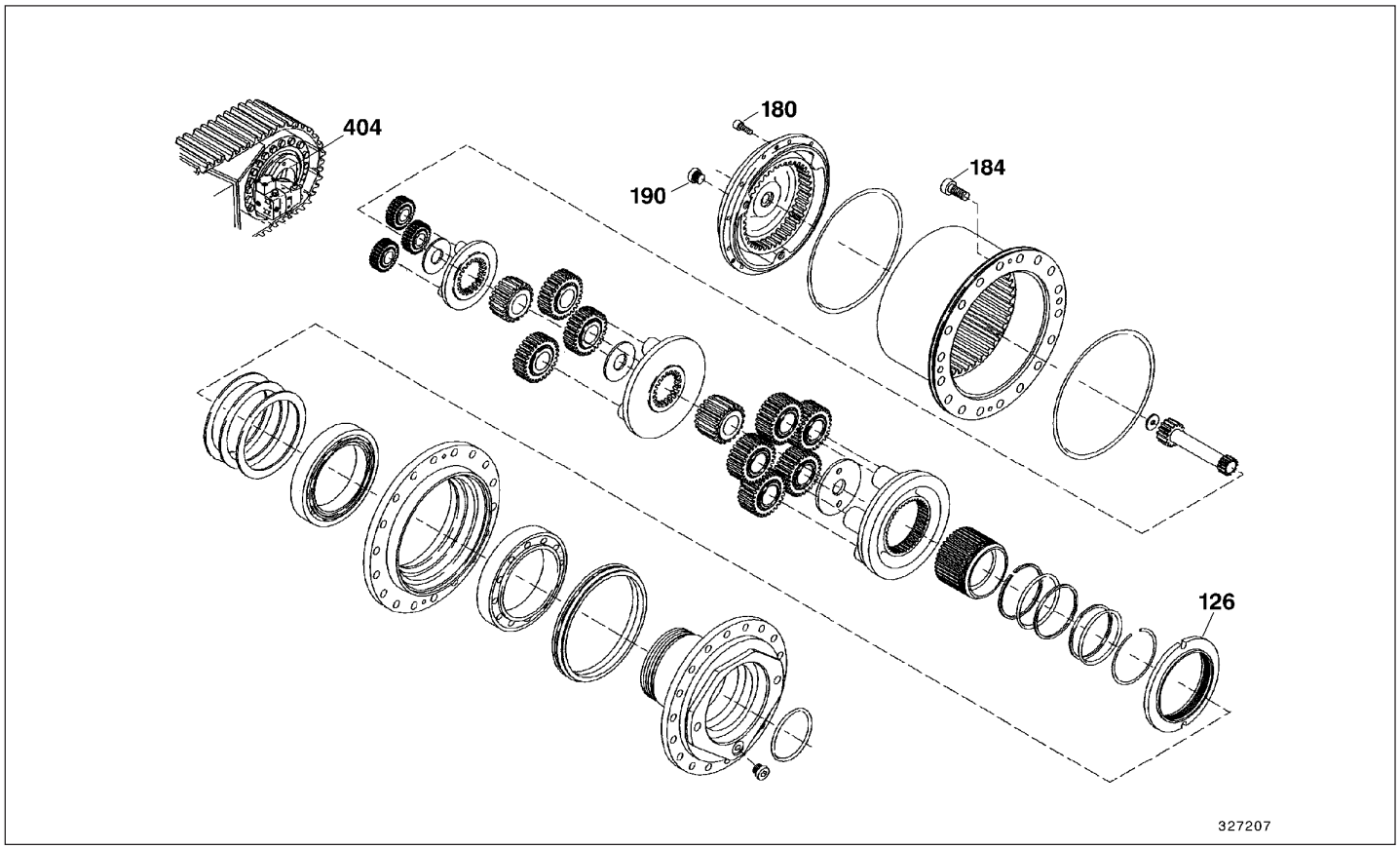


Fig.3

Tabela 1

Caixa de Engrenagens Modelo: F 44

Parafuso Item	Rosca (mm)	Quant.	Torque de aperto N.m (lb.ft)	Trava de parafusos P/N 73171473
126	M162x2		2)	1)
180	M10	10.9	80 (59)	X
184	M10	8.8	55 (40)	X
190	M16x1.5	-	35 (26)	-
404	M16	8.8	230 (170)	X

Caixa de Engrenagens Modelo: F 55

Parafuso Item	Rosca (mm)	Quant.	Torque de aperto N.m (lb.ft)	Trava de parafusos P/N 73171473
126	M162x2		2)	1)
180	M10	10.9	80 (59)	X
184	M10	8.8	55 (40)	X
190	M16x1.5	-	35 (26)	-
404	M20	8.8	470 (347)	X

Caixa de Engrenagens Modelo: F 100

Parafuso Item	Rosca (mm)	Quant.	Torque de aperto N.m (lb.ft)	Trava de parafusos P/N 73171473
126	M212x2		2)	1)
180	M10	10.9	75 (55)	X
184	M12	8.8	92 (68)	X
190	M16x1.5	-	35 (26)	-
404	M20	8.8	470 (347)	X

1) Trava da porca redonda fendida por deformação.
2) Veja o capitulo “Montagem da Caixa de Engrenagens de Translação”.

Torques de aperto de parafusos

Parafusos com roscas padrão DIN 13

Folha 33 (por exemplo DIN 912, 931, 934)

Rosca ø Nominal	Qualidade do Material	Torques de Aperto M_A em N.m		
		Total 0,10 [1]	Total 0,12 [2]	Total 0,16 (L) [3]
M5	8.8	4.9	5.5	6.5
	10.9	7.3	8.1	9.5
	12.9	8.5	9.5	11.2
M6	8.8	8.5	9.5	11.2
	10.9	12.5	14	16.5
	12.9	14.5	16.5	19.5
M8	8.8	20.5	23	27
	10.9	30	34	40
	12.9	35	40	47
M10	8.8	41	46	55
	10.9	60	68	80
	12.9	71	79	94
M12	8.8	71	79	94
	10.9	104	117	140
	12.9	195	215	260
M16	8.8	170	195	230
	10.9	250	280	340
	12.9	300	330	400
M20	8.8	350	390	470
	10.9	490	560	670
	12.9	580	650	780
M24	8.8	600	670	800
	10.9	850	960	1140
	12.9	1000	1120	1350
M30	8.8	1190	1350	1600
	10.9	1700	1900	2300
	12.9	2000	2250	2700
M36	8.8	2100	2350	2800
	10.9	3000	3300	4000
	12.9	3500	3900	4700

[1] Parafuso e/ou porca eletro galvanizados
[2] Parafuso preto ou fosfatizado, roscas oleadas.
[3] Parafusos com trava líquida, por exemplo, Loctite 242, 243.

Parafusos métricos rosca fina DIN 13 - 13

Rosca ø Nominal	Qualidade do Material	Torques de Aperto M_A em N.m		
		Total 0,10 [1]	Total 0,12 [2]	Total 0,16 (L) [3]
M8x1	8.8	22	24.5	30
	10.9	32	36	43
	12.9	38	43	51
M10x1	8.8	45	52	62
	10.9	67	76	91
	12.9	78	89	107
M10x1.25	8.8	43	49	58
	10.9	64	72	86
	12.9	74	84	100
M10x1.25	8.8	43	49	58
	10.9	64	72	86
	12.9	74	84	100
M12x1.25	8.8	77	87	104
	10.9	112	125	150
	12.9	130	150	180
M14x1.5	8.8	121	135	165
	10.9	175	200	240
	12.9	205	235	280
M16x1.5	8.8	180	205	250
	10.9	270	300	370
	12.9	310	360	430
M20x1.5	8.8	380	430	530
	10.9	540	620	750
	12.9	630	720	880
M22x1.5	8.8	510	580	700
	10.9	720	820	1000
	12.9	840	960	1170
M24x2	8.8	640	730	890
	10.9	920	1040	1250
	12.9	1070	1220	1500
M27x2	8.8	940	1070	1300
	10.9	1350	1500	1850
	12.9	1550	1800	2150
M30x2	8.8	1370	1490	1740
	10.9	1940	2120	2480
	12.9	2270	2480	2900

[1] Parafuso e/ou porca eletro galvanizados
[2] Parafuso preto ou fosfatizado, roscas oleadas.
[3] Parafusos com trava líquida, por exemplo, Loctite 242, 243.

Ferramentas especiais e acessórios

Tabela 2

Ferramentas Especiais

Item	Caixa Modelo	Quant.	Peça Nº Tamanho (mm)	Descrição
S1	F44	1	73177885	Tampa de montagem dos rolamentos cônicos
	F55	1	73177886	
	F80	1	73177887	
	F100	1	73177887	
S2	F44	1	73177888	Tampa em formato de copo
	F55	1	73177888	
	F80	1	73177889	
	F100	1	73177889	
S3	F44	1	M20x240, DIN 931	Parafuso inst. freio
	F55	1	M20x240, DIN 931	Parafuso inst. freio
	F80	1	M20x240, DIN 931	Parafuso inst. freio
	F100	1	M20, 320 compr.	Porca inst. freio
S4	F44	2	M16X40, DIN 931	Parafuso de montagem dos rolamentos cônicos
	F55	2	M20X40, DIN 931	
	F80	2	M20X40, DIN 931	
	F100	2	M20X40, DIN 931	
S5	F44,F55,F80	-	-	-
	F100	2	M20	Porca
S6	F44	1	73177890	Chave de aperto da porca-trava
	F55	1	73177890	
	F80	1	73177891	
	F100	1	73177891	
S7	F44	2	M8, 195 compr.	Barra roscada de travamento do pistão do freio
	F55	2	M8, 195 compr.	
	F80	2	M8, 195 compr.	
	F100	2	M8, 195 compr.	
S8	F44	4	M8	Porca de travamento do pistão do freio
	F55	4	M8	
	F80	4	M8	
	F100	4	M8	
S9	F44	1	73177893	Tampa de instalação do freio
	F55	1	73177893	
	F80	1	73177894	
	F100	1	73177894	
S10	F44	1	M20x1,5, 280 compr.	Barra roscada para desmontagem da corôa
	F55	1	M20x1,5, 280 compr.	
	F80	1	M24x2, 300 compr.	
	F100	1	M24x2, 300 compr.	

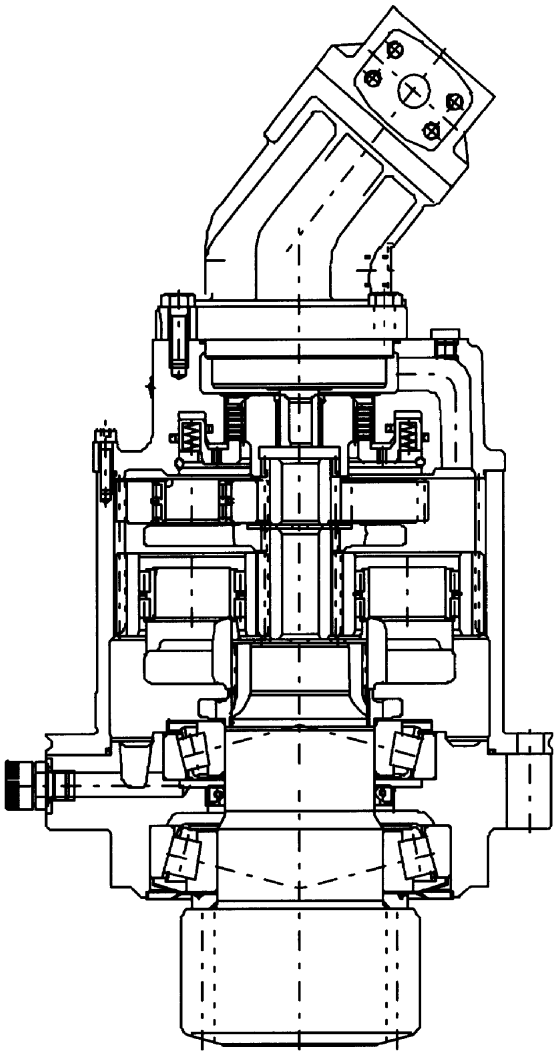
Tabela 3

Componentes de Vedação e Travas Líquidas para Parafusos

Trava líquida p/ parafusos:	P/N 73171473
- Recipiente de 10 cm^3	P/N 73171745
Componentes de vedação/Adesivos:	P/N 73171476
- Recipiente de 50 g	P/N 73176140
- Recipiente de 250 g	P/N 73176141

NOTAS

Caixa de Engrenagens de Giro
Tipos S5, S10, S13, S16



600010

SUMÁRIO

CAIXA DE ENGRENAGENS DE GIRO 3
Prefácio 3
Descrição 4
Instruções de segurança 5
CAIXAS DE ENGRENAGENS MODELOS (S 5, S 10, S 13, S 16) 7
Medidas Preliminares 7
Desmontagem da caixa de engrenagens de giro 8
Montagem da caixa de engrenagens de giro 14
Freio multi-disco 30
Reparo do freio 30
Desmontagem do freio multi-disco 30
Desmontagem do freio multi-disco S 5/S 10 30
Montagem do freio multi-disco S 5/S 10 31
Desmontagem do freio multi-disco S 13/S 16 33
Montagem do freio multi-disco S 13/S 16 34
Instalação do freio multi-disco 35
Sangria do freio 35
ANEXO 36
Componentes da caixa de engrenagens de giro 36
Caixas de engrenagens S 5, S 10 36
Freio multi-disco S 5, S 10 38
Caixas de engrenagens S 13, S 16 40
Freio multi-disco S 13, S 16 42
Parafusos, torques de aperto e travas 44
Torques de aperto de parafusos 46
Parafusos com roscas padrão DIN 13 46
Parafusos métricos rosca fina DIN 13 - 13 47
Ferramentas especiais e acessórios 48

CAIXA DE ENGRENAGENS DE GIRO

Prefácio

Todas as caixas de engrenagens de giro estão sujeitas aos mesmos procedimentos de montagem. Elas diferem apenas nas dimensões, pesos, quantidade de fluido e número de peças individuais, portanto exigem diferentes ajustes e tolerâncias, torques de aperto e ferramentas especiais.

As caixas de engrenagens podem apresentar diferenças das que estão ilustradas neste manual.

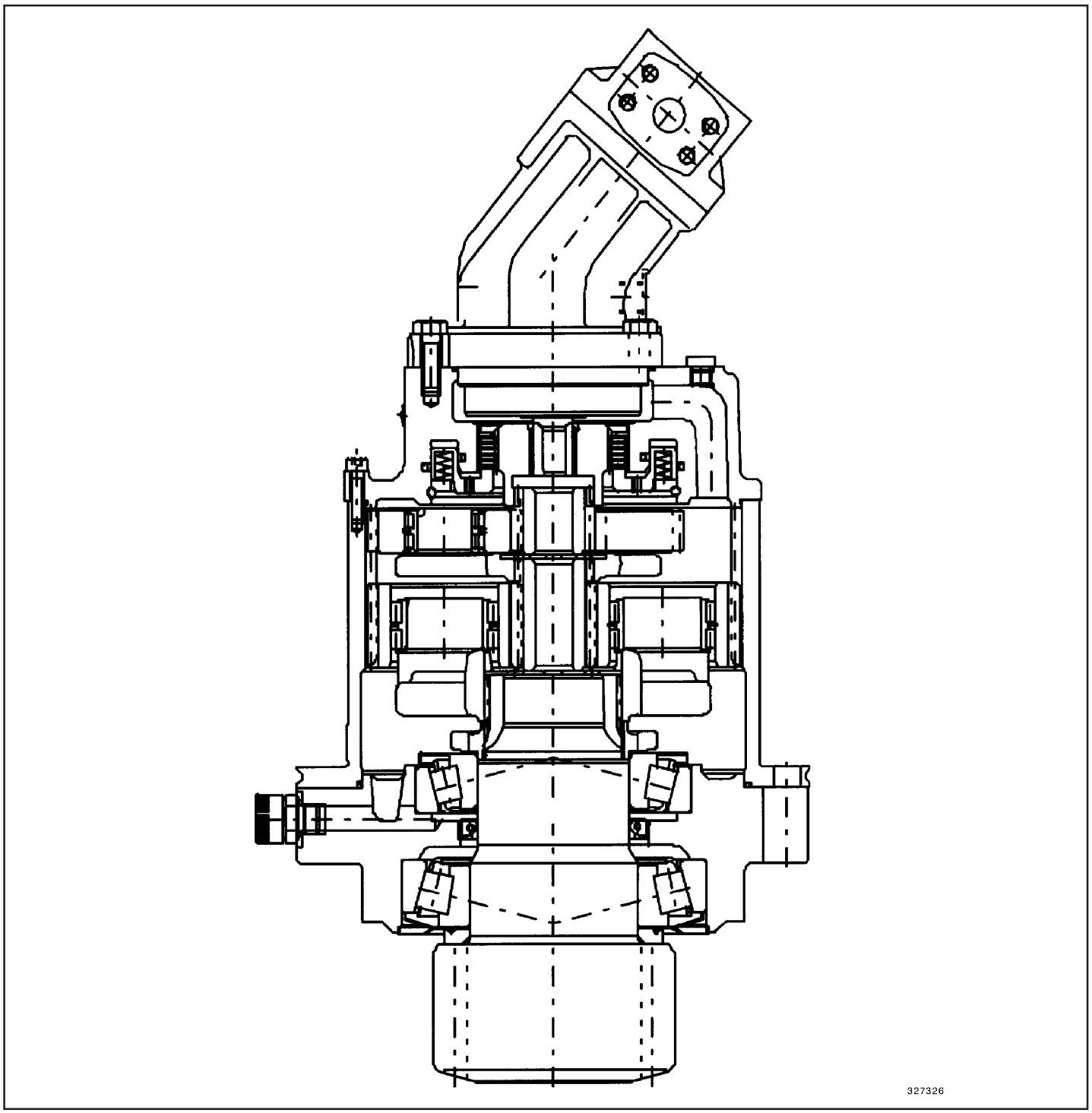


Fig.1

Descrição

As caixas de engrenagens de giro S 5, S 10 e S 13, S 16 são caixas de engrenagens planetárias compactas de 2 estágios. O pinhão de giro engrena nos dentes do rolamento entre a estrutura superior e a estrutura da esteira. Este dispositivo permite giro da estrutura superior em 360°. Dependendo do tamanho, a máquina pode estar equipada simultaneamente com duas ou mais caixas de engrenagens de giro.

As caixas de engrenagens foram projetadas de forma a permitir que o início e a frenagem do movimento de giro sejam feitos pelo motor hidráulico de pistões axiais. A caixa de engrenagens também permite reverter o sentido de giro da estrutura superior enquanto ela ainda está em movimento.

O freio multi-disco padrão instalado serve como um freio de serviço e é atuado através de molas de compressão e liberado hidraulicamente por óleo sob pressão. O freio multi-disco é usado para manter a estrutura superior imóvel na posição quando ela já estiver parada e não para frear a estrutura superior enquanto ela estiver girando. O movimento giratório do eixo de entrada é monitorado por um sensor que impede que o freio seja operado quando o eixo ainda estiver girando.

Instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Precauções e medidas para proteger pessoal trabalhando em reparos e outras pessoas de perigo mortal ou ferimentos e para evitar sérios danos à propriedade.

⚠ *CUIDADO*

Instruções e precauções para evitar danos à propriedade.

⚠ ADVERTÊNCIA

Pessoal de Reparos

O pessoal de reparos deve ter conhecimentos especiais e experiência ao executar o reparo destas caixas de engrenagens ou outras semelhantes.

Imobilize a Máquina

Não execute nenhum trabalho de reparo se a máquina não estiver devidamente imobilizada e seus componentes desligados.

O manual de Instruções de Operação da máquina contem informações claras sobre o assunto.

Equipamento de Proteção Pessoal e Roupas de Trabalho

Use roupas justas quando estiver trabalhando na máquina. Roupas folgadas podem enroscar em partes da máquina e causar ferimentos.

Use um capacete de segurança, sapatos de segurança, luvas e se necessário, protetores auriculares.

⚠ ADVERTÊNCIA

Verifique a condição de suas ferramentas

Não utilize ferramentas em mau estado ou que não sejam confiáveis.

Escolha a ferramenta adequada e apropriada para cada tarefa.

Chaves que não encaixam corretamente à peça, podem, por exemplo, escorregar e causar ferimentos.

Limpeza

Limpe os equipamentos auxiliares que serão utilizados no local de trabalho antes de começar a tarefa.

Produtos de limpeza e solventes podem produzir vapores tóxicos e facilmente inflamáveis.

Não trabalhe com tais agentes em ambientes que não sejam bem ventilados, não respire estes vapores, não fume.

Evite contato dos produtos de limpeza e solventes com a pele.

Utilize luvas resistentes a solventes.

Observe as instruções nos invólucros dos produtos de limpeza.

Elementos de Fixação

Verifique os parafusos e elementos de fixação, tais como parafusos, porcas, arruelas, antes de os reutilizar.

Substitua peças danificadas.

⚠ ADVERTÊNCIA

Manipulação de Óleo e Graxa

Contato de óleos descartados com a pele pode ser perigoso para a saúde.

Evite o contato com a pele. Utilize luvas e roupas fechadas.

Lave completamente a pele suja de óleo com água morna e sabão e aplique creme protetor na pele. Não use combustível ou solventes para limpar a pele.

Se você engoliu óleo, não vomite. Consulte um médico imediatamente.

Perda Aparente de Óleo

Em caso de perda aparente de óleo, repare (ou mande reparar) imediatamente o vazamento.

Vazamentos de óleo põem em risco o meio ambiente.

Remova o óleo que vazou com algum material absorvente. Segregue o material com óleo absorvido e não o descarte junto com outros tipos de detritos.

⚠ ADVERTÊNCIA

Descartar de Maneira a não Contaminar o Meio Ambiente

Descarte óleos e graxas, materiais de limpeza, solvente e componentes com óleos, tais como filtros, panos de limpeza, materiais de desgaste usados e peças de máquina danificadas de uma maneira que não seja danosa ao meio ambiente, separando-os por categoria.

Não junte estes materiais ao lixo domestico. Coloque estes materiais em recipientes apropriados, disponibilizados a eles.

Não permita que óleo e detritos oleosos penetrem no solo ou em mananciais, pois isso pode ser danoso ao meio ambiente.

CAIXAS DE ENGRENAGENS MODELOS (S 5, S 10, S 13, S 16)

Medidas Preliminares

- Estacione a máquina sobre uma superfície firme e nivelada.
- Trave a estrutura superior.
- Abaixe os equipamentos de trabalho ao solo.
- Despressurize o sistema hidráulico.
- Prenda a máquina conforme descrito nas Instruções de Operação.

Para reparos e reformas, a unidade da caixa de engrenagens deve ser removida para desmontagem na oficina.

Somente o freio do sistema de giro pode ser substituído sem ser removido da máquina.

Desmontagem da caixa de engrenagens de giro

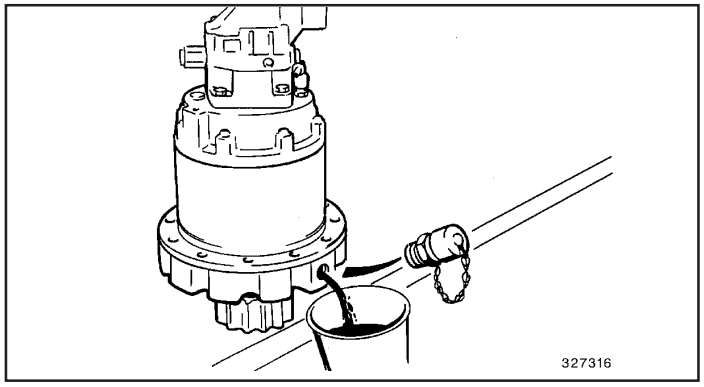


Fig.1

Remova o óleo pelo bujão do dreno.
Desatarraxe o bujão do dreno e remova todo o óleo que está dentro da caixa de engrenagens.
Marque todas as peças que estão montadas juntas, tais como o motor de giro/ freio multi-disco e freio multi-disco/corôa, com um punção apropriado.

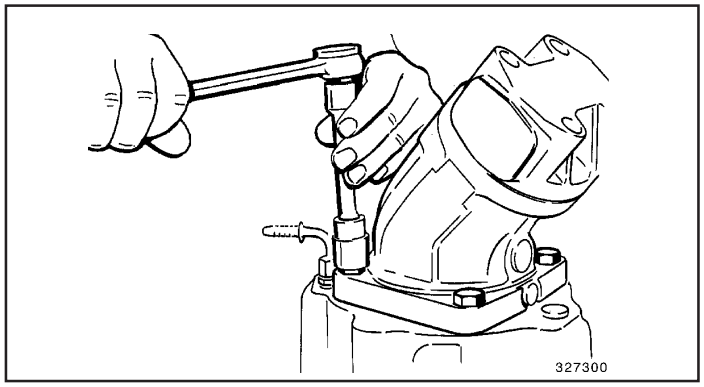


Fig.2

Afrouxe os parafusos no motor de giro.
Levante e remova o motor de giro.

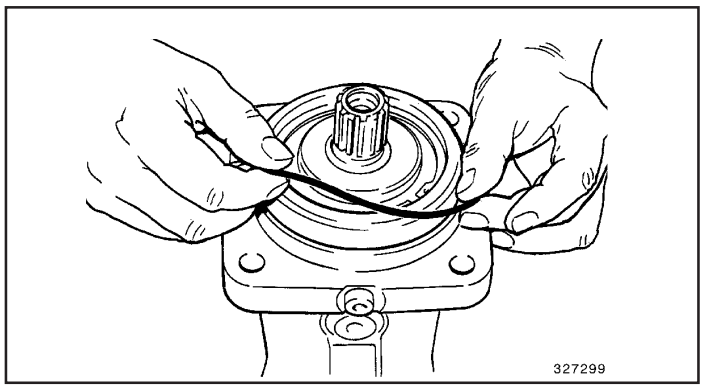


Fig.3

Remova o anel “O”.

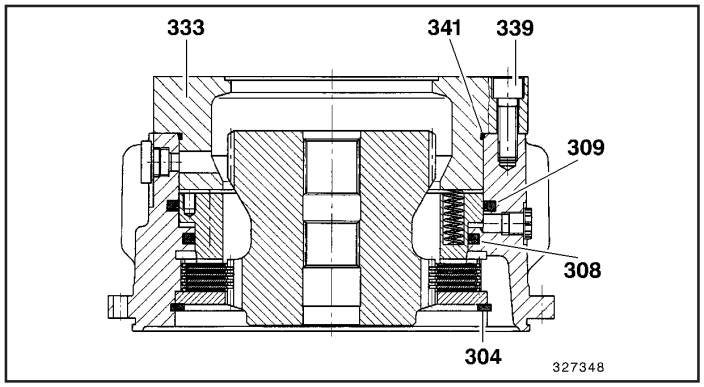


Fig.4

Caixas de engrenagens S 13, S 16 somente.

⚠ ADVERTÊNCIA

Os parafusos de cabeça cilíndrica (339) e do flange (333) estão sob alta pressão de mola.

Afrouxe os parafusos de cabeça cilíndrica somente se o freio multi-disco tiver de ser desmontado também. Veja o capitulo “Desmontando o freio multi-disco S 13/16”.

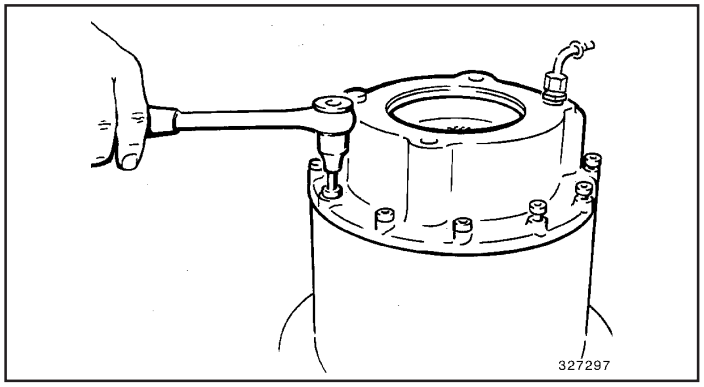


Fig.5

Afrouxe os parafusos de cabeça cilíndrica da unidade freio multi-disco/corôa.

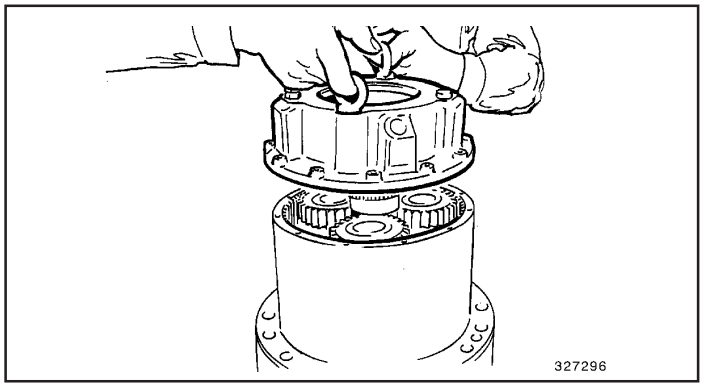


Fig.6

Retire o freio multi-disco.
Remova o anel “O” do flange grande do freio multi-disco.

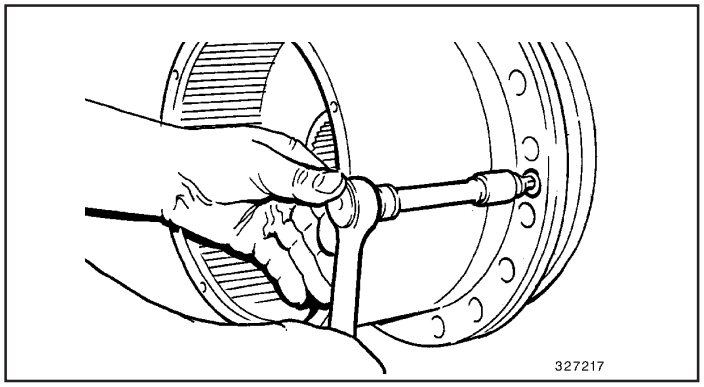


Fig.7

Remova o portador dos discos.

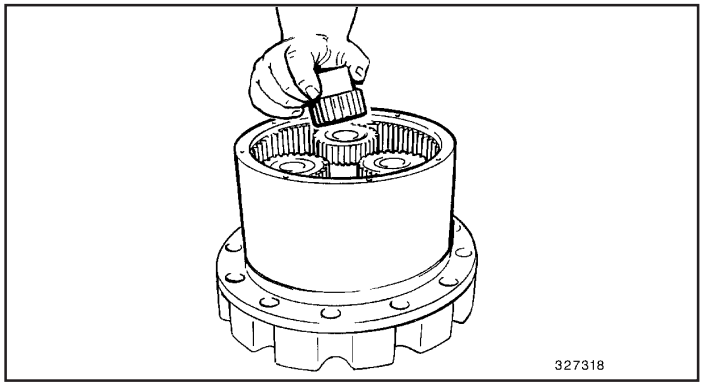


Fig.8

Retire as engrenagens - engrenagem solar do sistema planetário, estágio I.

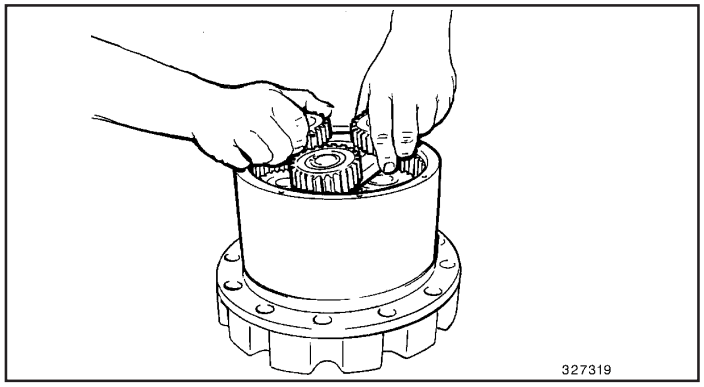


Fig.9

Remova o estágio I da engrenagem planetária.

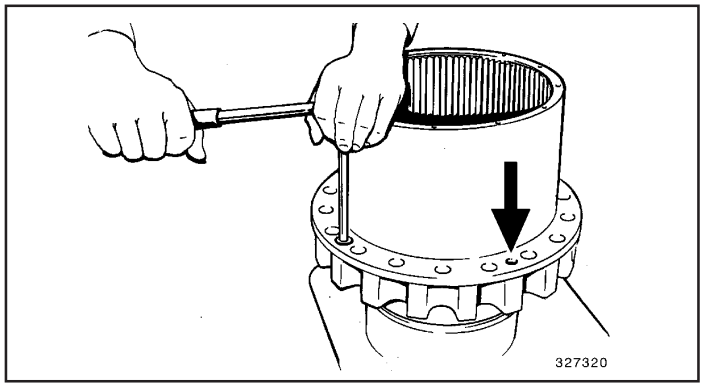


Fig.10

Afrouxe os dois parafusos de cabeça cilíndrica.
Atarraxe os dois parafusos de volta no flange a 90° da posição inicial (seta) para soltar a coroa.
Estes furos roscados não existem em caixas de engrenagens menores.

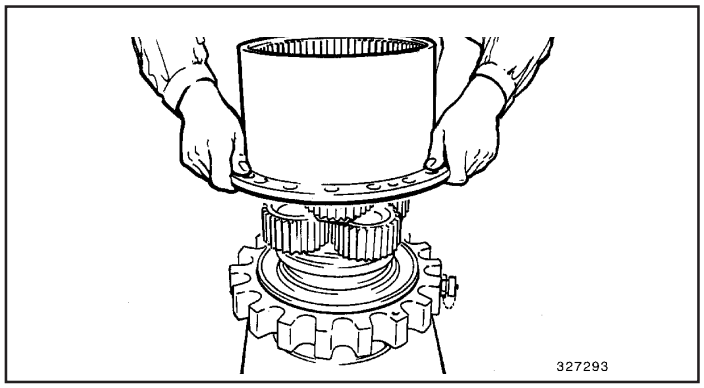


Fig.11

Retire a coroa.

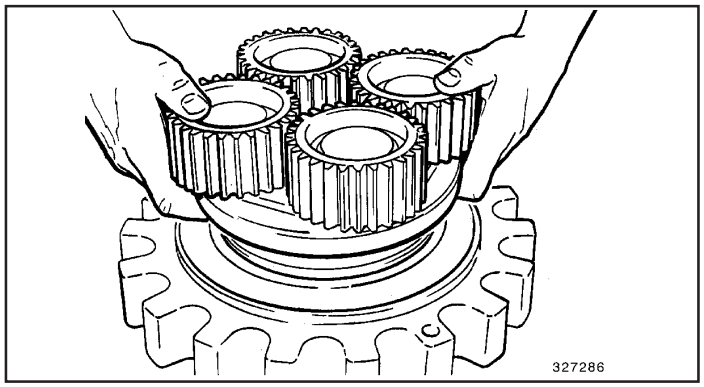


Fig.12

Remova o estágio II da engrenagem planetária.

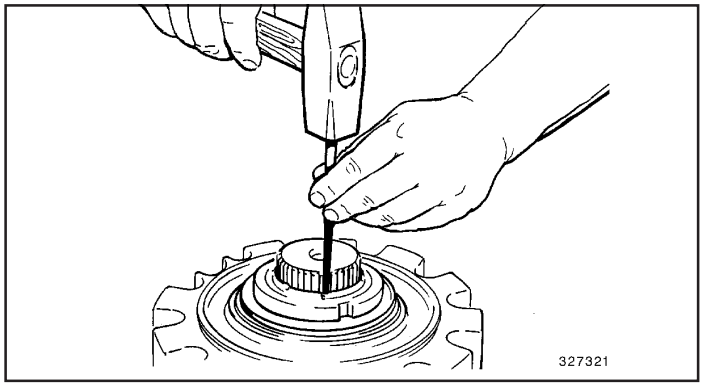


Fig.13

Remova os cinco indentados no flange, que prendem a porca-trava, utilizando um punção adequado.

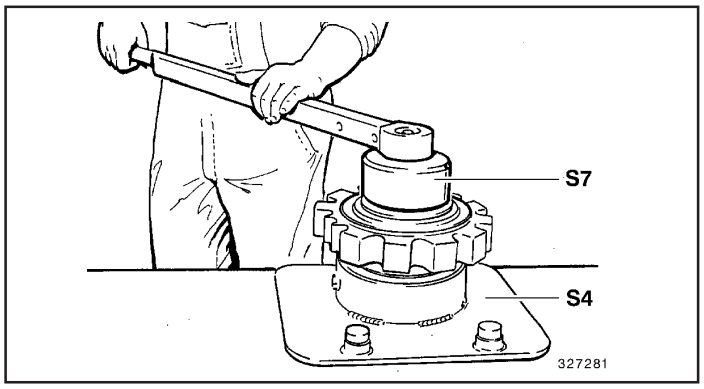


Fig.14

Coloque o pinhão de giro, junto com sua carcaça em um dispositivo de montagem (S 4) ou prenda-o em uma morsa com mordentes macios.
Afrouxe a porca-trava com uma chave de instalação (S 7).

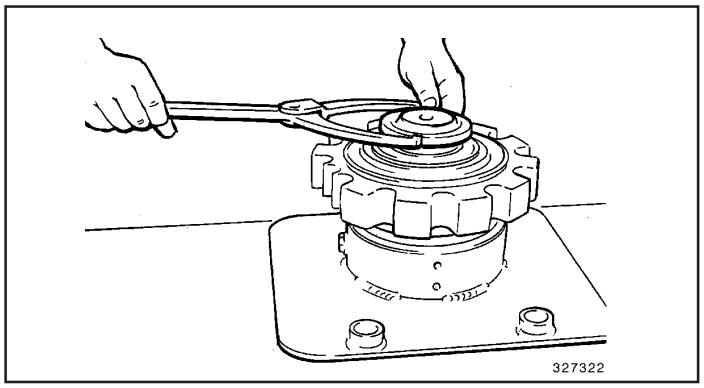


Fig.15

Remova os calços de ajuste e vedador.
Retire o anel “O” da carcaça.

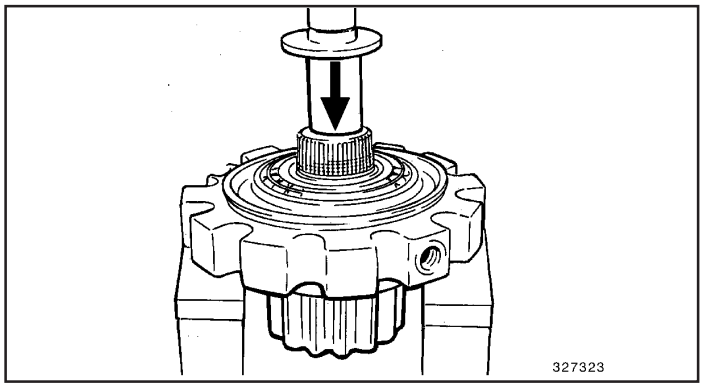


Fig.16

Coloque a carcaça sobre um suporte e pressione o eixo do pinhão para fora de seus rolamentos.

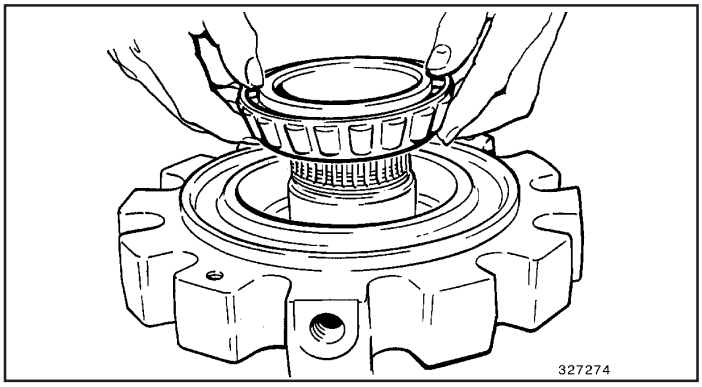


Fig.17

Remova o rolamento cônico (cone).

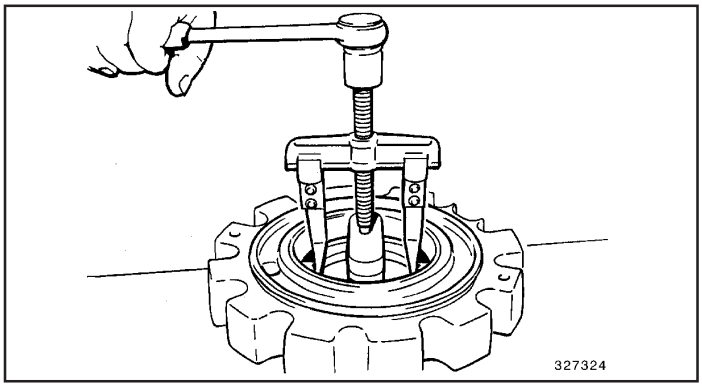


Fig.18

Pressione o vedador do eixo para fora da carcaça.
Se o rolamento cônico precisar ser substituído, remova da carcaça as duas pistas externas (capas) do rolamento.

Verifique as engrenagens e o eixo estriado do pinhão.
Se um novo eixo de pinhão for instalado, os dois rolamentos cônicos devem ser substituídos juntos.
Caso o eixo do pinhão original for remontado com rolamentos cônicos novos, o rolamento, que ainda está prensado no eixo do pinhão pode ser removido como segue:
Separe a carcaça do rolamento e remova.
Coloque o eixo na vertical com as estrias para baixo.
Aqueça a pista interna do rolamento em uma chama até que ela deslize pelo eixo para baixo.

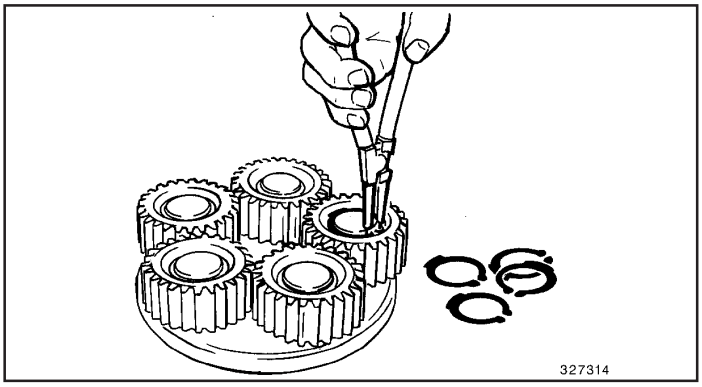


Fig.19

Jogo de engrenagens planetárias.
Remova os anéis de trava.

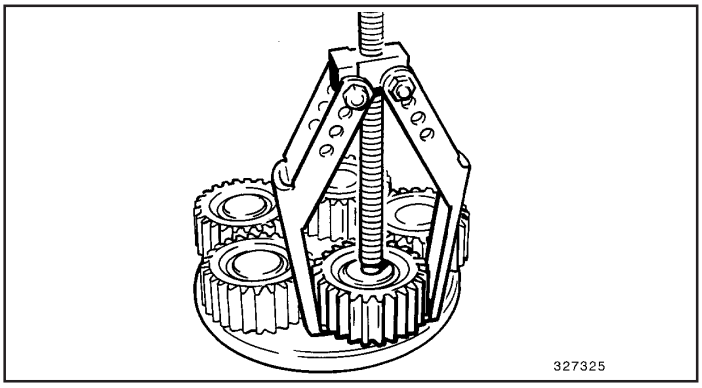


Fig.20

Sacar as engrenagens retas, inclusive seus rolamentos, com uma ferramenta adequada.

Engrenagem reta = anel externo do rolamento. Substitua as engrenagens retas e os rolamentos em conjunto.

Montagem da caixa de engrenagens de giro

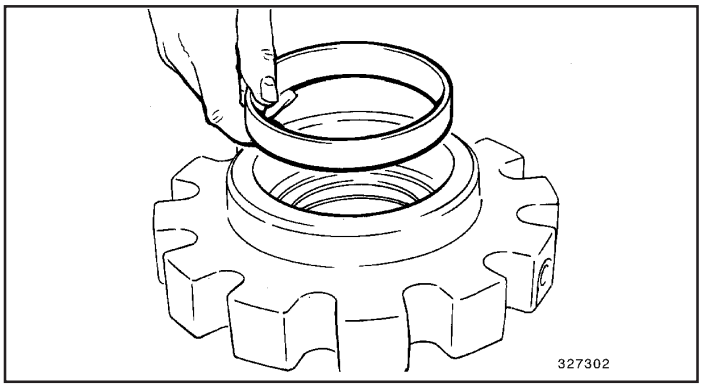


Fig.1

Coloque a carcaça sob uma prensa.
Coloque a pista externa do rolamento cônico (o mais largo dos dois rolamentos) na carcaça.

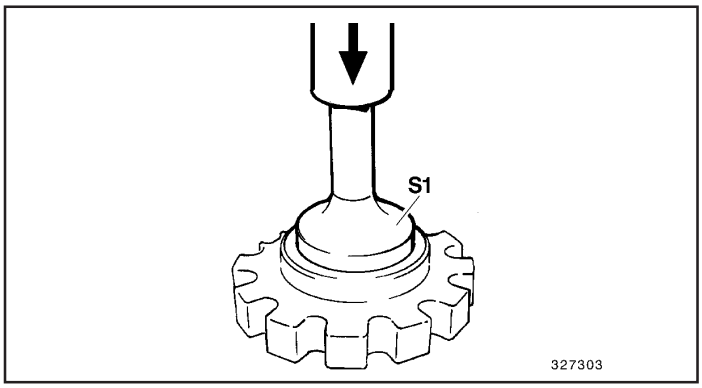


Fig.2

Prense a pista externa na carcaça, utilizando uma tampa apropriada para prensá-la (S 1).

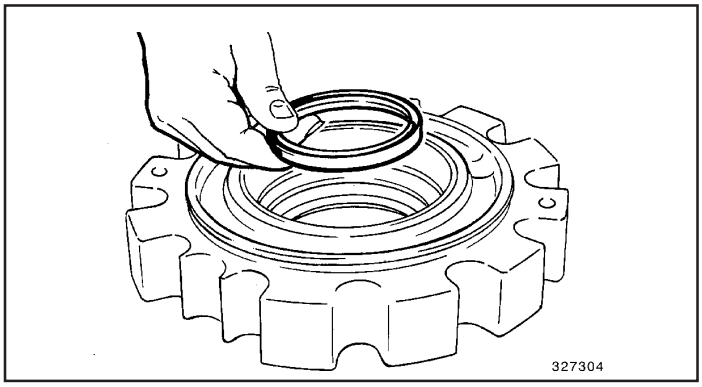


Fig.3

Vire a carcaça para baixo. Insira o vedador de eixo e prense-o na carcaça junto com a tampa de instalação (S 2, Fig.4-6).
Caixa de engrenagens de giro S 16 somente:
Prense dois vedadores na carcaça.
Unte com óleo o(s) lábio(s) dos vedadores.

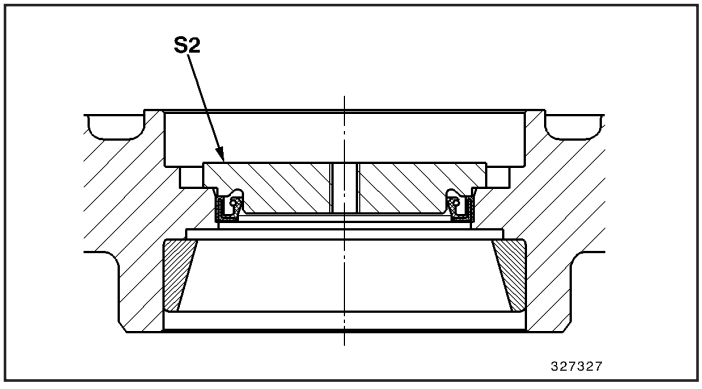


Fig.4

Caixa de engrenagens de giro S 5.

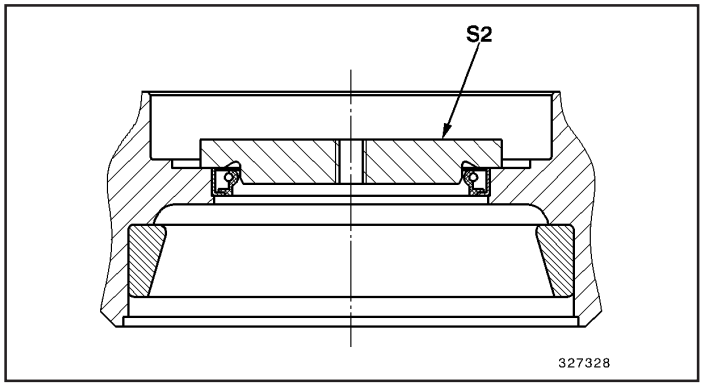


Fig.5

Caixa de engrenagens de giro S 10 e S 13.

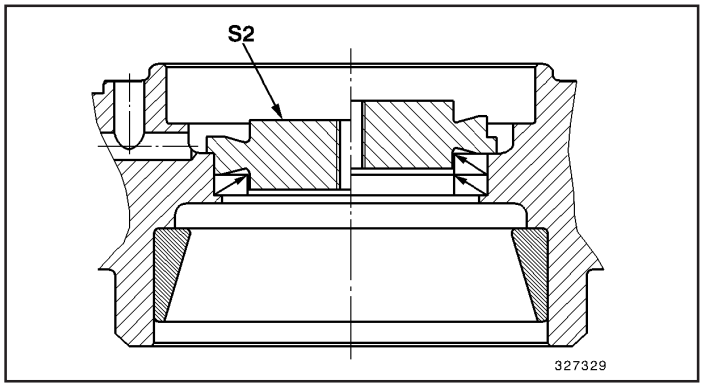


Fig.6

Caixa de engrenagens de giro S 16.

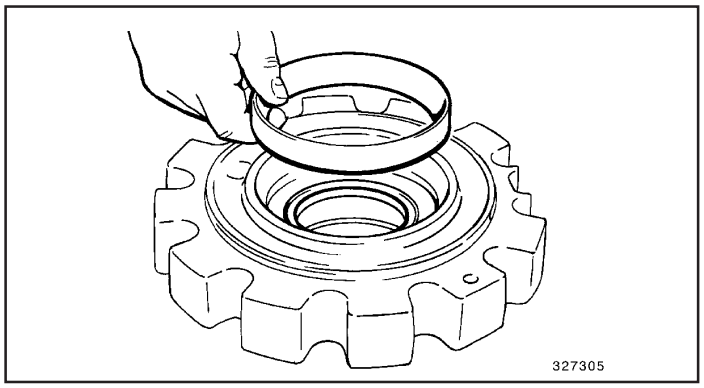


Fig.7

Insira a pista externa do segundo rolamento cônico e prense-a na carcaça.

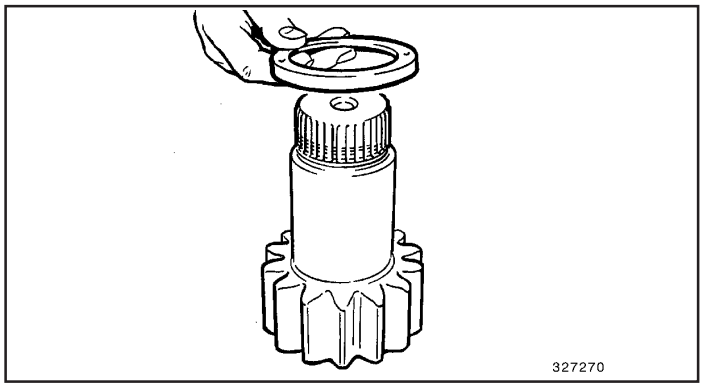


Fig.8

Coloque o anel espaçador no pinhão de giro.

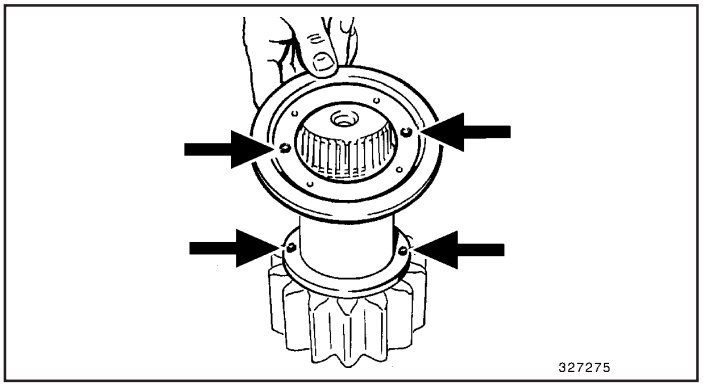


Fig.9

Coloque o vedador.
O anel espaçador possui dois furos usinados para alinhar com as duas indentações do vedador, como mostra as setas.

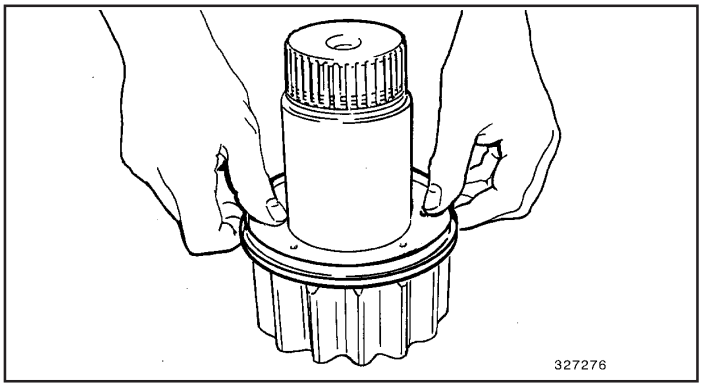


Fig.10

Gire o vedador para que as duas indentações encaixem nos furos do espaçador.

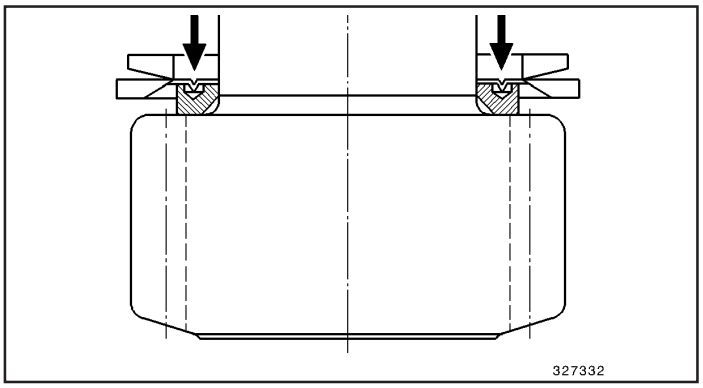


Fig.11

Alinhamento correto do anel e espaçador.

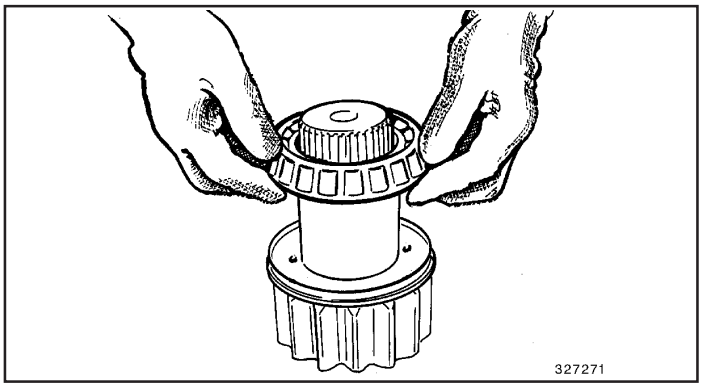


Fig.12

Aqueça o anel interno (cone) do rolamento cônico (o mais largo deles) a 120 °C (248 °F).
Deslize-o sobre o eixo do pinhão e pressione-o completamente para baixo.

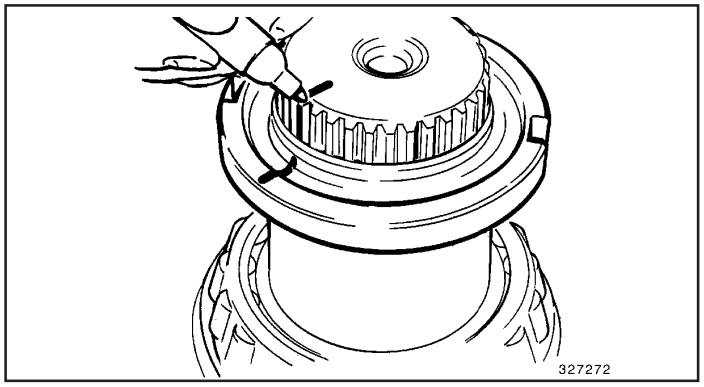


Fig.13

Atarraxe uma nova porca-trava entalhada no eixo do pinhão até o batente limitador.
Marque esta posição no eixo estriado e na porca-trava entalhada.
Remova a porca-trava entalhada.

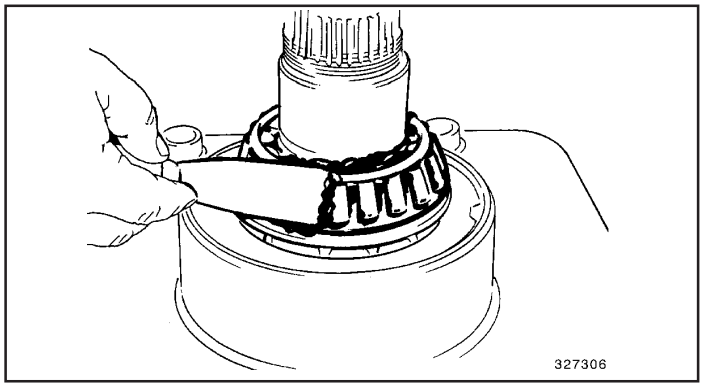


Fig.14

Aplique graxa, apertando-a firmemente para dentro dos roletes do rolamento.
Usar somente graxa P/N 73176968.

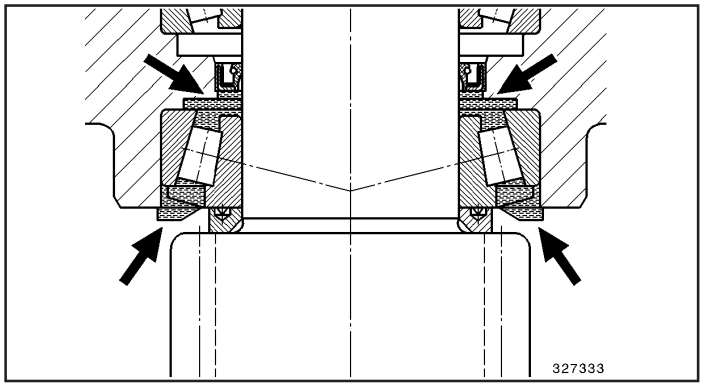


Fig.15

Os espaços vazios no rolamento cônico e no vedador devem ficar **completamente** preenchidos com graxa. Todo excesso de graxa irá cair no engrenamento do pinhão de giro e rolamento de giro após a montagem das engrenagens.

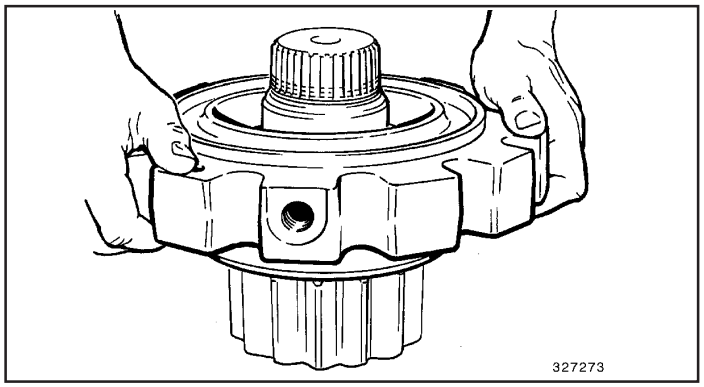


Fig.16

Instale a carcaça.

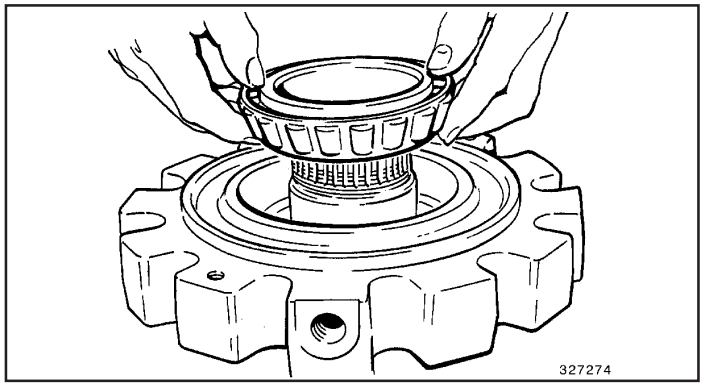


Fig.17

Insira o anel interno (cone) do rolamento cônico.

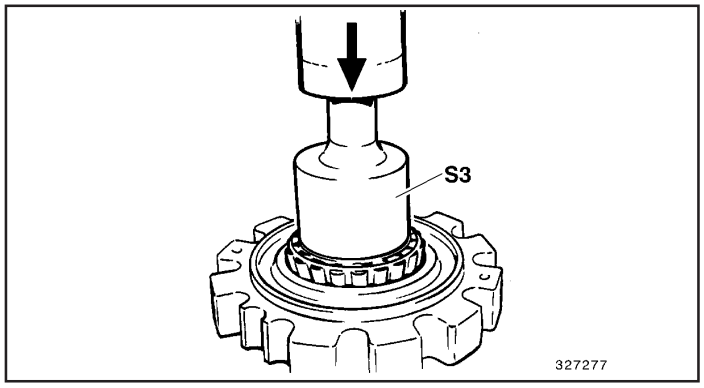


Fig.18

Prense o anel interno do rolamento até o fim na carcaça, utilizando uma bucha apropriada ou a luva de instalação (S3).

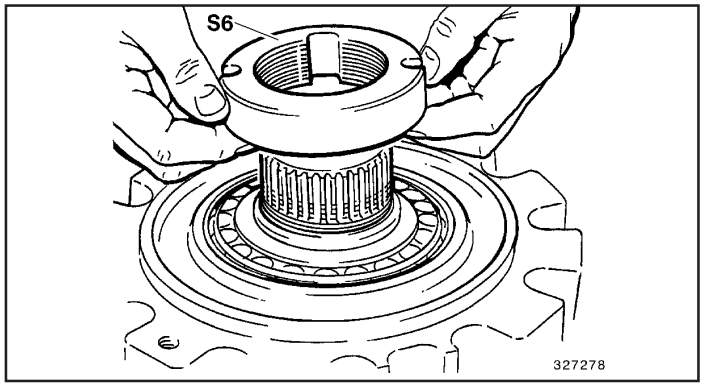


Fig.19

Atarraxe a porca de ajuste (S6).

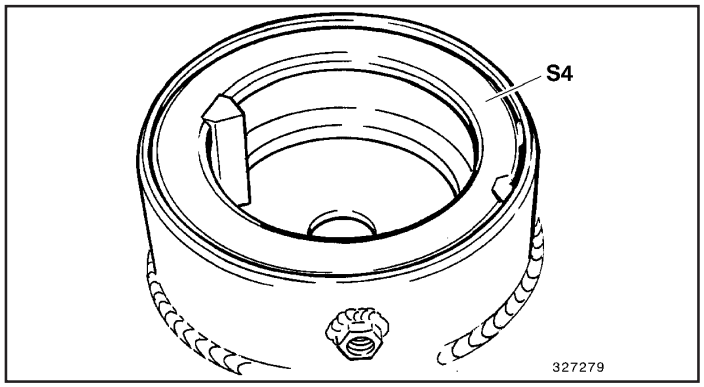


Fig.20

Dispositivo de instalação (S4) para montagem de pinhão de giro.
Insertos diferentes são disponíveis dependendo do tipo da caixa de engrenagens ou pinhão de giro.

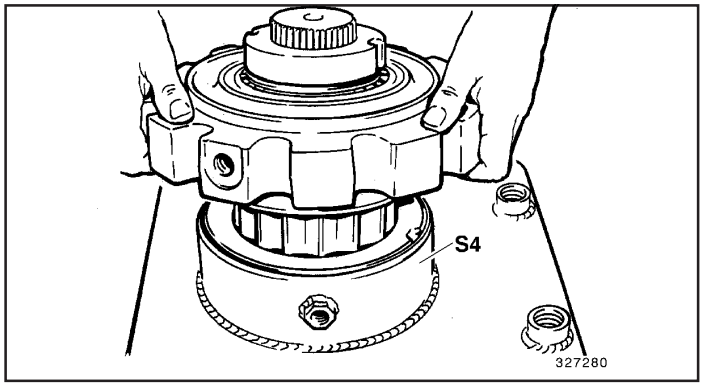


Fig.21

Coloque a carcaça com o pinhão de giro no dispositivo de instalação.

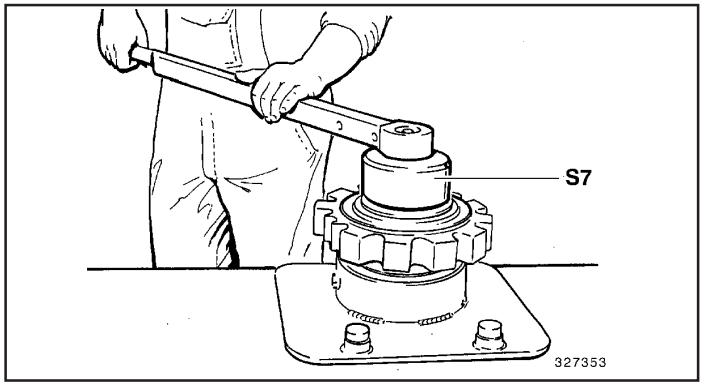


Fig.22

Aperte a porca de ajuste (S6) com soquete (S7) e torquímetro (3/4”).
Os seguintes torques de aperto são indicados para que a pré-carga requerida seja aplicada ao rolamento:

Caixa de Engrenagens	**Torque de aperto M_A N.m (lb.ft)**
S5	600 (443)
S10	900 (664)
S13	1100 (811)
S16	1100 (811)

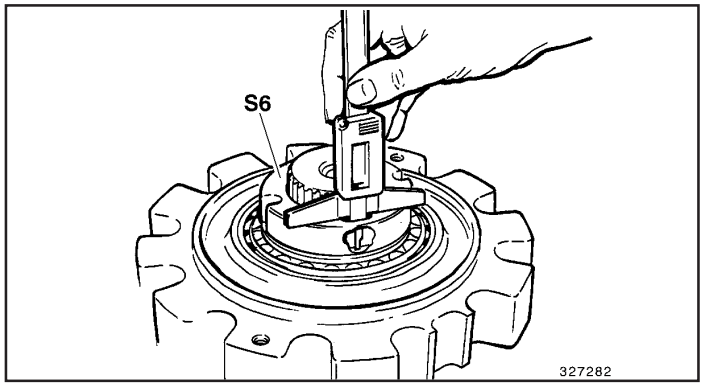


Fig.23

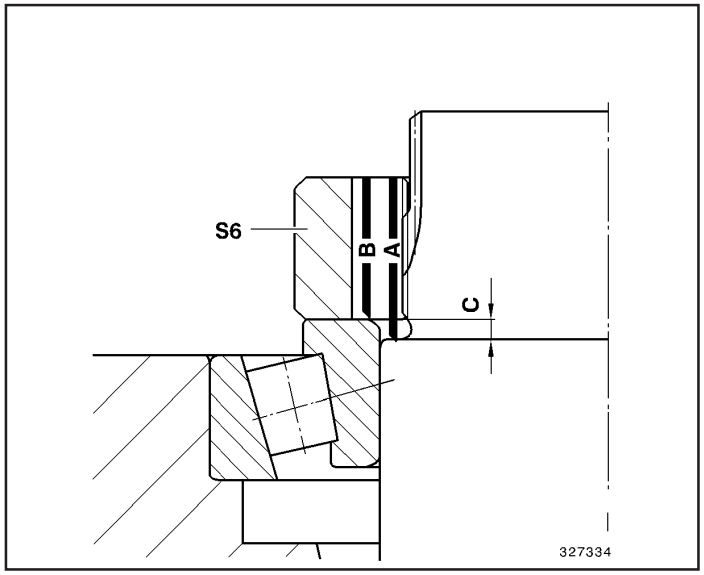


Fig.24

Medir a dimensão **B** com um paquímetro de profundidade através da abertura na porca de ajuste (S6), entre a porca de ajuste e o anel interno do rolamento cônico.
(**Zerar** o paquímetro de profundidade digital).
Determine agora a dimensão **A** entre a porca de ajuste e o colar do eixo do pinhão.

Diferença **C = A - B**
Anote a dimensão **C**.
(Leia a dimensão **C** no visor do paquímetro digital).
Solte a porca de ajuste (S6).

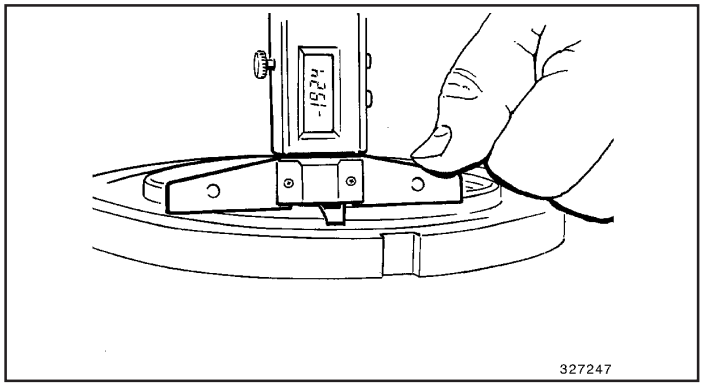


Fig.25

Medir o colar da porca com um paquímetro de profundidade na posição previamente marcada na porca entalhada.
Anote a dimensão **D.**
Meça a espessura do vedador e anote.
Cálculo dos calços de ajustagem:
X = D - C

Exemplo:

D	+ 4,65 mm
C	- 3,60 mm
Vedador	- 0,50 mm
X	0,55 mm
Arredondado	0,60 mm
2 calços	0,30 mm

Arredonde sempre os valores calculados.
Monte o menor número de calços possível.

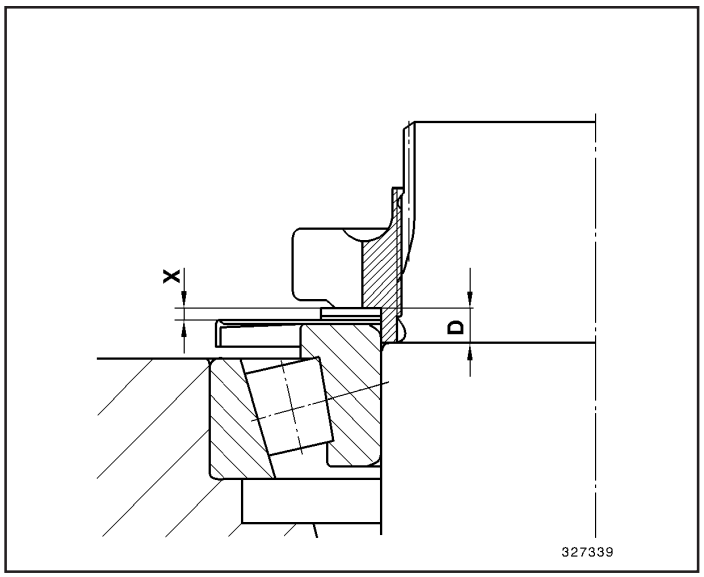


Fig.26

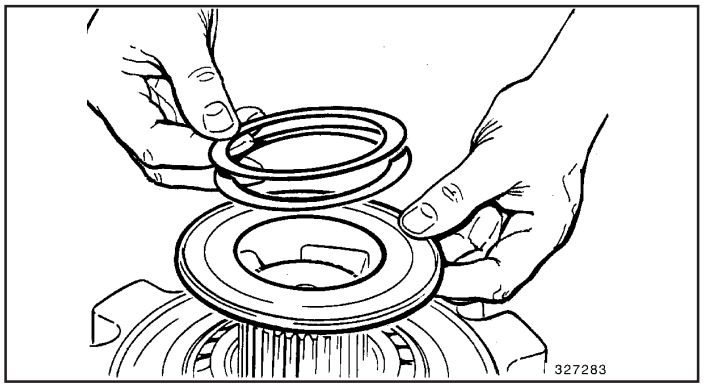


Fig.27

Verifique a espessura dos calços selecionados, medindo-os novamente.
Insira o vedador (a borda na direção do rolamento, vide figura acima), ajuste os calços sobre o eixo do pinhão e segure nessa posição.
Coloque sempre o calço mais espesso faceando a porca. Se três ou mais calços forem usados, o(s) mais fino deve ficar no meio.

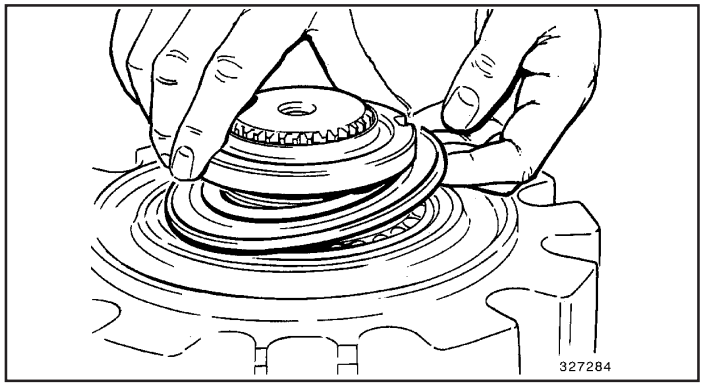


Fig.28

Atarraxe a porca entalhada, anteriormente marcada.
Ao fazer isso, pressione o vedador e calços de ajuste contra o colar da porca para evitar que eles se prendam no canal de alívio do eixo.

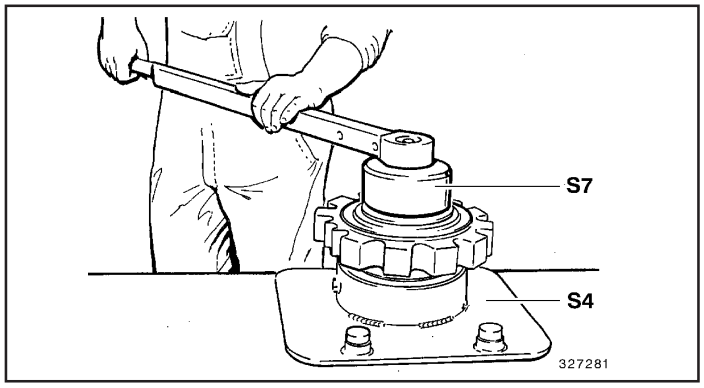


Fig.29

Caixa de engrenagens S 5:
Aperte a porca entalhada com o soquete de instalação (S 7).
Torque de aperto M_A = 750 N.m (533 lb.ft).
Verifique as marcas previamente feitas na porca entalhada e nas estrias do eixo. A distância entre marcas deve ser agora de 10-15 mm, vide figura abaixo.

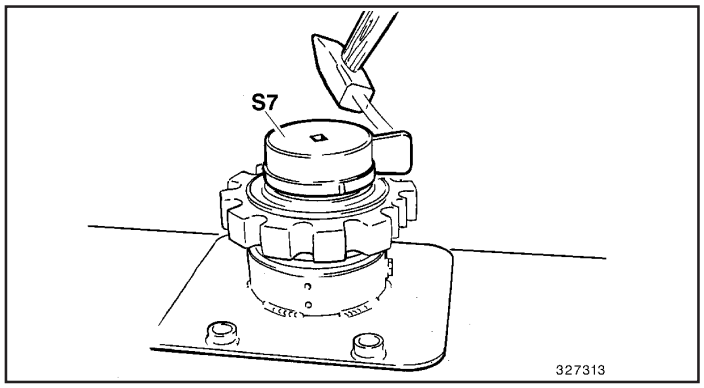


Fig.30

Caixas de engrenagens de giro S 10, S 13, S 16:
Aperte a porca entalhada até que as marcas previamente feitas na porca e no eixo estriado do pinhão estejam alinhadas.
Aperte mais a porca entalhada, dando pequenas batidas com um martelo no soquete de instalação (S 7), até que o espaço entre as marcas seja de 10-15 mm.

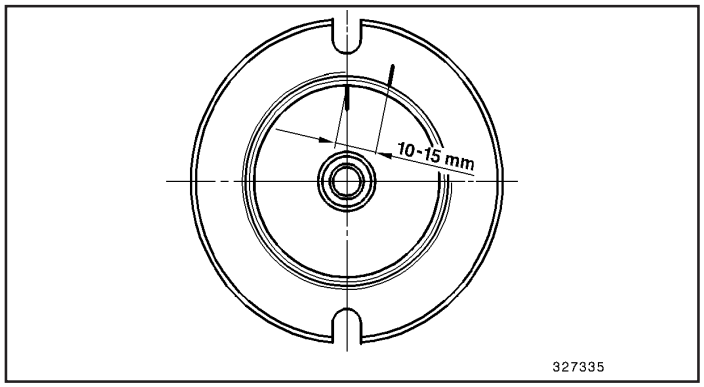


Fig.31

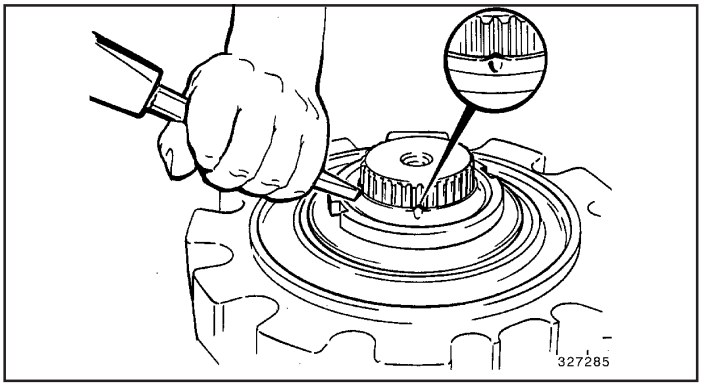


Fig.32

Prendendo a porca entalhada.
Faça isto deformando o flange da porca em cinco lugares, nos canais das estrias do eixo.

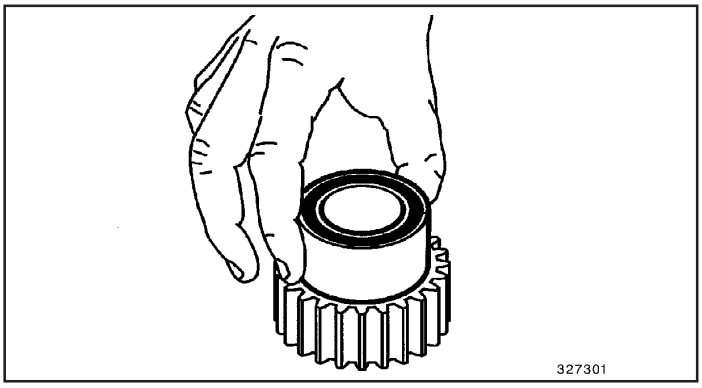


Fig.33

As engrenagens retas e rolamentos do conjunto planetário são fornecidos como unidades de reposição completamente pré-montadas. Apesar disso nos incluímos duas ilustrações demonstrando a instalação dos rolamentos.
Coloque as engrenagens retas na bancada com o chanfro mais largo sobre a bancada.
Coloque um rolamento (dentro da luva de PVC quando nova) na engrenagem reta, com a beirada arredondada do anel interno para baixo, exatamente no centro.

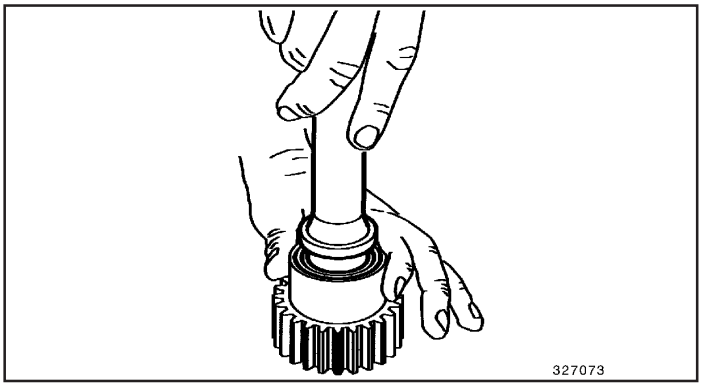


Fig.34

Segure firmemente a luva de PVC envolvendo a engrenagem reta.
Empurre o rolamento para dentro da engrenagem reta com uma ferramenta adequada até que o anel de trava, no centro do rolamento, encaixe no canal correspondente da engrenagem reta, vide desenho em corte.

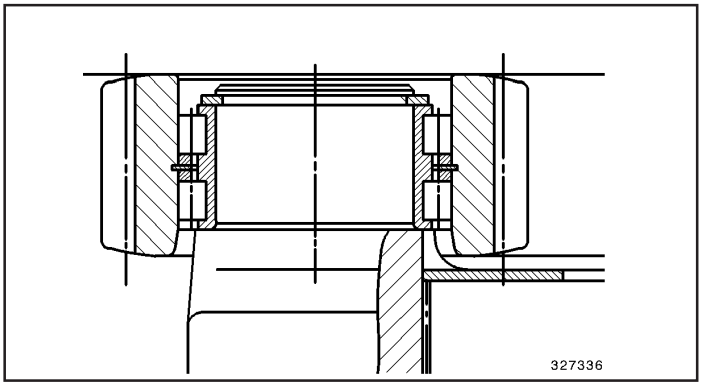


Fig.35

O corte mostra que o chanfro mais largo da engrenagem reta e o canto arredondado do anel interno do rolamento devem facear os cantos arredondados do eixo do porta-satélites.

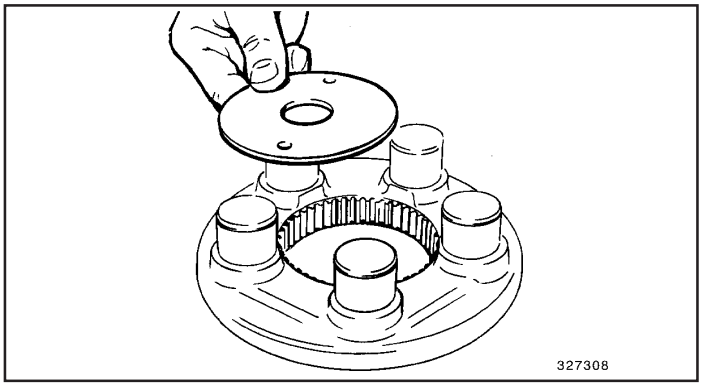


Fig.36

Coloque o disco no porta-satélites da engrenagem planetária, estágio II.

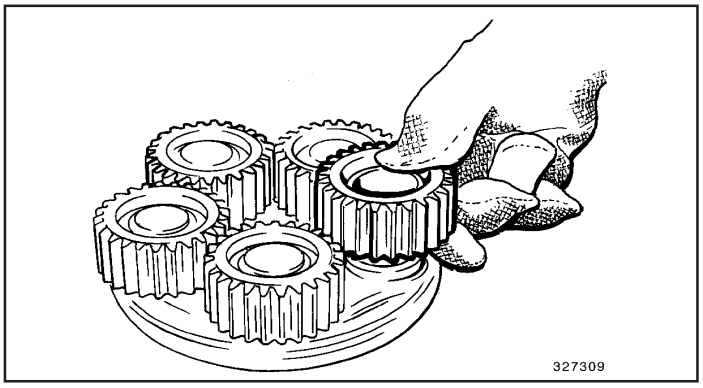


Fig.37

Aqueça as engrenagens retas junto com os rolamentos por aproximadamente 30 minutos em um forno à temperatura máxima de 100° C (212° F).
Coloque a engrenagem reta, **com o chanfro mais largo para baixo**, sobre o eixo do porta-satélites da engrenagem planetária.
A engrenagem planetária, estágio II tem quatro ou cinco engrenagens satélites, dependendo do tipo de caixa de engrenagens.

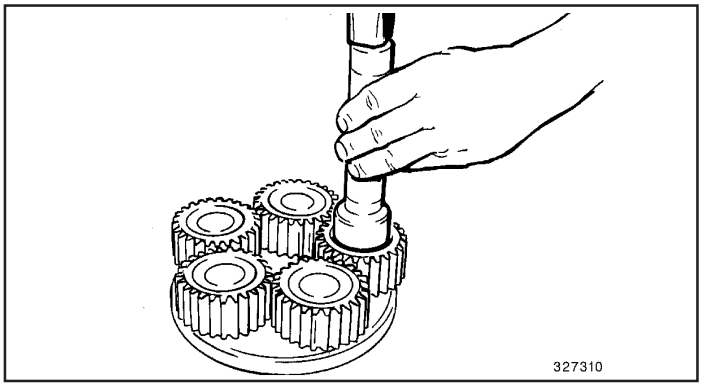


Fig.38

Pressione rapidamente os rolamentos sobre os eixos, até o limite, utilizando uma luva de instalação apropriada.

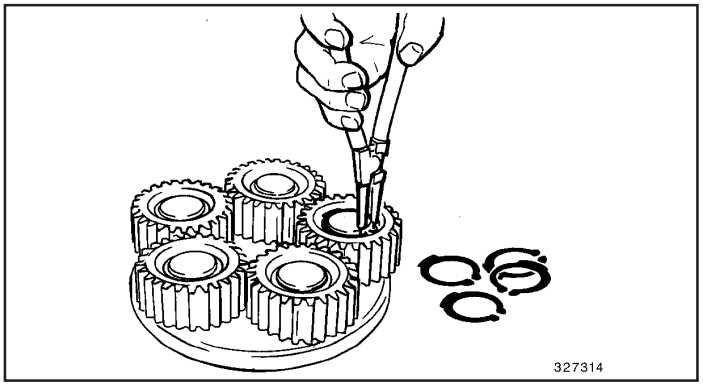


Fig.39

Instale os anéis-trava.

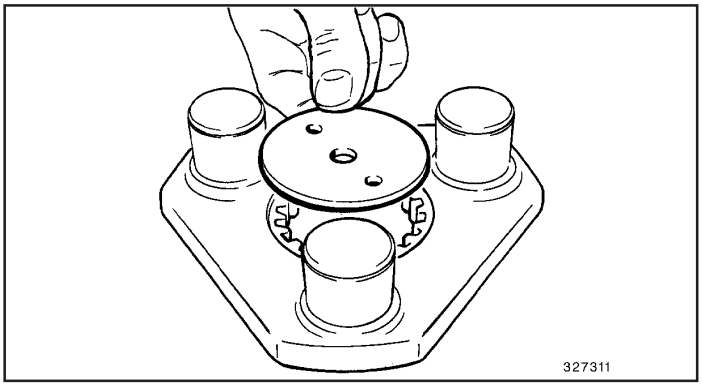


Fig.40

Coloque o disco no porta-satélites da engrenagem planetária, estágio I.

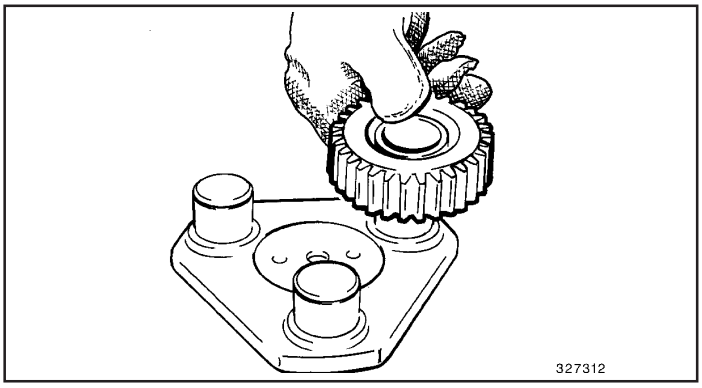


Fig.41

Coloque as engrenagens retas aquecidas, **com o chanfro mais largo para baixo**, nos eixos do porta-satélites da engrenagem planetária.

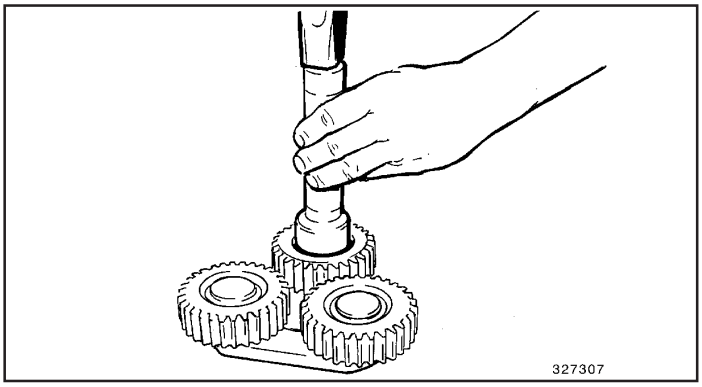


Fig.42

Pressione rapidamente o rolamento no pino do porta-satélites, até o limite, usando uma luva apropriada.

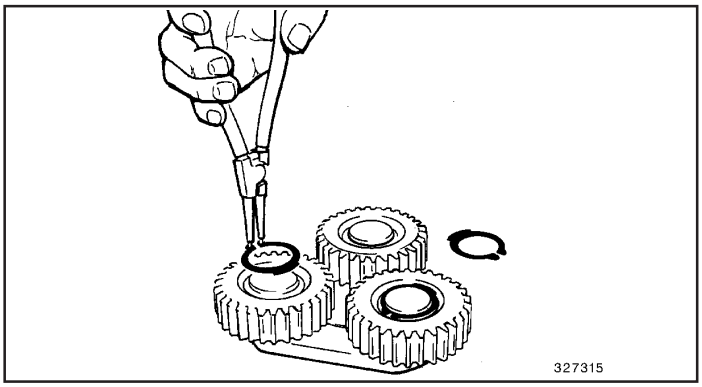


Fig.43

Instale os anéis-trava.

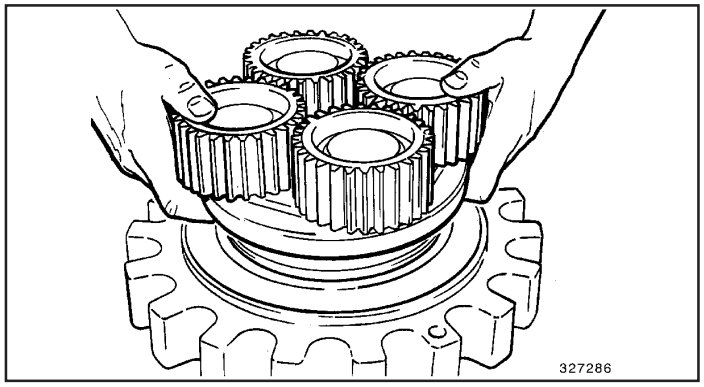


Fig.44

Instale a planetária, estágio II.
A engrenagem planetária, estágio II tem quatro ou cinco satélites, dependendo do tipo de engrenagem.

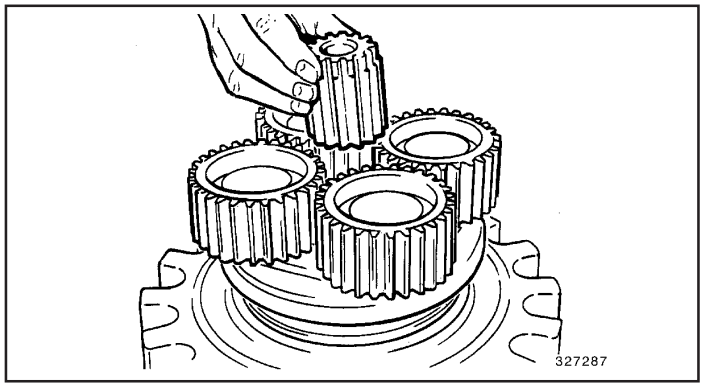


Fig.45

Instale a engrenagem reta solar.

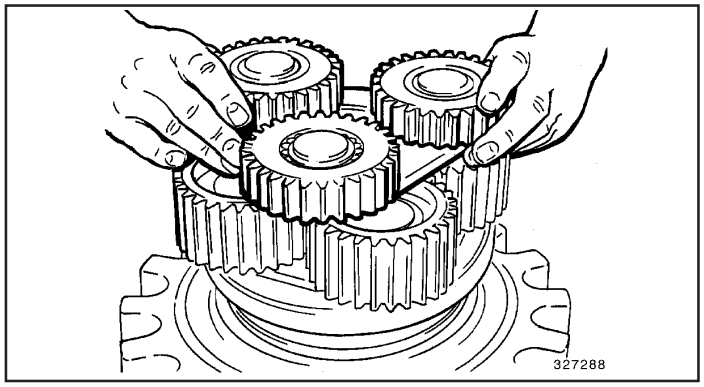


Fig.46

Coloque a planetária, estágio I sobre as engrenagens planetárias do estágio II, engrenando com a engrenagem solar.

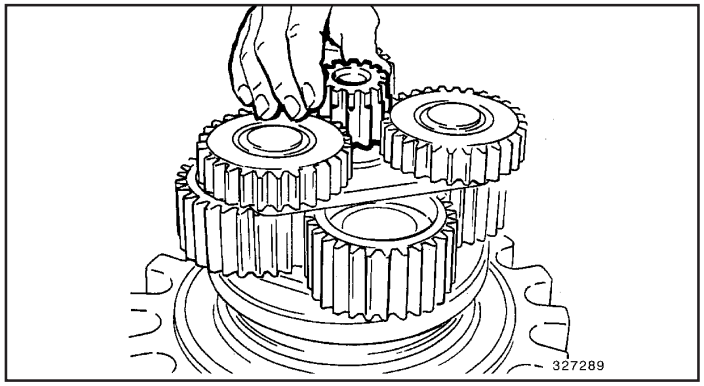


Fig.47

Instale o pinhão.

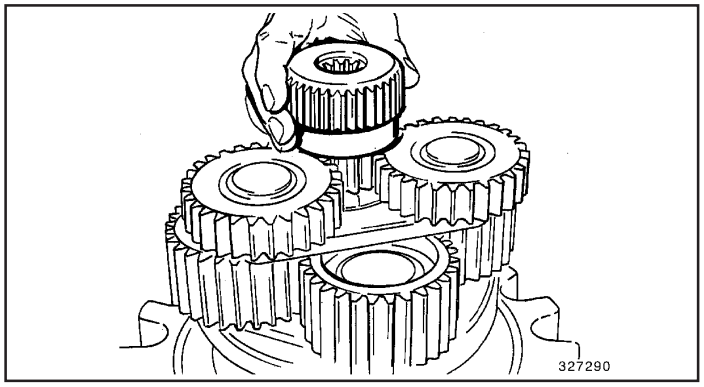


Fig.48

Coloque o porta-discos do freio sobre o pinhão.

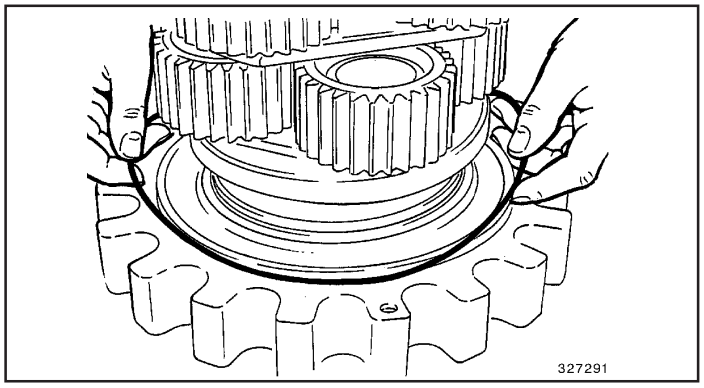


Fig.49

Coloque um novo anel “O” no canal da carcaça, oleando o anel levemente.

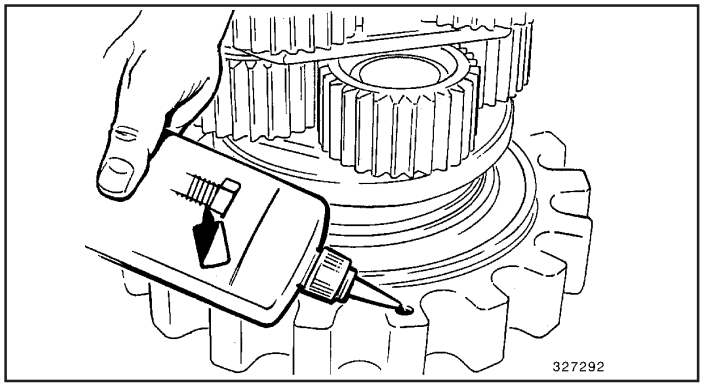


Fig.50

Aplique trava líquida para parafusos P/N 73171473, nos furos roscados.
Para furos roscados cegos, coloque trava líquida suficiente para que, quando o parafuso for atarraxado, o líquido deslocado cubra toda a superfície roscada do furo.

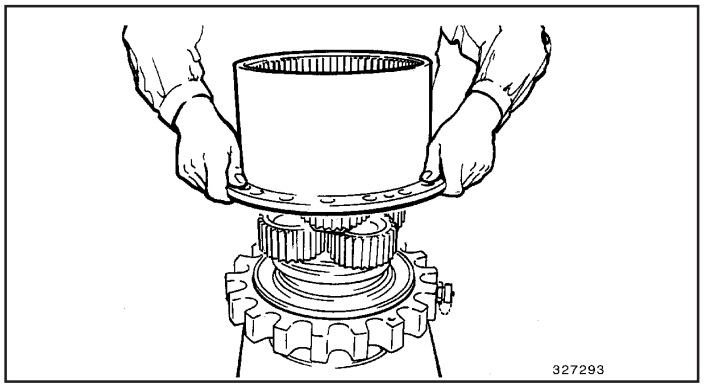


Fig.51

Instale a corôa.
Note as marcas na corôa/carcaça feitas durante a desmontagem.

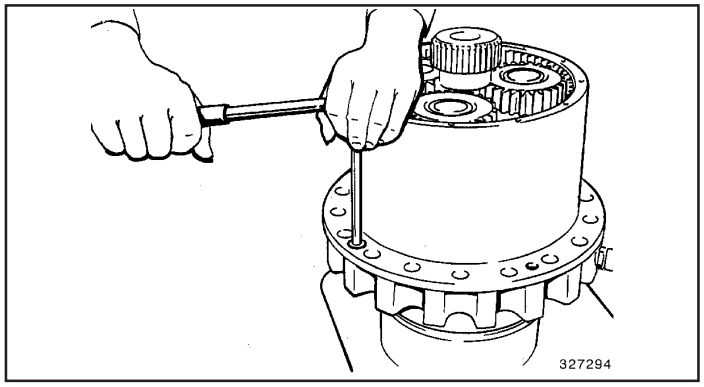


Fig.52

Aperte os dois parafusos de cabeça cilíndrica, alternando o aperto entre eles.
O torque de aperto é indicado na Tabela1 do Anexo.

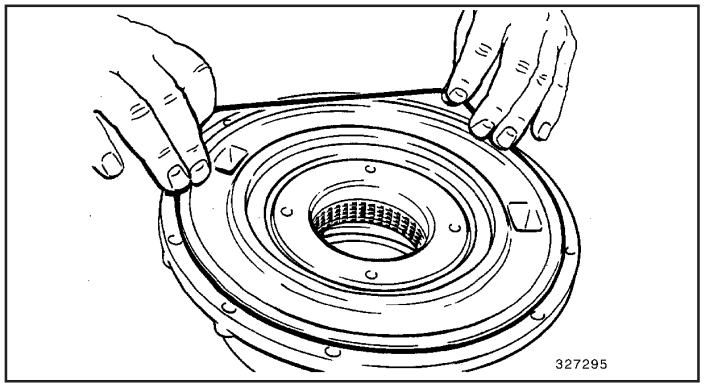


Fig.53

Coloque o anel “O” no canal do flange da carcaça do freio multi-disco, oleando levemente.

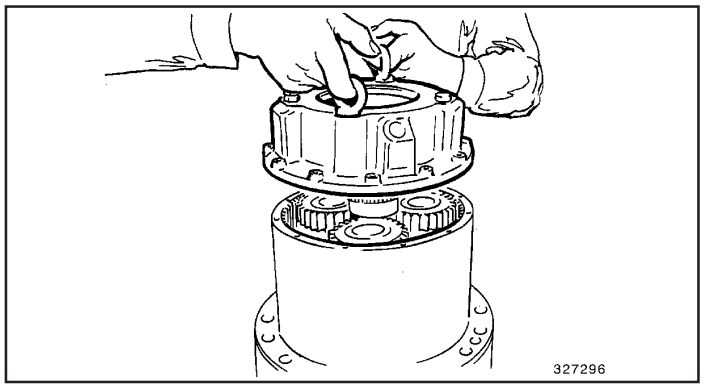


Fig.54

Coloque o freio multi-disco no porta-discos e corôa.
Note as marcas que foram aplicadas no freio/corôa durante a operação de desmontagem.

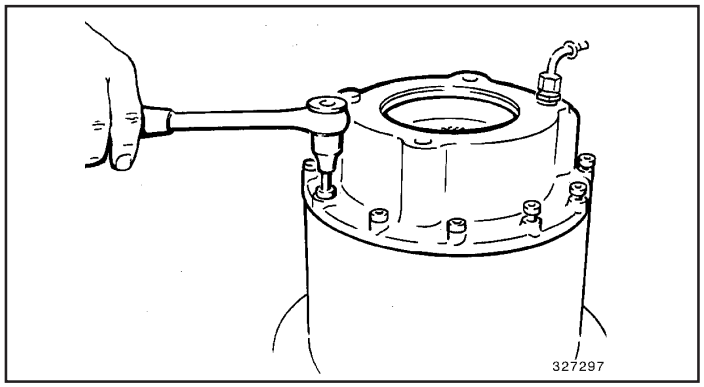


Fig.55

Prenda os parafusos de cabeça cilíndrica com trava líquida P/N 73171473 e alterne o aperto em seqüência cruzada.
O torque de aperto é indicado na Tabela 1 do Anexo.

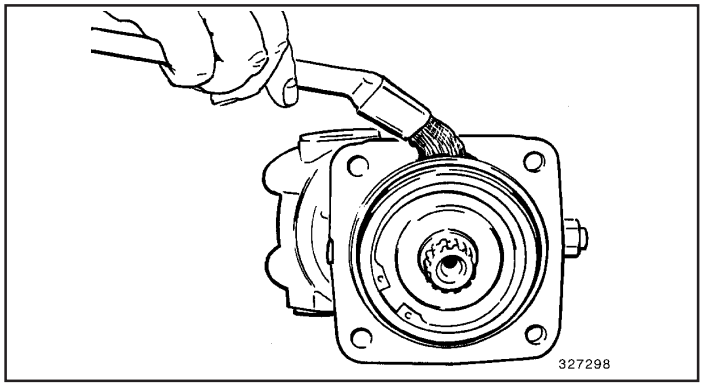


Fig.56

Aplique graxa na superfície de assentamento do anel “O” no flange do motor hidráulico de giro.

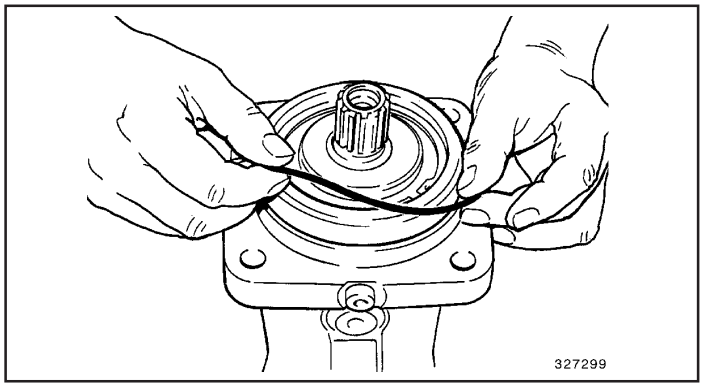


Fig.57

Instale um anel “O” novo.

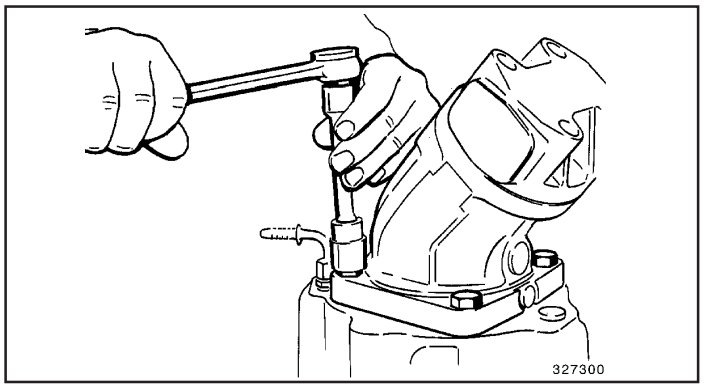


Fig.58

Instale o motor hidráulico de giro.
Note as marcas feitas no motor/freio durante a operação de desmontagem.
Prenda os parafusos com trava líquida P/N 73171473 e aperte os parafusos em seqüência cruzada.
O torque de aperto é indicado na Tabela1 do Anexo.

Atarraxe o bujão do dreno de volta na carcaça.
Preencha a caixa de engrenagens com óleo para engrenagens, como indicado nas instruções de operação.
Se possível, coloque o óleo através do bujão de dreno, afim de evitar a formação de bolsões de ar.
Os tipos de caixas de engrenagens de giro descritos devem ser preenchidos com óleo até o motor de pistão axial, para garantir que as engrenagens e discos de freio estarão trabalhando em banho de óleo.

Freio multi-disco

Reparo do freio

O reparo do freio inclui as seguintes operações:

- A reposição dos vedadores dos êmbolos quando o nível de óleo na caixa de engrenagens de giro sobe devido à entrada de óleo hidráulico dos freios.
- A substituição do jogo de discos, caso a estrutura superior não permaneça estacionária, apesar do freio estar acionado.
- Verifique e se necessário troque as molas de compressão.

Desmontagem do freio multi-disco

Veja o capítulo: “Desmontando a caixa de engrenagens de giro”.

Desmontagem do freio multi-disco S 5/S 10

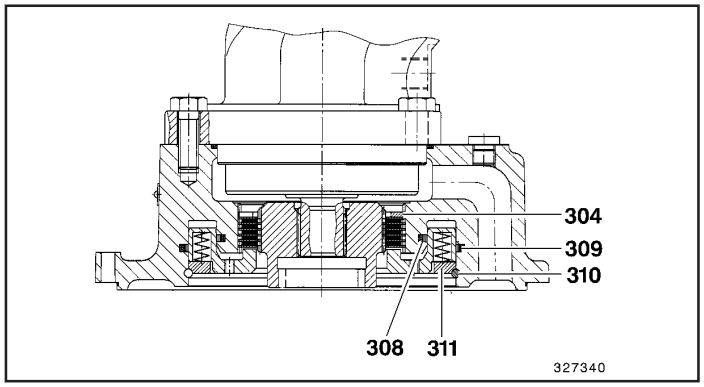


Fig.1

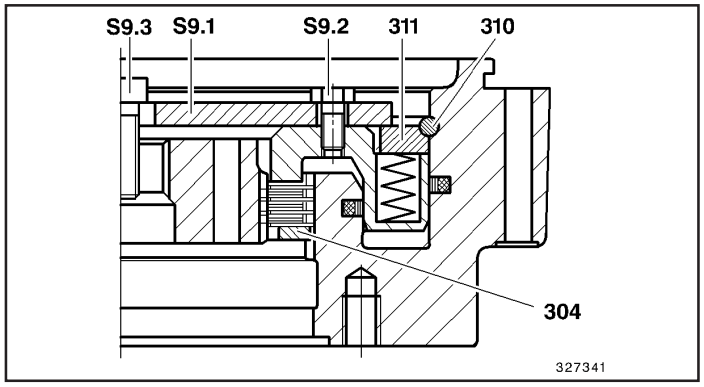


Fig.2

Coloque a placa de instalação (S 9.1) no disco de pressão (311).
Atarraxe dois parafusos (S 9.2) M6x12, a 180° um do outro no êmbolo e traga o êmbolo, uniformemente contra o disco de pressão. As molas estarão bloqueadas.
Remova o anel de retenção (304).
Remova os discos internos e externos do freio.
Prense a placa de instalação (S 9.1), com o êmbolo para dentro da carcaça até que o anel trava (310) possa ser removido.
Atarraxe dois parafusos de cabeça cilíndrica nos furos livres do êmbolo, defasados em 90° em relação aos parafusos (S 9.2).
Remova os dois parafusos (S 9.2).
Alivie a pressão das molas afrouxando alternadamente os dois parafusos de cabeça cilíndrica (S 9.3), não mais do que duas voltas.
Remova a placa de instalação, disco de pressão e molas.
Pressione o êmbolo para fora da carcaça pelo lado oposto.
Remova os dois vedadores (308+309).

Montagem do freio multi-disco S 5/S 10

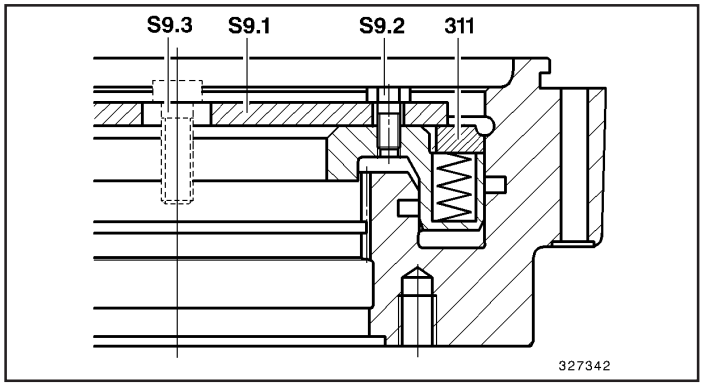


Fig.3

Para centralizar o disco de pressão (311), insira o êmbolo, as molas e o disco de pressão na carcaça.
Coloque a placa de instalação (S 9.1) em cima e atarraxe os parafusos de cabeça cilíndrica (S 9.3) no êmbolo, defasados em 180°, apertando alternadamente, não mais do que duas voltas, até que a placa de instalação esteja em contato com o êmbolo.
Atarraxe dois parafusos (S 9.2) nos furos livres do êmbolo, defasados em 90° em relação aos parafusos de cabeça cilíndrica.
Remova ambos os parafusos de cabeça cilíndrica (S 9.3).
Remova o êmbolo da carcaça, com as molas bloqueadas.

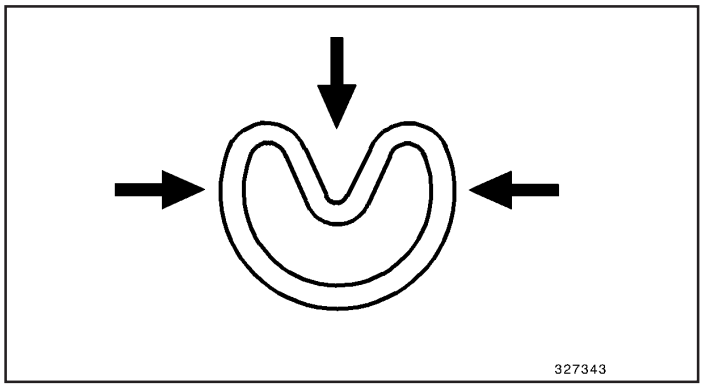


Fig.4

Insira vedadores novos (308 e 309).
Coloque ambos os anéis “O” nos canais correspondentes da carcaça, esticando o anel “O” maior (309) antes.
Inserir os anéis Glydrings. Deforme o anel Glydrings maior (309) em formato de feijão.

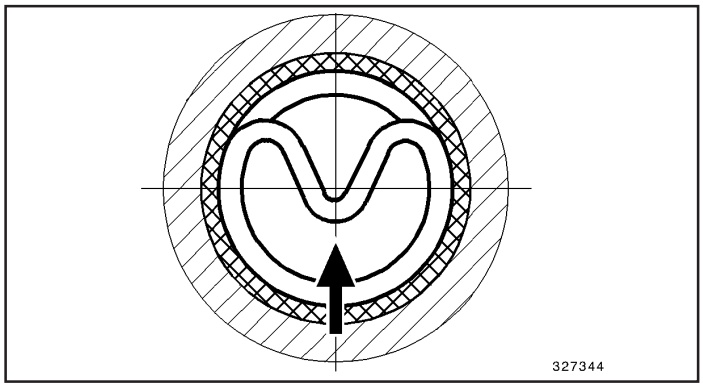


Fig.5

Coloque o anel Glydrings sobre o anel ”O”, formatando-o em um circulo.
Oleie os vedadores, o cilindro e o êmbolo com fluido hidráulico.

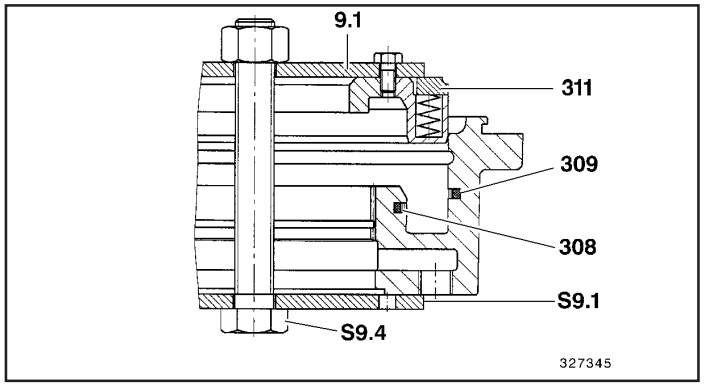


Fig.6

Insira o êmbolo com as molas bloqueadas e a placa de instalação (S 9.1) na carcaça.
Force o êmbolo cuidadosamente até o batente limitador, usando uma prensa.
Se uma prensa não estiver disponível, o êmbolo também pode ser prensado na carcaça através de uma segunda placa de instalação, e parafusos (S 9.4).

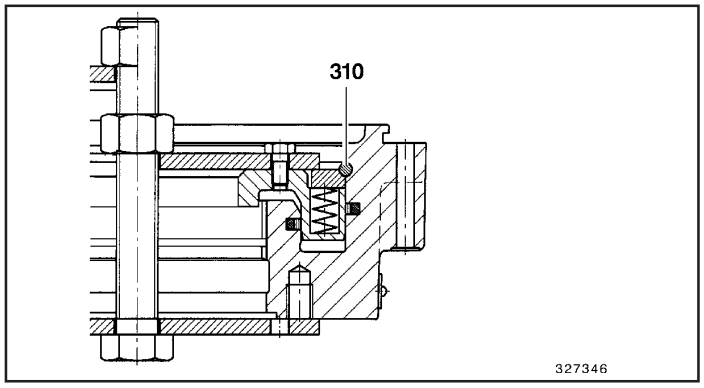


Fig.7

Instale os anéis-trava (310).

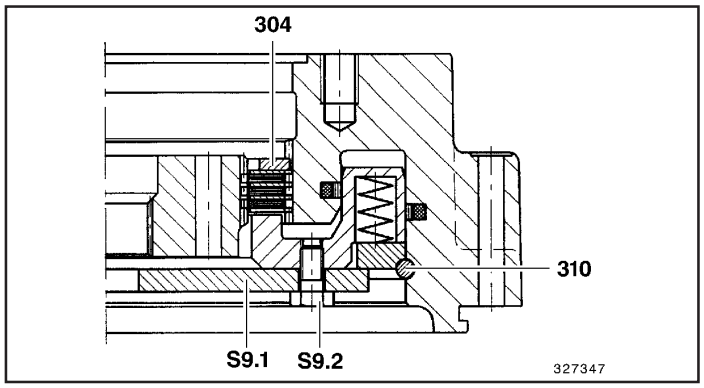


Fig.8

Vire a carcaça ao contrário. Insira alternadamente os discos externos e internos, começando e terminando sempre com um disco externo. Olear os discos novos antes de instalar. Alinhe os dentes dos discos internos através do porta-discos. Acople o jogo de discos ao êmbolo e instale o anel-trava (304).
Vire o freio de volta e remova ambos os parafusos (S 9.2) e placa de instalação (S 9.1).

Desmontagem do freio multi-disco S 13/S 16

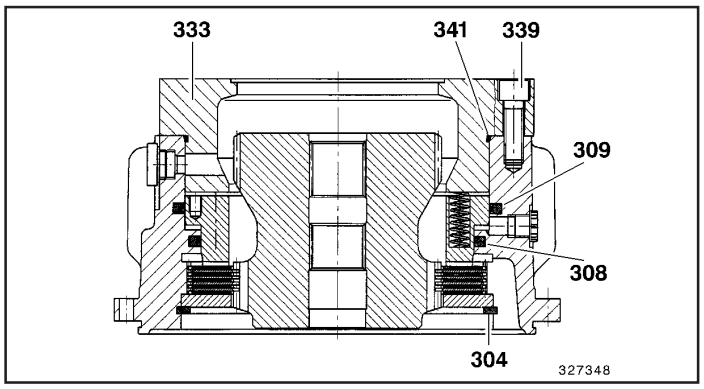


Fig.1

⚠ ADVERTÊNCIA

O flange (333) e os parafusos (339) de cabeça cilíndrica estão sob elevada pressão de mola.

Substitua três dos parafusos (339) de cabeça cilíndrica - uniformemente distribuídos sobre a circunferência - por parafusos de cabeça cilíndrica M12x40,5 mm mais longos.

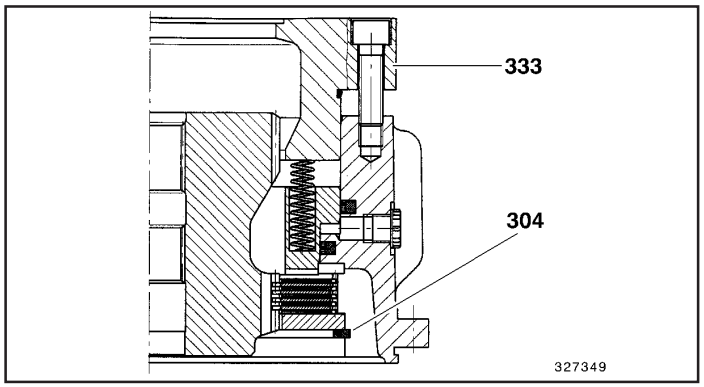


Fig.2

Remova também os parafusos (339) de cabeça cilíndrica restantes.
Alivie a pressão das molas afrouxando os recém instalados parafusos de cabeça cilíndrica mais longos, desapertando-os alternadamente, não mais do que uma volta de cada vez.
Remova o flange (333).
Remova o porta-discos.
Remova as molas do êmbolo.
Vire a carcaça ao contrário.
Remova o anel-trava (304).
Remova o disco de pressão e os discos externos e internos do freio.
Pressione o êmbolo para fora da carcaça.
Remova os vedadores (308+309) da carcaça.

Montagem do freio multi-disco S 13/S 16

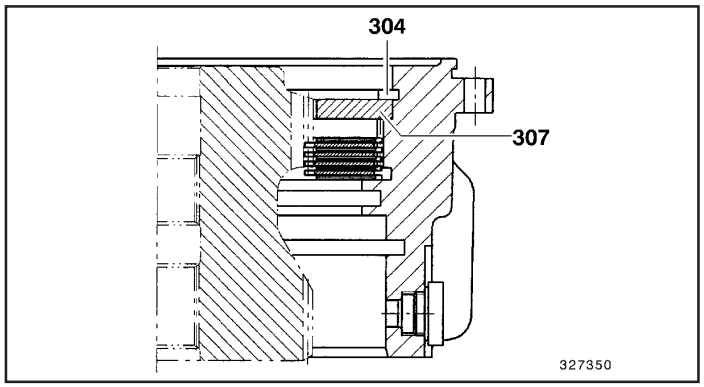


Fig.3

Insira os discos externos e internos, alternando os externos com os internos, sempre começando e terminando com um disco externo. Olear os disco novos antes de instalar.
Instale o disco de pressão (307).
Instale o anel-trava (304).

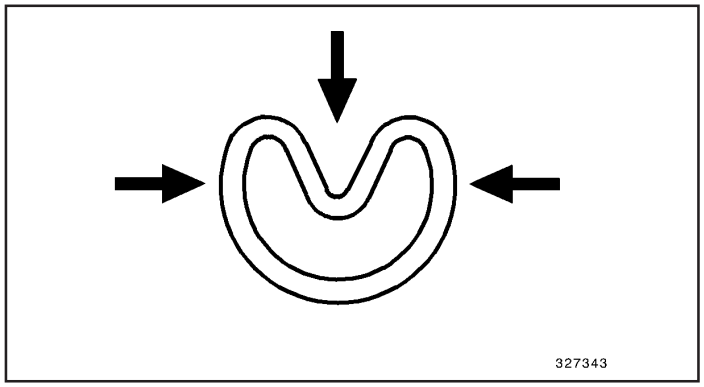


Fig.4

Vire a carcaça ao contrário e instale vedadores novos (308 + 309).
Estique ambos os anéis “O” e coloque-os nas canaletas correspondentes da carcaça.
Deforme os anéis Glyd-rings em formato de feijão.

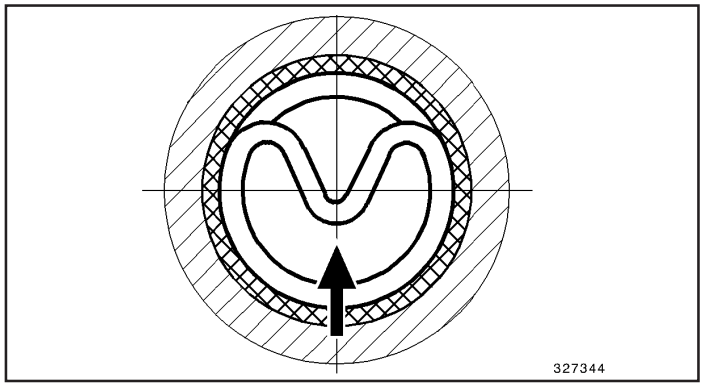


Fig.5

Coloque os anéis Glyd-rings sobre os anéis “O” moldando-os em formato circular.
Olear os vedadores, o cilindro e êmbolo com fluido hidráulico.

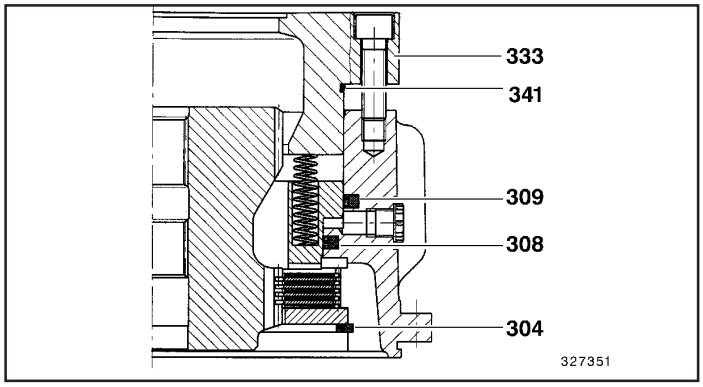


Fig.6

Insira o êmbolo na carcaça, prensando-o até atingir os vedadores.
Instale o porta-discos.
Coloque o flange (333) em cima e force o êmbolo para baixo até o batente limitador, apertando os parafusos de cabeça cilíndrica M12x40.
Afrouxe os parafusos de cabeça cilíndrica e remova o flange.
Distribua as molas no êmbolo.
Instale um anel “O” novo (341).
Coloque trava líquida para parafusos P/N 73171473 nos furos roscados.
Reinstale o flange e dê um preaperto através de três parafusos de cabeça cilíndrica M12x40.

Atarraxe os parafusos de cabeça cilíndrica (339).

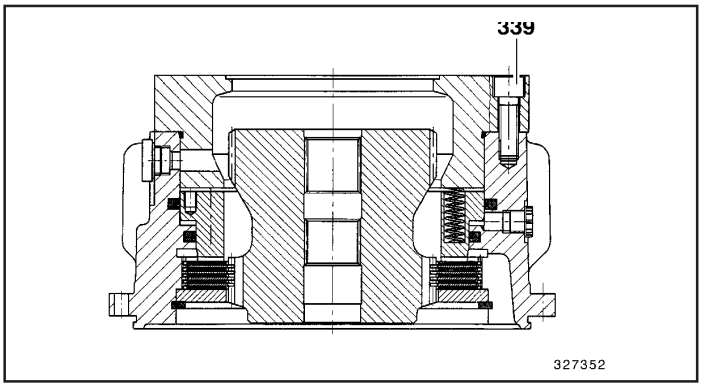


Fig.7

Remova os parafusos de cabeça cilíndrica mais longos e substitua-os com parafusos mais curtos (339).
Aperte em seqüência cruzada todos os parafusos de cabeça cilíndrica. Os torques de aperto são indicados na tabela 1 do Anexo.

Instalação do freio multi-disco

Veja capítulo “Montagem da caixa de engrenagens de giro”.

Sangria do freio

Afrouxe as conexões roscadas da linha do freio na porta da carcaça em aproximadamente uma volta.
Com o motor Diesel em funcionamento, acione e solte o freio multi-disco duas ou três vezes até que o óleo saindo pela conexão roscada esteja livre de bolhas.
Verifique o funcionamento satisfatório do freio, veja Instruções de Operação.

ANEXO

Componentes da caixa de engrenagens de giro

Caixas de engrenagens S 5, S 10

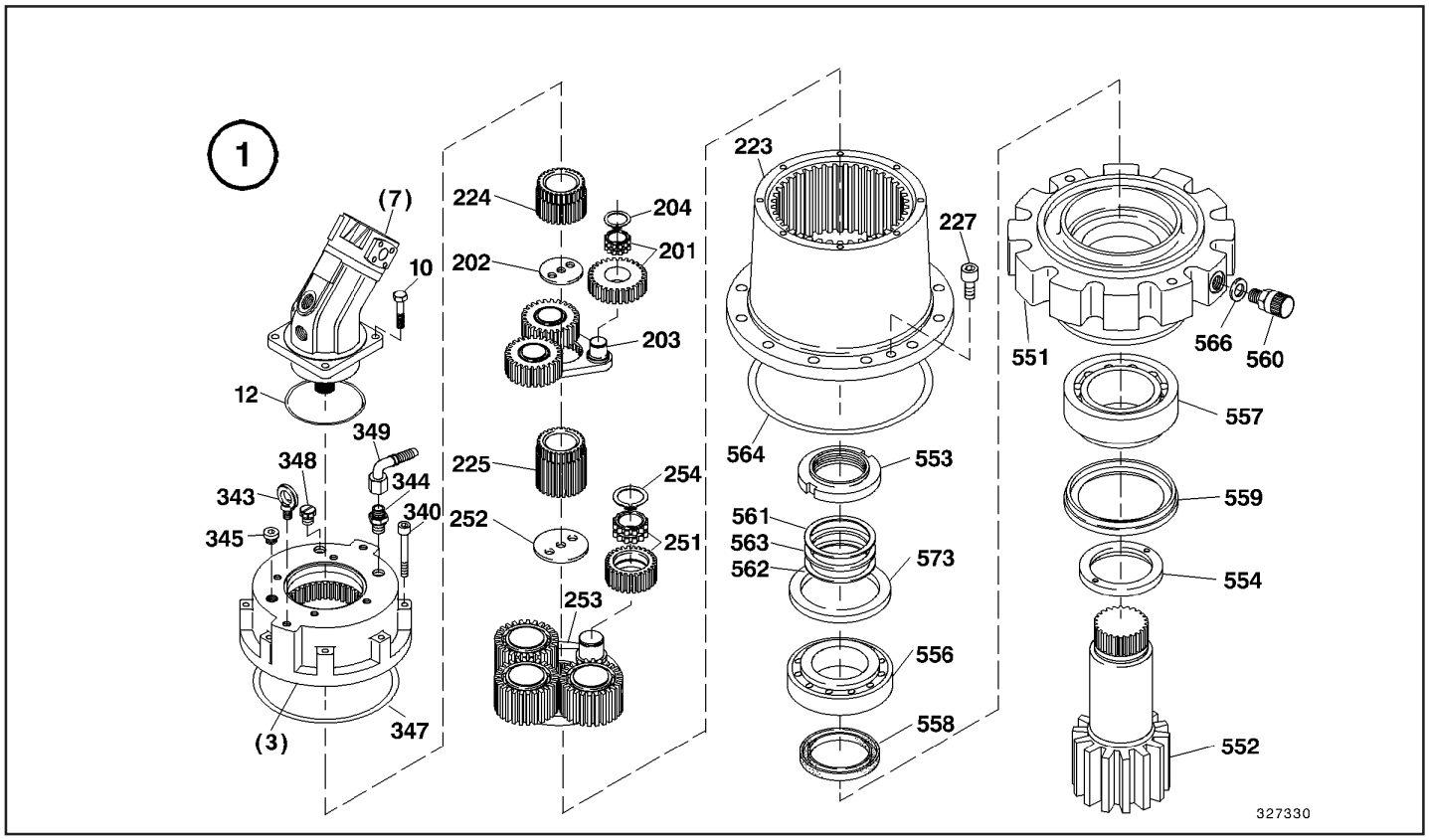


Fig.1

CAIXA DE ENGRENAGENS DE GIRO

Item	Quant.	Descrição
1	1	Caixa de engrenagens de giro
3	1	Freio do giro
7	1	Motor de êmbolos axiais
10	4	Parafuso
12	1	Anel “O”
201	1	Jogo de engrenagens retas
202	1	Disco
203	1	Porta-satélites
204	3	Anel retentor
223	1	Corôa
224	1	Pinhão
225	1	Engrenagem reta
227	2	Parafuso de cabeça cilíndrica
251	1	Jogo de engrenagens retas
252	1	Disco
253	1	Porta-satélites
254	4	Anel retentor
340	12	Parafuso de cabeça cilíndrica
343	2	Olhal
344	1	Conexão
345	1	Bujão
347	1	Anel “O”
348	1	Bujão roscado
349	1	Tubo “L”
551	1	Carcaça
552	1	Pinhão
553	1	Porca
554	1	Anel
556	1	Rolamento cônico
557	1	Rolamento cônico
558	1	Vedador do eixo
559	1	Vedador
560	1	Bujão
561	1	Calço de ajuste de 0,15 mm
562	1	Calço de ajuste de 0,20 mm
563	1	Calço de ajuste de 0,30 mm
564	1	Anel “O”
566	1	Anel vedador
573	1	Vedador

Freio multi-disco S 5, S 10

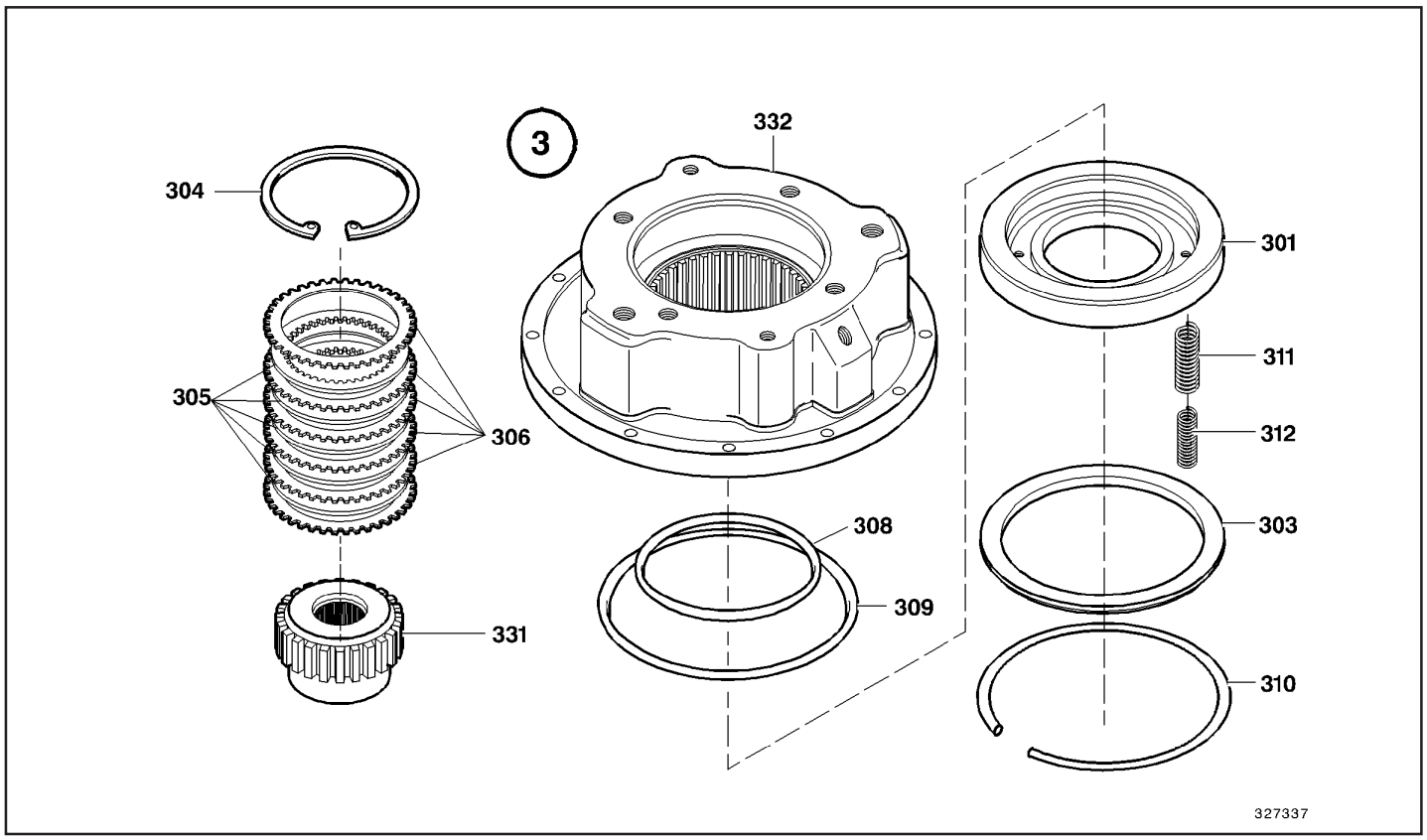


Fig.2

CAIXA DE ENGRENAGENS DE GIRO

Item	Quant.	Descrição
3	1	Freio
301	1	Êmbolo
303	1	Disco de pressão
304	1	Anel retentor
305	5	Disco interno
306	6	Disco externo
308	1	Vedador
309	1	Vedador
310	1	Anel-trava
311	30	Mola de compressão
312	30	Mola de compressão
331	1	Porta-discos
332	1	Carcaça

Caixas de engrenagens S 13, S 16

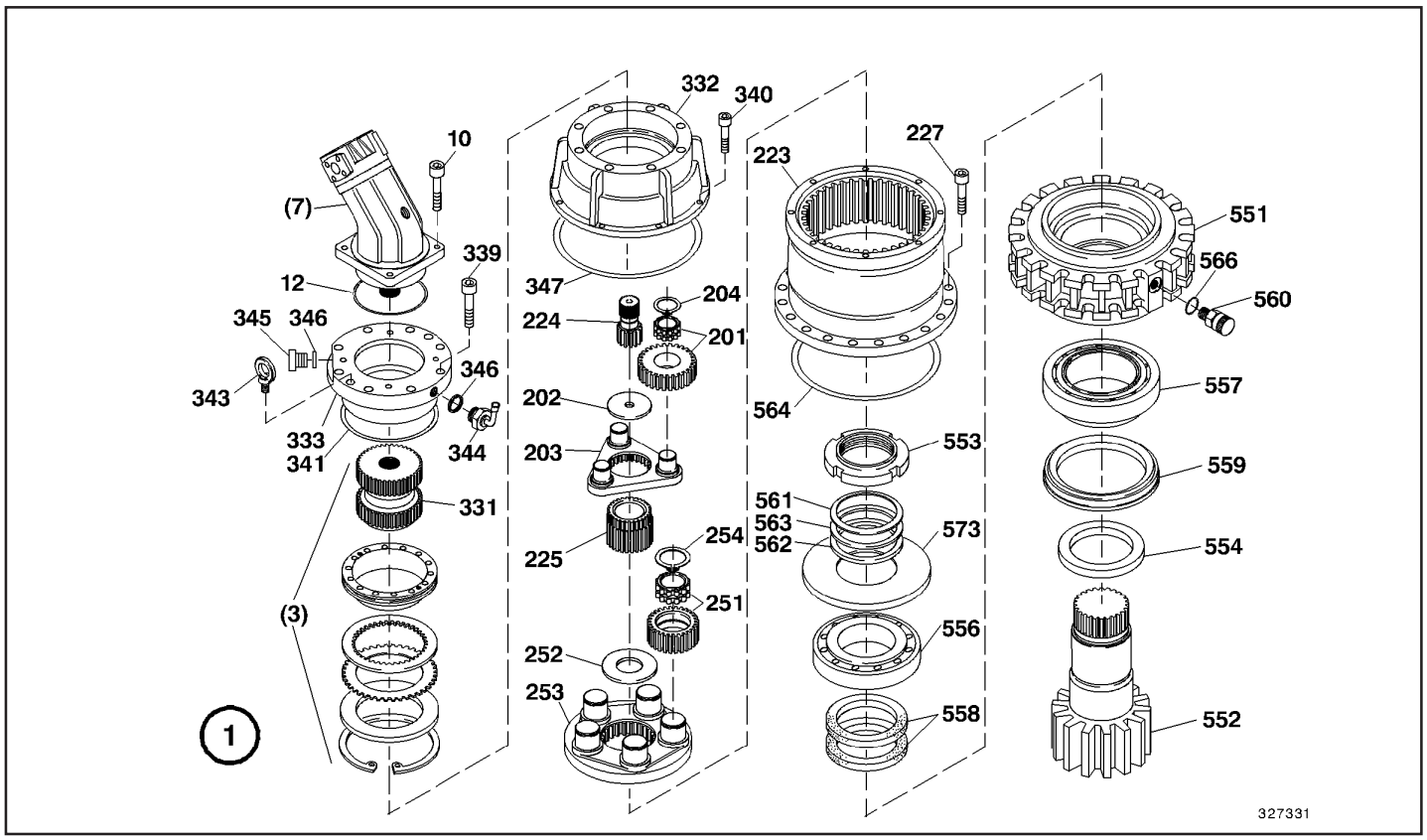


Fig.3

CAIXA DE ENGRENAGENS DE GIRO

Item	Quant.	Descrição
1	1	Caixa de engrenagens de giro
3	1	Freio do giro
7	1	Motor de êmbolos axiais
10	4	Parafuso de cabeça cilíndrica
12	1	Anel “O”
201	1	Jogo de engrenagens retas
202	1	Disco
203	1	Porta-satélites
204	3	Anel retentor
223	1	Corôa
224	1	Pinhão
225	1	Engrenagem reta
227	2	Parafuso de cabeça cilíndrica
251	1	Jogo de engrenagens retas
252	1	Disco
253	1	Porta-satélites
254	4	Anel retentor
331	1	Porta-discos
332	1	Carcaça
333	1	Flange
339	8	Parafuso de cabeça cilíndrica
340	8	Parafuso de cabeça cilíndrica
341	1	Anel “O”
343	2	Olhal
344	1	Conexão
345	1	Bujão
346	2	Anel de vedação
347	1	Anel “O”
551	1	Carcaça
552	1	Pinhão
553	1	Porca
554	1	Anel
556	1	Rolamento cônico
557	1	Rolamento cônico
558	1	Anel vedador
558	2	Anel vedador
559	1	Vedador
560	1	Bujão
561	1	Calço de ajuste de 0,15 mm
562	1	Calço de ajuste de 0,20 mm
563	1	Calço de ajuste de 0,30 mm
564	1	Anel “O”
566	1	Anel vedador
573	1	Vedador

Freio multi-disco S 13, S 16

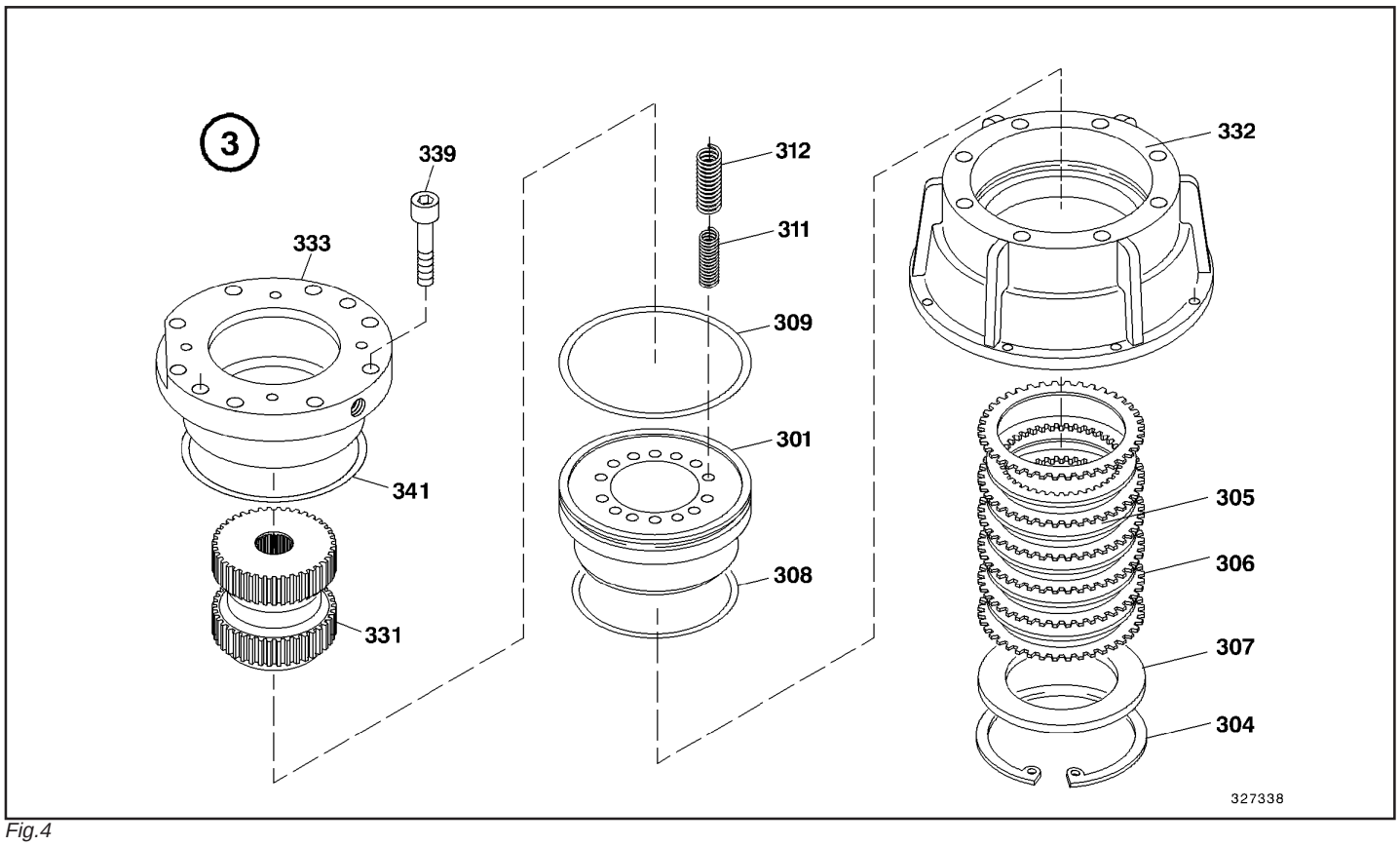


Fig.4

CAIXA DE ENGRENAGENS DE GIRO

Item	Quant.	Descrição
3	1	Freio
301	1	Êmbolo
303	1	Disco de pressão
304	1	Anel retentor
305	5	Disco interno
306	6	Disco externo
307	1	Disco
308	1	Vedador
309	1	Vedador
310	1	Anel-trava
311	14	Molas de compressão
312	14	Molas de compressão
331	1	Porta-discos
332	1	Carcaça
333	1	Flange
339	8	Parafuso de cabeça cilíndrica
341	1	Anel “O”

Parafusos, torques de aperto e travas

Caixa de engrenagens de giro S 5, S 10

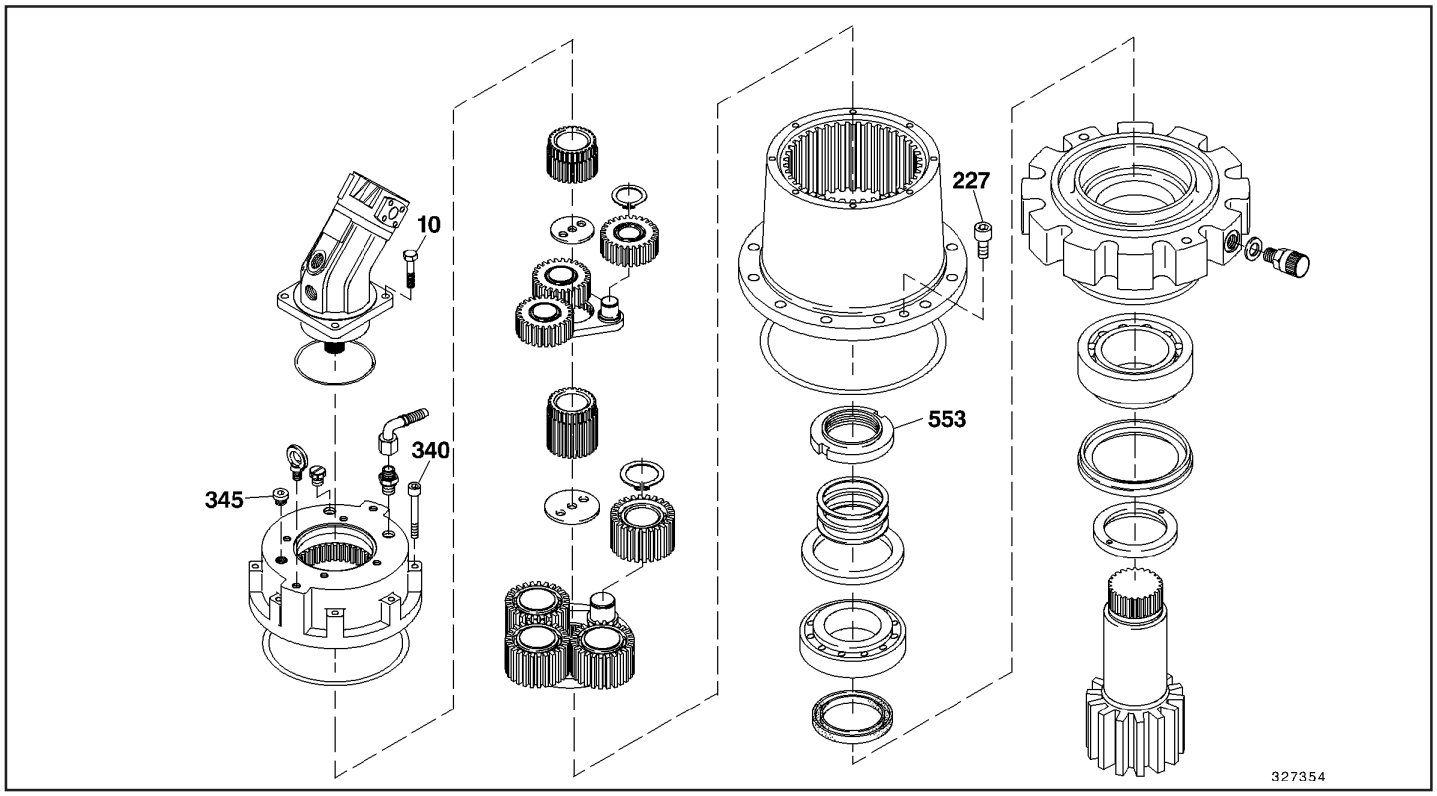


Fig.5

Caixa de engrenagens de giro S 13, S 16

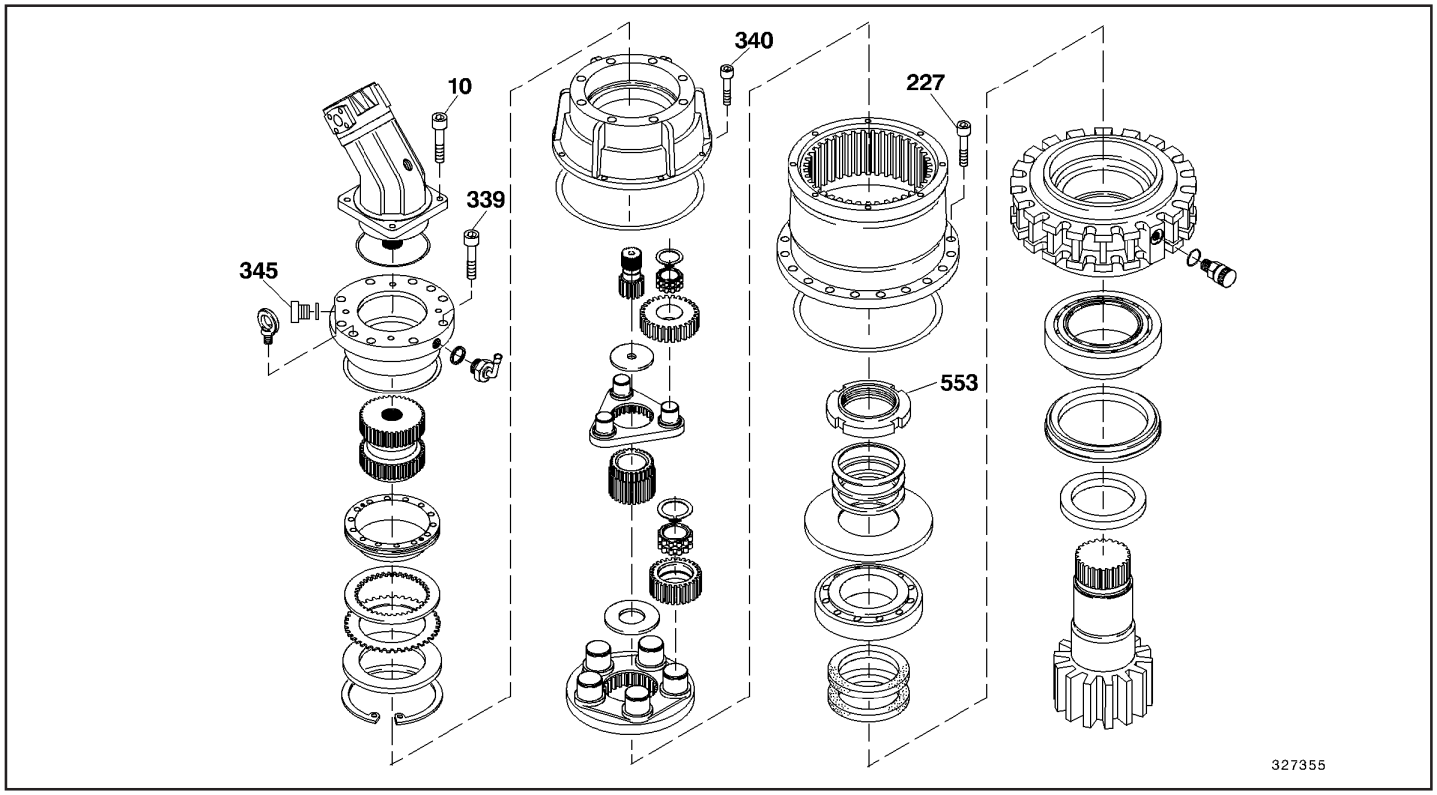


Fig.6

Tabela 1

Caixa de engrenagens tipo: S 5

Parafuso Item	Rosca (mm)	Qualidade	Torque de aperto M_A N.m (lb.ft)	Trava de Parafuso P/N 73171473
10	M10	10.9	80 (59)	X
227	M10	8.8	55 (40)	X
340	M6	10.9	11.2 (8.26)	X
345	M14x1.5	-	30 (22)	-
553	M72x1.5	-	750 (553)	1)

Caixa de engrenagens tipo: S 10

Parafuso Item	Rosca (mm)	Qualidade	Torque de aperto M_A N.m (lb.ft)	Trava de Parafuso P/N 73171473
10	M12	10.9	140 (103)	X
227	M12	8.8	94 (69)	X
340	M8	10.9	40 (30)	X
345	M14x1.5	-	30 (22)	-
553	M72x1.5	-	2)	1)

Caixa de engrenagens tipo: S 13, S 16

Parafuso Item	Rosca (mm)	Qualidade	Torque de aperto MA N.m (lb.ft)	Trava de Parafuso P/N 73171473
10	M12	10.9	130 (96)	X
227	M10	8.8	53 (39)	X
339	M12	10.9	130 (95)	X
340	M8	8.8	26 (19)	X
345	M22x1.5	-	60 (44)	-
553	M11x2	-	2)	1)

1) Trave a porca encravando em 5 pontos.
2) Veja o capítulo: “Montando a caixa de engrenagens de giro”.

Torques de aperto de parafusos

Parafusos com roscas padrão DIN 13

Folha 33 (por exemplo DIN 912, 931, 934)

Rosca ø Nominal	Qualidade do Material	Torques de Aperto M_A em N.m		
		Total 0,10 [1]	Total 0,12 [2]	Total 0,16 (L) [3]
M5	8.8	4.9	5.5	6.5
	10.9	7.3	8.1	9.5
	12.9	8.5	9.5	11.2
M6	8.8	8.5	9.5	11.2
	10.9	12.5	14	16.5
	12.9	14.5	16.5	19.5
M8	8.8	20.5	23	27
	10.9	30	34	40
	12.9	35	40	47
M10	8.8	41	46	55
	10.9	60	68	80
	12.9	71	79	94
M12	8.8	71	79	94
	10.9	104	117	140
	12.9	195	215	260
M16	8.8	170	195	230
	10.9	250	280	340
	12.9	300	330	400
M20	8.8	350	390	470
	10.9	490	560	670
	12.9	580	650	780
M24	8.8	600	670	800
	10.9	850	960	1140
	12.9	1000	1120	1350
M30	8.8	1190	1350	1600
	10.9	1700	1900	2300
	12.9	2000	2250	2700
M36	8.8	2100	2350	2800
	10.9	3000	3300	4000
	12.9	3500	3900	4700

[1] Parafuso e/ou porca eletro galvanizados.
[2] Parafuso preto ou fosfatizado, roscas oleadas.
[3] Parafusos com trava líquida, por exemplo, Loctite 242, 243.

Parafusos métricos rosca fina DIN 13 - 13

Rosca ø Nominal	Qualidade do Material	Torques de Aperto M_A em N.m		
		Total 0,10 [1]	Total 0,12 [2]	Total 0,16 (L) [3]
M8x1	8.8	22	24.5	30
	10.9	32	36	43
	12.9	38	43	51
M10x1	8.8	45	52	62
	10.9	67	76	91
	12.9	78	89	107
M10x1.25	8.8	43	49	58
	10.9	64	72	86
	12.9	74	84	100
M10x1.25	8.8	43	49	58
	10.9	64	72	86
	12.9	74	84	100
M12x1.25	8.8	77	87	104
	10.9	112	125	150
	12.9	130	150	180
M14x1.5	8.8	121	135	165
	10.9	175	200	240
	12.9	205	235	280
M16x1.5	8.8	180	205	250
	10.9	270	300	370
	12.9	310	360	430
M20x1.5	8.8	380	430	530
	10.9	540	620	750
	12.9	630	720	880
M22x1.5	8.8	510	580	700
	10.9	720	820	1000
	12.9	840	960	1170
M24x2	8.8	640	730	890
	10.9	920	1040	1250
	12.9	1070	1220	1500
M27x2	8.8	940	1070	1300
	10.9	1350	1500	1850
	12.9	1550	1800	2150
M30x2	8.8	1370	1490	1740
	10.9	1940	2120	2480
	12.9	2270	2480	2900

[1] Parafuso e/ou porca eletro galvanizados.
[2] Parafuso preto ou fosfatizado, roscas oleadas.
[3] Parafusos com trava líquida, por exemplo, Loctite 242, 243.

Ferramentas especiais e acessórios

Tabela 2
Ferramentas Especiais

Item Nº	Figura	Caixa engrenagem tipo	Peça Nº	Descrição
S1	2	S5 S10 S13 S16	73176971 73176972 73176973 73176973 73176974	Punção para instalação de pista/capa de rolamento.
S2	4 5 5 6	S5 S10 S13 S16	73176726 73176727 73176728 73176729	Flange para instalação
S3	20	S5 S10 S 13, S 16	73176975 73176976 73176976	Luva para instalação de anel/cone de rolamento
S4	22	S 5, S 10 S 13, S 16	73176730	Dispositivo de montagem
S6	21	S 5 S 10 S 13, S 16	73176731 73176732 73176733	Porca de ajustagem
S7	24	S 5 S 10 S 13, S 16	73176734 73176736 73176736	Soquete para instalação
S9 S 9.1 S 9.2 S 9.3 S 9.4		S 5, S 10	73176725	Jogo para instalação de Freios S 5 / S 10 Inclui: 2 pratos p/instalação 2 parafusos sextavados M6x12 2 parafusos cab.cilíndrica M6x25 1 parafuso sextavado M16x120 e Porca M16

Tabela 3
Produtos de trava e vedação

Trava líquida para parafusos : P/N 73171473

- Recipiente de 10 cm^3 : **P/N 73171475**

Compostos por vedação/adesivos : P/N 73171476

- Pacote com 50 g : **P/N 73176140**
- Pacote com 250 g : **P/N 73176141**

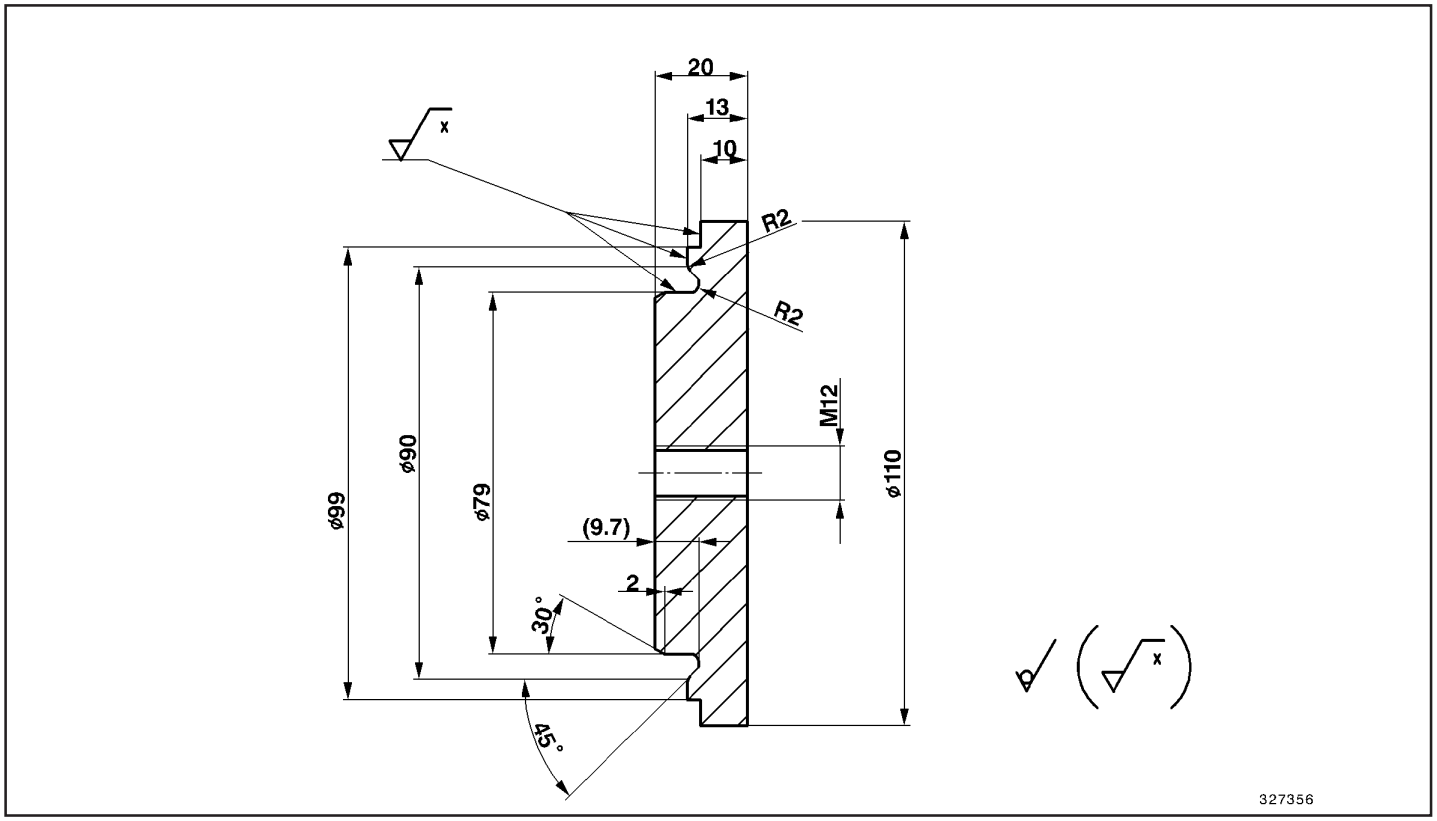


Fig.1

Flange para instalação (S2)

N/S : 73176726
Material : S355J2G3 (St52-3)

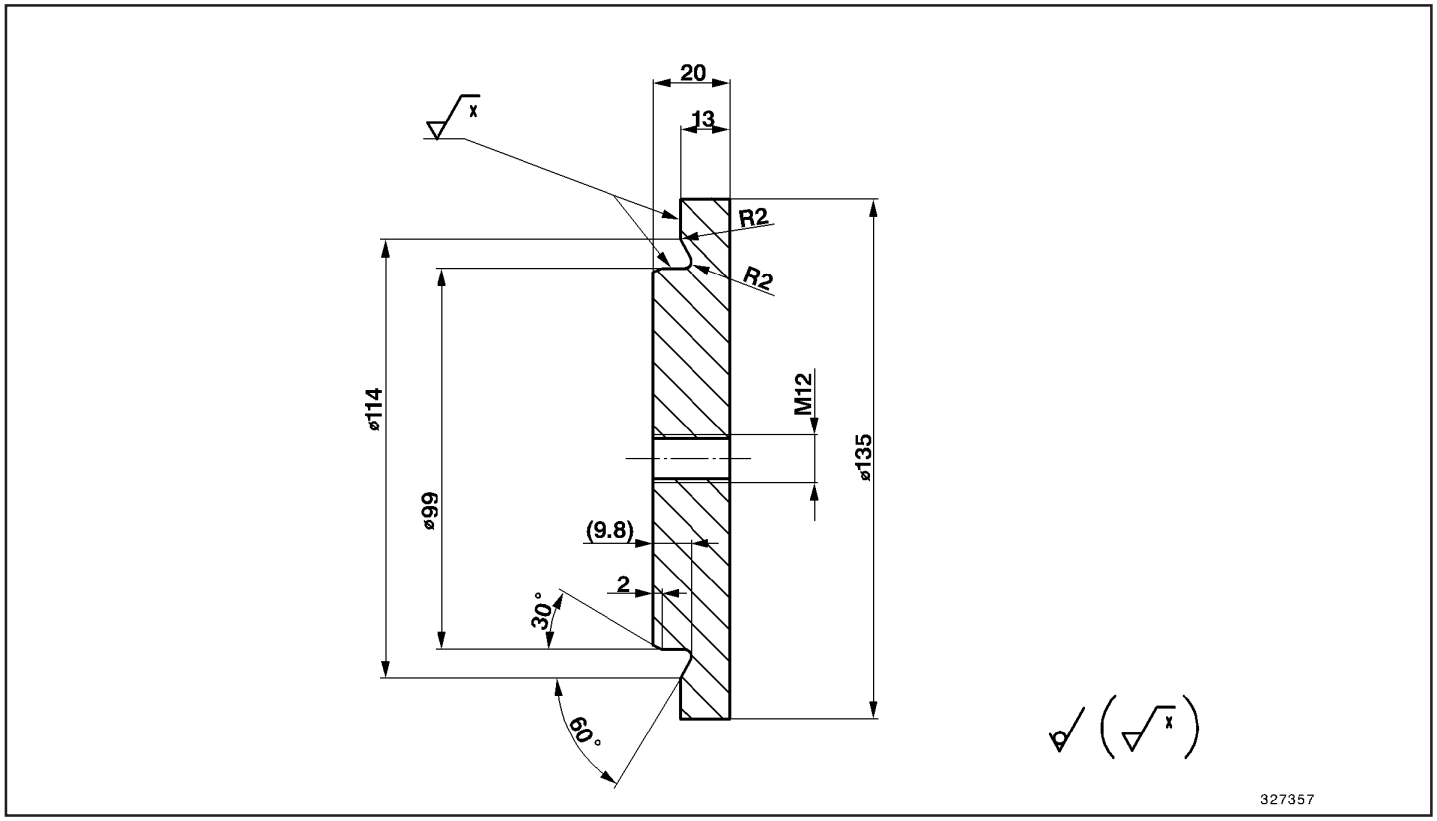


Fig.2

Flange para instalação (S2)

N/S : 73176727
Material : S355J2G3 (St52-3)

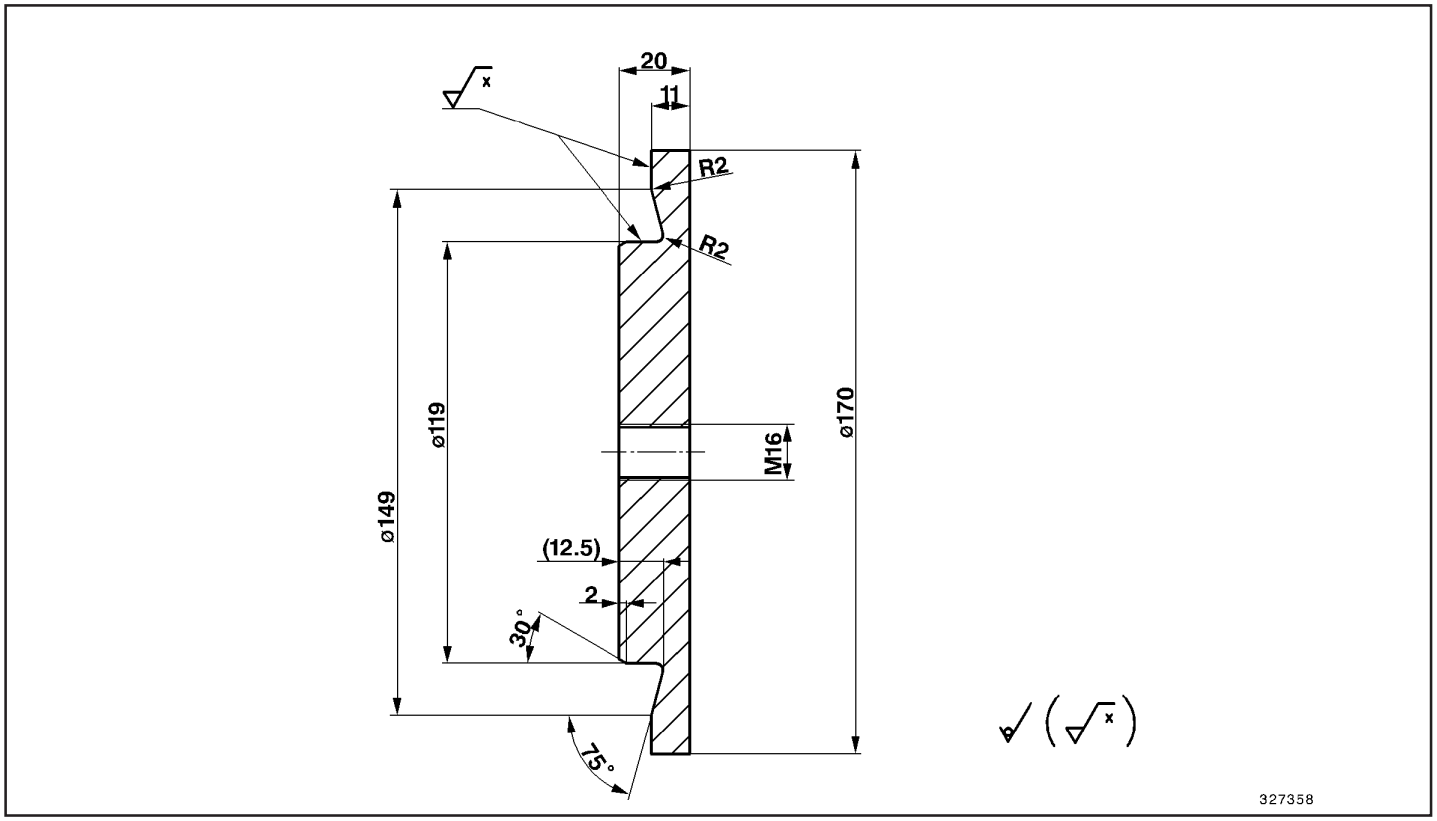


Fig.3

Flange para instalação (S2)

N/S : 73176728
Material : S355J2G3 (St52-3)

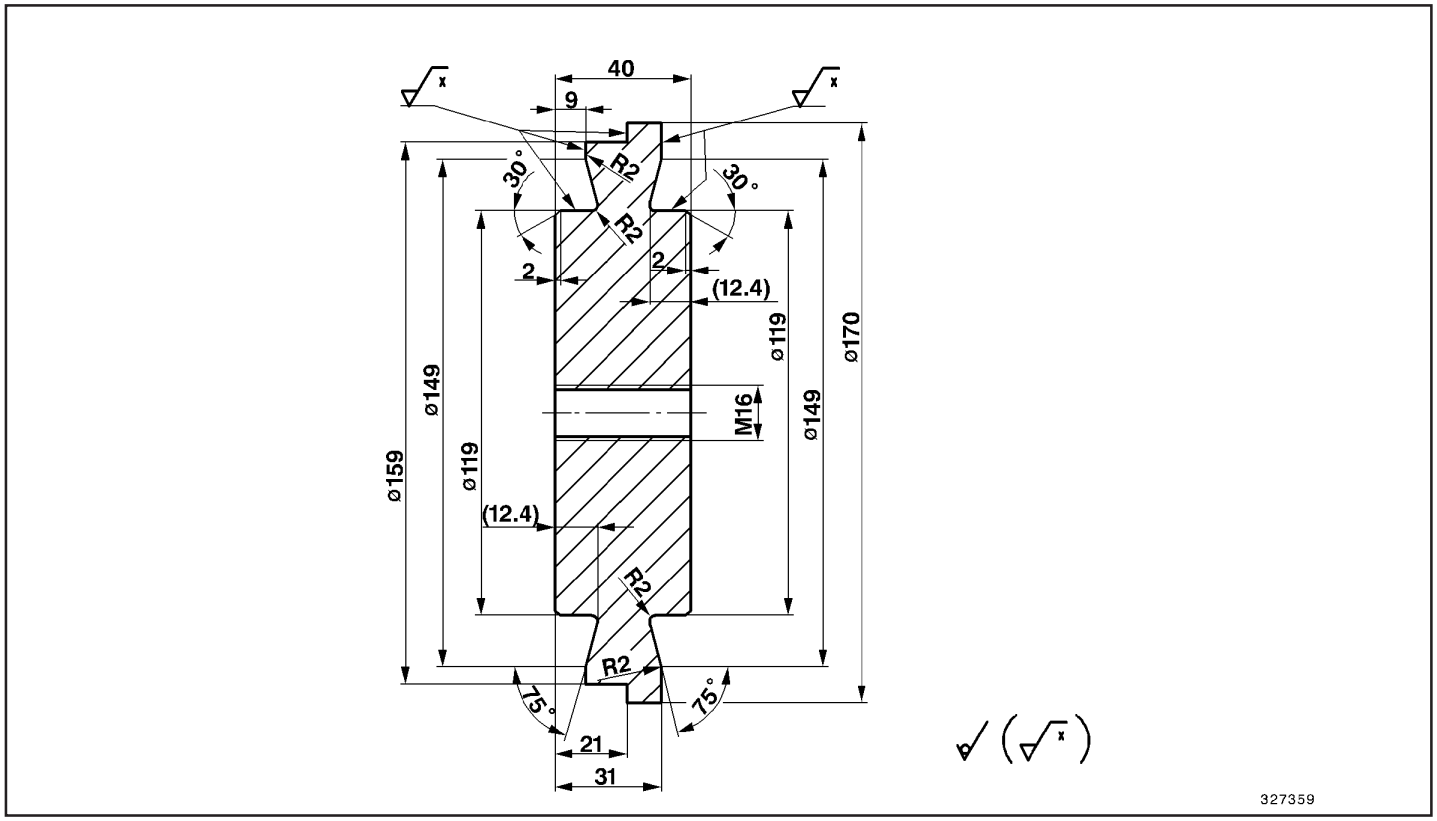


Fig.4

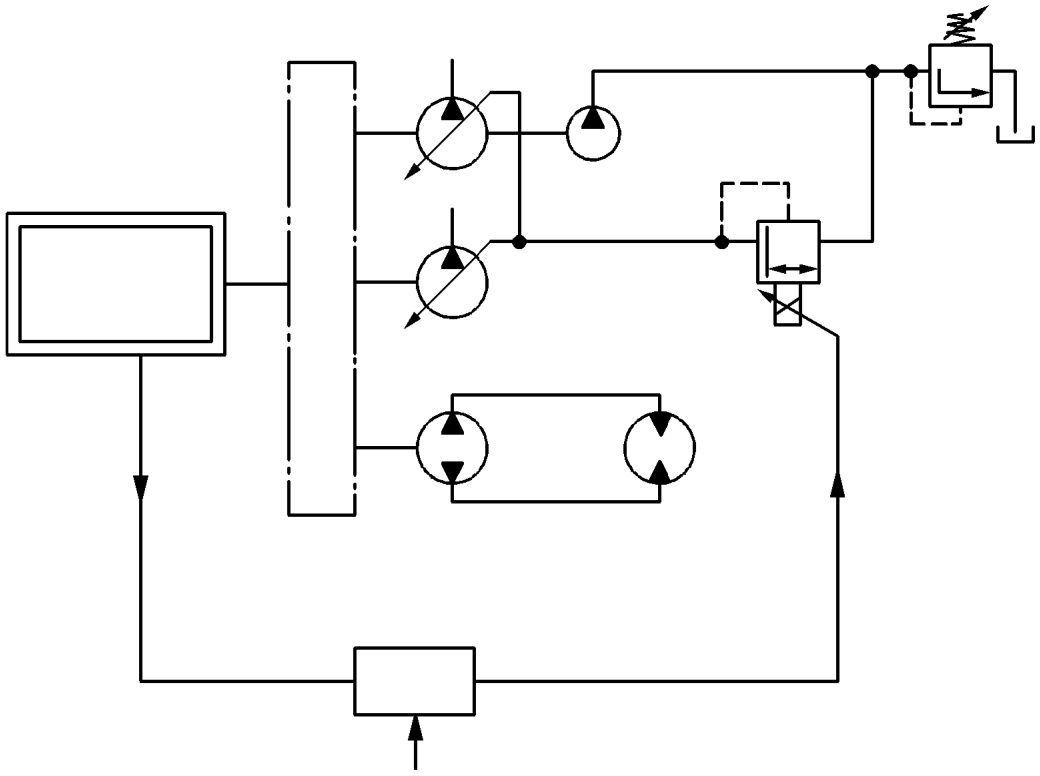
Flange para instalação (S2)

N/S : 73176729
Material : S355J2G3 (St52-3)

NOTAS

Esta página foi deixada em branco intencionalmente

Sistema Hidráulico



600014

SISTEMA HIDRÁULICO 4
- Prefácio 4
- Instruções de segurança 4
- Regras para segurança no trabalho 5
- Despressurização do sistema hidráulico 8
- Remoção de ar do sistema hidráulico 9
- Limpeza do sistema hidráulico 13
- Circuito hidráulico da estrutura superior 17
- Circuito hidráulico da estrutura inferior 18
- Descrição do sistema hidráulico 19
- Componentes hidráulicos 23
  - Motor de propulsão 25
  - Bomba dupla de vazão variável 25
  - Bomba de giro 28
  - Bomba de engrenagens 29
  - Bomba dupla de engrenagens 29
  - Radiador combinado de água / óleo com propulsor do ventilador 30
  - Válvulas do modo de giro 31
  - Filtro 32
  - Regulador limitador de carga PCS 3 32
  - Válvula comutadora 33
  - Válvula comutadora 34
  - Caixa de engrenagens de giro 35
  - Motor de giro 35
  - Sensor de velocidade 35
  - Reservatório hidráulico completo 36
  - Filtros do fluxo de retorno 36
  - Válvula bypass 36
  - Interruptor de contaminação do filtro 36
  - Sensor térmico 36
  - Servo válvula de controle direita 37
  - Servo válvula de controle esquerda 37
  - Pedais de translação 37
  - Servo válvula de controle - Equipamento adicional 38
  - Válvula solenóide 39
  - Válvula solenóide 39
  - Bloco de controle de 6 vias 40
  - Arranjo das válvulas dentro do bloco de controle de 6 vias 41
  - Válvula primária com estágio de corte de pressão 43
  - Válvula reversora 44
  - Válvula de desligamento do braço de elevação 45
  - Operação de emergência 45
  - Interruptor de pressão 46
  - Conjunto da válvula 47
  - Válvula solenóide 48
  - Bujão de vedação 48
  - Acumulador tipo diafragma 48
  - Válvulas alternadora em cascata 49
  - Válvula alternadora 49
  - Coletor hidráulico 50
  - Caixa de engrenagens de translação 51

Motor hidráulico de translação 51
Válvula dos freios de translação 51
Cilindros do braço de elevação 52
Cilindro do braço de penetração 52
Cilindro da caçamba 53
Válvula de restrição unidirecional ajustável 53
Válvula de retenção pilotada - Garra 53
Descrição das seções do sistema 54
Sistema de controle do limitador de carga 54
Circuito de óleo não pressurizado das bombas 1 e 2 54
Sistema de servo controle 55
Sistema hidráulico de trabalho 57
Conexão paralela cilindro da caçamba 59
Sistema hidráulico de translação 60
Hidráulico adicional 61
Sistema de giro 62
Verificação e ajuste das pressões 64
Instruções de segurança 64
Geral 65
Ajuste de pressão 65
Teste PCS 66
Manômetro 67
Pressão de servo controle 68
Hidráulico de trabalho com a função de aumento de potência 68
Estabelecimento/ajuste das válvulas primárias 72
Controle da bomba através dos sinais de demanda proporcional 74
Sistema de giro 75
Ajuste do torque de frenagem 77
Instalação das bombas hidráulicas 78
Componentes 78
Instalação e desmontagem as bombas hidráulicas 79
Cilindros hidráulicos 80
Instruções de segurança 80
Geral 81
Cilindro do braço de elevação 83
Cilindro da caçamba 85
Cilindro do braço de penetração 87
Desmontagem do cilindro 89
Montagem dos cilindros 92
Ferramentas especiais para cilindros 98

SOLUCIONANDO PROBLEMAS 100
Instruções para solucionar problemas 100
Lay-out da tabela de solução de problemas 100
Falha 100
Causas possíveis 100
Solução 100
Seção 100
Guia de solução de falhas 101

SISTEMA HIDRÁULICO

Prefácio

O “Manual de Especificações Técnicas” contém informação importante para o pessoal de assistência técnica trabalhando no equipamento. Especificações da máquina relacionadas em outros lugares da documentação podem não estar necessariamente repetidas neste manual.

A documentação inclui:

- Instruções de operação
- Relação de peças de reposição
- Tabela com as dimensões e dados técnicos da máquina

Esta brochura não contém as especificações de unidades auxiliares para a operação de equipamentos adicionais, opcionais ou especificações de máquinas individuais.

As quantidades especificadas de fluidos para preenchimento, são quantidades aproximadas que servem como ajuda no planejamento de requisitos de materiais de consumo. Cada unidade é equipada com dispositivos adequados para a verificação, como por exemplo, vareta do nível de óleo ou bujões de verificação, permitindo ao operador verificar se os reservatórios estão corretamente preenchidos.

Instruções de segurança

Perigo no caso da não observância das instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Esta escavadeira hidráulica foi construída dentro de padrões “estado-da-arte” e reconhecidas regras de segurança.
Porém, a operação da máquina quando houver suspeita de que exista ou tenha ocorrido uma falha, ou execução de trabalhos de reparo de maneira indevida, pode:

- **Por em risco a vida de pessoa em contato com a máquina;**
- **Danificar a máquina e outras propriedades.**

A escavadeira hidráulica deve ser desligada imediatamente quando houver suspeita de que haja ou esteja ocorrendo qualquer falha, para garantir que a segurança do operador ou outras pessoas no local de trabalho ou mesmo outros materiais e propriedades não sejam comprometidos.
Todos os componentes são cuidadosamente coordenados.
Operação sem problemas e longa vida útil de serviço só podem ser atingidas com peças originais de reposição.

Regras para segurança no trabalho

⚠ ADVERTÊNCIA

Pessoal

Esta máquina não deve ser ligada por pessoas não autorizadas.

Por isso deve ficar assegurado que a máquina não possa ser ligada ou movida por pessoas não autorizadas.

Observe-se os regulamentos de prevenção de acidentes.

A escavadeira hidráulica pode ser operada, mantida ou reparada somente por pessoal treinado, especialmente autorizado e com conhecimentos técnicos adequados para a função.

Na ausência destes conhecimentos, instruções meticulosas devem ser ministradas por pessoal técnico experiente.

As pessoas envolvidas devem ler e entender as instruções de operação e em particular, o capítulo intitulado : "Instruções Fundamentais de Segurança".

Somente estas pessoas poderão dar partida na máquina durante sua montagem, de modo a permitir o ajuste dos equipamentos.

Operação incorreta da máquina ou equipamentos pode dar margem a situações de risco de vida.

Durante todos os trabalhos, observar sempre os procedimentos de ligar e desligar a máquina, descritos nas instruções de operação.

⚠ ADVERTÊNCIA

Pessoal

Equipamentos de proteção pessoal e roupas de trabalho:

Use um capacete de segurança, sapatos de segurança e luvas.

Use roupas de trabalho justas quando estiver trabalhando na máquina

Roupas largas e soltas podem enroscar em peças da máquina, resultando em acidente.

Se a tarefa a executar exigir ajudantes ou serventes, as atribuições de cada ajudante devem ser claramente definidas antes de se iniciar o trabalho.

As responsabilidades individuais devem ser meticulosamente observadas para se evitar que atribuições pouco claras coloquem em risco a segurança.

Ferramentas e Auxiliares

Ferramentas, guindastes, gruas e outros dispositivos devem ser confiáveis e estar em bom estado de conservação.

Cavacos de metal podem causar ferimentos quando parafusos sob pressão estiverem sendo colocados ou removidos.

Cilindros de latão ou cobre devem portanto ser utilizados para esta finalidade e óculos de segurança devem ser usados.

Para subir ou descer da máquina usar somente escadas, plataformas e corrimãos providos para esta finalidade.

Mantenha as escadas e plataformas sempre sobre superfícies não escorregadias.

Remova imediatamente todo óleo, graxa, terra, lama, neve, gelo e quaisquer outros materiais estranhos.

⚠ ADVERTÊNCIA

Imobilização da máquina

Antes de se iniciar qualquer trabalho de montagem da máquina e seus acessórios, ela deve ser assegurada contra partida e uso indevido e/ou não autorizado, colocando-se calços sob as rodas ou esteiras e abaixando todos os implementos até ao solo.

Posicione os implementos no chão, de maneira tal que nenhum movimento possa ser feito quando conexões mecânicas ou hidráulicas forem removidas.

Prenda qualquer implemento ou componente a ser montado ou desmontado, ou que tenha sua posição alterada, utilizando gruas, alças ou suportes e dispositivos adequados, de maneira a evitar que elas se movam, caiam ou escorreguem inadvertidamente.

Sistemas e unidades (por exemplo, tubos, acumuladores, etc.) devem ser devidamente despressurizados antes de serem abertos.

Dispositivos de proteção das partes móveis da máquina podem ser abertos ou removidos somente quando a unidade motriz das partes móveis estiver parada e protegida contra partida inadvertida.

Antes de se liberar a máquina, todos os dispositivos de proteção devem ser reinstalados.

⚠ ADVERTÊNCIA

Sistemas Hidráulicos e de Lubrificação

Observe sempre as regras de segurança aplicáveis ao produto quando estiver lidando com óleos, graxas e quaisquer outras substância químicas.

Orifícios abertos mas não usados, tubulação e conexões de mangueiras, devem ser seguramente vedados contra possível pressão existente nos mesmos.

Reponha óleo hidráulico coletado, de volta para o sistema hidráulico, somente através dos filtros de retorno do fluxo.

Descarte óleos não reutilizáveis sem poluir o meio ambiente.

Observe a seqüência correta de trabalho quando ajustando ou repondo componentes ou implementos.

A seqüência recomendada de trabalho foi especificada e testada por profissionais qualificados.

Troque unidades defeituosas ou mecanicamente pré tencionadas, somente como um jogo completo. Nunca abrí-las.

Em casos excepcionais, desmonte somente quando o sistema e seqüência de operação são precisamente conhecidos. O Manual Técnico não contém nenhuma informação sobre este tipo de trabalho. Quando a máquina tiver atingido a temperatura de operação, os fluidos também devem estar à esta temperatura. Portanto precaução deve ser tomada para evitar queimaduras.

Equipamentos devem estar impossibilitados contra partida ou funcionamento inadvertido, por exemplo, colocando-se blocos sob as rodas ou esteiras e abaixando todos os implementos de trabalho até o solo.

Tome cuidado ao manipular ácidos, como por exemplo, ácido de bateria. Respingos de ácido podem causar ferimentos aos olhos ou pele.

Tome cuidado com chamas abertas e lâmpadas sem proteção.

Não somente combustíveis, mas também outros fluidos podem ter um ponto de fulgor baixo e inflamarem-se facilmente.

⚠ ADVERTÊNCIA

Conversões ou modificações na máquina
Conversões ou modificações não autorizadas na escavadeira hidráulica são proibidas por razões de segurança.
A pressão nominal das válvulas de alívio de pressão não deve ser modificada.
Não remova os lacres de chumbo das válvulas de alívio de pressão e acumuladores de pressão.

⚠ *CUIDADO*

Liberação para serviço
Antes de liberar a máquina para serviço novamente:
- *Engraxe todos os pontos de lubrificação*
- *Verifique todos os níveis de fluido e fazer as correções necessárias*
- *Faça todas as verificações funcionais em todos os componentes reparados.*
- *Verifique todas as funções da escavadeira, inclusive os freios, durante um teste operacional. Libere a escavadeira hidráulica para serviço somente após todas as funções terem sido verificadas e certificadas para comprovar que funcionam perfeitamente.*

Despressurização do sistema hidráulico

⚠ ADVERTÊNCIA

O sistema hidráulico nunca deve ser aberto a não ser que esteja despressurizado. Mesmo quando a máquina estiver estacionada sobre uma superfície horizontal, com seus equipamentos de trabalho abaixados ao solo e o motor desligado, uma quantidade substancial de pressão residual pode ainda estar presente nas partes do sistema hidráulico:

- **Pressão primária do último movimento hidráulico, anterior à parada da máquina;**
- **Pressão secundária resultante do peso da escavadeira ou de seus equipamentos. A pressão secundária estará presente até que o componente gerador desta pressão tenha alcançado sua posição de descanso, por exemplo, sendo sustentado ou suportado mecanicamente, tornando a função de sustentação pelo sistema hidráulico desnecessária;**
- **Pressão de pré carga no sistema hidráulico, resultando de atuações estruturais.**

A pressão residual é somente reduzida gradualmente. Se for necessário executar trabalho no sistema hidráulico imediatamente após a escavadeira ter sido parada, o sistema precisa ser despressurizado:

- Isole o sistema da seção que será aberta;
- Despressurize o sistema da seção que será aberta, se necessário, pela combinação de mais de uma das medidas descritas abaixo;
- Abra o sistema da seção despressurizada cuidadosamente.

As seções são:

- Circuito hidráulico de trabalho;
- Circuito de servo controle.

Despressurizando:

a) Circuito do sistema hidráulico de trabalho (Fig.1)

- Imediatamente após a máquina ter parado, acione todos os comandos da máquina em sucessão, por toda a extensão da gama de controle. O acumulador do tipo diafragma, que agora está pressurizado, tem uma capacidade limitada e a pressão cairá gradualmente devido à perda de óleo por vazamento.

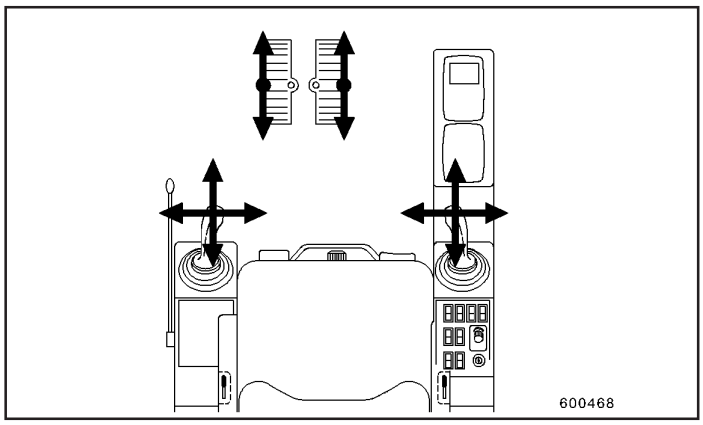


Fig.1

b) Circuito de servo controle

- Movimente a alavanca de controle repetitivamente em todas as direções até o batente. Após uns 30 acionamentos - a pressão residual deverá estar a aproximadamente 2 bar - o sistema de servo controle poderá ser aberto.

Remoção de ar do sistema hidráulico

Razões para se remover o ar

Bombas hidráulicas, motores e cilindros devem ter o ar cuidadosamente removido após trocas de óleo, antes da liberação inicial da máquina para serviço e antes da liberação após reparos grandes. A não ser que isso seja feito, as características operacionais poderão estar seriamente comprometidas.

Óleo hidráulico é também o lubrificante para estas unidades. Permitir que os componentes trabalhem a seco irá resultar em danos irreparáveis após pouquíssimo tempo de operação.

Se as condições de entrada não estiverem em ordem, uma mistura gás-óleo vai se formar. O aumento de temperatura e pressão resulta em ignição espontânea das bolhas de gás: efeito Diesel.
O efeito Diesel danifica os vedadores e componentes de guia. Ele também reduz substancialmente a vida útil de outras unidades.

Remoção de ar

Reservatório hidráulico

O reservatório hidráulico está sob uma leve pressão de pré-carga.

Quando estiver trabalhando no sistema hidráulico, medidas devem ser tomadas para evitar que todo o conteúdo do reservatório hidráulico vaze para fora.
Isto é feito, desatarraxando o bujão compensador de pressão (1, Fig. 1) antes de iniciar o trabalho.

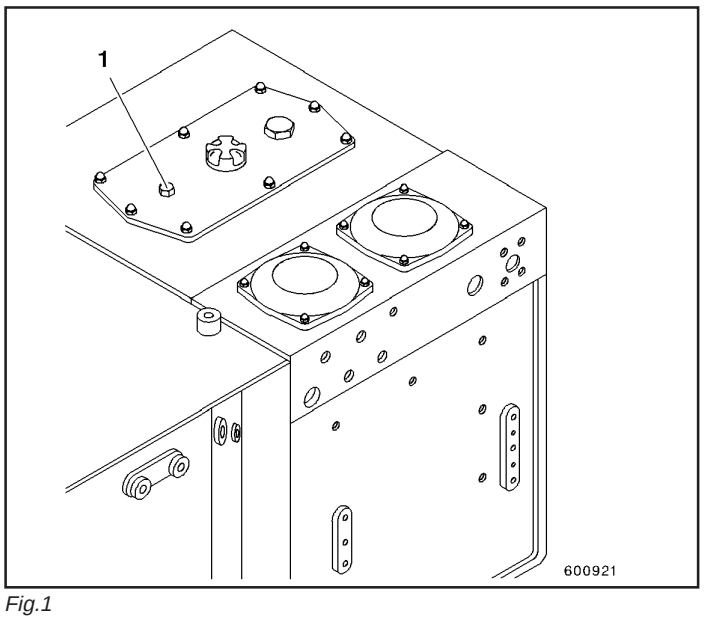


Fig.1

Tampa servo controle superior

- O cilindro do braço de elevação deve ser acionado varias vezes para pré-pressurizar o reservatório antes do motor ser desligado.
- O bujão da tampa do controle piloto (Fig. 2) a ser sangrado dever ser desatarraxado agora.

  O nível de óleo, que subiu devido à pressão do reservatório pré-pressurizado, é agora visível no orifício da tampa do controle piloto.
- Tão logo o óleo começar a fluir para fora da tampa do controle piloto isenta de bolhas de ar, a tampa deve ser fechada novamente. Isto termina o procedimento de sangria desta tampa do controle piloto.

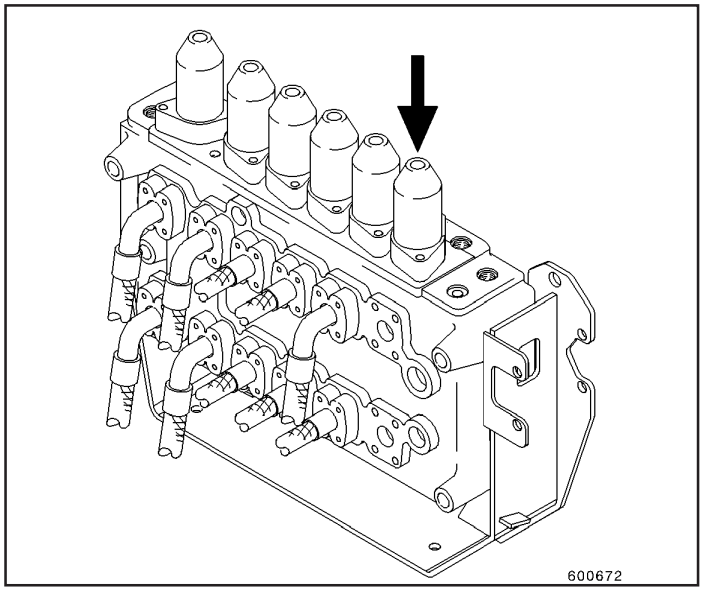


Fig.2

Bombas e Motores Hidráulicos

Bomba dupla de vazão variável:

Remova o ar das bombas duplas de vazão variável depois de cada troca de óleo ou substituição de bomba.

Desatarraxe o bujão (1, Fig.3) e espere até que óleo isento de bolhas comece a sair pelo orifício do bujão. Atarraxe o bujão novamente.

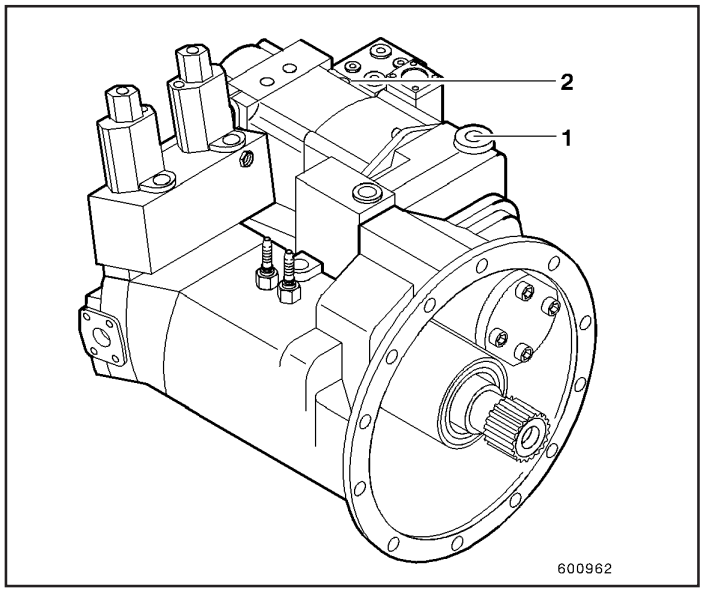


Fig.3

Bomba do giro:

Remova o ar da bomba do giro após cada troca de óleo ou substituição da bomba.

Coloque óleo hidráulico limpo através da conexão em “T” (2, Fig.3) após ter removido a linha de óleo. Depois reinstale a linha novamente.

Sangre a bomba de alimentação afrouxando a linha de sucção com o motor parado. Reaperte a linha de sucção quando o óleo comecar a sair isento de bolhas.

Bombas de Engrenagens:

Sangre as bombas depois de cada instalação afrouxando (com o motor parado) as conexões no lado da linha de sucção na bomba de giro da caçamba de mandíbulas. Quando óleo sem bolhas emergir, aperte as conexões novamente.

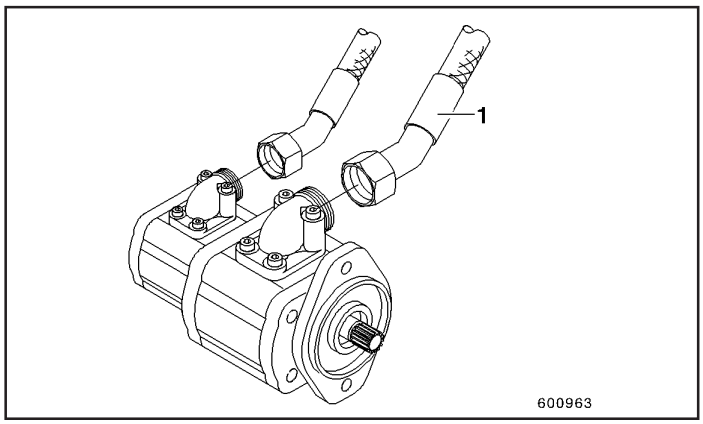


Fig.4

Motores hidráulicos:

Após cada instalação, preencha os motores hidráulicos com óleo antes de liberar a máquina para serviço, desatarraxando a conexão de óleo de vazamento na parte superior da bomba e preenchendo a bomba com óleo até a borda inferior do furo roscado.

- Motor de translação: orifício da conexão de óleo de vazamento (1, Fig.5).
- Motor de giro: orifício da conexão de óleo de vazamento (1, Fig.6).

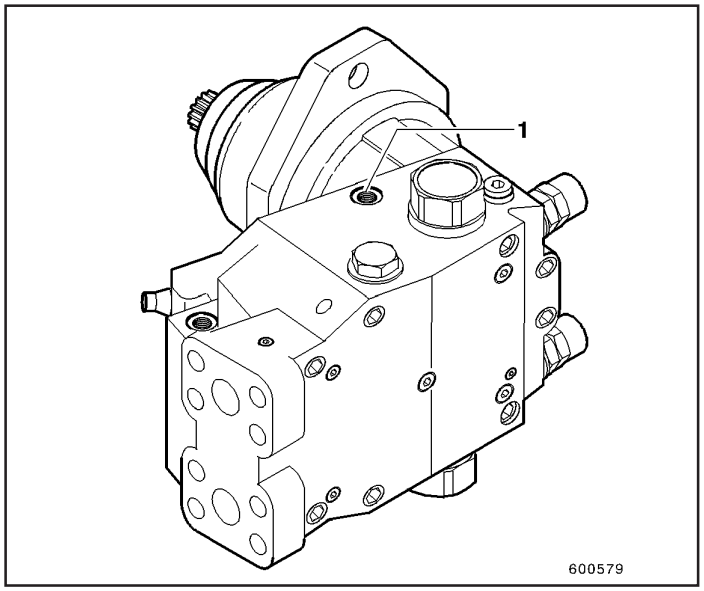


Fig.5

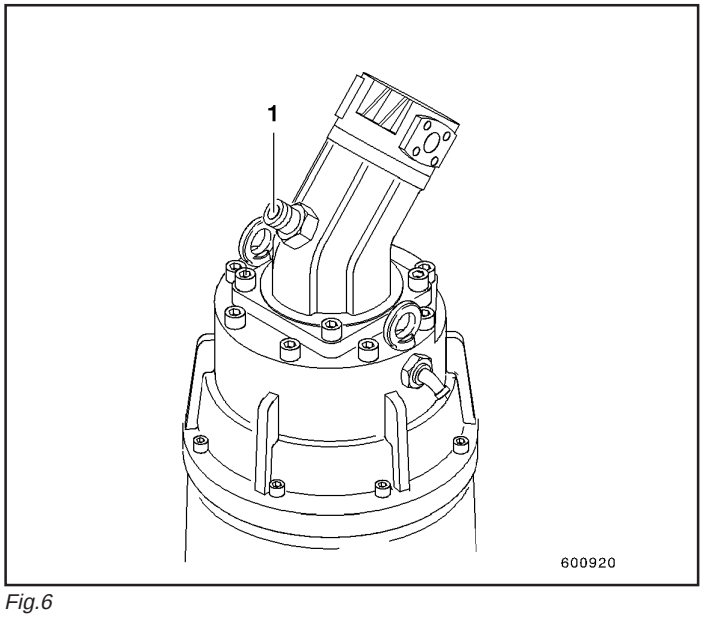


Fig.6

Cilindro hidráulico

- Antes de preencher o cilindro com óleo pela primeira vez, o pistão deve estar em uma das duas posições limite. A haste do pistão deve portanto estar ou completamente estendida (aberta) ou completamente retraída (fechada).
- Somente desse modo fica assegurado que os :
  - Compartimentos, ainda vazios, serão preenchidos com óleo quase que por completo;
  - Nenhuma mistura inflamável de ar - óleo será formada em quantidades perigosas.
- Sempre preencha primeiro a extremidade do cilindro onde está localizado o pistão, isto é, a conexão da superfície do pistão, quando ele estiver fechado (Fig.7).

  A conexão do lado da haste, quando ele estiver aberto (Fig.8).

  O mesmo critério se aplica se a haste do cilindro tiver que ser trazida para uma posição intermediária para instalação.

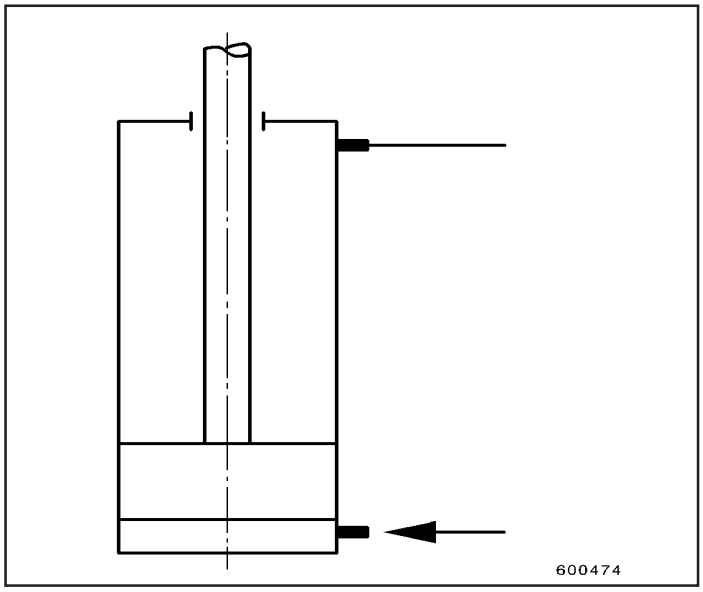


Fig.7

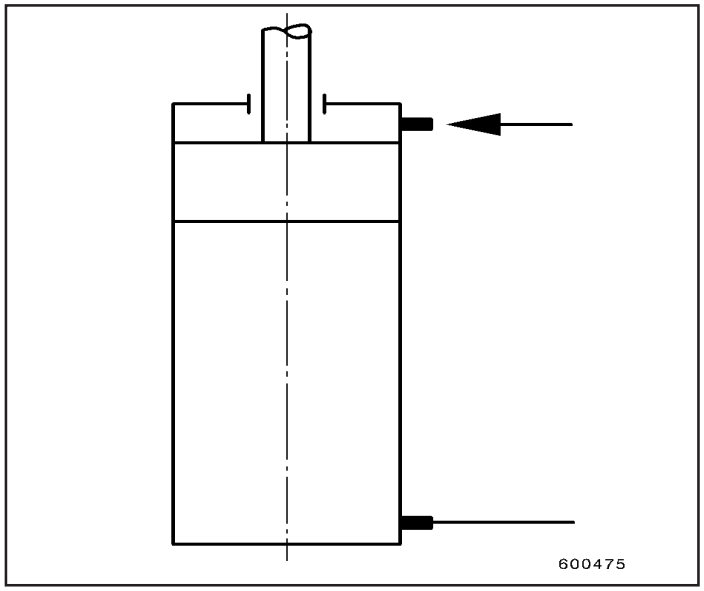


Fig.8

- O primeiro preenchimento deve ser efetuado com um fluxo de óleo controlado e reduzido. Por isso, estenda ou retraia a haste do pistão tão lentamente quanto possível.
- Após a instalação, o cilindro ou grupo de cilindros deve ser aberto e fechado, até os batentes limitadores, pelo menos 5 vezes.
- Se os componentes de desgaste dos cilindros hidráulicos forem substituídos, todos os componentes deslizantes, guias, vedadores e mancais devem ser lubrificados com óleo do sistema hidráulico. Nunca use graxa para esta finalidade.
- Durante a troca de óleo, reparos ou substituição de unidades que implicam em remoção de conexões roscadas, cuidado deve ser tomado para assegurar que a quantidade de óleo nos cilindros não seja reduzida.

  Se isso for inevitável, os cilindros afetados devem ser sangrados novamente.

Após a remoção de ar

Ligue o motor e verifique o sistema hidráulico com carga. Preste atenção a ruídos na bomba. Movimentos bruscos são uma indicação da existência de bolsões residuais de ar. Estes podem ser removidos acionando-se todas as funções hidráulicas.

O ar foi removido completamente do sistema quando todas as funções puderem ser efetuadas suave e uniformemente e quando o óleo no tanque não estiver espumando.

Limpeza do sistema hidráulico

Estas instruções dão um sumário da seqüência operacional para limpeza do sistema hidráulico. A função e lay-out das diferentes unidades são detalhadas nas seções individuais do Manual do Operador.
É pressuposto que a operação de limpeza será realizada no local onde a máquina estiver trabalhando; porém, as unidades hidráulicas, por exemplo, cilindros hidráulicos, devem passar pela manutenção em uma oficina fechada e limpa.

Se o sistema hidráulico for aberto em um ou mais pontos, por exemplo., para substituição de uma unidade ou reparo de um componente de aço, todos os pontos abertos devem ser imediatamente fechados de maneira apropriada, por exemplo, com bujões ou tampões plásticos. O mesmo se aplica às linhas temporariamente desmontadas.

Caso uma unidade hidráulica, por exemplo, bomba ou cilindro, tenha sido danificado, o sistema hidráulico precisa ser verificado quanto a presença de farpas ou detritos de metal, removendo e inspecionando a barra magnética e elemento de filtro na linha de retorno.

1. Quando limpar o sistema

1.1 Quando a quantidade, tamanho ou aparência dos corpos estranhos exceder ou for diferente de abrasão normal.

1.2 Quando a quantidade de partículas de metal depositada nas dobras de papel do filtro na linha de retorno for maior do que o normal.

1.3 Cada vez que a unidade hidráulica for substituída. A limpeza pode então ser limitada ao circuito de saída, desde que este possa ser inequivocamente identificado.

2. Origem dos corpos estranhos

2.1 Plaquetas de metal brilhante e /ou fragmentos.
Mancais ou rolamentos da bomba ou motor hidráulico danificados.

2.2 Farpas de metal com aparência de cavacos de usinagem.
Componentes internos do cilindro hidráulico que sofreram corrosão. Fragmentos de correias, anéis "O" e vedadores são então freqüentemente encontrados no filtro.

2.3 Fragmento unitários com aparência de mola ou disco de válvulas: Válvula danificada.

Estas são apenas diretrizes genéricas. Em casos de danos maiores, todos os tipos de materiais descritos acima poderão ser encontrados.

3. Ação no caso de bomba danificada

3.1 Localize a bomba defeituosa. Os sintomas podem ser:
- Movimento irregular de mangueiras hidráulicas;
- Alteração significativa na leitura do manômetro;
- Ruídos anormais;
- Grande perda de potência ;
- Superaquecimento;
- Redução no giro do motor de translação.

3.2 Remova o elemento de filtro na linha de retorno e verifique a existência de corpos estranhos.

3.3 Esvazie e limpe o reservatório hidráulico.

3.4 Desmonte a bomba defeituosa.

3.5 Verifique a válvula bypass e veja se está vedando bem; substitua se danificada.

3.6 Instale uma bomba nova.

3.7 Se partículas metálicas entraram no sistema hidráulico a partir da bomba defeituosa, continue a verificação passando por todos os itens de 4.7 em diante e os capítulos 5 a 8, mesmo que nenhum dano visível tenha sido notado ainda na unidade seguinte.

4. Ação no caso de cilindro danificado

4.1 Remova e verifique o elemento de filtro na linha de retorno.

4.2 Localize, remova, desmonte e limpe o cilindro defeituoso. Verifique os componentes cuidadosamente.

4.3 Cilindro(s) trabalhando em paralelo - se houver - devem também ser removidos, desmontados, limpos e verificados.

4.4 Ao montar os cilindros de volta, todos eles devem ser equipados com novos elementos de vedação e de guia.

4.5 Instale o cilindro, mas ainda não conecte as linhas hidráulicas.

4.6 A limpeza é detalhada no capitulo 7.3 e as operações de monitoramento no capitulo 8.

4.7 Se mais partículas aparecerem durante a operação de limpeza, remova, desmonte e limpe todos os cilindros hidráulicos, verificando cuidadosamente todos os componentes.

4.8 Esvazie e limpe o reservatório hidráulico.

4.9 Continue a montagem conforme detalhado em 4.4, 4.5 e capítulos 5 a 8.

5. Ação no caso de válvula danificada

5.1 Localize a válvula danificada.

5.2 Se todos os componentes da válvula danificada forem encontrados, é suficiente instalar um componente novo. Nenhuma medida adicional é necessária.

5.3 Porém, se nem todos os componentes foram encontrados, a pesquisa deve continuar nos seguintes lugares:
- Filtro da linha de retorno do reservatório hidráulico;
- Unidades mais para frente da válvula danificada, por exemplo, cilindros, válvulas, motores.

6. Outras medidas

Se o sistema hidráulico tiver sido severamente contaminado por inúmeras partículas, as seguintes medidas adicionais se fazem necessárias:

6.1 Desmonte, limpe e reinstale a válvula de alívio de pressão primária.

6.2 Desmonte, limpe e reinstale a válvula de alívio de pressão secundária.

6.3 Limpe o circuito de arrefecimento e verifique o reservatório hidráulico quanto a excesso de depósitos.
- Desmonte o resfriador de óleo, limpe externamente e limpe fazendo passar um fluxo de óleo intensivamente nos dois sentidos. O resfriador de óleo deve ser substituído se as partículas de metal não puderem ser totalmente removidas dos tubos.
- Limpe as linhas com um fluxo de óleo ou use ar comprimido.

6.4 Se as unidade possuem servo controle hidráulico, verifique as válvulas de controle e limpe-as se necessário.

6.5 Se existirem equipamentos opcionais instalados, com acionamento hidráulico, estes sistemas também devem ser verificados, particularmente se a causa dos danos não puder ser identificada na escavadeira. Para reparos, consulte o fabricante do equipamento, caso seja necessário.

7. Como limpar o sistema hidráulico

O ponto de entrada da contaminação no sistema hidráulico é decisivo para determinar o modo de se executar a operação de limpeza. A limpeza na direção do fluxo de óleo (à jusante) deve ser executado até o ponto em que se pode assegurar que o filtro esteja funcionando perfeitamente para coletar todos os contaminantes.

7.1 Após a bomba ter sido danificada.

7.1.1 Insira um novo elemento de filtro na linha de retorno.

7.1.2 Complete com óleo através do filtro de retorno.

7.1.3 Conecte a linha de consumidores individuais diretamente uns com os outros (curto circuito) faça isso removendo as linhas não desconectadas do consumidor.

7.1.4 Acione o motor propulsor à velocidade máxima. Não ligue a válvula de controle até que a luz de controle do filtro não apague.

7.1.5 Ligue cada função hidráulica sucessivamente, em cada direção, durante aproximadamente 1 minuto, comutando brevemente de volta algumas vezes até posição **0**. Total de tempo ligado por consumidor: pelo menos 5 minutos.

7.1.6 Substitua o elemento do filtro de retorno.

7.1.7 Repita a operação de limpeza. Ligue todos os consumidores novamente, sucessivamente, mas por pouco tempo.

7.1.8 Verifique o filtro de retorno novamente.

7.1.9 Conecte e remova o ar de todos os consumidores como recomendado.

7.1.10 Verifique o nível de óleo no reservatório hidráulico.

7.1.11 Dê a partida à escavadeira.

7.2 Após danos limitados ao cilindro, siga as instruções 4.1 - 4.5.
- 7.2.1 Coloque um novo elementos de filtro no retorno.
- 7.2.2 Reconecte as linhas dos cilindros substituídos, diretamente um com os outros (curto circuito).
- 7.2.3 Acione os motores propulsores a plena velocidade.
  Não ligue a válvula de controle do cilindro substituído até que a luz do filtro de óleo tenha se apagado.
- 7.2.4 Ligue a função de trabalho dos cilindros substituídos, em cada direção, durante aproximadamente 1 minuto, comutando momentaneamente para a posição **0** algumas vezes.
- 7.2.5 Troque o elemento do filtro na linha de retorno.
- 7.2.6 Repita a operação de limpeza, ligando momentaneamente todos os consumidores em sucessão.
- 7.2.7 Verifique o filtro de retorno novamente.
- 7.2.8 Conecte e sangre os cilindro(s) como recomendado.
- 7.2.9 Verifique o nível de óleo do reservatório hidráulico.
- 7.2.10 Dê partida à escavadeira.

7.3 Após danos maiores seguir as instruções do item 4.7.
- 7.3.1 Coloque um novo elemento de filtro na linha de retorno
- 7.3.2 Preencha com óleo hidráulico através do filtro de retorno
- 7.3.3 Procedimentos adicionais detalhados em 7.1.3 - 7.1.11.

7.4 Após danos ao motor hidráulico (motor de translação, motor de giro).
- 7.4.1 Instale um novo elemento de filtro na linha de retorno.
- 7.4.2 Conecte as linhas das unidades substituídas diretamente umas com as outras (curto circuito).
- 7.4.3 Procedimentos adicionais detalhados em 7.2.3 - 7.2.10.

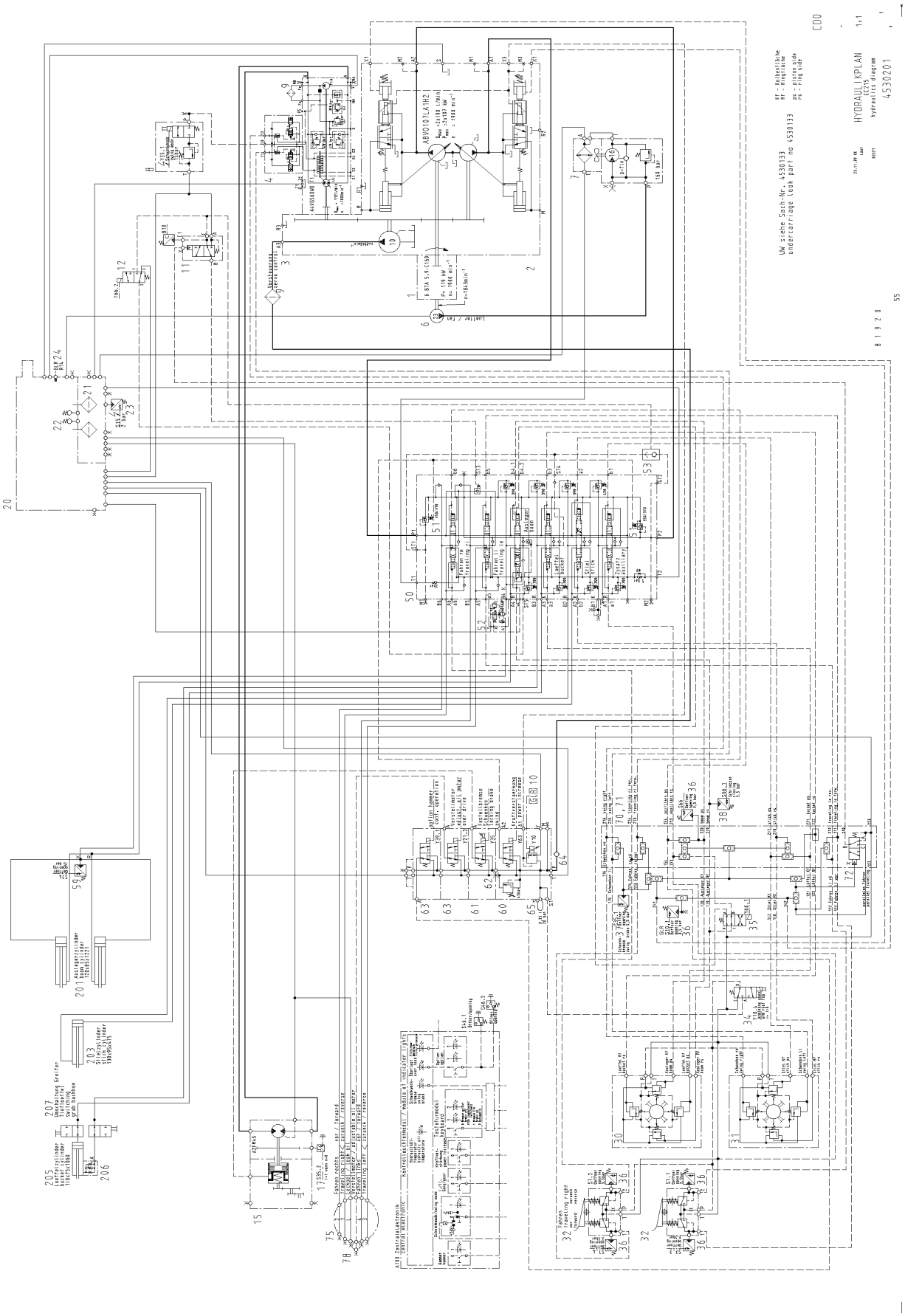
8. Operações de monitoramento

Após aproximadamente 1 hora de uso, verifique o elemento do filtro da linha de retorno. Se partículas e detritos ainda estiverem presentes, instale um novo elemento no filtro.

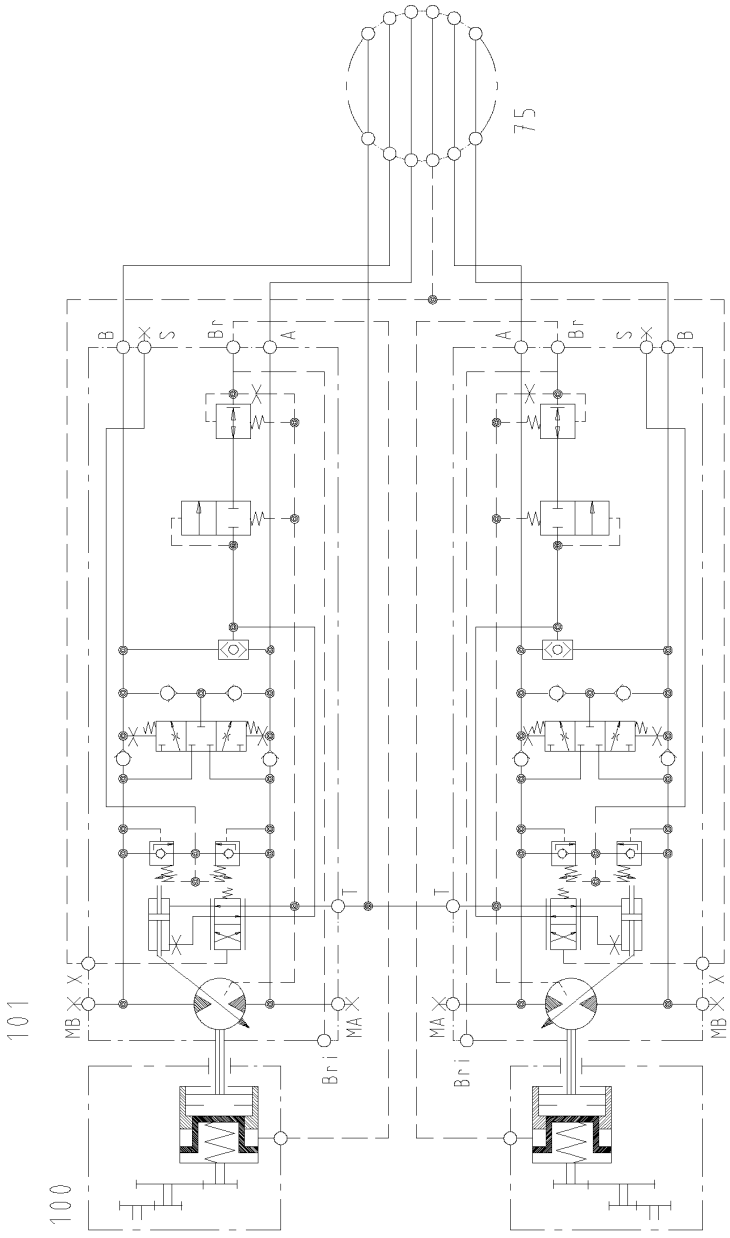
Repeta as verificações a intervalos cada vez maiores.

Se não houver uma diminuição significativa na quantidade de detritos, ou se corpos estranhos forem encontrados em grandes quantidades, é pressuposto que a unidade defeituosa ainda não foi localizada, limpa ou substituída. Uma verificação criteriosa e a operação de limpeza devem ser repetidas.

Circuito hidráulico da estrutura superior



Circuito hidráulico da estrutura inferior



CD3

HYDRAULIKPLAN
EC 130-600 UW
hydraulicplan
4530133

07.01.99 KK
08.01.99 Web
23.01.99 Harr
BB3321

760400AAX 20

8 1 9 2 0

EC130 50

Descrição do sistema hidráulico

Dados técnicos

Os dados técnicos do sistema hidráulico estão relacionados no capitulo 2 “Informações de Serviço”.

Diagrama do circuito hidráulico - estrutura superior P/N 4 530 201.00
Diagrama do circuito hidráulico - estrutura inferior P/N 4 530 133.00

Relação dos componentes do diagrama do circuito hidráulico.

Nº	Quant.	Descrição	Local
1	1	Motor 6 BTA 5.9 C160	Estrutura superior
2	1	Bomba multi circuito com:	Estrutura superior
3	(1)	Bomba de vazão variável A8VO 107	Estrutura superior
4	(1)	Bomba de giro A4VG 56 DWD	Estrutura superior
5			
6	1	Bomba dupla de engrenagens	Motor diesel
7	1 (1)	Resfriador combinado água/óleo Propulsor da hélice WM9A1-16-L-7-T-815EBJE597	Estrutura superior Resfriador combustível
8	1	Válvula do modo giro (Y35.1)	Estrutura superior
9	2	Filtro de alta pressão	Estrutura superior
10	1	Regulador limitador de carga PCS3	Cabina
11	1 (1)	Válvula comutadora, translação paralela: Sensor de pressão (B10) translação automática	Plataforma
12	1	Válvula comutadora, função de regeneração ao abaixar o braço	Gabinete das bombas
13			
14			
15	1 (1)	Caixa de engrenagens de giro com: Motor de giro A2FM45/61W	Estrutura superior Caixa de engrenagens de giro
16			
17	(1)	Sensor de velocidade (S35.2)	Caixa de engrenagens de giro
18			
19			
20	1	Reservatório hidráulico com:	Estrutura superior
21	(2)	Filtro	Reservatório hidráulico
22	(2)	Válvula bypass	Reservatório hidráulico
23	(1)	Interruptor - pressão do óleo (S15)	Reservatório hidráulico
24	(1)	Sensor térmico (R14)	Reservatório hidráulico
25			
26			
27			
28			
29			
30	1	Válvula servo controle, direita, completa	Cabina
31	1	Válvula servo controle, esquerda, completa	Cabina
32	2 (1)	Pedais de deslocamento Pedal para equipamento adicional	Cabina Cabina
33			

Nº	Quant.	Descrição	Local
34	1	Válvula solenóide (Y113), corte de pressão, servo controle	Cabina
35	1	Válvula solenóide comutadora (Y66.1), função de regeneração ao abaixar o braço de elevação	Plataforma
36	2	Interruptor de pressão (S7.2,S7.4) translação, direita	Pedal Direito
	(2)	Interruptor de pressão, (S7.1,S7.3) translação, esquerda	Pedal Esquerdo
	(1)	Interruptor de pressão, regulador - Limitador de carga GLR (S10.1)	Plataforma
	(1)	Interruptor de pressão, modo giro (S66)	Plataforma
37	1	Interruptor de pressão, freio de parada da estrutura superior (S35.1)	Plataforma
38	1	Interruptor de pressão, função de regeneração (S66.1)	Plataforma
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50	1	Bloco de controle (6 vias)	Estrutura superior
51	2	Válvula primária com estágio de corte de pressão	Bloco de controle
52			
53	1	Válvula alternadora	Bloco de controle
54			
55	1	Válvula de travamento, braço de elevação	Bloco de controle
56			
57			
58			
59	1	Interruptor de pressão, cilindro do braço de elevação lado do êmbolo	Estrutura-A
60	1	Conjunto da válvula com:	Estrutura superior
	(1)	Válvula proporcional, regulador limitador de carga (Y10)	Estrutura superior
	(1)	Válvula solenóide (Aumento de potência Y63)	Estrutura superior
	(1)	Tampa	Estrutura superior
61	1	Válvula Solenóide (Freio de estacionamento Y35)	Estrutura superior
62	1	Bujão de vedação	Estrutura superior
63	1	Válvula solenóide (alta velocidade Y21.2)	Estrutura superior
	(1)	Válvula solenóide (martelo Y39.1)	Estrutura superior
64	1	Válvula restritora (unidirecional)	Estrutura superior
65	1	Acumulador tipo diafragma	Estrutura superior
66			
67			
68			
69			
70	8	Válvula alternadora em cascata	Plataforma
71	6	Válvula alternadora em cascata	Plataforma
72	1	Válvula comutadora, translação paralela	Bloco de controle
73			
74			
75	1	Rotor	Estrutura superior
76			

Nº	Quant.	Descrição	Local
77			
78	1	Junta giratória	Rotor
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100	2	Propulsor de translação completo com:	Estrutura inferior
101	(1)	Motor hidráulico de translação A6VE55 HZ3/63W (Válvula retardadora de translação integrada)	Caixa engrenagem translação
102	(1)	Caixa de engrenagens de translação (F44/124/P30-MB/K)	Estrutura inferior
201	2	Cilindro do braço de elevação	Braço de elevação
202			
203	1	Cilindro do braço de penetração	Braço de penetração
204			
205	1	Cilindro da caçamba	Braço de penetração
206	1	Válvula de alívio	Cilindro da caçamba/braço
207	2	Válvula de retenção pilotada para abrir, garra/ cilindro da caçamba	Cilindro da caçamba
208			
209			
210			
211			
212			
213			
214			
215			
216			
217			
218			
219			
220			
221	1	Válvula de reversão (opção)	Plataforma
222			
223			

Esta página foi deixada em branco intencionalmente

Componentes hidráulicos

O seguintes números referem-se aos diagramas dos circuitos:

P/N 4 530 201.00	Estrutura superior
P/N 4 530 133.00	Estrutura inferior

Alguns números no diagrama do circuito não são relacionados aqui, pois os componentes que eles representam não tem importância para o funcionamento.

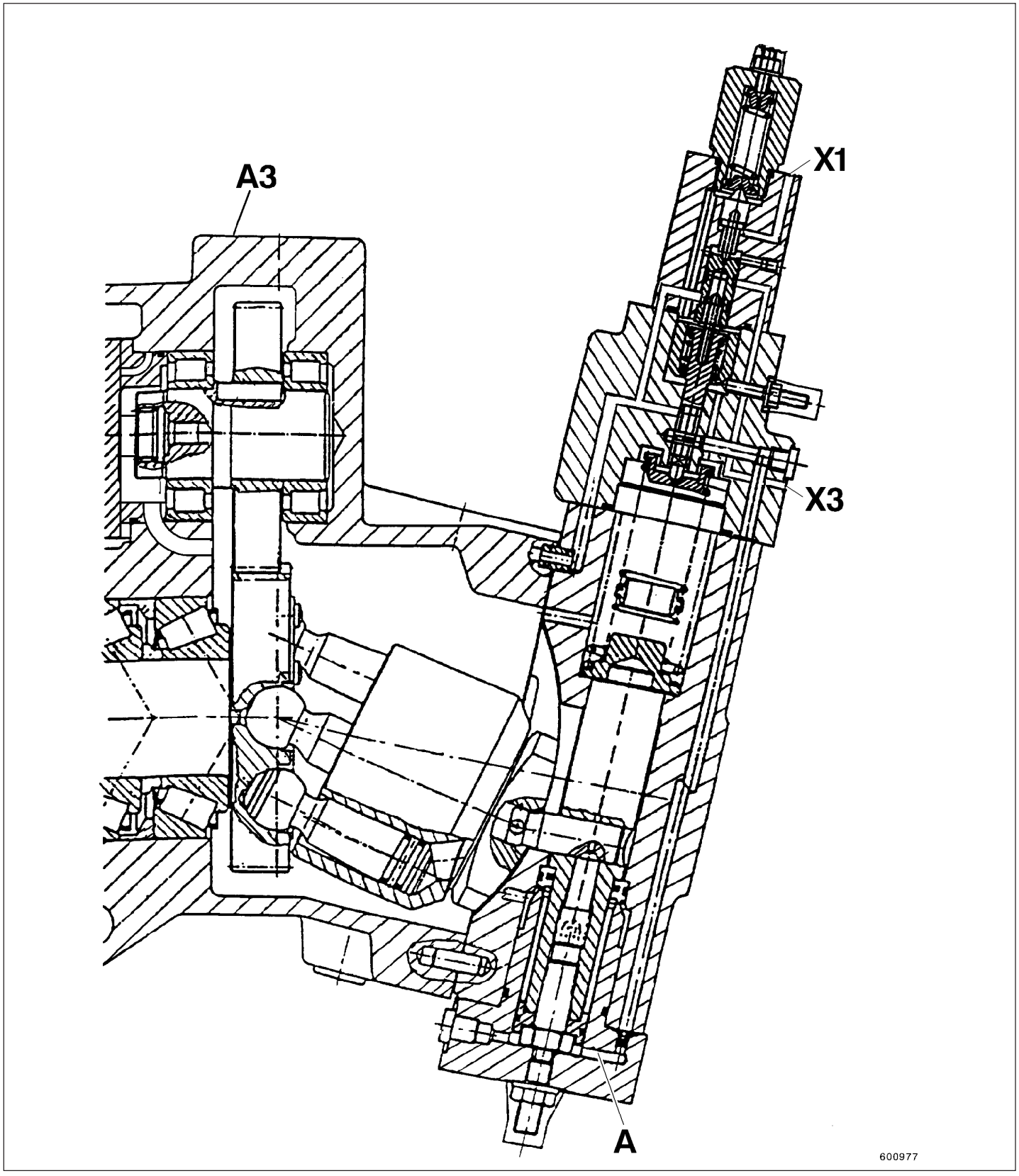


Fig.1

Motor de propulsão
(item 1)

Motor Diesel, 6 cilindros em linha, turboalimentado com intercooler e refrigerado a água.

Bomba dupla de vazão variável
(3, Figs. 1, 2 e Fig. 3)

Figs. 1 e 2:

A - Corte do pistão de ajuste
A3 - Servo bomba integrada à linha de pressão.
P - Pressão da bomba
X1 - Pressão de controle, sensor de carga
X3 - Pressão do regulador limitador de carga.

Duas bombas de pistão axial de eixo inclinado, de vazão variável, estão instaladas em uma única carcaça.
Cada bomba está equipada com um controlador de carga que ajusta a saída de acordo com as características de uma mola.
O controlador de carga é influenciado pela pressão de demanda proporcional, pela alta pressão e pela pressão do regulador limitador de carga.

Bomba de engrenagens integrada (A3, Fig .1)

Esta bomba é usada como uma bomba de servo controle. Ela é acionada através das engrenagens da caixa de transferência da bomba multicircuito e usa o óleo da carcaça da bomba dupla de vazão variável.

Controle da demanda proporcional

Quando o motor está parado, ambas as bombas ficam na posição Qmáx, presas pela pressão de mola. Ligando-se o motor, é gerada pressão de circulação que é aplicada à superfície grande do pistão através do pistão de controle do regulador.
As bombas giram contra Qmín. Quando as alavancas ou pedais de operação são acionados, pressão servo controlada é aplicada em X1 como pressão de demanda proporcional.
A magnitude da pressão de demanda proporcional depende em quanto a alavanca ou pedal é acionado. Na faixa de controle de precisão, o pistão de controle de demanda proporcional é deslocado continuamente contra a mola, com o pistão de controle do regulador fazendo o óleo fluir a partir da superfície grande do pistão de ajuste para dentro da carcaça.
A bomba gira para a posição Qmáx.

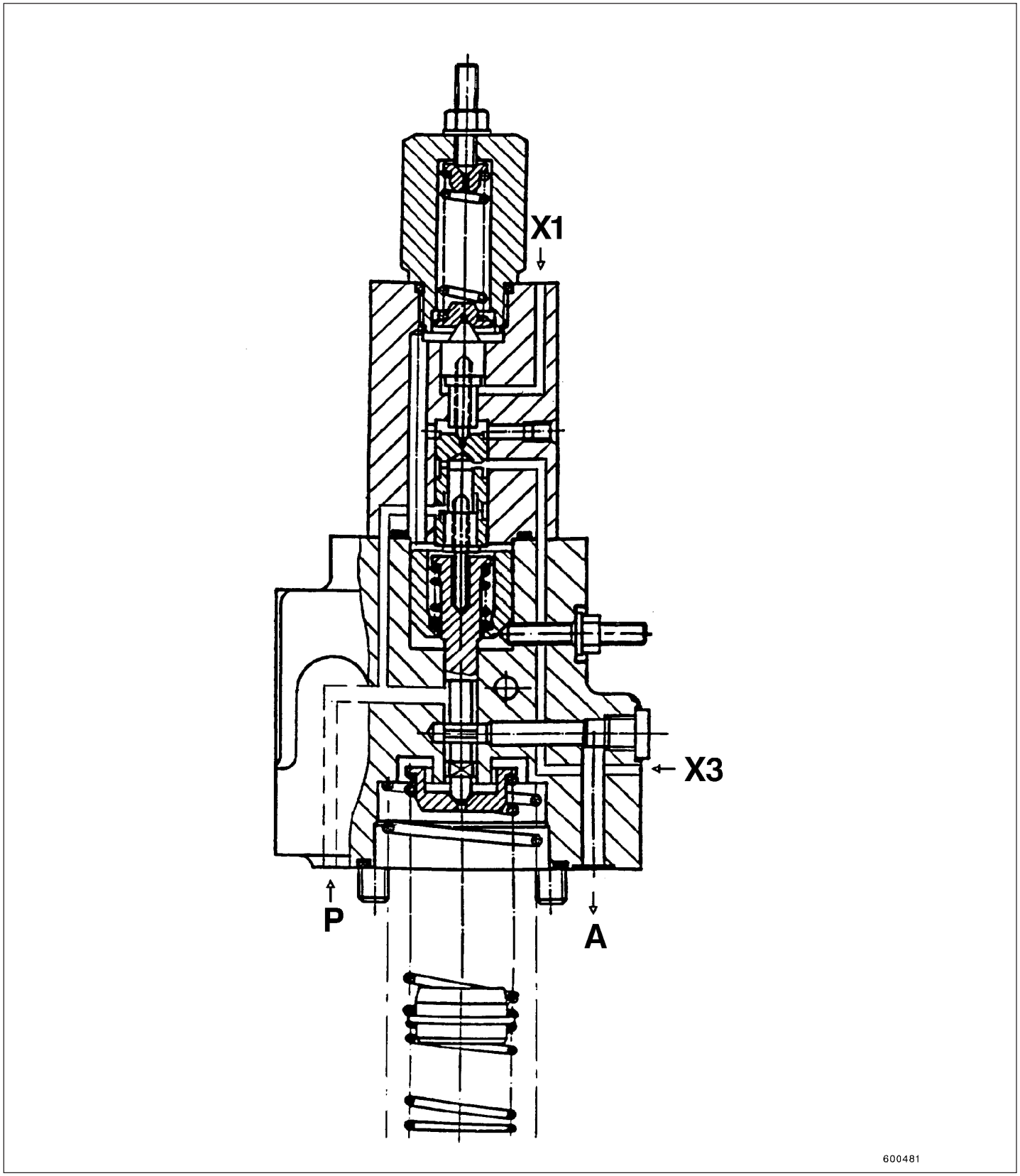


Fig.2

Controle de potência

Sob baixas pressões de operação as bombas estão na posição Qmáx e fornecem rendimento máximo para movimentos rápidos.
A pressão da bomba aumenta com o aumento de resistência na operação, movendo o pistão de controle do regulador para baixo, de modo a aplicar pressão à superfície grande do pistão de ajuste.
O pistão de controle é levantado da posição limite Qmáx. contra as molas de regulagem e a bomba reduz o fornecimento.
Este procedimento é chamado de inicio da regulagem.
O procedimento de regulagem é completado no momento em que a força hidráulica no pistão de ajuste está balanceada com as forças das molas de regulagem. O pistão de controle do regulador é então fechado e a bomba passa fornecer a quantidade de óleo que é dependente da pressão momentânea de trabalho.
O regulador de potência responde a qualquer mudança da pressão de trabalho, adaptando o fornecimento.

Regulador limitador de carga

O regulador limitador de carga atua na entrada de potência da bomba dupla de vazão variável, com a pressão do regulador limitador de carga sendo aplicada ao controlador de potência no pórtico X3 e influenciando, junto com a alta pressão, o inicio de regulagem da bomba.

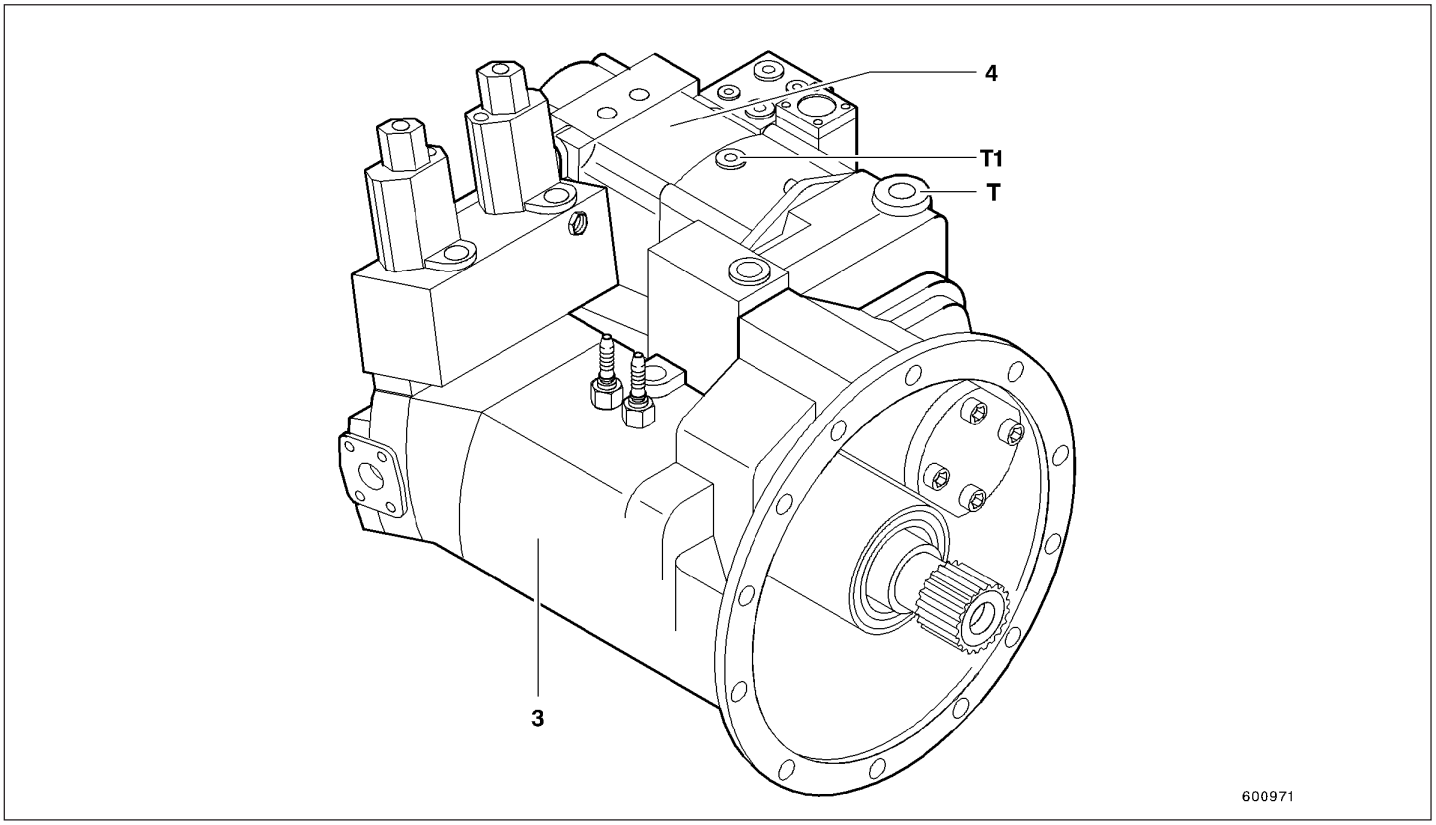


Fig.3

Bomba de giro
(4, Fig. 3)

A bomba de giro é uma bomba de pistão de vazão variável, do tipo eixo inclinado, para acionamentos hidrostáticos em circuitos estanques.

O fluxo volumétrico é proporcional à velocidade do eixo de acionamento e ao volume deslocado, sendo continuamente ajustável.
Com o aumento da deflexão do eixo inclinado, o fluxo aumenta de 0 até seu valor máximo.
A mudança de direção do fluxo, passando por zero, é gradativa e suave.

Para proteger o sistema de acionamento, a bomba é equipada com duas válvulas de alívio de pressão para o respectivo lado de alta pressão.
Estas válvulas agem simultaneamente como válvulas de alimentação.
Uma bomba integrada de aumento de potência serve como bomba de alimentação.

A pressão máxima de alimentação é assegurada por uma válvula de alívio da pressão de alimentação.
Dependendo da pressão de controle pré selecionada, a pressão de operação e a direção da pressão e conseqüentemente o torque e o sentido de giro no motor hidráulico, são continuamente ajustáveis.

Este controle permite uma utilização praticamente sem perdas do sistema de propulsão, tanto para os procedimentos de aceleração como para o de frenagem.
Nenhuma potência é convertida em calor através das válvulas de alívio e o motor de propulsão está sob pressão menor na operação de frenagem.

Existem dois modos de frear a operação de giro da estrutura superior:
- A servo válvula na posição neutra. A estrutura superior é freada por uma válvula de freio ajustável.
- Contra-giro pela servo válvula. Pressão máxima de frenagem corresponde à pressão inicial máxima de giro.

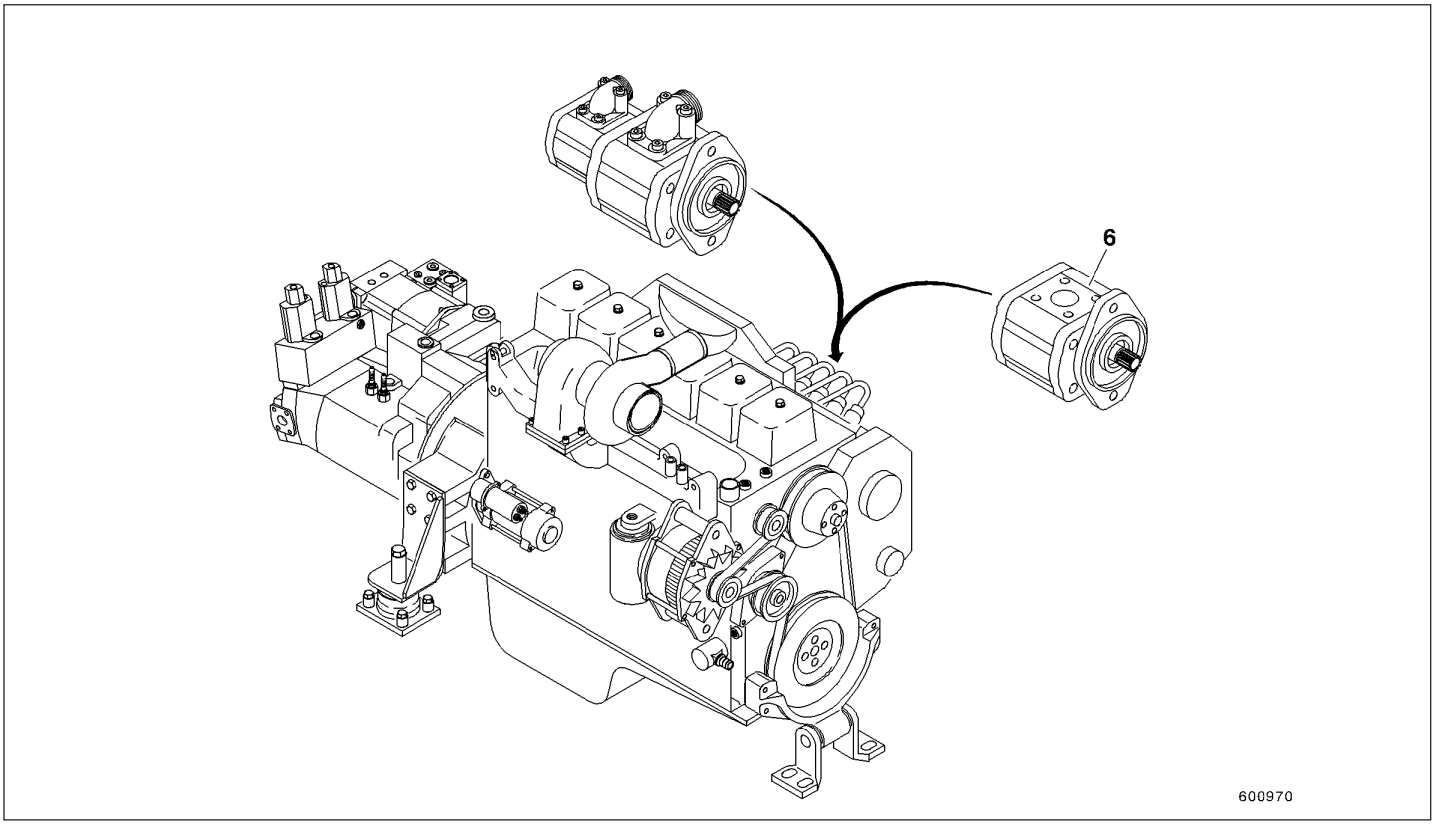


Fig.4

Bomba de engrenagens
(6, Fig. 4)

A bomba é montada no flange do motor, junto à saída de potência e fornece a força motriz para o ventilador do sistema de arrefecimento.

Bomba dupla de engrenagens
(6, Fig. 4) (opção)

A bomba é montada no flange do motor junto à saída de potência, no lugar da bomba de engrenagens simples, e alimenta os seguintes circuitos:

- Acionamento do ventilador do sistema de arrefecimento
- Giro da garra.

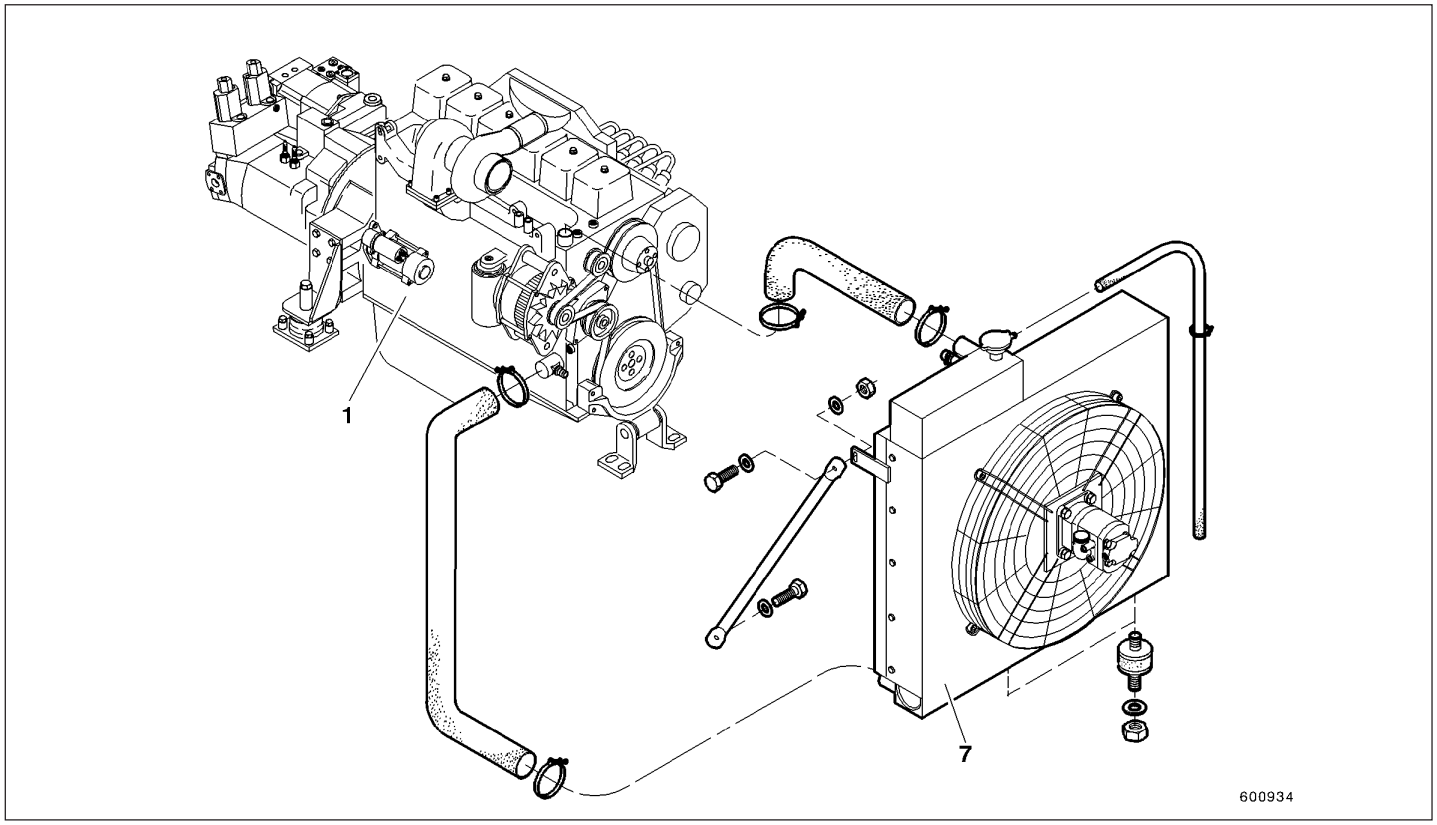


Fig.5

Radiador combinado de água / óleo com propulsor do ventilador
(7, Fig. 5)

O resfriador de óleo hidráulico (7), resfria o óleo retornando das linhas hidráulicas de trabalho e de translação. O óleo retornando do propulsor do ventilador também passa pelo resfriador de óleo passando depois para a câmara do filtro no reservatório.

O ventilador é acionado por um motor de engrenagens com válvula reguladora. Uma válvula de alívio de pressão e uma válvula de alimentação estão incorporadas ao propulsor do ventilador.

Um pórtico para medições (A, Fig. 6) no motor de engrenagens permite medir as pressões. As pressões registradas estão intimamente relacionadas com a velocidade do ventilador (vide também as informações de serviço 02).

A válvula limitadora de pressão (B) pode ser usada para ajustar a velocidade do ventilador.

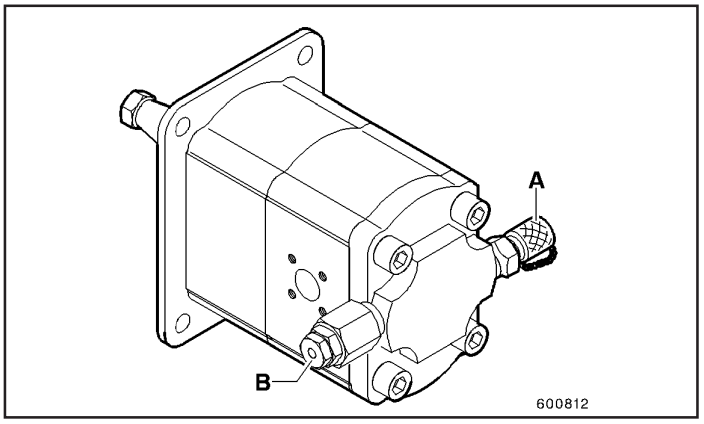


Fig.6

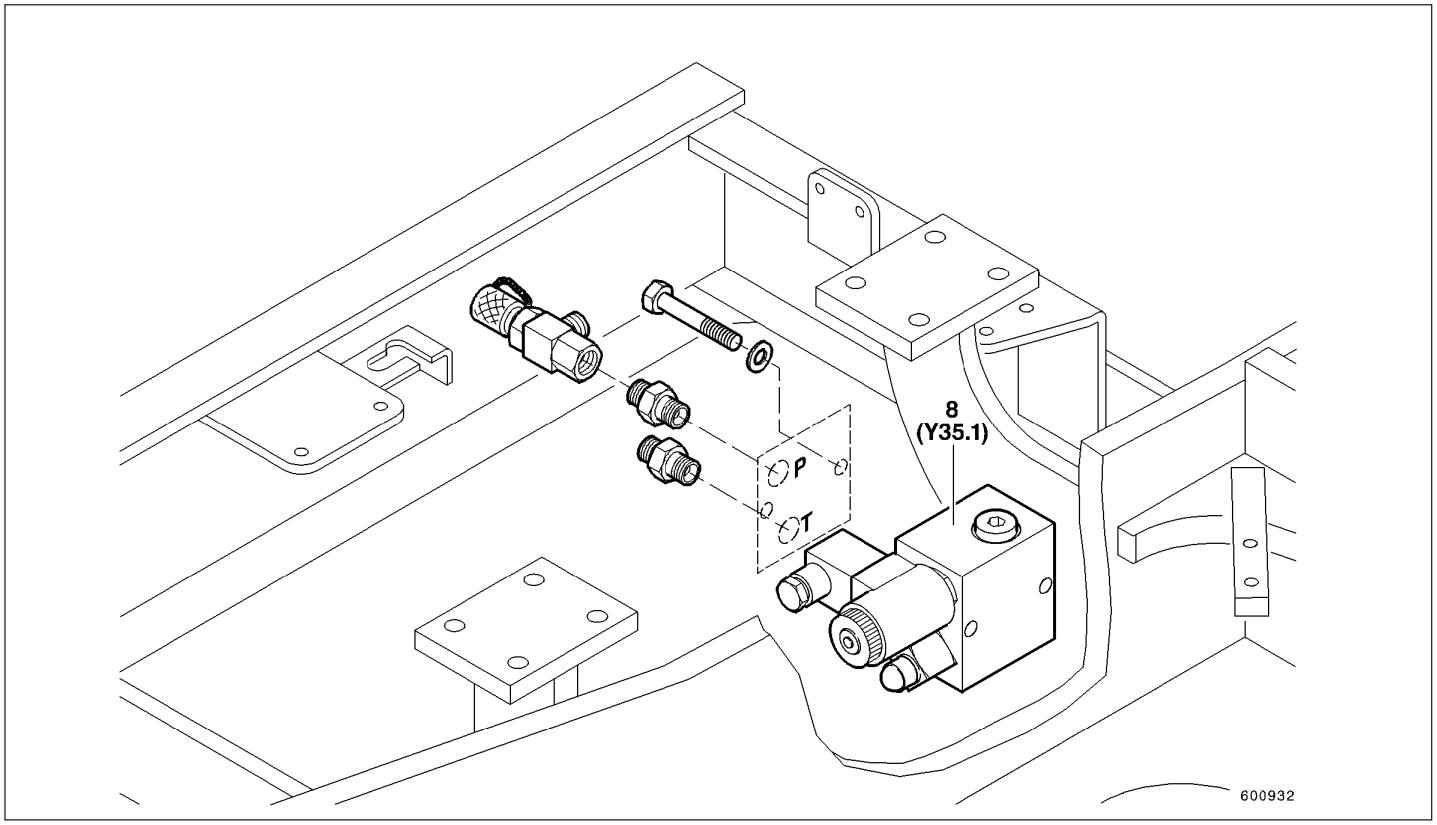


Fig.7

Válvulas do modo de giro
(8, Fig. 7)

A válvula do modo de giro permite um movimento simultâneo do giro e levantamento do braço principal.
Este conjunto de válvulas é composto de uma solenóide que é ativada manualmente e uma válvula de alívio que controla a pressão.

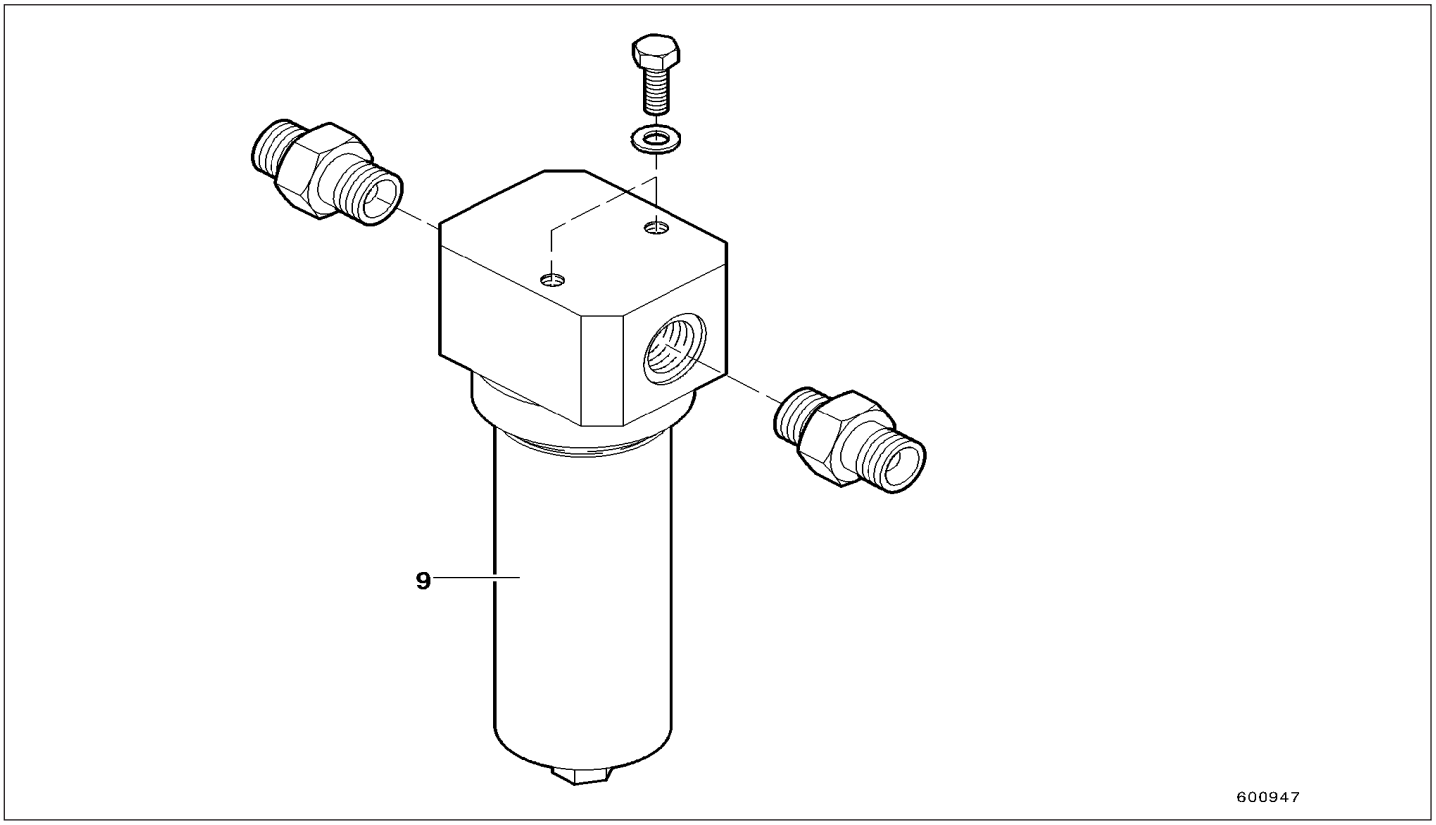


Fig.8

Filtro
(9, Fig. 8)

As carcaças dos filtros com os cartuchos são filtros de pressão, de 20 microns.
Um filtro de pressão filtra o óleo da bomba de servo controle antes do fluxo atingir o conjunto da válvula (60) e o sistema de servo controle. O outro filtro de pressão, no compartimento da bomba, filtra o óleo da bomba auxiliar ou bomba de alimentação incorporada à bomba de giro, antes que ele seja enviado para o circuito fechado de giro.

Regulador limitador de carga PCS 3
(10)

Veja Manual Técnico “PCS 3”.

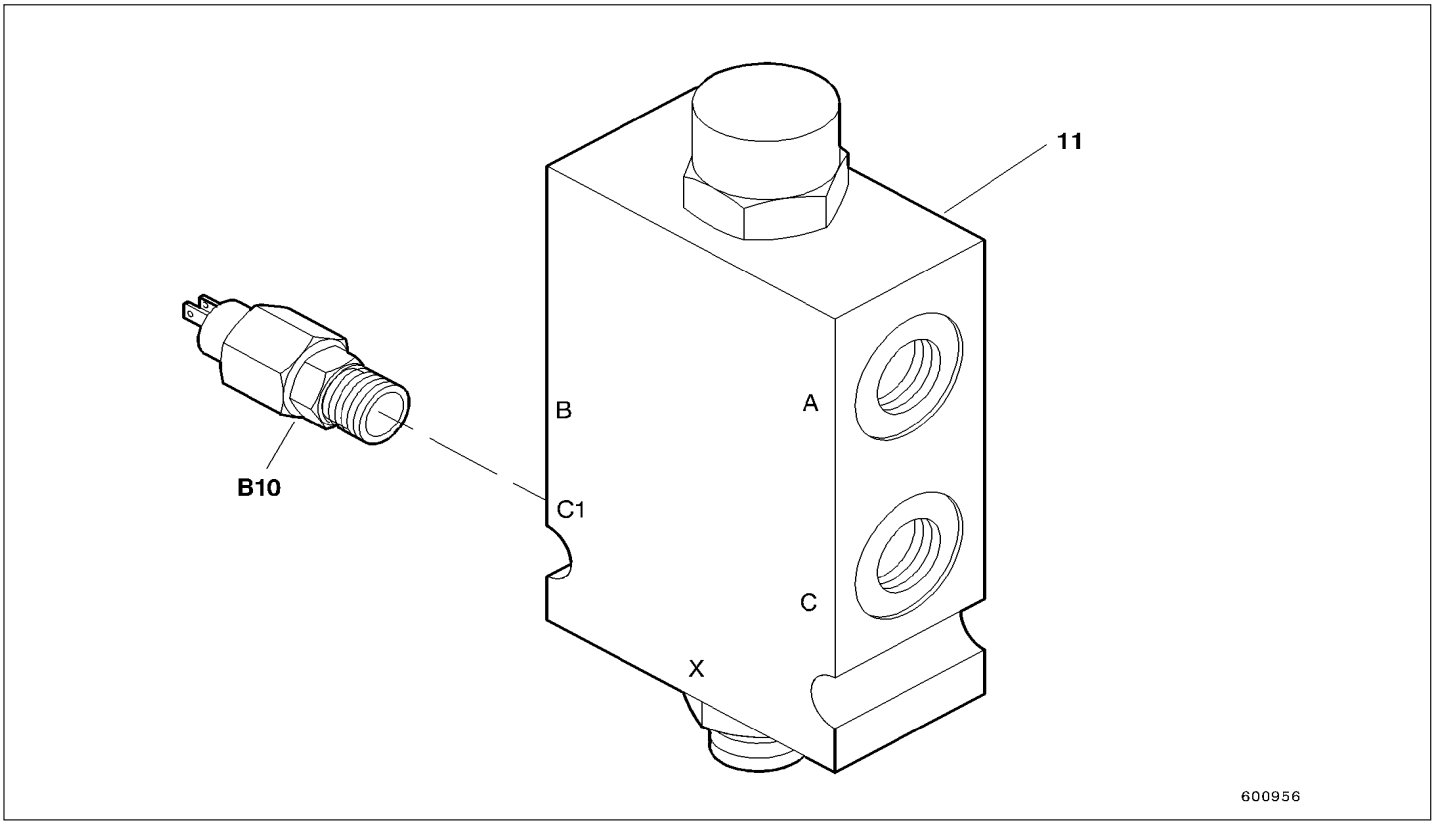


Fig.9

Válvula comutadora
com sensor de pressão B10, para a função de translação automática
(11, Fig. 9)

A válvula comutadora (11) é controlada pela válvula comutadora (72).

Ela assegura que, durante a translação, a pressão alta mantém a válvula unidirecional controlada, no bloco de controle de 6 vias, adiante do pistão da válvula comutadora através de uma válvula reversora. (53).

Quando uma terceira função é ativada, a válvula unidirecional no bloco de controle é aliviada e o fluxo de óleo da bomba 1 é divido em dois para suprir os dois motores de translação em paralelo.

O sensor de pressão (B10) converte a pressão gerada durante a translação em sinais elétricos.

Estes sinais são transmitidos ao painel de controle, onde eles são avaliados:

- Quando a unidade de translação automática está ligada, os motores de translação (101) são automaticamente comutados de velocidade rápida para velocidade normal ou vice-versa, dependendo do valor da pressão.

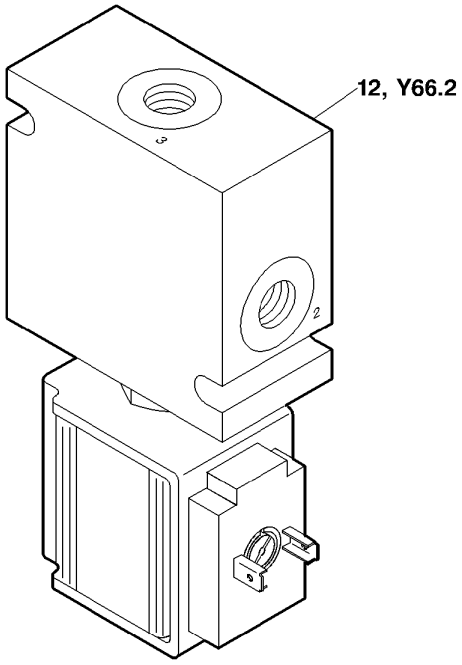


Fig.10

Válvula comutadora
(12(Y66.2), Fig. 10)

A válvula comutadora é utilizada para a função regenerativa “abaixar o braço de elevação” (veja também a descrição das seções do sistema).

Quando o braço de elevação é abaixado sem pressão, a válvula solenóide é ativada. Isso fecha a válvula controlada unidirecional, no pórtico ST5 do bloco de controle (50), devido à pressão instantânea da bomba.

Quando o braço de elevação é levantado, a válvula solenóide (12) é desativada e a válvula controlada unidirecional, no pórtico ST5 sem pressão. O óleo da bomba flui através da válvula controlada unidirecional para o cilindro do braço de elevação, lado da haste.

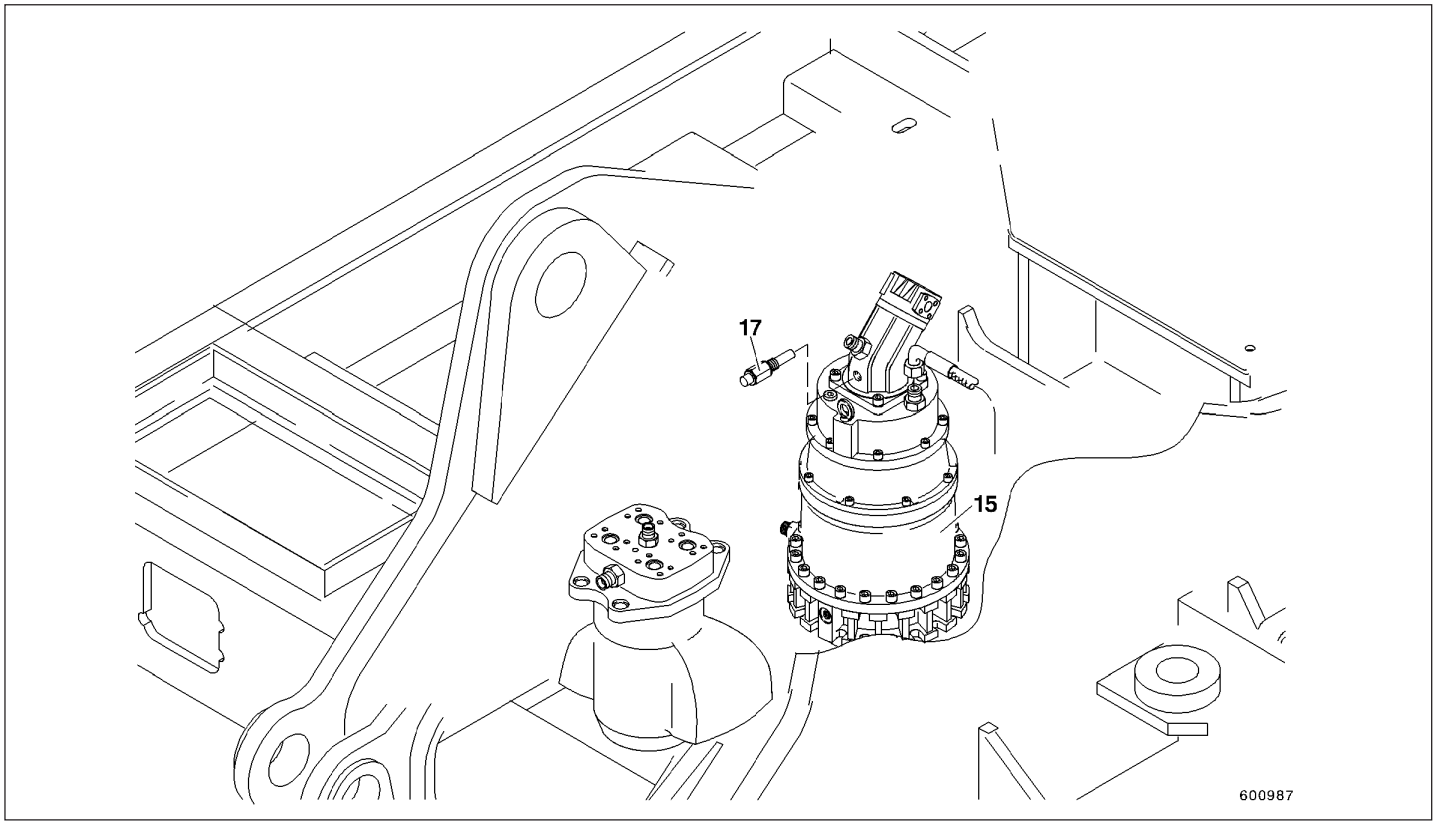


Fig.11

Caixa de engrenagens de giro
(15, Fig. 11)

A caixa de engrenagens de giro é uma caixa de engrenagens planetárias de 2 estágios, cujo pinhão engrena o anel de giro.
Um freio integrado multidisco, em banho de óleo atua como freio da estrutura superior giratória.

Motor de giro
(Fig. 11)

O motor de giro é uma unidade de pistão axial a 40° de volume constante. A velocidade de acionamento é proporcional ao fluxo de óleo. O torque fornecido aumenta com a diferença de pressão entre os lados de pressão alta e a baixa.

Sensor de velocidade
(17, Fig. 11)

O sensor atua como um relé de velocidade zero. Ele controla o freio da caixa de engrenagens de giro (15), através de uma válvula solenóide (61). Quando o sensor detecta velocidade zero, o freio é bloqueado. O freio permanece liberado enquanto a estrutura superior estiver girando.

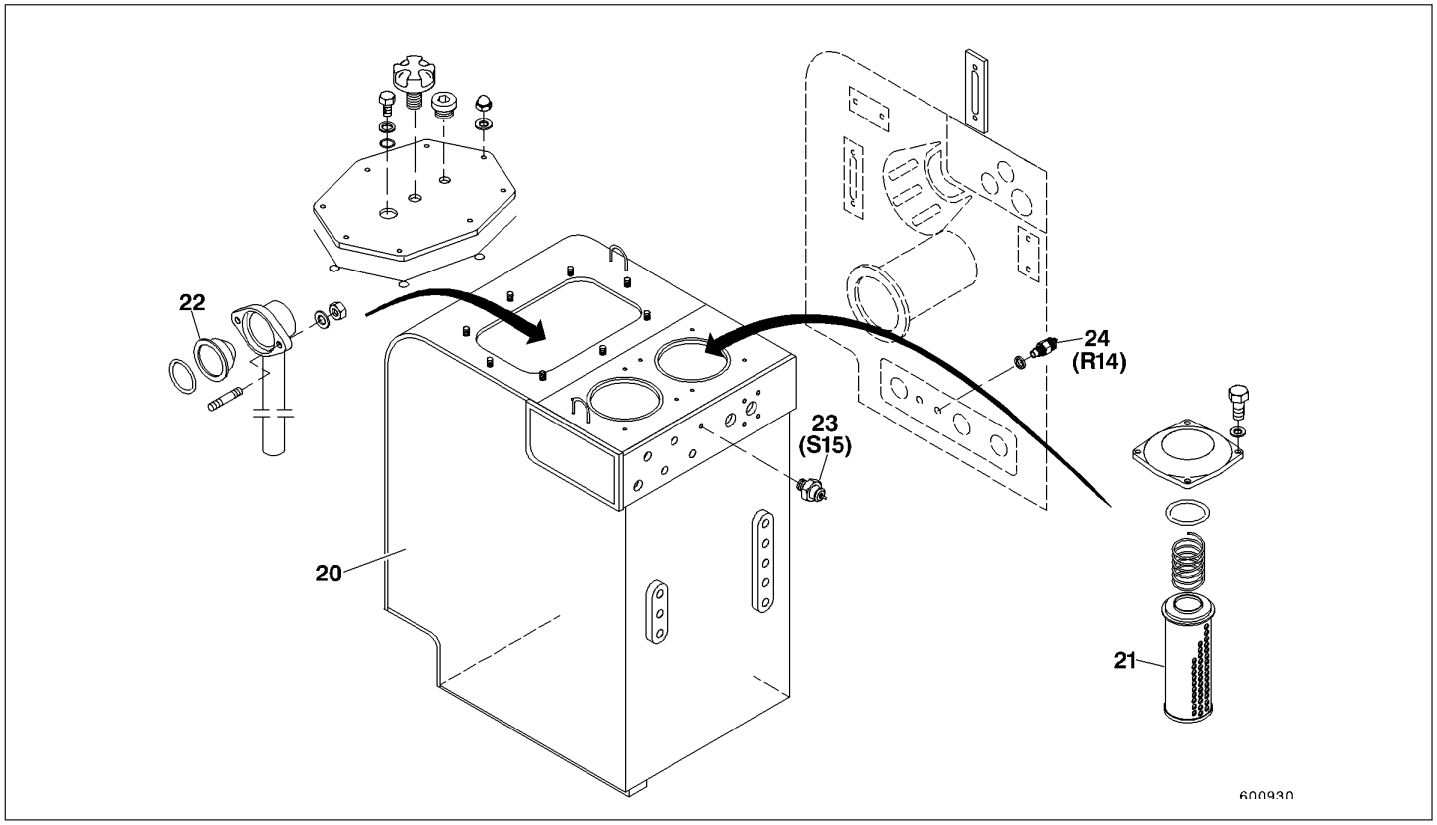


Fig.12

Reservatório hidráulico completo
(20, Fig. 12)

Reservatório para o óleo hidráulico, com os seguintes componentes:
- 2 filtros de retorno (21);
- 2 válvulas bypass (22);
- 1 interruptor de contaminação de filtro S 15 (23);
- 1 sensor térmico R 14 (24).

Filtros do fluxo de retorno
(21, Fig. 12)

Os filtro do fluxo de retorno, filtram o óleo que está voltando dos consumidores. O óleo flui através dos elementos filtrantes de dentro para fora.

Válvula bypass
(22, Fig. 12)

A válvula bypass evita que os filtros (11) rompam. Ela abre quando a pressão ultrapassar 1,5 bar. A partir daí o óleo passa para o reservatório sem ser filtrado.

Interruptor de contaminação do filtro
(23(S 15), Fig. 12)

Este interruptor liga uma luz e um sinal sonoro na cabina quando os filtros do fluxo de retorno estão contaminados.

Sensor térmico
(24(R14), Fig. 12)

O sensor térmico registra a temperatura do óleo hidráulico e passa essa informação para o regulador limitador de carga.

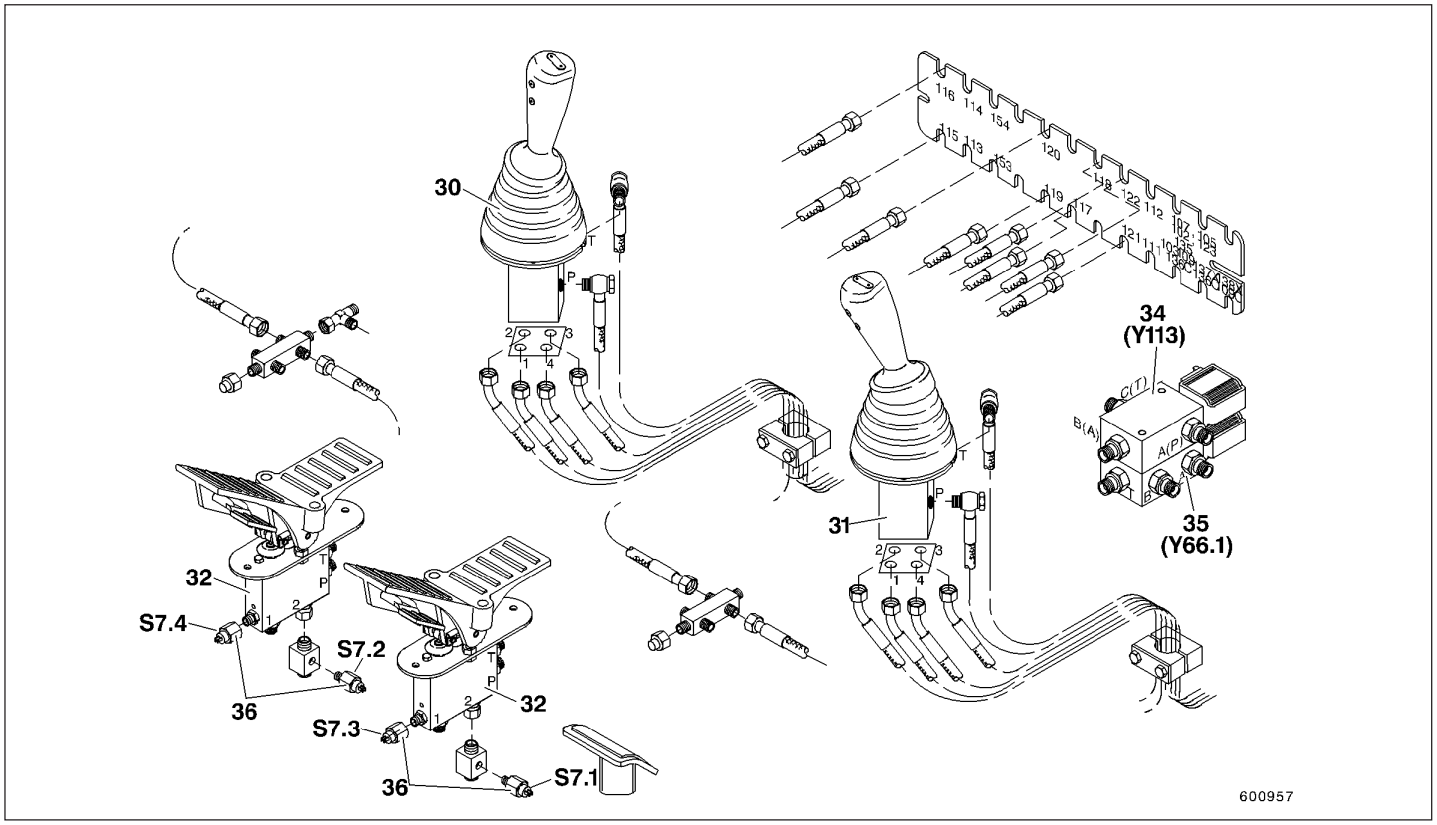


Fig.13

Servo válvula de controle direita
(30, Fig. 13)

Os cilindros do braço de elevação e o do braço de penetração são controlados através de uma servo válvula de controle de 4 vias, com conexões cruzadas.

Servo válvula de controle esquerda
(31, Fig. 13)

O cilindro do braço de penetração e a função de giro são controladas através de uma servo válvula de controle de 4 vias, com conexões cruzadas.

Pedais de translação
(32, Fig. 13)

Os motores hidráulicos de translação são controlados através de servo válvulas de controle de 2 vias.

Os pórticos da pressão de servo controle para deslocamento para frente e marcha a ré são equipados com comutadores de pressão (S 7.1 - 7.4), assegurando a ativação da função de alarme de deslocamento.

Todas as servo válvulas de controle (30, 31, 32) são válvulas proporcionais. As válvulas de controle, no bloco de controle de 6 vias (50), são ajustadas de acordo com o deslocamento da alavanca ou pedal.

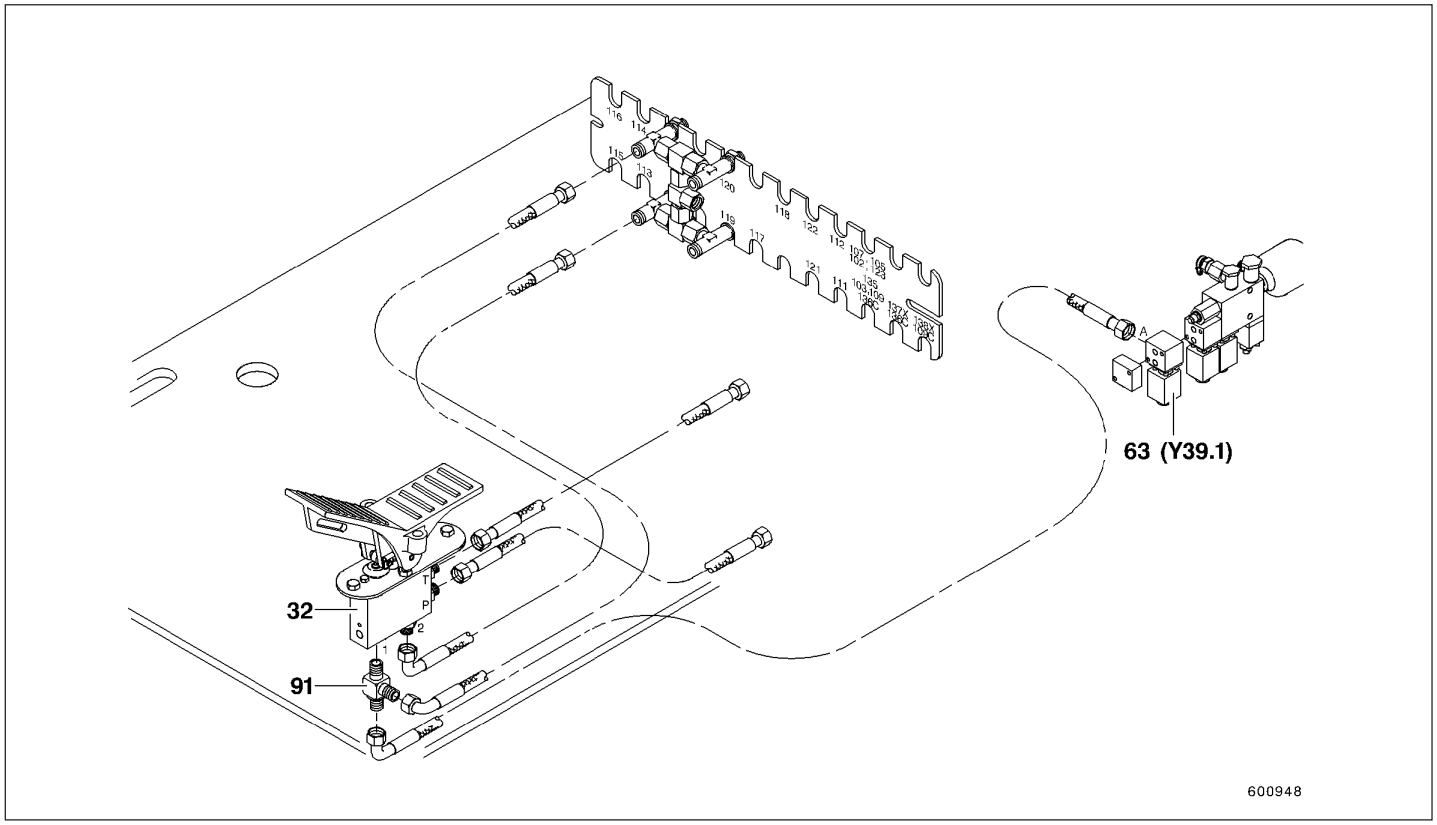


Fig.14

Servo válvula de controle - Equipamento adicional (32, Fig.14)

A servo válvula de controle é usada para ajustar o carretel de controle, no bloco de controle (50), para equipamentos adicionais.
Equipamentos adicionais:

- Cilindro ajustável do braço de elevação;
- Martelo hidráulico;
- Tesouras.

Um cilindro de ajuste do braço de elevação pode ser movimentado com a servo válvula de controle (32, Fig. 14), continuamente e em diferentes direções.

Se um martelo hidráulico for instalado a freqüência de impactos pode ser controlada proporcionalmente ao deslocamento do pedal de servo controle.

Um par de tesouras pode ser aberto ou fechado.

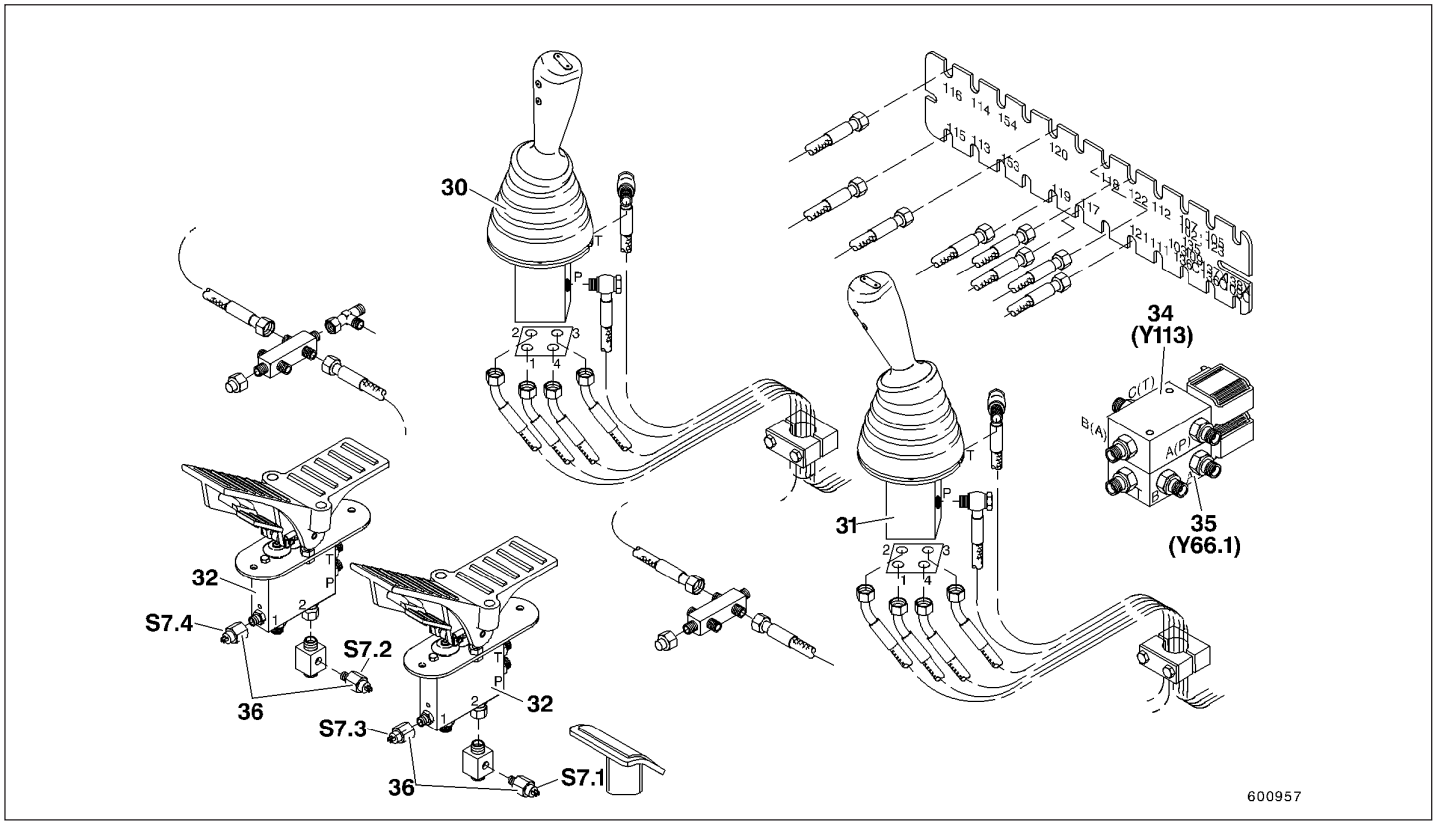


Fig.15

Válvula solenóide (34(Y113), Fig. 15)

Esta válvula bloqueia a pressão de servo controle para as servo válvulas de controle e pedal do martelo/tesoura quando o console de controle esquerdo é levantado. Na posição travada, a válvula solenóide está aberta e a pressão de servo controle é aplicada às servo válvulas de controle e pedal do martelo/tesoura.

Esta válvula é equipada com um controle de emergência manual.
No caso de um defeito elétrico, o pistão de controle é aberto manualmente com a ajuda de um botão giratório. O trabalho com a escavadeira pode então continuar.

Válvula solenóide (35(Y66.1), Fig. 15)

A válvula é usada para ativar e desativar a função de regeneração de “abaixar o braço de elevação”.

Durante a função, de abaixar do braço de elevação sem pressão, o solenóide é ativado e a pressão servo controle para descer o braço de elevação somente ajusta a posição do carretel de controle no bloco de controle (50).
Simultaneamente, a pressão servo atua no limitador de curso do carretel de controle.

Durante a função de empurrar o braço de elevação, a válvula solenóide (35) é desativada. A pressão servo para a função de abaixar o braço de elevação é desviada para a válvula alternadora em cascata (70, 71).
O interruptor de pressão do sensor de carga (S 10.1) abre e ambos os reguladores da bomba recebem a pressão requisitada.
Simultaneamente, o limitador de curso do carretel de controle do braço de elevação torna-se inoperante.

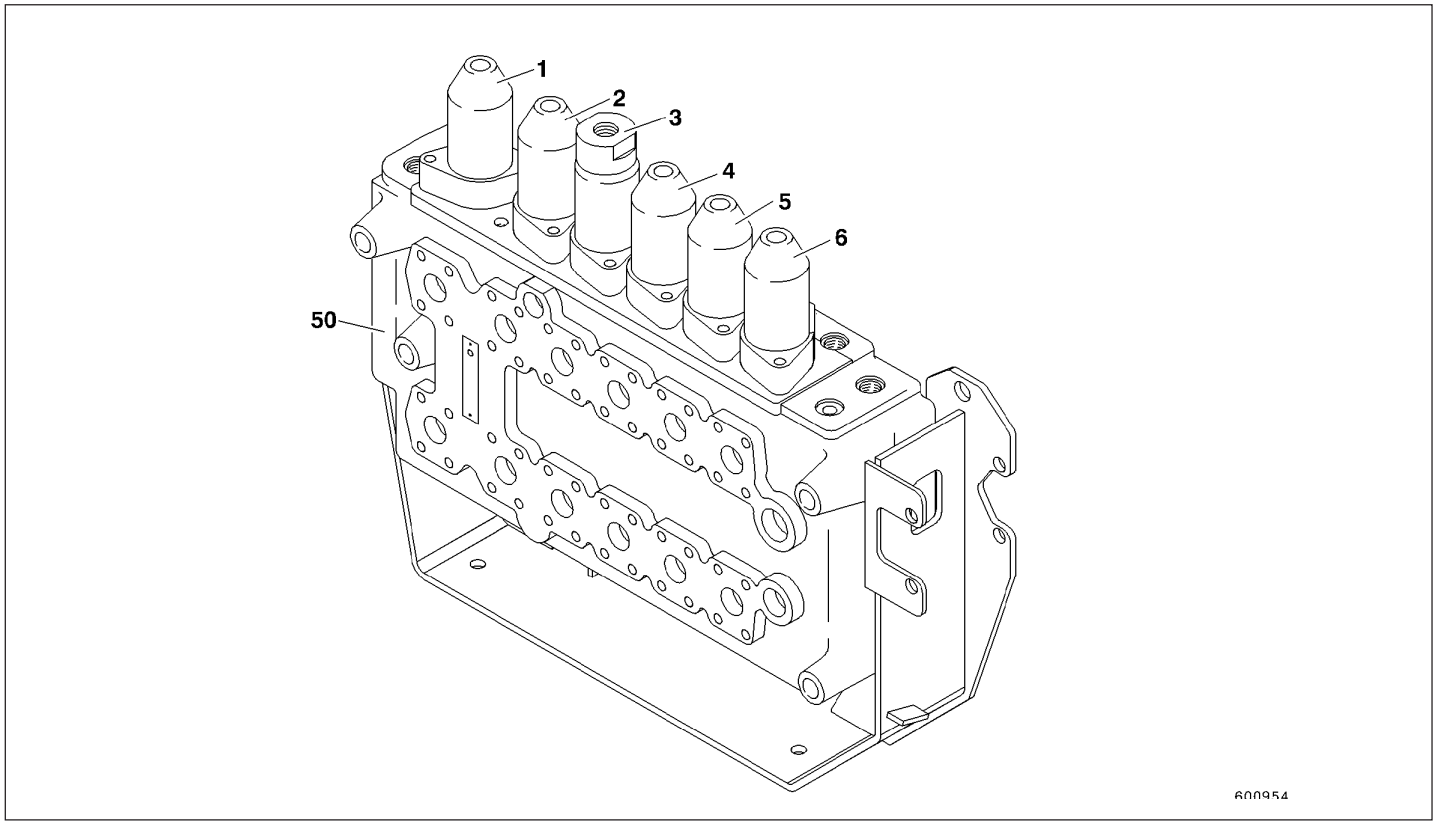


Fig.16

Bloco de controle de 6 vias
(50, Fig. 16)

A carcaça do bloco de controle acomoda 6 carretéis de controle que são movidos pela pressão de servo controle, proporcionalmente ao deslocamento do controle manual ou do pedal.

Os seguinte movimentos de translação ou de trabalho são controlados por este bloco:

1. Carretel de controle translação direita;
2. Carretel de controle translação esquerda;
3. Carretel de controle do braço de elevação com a função de regeneração;
4. Carretel de controle do braço de penetração com a função de regeneração;
5. Carretel de controle da caçamba;
6. Carretel de controle para funções hidráulicas auxiliares, martelo ou tesoura ou cilindro de ajuste (opcionais).

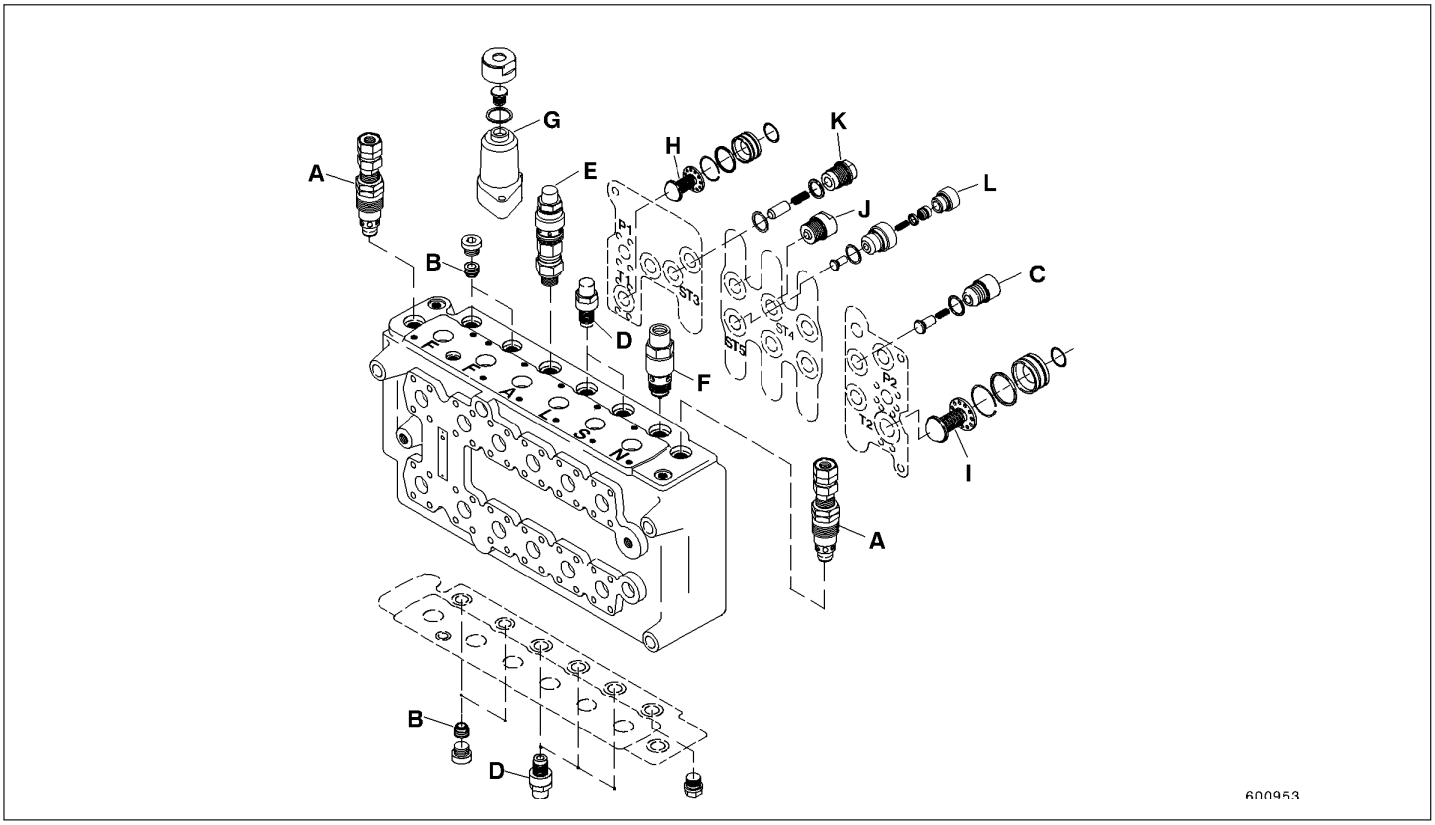


Fig.17

Arranjo das válvulas dentro do bloco de controle de 6 vias
(50, Fig. 17)

A = Válvula primária com estágio de corte de pressão (2 válvulas) M_A=100 N.m
B = Válvula de preenchimento de óleo do motor de translação (4 válvulas), fixada com Loctite 243.
C = Válvula mantenedora de pressão (8 válvulas) M_A=200$^{\pm 10}$ N.m
D = Válvula secundária (5 válvulas) M_A=100$^{\pm 10}$ N.m (6 válvulas com hidráulico adicional)
E = Válvula secundária (1 válvula) com válvula unidirecional M_A=150$^{\pm 10}$ N.m
F = Válvula secundária (1 válvula) M_A= 150$^{\pm 10}$ N.m (1 estágio ou 2 estágios)
G = Limitador de curso do carretel de controle do braço de elevação (7,5 mm resp. 11 mm)
H = Válvula de pré-pressurização para deslocamento paralelo T1 (p=2 bar)
I = Válvula de pré-pressurização para deslocamento paralelo T2 (p=5 bar)
J = Válvula unidirecional dupla para conexão paralela da caçamba M_A = 220^{-10} N.m em ST4
K = Válvula unidirecional para deslocamento paralelo M_A = 90$^{\pm 9}$ N.m
L = Válvula unidirecional da função de regeneração M_A = 350$^{\pm 10}$ N.m em ST5

Válvulas primárias com estágio de corte de pressão (A, Fig. 17) limitam as pressões máximas de ambas as bombas de trabalho.

Para evitar cavitação do óleo nos motores de translação, as funções de translação estão equipadas com válvulas de preenchimento (B, Fig. 17).
Alem disso, cada função de translação tem uma válvula mantenedora de pressão (C, Fig. 17), facilitando manobras em rampas ou aclives.
A válvula unidirecional (K, Fig. 17) para deslocamento paralelo fica instalada entre as duas válvulas de translação.

Para a função abaixar o braço de elevação existe um circuito de regeneração, incluindo um limitador de curso (G, Fig. 17), uma válvula unidirecional na válvula secundária (E, Fig. 17) e uma válvula unidirecional controlada (L, Fig. 17).

A conexão paralela da caçamba é assegurada durante o funcionamento da mesma por uma válvula unidirecional (J, Fig. 17).

Para a função abaixar o braço de penetração ela está equipada com um circuito de regeneração.
Para esta finalidade, válvulas internas unidirecionais e de pré-pressurização foram instaladas nos carretéis de controle do braço de penetração.

O hidráulico adicional pode ser equipado, alternativamente, com válvulas limitadoras de pressão de um ou duplo estágio. (F, Fig. 17).

Todas as funções dos cilindros têm válvulas secundárias limitadoras de pressão (D, Fig. 17) com válvulas integradas de preenchimento.
Em adição, existem válvulas mantenedoras de pressão (C, Fig. 17), que mantém a pressão de carga no cilindro contra a pressão na linha da bomba. As válvula mantenedoras de pressão também são necessárias para combinar (admissão dupla) ou para separar (admissão simples) os fluxos da bomba.

Ambas as saídas da linha do tanque estão equipadas com válvulas de pré-pressurização (H, Fig. 17).

As tampas superiores e inferiores de servo controle são permanentemente banhadas pela linha pré-pressurizada do tanque do bloco de controle quando o motor está funcionando.

Bolhas de ar que por ventura existam são transportada via servo válvulas de controle (30, 31, 32) até o reservatório hidráulico (20).

O contato das tampas com o óleo hidráulico também assegura temperaturas uniformes nos elementos de controle.

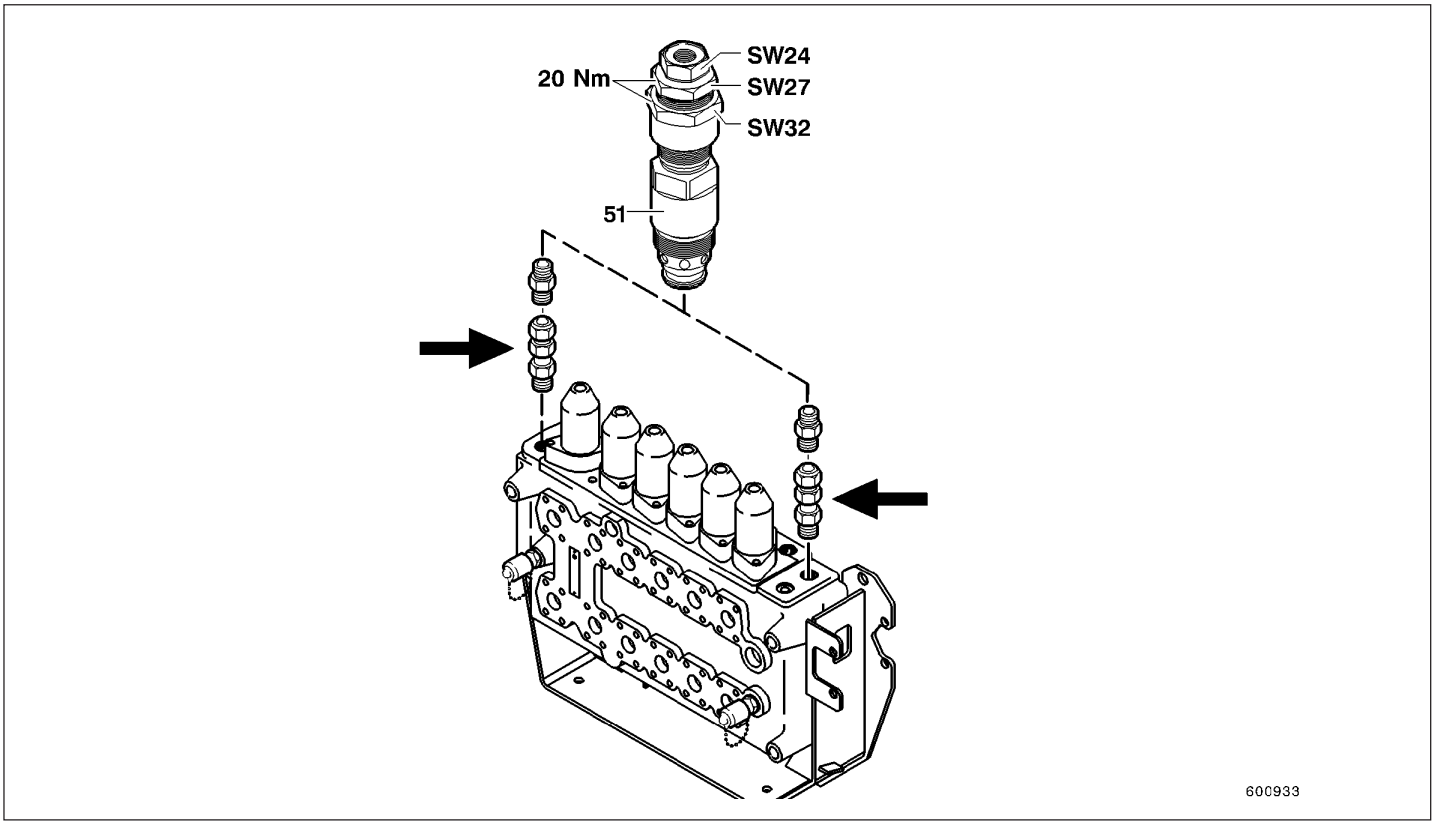


Fig.18

Válvula primária com estágio de corte de pressão (51, Fig. 18) e (A, Fig. 17)

As válvulas primárias limitam a pressão da bomba para os sistemas hidráulicos de translação e de trabalho. Quando se estiver trabalhando com a função de aumento de potência, a pressão de servo controle é aplicada aos estágios de corte de pressão, de modo que as válvulas primárias só irão abrir sob pressões mais altas.

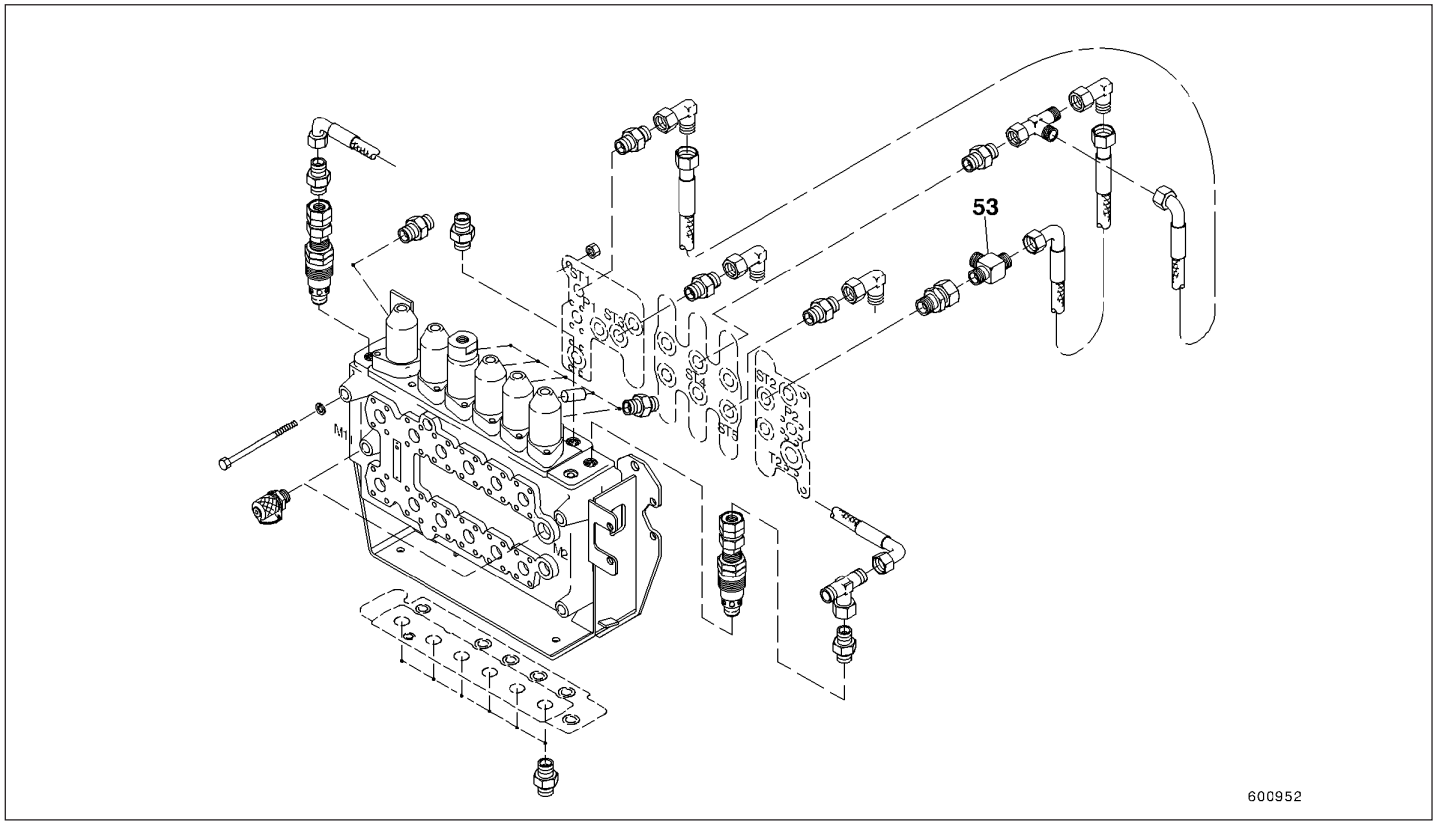


Fig.19

Válvula reversora
(53, Fig. 19)

A válvula é comutada via ST1 resp. ST2 e envia o fluxo de óleo às funções de translação paralela e regeneração do circuito do braço de elevação (diagrama hidráulico, item 11, 12).

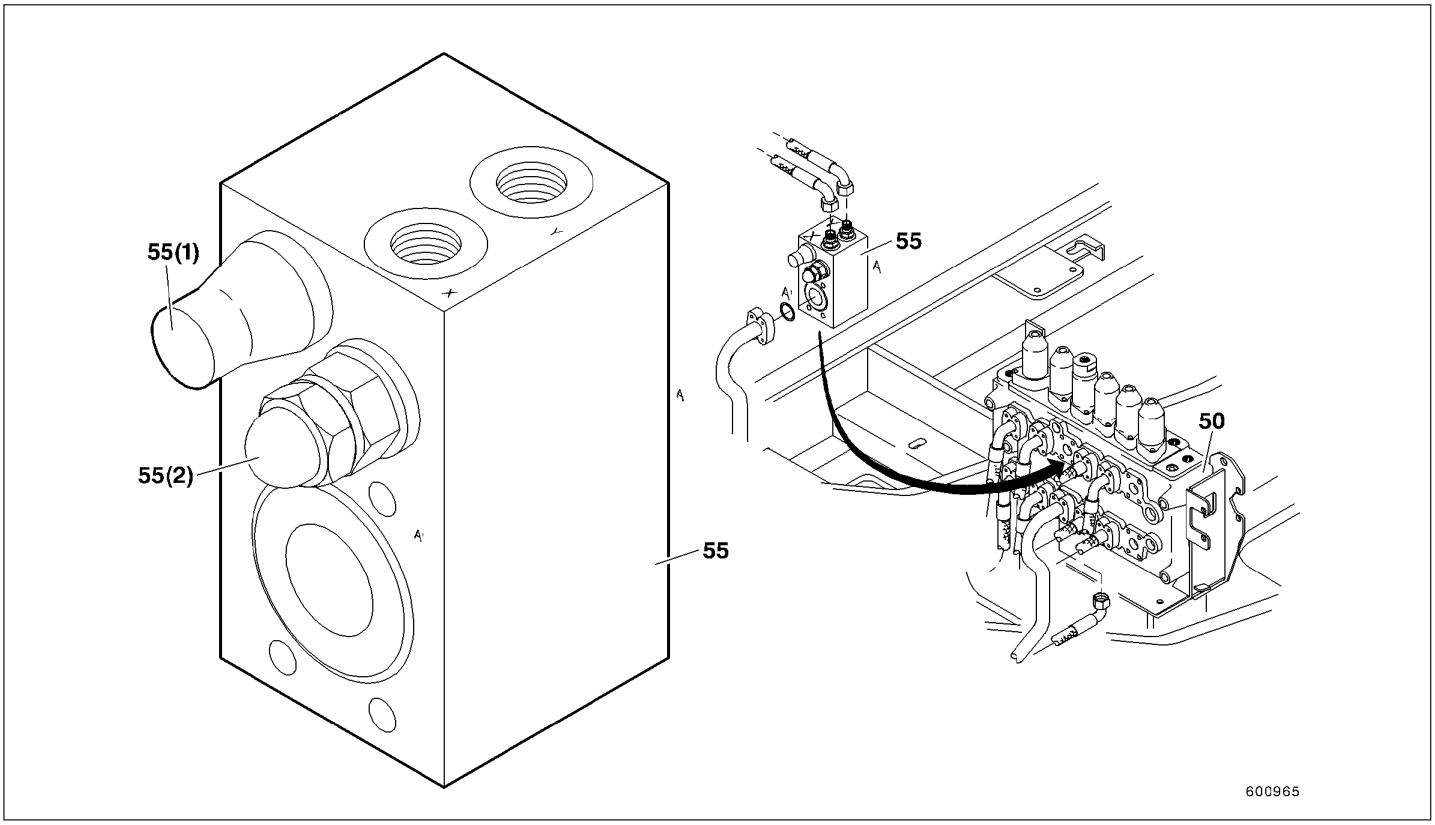


Fig.20

Válvula de desligamento do braço de elevação (55, Fig. 20)

Esta é uma válvula unidirecional controlada hidraulicamente, que segura a pressão da carga exercida pelo equipamento levantado, sem vazamento de óleo.
Ao mesmo tempo, a pressão da carga está igualmente presente na válvula secundária integrada (55 (2), Fig. 20).

Para levantar o equipamento, a válvula de via única abre e óleo flui para os cilindros do braço de elevação, lado do pistão.

Ao descer o braço de elevação, a válvula é atuada hidraulicamente pela pressão de servo controle. A válvula unidirecional abre de modo que o óleo possa ser evacuado do cilindro do braço de elevação, pelo lado da haste.

Operação de emergência (55(1), Fig. 20)

Esta função é necessária sempre que o braço de elevação não puder ser abaixado:

- Remova a tampa sobre o controle de emergência;
- Meça a distância do parafuso;
- Gire o parafuso de ajuste totalmente para baixo, após ter afrouxado a porca de trava. O braço de elevação desce lentamente até ao solo;
- Restaure o controle de emergência à sua posição original, girando o parafuso de ajuste até a posição previamente medida.

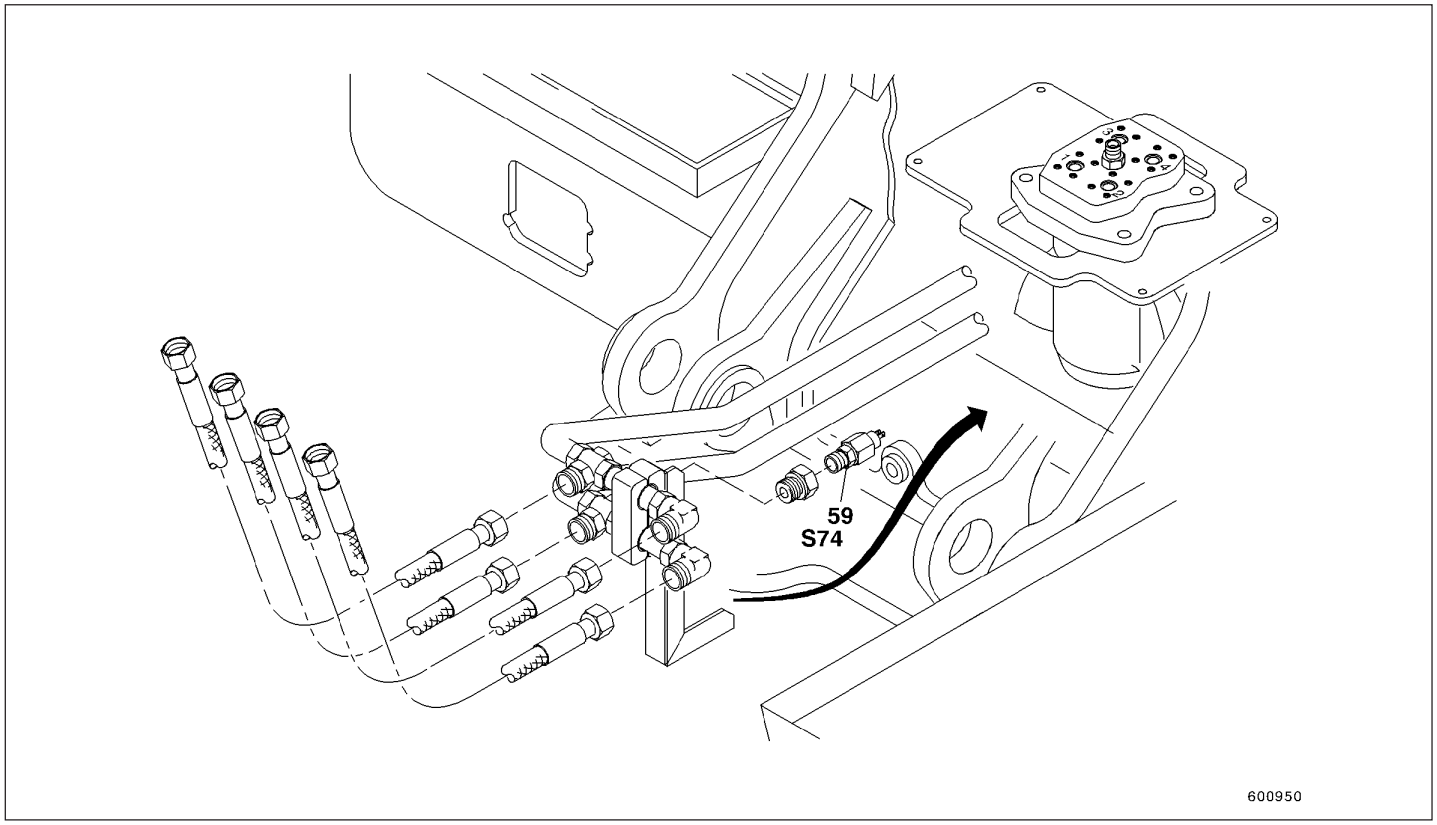


Fig.21

Interruptor de pressão (59(S74), Fig. 21)

O interruptor de pressão ativa a função de regeneração quando o braço de elevação estiver sendo abaixado sem pressão.

O pórtico de pressão do interruptor está localizada no lado do pistão dos cilindros do braço de elevação.
Quando o braço de elevação estiver levantado ou quando ele for abaixado sem pressão, o interruptor de pressão é aberto pela pressão da carga e a função de regeneração está ativada.
Quando o braço de elevação for empurrado contra o material de trabalho, isto é, abaixado pela pressão no lado da haste do cilindro, o interruptor de pressão é fechado e a função de regeneração é desativada.

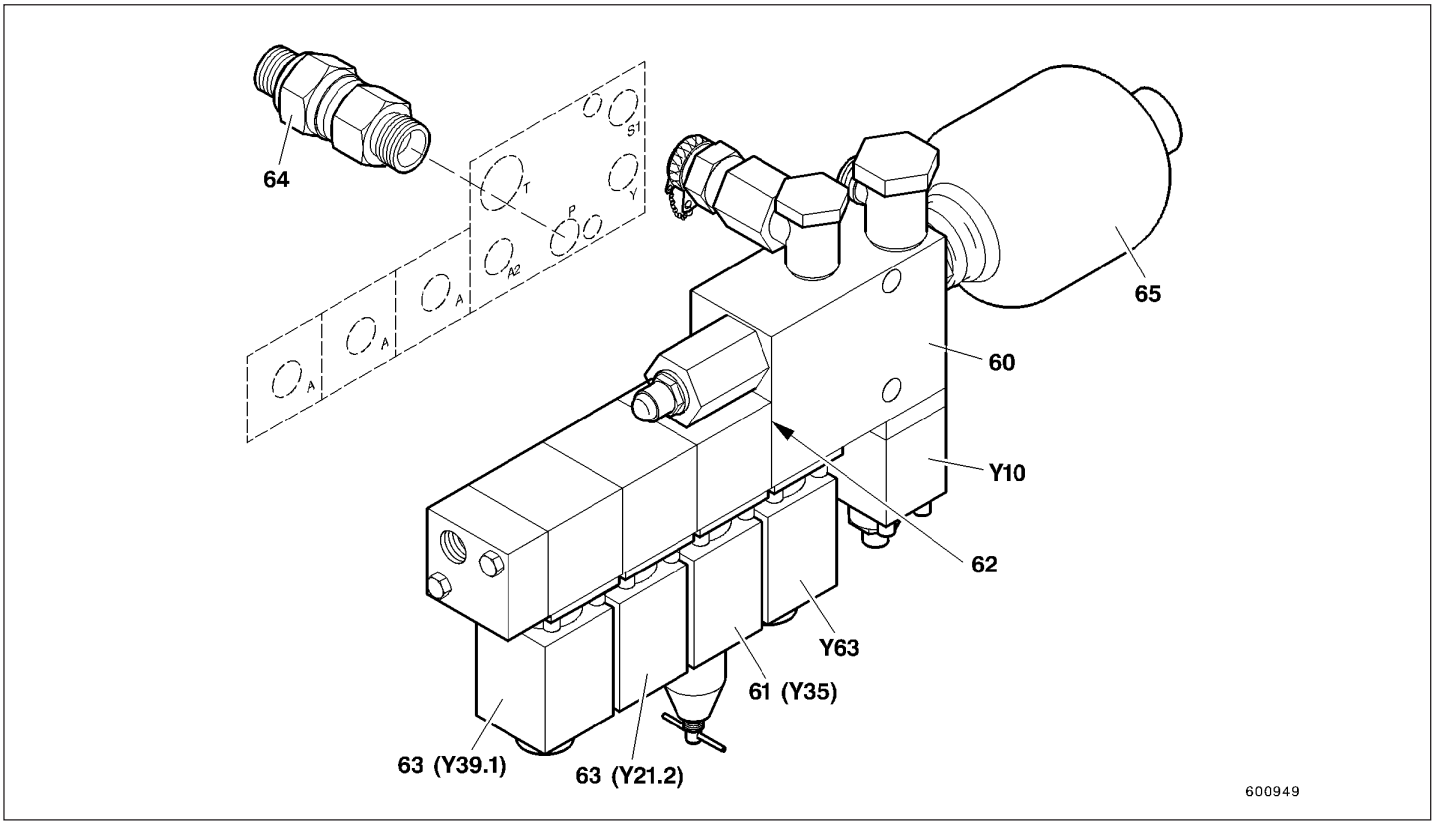


Fig.22

Conjunto da válvula
(60 - 65, Fig. 22)

O conjunto da válvula é alimentado com óleo do servo controle pela bomba de servo controle (5) através do filtro (9) e válvula unidirecional (64). O conjunto é composto por uma unidade de base e válvulas solenóide montadas no flange.
Componentes:

- Unidade base (60) com:
  - Alívio de pressão para a pressão de servo controle;
  - Válvula proporcional do regulador limitador de carga GLR (Y10);
  - Válvula solenóide para a função de aumento de potência;
- Acumulador tipo diafragma (65)
- Válvula solenóide (61) para o freio da estrutura superior (Y35)
- Válvula solenóide (63) para a faixa de velocidades rápidas de translação (Y21.2)
- Válvula solenóide (63) para operação contínua do martelo hidráulico (Y39.1)
- Bujão de vedação (62), interno

Unidade base (60):

A válvula de alívio de pressão ajustável, limita a pressão do servo controle. Esta pressão é aplicada ao acumulador (65) e à válvula solenóide para o corte de pressão do servo controle (34). O ponto de medição da pressão está localizado no topo da unidade base.

A pressão de servo controle é ainda aplicada a todas as válvulas solenóide do conjunto da válvula.
A válvula proporcional (Y10) traduz a corrente de controle do regulador limitador de carga, proporcionalmente, em pressão hidráulica.

A válvula solenóide (Y63) é eletricamente comutada pelo botão de aumento de potência, fornecendo aos estágios de corte das válvulas primárias com pressão de servo controle e elevando a pressão máxima da bomba.

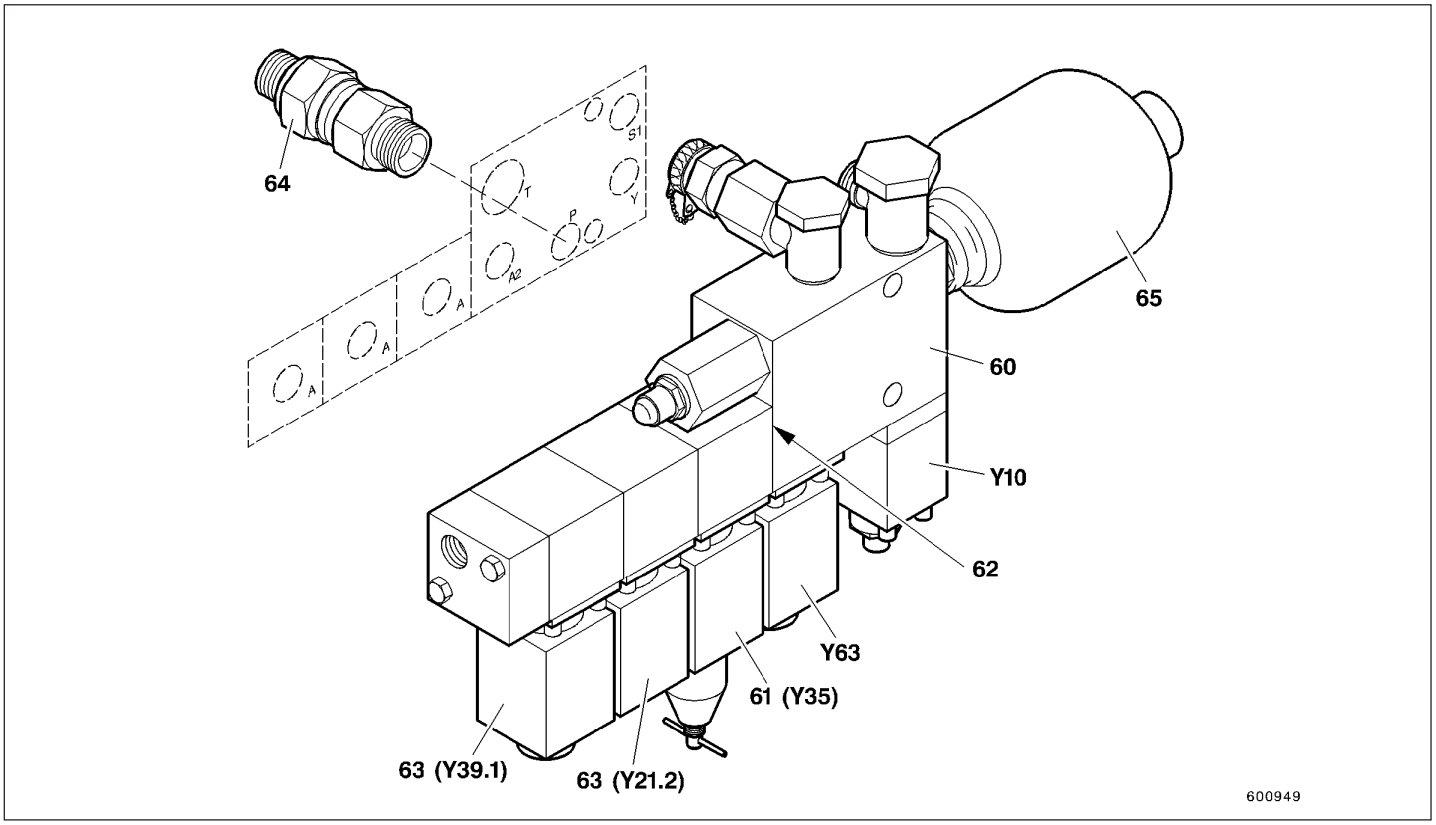


Fig.23

Válvula solenóide
(61(Y35), Fig.23)

Esta válvula é ativada eletricamente do painel de controle. No estado não energizado, o freio da estrutura superior está sem pressão e o freio está bloqueado. Na condição energizada, a pressão de servo controle libera o freio.
A válvula é equipada com um sistema de liberação de emergência.

Válvula solenóide
(63(Y39.1), Fig. 23)

Esta válvula é ativada eletricamente pelo botão interruptor do martelo (“Hammer”) no painel de controle e pelo botão na manopla da alavanca de controle esquerda, suprindo pressão de servo controle ao bloco de controle do martelo (80) e aos reguladores das bombas 1 e 2, pórtico X1, via válvula “tipo cascata” (55, 56).
O martelo pode ser utilizado agora.

Válvula solenóide
(63(Y21.2), Fig. 23)

A válvula solenóide é ativada eletricamente pela chave de mudança de marchas ou ao selecionar a função de translação automática no painel de controle. A pressão de servo controle chega até os dispositivos de ajuste dos motores hidráulicos de translação e a faixa de velocidades altas é ativada.

Bujão de vedação
(62, Fig. 23)

O bujão de vedação separa o canal do reservatório carregado com a contra-pressão da unidade base (60), do canal do reservatório das válvulas solenóide montados no flange.

Acumulador tipo diafragma
(65, Fig. 23)

O acumulador é carregado pela pressão de servo controle e disponibiliza a energia da pressão acumulada, após a parada do motor, ao sistema de servo controle para a despressurização do sistema hidráulico de trabalho ou para descida emergencial de equipamento.
A válvula unidirecional (64) evita que o óleo sob esta pressão acumulada flua em direção ao circuito de servo controle.

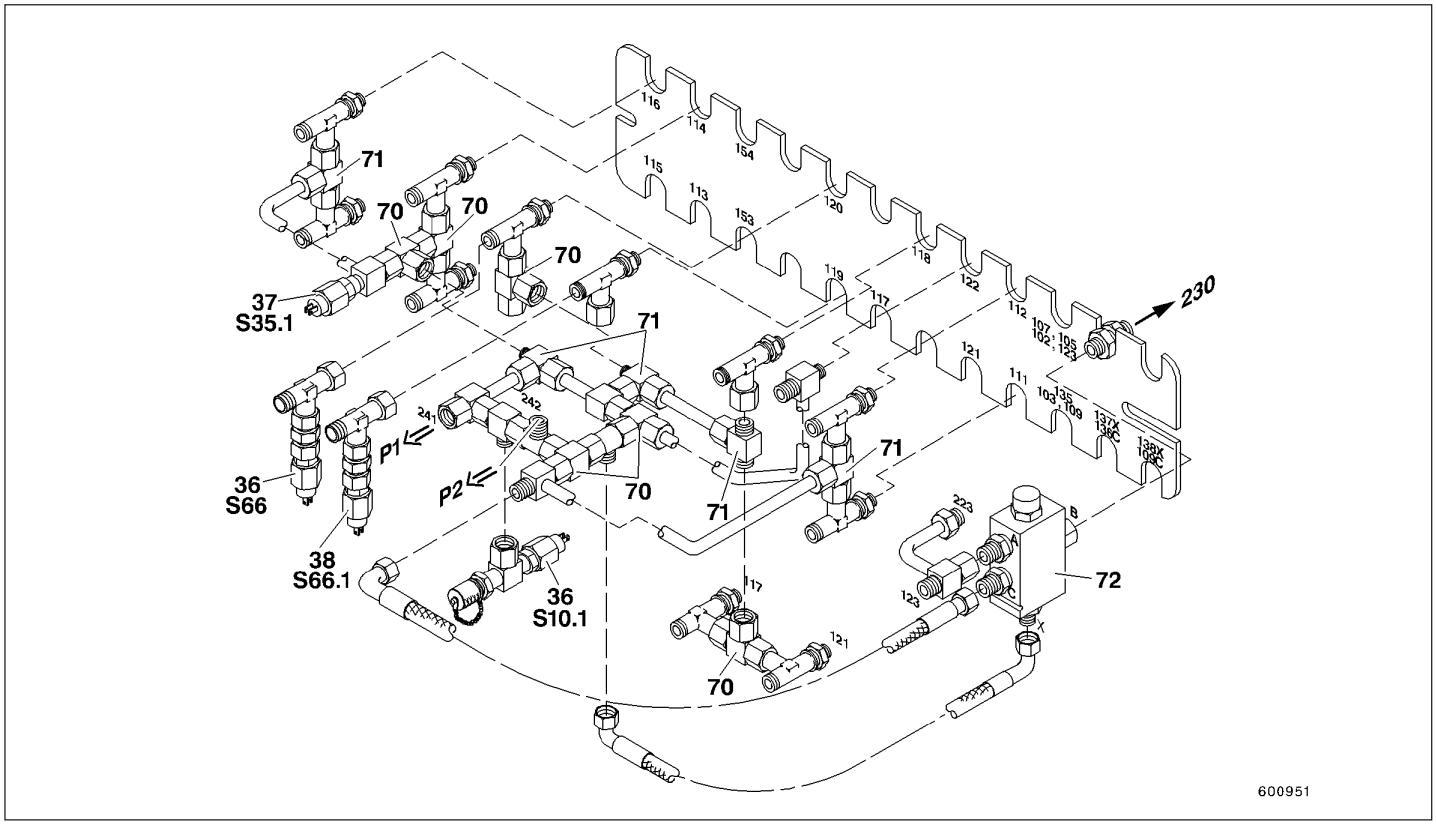


Fig.24

Válvulas alternadora em cascata
(70, 71, 72, Fig.24)

O conjunto de válvulas alternadoras serve para detectar um ou mais sinais de pressão de servo controle, para abrir o interruptor de pressão (36/S10.1) e aplicar pressão de demanda proporcional através das linhas nº 241 e nº 242, ao regulador e à bomba dupla de vazão variável (3).

O interruptor de pressão (36/S10.1), localizado no pórtico de medição informa ao regulador limitador de carga se a máquina está operando.

O interruptor de pressão (36/S66) na linha de servo controle nº 120 é dedicado à função levantamento do braço de elevação e permite a função modo de giro.

O interruptor de pressão (37/S35.1) abre somente durante o giro, causando a liberação do freio da caixa de engrenagens de giro, através da válvula solenóide (61).

Válvula alternadora
(72, Fig. 24)

A válvula inicia a função de translação paralela.

Ela é ativada pela pressão de servo controle, através da ativação de uma função de cilindro. Durante a translação simultânea, a pressão de servo controle do pedal esquerdo de translação é direcionada pela válvula comutadora ativada (72) para a válvula comutadora (11), montada no gabinete das bombas.

O interruptor de pressão (38/S66.1) na linha de servo controle nº 199 é ativado durante a função de descer o braço de elevação, iniciando a função de regeneração para o braço de elevação.

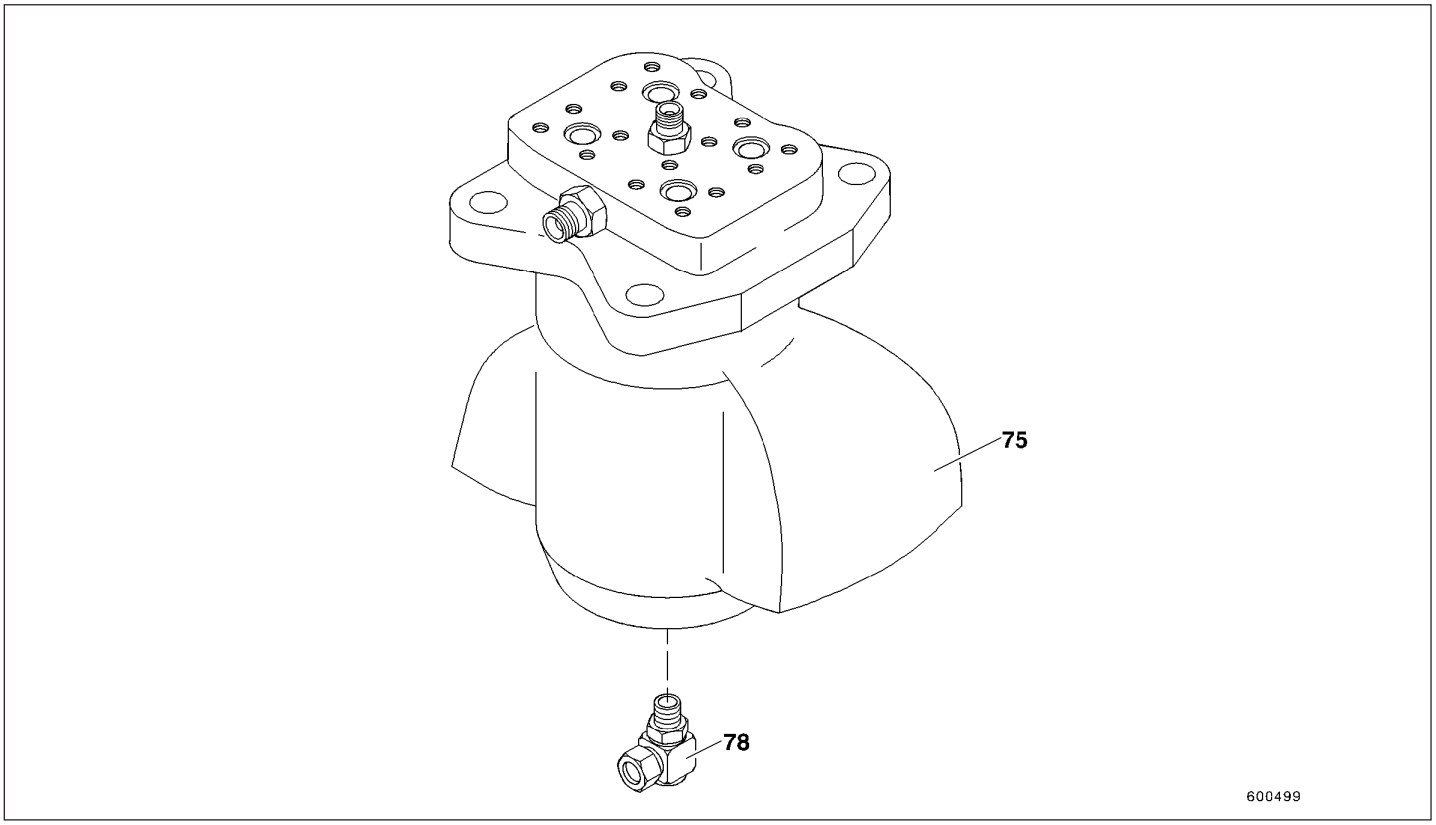


Fig.25

Coletor hidráulico
(75, 78, Fig. 25)

O coletor hidráulico faz a conexão hidráulica entre a estrutura superior e a estrutura da esteira. Tem canais anulares para as funções:

- Translação para direita, 2 canais;
- Translação para esquerda, 2 canais;
- Descarga de óleo de vazamento, 1 canal.

Uma união roscada (78), que permite pressão de servo controle, através da válvula solenóide de alta velocidade, para os motores hidráulicos de translação (101) é também montada sob o canal central da junta giratória.

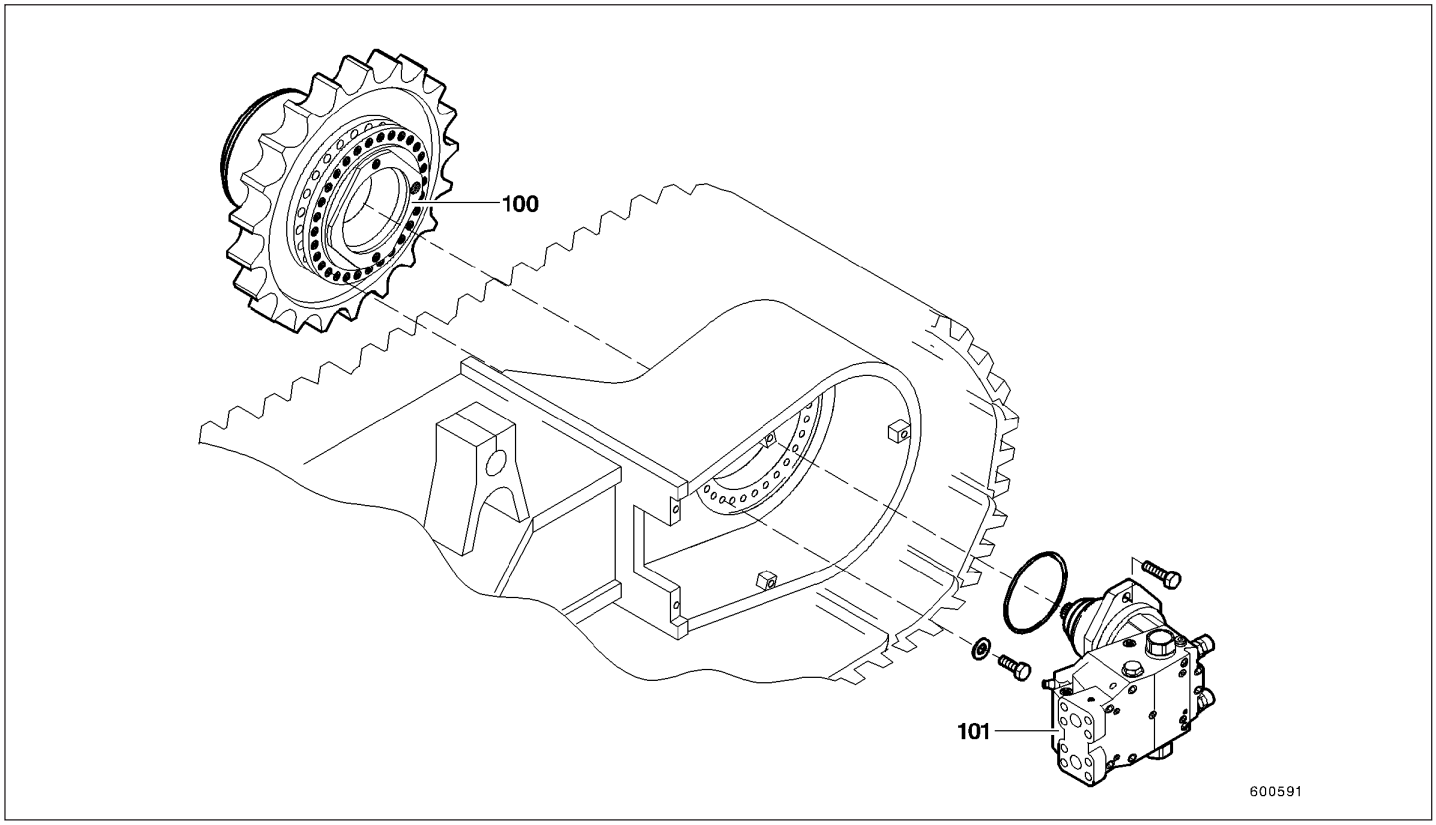


Fig.26

Caixa de engrenagens de translação
(100, Fig. 26)

As caixas de engrenagens de translação são caixas de engrenagens planetárias de 3 estágios com freios de estacionamento multidisco integrados.

Motor hidráulico de translação
(101, Fig.26)

Os motores hidráulicos de translação são motores de pistão de vazão variável e eixo inclinado. O mecanismo de ajuste do ângulo hidráulico está contido na placa de conexão do motor hidráulico.

Um ângulo grande do eixo do motor hidráulico significa alto torque de saída e força de tração a baixas velocidades de deslocamento.

Um ângulo pequeno do eixo do motor hidráulico significa baixo torque de saída e alta velocidade de deslocamento (“overdrive”).

Válvulas secundárias ajustáveis e válvulas de preenchimento também estão presentes como proteção contra excesso de pressão e falta de óleo nos motores hidráulicos.

Válvula dos freios de translação
(101, Fig. 26)

A válvula dos freios de translação protege o motor hidráulico de girar muito rápido durante deslocamento em declives.

Funcionamento:
Durante deslocamento em declives, a pressão da bomba para o motor hidráulico é reduzida e o pistão da válvula do freio de translação restringe o fluxo de óleo de retorno do motor, de modo a controlar a velocidade.

Adicionalmente, são providas válvulas de sangria dos freios para liberação automática dos freios das esteiras. Quando o deslocamento cessa, os freios de estacionamento são aplicados pela força de molas. Para iniciar o deslocamento novamente, a pressão da bomba é utilizada para liberar os freios através da válvula alternadora, válvula de alívio de pressão e válvula de liberação do freio.

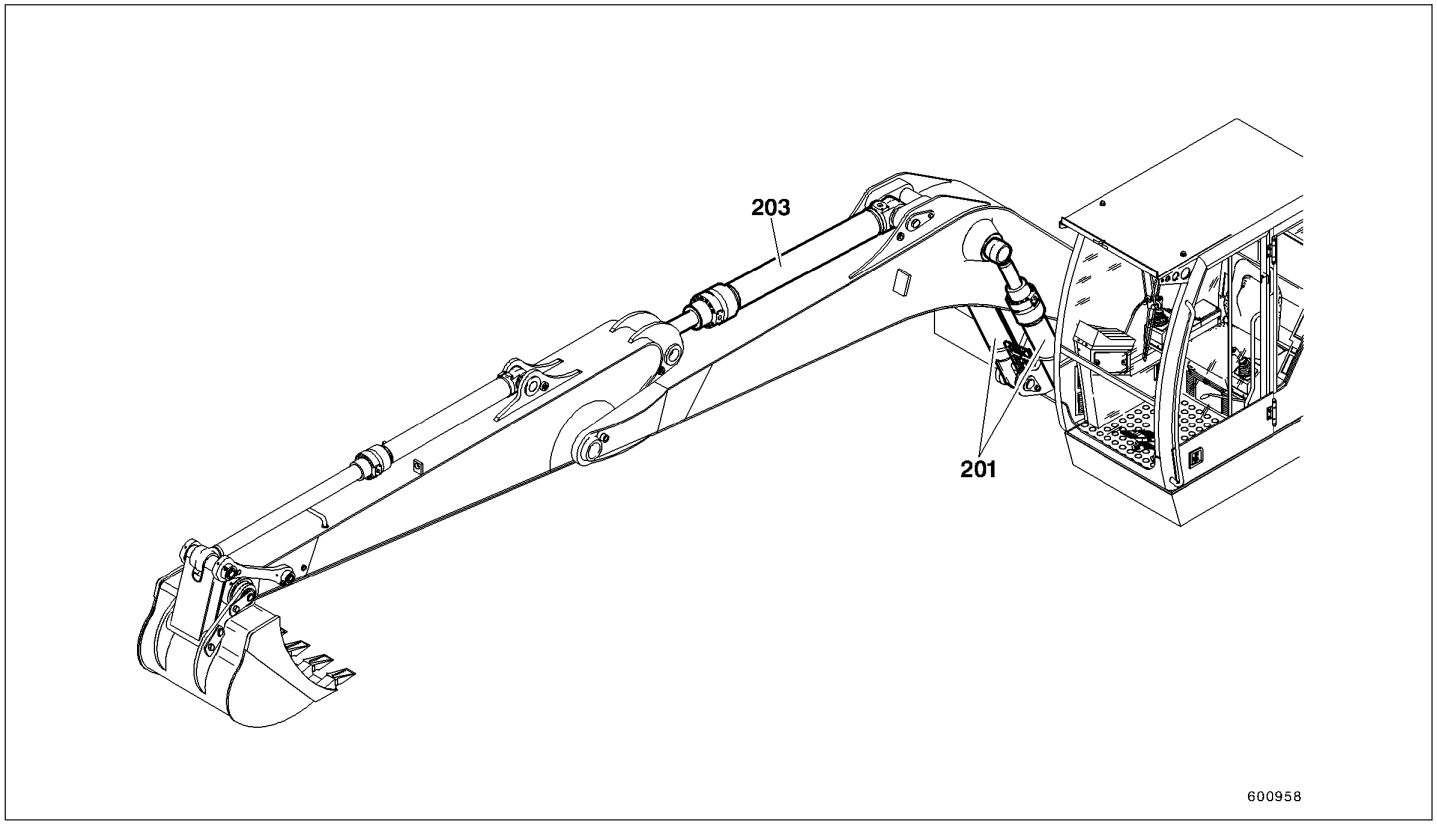


Fig.27

Cilindros do braço de elevação
(201, Fig. 27)

Os cilindros hidráulicos de dupla ação estão instalados entre a estrutura superior e o braço de elevação monobloco. Eles levantam ou abaixam o braço de elevação e todo o equipamento conectado ao braço de elevação.

Cilindro do braço de penetração
(203, Fig. 27)

O cilindro hidráulico de dupla ação é instalado entre o braço de elevação e o braço de penetração e serve para retrair ou estender o braço.
O movimento de descida é eficientemente controlado pelo carretel de controle.

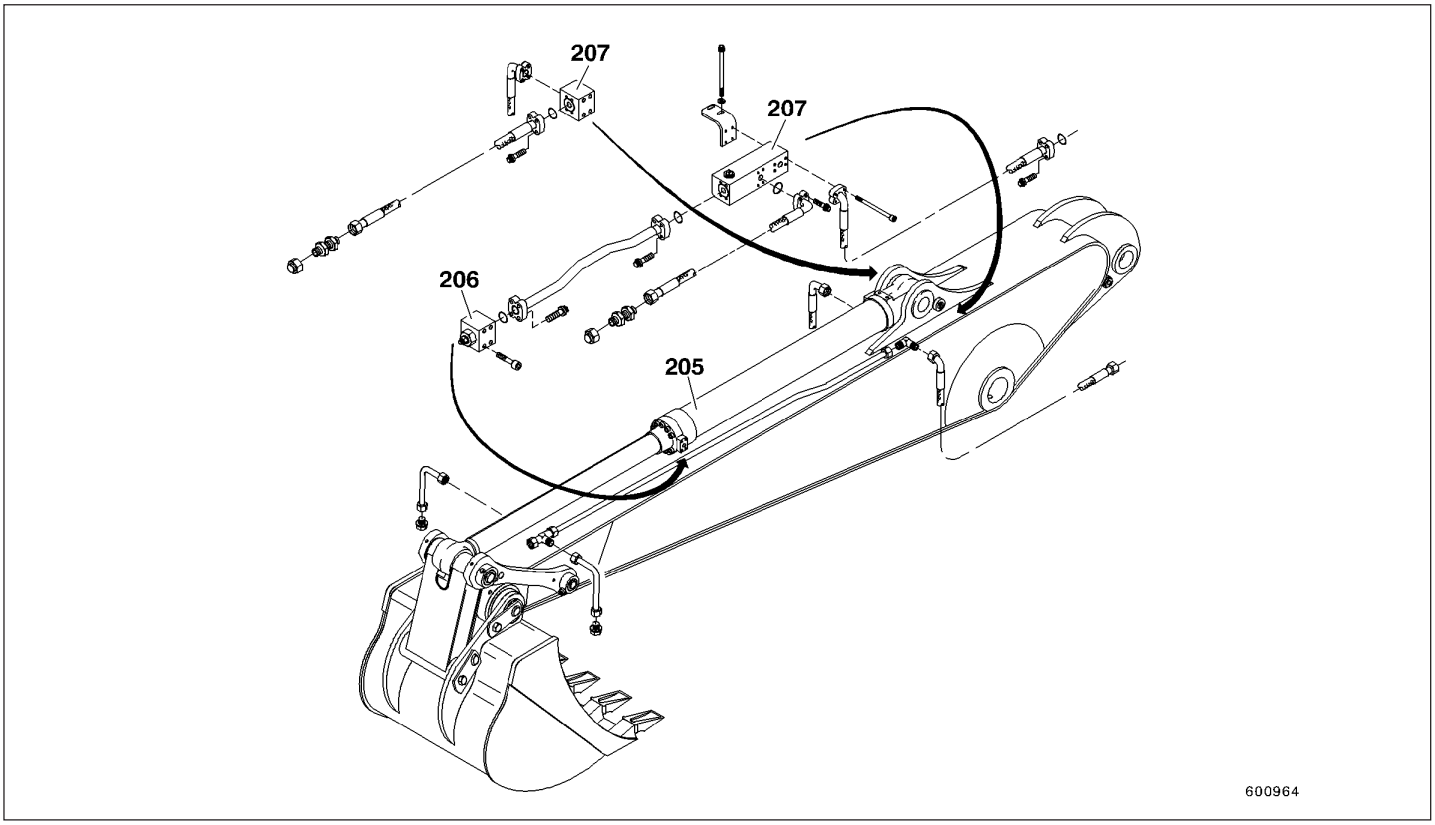


Fig.28

Cilindro da caçamba
(205, Fig. 28)

O cilindro hidráulico de dupla ação é instalado entre o braço de penetração e alavancas de conexão pivotadas no braço. A operação do cilindro enche ou esvazia a caçamba (fecha e abre a caçamba).

Válvula de restrição unidirecional ajustável
(206, Fig. 28)

A válvula é utilizada para a função de enchimento da caçamba.

Durante a operação de fechamento da caçamba, a válvula força o fluxo de óleo de retorno para fora do cilindro, lado da haste, evitando movimento excessivamente rápido da caçamba, assim como falta de óleo no lado do pistão do cilindro.

Válvula de retenção pilotada - Garra
(207, Fig. 28)

Se a caçamba for substituída por uma garra, o cilindro da caçamba deve ser retraído (fechado) e bloqueado por válvulas de retenção pilotada.

Uma das válvulas de retenção pilotada fecha o lado do pistão, enquanto que a outra fecha o lado da haste do cilindro da caçamba.
Uma válvula limitadora de pressão é integrada à válvula de retenção pilotada bloqueando o lado da haste para proteger o cilindro da caçamba.

Descrição das seções do sistema

Para a descrição funcional do sistema hidráulico, o diagrama do circuito hidráulico foi dividido nas seguintes seções do sistema:

- Sistema de controle de limite de carga;
- Circuito de óleo não pressurizado;
- Sistema servo controle;
- Sistema hidráulico de trabalho com a função de regeneração;
- Caçamba paralelo;
- Sistema hidráulico de translação;
- Sistema hidráulico auxiliar;
- Sistema de giro.

Sistema de controle do limitador de carga **(vide PCS 3, Cap. 09)**

Com o controle do limitador de carga (PCS III), a saída do motor de propulsão é sempre inteiramente utilizada. Qualquer número de bombas hidráulicas reguladoras e consumidores sem controle, podem ser atuados por um motor, desde que a potência utilizada por todos os consumidores sem controle seja menor do que a potência de saída do motor, pois o controle limitador de carga só pode influenciar as bombas controladas.
O controle limitador de carga utiliza a redução de velocidade do motor, induzida pela carga, como sinalização para atuar. Isso ocorre tão logo mais potência esteja sendo tirada do motor do que ele pode suprir.

O motor Diesel (1) aciona uma bomba multicircuito (2) através de um acoplamento flexível. A bomba multicircuito é composta por um bomba dupla de vazão variável (3) e por uma bomba de giro (4). Uma bomba de engrenagens (5) fica localizada no eixo de saída de força (PTO) do motor Diesel.

Circuito de óleo não pressurizado das bombas 1 e 2

Quando o motor Diesel (1) está funcionando, as bombas duplas de vazão variável (3) fornecem seus fluxos mínimos de óleo através do bloco de controle (50) em direção à linha de retorno.

Circuito de óleo da bomba 1

Para as seguintes funções, o fluxo de óleo passa pelos carretéis de controle:
Translação direita, braço de elevação, caçamba e braço de penetração.

Circuito de óleo da bomba 2

Para as seguintes funções, o fluxo de óleo passa pelos carretéis de controle:
Função auxiliar, braço de penetração, caçamba, braço de elevação, translação esquerda.

O circuito de óleo influência as prioridades de seqüências funcionais.
Por um lado, o óleo de retorno flui através de uma válvula de pré-carga no pórtico (T2) do bloco de controle, em direção à câmara do filtro no tanque e, por outro lado, através de uma válvula de pré-carga no pórtico (T1) do bloco de controle, para o arrefecedor de óleo e em seguida para a câmara do filtro no tanque.

A pressão do fluxo de retorno é aumentada pela válvula de pré-carga no pórtico (T1) e pela resistência ao fluxo do arrefecedor ou pela válvula de pré-carga no pórtico (T2). Esta pré-carga serve para suprir óleo para os cilindros e para os motores hidráulicos de translação via válvulas de preenchimento.

Os filtros no fluxo de retorno (21), na câmara de filtros do reservatório hidráulico (20) são monitorados por um interruptor de pressão (23), que liga um sinal de advertência visual e sonoro na cabina, quando o filtro estiver severamente contaminado.

No caso de contaminação severa do filtro, as válvulas bypass (22) abrem e o fluxo de óleo é desviado diretamente para o reservatório, sem ser filtrado.

Sistema de servo controle

A bomba de servo controle está localizada na carcaça da bomba dupla de vazão variável (3). Ela é acionada através da caixa de engrenagens de transfêrencia da bomba e recebe o óleo da carcaça da bomba dupla de vazão variável. O óleo bombeado flui através do filtro de pressão (9) e válvula unidirecional (64) para o conjunto de válvulas (60 - 65).
O óleo do servo controle está disponível para as válvulas servo controladas (30 e 31), para a válvula dos pedais de translação (32) e para o pedal auxiliar (32), para atuação precisa e suave de todos os movimentos de trabalho e de deslocamento.

A pressão de servo controle é também disponível como pressão de controle para o PCS.

As válvulas solenóide do conjunto usam a pressão de servo controle como pressão de comutação para as funções designadas.

As válvulas de servo controle (30 e 31) e pedais (32) não são supridas com pressão servo controlada até que o operador da escavadeira tenha sentado e abaixado e travado o console de controle esquerdo. Durante esta operação um interruptor fecha e fornece voltagem para a válvula solenóide (34, Y113).

As seguintes funções são inciadas pela ativação das válvulas de servo controle e pedais:
Explicações:

PS = lado do pistão = cilindro aberto
RS = lado da haste = cilindro fechado

Válvula de servo controle (30) braço de elevação/caçamba

- Alavanca para trás - Levantar o braço de elevação (PS). O óleo flui através da linha 120 para dentro da válvula “tipo cascata” (70, 71) até o interruptor de pressão, modo giro e em seguida, através da linha 220, até a cápsula de servo controle superior do bloco de controle (50).
- Alavanca para frente - Abaixar o braço de elevação sem pressão (lado da haste).

  O óleo flui através da linha 119 para a válvula solenóide ativada (35) e para o limitador de curso, assim reduzindo o curso do carretel de controle. O óleo também flui para o interruptor de pressão da função de regeneração (38) e para a cápsula de servo controle inferior no bloco de controle (50).
- Alavanca para frente - Braço de elevação empurrando (lado da haste).

  O óleo flui através da linha 119 para a válvula solenóide desativada (35) para dentro da válvula “tipo cascata” (70, 71). O óleo também flui para o interruptor de pressão (38) da função de regeneração e para a cápsula de servo controle no bloco de controle (50). Simultaneamente, o limitador de curso é despressurizado de modo que o carretel de controle possa efetuar o curso completo.
- Alavanca para dentro - enchendo a caçamba (PS)

  O óleo flui através da linha 121 para dentro da válvula “tipo cascata” (70, 71) e segue pela linha 221 até a cápsula de servo controle inferior no bloco de controle (50).
- Alavanca para fora - esvaziando a caçamba (RS)

  O óleo flui através da linha 122 para dentro da válvula “tipo cascata” (70, 71) e segue pela linha 222 para a cápsula de servo controle superior no bloco de controle (50).

Válvula servo controle (31) braço de penetração/giro

- Alavanca para trás - Abaixar o braço de penetração (PS)

  O óleo flui através da linha 117 para dentro da válvula “tipo cascata” (70, 71) e segue, pela linha 217, para a cápsula de servo controle inferior no bloco de controle (50).
- Alavanca para frente - Estendendo o braço de penetração (RS)

  O óleo flui pela linha 118 para dentro da válvula “tipo cascata” (70, 71) e segue pela linha 218 até a cápsula de servo controle superior no bloco de controle (50).
- Alavanca para a esquerda - Giro no sentido anti- horário

  O óleo flui através da linha 115 para dentro da válvula “tipo cascata” (70, 71) e segue pela linha 215 para a bomba de giro (4), pórtico Y2.
- Alavanca para a direita - Giro no sentido horário

  O óleo flui através da linha 116 para dentro da válvula “tipo cascata” (70, 71) e em seguida pela linha 216 até a bomba de giro (4), pórtico Y2.

Válvula de servo controle (32) Translação - uma válvula para cada esteira

- Direção de deslocamento para frente

  O óleo flui através das linhas 111 e 113 para dentro da válvula “tipo cascata” (70, 71) e depois pelas linhas 211 e 213 até as cápsulas de servo controle inferiores no bloco de controle (50).

- Selecione direção de deslocamento marcha a ré e pressione o pedal de translação.

  O óleo flui através das linhas 112 e 114 para dentro da válvula “tipo cascata” (70, 71) e depois, pelas linhas 212 e 214, para as cápsulas de servo controle superiores no bloco de controle (50).

Válvula de servo controle (32) Hidráulica adicional

- Pressione o pedal para frente

  O óleo flui através da linha 154 para dentro da válvula “tipo cascata” (70, 71) e segue pela linha 254 para a cápsula de servo controle superior no bloco de controle (50).

- Pressione o pedal para trás

  O óleo flui através da linha 153 para dentro da válvula “tipo cascata” (70, 71) e segue pela linha 253 até a cápsula de servo controle inferior no bloco de controle (50).

Sistema hidráulico de trabalho

Levantando o braço de elevação
- dupla admissão

Pressão de servo controle :
- É aplicada à válvula “tipo cascata” (70, 71), portanto a pressão de demanda está presente nos dois reguladores das bombas (3);
- Abre o interruptor de pressão de carga (36, S10.1);
- Abre o interruptor de pressão (36, S66), modo giro;
- Desloca o carretel de controle para baixo em 11 mm máximo.

Fluxo de óleo P1 e P2:
- O óleo é forçado a fluir através de ambas as válvulas unidirecionais (válvulas para segurar a pressão) passando pela válvula secundária para o pórtico B4 e depois para os cilindros do braço de elevação (PS);
- O óleo de retorno dos cilindros do braço de elevação (RS) flui através do pórtico A4 do bloco de controle e pelo carretel de controle para o canal do tanque.

Quando a ação de levantamento é finalizada, a pressão da carga nos cilindros do braço de elevação (lado do pistão) está presente na válvula de corte shut-off (55) do braço de elevação. A válvula de corte shut-off (55) segura a pressão sem vazar. A pressão da carga também está presente na válvula secundária interna.

Abaixando o braço de elevação sem pressão com a função de regeneração (sem energia).

Além de movimento de descida rápido, a função de regeneração também permite a descida do braço de elevação sem energia.
A potência de saída da bomba é então disponível para outras funções tais como estender o braço com rapidez.

Circuito elétrico:
- O interruptor de pressão (59/S74) é aberto pela pressão da carga transmitida pelos cilindros do braço de elevação;
- O interruptor (38/S66.1) é fechado pela pressão de servo controle;
- O relé K66.1 é energizado e ativa ambos os solenóides (35/Y66.1) e (12/Y66.2).

A pressão servo controle:
- Passa via solenóide (35/Y66.1) ao limitador de curso no bloco de controle do braço de elevação;
- Fecha o interruptor de pressão (38/S66.1);
- Ajusta o carretel de controle - braço de elevação em 7,5 mm no máximo (para cima);
- Abre a válvula de corte shut-off (55) do braço de elevação.

A pressão da bomba P1 e P2:
- O excesso do diferencial de pressão entre ST1 e ST2 no bloco de controle (50) passa, via válvula alternadora (53) e solenóide (12/Y66.2) ativado, para a válvula unidirecional controlada no pórtico ST5 do bloco de controle (50). A válvula unidirecional controlada fecha e assegura que nenhuma pressão da bomba, de P1, seja usada para abaixar o braço de elevação;
- A pressão de ambas as bombas é portanto disponível para outras funções.

O circuito de óleo:
- O óleo retornando do lado do pistão dos cilindros do braço de elevação flui através da válvula de corte shut-off (55) aberta e via bloco de controle pórtico B4 para dentro do bloco de controle (50);

  O óleo flui através da válvula unidirecional na válvula secundária (E, Fig. 17) ao pórtico A4 e depois para os cilindros do braço de elevação, lado da haste. A quantidade diferencial de óleo flui para linha do reservatório no bloco de controle (50).

Empurrando com o braço de elevação
- Admissão simples pela bomba 1

O circuito elétrico:
- O interruptor de pressão (59/S74) está sem pressão e fecha;
- O interruptor de pressão (38/S66.1) está fechado devido à pressão do servo controle;
- Relé K66.2 está energizado (K66.1 desenergizado) e desativa ambos os solenóides (35/Y66.1) e (12/66.2).

A pressão de servo controle:
- Passa via solenóide (35/Y66/1) para a válvula "tipo cascata" (70, 71), criando uma pressão de demanda em ambos os reguladores das bombas (3). Ao mesmo tempo, o limitador de curso para o carretel de controle do braço de elevação passa a não ser operacional;
- Abre o interruptor de pressão (36/S10.1);
- Fecha o interruptor de pressão (38/S66.1);
- Ajusta o carretel de controle do braço de elevação em no máximo 11 mm (para cima);
- Abre a válvula de corte shut-off (55) do braço de elevação.

O fluxo das bombas:
- O fluxo de óleo da bomba 1 passa pela válvula unidirecional aberta (pressão aliviada), em ST5 do bloco de controle (50) para o pórtico A4 do bloco de controle (50);
- O óleo dos cilindros do braço de elevação, lado do pistão, pode agora fluir através da válvula de corte shut-off (55) aberta e pórtico B4 para a linha do reservatório no bloco de controle (50).

  O fluxo de óleo da bomba 2 passa pelo carretel de controle para a linha do reservatório ou fica alternativamente disponível para outras funções a serem executadas simultaneamente.

Fechando a caçamba/garra
- Dupla Admissão

Pressão servo controle:
- É aplicada à válvula "tipo cascata" (70, 71), portanto pressão de demanda está presente em ambos os reguladores das bombas (3);
- Abre o interruptor de pressão de carga (36, S10.1);
- Desloca o carretel de controle para cima em 11 mm máximo.

Fluxo de óleo P1 e P2:
- Óleo é forçado a fluir através de ambas as válvulas unidirecionais (válvulas de retenção de pressão) passando pela válvula secundária para o pórtico A3 e seguindo para as válvulas de retenção pilotada (207). Dependendo da posição de comutação das válvulas de retenção pilotada (207), o óleo é admitido ou ao cilindro da caçamba (PS) ou ao cilindro da garra (PS);
- O óleo de retorno deve fluir através das válvulas de retenção pilotada (207) e pórtico B3 do bloco de controle, passando pelo carretel, para o reservatório.

Abrindo a caçamba/garra
- Dupla admissão; pressão de demanda somente na bomba 2

Pressão servo controle:
- É aplicada à válvula "tipo cascata" (70, 71), portanto pressão de demanda somente na bomba 2;
- Interruptor de pressão carga abre (36, S10.1);
- Desloca o carretel de controle para baixo em 11 mm máx.

Fluxo de óleo P1 e P2:
- O óleo é forçado a fluir através de ambas as válvulas unidirecionais, passando pela válvula secundária, para o pórtico B3 e em direção às válvulas de retenção pilotada (207). Dependendo da posição de comutação das válvulas de retenção pilotada (207), o óleo é admitido, ou para o cilindro da caçamba (RS) ou para o cilindro da garra (RS);
- O óleo de retorno deve fluir através das válvulas de retenção pilotada (207) e pórtico A3 do bloco de controle, passando pelo carretel de controle para o reservatório.

Abaixando o braço de penetração
- Dupla admissão

A função de regeneração permite que o braço de penetração seja abaixado rapidamente quando o cilindro do braço estiver suficientemente cheio de óleo, especialmente no caso em que apenas o fluxo de uma das bombas estiver disponível e para abaixar o braço com giro reduzido do motor.

Pressão de servo controle:
- É aplicada à válvula “tipo cascata” (70, 71), portanto haverá pressão de demanda presente em ambos os reguladores das bombas (3);
- Interruptor de pressão de carga abre (36, S10.1);
- Desloca o carretel de controle para baixo em 11 mm aproximadamente.

Fluxo de óleo P1 e P2:
- O óleo é forçado a fluir através de ambas as válvulas unidirecionais, passando pela válvula secundária, para o pórtico A2 do cilindro do braço de penetração (PS) (203);
- O óleo de retorno do cilindro do braço de penetração, lado da haste, flui através do pórtico B2 do bloco de controle, para dentro do pistão de controle oco da função braço. No pistão oco, o óleo fluindo para o cilindro do braço de penetração, lado do pistão e também o fluxo de óleo das bombas, estão pré-pressurizados por uma válvula unidirecional. Este óleo pré-pressurizado preenche o cilindro do braço de penetração, lado do pistão;
- Quando o braço de penetração é abaixado com o fluxo de apenas uma bomba ou com velocidade reduzida do motor, o preenchimento do cilindro do braço de penetração, lado do pistão, é assegurado pela pré-pressurização do óleo.

Estendendo o braço de penetração
- Dupla admissão

Pressão de servo controle:
- É aplicada à válvula “tipo cascata” (70, 71), portanto a pressão de demanda está presente em ambos os reguladores das bombas (3);
- Interruptor de pressão de carga (36, S10.1) abre;
- Desloca o carretel de controle para cima em 11 mm aproximadamente;

Fluxo de óleo de P1 e P2:
- O fluxo de óleo é forçado através de ambas as válvulas unidirecionais, passando pela válvula secundária, para o pórtico B2 e através do cilindro do braço de penetração (RS) (203);
- O óleo de retorno do cilindro do braço de penetração (PS) flui através do pórtico A2 do bloco de controle, passando pelo carretel de controle, para o reservatório.

Conexão paralela cilindro da caçamba

Este tipo de conexão permite movimentação controlada da caçamba com movimentação simultânea do braço de elevação e do braço de penetração.

O fluxo de óleo da bomba P1 passa pela válvula primária (51) para o bloco de controle de 6 vias (50). Ao mesmo tempo, o óleo passa através por uma linha para o carretel de controle do cilindro da caçamba.

Quando se estiver efetuando movimento com o braço de elevação, braço de penetração e caçamba, a taxa de óleo fornecida pela bomba P1, flui principalmente para os cilindros do braço de elevação. Dependendo da resistência ao fluxo e à pressão, o restante irá fluir para o cilindro da caçamba.

O fluxo de óleo da bomba P2 assegura a função do cilindro do braço de penetração.

Quando o cilindro da caçamba é desligado novamente, todo o óleo da bomba P1 é direcionada para os cilindros do braço de elevação.

Sistema hidráulico de translação

Avanço/marcha a ré (lado direito)
- Admissão simples da bomba 1

Pressão de servo controle:
- É aplicada à válvula “tipo cascata” (70, 71), portando a pressão de demanda está presente no regulador (1) da bomba;
- Interruptor de pressão de carga (36, S10.1) é aberto;
- Desloca o carretel de controle em 11 mm máx.

Fluxo de óleo P1 e P2:
- O fluxo de óleo da bomba 2 passa pelo carretel de controle para o reservatório;
- O óleo da bomba 1 é forçada a fluir através um válvula unidirecional, passando pela válvula de preenchimento correspondente, para o pórtico A6/B6 e através do rotor (75) do motor de translação (101) na estrutura inferior;
- O óleo de retorno flui através da válvula do freio de translação (101), rotor (75) e através do carretel de controle para o pórtico A6/B6 do bloco de controle para dentro do canal do reservatório.

Avanço/marcha a ré (lado esquerdo)
- Admissão simples da bomba 2

Pressão de servo controle:
- É aplicada à válvula “tipo cascata” (70, 71), portanto a pressão de demanda está presente no regulador (2) da bomba;
- O interruptor de pressão de carga (36, S10.1) é aberto;
- Desloca o carretel de controle em 11 mm máx.

Fluxo de óleo P1 e P2:
- O óleo da bomba 1 passa pelo carretel de controle para o reservatório;
- O óleo da bomba 2 é forçado a fluir através de uma válvula unidirecional, pela válvula de preenchimento correspondente, para o pórtico A5/B5 e através do rotor (75) do motor de translação (101) na estrutura inferior;
- O fluxo do óleo de retorno passa através da válvula do freio de translação (101), rotor (75) e através do pórtico A5/B5 do bloco de controle, para o reservatório.

Se a translação acarreta pressões diferentes nas bombas, a pressão mais elevada das duas desliga a translação paralela. A pressão fecha a válvula unidirecional controlada, no pórtico ST3 do bloco (50) via válvula reversora (53) e válvula comutadora (11).

Translação paralela

Esta função é ativada sempre que uma movimentação de cilindro for adicionalmente ativada como uma terceira função durante a translação (exceto abaixar o braço de elevação).

A pressão de servo controle da terceira função abre a válvula comutadora (72) e a pressão do pedal de translação esquerdo aciona a válvula comutadora (11). A válvula unidirecional controlada no pórtico ST3 do bloco de controle (50) tem a pressão aliviada e abre.

O fluxo de óleo da bomba 1 é dividido em dois fluxos paralelos. Uma parte do óleo continua a fluir para o motor de translação da esteira da direita, enquanto que a segunda parte do óleo irá fluir, via válvula unidirecional controlada (válvula ST3 no bloco de controle), para o carretel de controle de translação esquerda, conseqüentemente para o motor de translação do lado esquerdo.

Caso a resistência do solo de um lado seja diferente da do outro, translação em linha reta não é assegurada, pois o óleo vai pelo caminho de menor resistência.

A bomba 2 fornece óleo para o cilindro da terceira função.

Hidráulico adicional

- Admissão simples da bomba 2

Pressão de servo controle:

- É aplicada à válvula “tipo cascata”(70, 71) via válvula reversora (221), portanto a pressão de demanda está presente em ambos os reguladores das bombas (3);
- O interruptor de pressão (36, S10.1) é aberto;
- Desloca o carretel de controle em 9 mm máx.

Fluxo de óleo de P1 e P2

- O fluxo de óleo da bomba 1 passa pelo carretel de controle para a linha do reservatório;
- O fluxo de óleo da bomba 2 é forçado através da válvula unidirecional e passa pela válvula secundária correspondente, para o pórtico A1/B1 e em seguida para um equipamento opcional;
- O fluxo de retorno do óleo passa através do pórtico A1/B1 do bloco de controle para a linha do reservatório.

Sistema de giro

O circuito de giro é um circuito fechado, consistindo essencialmente de uma bomba de giro (4) e um motor hidráulico de giro (15). Para assegurar que o circuito fechado esteja preenchido com óleo, um circuito auxiliar de alimentação é necessário.

A bomba auxiliar ou bomba de alimentação integrada à bomba de giro, bombeia óleo através do filtro (9) para a válvula de alívio de pressão de alimentação. A pressão de alimentação é disponível ao circuito fechado de giro para fins de preenchimento através de duas válvulas unidirecionais de admissão.

A pressão alta de giro é limitada nos dois lados por uma válvula de corte de pressão.

O circuito fechado é protegido de turbulências e picos de pressão por válvulas de segurança de alta pressão.

A bomba de giro é uma bomba de pistão axial tipo prato-guia. Se o prato-guia está em ângulo reto com o eixo propulsor (posição zero), os pistões axiais tem curso zero. Ajuste contínuo do prato-guia ajusta o curso dos pistões axiais e conseqüentemente da saída.
Em adição, uma reversão na direção de bombeamento possibilita o giro no sentido horário ou anti-horário.

A bomba de giro (4) é equipada com um anel de giro, diretamente controlado, com corte de pressão (DWD). A estrutura superior pode ser acelerada ou desacelerada com perda mínima e torque ajustável.

A potência obtida do motor Diesel está sempre de acordo com os requisitos de torque do motor hidráulico de giro (15) durante aceleração e frenagem.

Máquinas equipadas com controle de bomba de giro DWD possuem um ajuste de potência variável e rápido para o sistema de giro, função modo giro.
A função modo giro oferece uma escolha entre alta potência de levantamento com pequenos ângulos de giro ou ângulos grandes de giro e menor potência de levantamento.
A função modo de giro influencia a velocidade de giro e não o momento de giro, isto é, giro em aclives não é prejudicado.
A função modo giro só é possível para giro com levantamento simultâneo do braço de elevação.

Modo giro ativado (LED aceso):

Durante o levantamento do braço de elevação e giro, a válvula solenóide da válvula do modo giro (8) é ativada pela pressão de servo do giro sendo reduzida para a pressão modo giro.
O prato-guia é deslocado para um ângulo menor e o consumo de potência da bomba de giro limitado, de modo que haja mais potência disponível para o levantamento do braço de elevação.

Modo giro desativado (LED apagado):

A válvula solenóide da válvula do modo giro (8) permanece desativada e a pressão servo controlada de giro não é reduzida, de modo que a bomba de giro possa fornecer potência máxima com menos potência disponível para a função levantar o braço de elevação.

Posição neutra:

Quando a válvula servo (31) está na posição neutra, as linhas servo controladas nºs 115/215 e 116/216 estão sem pressão.
O cilindro de ajuste do prato-guia está também sem pressão e é mantido na posição neutra pela força das molas.

Giro em sentido anti-horario:

Quando a válvula de servo controle (31) é comutada para a esquerda, pressão servo controlada é aplicada, através da mangueira nº 115, à válvula “tipo cascata” (70, 71) e através da mangueira nº 215 à unidade de controle da bomba de giro (4), pórtico Y1.
A pressão de controle flui através do bico de entrada da unidade servo via uma válvula de controle direcional, até as duas válvulas de frenagem e as fecha. A pressão também é aplicada ao ponto de corte de pressão e via pórtico Y3 à válvula do modo giro (8). Ao mesmo tempo, a pressão de controle abre a válvula servo e tem acesso direto à câmara de controle do cilindro de ajuste.

O prato-guia é movido de sua posição zero, os pistões axiais executam um curso e a bomba de giro bombeia um fluxo de óleo para o motor de giro (15). O aumento da pressão depende da resistência encontrada, isto é, do torque do motor hidráulico de giro (15).

A pressão de corte limita o torque e portanto a aceleração da estrutura superior. Enquanto a pressão de corte estiver aberta, a pressão de controle para dentro da carcaça da bomba é reduzida e o prato-guia movido para sua posição zero. O fornecimento na saída é então equivalente às perdas por vazamento somente e o torque no motor hidráulico é mantido.

A alta pressão de giro gera forças de restauração contra o prato-guia, que é movido pela pressão de controle. Como resultado, a bomba de giro bombeia a quantidade de óleo que o motor hidráulico de giro pode absorver para transformar em giro.

A pressão máxima que ocorre durante o inicio do giro, cai de novo uma vez que a inércia da estrutura superior tenha sido vencida e o corte de pressão fechado novamente. Adicionalmente, as forças de restauração da caixa de engrenagens de giro são reduzidas e o prato-guia é ajustado para um ângulo maior e o pistão axial para um curso mais longo. O fornecimento da bomba de giro aumenta enquanto que a pressão alta é reduzida. Ao fim da aceleração a bomba terá alcançado seu fornecimento máximo.

A função modo giro tem influência sobre o fornecimento máximo e portanto sobre a velocidade de giro da estrutura superior.

Durante o giro, a pressão alta mantém a válvula unidirecional fechada para admissão, enquanto que a bomba de alimentação bombeia óleo no lado de baixa pressão, compensando os vazamentos.

Giro no sentido horário:

O giro no sentido horário é feito de maneira análoga à do sentido anti-horário.

Freando a estrutura superior:

A estrutura superior é freada movendo a servo válvula (31) para a posição zero. A pressão de controle na servo unidade é reduzida. A válvula de controle é fechada pela força das molas e a pressão é aliviada em ambas as válvulas de freio ativando uma válvula de freio. A pressão de controle a partir da câmara de controle do cilindro de ajustagem, flui via válvula de freio ativado para dentro da carcaça da bomba. A velocidade com que a pressão de controle é reduzida é determinada pela ação de frenagem.

Verificação e ajuste das pressões

Instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Observe sempre as regras de segurança e prevenção de acidentes

A verificação e ajuste de pressão deve ser efetuado somente por pessoal especialmente treinado e autorizado, com comprovado conhecimento técnico.

A pressão de abertura das válvulas de alívio de pressão não deve ser alterada.

Todas as pessoas envolvidas na liberação, operação, inspeção e manutenção da escavadeira hidráulica devem ter lido e entendido as instruções de operação, particularmente o capitulo "SEGURANÇA", antes de iniciar qualquer tarefa.

Conversões e modificações não autorizadas da escavadeira hidráulica são proibidas por motivos de segurança.

Antes de iniciar qualquer trabalho de manutenção ou inspeção, imobilize a máquina e equipamentos contra partida inadvertida ou não autorizada e abaixe todos os equipamentos ao solo.

Ferramentas, guindastes, alças, plataformas de trabalho e outros dispositivos devem ser confiáveis e estar em bom estado.

Linhas dos sistemas onde o trabalho será efetuado devem ser previamente despressurizados.

Dispositivos de proteção nas parte móveis da máquina podem ser removidos ou abertos somente quando a unidade propulsora estiver parada e assegurada contra partida inadvertida. Antes da liberação, todos os dispositivos de proteção devem ser fechados ou reinstalados.

⚠ ADVERTÊNCIA

Os cilindros hidráulicos devem ser acionados até suas posições limite antes da verificação das pressões, para assegurar que o equipamento não vai se deslocar quando pressão for aplicada.

O operador da escavadeira deve operar as funções relevantes suavemente (aplicação gradual da pressão) e depois mover a alavanca/pedal até sua posição limite.

Todos os pontos de teste de pressão na escavadeira têm medida mínima dos pórticos. Manômetros utilizados para a verificação devem portanto ter bicos compatíveis.

Conecte sempre a mangueira de teste, primeiro no manômetro e depois no ponto de teste do sistema hidráulico, para evitar vazamentos perigosos de óleo sob pressão.

As molas das válvulas de alívio de pressão nunca devem ser apertadas até o limite para "bloquear". As espiras da mola podem travar e impossibilitar a abertura da válvula.

Portanto, antes do ajuste inicial da válvula (primária e secundária), afrouxe os insertos das válvulas aproximadamente 1 volta:

Gire no sentido anti-horário (afrouxar)= ajuste para pressão mais baixa.

Gire no sentido horário (apertar) = ajuste para pressão mais alta.

Para ajustar a válvula de alívio de pressão, afrouxe a contra porca no inserto da válvula, prenda na posição de pressão de abertura usando um parafuso de trava, depois aperte a contra porca novamente.

Geral

A verificação de pressão deve ser efetuada com sensores de pressão calibrados, em conjunto com o equipamento de teste EDS ou com manômetros calibrados conectados aos respectivos pontos de verificação.

As duas bombas principais são designadas P1 e P2 (Fig. 1).

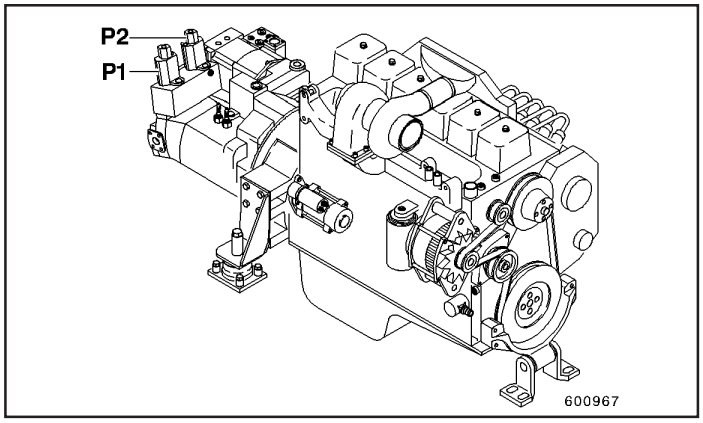


Fig.1

Ao ajustar as válvulas de alívio de pressão, a temperatura do óleo hidráulico deve estar a pelo menos 50° C.

Ajuste de pressão

Descrição	Pressão (bar)
Pressão servo controle	45
Pressão primária para as bombas com/sem a função aumento de potência	350/370
Pressão secundária para: - cilindro do braço de elevação - cilindro do braço de penetração - cilindro da caçamba - motor de translação - válvula de trava do braço de elevação	 390 400
Inicio da regulagem do motor de translação	290
Pressão de alimentação para a bomba de giro	20
Pressão de corte para a bomba de giro	390
Válvula de segurança da bomba de giro	420
Pressão de controle do modo giro	15

Teste PCS
(Fig. 1)

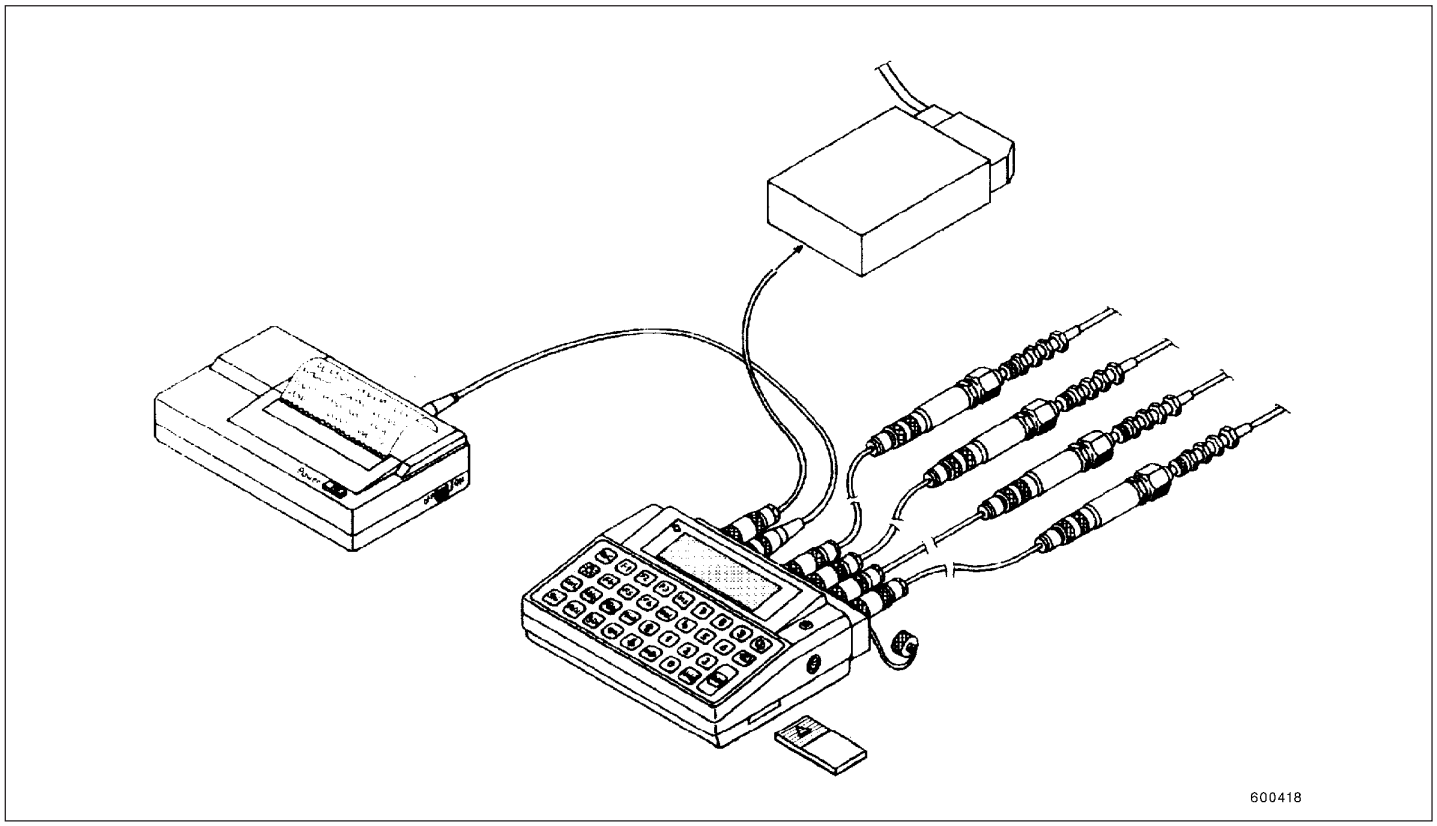


Fig.20

Valise grande de couro com equipamento de teste
Valise grande de couro com equipamento de teste 220V/AC: 73175279
Valise grande de couro com equipamento de teste 110V/AC: 73181881

Partes Individuais

PCS - aparelho de teste com valise de couro	73175280	Sensor de pressão 600 bar	2 x 73175283
Cartão SRAM, multi-idioma	73170155	Sensor de pressão 90 bar	2 x 73175282
Cabo - Equipamento de teste PCS	73175281	Cabo - sensores	4 x 73175284
Fonte - Equipamento de teste PCS	73180157	Mangueira para manômetro	4 x 73175289
Impressora	73177879	Conector para manômetro	4 x 73175287
Fonte para impressora 220V/AC	73180160	Acoplamentos	4 x 73175288
Fonte para impressora 110V/AC	73181880	Cabo adaptador para programação EDS	73177379
Bateria para impressora	73180161	Adaptador para fonte	73181879
Papel para impressora, rolo extra	73175286	Valise - grande	73175291
Cabo - impressora	73175285	Valise - pequena (para aparelho de teste somente)	73176679
Cabo adaptador - impressora	73177880	Valise - grande	73176680

Manômetro

Finalidade:

Medição da pressão hidráulica, não é necessário se o PCS for disponível.

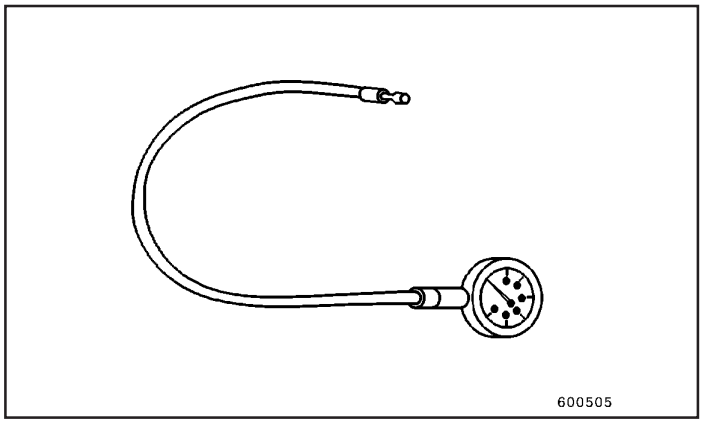


Fig.2

Peças Nº:

Manômetro, 0 - 60 bar	73176711
Manômetro, 0 - 400 bar	73176712
Manômetro, 0 - 600 bar	73176713
Mangueira, 2000 mm	73176714
Adaptador p/ mangueira	73176715

Dispositivo para medir curso (Fig. 3)

Finalidade:

Medição do curso do carretel de controle, por exemplo, no bloco de controle de 6 vias.

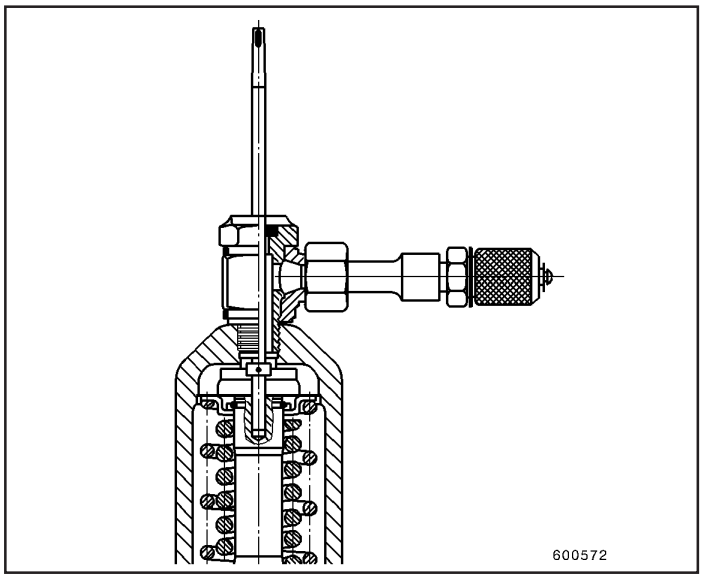


Fig.3

Peça Nº: 73176716

Pressão de servo controle

- Conecte um sensor de pressão (90 bar) na medida mínima dos pórticos (seta, Fig. 1)
- Velocidade do motor = marcha lenta
- Valor nominal = 45 bar, corrigir com válvula (1)

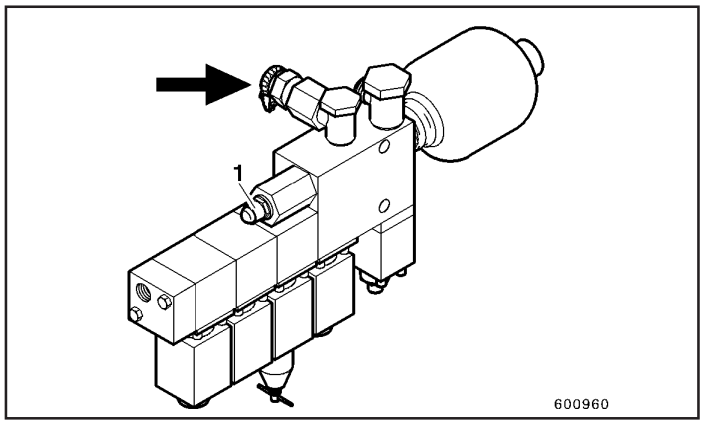


Fig.1

Hidráulico de trabalho com a função de aumento de potência

Para verificar as válvulas secundárias, estabeleça estágios de abertura de pressão (corte) nas duas válvulas primárias (2, Fig. 2) como segue:

Ajustando a válvula primária

- Desligue o motor.
- Conecte sensores de 600 bar nas medidas mínimas dos pórticos (setas) das duas válvulas primárias.
- Para verificar a pressão das válvulas secundárias ajuste a pressão dos estágios de abertura de pressão (corte) das duas válvulas primárias (2, Fig. 2) como segue:
  - Desatarraxe as mangueiras dos dois estágios de abertura de pressão (corte) e coloque bujões de vedação;
  - Desatarraxe a porca trava (2.2) e aperte o parafuso de trava (2.1) até o batente limitador;
  - Aperte a porca de trava (2.2), segurando contra o parafuso de trava (2.1);
  - Afrouxe a porca de trava (2.3) e aperte o parafuso de trava 1/2 volta.
- Ligue o motor e o faça funcionar a média velocidade.

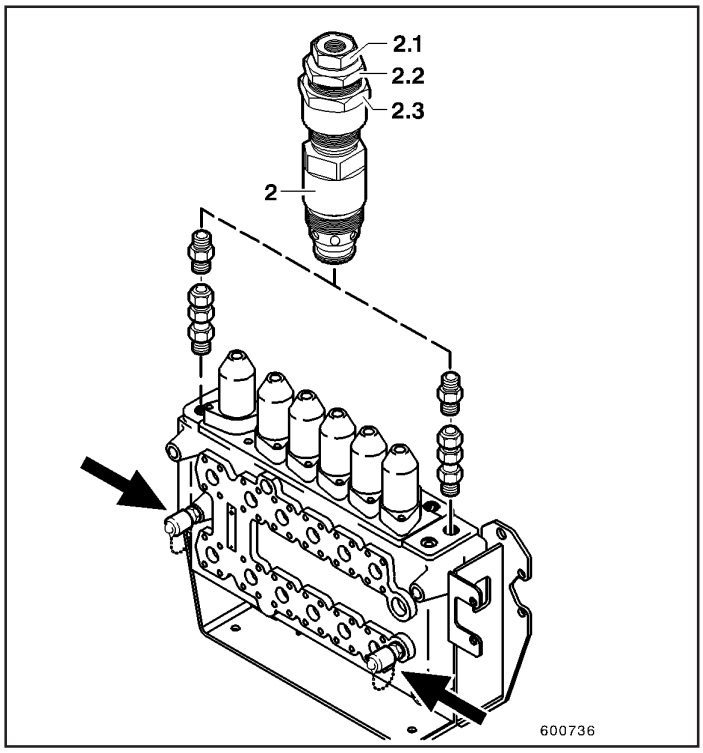


Fig.2

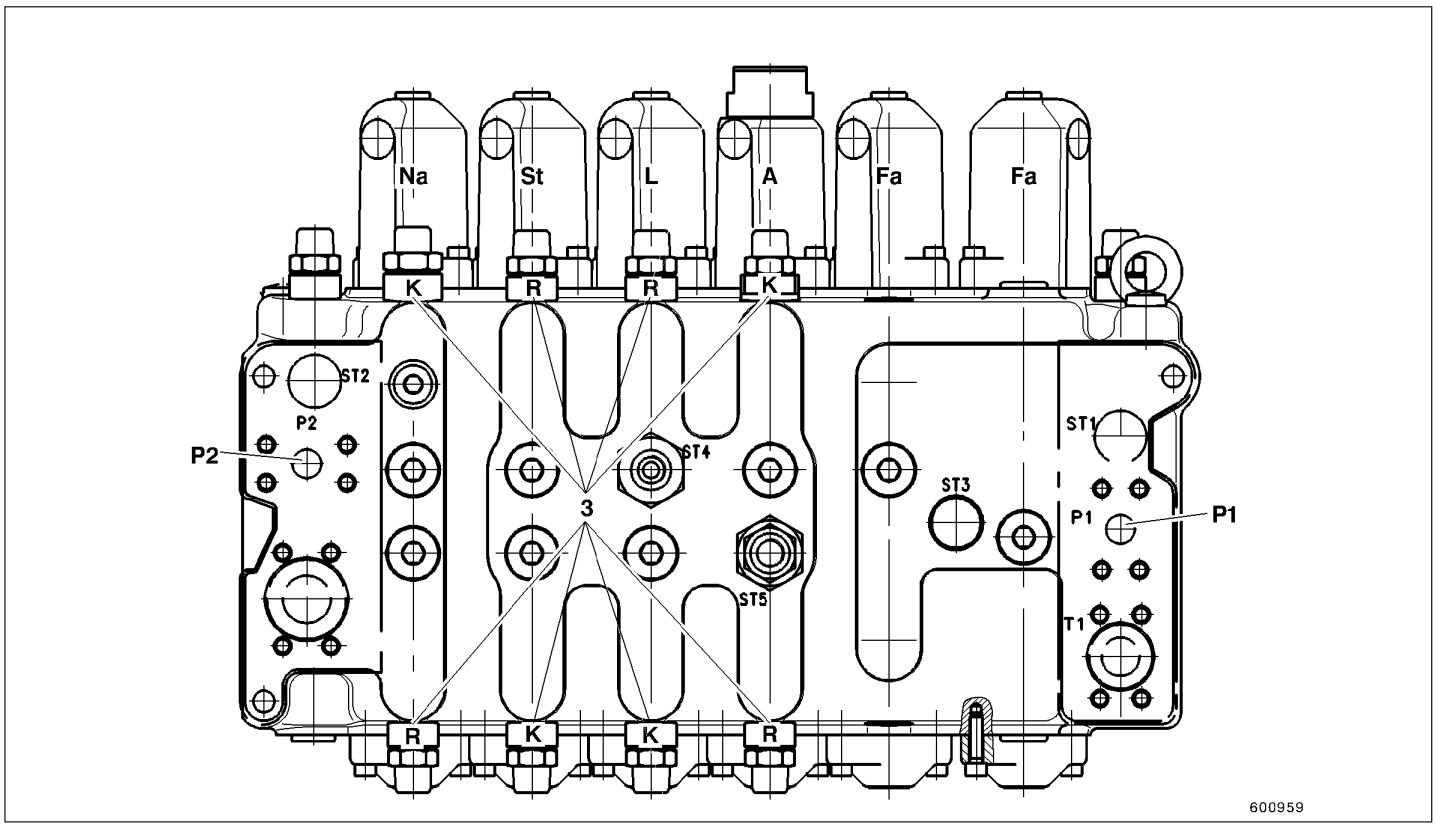


Fig.3

Válvulas secundárias para os cilindros

- Acionar todos os cilindros, sucessivamente, até os batentes limitadores e verificar a pressão secundária; corrigir se necessário.
- Valor de ajustagem das válvulas secundárias é 390 bar.

Atenção:

A função abaixar o braço de elevação é ativada individualmente pela bomba P1.

Legenda**:**

Na - Carretel de controle - hidráulico auxiliar
St - Carretel de controle - cilindro do braço de penetração
L - Carretel de controle - cilindro da caçamba
A - Carretel de controle - cilindro do braço de elevação
Fa - Carretel de controle - translação
K - Lado do pistão (abrir cilindro)
R - Lado da haste (fechar cilindro)

Nota para verificação da válvula "Abaixar o braço de elevação":

Para evitar uma inclinação da máquina quando estiver verificando as válvulas secundárias, a válvula de corte do braço de elevação (55) pode ser desativada desconectando-se a linha de servo controle.

Válvula secundária na válvula de corte (shut-off) do braço de elevação

- Gire (aperte) o parafuso de ajuste da válvula secundária, atrás do carretel de controle do cilindro do braço de elevação, lado do pistão, em 1/2 volta. Após a verificação, retorne-o para fora, de volta à posição inicial e prenda com uma porca de trava.
- Abra os cilindros do braço de elevação até o batente limitador, verifique a pressão secundária e corrija se necessário.
- O valor nominal para a válvula secundária (55(1), Fig. 4) é 400 bar.

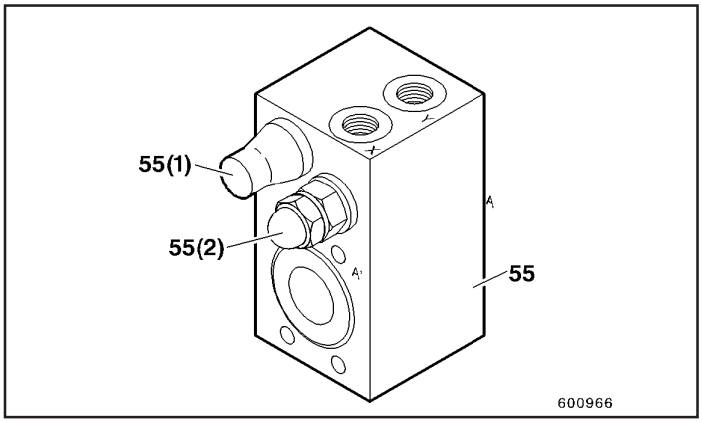


Fig.4

Válvulas secundárias para motores de translação

- Desatarraxe as linhas de controle dos freios das esteiras e feche.
- Mova o motor de translação para frente e para trás contra os freios bloqueados e verifique as válvulas secundárias (4, Fig. 5) à 390 bar. Reajustar se necessário.
- Reconecte as linhas de controle dos freios às esteiras.

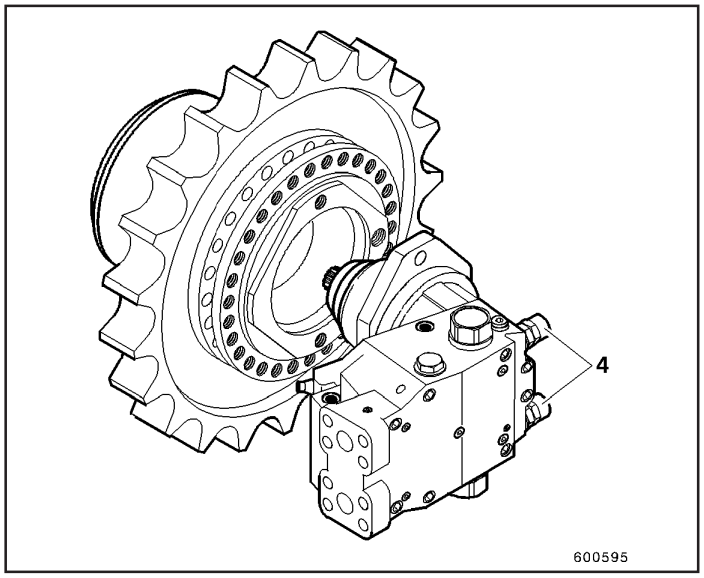


Fig.5

Estabelecendo/ajustando válvulas secundárias

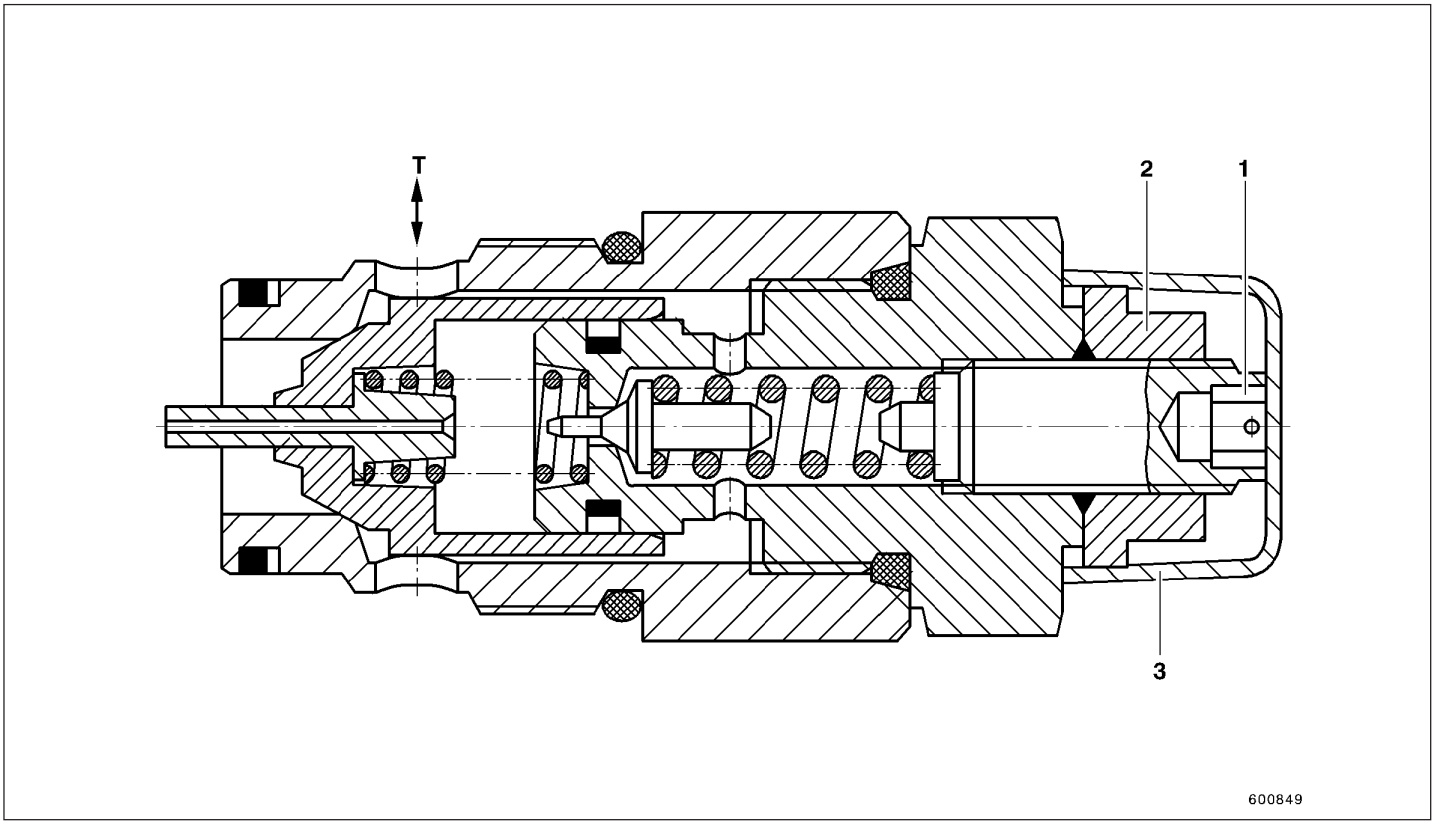


Fig.6

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Observe rigorosamente as instruções de estabelecer/ajustar; este é o único meio de assegurar um ajuste correto.***

- Remover a tampa (3, Fig. 6).
- Desatarraxar a porca-trava (2), segurando-a contra o parafuso de trava (1) com uma chave Allen.
- Ajustar lentamente o parafuso de trava (1).

  Atenção: 1 volta = 290 bar
- Reapertar a porca-trava (2) com um torque de 20 N.m.

  Segure-a contra o parafuso de trava (1) enquanto estiver reapertando.
- Coloque a tampa de volta.

Estabelecimento/ajuste das válvulas primárias

(desajustadas para verificação do ajuste de pressão secundário).

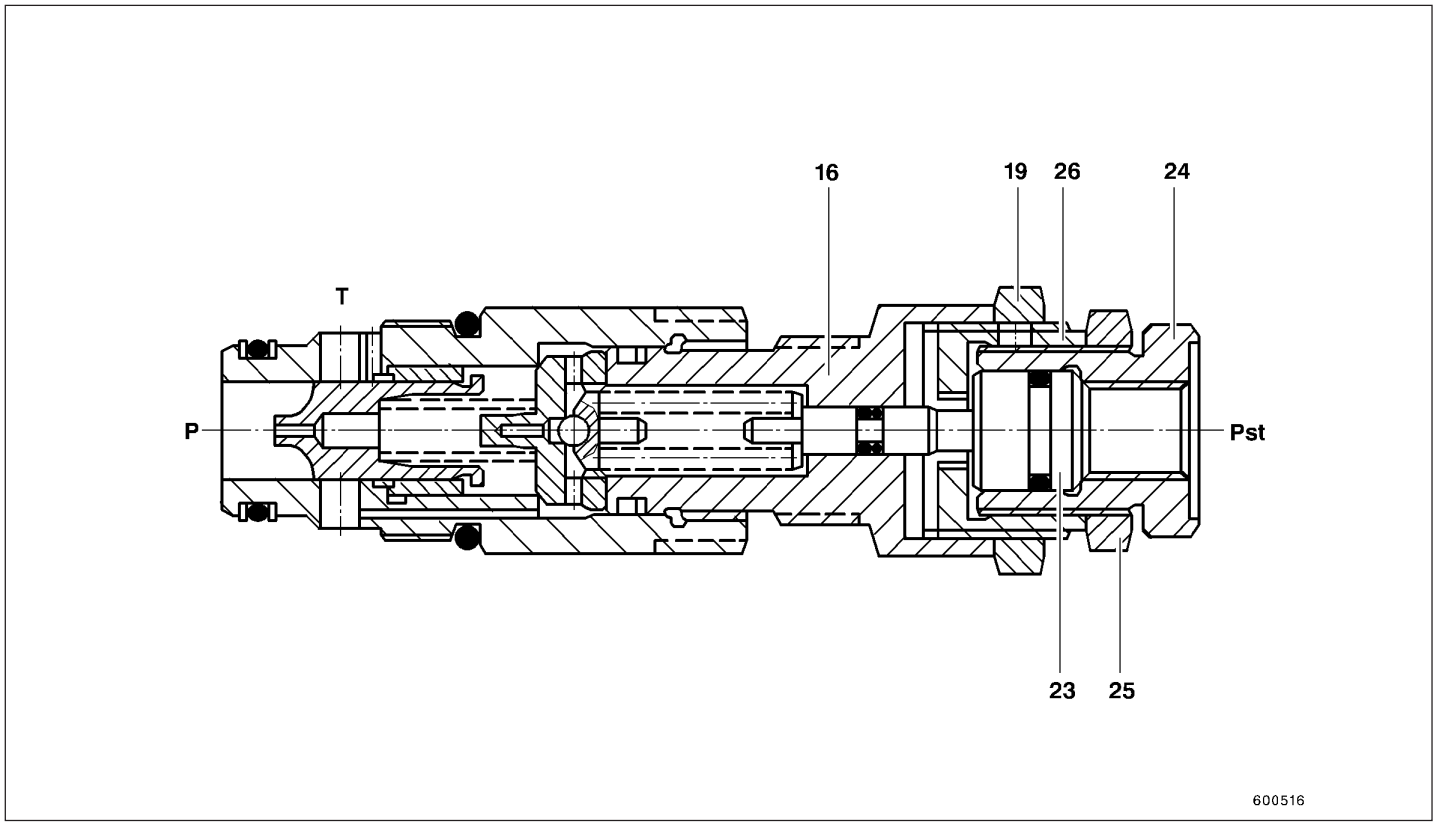


Fig.7

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Observe rigorosamente as instruções de estabelecer/ajustar; este é o único meio de assegurar um ajuste correto.***

Ajustes básicos

- Desatarraxe a porca-trava (19, Fig. 7)
- Gire o fuso de ajuste (26) totalmente para fora.
- Bloqueie o pistão comutador (23) girando o parafuso de trava para dentro.
- Aperte a porca-trava (25), segurando contra o parafuso de trava (24).
- Atarraxe o fuso de ajuste (26) de volta na carcaça (16).

Estágio de pressão 2 (370 bar)

- Estabeleça a pressão do estágio de pressão 2 com o fuso de ajuste (26).
- Aperte a porca-trava (19) novamente, segurando-a contra o parafuso de trava (24).

Estagio de pressão 1 (350 bar)

- Desatarraxe a porca (25).
- Estabeleça a pressão do estágio 1 girando o parafuso de trava (24) no sentido anti-horário.
- Aperte a porca-trava (25) novamente, segurando-a contra o parafuso de trava (24).
- Conecte as mangueiras aos estágios de corte da pressão novamente, segurando contra o parafuso de trava (24).

Medição de pressão e curso do carretel de controle

Se alguns valores de pressão secundária não puderem ser atingidos depois de várias tentativas para corrigí-los, a pressão e o curso nos carretéis de controle correspondentes devem ser verificados. Os carretéis de controle têm furos roscados nos dois lados, onde o dispositivo de medição pode ser conectado.

Exceção: o lado com a cápsula superior de servo controle da função braço de elevação.

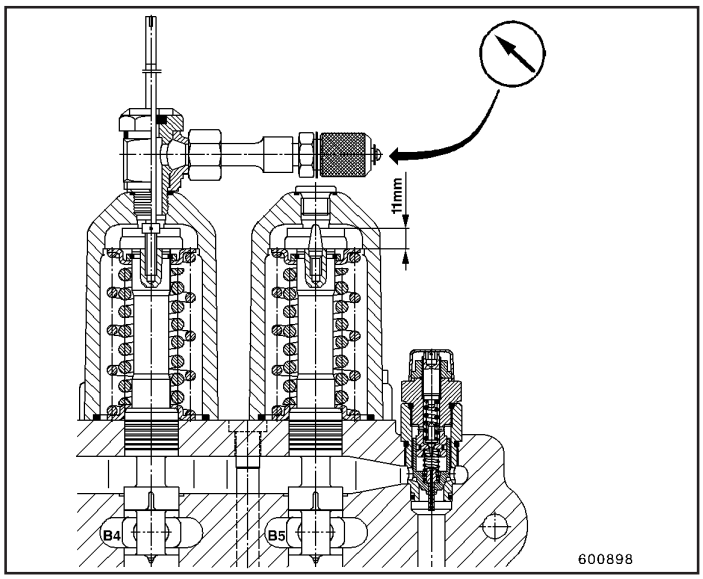


Fig.8

Equipamento de medir curso (Fig. 8) P/N : 73176716

Curso de controle máximo para**:**

-	Translação direita	± 11,0 mm
-	Translação esquerda	± 11,0 mm
-	Braço de penetração	± 11,0 mm
-	Caçamba/Garra	± 11,0 mm
-	Levantar o braço de elevação	11,0 mm
-	Abaixar o braço de elevação sem pressão	7,5 mm
-	Empurrar o braço de elevação	11,0 mm
-	Hidráulico adicional	± 9,0 mm

Controle da bomba através dos sinais de demanda proporcional

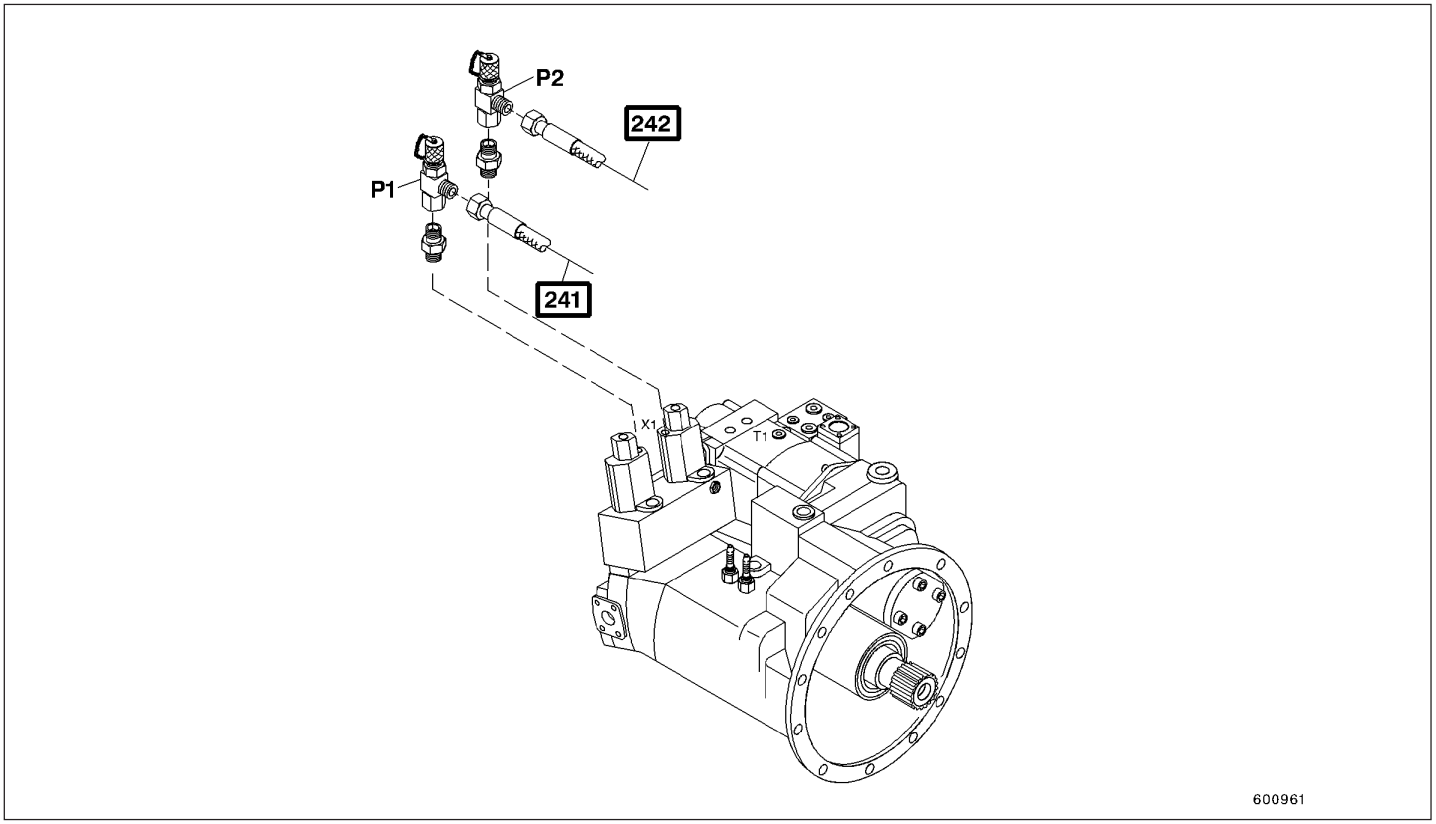


Fig.1

Isto é necessário em casos onde haja potência insuficiente em uma ou ambas as bombas.

- Conecte um manômetro de 60 bar aos pórticos de medição nas linhas de controle de demanda proporcional nº 241 (Fig. 1) e nº 242.
- Ative totalmente as funções e na seqüência mostrada na tabela ao lado e compare os sinais de demanda com os da tabela, efetuando as funções de translação com as esteiras levantadas.

Função	Pressão de demanda na bomba
Giro direito/esquerdo	1
Translação direita avanço/ marcha a ré	1
Translação esquerda avanço/ marcha a ré	2
Hidráulico adicional (opcional)	1 + 2
Levantar o braço de elevação	1 + 2
Abaixar o braço de elevação sem pressão	nenhuma
Empurar o braço de elevação	1 + 2
Braço levantando/descendo	1 + 2
Enchendo caçamba	1 + 2
Esvaziando caçamba	2

Sistema de giro

Testes de pressão do sistema de giro só devem ser efetuados quando a estrutura superior estiver com os freios acionados.

As válvulas de alívio de pressão e pórticos de medição para o circuito fechado de propulsão de giro estão localizados junto à bomba de giro (seta, Fig. 1) e junto da válvula do modo giro, localizada sob a bomba.

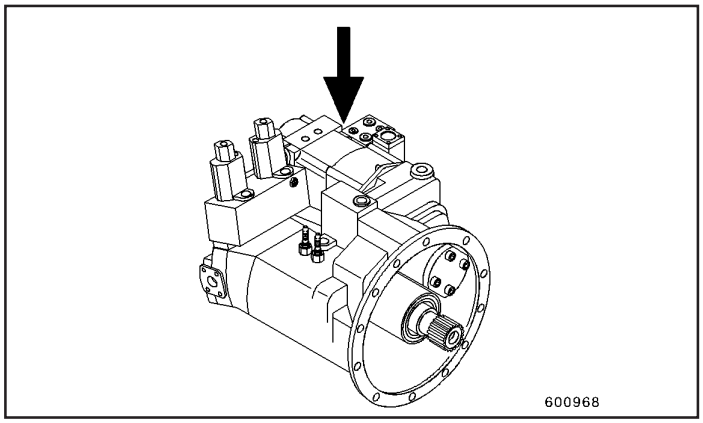


Fig.1

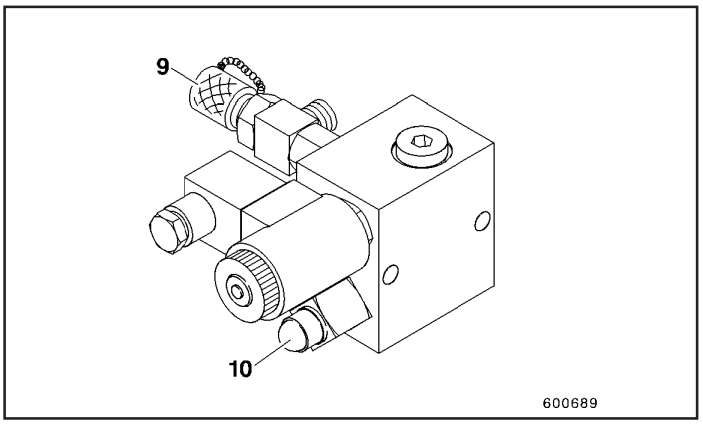


Fig.2

Nota:
A Fig. 3 não corresponde à posição de instalação da bomba.

Localização dos pórticos de medição e parafusos de ajuste (Fig. 2 - 3).

Nº	Função
1	Válvula limitadora de pressão para a pressão de alimentação - fixa, sem ajustes
2	Válvula de corte de pressão
3	Comutação
MA	Pórtico de medição da pressão de alimentação e pressão alta máxima de giro
MB	Pórtico de medição da pressão de alimentação e pressão alta máxima de giro
6	Parafuso de ajuste para o ponto mecânico zero da bomba de giro
7 + 8	Válvulas de segurança para giro no sentido horário e anti-horário
9	Pórtico de medição da pressão do modo giro, Fig. 2
10	Parafuso de ajuste da pressão do modo giro, Fig.2
11	Válvula de freio
12	Válvula reguladora com lacre de chumbo
13	Conexão do modo giro Y3
G	Ponto de medição da pressão de alimentação

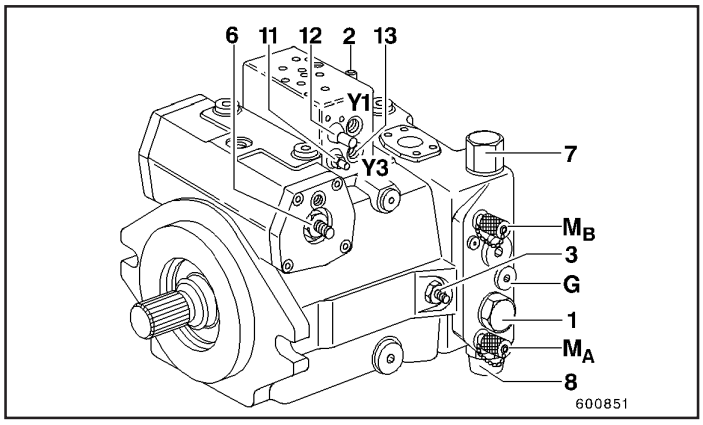


Fig.3

Pressão de alimentação e ponto zero

- Primeiro conecte um manômetro de 600 bar, depois um de 60 bar nos dois pórticos de medição de alta pressão (MA e MB, Fig.3) e verifique a pressão de alimentação de 20 bar com o motor funcionando.
- Correção de pressões não uniformes:

  Gire o parafuso de trava até o ponto de zero mecânico (6, fig. 3), até que ambas as pressões sejam iguais.
- Correção de pressão de alimentação incorreta:

  Desative a válvula de pressão de alimentação sem ajuste, com espaçadores.
- Substitua novamente os manômetros de 60 bar por manômetros de 600 bar.

Potência de giro (modo giro)

- Conecte o manômetro de 60 bar ao pórtico de medição da pressão de controle (9).
- Gire o parafuso de trava de corte de pressão (2) para dentro, 2 voltas.
- Coloque a chave do modo giro na posição de potência normal de giro - LED aceso.
- Levante o braço de elevação e acione a potência total de giro.

⚠ *CUIDADO*

Tempo máximo de verificação: 5 segundos.
Risco de superaquecimento.

- Verifique a pressão de controle no pórtico de medição (9); se necessário, ajuste para 15 bar a válvula de alívio de pressão (10) na válvula do modo giro.
- Ajuste a pressão de corte (2).

Alta pressão de giro e válvulas de segurança

- Ative o giro (sentido horário e sentido anti-horário) e verifique a pressão de corte (2) de 390 bar; ajuste se necessário.
- Verifique a pressão de abertura das válvulas de segurança (7 e 8, Fig. 3) de 420 bar, girando a válvula de corte (2) para fora. Para fixar, veja válvula de segurança.

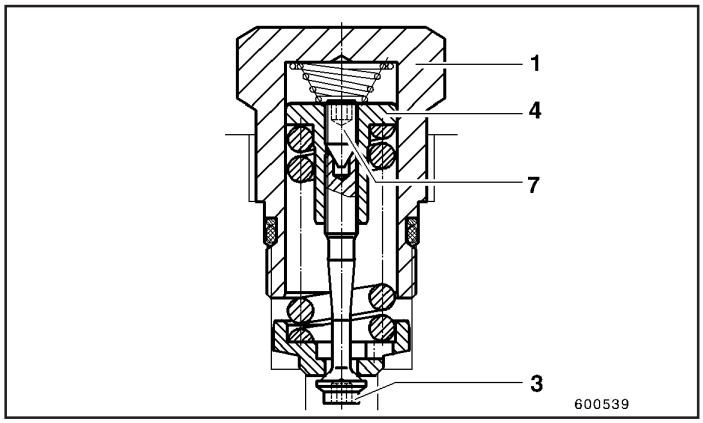


Fig.4

⚠ *CUIDADO*

Tempo máximo de verificação: 5 segundos.
Risco de superaquecimento.

- Ajuste a pressão de corte (2) de volta para 390 bar.

Válvula de segurança

Para alteração de pressão, a válvula de segurança precisa ser removida.

Figura 4:

1. Carcaça; torque de aperto = 90 N.m.
3. Fuso para mudar o ajuste de pressão; 1 volta do fuso = 44 bar; a alteração dos valores ajustados somente possível após ter afrouxado o parafuso de trava (7).
4. Disco da válvula; o valor da pressão diferencial ajustada está estampado no disco da válvula, 400 bar.
7. Parafuso trava.

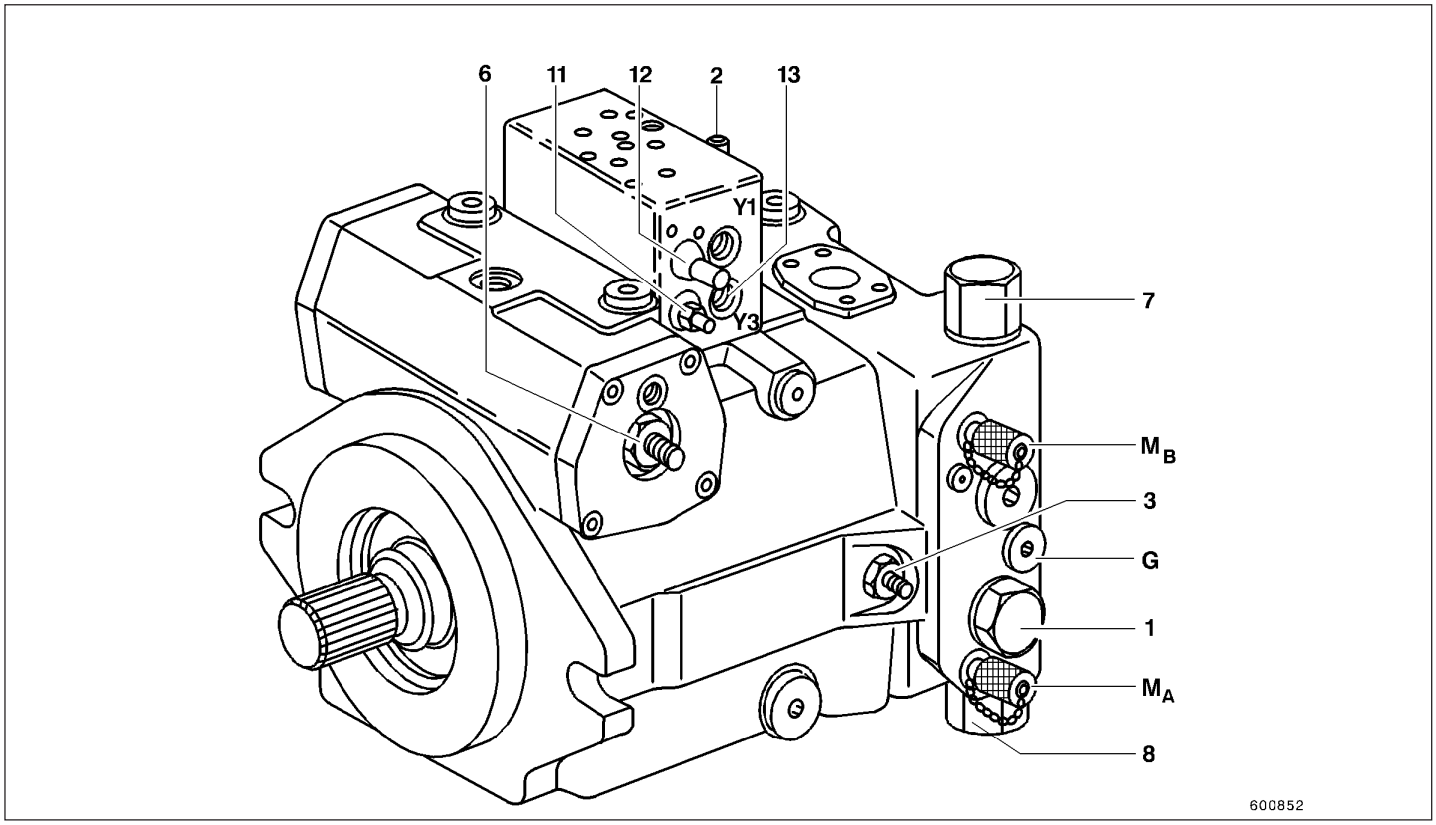


Fig.5

Componentes da bomba de giro (Fig. 5):

Nº	Componente
1	Válvula de pressão de alimentação
2	Corte de pressão
3	Comutação
MB	Conexão de medição da pressão de alimentação e pressão máxima de giro
MA	Conexão de medição da pressão de alimentação e pressão máxima de giro
6	Ajuste da posição “zero mecânico”
7	Válvula secundária (válvula de emergência para a função giro)
8	Válvula secundária (válvula de emergência para a função giro)
11	Válvula do freio
12	Ajuste do regulador incluindo lacre de chumbo
13	Conexão do modo giro
G	Servo pressão

Ajuste do torque de frenagem

A ação de frenagem pode ser influenciada continuamente através de um parafuso de trava (11).

Parafuso de trava afrouxado = mais frenagem.

Frenagem máxima é atingida quando a folga entre o parafuso de trava e a porca-trava é de 11 mm.

Parafuso de trava apertado = frenagem mais suave.

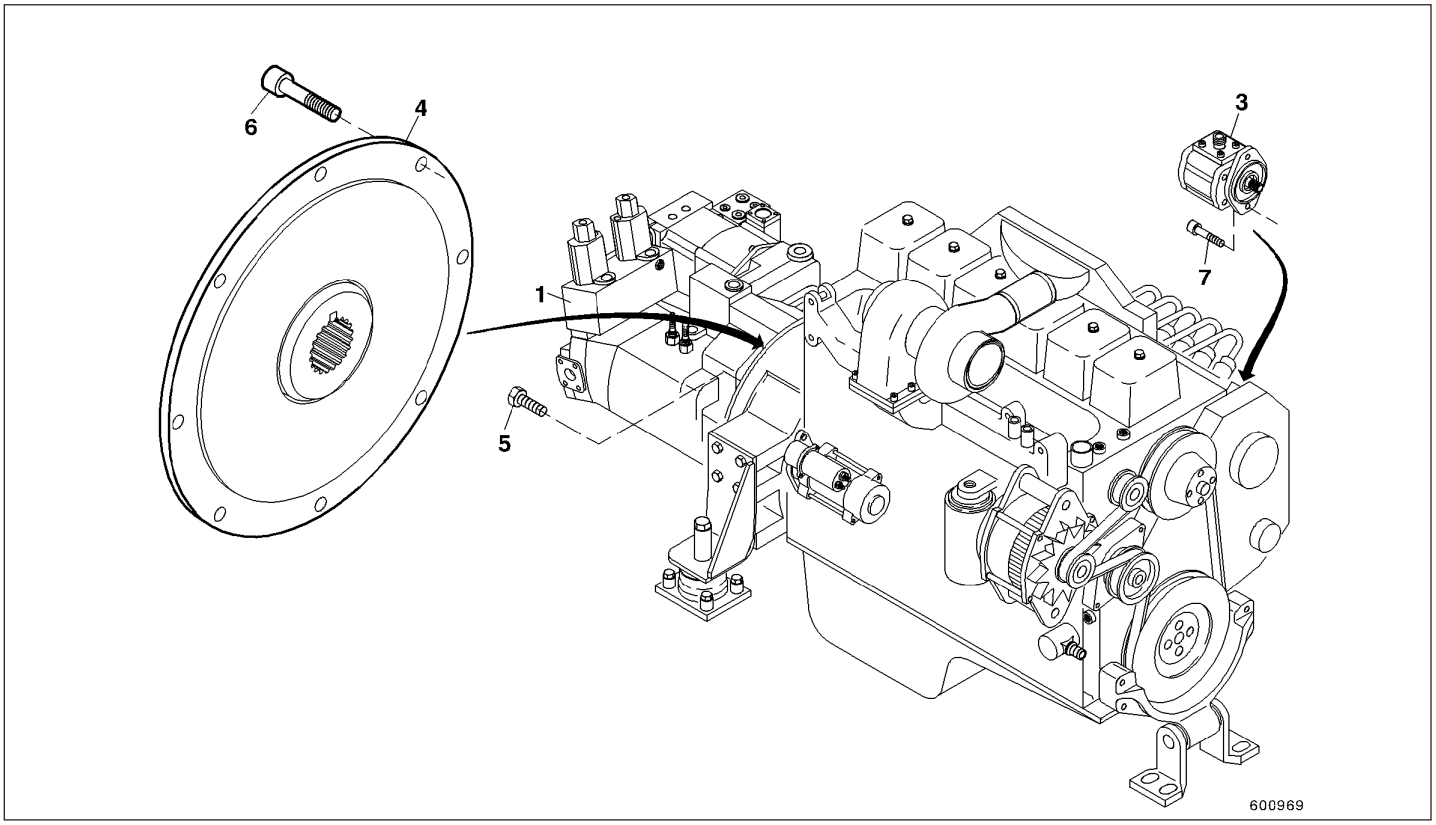


Fig.1

Instalação das bombas hidráulicas

Componentes

Item	Quant.	Descrição	Peso kg/lb	Torque aplicado				
				ø Rosca	Grau Material	Chave mm	M_A N.m	Torque lb.ft
1	1	Bomba multicircuito	155/342					
2								
3	1	Bomba simples de engrenagens	3/7					
4	1	Acoplamento completo						
5	12	Parafuso hexagonal		M10x35	10.9	17	60	44
6	8	Parafuso Allen		3/8”x7/8”	8.0	1/2”	55	41
7	4	Parafuso Allen		M10x25	8.8	8	46	40

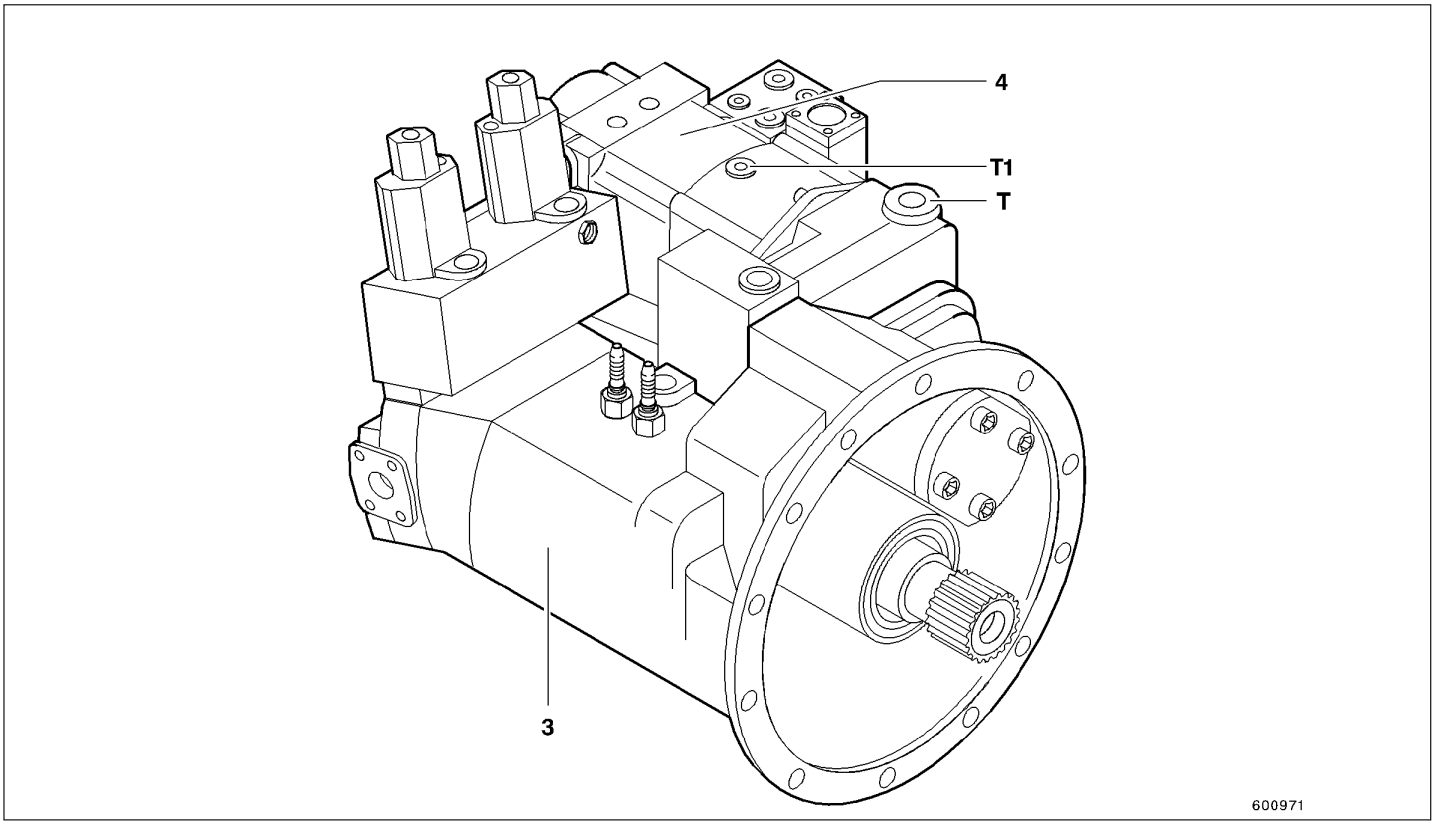


Fig.1

Instalação e desmontagem as bombas hidráulicas

Desmontando a bomba

- Drene o óleo hidráulico do reservatório em um recipiente limpo. Observe o estado do óleo.
- Desconecte cuidadosamente as linhas hidráulicas junto à bomba. Colete todo o óleo escoando em um recipiente adequado.
- Remova as linhas hidráulicas. Feche as conexões abertas para evitar a entrada de sujeira.
- Coloque a bomba em um equipamento de içamento, desatarraxe os parafusos de montagem e remova a bomba.
- Quando estiver removendo bombas de engrenagens, não há necessidade de drenar o óleo do reservatório (use a bomba de vácuo se necessário).

Instalando a bomba

- Aplique sobre o entalhado de acoplamento da bomba uma camada de pasta lubrificante P/N 73171484.
- Coloque a bomba em um equipamento de içamento e instale. Aperte os parafusos de montagem ao torque mostrado na tabela.
- Reconecte todas linhas hidráulicas.
- Complete o reservatório de óleo novamente.

Remova o ar da bomba

As bombas de trabalho são sangradas através de um bujão (T, Fig. 1). A bomba de trabalho poderá ser preenchida com óleo por esta conexão, se necessário.
A carcaça da bomba de giro **deve ser** preenchida através da conexão (T1), pois a sangria não pode ser efetuada através da linha de admissão.

Cilindros hidráulicos

Instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Observe as regras de prevenção de acidentes. Qualquer pessoa envolvida em atividades ligada à liberação, operação, inspeção e manutenção ou reparo de escavadeiras hidráulicas deve ter lido entendido as Instruções de Operação, em particular o capítulo sobre SEGURANÇA, antes de iniciar o trabalho na máquina.

As pessoas trabalhando na máquina devem ter todo o conhecimento técnico necessário. Ferramentas, equipamento de içamento, correias, plataformas de trabalho e outros equipamentos devem ser confiáveis e estar em bom estado de operação.

Linhas e sistemas que serão abertos para trabalho devem ser previamente despressurizadas através de métodos apropriados.

Estacione a escavadeira em um piso firme e nivelado, imobilize a máquina contra movimentação inadvertida, abaixe o equipamento de trabalho ao solo, desligue os motores e proteja-os por meios confiáveis contra partida inadvertida.

Afrouxe conexões parafusadas e mangueiras hidráulicas somente se você estiver absolutamente certo de que o sistema hidráulico foi seguramente despressurizado.

Tome cuidado na presença de óleo hidráulico quente.

As hastes de cilindros hidráulicos a serem removidos, devem estar completamente retraídas (cilindro fechado). Antes de afrouxar qualquer conexão hidráulica, prenda a haste ao cilindro nesta posição, para evitar que ela abra inadvertidamente.

Colete todo o fluido hidráulico, escoando em recipientes adequados.

Use equipamento de içamento para remover e montar as hastes e buchas, guias, etc.

⚠ CUIDADO

Feche todas as conexões de mangueiras ou tubos que foram abertos durante a desmontagem, assim como todos os orifícios, furos e carcaças, afim de evitar a entrada de sujeira no sistema.

Trabalho em cilindros hidráulicos, especialmente quando estiver desmontando e montando as hastes dos cilindros, deve ser executado, sempre que possível, com o cilindro na posição vertical. Cilindros muito longos devem ser manipulados em poços de inspeção.

Limpeza no local de trabalho é de suma importância. Use somente panos de limpeza que não soltem fiapos.

Utilize sempre as ferramentas recomendadas.

A remoção e instalação de vedadores e peças de desgaste deve ser feita com ferramentas apropriadas, tais como, chaves de fenda com ponta arredondada afim de evitar danos às superfícies de vedação.

Geral

Todos os componentes dos cilindros são perfeitamente coordenados. Portanto, operação por longo tempo e sem problemas, só podem ser assegurados quando **peças originais de reposição** forem usadas.

As peças de desgaste e de reposição necessárias para reparar cilindros hidráulicos constam no catálogo de peças da sua máquina.

Este capítulo não contém informações sobre como retrabalhar componentes de cilindros hidráulicos danificados.
Somente oficinas especializada podem dizer se um componente pode ser retrabalhado e quais procedimentos são necessários para isso.
Trabalho efetuado em sua oficina deve, portanto, ser limitado à instalação de peças de desgaste novas e peças de reposição.
Todas as operações devem ser executadas cuidadosamente e em um ambiente limpo.
Negligência pode causar conseqüências severas a todo o sistema hidráulico.

Cilindros hidráulicos devem ser sangrados após os reparos e antes de serem liberados. Em certas condições operacionais, ar junto com fluido hidráulico pode se transformar em uma mistura com baixo ponto de ignição, facilmente inflamável (efeito Diesel), causando danos sérios ao cilindro em pouco tempo.

O sistema hidráulico todo deve ser limpo quando impurezas ou mesmo partículas de metal são encontrados em cilindros defeituosos.

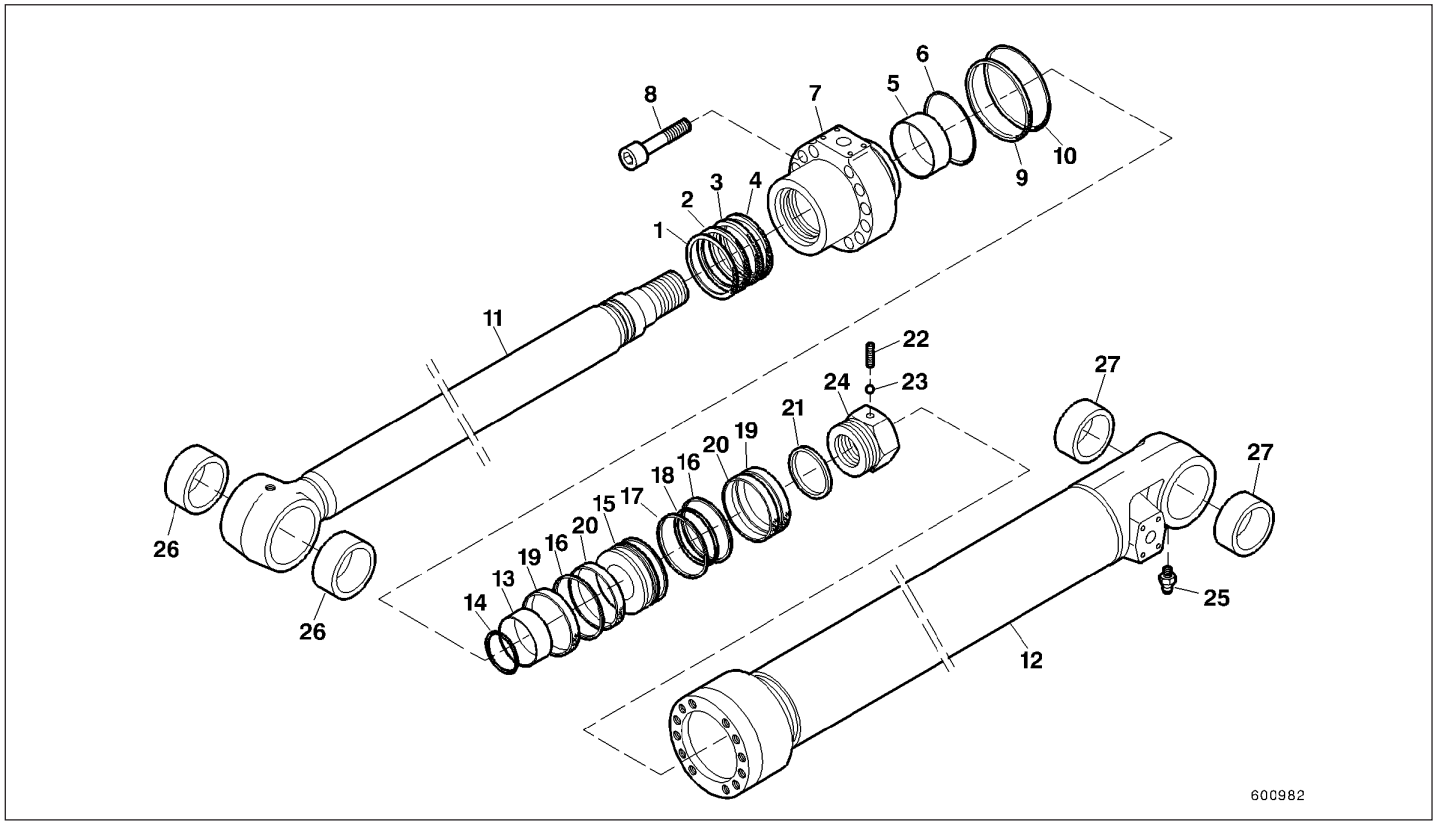

8
7
6
5
10
9
2
3
4
1
11
22
23
24
21
20
19
18
16
15
17
27
27
26
26
16
19
13
14
20
25
12
600982

Fig.1

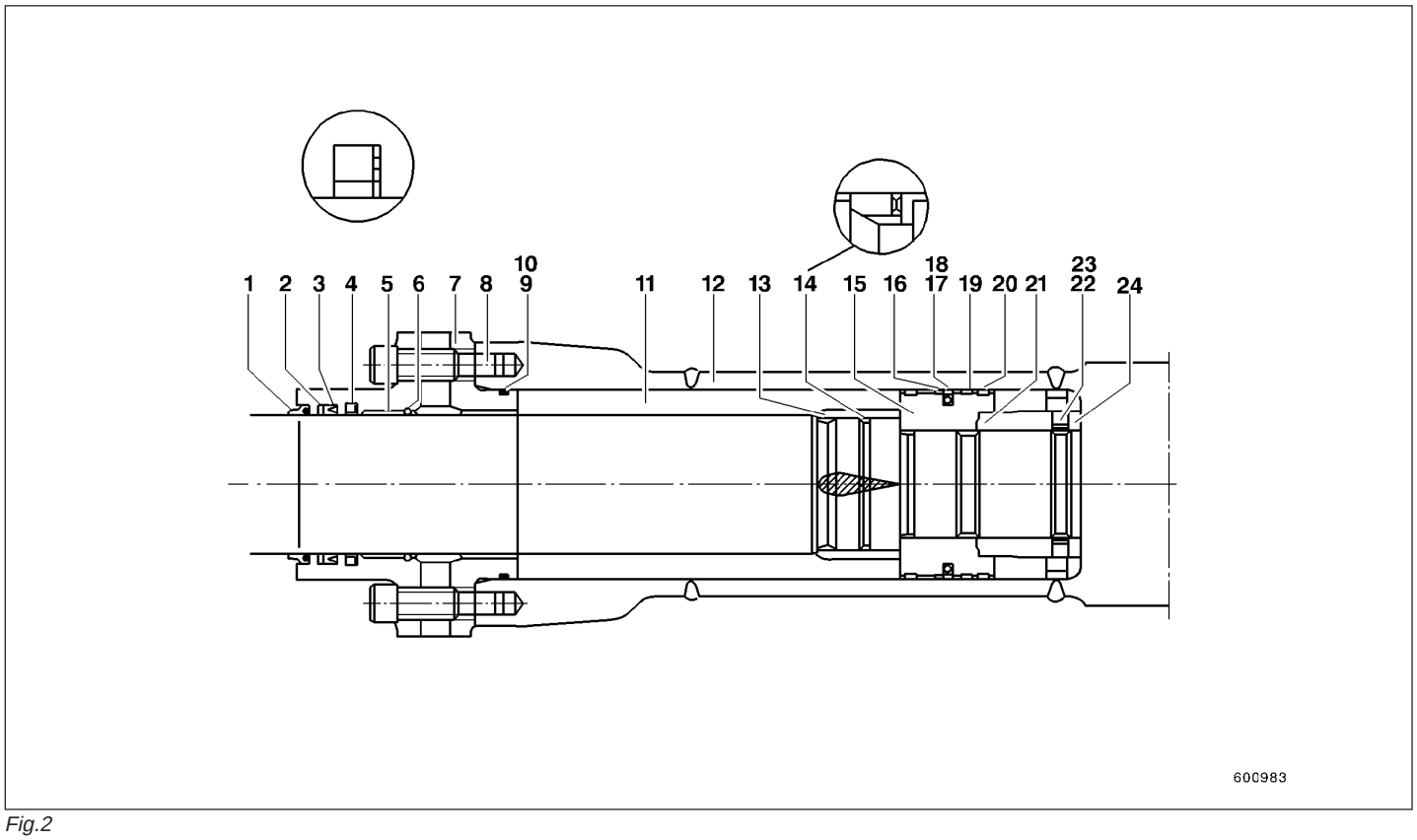

1
2
3
4
5
6
7
8
10
9
11
12
13
14
15
16
18
17
19
20
21
23
22
24
600983

Fig.2

Cilindro do braço de elevação
(Fig. 1, 2)

Item	Quant.	Descrição
1	1	Anel raspador
2	1	Anel de encosto
3	1	Anel “U”
4	1	Anel
5	1	Bucha
6	1	Anel-trava
7	1	Cabeçote
8	12	Parafuso Allen
9	1	Anel de encosto
10	1	Anel “O”
11	1	Haste
12	1	Camisa
13	1	Mancal
14	1	Vedador

Item	Quant.	Descrição
15	1	Pistão
16	2	Anel de encosto
17	1	Anel vedador
18	1	Anel “O”
19	2	Anel deslizante
20	2	Anel deslizante
21	1	Calço
22	1	Parafuso de trava
23	1	Esfera de aço
24	1	Porca
25	2	Graxeira
26	2	Bucha
27	2	Bucha
28	2	Anel raspador
29	2	Anel raspador

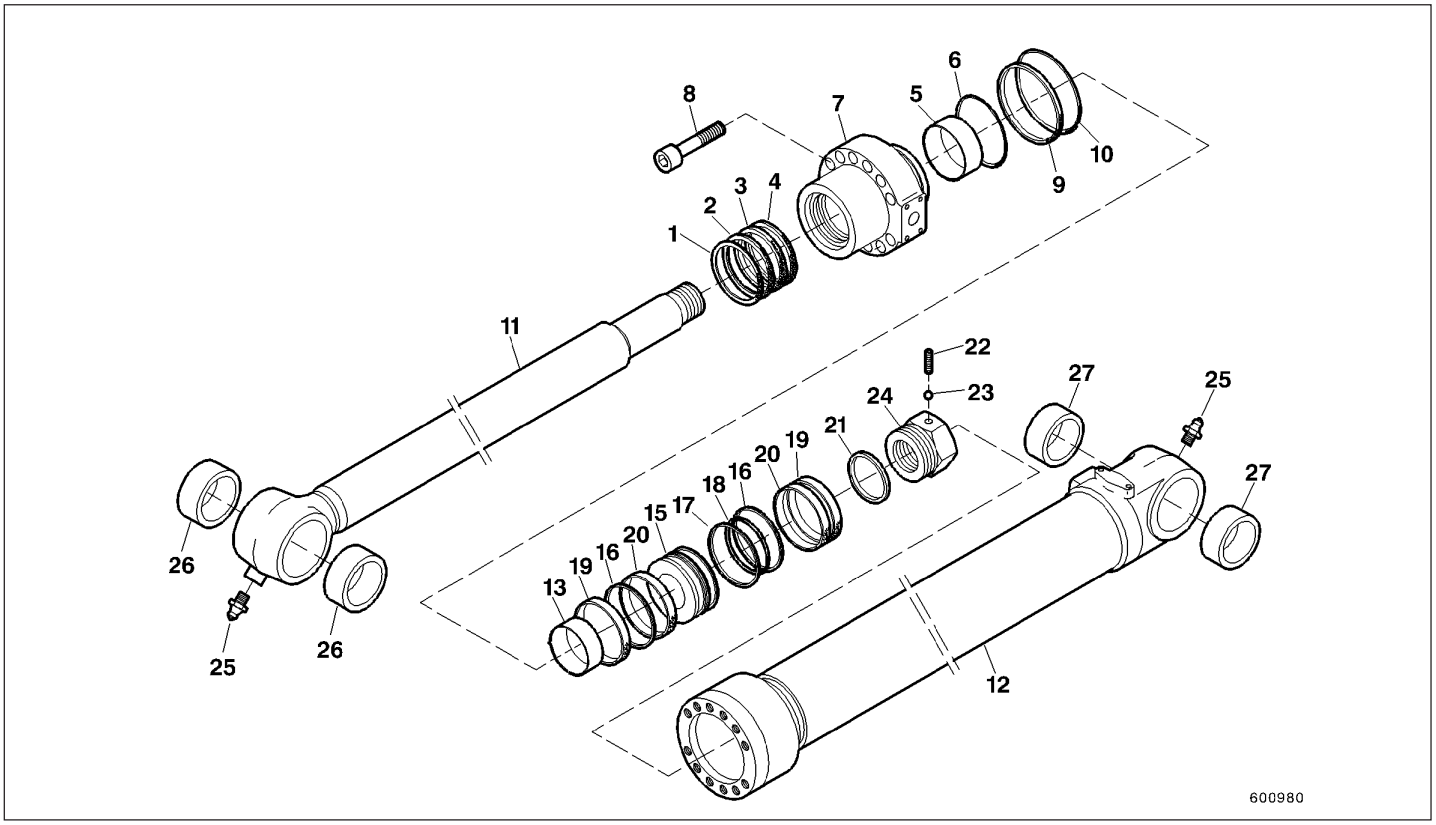

8
7
6
5
10
9
3
4
2
1
11
22
23
24
27
25
21
19
20
16
18
17
15
13
26
25
26
27
12
600980

Fig.1

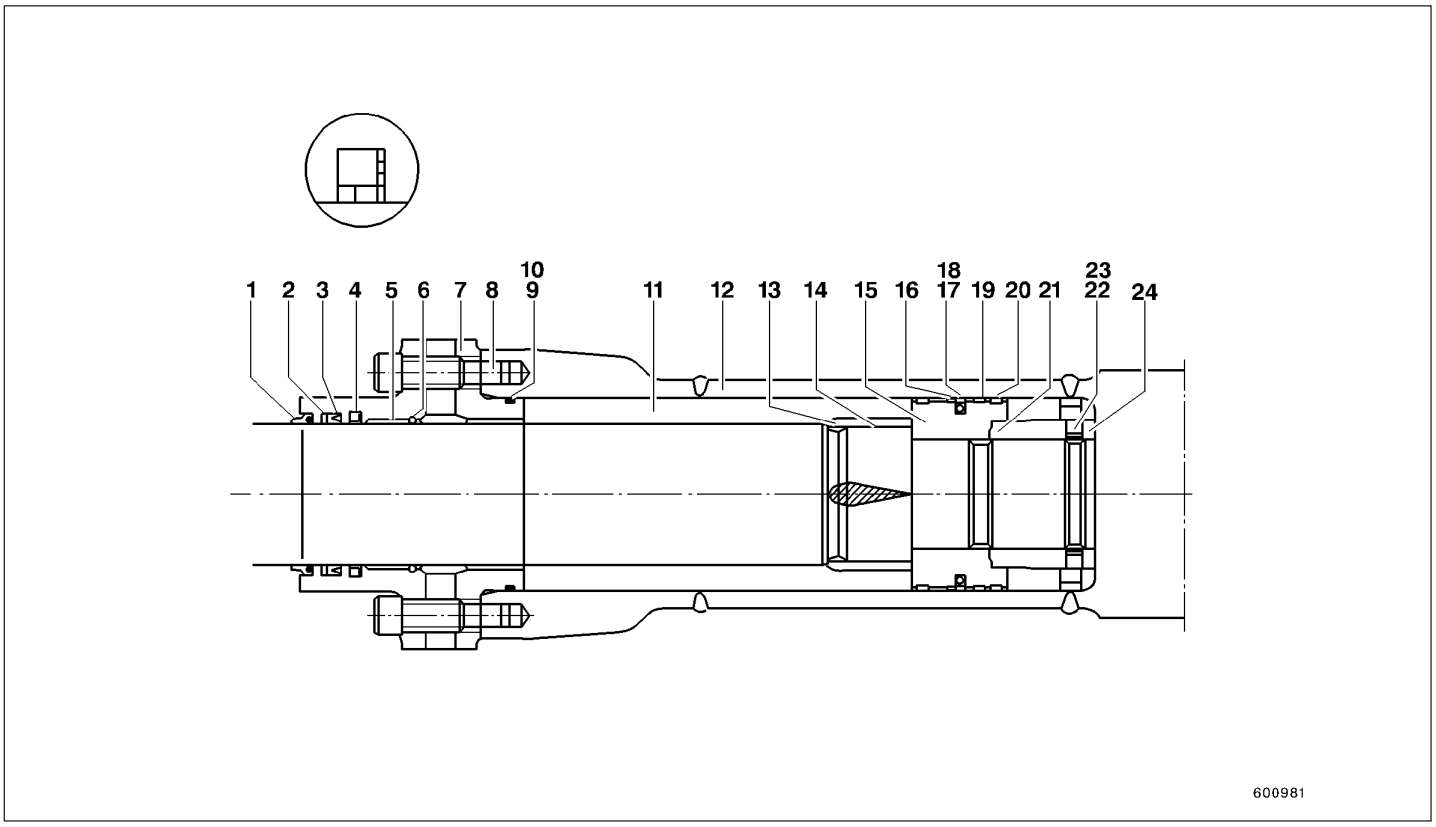

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
600981

Fig.2

Cilindro da caçamba
(Fig. 1, 2)

Item	Quant.	Descrição
1	1	Anel raspador
2	1	Anel de encosto
3	1	Anel “U”
4	1	Anel
5	1	Bucha
6	1	Anel-trava
7	1	Cabeçote
8	12	Parafuso Allen
9	1	Anel de encosto
10	1	Anel “O”
11	1	Haste
12	1	Camisa
13	1	Mancal
14		

Item	Quant.	Descrição
15	1	Pistão
16	2	Anel de encosto
17	1	Anel vedador
18	1	Anel “O”
19	2	Anel deslizante
20	2	Anel deslizante
21	1	Calço
22	1	Parafuso de trava
23	1	Esfera de aço
24	1	Porca
25	2	Graxeira
26	2	Bucha
27	2	Bucha
28	2	Anel raspador
29	2	Anel raspador

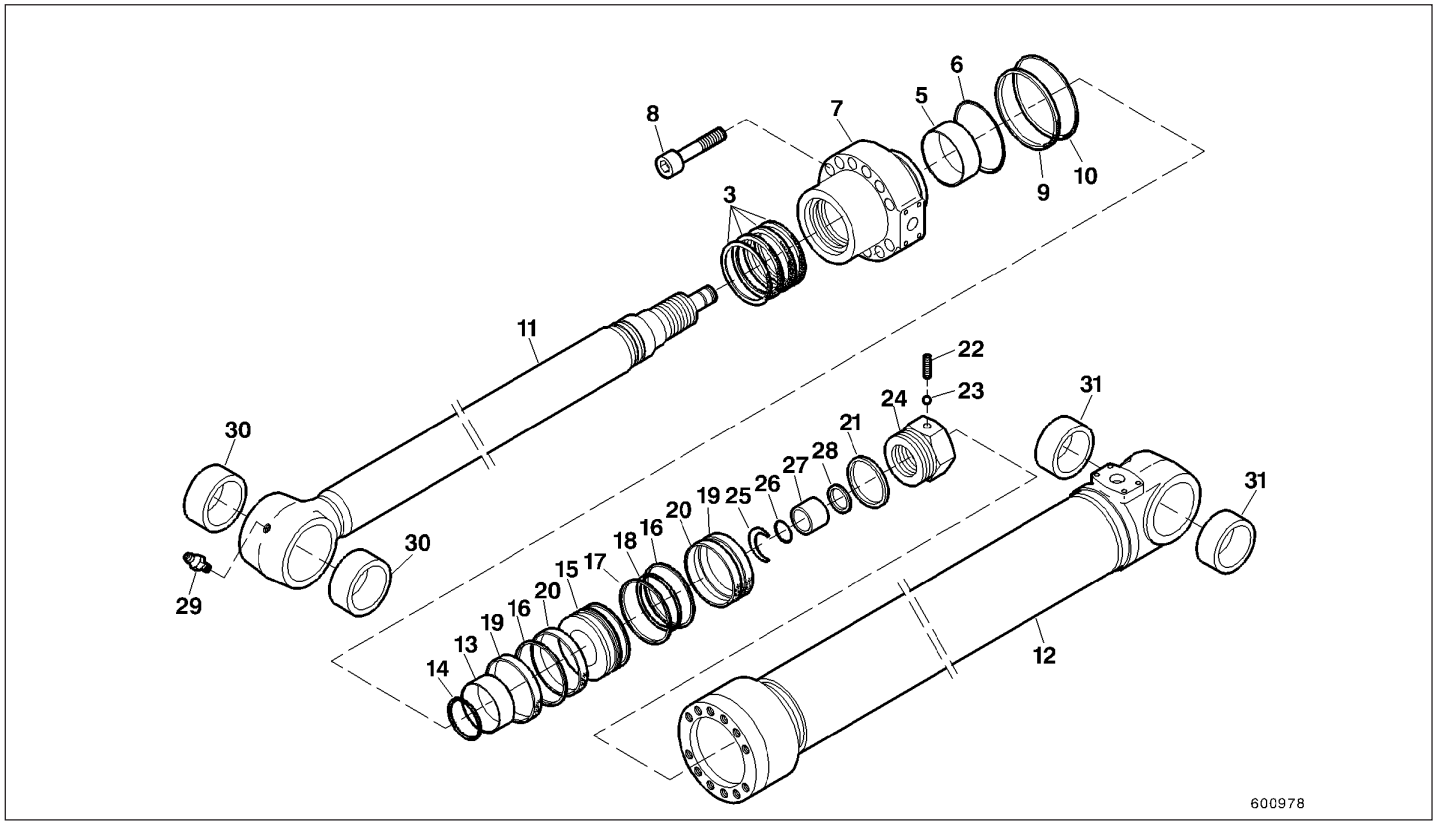

8
7
6
5
10
9
3
11
22
23
24
31
21
30
28
27
26
25
20
19
18
16
17
15
20
16
19
13
14
29
30
31
12
600978

Fig.1

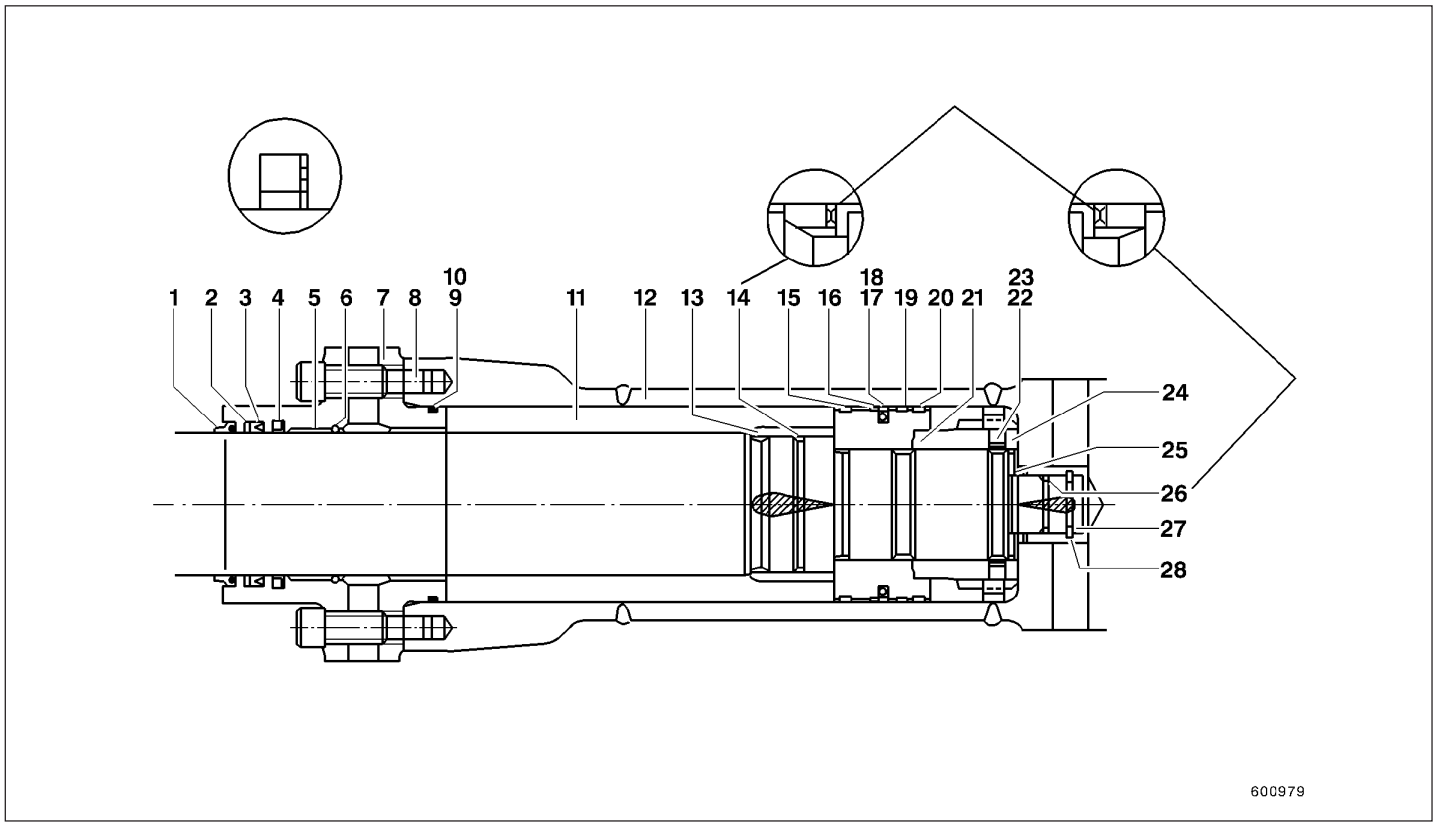

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
600979

Fig.2

Cilindro do braço de penetração
(Fig. 1, 2)

Item	Quant.	Descrição
1	1	Anel raspador
2	1	Anel de encosto
3	1	Anel “U”
4	1	Anel
5	1	Bucha
6	1	Anel-trava
7	1	Cabeçote
8	12	Parafuso Alen
9	1	Anel de encosto
10	1	Anel “O”
11	1	Haste
12	1	Camisa
13	1	Mancal
14	1	Vedador
15	1	Pistão

Item	Quant.	Descrição
16	2	Anel de encosto
17	1	Anel vedador
18	1	Anel “O”
19	2	Anel deslizante
20	2	Anel deslizante
21	1	Calço
22	1	Parafuso de trava
23	1	Esfera de aço
24	1	Porca
25	1	Anel-trava
26	1	Vedador
27	1	Mancal
28	2	Batente
29	2	Graxeira
30	2	Bucha
31	2	Bucha

Cilindro do braço de elevação

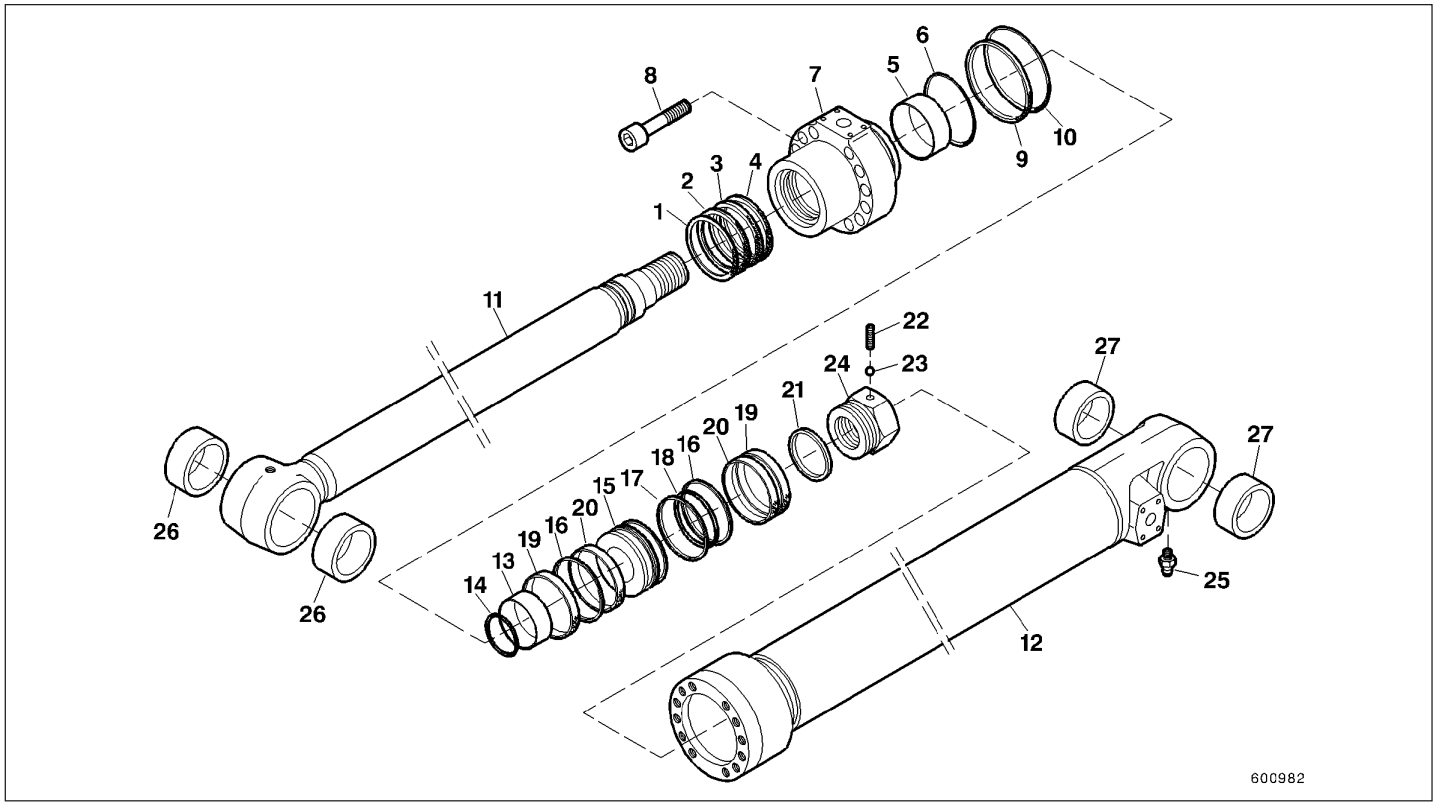


Fig.1

Cilindro da caçamba

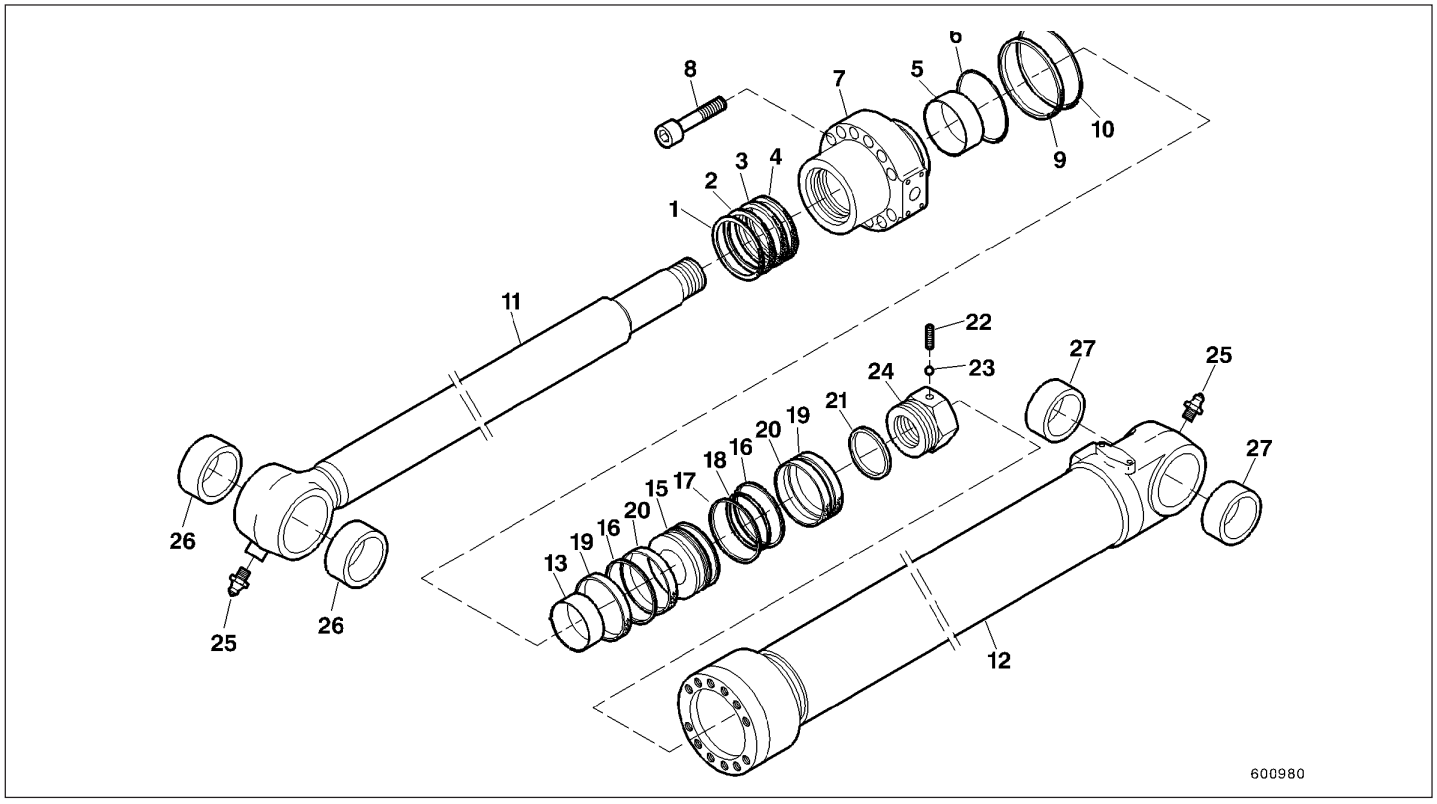


Fig.2

Desmontagem do cilindro

Desmontando cilindro do braço de elevação/caçamba

Leia cuidadosamente todas as precauções a serem tomadas para a montagem/desmontagem antes de iniciar o processo de desmontagem. (ver também o capítulo 1)

- Levante e coloque o cilindro sobre a bancada utilizando um equipamento de içamento. Certifique-se de que o cilindro está na posição horizontal.

  Drene o óleo hidráulico do cilindro em um recipiente adequado.
- Estenda (abra) o cilindro totalmente (11), prenda a haste nessa posição, de modo que ela não possa se movimentar.

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Tenha o cuidado de puxar a haste para fora em linha reta, para evitar danos às superfícies deslizantes.***

- Remova os parafusos Allen (8) que prendem o cabeçote do cilindro (7).

  (chaves de 14 mm para o cilindro do braço de elevação)

  (chaves de 12 mm para o cilindro da caçamba).
- Retire o cabeçote do cilindro (7) da camisa do cilindro (12), batendo no cabeçote com um martelo de plástico.
- Prenda a haste do cilindro (11) em uma ferramenta especial (75298623). Marque a localização entre a haste (11) e porca (24) para poder colocá-las na mesma posição ao montar.
- Remova o parafuso trava (22) e esfera de aço (23) (chave soquete de 6 mm).

Nota:
Corte a porção deformada do parafuso de trava utilizando uma furadeira. O parafuso de trava (22) foi deformado com um punção e martelo, em dois pontos, após ter sido atarraxado.

- Afrouxe a porca (24) usando a ferramenta especial (75298623).

  Ferramentas especiais para girar a porca:
  - ø 90 mm (75298362) para o braço de elevação;
  - ø 85 mm (75295419) para a caçamba.

  Remova o pistão (15), calço (21) e mancal (13) da haste do cilindro (11).

  Para o cilindro do braço de elevação remova também o mancal (14).
- Remova o anel vedador (17), os anéis deslizantes (19) e (20), o anel “O” (18) e os dois anéis de encosto (16) do pistão.
- Agora é possível remover o cabeçote do cilindro (7) da haste (11).
- Remova o anel “O” (10) e anéis de encosto (9) e (2) do cabeçote do cilindro (7).

  Remova o anel raspador (1), o anel “U” (3), o anel (4), anel-trava (6) e a bucha (5) do cabeçote do cilindro.

  Ferramenta especial para a remoção da bucha (5):
  - ø 85 mm (75298693) para o cilindro do braço de elevação;
  - ø 75 mm (75298672) para o cilindro da caçamba.

Cilindro do braço de penetração

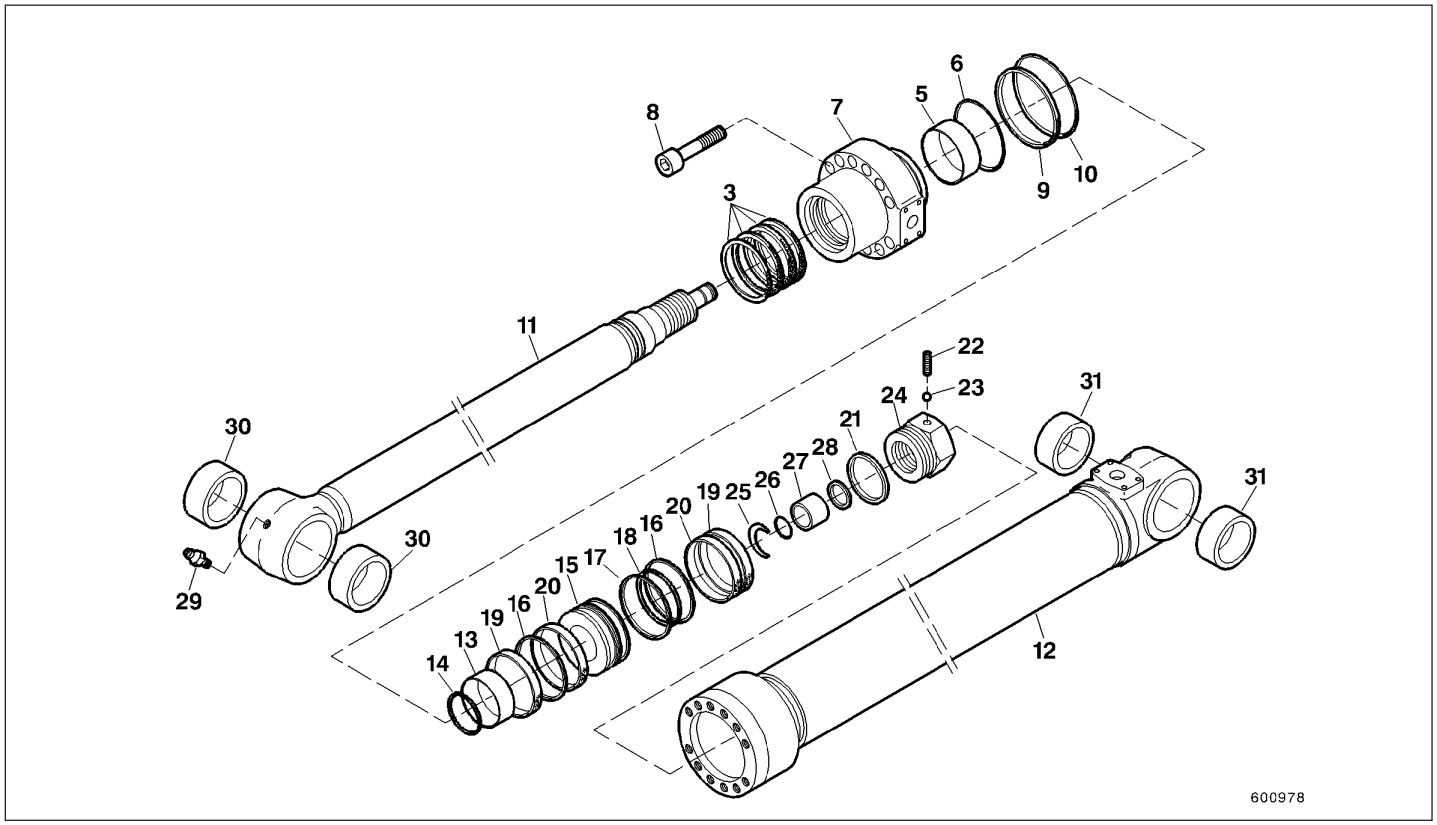


Fig.3

Desmontagem do cilindro do braço de penetração

Leia cuidadosamente todas as precauções a serem tomadas para a montagem/desmontagem antes de iniciar o processo de desmontagem. (ver também o capítulo 1)

- Levante e coloque o cilindro sobre a bancada utilizando um equipamento de içamento. Certifique-se de que o cilindro esteja na posição horizontal.

  Drene o óleo hidráulico do cilindro em um recipiente adequado.
- Estenda (abra) o cilindro totalmente (11), prenda a haste nessa posição, de modo que ela não possa se movimentar.

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Tenha o cuidado de puxar a haste para fora em linha reta, para evitar danificar as superfícies deslizantes.***

- Remova os parafusos Allen (8) que prendem o cabeçote do cilindro (7).

  (chaves de 14 mm para o cilindro do braço de penetração)
- Retire o cabeçote do cilindro (7) da camisa do cilindro (12), batendo no cabeçote com um martelo de plástico.
- Coloque a haste do cilindro (11) em uma ferramenta especial (75298623). Marque a localização entre a haste (11) e porca (24) para poder colocá-las na mesma posição ao montar.
- Remova o parafuso trava (22) e esfera de aço (23) (chave soquete de 6 mm).

Nota:
Corte a porção deformada do parafuso de trava utilizando uma furadeira. O parafuso de trava (22) foi deformado com um punção e martelo, em dois pontos, após ter sido atarraxado.

- Afrouxe a porca (24) usando a ferramenta especial (75298623).

  Ferramenta especial para girar a porca:

  - 100 mm (75297716) para o cilindro do braço de penetração.

  Remova o pistão (15), calço (21) e mancal especial (13) da haste do cilindro (11).

  Para o cilindro do braço de elevação remova também o mancal vedador (14).
- Remova o anel vedador (17), os anéis deslizantes (19) e (20), o anel “O” (18) e os dois anéis de encosto (16) do pistão.
- Agora é possível remover da haste (11) o cabeçote do cilindro (7).
- Remova o anel “O” (10) e anéis de encosto (9) e (2) do cabeçote do cilindro (7).

  Remova o anel raspador (1), o anel “U” (3), o anel (4), anel-trava (6) e a bucha (5) do cabeçote do cilindro.

  Ferramenta especial para a remoção da bucha (5):

  - ø 95 mm (75298694) para o cilindro do braço de penetração.

  Remova o batente (28) da haste (11) usando uma chave de fenda.

  Finalmente remova o mancal (27), vedador (26) e anel-trava (25).

Montagem dos cilindros

Cilindro do braço de elevação

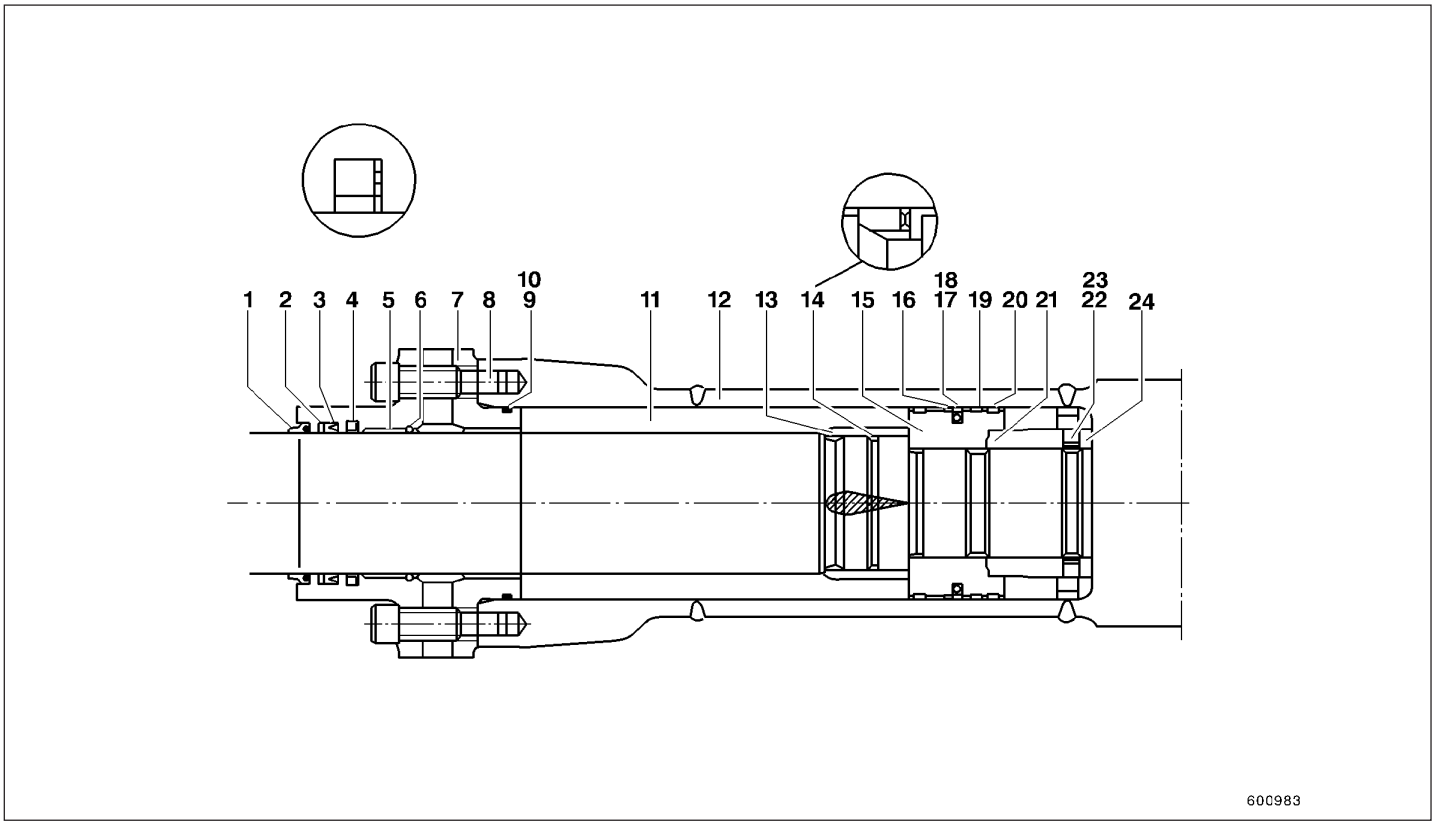


Fig.1

Torques de aperto

Item	Quant.	Descrição	Peso kg/lb	Torque aplicado				
				ø Rosca	Grau Material	Chave mm	M_A N.m	Torque lb.ft
0	1	Cilindro do braço de elevação - completo	183					
8	12	Parafuso Allen		M16x2		14	267	197
22	1	Parafuso de soquete		M12x1,75		6	57	42
24	1	Porca hexagonal		M62x2		90	4780	3526

Montagem do cilindro do braço de elevação

- Instale a bucha (5) no cabeçote do cilindro (7) utilizando uma prensa.

  Ferramenta especial para a instalação:

  - ø 85mm (75298693) para o cilindro do braço de elevação.
- Instale o anel “U” (3), anel de encosto (2), anel (4) e anel de trava (6) no cabeçote do cilindro (7).
- Instale o anel raspador (1) no cabeçote do cilindro (7), usando uma ferramenta especial e um martelo.

  Ferramenta especial para a instalação do anel raspador:

  - (75301534) para o cilindro do braço de elevação.
- Instale o anel “O” (10) e anel de encosto (9) nas suas canaletas no cabeçote do cilindro (7).
- Agora instale no pistão os anéis e vedadores do pistão. Instale o anel “O” (18), os dois anéis de encosto (16), o anel vedador (17) e os quatro anéis deslizantes (19) e (20).

  Ferramenta especial para a instalação dos vedadores:

  - (75301539) para o cilindro do braço de elevação
- Instale o cabeçote do cilindro (7) na haste (11).

  Ferramenta especial para a instalação do cabeçote do cilindro:

  - (75301535) para o cilindro do braço de elevação.
- Instale o vedador (14) na fenda da haste do cilindro (11). Instale o mancal (13) na haste (11), insira o mancal (13) na haste, passando cuidadosamente sobre o vedador (14).

  Instale o pistão (15) na haste (11).

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Certifique que a fenda do vedador (14) esteja direcionada contra o pistão e que o canal de óleo do mancal (13) esteja corretamente direcionado. Vide desenho.***

- Instale o calço (21) na haste do cilindro (11). Aperte a porca (24).

  Acomode a haste (11), com o cabeçote (7) montado e pistão (15) na ferramenta especial (75298623).

  Certifique que as marcações feitas na haste (11) e na porca (24) estejam alinhadas. (para torques de aperto, veja tabela).

  Ferramenta especial para apertar a porca (24):

  - Bancada para afrouxar/apertar soquete de 90 mm (75298362) para o cilindro do braço de elevação.
- Alinhe os furos na haste do cilindro (11) e porca (24). Insira a esfera e aço (23) no furo e atarraxe o parafuso de trava (22) no furo.

  Utilize chave de soquete de 6 mm.

  Trave o parafuso trava (22):

  - Deforme a cabeça do parafuso trava (22) em dois lugares usando um punção e martelo.
- Acomode a camisa do cilindro (12) horizontalmente na bancada, com o auxílio de uma grua.

  Instale o cabeçote do cilindro (7) na camisa do cilindro (12).

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Certifique-se de que a haste do cilindro (11) esteja alinhada com o centro da camisa (12) quando for inserida, afim de evitar danos aos anéis.***

- Instale o cabeçote do cilindro (7) na camisa (12). Aperte os parafusos (8) (torque de aperto, ver tabela).

  (Chave de soquete para parafusos Allen : 14 mm para o cilindro do braço de elevação.

Cilindro da caçamba

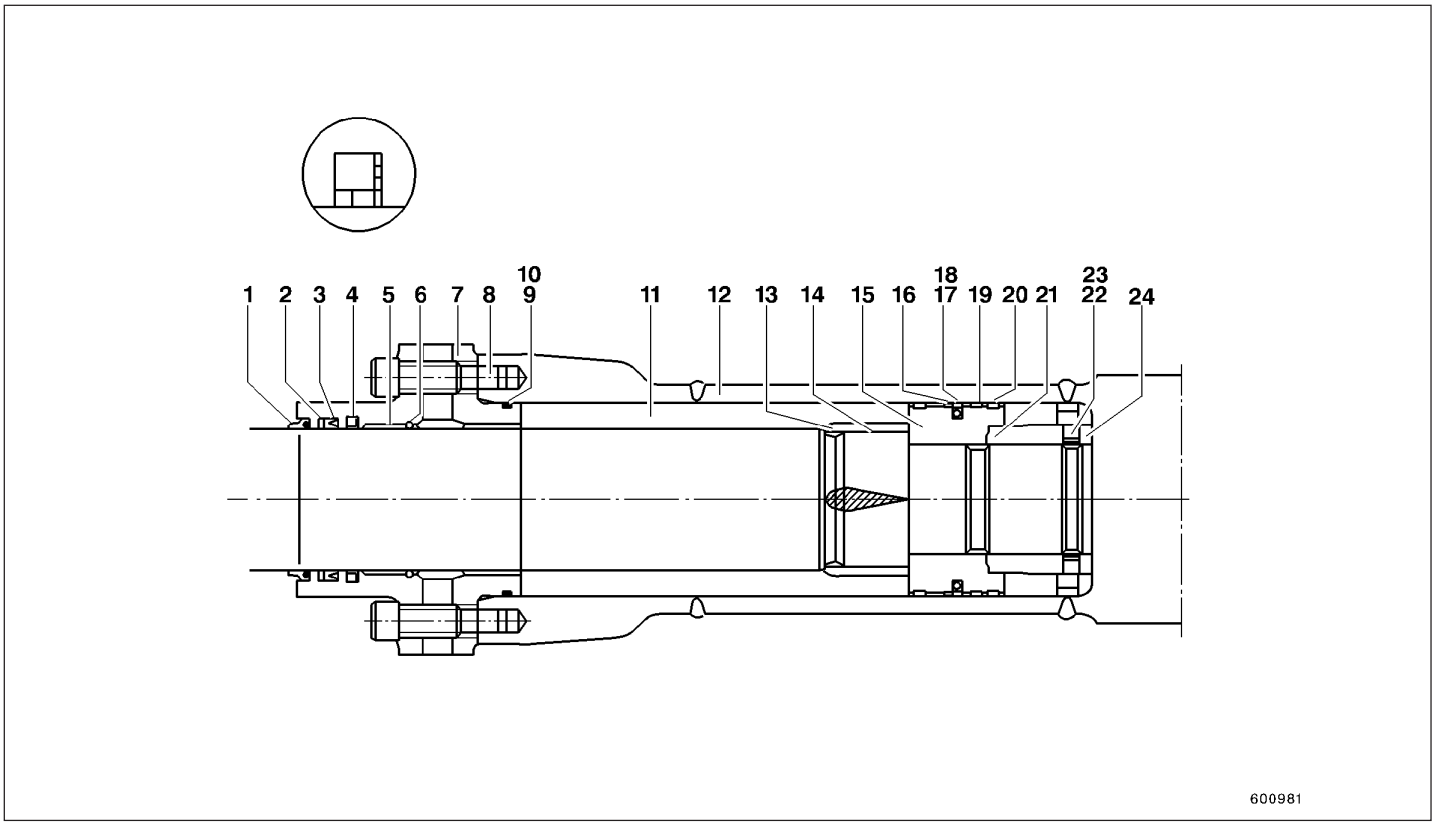


Fig.1

Torques de aperto

Item	Quant.	Descrição	Peso kg/lb	Torque aplicado				
				ø Rosca	Grau Material	Chave mm	M_A N.m	Torque lb.ft
0	1	Cilindro da caçamba- compl.	138/304					
8	12	Parafuso Allen		M14x2		12	171	26
22	1	Parafuso de soquete		M12x1,75		6	57	42
24	1	Porca hexagonal		M58x2		85	5640	4160

Montagem do cilindro da caçamba

- Instale a bucha (5) no cabeçote do cilindro (7) utilizando uma prensa.

  Ferramenta especial para a instalação:

  - ø 75 mm (75298672) para o cilindro da caçamba.
- Instale o anel “U” (3), anel de encosto (2), anel (4) e anel de trava (6), no cabeçote do cilindro (7).
- Instale o anel raspador (1) no cabeçote do cilindro (7), usando uma ferramenta especial e um martelo.

  Ferramenta especial para a instalação do anel raspador:

  - (75301534) para o cilindro da caçamba.
- Instale o anel “O” (10) e anel de encosto (9) em suas canaletas no cabeçote do cilindro (7).
- Agora instale no pistão (15) os anéis e vedadores do pistão, o anel “O” (18), os dois anéis de encosto (16), o anel vedador (17) e os quatro anéis deslizantes (19) e (20).

  Ferramenta especial para a instalação dos vedadores:

  - (75301538) para o cilindro da caçamba.
- Instale o cabeçote do cilindro (7) na haste (11).

  Ferramenta especial para a instalação do cabeçote do cilindro:

  - (75301535) para o cilindro da caçamba.
- Instale o vedador (14) na fenda da haste do cilindro (11). Instale o mancal (13) na haste (11), insira cuidadosamente o mancal (13) na haste, passando sobre o vedador (14).

  Instale o pistão (15) na haste (11).

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Certifique-se de que a fenda do vedador (14) esteja direcionada contra o pistão e que o canal de óleo do mancal (13) esteja corretamente direcionado. Vide desenho.***

- Instale o calço (21) na haste do cilindro (11). Aperte a porca (24).

  Acomode a haste (11), com o cabeçote (7) montado e pistão (15) na ferramenta especial (75298623).

  Certifique que as marcações feitas na haste (11) e na porca (24) estejam alinhadas. (para torques de aperto, veja tabela).

  Ferramenta especial para apertar a porca (24):

  - Bancada para afrouxar/apertar (75298362) soquete de 85 mm (75295419) para o cilindro da caçamba.
- Alinhe os furos na haste do cilindro (11) e porca (24). Inserir a esfera e aço (23) no furo e atarraxe o parafuso de trava (22) no furo.

  Utilize chave de soquete de 6mm.

  Fixe o parafuso trava (22):

  - Deforme a cabeça do parafuso trava (22) em dois lugares usando um punção e martelo.
- Acomode a camisa do cilindro (12) horizontalmente na bancada, com o auxílio de uma grua.

  Instale o cabeçote do cilindro (7) na camisa do cilindro (12).

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Certifique-se de que a haste do cilindro (11) esteja alinhada com o centro da camisa (12) quando for inserida, afim de evitar danos aos anéis.***

- Instale o cabeçote do cilindro (7) na camisa (12). Aperte os parafusos (8) (torque de aperto, ver tabela).

  (Chave de soquete para parafusos Allen : 12 mm para o cilindro da caçamba.

Cilindro do braço de penetração

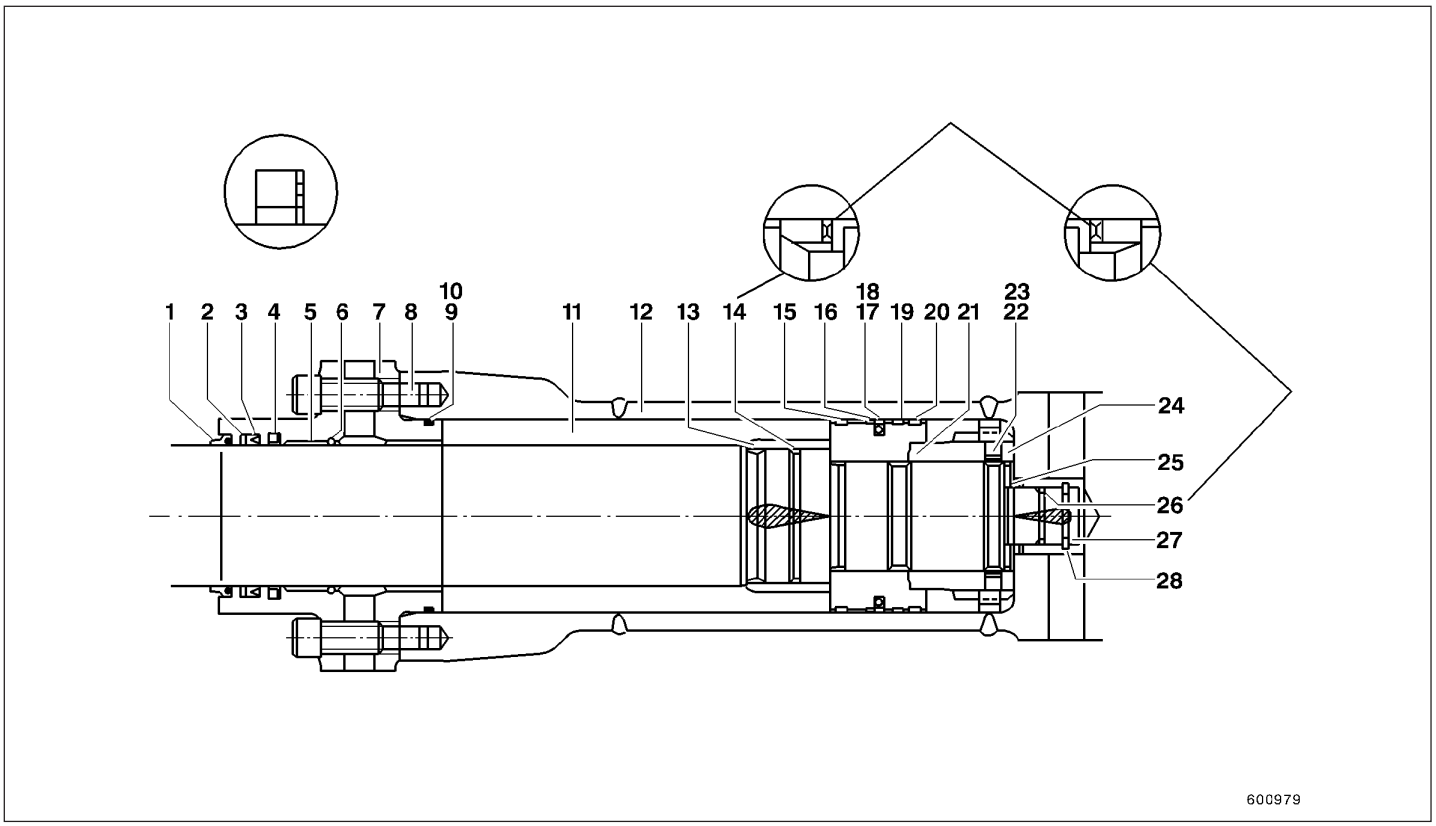


Fig.1

Torques de aperto

Item	Quant.	Descrição	Peso kg/lb	Torque aplicado				
				ø Rosca	Grau Material	Chave mm	M_A N.m	Torque lb.ft
0	1	Cilindro do braço de penetração - completo	252/555					
8	12	Parafuso Allen		M18x2,5		14	367	271
22	1	Parafuso Allen		M12x1,75		6	57	42
24	1	Porca hexagonal		M70x2		100	9460	6977

Montagem do cilindro do braço de penetração

- Instale a bucha (5) no cabeçote do cilindro (7) utilizando uma prensa.

  Ferramenta especial para a instalação:

  - ø 95 mm (7529894) para o cilindro do braço de penetração.
- Instale o anel "U" (3), anel de encosto (2), anel (4) e anel de trava (6) no cabeçote do cilindro (7).
- Instale o anel raspador (1) no cabeçote do cilindro (7), usando uma ferramenta especial e um martelo.

  Ferramenta especial para a instalação do anel raspador:

  - (75301533) para o cilindro do braço de penetração.
- Instale o anel "O" (10) e anel de encosto (9) nas suas canaletas no cabeçote do cilindro (7).
- Agora instale no pistão (15) os anéis e vedadores do pistão, o anel "O" (18), os dois anéis de encosto (16), o anel vedador (17) e os quatro anéis deslizantes (19) e (20).

  Ferramenta especial para a instalação dos vedadores:

  - (75301540) para o cilindro do braço de penetração
- Instale o cabeçote do cilindro (7) na haste (11).

  Ferramenta especial para a instalação do cabeçote do cilindro:

  - (75301537) para o cilindro do braço de penetração.
- Instale o vedador (14) na fenda da haste do cilindro (11). Instale o mancal (13) na haste (11), insira cuidadosamente o mancal (13) na haste, passando sobre o vedador (14).

  Instale o pistão (15) na haste (11).

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Certifique-se de que a fenda do vedador (14) esteja direcionada contra o pistão e que o canal de óleo do mancal (13) esteja corretamente direcionado. Vide desenho.***

- Instale o calço (21) na haste do cilindro (11). Aperte a porca (24).

  Acomode a haste (11), com o cabeçote (7) montado e pistão (15) na ferramenta especial (75298623).

  Certifique que as marcações feitas na haste (11) e na porca (24) estejam alinhadas. (para torques de aperto, veja tabela).

  Ferramenta especial para apertar a porca (24):

  - Bancada para afrouxar/apertar (75298623) soquete de 100 mm (75297716) para o cilindro do braço de penetração.
- Alinhe os furos na haste do cilindro (11) e porca (24). Insira a esfera e aço (23) no furo e atarraxe o parafuso de trava (22) no furo.

  Utilize chave de soquete de 6mm.

  Fixar o parafuso trava (22):

  - Deforme a cabeçote do parafuso trava (22) em dois lugares usando um punção e martelo.
- Instale o anel-trava (25) e vedador (26) na haste (11). Instale o mancal (27) e batente (28) na haste (11).

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Certifique-se de que a fenda do vedador (26) esteja direcionada contra o pistão e que a canaleta de óleo do mancal (27) esteja corretamente direcionada.***

- Acomode a camisa do cilindro (12) horizontalmente na bancada, utilizando uma grua.

  Instale o cabeçote do cilindro (7) na camisa (12).

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Certifique-se de que a haste do cilindro (11) esteja alinhada com o centro da camisa (12) quando estiver sendo inserido, afim de evitar danos aos anéis.***

- Instale o cabeçote do cilindro (7) na camisa do cilindro (12).

  Aperte os parafusos (8) (torque de aperto, ver tabela).

  (Chave de soquete para parafusos Allen : 14 mm para o cilindro do braço de penetração.

Ferramentas especiais para cilindros

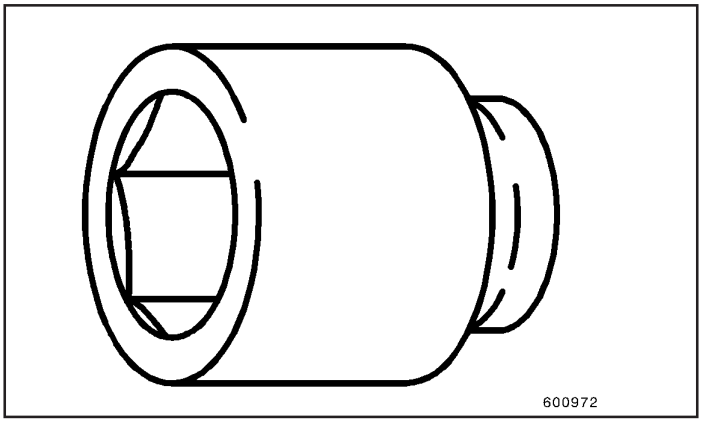


Fig.1

Chave de soquete para porca do pistão (24):

85 mm	**75295419**
90 mm	**75298362**
100 mm	**75297716**
110 mm	**75298684**

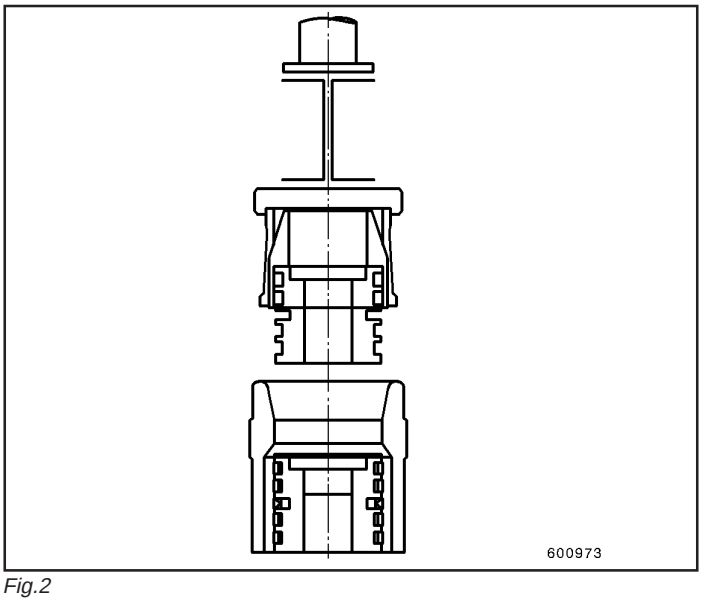


Fig.2

Jogo de ferramentas para instalação de vedadores (17 - 20):

Cilindro do braço de elevação	**75301539**
Cilindro do braço de penetração	**75301540**
Cilindro da caçamba	**75301538**

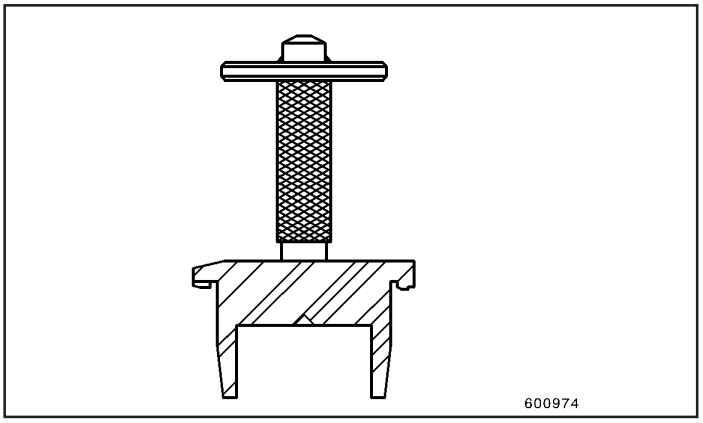


Fig.3

Ferramenta para instalação de anel raspador (1):

Cilindro do braço de elevação	**75301534**
Cilindro do braço de penetração	**75301533**
Cilindro da caçamba	**75301534**

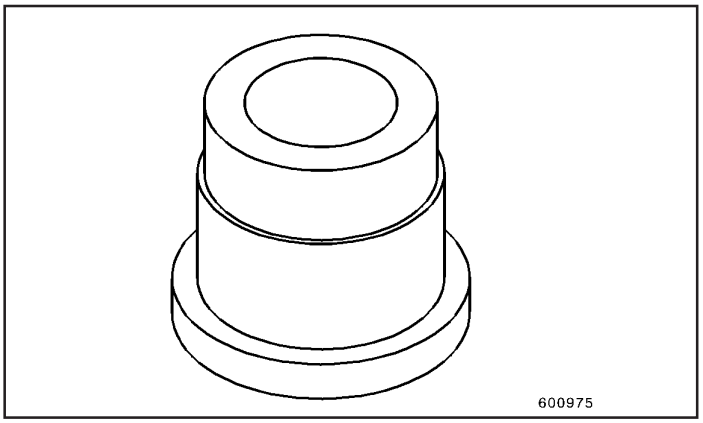


Fig.4

Ferramenta para montar/desmontar buchas (5):

Braço de elevação ø 85 mm	**75298693**
Braço de penetração ø 95 mm	**75298694**
Caçamba ø 75 mm	**75298672**

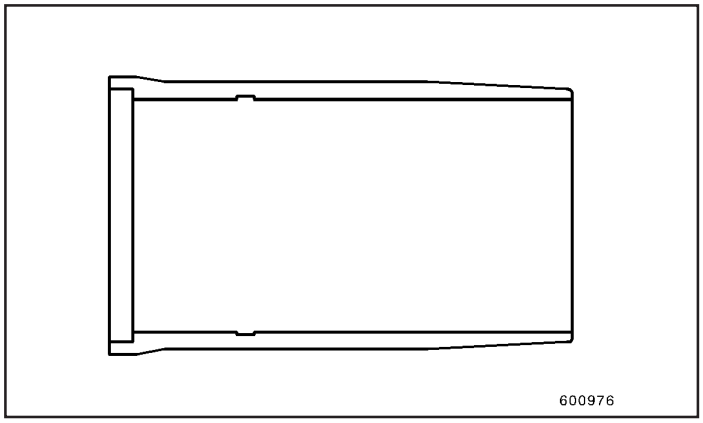


Fig.5

Ferramenta para instalar o cabeçote nos cilindros (7):

Cilindro do braço de elevação	**75301536**
Cilindro do braço de penetração	**75301537**
Cilindro da caçamba	**75301535**

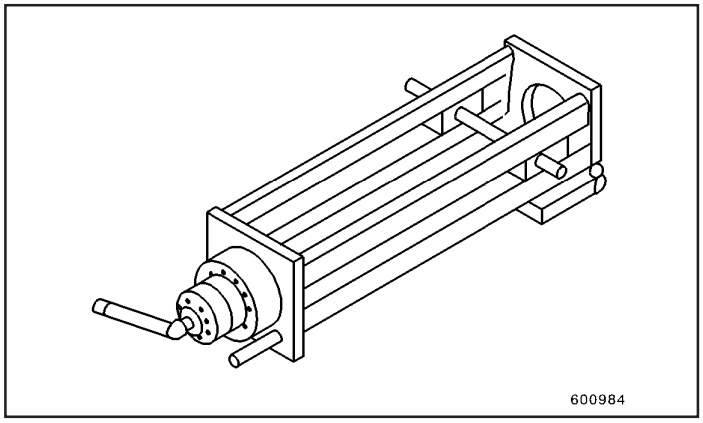


Fig.6

Bancada para afrouxar/apertar porca (24):

Para todos os cilindros	**75298623**

SOLUCIONANDO PROBLEMAS

Instruções para solucionar problemas

Freqüentemente as falhas são devidas a manutenção ou operação incorreta.

Portanto é essencial, sempre que ocorrer uma falha, que a seção correspondente do Manual do Operador seja consultada.

Se a causa da falha não puder ser detectada ou se a falha não puder ser eliminada, entre em contato com o departamento de assistência técnica do Concessionário Autorizado.

Quando chamar o Departamento de Serviço, descreva a falha e todos seus sintomas tão precisamente quanto for possível. Dados exatos são essenciais para uma solução rápida.

Nunca efetue qualquer serviço para o qual você não está qualificado.

Esta tabela de “solução de problemas” relaciona as falhas que ocorreram anteriormente, junto com suas possíveis causas e remédios. Em casos excepcionais, a falha descrita pode ter tido causas diferentes.

Lay-out da tabela de solução de problemas

Falha

Esta coluna descreve a falha, determinada por observação ou durante a atividade que precedeu a mesma.

Portanto mantenha-se atento ao comportamento da máquina.

Estude o problema cuidadosamente. Pense antes de agir.

Faça as seguintes perguntas para si mesmo:
- Que sinais de aviso precederam a falha?
- Que trabalhos de reparo e manutenção foram efetuados antes da falha ter sido detectada?
- A mesma falha já aconteceu antes?
- Esta é uma falha individual ou um número de falhas simultâneas?

Causas possíveis

Esta coluna descreve as possíveis causas da respectiva falha. Elas estão relacionadas na ordem de suas probabilidades, isto é, a causa mais provável é relacionada primeiro.

Solução

Esta coluna descreve a ação recomendada para solucionar o problema.

Seção

Esta coluna indica onde instruções para a solução podem ser encontradas no manual do proprietário. Se não houver indicação, o Departamento de Serviço e Pós-Venda deve ser consultado.

Guia de solução de falhas

O guia de solução de falhas cobre a identificação e eliminação de falhas no caso de mal funcionamento.

É possível que o mal funcionamento tenha outras causas que as relacionadas aqui.
Nesses casos, quando a falha não pode ser localizada, consulte o Departamento de Serviço de um Concessionário Autorizado.

	Falha	Causa Possível	Solução
1	Nenhuma função de trabalho, giro ou deslocamento é possível	Sem pressão no servo controle	
		• Pressão servo controle PRV defeituosa	Verifique; repare e ajuste se necessário
		• Filtro do circuito de servo controle contaminado	Troque o elemento do filtro
		• Bomba de servo controle não está fornecendo óleo	Verifique o acionamento; repare se necessário Verifique a bomba; substitua se necessário
		• Óleo do servo controle está vazando para o tanque através de uma válvula ou pedal de controle defeituosos	Verifique qual válvula está vazando Repare ou substitua a válvula defeitusa
		Pressão servo controle OK	
		• O solenóide de corte de pressão do servo controle defeituoso	Verifique se o LED do bujão está aceso; se não estiver, repare o sistema elétrico ou trabalhe com o stand-by manual ativado
2	Funções de trabalho, giro e ajuste de velocidade de deslocamento lentas	Velocidade do motor Diesel	Verifique o ajuste do motor programação do controle PMS
		Estágio de saída	Comute estágio de saída
		Pressão do servo controle muito baixa	Verifique e faça o ajuste
3	Funções de trabalho e translação lentas Função de giro OK	Saída do motor Diesel insuficiente, velocidade do motor OK	
		• PMS está reduzindo o fornecimento das bombas de trabalho O display não indica falha	Verifique o filtro de ar, filtro de combustível, etc. Trocar se necessário
		• PMS está reduzindo o fornecimento das bombas de trabalho O display indica código da falha	Localize a falha através da tabela de código de falhas e elimine o problema
		Os reguladores das bombas de trabalho estão recebendo informação incorreta da demanda de pressão de trabalho	Verifique o controle de demanda de pressão, determine e elimine a falha

	Falha	Causa Possível	Solução
4	A função de trabalho ou translação com problema	A pressão de corte de uma das bombas com defeito	Verifique; ajuste se necessário
		Abertura prematura da válvula primária	Verifique e ajuste
		Pistão de controle no bloco de controle está com o curso reduzido	Verifique o pistão de controle, quanto a liberdade de movimento e curso correto; repare/limpe se necessário
		Abertura prematura da vávula secundária	Verifique a pressão e ajuste
5	Uma das funções de equipamento sem potência em qualquer direção	Vedador de pistão defeituoso em um cilindro	Localize o cilindro defeituoso (superaquecimento ou vazamento de óleo). Reponha os vedadores e correias guia.
6	Uma das funções de equipamento sem potência em uma direção	Válvula secundária redutora de pressão incorretamente ajustada ou defeituosa	Verifique o ajuste; corrija se necessário, ou substituas os vedadores ou a válvula completa
7	Nenhuma das esteira se movimenta	Os freios estão acionados	Verifique a função de controle dos freios. Libere os freios mecanicamente
8	Uma esteira lenta; baixa tração em ambas direções	Os pedais servo controlados não podem ser acionados uniformemente	Verifique se há materiais estranhos sob o pedal; remova se necessário
		O pedal servo controlado está sinalizando demanda de pressão incorreta para o regulador de uma das bombas, conseqüentemente o fornecimento das bombas é diferente	Verifique a válvula de servo controle; repare ou substitua se necessário
		Corte de pressão de uma bomba defeituoso	Verifique e reajuste se necessário
		A válvula redutora de pressão, primária ajustada muito baixo	Verifique; reajuste ou substitua a válvula se necessário
		Motor de translação desgastado ou defeituoso	Substitua motor de translação
		Pistão da válvula do freio de translação não está abrindo completamente, pistão preso	Repare ou troque válvula
		Carretel no bloco de controle de translação não move curso completo	Verifique o carretel quanto a liberdade de movimentação; repare ou substitua bloco de controle se necessário
		Vedador do rotor defeituoso	Verifique; repare se necessário

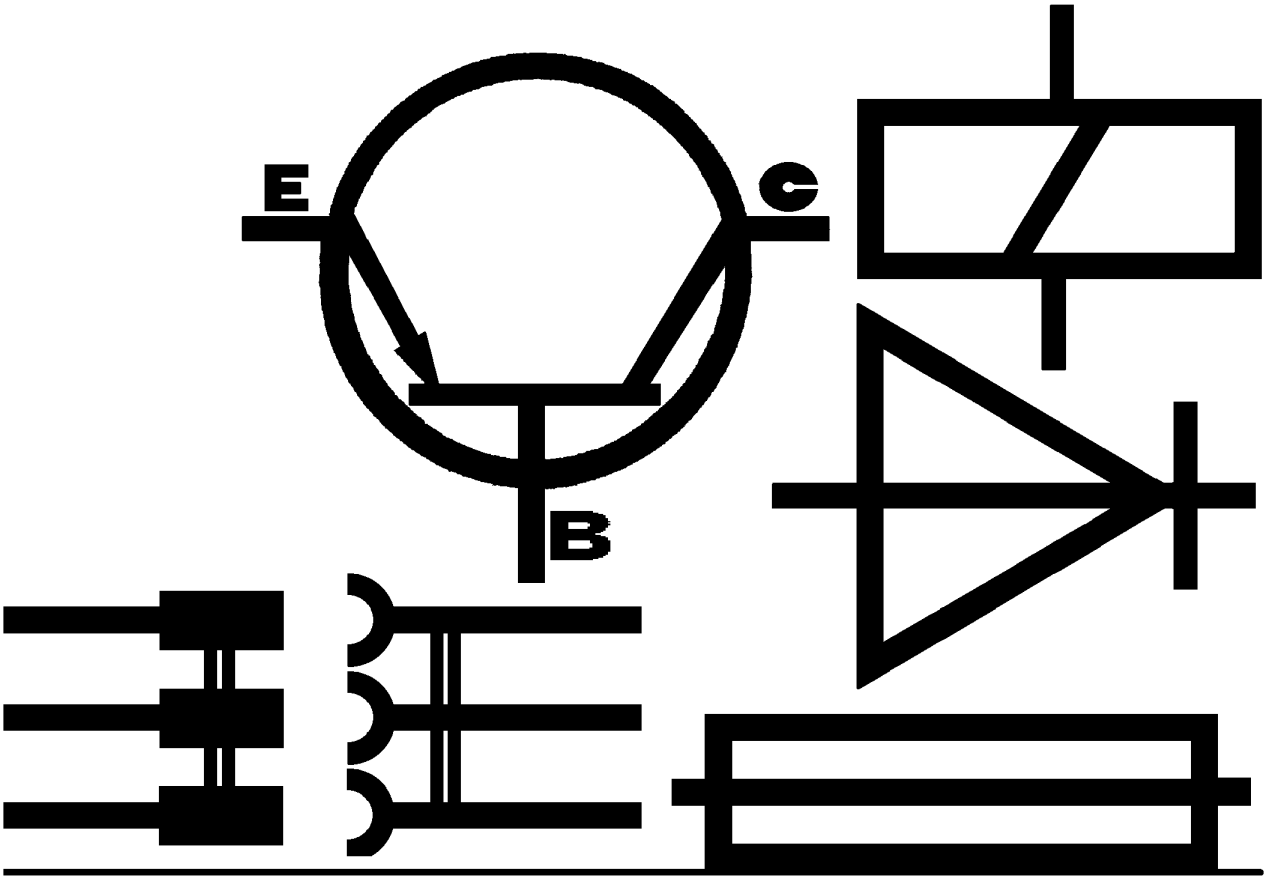
	Falha	Causa Possível	Solução
9	Uma das esteiras lenta; pouca tração em uma direção	Válvula de alimentação defeituosa (pressão não sobe)	Substitua a válvula de alimentação
		Carretel no bloco de controle da translação com curso incompleto	Verifique: O pistão do servo controle está mecanicamente travado. (mola quebrada, bloqueada)
		Abertura prematura da válvula secundária	Verifique e ajuste se necessário
10	A escavadeira se move em círculos ao ativar o cilindro	A função de translação paralela com defeito	Verifique a válvula comutadora na válvula “tipo cascata” e o distribuidor no bloco de controle; repare se necessário
11	Giro impossível nos dois sentidos	Freio do giro bloqueando	Libere o freio e use o sistema de stand-by manual
		A válvula de pressão de corte aberta permanentemente	Repare e ajuste
		Sem pressão de recarga	Verifique; reajuste se necessário
		Bomba de recarga defeituosa	Substitua
		O filtro do circuito de recarga está contaminado	Substitua o elemento do filtro
12	Sem potência de giro nas duas direções	Abertura prematura da pressão de corte	Verifique; ajuste se necessário
		Pressão de recarga muito baixa	Verifique a válvula de restrição de pressão de recarga; Ajuste se necessário ou substitua a válvula
13	Velocidade da estrutura superior muito baixa	Pressão de recarga muito baixa	Verifique e ajuste se necessário
		O cilindro de ajuste do prato-guia desgastado	Substitua a bomba
		Motor hidráulico de giro desgastado	Substitua o motor hidráulico
14	Falta potência de giro em uma direção	A válvula de segurança está com defeito ou mal ajustada	Verifique; ajuste ou substitua se necessário

	Falha	Causa Possível	Solução
15	A estrutura superior tenta girar em uma direção tão logo o motor funciona	O regulador da bomba de giro não está no ponto mecânico zero	Reajuste o ponto mecânico zero até que a pressão de recarga seja igual nos dois lados
16	A temperatura do óleo hidráulico muito alta, PMS está registrando super aquecimento	Arrefecedor contaminado	Limpe
		Válvula de pré-carga para retorno do fluxo defeituosa. O fluxo óleo retorna diretamente para o tanque	Verifique a válvula e meça a pressão do fluxo de retorno. Repare/substitua a válvula
		Velicidade do ventilador muito baixa	
		• Bomba do ventilador desgastada	Substitua
		• Motor do ventilador desgastado	Substitua
		• Válvula de alívio de pressão defeituosa	Substitua
		• Válvula da realimentação defeituosa	Substitua

NOTAS

Esta página foi deixada em branco intencionalmente

Fundamentos de Engenharia Elétrica



600011

SUMÁRIO

FUNDAMENTOS DA ENGENHARIA ELÉTRICA 4
Prefácio 4
Instruções importantes 4
SISTEMAS ELÉTRICOS EM GERAL 5
O átomo 5
Estrutura dos átomos 5
Campo eletromagnético 7
GERAÇÃO DE ELETRICIDADE 9
Geração de eletricidade em veículos automotores 9
Carga da bateria 10
Alternador 11
Circuito com indicador de falha de interrupção no circuito de excitação 11
Teste do sistema de carga 12
COMPONENTES PRINCIPAIS DO SISTEMA ELÉTRICO AUTOMOTIVO 13
Bateria 13
Tipos de baterias 14
Baterias de baixa manutenção 15
Verificação da bateria 15
Preparo de uma nova solução de bateria 16
Manutenção 16
Funções do alternador 19
Alternador 20
Manutenção 20
Motores elétricos 21
Motor de partida 23
Função do motor de partida 23
Manutenção 25
Lubrificação 25
FUNDAMENTOS DOS SISTEMAS ELÉTRICOS AUTOMOTIVOS 26
Corrente, tensão, resistência e potência 26
MEDIÇÕES COM UM MULTÍMETRO 27
LIGAÇÃO EM SÉRIE E EM PARALELO DE COMPONENTES ELÉTRICOS 28
Baterias 28
Resistores 28
Capacitores 28
QUEDA DE TENSÃO E CABOS 30
Cálculo de linhas 31
Linhas e cabeamentos em sistemas elétricos automotivos 32
Exemplo de projeto 32
ILUMINAÇÃO 33
Dicas para regulagem dos faróis 33
Problemas no sistema de iluminação e suas causas 33

CIRCUITOS ESPECIAIS EM SISTEMAS ELÉTRICOS AUTOMOTIVOS 34
- O diodo 34
- Varistor 35
- Retificador de tensão em um circuito trifásico 35
- Regulador do alternador 37

FUSÍVEIS EM VEÍCULOS AUTOMOTORES 38

DESIGNAÇÃO DE COMPONENTES INDIVIDUAIS 39

DESIGNAÇÃO PADRONIZADA DE TERMINAIS 40

SÍMBOLOS UTILIZADOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA 43

SÍMBOLOS PARA DIREÇÃO DOS MOVIMENTOS 50

FUNDAMENTOS DA ENGENHARIA ELÉTRICA

Prefácio

Os sistemas elétricos para máquinas de construção foram originalmente desenvolvidos para as aplicações de partida e iluminação. As novas tarefas são, essencialmente, funções de controle e monitoração. Isto tem provocado um inevitável aumento do número de circuitos, de forma que o sistema completo aparenta complexo e difícil para pessoas sem conhecimento elétrico.
Este manual técnico se aplica a sistemas elétricos de veículos automotores, bem como para sistemas de baixa e média tensão de máquinas de construção. Em todos os eventos, deve-se ter muita atenção com as recomendações de prevenção de acidentes, cujos requisitos variam de acordo com as diferentes classes de tensão dos serviços.

Instruções importantes

- Observe as recomendações de prevenção de acidentes.
- Para a execução dos trabalhos, os funcionários devem ter as qualificações necessárias.
- Ferramentas, talhas e outros equipamentos devem garantir as condições de segurança e proteção.
- Antes de executar um serviço ou inspeção, proteja a máquina ou equipamento quanto a um acionamento não autorizado, tal como impacto nas rodas do veículo ou queda do equipamento de trabalho.
- Equipamentos de proteção de componentes móveis de máquinas não devem ser abertos ou removidos antes que a máquina esteja imobilizada e protegida contra acionamentos não autorizados.
- Objetos metálicos tais como anéis, relógios, etc devem ser removidos antes de se iniciar qualquer operação em sistemas elétricos automotivos.
- Deve ser prevenida a passagem de corrente elétrica pelo corpo humano.

SISTEMAS ELÉTRICOS EM GERAL

Para tornar os sistemas elétricos compreensíveis, nós precisamos compreender superficialmente os conceitos básicos da eletricidade.

O átomo

Todas as substâncias são compostas de átomos.
Um átomo consiste de núcleo carregado positivamente. Elétrons carregados negativamente orbitam o núcleo a altíssima velocidade.
O núcleo propriamente dito é composto de prótons carregados positivamente e de nêutrons com carga neutra.
A quantidade de prótons e nêutrons depende da estrutura do átomo.
Se um átomo possui a mesma quantidade de prótons e elétrons, o átomo é eletricamente neutro.
Todo o átomo tem seus núcleos mantidos por forças magnéticas. Se, por qualquer razão, um elétron é perdido, isto é, se o núcleo tem um próton, a mais em termos numéricos, o átomo é positivo.

Estrutura dos átomos

O número de prótons corresponde ao número de elétrons, isto é, ele é eletricamente neutro.

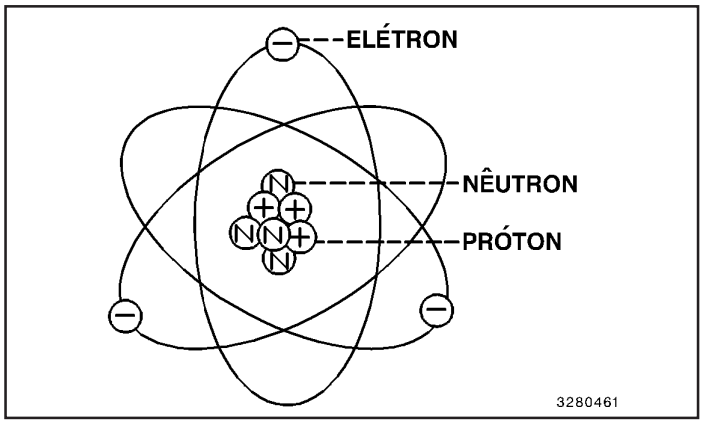


Fig.1

A grande quantidade de átomos em uma substância pode resultar que um elétron esteja à mesma distância de um outro núcleo que o seu próprio núcleo.
Nesta situação, a força magnética de atração que o seu próprio núcleo exerce é eliminada. Se este elétron não está mais sendo atraído pelo seu núcleo, ele está livre. Nós trataremos este elétron como “elétron livre”.

Elétron livre

Se um elétron deixa a sua órbita e está a uma mesma distância do seu núcleo e do núcleo de um outro átomo, ele não está mais sendo atraído pelo seu núcleo - ele está livre.

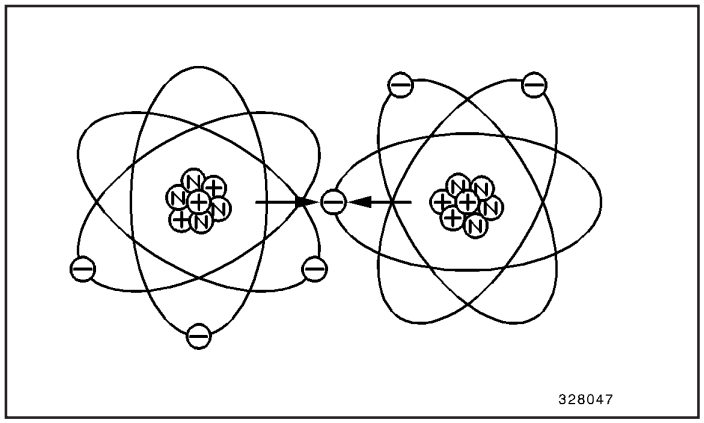


Fig.2

O elétron de um núcleo A entrou em uma zona neutra. Como o átomo B é eletricamente neutro e o átomo C não é eletricamente neutro (perdeu um elétron), o elétron é atraído pelo núcleo C, e o núcleo A deixa de ser neutro.
Ele atrai um outro elétron que tenha entrado em uma zona neutra. Se um elétron do núcleo C, que agora esteja em uma zona neutra, será atraído por um núcleo não-neutro.

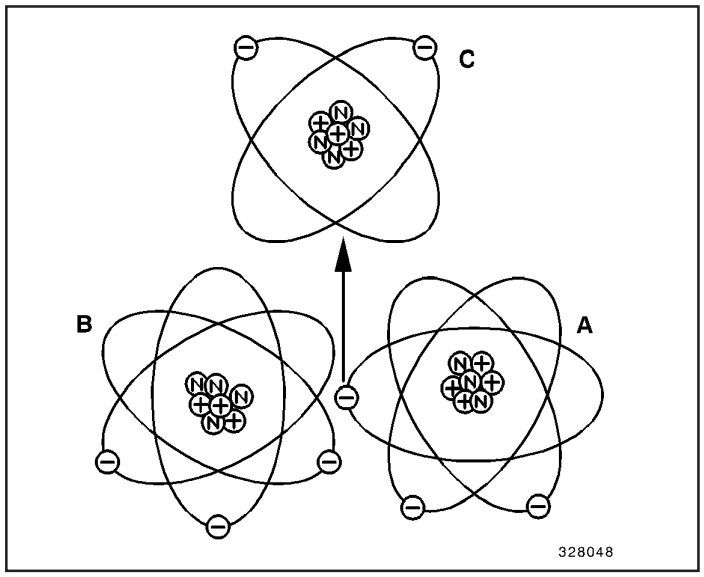


Fig.3

Um número relativamente grande de elétrons livres está presente em metais nobres e em metais não ferrosos. Se um condutor (ex: fio de cobre) é movimentado em um campo magnético, os elétrons livres são forçados em uma direção ou em outra.

Campo eletromagnético

Quando uma corrente está circulando por um condutor, um campo magnético é formando ao redor do condutor, conforme mostrado na figura a seguir.

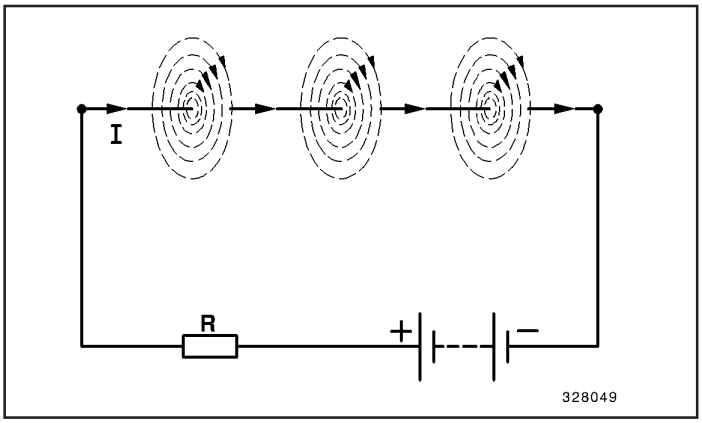


Fig.4

O resistor R do diagrama serve apenas para prevenir um curto circuito no sistema.
Se um condutor é enrolado com várias espiras em um anel, um campo magnético aparecerá em torno do anel, conforme mostrado no diagrama a seguir. A força do campo magnético depende da corrente que está circulado pelo anel e do número de espiras.

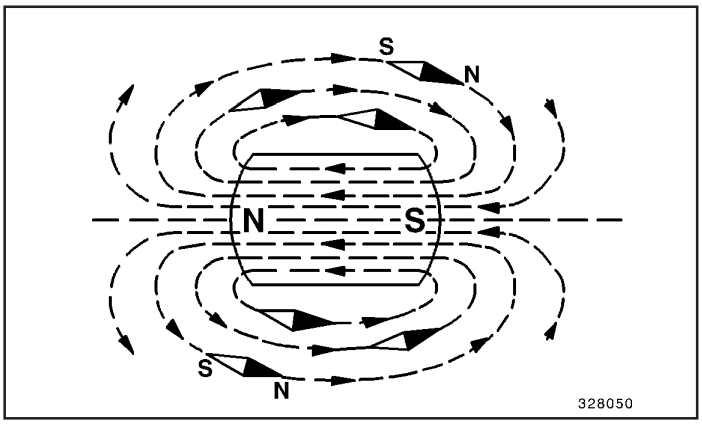


Fig.5

Para aumentar o campo magnético, normalmente é usado um núcleo de ferro magnetizado como base para o enrolamento. Como exemplo, a força magnética é suficiente para atrair o pistão de uma válvula hidráulica.

O resultado é o aparecimento de um potencial elétrico entre as pontas do condutor. Isto é conhecido como tensão elétrica e é medida em volts (V). Se este condutor estiver agora em um circuito fechado, o fluxo de elétrons que se movem no condutor poderá ser medido. O fluxo de elétrons, conhecido como corrente elétrica, é medido em ampères (A).

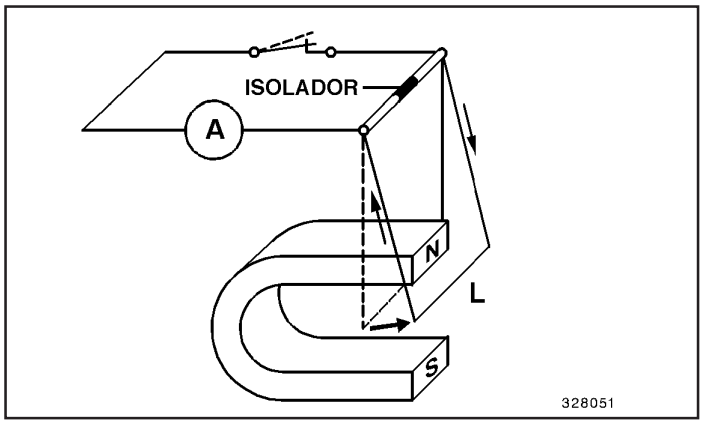


Fig.6

Nota: O aparecimento de um potencial constantemente alternado em um condutor é chamado de tensão alternada, e o fluxo de corrente neste processo é conhecido por corrente alternada (c.a.), ou seja, a corrente é constantemente mudada em direção e intensidade.

A corrente ou a tensão alternada podem ser visualizadas na tela de um osciloscópio.
A corrente e a tensão normalmente são isócronas (estão em fase). O termo usado quando a corrente não é isócrona com a tensão é defasagem.

Diagrama da corrente alternada

T = duração de um ciclo (período) completo, em s.

= freqüência em Hz (# =1/T)

î = pico do valor (amplitude) da corrente.

û = pico do valor (amplitude) da tensão

omega = freqüência radiana em 1/s (omega = 2pi . #)

phi = ângulo de defasagem (corrente e tensão apresentam o respectivo valor de pico ou cruzamento com zero em tempo diferente) entre corrente e tensão.

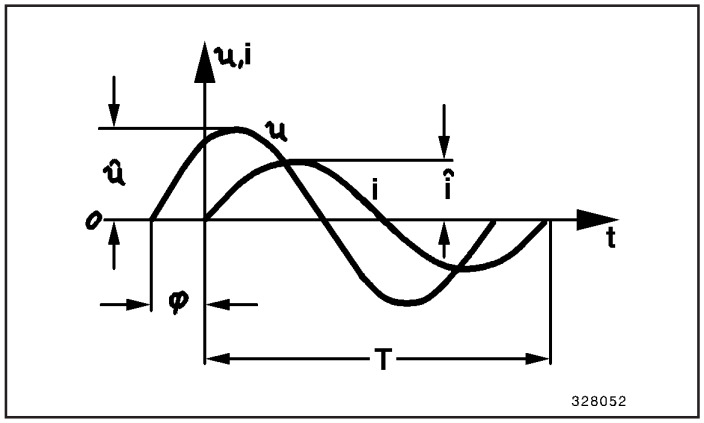


Fig.7

O tipo de curva que caracteriza a corrente alternada é conhecida como senóide. Se a corrente e a tensão estão em fase, ambas atingem seus picos ao mesmo tempo. As oscilações em um segundo são designadas como freqüência (#). O número de oscilações por segundo são designados em Hertz (Hz).

GERAÇÃO DE ELETRICIDADE

Se um campo magnético é formado ao redor de um condutor quando uma corrente circula por ele, é relativamente fácil construir um gerador elétrico. O princípio é mostrado no diagrama a seguir. Um condutor enrolado (2) alimentado por corrente contínua (3) é montado em um rotor (1), resultando em um campo magnético (4). O condutor enrolado (6), montado no estator (5) de nosso gerador teórico, é atravessado pelo campo magnético (4) do rotor quando este é girado. Isto gera tensão elétrica no condutor enrolado do estator.

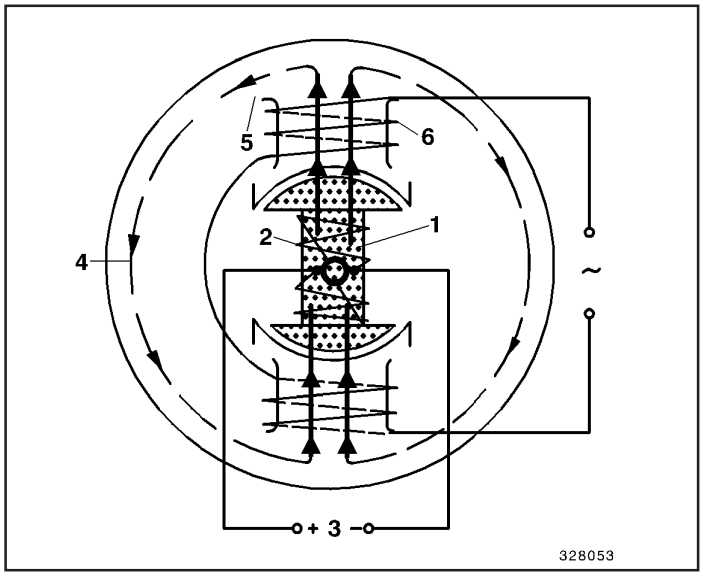


Fig.1

Geração de eletricidade em veículos automotores

Há alguns anos atrás, os chamados dínamos (geradores de corrente contínua) eram instalados em veículos automotores. Devido ao seu tamanho e potência de saída, eles foram substituídos pelos alternadores (geradores de corrente alternada).

Em um gerador de corrente alternada, são geradas três correntes alternadas, cada uma com fase espaçada de 120°. Esta corrente alternada é retificada no veículo com o uso de diodos, e temos a corrente contínua. A corrente contínua é controlada pelo regulador de acordo com a carga de corrente necessária. A corrente contínua resultante é utilizada para carregar a bateria, ou seja, a bateria é recarregada enquanto o motor está em funcionamento.

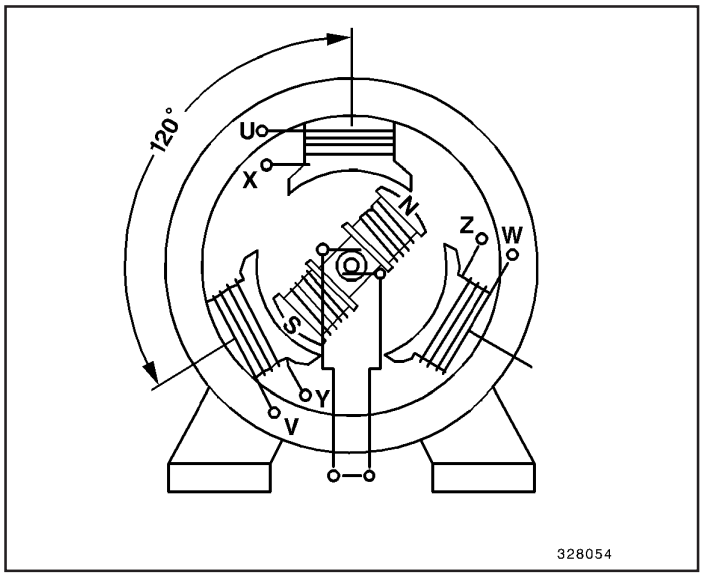


Fig.2

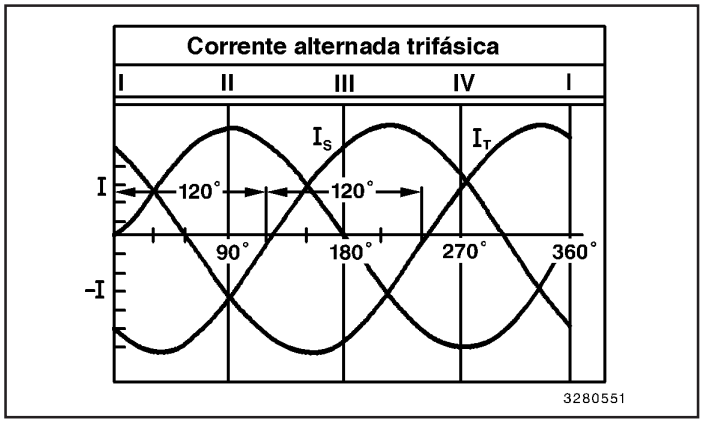


Fig.3

Se uma tensão é aplicada ao enrolamento montado no rotor, a corrente circula. Esta corrente induz um campo magnético suficientemente forte para atravessar o enrolamento do estator, fazendo o rotor girar.

Com a rotação do rotor, a corrente alternada é gerada em cada uma das três bobinas. Igualmente, três altas tensões são geradas em cada uma das três bobinas. Entretanto, estas três tensões estão defasadas em 1/3 de período, ou seja, a diferença de fase é de 120°. Se as bobinas estão uniformemente carregadas, o ângulo de fase entre as correntes também é de 120°.

As três correntes alternadas, cada uma com 120° de diferença de fase são conhecidas como trifásica.

Carga da bateria

Como o gerador é utilizado em veículos automotores para carregar a bateria, a corrente alternada precisa ser convertida em corrente contínua. Isto é feito pelos diodos retificadores, conforme mostrado no diagrama.

1. Diodo de campo
2. Diodos principais
3. Regulador

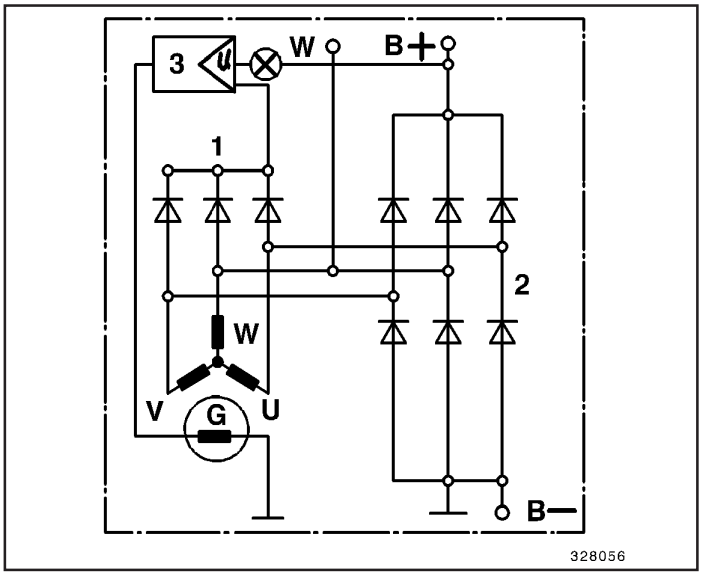


Fig.4

O diodo de campo tem a função de converter a corrente alternada em corrente contínua. Esta corrente contínua é então conduzida através do regulador para a bobina de campo, a qual assegura que a corrente do campo seja limitada quando a tensão de carga for atingida.Os diodos principais são interconectados, formando a “ponte de diodos”. O terminal de saída (B+) desta ponte de diodos é firmemente conectado ao pólo (+) da bateria.

Alternador

1. Carcaça traseira
2. Retificador com dissipador de calor
3. Diodo de potência
4. Diodo de excitação
5. Regulador de tensão transistorizado
6. Estator com enrolamento trifásico
7. Rotor
8. Ventilador
9. Polia
10. Carcaça dianteira com flanges de montagem

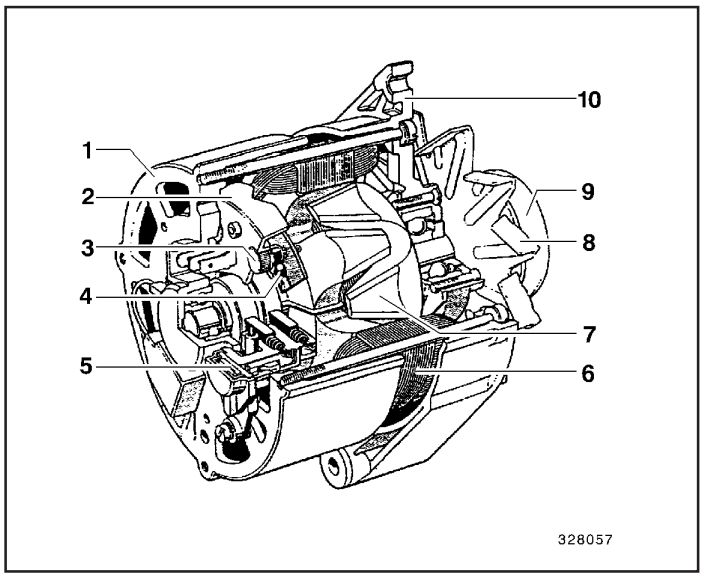


Fig.5

Importante:

A bateria não pode ser desconectada com o alternador em funcionamento.

Circuito com indicador de falha de interrupção no circuito de excitação

1. Alternador
2. Lâmpada de monitoração de carga
3. Resistor R
4. Chave de ignição
5. Bateria

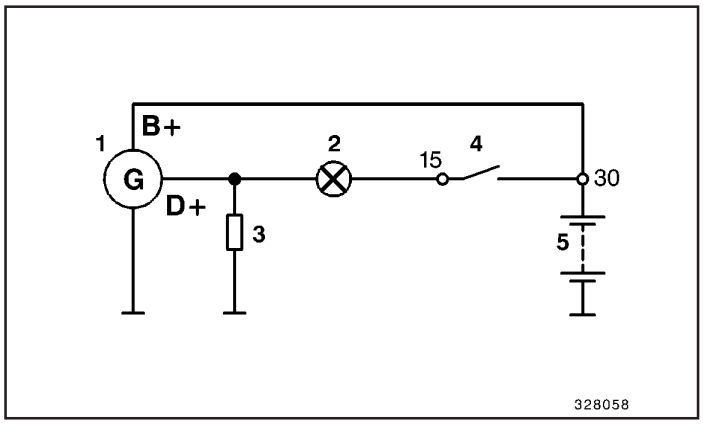


Fig.6

As únicas funções da lâmpada de controle de carga são de garantir que o alternador esteja pré-magnetizado e monitorar o circuito de excitação. Se a lâmpada de controle de carga acende quando o alternador está em funcionamento, significa que não existe corrente de excitação e, conseqüentemente, a bateria não está sendo carregada.

Importante:

A lâmpada de controle de carga só pode ser substituída por outra equivalente, normalmente 1,2 W para sistemas 12 V e 2 W para sistemas 24 V.

As funções do sistema de carga estão baseadas no sistema mostrado na Fig. 6. Se a chave de ignição (4) é fechada, a corrente circula da bateria (5) pela lâmpada (2) através do resistor para o aterramento. O valor da resistência do resistor (3) é tal que faz acender a lâmpada. Se um motor diesel é ligado e o alternador é conseqüentemente acionado, uma tensão positiva aparecerá no terminal (D+) do alternador. Quando existir tensão positiva em ambos terminais da lâmpada de controle de carga, esta irá apagar. O resistor deve ser montado imediatamente ao lado da lâmpada.

Teste do sistema de carga

Para testar o sistema de carga, o voltímetro deve ser conectado diretamente na bateria. O motor deve ser ligado na rotação máxima. Após 2 minutos, a tensão requerida para a carga deve ser atingida, sendo entre 13 e 14,5 V para sistemas 12 V e entre 26 e 29 V para sistemas 24 V. Se o voltímetro indicar valores maiores, significa que o regulador de tensão está defeituoso. Entretanto, se o valor medido for menor, o problema está no sistema de carga.

Importante:

O voltímetro deve ser regulado para a faixa de tensão contínua.

COMPONENTES PRINCIPAIS DO SISTEMA ELÉTRICO AUTOMOTIVO

Bateria

Basicamente, a bateria é necessária para a partida do motor e para a iluminação do veículo quando estacionado.
Em operação, a energia é suprida pelo alternador, o qual carrega simultaneamente a bateria.
As baterias mais comuns para veículos automotores são as de 12 V. Pela conexão de 6 células (de 2 V cada) em série, nós obtemos a tensão nominal de 12 V.

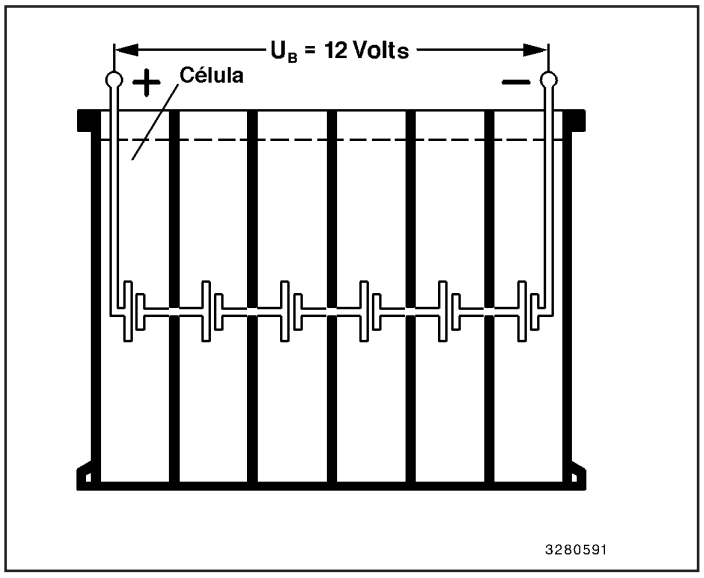


Fig.1

A tensão nominal da bateria depende da quantidade de células que são conectadas em série.

$$U_B = n \cdot U_Z$$

onde:

n	=	número de células
U_B	=	tensão nominal da bateria
U_Z	=	tensão nominal da célula

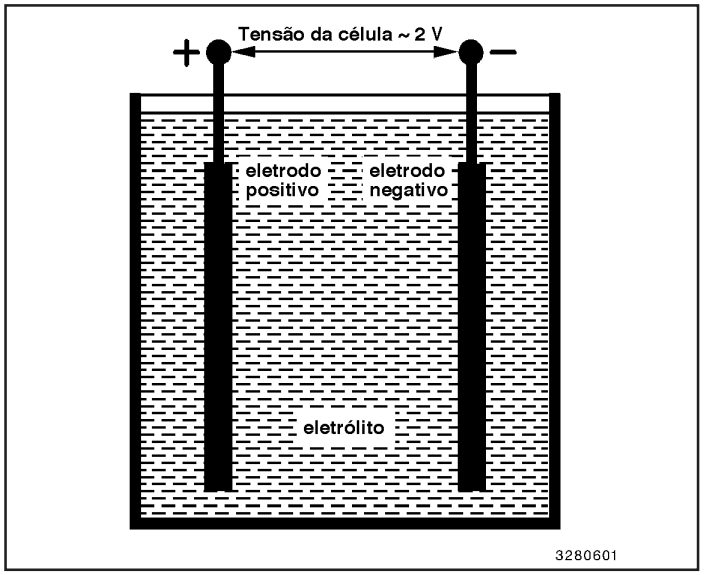


Fig.2

Desenho básico de uma célula chumbo-ácido.

Tipos de baterias

As baterias utilizadas atualmente são, na sua maioria, livre de manutenção. Levando-se em consideração as evoluções metalúrgicas, o consumo da água da bateria em condições normais de uso do sistema elétrico dos veículos (U = constante) tem sido reduzido de tal forma que a reserva de eletrólito das placas é suficiente para a vida útil da bateria.

No caso de ser necessário a recarga de uma bateria após ela ter sido desconectada do sistema elétrico, deve-se garantir que a tensão de carga não ultrapasse o máximo de 2,4 volts por célula.

Bateria livre de manutenção

1. Tampa única
2. Capa do terminal
3. Alça da célula
4. Terminal
5. Isolante
6. Alça da placa
7. Carcaça da bateria
8. Estrutura da base
9. Eletrodos positivos em lâminas separadas
10. Eletrodos negativos

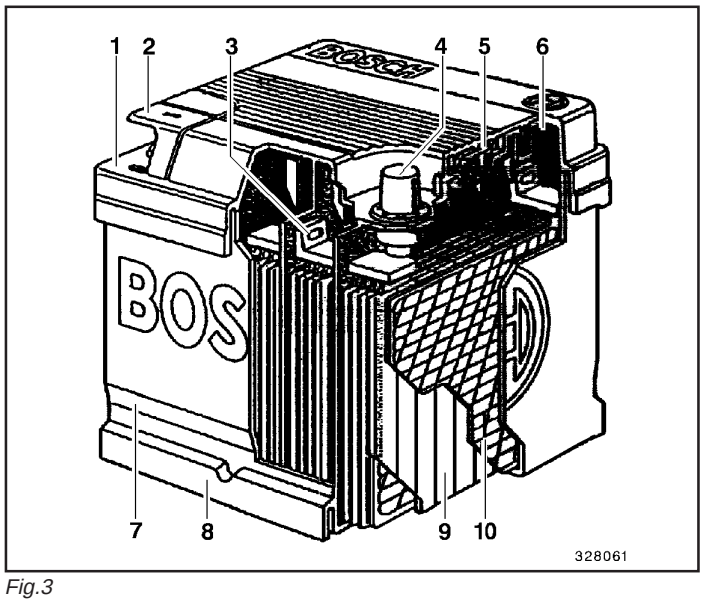


Fig.3

Importante:

A designação “livre de manutenção”, de acordo com a DIN, significa apenas que a bateria não excede certos limites de consumo de água. Isto não significa a garantia de que não seja necessária a reposição de água durante a vida útil da bateria. Além disto, esta definição não leva em consideração outros aspectos normais de manutenção. Por estas razões, tanto a designação DIN, quanto certas afirmações publicitárias que se referem a não ser necessário manutenção são enganosos.

Baterias de baixa manutenção

O nível do eletrólito de baterias de baixa manutenção deve ser verificado pelo menos uma vez ao ano. Se o nível do líquido estiver abaixo da marca “min”, as células devem ser completadas com água destilada.
Se a bateria for desconectada do sistema elétrico para recarga, ela deve ser carregada com uma corrente correspondente a 1/10 da sua capacidade nominal.

Importante:

Durante o processo de recarga, as bateriam exalam gases altamente explosivos. Portanto, as baterias devem ser recarregadas somente em áreas bem ventiladas e específicas para este serviço. Fogo, faíscas, luminárias não blindadas e fumantes são proibidos.
Os procedimentos de segurança pertinentes ao manuseio de baterias devem sempre ser observados.

Verificação da bateria

1. A densidade do ácido é o mais importante indicador de carga da bateria. Portanto, o nível de carga da bateria pode ser verificado medindo-se a densidade do ácido, que é medida com um densímetro.

Valores da densidade do ácido sulfúrico diluído

Condição de carga	Tipo da Bateria	Densidade do ácido (kg/l)	Congelamento (°C)
Carregada	normal	1,28	-68
	tropicalizada	1,23	-40
Meia carga	normal	1,16/1,20	-17 a -27
	tropicalizada	1,13/1,16	-13 a -17
Descarregada	normal	1,04/1,12	-3 a -11
	tropicalizada	1,03/1,08	-2 a -8

2. O teste de partida é realizado medindo-se a tensão da bateria em condições de carga, utilizando-se um instrumento de teste de baterias.

   Para baterias do tipo tampa única, utiliza-se o instrumento de 12 V. O instrumento de teste de baterias mede a tensão nos terminais da bateria, quando se aplica uma carga resistiva entre eles, sendo que uma corrente de 300 A circula pelo resistor por aproximadamente 5 segundos. A tensão é uma medida aproximada da capacidade de partida da bateria. O limite mínimo admissível de tensão é 8 V = 1,33 V/cel. Ao realizar este teste, é importante que o contato entre os terminais do instrumento e os da bateria seja bem firme.

3. Resultado das medições

   Se a densidade do ácido é insuficiente, mas se o teste de partida é satisfatório, a bateria precisa apenas ser recarregada.

   Se tanto a densidade do ácido quanto o teste de partida são insatisfatórios, a bateria precisa ser recarregada em carga lenta de 6 A .

   Se a densidade do ácido é satisfatória (após uma recarga), mas o teste de partida não é satisfatório, na maioria dos casos a bateria não terá uma vida útil muito longa.

   Se a densidade do ácido em cada célula ou a tensão do teste de partida alteram-se consideravelmente quando a bateria está carregada, ou se ambos são insatisfatórios, é recomendável que a bateria seja desativada.

Preparo de uma nova solução de bateria

Importante:

Ao preparar uma nova solução de bateria, deve-se tomar muito cuidado ao derramar o ácido sulfúrico na água destilada (nunca faça o contrário), para evitar respingos do ácido. Use óculos e roupas de segurança e sempre observe as recomendações de prevenção de acidentes.

A taxa volumétrica de concentração do ácido sulfúrico (96%) na água destilada é definida na tabela a seguir.

Instruções de mistura

Densidade desejada do ácido (kg/l)	Taxa volumétrica de concentração do ácido sulfúrico (96%) na água destilada
1,23	1 : 3,8
1,26	1 : 3,2
1,28	1 : 2,8
1,30	1 : 2,6
1,34	1 : 2,3

Manutenção

O termo “manutenção” engloba todos os cuidados necessários com a bateria para otimização das suas funções durante a vida útil.

- Nível do eletrólito sempre correto.
- Carga periódica durante a armazenagem.
- Recarregamento imediato após perda de carga.
- Evitar sobre cargas.
- Evitar descargas freqüentes.

Problema	Causa	Solução
1. Nível do ácido muito baixo	Sobrecarga, evaporação (principalmente durante o verão)	Complete o nível com água destilada (com a bateria carregada)
2. Vazamento do ácido pelo respiro	1. Tensão de carga muito alta	Verifique e ajuste a tensão do regulador ou substitua-o
	2. Nível de ácido muito alto	Retire o excesso de ácido com o densímetro
3. Densidade do ácido muito baixa	1. Bateria descarregada	Carregue a bateria
	2. Defeito no alternador	Verifique o alternador
	3. Curto circuito nos cabos	Verifique o cabeamentos
	4. Muita água no ácido devido a serviço incorreto	Corrija a densidade do ácido
4. Densidade do ácido muito elevada	Muito ácido	Corrija a densidade do ácido
5. Potência insuficiente de saída da bateria. Forte queda de tensão	1. Bateria descarregada	Recarregue a bateria
	2. Tensão de carga muito baixa	Regule a tensão ou substitua o regulador
	3. Corrosão ou mal contato nos terminais	Limpe os terminais e aplique uma camada de graxa protetiva Ft 40 v 1 nos terminais; aperte os parafusos dos terminais
	4. Bateria com capacidade insuficiente (muitos consumidores)	Utilize uma bateria maior Se necessário, instale também um alternador maior; consulte um Concessionário Autorizado.
	5. Auto descarregamento excessivo da bateria devido a impurezas no ácido	Substitua a bateria
	6. Placas sulfatadas (camada cinza-claro nas placas positivas e negativas)	Dê carga com corrente baixa na bateria para induzir a decomposição da camada Se a saída ainda for insuficiente após repetir a carga e descarga, substitua a bateria
	7. Bateria muito usada, material das placas com vida curta)	Substitua a bateria
	8. Nível de ácido abaixo da borda superior das placas	Complete o nível com água destilada

Problema	Causa	Solução
6. Vida útil da bateria insuficiente	1. Bateria descarregada freqüentemente	Utilize bateria com maior capacidade ou bateria especial
	2. Bateria aquece demais	Instale em local mais apropriado
	3. Vibração muito forte na bateria	Instale em local mais apropriado
	4. Bateria provavelmente “sulfatada”	Dê carga com corrente baixa na bateria para induzir a decomposição da camada. Se a saída ainda for insuficiente após repetir a carga e descarga, substitua a bateria
	5. Ácido da bateria com impurezas	Substitua a bateria
7. Carga da bateria permanentemente insuficiente	1. Defeito no alternador, regulador de tensão ou cabos	Aumente a capacidade do alternador ou repare-o; substitua o alternador ou regulador de tensão; aperte os terminais dos cabos
	2. Correia frouxa	Ajuste a correia ou substitua-a
	3. Muitos consumidores ligados na bateria	Instale uma bateria maior. Use também um alternador maior. Consulte um Concessionário Autorizado
8. Sobre carga permanente	Regulador de tensão e, possivelmente o alternador com defeito	Substitua o regulador de tensão ou mude a calibragem do regulador; verifique o alternador
9. Contatos do interruptor do regulador de tensão queimados (no caso de gerador de corrente contínua)	Bateria ligada errada (polaridade invertida)	Conecte a bateria com a polaridade correta. Substitua o regulador de tensão
10. Diodos retificadores destruídos (no caso de alternadores)	Bateria ligada errada (polaridade invertida)	Conecte a bateria com a polaridade correta. Substitua os diodos retificadores

Funções do alternador

O alternador tem por função suprir a demanda de energia dos consumidores elétricos. Além disto, ele deve garantir que as baterias sejam carregadas ao mesmo tempo em que mantém o fornecimento de energia aos consumidores permanentes, mesmo quando o motor está em baixa rotação (marcha lenta). O alternador tem que fornecer tensão constante em qualquer condição de carga e operação. Para fazer isto, o alternador é auxiliado pelo regulador de tensão, o qual mantém a tensão entre 13 e 14,5 volts independente da carga ou da rotação do alternador.

Alternador

1. Carcaça traseira
2. Porta-diodos
3. Diodo de potência
4. Bobina de excitação (móvel)
5. Regulador
6. Bobina fixa (estator)
7. Rotor
8. Ventilador
9. Polia
10. Carcaça dianteira com flanges de montagem

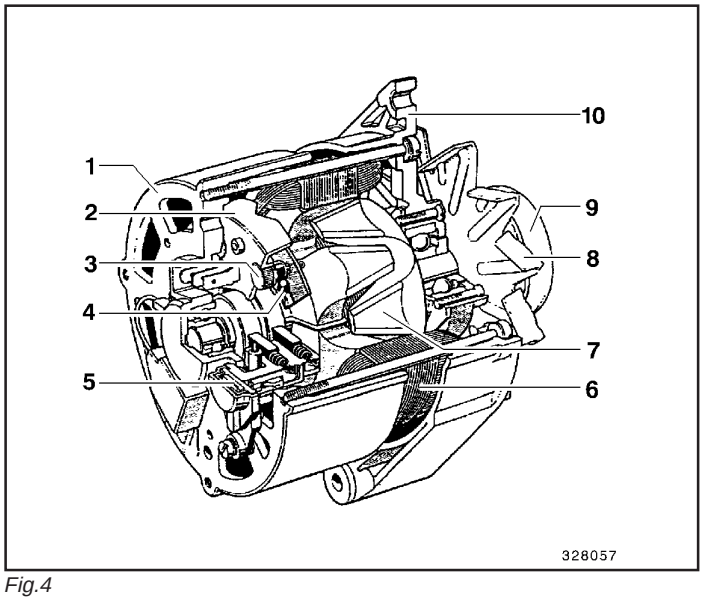
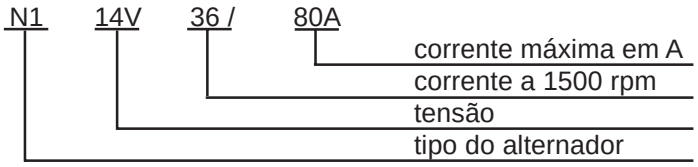


Fig.4

Designação do tipo



Importante:

Dependendo do tipo, nossas máquinas são equipadas com alternadores de 12 a 28 volts.

Alternador

O alternador é do tipo claw-pole auto-excitado de 12 pólos síncronos com os diodos retificadores de silício incorporados. A bobina trifásica está no estator e a bobina de excitação no rotor.

A corrente de excitação é fornecida ao retificador D+, o regulador, duas escovas e o anel coletor para a bobina de excitação no rotor. A bobina do estator é conectada ao diodo retificador de silício pela ponte do circuito trifásico.

A corrente retificada é fornecida para os consumidores e para a bateria através do terminal B+. O terminal D+ deve ser carregado apenas com a corrente do regulador, o monitorador de carga e uma corrente adicional de 0,5 A (relé inibidor de partida).
Nos sistemas de 24 V a lâmpada de monitoração de carga deve ser de 2 W para garantir a correta excitação do alternador. A tensão é regulada pelo reostato eletrônico de campo integrado.

Alternador claw-pole

1. Carcaça traseira
2. Retificador
3. Diodo de potência
4. Bobina de excitação (rotor)
5. Regulador transistorizado com escovas de grafite integradas
6. Estator com bobina trifásica
7. Rotor tipo claw-pole
8. Ventilador
9. Polia
10. Carcaça dianteira com flanges de montagem

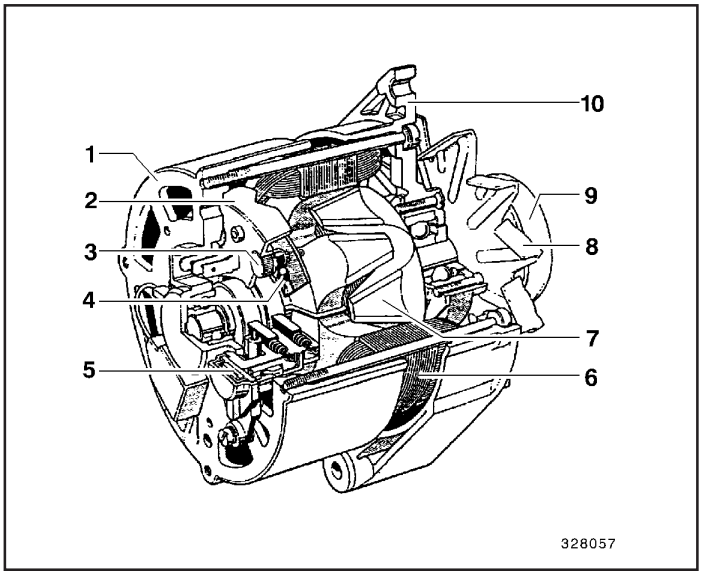


Fig.5

Manutenção

Os alternadores instalados em veículos modernos são livres de manutenção. A tensão da correia deve ser verificada pelo menos uma vez ao mês, dependendo do uso da máquina.

As escovas de grafite devem ser verificadas pelo menos uma vez por ano. Os anéis coletores também devem ser inspecionados visualmente e polidos com um tecido abrasivo ultrafino.

Motores elétricos

Em veículos automotores, os motores corrente contínua (motor de partida, motor do limpador de pára-brisas, motor do ventilador, etc.) são utilizados sempre de forma exclusiva. Portanto, o princípio destes motores será discutido com maiores detalhes.

Princípio dos motores elétricos

Um motor elétrico é um equipamento de converte a energia elétrica (tensão x corrente) em energia mecânica (rotação x torque). Isto é baseado no fato de que a passagem de uma corrente em um condutor colocado em um campo magnético acarreta em uma força. A força é proporcional à intensidade do campo magnético e a magnitude da corrente, e é mais forte quando o campo magnético e o plano do condutor estão alinhados.

Por razões práticas, o condutor tem a forma de um aro rotativo (Fig.6). As linhas do campo magnético se estendem de um pólo ao outro.

Se os condutores estão sob os pólos, isto é, dentro do campo magnético, o torque que atua no aro condutor é constante e tem uma determinada direção. Após meia volta, quando cada condutor estiver sob a influência do campo magnético contrário, o torque permanece o mesmo, mas em direção contrária. Se o aro está perpendicular aos pólos, o torque se torna nulo (Fig.7).

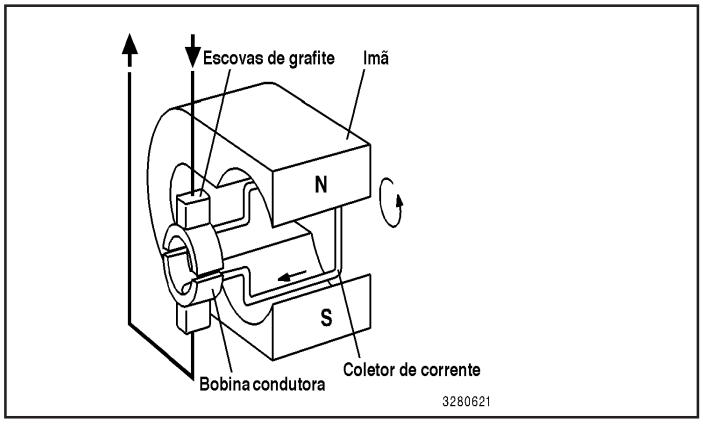


Fig.6

Fig. 6 = Diagrama esquemático de um motor elétrico com bobina condutora.

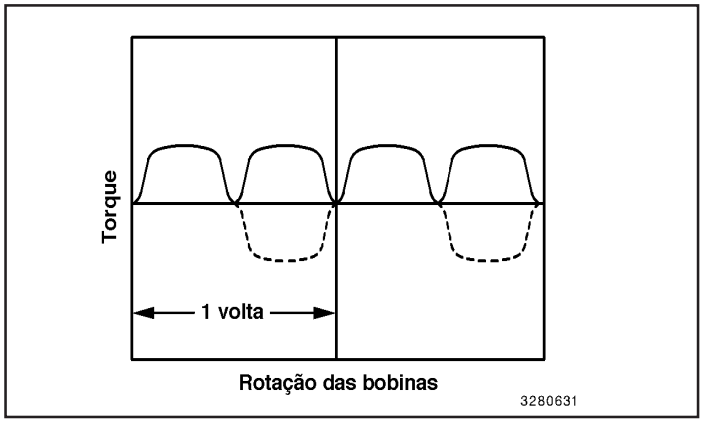


Fig.7

Fig. 7 = Atuação do torque na bobina condutora

Se for possível garantir que o fluxo de corrente será invertido nna bobina condutora após cada meia volta, o torque terá sempre o mesmo sentido da rotação e, portanto, pode manter constante a rotação da bobina condutora.

A corrente é invertida por meio de um coletor, que consiste em duas metades separadas de um anel de contato, nas quais os dois terminais da bobina condutora são conectados. Os dois terminais, chamados de escovas de carbono, são conectados na fonte de corrente e deslizam nos segmentos do anel de contato (Figs. 6 e 8).

De maneira a obter um torque uniforme, um motor elétrico faz uso de diversas bobinas (Fig. 8). A Figura 9 mostra o torque individual para três bobinas dispostas simetricamente e o torque final resultante. Neste caso, o coletor tem seis segmentos individuais, os quais também são chamados de armadura. Na prática, o número de bobinas é muito maior, pois o torque aumenta com a quantidade de bobinas condutoras instaladas.

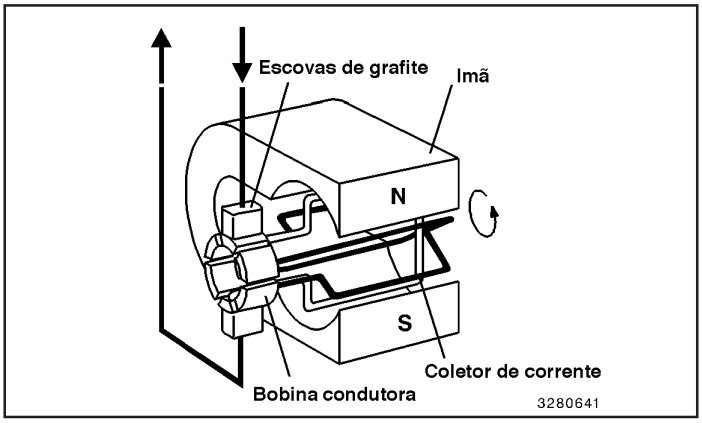


Fig.8

Fig. 8 = Diagrama esquemático de um motor elétrico com três bobinas condutoras

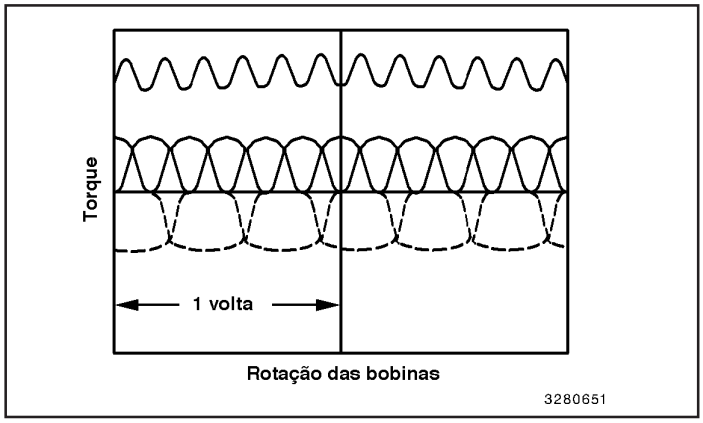


Fig.9

Fig. 9 = Torque de três bobinas condutoras

Motor de partida

Função do motor de partida

Quando o interruptor de partida é acionado, o solenóide do motor de partida e a alavanca de acionamento empurram o pinhão ao longo do estriado espiral em direção ao anel da engrenagem (cremalheira).

Quando o solenóide do motor de partida atinge a sua posição final, o contato principal da corrente é fechado (Fig. 11).

A bobina de acionamento está agora sem corrente e o pinhão é mantido no engrenamento pela bobina de retenção. Quando o motor entra em funcionamento, o pinhão volta a sua posição original pela ação da mola de retorno no momento em que interruptor de partida (chave de ignição) é liberado.

Engrenando

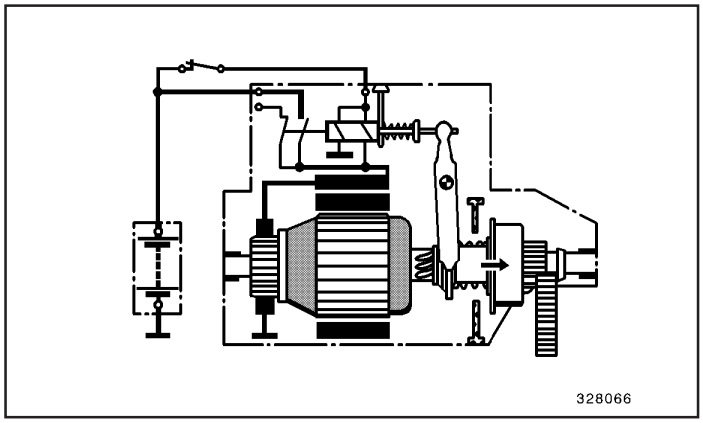


Fig.10

Engrenado

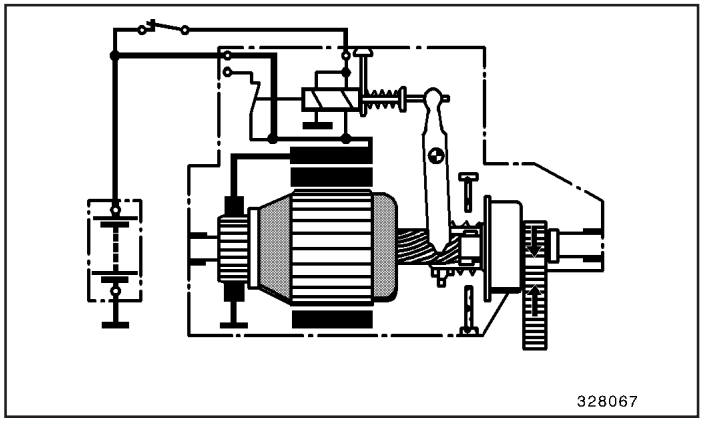


Fig.11

Verificação do sistema de partida do veículo

Verificação da bateria (ver “Bateria”)
Verificação dos cabos e conexões da bateria
Medição da queda de tensão (0,5 V)
Medição da tensão mínima do acionamento no terminal 50
do solenóide (8,0 V)

Motor de partida

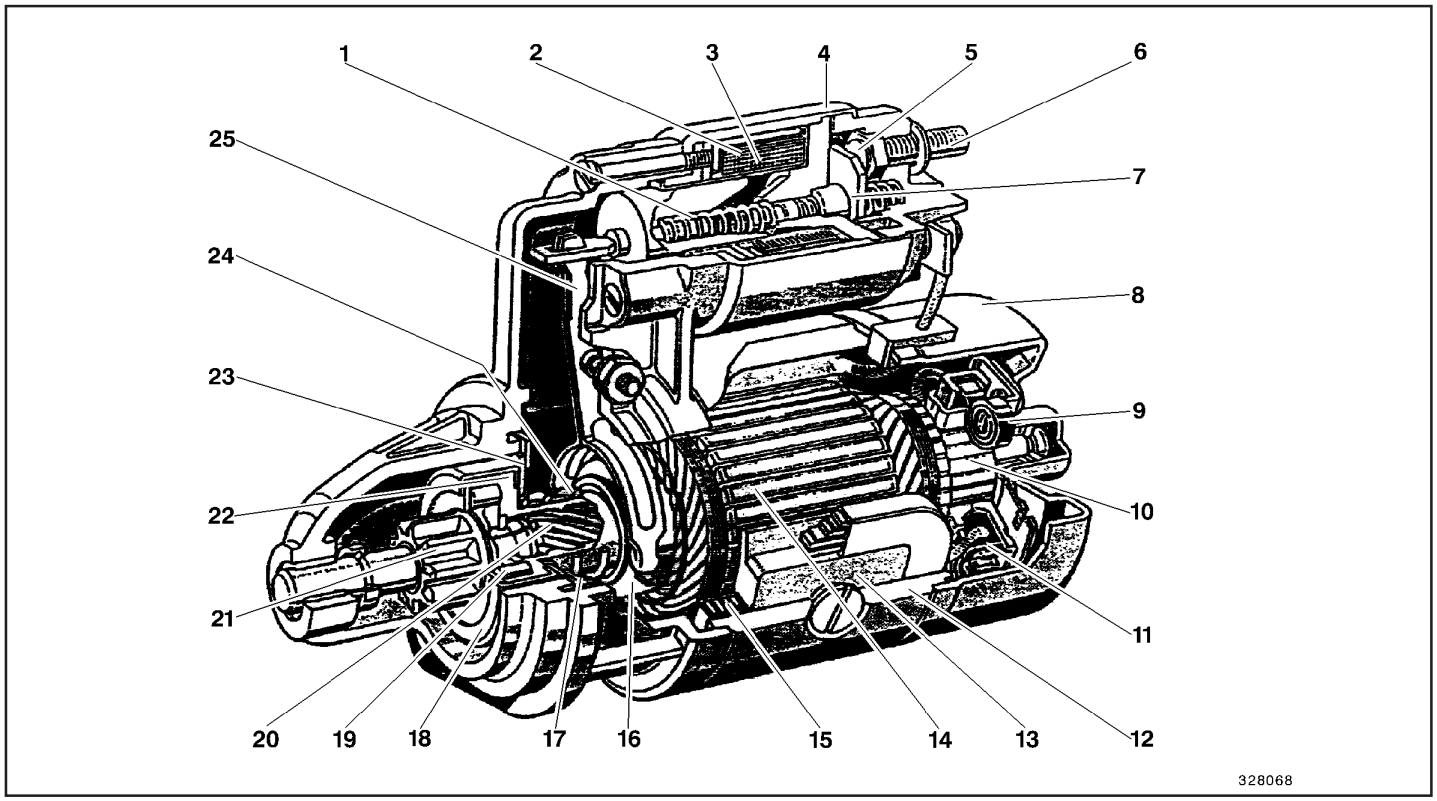


Fig.12

1. Mola de retorno da haste
2. Bobina de retenção
3. Bobina de acionamento
4. Solenóide do motor de partida
5. Contato
6. Prisioneiro de fixação
7. Ponte de contato
8. Mancal
9. Mola da escova
10. Coletor
11. Escova de grafite
12. Carcaça externa
13. Sapata da bobina
14. Armadura (rotor)
15. Bobina de excitação
16. Bobina da armadura
17. Anel-guia
18. Batente
19. Embreagem de sobre-rotação
20. Eixo da armadura
21. Pinhão
22. Atuador
23. Disco de freio
24. Mola de engate
25. Alavanca de engate

Manutenção

1. Regras básicas

   Realizar serviços na parte elétrica do motor de partida acarreta riscos de curto circuito. Portanto, é recomendado desconectar o pólo negativo da bateria antes de iniciar o serviço. Não coloque ferramentas sobre a bateria.

2. Escovas de carbono

   Deve-se verificar as condições das escovas de carbono regularmente (veja figura). Após remover a tampa traseira, a mola de pressão da escova no coletor é erguida com o auxílio de um gancho. Não dobrar a mola lateralmente e não erguer mais do que o necessário, pois as escovas de grafite deslizam facilmente na guia do porta-escova.

3. Coletor

   O coletor deve apresentar uma superfície uniforme e polida na cor preto-acinzentado e deve estar isento de óleo ou graxa. Os coletores contaminados devem ser limpos com um pano limpo e embebido em gasolina (não use panos de lã ou com pêlos). Os coletores que apresentam marcas ou excentricidades devido ao desgastes devem ser reparados em um torno por uma oficina especializada. Em nenhuma circunstância, os coletores devem ser limados ou lixados manualmente.

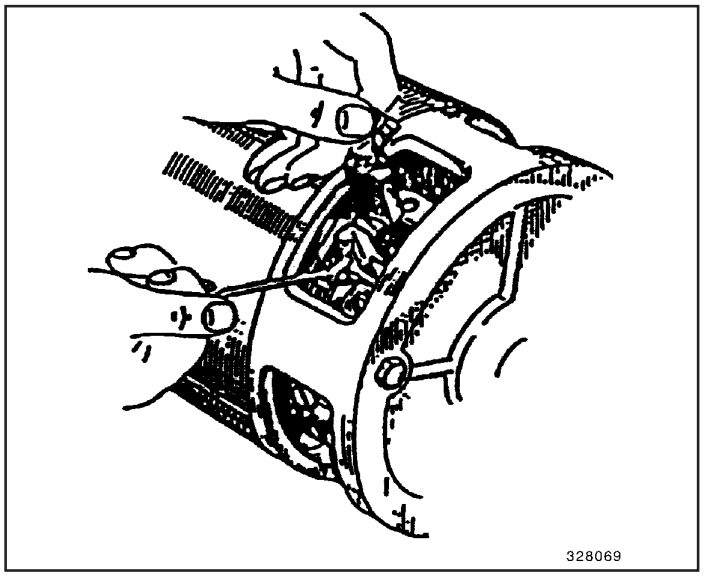


Fig.13

Lubrificação

Ambos mancais do eixo do motor de partida são autolubrificantes. Isto significa que eles não precisam ser lubrificados. Este tipo de mancal não deve ter contato com detergentes ou desengraxantes.

As escovas de grafite e o porta-escovas devem estar isentos de óleo ou graxa. Se estas partes estiverem contaminadas ou sujas, elas devem ser limpas com um pano limpo e embebido em gasolina (não use panos de lã porque eles não são isentos de fiapos). Seque muito bem as peças. Não encoste nas superfícies metálicas onde deslizam as escovas com lixas, limas ou lâminas. O porta-escovas deve ser limpo com ar comprimido. Se a escova de grafite estiver quebrada, dessoldada ou lascada de forma que uma extremidade da mola ou algum fiapo do cabo soldado na escova ameacem fazer contato com o porta-escovas, a escova deve ser substituída. Ao instalar a escova, deve-se tomar cuidado para que a mola não bata na escova.

As escovas de grafite devem ser sempre substituídas quando for realizada alguma manutenção geral no motor de partida.

O coletor deve ser torneado sempre que as escovas forem substituídas.

FUNDAMENTOS DOS SISTEMAS ELÉTRICOS AUTOMOTIVOS

Corrente, tensão, resistência e potência

Corrente (I)
A corrente elétrica é o fluxo de elétrons livres em um condutor. A corrente é medida com um amperímetro, o qual deve ser conectado em série com o elemento de consumo. A quantidade de corrente elétrica é designada por “I” e unidade de corrente elétrica é simbolizada por “A” (ampère).

Tensão (V)
A tensão é a diferença de potencial existente entre dois condutores. A tensão é medida com um voltímetro, o qual é conectado em paralelo com o elemento de consumo ou entre dois pontos com diferença de potencial. A quantidade de tensão elétrica é designada por “U” e a unidade da tensão é simbolizada por “V” (volt).

Resistência (R)
A resistência elétrica é a resistência oferecida a passagem da corrente. A resistência elétrica depende do material do resistor e suas dimensões. A quantidade de resistência elétrica é designada por “R” e a unidade de resistência é simbolizada por “Ω“ (ohm).

Potência (W)
A potência elétrica é a corrente circulando em um elemento de consumo a uma tensão constante. A potência é simbolizada por “P” e a sua unidade de medida é simbolizada por “W” (watt).

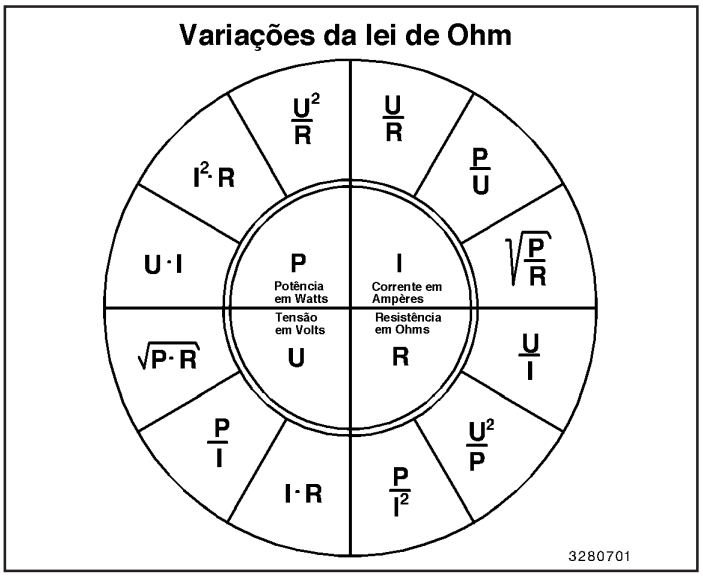


Fig.1

MEDIÇÕES COM UM MULTÍMETRO

Regulagem do multímetro

Antes de conectar o instrumento ao circuito, deve-se seguir os seguintes passos:

1. Ajuste o instrumento para corrente contínua ou corrente alternada, de acordo com a tensão.

2. Selecione a faixa mais alta de medida.

3. Conecte o instrumento e vá abaixando a faixa de escala até encontrar a que ofereça a melhor leitura possível.

Medição da tensão

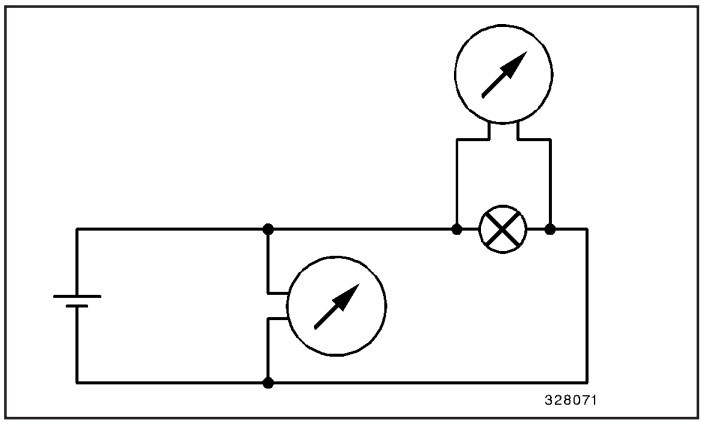


Fig.1

Importante:

O voltímetro é sempre conectado em paralelo ao elemento de consumo submetido à fonte de tensão.

Medição da corrente

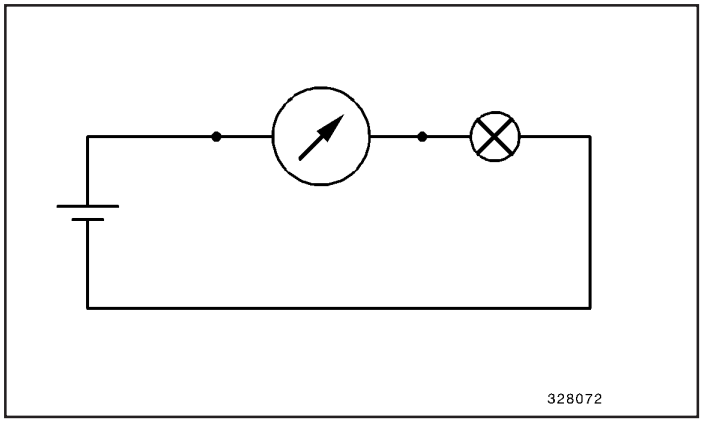


Fig.2

Importante:

Se for necessário medir corrente, o condutor por onde passa a corrente de ser desconectado e ligado em série com o instrumento, de forma que a corrente circule pelo instrumento.

Medição da resistência

Ohmímetro

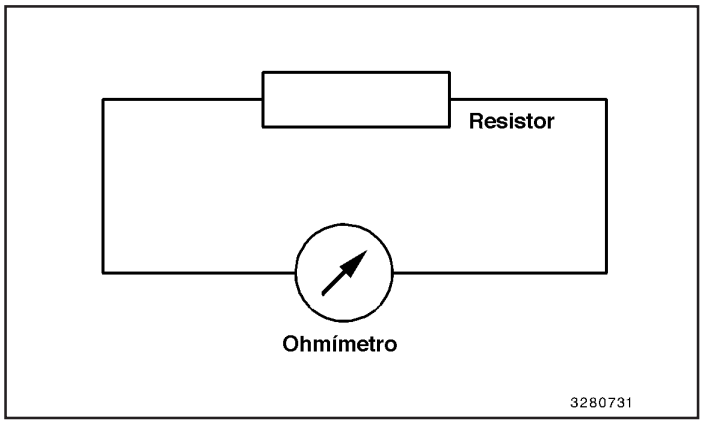


Fig.3

Importante:

Se for necessário medir a resistência, o componente a ser medido não deve estar submedito a qualquer tensão. Os componentes de um circuito só podem ser medidos após terem sido retidos do circuito.

LIGAÇÃO EM SÉRIE E EM PARALELO DE COMPONENTES ELÉTRICOS

Baterias

Se duas ou mais baterias estão conectadas em série, as voltagens de cada bateria se somam para obtermos a tensão total.

Se duas ou mais baterias estão conectadas em paralelo (tendo as baterias a mesma tensão), a tensão total será a mesma. Entretanto, a capacidade da bateria será a soma das capacidades individuais.

Importante:

Ao conectar baterias, observe a polaridade de cada uma.

Resistores

Ligação em série

Se dois ou mais resistores estão ligados em série, a resistência total (R_{tot}) é a soma de cada resistência.

Ligação em paralelo

Se dois ou mais resistores estão ligados em paralelo, a resistência total (R_{tot}) é inferior à menor resistência individual. Ao conectar dois resistores com a mesma resistência, a resistência total é igual à metade da resistência de um resistor individual.

Capacitores

Ligação em série

Se capacitores são ligados em série, a capacitância total (C_{tot}) é inferior à menor capacitância individual.

Ligação em paralelo

Se capacitores são ligados em paralelo, as capacitâncias somam-se, ou seja, a capacitância total (C_{tot}) é a soma das capacitâncias individuais.

Importante:

Os resultados obtidos para ligações em série ou em paralelo são exatamente opostos aos encontrados para as resistências.

Capacitores eletrolíticos

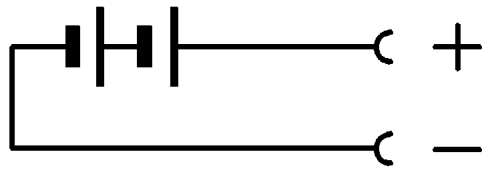
Os capacitores eletrolíticos têm o mesmo comportamento dos capacitores citados anteriormente, com exceção de que sua polaridade é importante. A polaridade está gravada no capacitor.

Importante:
Os capacitores eletrolíticos nunca devem ser usados com polaridade invertida. Risco de acidente.

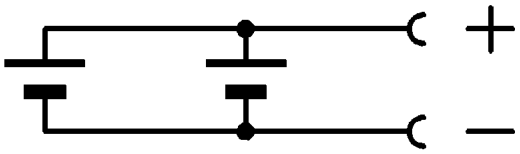
Observação:

Outros componentes ou seus diagramas esquemáticos podem ser encontrados na seção “Símbolos usados na engenharia elétrica”

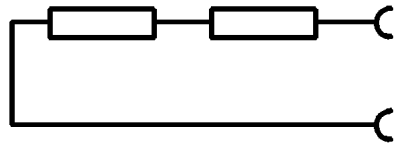
Ligação em série de baterias



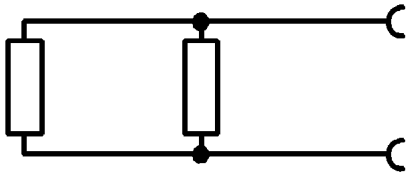
Ligação em paralelo de baterias



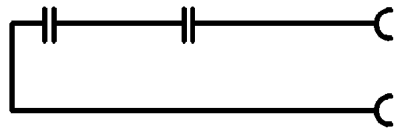
Ligação em série de resistores



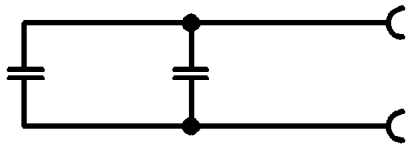
Ligação em paralelo de resistores



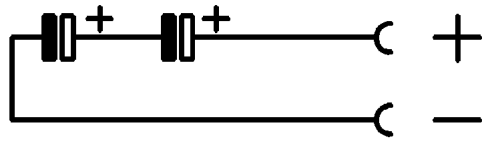
Ligação em série de capacitores



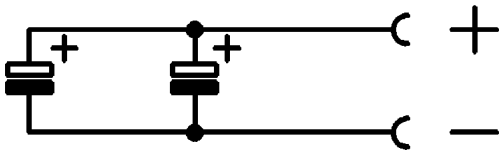
Ligação em paralelo de capacitores



Ligação em série de capacitores eletrolíticos



Ligação em paralelo de capacitores eletrolíticos



328074

QUEDA DE TENSÃO E CABOS

Os valores para U_{vl} determinados na tabela 1 podem ser usados para calcular os cabos positivos. A queda de tensão no cabo de retorno para o aterramento não é considerada aqui. Entretanto, se o cabo de aterramento está isolado, o comprimento da linha a ser considerado é igual ao comprimento total do cabo positivo e do cabo de retorno.

Os valores de U_{vg} indicados são valores de teste, os quais não podem ser usados para cálculo da linha, pois eles levam em consideração, além da linha propriamente dita, também a resistência de contato de interruptores, fusíveis, etc.

Tabela 1 - Queda admissível de tensão

Tipo de linha	Queda de tensão admissível no cabo positivo U_{vl}	Queda de tensão admissível no circuito geral U_{vg}	Observações
Linhas de iluminação			
do terminal 30 do interruptor de iluminação para lâmpadas > 15W para tomada de reboque da tomada de reboque para lâmpadas	0.1 V	0.6 V	Corrente na tensão nominal e potência nominal
do terminal 30 do interruptor de iluminação para lâmpadas > 15W para engate de reboque	0.5 V	0.9 V	-
do terminal 30 do interruptor de iluminação para os faróis	0.3 V	0.6 V	-
Linha de carga			
do terminal B do alternador para bateria	0.4 V em 12V 0.8 V em 24V	- -	Corrente na tensão e potência nominal
Linhas de controle			
do alternador para regulador (terminais D+, D-, DF)	0.1 V em 12V 0.2 V em 24V	- -	No máximo corrente de excitação (obs. 1)
Linha principal do motor de partida	0.5 V em 12V 1.0 V em 24V	- -	Corrente de curto circuito do motor de partida a +20°C (68°F) (obs. 2 e 3)
Linha de controle do motor de partida			
do interruptor de partida para o motor de partida terminal 50 Relé de engate com bobina única Relé de engate com bobina de acionamento e bobina de retenção	1.4 V em 12 V 2.0 V em 24 V 1.5 V em 12 V 2.2 V em 24 V	1.7 V em 12 V 2.5 V em 24 V 1.9 V em 12 V 2.8 V em 24 V	Máxima corrente de controle (obs 4 e 5)
Outras linhas de controle			
de interruptores para relés, buzina, etc.	0.5 V em 12 V 1.0 V em 24 V	1.5 V em 12 V 2.0 V em 24 V	Corrente na tensão nominal

Observações:

1. Todas as três linhas de controle, se possível, do mesmo comprimento e resistência.
2. Em casos especiais e linhas principais de partida muito longas, o valor U_{vl} pode ser excedido para reduzidas temperaturas de partida.
3. No caso de um retorno isolado de uma linha principal de partida, a queda de tensão da linha de retorno não deve exceder a da linha positiva. O valor admissível para cada linha é de 4% da tensão nominal, ou seja, 8% para ambos.
4. Os valores U_{vl} são aplicáveis temperaturas de fechamento de relés entre 50° e 80 C° (122° e 176 F°).
5. Se necessário, a linha vinda do interruptor de partida deve ser considerada.

Cálculo de linhas

Quantidades e unidades

Quant.		Unidade
I	Corrente elétrica	A
l	Comprimento da linha	m
P	Consumo de potência do consumidor	W
q	Seção transversal da linha	mm²
R	Resistência (consumidor)	Ω
S	Densidade de corrente na linha	A/mm²
U_n	Tensão nominal	V
U_{vl}	Queda de tensão admissível em linhas isoladas	V
U_{vg}	Queda de tensão admissível no circuito geral	V
rho	Resistividade	Ω mm²/m

Cálculo

Ao determinar a seção transversal de uma linha, a queda de tensão e o aumento de temperatura devem ser considerados:

1. Determine a corrente elétrica que circula pelo elemento de consumo

$$I = P/U_N = U_N/R$$

2. Calcule a área “q” da seção transversal da linha baseando-se nos valores U_{vl} da tabela 2
   (para o cobre = 0.0185 Ω mm²/m)

$$q = I \cdot rho \cdot l/U_{vl}$$

3. Arredonde a área “q” para o valor da seção transversal imediatamente superior da tabela 1. Linhas individuais com seção transversal menor que 1 mm² não são recomendadas por causa da insuficiente resistência mecânica.

4. Calcule a queda de tensão efetiva U_{vl}.

$$U_{vl} = I \cdot rho \cdot l/q$$

5) Verifique a densidade de corrente S para evitar o aquecimento inadmissível (para operação de curto tempo, S < 30 A/mm², valores para operação permanente conforme tabela 1).

$$S = I/q$$

Linhas e cabeamentos em sistemas elétricos automotivos

Tabela 2 - Cabos elétricos de cobre para veículos automotores

Fio único, não estanhado, isolamento de PVC

Secção transversal nominal mm²	Resistência por metro a 20° C (68° F) mΩ/m	Diâmetro do condutor Maior dimensão mm	Diâmetro do cabo Maior dimensão mm	Corrente permanente admissível (valor recomendado) a +30° C (86° F) A	Corrente permanente admissível (valor recomendado) a +50° C (122° F) A	Densidade admissível de corrente Operação permanente A/mm²
0,5	37,1	1	2,3	11	7.8	10
0,75	24,7	1,2	2,5	15	10.6	10
1	18,5	1,4	2,7	19	13.5	10
1,5	12,7	1,6	3	24	17	10
2,5	7,6	2,1	3,7	32	22.7	10
4	4,71	2,7	4,5	42	29.8	10
6	3,14	3,4	5,2	54	38.3	6
10	1,82	4,3	6,6	73	51.8	6
16	1,16	6	8,1	98	69.6	6
25	0,743	7,5	10,2	129	91.6	4
35	0,527	8,8	11,5	158	112	4
50	0,368	10,3	13,2	198	140	4
70	0,259	12	15,5	245	174	3
95	0,196	14,7	18	292	207	3
120	0,153	16,5	19,8	344	244	3

Exemplo de projeto

Se um componente elétrico deve ser acrescentado aos já existentes, nós devemos determinar a seção transversal do cabo a ser utilizado.

Exemplo:
Instalação de um holofote (duas lâmpadas)

As seguintes características devem ser conhecidas: a tensão de operação do veículo e a potência consumida pelo holofote. No nosso exemplo, nós assumiremos a tensão de 24 volts (28 volts) e a potência de cada lâmpada do holofote de 70 W.

O primeiro passo consiste em calcular a corrente que circula pela lâmpada (conforme Variações da lei de Ohm).

$$I = \frac{P}{U} = \frac{70\ W}{24\ V} = 2.9\ A$$

A corrente que circula por uma das lâmpadas seria 3 A. Como nós estamos instalando duas lâmpadas, nós devemos considerar esta corrente duas vezes (6 ampères).

Com base na tabela 2 e para uma temperatura ambiente de 50° C (122° F) (sempre usado para cálculo, pois não podemos nos esquecer de que os cabos cruzam o compartimento do motor), nós poderemos usar um cabo que tenha uma seção transversal de 0,5 mm².

Importante:

Os cabos devem ser colocados em uma tubulação flexível, para evitar arranhões ou esmagamentos.

Ao fazer uma modificação em um componente elétrico, deve-se assegurar de usar apenas fios com capa marrom para as ligações de aterramento ou de linhas negativas. Não podemos esquecer de proteger todos os circuitos com fusíveis apropriados. Se forem usados interruptores, os contatos devem ser projetados para a respectiva corrente.

ILUMINAÇÃO

O sistema de iluminação é de vital importância para segurança de um veículo. Os faróis de um veículo devem ser projetados e instalados de acordo com a legislação e normas específicas, tal como Federal Motor-Vehicle Safety Standards (FMVSS).

Os faróis devem ser regulados conforme determinado pela legislação de trânsito. Se eles estiverem regulados de forma incorreta, os motoristas dos veículos contrários poderão ser ofuscados pelos faróis.

Dicas para regulagem dos faróis

1. O veículo deve estar estacionado em uma superfície plana.
2. Os pneus devem estar calibrados corretamente.

Os faróis devem ser regulados somente depois de satisfeitas as condições citadas.

Holofotes

Os holofotes devem ser ligados apenas em situações de trabalho. Normalmente eles são instalados em bases móveis e devem ser direcionados de acordo com a necessidade.

Lâmpadas

Existem lâmpadas para sistemas elétricos de 6, 12 e 24 volts. Para evitar confusão, seus soquetes são diferentes. A tensão e a potência estão marcadas na lâmpada. Lâmpadas halógenas são marcadas com o símbolo H1 ... H4. Comparadas com lâmpadas normais, a eficiência de iluminação das lâmpadas alógenas é 70% maior, em média.

Importante:

As lâmpadas somente devem ser substituídas por outras iguais, conforme especificado no diagrama do circuito.

Problemas no sistema de iluminação e suas causas

Importante:

Nunca se esqueça que o sistema de iluminação faz parte da segurança de operação do veículo. A segurança de operação deve ser verificada antes de utilizar o veículo.

Um dos problemas mais freqüentes nos faróis é quando a luz fica “amarelada” ou não está tão branca como deveria ser. Se o fornecimento de energia está correto, a causa principal para esta deficiência é uma exagerada resistência no aterramento, causando uma queda de tensão maior que a admissível (ver capítulo “Queda de tensão e Cabos”).

Resistência de transição em circuitos elétricos

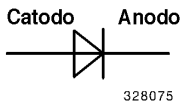
Resistências de transição são mais freqüentemente encontradas em conexões dos cabos, conexões de aterramento e interruptores defeituosos. Resistências de transição também causam queda de tensão.
A queda de tensão admissível é mostrada no capítulo “Queda de tensão e cabos”.

CIRCUITOS ESPECIAIS EM SISTEMAS ELÉTRICOS AUTOMOTIVOS

O diodo

Os diodos são geralmente fabricados de germânio ou silício (ambos semicondutores). Eles são usados principalmente em conjuntos eletrônicos e em sistemas elétricos automotivos.

Os diodos são componentes que permitem a passagem de corrente apenas em um sentido, equivalendo a uma válvula de retenção em um sistema hidráulico. As duas conexões são conhecidas com catodo e anodo.



Se uma tensão positiva é aplicada ao cátodo de um diodo, a corrente não pode passar para o anodo, pois o diodo está na condição não condutora (operação em sentido contrário). No caso oposto, se o anodo está conectado no positivo, então a corrente poderá fluir para o cátodo (operação no sentido normal). Para a tensão negativa, o comportamento do diodo é exatamente oposto ao citado para a tensão positiva.

Nota:

Tensão positiva no cátodo	⇒	Diodo na situação não condutora
Tensão negativa no cátodo	⇒	Diodo na situação condutora
Tensão positiva no anodo	⇒	Diodo na situação condutora
Tensão negativa no anodo	⇒	Diodo na situação não condutora

O diodo “free-wheeling”

O termo “free-wheeling” usado em ligações com diodos somente faz sentido quando considerado em conjunto com um circuito que inclua uma bobina como indutor.

Circuito elétrico com um diodo usado como diodo “free-wheeling”

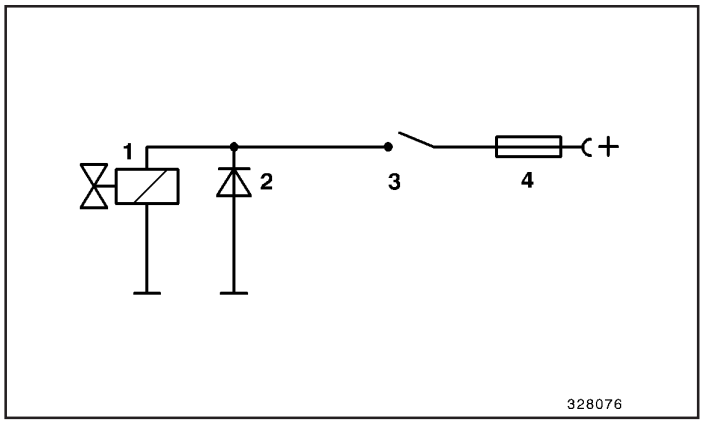


Fig.1

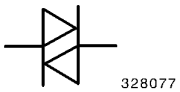
1. Válvula solenóide
2. Diodo “free-wheeling”
3. Interruptor
4. Fusível

Quando a válvula solenóide está desligada, a bobina produz uma tensão induzida com polaridade oposta a da fonte de tensão. Esta tensão é tão alta que, quando o interruptor é aberto, é formado um arco elétrico que é capaz de soldar os contatos do interruptor.

Como a tensão induzida é negativa com o interruptor desligado e como esta tensão está aplicada ao catodo, o diodo está na condição condutora para esta tensão. A tensão induzida é conduzida ao aterramento, sendo uma eficiente proteção contra a danificação dos terminais do interruptor.

Varistor

O varistor é um resistor que depende da tensão, o qual cumpre a mesma função principal de um diodo “free-wheeling” e que é usado em circuitos para a mesma forma.



Comportamento básico do varistor: quanto maior a tensão, menor a resistência.

Retificador de tensão em um circuito trifásico

Visto que um alternador em um veículo automotor produz uma corrente alternada trifásica, esta corrente precisa ser retificada, no caso de ser utilizada para a carga de uma bateria.

Se a tensão alternada trifásica produzida em um alternador é mostarda em um osciloscópio, nós teríamos três curvas senoidais defasadas de 120° cada. Esta característica é dependente do projeto do gerador.

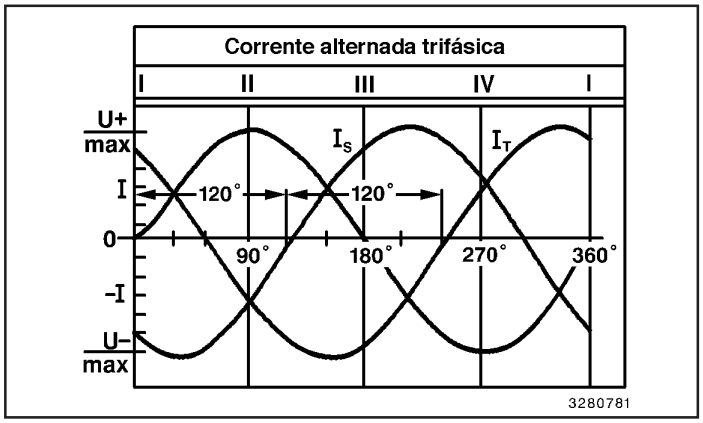
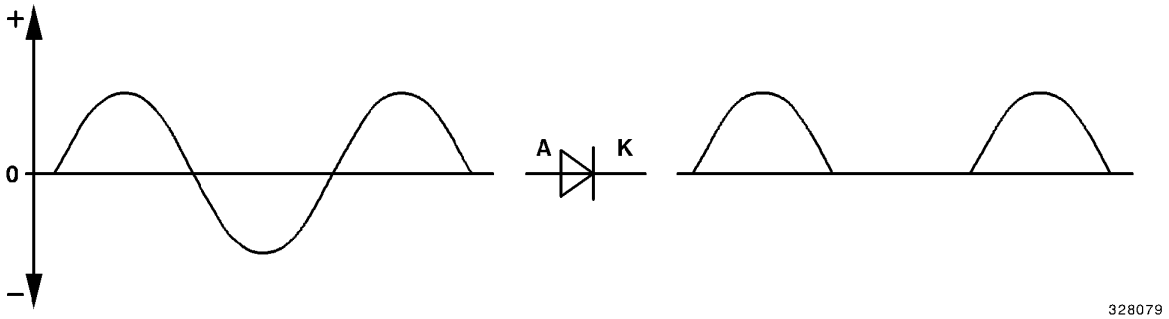


Fig.2

Vamos considerar inicialmente apenas uma destas curvas. A curva cresce até o valor máximo da tensão U+ (mais) e então cai até o valor mínimo da tensão U– (menos), cruzando o eixo Zero.

Se nós aplicarmos esta tensão alternada ao anodo de um diodo, a metade negativa da onda será bloqueada e a parte positiva da onda poderá passar.



Entrada da tensão no anodo

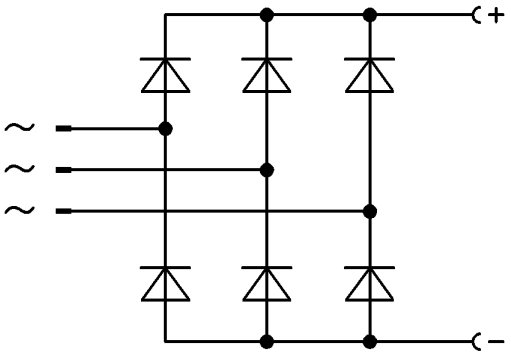
Saída da tensão no cátodo

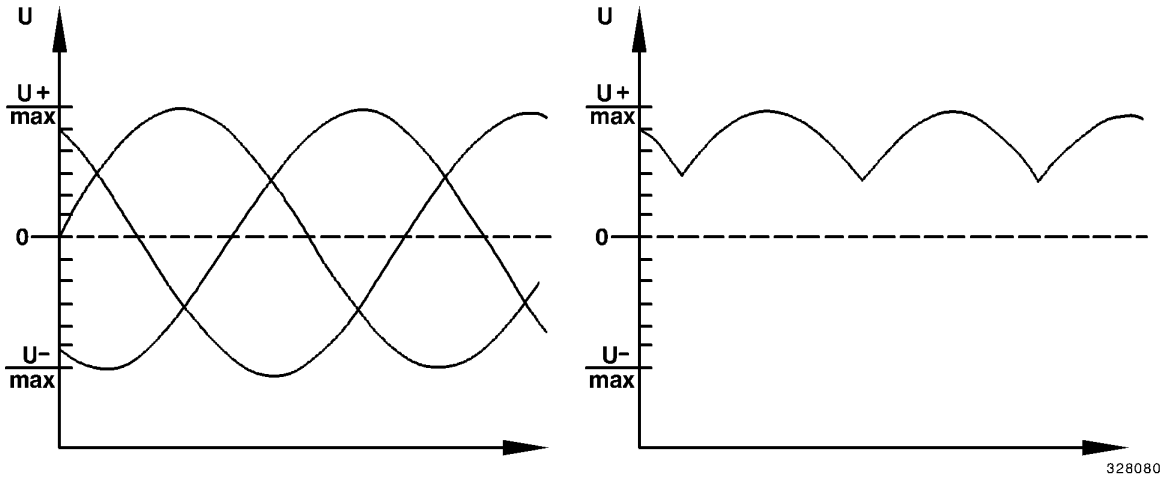
Como podemos ver no diagrama, apenas a parte positiva (mais) passa ao catodo.

Se nós considerarmos o princípio da retificação da corrente trifásica, nós vemos que vários diodos são conectados para formar uma ponte, que pode ser visto no diagrama a seguir.

Corrente trifásica
Entrada

Corrente direta
Saída





Corrente trifásica - entrada na ponte de diodo

Corrente direta - saída do circuito da ponte

Como é possível de se observar no diagrama, apenas a metade positiva das ondas passam para a saída da ponte retificadora, o que significa que na saída temos apenas corrente direta ou tensão direta.

Esta corrente direta é utilizada para carregar a bateria.

Importante:

Os diodos da ponte são designados pelo termo “diodos principais”.

Regulador do alternador

O regulador do alternador regula a corrente vinda da bobina de campo do alternador de tal forma que, independentemente da variação da rotação do alternador, exista sempre uma tensão constante para a carga da bateria. A tensão de campo é produzida pela bobina principal do alternador (4) e convertida para tensão contínua pelos chamados diodos de campo. Esta tensão contínua passa pelo regulador (1), o qual controla a tensão de campo do alternador.

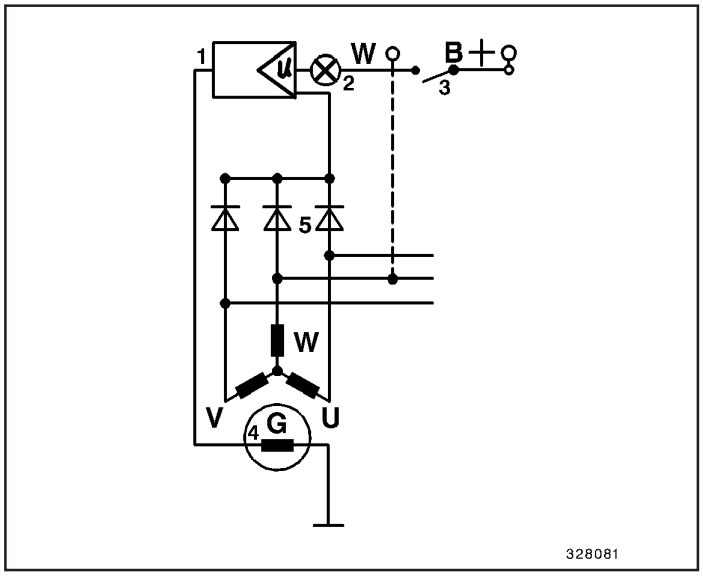


Fig.3

1. Regulador de tensão
2. Lâmpada de monitoração de carga
3. Interruptor de partida
4. Alternador
5. Diodo de campo

A lâmpada de monitoração de carga tem a função de prémagnetizar ao alternador. Se o interruptor de partida é acionado, a corrente passa da bateria pelo regulador e bobina de campo para o aterramento. O circuito da lâmpada agora está fechado e a lâmpada acende.

A corrente provoca um enfraquecimento do campo magnético formado na bobina de campo. Quando o alternador começa a girar, a bobina principal produz a corrente alternada trifásica, a qual é retificada pelos diodos de campo (5). Esta corrente contínua é então retornada de forma controlada para a bobina de campo, onde é produzido o maior campo magnético possível, dependendo da carga da bateria. Ao mesmo tempo, a tensão de campo está presente no regulador na lâmpada de monitoração de carga.

Como, nesta situação, a tensão em ambos os terminais da lâmpada é positivo, a lâmpada se apaga. O terminal “W” dispõe de tensão alternada, a qual pode ser utilizada para as funções de controle. Os terminais da bobina do alternador (4) são designados por “U”, “V” e “W”.

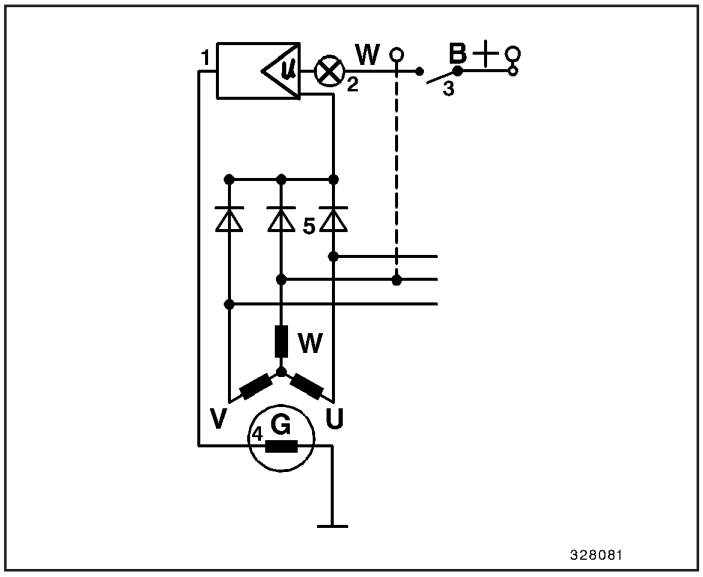


Fig.4

FUSÍVEIS EM VEÍCULOS AUTOMOTORES

Tipo	Corrente nominal (A)	Código de cor
Fusíveis redondos	5	amarelo
	8	preto
	8	branco
	16	vermelho
	25	azul
	25	branco
Fusíveis em barra	25	branco
	30, 50, 100	cinza
	125, 150, 250	
	35, 60, 100	cinza
Fusíveis de encaixe	3	violeta
	4	rosa
	5	bege / transparente
	7.5	marrom
	10	vermelho
	15	azul
	20	amarelo
	25	branco / neutro
	30	verde
Fusíveis de vidro	5	vermelho
	10	amarelo
	15	azul
	20	verde
	25	prata
Fusíveis para audio	2	transparente

DESIGNAÇÃO DE COMPONENTES INDIVIDUAIS

Extraído da DIN 40719

Letra	Designação	Exemplos
A	Conjuntos, sub-conjuntos	Amplificadores, amplificadores magnéticos, combinações de conjuntos
B	Conversão de grandezas não-elétricas para elétricas (vice-versa)	Transdutores de medição, sensores termoelétricos células térmicas, células fotoelétricas, dinamômetros, cristais de quartzo, transmissores de seqüência de fase, sensores de fase
C	Capacitores	-
D	Elementos de retardamento de tempo, dispositivos de armazenamento, elementos binários	Elementos lógicos, bi-estáveis e mono-estáveis
E	Diversos	Elementos de iluminação e aquecimento
F	Dispositivos de proteção	Fusíveis, protetores de surto de tensão, dispositivos bloqueadores, fusíveis isolados, relés e elementos chaveadores
G	Geradores, fontes de energia	Alternadores giratórios, conversores de freqüência giratórios, bateria, unidade fornecedora de energia osciladores
H	Equipamentos de monitoração	Equipamento de sinalização ótico e acústico
I	-	-
K	Contatores, relés	Contatores elétricos, contatores auxiliares, relés auxiliares, relés de iluminação, relés temporizadores
L	Indutores	Abafadores
M	Motores	-
P	Dispositivos de teste e medição	Indicadores, contadores e medidores, transmissores de pulsos, relógios
Q	Relés de troca de corrente elétrica	Interruptores elétricos, desconectores, interruptores protetores, interruptores de proteção do motor, disjuntores, interruptores fusíveis
R	Resistores	Resistores variáveis, potenciômetros, reostatos
S	Interruptores, seletores	Botões de acionamento, interruptores limitadores, interruptores de controle, transmissores de sinal
T	Transformadores	Transformadores de tensão e de corrente
U	Moduladores e conversores	Conversores de freqüência, transdutores, inversores, inversores de corrente contínua, inversores de potência
W	Linhas de transmissão, guias de ondas	Fios, cabos, conectores de vias de dados
X	Terminais, plugues, soquetes	Plugues e receptáculos, conectores de teste, terminais e terminais soldados
Y	Dispositivos mecânicos acionados eletricamente	Freios, acoplamentos, válvulas
Z	Terminais, equalizadores, filtros, limitadores, terminais “Y”	Cabos equivalentes

DESIGNAÇÃO PADRONIZADA DE TERMINAIS

Designação de terminais

Extraído da DIN 72552

As designações de terminais não exatamente iguais às designações dos cabos. Se a designação dos terminais não é suficiente (conectores com múltiplos terminais), os terminais são designados por números ou letras que não tem significado com funções padronizadas.

Terminal	Designação
1	**Bobina de ignição, distribuidor** baixa tensão
1 a 1 b	Distribuidor com dois circuitos separados para o contato I para o contato II
2	Terminal de curto circuito (Ignição magnética)
4	Bobina de ignição, distribuidor, alta tensão
4 a 4 b	Distribuidor com dois circuitos separados da bobina de ignição I, terminal 4 da bobina de ignição II, terminal 4
15	Positivo chaveado após a bateria, (saída do interruptor de partida)
15 a	Saída do resistor de carga para a bobina de ignição e motor de partida
17 19	**Interruptor de partida/preaquecimento** Partida Preaquecimento
30	**Bateria** Entrada direta vinda do pólo positivo (+) da bateria
30 a	Relé da bateria 12/24V Entrada vinda do pólo positivo da bateria II
31 b	Linha de retorno para a bateria Negativo ou aterramento, passando por relé ou interruptor (negativo chaveado)
31 a 31 c	Relé da bateria 12/24V Retorno vindo do pólo negativo da bateria II Retorno vindo do pólo negativo da bateria I
32 33 33 a 33 b 33 f 33 g 33 h 33 L 33 R	**Motores elétricos** Linha de retorno [1)] Conector principal [1)] Limitador de desligamento Derivação do campo para segunda rotação mais baixa para terceira rotação mais baixa para quarta rotação mais baixa Sentido de rotação à esquerda Sentido de rotação à direita

Terminal	Designação
45	**Motor de partida** Relé do motor de partida separado, saída; motor de partida, entrada (corrente principal)
45 a 45 b	Motor de partida duplo de operação em paralelo Relé de partida para corrente de acoplamento Saída do motor de partida I, entrada do motor de partida I e II Saída do motor de partida II
48	Terminal no motor de partida e do relé de repetição de partida Monitor de partida
49 49 a 49b 49a	**Relé intermitente** (transmissor de pulso) Entrada Saída Saída, 2º relé intermitente Saída, 3º relé intermitente
50	**Motor de partida** Controle do motor de partida (direto)
50 a	Relé de sobre carga da bateria Saída para controle do motor de partida
50 b	Controle do motor de partida para operação em paralelo de dois motores de partida com controle seqüencial
50 a 50 d	Relé de partida para controle seqüencial da corrente de acoplamento para operação em paralelo de dois motores de partida Entrada do relé de partida para o motor de partida I Entrada do relé de partida para o motor de partida II

[1)] Terminal 32–33, mudança de polaridade possível

Terminal	Designação
	Relé inibidor de partida
50 e	Entrada
50 h	Saída
	Alternador
51	Tensão contínua no retificador
51 e	Tensão contínua no retificador com abafador
	Sinais para reboque
52	Sinalização geral do reboque para o veículo tracionador
53	**Motor do limpador de pára-brisa** Entrada (+)
53 a	Limpador (+), limitador de parada
53 b	Limpador (bobina de derivação)
53 c	Bomba elétrica do lavador
53 e	Limpador (bobina de parada)
53 i	Motor do limpador com magneto permanente e terceira escova (para velocidade mais alta)
	Lâmpada de freio
54	para lâmpada no painel e tomada de reboque **Sinal para reboque**
54 g	Válvula de ar comprimido para freio permanente, operado eletro-magneticamente
55	**Farol de neblina**
56	**Farol principal**
56 a	Farol alto e luz de advertência
56 b	Farol do braço de profundidade
56 d	Contato para seta
57	**Lanterna de posição**
57 a	**Lanterna de estacionamento**
57 L	Lanterna de estacionamento, esquerda
57 R	Lanterna de estacionamento, direita
58	**Lanterna de posição, lanterna traseira, luz de placa e iluminação do painel de instrumentos**
58 b	Lanterna traseira para reboques de eixo único
58 c	Conector de reboque para lanterna traseira conectada com cabo único, protegido por fusível no reboque
58 d	Iluminação regulável do painel de instrumentos, lanterna traseira e de posição
58 L	Esquerda
58 R	Direita, luz de placa

Terminal	Designação
	Alternador (alternador com ignição magnética)
59	Tensão alternada, saída, retificador, entrada
59 a	Armadura de carga, saída
59 b	Armadura da lanterna traseira, saída
59 c	Armadura da luz de freio, saída
61	**Monitor do alternador**
	Interruptor da buzina
71	Entrada
71 a	Saída para buzina, tom grave
71 b	Saída para buzina, tom agudo
72	**Interruptor do alarme** (luz rotativa)
75	**Rádio, acendedor de cigarro**
76	**Auto-falantes**
77	**Válvula de controle da porta**
	Interruptor sempre fechado e contato de comutador
81	Entrada
81 a	1ª saída, abertura do contato
81 b	2ª saída, abertura do contato
	Fechar contato
82	Entrada
82 a	1ª saída
82 b	2ª saída
82 z	1ª entrada
82 y	2ª entrada
	Interruptor multi-posição
83	Entrada
83 a	Saída, posição 1
83 b	Saída, posição 2
83 L	Saída, posição esquerda
83 R	Saída, posição direita
	Relé de entrada de corrente
84	Entrada, movimento e contato do relé
84 a	Saída, movimento
84 b	Saída, contato do relé
	Relé de chaveamento
85	Saída, acionamento (terminal negativo da bobina e aterramento) Entrada, acionamento
86	Início da bobina
86 a	Início da bobina ou primeira bobina
86 b	Segunda bobina

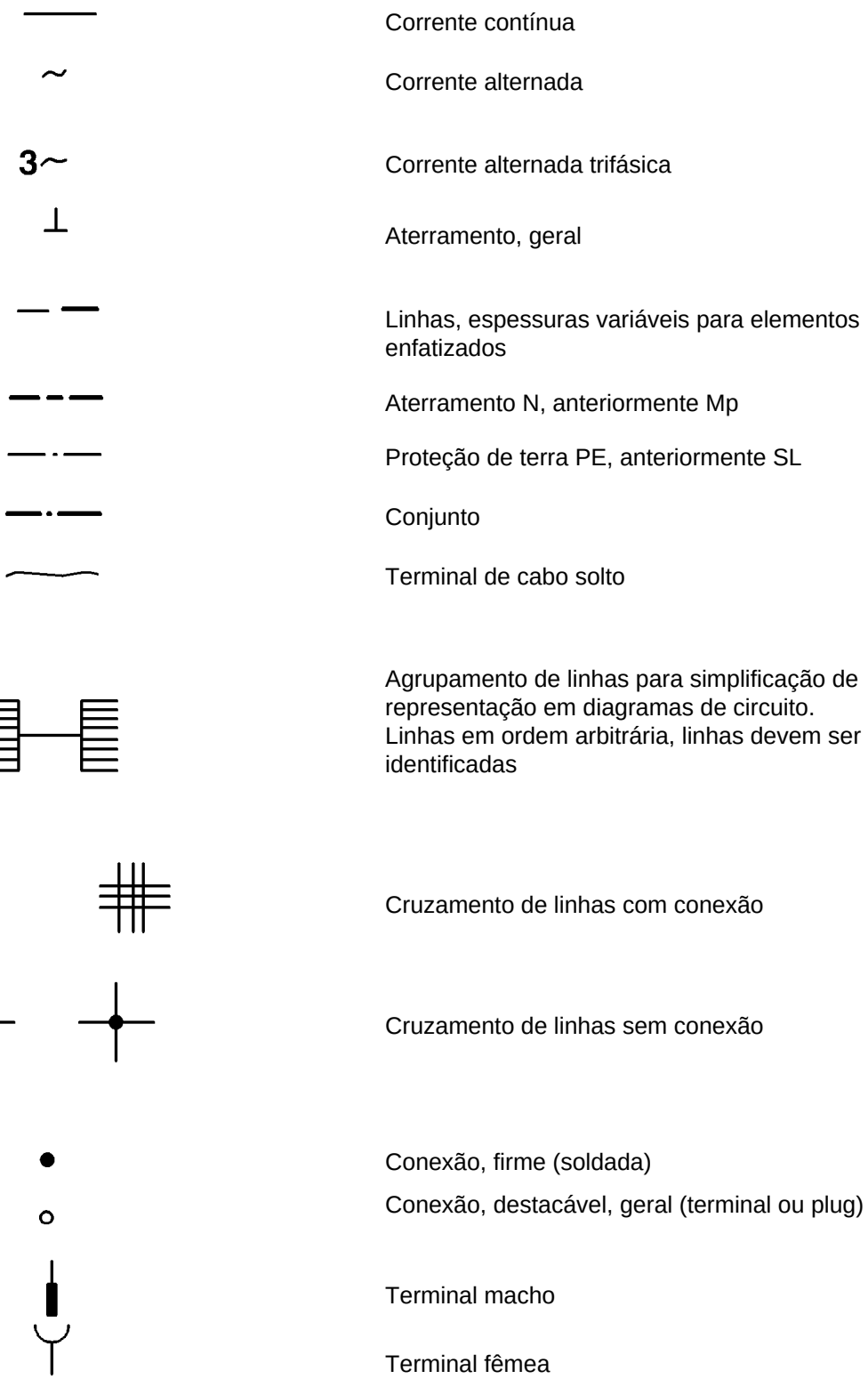
Terminal	Designação
	Contato para relé sempre-fechado e contato de comutador
87	Entrada
87 a	1ª saída (lado de abertura de contato)
87 b	2ª saída
87 c	3ª saída
87 z	1ª entrada
87 y	2ª entrada
87 x	3ª entrada
	Contato para relé sempre-aberto
88	Entrada
	Contato para relé sempre-aberto e contato para comutador (lado de abertura do contato)
88 a	1ª saída
88 b	2ª saída
88 c	3ª saída
	Contato para relé sempre-aberto
88 z	1ª entrada
88 y	2ª entrada
88 x	3ª entrada

Gerador (dínamo) e regulador do gerador	
B +	Positivo da bateria
B -	Negativo da bateria
D +	Positivo do dínamo
D -	Negativo do dínamo
DF	Campo do dínamo
DF 1	Campo 1 do dínamo
DF 2	Campo 2 do dínamo
	Alternador
U, V, W	Terminais do alternador

Indicador de direção (seta) (relé intermitente)	
C	Primeira luz de monitoração
C 0	Conexão principal do circuito de controle separado do intermitente
C 2	Segunda luz de monitoração
C3	Terceira luz de monitoração (ex: operação de reboque)
L	Lanterna indicadora de direção, esquerda
R	Lanterna indicadora de direção, direita

SÍMBOLOS UTILIZADOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Extraído da DIN 40900



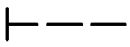


Conector do tipo encaixe, com terminal macho e terminal fêmea



Elemento de interrupção, duas vias fazem contato com interruptor de três posições

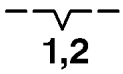
União mecânica



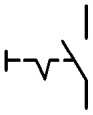
Movido por força humana, geralmente manual



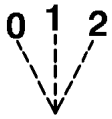
Ressalto



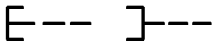
Ressalto, com número da posição do ressalto



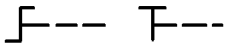
Exemplo: Acionamento manual faz contato com ressalto



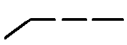
Identificação com números. A posição de aterramento pode ser identificada como “0”. Aplicação em interruptores



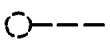
Acionamento manual, puxar, empurrar



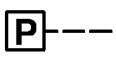
Acionamento manual, girar, articular



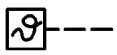
Acionamento com o pé



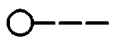
Acionamento manual de elemento removível, ex: chave



Movido por pressão

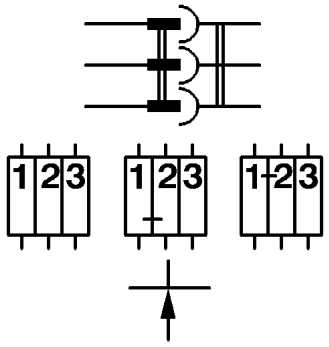


Movido por temperatura



Movimento indireto, ex: interruptor limitador

328083



Conector multi-posição (barra de terminais)

Terminais modulares (barra de terminais, conectores de cabos de lanternas)

Contato deslizante

Elemento primário. Bateria em geral; bateria com várias células

Fusível, geral

Protetor de pico de tensão

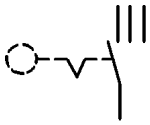
Interruptor fecha contato

Interruptor abre contato

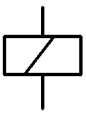
Interruptor comutador de contato

Fusível operado termicamente (automático)

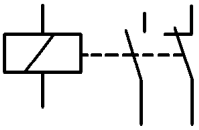
328084



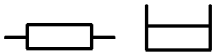
Exemplo: Interruptor de ignição
(ressaltos nas posições 0 e 1)



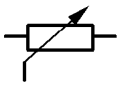
Movimento eletromecânico, ex: com indicação de uma bobina efetiva



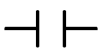
Exemplo: Relé que fecha e que abre contato



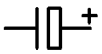
Resistor, geral; também símbolo para vela de preaquecimento ou resistor de aquecimento



Resistor variável, potenciômetro



Capacitor, geral



Capacitor eletrolítico



Lâmpada



Lâmpada com dois filamentos



V = Voltímetro
A = Amperímetro
Ω = Ohmímetro
W = Watímetro



Gerador (dínamo) de corrente contínua



Alternador, geral

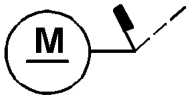
328085



Alternador com retificador
(gerador de corrente alternada trifásica)



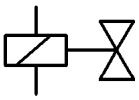
Símbolo para motores, motor de partida
(veículos automotores)



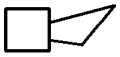
Motor de limpador de pára-brisas



Motor de corrente alternada



Válvula solenóide



Buzina



Ventilador elétrico



Sinal sonoro de advertência



Horímetro (medidor de horas de operação)



Relógio elétrico



Vela de ignição

328086



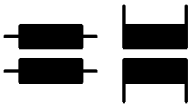
Aterramento, geral



Bobina, indutor, geral



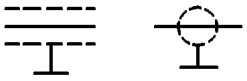
Bobina com núcleo magnético



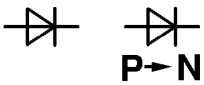
Transformador, conversor, geral



Símbolo para motores trifásicos de gaiola



Carcaça com conexão de aterramento



Diodo retificador, passagem de corrente na direção da ponta da seta



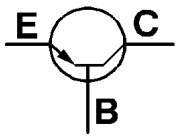
Diodo Zener
(apropriado para operação em queda de tensão)



Tiristor

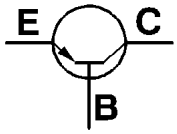


Diodo emissor de luz - LED (light-emitting diode)



Transistor PNP
E = Emissor
C = Coletor
B = Base (conexão de controle)

328087



Transistor NPN

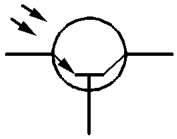
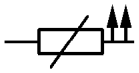
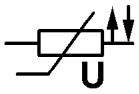


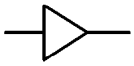
Foto-transistor



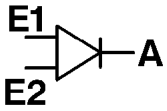
Resistor dependente da temperatura



Resistor dependente da tensão



Amplificador eletrônico



Amplificador operacional
(amplifica a tensão entre E1 e E2)



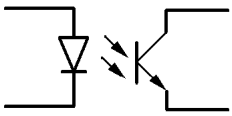
Conversor de corrente contínua



Conversor de tensão (24 para 15 volts)



Iniciador



Acoplador óptico

320088

SÍMBOLOS PARA DIREÇÃO DOS MOVIMENTOS



Movimento linear, ex: para a direita



Movimento linear, ex: ambas direções



Movimento rotativo, ex: para a esquerda



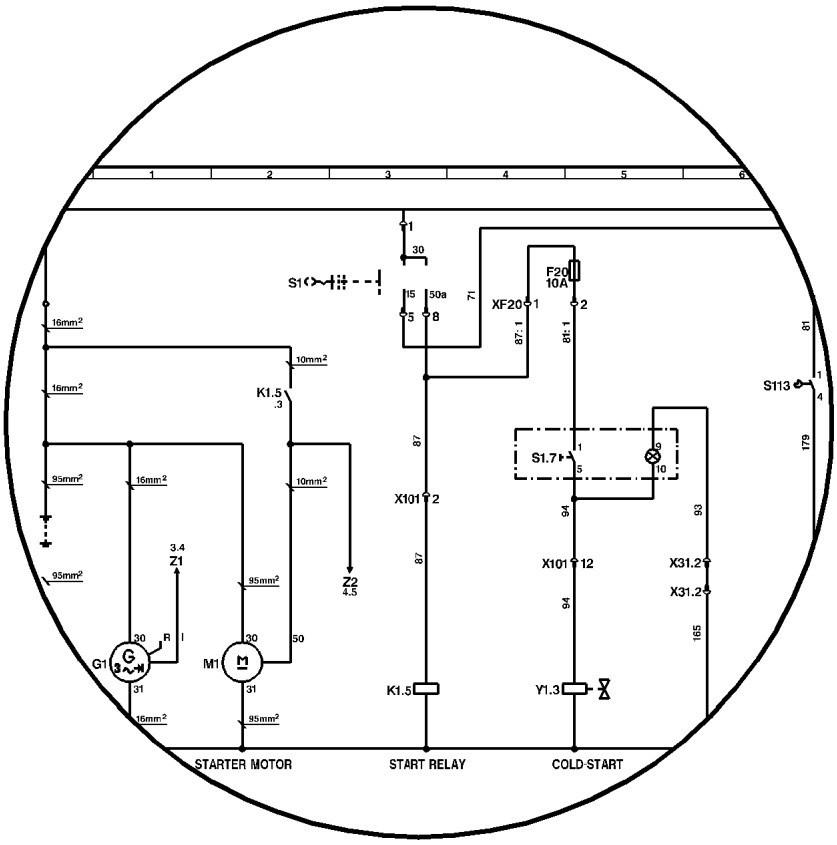
Movimento rotativo, ex: ambas direções

3280891

NOTAS

Esta página foi deixada em branco intencionalmente

Interpretação de Diagramas Elétricos



600013

SUMÁRIO

INTERPRETAÇÃO DE DIAGRAMAS ELÉTRICAS 3
Prefácio 3
Instruções de segurança 4
Documentação do sistema elétrico 5

DIAGRAMA ELÉTRICO 6
Explicações sobre o diagrama elétrico 7
1. Caminho da corrente 7
2. Circuitos principais 7
3. Ramais 7
4. Contato de relés 7
5. Referência cruzada de outros caminhos de corrente 7
6. Contato de conectores de pinos 7
7. Secção transversal do cabo 9
8. Identificação dos contatos 9
9. Numeração dos cabos 9
10. Unidades eletrônicas 9

LISTA DO DIAGRAMA ELÉTRICO 10
Explicações sobre a lista 11
Peça 11
Quantidade 11
Descrição e função 11
Caminho de corrente 11
Localização 11
Código 11

DISPOSITIVOS DE TESTE E MEDIÇÃO 12
Teste de válvula solenóide 12
Lâmpada de teste 12
Multímetro 13
Instrumentos de teste 13

PROCEDIMENTOS BÁSICOS DE TESTE E MEDIÇÃO 14
Verificação de tensão 14
Verificação de continuidade 15
Verificação da bobina de um solenóide 16

SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (TROUBLESHOOTING) 17
Notas para solução de problemas em um sistema elétrico automotivo 17
Exemplo de solução de problema sistemático 17
Diagrama de localização de falha (exemplo) 18

ANEXO 22
Identificação de componentes 22
Símbolos usados em engenharia elétrica 23
Conexões elétricas 23
Interruptores, contatos 24
Indicadores, dispostivos medidores 27
Motores, alternadores 28
Semicondutores 29
Diversos 30
Símbolos para direção dos movimentos 31
Fusíveis 32

INTERPRETAÇÃO DE DIAGRAMAS ELÉTRICAS

Prefácio

Os sistemas elétricos para máquinas de construção foram originalmente desenvolvidos para as aplicações de partida e iluminação. As novas tarefas são, essencialmente, funções de controle e monitoração. Isto tem provocado um inevitável aumento do número de circuitos, de forma que o sistema completo aparenta complexo e difícil para pessoas sem conhecimento elétrico.

Esta impressão é reforçada pelos diagramas esquemáticos de blocos usados no passado.

Por esta razão, nossa companhia, igualmente à indústria automobilística, optou por utilizar outro tipo de representação, os diagramas de circuito.

Este novo tipo de diagrama mostrou ser de muito sucesso. Agora, nossa companhia tomou a decisão de dar um passo a mais nesta direção, com a decisão de organizar suas documentações por meio de um sistema de CAD desenvolvido especificamente para este fim.

Isto tem causado algumas diferenças entre os antigos diagramas de circuito, comparando-se com os novos.

A interpretação destes novos diagramas de circuito feitos em CAD e suas respectivas documentações serão descritas a seguir:

O presente Manual Técnico se aplica a sistemas elétricos automotivos para máquinas de construção. Os relevantes procedimentos para prevenção de acidentes e os diferentes requisitos para as várias tensões de operação sempre devem ser observados. Estes procedimentos não fazem parte deste manual.

Instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Antes de executar um serviço em um sistema elétrico

Os técnicos de manutenção devem ter conhecimento e experiência em reparos de sistemas elétricos desta máquina ou de máquinas similares.

No caso de conhecimento insuficiente, os candidatos devem ser acompanhados por técnicos de manutenção experientes.

Antes de realizar qualquer serviço de reparo ou manutenção, a máquina deve ser protegida, conforme segue:

- **Estacionar a máquina em um piso firme e nivelado.**
- **Colocar os equipamentos de trabalho no chão.**
- **Bloquear a articulação da máquina.**
- **Desligar o motor.**
- **Retirar a chave do interruptor principal do sistema elétrico.**
- **Proteger a máquina quanto a escorregamentos colocando calços nas rodas ou esteiras.**
- **Desconectar a bateria antes de executar serviços no sistema elétrico ou de fazer reparo com solda elétrica.**

Primeiro desconecte o terminal negativo da bateria e depois o terminal positivo.

Após o serviço, conecte primeiro o terminal positivo e então, o negativo.

Manuseio da bateria

As baterias exalam gases explosivos.

Evite fogo, faísca ou luminárias não blindados nas proximidades das baterias e não fume.

O ácido da bateria é tóxico e corrosivo evite o contato do ácido da bateria com a pele, boca, olhos e roupas. Não respingue o ácido de bateria e não inale os gases.

Ao trabalhar com baterias, coloque luvas, roupas de trabalho firmes e use óculos de segurança.

Se a sua pele tiver contato com o ácido, lave com água abundante e consulte um médico.

⚠ ADVERTÊNCIA

Quando ocorrer respingo de ácido nos olhos, lave completamente com água abundante e consulte um médico imediatamente.

Não coloque ferramentas sobre a bateria. Elas podem provocar um curto-circuito, destruindo a bateria e causando ferimentos.

Não use correntes, pulseiras ou relógio de metal ao realizar serviços em baterias. As partes de metal podem provocar curto-circuito, com risco de queimaduras.

Descarte as baterias usadas separadamente de outros materiais, de forma a não poluir o ambiente.

Alternador - Instruções de manuseio

Para evitar danos no alternador ou regulador, nunca desconecte os cabos do alternador, regulador ou bateria com o motor em funcionamento.

Ao conectar as baterias, não misture os cabos (observe a polaridade correta).

Use sempre um instrumento de medida adequado ao testar a tensão e continuidade.

Nunca use uma lâmpada de teste.

Isto pode causar curto-circuito, danificando o alternador e o regulador.

Quando o motor é ligado, o alternador é pré-excitado por um circuito eletrônico. Este circuito garante que o alternador possa suprir energia. O circuito é parte do Sistema Eletrônico Central do painel de controle.

Um LED no painel de controle (controle de carga) indica o correto funcionamento do alternador. Este LED deve acender quando a chave de ignição é colocada na posição "ON". Ela se apagará quando o motor entrar em funcionamento. Se isto não ocorrer, tanto o alternador quanto o painel de controle estão com defeito.

Para evitar maiores danos, a causa do problema deve ser localizada e solucionada o mais rápido possível.

Consulte o seu Concessionário Autorizado mais próximo.

⚠ ADVERTÊNCIA

Fusíveis

Ao trabalhar nas caixas de fusíveis, existe o risco de faíscas e curto-circuito.
Portanto:
Retire os fusíveis somente depois de desenergizar o circuito:
Desligue o motor e gire a chave de contato do sistema elétrico para a posição "0".
Para máquinas com chave geral da bateria:
Desligue a chave geral da bateria
Substitua os fusíveis defeituosos somente por outros da mesma capacidade de corrente.

Documentação do sistema elétrico

Por razões organizacionais, a documentação do sistema elétrico de uma máquina está anexada à lista de peças de reposição. A documentação inclue:

- diagrama elétrico
- legenda do diagrama elétrico com os componentes elétricos.

Os componentes são identificados por letras, conforme DIN 40719. Um extrato desta norma é apresentado no ANEXO.

Com a ajuda dos documentos acima citados e do presente Manual Técnico, um eletricista qualificado estará apto a solucionar problemas no sistema elétrico.

Serviços simples no sistema elétrico, como:

- Substituição de lâmpadas
- de fusíveis e
- de relés

estão descritos nas instruções de operação da máquina.

DIAGRAMA ELÉTRICO

O diagrama elétrico é uma representação esquemática do sistema elétrico e seus componentes detalhados. O diagrama apresenta a interligação e a operação de componentes elétricos em um sistema elétrico.

O diagrama elétrico consiste em muitas folhas individuais (ver o canto inferior direito da folha mostrada na Figura 1) que representam grupos de funções.

Todos os componentes são mostrados na situação sem tensão e corrente, e sem nenhum elemento sendo acionado.

A representação faz uso de símbolos de acordo com a DIN 40900.

Todos os componentes são identificados por letras maiúsculas, conforme DIN 40719.

Os extratos destas normas podem ser encontrados no final deste Manual Técnico.

O desenho do lay-out elétrico mostra a localização dos componentes e ligações da máquina.

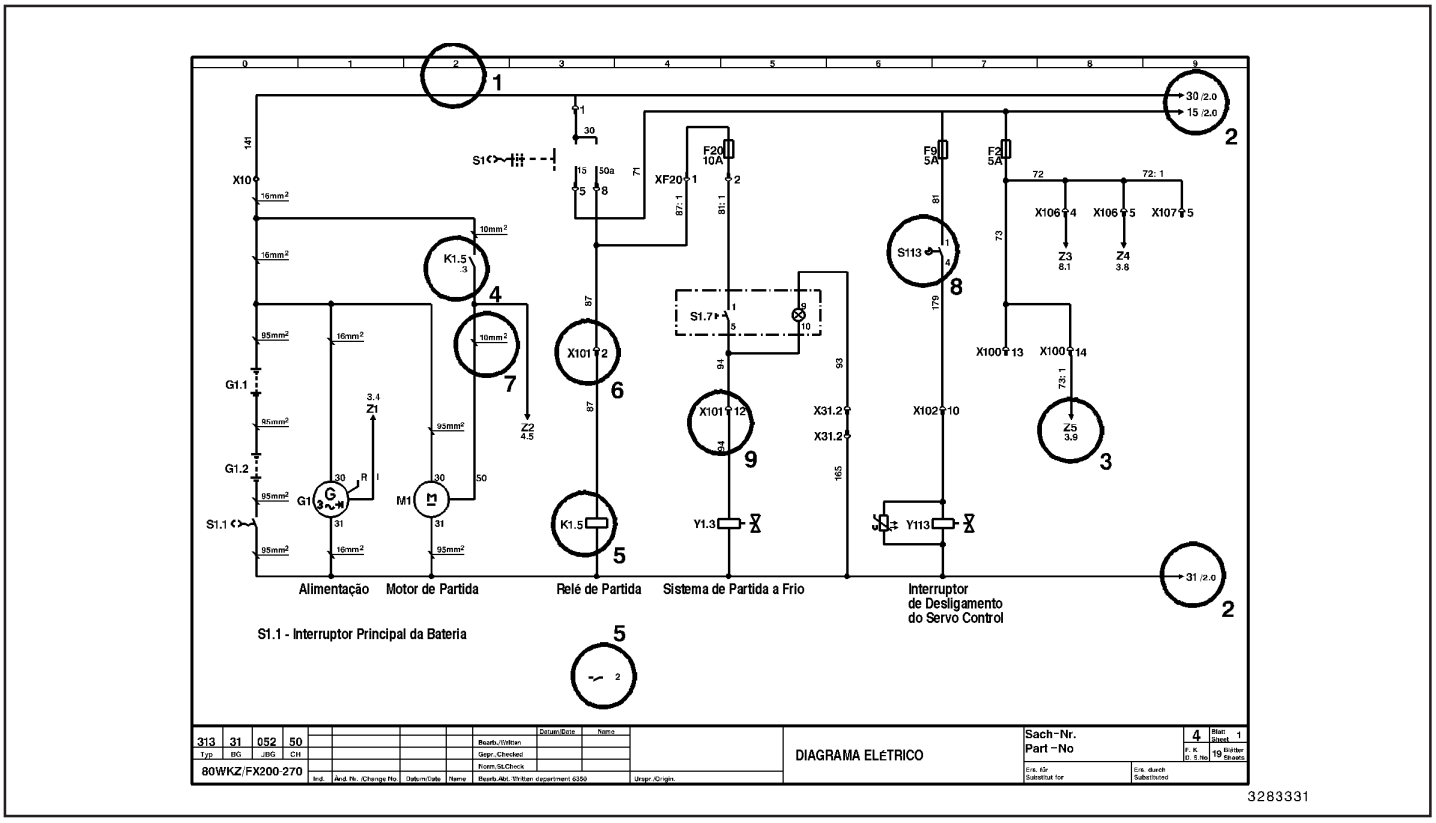


Fig.1

Explicações sobre o diagrama elétrico

1. Caminho da corrente

Os números dos caminhos da corrente são mostrados na margem superior da folha de diagrama de caminho. Aparentemente eles subdividem a folha em 10 colunas verticais (0 a 9).

Utilizando-se o número da folha e o número do caminho da corrente, a pesquisa de componentes e a orientação no diagrama elétrico serão facilitadas.

2. Circuitos principais

Os circuitos principais são mostrados como linhas horizontais na parte superior e inferior do diagrama elétrico.
Circuitos principais de potencial positivo são mostrados na parte superior e os circuitos de potencial negativo são mostrados na parte inferior.

Exemplo:

30/2.0 = Positivo (chaveado). O circuito principal continua na folha 2 do diagrama com o caminho de corrente).

15/2.0 = Positivo (chaveado). O circuito principal continua na folha 2 do diagrama com o caminho de corrente).

31/2.0 = Negativo (aterramento). O circuito principal continua na folha 2 do diagrama com o caminho de corrente).

3. Ramais

Os ramais de um caminho de corrente junto com as letras e números indicam a continuação de um determinado caminho em outra folha do diagrama elétrico.

Exemplo:

A indicação **Z5 / 3.9** significa:

Este ramal é conectado no ponto Z5 do caminho 9 na folha 3 do diagrama elétrico.

4. Contato de relés

Os números nos contatos de relés indicam o número da folha do diagrama elétrico e o caminho onde a bobina de excitação deste contato pode ser encontrada.

Exemplo:

A indicação **K5 / .3** significa:

A bobina de excitação para fazer este contato pode ser encontrada no caminho 3 da mesma folha do diagrama elétrico.

5. Referência cruzada de outros caminhos de corrente

Relés que fecham, abrem ou comutam, cujos contatos estão localizados em outros caminhos de corrente tem o número do caminho da bobina de excitação, indicando em qual caminho estes contatos estão localizados.

Exemplo:

No diagrama elétrico a indicação mostra que o relé **K 1.5** faz um contato no caminho de corrente **2**, na mesma folha do diagrama.

6. Contato de conectores de pinos

Os conectores de pinos são identificados pelo número do conector e pelo número do pino de contato.

Exemplo:

A indicação X101/2 refere-se a:

Contato 2 no conector X101.

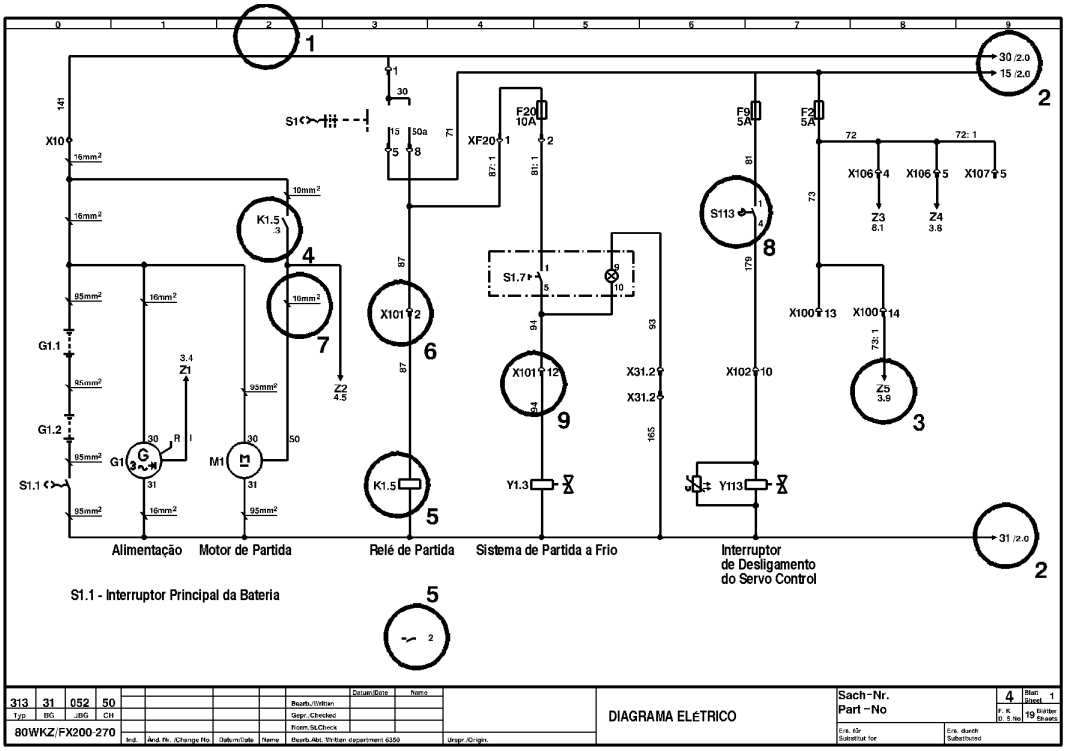

30 /2.0
15 /2.0
S1
F20 10A
F9 5A
F2 5A
X10
16mm²
10mm²
K1.5
G1.1
95mm²
G1.2
G1
M1
S1.1
Z1
Z2 4.5
X101 2
X101 12
X31.2
X102 10
S1.7
S113
Y1.3
Y113
X106 4
X106 5
X107 5
Z3 6.1
Z4 3.6
X100 13
X100 14
Z5 3.9
31 /2.0
Alimentação
Motor de Partida
Relé de Partida
Sistema de Partida a Frio
Interruptor de Desligamento do Servo Control
S1.1 - Interruptor Principal da Bateria
313 31 052 50
80WKZ/FX200-270
DIAGRAMA ELÉTRICO
Sach-Nr.
Part-No
3283331

Fig.2

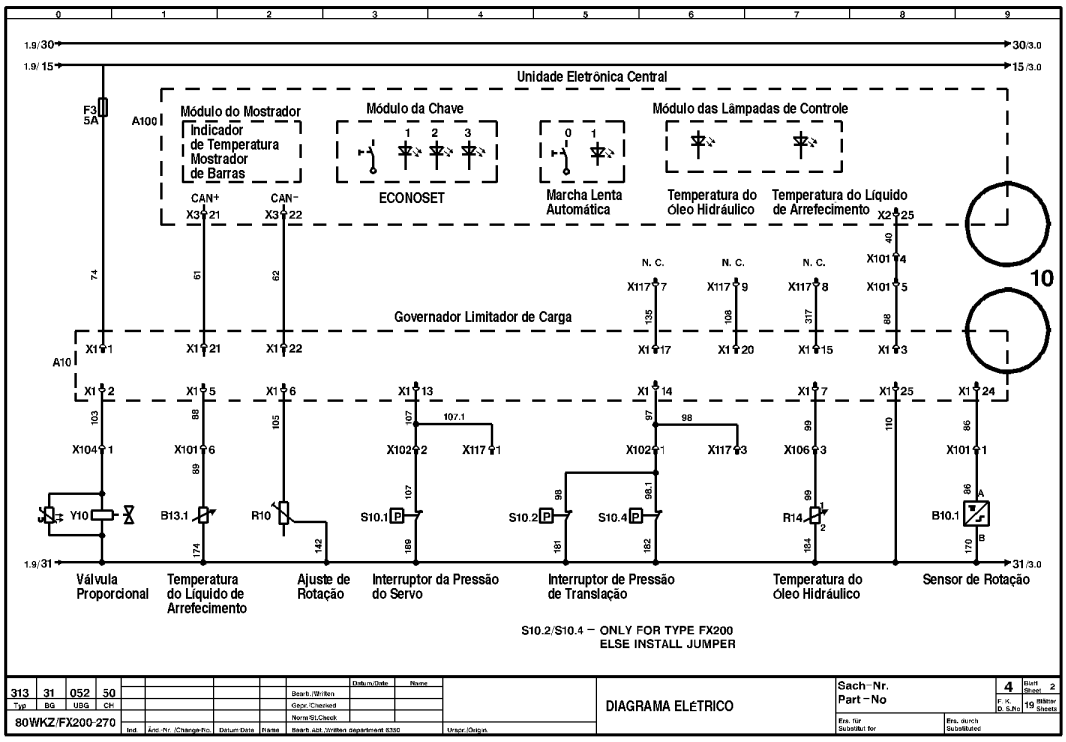

1.9/30
30/3.0
1.9/15
15/3.0
Unidade Eletrônica Central
F3 5A
A100
Módulo do Mostrador
Indicador de Temperatura
Mostrador de Barras
Módulo da Chave
Módulo das Lâmpadas de Controle
CAN+ X3 21
CAN- X3 22
ECONOSET
Marcha Lenta Automática
Temperatura do Óleo Hidráulico
Temperatura do Líquido de Arrefecimento
X2 25
N. C.
Governador Limitador de Carga
A10
X1 1
X1 21
X1 22
X1 2
X1 5
X1 6
X1 13
X1 14
X1 7
X1 25
X1 24
X104 1
X101 6
X102 2
X117 1
X102 1
X117 3
X106 3
X101 1
Y10
B13.1
R10
S10.1
S10.2
S10.4
R14
B10.1
1.9/31
31/3.0
Válvula Proporcional
Temperatura do Líquido de Arrefecimento
Ajuste de Rotação
Interruptor da Pressão do Servo
Interruptor de Pressão de Translação
Temperatura do óleo Hidráulico
Sensor de Rotação
S10.2/S10.4 – ONLY FOR TYPE FX200
ELSE INSTALL JUMPER
313 31 052 50
80WKZ/FX200-270
DIAGRAMA ELÉTRICO
Sach-Nr.
Part-No
3283321

Fig.3

7. Secção transversal do cabo

O número **10** que se refere à secção transversal de um cabo significa que este cabo tem uma secção transversal de 10 mm².

8. Identificação dos contatos

O número no contato de um relé ou no contato da conexão de um interruptor são idênticos aos números que aparecem nos componentes propriamente ditos.

Exemplo:

A indicação **S113,1,4** significa:

O interruptor é o S113, com conexão nos contatos 1 e 4.

9. Numeração dos cabos

O número do cabo (neste caso **94**) é impresso no isolamento em intervalos de alguns centímetros.
Este número junto com o número do conector permite uma identificação fácil do cabo tanto no chicote quanto no conector (ex: para verificação da continuidade). O conector também é marcado com o seu número específico (ex: **X101**).
A tabela de ligações indicando a aplicação de cada pino em um conector pode ser usada antes do diagrama elétrico (ex: **X101**, Fig. 4).
Se um cabo está defeituoso e se você não sabe quais componentes estão interligados por este cabo específico, isto poderá ser determinado usando-se a tabela de ligações.

O exemplo, (Figs. 2 e 4) mostra como identificar o cabo **94** no conector **X101.**
Uma ponta é conectada ao terminal **5** do interruptor **S 1.7** (cabo com secção transversal de 1,5 mm²) e a outra ponta à válvula solenóide **Y 1.3** (cabo com secção transversal de 2,5 mm²). O cabo é conectado ao pino **12** do conector, que faz parte do “chicote do motor”. A localização exata do conector na máquina e o correspondente código de pedido estão indicados na LISTA DO DIAGRAMA ELÉTRICO.

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
A10X1:24	86	0,5	1	1	86	B10.1:A
S1:8(50a)/XF20:1	87	2,5	2	2,5	87	K1:5
S1:8(50a)/XF20:1	87,1	1,5				
A100X2:11	26	0,5	3			S13 (OPTIONAL)
X117:12	26,1	0,5				
A100X2:25	40	0,5	4	1		X101:5
A10X1:3	88	0,5	5	1		X101:4
A10X1:5	89	0,5	6	1	89	B13 .1
X72:1	343	0,5	7	1	343	X72.1 / S72.1
A100X2:24	39	0,5	8			NC
A100X2:16	31	0,5	9			NC
X116:3	92	0,5	10			NC
X118:6	341	0,5	11	1	341	H7.1
S1,7:5	94	1,5	12	2,5	94	Y1:3
X115:2	95	0,5	13			NC
			14			Pino do encoder
X13:1	96	0,5	15			NC
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X101**			**Chicotes do Motor**

328331

Fig.4

10. Unidades eletrônicas (Fig. 3)

As unidades eletrônicas (Unidade Eletrônica Central, Governador de Limite de Carga) são mostradas no diagrama elétrico como caixas-pretas.

LISTA DO DIAGRAMA ELÉTRICO

A lista dos “Componentes elétricos no diagrama elétrico” (Fig. 1) dá uma sistemática geral que suplementa o diagrama elétrico. A lista permite encontrar os componentes elétricos no diagrama elétrico e na máquina. A lista também contém o código dos componentes.

	Componentes elétricos no diagrama elétrico		31.050
	FX270	Diagrama elétrico Nº 2459343	T 2459344-000 B 2459343-010

Peça	QTD	Descrição e Função	Caminho da Corrente	Localização	Código
A10	1	Governador de limite de carga	2 - 0/61 -	Painel de controle	
A10X4	1	Conector da unidade de diagnóstico	4 - 2/18 -	Painel de controle	73172588
A10X4	1	Flange	4 - 2/18 -	Painel de controle	73172589
A100	1		2 - 1/16 -	Cabine	73172003
B10	1	Sensor pressão - movimento	8 - 0/84 -	Superestrutura	73172592
B10.1	1	Sensor de velocidade	2 - 9/92 -	Motor	
B13.1	1	Sensor de temperatura da água de arrefecimento	2 - 1/94 -	Motor	73172594
E1	1	Farol LE	6 - 0/87 -	Superestrutura	73172595
E1	1	Lâmpada	6 - 0/87 -	Superestrutura	73172596
E1	1	Carcaça	6 - 0/87 -	Superestrutura	73172597
E1	1	Conector	6 - 0/87 -	Superestrutura	73172598
E1	2	Parafuso do contador	6 - 0/87 -	Superestrutura	73172599
E1	2	Porca de travamento	6 - 0/87 -	Superestrutura	73172600
E2	1	Farol LD	6 - 1/87 -	Superestrutura	73172595
E2	1	Lâmpada	6 - 1/87 -	Superestrutura	73172596
E2	1	Carcaça	6 - 1/87 -	Superestrutura	73172597
E2	1	Conector	6 - 1/87 -	Superestrutura	73172598
E2	2	Parafuso do contador	6 - 1/87 -	Superestrutura	73172599
E2	2	Porca de travamento	6 - 1/87 -	Superestrutura	73172600
E3	1	Farol de trabalho, LE	6 - 2/87 -	Braço de elevação	73172602
E3	1	Lâmpada	6 - 2/87 -	Braço de elevação	73172510
E4	1	Farol de trabalho, LD	6 - 3/87 -	Braço de elevação	73172602
E4	1	Lâmpada	6 - 3/87 -	Braço de elevação	73172510
E9	1	Lanterna interna	4 - 1/74 -	Cabine	73171604
E9	1	Lâmpada	4 - 1/74 -	Cabine	73172605
F1	1	Caixa de fusível, verde	4 - 1/16 -	Painel de controle	73172606
F2	1	Caixa de fusível, preto	1 - 7/16 -	Painel de controle	73172606
F3	1		2 - 0/18 -	Painel de controle	73172606
F4	1	Caixa de fusível, preto	5 - 1/16 -	Painel de controle	73172607
F5	1	Caixa de fusível, natural	5 - 5/16 -	Painel de controle	73172608
F9	1	Caixa de fusível, verde	1 - 4/16 -	Painel de controle	73172607
F10	1	Caixa de fusível, preto	6 - 6/16 -	Painel de controle	73172606
F11	1	Caixa de fusível, natural	4 - 0/16 -	Painel de controle	73172606

Explicações sobre a lista
(Fig. 1)

Peça

A coluna **"Peça"** lista todos os componentes do sistema elétrico em ordem alfabética. As letras representam o tipo de componente instalado, conforme DIN 40719.
(Extrato da DIN 40719, ver ANEXO)

Quantidade

A coluna **"Quantidade"** indica a quantidade de um componente instalado na máquina.

Descrição e função

A coluna **"Descrição e função"** indica o tipo de componente a sua função (ex: sensor de temperatura do líquido de arrefecimento).

Caminho de corrente

O número do caminho de corrente está indicado na margem superior da folha do diagrama elétrico. Este número permite encontrar o componente elétrico no diagrama.

Exemplo:

Governador limitador de carga
Na coluna **"Caminho de corrente"** nós temos: **4-0/61.**
Isto significa que o governador limitador de carga pode ser encontrado na folha **4**, no caminho **0**.
A Figura **61** é uma coordenada interna do sistema CAD, que não é importante para a interpretação da documentação.

Localização

A coluna **"Localização"** indica o lugar de localização do componente na máquina.
Esta informação facilita a localização do componente na máquina, no caso da busca de uma falha.

Código

Código para pedido da peça de reposição. Caso não esteja indicado o código, o componente está conectado ao sistema elétrico mas faz parte de um outro conjunto. O código deste componente pode ser encontrado na lista de peças de reposição correspondente.

Exemplo:

O código da válvula solenóide pode ser encontrado na lista de reposição da seção "Sistema hidráulico".

DISPOSITIVOS DE TESTE E MEDIÇÃO

Todos os métodos de detecção de falhas descritos no presente Manual Técnico podem ser executados com instrumentos comuns de teste e medição.

O uso destes equipamentos é explicado neste manual pelo método “passo-a-passo” (conforme seção “Procedimentos básicos de teste e medição”).

O presente manual não irá lidar com equipamentos de testes tecnicamente muito complexos, também utilizados para sistemas elétricos automotivos. Estes equipamentos têm seus próprios procedimentos de operação com informações detalhadas sobre o manuseio adequado. Portanto, as instruções de operação devem ser lidas antes do uso do equipamento.

Dependendo do fabricante, o equipamento de teste usado em campo pode ser diferente dos instrumentos mostrados neste manual. Devido a grande variedade de equipamentos disponíveis no mercado, é impossível mostrar todos os tipos neste manual. Por este motivo, o manual não cita a marca ou nome dos fabricantes.

Teste de válvula solenóide

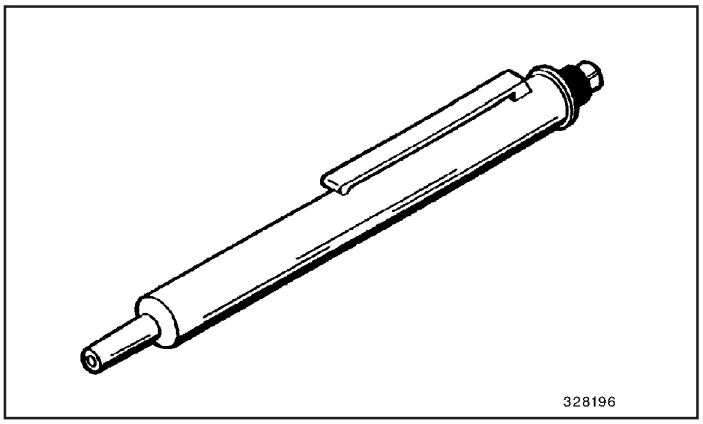


Fig.1

O instrumento de teste de válvula solenóide indica se a bobina de uma válvula solenóide ou de um relé produz campo magnético.

O campo magnético é gerado quando a corrente circula pela bobina.

O funcionamento do instrumento de teste de válvula solenóide necessita de duas pilhas (1,5 V, tipo AAA).

Lâmpada de teste

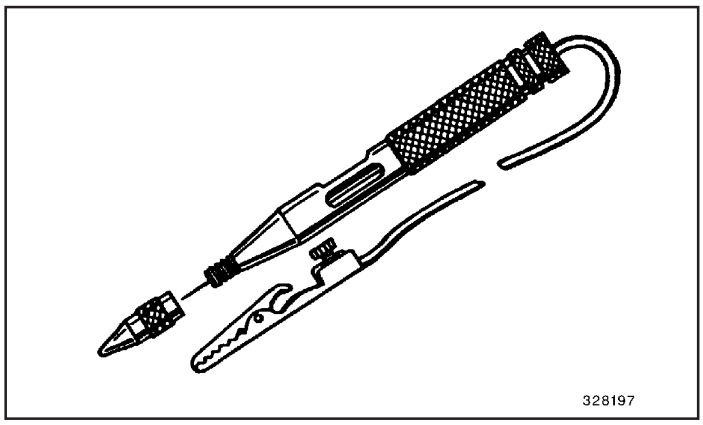


Fig.2

Importante:

Nunca use uma lâmpada de teste para testar uma placa de circuito que contenha componentes eletrônicos. Componentes eletrônicos sensíveis podem ser danificados pela forte corrente que circula pela lâmpada de teste. A carcaça da lâmpada de teste é metálica e conduz eletricidade. Portanto, a carcaça pode causar um curto-circuito entre dois componentes adjacentes na placa.

A lâmpada de teste acende quando o componente testado está com tensão.

As lâmpadas de teste são fabricadas para diferentes níveis de tensão. A lâmpada de teste deve serescolhida de acordo com a tensão do sistema elétrico, pois uma lâmpada de teste de 12 V será danificada se usado para verificações em um sistema elétrico de 24 V.

Multímetro

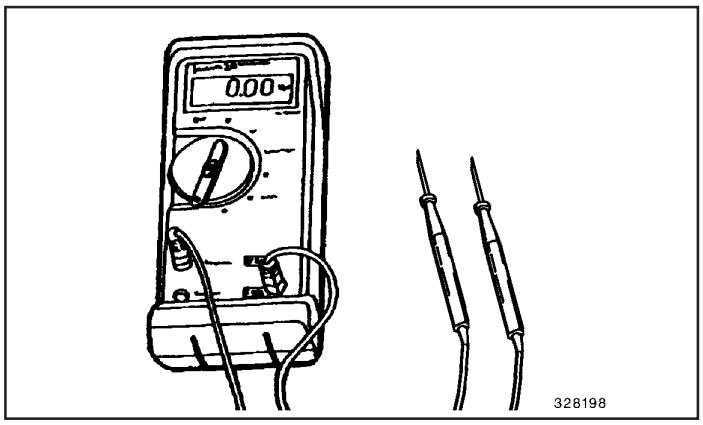


Fig.3

As seguintes medições podem ser feitas com um multímetro:
- tensão
- corrente
- resistência

Muitos multímetros têm funções adicionais como:
- medida de capacitância
- teste de transistores e diodos
- teste de continuidade

Os instrumentos de medida mostram os resultados de duas maneiras:
- com mostradores analógicos, instrumentos com ponteiros
- com mostradores digitais, com leitura de caracteres numéricos (Fig. 3)

Leia as instruções de operação antes de usar o instrumento. Estes instrumentos de medição são muito precisos, mas também, muito sensíveis, podendo ser danificados se operados incorretamente.

Instrumentos de teste

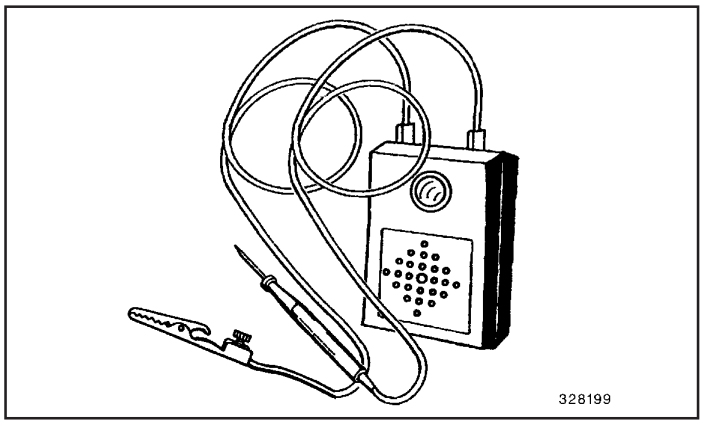


Fig.4

Importante:

Nunca use um instrumento de teste com sinal sonoro para testar uma placa de circuito que contenha componentes eletrônicos. Componentes eletrônicos sensíveis podem ser danificados pela forte corrente que circula pelo sinal sonoro de teste.

Estes instrumentos indicam por meio de:
- sinal ótico (lâmpadas) e
- sinal sonoro (cigarra)

quando uma corrente circula por um componente (ex: cabo, fusível, lâmpada, etc...). Neste caso, nós dizemos que o componente “permite a passagem de corrente”.

A verificação acústica de continuidade tem a vantagem de permitir que a pessoa que esteja realizando o trabalho fique concentrada nas pontas de teste. Assim, não é necessário olhar para a lâmpada, evitando-se medições erradas devido ao posicionamento incorreto das pontas do instrumento.

Os instrumentos de teste de continuidade necessitam baterias para sua operação (a quantidade e o tipo de bateria dependem do tipo de instrumento utilizado).

PROCEDIMENTOS BÁSICOS DE TESTE E MEDIÇÃO

⚠ ADVERTÊNCIA

Risco de ferimento

Alguns procedimentos de teste precisam ser realizados com o sistema elétrico sob tensão. Portanto, proteja a máquina contra movimentos inesperados antes de realizar serviços no sistema elétrico sob tensão.

Feche a porta da cabine do motorista ou coloque um aviso em um local facilmente visível dentro da cabine.

Verificação de tensão

Neste exemplo, nós iremos verificar a bobina do solenóide (Y 1.3) de uma vela de preaquecimento de um motor diesel que está sob tensão.

1. Verificação com uma lâmpada de teste (Fig.1)

- Selecione uma lâmpada de teste adequada (12 ou 24 V)
- Conecte o terminal negativo da lâmpada de teste em um ponto de aterramento do veículo.
- Pressione a ponta livre da lâmpada de teste no terminal do componente (terminal positivo).

  A lâmpada de teste acenderá se o componente estiver sob tensão.

Se a lâmpada de teste tiver uma ponta tipo agulha, é possível penetrar no isolamento de um cabo de ligação. Se lâmpada de teste acender, o componente está sob tensão.

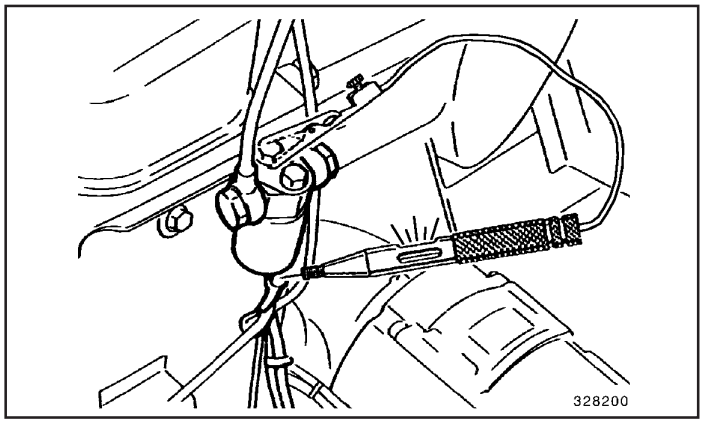


Fig.1

2. Verificação com um multímetro (Fig. 2)

- Coloque o voltímetro no modo “Voltímetro” e selecione a faixa de medição mais apropriada.
- Conecte o terminal negativo a um ponto de aterramento do veículo.
- Pressione a ponta de teste positiva sobre o terminal do componente (positivo +)

  O instrumento indicará o valor da tensão presente no componente.

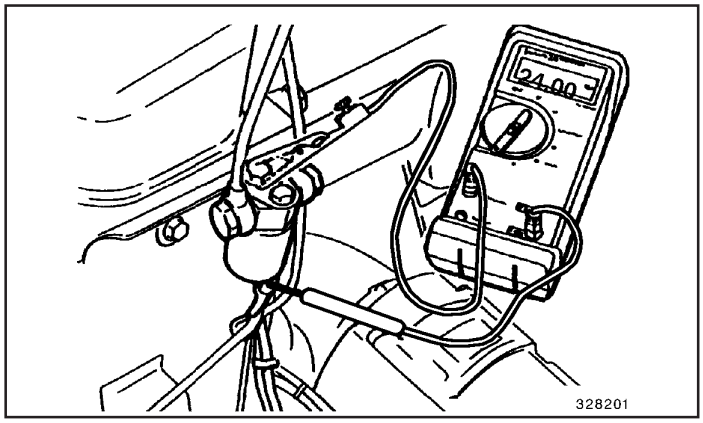


Fig.2

Verificação de continuidade

⚠ ADVERTÊNCIA

Risco de curto-circuito
Nunca realize verificações de continuidade em componentes sob tensão. A verificação poderá causar curto-circuito ou sobrecarga, danificando o componente ou o equipamento de teste.
Portanto, o componente deve ser desenergizado. Para fazer isto, desconecte todas as ligações elétricas do componente.

A verificação de continuidade indica se uma corrente pode circular por um componente.
Este teste é recomendado sempre que houver suspeita de que alguma interrupção invisível em um condutor interno de um componente possa causar um problema (ex: em cabos, bobinas, contatos, lâmpadas).

No presente exemplo, nós iremos verificar se o condutor de um cabo permite a passagem de corrente ou se ele está interrompido.

1. Verificação com um instrumento de teste (Fig. 3)

- Conecte o terminal negativo do instrumento de teste de continuidade a uma das extremidades do condutor.
- Segure a outra ponta do instrumento sobre a outra extremidade do mesmo condutor (observe as cores do isolamento do condutor).

Neste exemplo, o instrumento de teste de continuidade e o componente testado formarão um circuito fechado de corrente.

O instrumento de teste de continuidade verifica o condutor com baixa tensão. Se o condutor estiver correto, o circuito de corrente é fechado. A lâmpada acenderá e sinal sonoro soará.

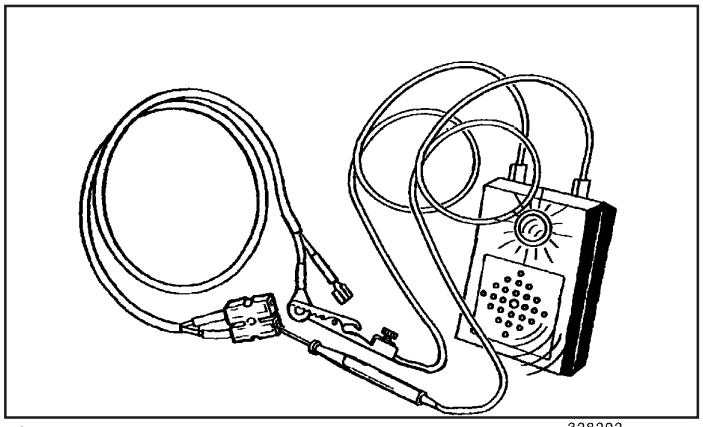


Fig.3

2. Verificação com um multímetro (Fig. 4)

- Posicione o multímetro no modo “resistência”.
- Conecte o terminal negativo em uma das extremidades do condutor.
- Segure a outra ponta do instrumento sobre a outra extremidade do mesmo condutor (observe as cores do isolamento do condutor).

O multímetro agora mostra a resistência do condutor, em ohms (Ω).

Se nada é mostrado, o condutor está interrompido.

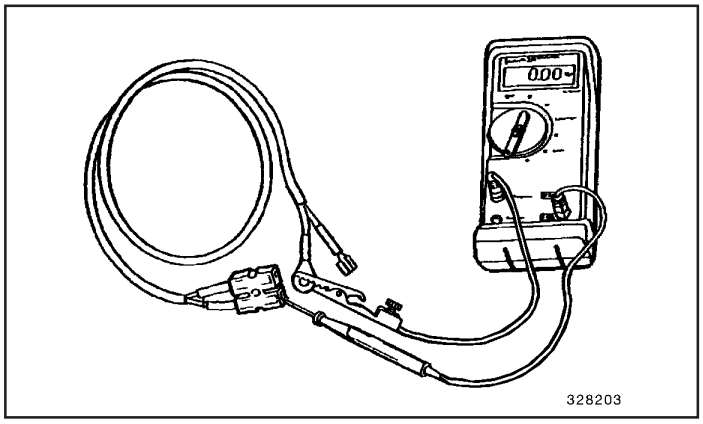


Fig.4

Verificação da bobina de um solenóide

Neste caso, nós verificaremos se a bobina do interruptor magnético do “sistema auxiliar de partida” gera um campo magnético quando está sob tensão.

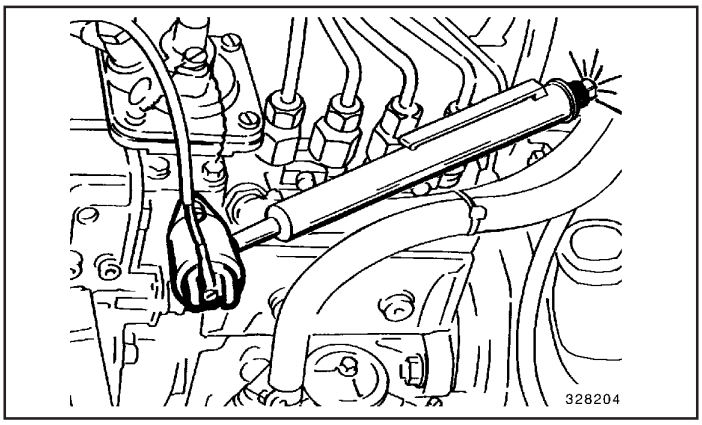


Fig.5

Utilizando o instrumento de teste de válvula solenóide (Fig. 5)

- Mantenha a ponta do instrumento de teste na bobina.

A lâmpada indicativa do instrumento acenderá se um campo magnético estiver sendo gerado na bobina.

Este teste não permite saber sobre a situação do funcionamento mecânico do componente. Mesmo que a bobina propriamente dita esteja boa, é possível que exista algum outro problema interno.

SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (TROUBLESHOOTING)

Notas para solução de problemas em um sistema elétrico automotivo

De forma a sanar problemas rápida e seguramente, é importante proceder de maneira sistemática ao procurar uma falha.
Além da qualificação técnica do eletricista, é necessário o conhecimento dos seguintes tópicos para ter sucesso na solução falha:

- Qual conjunto está com defeito?
- Qual é a localização deste conjunto na máquina?
- Qual é a função correta do conjunto?
- Quais componentes estão interligados?
- De que forma o componente interage?
- Onde estão localizados os componentes na máquina?
- Sob que condições e em qual situação de operação o problema aparece?

Perguntas para o operador da máquina:

- Que sinais de advertência antecederam o aparecimento da falha?
- Que serviços de manutenção e reparo foram executados anteriormente?
- A falha já havia sido observada antes?
- A falha pode ser sanada usando-se as tabelas de solução de problemas do manual de instruções?
- A máquina foi operada de forma incorreta?

Documentos necessários:

- instruções de operação;
- diagrama elétrico com listagem e;
- lista de peças de reposição.

Dispositivos de teste e medição

Os dispositivos recomendados para teste e medição estão descritos na seção “Dispositivos de teste e medição”.

Procedimentos de teste e medição

Como executar testes de maneira simples está descrito na seção “Procedimentos básicos de teste e medição”.

Diagramas elétricos

O conhecimento e entendimento dos diagramas elétricos e os respectivos símbolos usados são pré-requisitos essenciais para o sucesso na solução de problemas de um sistema elétrico automotivo. Os símbolos utilizados nos diagramas elétricos estão listados no anexo.

Muito mais importante do que localizar um componente defeituoso é identificar as causas do problema.
Em muitos casos, as falhas e defeitos se repetem se as causas do problema não forem encontradas e eliminadas.

Exemplo de solução de problema sistemático

Situação de partida:

- baterias completamente carregadas;
- tensão do sistema normal;
- tanque de combustível cheio;
- motor de partida gira o motor com rotação correta.

Falha

- motor não liga.

Diagrama de localização de falha (exemplo)

A seqüência de operação para solução de problemas é representada sob a forma de um diagrama.
A localização de falha é dividida em passos individuais, tornando-a clara e fácil de seguir.

Como trabalhar com o diagrama de localização de falha.
Este diagrama deve ser lido basicamente de cima para baixo. Os tipos de falha cima são mencionados na parte de cima. Este é o ponto de partida para as próximas ações descritas nos símbolos a seguir.

Os símbolos em losango contêm a solicitação de verificação de uma situação. Esta verificação pode ser respondida com “SIM” ou “NÃO”. Dependendo do resultado da verificação, siga a linha do “SIM” ou a linha do “NÃO”.

Se a resposta é “SIM”, o próximo passo do teste pode ser realizado.
Se a resposta é “NÃO”, a linha leva ao símbolo de um retângulo. Este símbolo indica o serviço de reparo que deve ser executado.

Se a falha for sanada após este reparo, a localização de falha termina aqui. Se a falha persistir, a investigação deve prosseguir no próximo passo.

As conexões elétricas entre os componentes mencionados estão indicadas no diagrama de circuito (Figs. 1 e 3). Cada passo do teste faz referência com a correspondente posição no diagrama elétrico.

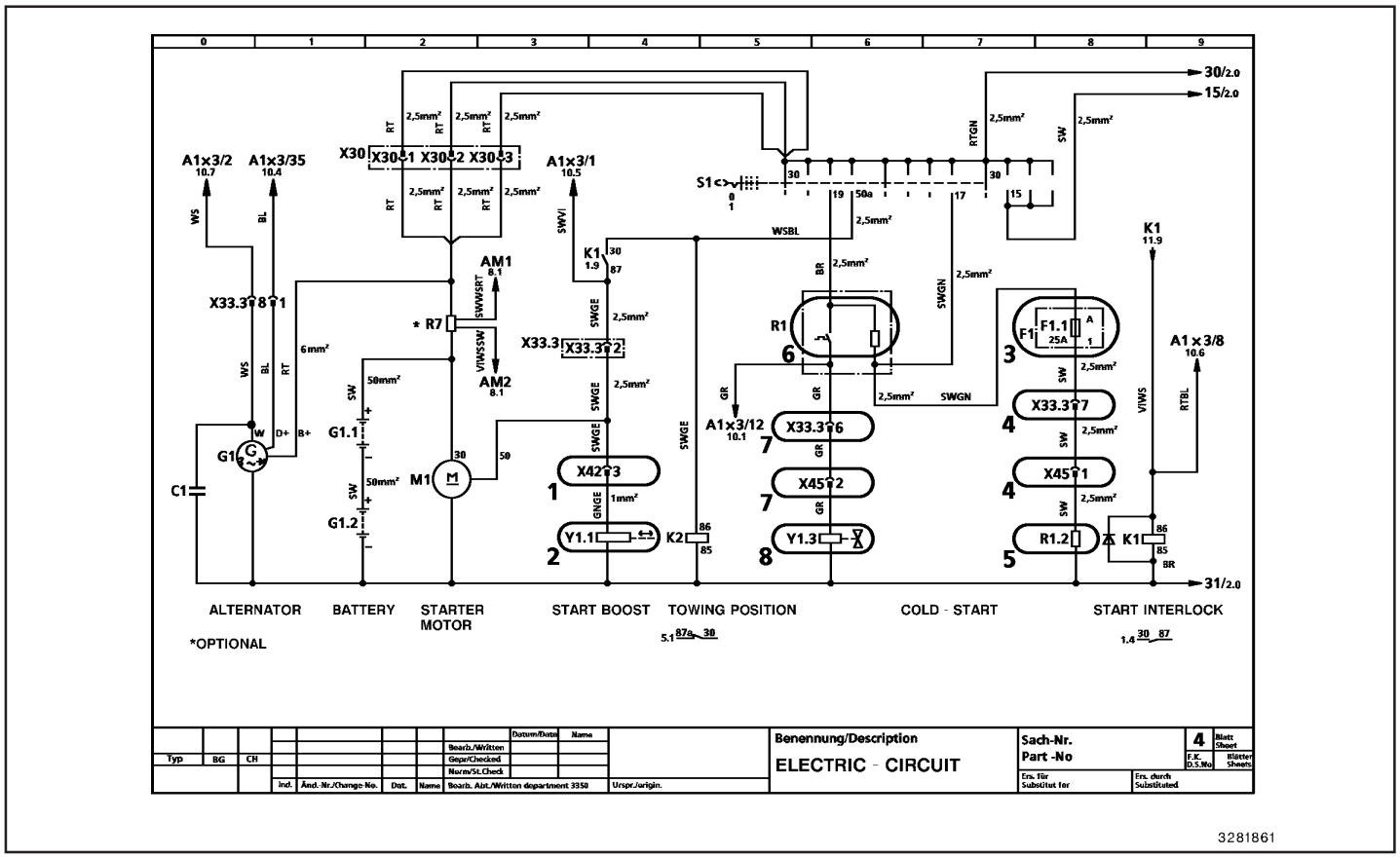


Fig.1

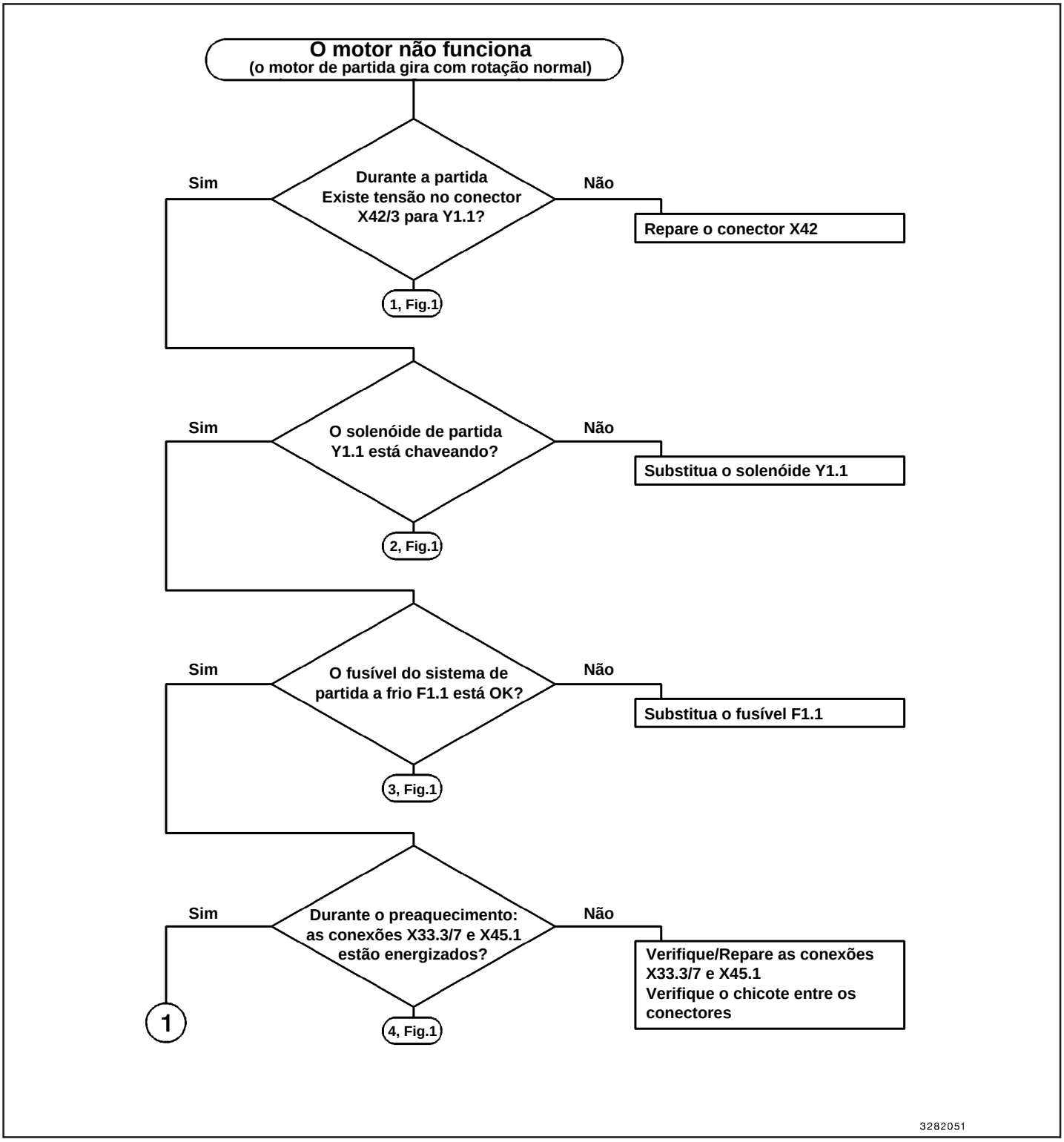

O motor não funciona
(o motor de partida gira com rotação normal)
Durante a partida
Existe tensão no conector
X42/3 para Y1.1?
Sim
Não
Repare o conector X42
1, Fig.1
O solenóide de partida
Y1.1 está chaveando?
Sim
Não
Substitua o solenóide Y1.1
2, Fig.1
O fusível do sistema de
partida a frio F1.1 está OK?
Sim
Não
Substitua o fusível F1.1
3, Fig.1
Durante o preaquecimento:
as conexões X33.3/7 e X45.1
estão energizados?
Sim
Não
Verifique/Repare as conexões
X33.3/7 e X45.1
Verifique o chicote entre os
conectores
1
4, Fig.1
3282051

Fig.2

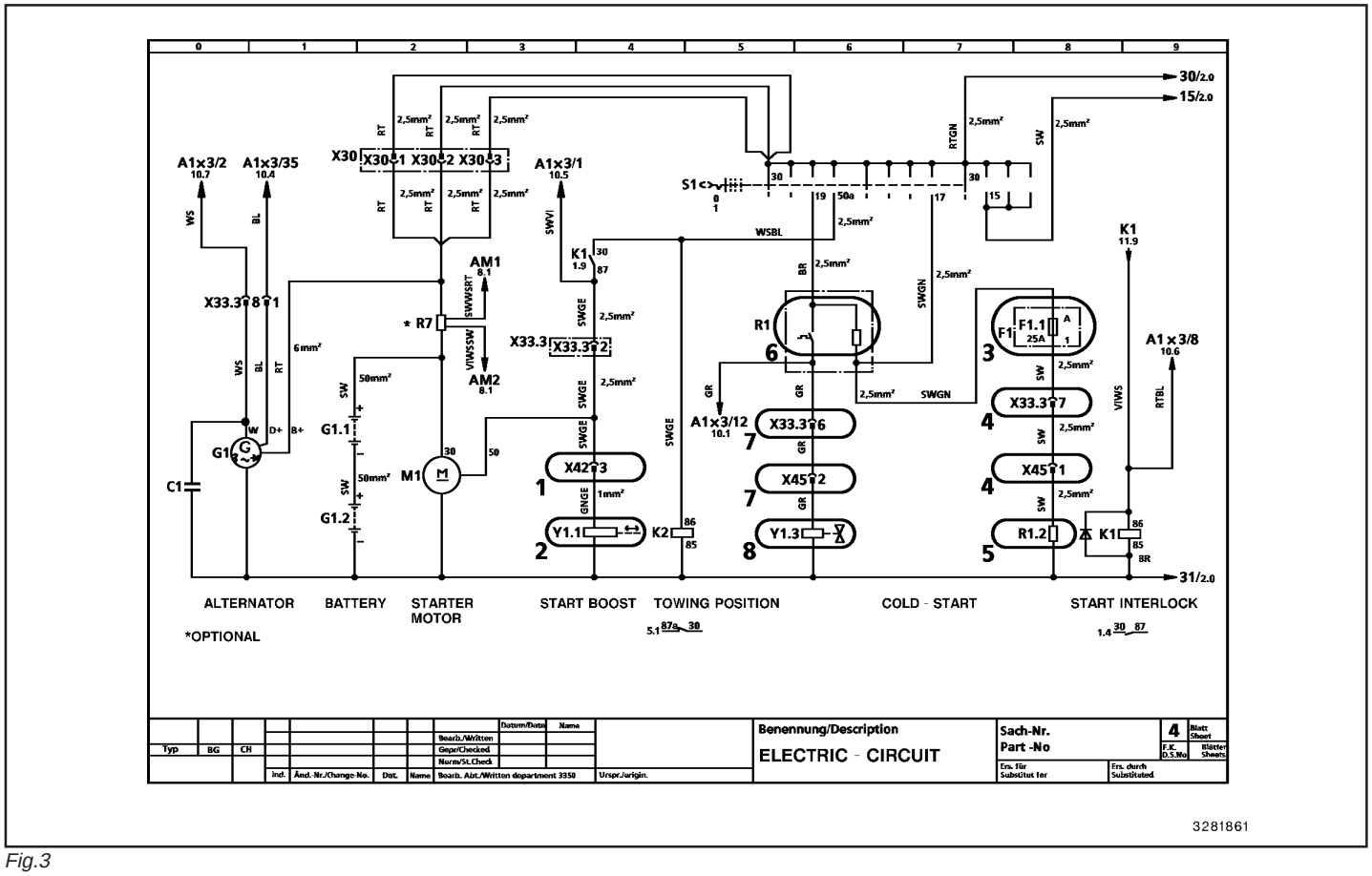

30/2.0
15/2.0
A1x3/2
10.7
A1x3/35
10.4
X30
X30:1 X30:2 X30:3
A1x3/1
10.5
S1
AM1
8.1
AM2
8.1
K1
1.9
K1
11.9
X33.3:8:1
X33.3:2
* R7
G1
G1.1
G1.2
C1
M1
X42:3
Y1.1
K2
A1x3/12
10.1
X33.3:6
X45:2
Y1.3
R1
F1
F1.1
25A
X33.3:7
X45:1
R1.2
K1
A1x3/8
10.6
31/2.0
ALTERNATOR
BATTERY
STARTER MOTOR
START BOOST
TOWING POSITION
COLD - START
START INTERLOCK
*OPTIONAL
Benennung/Description
ELECTRIC - CIRCUIT
Sach-Nr.
Part -No
Blatt
Sheet
Blätter
Sheets
3281861

Fig.3

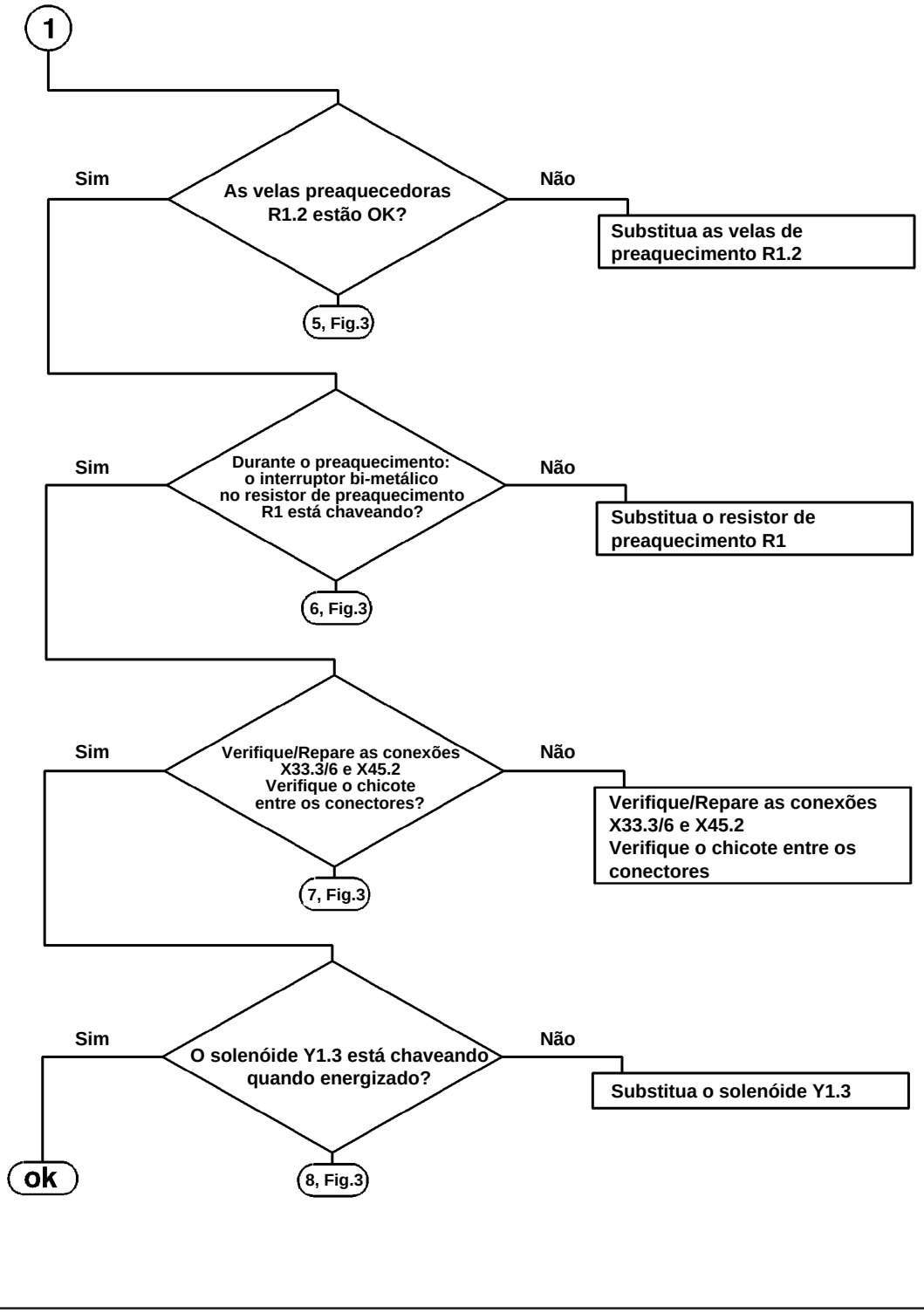

1
As velas preaquecedoras R1.2 estão OK?
Sim
Não
Substitua as velas de preaquecimento R1.2
5, Fig.3
Durante o preaquecimento: o interruptor bi-metálico no resistor de preaquecimento R1 está chaveando?
Sim
Não
Substitua o resistor de preaquecimento R1
6, Fig.3
Verifique/Repare as conexões X33.3/6 e X45.2 Verifique o chicote entre os conectores?
Sim
Não
Verifique/Repare as conexões X33.3/6 e X45.2 Verifique o chicote entre os conectores
7, Fig.3
O solenóide Y1.3 está chaveando quando energizado?
Sim
Não
Substitua o solenóide Y1.3
ok
8, Fig.3
3282061

Fig.4

ANEXO

Identificação de componentes

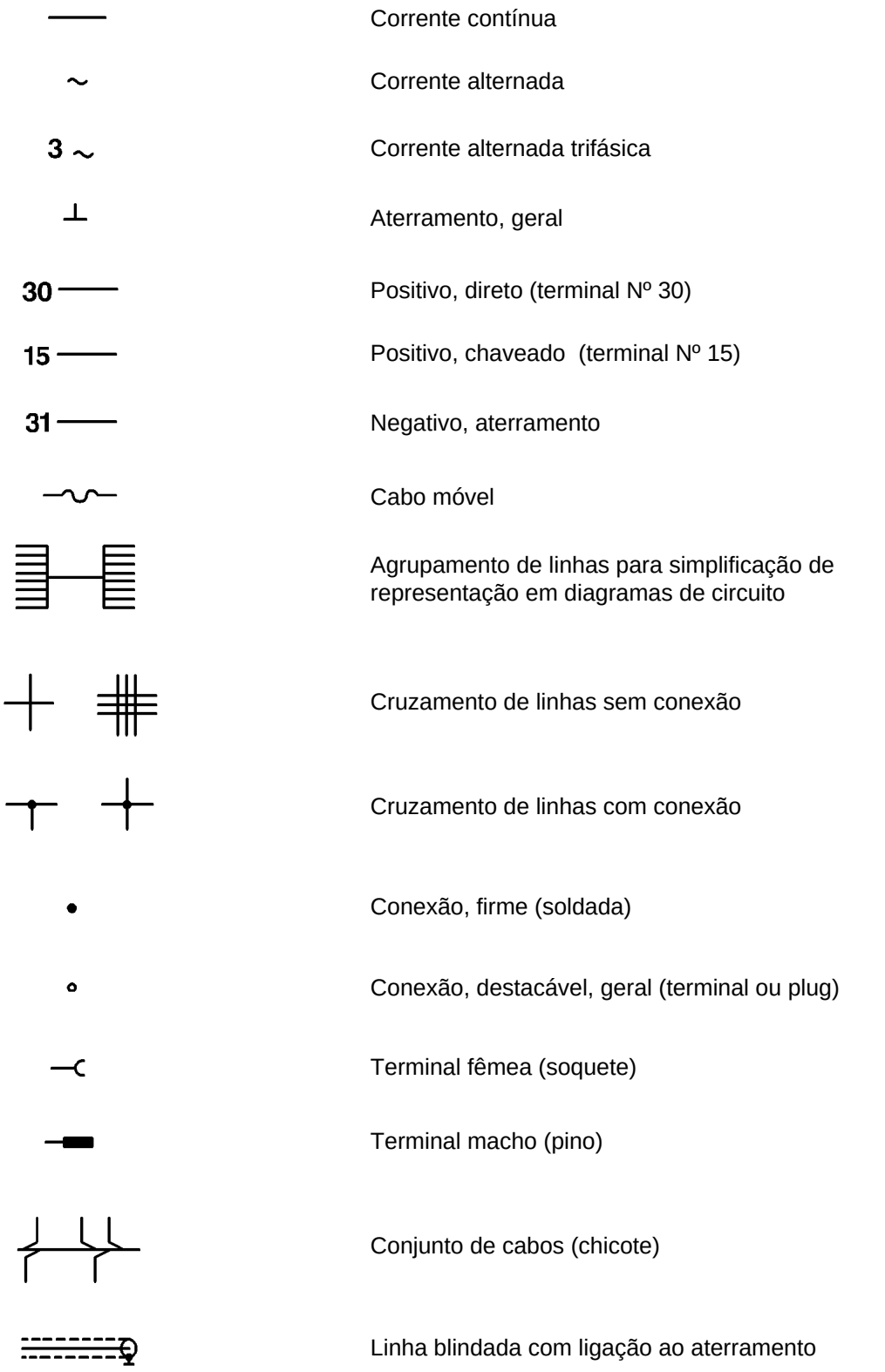
Extraído da DIN 40719

Folha	Designação	Exemplos
A	Conjuntos, sub-conjuntos	Unidade de controle, interruptor, amplificador magnético, combinação de dispositivos
B	Transformação de grandeza não elétrica em elétrica (e vice-versa)	Transdutores de medição: transmissor de rotação, sensor de pressão, interruptor de pressão, sensores termoelétricos, células fotoelétricas, geradores de pulsos, clinômetros
C	Capacitores (condensadores)	
D	Elementos binários, memórias	Módulos digitais, circuitos integrados (CI), contadores de pulsos
E	Diversos	Iluminação, aquecedores
F	Dispositivos de proteção	Fusíveis, protetores de sobrecarga, interlocks, disjuntores, relés de segurança
G	Geradores Fontes de energia	Geradores rotativos, conversores rotativos de freqüência, baterias, fontes de alimentação, osciladores
H	Equipamentos de monitoração	Lâmpada de monitoração, sinal sonoro
K	Relés, contatores	Contatores de potência, contatores auxiliares, relés auxiliares, relés intermitentes, relés temporizadores
L	Dispositivos indutivos	Bobinas
M	Motores	Motor do ventilador, motor do limpador do pára-brisa
P	Dispositivos de teste e medição	Indicadores, gravadores e instrumentos de medição, relógios, iniciadores de impulso
R	Resistores	Velas de preaquecimento, resistores de carga, potenciômetros
S	Interruptores, seletores	Limitadores, interruptores de controle, emissores de sinal
T	Transformadores	Transformadores, conversores
U	Moduladores, conversores	Conversores de freqüência, conversores, inversores, demoduladores, reversores
V	Semicondutores	Diodos de cancelamento para válvulas solenóides, variodos
W	Linhas condutoras, condutores ocos	Linhas, cabos, antenas, vias de dados
X	Terminais, soquetes, plugs	Plugs/soquetes isolados, soquete de teste, barras de terminais, terminais soldados
Y	Dispositivos mecânicos acionados eletricamente	Válvulas, acoplamentos, freios
Z	Filtros	Conjuntos de supressão de interferência

Símbolos usados em engenharia elétrica

(Extraído da DIN 40900)

Conexões elétricas



3282071

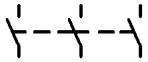
Interruptores, contatos



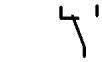
Fecha contato



Abre contato



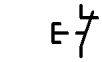
Contato principal, 3 pólos, fecha contato



Contato alternante



Botão, fecha pressionando



Botão, abre pressionando



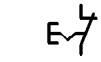
Interruptor, fecha/trava girando



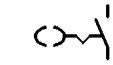
Interruptor, abre/trava girando



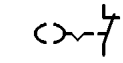
Interruptor, fecha/trava pressionando



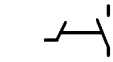
Interruptor, abre/trava pressionando



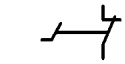
Interruptor com chave, fecha contato



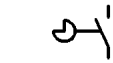
Interruptor com chave, abre contato



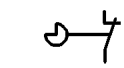
Interruptor de pé, fecha contato



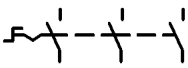
Interruptor de pé, abre contato



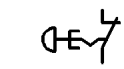
Interruptor de came, fecha contato



Interruptor de came, abre contato



Interruptor principal, 3 pólos



Interruptor de impacto, Emergência DESLIGA

3282081

Interruptores, contatos


Interruptor, geral, abre contato com ressalto


Interruptor, geral, fecha contato com ressalto


Botão, geral, fecha contato


Botão, geral, abre contato


Botão de impacto, fecha contato


Botão de impacto, abre contato


Fecha contato, com retardo fechando


Abre contato, com retardo abrindo


Fecha contato, com retardo abrindo


Abre contato, com retardo fechando


Fecha contato, fechando adiantado


Abre contato, atrasado


Fecha contato, liberação térmica

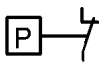

Abre contato, liberação térmica


Botão, fecha mecanicamente


Botão, abre mecanicamente



Monitoração por pressão, fecha contato



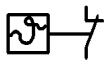
Monitoração por pressão, abre contato

3282101

Interruptores, contatos



Interruptor de temperatura, fecha contato



Interruptor de temperatura, abre contato



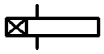
Interruptor de nível (bóia), fecha contato



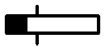
Interruptor de nível (bóia), abre contato



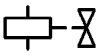
Bobina, geral (relé, solenóide)



Atuação eletromagnética, retardo



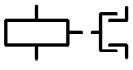
Atuação eletromagnética, retorno com retardo



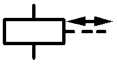
Válvula solenóide



Travamento acionado por solenóide



Acoplamento acionado por solenóide



Solenóide com barra de engate

3282101

Indicadores, dispostivos medidores


Buzina


Sino, alarme com sino


Relógio


Sinal sonoro de advertência


Sinal luminoso intermitente


Sinal luminoso giratório


Botão de pressão iluminado com lâmpada de teste


Contador, medidor



Voltímetro



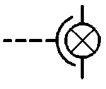
Amperímetro



Horímetro


Instrumento automotivo, geral


Lâmpada, geral

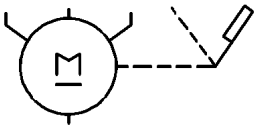

Lâmpada incandescente com protetor mecânico (Ex: interruptor com balancim: o protetor abre quando o balancim é acionado, e a lâmpada fica visível para indicar que o interruptor foi acionado)

3282111

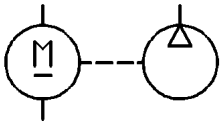
Motores, alternadores



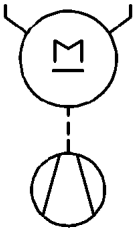
Motor de corrente contínua, geral
(ex: motor de partida)



Motor de limpador de pára-brisa



Motor de corrente contínua com bomba



Motor de ventilador



Alternador trifásico com retificador

3282121

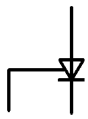
Semicondutores



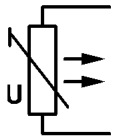
Diodo emissor de luz - LED



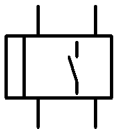
Diodo



Tiristor



Resistor dependente da tensão (semi-condutor) (a resistência aumenta com tensão mais alta)



Gerador eletrônico de pulso

3283291

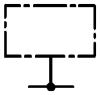
Diversos



Terminal automotivo de 1 pólo



Conjunto, módulo



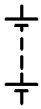
Conjunto blindado com conexão ao aterramento



Acendedor de cigarro



Fusível



Bateria



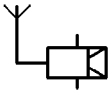
Termopar (sensor de temperatura)



Facho de luz



Elemento de aquecimento (ex: vela de preaquecimento)



Rádio, receptor



Alto-falante



Capacitor



Capacitor, polarizado



Trasndutor de rotação do motor com sinal de saída digital (pick-up)

3283301

Símbolos para direção dos movimentos



Movimento linear, ex: para a direita



Movimento linear, ex: ambas direções



Movimento rotativo, ex: para a esquerda

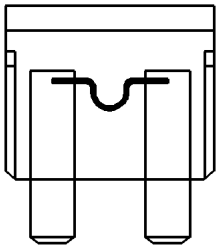
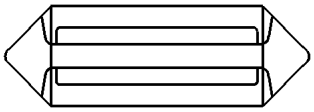
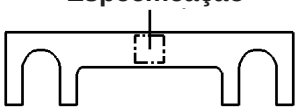


Movimento rotativo, ex: ambas direções

3280891

Fusíveis

(DIN 72581)

Tipo	Corrente nominal (A)	Cor do isolador
 Fusível plano	3 4 5 7,5 10 15 20 25 30	violeta rosa marrom claro marrom vermelho azul claro amarelo branco (transparente) verde claro
 Fusível redondo	5 8 16 25	amarelo branco vermelho azul
 Fusível em barra	30 50 80 100	

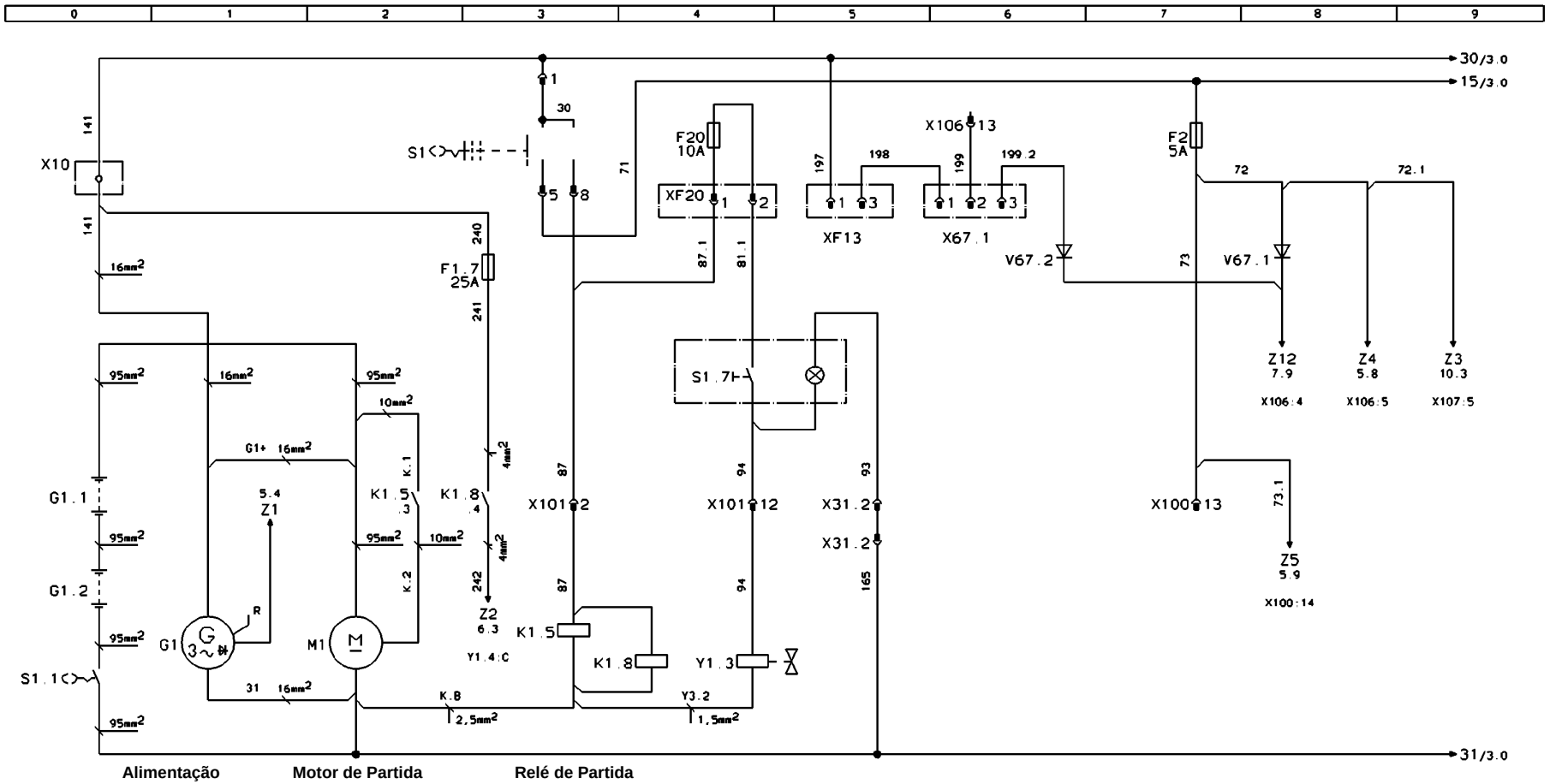
Esta página foi deixada em branco intencionalmente

Índice

WUP12050 - 28/05/1993

Folha	Descrição	Observações	Data	Responsável	X
1	Conteúdo		12/08/1999	Semlin	
2	Motor		12/08/1999	Semlin	
3	Interruptor (Desl.) do Servo Controle		12/08/1999	Semlin	
4	Sistema de Potência		12/08/1999	Semlin	
5	Interruptor / Iniciador		12/08/1999	Semlin	
6	Atuador de Ajuste da Velocidade		12/08/1999	Semlin	
7	Cabine do Operador		12/08/1999	Semlin	
8	Cabine do Operador (X12)		12/08/1999	Semlin	
9	Válvulas / Bomba de Engraxamento		12/08/1999	Semlin	
10	Válvula 2ª velocidade / Alarme de Translação		12/08/1999	Semlin	
11	Alavanca de Controle Esquerda / Direita		12/08/1999	Semlin	
12	Equipamento Especial (Opcional)		12/08/1999	Semlin	
13	Martelo / Tesoura / Freqüência (Opcional)		12/08/1999	Semlin	
14	Ar Condicionado (Opcional)		12/08/1999	Semlin	
15	A100X1 - A100X2		12/08/1999	Semlin	
16	A100X3 - A10X1		12/08/1999	Semlin	
17	X100 - X101		12/08/1999	Semlin	
18	X102 - X104		12/08/1999	Semlin	
19	X106 - X107		12/08/1999	Semlin	
20	X108 - X115		12/08/1999	Semlin	
21	X116 - X117		12/08/1999	Semlin	
22	X118 - X119		12/08/1999	Semlin	
23	X99 - X12		12/08/1999	Semlin	
24	X17.1 - X17		12/08/1999	Semlin	
25	X18		12/08/1999	Semlin	
26	XF13 - XF20 - XF - X67.1 - X72		12/08/1999	Semlin	
27	Fusíveis: Esquema da Disposição		12/08/1999	Semlin	
28	Chicotes e Conectores		12/08/1999	Semlin	

31.050
3 005 143.000
Sheet 2 - 28



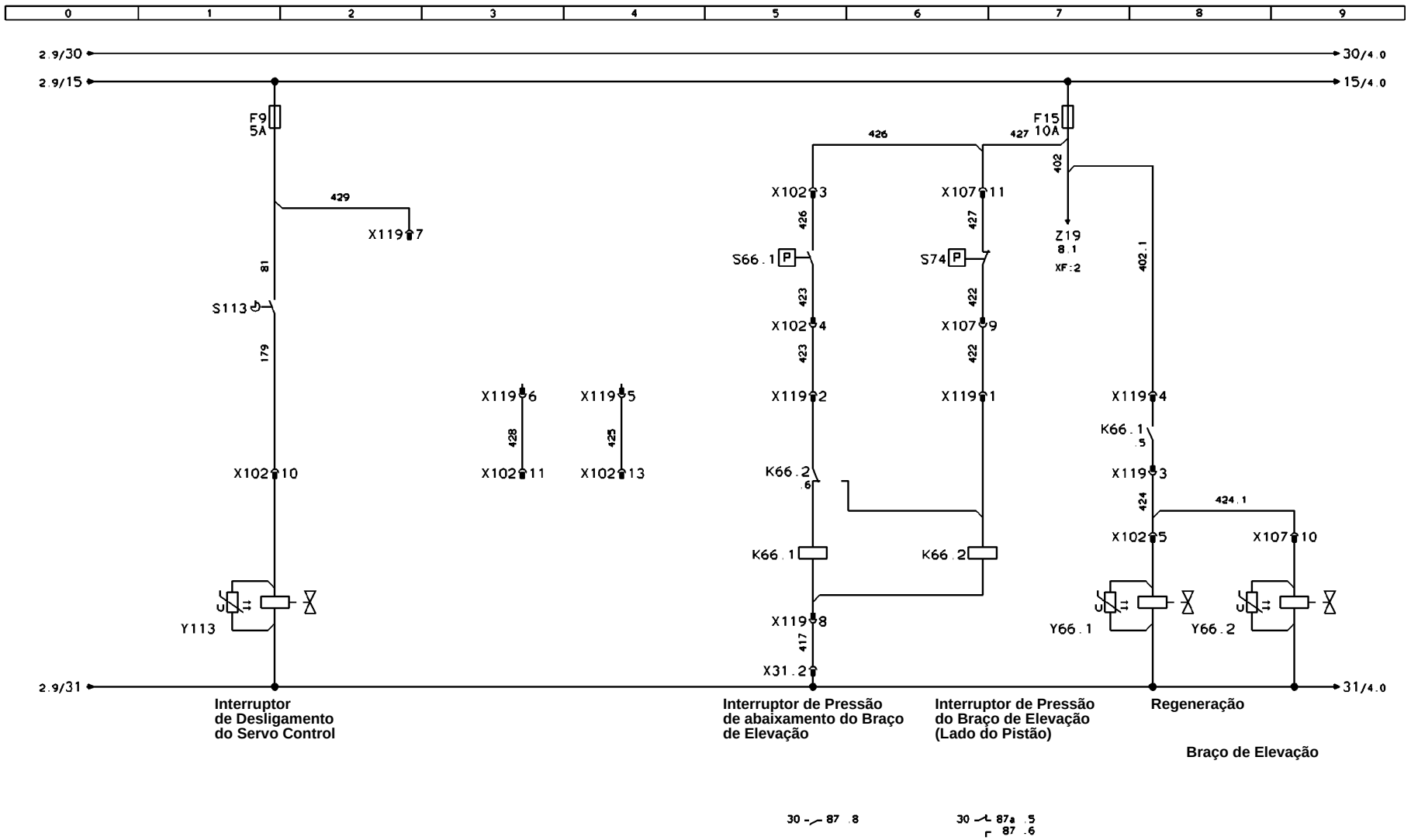
S1.1 - **Interruptor Principal da Bateria**

Sistema de Partida a Frio

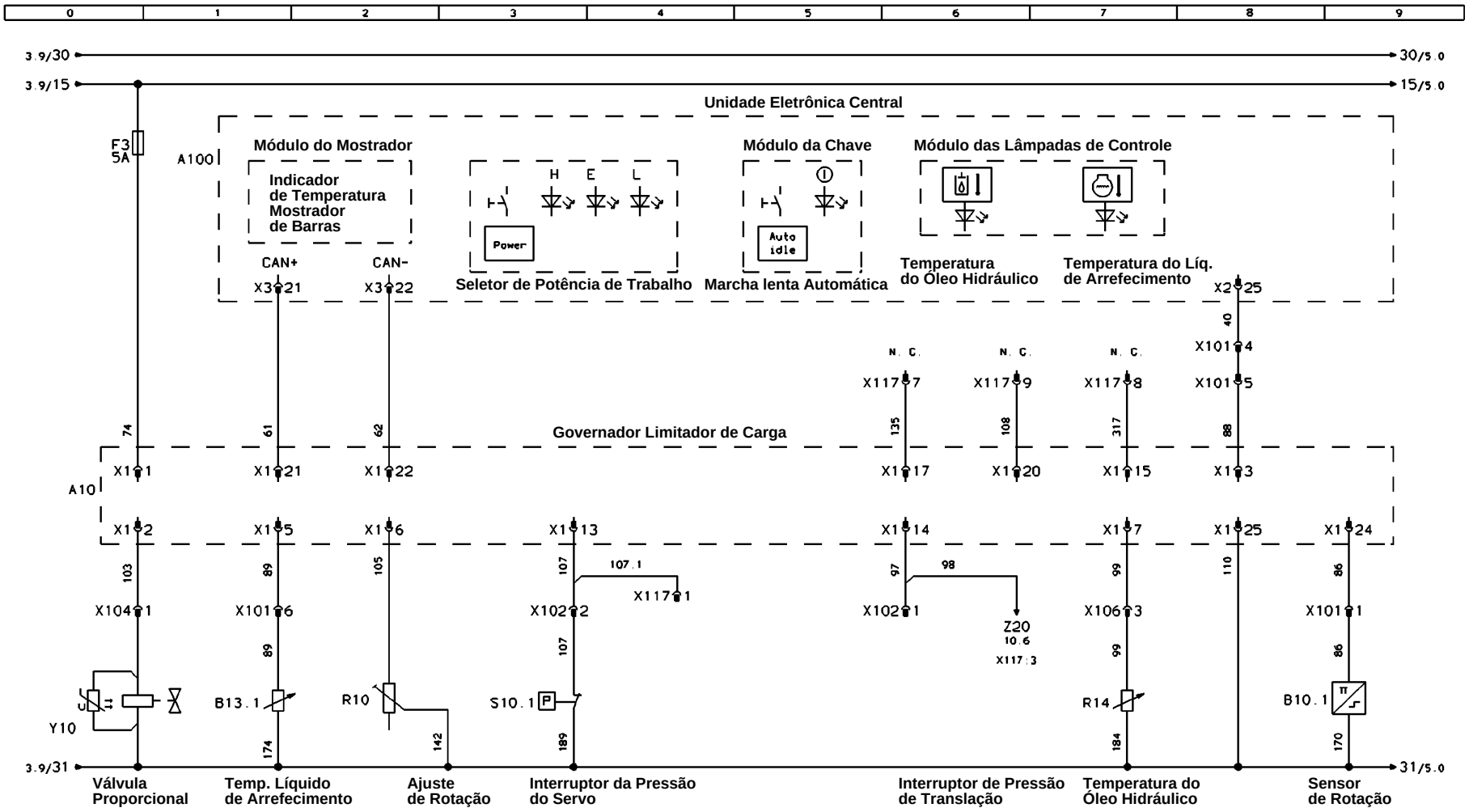
(Opcional)

(Opcional)

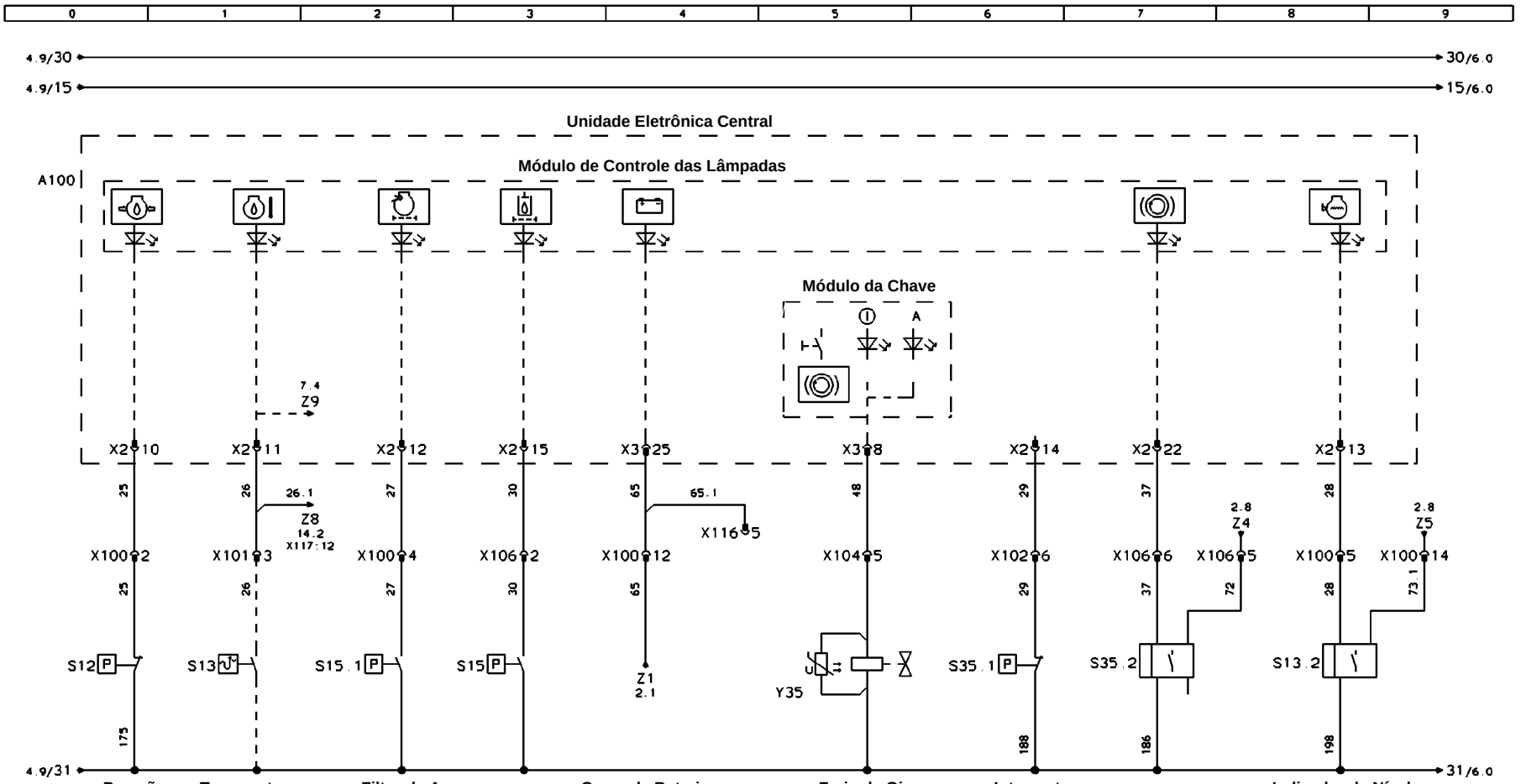
31.050
3 005 143.000
Sheet 3 - 28



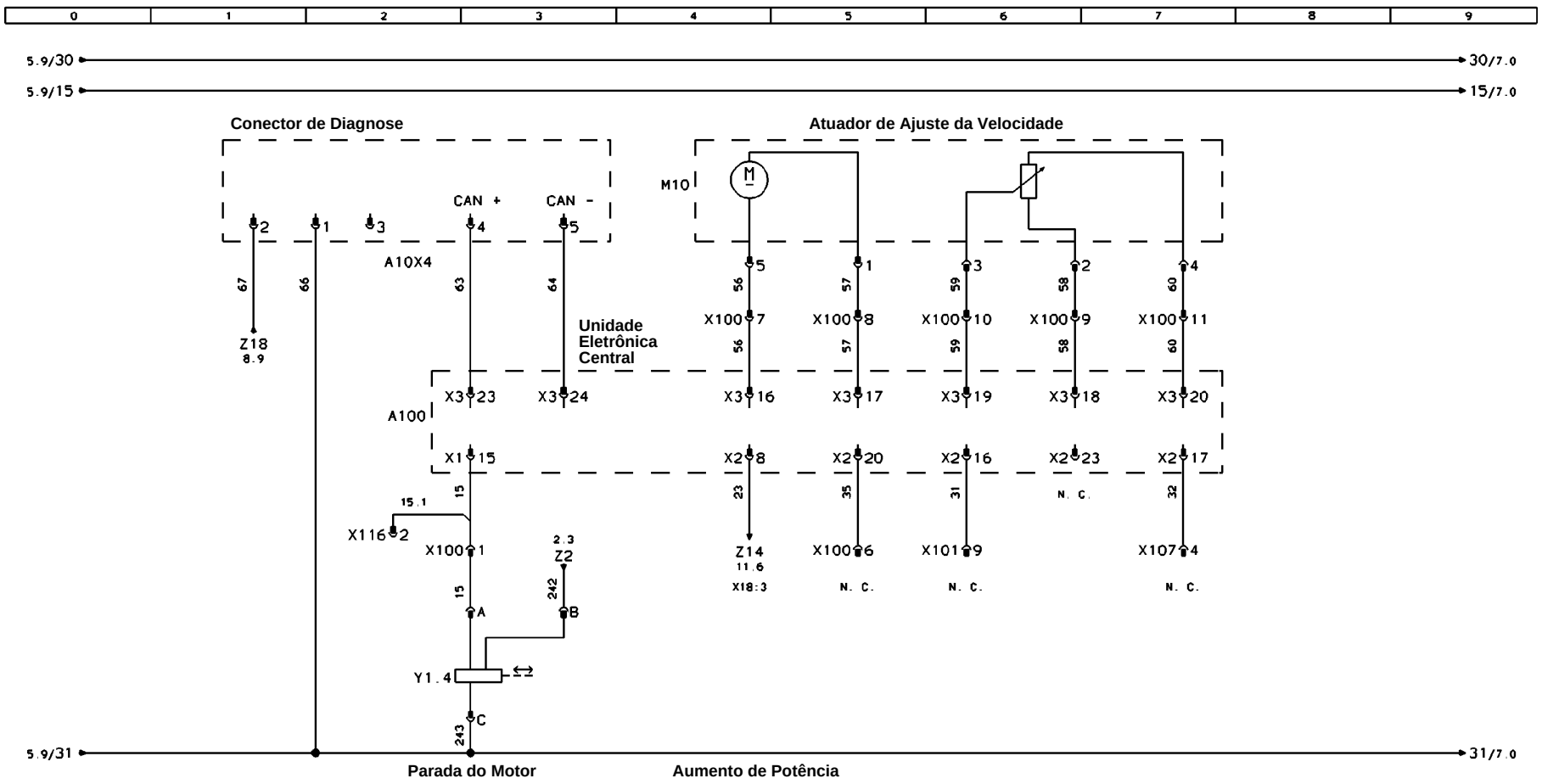
31.050
3 005 143.000
Sheet 4 - 28



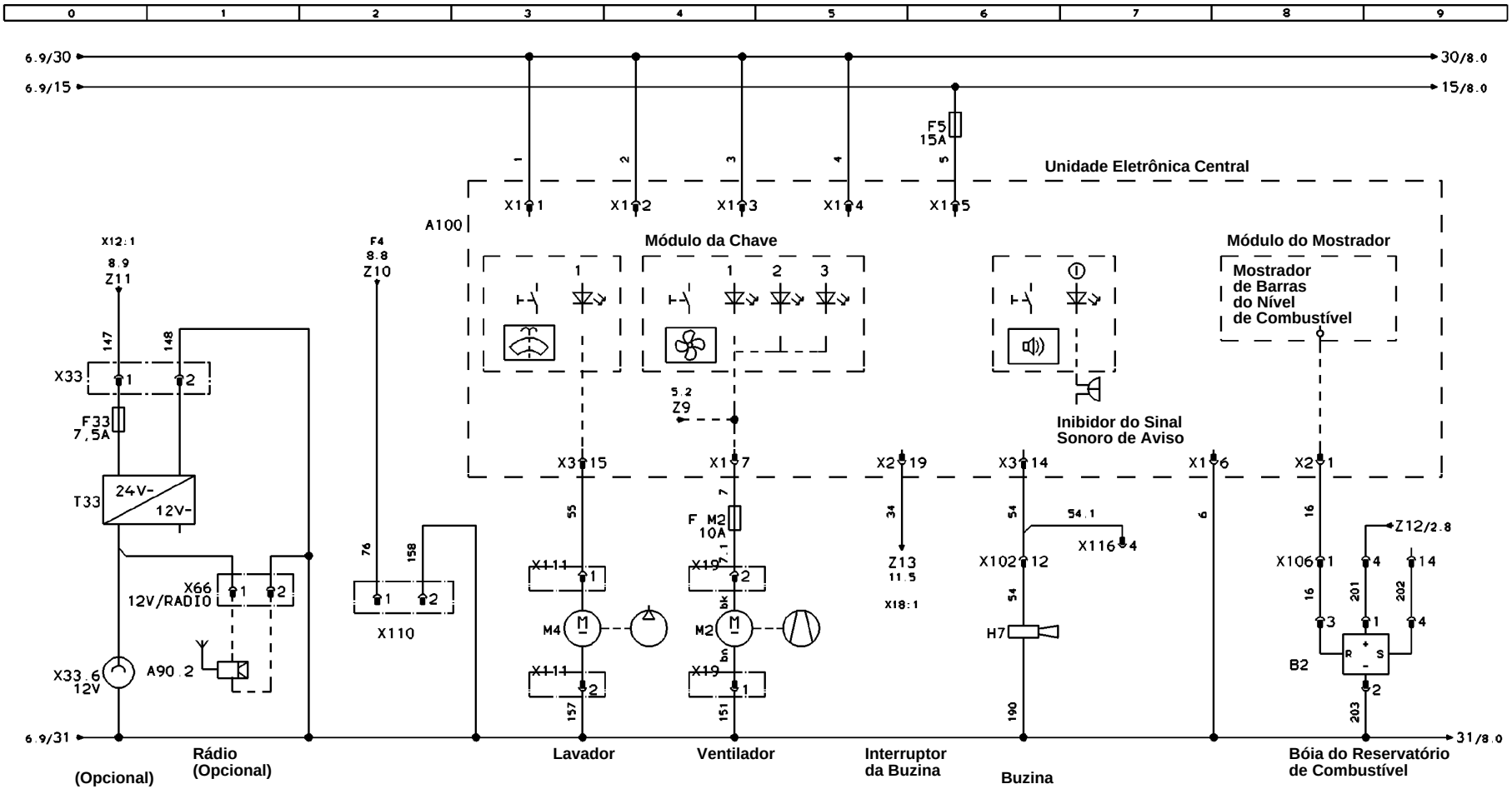
31.050
3 005 143.000
Sheet 5 - 28



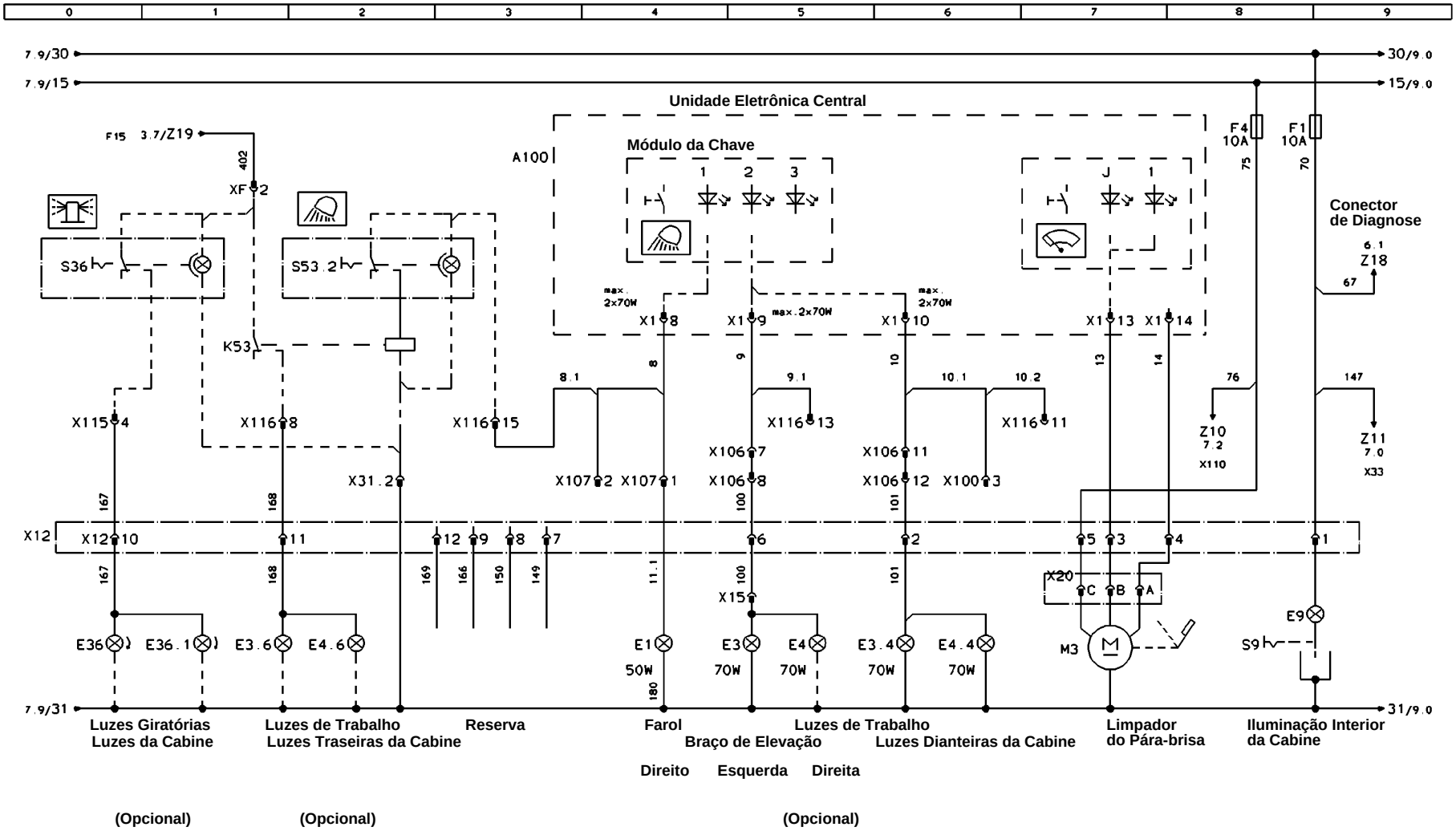
31.050
3 005 143.000
Sheet 6 - 28



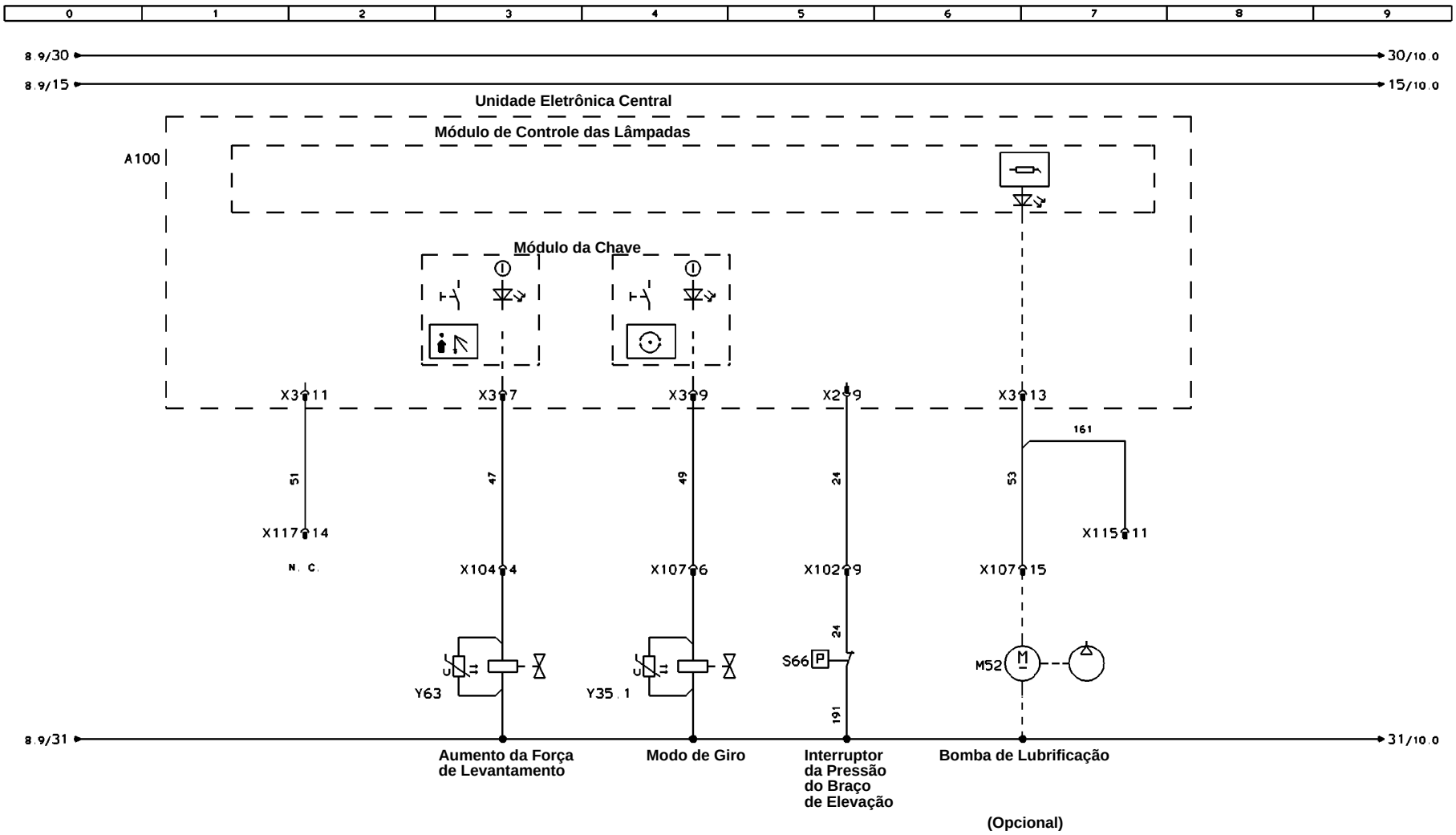
31.050
3 005 143.000
Sheet 7 - 28



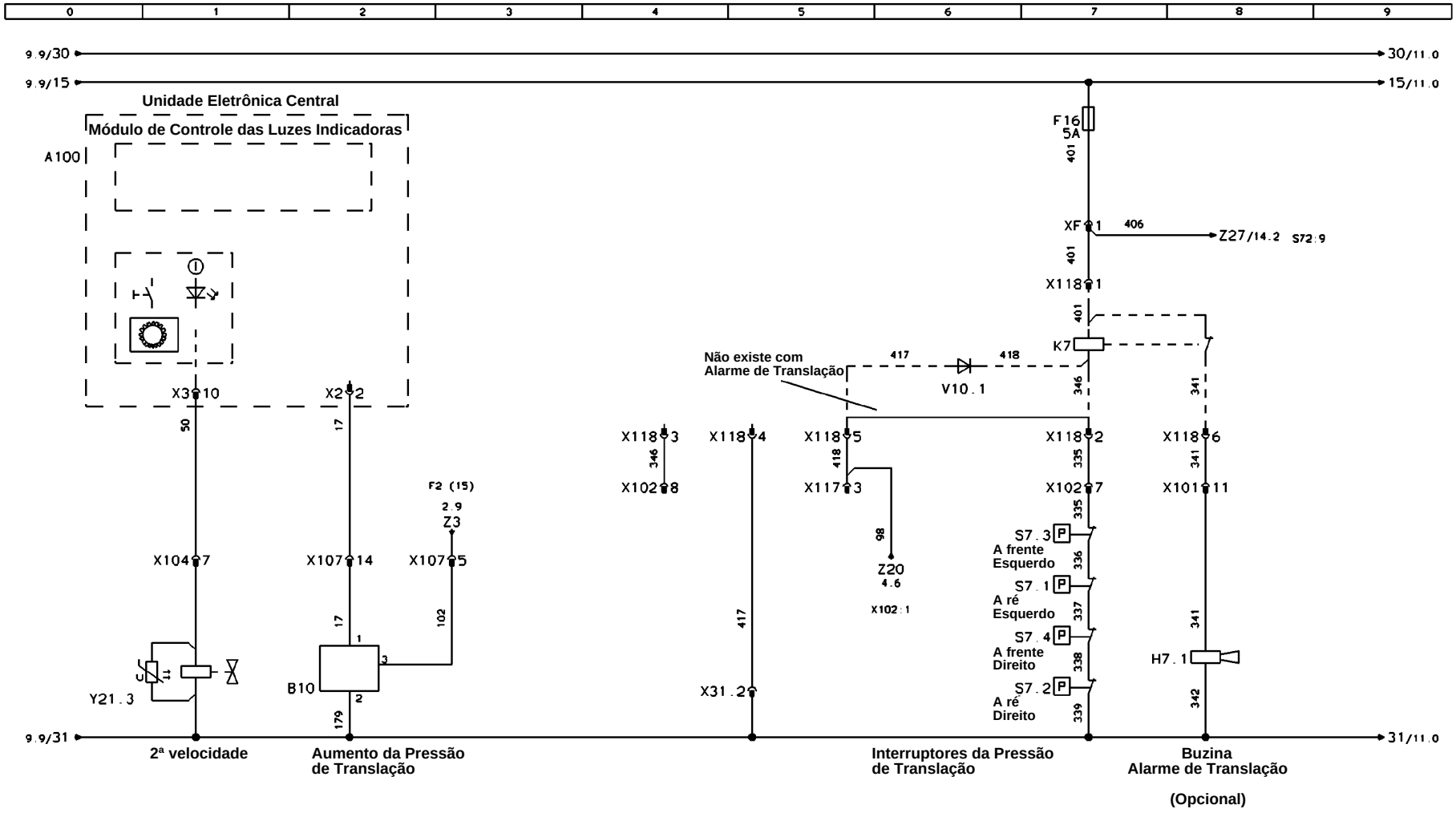
31.050
3 005 143.000
Sheet 8 - 28



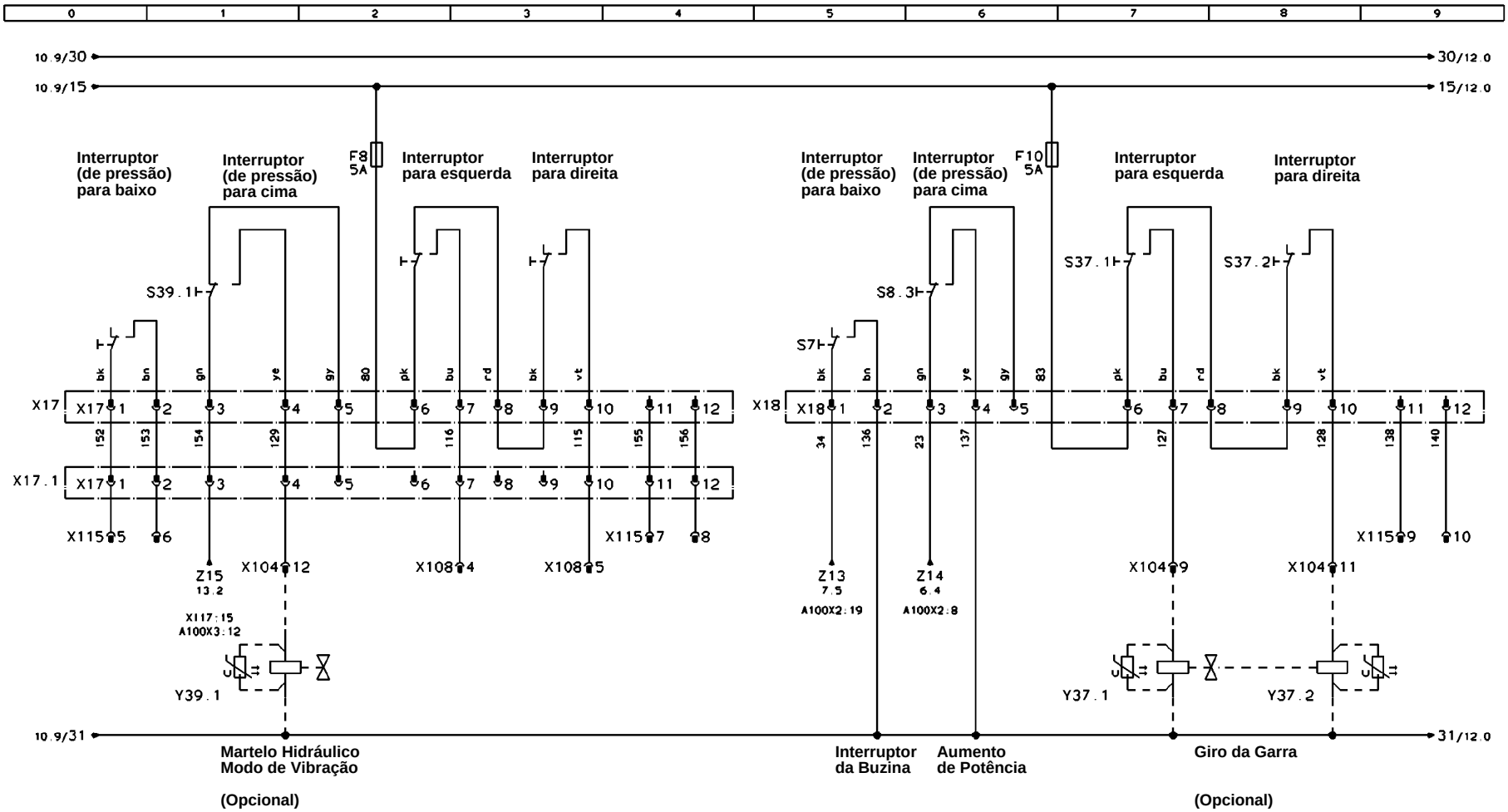
31.050
3 005 143.000
Sheet 9 - 28



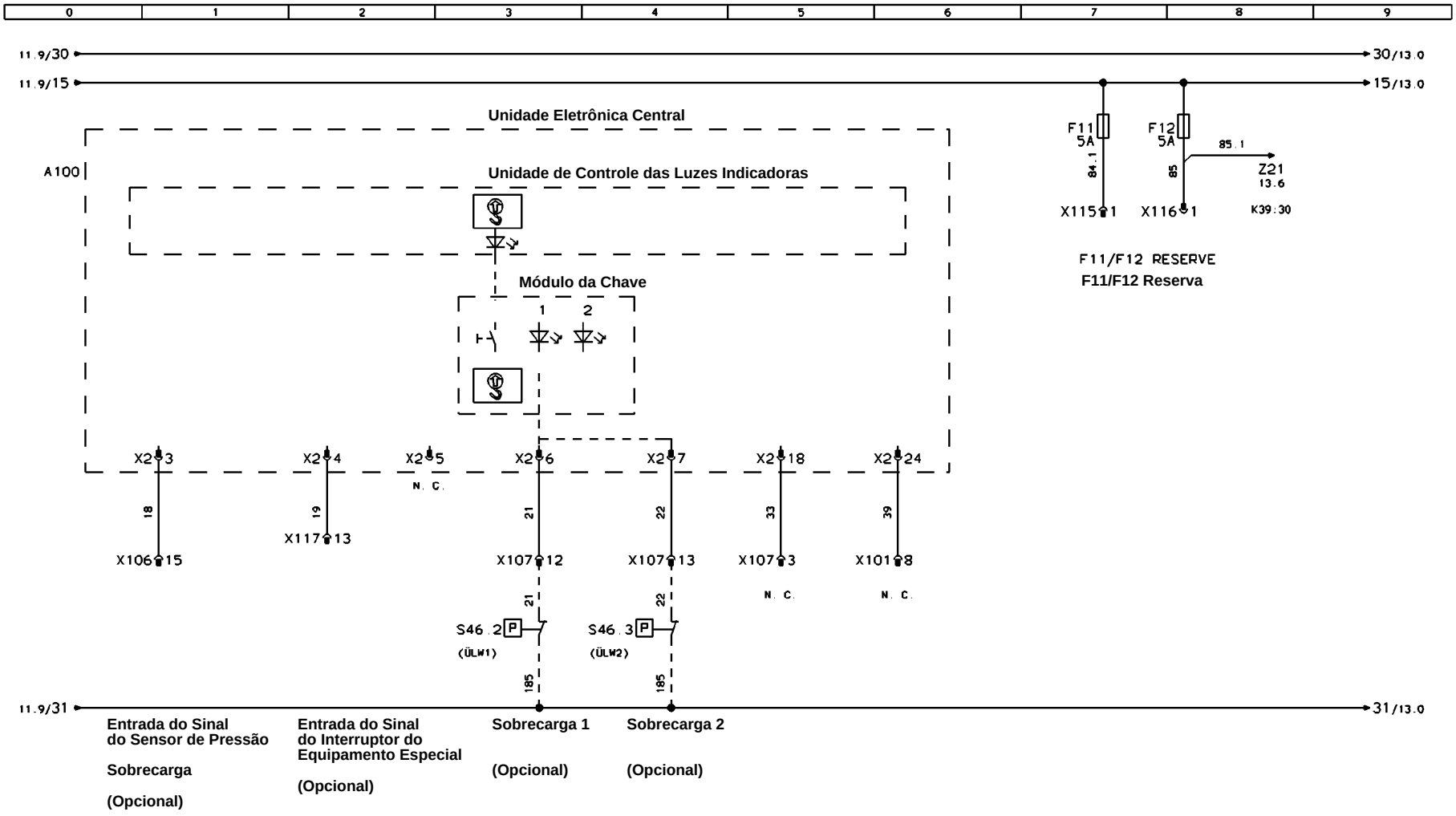
31.050
3 005 143.000
Sheet 10 - 28



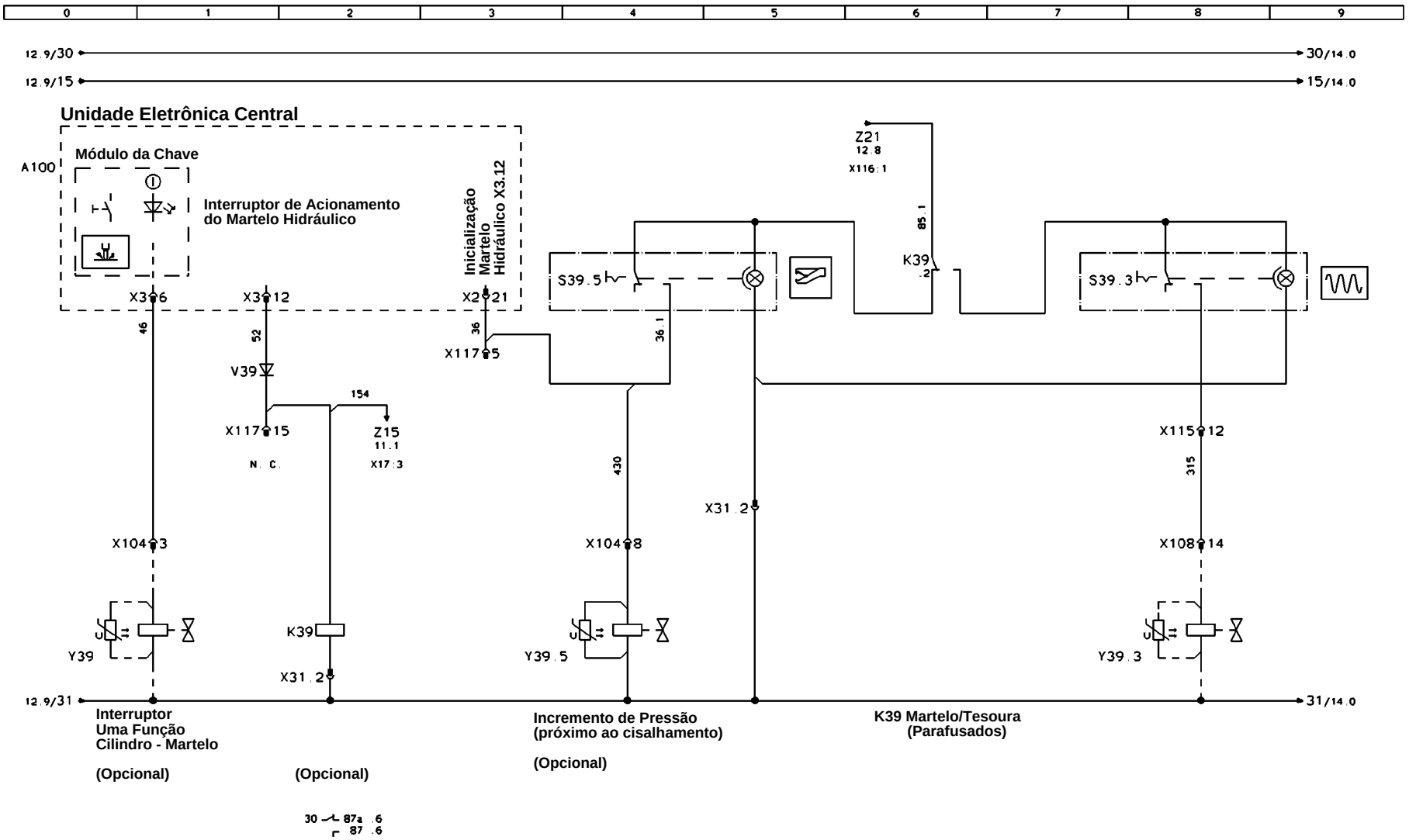
31.050
3 005 143.000
Sheet 11 - 28

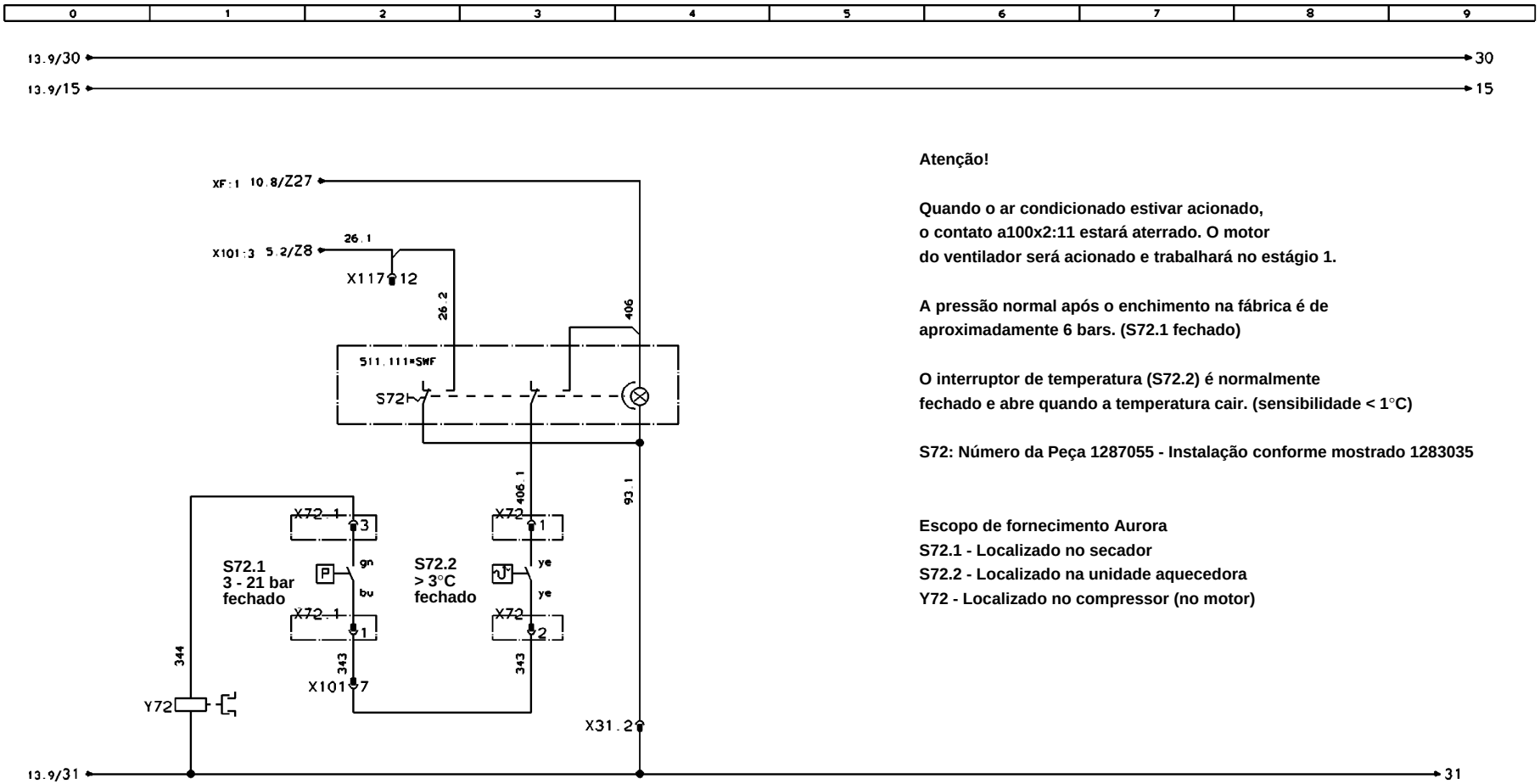


31.050
3 005 143.000
Sheet 12 - 28



31.050
3 005 143.000
Sheet 13 - 28





Embreagem Eletromagnética do Compressor do Ar Condicionado

Ar Condicionado - Opcional

Atenção!

Quando o ar condicionado estivar acionado, o contato a100x2:11 estará aterrado. O motor do ventilador será acionado e trabalhará no estágio 1.

A pressão normal após o enchimento na fábrica é de aproximadamente 6 bars. (S72.1 fechado)

O interruptor de temperatura (S72.2) é normalmente fechado e abre quando a temperatura cair. (sensibilidade < 1°C)

S72: Número da Peça 1287055 - Instalação conforme mostrado 1283035

Escopo de fornecimento Aurora
S72.1 - Localizado no secador
S72.2 - Localizado na unidade aquecedora
Y72 - Localizado no compressor (no motor)

Ponto Final	Nº cabo	■ mm²	Nº	Ↄ mm²	Nº cabo	Ponto Final
Unidade Eletrônica Central			1	2,5	1	X10 (B+ DISTRIBUTE)
Unidade Eletrônica Central			2	2,5	2	X10 (B+ DISTRIBUTE)
Unidade Eletrônica Central			3	2,5	3	X10 (B+ DISTRIBUTE)
Unidade Eletrônica Central			4	2,5	4	X10 (B+ DISTRIBUTE)
Unidade Eletrônica Central			5	2,5	5	F5 (15)
Unidade Eletrônica Central			6	2,5	6	TERRA (-)
Unidade Eletrônica Central			7	1	7	X19:2
Unidade Eletrônica Central			8	0,75	8	X107:1
Unidade Eletrônica Central			9	0,75	9	X106: 7
Unidade Eletrônica Central			10	0,75	10	X106: 1 1
Unidade Eletrônica Central			11			NC
Unidade Eletrônica Central			12			NC
Unidade Eletrônica Central			13	0,75	13	X12:3
Unidade Eletrônica Central			14	0,75	14	X12: 4
Unidade Eletrônica Central			15	1	15	X100:1
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**A100X1**			**Painel de Controle**

Ponto Final	Nº cabo	■ mm²	Nº	Ↄ mm²	Nº cabo	Ponto Final
Unidade Eletrônica Central			1	0,5	16	X106:1
Unidade Eletrônica Central			2	0,5	17	X107:14
Unidade Eletrônica Central			3	0,5	18	X106:15
Unidade Eletrônica Central			4	0,5	19	X117:13
Unidade Eletrônica Central			5			NC
Unidade Eletrônica Central			6	0,5	21	X107:12
Unidade Eletrônica Central			7	0,5	22	X107:13
Unidade Eletrônica Central			8	0,5	23	X18:3
Unidade Eletrônica Central			9	0,5	24	X102:9
Unidade Eletrônica Central			10	0,5	25	X100:2
Unidade Eletrônica Central			11	0,5	26	X101:3
Unidade Eletrônica Central			12	0,5	27	X100:4
Unidade Eletrônica Central			13	0,5	28	X100:5
Unidade Eletrônica Central			14	0,5	29	X102:6
Unidade Eletrônica Central			15	0,5	30	X106:2
Unidade Eletrônica Central			16	0,5	31	X101:9
Unidade Eletrônica Central			17	0,5	32	X107:4
Unidade Eletrônica Central			18	0,5	33	X107:3
Unidade Eletrônica Central			19	0,5	34	X18:1
Unidade Eletrônica Central			20	0,5	35	X100:6
Unidade Eletrônica Central			21	0,5	36	X117:5
Unidade Eletrônica Central			22	0,5	37	X106:6
Unidade Eletrônica Central			23			NC
Unidade Eletrônica Central			24	0,5	39	X101:8
Unidade Eletrônica Central			25	0,5	40	X101:4
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**A100X2**			**Painel de Controle**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
Unidade Eletrônica Central			1			NC
Unidade Eletrônica Central			2			NC
Unidade Eletrônica Central			3		43	X107:8
Unidade Eletrônica Central			4	0,5	44	X117:11
Unidade Eletrônica Central			5	0,5		NC
Unidade Eletrônica Central			6	0,5	46	X104:3
Unidade Eletrônica Central			7	0,5	47	X104:4
Unidade Eletrônica Central			8	0,5	48	X104:5
Unidade Eletrônica Central			9	0,5	49	X107:6
Unidade Eletrônica Central			10	0,5	50	X104:7
Unidade Eletrônica Central			11	0,5	51	X117:14
Unidade Eletrônica Central			12	0,5	52	X117:15
Unidade Eletrônica Central			13	0,5	53	X107:15
Unidade Eletrônica Central			14	0,5	54	X102:12
Unidade Eletrônica Central			15	0,5	55	X111:1
Unidade Eletrônica Central			16	0,5	56	X100:7
Unidade Eletrônica Central			17	0,5	57	X100:8
Unidade Eletrônica Central			18	0,5	58	X100:9
Unidade Eletrônica Central			19	0,5	59	X10010
Unidade Eletrônica Central			20	0,5	60	X100:11
Unidade Eletrônica Central			21	0,5	61	A10X1:21
Unidade Eletrônica Central			22	0,5	62	A10X1:22
Unidade Eletrônica Central			23	0,5	63	A10X4:4
Unidade Eletrônica Central			24	0,5	64	A10X4:5
Unidade Eletrônica Central			25	0,5	65	X100:12
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**A100X3**			**Painel de Controle**

Ponto Final	Nº cabo	■ mm²	Nº	Ↄ mm²	Nº cabo	Ponto Final
Governador Limitador de Carga			1	0,5	74	F3 (15)
Governador Limitador de Carga			2	0,5	103	X104:1
Governador Limitador de Carga			3	0,5	88	X101:5
Governador Limitador de Carga			4	0,5	104	X104:13
Governador Limitador de Carga			5	0,5	89	X101:6
Governador Limitador de Carga			6	0,5	105	R10
Governador Limitador de Carga			7	0,5	99	X106:3
Governador Limitador de Carga			8			NC
Governador Limitador de Carga			9			NC
Governador Limitador de Carga			10			NC
Governador Limitador de Carga			11			NC
Governador Limitador de Carga			12			NC
Governador Limitador de Carga			13	0,5	107	X102:2
Governador Limitador de Carga			14	0,75	97	X102:1
Governador Limitador de Carga			15	0,5	317	X117:8
Governador Limitador de Carga			16			NC
Governador Limitador de Carga			17	0,5	135	X117:7
Governador Limitador de Carga			18			NC
Governador Limitador de Carga			19			NC
Governador Limitador de Carga			20	0,5	108	X117:9
Governador Limitador de Carga			21	0,5	61	A100X3:21
Governador Limitador de Carga			22	0,5	62	A100X3:22
Governador Limitador de Carga			23			NC
Governador Limitador de Carga			24	0,5	86	X101:1
Governador Limitador de Carga			25	0,5	110	TERRA (-)
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete		**A10X1**				**Governador Limitador de Carga**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
A100X1:15	15	1,0	1	1	15	Y1.4:A
X116:2	15,1	1,0				
A100X2:10	25	0,5	2	1	25	S12:WK
X106:11	10,1	0,75	3			NC
X116:11	10,2					
A100X2:12	27	0,5	4	1	27	S15:1 (OPTIONAL)
A100X2:13	28	0,5	5	1	28	S13.2:3
A 100X2: 20	35	0,5	6			NC
A100X3:16	56	0,5	7	1	56	M10:5
A100X3:17	57	0,5	8	1	57	M10:1
A100X3:18	58	0,5	9	1	58	M10:2
A100X3:19	59	0,5	10	1	59	M10:3
A100X3:20	60	0,5	11	1	60	M10:4
A100X3:25	65	0,5	12	1	65	G1:1
X116:5	65,1					
F2 (15)/X100:14	73	0,75	13			NC
X100:13		0,75	14	1	73,1	S13.2:1
			15			Pino do encoder
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X100**			**Chicotes do Motor**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
A10X1:24	86	0,5	1	1	86	B10.1:A
S1:8(50a)/XF20:1	87	2,5	2	2,5	87	K1:5
S1:8(50a)/XF20:1	87,1	1,5				
A100X2:11	26	0,5	3			S13 (OPTIONAL)
X117:12	26,1	0,5				
A100X2:25	40	0,5	4	1		X101:5
A10X1:3	88	0,5	5	1		X101:4
A10X1:5	89	0,5	6	1	89	B13 .1
X72:1	343	0,5	7	1	343	X72.1 / S72.1
A100X2:24	39	0,5	8			NC
A100X2:16	31	0,5	9			NC
X116:3	92	0,5	10			NC
X118:6	341	0,5	11	1	341	H7.1
S1 7:5	94	1,5	12	1,5	94	Y1.3
X115:2	95	0,5	13			NC
			14			Pino do encoder
X13:1	96	0,5	15			NC
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X101**			**Chicotes do Motor**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
A100X2:1	16	0,5	1	1	16	B2:3
A100X2:15	30	0,5	2	1	30	S15
A10X1:7	99	0,5	3	1	99	R14:1
X67 1:3	199,2	0,75	4	1	201	B2:1
F2 (15)	72	0,75				
X107:5	72,1	0,75	5	1	72	S35 2:1
A100X2:22	37	0,5	6	1	37	S35 2:2
A100X1:9	9	0,75	7	1		X106:8
X116:13	9,1	0,75				
X12:6	100	0,75	8	1		X106:7
			9			Pino do encoder
X12:7	149	0,75	10			NC
A100X1:10	10	0,75	11	1		X106:12
X100:3	10,1	0,75				
X12:2	101	0,75	12	1		X106:11
X67 1:1	199	2,5	13	2,5	194	M67 (OPTIONAL)
X116:10	309	0,5	14		202	B2:4
A100X2:3	18	0,5	15			NC
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X106**			**Chicotes das Estrutura Superior**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
A100X1:8	8	0,75	1	1	11,1	E1
X116:15	8,1	0,75	2			NC
A100X2:18	33	0,75	3			NC
A100X2:17	32	0,5	4			NC
X106:5	72,1	0,75	5	1	102	B10.3
A100X3:9	49	0,5	6	0,75		Y35.1
X116:14	313	0,75	7			NC
A100X3:3	43	0,5	8			NC
X117:10	43,1	0,5				
X119:1	422	0,5	9	1	422	S74
X119:3	424		10	0,75		Y66.2
X102:5	424,1					
F15 (15)	427	0,5	11	1	427	S74
X102:3	426	0,5				
A100X2:6	21	0,5	12	1	21	S46.2 (OPTIONAL)
A100X2:7	22	0,5	13	1	22	S46.3 (OPTIONAL)
A100X2:2	17	0,5	14	1	17	B10:1
A100X3:13	53	0,5	15			M52 (OPTIONAL)
X115:11	161	0,5				
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X107**			**Chicotes das Estrutura Superior**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
A100X1:14	97	0,75	1	1	98	S10.2
X117:3	98	0,75				
A10X1:13	107	0,5	2	1	107	S10.1
X117:1	107,1	0,5				
X107:14	426	0,5	3	1	426	S66.1
X119:2	423	0,5	4	1	423	S66.1
X107:10	424,1	0,5	5	0,75		Y66.2
A100X2:14	29	0,5	6	1	29	S35.1
X118:2	335	0,5	7	1	335	S7.3
X118:3	346	0,5	8			
A100X2:9	24	0,5	9	1	24	S66
S113:4	179	0,5	10	0,75		Y113
X119:6	428	0,5	11	1	428	S99.1/S99.2/S99.3
A100X3:14	54	0,5	12	1	54	H7
X116:4	54,1					
X119:5	425	0,5	13	0,75	425	Y99
X117:2	306	0,75	14			NC
X117:4	307	0,75	15			NC
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X102**			**Chicotes da Plataforma**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
A10X1:2	103	0,5	1	1		Y10
K39:87	431	0,5	2			NC
A100X3:6	46	0,5	3	0,75		[Y39]
A100X3:7	47	0,5	4	0,75		Y63
A100X3:8	48	0,5	5	0,75		Y35
			6			
A100X3:10	50	0,5	7	0,75		Y21.3
X17:5/S39.5:1	430	0,5	8	0,75		[Y39.5]
X18:7	127	0,5	9	0,75		Y37.1
			10			Pino do encoder
X18:10	128	0,5	11	0,75		[Y37.2]
X17:4	129	0,5	12	0,75		[Y39.1]
A10X1:4	104	0,5	13			NC
X117:06	104,1	0,5				
			14			
			15			
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X104**			**Chicotes das Válvulas**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
			1			
			2			
			3			
X17:7	116	0,75	4	0,5		NC
X17:10	115	0,75	5	0,5		NC
			6			
X116:12	311	0,75	7			NC
			8			
			9			
			10			
X116:9	323	0,5	11			NC
X115:13	321	0,5	12			NC
X115:15	322	0,5	13			NC
X115:12	315	0,5	14			NC
X115:14	316	0,5	15			NC
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X108**			**Equipamentos Especiais**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
F11 (15)	84,1	1,5	1			NC
X101:13	95	0,5	2			NC
X12:9	166	0,75	3			NC
X12:10	167	0,75	4			NC
X17:1	152	0,5	5			NC
X17:2	153	0,5	6			NC
X17:11	155	0,5	7			NC
X17:12	156	0,5	8			NC
X18:11	138	0,5	9			NC
X18:12	140	0,5	10			NC
X107:15	161	0,5	11			NC
X108:14	315	0,5	12			NC
X108:12	321	0,5	13			NC
X108:15	316	0,5	14			NC
X108:13	322	0,5	15			NC
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X115**			**Reserva / Console Lateral Direito**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
F12 (15)	85	1,5	1			NC
K39:30	85,1	0,5				
X100:1	15,1	1,0	2			NC
X101:10	92	0,5	3			NC
X102:12	54,1	0,5	4			NC
X100:12	65,1	0,5	5			NC
X12:8	150	0,5	6			NC
			7			
X12:11	168	0,75	8			NC
X108:11	323	0,5	9			NC
X106:14	309	0,5	10			NC
RESERVE (K67:85)	309,1					
X100:3	10,2	0,75	11			NC
X108:7	311	0,75	12			NC
X106:7	9,1	0,75	13			NC
X107:7	313	0,75	14			NC
X107:2	8,1	0,75	15			NC
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X116**			**Reserva**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
X102:2	107,1	0,75	1			NC
X102:14	306	0,75	2			NC
X102:1	98	0,75	3			NC
X118:5	418	0,5				
X102:15	307	0,75	4			NC
A100X2:21	36	0,5	5			NC
X104:8 / S39 5:1	430	0,5				
X104:13	104,1	0,5	6			NC
A10X1:17	135	0,5	7			NC
A10X1:15	317	0,5	8			NC
A10X1:20	108	0,5	9			NC
X107:8	43,1	0,5	10			NC
A100X3:4	44	0,5	11			NC
X100:13	26,1	0,5	12			NC
S72:1	26,2	0,5				
A100X2:4	19	0,5	13			NC
A100X3:11	51	0,5	14			NC
A100X3:12 	52	0,5	15			NC
X17:3 / K39:86	154					
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X117**			**Reserva**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
XF:1	401	0,5	1	0,5	401	(K7:86)
X102:7	355	0,5	2	0,5	355	(K7:85)
X102:8	346	0,5	3			
X31 2	417	0,5	4			
X119:8	417,1	0,5				
X117:3	418	0,5	5	0,5	418	(V10 1:A - K7:85)
X101:11	341	0,5	6	0,5	341	(K7:30)
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X118**			**Console Lateral Esquerdo**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
X107:9	422	0,5	1	0,5	422	K66.2:86
X102:4	423	0,5	2	0,5	423	K66.2:30
X107:10	424	0,5	3	0,5	424	K66:1:30
XF:2	402,1	0,5	4	0,5	402	K66.1:87
X102:13	425	0,5	5			NC
X102:11	428	0,5	6			NC
F9 (15)	429	0,5	7			NC
X118:4	417,1	0,5	8	0,5	417	K66.1:85
X99:1	445	0,5	9			NC
X99:2	446	0,5	10			NC
X99:3	447	0,5	11			NC
X99:4	448	0,5	12			NC
X99:5	449	0,5	13			NC
X99:6	450	0,5	14			NC
X99:7	451	0,5	15			NC
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X119**			**Console Lateral Esquerdo**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
X119:9	445	0,5	1	0,5		NC
X119:10	446	0,5	2	0,5		NC
X119:11	447	0,5	3	0,5		NC
X119:12	448	0,5	4	0,5		NC
X119:13	449	0,5	5	0,5		NC
X119:14	450	0,5	6	0,5		NC
X119:15	451	0,5	7	0,5		NC
			8			
			9			
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X99**			**Reserva**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
F1 (30) X33:1	70 147	1,5	1	1	70	E9
X106:12	101	0,75	2	1	101	E3.4/E4.4
A100X1:13	13	0,75	3	1	13	M3 (53)
A100X1:14	14	0,75	4	1	14	M3 (31b)
F4 (15)	75	0,75	5	1	75	M3 (53a)
X106:8	100	0,75	6	1	100	X15 (E3/E4)
X106:10	149	0,75	7	1	149	RESERVA
X116:6	150	0,75	8	1	150	RESERVA/ DIANTEIRO
X115:3	166	0,75	9	1	166	RESERVA/ DIANTEIRO
X115:4	167	0,75	10	1	167	RESERVA/ E36
X116:8	168	0,75	11	1	168	RESERVA/ E3.6/E4.6
			12	1	169	RESERVA/ TRASEIRO
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X12**			**Cabine do Operador**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
X115:5	152,1	0,5	1	0,5	152,2	X17:1
X115:6	153,1	0,5	2	0,5	153,2	X17:2
X117:15	154,1	0,5	3	0,5	154,2	X17:3
X104:12	129,1	0,5	4	0,5	129,2	X17:4
			5			
F8 (15)	80,1	0,5	6	0,5	80,2	X17:6
X108:4	116,1	0,5	7	0,5	116,2	X17:7
			8			
			9			
X108:5	115,1	0,5	10	0,5	115,2	X17:10
X115:7	155,1	0,5	11	0,5	155,2	X17:11
X115:8	156,1	0,5	12	0,5	156,2	X17:12
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X17.1**		**Alavanca de Controle Esquerda**	

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
X17 1:1	152,2	0,5	1	0,38	branco	TECLA “BOTTOM” (1)
X17 1:2	153,2	0,5	2	0,38	marron	TECLA “BOTTOM” (4)
X17 1:3	154,2	0,5	3	0,38	verde	TECLA “TOP” (1)
X17 1:4	129,2	0,5	4	0,38	amarelo	TECLA “TOP” (2)
			5	0,38	cinza	TECLA “TOP” (4)
X17 1:6	80,2	0,5	6	0,38	rosa	TECLA “LEFT” (1)
X17 1:7	116,2	0,5	7	0,38	azul	TECLA “LEFT” (4)
X17:9		0,5	8	0,38	vermelho	TECLA “LEFT” (2)
X17:8		0,5	9	0,38	preto	TECLA “RIGHT” (1)
X17 1:10	115,2	0,5	10	0,38	violeta	TECLA “RIGHT” (4)
X17 1:11	155,2	0,5	11			NC
X17 1:11	156,2	0,5	12			NC
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X17**		**Alavanca de Controle Esquerda**	

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
A100X2:19	34	0,5	1	0,38	branco	TECLA “BOTTOM” (1)
TERRA (-)	136	0,5	2	0,38	marron	TECLA “BOTTOM” (4)
A100X2:8	23	0,5	3	0,38	verde	TECLA “TOP” (1)
TERRA (-)	137	0,5	4	0,38	amarelo	TECLA “TOP” (2)
		0,5	5	0,38	cinza	TECLA “TOP” (4)
F10 (15)	83	0,5	6	0,38	rosa	TECLA “LEFT” (1)
X104:9	127	0,5	7	0,38	azul	TECLA “LEFT” (4)
X18:9		0,5	8	0,38	vermelho	TECLA “LEFT” (2)
X18:8		0,5	9	0,38	preto	TECLA “RIGHT” (1)
X104:11	128	0,5	10	0,38	violeta	TECLA “RIGHT” (4)
X115:9	138	0,5	11			NC
X115:10	140	0,5	12			NC
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X18**			**Reserva**

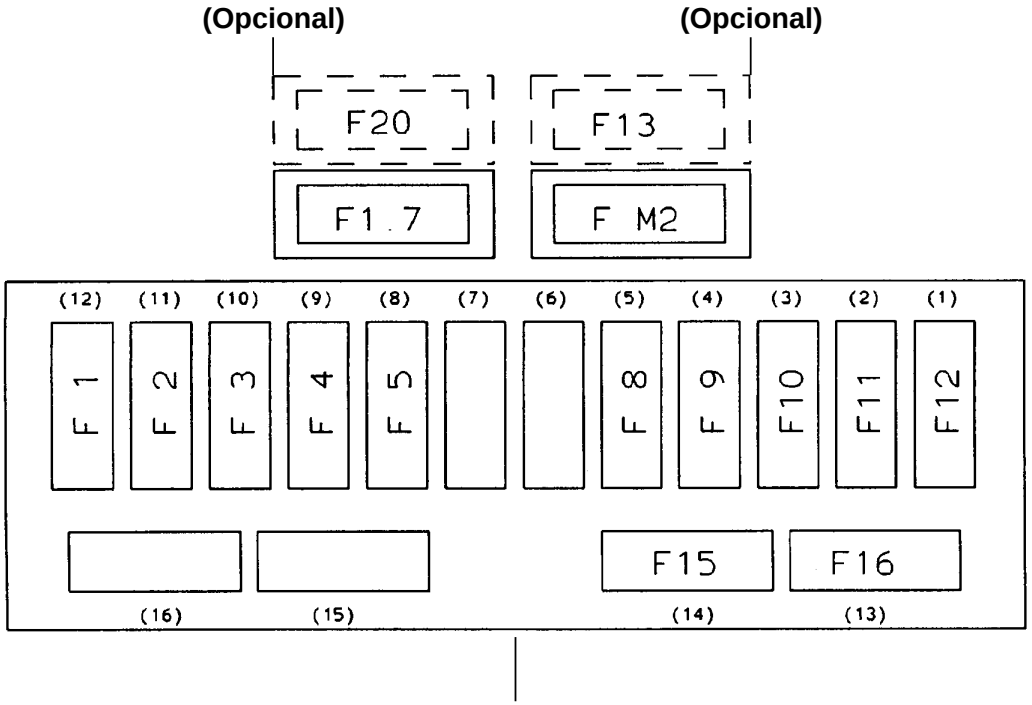
Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
X10 (30)	197	2,5	1			NC
			2			
X67.1:1	198	2,5	3			NC
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**XF13**			**Fusível Adicional**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
X101:2	87,1	1,5	1	1,5		F20 (OPTIONAL)
S1.7:1 (OPTIONAL)	81,1	1,5	2	1,5		F20 (OPTIONAL)
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**XF20**			**Partida a frio**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
F16 (15)	401	1,5	1	0,5	401	X118:1
				0,5	406	S72:9
F15 (15)	402	1,5	2			NC
X119:4	402,1	0,5				
F.. (30)	403	1,5	3			NC
F.. (30)	404	1,5	4			NC
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**XF**			**Fusível Adicional**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
XF13:3	198	2,5	1			NC
X106:13	199	2,5	2			NC
X106:4 ⋈	199,2	2,5	3			NC
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X67.1**			**Sistema de Combustível**

Ponto Final	Nº cabo	C mm²	Nº	■ mm²	Nº cabo	Ponto Final
S72.2	amarelo	0,5	1	0,5	406,1	S72:6
S72.2	amarelo	0,5	2	0,5	343	X101:7
Tabela de Conexão						
Conector/Soquete			**X72**			**Ar condicionado**



Caixa de Fusíveis com 16 Pólos

Nº	Corrente Nominal	/ Cor
F 1	- 10A	/ **Vermelho**
F1.7	- 25A	/ **Branco**
F 2	- 5A	/ **Bege**
F 3	- 5A	/ **Bege**
F 4	- 10A	/ **Vermelho**
F 5	- 15A	/ **Azul**
F 6		
F 7		
F 8	- 5A	/ **Bege**
F 9	- 5A	/ **Bege**
F 10	- 5A	/ **Bege**
F 11	- 5A	/ **Bege**
F 12	- 5A	/ **Bege**
F 15	- 10A	/ **Vermelho**
F 16	- 5A	/ **Bege**
F 13	- 15A	/ **Azul**
F 20	- 10A	/ **Vermelho**
F M2	- 10A	/ **Vermelho**

CHICOTES ELÉTRICOS

- W01 → Chicote do Painel de Controle
- W03 → Chicote do Motor
- W04 → Chicote das Válvulas
- W05 → Chicote da Estrutura Superior
- W06 → Chicote da Plataforma
- W08 → Chicote do Motor de Partida
- W15 → Chicote para Alavanca de Controle
- W16 → Chicote da Bateria
- W17 → Aterramento da Plataforma
- W18 → Aterramento das Luzes de Trabalho
- W22 → Aterramento da Bateria
- W23 → Aterramento do Motor
- W25 → Linha de Alimentação para Luzes de Trabalho
- W81 → Chicote do Interruptor Principal da Bateria - Terra
- W82 → Chicote do Interruptor Principal da Bateria - Bateria
- W90 → Chicote do Fusível da Partida a Frio
- W94 → Chicote do Braço de Elevação
- W96 → Chicote do Relé do Alarme da Translação

Conector / Soquete

X99	–	Conector/Soquete Reserva
X100	–	Conector/Soquete do Motor
X101	–	Conector/Soquete do Motor
X102	–	Conector/Soquete da Plataforma
X104	–	Conector/Soquete da Válvula
X106	–	Conector/Soquete da Estrutura Superior
X107	–	Conector/Soquete da Estrutura Superior
X108	–	Conector/Soquete dos Equipamentos Especiais
X115	–	Conector/Soquete Reserva
X116	–	Conector/Soquete Reserva
X117	–	Conector/Soquete Reserva
X118	–	Conector/Soquete do Alarme da Translação
X119	–	Conector/Soquete do Console Lateral Esquerdo
X32.1	–	Distribuidor - Terra

NEW HOLLAND

Componentes elétricos no diagrama elétrico 31.050

Diagrama elétrico Nº **3005143**

T73183223-00
B3005143-100

Peça	Qtd.	Descrição e função	Caminho Corrente	Localização	Código
A10	1	GOVERNADOR DO LIMITADOR DE CARGA	4-0/61	PAINEL DE CONTROLE	
A10X4	1	CONECTOR DA UNIDADE DE DIAGNÓSTICO	6-1/18	PAINEL DE CONTROLE	73172588
A10X4	1	FLANGE	6-1/18	PAINEL DE CONTROLE	73172589
A100	1	UNIDADE ELETRÔNICA CENTRAL	4-1/16	CABINE	
B10	1	SENSOR DE PRESSÃO - VIAGEM	10-2/89	ESTRUTURA SUPERIOR	
B10	1	BUCHA	10-2/89	ESTRUTURA SUPERIOR	73179304
B10	3	CONTATO DO EMBUCHAMENTO	10-2/89	ESTRUTURA SUPERIOR	73179303
B10	3	JUNTA	10-2/89	ESTRUTURA SUPERIOR	73179306
B10	1	TAMPA	10-2/89	ESTRUTURA SUPERIOR	73179305
B10.1	1	SENSOR DE VELOCIDADE	4-9/92	MOTOR	
B10.1	1	CARCAÇA	4-9/92	MOTOR	73177292
B10.1	2	JUNTA	4-9/92	MOTOR	73177294
B10.1	2	CONECTOR MACHO	4-9/92	MOTOR	72183318
B13.1	1	SENSOR DE TEMPERATURA DO ARREFECIMENTO	4-1/94	MOTOR	
B13.1	1	CARCAÇA	4-1/94	MOTOR	73179346
B13.1	2	CONTATO	4-1/94	MOTOR	73179347
B13.1	2	JUNTA	4-1/94	MOTOR	73179348
B13.1	1	TAMPA	4-1/94	MOTOR	73179349
B2	1	SENSOR DO TANQUE	7-8/84	TANQUE DE COMBUSTÍVEL	
B2	4	CONTATO DO EMBUCHAMENTO	7-8/84	TANQUE DE COMBUSTÍVEL	73179303
B2	1	BUCHA	7-8/84	TANQUE DE COMBUSTÍVEL	73179304
B2	1	TAMPA	7-8/84	TANQUE DE COMBUSTÍVEL	73179305
B2	4	JUNTA	7-8/84	TANQUE DE COMBUSTÍVEL	73179306
E1	1	FAROL LE	8-4/87	ESTRUTURA SUPERIOR	73172595
E1	1	LÂMPADA	8-4/87	ESTRUTURA SUPERIOR	73172596
E1	1	CARCAÇA	8-4/87	ESTRUTURA SUPERIOR	73172597
E1	1	CONECTOR	8-4/87	ESTRUTURA SUPERIOR	73172598
E1	1	PARAFUSO	8-4/87	ESTRUTURA SUPERIOR	73177378
E3	1	FAROL DE TRABALHO, LANÇA LE	8-5/87	BRAÇO DE ELEVAÇÃO	73172602
E3	1	LÂMPADA	8-5/87	BRAÇO DE ELEVAÇÃO	73172510
E3.4	1	FAROL DE TRABALHO, CABINE LE (SUP. E INF.)	8-6/87	TETO DA CABINE	73172509
E3.4	1	LÂMPADA	8-6/87	TETO DA CABINE	73172510
E3.6	1	LANTERNA CABINE DO MOTORISTA, TRASEIRA LE	8-1/87	TETO DA CABINE	73172509

NEW HOLLAND

Componentes elétricos no diagrama elétrico 31.050

Diagrama elétrico Nº **3005143**

T73183223-00
B3005143-100

Peça	Qtd.	Descrição e função	Caminho Corrente	Localização	Código
E3.6	1	LÂMPADA	8-1/87	TETO DA CABINE	73172510
E36	1	LUZ ROTATIVA	8-0/87	TETO DA CABINE	
E36.1	1	LUZ ROTATIVA	8-1/87	TETO DA CABINE	
E4	1	FAROL DE TRABALHO, LANÇA LD	8-5/87	BRAÇO DE ELEVAÇÃO	73172602
E4	1	LÂMPADA	8-5/87	BRAÇO DE ELEVAÇÃO	73172510
E4.4	1	FAROL DE TRABALHO, CABINE LD (SUP. E INF.)	8-6/87	TETO DA CABINE	73172509
E4.4	1	LÂMPADA	8-6/87	TETO DA CABINE	73172510
E4.6	1	LANTERNA CABINE DO MOTORISTA, TRASEIRA LE	8-2/87	TETO DA CABINE	73172509
E4.6	1	LÂMPADA	8-2/87	TETO DA CABINE	73172510
E9	1	LANTERNA INTERNA	8-9/83	CABINE	
E9	2	LÂMPADA	8-9/83	CABINE	73172605
F1	1	FUSÍVEL	8-9/16	PAINEL DE CONTROLE	73172607
F1.7	1	FUSÍVEL: PARADA DO MOTOR	2-3/33	PAINEL DE CONTROLE	73175156
F1.7	1	FIXADOR DO FUSÍVEL	2-3/33	PAINEL DE CONTROLE	73175261
F1.7	2	LUVA DE CONTATO	2-3/33	PAINEL DE CONTROLE	73175262
F10	1	FUSÍVEL	11-6/19	PAINEL DE CONTROLE	73172606
F11	1	FUSÍVEL	12-7/16	PAINEL DE CONTROLE	73172606
F12	1	FUSÍVEL	12-8/16	PAINEL DE CONTROLE	73172606
F15	1	FUSÍVEL	3-7/15	PAINEL DE CONTROLE	73172607
F16	1	FUSÍVEL	10-7/15	PAINEL DE CONTROLE	73172606
F2	1	FUSÍVEL	2-7/16	PAINEL DE CONTROLE	73172606
F20	1	FUSÍVEL: SISTEMA DE PARTIDA A FRIO	2-4/16	PAINEL DE CONTROLE	73177291
F3	1	FUSÍVEL	4-0/18	PAINEL DE CONTROLE	73172606
F33	1	FUSÍVEL CONVERSOR DE VOLTAGEM	7-0/54	CABINE	73177535
F4	1	FUSÍVEL	8-8/16	PAINEL DE CONTROLE	73172607
F5	1	FUSÍVEL	7-6/15	PAINEL DE CONTROLE	73172608
F8	1	FUSÍVEL	11-2/19	PAINEL DE CONTROLE	73172606
F9	1	FUSÍVEL	3-1/15	PAINEL DE CONTROLE	73172606
FM2	1	FUSÍVEL DO VENTILADOR	7-4/67	PAINEL DE CONTROLE	73172607
FM2	1	FIXADOR DO FUSÍVEL	7-4/67	PAINEL DE CONTROLE	73175261
FM2	2	CONTATO	7-4/67	PAINEL DE CONTROLE	73176480
G1	1	ALTERNADOR	2-1/80	MOTOR	
G1.1	1	BATERIA	2-0/61	CAIXA DE BATERIA	

NEW HOLLAND

Componentes elétricos no diagrama elétrico 31.050

Diagrama elétrico Nº **3005143**

T73183223-00
B3005143-100

Peça	Qtd.	Descrição e função	Caminho Corrente	Localização	Código
G1.1	1	TAMPA	2-0/61	CAIXA DE BATERIA	73172610
G1.2	1	BATERIA	2-0/73	CAIXA DE BATERIA	
G1.2	1	TAMPA	2-0/73	CAIXA DE BATERIA	73172610
H7	1	BUZINA	7-6/82	PLACA DA PLATAFORMA	73172611
H7	2	CONECTOR PINO LISO	7-6/82	PLACA DA PLATAFORMA	73176494
H7	2	LUVA	7-6/82	PLACA DA PLATAFORMA	73172512
H7.1	1	BUZINA	10-8/89	CONTRAPESO	73175766
H7.1	2	TERMINAL DO CABO	10-8/89	CONTRAPESO	72183319
K1.5	1	RELE DE POTÊNCIA	2-3/80	MOTOR	72183320
K1.8	1	RELE PARADA DO MOTOR	2-4/84	MOTOR	72183320
K39	1	RELES DE MUDANÇA MARTELO / CORTE	13-2/88	CONSOLE DO BANCO, LD	72183321
K39	1	BASE DE CONECTOR	13-2/88	CONSOLE DO BANCO, LD	73174165
K39	5	LUVA DE ENCAIXE	13-2/88	CONSOLE DO BANCO, LD	73176063
K53	1	RELE FAROL DE TRABALHO	8-2/46	CONSOLE DO BANCO, LD	72183321
K53	1	BASE DE CONECTOR	8-2/46	CONSOLE DO BANCO, LD	73174165
K53	4	LUVA DE ENCAIXE	8-2/46	CONSOLE DO BANCO, LD	73176063
K66.1	1		3-5/77	CONSOLE DO BANCO, LE	72183321
K66.1	1	BASE DE CONECTOR	3-5/77	CONSOLE DO BANCO, LE	73179345
K66.1	4	LUVA DE ENCAIXE	3-5/77	CONSOLE DO BANCO, LE	73176063
K66.2	1		3-6/77	CONSOLE DO BANCO, LE	72183321
K66.2	1	BASE DE CONECTOR	3-6/77	CONSOLE DO BANCO, LE	73179345
K66.2	5	LUVA DE ENCAIXE	3-6/77	CONSOLE DO BANCO, LE	73176063
K7	1	RELE DA BUZINA	10-7/46	CONSOLE DO BANCO, LE	73174128
K7	1	BASE DE CONECTOR	10-7/46	CONSOLE DO BANCO, LE	73179345
K7	4	LUVA DE ENCAIXE	10-7/46	CONSOLE DO BANCO, LE	73176063
M1	1	MOTOR DE PARTIDA	2-2/80	MOTOR	
M10	1	ATUADOR DE REGULAGEM DE VELOCIDADE	6-4/18	MOTOR	
M10	1	SOQUETE	6-4/18	MOTOR	73173022
M10	1	PINO	6-4/18	MOTOR	73172626
M10	3	BUCHA	6-4/18	MOTOR	73172627
M10	1	BRAÇADEIRA	6-4/18	MOTOR	73173023
M10	1	CARCAÇA	6-4/18	MOTOR	73175397
M2	1	VENTILADOR	7-4/80	CABINE	

NEW HOLLAND

Componentes elétricos no diagrama elétrico 31.050

Diagrama elétrico Nº **3005143**

T73183223-00
B3005143-100

Peça	Qtd.	Descrição e função	Caminho Corrente	Localização	Código
M3	1	MOTOR LIMPADOR P/BRISA	8-7/86	CABINE	
M4	1	BOMBA LAVADOR P/BRISA	7-3/80	CABINE	
M52	1	MOTOR BOMBA LUBRIFICAÇÃO	9-7/88		
R10	1	CONTROLE DE VELOCIDADE	4-2/92	CONSOLE DO BANCO, LD	
R14	1	TOMADA TEMPERATURA - ÓLEO HIDRÁULICO	4-7/94	ESTRUTURA SUPERIOR, TRASEIRA	
R14	1	CARCAÇA	4-7/94	ESTRUTURA SUPERIOR, TRASEIRA	73179346
R14	2	CONTATO	4-7/94	ESTRUTURA SUPERIOR, TRASEIRA	73179347
R14	2	JUNTA	4-7/94	ESTRUTURA SUPERIOR, TRASEIRA	73179348
R14	1	TAMPA	4-7/94	ESTRUTURA SUPERIOR, TRASEIRA	73179349
S1	1	BOTÃO DE PARTIDA	2-2/18	CONSOLE DO BANCO, LD	
S1.1	1	ISOLADOR DA BATERIA	2-0/86	ESTRUTURA SUPERIOR	73175263
S1.7	1	BOTÃO PARTIDA A FRIO	2-4/47	CONSOLE DO BANCO, LD	73175267
S1.7	1	PAINEL SNAP-ON	2-4/47	CONSOLE DO BANCO, LD	73172516
S1.7	1	CONTATO	2-4/47	CONSOLE DO BANCO, LD	73177971
S1.7	3	CONTATO	2-4/47	CONSOLE DO BANCO, LD	73176311
S10.1	1	BULBO DE PRESSÃO - SERVO	4-3/94	PLACA DA PLATAFORMA	
S10.1	2	CONECTOR PINO LISO	4-3/94	PLACA DA PLATAFORMA	73176494
S10.1	2	LUVA	4-3/94	PLACA DA PLATAFORMA	73172512
S113	1	LIMITADOR PILOTO DE CORTE DE PRESSÃO	3-1/42	CONSOLE DO BANCO, LE	73171211
S12	1	BULBO DE PRESSÃO DE ÓLEO	5-0/86	MOTOR	
S12	1	TERMINAL DO CABO	5-0/86	MOTOR	72183322
S13.2	1	INTERRUPTOR NÍVEL MÍNIMO DE ÁGUA	5-8/84	COMPARTIMENTO DO MOTOR	
S13.2	1	CONECTOR ÂNGULO DIREITO	5-8/84	COMPARTIMENTO DO MOTOR	73172620
S15	1	INTERRUPTOR DO FILTRO	5-3/86	TANQUE DO ÓLEO HIDRÁULICO	
S15	1	CONECTOR PINO LISO	5-3/86	TANQUE DO ÓLEO HIDRÁULICO	73176494
S15	1	LUVA	5-3/86	TANQUE DO ÓLEO HIDRÁULICO	73172512
S15.1	1	INTERRUTOR FILTRO DE AR CONTAMINADO	5-2/86	FILTRO DE AR DO MOTOR	
S35.1	1	INTERRUPTOR DO FREIO DE GIRO	5-6/86	PLACA DA PLATAFORMA	
S35.1	2	CONECTOR PINO LISO	5-6/86	PLACA DA PLATAFORMA	73176494
S35.1	2	LUVA	5-6/86	PLACA DA PLATAFORMA	73172512
S35.2	1	SENSOR DE VELOCIDADE DO FREIO DE GIRO	5-7/84	ESTRUTURA SUPERIOR	
S35.2	1	SOQUETE	5-7/84	ESTRUTURA SUPERIOR	73172624
S35.2	1	CARCAÇA	5-7/84	ESTRUTURA SUPERIOR	73172625

NEW HOLLAND

Componentes elétricos no diagrama elétrico 31.050

Diagrama elétrico Nº **3005143**

T73183223-00
B3005143-100

Peça	Qtd.	Descrição e função	Caminho Corrente	Localização	Código
S35.2	2	PINO	5-7/84	ESTRUTURA SUPERIOR	73172626
S35.2	1	BUCHA	5-7/84	ESTRUTURA SUPERIOR	73172627
S35.2	1	BRAÇADEIRA	5-7/84	ESTRUTURA SUPERIOR	73172628
S36	1	INTERRUPTOR - LUZ GIRATÓRIA	8-0/35	CONSOLE DO BANCO, LD	73176304
S36	1	PAINEL SNAP-ON	8-0/35	CONSOLE DO BANCO, LD	73179350
S37.1	1	BOTÃO - ROTAÇÃO DA GARRA ESQUERDA	11-7/33	CONTROLE, SUPERIOR LD	
S37.2	1	BOTÃO - ROTAÇÃO DA GARRA DIREITA	11-8/33	CONTROLE, SUPERIOR LD	
S39.1	1	BOTÃO MARTELO HIDRÁULICO	11-1/37	CONTROLE, SUPERIOR LD	
S39.3	1	MODIFICADOR DE FREQÜÊNCIA DO MARTELO HIDR.	13-8/38	CONSOLE DO BANCO, LD	73176304
S39.3	1	PAINEL SNAP-ON	13-8/38	CONSOLE DO BANCO, LD	73176305
S39.5	1	INTERRUPTOR PARA LÂMINA	13-4/38	CONSOLE DO BANCO, LD	73176304
S39.5	1	PAINEL SNAP-ON	13-4/38	CONSOLE DO BANCO, LD	73176488
S46.2	1	INTERRUPTOR DE PRESSÃO - HIDRÁULICOS	12-3/85	ESTRUTURA SUPERIOR, DIANTEIRA	
S46.3	1	INTERRUPTOR DE PRESSÃO - HIDRÁULICOS	12-4/85	ESTRUTURA SUPERIOR, DIANTEIRA	
S53.2	1	INTERRUPTOR - FAROL DE TRABALHO, TRASEIRO	8-2/35	CONSOLE DO BANCO, LD	73176304
S53.2	1		8-2/35	CONSOLE DO BANCO, LD	73179351
S66	1	INTERRUPTOR DE PRESSÃO - LANÇA	9-5/89	BLOCO DE VÁLVULA	
S66	2	CONECTOR DE PINO LISO	9-5/89	BLOCO DE VÁLVULA	73176494
S66	2	LUVA	9-5/89	BLOCO DE VÁLVULA	73172512
S66.1	1		3-5/35	PLACA DA PLATAFORMA	
S66.1	2	CONECTOR DE PINO LISO	3-5/35	PLACA DA PLATAFORMA	73176494
S66.1	2	LUVA	3-5/35	PLACA DA PLATAFORMA	73172512
S7	1	BOTÃO DA BUZINA	11-5/44	CONTROLE, SUPERIOR LD	
S7.1	1	ALARME DE DESLOCAMENTO	10-7/79	PLACA DA PLATAFORMA	
S7.1	2	CONECTOR DE PINO LISO	10-7/79	PLACA DA PLATAFORMA	73176494
S7.1	2	LUVA	10-7/79	PLACA DA PLATAFORMA	73172512
S7.2	1	ALARME DE DESLOCAMENTO	10-7/93	PLACA DA PLATAFORMA	
S7.2	2	CONECTOR DE PINO LISO	10-7/93	PLACA DA PLATAFORMA	73176494
S7.2	2	LUVA	10-7/93	PLACA DA PLATAFORMA	73172512
S7.3	1	ALARME DE DESLOCAMENTO	10-7/72	PLACA DA PLATAFORMA	
S7.3	2	CONECTOR DE PINO LISO	10-7/72	PLACA DA PLATAFORMA	73176494
S7.3	2	LUVA	10-7/72	PLACA DA PLATAFORMA	73172512
S7.4	1	ALARME DE DESLOCAMENTO	10-7/86	PLACA DA PLATAFORMA	

NEW HOLLAND

Componentes elétricos no diagrama elétrico 31.050

Diagrama elétrico Nº **3005143**

T73183223-00
B3005143-100

Peça	Qtd.	Descrição e função	Caminho Corrente	Localização	Código
S7.4	2	CONECTOR DE PINO LISO	10-7/86	PLACA DA PLATAFORMA	73176494
S7.4	2	LUVA	10-7/86	PLACA DA PLATAFORMA	73172512
S72	1	INTERRUPTOR AR CONDICIONADO	14-2/50	CONSOLE DO BANCO, LD	73177969
S72	1	PAINEL SNAP-ON	14-2/50	CONSOLE DO BANCO, LD	73177970
S72	1	CARCAÇA	14-2/50	CONSOLE DO BANCO, LD	73176310
S72	6	CONTATO	14-2/50	CONSOLE DO BANCO, LD	73177971
S72.1	1	INTERRUPTOR AR CONDICIONADO, PRESSÃO	14-2/73	ESTRUTURA SUPERIOR	
S72.2	1	SELETOR TEMPERATURA DO AR CONDICIONADO	14-3/73	PLATAFORMA / CABINE	
S72.2	1	CARCAÇA	14-3/73	PLATAFORMA / CABINE	73176065
S72.2	2	CONECTOR DE PINO LISO	14-3/73	PLATAFORMA / CABINE	73176494
S74	1		3-6/35	ESTRUTURA SUPERIOR, DIANTEIRA	
S74	2	CONECTOR DE PINO LISO	3-6/35	ESTRUTURA SUPERIOR, DIANTEIRA	73176494
S74	2	LUVA	3-6/35	ESTRUTURA SUPERIOR, DIANTEIRA	73172512
S8.3	1	BOTÃO DO AMPLIFICADOR	11-6/37	CONTROLE, SUPERIOR, LD	
S9	1	INTERRUPTOR - LUZ INTERNA	8-8/87	CABINE	
T33	1	CONVERSOR DE VOLTAGEM 24V/12V	7-0/63	CABINE	
V10.1	1		10-6/49	PAINEL DE CONTROLE	73175270
V10.1	0.2	CONECTOR DE ENCAIXE	10-6/49	PAINEL DE CONTROLE	73174171
V10.1	2	CONECTOR DE PINO LISO	10-6/49	PAINEL DE CONTROLE	73176494
V39	1	DIODO PARA VÁLVULA SOLEN. DO MARTELO HIDR.	13-1/51	CONSOLE DO BANCO, LD	73175270
V39	0.2	CONECTOR DE ENCAIXE	13-1/51	CONSOLE DO BANCO, LD	73174171
V39	2	CONECTOR DE PINO LISO	13-1/51	CONSOLE DO BANCO, LD	73176494
V67.1	1	DIODO DE LIBERAÇÃO	2-8/31	PAINEL DE CONTROLE	73175270
V67.1	0.2	CONECTOR DE ENCAIXE	2-8/31	PAINEL DE CONTROLE	73174171
V67.1	2	CONECTOR DE PINO LISO	2-8/31	PAINEL DE CONTROLE	73176494
V67.2	1	DIODO DE LIBERAÇÃO	2-6/31	PAINEL DE CONTROLE	73175270
V67.2	0.2	CONECTOR DE ENCAIXE	2-6/31	PAINEL DE CONTROLE	73174171
V67.2	2	CONECTOR DE PINO LISO	2-6/31	PAINEL DE CONTROLE	73176494
W01	1	CHICOTE ELÉTRICO, PAINEL DE CONTROLE	28-1/15	PAINEL DE CONTROLE	72183323
W03	1	CHICOTE ELÉTRICO, MOTOR	28-1/23	ESTRUTURA SUPERIOR	73184547
W04	1	CHICOTE ELÉTRICO, VÁLVULAS	28-1/31	ESTRUTURA SUPERIOR	72183325
W05	1	CONJUNTO DE CABOS PRINCIPAIS	28-1/40	ESTRUTURA SUPERIOR	72183326
W06	1	CHICOTE ELÉTRICO, PLATAFORMA	28-1/48	PLACA DA PLATAFORMA	73182649

NEW HOLLAND

Componentes elétricos no diagrama elétrico 31.050

Diagrama elétrico Nº **3005143**

T73183223-00
B3005143-100

Peça	Qtd.	Descrição e função	Caminho Corrente	Localização	Código
W08	1	CABO DA BATERIA - POSITIVO	28-1/56	ESTRUTURA SUPERIOR	73173028
W15	1	CABO DO CONTROLE	28-1/64	CONTROLE	73172634
W16	1	CABO DA BATERIA	28-4/15	CAIXA DE BATERIA	73173029
W17	1	CABO DE ATERRAMENTO DA PLATAFORMA	28-4/23	PLATAFORMA	73172000
W18	1	CABO DE ATERRAMENTO DO FARÓL	28-4/31	BRAÇO DE ELEVAÇÃO	73172508
W22	1	ATERRAMENTO DA BATERIA	28-4/40	CAIXA DE BATERIA	73173030
W23	1	ATERRAMENTO DO MOTOR	28-4/48	COMPARTIMENTO DO MOTOR	73173031
W25	1	CABO ELÉTRICO, FAROL DE TRABALHO	28-4/56	BRAÇO DE ELEVAÇÃO	73175150
W81	1	CABO - INTER. PRINCIPAL DA BATERIA / TERRA	28-7/16	ESTRUTURA SUPERIOR	73175264
W82	1	CABO - NEG. DA BATERIA / INTER. PRINC. BATERIA	28-7/24	ESTRUTURA SUPERIOR	73177355
W90	1	CONJ. CABO DO FUSÍVEL DA PARTIDA A FRIO	28-7/32	PAINEL DE CONTROLE	73177291
W94	1	CONJ. CABO CONSOLE LATERAL, LE	28-7/40	CONSOLE DO BANCO, LE	73183358
W96	1	CONJ. CABO - RELE DO ALARME DE VIAGEM	28-7/48	CONSOLE DO BANCO, LE	73182650
X10	1	DISTRIBUIDOR B+	2-0/21	PAINEL DE CONTROLE	73172640
X10	2	PARAFUSO SEXTAVADO	2-0/21	PAINEL DE CONTROLE	73170164
X100	1	SOQUETE/CONECTOR - MOTOR	28-1/92	PAINEL DE CONTROLE	73177972
X100	15	CONECTOR MACHO	28-1/92	PAINEL DE CONTROLE	73176308
X100	1	CARCAÇA	28-1/92	PAINEL DE CONTROLE	72182587
X100	15	BUCHA	28-1/92	PAINEL DE CONTROLE	73176493
X101	1	SOQUETE/CONECTOR - MOTOR	28-1/96	PAINEL DE CONTROLE	73177972
X101	13	CONECTOR MACHO	28-1/96	PAINEL DE CONTROLE	73176308
X101	2	CONECTOR MACHO	28-1/96	PAINEL DE CONTROLE	73175275
X101	1	CARCAÇA	28-1/96	PAINEL DE CONTROLE	72182587
X101	13	BUCHA	28-1/96	PAINEL DE CONTROLE	73176493
X101	2	BUCHA	28-1/96	PAINEL DE CONTROLE	73175274
X102	1	SOQUETE/CONECTOR	28-1/10	PAINEL DE CONTROLE	73177972
X102	15	CONECTOR MACHO	28-1/10	PAINEL DE CONTROLE	73176308
X102	1	CARCAÇA	28-1/10	PAINEL DE CONTROLE	72182587
X102	15	BUCHA	28-1/10	PAINEL DE CONTROLE	73176493
X104	1	SOQUETE/CONECTOR	28-1/10	PAINEL DE CONTROLE	73177972
X104	15	CONECTOR MACHO	28-1/10	PAINEL DE CONTROLE	73176308
X104	1	CARCAÇA	28-1/10	PAINEL DE CONTROLE	72182587
X104	15	BUCHA	28-1/10	PAINEL DE CONTROLE	72176493

NEW HOLLAND

Componentes elétricos no diagrama elétrico 31.050

Diagrama elétrico Nº **3005143**

T73183223-00
B3005143-100

Peça	Qtd.	Descrição e função	Caminho Corrente	Localização	Código
X32.1	3	LUVA	28-5/10	CONSOLE DO BANCO. LD	73172512
X33	1	SOQUETE/CONECTOR	7-0/48	CABINE	73176064
X33	2	LUVA DE ENCAIXE	7-0/48	CABINE	73176063
X33	1	CARCAÇA	7-0/48	CABINE	73176065
X33	2	CONECTOR DE PINO LISO	7-0/48	CABINE	73176061
X33.6	1	SOQUETE 12V	7-0/86	CABINE	73177315
X67.1	3	SOQUETE/CONECTOR BOMBA DE ENCHIMENTO	2-6/24	CONSOLE DO BANCO. LD	73176063
X67.1	1	LUVA DE ENCAIXE	2-6/24	CONSOLE DO BANCO. LD	73176481
X72	1	SOQUETE/CONECTOR AR CONDICIONADO	14-3/67		73176064
X72	2	LUVA DE ENCAIXE	14-3/67		73176063
X72	1	CARCAÇA	14-3/67		73176065
X72	2	CONECTOR DE PINO LISO	14-3/67		73176061
X72.1	1	SOQUETE/CONECTOR AR CONDICIONADO	14-1/67		73176483
X72.1	2	CONECTOR DE PINO LISO	14-1/67		73176494
X72.1	1	CARCAÇA	14-1/67		73174172
X72.1	2	LUVA DE ENCAIXE	14-1/67		73176063
X99	1	SOQUETE/CONECTOR - RESERVA	28-1/88	PAINEL DE CONTROLE	72182547
X99	6	CONECTOR MACHO	28-1/88	PAINEL DE CONTROLE	73176308
XF13	1	CONECTOR DO FUSÍVEL ADICIONAL	2-5/24	PAINEL DE CONTROLE	73177822
XF13	2	BUCHA	2-5/24	PAINEL DE CONTROLE	73175274
XF20	1	SOQUETE/CONECTOR - PARTIDA A FRIO	2 -4/24	PAINEL DE CONTROLE	73175273
XF20	2	BUCHA	2 -4/24	PAINEL DE CONTROLE	73175274
Y1.3	1	VÁLVULA SOLENÓIDE DA PARTIDA A FRIO	2 -4/84	COMPARTIMENTO DO MOTOR	
Y1.4	1	SOLENÓIDE DE ACIONAM. DA PARADA DO MOTOR	6-3/86	MOTOR	
Y1.4	1	CARCAÇA	6-3/86	MOTOR	72183331
Y1.4	3	JUNTA	6-3/86	MOTOR	73177294
Y1.4	3	LUVA DE ENCAIXE	6-3/86	MOTOR	73177293
Y10	1	VÁLVULA PROPORCIONADORA	4-0/94	BLOCO DE VÁLVULAS	
Y113	1	SOLENÓIDE PARA CONTROLE DA PRESSÃO PILOTO	3-1/84	PLACA DA PLATAFORMA	
Y21.3	1	VÁLVULA SOLENÓIDE - 2ª MARCHA	10-1/91	BLOCO DE VÁLVULAS	
Y35	1	VÁLVULA SOLENÓIDE - FREIO DE GIRO	5-5/86	BLOCO DE VÁLVULAS	
Y35.1	1	VÁLVULA SOLENÓIDE - GIRO	9-4/90	ESTRUTURA SUPERIOR	
Y37.1	1	VÁLVULA SOLENÓIDE ROTAÇÃO DA GARRA	11-7/87	ESTRUTURA SUPERIOR	

NEW HOLLAND

Componentes elétricos no diagrama elétrico 31.050

Diagrama elétrico Nº **3005143**

T73183223-00
B3005143-100

Peça	Qtd.	Descrição e função	Caminho Corrente	Localização	Código
Y39	1	VÁLVULA SOLENÓIDE - MARTELO / CILINDRO 1 TASK	13-0/88	ESTRUTURA SUPERIOR	
Y39.1	1	VÁLVULA SOLENÓIDE - MARTELO HIDRÁULICO	11-1/87	BLOCO DE VÁLVULAS	
Y39.3	1	VÁLVULA SOLENÓIDE - MUDANÇA DE FREQUÊNCIA	13-8/88	BLOCO DE VÁLVULAS	
Y39.5	1	VÁLVULA SOLENÓIDE - MUDANÇA DE PRESSÃO	13-4/88	BLOCO DE VÁLVULAS	
Y63	1	AMPLIFICADOR DE POTÊNCIA	9-3/90	BLOCO DE VÁLVULAS	
Y66.1	1		3-7/84	PLACA DA PLATAFORMA	
Y66.2	1		3-8/84	ESTRUTURA SUPERIOR, TRASEIRA	
Y72	1	EMBREAGEM ELETROMAG. DO AR CONDICIONADO	14-1/90	MOTOR	
Y72	1	CARCAÇA	14-1/90	MOTOR	73177973
Y72	1	LUVA DE ENCAIXE	14-1/90	MOTOR	73176063
Y72	1	CONECTOR DE PINO LISO	14-1/90	MOTOR	73177974
Y72	1	CONECTOR DE PINO LISO	14-1/90	MOTOR	73176494

NEW HOLLAND

Componentes elétricos no diagrama elétrico 31.050

Diagrama elétrico Nº **3005143**

T73183223-00
B3005143-100

Peça	Qtd.	Descrição e função	Caminho Corrente	Localização	Código
X117	15	BUCHA	28-5/96	CONSOLE DO BANCO, LD	73176493
X118	1	SOQUETE/CONECTOR - CONSOLE LATERAL, LE	28-5/10	CONSOLE DO BANCO, LE	72183043
X118	6	CONECTOR MACHO	28-5/10	CONSOLE DO BANCO, LE	73176308
X118	1	CARCAÇA	28-5/10	CONSOLE DO BANCO, LE	72183330
X118	6	BUCHA	28-5/10	CONSOLE DO BANCO, LE	43176493
X119	1	SOQUETE/CONECTOR - CONSOLE LATERAL, LE	28-5/10	CONSOLE DO BANCO, LE	73177972
X119	15	CONECTOR MACHO	28-5/10	CONSOLE DO BANCO, LE	73176308
X119	1	CARCAÇA	28-5/10	CONSOLE DO BANCO, LE	72182587
X119	15	BUCHA	28-5/10	CONSOLE DO BANCO, LE	73176493
X12	1	SOQUETE/CONECTOR - CABINE	8-0/72	CABINE	72182588
X12	10	BUCHA	8-0/72	CABINE	72176493
X12	2	BUCHA	8-0/72	CABINE	72175274
X12	1	CARCAÇA	8-0/72	CABINE	73172635
X12	12	CONECTOR MACHO	8-0/72	CABINE	73176308
X17	1	SOQUETE/CONECTOR - CONTROLE LE	11-0/52	CONSOLE DO BANCO, LE	72182588
X17	12	BUCHA	11-0/52	CONSOLE DO BANCO, LE	73176493
X17	1	CARCAÇA	11-0/52	CONSOLE DO BANCO, LE	73172635
X17	12	CONECTOR MACHO	11-0/52	CONSOLE DO BANCO, LE	73172636
X17.1	1		11-0/62	CONSOLE DO BANCO, LD	72182588
X17.1	12	BUCHA	11-0/62	CONSOLE DO BANCO, LD	73176493
X17.1	1	CARCAÇA	11-0/62	CONSOLE DO BANCO, LD	73172635
X17.1	12	CONECTOR MACHO	11-0/62	CONSOLE DO BANCO, LD	73172636
X18	1	SOQUETE/CONECTOR - CONTROLE LD	11-5/52	CONSOLE DO BANCO, LD	72182588
X18	12	BUCHA	11-5/52	CONSOLE DO BANCO, LD	73176493
X18	1	CARCAÇA	11-5/52	CONSOLE DO BANCO, LD	73172635
X18	12	CONECTOR MACHO	11-5/52	CONSOLE DO BANCO, LD	73172636
X19	1	SOQUETE/CONECTOR - VENTILADOR	7-4/89	CABINE	73176064
X19	2	LUVA DE ENCAIXE	7-4/89	CABINE	73176063
X19	1	CARCAÇA	7-4/89	CABINE	73176065
X19	2	CONECTOR PINO LISO	7-4/89	CABINE	73176061
X20	1	CONECTOR MOTOR DO LIMPADOR	7-4/89	CABINE	
X32.1	1	CONECTOR LIGAÇÃO PAINEL MARCADOR Nº 3	28-5/10	CONSOLE DO BANCO, LD	73175271
X32.1	3	LUVA DE ENCAIXE	28-5/10	CONSOLE DO BANCO, LD	73172511

NEW HOLLAND

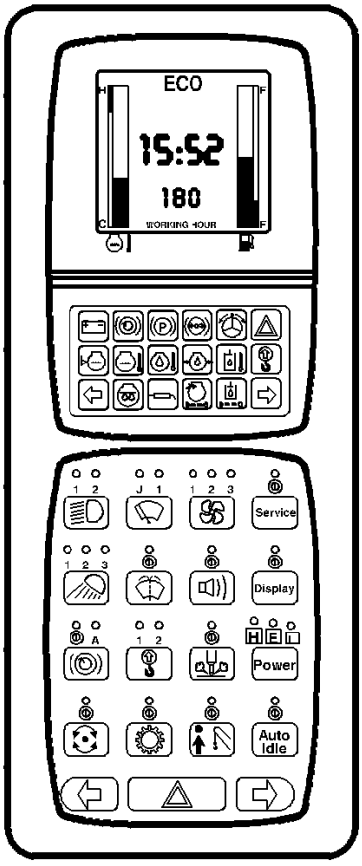
Componentes elétricos no diagrama elétrico 31.050

Diagrama elétrico Nº **3005143**

T73183223-00
B3005143-100

Peça	Qtd.	Descrição e função	Caminho Corrente	Localização	Código
X106	1	SOQUETE/CONECTOR	28-1/10	PAINEL DE CONTROLE	73177972
X106	13	CONECTOR MACHO	28-1/10	PAINEL DE CONTROLE	73176308
X106	2	CONECTOR MACHO	28-1/10	PAINEL DE CONTROLE	73175275
X106	1	CARCAÇA	28-1/10	PAINEL DE CONTROLE	72182587
X106	13	BUCHA	28-1/10	PAINEL DE CONTROLE	73176493
X106	2	BUCHA	28-1/10	PAINEL DE CONTROLE	73175274
X107	1	SOQUETE/CONECTOR	28-1/11	PAINEL DE CONTROLE	73177972
X107	15	CONECTOR MACHO	28-1/11	PAINEL DE CONTROLE	73176308
X107	1	CARCAÇA	28-1/11	PAINEL DE CONTROLE	72182587
X107	15	BUCHA	28-1/11	PAINEL DE CONTROLE	73176493
X108	1	SOQUETE/CONECTOR	28-1/11	PAINEL DE CONTROLE	73177972
X108	15	CONECTOR MACHO	28-1/11	PAINEL DE CONTROLE	73176308
X108	1	CARCAÇA	28-1/11	PAINEL DE CONTROLE	72182587
X108	15	BUCHA	28-1/11	PAINEL DE CONTROLE	73176493
X110	1	SOQUETE/CONECTOR BANCO DO OPERADOR	7-2/77	CABINE	73176064
X110	2	LUVA DE ENCAIXE	7-2/77	CABINE	73176063
X110	1	CARCAÇA	7-2/77	CABINE	73176065
X110	2	CONECTOR PINO LISO	7-2/77	CABINE	73176061
X111	1	SOQUETE/CONECTOR MOTOR DO LAVADOR	7-3/89	CABINE	73176064
X111	2	LUVA DE ENCAIXE	7-3/89	CABINE	73176063
X111	1	CARCAÇA	7-3/89	CABINE	73176065
X111	2	CONECTOR PINO LISO	7-3/89	CABINE	73176061
X115	1	SOQUETE/CONECTOR RESERVA	28-5/88	CONSOLE DO BANCO, LD	73177972
X115	15	CONECTOR MACHO	28-5/88	CONSOLE DO BANCO, LD	73176308
X115	1	CARCAÇA	28-5/88	CONSOLE DO BANCO, LD	72182587
X115	15	BUCHA	28-5/88	CONSOLE DO BANCO, LD	73176493
X116	1	SOQUETE/CONECTOR RESERVA	28-5/92	CONSOLE DO BANCO, LD	73177972
X116	15	BUCHA	28-5/92	CONSOLE DO BANCO, LD	73176493
X116	1	CARCAÇA	28-5/92	CONSOLE DO BANCO, LD	72182587
X116	15	CONECTOR MACHO	28-5/92	CONSOLE DO BANCO, LD	73176308
X117	1	SOQUETE/CONECTOR RESERVA	28-5/96	CONSOLE DO BANCO, LD	73177972
X117	15	CONECTOR MACHO	28-5/96	CONSOLE DO BANCO, LD	73176308
X117	1	CARCAÇA	28-5/96	CONSOLE DO BANCO, LD	72182587

PCS - Controle Eletrônico Limitador de Potência



600017

SUMÁRIO

PCS 3
Descrição funcional do PCS 3
Controle do limitador de potência 3
Ciclo de controle no sistema controlador do limitador de potência 4
Ciclo de controle 5
Determinação da rotação nominal 7
Diagrama funcional do PCS 9
Descrição do PCS 11
ODC - Computador Interno de Diagnóstico (On-Board Diagnostic Computer) 13
Diagnóstico de falhas do PCS 14
Localização e correção de falhas 15
Assegurando as condições apropriadas para o teste da máquina 16
Computador interno (A10) 17
Painel de controle (A100) 18
Sistema elétrico central 19
Sensor de rotação do motor PICK-UP magnético (B10.1) 20
Atuador de aceleração da bomba injetora (M10) 21
Verificação/regulagem da rotação máxima sem carga 22
Solenóide de parada do motor (Y1.4) 23
Potenciômetro de rotação do motor (R10) 24
Conector (C5/C6) 25
Interruptor de pressão - pressão do servo (S10.1) 26
Interruptor de pressão - translação (S10.2) 27
Válvula proporcionadora (Y10) 28
Válvula conectora (Y10) 29
Característica da válvula proporcionadora 30
Ponto de medição (X3) nas bombas principais 31
Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento B13.1/R10.2 32
Sinalização de falha no ODC (Sistema de Diagnóstico Interno) 34
Código de falha 34
Tabela de Código de falha 35
Operação em emergência 36
Falha na memória 37
Sistema CENTRY - mensagens de falhas e ações corretivas 38
Funções especiais do EDS 39
Apagando a memória NV RAM 39
Reiniciando os intervalos de serviço 40
Alteração do código para desabilitar o acionamento da máquina 41
Regulagem de corrente do martelo hidráulico com o instrumento de diagnóstico EDS 42
Acionamento do martelo hidráulico 44

PCS

Descrição funcional do PCS

Controle do limitador de potência

As escavadeiras hidráulicas desempenham um papel importante nos trabalhos de construção e edificação. As demandas exercidas sob o seu sistema hidráulico são múltiplas. Portanto, as escavadeiras hidráulicas atualmente precisam preencher um largo espectro de requisitos relativos ao seu trabalho, tais como:

- Capacidade máxima de levantamento, em conjunto com alta elevação e força de ruptura.
- Alta velocidade em todos os consumidores, com mínima carga.
- Movimentos precisos e grande conforto de operação.
- Operação simultânea de vários consumidores ao mesmo tempo.
- Menores perdas possíveis em operações de espera mantendo, ao mesmo tempo, capacidade suficiente de arrefecimento do óleo hidráulico.
- Baixas perdas quando as válvulas de alívio de segurança atuam nas condições de sobre pressão.
- Baixas perdas em operações que requerem controle de precisão.
- Perdas mínimas de energia ao iniciar o movimento de giro da estrutura superior.
- Menor consumo possível de combustível e redução de emissões de ruídos e poluição.

Para atingir uma melhoria no desempenho geral da máquina, é necessário que as unidades limitadoras de potência trabalhem em conjunto.

O motor e sistema hidráulico não podem ser tratados como unidades separadas e independentes, mas como unidades individuais que precisem trabalhar em comum.

Aqui, a intenção é aumentar a eficiência para obter uma melhor utilização das fontes de energia.

A unificação do controle ou o controle integrado têm a desvantagem de que o motor diesel propriamente não faz parte do elo de controle.

A operação de consumidores auxiliar que são adicionalmente ativados de tempos em tempos necessita que a potência correspondente seja reservada.

Isto se aplica também a trabalhos realizados em grandes altitudes e em ambientes com temperatura do ar extremamente alta.

Tais trabalhos requerem uma adaptação da potência do motor, para evitar que o motor sofra sobrecargas.

As desvantagens acima citadas podem ser evitadas quando a máquina é equipada com um sistema de controle que atue sob todas as possíveis condições de operação, de tal maneira que a potência disponível do motor diesel seja medida e avaliada a cada momento.

Ciclo de controle no sistema controlador do limitador de potência

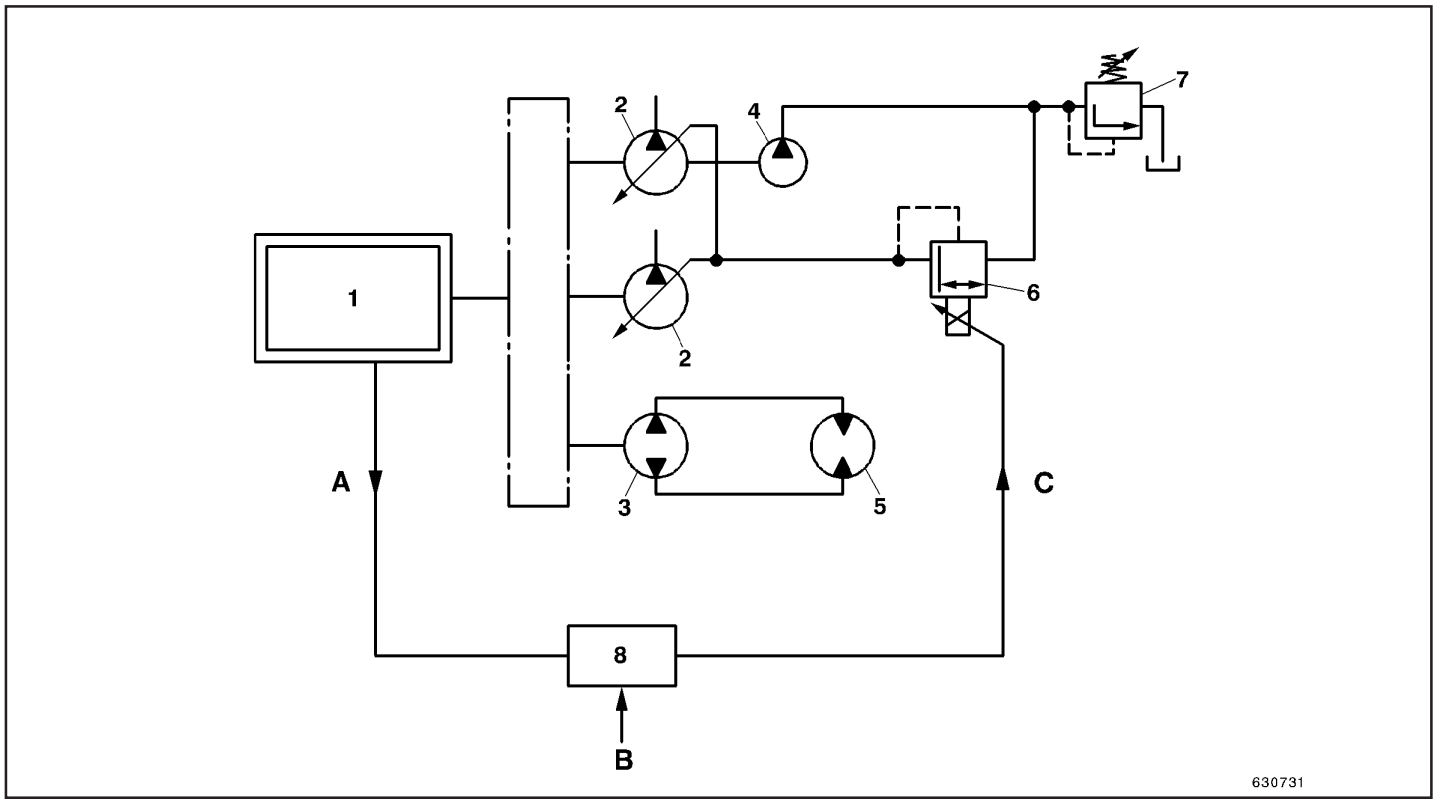


Fig.1

1. Motor Diesel
2. Bomba hidráulica principal
3. Bomba de giro
4. Bomba do servo
5. Motor de giro
6. Válvula proporcional
7. Válvula limitadora da pressão do servo
8. Microcontrolador

A. Velocidade real
B. Velocidade nominal
C. Corrente de controle

Ciclo de controle

A rotação do motor diesel é imediatamente reduzida quando o motor está sob carga. Em casos extremos, a rotação pode cair a zero ou desligar o motor.

A o controlador do limitador de potência faz uso deste efeito para medir indiretamente a potência do motor.

Tendo em vista a necessidade de grande precisão, a rotação do motor é determinada eletronicamente por um sensor que atua nos dentes da cremalheira do volante do motor.

A rotação efetivamente medida (A) é comparada por um micro controlador (8, Fig. 1) para predeterminar a rotação nominal (B) do motor.

Ao obter o valor real da queda de rotação (ver capítulo “Tipos de Motores”), as bombas hidráulicas principais (2) são eletronicamente controladas por meio da válvula proporcionadora (6) até que a bomba atinja o ponto estável de operação.

Este ponto é determinado pelo equilíbrio entre a potência fornecida pelo motor e a potência consumida pelo sistema hidráulico.

A principal variável de referência controlador eletrônico do limitador de potência (PCS III) é a rotação do motor diesel.

Exemplo de medidas do motor

Motor CUMMINS	Potência líquida no volante HP (kW) Rotação rpm	Sistema de combustível	Regulagem do controlador Gradução - P	Temperatura máxima do líquido de arrefecimento (°C)
6 BTA	165 (123) / 2200	Bosch A/RSV	8%	100

1kW = 1,341 HP

A potência indicada na tabela é a potência contínua líquida efetiva de saída, conforme SAE J1995/ISSO 3046/ 1 IFN.

Referência:
Estes dados especiais de utilização para as medições do motor você pode encontrar no capítulo 2 do manual técnico, as folhas de dados de serviço.

Diagrama de saída **de uma** bomba com governador por mola
131 HP / 98 kW a X3 = 5 bars 2200 rpm

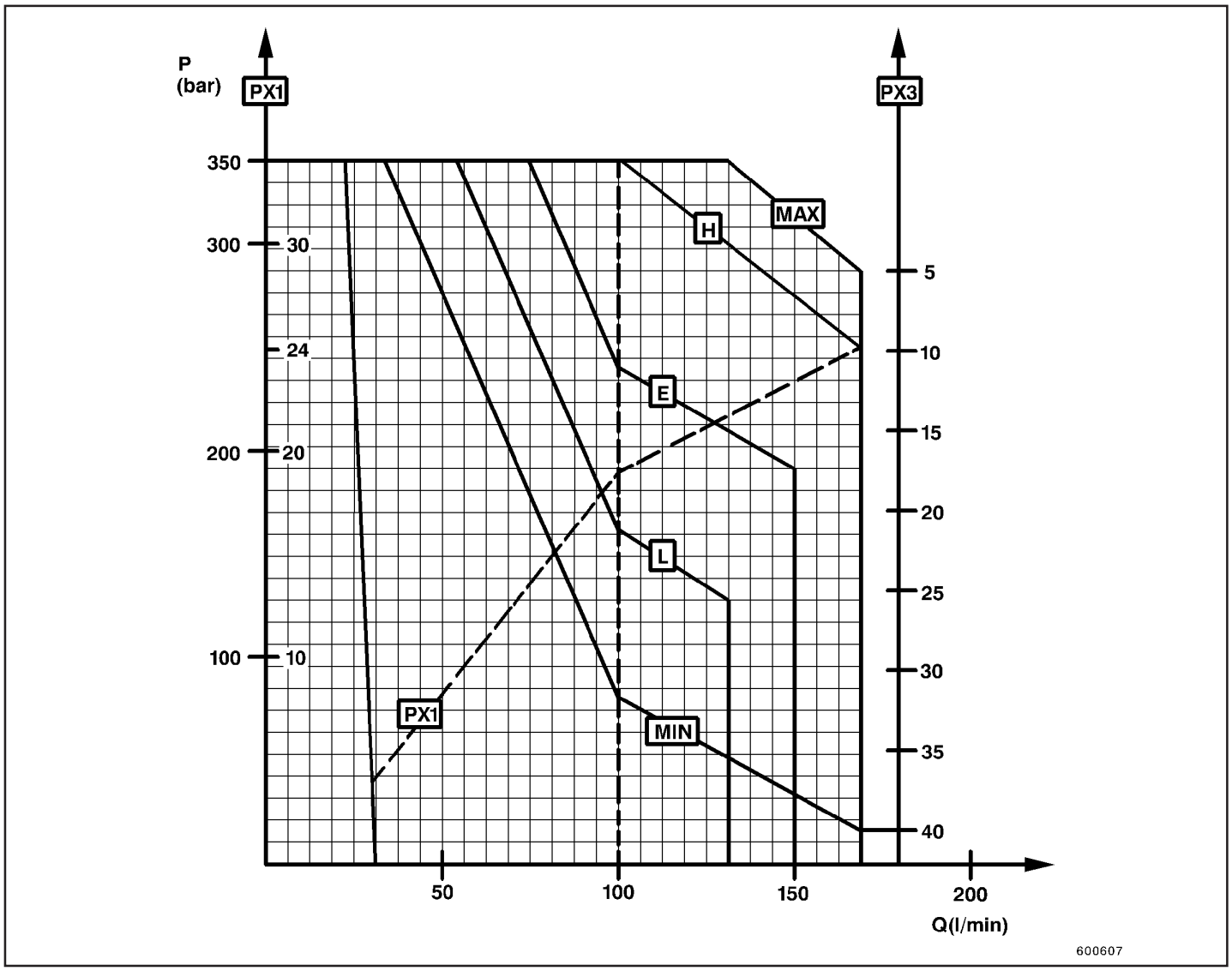


Fig.2

Exemplo:

Modo	L=Leve	E=Econômico	H=Pesado
$Q_{l/mín}$	136	151	167
PX3 (bar)	26,5	17,0	11,0
rpm	1800	2000	2200

Determinação da rotação nominal

Como uma escavadeira deve ser capaz de trabalhar em diferentes faixas de rotação do motor, o controlador do limitador de potência também deve permitir um funcionamento estável nestas condições de operação.

O controlador deve ser informado sobre cada alteração do valor nominal da rotação.

Isto é obtido pelos interruptores hidráulicos de pressão em contato com a abertura do circuito do servo em > 3,5 bars (S10.1 DLS / S10.2 DSF)

No modo de deslocamento (travelling), S10.2 abre (com escavadeiras móveis e outras escavadeiras) e coloca a bomba em condição máxima (100% de uma bomba).

Quando o interruptor abre, a rotação nominal calculada pelo computador interno do PCS com base na rotação real mais alta é congelada como a rotação de referência. Se o motor é agora carregado de forma que a rotação caia abaixo da rotação nominal, a válvula proporcionadora (Y10) aciona os dois reguladores de saída, por meio do controlador de pressão (X3), para uma regulagem inferior (Fig. 2).

As flutuações de pressão são compensadas pelo governador interno por mola da bomba.

Se necessário, a saída efetiva das bombas principais é reduzida pela saída para giro.
Aumentado, a saída para giro reduz a rotação do motor diesel. O governador começa a reduzir a saída efetiva das bombas principais pelo aumento da pressão de controle (X3).

A saída das bombas principais é reduzida de um valor equivalente à potência consumida pela bomba de giro. A instalação de um modo de giro (Swing-MODE) (ativado após o acionamento do motor), reduz o consumo de potência da bomba de giro para operações normais - pequenos ângulos de inclinação até 90° - e é dada prioridade ao levantamento do braço de elevação.

Após a desativação do Swing-MODE. O circuito da rotação pode fazer uso da potência máxima.

Dentro dos limites das faixas de controle, o controlador do limitador de potência mantém a soma de todos os consumidores em um valor igual a 100% da potência líquida produzida.

Dentro dos limites das faixas de controle, qualquer modificação no nível de pressão na bomba provoca também uma modificação no controle de pressão pela variação da rotação do motor diesel, com a respectiva modificação da faixa de fornecimento das duas bombas principais.

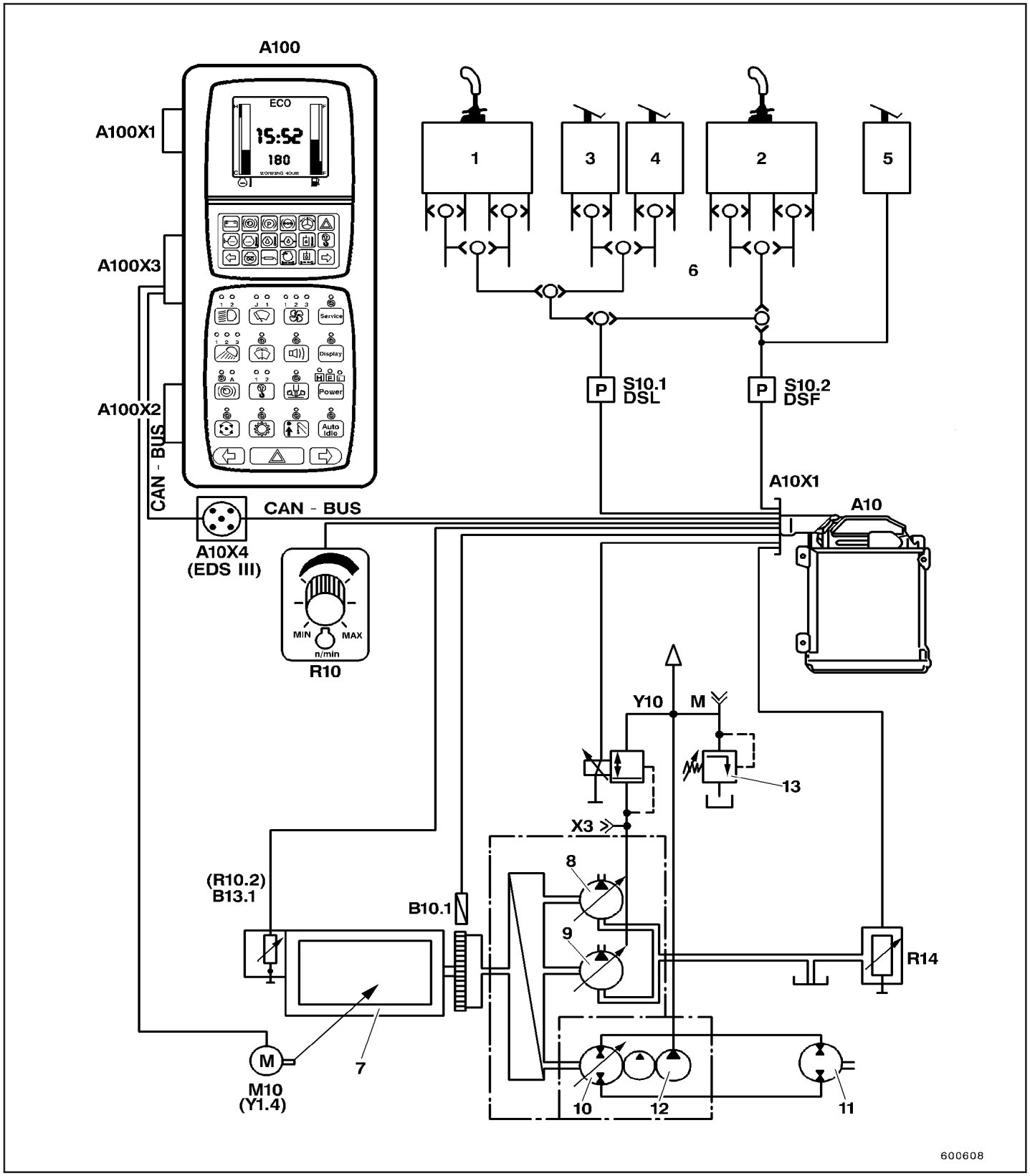

A100
A100X1
A100X3
A100X2
CAN - BUS
ECO
15:52
180
Service
Display
Power
Auto idle
A10X4
(EDS III)
CAN - BUS
MIN
MAX
n/min
R10
1
3
4
2
5
6
P
S10.1
DSL
P
S10.2
DSF
A10X1
A10
Y10
M
13
X3
8
9
(R10.2)
B13.1
B10.1
R14
7
M
M10
(Y1.4)
10
12
11
600608

Fig.1

Diagrama funcional do PCS

Tabela de componentes do PCS (Fig. 3)

A10	Computador de borbo (ODC)
A10X4	Tomada de diagnósticos para dispositivo de teste portátil (EDS)
A100	Painel de controle
B10.1	Sensor de rotação do motor (indutivo)
B13.1 R10.2	Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento
M10 Y1.4	Atuador da velocidade do motor Solenóide de corte do motor - Engine - STOP
R10	Potenciômetro de velocidade do motor
R14	Sensor de temperatura do óleo hidráulico
S10.1 (DSL)	Interruptor de pressão do servo
S10.2 (DSF)	Interruptor da pressão de translação (somente escavadeira móvel)
Y10	Válvula proporcionadora (controle de saída da bomba principal)
M	Pórtico medidor da pressão do servo (45^{+1} bar)
X3	Pórtico medidor - Pressão de controle da válvula proporcionadora
1	Válvula do servo - braço de penetração e rotação
2	Válvula do servo - braço de elevação e caçamba
3	Válvula do servo - translação esteira direita
4	Valvula do servo - translação esteira esquerda
5	Válvula do servo - translação (somente escavadeira móvel)
6	Lógica da válvula alternadora
7	Motor Diesel
8	Bomba principal P1
9	Bomba principal P2
10	Bomba de giro P3
11	Motor de giro
12	Bomba de servo pressão
13	Alívio de pressão do circuito de servo pressão

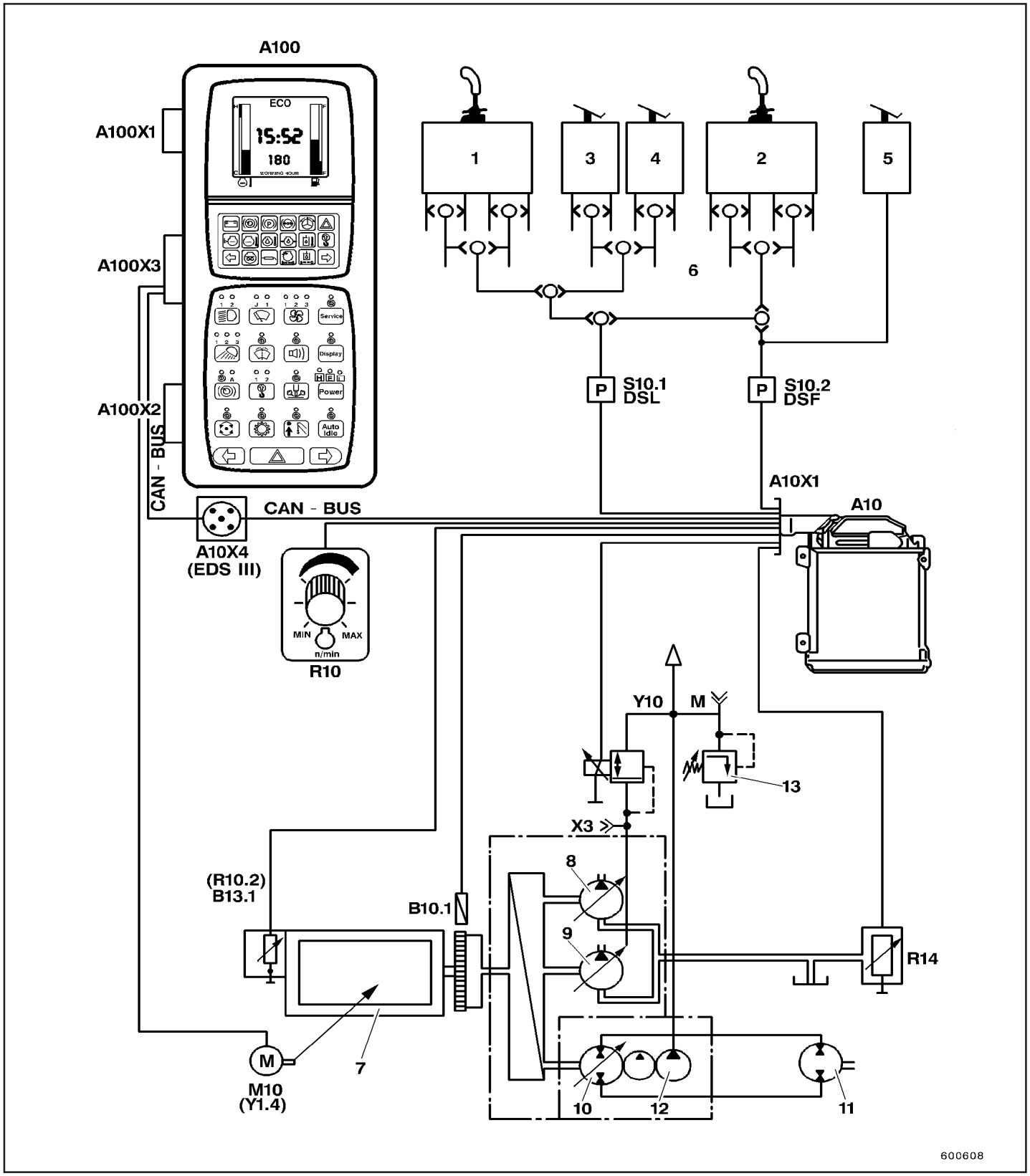

A100
A100X1
A100X3
A100X2
CAN - BUS
A10X4
(EDS III)
CAN - BUS
ECO
15:52
180
Service
Display
Power
Auto Idle
1
3
4
2
5
6
P
S10.1
DSL
P
S10.2
DSF
A10X1
A10
MIN
MAX
n/min
R10
Y10
M
13
X3
8
9
(R10.2)
B13.1
B10.1
R14
M
M10
(Y1.4)
7
10
12
11
600608

Fig.4

Descrição do PCS

Os componentes principais do PCS são o Painel de Controle (A100, Fig. 4) e Computador Interno (A10).

Estes dois módulos eletrônicos são interconectados por meio do CAN (Control Area Network - Rede da Área de Controle), que é um sistema de transferência de dados que permite a troca mútua de informações. O Computador Interno recebe informações em tempo real (real-time), tais como rotação do motor diesel, sensores de dados e situação dos interruptores; e controla a válvula proporcionadora, garantindo a regulagem de saída do sistema hidráulico.

Ao mesmo tempo, o computador assume a tarefa de monitorar a temperatura do motor e do sistema hidráulico e de verificar permanentemente os sensores quanto a cabos quebrados e curto circuito (ODC - ON-BOARD DIAGNOSTIC SYSTEM - Sistema de Diagnóstico Interno).

Um bloco integrado de memória não-desgravável grava todos os dados essenciais no caso de malfuncionamento e facilita na subseqüente solução de problema.

Um instrumento de coleta de informações (EDS) especialmente projetado pode ser usado para recuperar os parâmetros do sistema e, se necessário, executar operações pré-programadas do sistema por meio de uma interface serial (CAN-Bus) (A10X4).

O Painel de Controle (A100) assume tarefas de aplicação relacionadas, tais como:
- Mostrar as funções
- Monitorar funções do sistema elétrico convencional
- Controlar funções do operador

Todas as condições essenciais dos comandos de funcionamento geral e seus dados são transmitidos pelo CAN-Bus para o Computador Interno e vice versa.

Condições de controle do PCS:
- Rotação do motor
- Aquecimento
- Marcha lenta automática
- Aumento de potência
- Modo de giro (swing-mode)
- Freio de giro (swing brake)
- Modo de potência (Power-MODE)
- Martelo hidráulico (opcional)

O Modo de potência (Power-MODE), pode ser usado para adaptar o desempenho da máquina ao trabalho que está sendo realizado em 6 tipos diferentes de aplicação (neste caso, a rotação do motor e saída da bomba estão diretamente relacionadas).

Pesado (HEAVY) 100%	Desempenho máximo da máquina.
Econômico (ECO) 90%	Trabalhos normais com otimização da relação motor / bomba.
Levantamento (LIFT) 65%	Manuseio e levantamento de cargas pesadas.
Aumento de Potência 65%	Levantamento de cargas pesadas com pressão aumentada. Transferência até 100% de potência.
Martelo (Opcional) 100%	Para uma bomba.

O sistema de regulagem da rotação do motor elétrico (R10/M10) permite sobrepor livremente uma rotação escolhida, independentemente do MODO selecionado.
Para reduzir o barulho e as emissões do escapamento, o PCS tem as funções de redução de rotação para nível baixo (low-level) e nível alto (high-level).

Redução de nível baixo:	30 a 100 rpm menos, em situações sem carga (sempre ativo).
Redução de nível alto:	Baixa rotação 850 a 900 rpm, se o trabalho for interrompido por mais de 10 segundos (pode ser ativado/desativado no interruptor de marcha lenta automática (Auto-idle).

Seqüência de operações

- Aquecimento do motor
  - O PCS está configurado para o aquecimento
  - O Painel de Controle faz a leitura da opção durante a fase de acionamento
  - O PCS reorganiza a fase de aquecimento < 40 °C
  - O PCS envia informações para o Painel de Controle
  - O PCS posiciona o motor e as bombas para o modo UFT (levantamento)
  - O Painel de Controle indica o aquecimento
  - O Painel de Controle indica ECO (econômico)

- Modo de potência serviço pesado (HEAVY)
  - O operador seleciona o modo serviço pesado (HEAVY)
  - O Painel de Controle envia informações para o PCS
  - O PCS ajusta o motor e as bombas para o modo serviço pesado (HEAVY)
  - O sensor de rotação (PICK-UP) envia informações da rotação para o PCS
  - Informações de carga para o PCS vinda do S10.1 e/ou S10.2
  - O PCS ajusta a rotação nominal
  - O PCS inicia a regulagem da carga por meio do Y10
  - O ODC monitora as temperaturas
  - O PCS detecta a condição “sem-carga”
  - O PCS ajusta o motor para a redução de nível baixo (low-level)
  - O PCS ajusta o motor para marcha-lenta após 10 segundos (valor predefinido do sistema)

- Aumento de potência (Power Boost)

  Ativado quando:
  - O PCS tiver sido configurado para o modo “Power Boost”
  - A escavadeira estiver trabalhando nos modos “ECO” ou “HEAVY”
  - O botão de pressão da alavanca de controle não estiver pressionado
  - O tempo do “Power Boost” ainda não tiver sido atingido

  Resposta:
  - O Painel de Controle envia informações para o PCS
  - O Painel de Controle e o PCS ajustam as saídas para a operação “Power Boost”
  - O PCS ajusta previamente a potência máxima de saída da máquina (HEAVY mode)
  - A máquina trabalha em um nível de pressão mais elevado

ODC - Computador Interno de Diagnóstico (On-Board Diagnostic Computer)

O Computador Interno permite a monitoração permanente da temperatura do líquido de arrefecimento e da temperatura do óleo hidráulico por meio de sensores (B10.1 e R14, Fig. 4).

O ODC indica uma falha quando os valores preestabelecidos no programa são excedidos (Fig. 5) e grava o evento em uma memória específica sobre falhas.

As medidas de temperatura podem ser mostradas durante a operação, utilizando-se do instrumento EDS-Tester (Fig. 5). Também as temperaturas limite são indicadas no mostrador do EDS.

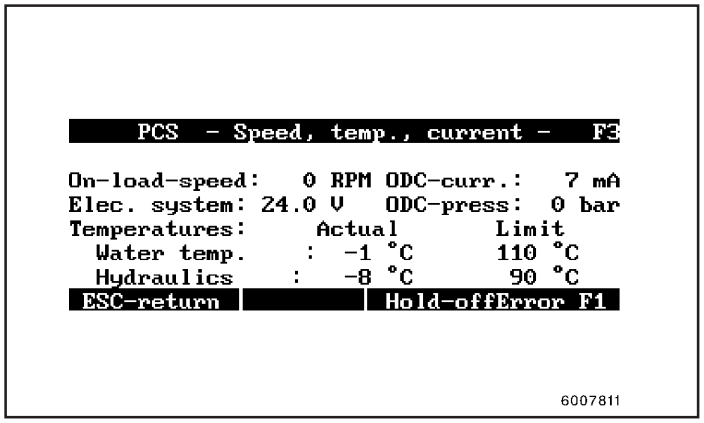


Fig.5

O operador é informado da falha em uma tela específica do mostrador do Painel de Controle (ver tabela “CÓDIGOS DE ERROS”).

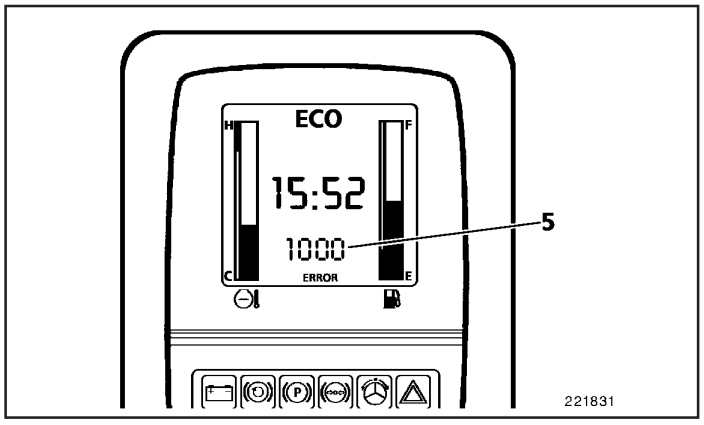


Fig.6

O controle de temperatura integrado no ODC reduz a saída da bomba através do controle de fluxo da válvula proporcionadora para reduzir o esforço na máquina.

Condição: Temperatura muito alta

- Temperatura do motor

  Diminuição continua para a mínima vazão de saída
- Temperatura do óleo hidráulico

  Passagem para o modo LIFT

Como medida de proteção do sistema, o ODC monitora adicionalmente a integridade do circuito quanto a cabos quebrados e curto circuitos (válvula proporcionadora, sensor de temperatura do óleo hidráulico, sensor de temperatura do líquido de arrefecimento).

Condição: cabo quebrado / curto circuito

- Válvula proporcionadora

  O limitador de potência não está funcionando

  Ambas bombas não podem ser reguladas pela X3. Em casos extremos, o motor diesel é sobrecarregado quando a potência é solicitada.
- Sensor de temperatura do óleo hidráulico

  No modo LIFT, o vazão de saída da bomba é reduzida.
- Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento

  No modo LIFT, o vazão de saída da bomba é reduzida.

Ambas condições são sentidas após um tempo de resposta de 3 a 5 segundos pelo ODC, e automaticamente gravadas e indicadas pelo CÓDIGO DE ERRO que aparece na tela do mostrador.

Exceção: Aquecimento

- Sensor de temperatura do óleo hidráulico e sensor de temperatura do líquido de arrefecimento.

  Neste caso, o tempo de resposta após o motor ser acionado é de 5 minutos, pois os sensores não são capazes de distinguir “cabo quebrado: sim / não” devido à alta resistência dos sensores com o motor frio.

Diagnóstico de falhas do PCS

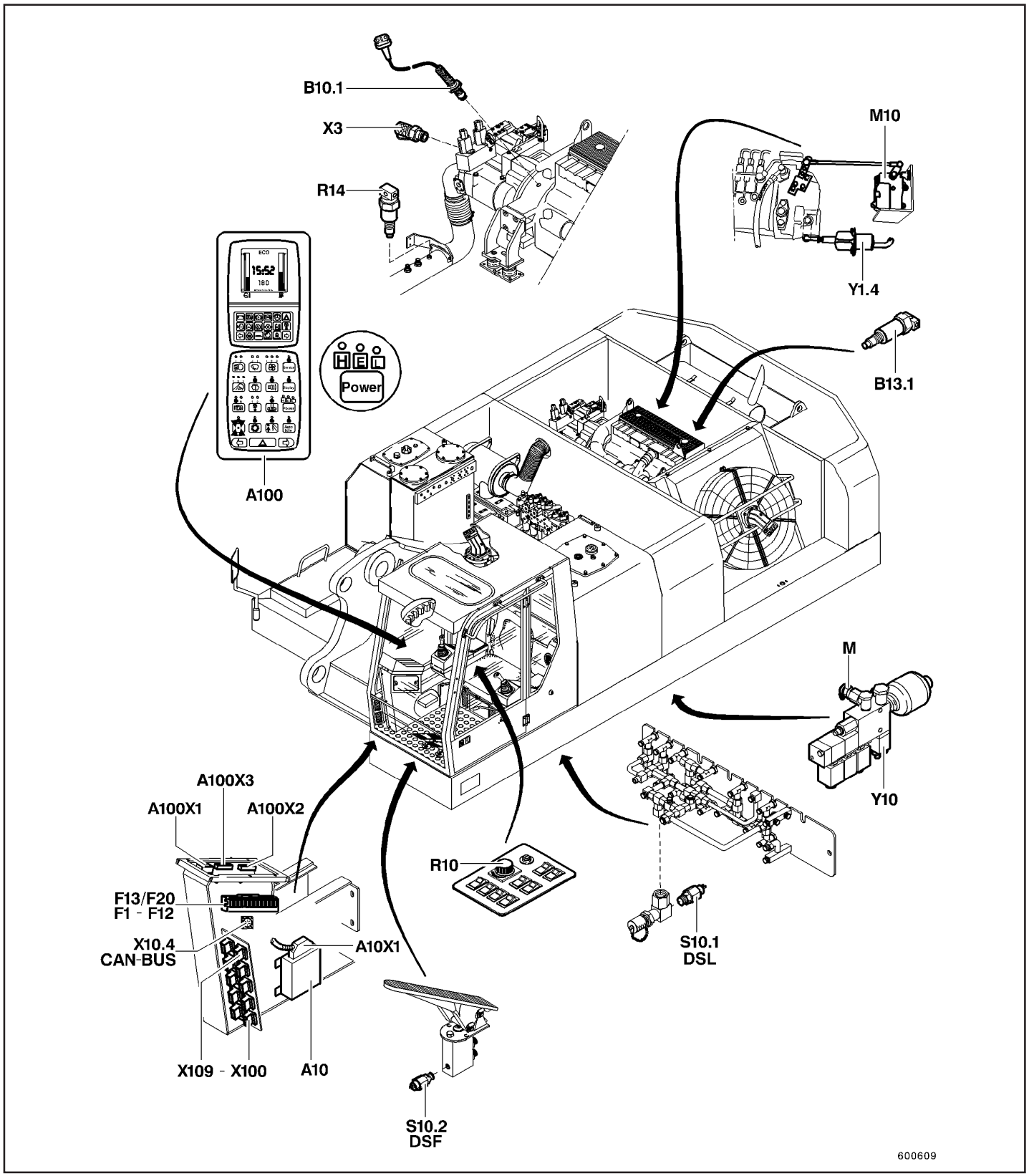


Fig.7

O lay-out do sistema (Fig. 1) mostra a localização de todos os componentes da máquina que estão relacionados com o PCS.

- Painel de Controle
- Sistema Elétrico Central
- Computador Interno
- Atuadores
- Sensores
- Interruptores
- Conectores
- Pontos de Medição

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Modificações***
> ***A localização e os componentes de alguns tipos de máquinas podem ser levemente divergentes dos mostrados no lay-out (Fig. 1).***
> ***As indicações nos documentos de peças de reposição da máquina estão encadernadas.***
> ***Para abreviações, favor consultar o "Diagrama funcional do PCS".***

Localização e correção de falhas

De forma a estar capacitado a corrigir falhas sistematicamente, é necessário estudar primeiramente a localização e o arranjo dos componentes e conjuntos (Fig. 1), para obter uma visão geral sobre o sistema PCS completo.

Então, siga as linhas e conectores com a ajuda do diagrama de circuito da documentação da máquina e verifique o fornecimento de energia e os sinais dos sensores.
Uma boa conexão de aterramento é de importância primordial como, por exemplo, o terminal de aterramento do sistema elétrico central (Fig. 3).

Instruções adicionais para o caso de um problema

Se for detectada temperatura muito alta, é necessário verificar os termostatos, a hélice do ventilador e o radiador combinado.

No caso de um problema em cabo e/ou conector, a continuidade do cabo (cabo quebrado) deve ser verificada e a resistência da ligação deve ser medida com um multímetro.

Os sensores de temperatura devem ter uma resistência ôhmica de mais de 20 Ω e menos de 8 kΩ, quando medida com um multímetro.

A **válvula proporcionadora** tem uma resistência ôhmica menor que 30 Ω e maior que 15 Ω.

Os **interruptores acionados por pressão DSL (S10.1) e DSF (S10.2)** sempre funcionam como elementos de abertura de contato. Desta forma, contatos abertos significa "translação" e/ou "carga".

O **sinal do "pickup" (sensor de rotação do motor)** deve ser maior que 3 volts quando o motor está funcionando e tem a freqüência entre 100 e 5000 Hz

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Se a causa de uma falha intermitente (com redução do desempenho da máquina) não pode ser identificada claramente, verifique primeiramente a indicação digital da rotação no mostrador do Painel de Controle.***
> ***Com o motor na condição sem carga, a rotação não pode variar mais que 20 - 30 rpm.***

Assegurando as condições apropriadas para o teste da máquina

Para a apropriada análise da solução de problemas com o uso do instrumento de diagnóstico EDS, a escavadeira deve ser colocada em uma condição adequada para os testes.

O motor diesel deve ser acionado e o potenciômetro de rotação deve ser regulado para a aceleração máxima. A escavadeira deve funcionar nesta condição **por 5 minutos, no mínimo**. Este tempo é necessário para atingir a temperatura adequada para as avaliações. Somente após o aquecimento o instrumento de diagnóstico EDS e o mostrador de "CÓDIGO DE ERRO" irão indicar possíveis falhas.

Verificação do controle do limitador de potência

Inicie posicionando o seletor de potência para "HEAVY" e então movimente a alavanca do cilindro através do bloco. Repita esta verificação várias vezes.
Agora o EDS permite a leitura da corrente (no menu F1/F2 do diagnóstico de falhas "troubleshooting"). Na condição de posição balanceada, a corrente deve crescer entre 50 mA e 100 mA. Em máquinas com corte de pressão, este teste deve ser realizado com o braço de elevação sendo erguido.

Verificação do controle de temperatura

As temperaturas do motor e do sistema hidráulico podem ser verificadas com o auxílio do menu (F1/F3) do do diagnóstico de falhas. Para ver a tendência da variação de temperatura, movimente o cilindro do braço de penetração contra o batente (no modo HEAVY). Neste caso, as temperaturas devem subir uniformemente e não exceder aos valores limites.

Verificação do modo de operação e das funções especiais

Modo de operação

Posicionando o interruptor POWER para HEAVY / ECO e LIFT resulta em uma alteração dos valores de corrente e HEAVY / ECO e LIFT será mostrado na linha de pressão do interruptor. Adicionalmente, o mostrador indica o DSL para a função de trabalho e o DSF para a condição de translação (apenas para escavadeiras móveis).
Os valores de corrente indicados são modificados somente depois que DSL e/ou DSF forem abertos.

Funções especiais

Quando a função de aumento da potência de levantamento está ativada, a corrente corresponde ao valor de corrente de levantamento (LIFT). A função de martelo hidráulico tem um valor de corrente do DSH ajustado separadamente. Os interruptores de pressão DSS e DSH são mostrados.
Os valores de corrente indicados são modificados somente depois que DSS e/ou DSH forem abertos.

Com a função de redução de rotação ativada, a corrente sobe para 800mA (operação de espera) após o retardo da redução.

Computador interno (A10)

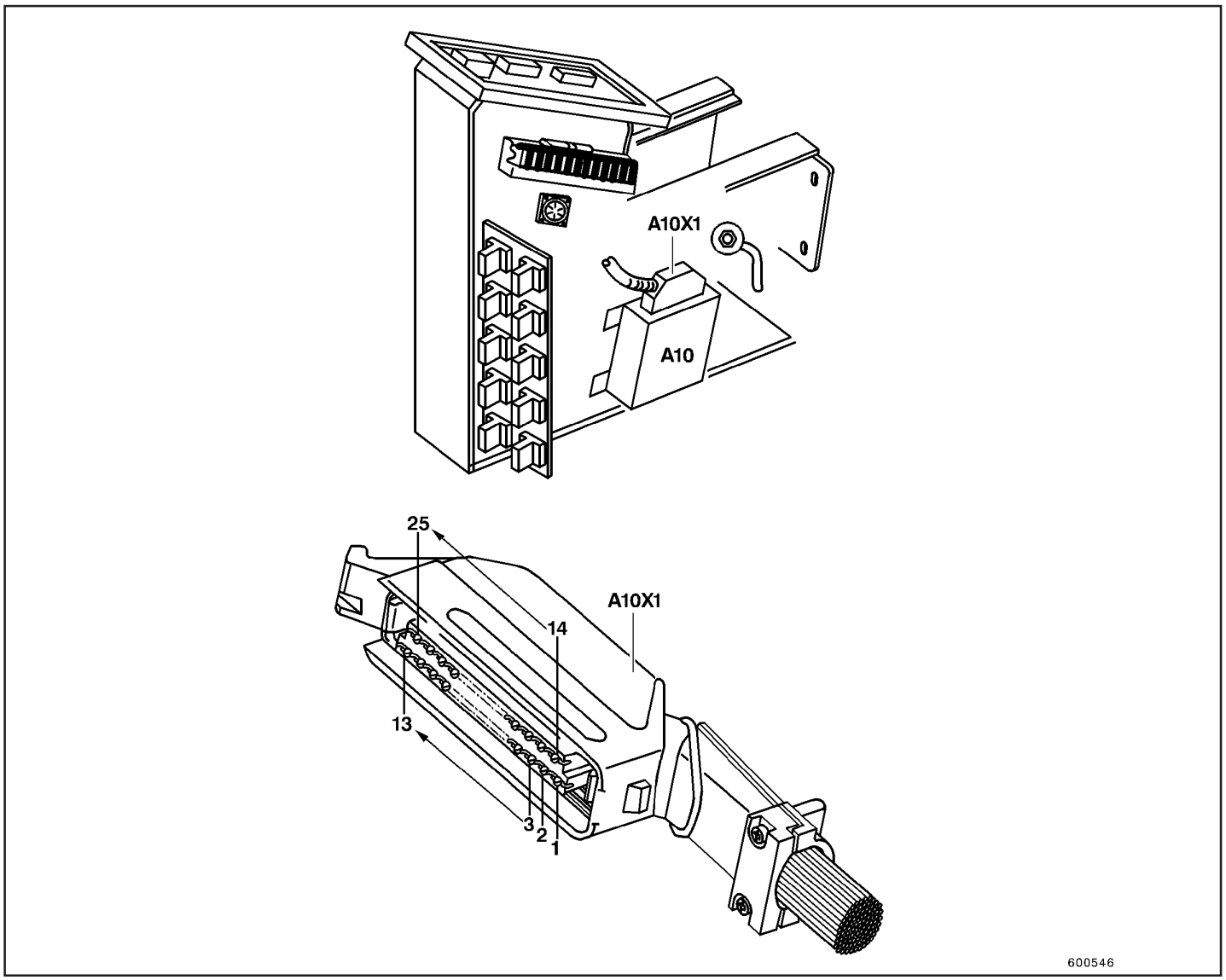


Fig.1

Conector A10X1 (Fig. 1): AMP Junior Timer - 25 pólos

Os contados do conector fêmea A10X1 são numerados em ordem crescente do 1 ao 25, na direção da seta.

Painel de controle (A100)

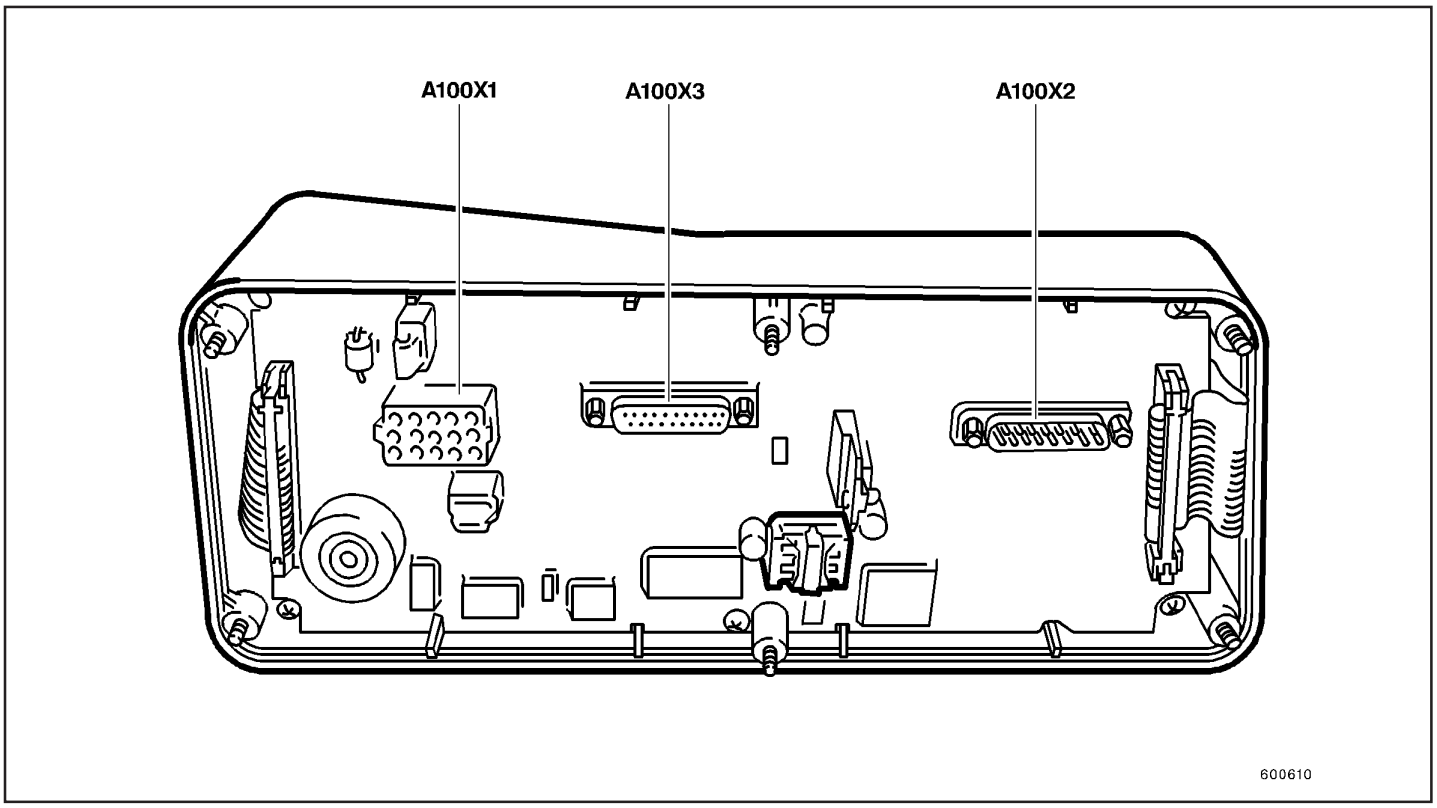


Fig.2

Conector (Fig. 2): A100X1 AMP MAT-N LOK - 15 pólos
A100X2 SUB-D - 25 pólos
A100X3 SUB-D - 25 pólos

Sistema elétrico central

Conector X100 - X109 (Fig. 3)

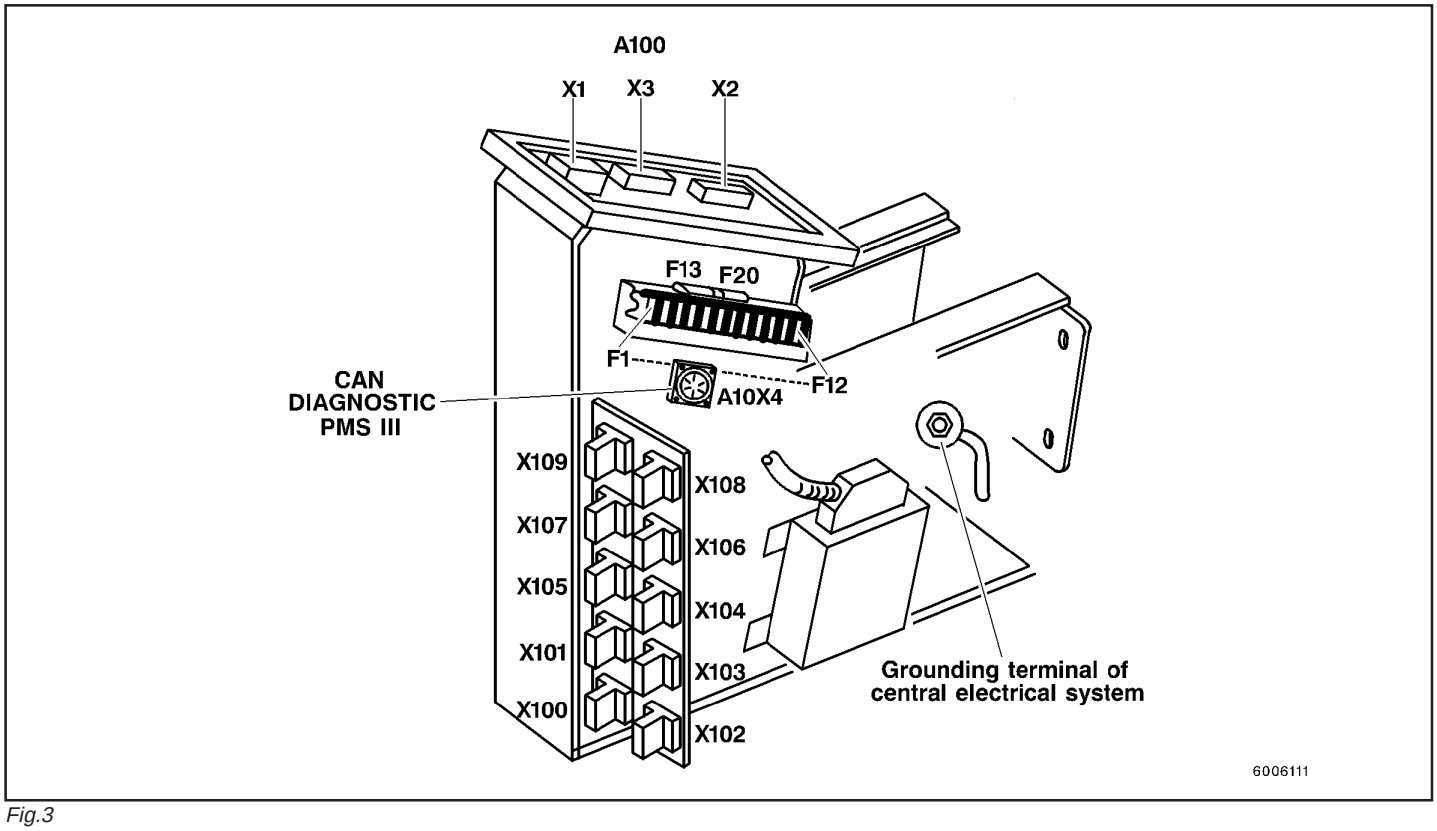


Fig.3

AMP MAT-N LOK 15 pólos (Fig. 4)

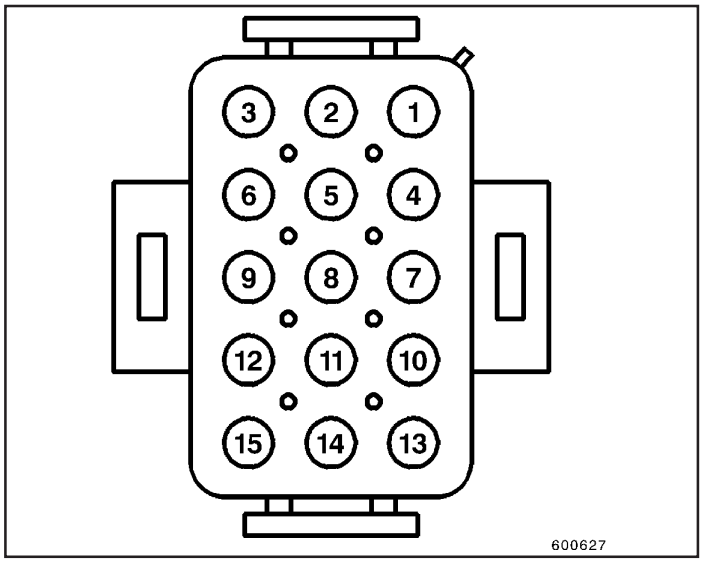


Fig.4

Sensor de rotação do motor PICK-UP magnético (B10.1)

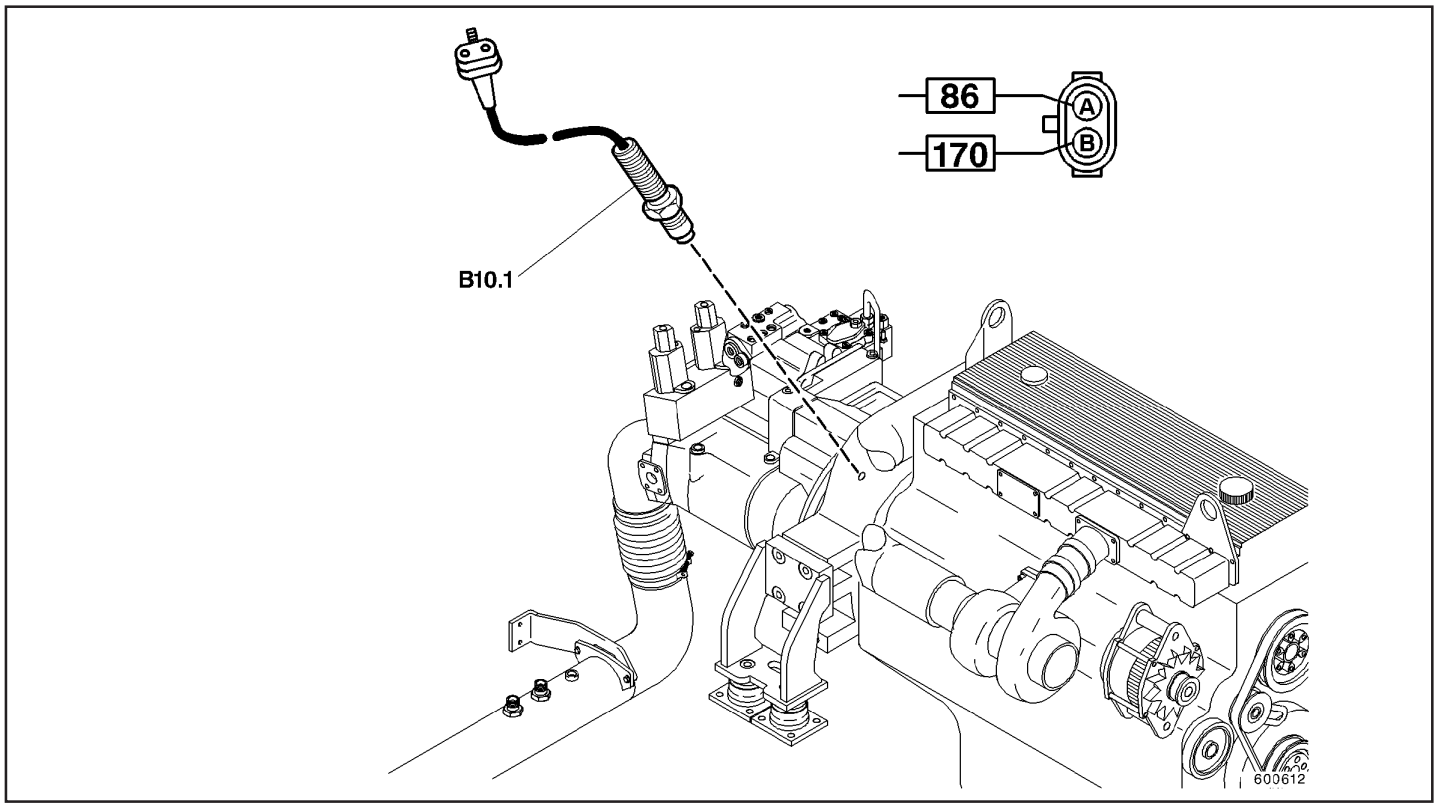


Fig.5

Cabo (Fig. 5)

86 - para sistema elétrico central X101.1 e para computador interno A10X1.24

170 - para o terminal de aterramento do sistema elétrico central

Dado técnico: Rosca 3/4” - 16

Distância de montagem: Parafuse o PICKUP na carcaça do volante do motor até ele encostar no volante. Solte-o, girando-o apenas meia volta. O PICKUP é fixado firmemente no lugar por meio da porca sextavada.

Atuador de aceleração da bomba injetora (M10)

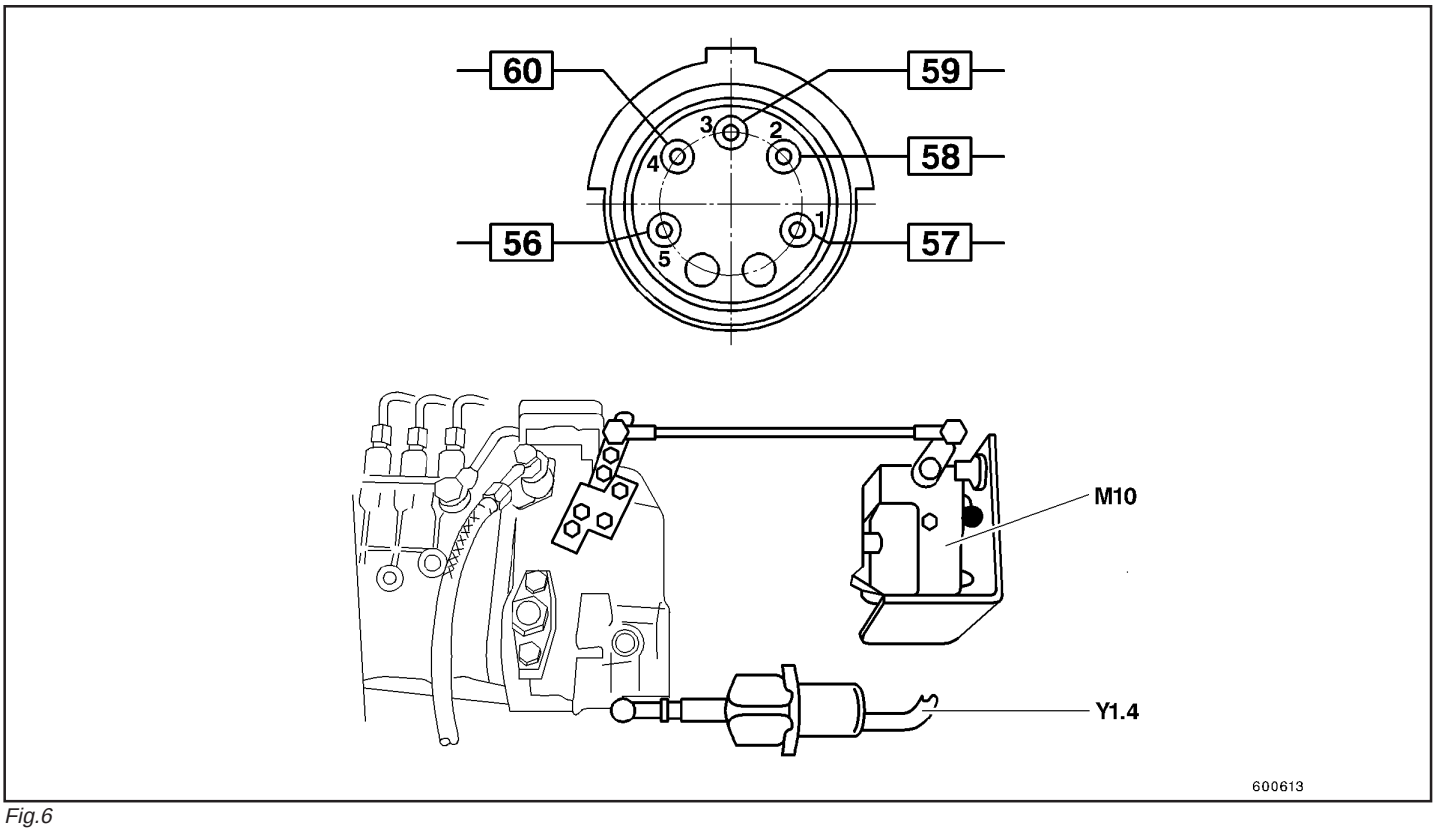


Fig.6

Conector M10 (Fig. 6): ITT Cannon 5 pólos

Cabo

56 - para sistema elétrico central X100.7 para painel X3.16
57 - para sistema elétrico central X100.8 para painel X3.17
58 - para sistema elétrico central X100.9 para painel X3.18
59 - para sistema elétrico central X100.10 para painel X3.19
60 - para sistema elétrico central X100.11 para painel X3.20

Verificação/regulagem da rotação máxima sem carga

O PCS tem faixas de rotação fixas para cada tipo de máquina (Fig. 7)

MODO: H = E - L
Um ajuste incorreto do valor da rotação para HEAVY pode causar um ajuste errado da potência.

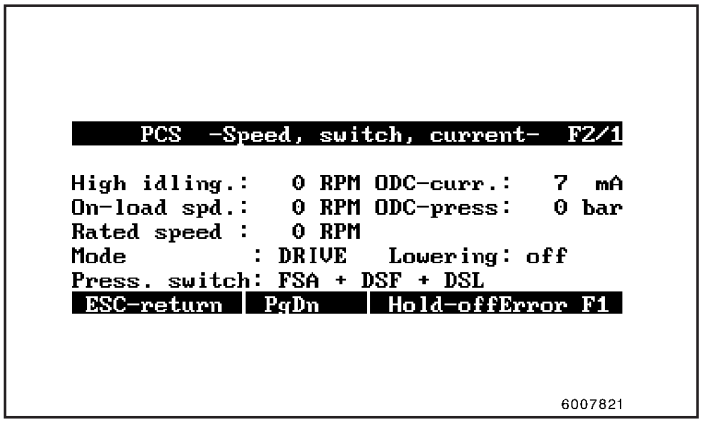


Fig.7

Rotação nominal: Muito alta

- Acione o motor e ajuste o potenciômetro para a máxima rotação no modo HEAVY de potência.

- Leia a rotação nominal no menu F2/1 do dispositivo de teste EDS (Fig. 7)
  - Se a rotação nominal estiver muito alta, aumente a corrente HEAVY no menu de programação P3/1 (Fig. 8) em passos de 2 - 5 mA e leia a rotação nominal no menu F2/1 após pressionar ESC (Fig. 8).

    Se necessário, repita este procedimento várias vezes até que a rotação nominal corresponda ao valor gravado (fig. 8).

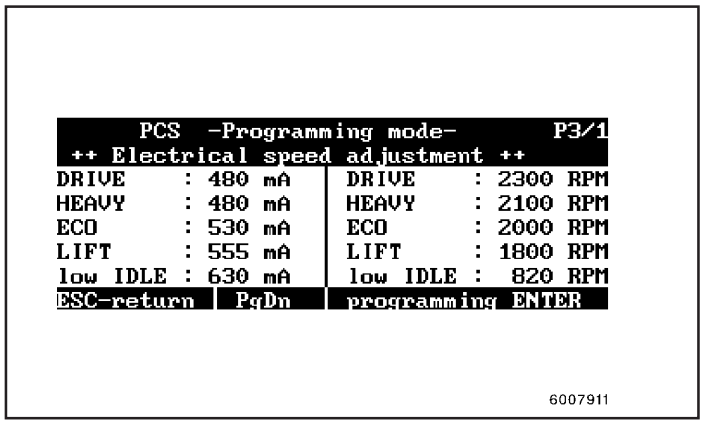


Fig.8

Rotação nominal: Muito baixa

Se a rotação nominal em HEAVY estiver muito baixa e se ela não pode ser aumentada por meio da diminuição da corrente HEAVY (Fig. 7), a alavanca de regulagem da bomba injetora (Fig. 9) encosta parafuso limitador.

Neste caso, pode ser necessário reajustar o parafuso limitador (1) e ajustar a rotação nominal para o valor especificado, como descrito com o EDS III.

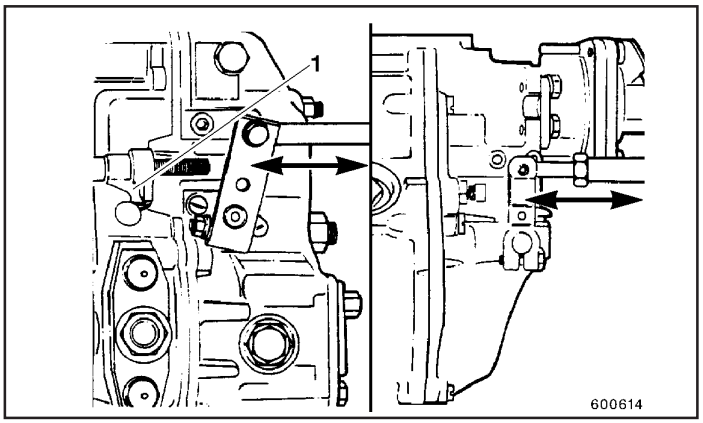


Fig.9

Solenóide de parada do motor (Y1.4)

A alavanca de corte da bomba injetora do motor (Fig. 10) é puxada pelo solenóide de PARADA durante o acionamento do sistema elétrico na posição de partida e é mantida lá com uma baixa corrente de retenção. Quando a voltagem é cortada (ignição em OFF), o fornecimento de combustível é interrompido pelo retorno da alavanca de corte (Fig. 10) e o motor desliga.

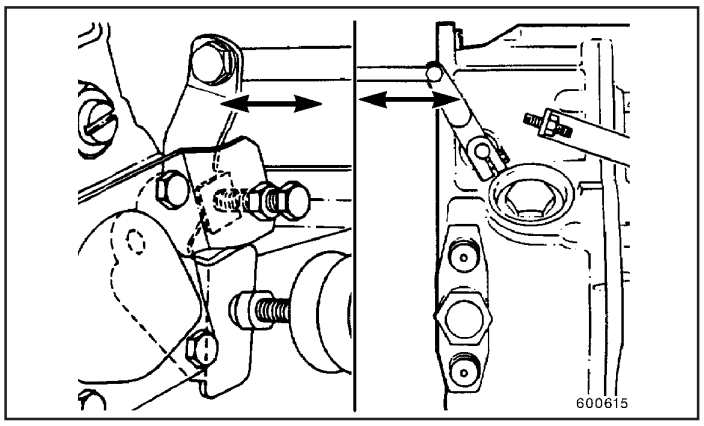


Fig.10

Se a alavanca de corte não está na posição PARTIDA (start) especificada após o motor ligar, não existirá fornecimento adequado de combustível.

Potenciômetro de rotação do motor (R10)

Motor Cummins sem “Centry-System”

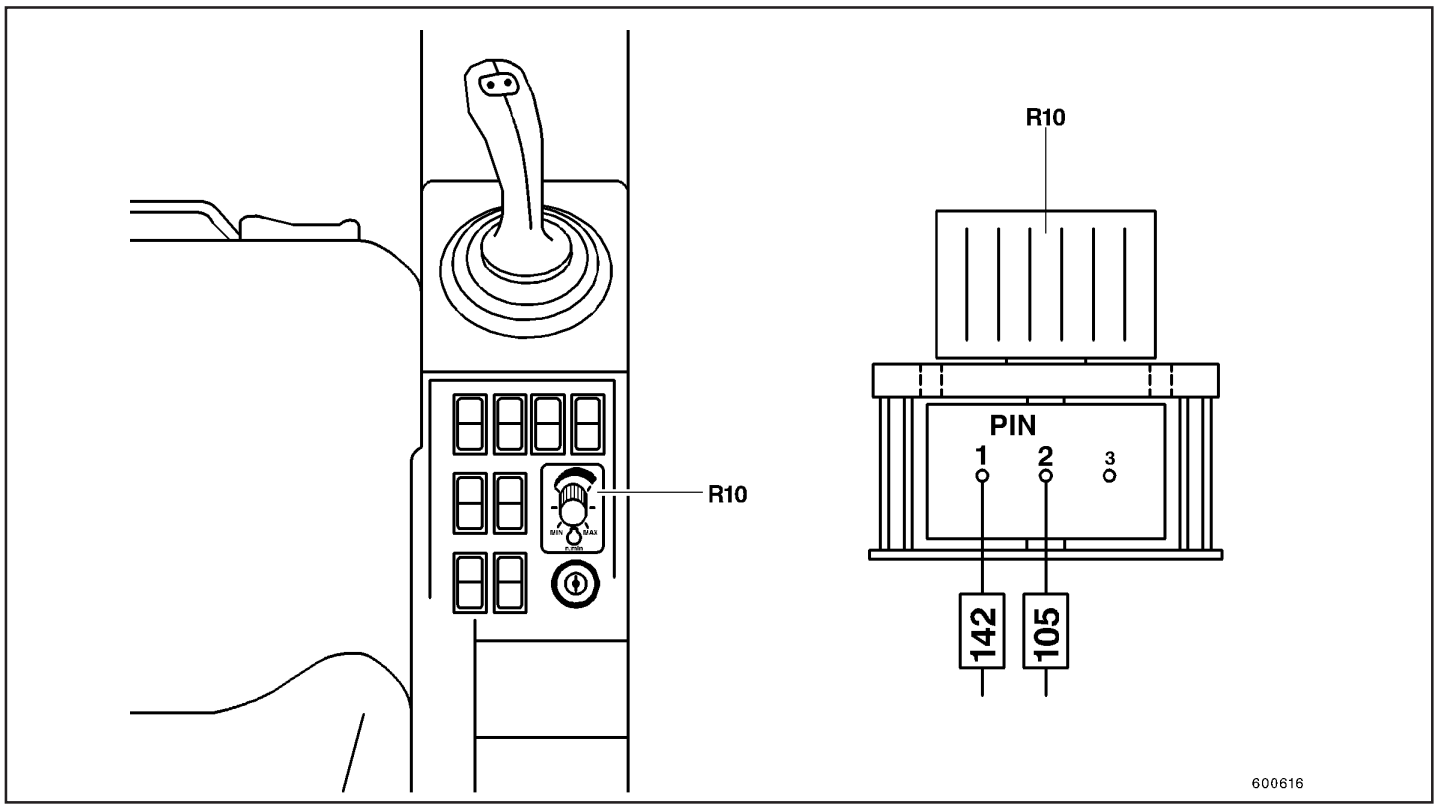


Fig.11

Cabo (Fig. 11)

105 - para o computador interno A10X1.6
142 - para o terminal de aterramento do sistema elétrico central

Verificação

A resistência elétrica entre o pino 1 e o pino 2 é :

- na posição limite do lado esquerdo - 0 Ω
- na posição limite do lado direito - 250 Ω

Conector (C5/C6)
Motor Cummins com “Centry System”

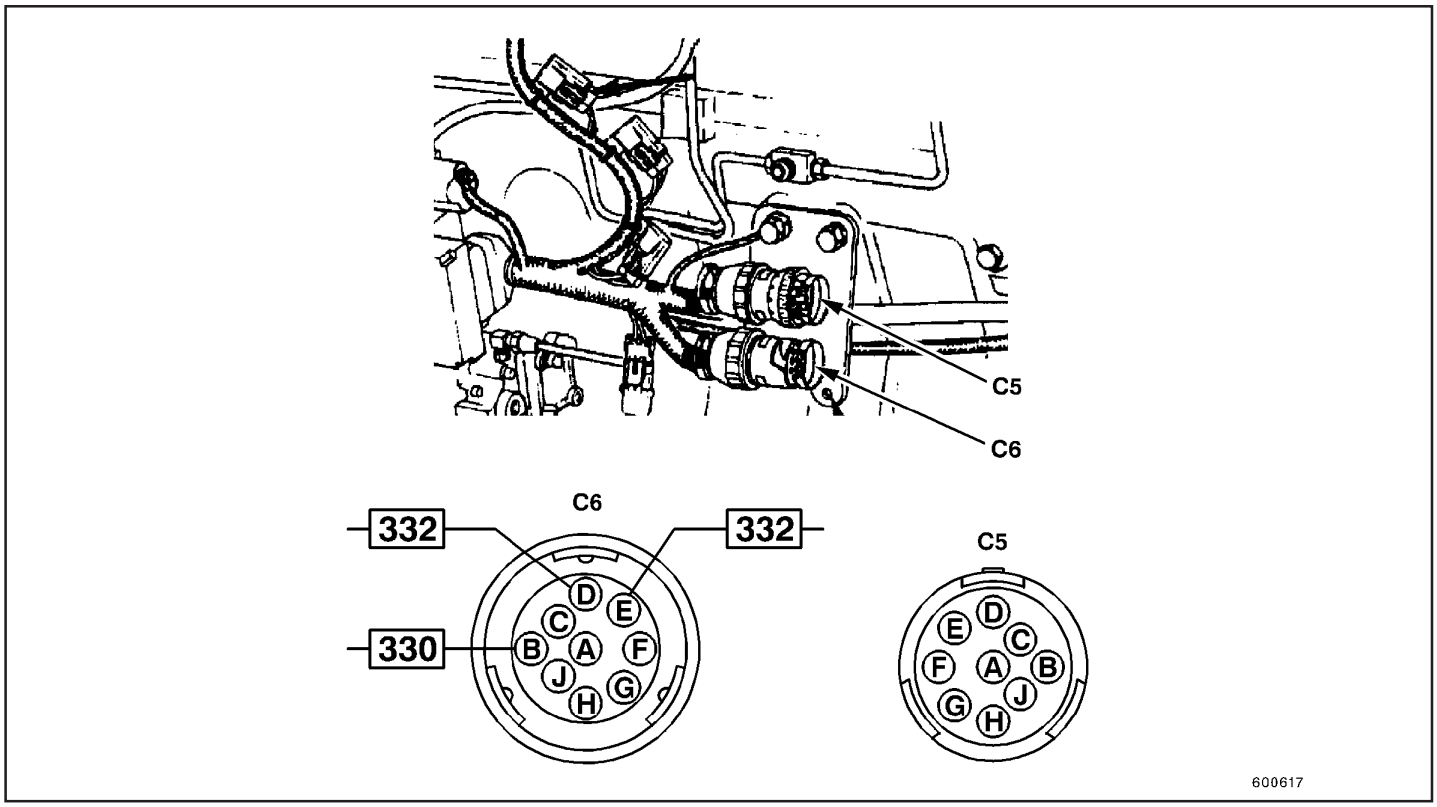


Fig.12

Cabo (Fig. 12)

330 - Conector do motor (C6) pino B para o sistema elétrico central X100A1 e para a placa do potenciômetro A68 pino 3, do pino 4 para potenciômetro XR10 pin 1.

331 - Conector do motor (C6) pino E para o sistema elétrico central X100A2 e para a placa do potenciômetro A68 pino 5, do pino 6 para potenciômetro XR10 pin 2.

332 - Conector do motor (C6) pino D para o sistema elétrico central X100A3 e para potenciômetro XR10 pin 3.

Interruptor de pressão - pressão do servo (S10.1)

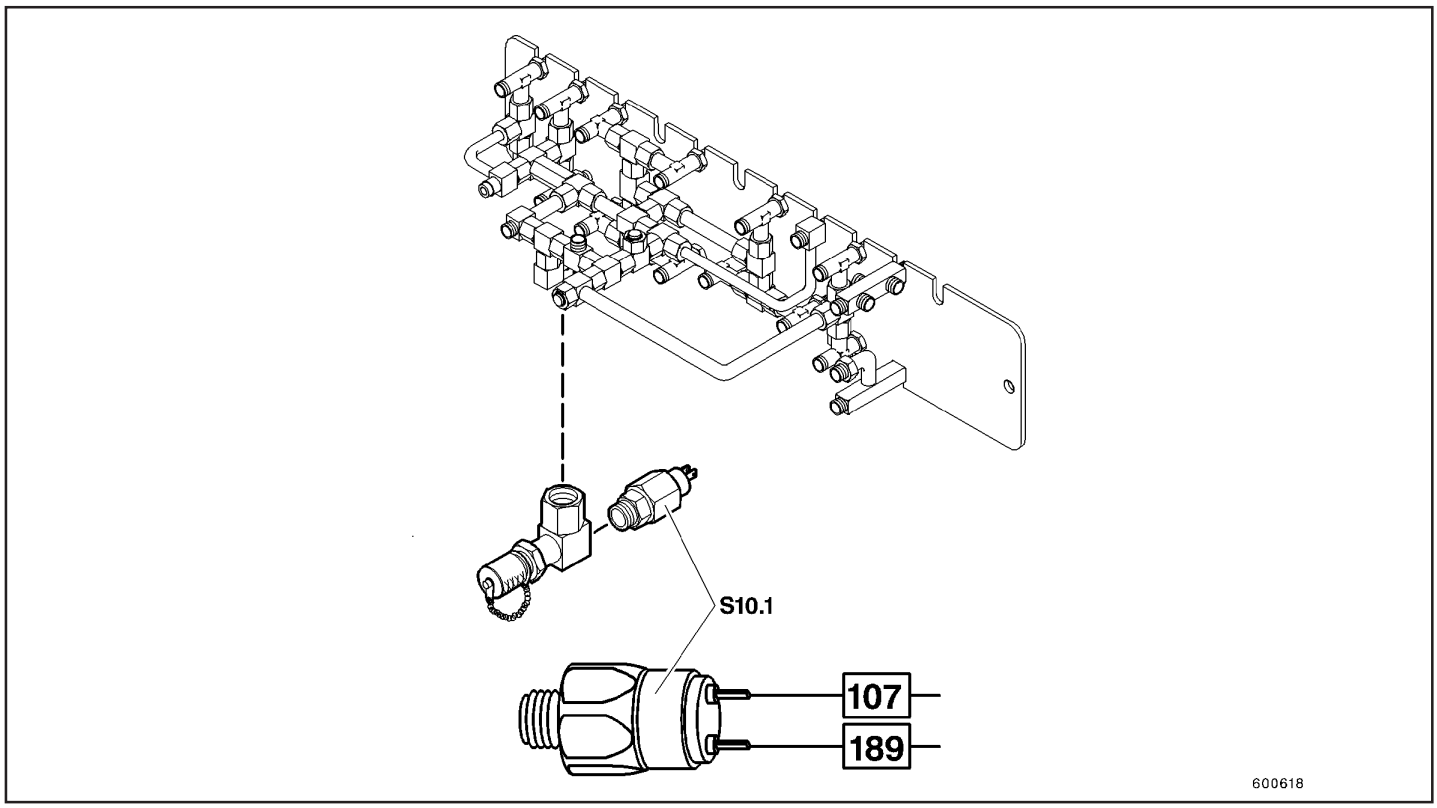


Fig.13

Cabo (Fig. 13)

107 - para sistema elétrico central X102.2 e para computador interno A10X.13
189 - para o terminal de aterramento do sistema elétrico central

Dado técnico
Rosca: M10x1 cônica
Abertura de contato: pressão de abertura = 3,5 bars
2 bornes AMP 6,3 x 0,8 mm

Interruptor de pressão - translação (S10.2)
(escavadeiras móveis e algumas escavadeiras apenas)

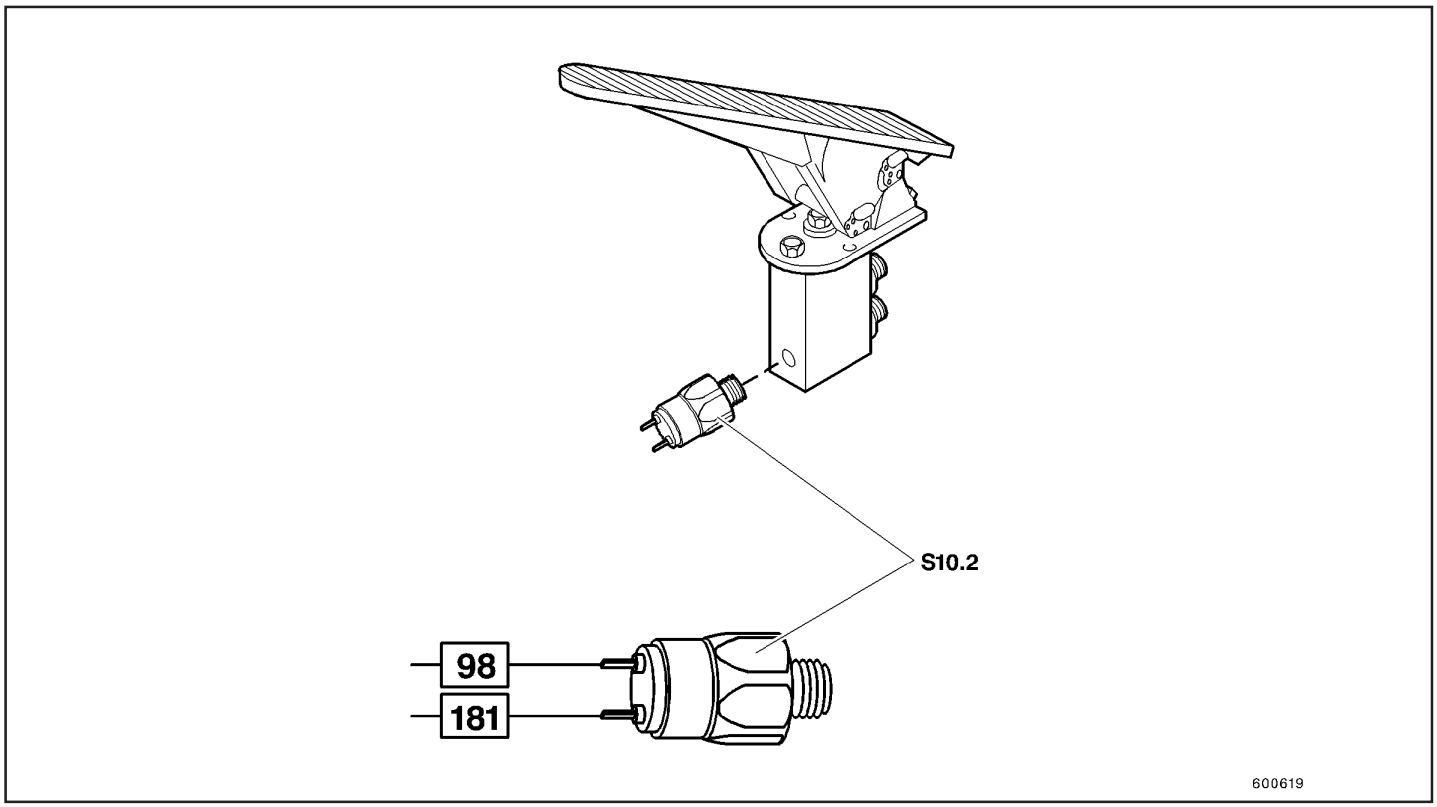


Fig.14

Cabo (Fig. 14)

98 - para sistema elétrico central X102.1 e para computador interno A10X.14
181 - para o terminal de aterramento do sistema elétrico central

Dado técnico
Rosca: M10x1 cônica
Abertura de contato: pressão de abertura = 3,5 bars
2 bornes AMP 6,3 x 0,8 mm

Observação: Em algumas escavadeiras, um segundo interruptor de pressão (S10.2) ajusta a bomba de translação para a potência máxima X3 = 5 bars (uma bomba: 100%). Junto com S10.1, S10.2 tem a prioridade maior.

Válvula proporcionadora (Y10)

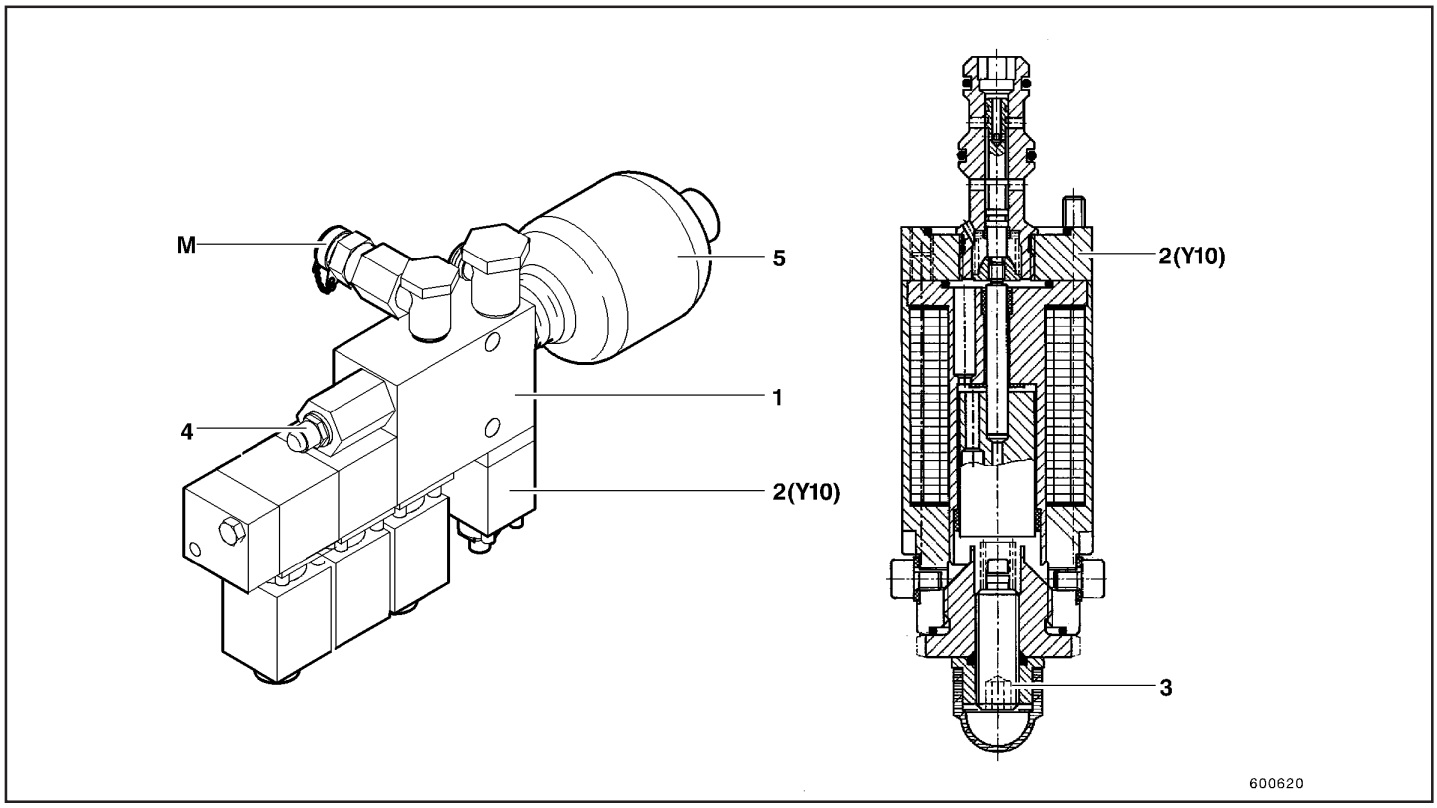


Fig.15

(Fig. 15)
1 Lógica da válvula
2 Cartucho da válvula proporcionadora
3 Agulha de regulagem mecânica (ajuste de emergência da pressão)
4 Válvula limitadora da pressão de servo
5 Acumulador da pressão de servo
M Pórtico de medição da pressão de servo (45^{+1} bars)

Dado técnico
Resistência da bobina: 17 - 20 ohms
Faixa de trabalho: 180 mA - 800 mA (5 bars - 40^{+2} bars)

Válvula conectora (Y10)

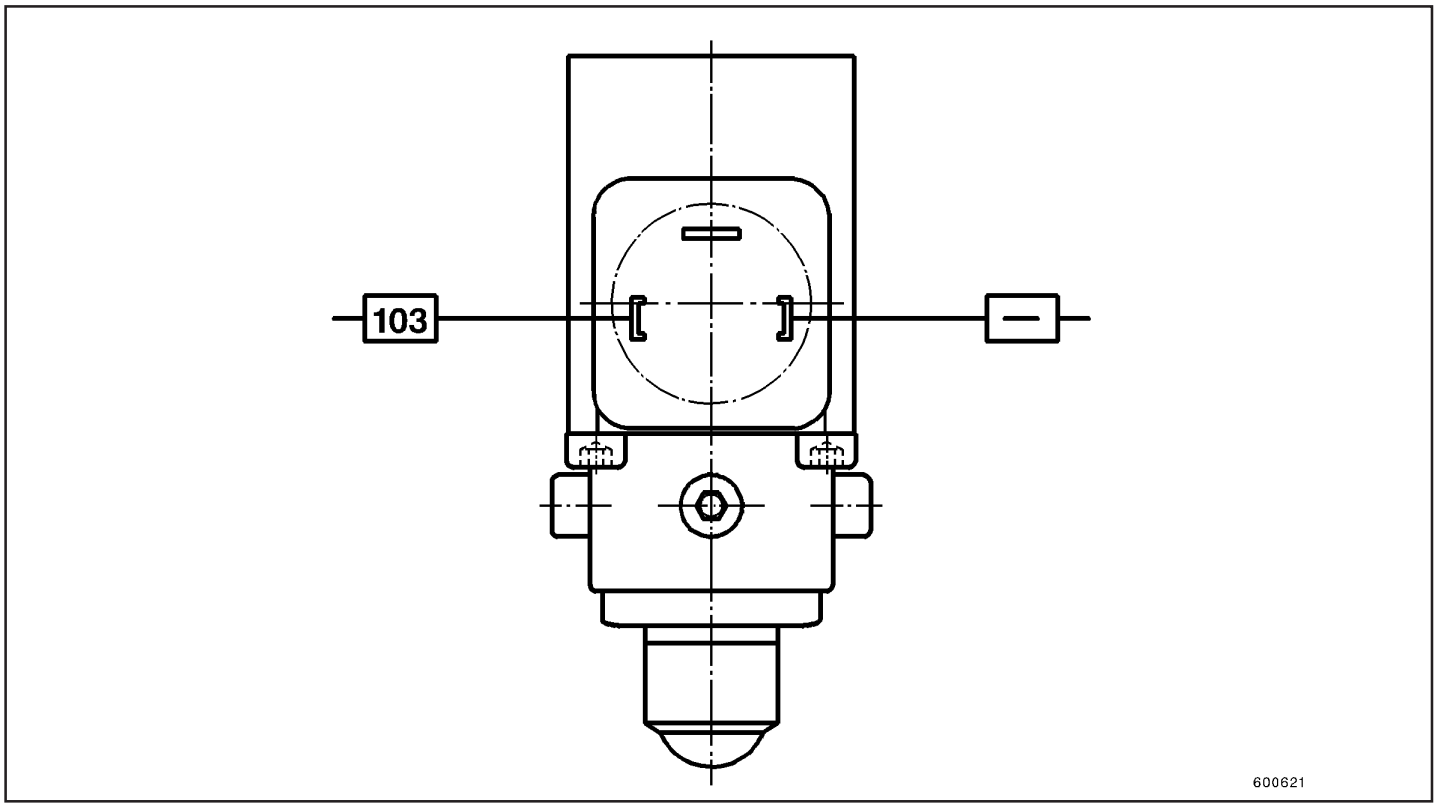


Fig.16

A válvula conectora Y10 é marcada com o numero “1”.
O cabo de duplo corpo de borracha termina no sistema elétrico central.

Cabo (Fig.16)

103 - para o sistema elétrico central X104.1 e para o computador interno A10X1.2.

GND para o terminal de aterramento do sistema elétrico central.

Característica da válvula proporcionadora

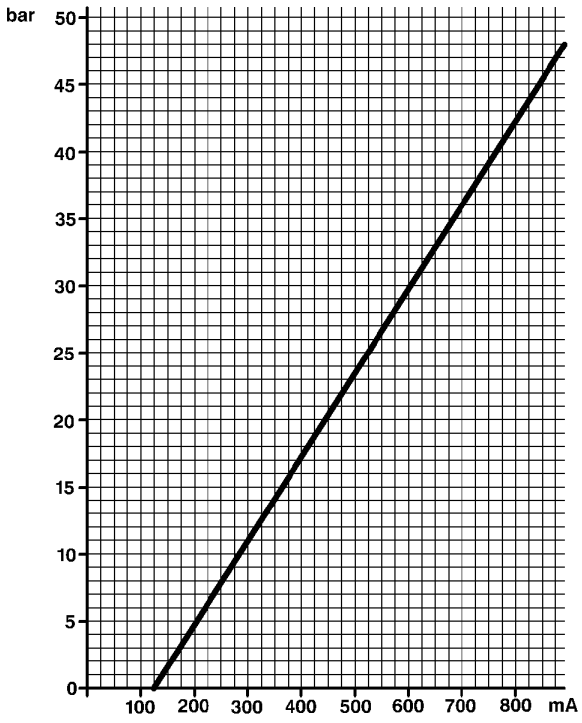


Fig.17

Pressão de controle em função da corrente de entrada (Fig. 17).

Ponto de medição (X3) nas bombas principais

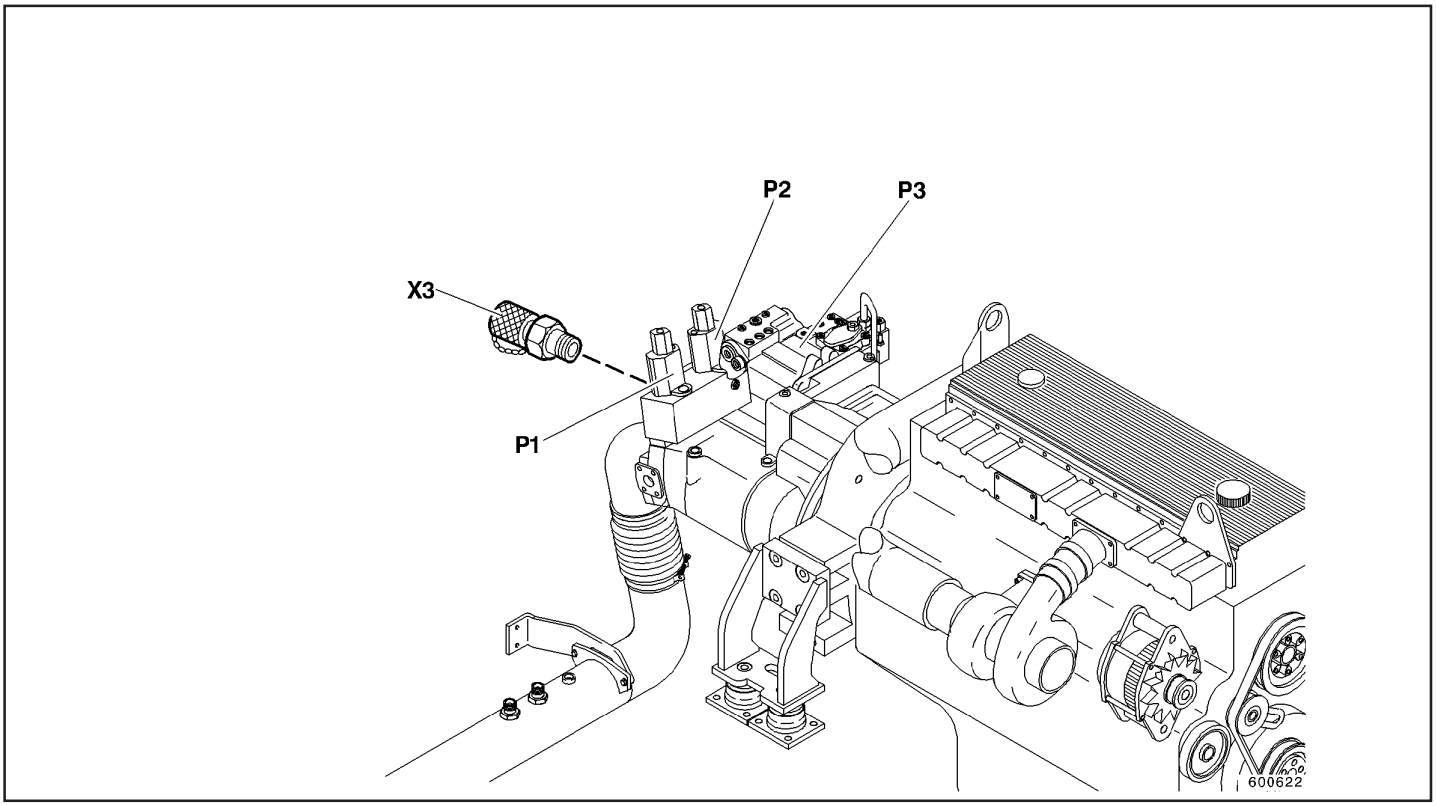


Fig.18

O pórtico (X3, Fig. 18) serve para medir a pressão de controle vinda da saída da válvula proporcionadora.
Dependendo do modo de potência pré-selecionado e do modo de operação, os valores de pressão variam de 5 bars - 40^{+2} bars (180 mA - 800 mA).

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Cada tipo de máquina tem valores de pressão fixos (conforme os "Dados de Serviço" pertencentes às respectivas máquinas).***

Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento B13.1/R10.2

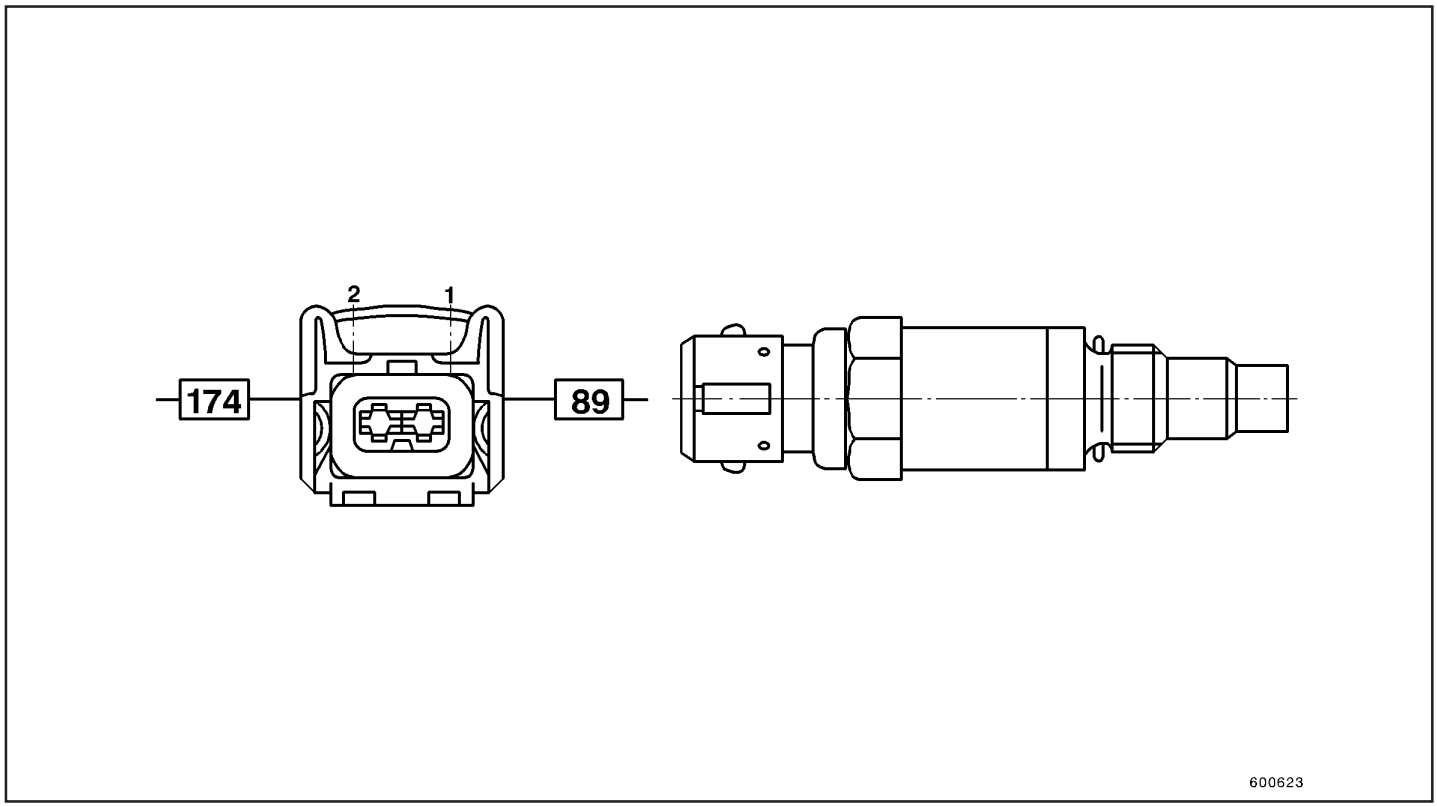


Fig.19

Cabo (Fig. 19)

89 - para sistema elétrico central X101.6 e para computador central A10X1.5
174 - para terminal de aterramento do sistema elétrico central

Dado técnico
Rosca: M14x1,5
Torque de aperto: 20 N.m
Faixa de temperatura de operação: - 30 °C + 150 °C
Transdutor: resistor NTC

Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento B13.1/R10.2

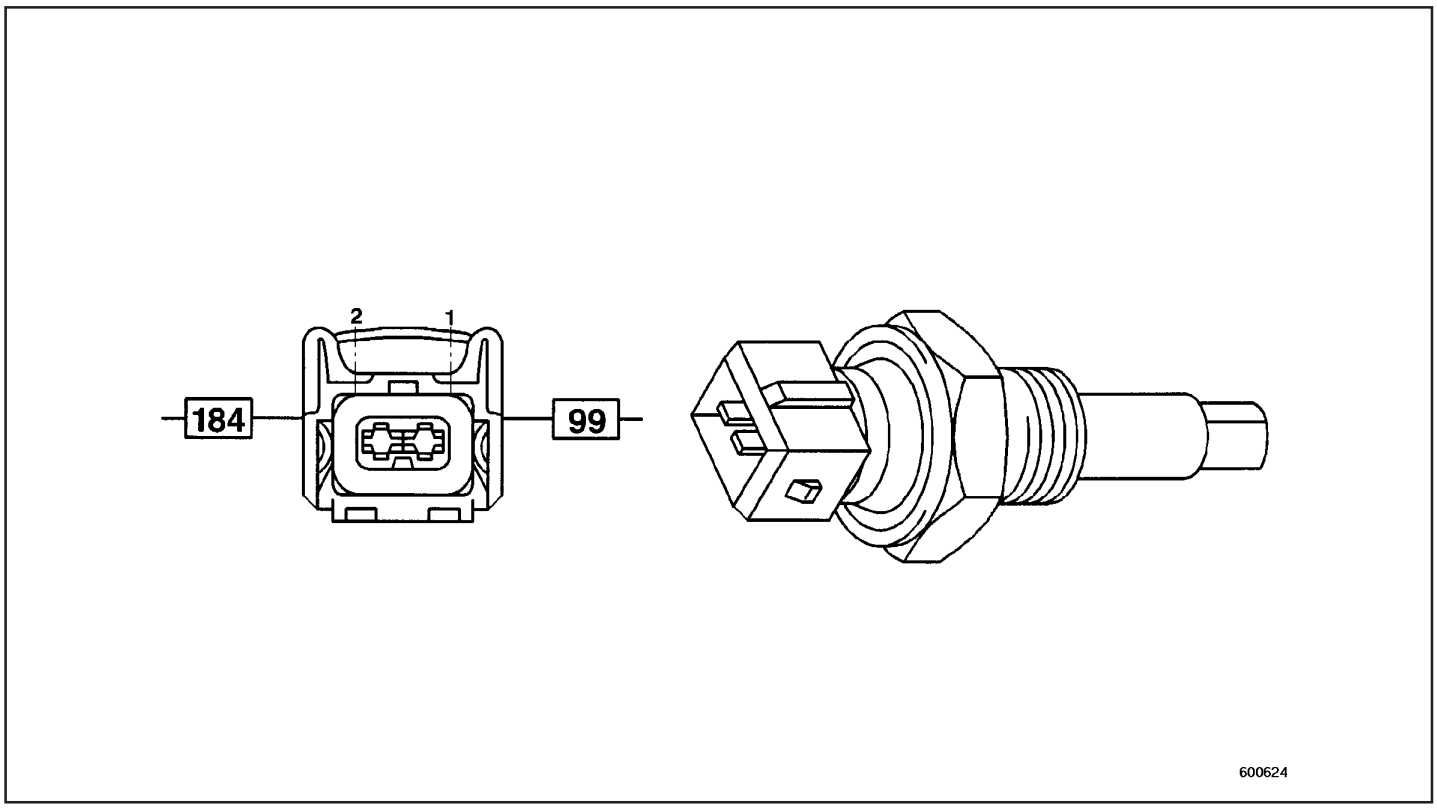


Fig.20

Cabo (Fig. 20)

99 - para sistema elétrico central X106.3 e para computador central A10X1.7
184 - para terminal de aterramento do sistema elétrico central

Dado técnico
Rosca: M14x1,5
Torque de aperto: 20 N.m
Faixa de temperatura de operação: - 30 °C + 150 °C
Transdutor: resistor NTC

Sinalização de falha no ODC (Sistema de Diagnóstico Interno)

Código de falha

O ODC monitora constantemente todas as funções essenciais da máquina quanto a falhas no sistema.

Quando a falha é detectada, a indicação de erro (ERROR) aparece no mostrador do Painel de Controle e um código indicativo de falha se alterna com indicação de horas de operação.

Exemplo:
(2345 HORAS TRABALHADAS
ERRO 02 (02 ERROR)
2345 HORAS TRABALHADAS
ERRO 100 (100 ERROR)
2345 HORAS TRABALHADAS ...)

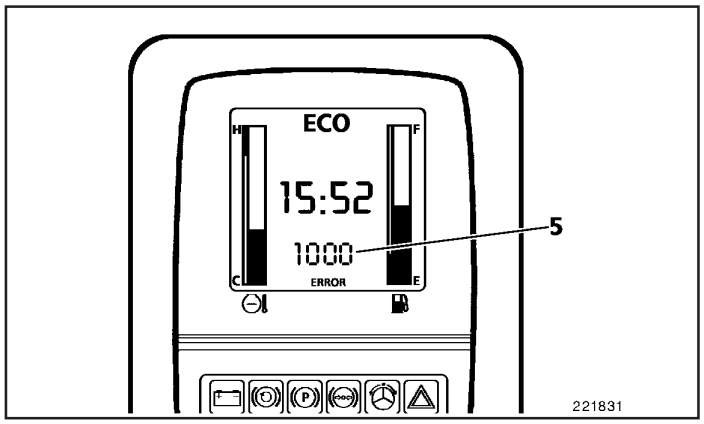


Fig.1

Exemplo:
A temperatura do líquido de arrefecimento do motor está muito alta.
Código indicativo mostrado: ERROR 1000
Como esta é uma falha severa, um sinal sonoro soará adicionalmente no painel de controle e uma lâmpada vermelha de advertência acenderá: temperatura do líquido de arrefecimento do motor muito alta.

Os seguintes códigos de falhas podem ser mostrados:

02		8000
04	200	10000
08	400	
10	800	40000
	1000	80000
	2000	05
		09

Para avaliar a falha informada e analisar a extensão do dano (peças necessárias/tipo de trabalho de reparo), a tabela abaixo (CÓDIGO DE FALHA) indica os códigos individuais e os efeitos na máquina para fins de reparo.

A maioria das falhas listada na tabela são gravadas automaticamente pelo ODC após a ocorrência do evento em uma memória não volátil em forma de texto (ver “Gravação de Falhas”).

Tabela de Código de falha

Código	Problema	Falha	Efeito
02	Sensor de temperatura do motor	Cabo quebrado	Perda de potência
04	Sensor de temperatura do motor	Curto circuito	Perda de potência
05	Erro no “Centry”	“Centry”	
08	Válvula proporcionadora 1, PLC	Curto circuito	Redução da potência do motor
09	Erro no motor	Motor	
10	Válvula proporcionadora 1, PLC	Cabo quebrado	Redução da potência do motor
200	Sensor de temperatura do hidráulico	Cabo quebrado	Perda de potência
400	Sensor de temperatura do hidráulico	Curto circuito	Perda de potência
800	Temperatura do hidráulico	Muito alta	Perda de potência
1000	Temperatura do motor	Muito alta	Perda de potência
2000	Rotação 0 e DSI ativo		Perda de potência
8000	Erro interno do software		
10000	Sensor de rotação-E (motor)	Cabo quebrado	
40000	Erro de comunicação	Painel de controle	Redução da potência do motor
80000	Sensor de pressão SLI	Cabo quebrado	

PLC = Controlador do limitador de potência (power-limiting control)

Operação em emergência

Para manter a máquina em funcionamento no caso de uma falha no sistema eletrônico, a válvula proporcionadora é equipada com um dispositivo mecânico que permite ajustar uma pressão fixa de controle (Fig. 2) para a saída do regulador eletrônico do PCS.

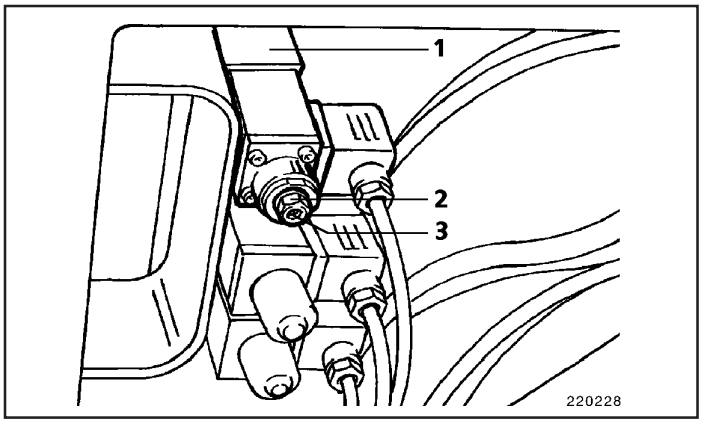


Fig.2

Com este ajuste, é possível continuar usando a máquina em rotação reduzida sem o sistema eletrônico.

2 Porca sextavada 13 mm plana
3 Parafuso Allen de 4 mm sem cabeça

Ajustes para operação em emergência

Válvula proporcionadora (1, Fig. 2)

- Retire o conector da válvula para operação em emergência.
- Remova a capa de proteção.
- Solte a porca de travamento (2) segurando o eixo de regulagem (3).
- Rosqueie o eixo de regulagem (3) quatro voltas para dentro da válvula.
- Ligue o motor diesel e funcione em rotação máxima.
- Carregue a caçamba e estenda completamente equipamento de trabalho.
- Levante o braço de elevação na máxima velocidade e, ao mesmo tempo, gire a estrutura superior também na velocidade máxima.
- Nestas circunstâncias, a rotação do motor não deve cair abaixo da rotação nominal (ajuste o painel de controle para mostrar a rotação do motor).
- Se necessário, gire mais o eixo de regulagem (3) na válvula e aperte a porca de travamento (2) (torque: 15 N.m).
- Durante a operação em emergência, o conector da válvula permanecerá desconectado.

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Após sanar o problema e antes de recolocar o conector na válvula para restaurar o funcionamento elétrico normal, o eixo de regulagem (3) deve ser desapertado da válvula até que a pressão de controle medida no pórtico (X3) da bomba principal seja igual a zero bar.***
> ***Este procedimento garante que a mola interna da válvula não encoste mais na carcaça do solenóide.***
> ***Se o eixo de regulagem (3) não for desapertado o suficiente, a válvula não irá atingir a posição de baixa pressão de 5,0 bars (escavadeiras móveis).***

Falha na memória

O ODC processa internamente a ocorrência de falhas junto com a operação de contagem de horas, de tal forma que a hora de início e término da falha é anotada (horas e minutos) e gravada em uma memória não volátil, CMOS-RAM.

A falha “rotação zero” e “baixa voltagem da bateria” não são gravadas, pois elas ocorrem todas as vezes que se aciona o sistema.

Se a memória de falhas (S1, Fig. 4) não for limpa e se 40 falhas forem gravadas (dependendo do tamanho do texto), as falhas serão automaticamente sobrepostas e renumeradas.

A memória de falhas pode ser mostrada, impressa e gravadas pelo instrumento de diagnóstico EDS.

Sistema CENTRY - mensagens de falhas e ações corretivas

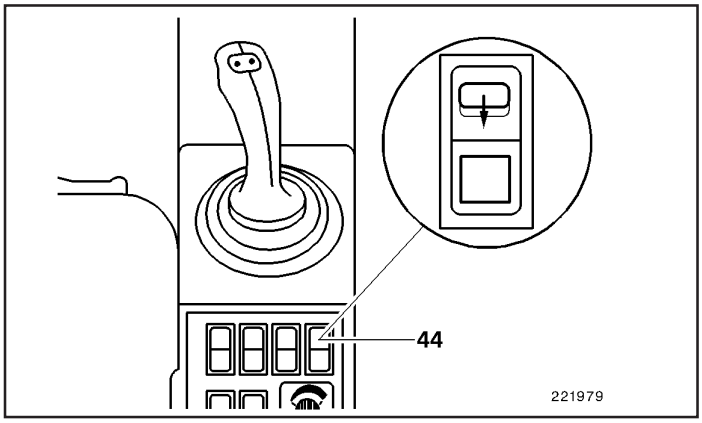


Fig.3

A lâmpada amarela de advertência do interruptor de pressão (44, Fig. 3) indica que uma falha ocorreu no sistema CENTRY (parte da unidade de controle do motor).

Existem dois modos de indicação:

- Lâmpada amarela de advertência permanentemente acessa:

  O CENTRY informa uma falha não crítica. Consulte rapidamente um serviço autorizado Cummins e corrija o problema.

- Lâmpada amarela de advertência piscando:

  ERROR 09 aparece no mostrador (5, Fig. 4)

  O CENTRY informa uma falhas crítica.

  Desligue o motor imediatamente, consulte um serviço autorizado Cummins e corrija o problema.

  Junto com a lâmpada de advertência piscando, o sinal sonoro irá soar e o sistema indicará erro no motor "ENGINE ERROR".

O interruptor de pressão (44) pode ser usado para ler as informações sobre a causa do problema vindas da memória do CENTRY.

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Utilize esta função do interruptor de pressão (44) somente na ocorrência de uma falha crítica e se o serviço autorizado Cummins solicitar ao usuário da máquina informações sobre as causa da falha.***
> ***Pressionando o interruptor (44) é cortada a ligação elétrica entre o painel de operação e o motor.***
> ***O sinal sonoro pára de soar e a mensagem de "ENGINE ERROR" do mostrador será eliminada.***
> ***O sinal sonoro e o mostrador somente serão reativados após a chave de contato do sistema elétrico ser colocada primeiro na posição "0" e depois na posição "I".***

Lendo novamente as informações de causa de falhas gravadas na memória:

- Desligue o motor;
- Puxe para trás o botão de trava do interruptor (seta, Fig. 3) e abaixe a tecla por 2 segundos.

  A lâmpada amarela de advertência vai emitir um código piscando. Se várias falhas estão armazenadas na memória, elas serão mostradas uma a uma, com o auxílio de diferentes códigos de piscada. As seqüências dos códigos são separadas por breves pausas;

- Anote código da seqüência de piscadas, informando ao serviço autorizado Cummins para ser analisado e a respectiva causa determinada.

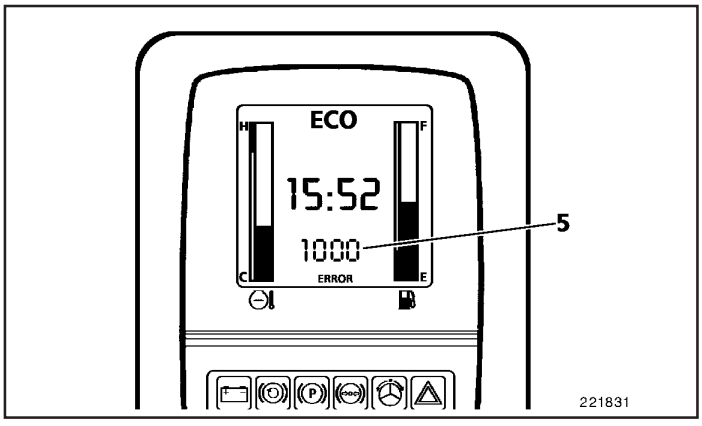


Fig.4

Funções especiais do EDS

Apagando a memória NV RAM

Em alguns casos, a NV RAM (memória) do painel de controle deve ser apagada com o EDS:

- Após instalar um novo painel;
- Quando um número > 15 aparece ao entrar um código;
- Ao reiniciar o contador de horas de operação.

Pressionando F3 no menu principal para o modo de programação, F6 para o parâmetro de controle e então a tecla “PgDn”, aparecerá a mensagem “NV RAM ERASE” (Fig. 1).

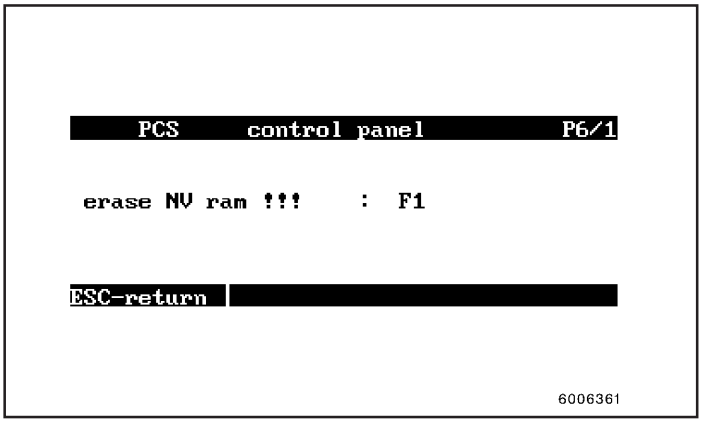


Fig.1

Pressionando F1, será solicitada a confirmação da exclusão da NV RAM.

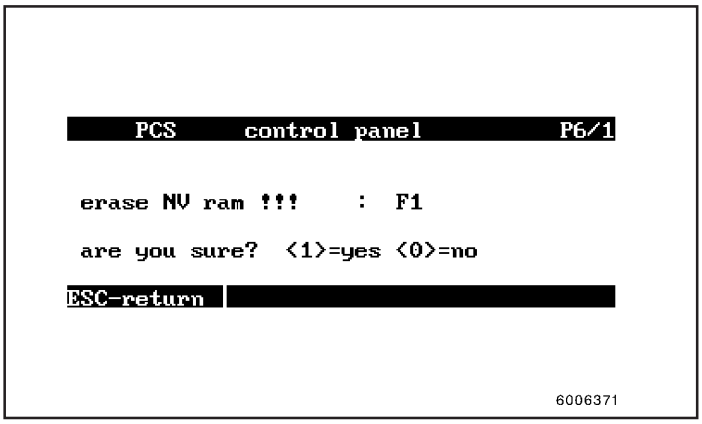


Fig.2

Após apertar “1” (Fig. 2), a mensagem “Reset operating hours” (reiniciar as horas de operação) irá aparecer na tela (Fig. 3).

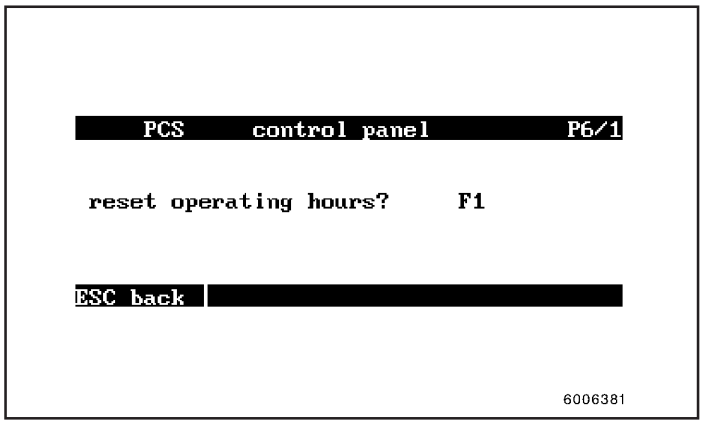


Fig.3

Se necessário, o contador de horas de operação poderá também ser reiniciado apertando “1” (Fig. 4).

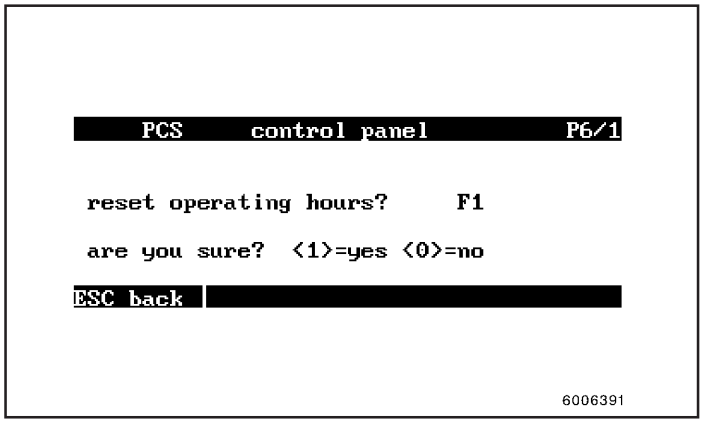


Fig.4

Reiniciando os intervalos de serviço

Até 1500 horas (horas de operação), após 50 horas e em 500, 1000 e 1500 horas, o painel de controle mostra automaticamente a mensagem “Próximo Serviço” (ver instruções de operação).

Até 1500 horas, o mostrador de intervalo de serviço deve ser validado com o EDS.
Além deste valor, a opção pode ser omitida no menu de configuração do PCS.

Pressionando F6 no “Menu Principal”, irá aparecer o menu “Funções Especiais” e, apertando novamente F6, “Painel de Controle” (Fig. 5).

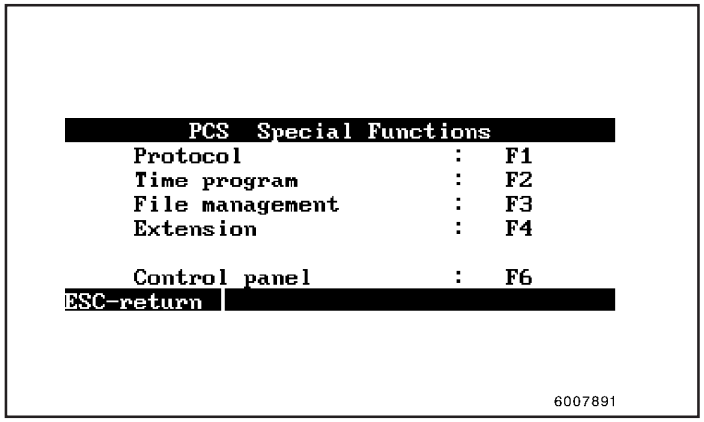


Fig.5

Após pressionar F1 (Fig. 6), aparecerá a solicitação de “Reiniciar o intervalo de serviço ” (Fig. 7) (reset servicing interval).

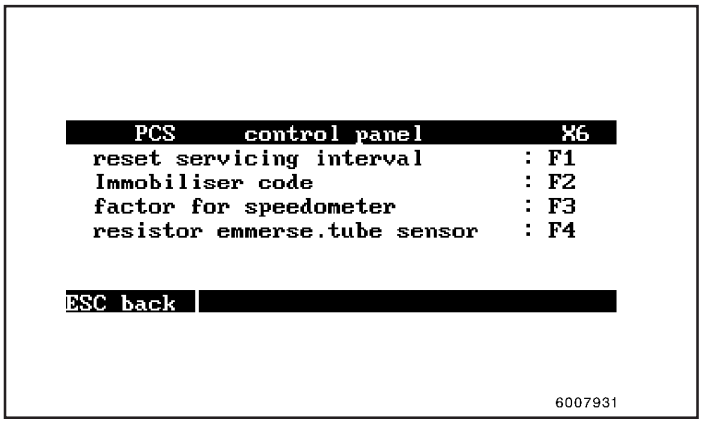


Fig.6

O comando é executado pressionando “1”. Após colocar o interruptor de ignição primeiro em “off” e depois novamente em “on”, o painel de controle mostrará o próximo intervalo de serviço (ver instruções de operação).

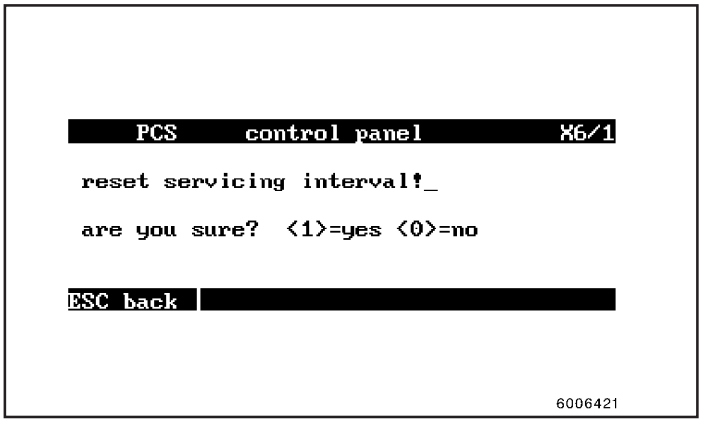


Fig.7

Alteração do código para desabilitar o acionamento da máquina

No menu Painel de Controle “Control Panel” (Fig. 5), a tecla F2 (Fig. 6) pode ser utilizada pata selecionar a função de habilitar um código entre 0 - 15 para acionar a máquina. (Fig. 8).

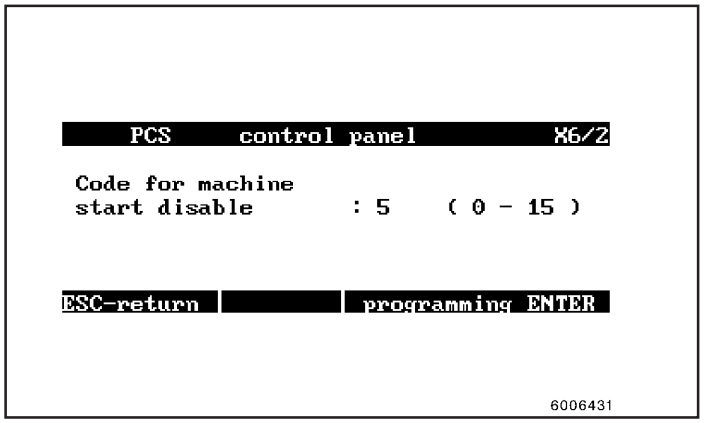


Fig.8

Entrando o novo número com a tecla ENTER e confirmando a escolha com “1”, o novo código estará programado no sistema (Fig. 9).

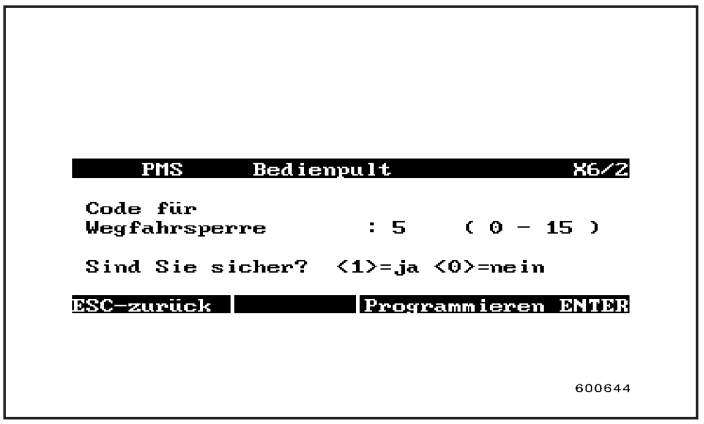


Fig.9

Regulagem de corrente do martelo hidráulico com o instrumento de diagnóstico EDS

A máquina deve estar equipada com um martelo hidráulico original de fábrica.

A função do martelo hidráulico aparecerá no menu de configuração P4/2/2 (Fig. 10).

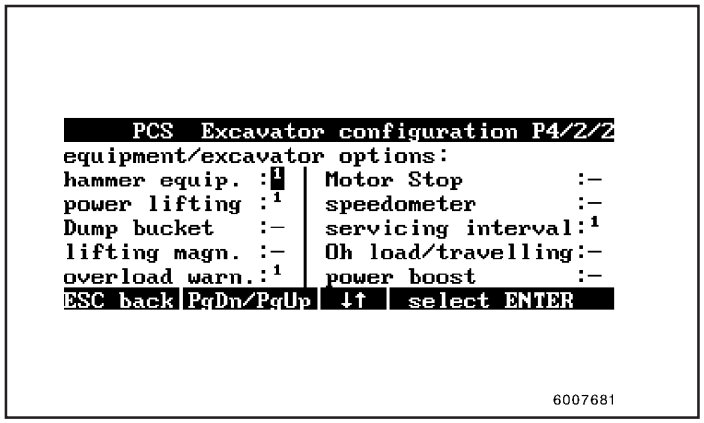


Fig.10

Para uma operação otimizada do martelo hidráulico, o fabricante do martelo hidráulico deve informar sobre a vazão e pressão de trabalho.
Se estes dados são conhecidos, o valor da corrente do modo martelo hidráulico DSH pode ser determinado, como segue.

Exemplo:
São assumidos os valores de vazão máxima de 100 l/min e pressão de operação de 150 bars.

Estes valores são aplicados ao diagrama de saída da bomba da máquina (ver dados de serviço) e a curva característica do regulador tipo-mola é posicionada neste ponto (Fig. 12). A pressão de controle (X3) é o valor da intersecção inferior da curva (31) bars.
A curva característica da válvula proporcionadora (Fig. 13) indica um valor de corrente de 625 mA. Agora, este valor é programado com o instrumento EDS no menu do regulador do limitador de carga, na linha DHS (Fig. 11).

Programação: corrente DHS

Primeiro, pressione a tecla F3 no Menu Principal e depois, novamente a tecla F3, e estaremos no “Menu do modo de programação” (programing mode menu) (Fig. 11).

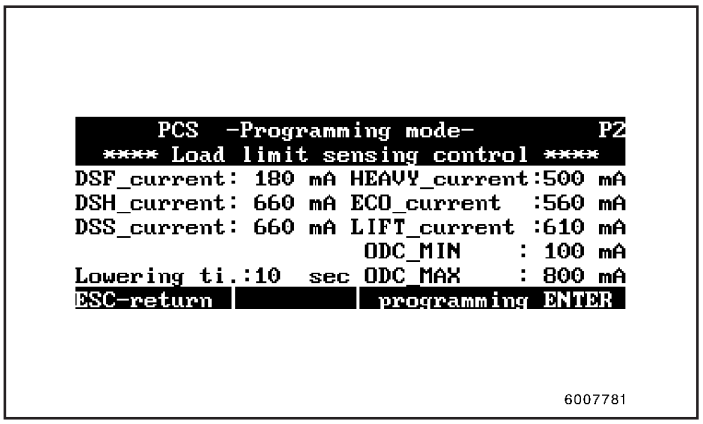


Fig.11

O cursor está na linha DSF. A tecla com seta movimenta o cursor para a linha DSH.
O valor da corrente deve ser digitado no teclado numérico e programado apertando a tecla ENTER.

Seqüência funcional de operação do martelo hidráulico:
- O PCS é configurado para a opção do martelo hidráulico.
- O operador pressiona a tecla do martelo hidráulico no painel de controle.
- O painel de controle transmite a informação correspondente para o PCS.
- O operador pressiona o botão na alavanca de controle.
- O PCS altera para o modo HEAVY e ajusta a corrente do DSH programada.
- O ODC monitora a temperatura do motor e do sistema hidráulico.

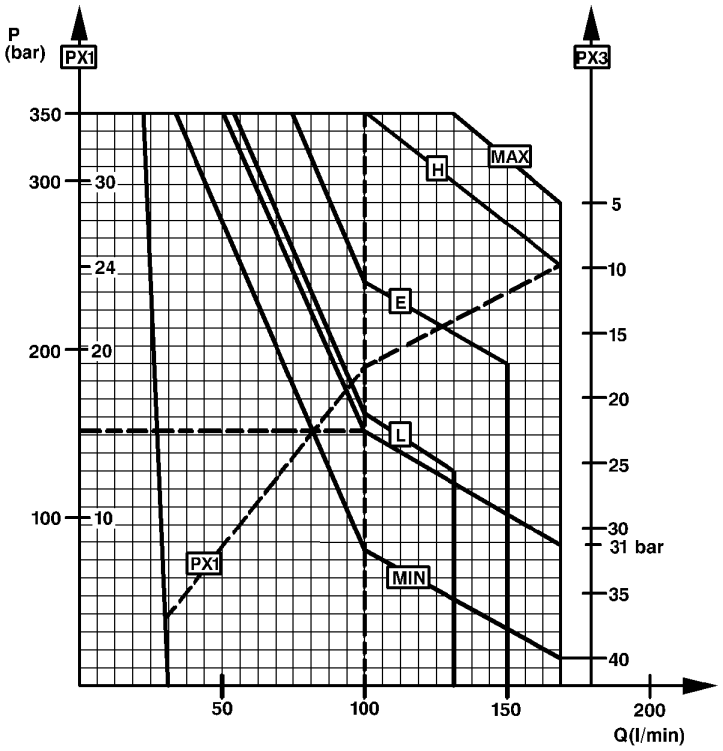

P
(bar)
PX1
PX3
350
300
30
24
200
20
100
10
MAX
H
E
L
PX1
MIN
5
10
15
20
25
30
31 bar
35
40
50
100
150
200
Q(l/min)
600625

Fig.12

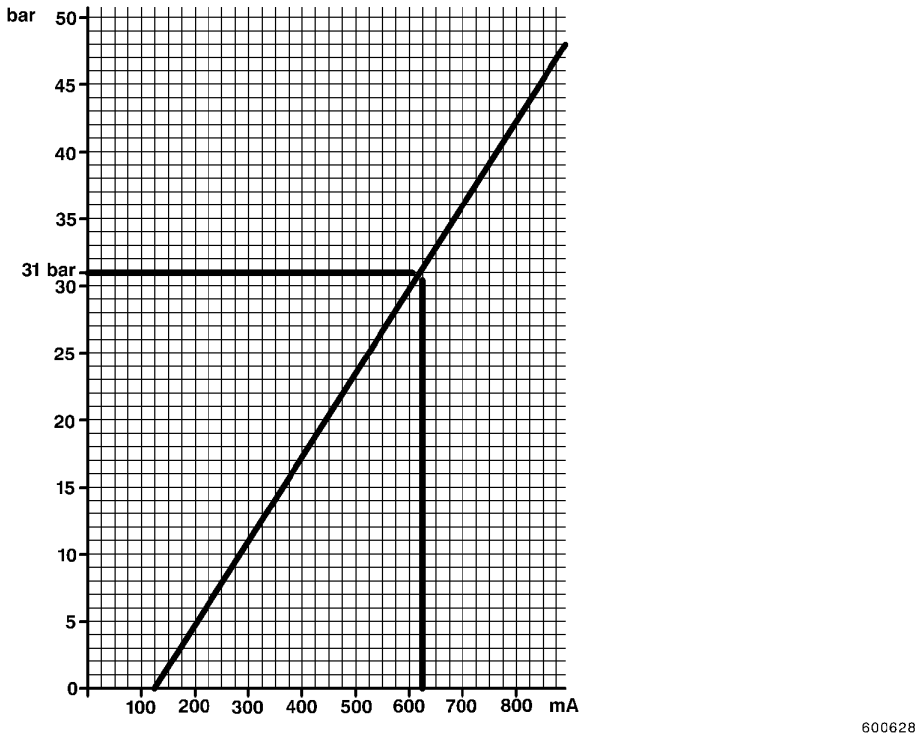

bar
50
45
40
35
31 bar
30
25
20
15
10
5
0
100
200
300
400
500
600
700
800
mA
600628

Fig.13

Acionamento do martelo hidráulico

⚠ ADVERTÊNCIA

Leia e siga as “Instruções de Segurança – Trabalhando com o Martelo hidráulico”

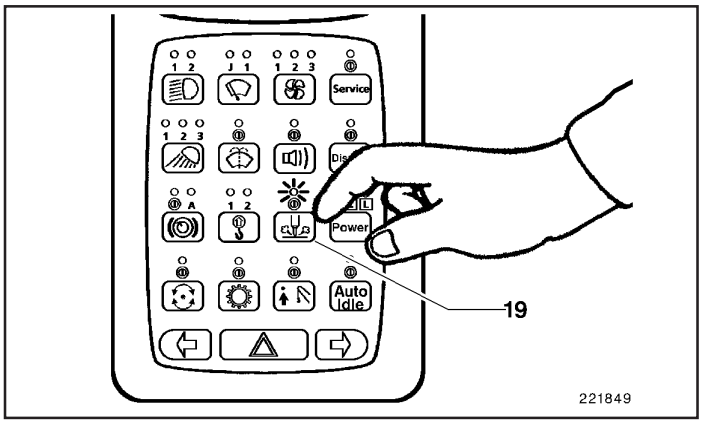


Fig.1

- Selecione a função “Martelo Hidráulico” pressionando a tecla (19, Fig. 1). O LED acima da tecla irá acender.

  O PMS altera para modo HEAVY (ver: programação da corrente do martelo hidráulico).

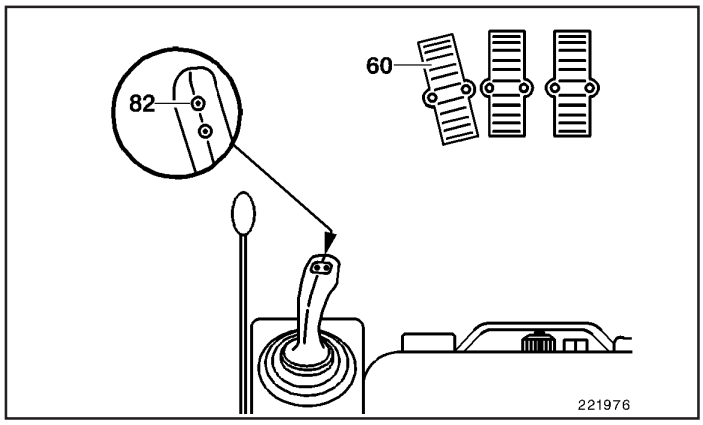


Fig.2

Operação do martelo hidráulico com seqüência de impacto fixo:

- Posicione o punção do martelo sobre o material e acione o martelo hidráulico com a tecla (82, Fig. 2).

Operação do martelo hidráulico com seqüência de impacto variável:

- Posicione o punção do martelo sobre o material e aperte o pedal (60). Apertando o pedal, a freqüência de marteladas aumenta proporcionalmente.

  Neste caso, o cilindro de regulagem é desativado.

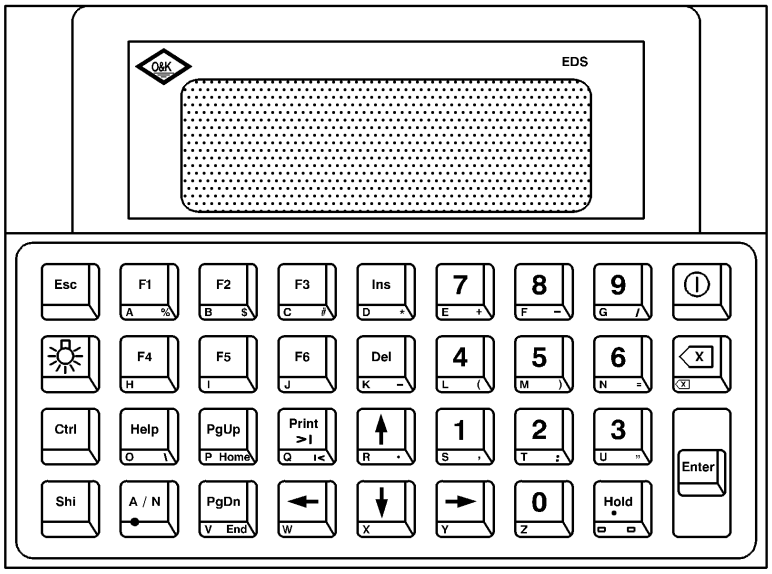
Desligando o martelo hidráulico

- Libere a tecla (82) ou o pedal (60).
- Aperte novamente a tecla (19). O LED sobre a tecla irá apagar.

NOTAS

Esta página foi deixada em branco intencionalmente

EDS - Sistema de Diagnóstico Eletrônico



600419

SUMÁRIO

SISTEMA DE DIAGNÓSTICO ELETRÔNICO 3
Prefácio 3
Mostradores dos modos de programação 4
Mostrador para funções especiais 5
HARDWARE 6
Configuração 1 6
Configuração 2 8
Configuração 3 10
Cartão de memória RAM 12
Bateria de reserva do dispositivo EDS de teste (manutenção do horário) 13
Instalação da bateria de reserva (manutenção do horário) 14
OPERAÇÃO 15
Painel de Controle 15
INÍCIO 17
SOFTWARE VERSÃO 3.00 19
Solução de problemas 19
Dados do equipamento e parâmetros de operação 19
Sistema hidráulico e motor de acionamento 21
Equipamentos hidráulicos de trabalho 24
Equipamentos hidráulicos de giro 26
MEMÓRIA DE FALHA 27
MODO DE PROGRAMAÇÃO 28
Dados da máquina 28
Controle de sensibilidade ao limite de carga 30
Ajuste elétrico de giro 31
Configuração da máquina 32
Sistema de segurança contra sobrecarga 34
Parâmetros de controle 35
FUNÇÕES ESPECIAIS 37
Registro 37
Programação de Tempo 38
Gerenciamento de arquivos 39
Extensão 40
Painel de controle (na cabina do operador) 41
MENSAGENS DE FALHA (NA TELA) 43
MENU HELP - AJUDA (NA TELA) 43

SISTEMA DE DIAGNÓSTICO ELETRÔNICO

Prefácio

O significado de EDS é Electronic Diagnostic System, ou seja, Sistema de Diagnóstico Eletrônico. Este diagnóstico por computador facilita a verificação do Sistema de Controle da Bomba (PCS) durante a operação da escavadeira Além disso, parâmetros de operação específicos da escavadeira para diversas condições de operação podem ser programados pelo EDS no Dispositivo de Sensibilidade à Carga (ODC) do PCS. Isto permite o melhor ajuste da sensibilidade à carga para um modelo de escavadeira e/ou condições de operação específicas.

Com o auxílio de um adaptador especial para alimentação elétrica, um dispositivo ODC pode também ser conectado ao EDS para a realização de verificações.

Estes Manual de Instruções de Operação descreve os comandos, mostradores e funções do EDS especificado pelo programa.

O Manual de Instruções de Operação foi originalmente escrito em alemão e posteriormente traduzido. Considerando que mesmo uma tradução bem cuidada pode apresentar pontos obscuros devido à impossibilidade de correspondência total dos termos ou expressões entre uma língua e outra, se houver dúvidas quanto a qualquer comando ou instrução o seu Concessionário Autorizado terá prazer em ser contatado para prestar os devidos esclarecimentos.

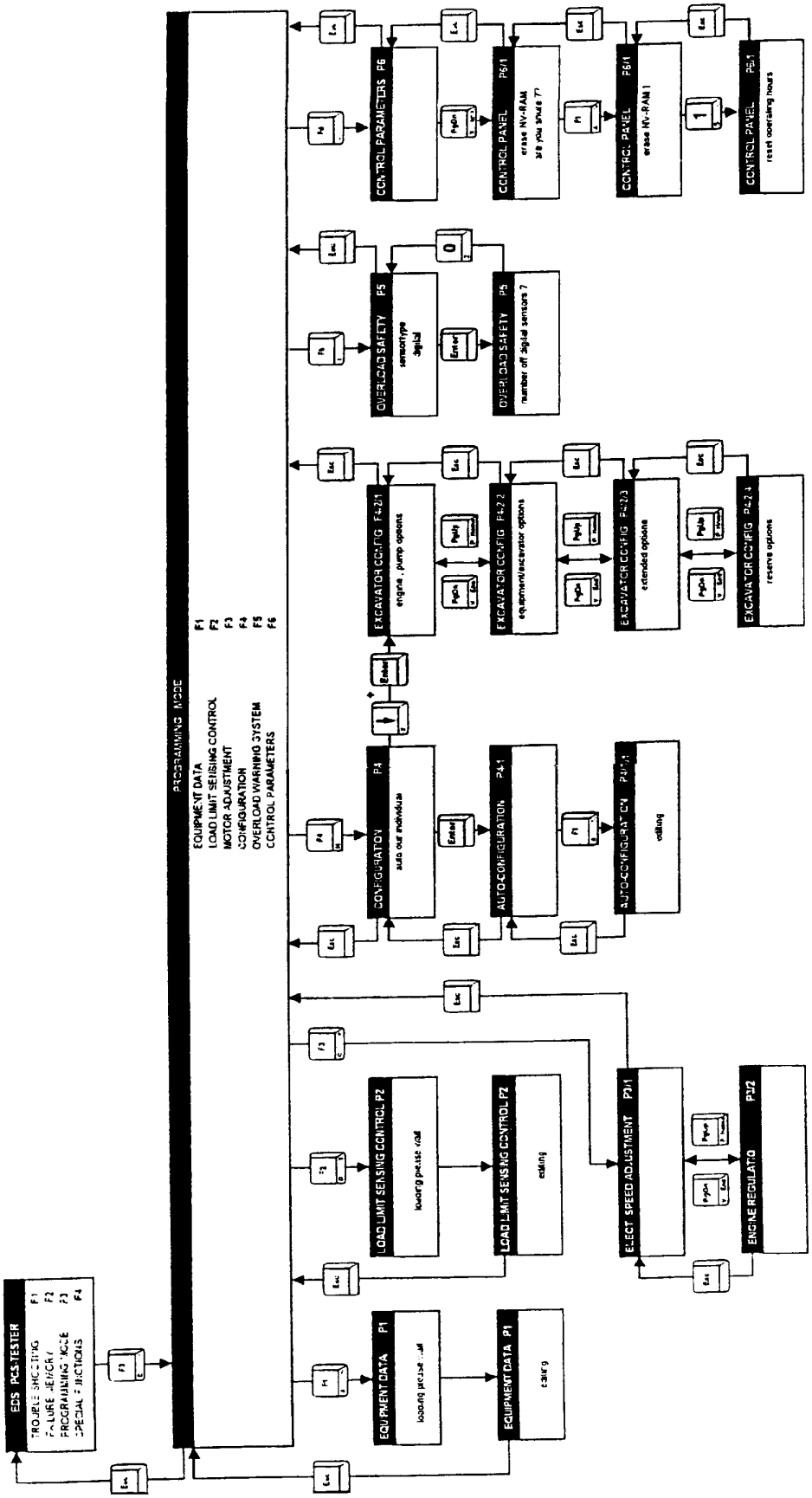
Não utilize equipamentos e acessórios diferentes dos recomendados neste manual. Verifique a condição dos cabos de ligação, mangueiras e conectores de engate rápido antes de efetuar qualquer procedimento de partida da máquina ou de seus implementos.

Substitua peças com defeito ou desgaste dentro dos prazos prescritos.

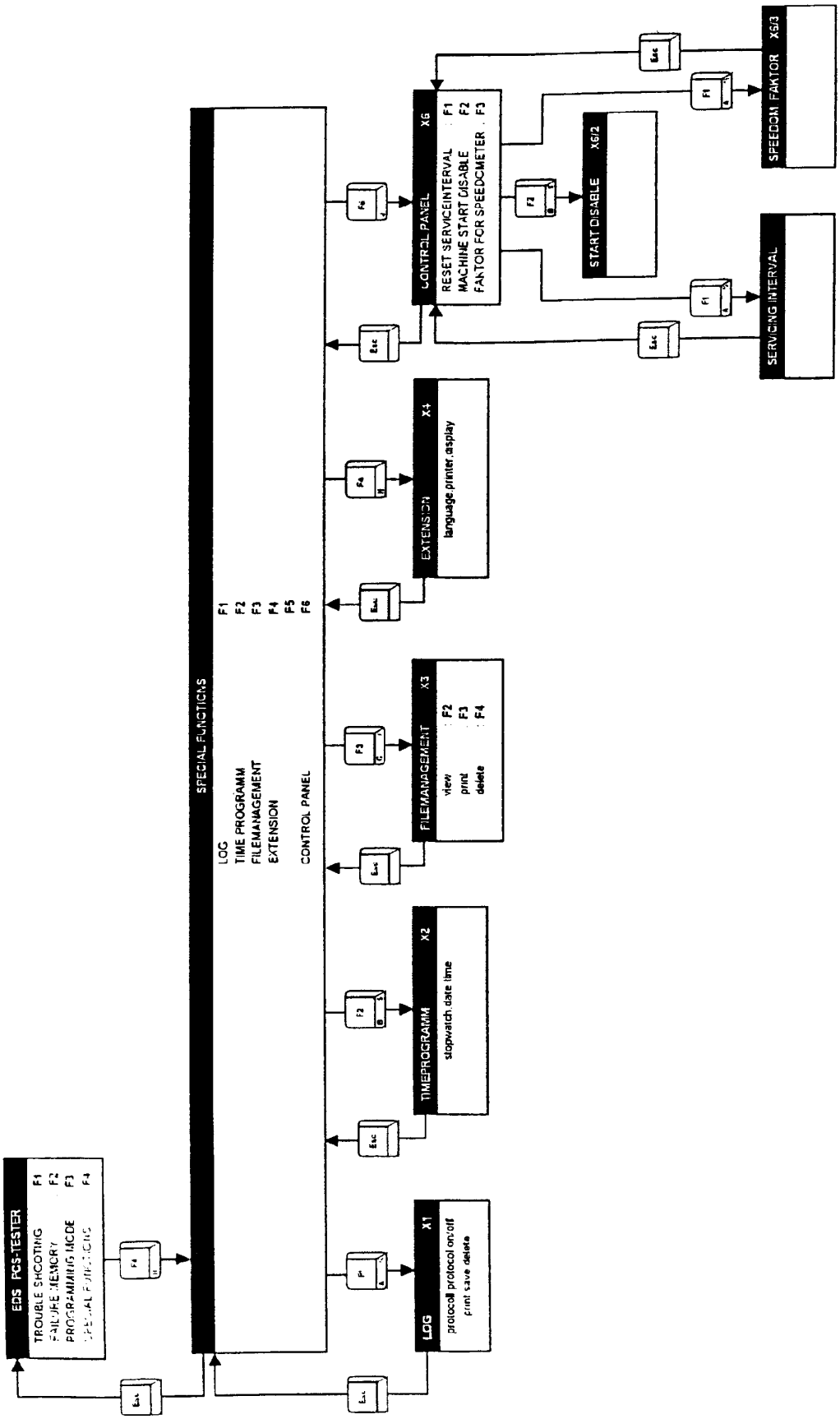
Para solicitar peças de reposição, consulte a Lista de Peças de Reposição em anexo.

NÃO SOLICITE OU UTILIZE PEÇAS QUE NÃO SEJAM ORIGINAIS.

Mostradores dos modos de programação



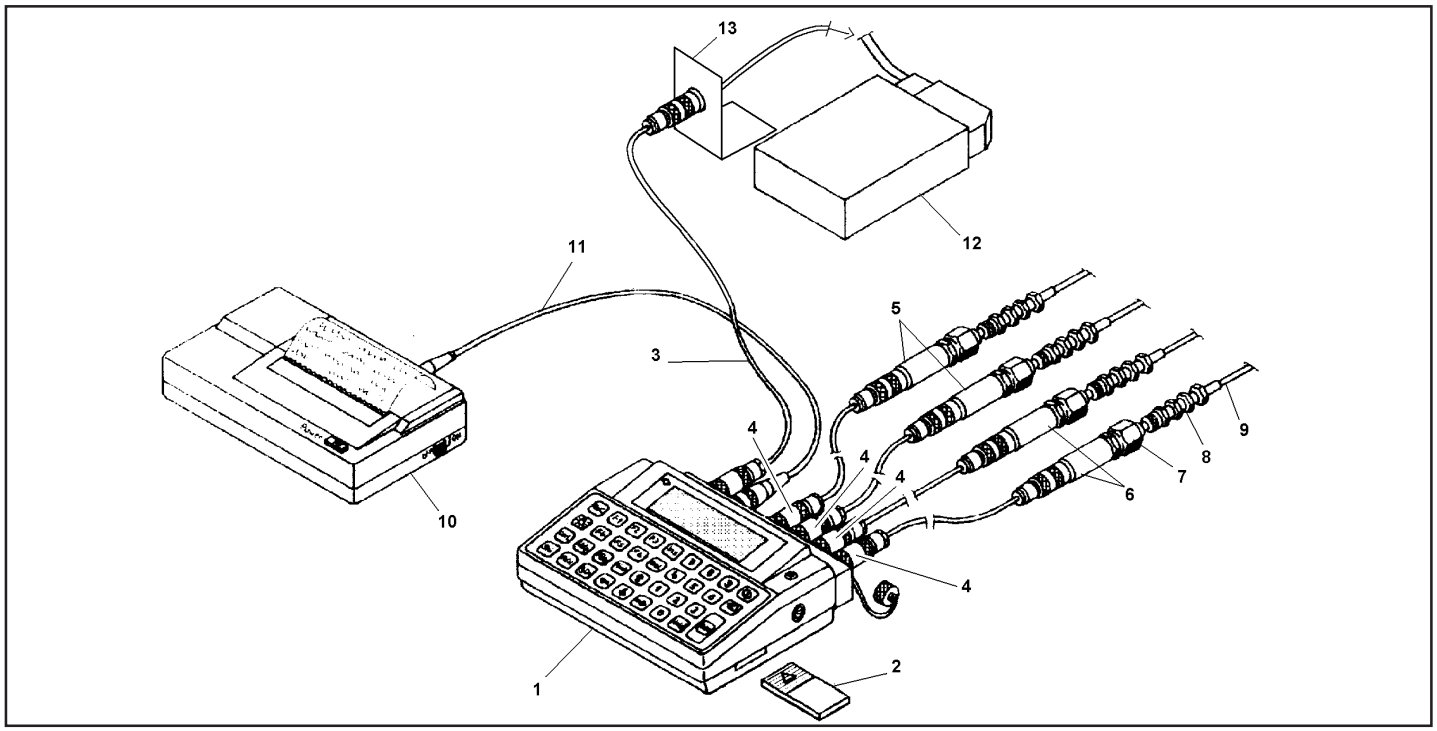
Mostrador para funções especiais



HARDWARE

Configuração 1

Para instruções sobre programação, solução de problemas e verificações na escavadeira



Item	Peça	Descrição	Nº de ref.
1	Dispositivo EDS de teste (com maleta para transporte)	Computador de diagnóstico para o PCS e a escavadeira	2781230
2	Cartão de memória RAM	Cartão contendo o programa para operação do equipamento de teste do EDS (todos os idiomas)	2781231
3	Cabo com soquete para o EDS	Cabo serial de dados para comunicação com o ODC	2205847
4	Cabo dos sensores de pressão do EDS	Conexão de sensores ao sistema hidráulico para o monitoramento da carga e pressões de controle	1930567
5	Sensor de pressão de 90 bar	Sensores de controle de pressão: ajuste da bomba, controle - piloto	1930565
6	Sensor de pressão de 600 bar	Sensores de pressão de carga: ativação ou desativação do sistema hidráulico	1930566
7	Peça de conexão	Para ligar o sensor ao sistema hidráulico	1960431
8	Acoplamento	Para conectar a mangueira hidráulica	1960429
9	Mini-mangueira de medição	Para conectar ao ponto de teste do sistema hidráulico	1960430
10	Impressora	Imprime os valores medidos, mensagens de erro, dados do equipamento, etc.	
11	Cabo de conexão do EDS à impressora	Para conectar o computador EDS com a impressora	2205847
12	Dispositivo de Sensibilidade à Carga (ODC)	Controlador no PCS para efetuar o controle da carga entre o motor Diesel de acionamento e as bombas de operação do sistema hidráulico	
13	Soquete de diagnóstico	Para conectar um dispositivo EDS de teste ao ODC para efetuar o diagnóstico da escavadeira em operação (bem fixado à escavadeira)	

⚠ ADVERTÊNCIA

Não conecte ou desconecte quaisquer cabos ou mangueiras ao dispositivo EDS de teste enquanto o interruptor de ignição da escavadeira estiver na posição ON (ligado).

Relação de conexões identificadas:

ODC = Conexão via cabo para o dispositivo de sensibilidade à carga, fonte de alimentação do EDS e, ao mesmo tempo, cabo serial de comunicação de dados com o Sistema de Controle de Bombas.

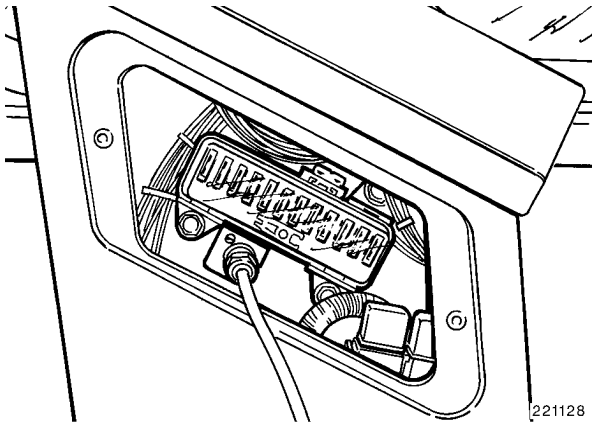
Print = Cabo de conexão com a impressora. A impressora funciona com baterias.

1/90 bar = Conexão do sensor de pressão para a verificação da pressão hidráulica na válvula de controle proporcional.

2/90 bar = Conexão do sensor de pressão para a verificação da pressão do sistema de auxílio (servo) hidráulico (é necessária uma pressão de controle).

3/600 bar = Conexão do sensor de pressão para a bomba 1 do sistema de operação ou de desligamento hidráulico.

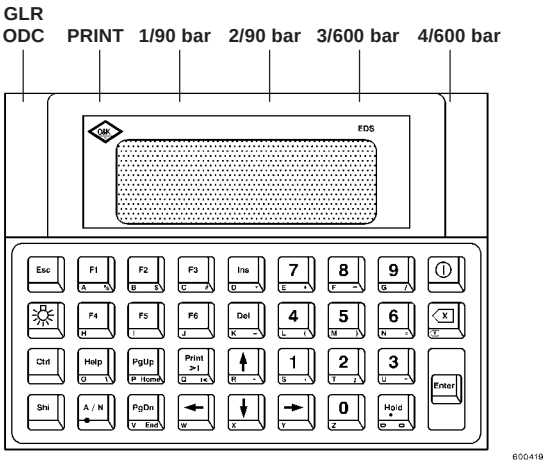
4/600 bar = Conexão do sensor de pressão para a bomba 2 do sistema de operação ou de desligamento hidráulico.



Seqüência de conexões:

- Conecte os sensores às conexões 1/90 bar, 2/90 bar , 3/600 bar, 4/600 bar, primeiro hidraulicamente e, em seguida, eletricamente.
- Conecte a impressora à PRINT.
- Conecte o cabo ODC ao ODC através do soquete de diagnósticos (item 13).
- Insira o cartão de memória RAM contendo o programa (item 2).
- Gire o interruptor de ignição da escavadeira para a posição ON (ligado).
- Ligue o EDS pressionando a tecla  .

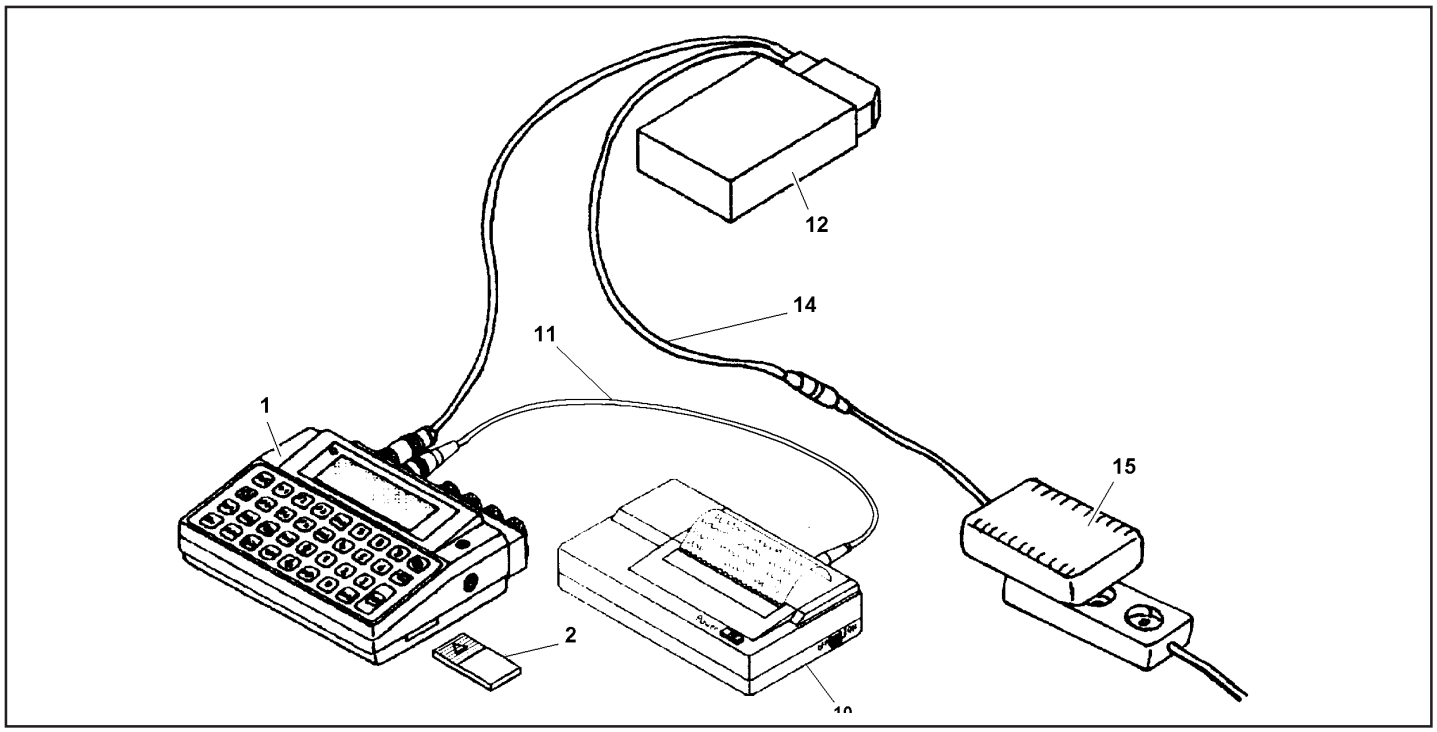
As conexões estão localizadas na face posterior do dispositivo EDS de teste.



A conexão **"ODC"** do dispositivo EDS de teste pode, conforme descrito no item 13, ser utilizada para a ligação do dispositivo de sensibilidade à carga do Sistema de Controle de Bombas através de um soquete de diagnóstico.

Este soquete está localizado debaixo da caixa de fusíveis no painel de controle da cabina do operador (veja a ilustração ao lado).

Configuração 2



Item	Peça	Descrição	Nº de ref.
1	Dispositivo EDS de teste (com maleta para transporte)	Computador de diagnóstico para o PCS e a escavadeira	2781230
2	Cartão de memória RAM	Cartão contendo o programa para operação do equipamento de teste do EDS (todos os idiomas)	2781231
10	Impressora	Imprime os valores medidos, mensagens de erro, dados do equipamento, etc.	
11	Cabo de conexão do EDS à impressora	Para conectar o computador EDS com a impressora	2205847
12	Dispositivo de Sensibilidade à Carga (ODC)	Controlador no PCS para efetuar o controle da carga entre o motor Diesel de acionamento e as bombas de operação do sistema hidráulico	
14	Cabo de alimentação do EDS-ODC	Para alimentação do dispositivo EDS de teste e do ODC e para comunicação serial de dados entre o EDS e o ODC	2205847
15	Adaptador principal	Transformador de tensão conectado à rede local 110/220V CA para alimentação do dispositivo EDS de teste e do ODC	1930565

⚠ ADVERTÊNCIA

Não conecte ou desconecte qualquer cabo ao dispositivo EDS de teste enquanto o transformador de alimentação (item 15) estiver encaixado no respectivo soquete.

Relação de conexões identificadas:

ODC = Conexão via cabo para o dispositivo de sensibilidade à carga, fonte de alimentação do EDS e, ao mesmo tempo, cabo serial de comunicação de dados com o ODC

PRINT = Conexão via cabo para a impressora. A impressora funciona com baterias

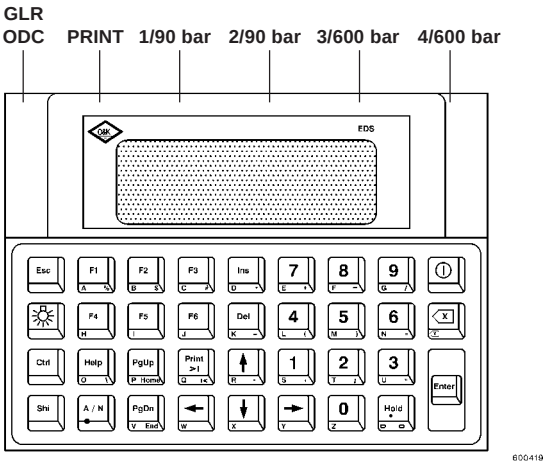
⚠ ADVERTÊNCIA

Nunca desconecte o cabo de ligação entre o transformador da fonte de alimentação e o cabo de conexão (item 14) enquanto o dispositivo EDS de teste estiver ligado e a fonte de alimentação (item 15) estiver conectada em seu respectivo soquete, pois isto pode fazer com que o software contido no cartão de memória RAM seja apagado.

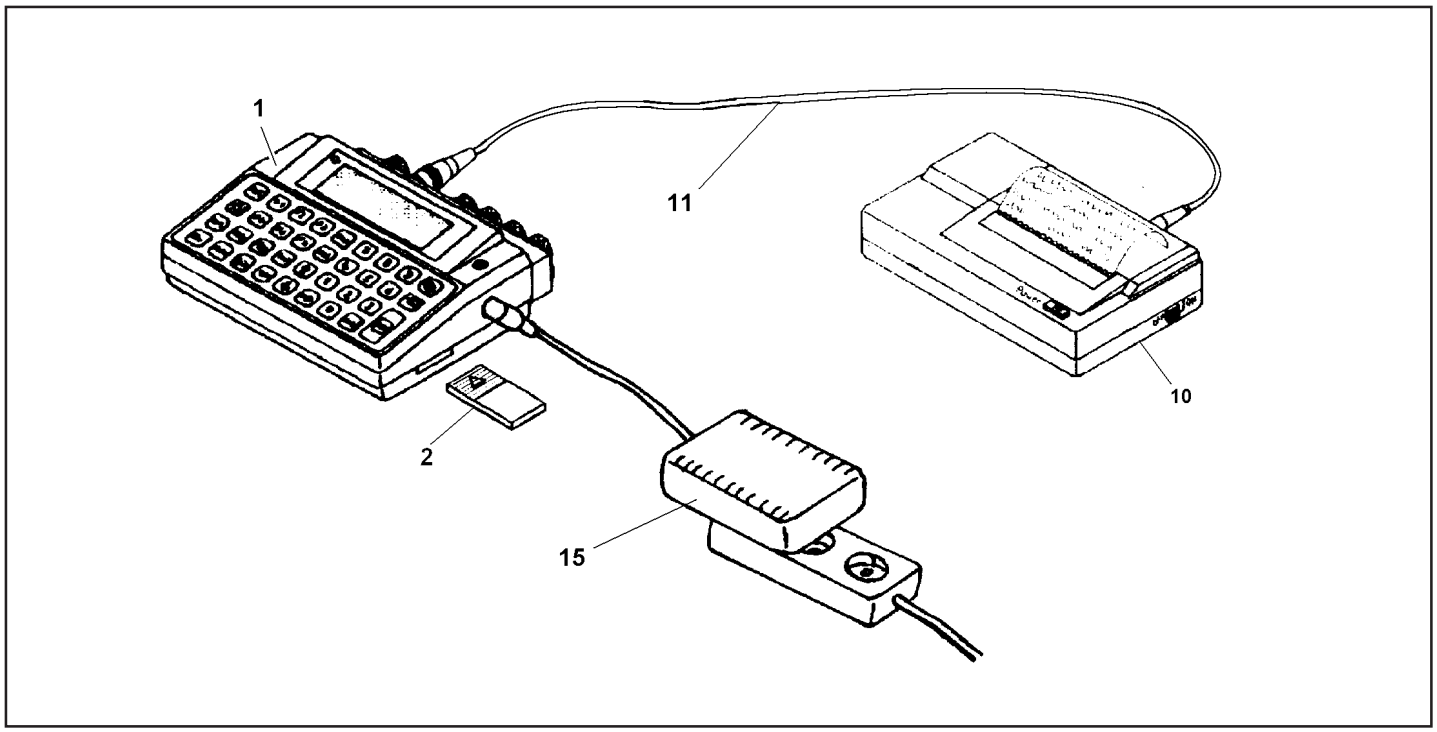
Seqüência de conexões:

- Conecte a impressora à PRINT (através do cabo, item 11).
- Conecte o cabo ODC ao ODC e à fonte de alimentação através do cabo especial (item 14).
- Insira o cartão de memória RAM contendo o programa (item 2).
- Insira a tomada da fonte de alimentação no soquete apropriado.
- Ligue o dispositivo EDS de teste pressionando o botão  .

As conexões estão localizadas na face posterior do dispositivo EDS de teste.



Configuração 3



Item	Peça	Descrição	Nº de ref.
1	Dispositivo EDS de teste (com maleta para transporte)	Computador de diagnóstico para o PCS e a escavadeira	2781230
2	Cartão de memória RAM	Cartão contendo o programa para operação do equipamento de teste do EDS (todos os idiomas)	2781231
10	Impressora	Imprime os valores medidos, mensagens de erro, dados do equipamento, etc.	
11	Cabo de conexão do EDS à impressora	Para conectar o computador EDS com a impressora	2205847
15	Adaptador principal	Transformador de tensão conectado à rede local 110/220V CA para alimentação do dispositivo EDS de teste e do ODC	

⚠ ADVERTÊNCIA

Não conecte ou desconecte qualquer cabo ao dispositivo EDS de teste enquanto o transformador de alimentação (item 15) estiver encaixado no respectivo soquete.

Relação de conexões identificadas:

ODC = Conexão via cabo para o dispositivo de sensibilidade à carga, fonte de alimentação do EDS e, ao mesmo tempo, cabo serial de comunicação de dados com o ODC

PRINT = Conexão via cabo para a impressora. A impressora funciona com baterias

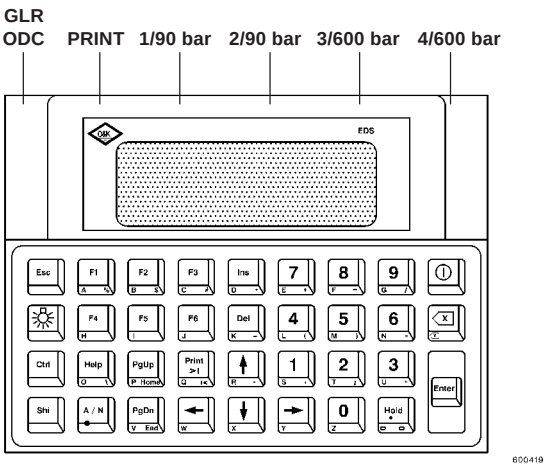
⚠ ADVERTÊNCIA

Nunca desconecte o cabo de ligação entre o transformador da fonte de alimentação e o cabo de conexão (item 14) enquanto o dispositivo EDS de teste estiver ligado e a fonte de alimentação (item 15) estiver conectada em seu respectivo soquete, pois isto pode fazer com que o software contido no cartão de memória RAM seja apagado.

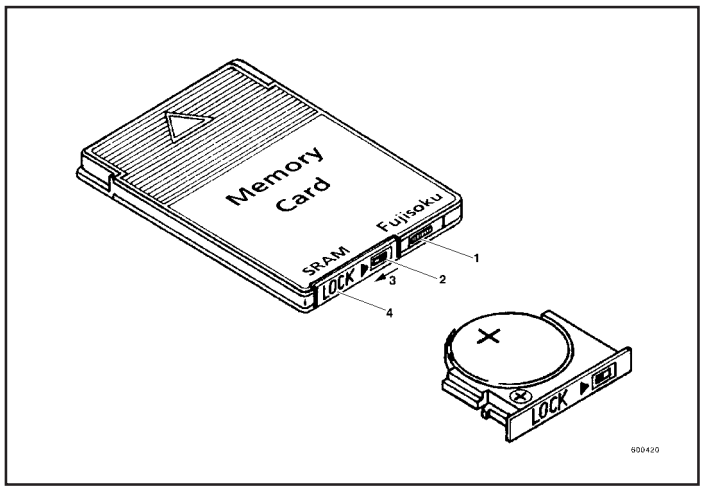
Seqüência de conexões:

- Conecte a impressora à PRINT (através do cabo, item 11).
- Conecte a tomada do EDS (24 V DC) através à fonte de alimentação do EDS (item 15).
- Insira o cartão de memória RAM contendo o programa (item 2).
- Insira a tomada da fonte de alimentação no soquete apropriado.
- Ligue o dispositivo EDS de teste pressionando o botão  .

As conexões estão localizadas na face posterior do dispositivo EDS de teste.



Cartão de memória RAM



1. WP2 Dispositivo de Proteção contra Gravação
2. Botão de trava
3. Destravar
4. Deslizar

Função: O cartão de memória RAM contém o programa que possibilita a utilização do dispositivo EDS de teste (versão 3.00).
Além disso, os arquivos de registro que podem ser criados durante o processo de teste e ajuste são salvos no cartão de memória RAM.

Para garantir sua operação, o cartão de memória RAM possui uma bateria própria. Se esta bateria falhar, ainda assim será possível continuar trabalhando com o programa instalado no dispositivo EDS de teste. Entretanto, será impossível salvar os dados de medições. Por este motivo, a bateria do cartão de memória RAM deverá ser substituída o mais rápido possível.

Mensagens de erro relacionadas à bateria do cartão de memória RAM

Voltagem na bateria > 2,37 V e < 2,65 V

Mensagem no mostrador:

Batery state low: Please replace soon (Bateria fraca: substitua logo)
Hit any key to continue (Pressione qualquer tecla para continuar)

Voltagem na bateria < 2,37 V

Mensagem no mostrador:

Batery empty: Please replace now (Bateria descarregada: substitua imediatamente)
Hit any key to continue (Pressione qualquer tecla para continuar)

Se a bateria não puder ser imediatamente substituída, pressione a tecla Enter duas vezes.

Fazendo isto, o programa do dispositivo de teste será iniciado.

Substituição da Bateria

Para impedir que o programa contido no cartão de memória RAM seja perdido, recomenda-se que o procedimento descrito abaixo seja seguido em caso de necessidade de substituição da bateria.

Bateria de reposição: Convencional (tipo BR 2325)
Panasonic 3V

1. Com o cartão de memória RAM inserido no dispositivo EDS de teste, abra a tampa do compartimento da bateria.

2. Ligue o cabo de alimentação principal.
   a) de preferência, utilizando o transformador da fonte de alimentação, ou,
   b) conectando diretamente à escavadeira

3. Ligue o dispositivo EDS de teste.

4. Destrave o compartimento da bateria do cartão de memória RAM (não retire o cartão).

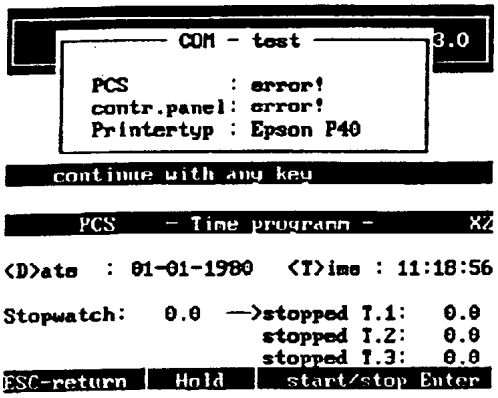
5. Remova a bateria deslizando-a.

6. Substitua a bateria (introduza a face marcada com “+” mantendo-a para cima em direção ao teclado e deslize-a).

7. Trave o compartimento da bateria.

8. Feche a tampa do compartimento.

Bateria de reserva do dispositivo EDS de teste (manutenção do horário)



Este erro pode ser eliminado instalando-se um novo módulo de manutenção do horário. A substituição pode e deve ser efetuada pelo usuário do dispositivo EDS de teste.

Função: Esta bateria tem com função fornecer energia para o relógio interno e para manter os dados de ajuste para o sistema operacional do dispositivo de teste.

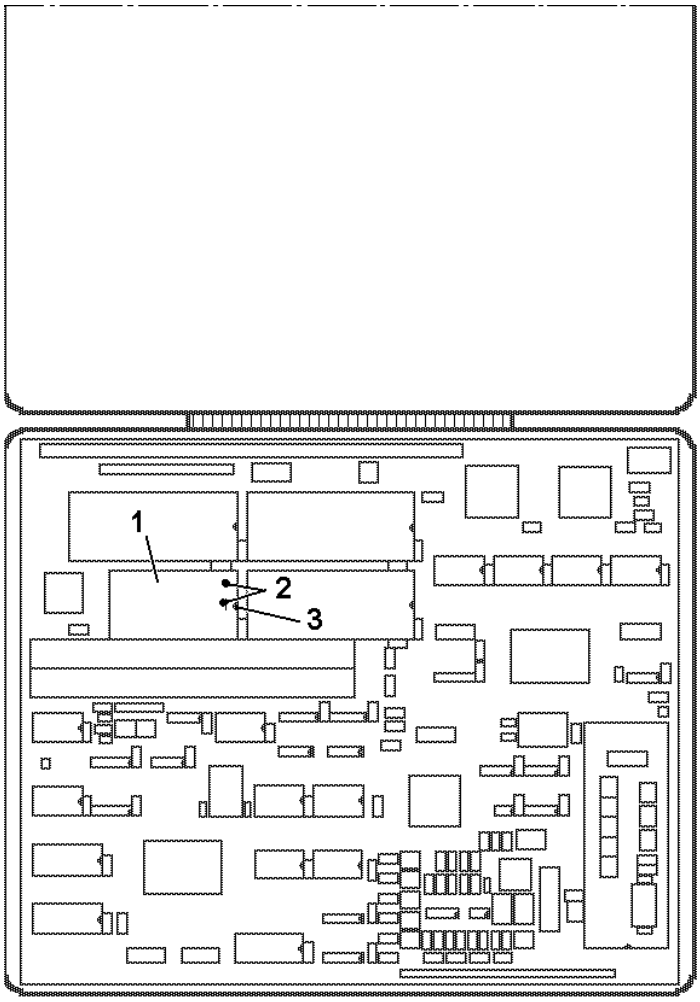
Se esta bateria apresentar defeito, a mensagem de erro mostrada ao lado irá aparecer no mostrador.

Além disso, este tipo de erro também pode ser reconhecido por:

Data: Será ajustada para 01.01.80
Os segundos passarão mais depressa.

Exceção: Se o malfuncionamento ocorrer dentro do período de garantia, o dispositivo EDS de teste deverá ser devolvido ao setor de garantia sem ter sido aberto.

Instalação da bateria de reserva (manutenção do horário)



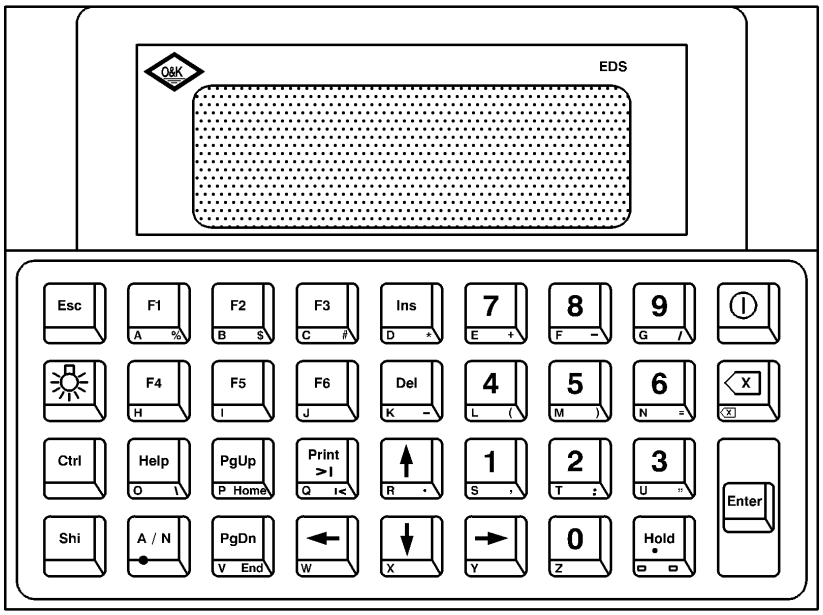
- Abra a tampa do dispositivo EDS de teste. Para isto, solte os seis parafusos Philips existentes na face posterior com uma chave 0 (zero).
- Coloque o dispositivo EDS de teste em sua posição normal sobre uma mesa levante a parte superior do aparelho empurrando-a para a frente para abri-la (Fig. 3).
- Observe a posição de instalação do módulo de manutenção do horário (1) sobre a placa de circuito. Os dois pinos localizados à direita do módulo (1) funcionam com pontos de referência (2).
- Retire o módulo (1).
- Alinhe exatamente o novo módulo. Os pino devem novamente ficar posicionados do lado direito, encaixando-se perfeitamente aos rasgos (3) existentes na placa.
- O novo módulo pode apresentar identificação diferente do módulo original retirado.
- Introduza com cuidado o novo módulo, tendo cuidado para não deformar os pinos de conexão.
- Feche a tampa do módulo e recoloque os parafusos.
- Ajuste a data e hora apropriada; para isto, consulte neste manual as instruções específicas existentes na seção referente às funções especiais.
- Se os segundos voltarem à sua velocidade normal, isto significa que o dispositivo EDS de teste está operando normalmente.
- Os dados armazenados no cartão de memória RAM não serão afetados pelas mensagens de erro descritas anteriormente.

Ferramentas:
Chave Philips 0 (zero)

Peça de reposição:
Módulo de manutenção do horário (Ref. Nº 2739637) disponível no Departamento de Peças de Reposição

OPERAÇÃO

Painel de Controle



Teclas de Função	Função
F1 a F6	Para acessar menus e opções

Teclas de Controle	Função
⏻	Ligar/desligar (on/off) o dispositivo EDS de teste.
Enter	Para executar um comando como, por exemplo, salvar a opção desejada.
PgUp PgDn	Para mudar as páginas entre as telas nos sub-menus.
Hold	Para manter (congelar) a tela atual e salvá-la no cartão de memória RAM. Para salvar valores medidos e de ajuste.
Help	Para exibir uma tela de ajuda como, por exemplo, a descrição dos comandos utilizados.
Esc	Para cancelar uma função ou a tela atual e retornar ao sub-menu anterior.
Ctrl + ↑ ou + ↓	Exibe ajustes de contraste (mais escuro/mais claro).
Shi	Para acessar caracteres adicionais (por exemplo, %). Deve ser pressionada a tecla de caractere adicional.
↑ ↓ ← →	Para “rolar” (mover um cursor) entre as linhas e colunas da tela mostrada.

Teclas Especiais	Função
	Para inserir (texto ou números).
	Para apagar (apaga o caractere assinalado pelo cursor).
	Tecla de mudança de caracteres (caracteres alfabéticos/numéricos): a luz indicadora na tecla assinala qual modo está ativado.
	Para ligar a iluminação de fundo de tela.
	Tecla de zeragem; para mover o cursor para a esquerda ou direita e apagar o caractere à esquerda do cursor.

Teclas Alfanuméricas	Função
	Para entrar números de 0 a 9.
	Para entrar letras de A a Z após pressionar a tecla de mudança de caracteres.

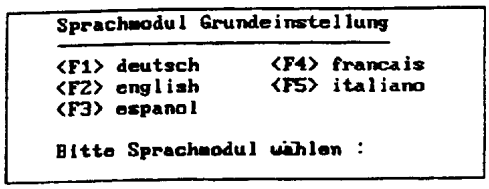
INÍCIO

- Estabelece conexões conforme mostrado nos respectivos diagramas.
- Introduzir o cartão de memória RAM.
- Ligue o interruptor de ignição.
- Ligue o dispositivo EDS de teste pressionando a tecla 

.

Normalmente, o dispositivo EDS de teste inicia a operação exibindo o menu principal. As exceções estão descritas abaixo.

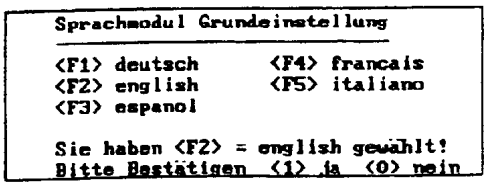
Cartão novo de memória RAM



Um cartão novo de memória RAM deve ser inicializado para sua primeira utilização, ou seja, um idioma para o menu deve ser selecionado.
Para selecionar o idioma, utilize as teclas 

a 

Idiomas:
F1 = Alemão F2 = Inglês F3 = Espanhol
F4 = Francês F5 = Italiano



Confirmação:

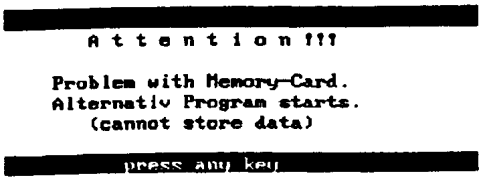
A tecla 

(sim) aceita a opção de idioma selecionado.

A tecla 

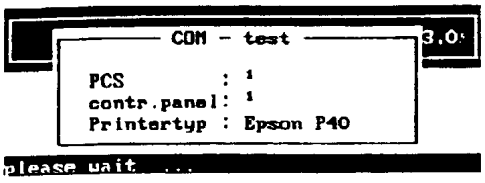
(não) permite nova seleção.

Início sem cartão de memória RAM



Se nenhum cartão de memória RAM for inserido no dispositivo EDS de teste, a seleção do idioma conforme descrito acima também será necessária. Entretanto, não haverá a etapa de confirmação. Após a seleção do idioma, a mensagem ao lado irá aparecer.
Uma outra versão do programa será armazenada no dispositivo EDS de teste.

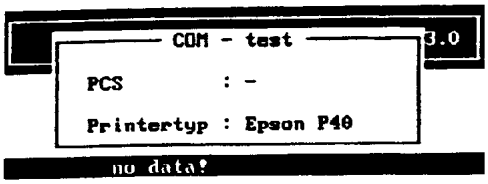
Teste de porta de comunicação



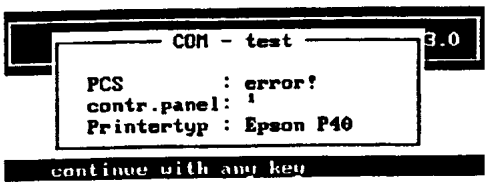
A comunicação está correta (OK.)

Antes de inicializar o software que interage com o usuário, o programa fará um teste de comunicação com o ODC conectado e com o painel de controle. O EDS, o ODC e o painel de controle estão conectados entre eles através de um cabo seria de dados (quando o dispositivo EDS de teste estiver ligado à escavadeira).

Comunicação com o PCS prejudicada



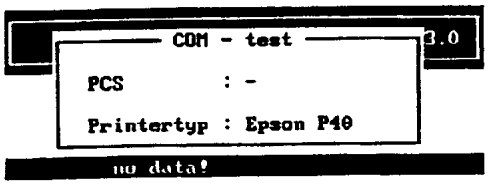
Se a comunicação com o PCS não for possível, uma mensagem de erro será mostrada após uma mensagem rápida com os dizeres “no data” (sem dados).



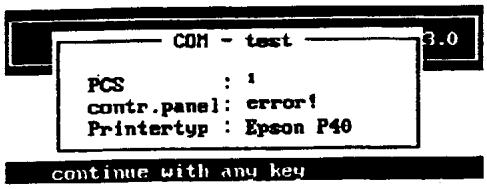
Neste caso, não é recomendável que se prossiga trabalhando com o dispositivo EDS de teste.

Substitua o PCS e verifique a conexão de dados entre o PCS e o dispositivo de teste através do soquete de diagnóstico.

Comunicação com o painel de controle prejudicada



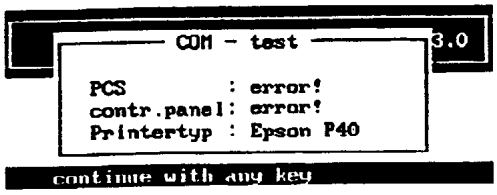
Se não for possível estabelecer a comunicação com o painel de controle, uma mensagem de erro será exibida após uma mensagem rápida com os dizeres “no data” (sem dados).



Neste caso, não é recomendável que se prossiga trabalhando com o dispositivo EDS de teste.

Substitua o PCS e verifique a conexão de dados entre o PCS e o dispositivo de teste através do soquete de diagnóstico.

Comunicação prejudicada

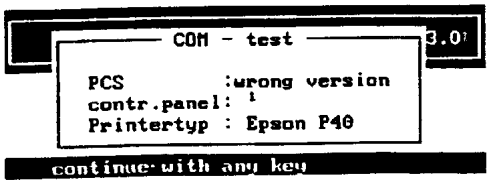


O sistema de comunicação apresenta problemas. Isto também pode indicar uma falha no dispositivo EDS de teste **(consulte instruções sobre a bateria de reserva do EDS)**.

Não é possível efetuar diagnósticos ou ajustes.

O problema pode ser localizado substituindo-se e verificando-se individualmente os componentes do sistema completo de comunicação.

PCS II conectado ao EDS 1



Uma versão anterior do PCS está conectada ao dispositivo EDS de teste com a última versão do software.

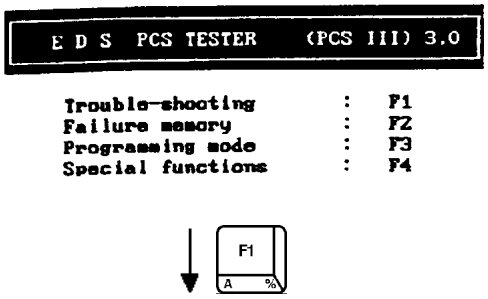
Não existe nenhum defeito no PCS.

Todos os testes podem ser efetuados normalmente.

SOFTWARE VERSÃO 3.00

Solução de problemas
Dados do equipamento e parâmetros de operação

Menu principal (Tela de início)



Inicia a tela das funções do dispositivo EDS de teste.

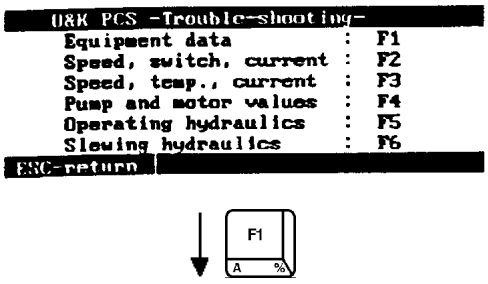
Pressione F1 para solução de problemas: exibe a documentação do equipamento e os dados processados sem possibilidade de intervenção para modificações;

Pressione F2 para memória de falha: para efetuar a leitura, imprimir e apagar falhas na memória interna do PCS.

Pressione F3 para programar: dados do equipamento (tipo, nº , valores atuais, configuração).

Pressione F4 para funções especiais: registro, hora de programação, gerenciador de arquivos, extensão, painel de controle.

Diagnóstico de problemas

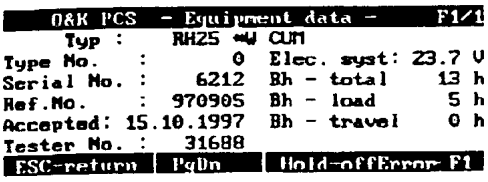


Seleção de dados e páginas com valores medidos pelo PCS.

As teclas F1 A % | F2 B $ | F3 C # | F4 H | F5 I | F6 J alternam entre estas páginas registradas no menu que possui os ajustes atuais e valores de medições.

Com a tecla Esc, pode-se retornar ao menu de Solução de Problemas a partir de qualquer tela.

Equipamento PCS F1/1

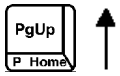


Tipo: Modelo da escavadeira a ser testada, RH25 *W CUM neste caso.
Tipo nº: Número do equipamento.
Nº série: Número de série.
Ref. Nº: Número de referência do PCS utilizado
Ativação: Última data de ativação do equipamento.
Nº EDS: Número do EDS utilizado na última programação.

> **⚠ ADVERTÊNCIA**
>
> **O número do equipamento EDS de teste deve ser gravado antes de se efetuar qualquer alteração nos ajustes do equipamento.**

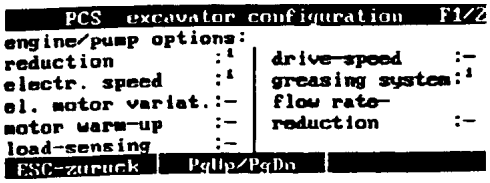
Use a tecla PgDn V End para ir à próxima tela das funções.

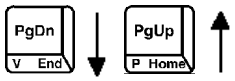
Bordnetz: Sistema elétrico de 23,7 V neste caso.
Bet.- Ges: Número total de horas de trabalho da máquina.
Bet. - Las: Número de horas de operação para movimentos e operações de deslocamento.
Bet. - Fah: Número de horas de trabalho.

Pressione a tecla 

para retornar a F1/1

Configuração do PCS da escavadeira F1/2

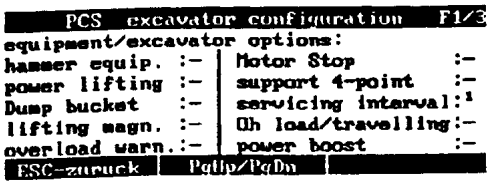


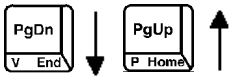


Aplicável à configuração da escavadeira mostra F1/2- 4:

As opções de configuração existentes para a máquina são identificadas no mostrador por um “tique”.
ESC - voltar

PCS - Configuração da escavadeira F1/3

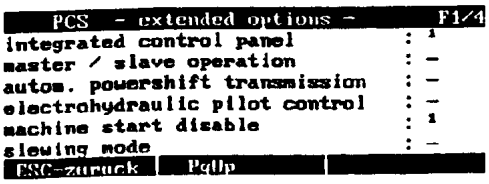




As configurações da escavadeira são mostradas na tela em 3 seções diferentes:

F1/2 = Opções de motor/bomba
F1/3 = Opções de escavadeira/equipamento
F1/4 = Opções adicionais, equipamentos especiais

PCS - Configuração da escavadeira F1/4

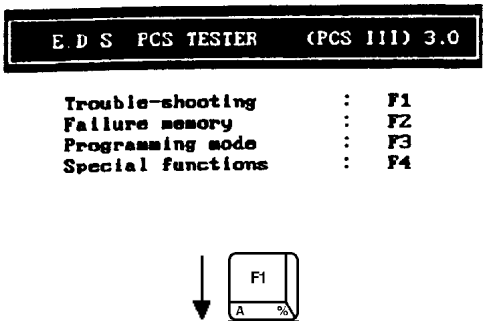


Painel de controle integrado:
Este painel de controle possui uma porta de conexão para comunicação de dados com o PCS e o EDS.

Operação principal/subordinada:
Dois ODCs estão instalados em uma escavadeira como, por exemplo, dois equipamentos para o motor.

Sistema hidráulico e motor de acionamento

Menu principal



Inicia a tela das funções do dispositivo EDS de teste.



Pressione F1 para solução de problemas: exibe a documentação do equipamento e os dados processados sem possibilidade de intervenção para modificações;



Pressione F2 para memória de falha: para efetuar a leitura, imprimir e apagar falhas na memória interna do PCS.

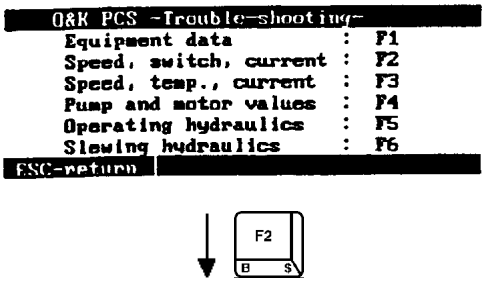


Pressione F3 para programar: dados do equipamento (tipo, no. , valores atuais, configuração).

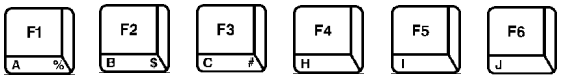


Pressione F4 para funções especiais: registro, hora de programação, gerenciador de arquivos, extensão, painel de controle.

Sub-menu de soluções de problemas do PCS



Seleção de dados e páginas com valores medidos pelo PCS.

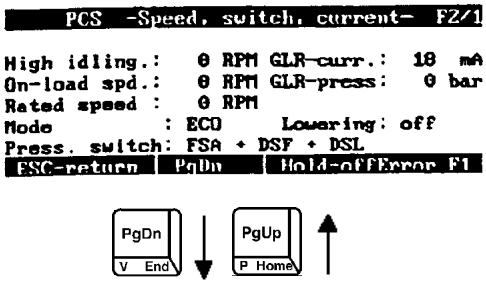
As teclas 

alternam entre estas páginas registradas no menu que possui os ajustes atuais e valores de medições.

Com a tecla 

, pode-se retornar ao menu de Solução de Problemas a partir de qualquer tela

Giro, PCS, Interruptor F2/1

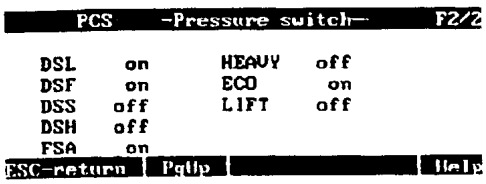


Os dados de controle de processo do PCS e as condições de operação essenciais para o controle com fácil visualização:

Modo: Seletor de faixa de operação entre Heavy (serviço pesado) - Eco (econômico) - Lift (levantamento).

Interruptor de pressão: Interruptor de pressão ativa e interruptores de seleção de funções

Interruptor de pressão do PCS F2/2

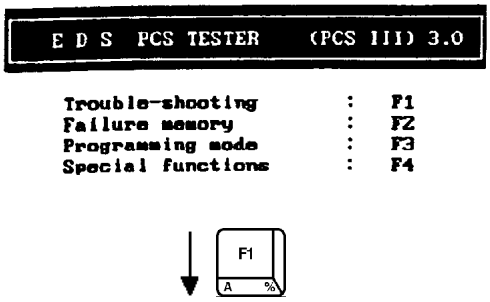


(Os interruptores de pressão estão localizados no interior do sistema hidráulico e acionam um contato elétrico à pressão mínima do sistema hidráulico).

DSL = Interruptor de pressão de carga
DSF = Interruptor de pressão de deslocamento
DSS = Interruptor de pressão de equipamentos especiais
DSH = Interruptor de pressão do martelo hidráulico
FSA = Interruptor de pressão de abaixamento

Sistema hidráulico e motor de acionamento (continuação)

Menu principal



Inicia a tela de funções do dispositivo EDS de teste

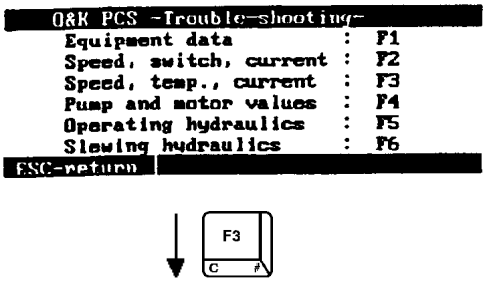
Pressione F1 para solução de problemas: exibe a documentação do equipamento e os dados processados sem possibilidade de intervenção para modificações;

Pressione F2 para memória de falha: para efetuar a leitura, imprimir e apagar falhas na memória interna do PCS.

Pressione F3 para programar: dados do equipamento (tipo, nº , valores atuais, configuração).

Pressione F4 para funções especiais: registro, hora de programação, gerenciador de arquivos, extensão, painel de controle.

Sub-menu de soluções de problemas do PCS

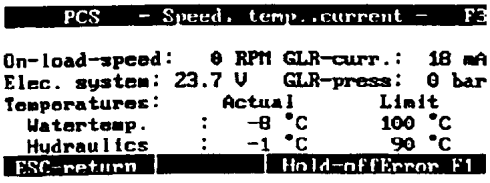


Seleção de dados e páginas com valores medidos pelo PCS.

As teclas F1 F2 F3 F4 F5 F6 selecionam a página correspondente de dados gravados no menu que está exibindo os valores de ajuste e de leitura atuais.

Com a tecla Esc , pode-se retornar ao sub-menu a partir de qualquer tela.

Giro e temperatura do PCS, corrente F3



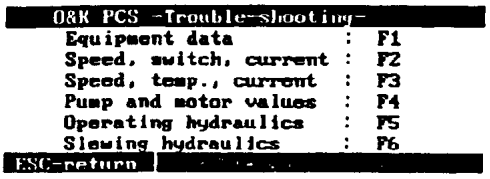
Função: Mostrador contínuo

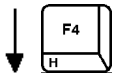
Os dados de processo exibidos são ao mesmo tempo comparados com os resultados de medições no óleo hidráulico e no líquido de arrefecimento.

Os limites pré-ajustados de temperatura também são exibidos.

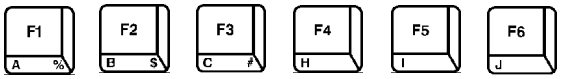
Sistema hidráulico e motor de acionamento (continuação)

Menu de soluções de problemas do PCS





Seleção de dados e páginas com valores medidos pelo PCS.

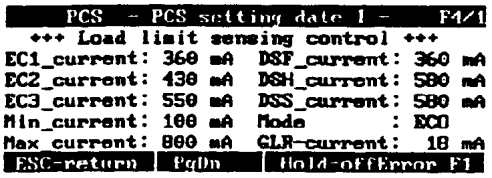
As teclas 

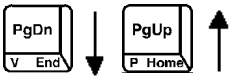
selecionam a página correspondente de dados gravados no menu que está exibindo os valores de ajuste e de leitura atuais.

Com a tecla 

, pode-se retornar ao sub-menu a partir de qualquer tela.

Controle de sensibilidade de limite de carga



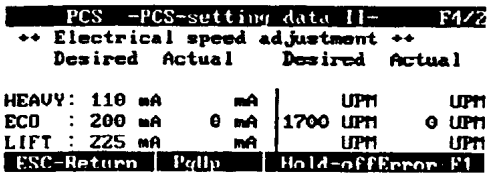


As correntes indicadas são aquelas pré-ajustadas no regulador de limitação de carga do ODC (módulo PCS). Elas são automaticamente configuradas quando o tipo de máquina é selecionado.

EC1= Serviço pesado (HEAVY)
EC2= Serviço econômico (ECO)
EC3= Levantamento (LIFT)

As correntes max/min definem a faixa de trabalho da válvula proporcional do ODC.

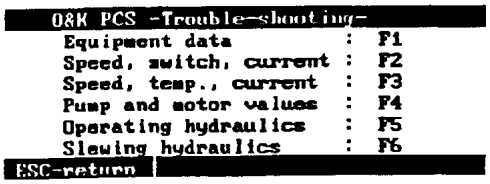
Correntes do motor no PCS F4/2

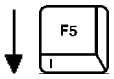


Os valores reais/nominais servem como referência para o atuador de ajuste de giro. Os valores nominais são pré-ajustados em função do tipo de máquina.

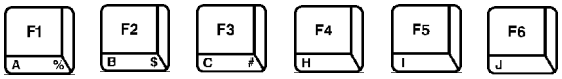
Equipamentos hidráulicos de trabalho

Sub-menu de solução de problemas do PCS





Seleção de dados e páginas com valores medidos pelo PCS.

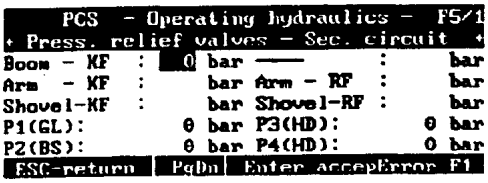
As teclas 

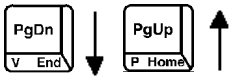
selecionam a página correspondente de dados gravados no menu que está exibindo os valores de ajuste e de leitura atuais.

Com a tecla 

, pode-se retornar ao sub-menu a partir de qualquer tela.

Equipamentos hidráulicos de trabalho no PCS F5/1



Para F5/2 

de F5/2

O procedimento descrito na coluna ao lado deve ser repetido para todas as peças do equipamento, tanto para o lado do pistão quanto para o lado do braço de penetração (RF, KF) dos cilindros dos equipamentos. Após a medição dos valores, o procedimento se encerra automaticamente e a seguinte mensagem é exibida: Measurement terminated (medição concluída).

Função: Verificação e ajuste das válvulas limitadoras de pressão (circuito secundário dos equipamentos hidráulicos de trabalho)
A pressão a ser verificada é automaticamente destacada em tipos claros sobre fundo preto.

Trabalho de preparação: Conexão de sensores de pressão.

Medidas: Partida automática com o cilindro do braço de elevação do lado do pistão.

Cilindro do braço de elevação do lado do pistão:
Levantamento do braço de elevação contra o batente. 

Cilindro do braço de elevação do lado do braço de penetração:
Abaixamento do braço de elevação contra o batente. 

- *O nome de válvulas de pressão pertencentes a outra função pode ser introduzido e editado aqui.*

Lado do pistão: Levantar o braço de penetração até o batente e então, 

Lado do braço de penetração: Abaixar o braço de penetração até o batente e então, 

Caçamba do lado do pistão: Descarregar caçamba para trás até o batente e então, 

Caçamba do lado do braço de penetração**:** Descarregar caçamba para a frente até o batente e então, 

Tratamento dos dados medidos



salvar



imprimir



nova medida



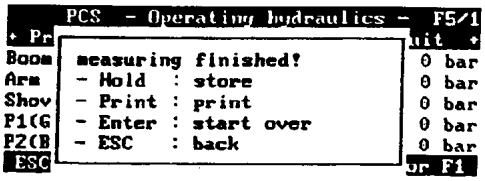
de volta para o menu

de F5/1

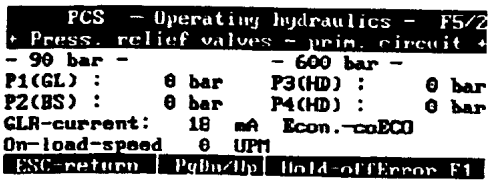




para F5/1



Equipamentos hidráulicos de trabalho no PCS F5/2



Para a verificação da faixa de trabalho durante as operações de ajuste:

Corrente do ODC: Corrente de regulagem do limite de carga - giro sob carga

Modo: Faixa de desempenho pré-selecionada

Função: Verificação e ajuste dos valores-limite de pressão (circuito primário dos equipamentos hidráulicos de trabalho)

Trabalho de preparação: Conexão de sensores de pressão.

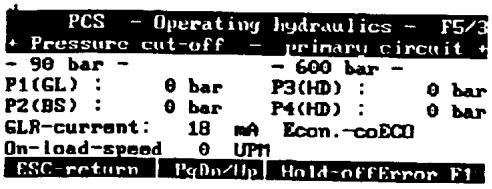
Medidas: Os valores medidos são constantemente exibidos e podem sempre ser verificados durante as operações de ajuste.

P1 (GL) = Válvula reguladora de pressão de limitação de carga

P2(BS) = Pressão auxiliar

P3/P4(HD) = Lado de alta pressão dos equipamentos hidráulicos de trabalho

Equipamentos hidráulicos de trabalho no PCS F5/3



Para a verificação da faixa de trabalho durante as operações de ajuste:

Corrente do ODC: Corrente de regulagem do limite de carga

Modo: Faixa de desempenho pré-selecionada

Função: Verificação e ajuste dos valores-limite de pressão (circuito primário dos equipamentos hidráulicos de trabalho)

Trabalho de preparação: Conexão de sensores de pressão.

Medidas: Os valores medidos são constantemente exibidos e podem sempre ser verificados durante as operações de ajuste.

P1 (GL) = Válvula reguladora de pressão de limitação de carga

P2(BS) = Pressão auxiliar

P3/P4(HD) = Lado de alta pressão dos equipamentos hidráulicos de trabalho

⚠ ADVERTÊNCIA

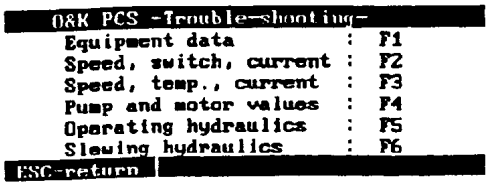
As operações de ajuste nos mostradores F5/1-3 devem, na prática, ser realizadas na seguinte ordem:

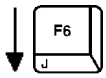
1. **F5/3 elevação da pressão ajustada de corte**
2. **F5/2 ajuste da pressão primária das válvulas limitadoras para um valor mais elevado**
3. **F5/1 ajuste da pressão secundária das válvulas limitadoras para o valor prescrito**
4. **F5/2 ajuste da pressão primária das válvulas limitadoras para o valor prescrito**
5. **F5/3 verificação da pressão de corte e ajuste para o valor prescrito**

O limite de pressão secundária não poderá, de outra forma, ser atingido.

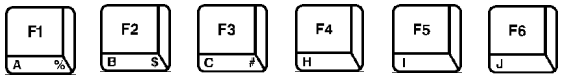
Equipamentos hidráulicos de giro

Sub-menu de solução de problemas do PCS





Seleção de dados e páginas com valores medidos pelo PCS.

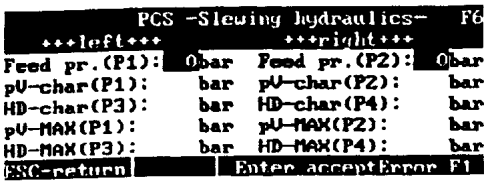
As teclas 

selecionam a página correspondente de dados gravados no menu que está exibindo os valores de ajuste e de leitura atuais.

Com a tecla 

, pode-se retornar ao sub-menu a partir de qualquer tela.

Equipamentos hidráulicos de giro no PCS F6



Um campo destacado (fundo preto) indica a pressão a ser verificada. Após a verificação desta pressão, o sistema passa automaticamente para o próximo campo.

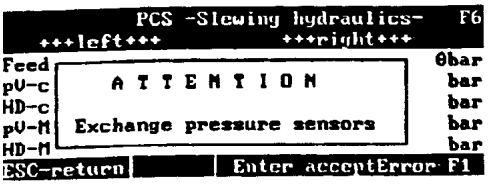
Função: Verificação das pressões do circuito hidráulico de giro.

Trabalho de preparação : Conexão dos sensores de pressão para medições de pressão de entrada. Os sensores de 600 bar são conectados em primeiro lugar aos pontos de pressão de entrada e, em seguida, de acordo com as instruções que são exibidas na tela.

Medidas: Inicie os movimentos de giro (esquerda/direita) durante o processo de medição. Ao atingir as pressões especificadas (ajustadas), salve este valor pressionando a tecla 

(confirmação).

Após a confirmação, o próximo valor medido será apresentado para verificação, ajuste, confirmação e, assim, sucessivamente para os demais valores.



Quanto isto tiver sido feito e confirmado pressionando-se a tecla 

,

o próximo ciclo de medição será automaticamente iniciado para verificação e confirmação.

Tratamento dos valores medidos



salvar 

imprimir

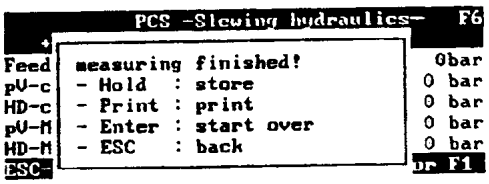


nova medição 

voltar ao menu

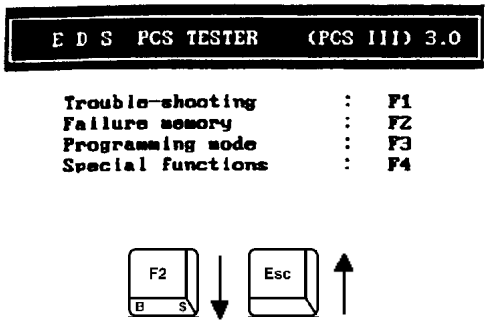
Após a programação e confirmação das pressões de entrada (P1, P2), a tela exibe um lembrete para que os sensores de 600 bar acoplados a P1 e P2 sejam conectados aos pontos P3 e P4.

Quando todos os ciclos de medição automática tiverem sido efetuados e confirmados, a seguinte mensagem de encerramento é exibida na tela:



MEMÓRIA DE FALHA

Menu principal



Inicia a tela de funções do dispositivo EDS de teste

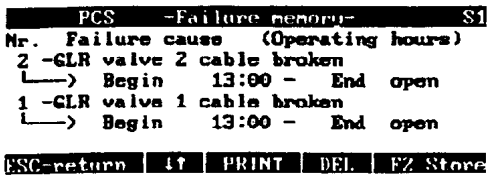
Pressione F1 para solução de problemas: exibe a documentação do equipamento e os dados processados sem possibilidade de intervenção para modificações;

Pressione F2 para memória de falha: para efetuar a leitura, imprimir e apagar falhas na memória interna do PCS.

Pressione F3 para programar: dados do equipamento (tipo, nº , valores atuais, configuração).

Pressione F4 para funções especiais: registro, hora de programação, gerenciador de arquivos, extensão, painel de controle.

Memória de falha do PCS S1

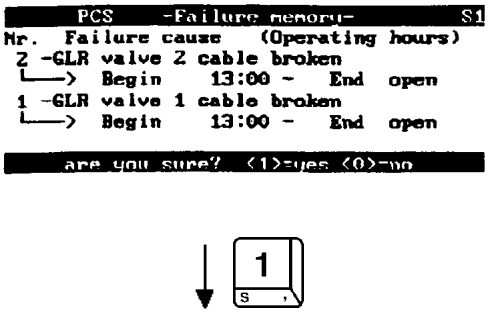


A tela exibe a memória interna de falha do PCS (ODC)

Os registros de falhas indicam:
- Nº da falha
- Causa de falha
- Marcação do horímetro no momento de início da falha
- Marcação do horímetro no momento em que a falha desaparece

Memória apagada

As teclas avançam ou recuam o mostrador caso todas as falhas não possam ser simultaneamente exibidas na tela.



Impressão da memória de falha através da impressora conectada ao EDS

Salva todas as indicações de falha em um arquivo denominado “Errordate” no cartão de memória RAM.

Pressionando-se 1 (sim) salva-se os dados ou

pressionando-se 0 (não) os dados não são salvos.

MODO DE PROGRAMAÇÃO

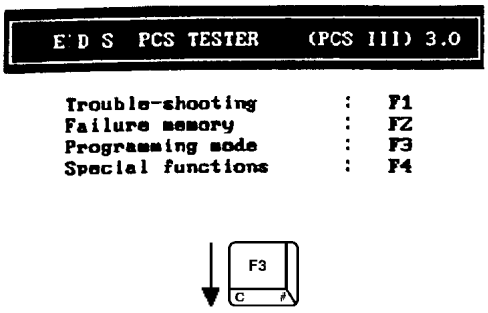
⚠ ADVERTÊNCIA

O modo de programação permite a modificação dos dados e parâmetros de controle da máquina. Antes de alterar qualquer dado, todas as informações existentes no menu de solução de problemas devem ser impressas.

Esta precaução permite restaurar os ajustes previamente existentes no sistema.

Dados da máquina

Menu principal (tela inicial)



Inicia a tela de funções do dispositivo EDS de teste



Pressione F1 para solução de problemas: exibe a documentação do equipamento e os dados processados sem possibilidade de intervenção para modificações;



Pressione F2 para memória de falha: para efetuar a leitura, imprimir e apagar falhas na memória interna do PCS.

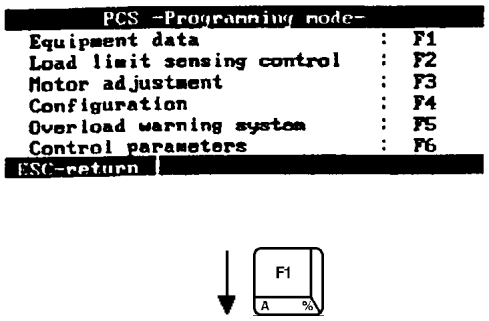


Pressione F3 para programar: dados do equipamento (tipo, nº , valores atuais, configuração).

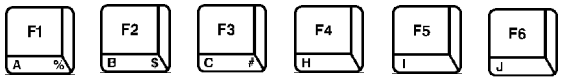


Pressione F4 para funções especiais: registro, hora de programação, gerenciador de arquivos, extensão, painel de controle.

Sub-menu do modo de programação



Seleção da configuração e páginas de ajuste necessárias para a programação do PCS.

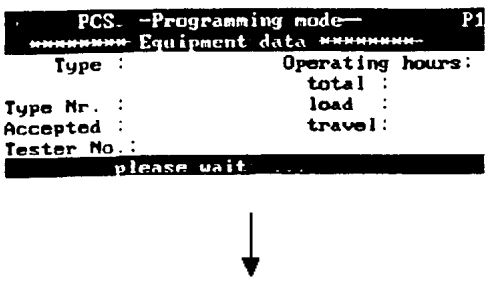
As teclas 

são utilizadas para selecionar os itens de dados individuais do menu no qual a programação é possível conforme mostrado na coluna ao lado.

A tecla 

retorna, a partir de qualquer tela, para o sub-menu de modo de programação.

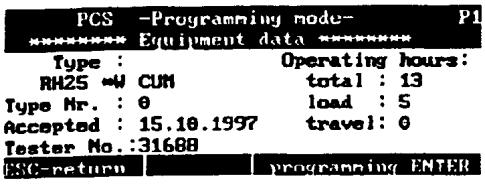
Modo de programação do PCS P1



Quando o modo de programação de dados da máquina for selecionado, a tela da coluna ao lado será mostrada. Durante a mensagem de “aguardar”, o EDS estará lendo os dados existentes no PCS para automaticamente exibi-los na seqüência.

Dados da máquina (continuação)

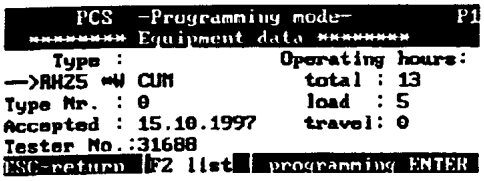
Modo de programação do PCS P1



Esta tela ainda oferece a opção de visualizar os dados ou de reprogramar o sistema.



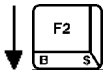
Esta tecla confirma a reprogramação.



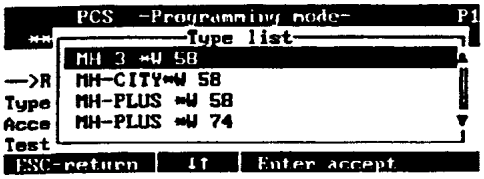
Um cursor indica a linha onde as modificações podem ser feitas.

Com as teclas  e  , o cursor pode ser movido para cima ou para baixo, selecionando assim outra linha.

Sob a indicação “Type” (tipo) o EDS fornece uma lista de tipos de máquina que podem ser selecionadas.



A lista de tipos é destacada com a indicação **“F2 list”** piscando na linha de mensagem e é selecionada pressionando-se a tecla  .



As teclas  e  permitem deslocar-se através da lista.

Confirme a seleção pressionando a tecla  ; o tipo selecionado irá aparecer nesta linha.

Pressionando-se novamente a tecla  o sistema será programado para o novo tipo de máquina.

Instruções gerais sobre edição de campos

A tecla  seleciona a linha do dado a ser programado

As teclas  e  avançam ou recuam o cursor um espaço.

Os caracteres alfanuméricos devem ser introduzidos pressionando-se a tecla  ao mesmo tempo.

Por exemplo:

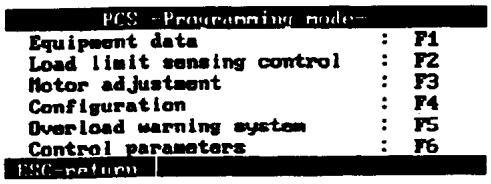
A: tecla  em conjunto com a tecla  A

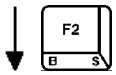
A tecla  encerra o procedimento de edição

A tecla  **sai imediatamente do modo de programação sem salvar os dados já editados.**

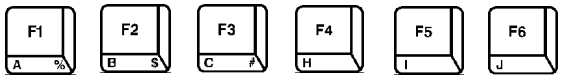
Controle de sensibilidade ao limite de carga

Sub-menu de modo de programação





Seleção da configuração e páginas de ajuste necessárias para a programação do PCS.

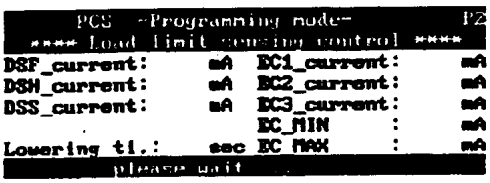
As teclas 

são utilizadas para selecionar os itens de dados individuais do menu no qual a programação é possível conforme mostrado na coluna ao lado.

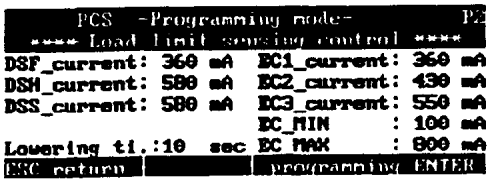
Com a tecla 

, pode-se retornar ao sub-menu a partir de qualquer tela.

Modo de programação do PCS P2
Controle de sensibilidade ao limite de carga







Durante a mensagem “aguarde”, o EDS estará lendo os dados existentes no PCS para automaticamente exibi-los na seqüência.

Função: Ajuste manual das correntes na válvula proporcional dependendo da posição do interruptor (EC1-EC3) e/ou estado do interruptor DSF, DSH, DSS.

Exemplo: O operador pressiona o botão de acionamento do martelo hidráulico (na alavanca manual). A pressão de controle do martelo faz com que o interruptor DSH acionado por pressão seja ativado. Esta condição é percebida pelo PCS, que controla a válvula proporcional ODC com a corrente pré-ajustada ma linha corrente_DSH, neste caso 580 mA.

A programação é efetuada editando-se os valores de corrente (consulte “Programação dos dados da máquina”).

Para fins de programação da corrente DSH, o EDS oferece possibilidades de seleção de martelos que podem ser utilizados com o tipo específico de máquina.
A relação de martelos é destacada pela mensagem “F2 lista” piscando na linha de informações do mostrador e pode ser selecionada pressionando-se a tecla 

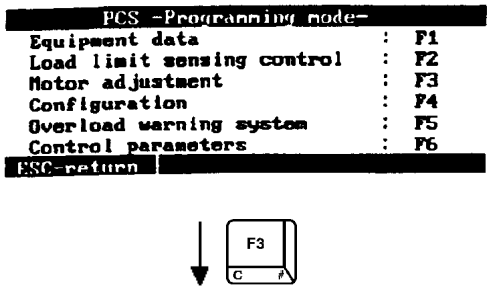
(consulte também “Dados da máquina”).

DSF = Interruptor de pressão de deslocamento ativado
DSH = Interruptor de pressão do martelo ativado
DSS = Interruptor de pressão de equipamentos especiais ativado
EC1 = HEAVY = faixa de operação do sistema hidráulico (serviço pesado)
EC2 = ECO = faixa de operação do sistema hidráulico (serviço econômico)
EC3 = LIFT = faixa de operação do sistema hidráulico (levantamento)
EC_MIN = Mínimo desempenho do sistema hidráulico
EC_MAX = Máximo desempenho do sistema hidráulico

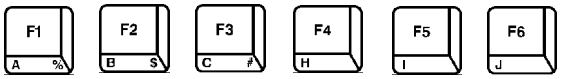
Relé de redução: Se nenhum comando for ativado dentro de 10 segundos, o sistema ativa a função de marcha-lenta automática.

Ajuste elétrico de giro

Sub-menu de modo de programação



Seleção de dados e páginas com valores medidos pelo PCS.

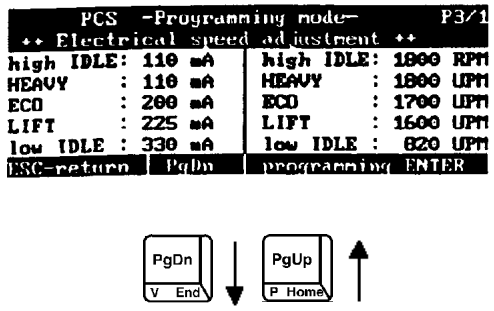
As teclas 

selecionam a página correspondente de dados gravados no menu que está exibindo os valores de ajuste e de leitura atuais.

Com a tecla 

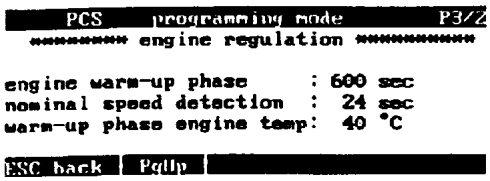
, pode-se retornar ao sub-menu a partir de qualquer tela.

Modo de programação do PCS P3/1
Ajuste elétrico de giro



Função: Ajuste de correntes para o atuador de controle de rotação do motor Diesel de acordo com as condições de operação.

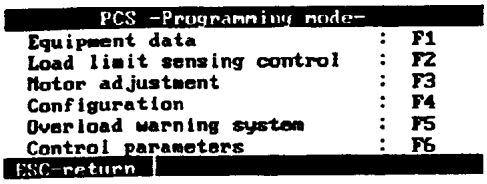
Exemplo: O operador ajusta o interruptor de potência no painel de controle de ECO para Heavy (serviço pesado). O atuador de controle de rotação passa a ser acionado com uma corrente de 100 mA em vez de 200 mA. O atuador ajusta a bomba injetora do motor Diesel de forma a obter uma rotação de 1800 rpm. Este ajuste da bomba de injeção é mantido pelo atuador.

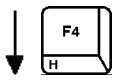


A programação é efetuada editando-se os valores de corrente (consulte “Programação dos dados da máquina”).

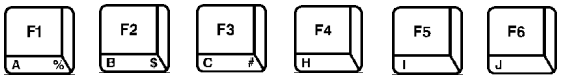
Configuração da máquina

Sub-menu de modo de programação



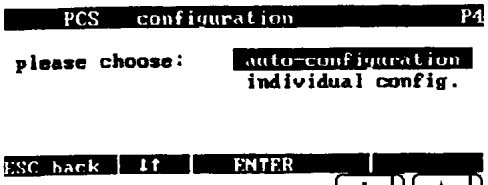


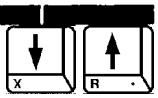
Seleção da configuração e páginas de ajuste necessárias para a programação do PCS.

As teclas  são utilizadas para selecionar os itens de dados individuais do menu no qual a programação é possível conforme mostrado na coluna ao lado.

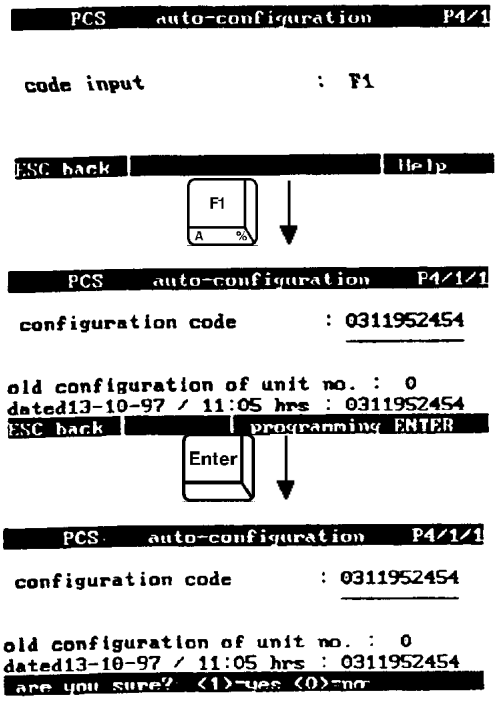
Com a tecla  , pode-se retornar ao sub-menu a partir de qualquer tela.

Modo de programação do PCS P4/1
Configuração (automática)



Selecione entre Automático ou Manual 

e em seguida pressione  para confirmar

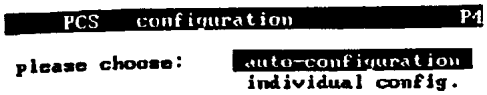


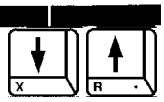
Função: A função de configuração informa ao PCS os tipos de equipamentos instalados na máquina.

Exemplo: Se a máquina de construção estiver equipada com um ar condicionado e/ou uma caçamba de longo alcance, estas opções aparecerão selecionadas com um tique “check-mark” nos campos correspondentes da tela de configuração.

Existe uma opção para selecionar entre auto-configuração e configuração manual.

Modo de programação do PCS P4/1
Configuração (por item individual)



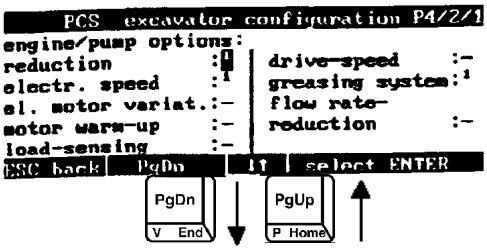
Selecione entre Automático ou Manual 

e em seguida pressione 

para confirmar

Função: A função de configuração informa ao PCS os tipos de equipamentos instalados na máquina e armazena os dados.

Exemplo: Se a máquina de construção estiver equipada com um ar condicionado e/ou uma caçamba de longo alcance, estas opções devem ser selecionadas nos campos correspondentes da tela de configuração.



Configuração de itens individuais:

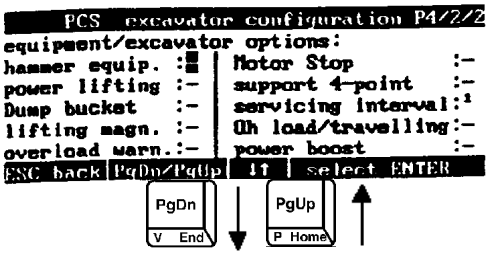
As teclas 

e 

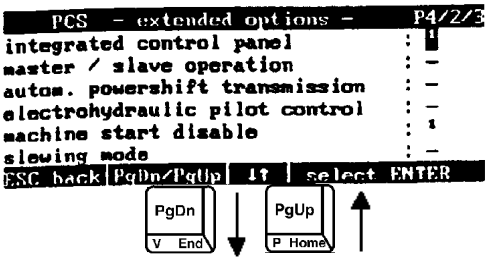
movem o cursor de uma linha para a outra. Para inserir ou excluir uma opção, pressione a tecla 

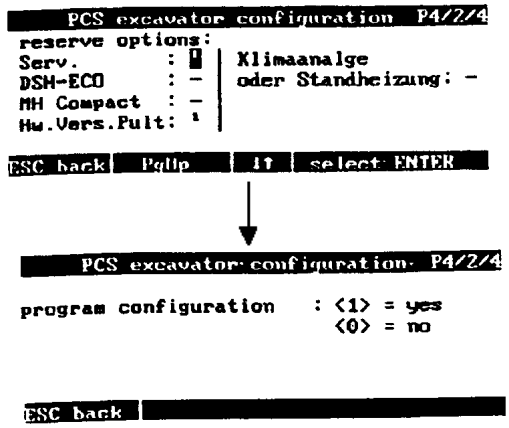
.

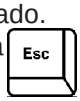
A opção selecionada é identificada com um tique “check-mark”.



A disponibilidade de uma opção depende do tipo da máquina selecionada.





Após selecionar todas as opções desejadas, o ciclo de programação pode ser encerrado.
Para isto, pressione a tecla 

.

Solicitação de confirmação:



(sim) programa o PCS com estes dados



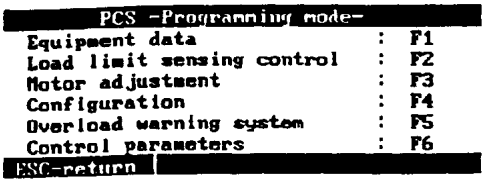
(não) pode-se modificar as opções

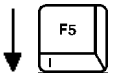


retorna ao sub-menu de modo de programação

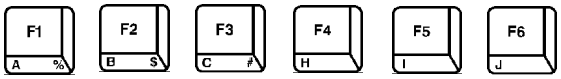
Sistema de segurança contra sobrecarga

Sub-menu de modo de programação





Seleção da configuração e páginas de ajuste necessárias para a programação do PCS.

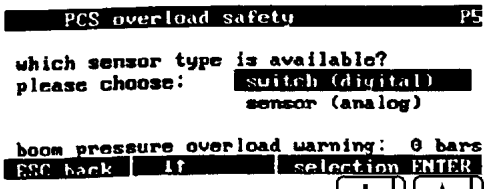
As teclas 

são utilizadas para selecionar os itens de dados individuais do menu no qual a programação é possível conforme mostrado na coluna ao lado.

Com a tecla 

, pode-se retornar ao sub-menu a partir de qualquer tela.

Modo de programação do PCS P5
Sistema de segurança contra sobrecarga



Selecione entre Digital ou Analógico 

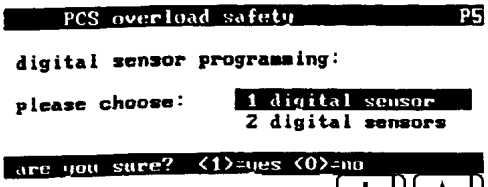
e em seguida pressione 

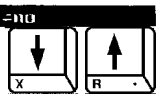
para confirmar

Função: Os valores-limite e os componentes do sistema de segurança contra sobrecarga são definidos pela programação no PCS.

Exemplo: O sensor de pressão do braço de elevação é um interruptor pilotado por pressão ou um transdutor de pressão? O interruptor pilotado por pressão é pré-ajustado na fábrica para uma pressão específica, ao passo que o transdutor de pressão simplesmente envia dados de pressão que são, então, comparados aos limites pré-estabelecidos. Se o valor lido pelo transdutor exceder o valor-limite, um sinal de advertência de sobrecarga é ativado.

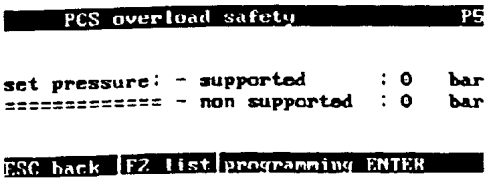
Digital

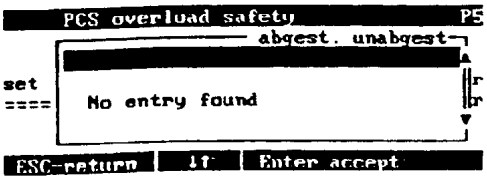


1 ou 2 sensores digitais?
Pressione as teclas 

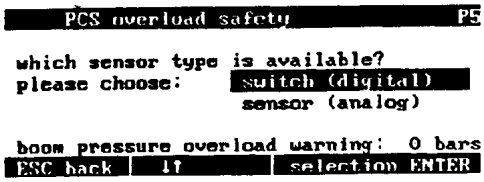
E em seguida pressione 

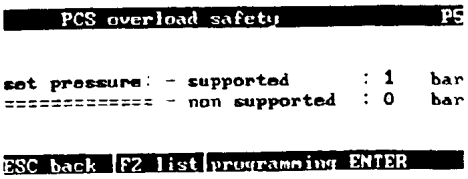
para confirmar





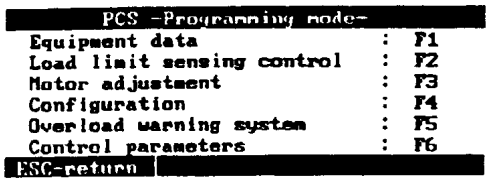
Analógico

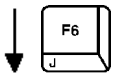




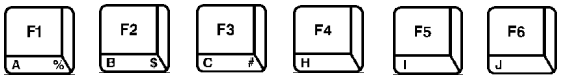
Parâmetros de controle

Sub-menu de modo de programação





Seleção de páginas de configuração e ajustes necessários para a programação do PCS.

As teclas 

são utilizadas para selecionar os itens de dados individuais do menu no qual a programação é possível conforme mostrado na coluna ao lado.

A tecla 

retorna, a partir de qualquer tela, para o submenu de modo de programação.

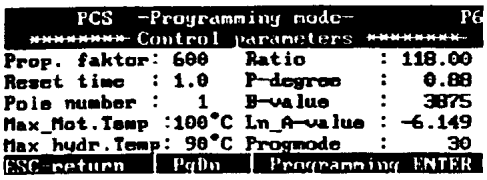
PCS - Modo de programação - P6

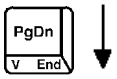
Esta tela oferece duas opções:

1. Ajuste dos parâmetros de controle para o PCS e 

2. Programação do painel de controle (apagar).

1. Parâmetros de controle



Painel de controle 

Função: Definição da regulagem de sensibilidade do limite de carga. Os dados são diretamente registrados na memória do PCS.

Como todas as modificações nestes parâmetros afetam diretamente o sistema de controle e requerem certo conhecimento, uma descrição detalhada é fornecida abaixo.

⚠ ADVERTÊNCIA

Os parâmetros "fator de proporcionalidade" e o "tempo de zeragem" têm direta influência sobre as características do controle de sensibilidade à carga. Estes parâmetros devem, portanto, ser mudados somente por pessoal qualificado e experiente.

Número de pólos e relação de transmissão:
Estes parâmetros devem somente ser inseridos se a rotação do motor Diesel for captada na correia em "V" de acionamento do alternador. Normalmente, as máquinas são equipadas com um sensor na polia dentada. Neste caso, o número de pares de pólos é 1 e a relação de transmissão é igual ao número de dentes da polia (118 neste caso).

Temp_Max_Mot: temperatura máxima admissível no motor (líquido de arrefecimento ou ar junto ao cabeçote).

Temp_Max_hidr: temperatura máxima admissível no óleo hidráulico.

Grau-P:
Valor-B:
Valor Ln_A:

O **"Modo de programação"** permite zerar o controle de sensibilidade à carga do PCS. Se as funções de controle forem afetadas e se os valores medidos não indicarem qualquer causa direta de falha, o **"Modo de programação valor=00"** recarrega os valores-padrão de uma máquina normal na memória do PCS.

Os seguintes dados são carregados com o “modo de programação = 00”

Tipo de máquina: Adota a primeira máquina da lista
Todos os ajustes de corrente da válvula proporcional para máquinas específicas que influenciem a regulagem da bomba são adotados:

Corrente_EC1: Corrente de modo serviço pesado
Corrente_DSF: Para função de desligamento
Corrente_EC2: Corrente de modo econômico (ECO)
Corrente_DSH: Para martelo ativado
Corrente_EC3: Corrente de modo de levantamento
Corrente_DSS: Para funções adicionais
EC_MIN: Corrente de aceleração total
EC_MAX: Corrente de marcha lenta

Todos os ajustes de corrente do servo-atuador para ajuste de rotação de motores Diesel são adotados:

Drive: Corrente de modo de condução
ECO: Corrente de modo econômico
Heavy: Corrente de modo de serviço pesado
Low_idle: Corrente de marcha-lenta

Atraso de redução: (tempo até que o controle automático de marcha-lenta seja ativado) tempo especificado para que a primeira máquina da lista seja selecionada.
Configuração: Opções-padrão da primeira máquina da lista.
Nº da máquina: Ajustado para “0”
Data de recebimento: Ajustado para a data do momento.
Nº do equipamento EDS de teste: Ajustado para o no. do equipamento em uso no momento.
Horas de operação: Permanece inalterado

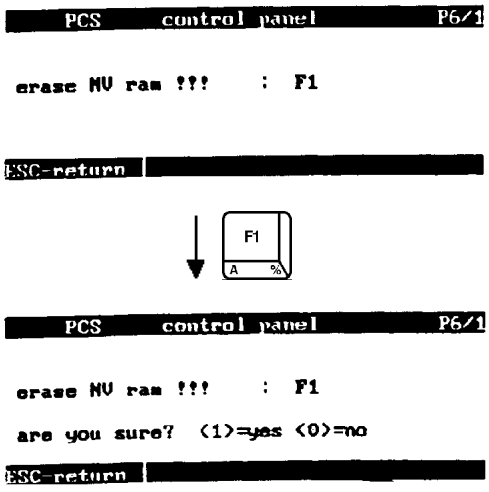
⚠ ADVERTÊNCIA

As modificações feitas introduzindo-se o modo de programação = 00 são válidas somente após a máquina ser ligada novamente.

Portanto: inicie o procedimento ajustando “modo de programação=00” e, em seguida, desligue a ignição.

Modo de programação P6/1

2. Programação do painel de controle (zeragem)



1 (sim) apagar a memória NV-RAM

0 (não)

Esc retornar para o sub-menu

Função: Apagar a memória NV-RAM (memória não-volátil) do painel de controle e re-inicialização.

Os seguintes ajustes são afetados pela re-inicialização:

Próxima manutenção: Ajustado para o valor inicial = 50 horas.

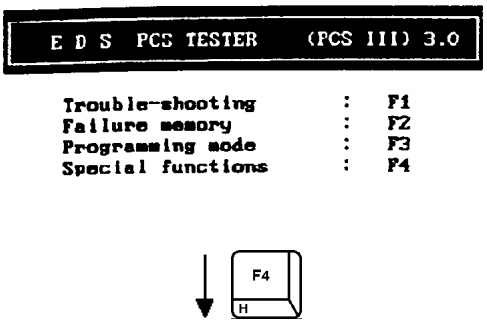
Iniciar desabilitar código: Retorna ao ajuste básico “5”, independente da ativação ou desativação.

O **fator do velocímetro** é ajustado para o básico 50 ou 725 (a partir do painel de controle V3.2 em diante).

FUNÇÕES ESPECIAIS

Registro

Menu principal (tela de início)



Inicia a tela de funções do dispositivo EDS de teste

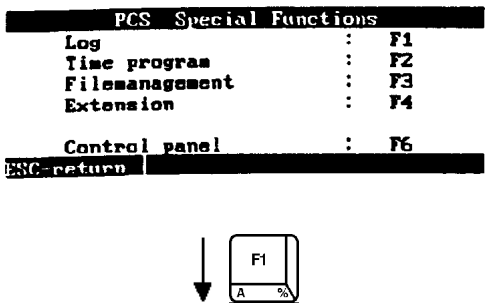
F1 Pressione F1 para solução de problemas: exibe a documentação do equipamento e os dados processados sem possibilidade de intervenção para modificações;

F2 Pressione F2 para memória de falha: para efetuar a leitura, imprimir e apagar falhas na memória interna do PCS.

F3 Pressione F3 para programar: dados do equipamento (tipo, nº , valores atuais, configuração).

F4 Pressione F4 para funções especiais: registro, hora de programação, gerenciador de arquivos, extensão, painel de controle.

Sub-menu de funções especiais

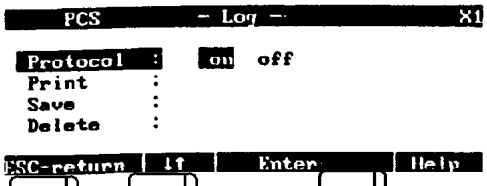


Seleção de páginas de funções especiais necessárias para o tratamento geral dos dados.

As teclas F1 F2 F3 F4 e F6 são utilizadas para selecionar itens individuais de dados do menu conforme mostrado na coluna ao lado.

A tecla Esc retorna de qualquer tela de dados para o sub-menu de funções especiais.

Registro X1



As teclas ← e → ou Enter Ligar/desligar

↓ ↑ (para cima/para baixo)

Enter Tela para a entrada do nome

Função: Tratamento dos registros de valores medidos gerados durante o ajuste ou solução de problemas de operação.

A tecla Hold gera os registros a partir das telas de ajuste e medição.

Protocolo: Ligado/desligado ativado/desativado.
No modo ativado, as telas dos menus correspondentes (registro de valores medidos) são armazenadas em conjunto com a data e os dados da máquina (tipo, etc.) em um arquivo denominado **Temp.-$$** no cartão de memória RAM.

Salvar: O arquivo Temp.-$$ é salvo com outro nome. A opção “Salvar” solicita que um novo nome para o arquivo seja inserido. Este nome pode possuir 8 caracteres sem qualquer restrição.

Imprimir: Imprime um arquivo de registro dos dados medidos (forneça o nome do arquivo).

Apagar: Apaga um arquivo de registro dos dados medidos (forneça o nome do arquivo).

Dicas para o tratamento das funções especiais acessadas com a opção Log X1:

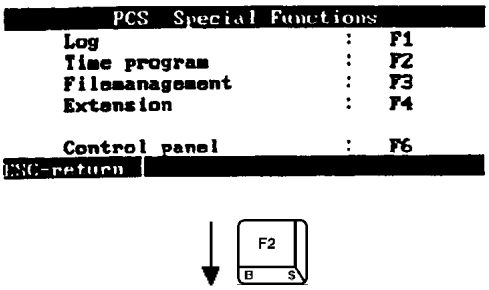
- Conecte o equipamento EDS de teste e os sensores e proceda às medições e ajustes.
- A tecla Hold armazena as telas dos menus com os dados de medições e ajustes no arquivo “Temp.- $$”.
- Salvar o arquivo “Temp.- SS” na tela do menu Log X1 utilizando a opção “Saving” (salvar) introduzindo um novo nome.

⚠ ADVERTÊNCIA

Novas telas de menus não podem ser armazenadas com este mesmo nome de arquivo. Desta forma, serão novamente armazenadas no arquivo “Temp.- $$”.

Programação de Tempo

Sub-menu de funções especiais

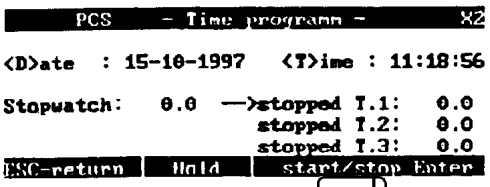


Seleção de páginas de funções especiais necessárias para o tratamento geral dos dados.

As teclas F1 A %, F2 B $, F3 C #, F4 H, e F6 J são utilizadas para selecionar itens individuais de dados do menu conforme mostrado na coluna ao lado.

A tecla Esc retorna de qualquer tela de dados para o sub-menu de funções especiais.

Programação de tempo X2



Função temporizador: pressione Esc para sair

Início: pressione Enter para iniciar o temporizador 1.

Pressionando Enter novamente: parada do temporizador 1 e início do temporizador 2.

Pressionando Enter novamente: parada do temporizador 2 e início do temporizador 3.

Pressionando Enter novamente: parada do temporizador 3

Hold Armazena os tempos tomados

Print >I Q I< Imprime os tempos tomados

Função: Ajuste de data e hora do relógio interno e de três temporizadores independentes.

Ajuste da data: Pressione primeiro a tecla A / N e em seguida, para selecionar a letra “D” correspondente à data. A data pode ser editada com as teclas numéricas.

Atenção: Pressione a tecla A / N novamente para inserir os números.

Pressione Esc para sair do modo de edição mantendo os valores inseridos.

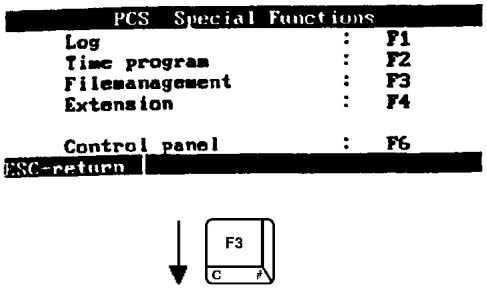
Ajuste da hora: Pressione primeiro a tecla A / N e em seguida, para selecionar a letra “Z” correspondente ao horário, que pode ser editado utilizando-se as teclas numéricas.

Atenção: Pressione a tecla A / N novamente para inserir os números.

Pressione Esc para sair do modo de edição mantendo os valores inseridos.

Gerenciamento de arquivos

Sub-menu de funções especiais



Seleção de páginas de funções especiais necessárias para o tratamento geral dos dados.

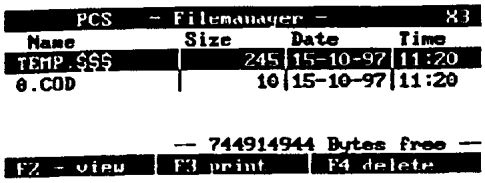
As teclas 

são utilizadas para selecionar itens individuais de dados do menu conforme mostrado na coluna ao lado.

A tecla 

retorna de qualquer tela de dados para o sub-menu de funções especiais.

Gerenciamento de arquivos X3



Quando o equipamento EDS de teste é ativado, o sistema cria automaticamente um arquivo denominado Temp.$$$. Este arquivo guarda os ajustes e telas de medições (consulte registro X1). Para evitar a perda dos dados deste arquivo em caso de falta de energia, um segundo arquivo, denominado SAVEDAT contendo os dados de Temp.$$$ é automaticamente criado.
Assim, Temp.$$$ pode ser apagado.

Função: Exibição, gerenciamento e impressão de arquivos salvos sem estar conectado ao PCS

As teclas 

selecionam arquivos.

A tecla 

exibe o arquivo selecionado.

A tecla 

imprime os dados do arquivo selecionado.

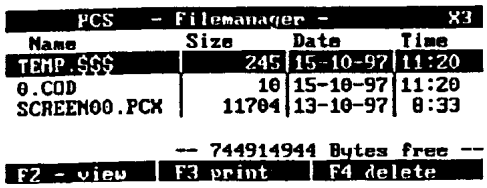
A tecla 

apaga o arquivo selecionado.

A tecla 

(sim) apaga o arquivo e 

(não).

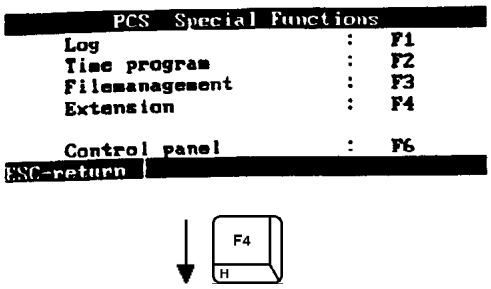


⚠ ADVERTÊNCIA

Se desejar que os dados salvos estejam prontos para serem lidos ou impressos posteriormente, estes devem ser salvos como um arquivo com um nome diferente.

Extensão

Sub-menu de funções especiais

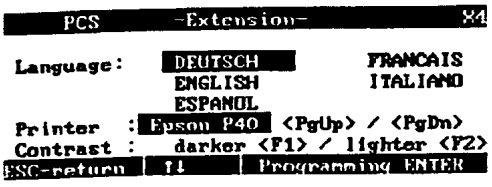


Seleção de páginas de funções especiais necessárias para o tratamento geral dos dados.

As teclas F1 F2 F3 F4 e F6 são utilizadas para selecionar itens individuais de dados do menu conforme mostrado na coluna ao lado.

A tecla Esc retorna de qualquer tela de dados para o sub-menu de funções especiais.

Extensão X4



Função: Seleção de idioma, contraste da tela e tipo de impressora instalada.

As teclas ↓ e ↑ selecionam o idioma desejado.

As teclas PgDn e PgUp selecionam o modelo de impressora.

A tecla Enter programa o idioma selecionado e o tipo de impressora instalado

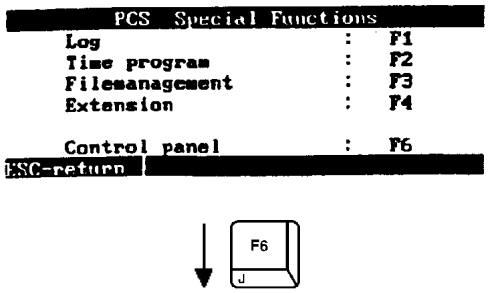
As teclas F1 e F2 ajustam o contraste da tela para mais escuro ou mais claro.

O contraste pode ser modificado também nas outras telas com uma combinação das teclas Ctrl + ↓ ou,

Ctrl + ↑

Painel de controle (na cabina do operador)

Sub-menu de funções especiais

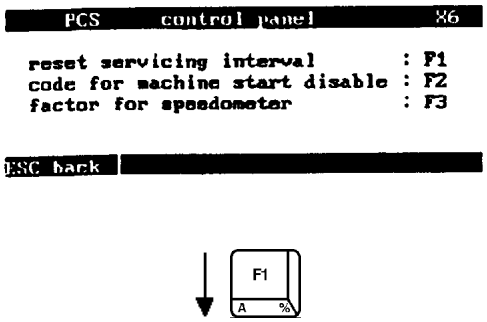


Seleção de páginas de funções especiais necessárias para o tratamento geral dos dados.

As teclas F1 (A %), F2 (B S), F3 (C F), F4 (H), e F6 (J) são utilizadas para selecionar itens individuais de dados do menu conforme mostrado na coluna ao lado.

A tecla Esc retorna de qualquer tela de dados para o sub-menu de funções especiais.

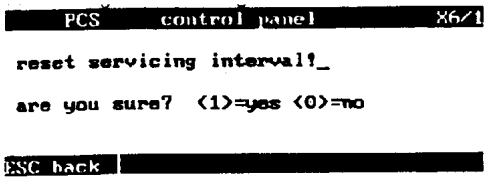
Painel de controle (na cabina do operador) X6



Quando o equipamento EDS de teste é conectado ao soquete de diagnóstico, o painel de controle da máquina também fica conectado ao EDS através do cabo de comunicação de dados. Sendo assim, é possível que se utilize o EDS também para modificar os ajustes do painel de controle.

Funções: Alteração dos valores de intervalos de manutenção, código de travamento de partida da máquina e fator de conversão para a indicação do velocímetro, dados estes armazenados na memória do painel de controle.

Zeragem do intervalo de manutenção

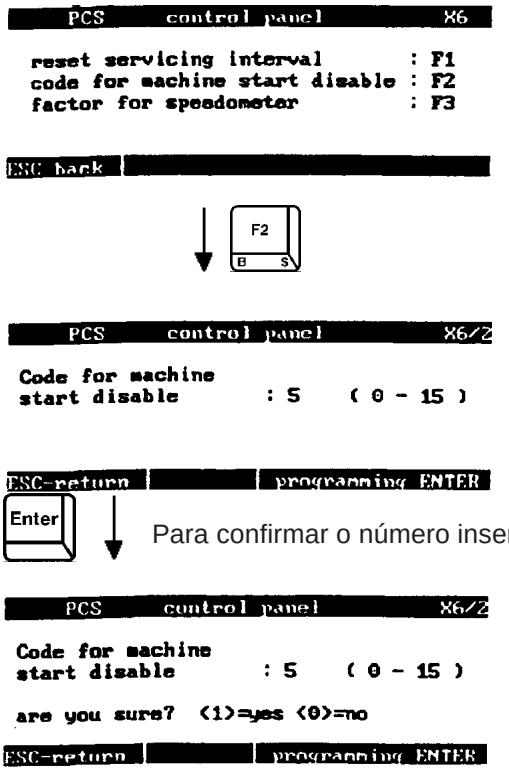


Intervalo de manutenção:

A tecla 1 (S ,) (sim) executa o comando 0 (Z) (não).

A tecla Esc sai da programação e retorna ao menu do painel de controle Tele X6.

Modificação do código de travamento de partida



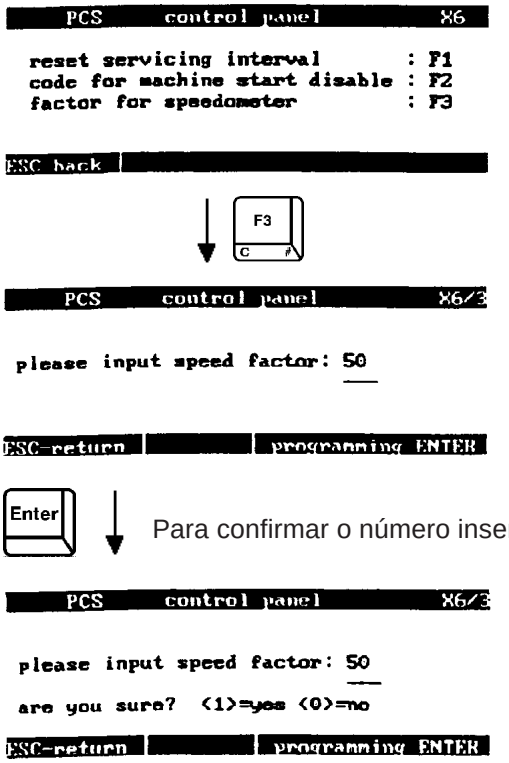
Código de travamento de partida: Por meio deste código, o operador pode travar o sistema de partida da máquina para evitar que seja utilizada por pessoal sem autorização. O número do código deve ser inserido antes que seja dada a partida na máquina

Utilize as teclas numéricas de 0 a 9 para inserir o número do código. Todos os números entre 0 e 15 podem ser utilizados como códigos.

A tecla 1 (sim) executa o comando 0 (não)

A tecla Esc sai do modo de programação e retorna ao menu painel de controle, tela X6.

Fator de conversão do velocímetro



Fator de conversão do velocímetro:
introduza o fator do velocímetro: 50

Utilize as teclas numéricas de 0 a 9 para inserir o fator.
Os valores válidos estão entre

A tecla 1 (sim) executa o comando 0 (não)

A tecla Esc sai do modo de programação e retorna ao menu painel de controle, tela X6.

MENSAGENS DE FALHA (NA TELA)

Nas telas de cada função, uma mensagem piscando com os dizeres “Fault F1” (falha F1) substitui a palavra “Help” (ajuda) na linha de informações (linha superior da tela).

Quando isto acontece, significa que a máquina apresenta algum tipo de malfuncionamento.

A tecla 

ativa uma mensagem instantânea exibindo as falhas na própria tela em que se está trabalhando.

A teclas 

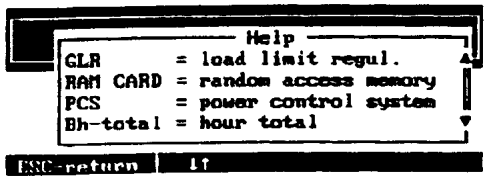
e 

permitem mudar de linha para continuar a leitura caso a mensagem seja relativa a diversas falhas.

MENU HELP - AJUDA (NA TELA)

A tecla 

exibe a ajuda na própria tela em que se está trabalhando.



Uma relação com todas as abreviaturas utilizadas no menu instantâneo de ajuda está disponível.

Pressione as teclas 

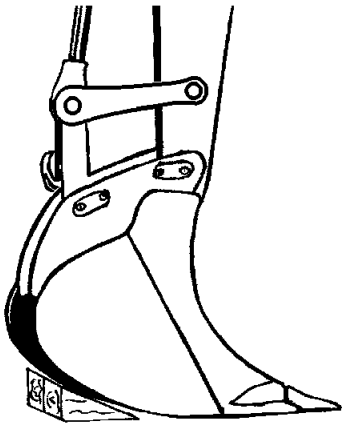
e 

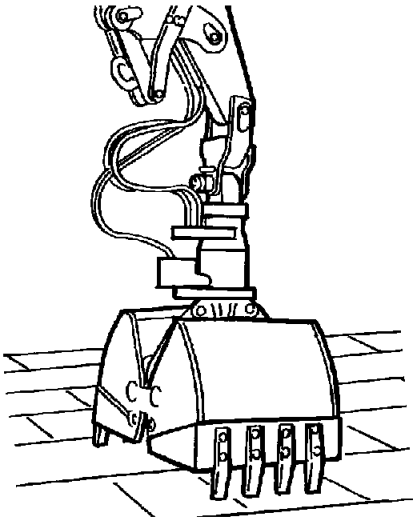
para visualizar mais itens.

Relação de Abreviaturas e Códigos

Ausleger = Cilindro de acionamento
Battery state low = carga baixa na bateria
Battery empy = bateria descarregada
Betr.- Fah. = número de horas de trabalho em deslocamento
Betr. - Ges. = número total de horas de operação
Betr. - Last = número total de horas de trabalho
BS = Servo - mecanismo

Equipamentos de Trabalho (Implementos)





600015

SUMÁRIO

EQUIPAMENTOS DE TRABALHO (IMPLEMENTOS) 3
Prefácio 3
Instruções de segurança 3
Montagem de equipamentos de trabalho – Instruções de segurança 4
Travamento da máquina 5
Proteção contra a corrosão de pinos e mancais (buchas e cubos) 6
Montagem/desmontagem da caçamba da retroescavadeira 7
Fixacão e remoção do equipamento com garras (opcional) 8
Montagem do equipamento com garras 8
Desmontagem do equipamento com garras 9

EQUIPAMENTOS DE TRABALHO (IMPLEMENTOS)

Prefácio

O “Manual de Especificações Técnicas” contém informação importante para o pessoal de assistência técnica trabalhando no equipamento. Especificações da máquina relacionadas em outros lugares da documentação podem não estar necessariamente repetidas neste manual.

A documentação inclui:

- Instruções de operação
- Relação de peças de reposição
- Tabela com as dimensões e dados técnicos da máquina

Esta brochura não contém as especificações de unidades auxiliares para a operação de equipamentos adicionais, opcionais ou especificações de máquinas individuais.

As quantidades especificadas de fluidos para preenchimento, são quantidades aproximadas que servem como ajuda no planejamento de requisitos de materiais de consumo. Cada unidade é equipada com dispositivos adequados para a verificação, como por exemplo, vareta do nível de óleo ou bujões de verificação, permitindo ao operador verificar se os reservatórios estão corretamente preenchidos.

Instruções de segurança

Perigo no caso da não observância das instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Esta escavadeira hidráulica foi construída dentro de padrões “estado-da-arte” e reconhecidas regras de segurança.
Porém, a operação da máquina quando houver suspeita de que exista ou tenha ocorrido uma falha, ou execução de trabalhos de reparo de maneira indevida, pode:

- **Por em risco a vida de pessoa em contato com a máquina;**
- **Danificar a máquina e outras propriedades.**

A escavadeira hidráulica deve ser desligada imediatamente quando houver suspeita de que haja ou esteja ocorrendo qualquer falha, para garantir que a segurança do operador ou outras pessoas no local de trabalho ou mesmo outros materiais e propriedades não sejam comprometidos.
Todos os componentes são cuidadosamente coordenados.
Operação sem problemas e longa vida útil de serviço só podem ser atingidas com peças originais de reposição.

Montagem de equipamentos de trabalho – Instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Equipe

A montagem de equipamentos de trabalho deve ser efetuada somente por pessoas com conhecimento e familiarizadas com a operação ou manutenção de tais equipamentos.
Se não possuir pessoas com tal qualificação, instruções pormenorizadas devem ser dadas por técnicos competentes de um Concessionário Autorizado.
O manual de operação e, em particular, a seção intitulada "Instruções Fundamentais de Segurança" deve ser lida e perfeitamente compreendida.
Somente pessoas qualificadas podem dar a partida na máquina durante a montagem de implementos para ajustá-los.
A operação inadequada da máquina ou do implementos pode levar a situações de perigo de vida.

Equipamentos de proteção individual e vestimenta adequada

É sempre obrigatória a utilização de capacete, botas de segurança com sola de borracha antiderrapante e macacão para executar qualquer serviço com máquinas de construção. A utilização de sapatos comuns é extremamente perigosa, pois existe o risco de os pés escorregarem nos degraus ou pedais de comando, com conseqüentes ferimentos graves ou possibilidade de acidente envolvendo a máquina.
O macacão não deve possuir mangas e pernas excessivamente largas para impedir que se enrosque aos controles da máquina causando seu acionamento inadvertido.

Ferramentas e equipamentos auxiliares

Ferramentas, equipamentos de elevação, garras, blocos de calço e outros dispositivos devem ser mantidos em local seguro.
Cavacos metálicos podem causar ferimentos durante a usinagem de furos para a fixação de acessórios. Utilize sempre óculos de segurança.
Para subir ou descer da máquina, utilize sempre os degraus e corrimãos.
Mantenha sempre degraus e plataformas limpos. Remova todos os resíduos de óleo, graxa, terra, argila, água ou qualquer material estranho imediatamente.

⚠ ADVERTÊNCIA

Travamento dos equipamentos de trabalho

Apoie os implementos no chão de forma que não se movam mesmo se houver falhas mecânicas ou no sistema hidráulico.
Quando trabalhando em locais com juntas de dilatação, bloqueie as juntas. Libere as juntas quando o trabalho estiver terminado.
Mantenha bem travado qualquer equipamento ou componente que deva ser montado ou desmontado, ou que deva ter sua posição alterada; para isto, utilize dispositivos de fixação/elevação/apoio adequados para impedir o movimento ou queda inesperada.

Travamento da máquina

Efetue qualquer trabalho nos implementos somente se a máquina estiver corretamente parada e travada conforme descrito na seção "Travamento da Máquina".

Selecionando os implementos

Esta máquina pode ser equipada com vários tipos de implementos. Os componentes dos implementos são montados em conjunto com cilindros hidráulicos e conectores de engate. Os componentes podem ser combinados de diversas maneiras de forma a determinar a melhor configuração dos implementos para a realização de tarefas específicas.
Somente opere a máquina com equipamentos e combinações de componentes expressamente aprovados pelo Concessionário Autorizado.

Travamento da máquina

⚠ ADVERTÊNCIA

Risco de ferimentos
A máquina não deve ser ligada por pessoas sem autorização; para isto, a máquina deve ser travada.

A máquina deve ser travada conforme descrito abaixo:
- antes de adaptar ou modificar qualquer implemento e
- antes de iniciar qualquer operação de reparo ou manutenção:

• estacione a máquina em terreno plano e firme.
• apoie os implementos no solo.
• desligue o motor.

⚠ CUIDADO

Nunca desligue o motor imediatamente após a operação a plena potência; deixe que continue funcionando durante cerca de três a cinco minutos em rotação de marcha lenta para permitir que esfrie.

• Gire o interruptor de ignição para a posição **I** (ignição ON - ligado).
• Movimente ambas as alavancas de controle em todas as direções para despressurizar os cilindros hidráulicos.
• Desligue o controle da válvula-piloto.
• Remova a chave do interruptor de ignição.
• Feche as janelas da cabina.
• Desligue o interruptor principal das baterias (posição OFF) e retire a alavanca do interruptor.
• Antes de efetuar qualquer trabalho no sistema elétrico ou operação de soldagem na máquina, as baterias devem ser desconectadas. Isole os cabos de conexão.

Proteção contra a corrosão de pinos e mancais (buchas e cubos)

> ⚠ **CUIDADO**
>
> **Utilize somente o agente anticorrosivo Voler A.C. Outros produtos não são aprovados pelo Concessionário Autorizado.**

Todos os pinos e mancais (buchas e cubos) dos implementos ou em seus componentes devem ser tratados com o agente anticorrosivo **Voler A.C.** antes de efetuada a montagem.

O produto **Voler A.C.**:

- facilita a montagem e a desmontagem,
- protege contra oxidação e desgaste,
- previne o emperramento e a corrosão de atrito acelerada por vibrações das peças adjacentes imóveis dos mancais.

Este efeito é obtido pela ação de partículas de alumínio e cobre que formam uma camada protetora sobre a superfície metálica; tal camada alivia as irregularidades superficiais responsáveis pelo atrito.

Números de peças - produtos Voler A.C.

P/N 73171461 - spray de 500 ml (sem CFC)
P/N 73171462 - recipiente com 0,5 kg.
P/N 73171463 - tambor com 4,5 kg.

Estes produtos estão disponíveis nos Concessionários Autorizados.

Aplicação do Voler A.C.

- Remova todos os vestígios de graxa, óleo, detritos e agentes de proteção contra a corrosão previamente existentes sobre pinos e mancais utilizando solventes ou combustível diesel.

  Pontos de ferrugem devem ser cuidadosamente eliminados.

  Todas as superfícies metálicas devem ficar brilhantes.
- Aplique uma fina camada de Voler A.C. sobre os pinos e mancais utilizando um pincel ou diretamente com o spray. Os pinos e mancais devem ser completamente recobertos pela camada protetora.

  Se um pino que já tenha recebido a camada protetora de Voler A.C. apresentar danos, a região danificada deve ser retocada antes da montagem da peça.
- Montagem de fixação dos pinos

  Se o pino for muito pesado para ser montado manualmente, aplique Voler A.C. sobre aproximadamente 1/4 do comprimento do pino.

  Em seguida, utilizando um dispositivo apropriado de levantamento, coloque o pino em posição de montagem.

  Aplique Voler A.C. na superfície restante do pino, encaixe-o e fixe-o.

Montagem/desmontagem da caçamba da retroescavadeira

⚠ ADVERTÊNCIA

Perigo de ferimentos.
Risco de esmagamento quando o implemento ou a caçamba são retirados.
Não tente alterar o posicionamento da retroescavadeira manualmente.
Afaste-se da retroescavadeira quando o implemento for movimentado.
Leia e esteja atento a:
"Montagem de equipamentos de trabalho - Instruções de segurança"

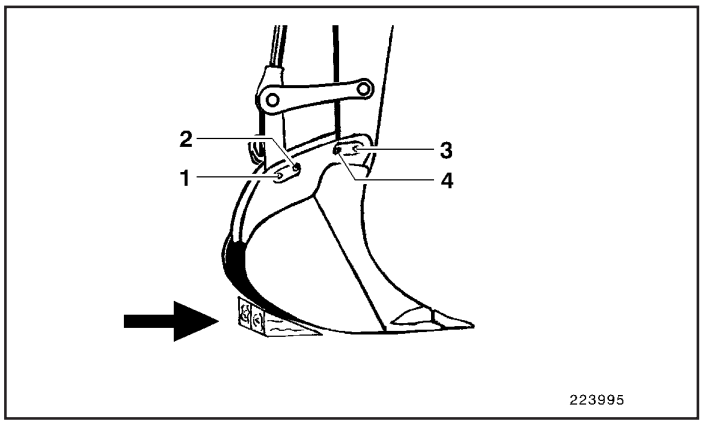


Fig.1

- Apoie o implemento no chão.
- Coloque calços de segurança sob a caçamba (seta, Fig. 1).

  Caso esta precaução não seja tomada, a caçamba poderá tombar tão logo os pinos de fixação tenham sido removidos.
- Remova os parafusos (2 e 4).
- Retire os pinos (1 e 3).

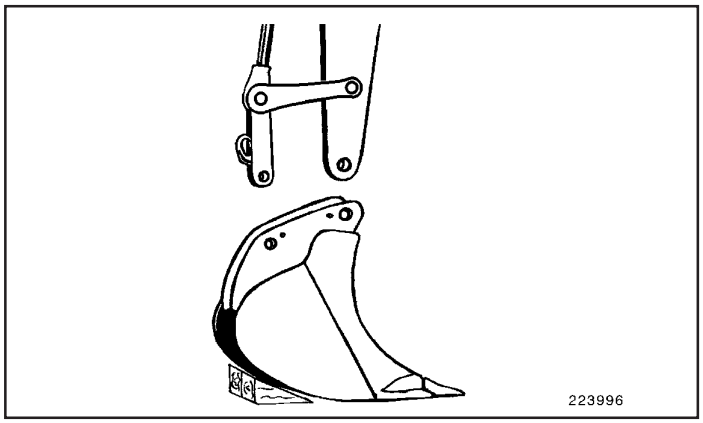


Fig.2

- Suspenda o implemento com muito cuidado (Fig.2). A caçamba irá apoiar-se livremente no chão.
- Limpe os pinos de articulação e os mancais antes de remontá-los e proteja-os contra a corrosão conforme descrito na seção "Proteção contra a corrosão de pinos e mancais (buchas e cubos)".
- Acople outra caçamba efetuando as operações acima em ordem inversa.

Fixacão e remoção do equipamento com garras (opcional)

Montagem e desmontagem do equipamento com garras - Instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Os movimentos dos equipamentos de trabalho ou com garras envolve risco de ferimentos.
Nunca tente modificar a posição das garras ou suspendê-las manualmente.
Mantenha-se afastado das garras quando o implemento estiver sendo utilizado.
Esta descrição aplica-se a máquinas com console de controle conforme especificações SAE (consulte a seção "Elementos de controle").
Se a máquina for equipada com um console de controle diferente, comandos de despressurização das linhas hidráulicas de alimentação do equipamento com garras devem ser adaptados ao controle.
A haste articulada de acionamento não deve ser utilizada para levantar cargas quando estiver travada, pois isto pode fazer com o pino de segurança seja flexionado e se rompa.
Utilize os ganchos/alças existentes no equipamento com garras ou remova o pino de travamento enquanto precisar levantar cargas.
Leia e esteja atento a:
"Montagem de equipamentos de trabalho - Instruções de segurança".

⚠ CUIDADO

Antes de efetuar a montagem, verifique se o equipamento com garras e a máquina possuem o mesmo óleo hidráulico.
Se o óleo hidráulico não for o mesmo, drene-o do equipamento com garras.
Isto é necessário pois o óleo hidráulico convencional não pode ser misturado a óleos hidráulicos biodegradáveis; isto afeta as propriedades dos últimos.

Montagem do equipamento com garras

⚠ ADVERTÊNCIA

Leia e esteja atento a: "Montando e desmontando o equipamento com garras - Instruções de segurança".

- Remova a caçamba da retroescavadeira conforme descrito na seção "Montando e desmontando a caçamba da retroescavadeira".
- Recolha o cilindro da acionamento da caçamba e o pino de travamento para a haste articulada e haste de acionamento (1, Fig. 1).
- Desligue o motor.
- Gire o interruptor de ignição para a posição **I**.
- Despressurize o sistema hidráulico que alimenta o equipamento com garras:
  - empurre a alavanca de controle (70, Fig. 2) para a esquerda e mantenha-a nesta posição,
  - pressione o botão do interruptor oscilante (69) de controle de giro das garras para a direita e para a esquerda,
  - empurre a alavanca de controle para a direita,
  - libere o botão do interruptor oscilante e a alavanca de controle.
- Gire o interruptor de ignição para a posição **0**.
- Desligue o controle da válvula-piloto atuando sobre a alavanca (77).

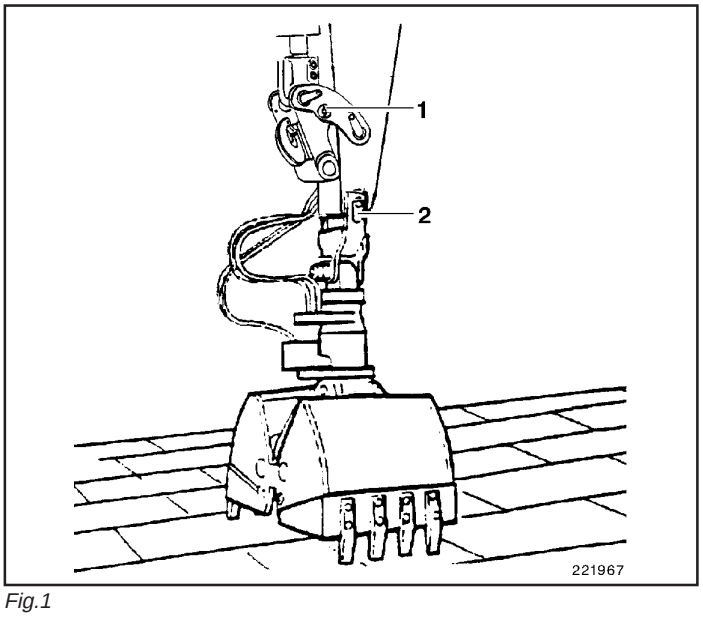


Fig.1

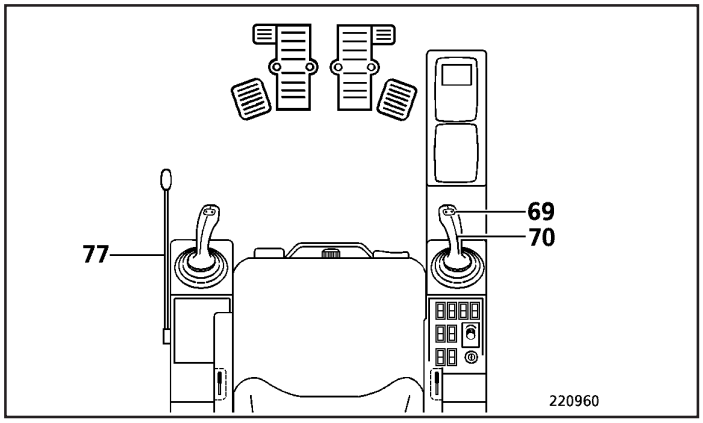


Fig.2

- Os rasgos de referência sobre as válvulas (setas, Fig. 3) devem ficar em posição vertical.

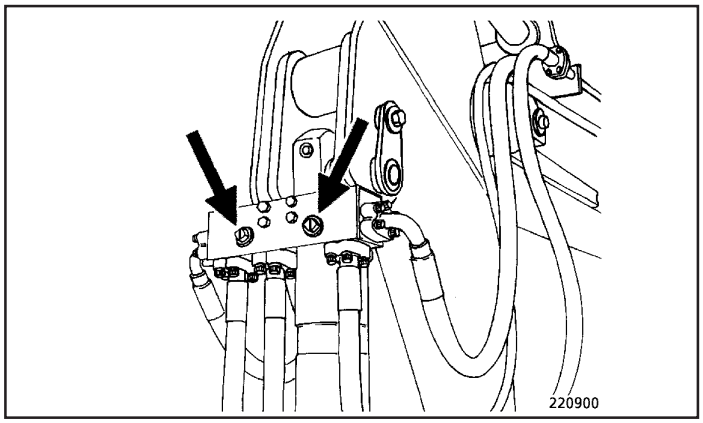


Fig.3

- Limpe e lubrifique com graxa os pinos e mancais.
- Desloque a máquina em direção ao equipamento com garras.
- Encaixe a haste no mancal do equipamento com garras, empurre o pino do mancal e fixe-o (2, Fig. 1).
- Desligue o motor e despressurize o sistema hidráulico que alimenta o equipamento com garras conforme descrito anteriormente.
- Limpe os engates rápidos da haste e do equipamento com garras.
- Conecte as mangueiras do circuito hidráulico ao cilindro do equipamento com garras (1, Fig. 4) e ao motor de rotação das garras (2).

  Verifique se os engates rápidos estão perfeitamente encaixados.

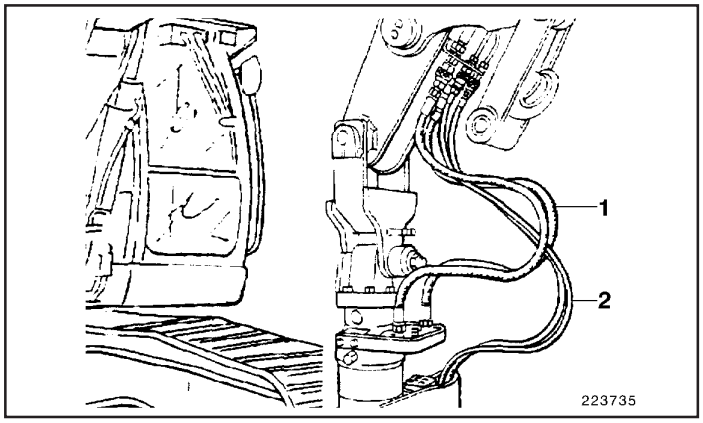


Fig.4

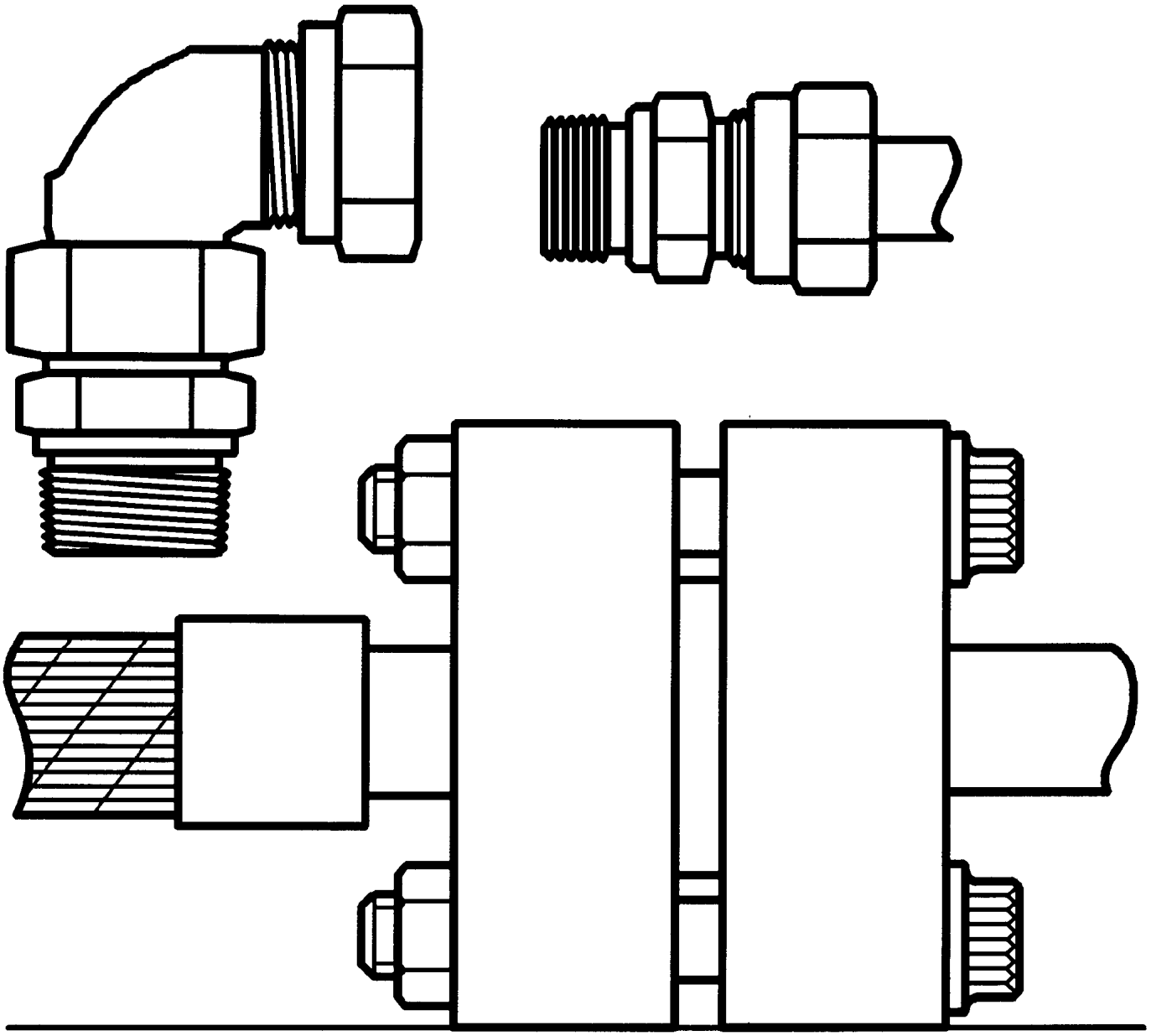
- Lubrifique todos os nipples no equipamento com garras e o mecanismo de giro.
- Ligue o motor e levante o equipamento com garras retirando-o do chão.
- Efetue a sangria do sistema hidráulico abrindo, fechando e girando as garras em ambos os sentidos por diversas vezes.

Desmontagem do equipamento com garras

- Abra as garras do equipamento completamente e apoie-o em solo plano.
- Desligue o motor.
- Gire o interruptor de ignição para a posição **I**.
- Despressurize o sistema hidráulico que alimenta o equipamento com garras:
  - empurre a alavanca de controle (70, Fig. 2) para a esquerda e mantenha-a nesta posição,
  - pressione o botão do interruptor oscilante (69) de controle de giro das garras para a direita e para a esquerda,
  - empurre a alavanca de controle para a direita,
  - libere o botão do interruptor oscilante e a alavanca de controle.
- Gire o interruptor de ignição para a posição **0**.
- Desligue o controle da válvula-piloto atuando sobre a alavanca (77).
- Desconecte as mangueiras hidráulicas (1 e 2, Fig. 4) dos engates rápidos.
- Proteja os engates rápidos do equipamento com garras e da haste contra a penetração de resíduos sólidos adaptando bujões de fechamento.
- Desparafuse o dispositivo de segurança do pino do mancal (2, Figura 1) e retire o pino.
- Ligue o motor.
- Levante o implemento retirando-o cuidadosamente do chão para soltar o equipamento com garras.

NOTAS

Conexões, Tubos e Mangueiras



600000

SUMÁRIO

CONEXÕES, TUBOS E MANGUEIRAS 4
Prefácio 4
Instruções fundamentais de segurança 4
Mensagens de advertência e símbolos 4
Recomendações gerais de organização do trabalho 5
Seleção e treinamento do pessoal - Responsabilidades básicas 6
Instruções de segurança referentes a fases específicas de operação 6
OPERAÇÃO NORMAL 6
Utilização em operações especiais 7
Advertência quanto a situações especiais de perigo 8
Energia elétrica 8
Gás, poeira, vapor e fumaça 8
Equipamentos hidráulicos e pneumáticos 9
Ruído 9
Óleo, graxa e outras substâncias 9
Transporte e reboque - retorno às atividades 9
EQUIPAMENTOS DE TRABALHO (IMPLEMENTOS) 10
Montagem de equipamentos de trabalho - Instruções de segurança 10
Capota protetora 10
OPERAÇÕES DE REPARO 11
Instruções de segurança 11
LINHAS PARA TRANSPORTE DE DIVERSOS TIPOS DE FLUIDO 12
Materiais para tubos e mangueiras 12
Condições e desvios permitidos nas linhas hidráulicas 12
Tubos de aço 13
MANGUEIRAS 15
Exemplos de conexões de mangueiras 15
Tubos plásticos 17
Dobramento e endireitamento 17
Corte e instalação 17
CONEXÕES 18
Conexões em tubos 18
Funcionamento 19
Instruções de montagem 20
Vedação das conexões de tubos 22
Conexões em componentes estruturais 23
Pinos e nipples macho de conexão 23
Roscas e vedações macho 23
Anéis de vedação Stircomatic 24
Conexões giratórias 25
Conexões de ângulo fixo 26
Conexões com parafuso vazado (banjo) 26

CONEXÕES FLANGEADAS COM PARAFUSO PADRÃO SAE 28
- Conexões flangeadas de tubos - Sistema Flanit (Sistema F) 28
- Conexões flangeadas de tubos - Sistema Zako (Sistema Z) 28
- Conexões flangeadas de mangueiras 29
- Componentes dos sistemas de vedação e conexão 30
  - Flanges 30
  - Anilhas de aperto (anéis em cunha) 30
  - Anéis de vedação 30
- Dispositivos de auxílio para a montagem de anilhas de aperto (anéis em cunha) 32
  - Dispositivo de pré-montagem para anéis “F” 32
  - Dispositivo para cravamento de anéis “Z” 32
  - Cravamento do anel “Z” 33
- Montagem de conexões flangeadas 34
  - Conexão flangeada - Tubo/superfície de conexão (Sistema F) 34
  - Sistema Zako 35
  - Conexão flangeada - Mangueira/superfície de vedação 37
  - Conexão flangeada - Tubo/mangueira 37
  - Conexão flangeada - Mangueira/mangueira 39
  - Conexão flangeada - Tubo/tubo 40

APÊNDICE 42
- Anéis de vedação para conexões flangeadas 42
- Parafusos de cabeça bi-sextavada 43
- Acessórios 44
  - Dispositivos de pré-montagem para conexões flangeadas de tubos 44
  - Flanges 90° 45
  - Números de peças - Flanges 90° 45
  - Conexões para sensores 46
  - Números de peças - Conexões para sensores e acessórios 46

CONEXÕES, TUBOS E MANGUEIRAS

Prefácio

As diversas unidades de uma máquina são interligadas através de tubos e mangueiras, permitindo assim o fluxo de combustíveis, fluidos diversos e energia elétrica para o acionamento de controles e comandos. Os sistemas de alimentação dos equipamentos hidráulicos, freios e combustível de uma máquina são exemplos de tais unidades.

Vários tipos e tubulações e sistemas de acoplamento estão disponíveis, especialmente no que diz respeito a equipamentos hidráulicos e pneumáticos.

Este manual tem como objetivo fornecer uma visão geral das tubulações e mangueiras, assim como dos elementos de conexão entre estes componentes. Além disso, são fornecidas informações acerca dos procedimentos de manutenção que envolvem o redirecionamento ou substituição de tais linhas ou conexões.

Instruções fundamentais de segurança

Mensagens de advertência e símbolos

Os seguintes sinais são utilizados neste manual para destacar instruções ou situações de particular importância:

> ⚠ ***PERIGO***
>
> ***Indica a existência de uma situação iminente de perigo que, se não evitada, pode resultar em acidentes graves ou fatais.***

> ⚠ **ADVERTÊNCIA**
>
> **Regras de segurança que visam a proteção do operador e de outras pessoas com relação a situações em que haja risco de vida ou de acidentes graves, além de evitar grandes danos materiais.**

> ⚠ ***CUIDADO***
>
> ***Informações e medidas preventivas destinadas a evitar danos à máquina ou a outros equipamentos ou instalações.***

Recomendações gerais de organização do trabalho

O manual do operador deve sempre estar à mão no interior da cabina (guardando-o por exemplo no compartimento de ferramentas da máquina ou em outra caixa de ferramentas).

Além das instruções de operação, o operador deve ser treinado a conhecer e respeitar as regras de segurança aplicáveis, tanto quanto à prevenção de acidentes quanto à preservação ambiental.

Estas regras também incluem o manuseio de substâncias tóxicas, assim como a utilização de equipamentos individuais de segurança (tais como roupas, luvas, etc...) e obediência às leis de trânsito locais.

As instruções de segurança devem ser complementadas por outras descrevendo as responsabilidades envolvidas na supervisão e características especiais da organização do trabalho, como seqüência de operações e equipes envolvidas nas tarefas.

As pessoas responsáveis pela operação da máquina devem previamente ler e entender as instruções contidas neste manual, principalmente as relativas à segurança. A leitura de instruções após o início da operação pode ser muito tardia para evitar situações potencialmente perigosas. Esta recomendação aplica-se especialmente a pessoas que trabalhem ocasionalmente com a máquina, por exemplo durante o ajuste ou manutenção.

Verifique regularmente se o trabalho está sendo executado de acordo com as instruções de operação e em obediência às recomendações de segurança.

Por razões de segurança, cabelos longos devem ser amarrados, roupas devem ajustar-se ao corpo (evite mangas largas etc...) e deve-se evitar a utilização de pulseiras, correntes ou anéis, pois estes objetos podem enroscar-se a peças em movimento da máquina causando ferimentos.
Utilize equipamentos de proteção individual sempre que exigido pelas circunstâncias ou por lei.

Observe todas as etiquetas contendo instruções de segurança e avisos de advertência coladas à máquina.

Assegure-se de manter estas etiquetas sempre completas e legíveis.

Caso haja mudanças ou alterações no comportamento da máquina que afetem as condições de segurança durante a operação, pare a máquina imediatamente e informe o problema ao responsável.

Nunca efetue quaisquer modificações, conversões ou adição de equipamentos que possam afetar a segurança de operação sem prévia autorização do fabricante. Esta recomendação também se aplica à instalação e ao ajuste de dispositivos de segurança e válvulas, assim como operações de soldagem em componentes da máquina.

As peças de reposição devem atender às especificações do fabricante, sendo recomendada somente a utilização de peças originais.

Substitua as mangueiras do sistema hidráulico dentro dos prazos estipulados no plano de manutenção mesmo que nenhum defeito relevante tenha sido detectado.

Obedeça aos intervalos recomendados para inspeções ou verificações de rotina.

Para a realização de trabalhos de manutenção, uma oficina bem aparelhada e ferramentas adequadas são absolutamente indispensáveis.

Toda a equipe de operação deve estar ciente da localização e dos procedimentos de operação dos extintores de incêndio.

Observe com atenção todos os avisos de advertência de incêndio e execute os procedimentos de combate ao fogo.

Seleção e treinamento do pessoal - Responsabilidades básicas

Qualquer trabalho na máquina ou com a máquina deve ser executado somente por pessoal qualificado. Devem também ser observados limites de idade (se aplicável).

Permita que somente pessoal qualificado ou devidamente treinado opere a máquina e estabeleça claramente as responsabilidades individuais no tocante à operação propriamente dita, ajuste, manutenção e reparo.

Certifique-se de que somente pessoas autorizadas tenham acesso ao equipamento.

Defina as responsabilidades do operador (incluindo-se aí a obediência às leis de trânsito) e instrua-o a rejeitar recomendações de terceiros que venham a afetar as condições de segurança.

Não deixe que pessoas não-qualificadas, sem treinamento ou ainda que participantes de um curso de treinamento trabalhem na ou com a máquina sem estarem permanentemente supervisionadas por um técnico experiente.

Operações de verificação ou manutenção no sistema ou equipamentos elétricos da máquina somente devem ser executadas por um eletricista qualificado ou por pessoas sob supervisão de tal profissional, seguindo sempre as recomendações de segurança e de acordo com as especificações do equipamento.

Operações de verificação ou manutenção no chassi, sistemas de freio ou direção devem ser executadas somente por pessoal qualificado e especialmente treinado para estas tarefas.

O trabalho no sistema hidráulico deve ser executado somente por pessoal com conhecimentos específicos e experiência em equipamentos de tal natureza.

Instruções de segurança referentes a fases específicas de operação

Operação normal

Evitar operar a máquina de forme a comprometer a segurança.

Antes de iniciar o trabalho, familiarize-se com as condições do local de operação tais como obstáculos, firmeza do solo e distância de edifícios ou vias públicas.

Tome as precauções necessárias para assegurar que a máquina seja utilizada somente em perfeitas condições de funcionamento e de segurança.

Efetue o trabalho com a máquina somente se todos os dispositivos de proteção como aqueles que podem ser removidos, dispositivos de desligamento de emergência, defletores de ruídos e exaustores estejam devidamente montados e operando normalmente.

Verifique a máquina quanto a danos e condições de operação pelo menos uma vez a cada turno de trabalho. Quaisquer mudanças de condição (inclusive no comportamento da máquina durante a operação) devem ser informadas aos responsáveis. Se necessário, pare, desligue e trave a máquina imediatamente.

No caso de mal funcionamento, pare a máquina imediatamente e trave-a. Faça com que os defeitos sejam sanados assim que possível.

Ligue a máquina somente quando estiver sentado no banco do operador.

Durante os procedimentos de partida e desligamento, observe sempre se as indicações dos mostradores estão de acordo com as instruções de operação.

Antes de colocar a máquina em movimento, certifique-se de que não haja ninguém no raio de ação da máquina.

Antes de iniciar o trabalho ou deslocar a máquina, verifique a operação dos sistemas de freio, direção, sinalização e iluminação e certifique-se de que estejam funcionando normalmente.

Quando conduzir a máquina em vias públicas, obedeça sempre à legislação de trânsito e, se necessário, verifique antes se a máquina atende a esta regulamentação.

Em condições de pouca visibilidade e à noite, mantenha sempre as luzes acesas.

Eventuais acompanhantes devem sentar-se nos bancos destinados a passageiros.

Quando trafegando em passagens subterrâneas, sob pontes, túneis ou locais com pé-direito muito baixo, certifique-se sempre de que há folga suficiente para a máquina.

Mantenha sempre uma distância segura de encostas de morros e das bordas do material empilhado como resultado da operação.

Evite qualquer operação que possa colocar em risco a estabilidade da máquina.

Nunca trafegue em rampas cruzando-as; mantenha sempre o equipamento de trabalho próximo ao solo, especialmente quando trafegando rampa abaixo.

Em terrenos inclinados, ajuste sempre a velocidade de deslocamento às condições do solo. Nunca reduza uma marcha quando já estiver na rampa; faça-o sempre antes de iniciar a subida ou descida.

Antes de sair do banco do operador, sempre trave a máquina para evitar movimentos indesejados e utilização por pessoa não-autorizada.

Utilização em operações especiais

Manutenção e reparos durante a operação - descarte de fluidos e peças

Observe os ajustes, procedimentos de manutenção e inspeção e os intervalos prescritos no manual de instruções, que inclui informações sobre substituição de peças e equipamentos. Tais operações devem ser executadas somente por pessoal qualificado.

Antes de iniciar as operações especiais de manutenção, informe ao pessoal sobre as atividades a serem realizadas e designe uma pessoa para supervisionar os trabalhos.

Em qualquer trabalho relacionado à operação, conversão ou ajuste da máquina e de seus dispositivos de segurança, ou em qualquer trabalho relacionado à manutenção, inspeção e reparo, observe sempre os procedimentos de partida e desligamento descritos nas instruções de operação.

Certifique-se de que a área destinada à manutenção da máquina seja adequada.

Se a máquina estiver completamente desligada para dar início aos trabalhos de manutenção e reparo, certifique-se também de que esteja devidamente travada para evitar partida indesejada. Para isto :

- retire a chave do interruptor de ignição e
- coloque uma placa de advertência.

Proceda aos trabalhos de manutenção e reparo somente se a máquina estiver devidamente travada e estacionada em solo firme e nivelado.

Para evitar o risco de acidentes, peças individuais e conjuntos maiores que sejam retirados para efeito de substituição devem ser cuidadosamente fixados à haste de levantamento e travados. Utilize somente equipamento de elevação adequado à operação. Nunca trabalhe ou permaneça sob cargas suspensas.

A correta fixação das cargas ao equipamento de elevação e o comando dos operadores deve ficar a cargo somente de pessoas qualificadas e experientes. A pessoa responsável pelas instruções ao operador deve sempre poder avistá-lo e vice-versa.

Para executar operações de montagem de equipamentos em lajes ou estruturas altas utilize sempre equipamentos especialmente projetados ou guinchos/plataformas apropriadas. Nunca utilize a máquina ou seus componentes em substituição a tais dispositivos.

Utilize sempre uma cinta de proteção quando efetuar trabalhos em altura elevada.

Mantenha todas as alavancas de acionamento, degraus, corrimãos, plataformas, apoios e escadas limpos.

Limpe a máquina, especialmente as conexões e uniões roscadas, retirando qualquer vestígio de óleo, combustível ou fluidos de trabalho antes de iniciar a manutenção/reparo. Nunca use detergentes; utilize apenas uma estopa limpa ou um pano que não solte pelos.

Antes de lavar a máquina com água sob pressão ou com produtos detergentes, cubra ou feche todas as aberturas nas quais não deva ocorrer a penetração de água, vapor ou detergente; isto deve ser feito por motivos de segurança e funcionais. Tome cuidado especial com motores elétricos e tampas de redutores.

Assegure que durante a limpeza da máquina os sensores de temperatura dos sistemas de prevenção contra incêndio não entrem em contato com água ou vapor a alta temperatura, pois isto pode fazer com que estes sistemas sejam ativados.

Após a limpeza, remova todas as coberturas ou fitas utilizadas para lacrar as aberturas acima mencionadas.

Também após a limpeza, examine todas as linhas de combustível, lubrificantes e fluido hidráulico para verificar a existência de vazamentos, conexões soltas, marcas de desgaste por atrito ou danos em geral. Quaisquer problemas devem ser imediatamente sanados.

Reaperte sempre quaisquer conexões roscadas que tenham sido afrouxadas durante o reparo ou manutenção.

Qualquer dispositivo removido por motivo de ajuste, manutenção ou reparo deve ser reinstalado e verificado imediatamente assim que o trabalho de manutenção ou reparo tiver terminado.

Assegure-se de que todos os fluidos e peças substituídas sejam descartados de forma a diminuir ao mínimo o impacto ambiental.

Advertência quanto a situações especiais de perigo

Energia elétrica

Utilize somente fusíveis originais com a corrente especificada. Desligue a máquina imediatamente se houver algum problema no sistema elétrico.

Quando estiver trabalhando com a máquina, mantenha uma distância segura da rede elétrica suspensa. Se houver necessidade de trabalhar próximo a uma rede elétrica suspensa, tome cuidado para manter o equipamento longe dos fios. Cuidado, perigo! Verifique a distância segura de operação.

Se sua máquina porventura entrar em contato com um cabo energizado:
- não desça da máquina;
- conduza a máquina para longe da região de perigo;
- alerte outras pessoas para que não se aproximem ou entrem em contato com a máquina;
- faça com que o cabo energizado seja desconectado;
- não deixe a máquina até que o cabo danificado tenha sido completamente desenergizado.

O equipamento elétrico da máquina deve ser inspecionado a intervalos regulares. Defeitos como conexões frouxas ou cabos com pontos de ruptura devem ser imediatamente reparados.

Gás, poeira, vapor e fumaça

Opere equipamentos movidos a motores de combustão interna ou com sistemas de aquecimento pela queima de combustível somente em locais adequadamente ventilados. Antes de ligar a máquina em locais fechados, certifique-se de que há ventilação suficiente.

Observe as regras de segurança pertinentes.

Execute operações de solda, corte com maçarico e usinagem com esmeril apenas com autorização expressa, pois haverá risco de explosão ou incêndio.

Antes de efetuar operações de solda, corte com maçarico ou usinagem com esmeril, limpe a máquina e a área ao seu redor, retirando todos os vestígios de materiais inflamáveis; além disso, certifique-se de que o local seja bem ventilado pois, caso contrário, existe o risco de explosão.

Equipamentos hidráulicos e pneumáticos

Verifique regularmente todas as linhas, mangueiras e conexões roscadas quanto a vazamentos e/ou sinais de danos. Efetue os reparos necessários imediatamente. O óleo espirrado pode causar ferimentos ou fogo.

Antes de iniciar o trabalho, despressurize todo o sistema, incluindo os sistemas de óleo hidráulico e ar comprimido, antes de prosseguir na desmontagem para a realização de reparos conforme as instruções específicas para cada componente ou conjunto.

As linhas de óleo e ar comprimido devem ser corretamente encaixadas e apertadas. Certifique-se de que nenhuma conexão seja alternada. As conexões, comprimentos e qualidade das mangueiras devem estar de acordo com as especificações técnicas.

Ruído

Durante a operação, todos os defletores sonoros da máquina (tampas e coberturas) devem estar devidamente fechados.

Utilize sempre protetores auriculares.

Óleo, graxa e outras substâncias

Durante o manuseio de óleo, graxa ou outros produtos químicos, esteja atento às recomendações de segurança sobre o produto em questão.

Tenha cuidado ao manusear substâncias a alta temperatura, pois existe o risco de queimaduras.

Transporte e reboque - retorno às atividades

A máquina deve ser rebocada, carregada e transportada de acordo com as instruções de operação.

A operação de reboque da máquina deve respeitar às especificações de posição, velocidade admissível e trajeto permitido.

Utilize somente reboques e guinchos com capacidade adequada.

O procedimento de retorno às atividades deve estar estritamente de acordo com as instruções de operação.

EQUIPAMENTOS DE TRABALHO (IMPLEMENTOS)

Montagem de equipamentos de trabalho - Instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Equipe

A montagem de equipamentos de trabalho deve ser efetuada somente por pessoas com conhecimento e familiarizadas com a operação ou manutenção de tais equipamentos.

Se não possuir pessoas com tal qualificação, instruções pormenorizadas devem ser dadas por técnicos competentes de um Concessionário Autorizado.

O manual de operação e, em particular, a seção intitulada "Instruções Fundamentais de Segurança" deve ser lida e perfeitamente compreendida.

Somente pessoas qualificadas podem dar a partida na máquina durante a montagem de implementos para ajustá-los.

A operação inadequada da máquina ou do implementos pode levar a situações de perigo de vida.

Equipamentos de proteção individual e vestimenta adequada

É sempre obrigatória a utilização de capacete, botas de segurança com sola de borracha antiderrapante e macacão para executar qualquer serviço com máquinas de construção. A utilização de sapatos comuns é extremamente perigosa, pois existe o risco de os pés escorregarem nos degraus ou pedais de comando, com conseqüentes ferimentos graves ou possibilidade de acidente envolvendo a máquina.

O macacão não deve possuir mangas e pernas excessivamente largas para impedir que se enrosque aos controles da máquina causando seu acionamento inadvertido.

Ferramentas e equipamentos auxiliares

Ferramentas, equipamentos de elevação, garras, blocos de calço e outros dispositivos devem ser mantidos em local seguro.

Cavacos metálicos podem causar ferimentos durante a usinagem de furos para a fixação de acessórios. Utilize sempre óculos de segurança.

Para subir ou descer da máquina, utilize sempre os degraus e corrimãos.

Mantenha sempre degraus e plataformas limpos. Remova todos os resíduos de óleo, graxa, terra, argila, água ou qualquer material estranho imediatamente.

⚠ ADVERTÊNCIA

Travamento dos equipamentos de trabalho

Apóie os implementos no chão de forma que não se movam mesmo se houver falhas mecânicas ou no sistema hidráulico.

Quando trabalhando em locais com juntas de dilatação, bloqueie as juntas. Libere as juntas quando o trabalho estiver terminado.

Mantenha bem travado qualquer equipamento ou componente que deva ser montado ou desmontado, ou que deva ter sua posição alterada; para isto, utilize dispositivos de fixação/elevação/apoio adequados para impedir o movimento ou queda inesperada.

Travamento da máquina

Efetue qualquer trabalho nos implementos somente se a máquina estiver corretamente parada e travada conforme descrito na seção "Travamento da Máquina".

Selecionando os implementos

Esta máquina pode ser equipada com vários tipos de implementos. Os componentes dos implementos são montados em conjunto com cilindros hidráulicos e conectores de engate. Os componentes podem ser combinados de diversas maneiras de forma a determinar a melhor configuração dos implementos para a realização de tarefas específicas.

Somente opere a máquina com equipamentos e combinações de componentes expressamente aprovados pelo Concessionário Autorizado.

Capota protetora

⚠ ADVERTÊNCIA

Se a máquina for utilizada em locais onde haja risco de queda de objetos pesados como por exemplo

- **no trabalho em região rochosa ou**
- **em demolição ou desmatamento, deve ser equipada com uma capota protetora (FOPS - Falling Objects Protective Structure - Estrutura de Proteção contra Queda de Objetos) e com uma proteção frontal aprovada pelo Concessionário Autorizado.**

OPERAÇÕES DE REPARO

Instruções de segurança

⚠ ADVERTÊNCIA

Instruções de operação

Nunca realize reparos sem antes ter lido e compreendido as instruções de operação.
Dê atenção especial aos itens:
"Instruções Fundamentais de Segurança", "Inspeção e manutenção - instruções de segurança" e a todas as etiquetas contendo avisos de advertência e instruções de segurança afixadas à máquina.
As descrições das seqüências de trabalho fornecem informações suficientes apenas para profissionais qualificados e experientes.
O manual do operador deve ser mantido no interior da máquina durante todo o tempo.

Equipes de reparos

As equipes de reparos devem possuir conhecimentos e experiência relativa aos procedimentos de reparo aplicáveis a esta máquina ou a outras com características semelhantes.

Trabalho a grandes alturas

Utilize sempre cordas de segurança quando trabalhando a grandes alturas.
Utilize cordas de segurança aprovadas, as quais devem ser equipadas com estabilizadores e cabos de segurança.

Conjuntos pressurizados ou tensionados por mola

Nunca abra conjuntos pressurizados ou tensionados por mola quando estes apresentarem defeitos. Tais conjuntos devem ser inteiramente substituídos.
Em casos excepcionais, abra o conjunto somente quando o sistema de trabalho e a seqüência de operação forem exatamente conhecidos, e quando qualquer ferramenta especial necessária estiver disponível.
O manual do operador não contém informações acerca deste tipo de componente.

⚠ ADVERTÊNCIA

Desmontando componentes

Nunca desmonte componentes enquanto a máquina estiver à temperatura de operação. Óleo, graxa, fluido de freio ou líquido de arrefecimento podem estar em alta temperatura, aumentando o risco de ferimentos por queimaduras.
Permita que a máquina esfrie durante algum tempo.
Antes de iniciar o trabalho, despressurize as linhas e mangueiras, cilindros hidráulicos, radiador, reservatório do óleo hidráulico, reservatório do fluido do freio e outros conjuntos ou sistemas.
Substitua componentes com defeito em tempo hábil a fim de evitar maiores danos a outros componentes.
Limpe o componente com defeito cuidadosamente antes de removê-lo.
Faça marcações nas peças desmontadas, facilitando assim a operação de remontá-las na seqüência correta.
Quando desmontar qualquer componente, feche completamente extremidades expostas de tubulações e mangueiras, furos e compartimentos de alojamento de sistemas para evitar a penetração de poeira.

Nunca remova os elementos principais de vedação

Nunca altere a pressão especificada de operação das válvulas de alívio sem autorização expressa do Concessionário Autorizado.
Nunca remova os elementos principais de vedação das válvulas de alívio de pressão e dos acumuladores.

Após o trabalho de reparo

Para evitar corrosão, recubra todas as superfícies metálicas brilhantes da máquina com uma final camada de graxa.
Ao finalizar o trabalho, efetue a remontagem de todos os dispositivos de proteção, tampas e isolantes de ruído e vibrações.
Nunca ligue o motor de deslocamento enquanto qualquer trabalho estiver sendo realizado na máquina.
Verifique a condição dos componentes reparados e o funcionamento geral da máquina em um teste prático.
Nunca recoloque a máquina em atividade antes que ela esteja completamente reparada e em perfeitas condições de operação.

LINHAS PARA TRANSPORTE DE DIVERSOS TIPOS DE FLUIDO

Dependendo do objetivo para os quais foram projetadas, é feita uma distinção entre as linhas de:

- óleo hidráulico;
- fluido de freio;
- ar-comprimido;
- combustível;
- líquido de arrefecimento;
- ar de admissão;
- escape do motor;
- óleo lubrificante;
- graxa.

Materiais para tubos e mangueiras

O material empregado na fabricação de tubos (cobre, aço, ou plástico) e de mangueiras (borracha com trama de aço ou plástico) é selecionado de acordo com as características da utilização objetivada, assim como levando em conta a facilidade de remoção e instalação de forma a manter os custos de manutenção o mais baixo possível.

Linhas de pressão, retorno e admissão em sistemas hidráulicos são normalmente compostas por tubos de aço sem costura da acordo com a norma DIN 2391 (normalizados termicamente e sem escamas).

Mangueiras de pressão são geralmente fabricadas em borracha sintética resistente a óleo hidráulico.

Alguns tipos de mangueiras possuem uma espiral de arame de aço entre as camadas de tecidos/borracha para aumentar sua resistência à tração e flexão.

Tais mangueiras são freqüentemente utilizadas também como elementos de admissão em sistemas nos quais a pressão interna às mangueiras seja inferior à atmosférica.

Dependendo da faixa de pressão para a qual serão submetidas, mangueiras de alta pressão possuem diversos números de camadas de tecido de revestimento resistente ao cisalhamento para suportar todas as tensões geradas durante a operação do sistema. Mangueiras apropriadas a pressões elevadíssimas possuem camadas adicionais de arame de aço (trama) vulcanizadas no interior do tecido ou borracha, servindo assim como elemento estrutural.
Praticamente todos os tipos de mangueiras possuem uma camada externa de borracha sintética resistente à ação do óleo hidráulico, o que as torna também especialmente resistentes ao desgaste.

Condições e desvios permitidos nas linhas hidráulicas

A eficiência de um sistema hidráulico e a manutenção da correta temperatura de trabalho do fluido durante operação contínua depende das dimensões das linhas, de seu direcionamento em meio a outros componentes e sistemas, e da disposição das curvas e pontos de conexão no circuito.

Qualquer alteração no direcionamento ou na seção transversal de uma linha ou mangueira modifica a resistência ao escoamento e pode, assim, levar à formação de turbulências e perda de pressão no sistema. Sendo assim, todo o esforço é feito no sentido de manter as linhas e mangueiras dispostas da maneira mais simples possível, com um número mínimo de conexões.

Além disso, as linhas são dispostas de maneira que qualquer componente que necessite de ajustes, manutenção ou substituições regulares (como válvulas, sensores de pressão, respiros e filtros) seja facilmente acessível.

Tubos de aço

As linhas de pressão, retorno e de admissão são praticamente sempre confeccionadas em aço de precisão para tubos conforme especificações DIN 2391 - (normalizados termicamente e sem escamas).

Dobramento a frio:

Para efetuar o dobramento a frio de tubos utilizando máquinas para dobramento ou garras para dobramento manual, deve-se obedecer a certos limites dimensionais mínimos. Estes limites estão relacionados na Tabela 1 e ilustrados nas Figuras 1 a 3.

Todas as dimensões em milímetros.
O ângulo máximo permissível de dobramento é de 180°.

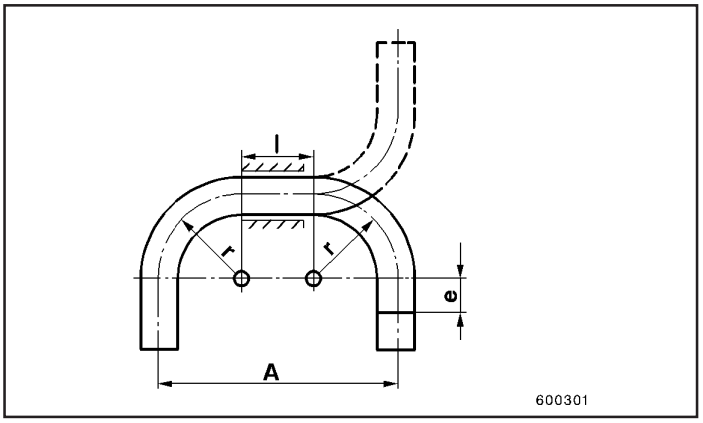


Fig.2

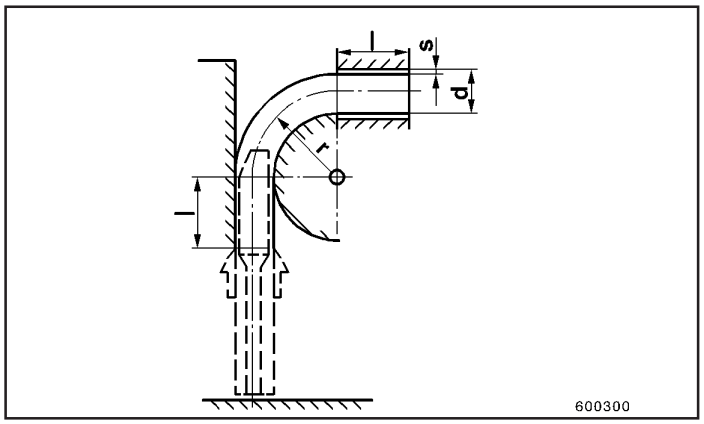


Fig.1

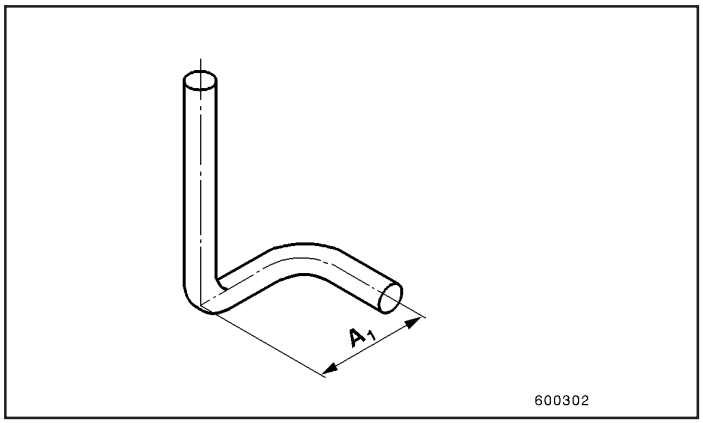


Fig.3

Diâmetro do tubo (externo)	Espessura da parede s	Raio de dobramento r	L mínimo	A mínimo	A_1 mínimo	Comprimento mínimo e para conexões[1)]		
						LL	L	S
10	1,5	30	70	130	135	25	32	35
12	2,0	37,5	70	145	135	26	32	36
14	2,0	45	70	160	135	-	-	40
15	1,5	45	70	160	135	30	35	-
16	2,0	45	70	160	135	-	-	42
18	1,5	50	70	170	135	32	36	-
20	2,0	60	75	195	135	-	-	48
22	2,0	85	75	245	135	33	41	-
25	3,0	90	85	265	135	-	-	53
30	3,5	100	95	295	135	-	-	59
35	2,0	125	115	365	135	-	48	-
38	4,0	120	115	355	155	-	-	65
42	2,0	100	130	330	135	-	-	-
50	2,0	150	155	455	135	-	-	-
50	6,0	160	155	475	135	-	-	-

Tabela 1: Dimensões mínimas para o dobramento de tubos

[1)] LL= serviço extra leve; L= serviço leve; S= serviço pesado

Corte de tubos:

Deve-se sempre cortar os tubos em ângulo reto em relação ao seu eixo longitudinal (Fig. 4). Um dispositivo para corte de tubos, conforme mostrado na Figura 5 (P/N 73171493), facilita o corte de tubos em ângulo reto.

Não se deve utilizar dispositivos para corte de tubos em tubos que tiverem sofrido deformação (dobramento) a frio.

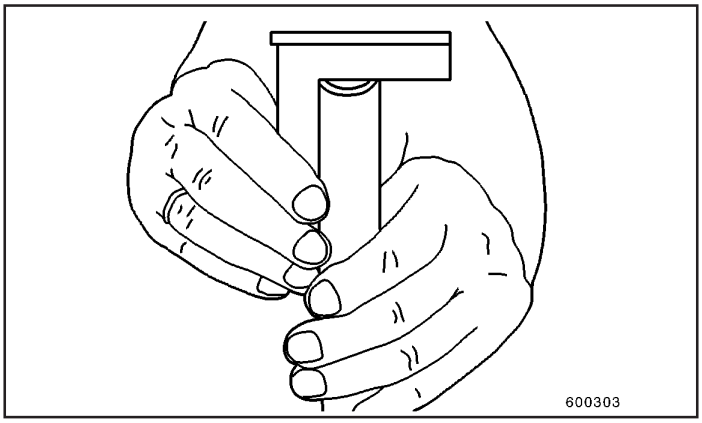


Fig.4

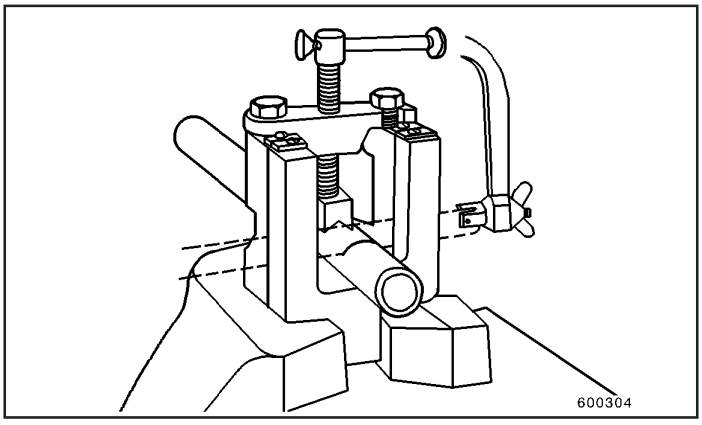


Fig.5

Após o corte do tubo, deve-se limar a borda cortada interna e externamente (Figs. 6 e 7).

⚠ ADVERTÊNCIA

Qualquer partícula metálica deve ser obrigatoriamente removida.

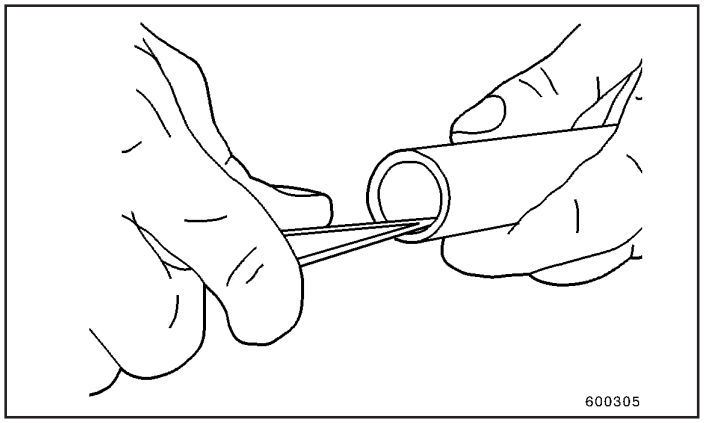


Fig.6

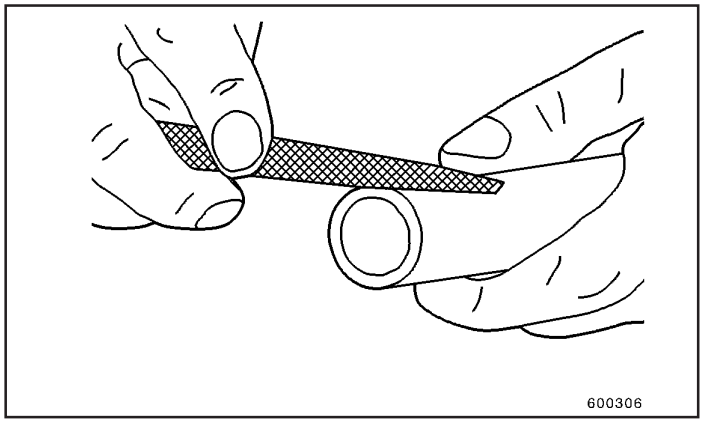


Fig.7

MANGUEIRAS

As mangueiras devem ser cuidadosamente selecionadas em função do tipo de aplicação. Deve-se levar em consideração na sua escolha a pressão média de operação, os picos de pressão a que possa ser submetida, a temperatura do fluido de trabalho e o comprimento da mangueira, assim como ângulos e raio de dobramento. As mangueiras devem ser resistentes ao óleo mineral, água e emulsões, assim como a gases e bolhas de ar. Somente o fabricante de uma máquina é capaz de determinar com exatidão as características exigidas, como ocorre quando uma mangueira resistente a elevadas pressões é especificada para determinada aplicação em um sistema hidráulico.

Mangueiras são fornecidas em condições de pronta instalação. Em alguns casos, podem possuir conexões roscadas (Fig. 1) ou conexões flangeadas conforme SAE (Fig. 2) em cada uma das extremidades; podem, ainda, possuir uma conexão roscada em uma das extremidades e uma conexão SAE na outra (Fig. 3).

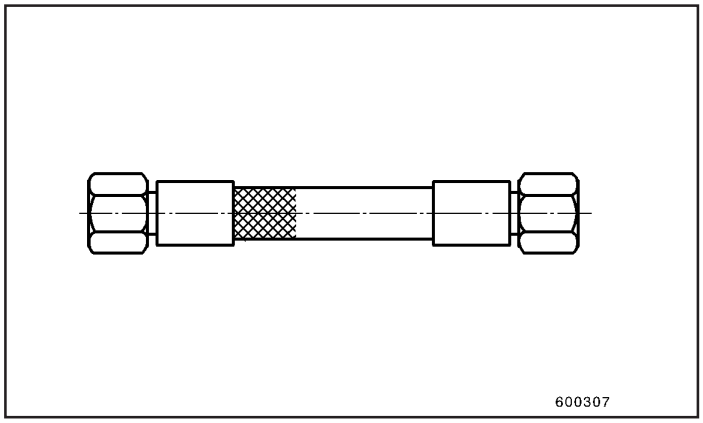


Fig.1

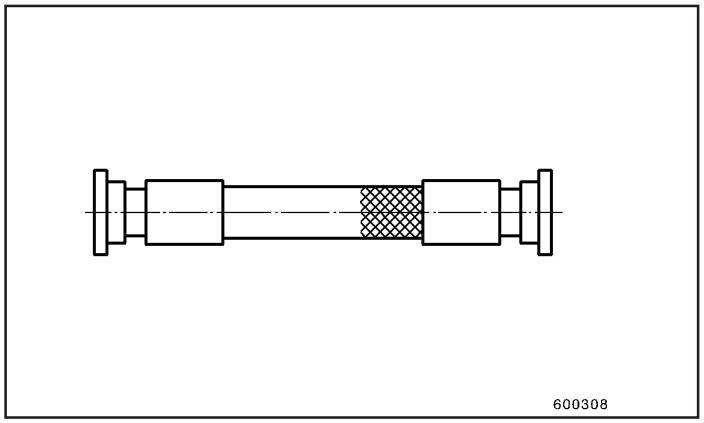


Fig.2

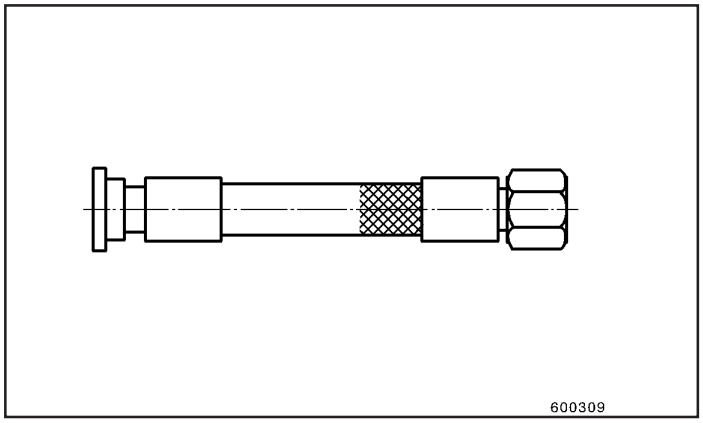


Fig.3

As mangueiras podem sofrer ligeira alteração de comprimento quando submetidas a elevada pressão. A faixa de tolerância vai de -4% a +2% do comprimento nominal.

Exemplos de conexões de mangueiras

Deve-se instalar mangueiras sem tracioná-las ou torcê-las pois, caso contrário, podem ocorrer danos tanto à mangueira quanto às suas conexões. Além disso, o torque resistente de uma mangueira mal instalada pode fazer com que a conexão fique frouxa e provoque vazamentos.

Mangueiras instaladas em linha reta com ambas as conexões na mesma altura devem possuir uma ligeira folga (balanço). Somente desta forma é possível que as variações dimensionais - causadas pelas tolerâncias na temperatura e pressão de trabalho - serem absorvidas pela própria mangueira.

A Figura 4 mostra exemplos de mangueiras corretamente instaladas.

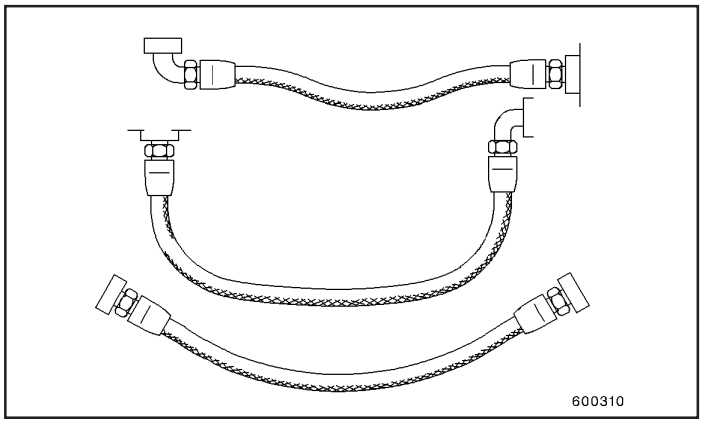


Fig.4

A Figura 5 mostra tipos de instalações que devem ser evitadas.

Mangueiras submetidas a tensões de flexão alternada durante a operação devem ser instaladas de tal forma que a tensão máxima não ocorra nas conexões ou diretamente sobre a mangueira. Os seguintes aspectos devem portanto ser considerados:

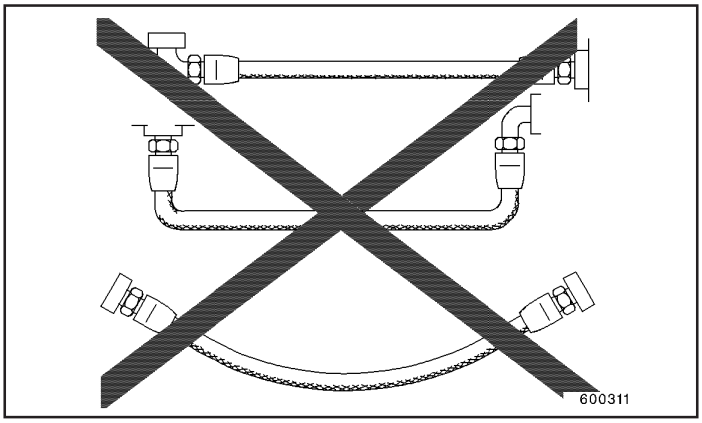


Fig.5

- o raio de dobramento da mangueira deve ser grande o suficiente;
- deve-se deixar um comprimento livre suficiente para a realização do movimento;
- deve-se utilizar conexões apropriadas, como por exemplo conexões angulares, quando é necessário efetuar curvas acentuadas no direcionamento da mangueira entre outros componentes.

A Figura 6 mostra exemplos de mangueiras bem instaladas.

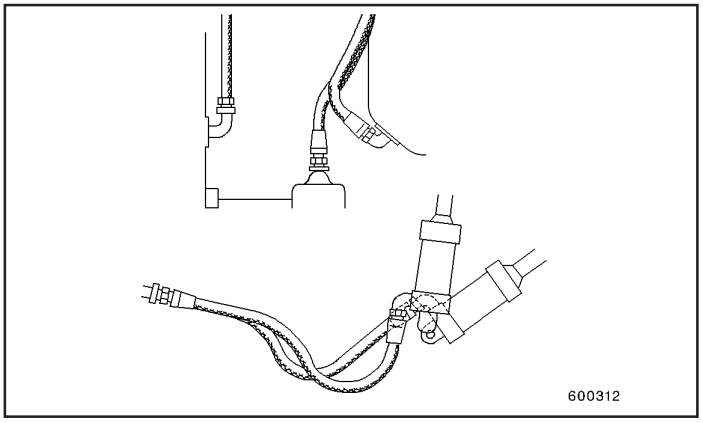


Fig.6

A Figura 7 mostra exemplos de erros que devem ser evitados.

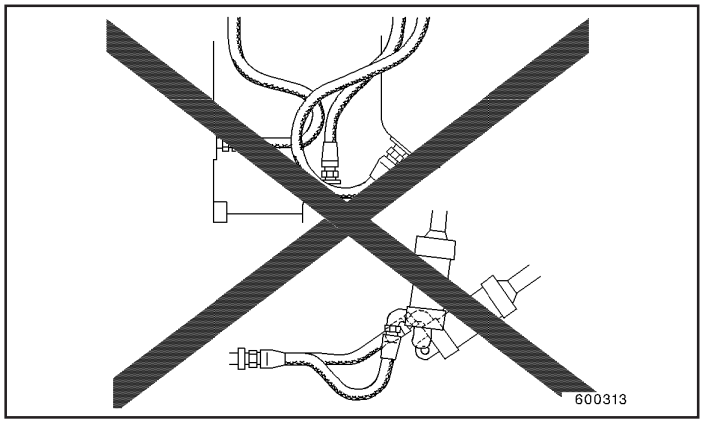


Fig.7

Tubos plásticos

As linhas de tubos para ar-comprimido, como por exemplo no sistema de freio, são freqüentemente confeccionadas com tubos plásticos.

Tais tubos plásticos podem ser utilizados na faixa de temperaturas que vai de -95° a +100° C (-140° a +212° F).
Durante trabalhos de reparo, certifique-se de que os tubos não sejam expostos a temperaturas excessivamente elevadas e que possam causar danos. Nas operações de solda, os tubos plásticos devem ser cobertos para evitar que seja atingidos por chamas, faíscas, salpicos ou escória da solda. Se for necessário realizar grandes reparos, deve-se remover os tubos plásticos antes de iniciar o serviço.

⚠ ADVERTÊNCIA

Tubos plásticos com danos devem ser substituídos, mesmo que tenham apresentem apenas pequenas incrustações de material da solda.
Não se deve instalar tubos plásticos na proximidade de tubos do sistema de escape ou de outras fontes de calor intenso.

Dobramento e endireitamento

Durante a montagem, os tubos plásticos podem ser dobrados para facilitar instalação em temperatura-ambiente mínima de 18° C (68° F).

Como os tubos plásticos não ficam permanentemente deformados, retornam ao seu formato original quando soltos após o dobramento, devem ser fixados na posição desejada.
Tubos plásticos podem ser novamente endireitados mergulhando-os em água quente (temperatura mínima de 70° C - 158° F). Após este procedimento, retornam automaticamente ao seu formato linear original.

Corte e instalação

Quando for instalar tubos novos, certifique-se de que a borda cortada esteja em ângulo reto em relação a seu eixo longitudinal de simetria. Se não possuir cortador especial para tubos de plástico, uma faca bem afiada pode ser utilizada para a operação.
Certifique-se de que as bordas cortadas sejam limadas para remover cavacos antes da instalação do tubo.

Instalação

Em primeiro lugar, empurre a porca de união (1, Fig. 1) e, em seguida, a anilha de aperto (2) deslizando-as sobre o tubo. A extremidade mais rasa (3) da anilha de aperto deve estar voltada para a borda do tubo. Empurre a luva interna (4) introduzindo-a no tubo até que a borda (5) atinja a extremidade do tubo.

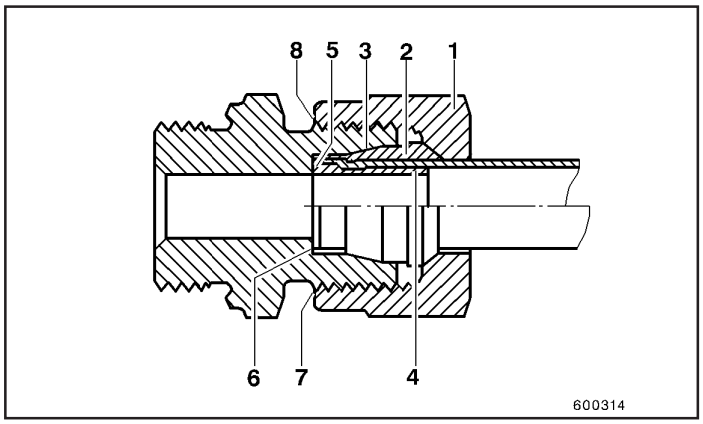


Fig.1

⚠ ADVERTÊNCIA

Pressione a extremidade do tubo introduzindo-o totalmente na luva interna até que atinja o batente (6).

Empurre a anilha de aperto introduzindo-a no acoplamento e aperte a porca de união (1) manualmente. Para evitar danos ao tubo, nunca aperte demasiadamente a porca de união. Normalmente, de 1,5 a 1,75 voltas na porca são suficientes para apertá-la.
Após efetuar o aperto, a extremidade (7) da união deve atingir aproximadamente o fio de saída da rosca (8) do elemento de acoplamento.

CONEXÕES

As conexões para tubos e mangueiras devem estar de acordo com as seguintes especificações:

- Devem ser capazes de serem desconectadas e reconectadas diversas vezes;
- Não devem permitir vazamentos sob quaisquer condições de operação;
- Suas seções transversais devem possuir dimensões mais próximas possíveis às do tubo ou mangueira a que estejam conectadas;
- A resistência da conexão deve, devido à possibilidade de ocorrência de picos de pressão e vibração, ser no mínimo idêntica à do tubo ao qual está conectada.

Conexões em máquinas:

1. **Conexões de tubos**
2. **Conexões em componentes estruturais**
3. **Pinos e nipples macho de conexão**
4. **Conexões giratórias**
5. **Conexões flangeadas**

Conexões em tubos

O tipo mais conhecido dentre as uniões desmontáveis entre tubos é aquele que utiliza conexões padrão. Estas conexões estão disponíveis da seguinte forma:

- conexões retas (Fig. 1);
- conexões em cotovelo (Fig. 2);
- conexões em “T” (Fig. 3) e
- conexões em “X” ou cruzadas (Fig. 4).

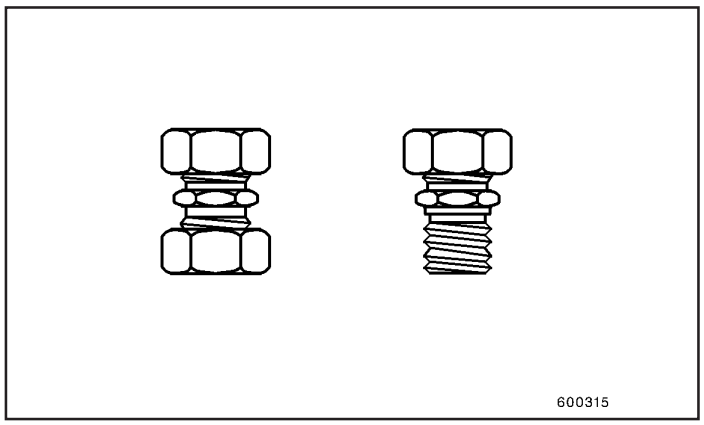


Fig.1

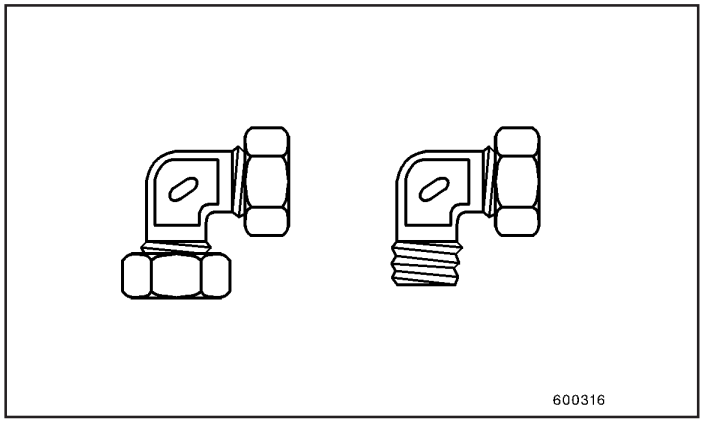


Fig.2

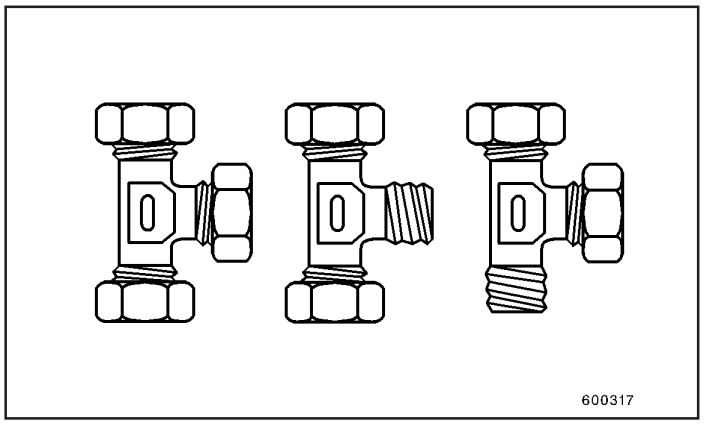


Fig.3

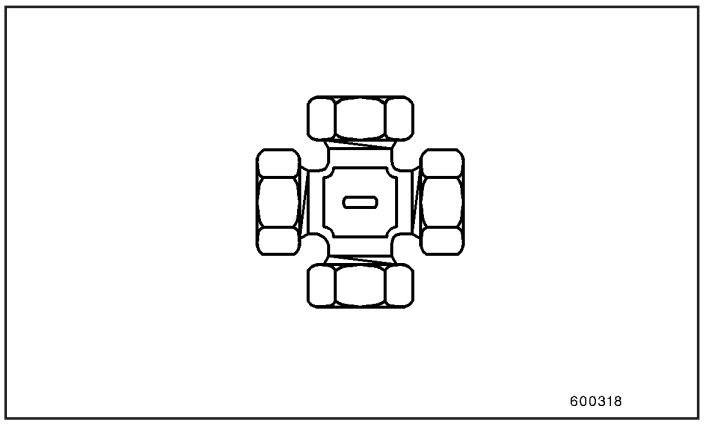


Fig.4

A norma DIN 2353 apresenta um resumo dos formatos e dimensões de tais conexões.
Além dos diferentes formatos, as conexões são fabricadas para três faixas de pressão de operação, a saber:

Série LL = serviço extra leve
Série L = serviço leve
Série S = serviço pesado

Os componentes de uma conexão deste tipo (Figs. 1 a 7) são:

1. Corpo da conexão
2. Anilha de aperto (DIN 3861)
3. Porca de união (DIN 3871)

Funcionamento

A Figura 5 mostra uma conexão de tubos antes que a porca de união tenha sido apertada. Quando a porca (3) é apertada, a anilha de aperto pré-conformada e endurecida (2) é pressionada para dentro do cone interno do corpo da conexão (1) e, assim, usina a extremidade do tubo ao mesmo tempo em que libera cavacos do material cortado. Desta forma, o tubo é firmemente pressionado contra o ressalto de batente do corpo da conexão e não pode se movimentar.

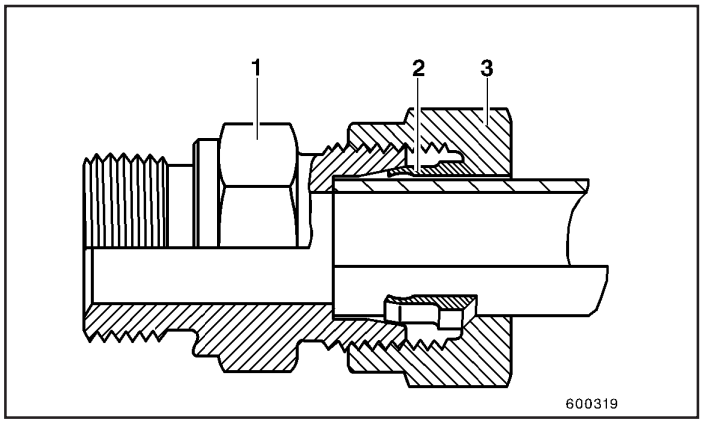


Fig.5

É absolutamente essencial que o tubo esteja firmemente pressionado contra este batente no corpo da conexão - de outra forma, não é possível que a extremidade do tubo seja usinada enquanto a porca é apertada.

A cunha formada pela anilha de aperto entre a parede do tubo e o cone interno evita que a anilha seja demasiadamente introduzida na parede do tubo, evitando assim a ruptura de sua extremidade. Do outro lado, sobe a porca, o tubo é firmemente deformado em cunha no interior do furo cilíndrico da alinha de aperto. Isto proporciona resistência adicional e alivia as tensões de corte neste local.

A Figura 6 mostra a conexão completamente montada, com a porca já apertada.

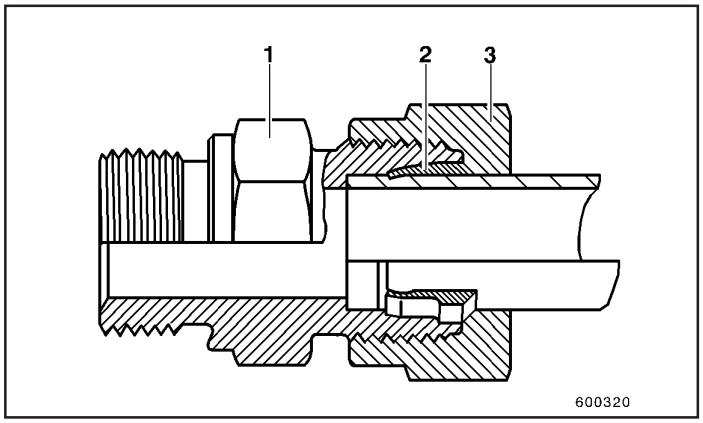


Fig.6

A DIN 3861 não especifica formatos particulares para anilhas de aperto. Tal tarefa é deixada a cargo do fabricante da peça; sendo assim, pequenas variações dimensionais são possíveis.

⚠ ADVERTÊNCIA

A anilha de aperto e o corpo da conexão devem sempre ser do mesmo modelo.

Uma conexão deste tipo pode ser desconectada e reconectada diversas vezes.

Instruções de montagem

Conexões em tubos com diâmetros grandes devem ser montadas utilizando uma morsa se possível. Deve-se, também sempre que possível, utilizar uma chave fixa com haste 15 vezes mais longa do que sua medida nominal.

1. Corte a extremidade do tubo em ângulo reto e lime-a - consulte “Tubos de aço”.
2. Lubrifique levemente (não utilize graxa):
   - a rosca e o cone interno (Figs. 1 e 2);
   - a anilha (Fig. 3);
   - a face interna da porca de união (Fig. 4).

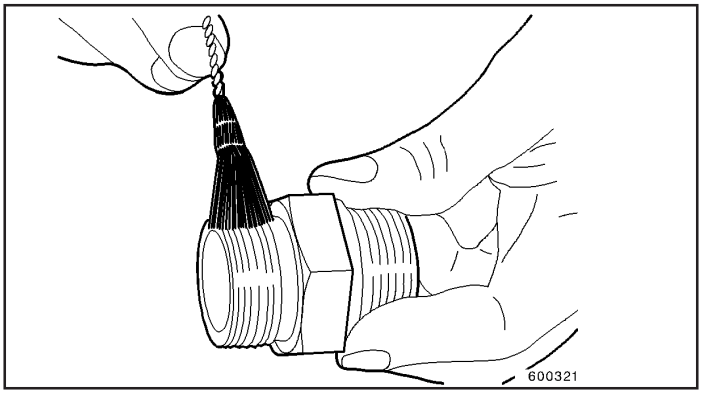


Fig.1

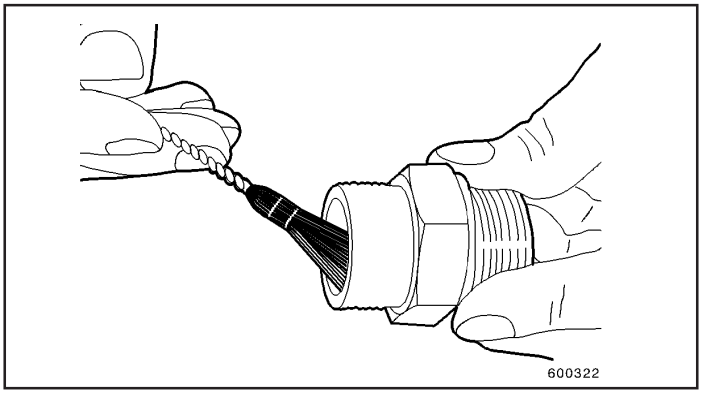


Fig.2

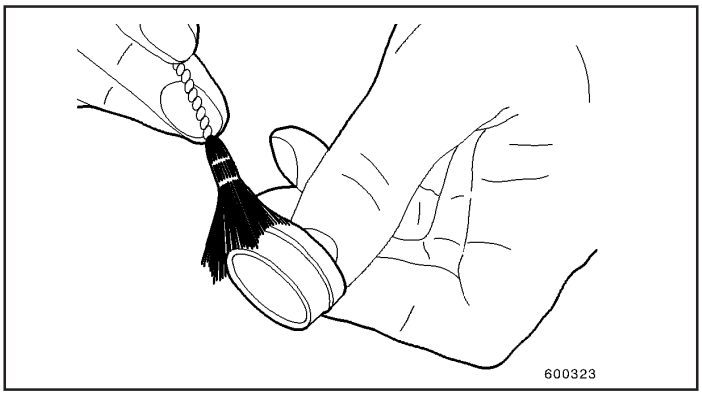


Fig.3

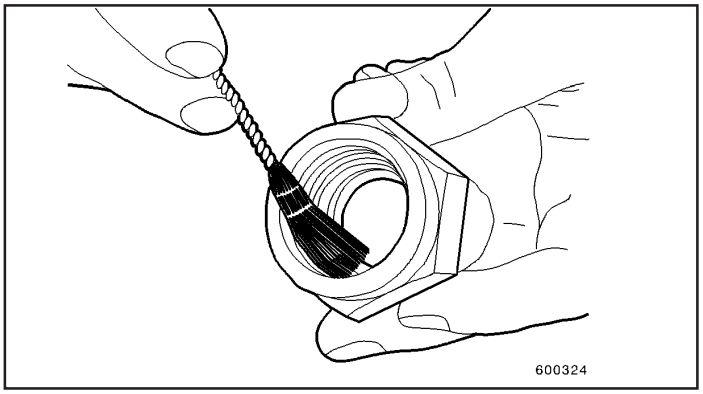


Fig.4

3. Em primeiro lugar, empurre a porca de união e, em seguida, a anilha de aperto deslizando-as sobre o tubo (Fig. 5).

   A extremidade mais espessa da anilha de aperto deve estar voltada para a porca de união (Fig. 6).

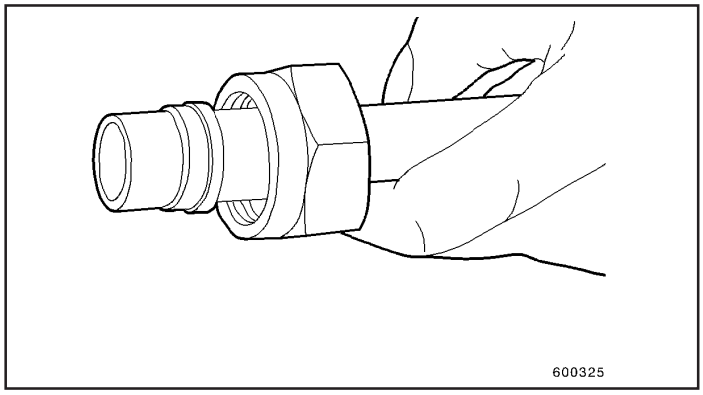


Fig.5

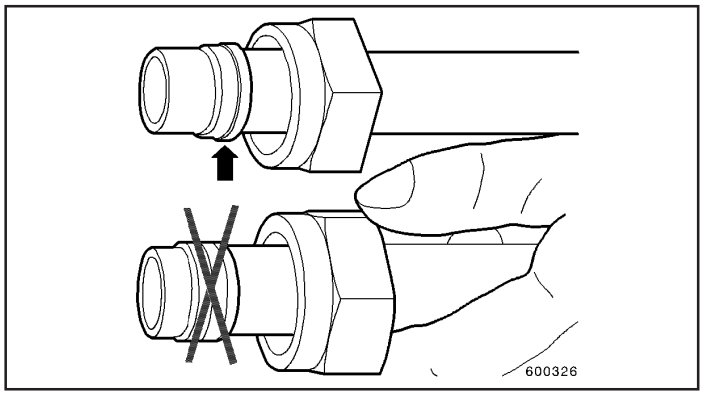


Fig.6

4. Pressione o tubo introduzindo-o no cone interno do corpo da conexão até que atinja o ressalta de batente no interior do corpo (Fig. 7).

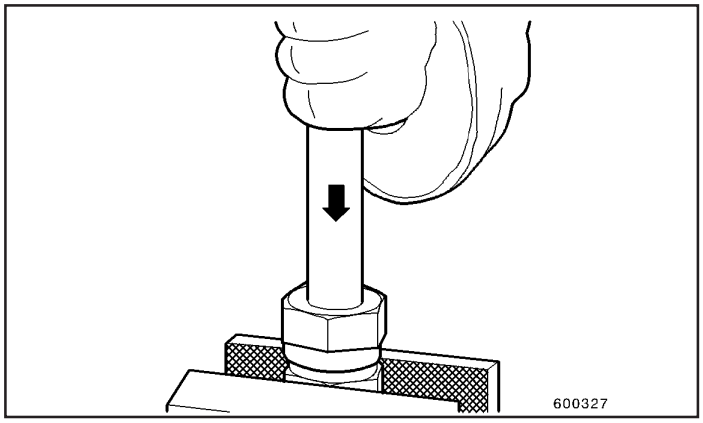


Fig.7

5. Aperte a porca de união manualmente até que perceba resistência (Fig. 8). A anilha de corte deve ficar firmemente posicionada entre a porca de união e o cone interno do corpo da conexão.

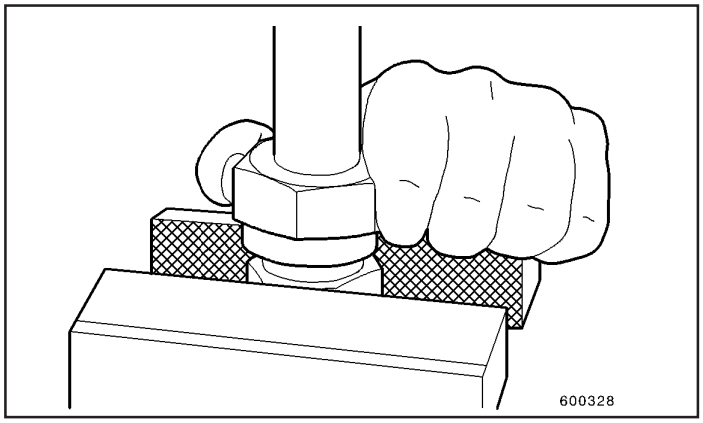


Fig.8

6. Faça marcações com giz tanto na porca de união quanto no tubo (Fig. 9) de modo que a montagem possa ser mais facilmente verificada.

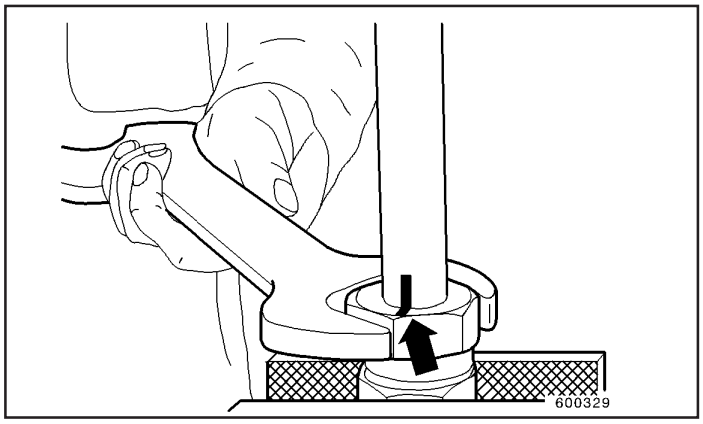


Fig.9

A Figura 10 mostra a conexão antes que a porca de união tenha sido apertada:

1. Corpo da conexão
2. Anilha de aperto
3. Porca de união
4. Tubo

A. Batente no cone interno

B. Cone interno

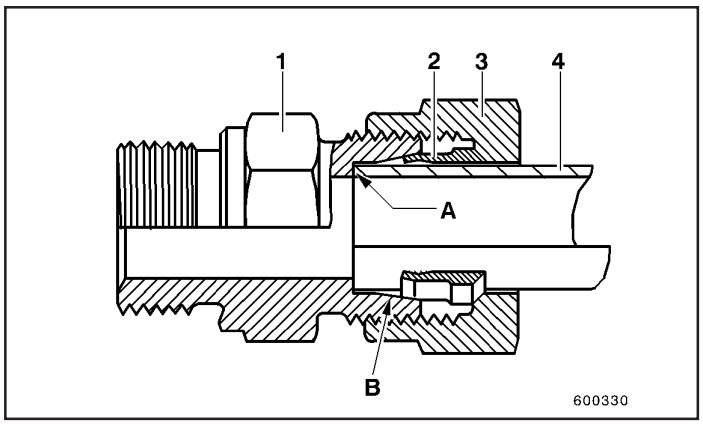


Fig.10

7. Aperte a porca de união utilizando uma chave fixa ou inglesa (Fig. 11).

   Diâmetro externo do tubo até ø 18 mm: 1 volta

   Diâmetro externo do tubo até ø 20 mm: 1 volta

   Desta forma, a extremidade da anilha de aperto usina a parede do tubo e força uma quantidade visível de material cortado para fora.

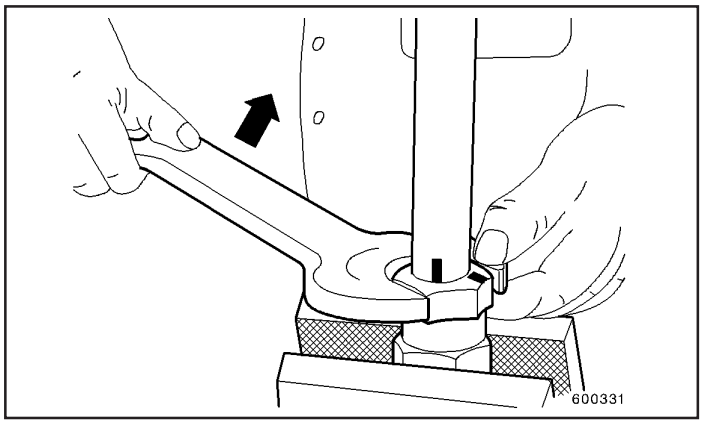


Fig.11

A Figura 12 mostra a conexão após o aperto da porca de união.

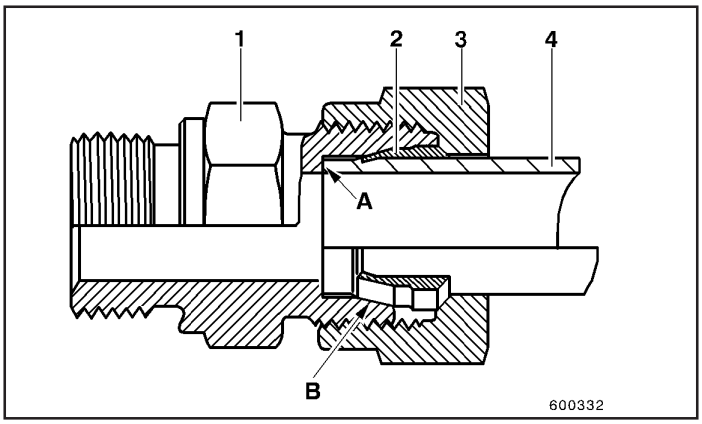


Fig.12

8. Afrouxe a porca de união e verifique o corte efetuado pela anilha de aperto (Fig. 13). A saliência resultante do material usinado deve cobrir cerca de 70 a 80% da borda frontal da anilha de aperto. Se isto não ocorrer, aperte mais a porca de união. O fato de a anilha de aperto poder ser girada em relação ao tubo não é relevante.

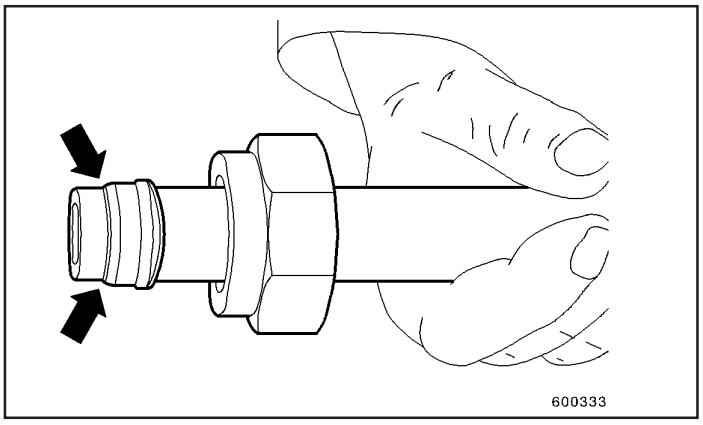


Fig.13

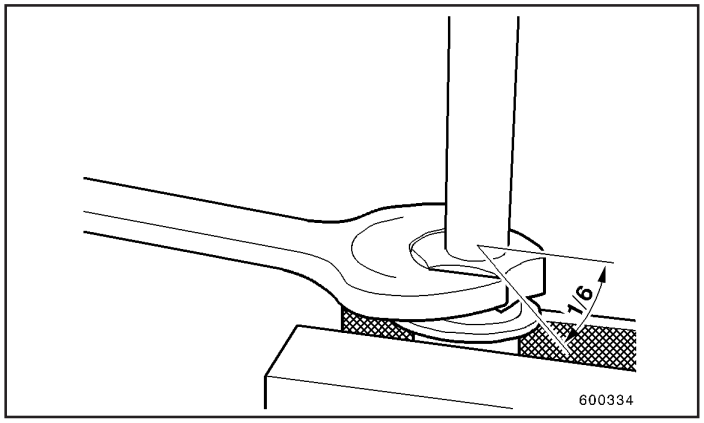


Fig.14

9. Monte a conexão novamente. Aperte a porca de união até perceber resistência ao movimento e, em seguida, gire mais 1/6 de volta (Fig. 14).

Vedação das conexões de tubos

Quando adequadamente montadas, uma conexão que apresente vazamentos pode ser novamente vedada apertando-se a porca de união mais 1/2 volta. Se o vazamento não puder ser corrigido desta maneira, abra conexão e verifique se os tubos estão bem alinhados ou se estão distorcidos, amassados ou trincados; verifique também se a superfície de conexão com o outro componente está em ordem e se todos os elementos de vedação não apresentam defeitos.

Se ainda assim não for possível eliminar o vazamento, a conexão completa deve ser substituída.

Conexões em componentes estruturais

Conexões retas (Fig. 1), em ângulo (Fig. 2) e soldadas (Fig. 3) são utilizadas quando é necessário direcionar linhas através das paredes de componentes estruturais da máquina. As conexões são fixadas ao componente estrutural apertando-se a porca (5, Figs. 1 e 2) ou soldando-as no local.

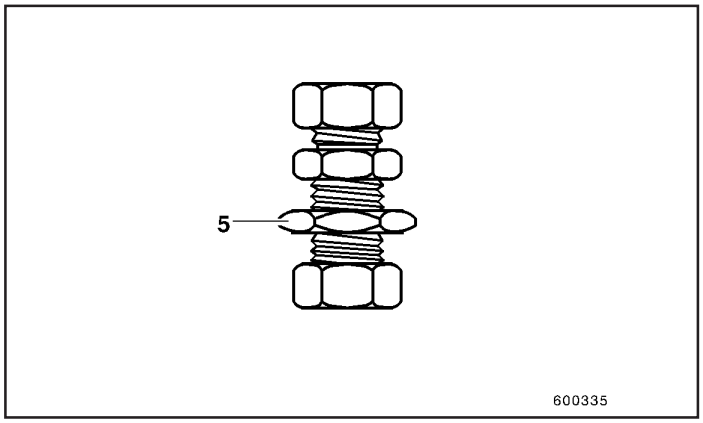


Fig.1

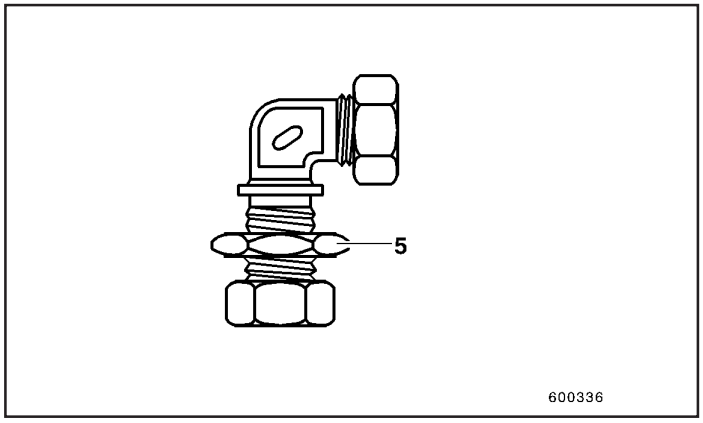


Fig.2

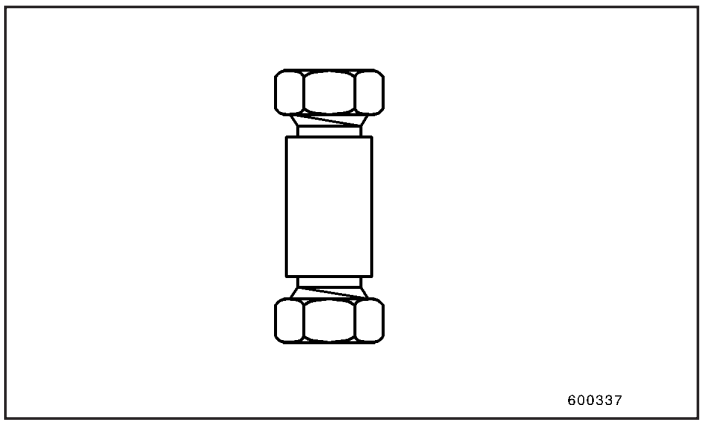


Fig.3

As características do conjunto de linhas de conexão (tubos, anilhas de aperto, porcas de união) estão descritas em “Conexões em tubos”.

Pinos e nipples macho de conexão

Roscas e vedações macho

Rosca Withworth para tubos (cilíndrica) conforme DIN 259
Rosca métrica (cilíndrica) ISO conforme DIN 13

Roscas macho cilíndricas são normalmente vedadas por meio de uma borda (ressalto) de vedação de acordo com a DIN 3852, Formato B (contato metal-metal, sem anel de vedação) (Fig. 4).

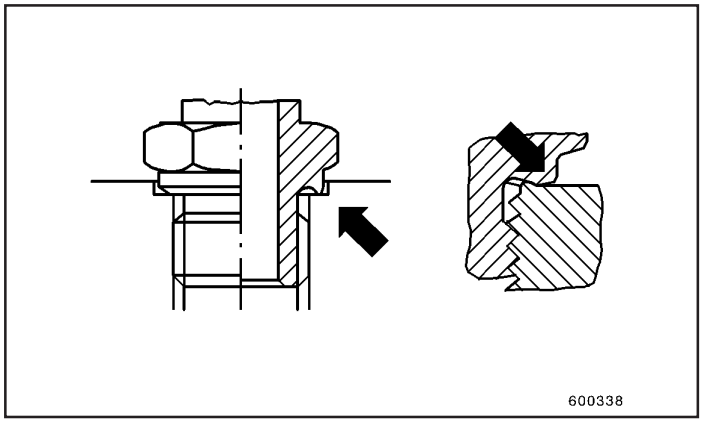


Fig.4

Em casos especiais, é vantajoso efetuar a vedação da rosca macho com um anel macio de vedação (Fig. 5).

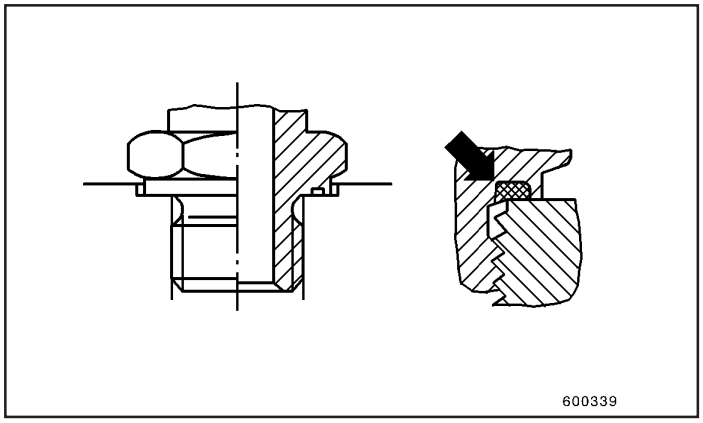


Fig.5

Nipples macho com rosca métrica ou Imperial (padrão inglês em polegadas) necessitam de um rebaixo para encaixe do anel O'ring de vedação (Fig. 6).

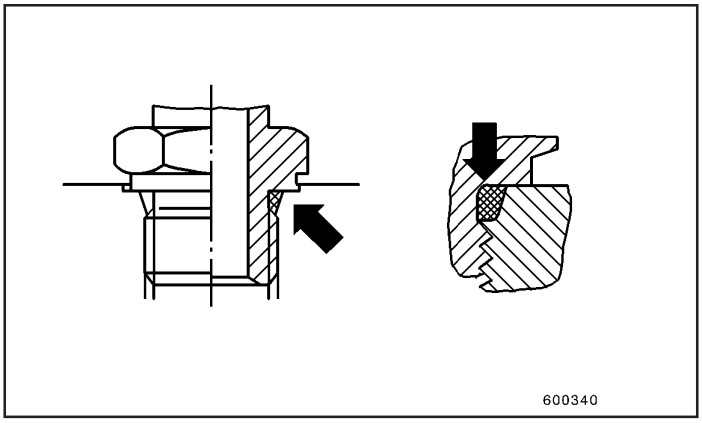


Fig.6

Em sistemas hidráulicos, nipples macho retos com anéis de vedação são freqüentemente utilizados. Neste caso, o anel possui seção transversal de formato retangular (anel Stircomatic) ou circular (O'ring). A figura 7 mostra:

1. Nipple macho reto
2. Anel de vedação Stircomatic ou O'ring
3. Componente a ser vedado

Se ocorrerem vazamentos, deve-se primeiramente apertar o nipple (1). Se não houver melhora, deve-se substituir o anel de vedação.

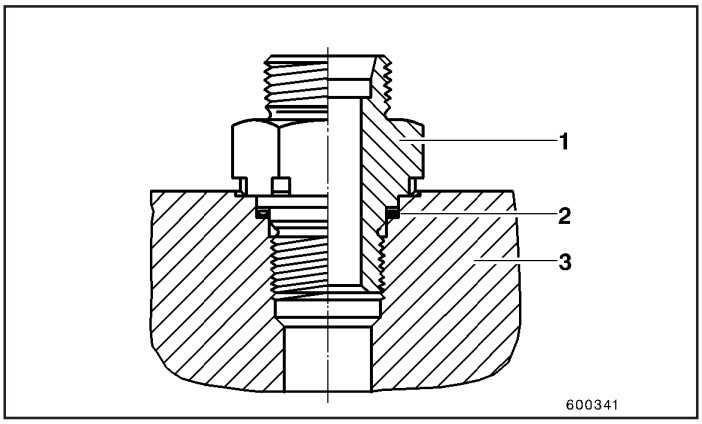


Fig.7

Anéis de vedação Stircomatic

Os anéis de vedação Stircomatic foram desenvolvidos para unidades de controle, placas de passagem, válvulas, flanges roscados e outros elementos de conexão. Podem ser utilizados com óleo hidráulico, água e emulsões.

A Figura 1 mostra o formato básico de um anel de vedação Stircomatic:

1. Aresta de corte
2. Camada de tecido
3. Borracha

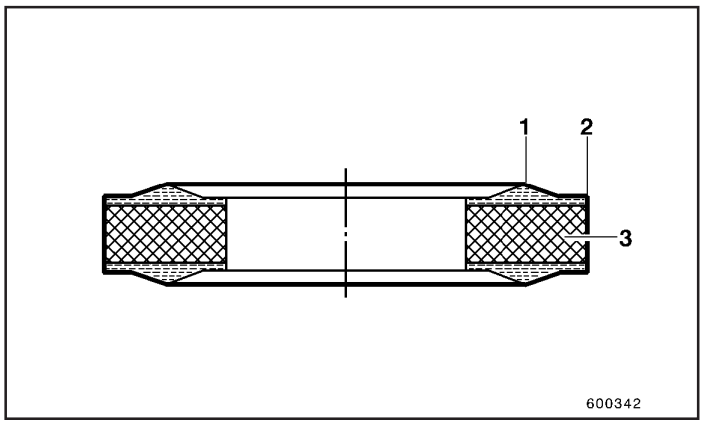


Fig.1

Os anéis de vedação Stircomatic possuem longa estabilidade quanto à pressão e elevada resistência à deformação.

Nos locais onde previamente eram utilizados anéis O'ring, pode-se também utilizar anéis Stircomatic.

Conexões giratórias

Aplicação:
Em sistemas hidráulicos com tubos de 25, 30 e 38 mm de diâmetro externo.

Conexões giratórias com rosca macho reta conforme DIN (Fig. 1)

Componentes:
1 . Corpo da conexão
2. Porca de união
3. Anilha de aperto
4 . Porca de união
5. Anel “O”
6. Rosca macho reta conforme DIN
7. Componente a ser vedado
8 . Corpo/porca do anel de vedação

Eventuais vazamentos podem ser corrigidos da seguinte maneira:

- Na região “A”: efetue a vedação utilizando uma anilha de aperto conforme descrito em “Vedando conexões de tubos”.

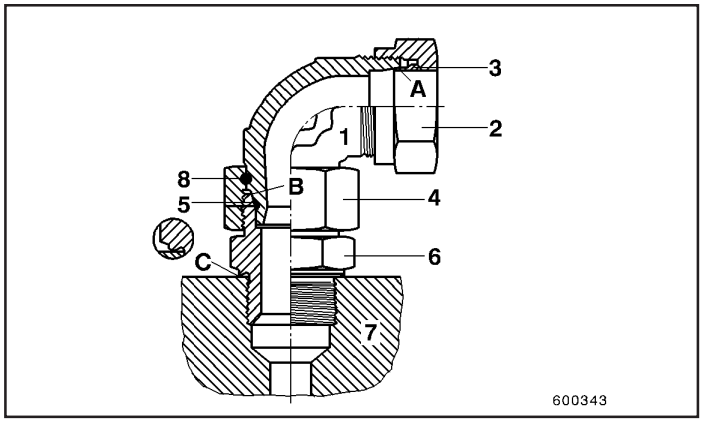


Fig.1

- Na região “B”: efetue a vedação utilizando um anel “O” apertando manualmente - se isto não resolver o problema, substitua o anel “O”.

- Na região “C” - o sistema de borda de vedação é eficiente neste caso. Aperte o nipple macho. Se isto não resolver o problema, verifique a superfície de contato (assentamento) quanto à existência de pitting, entalhes ou riscos e efetue o retrabalho utilizando uma lima se necessário. Se a borda de vedação estiver danificada, substitua o nipple macho.

Conexão giratória com adaptador macho longo (Fig. 2)

A conexão giratória montada sobre o adaptador (6, Fig. 2) é similar à descrita na seção “Conexão giratória com rosca macho reta conforme DIN”. A conexão é vedada na região “C” utilizando um anel de vedação de aço (9).

Se o anel de vedação ou o adaptador macho estiverem danificados, devem ser substituídos.

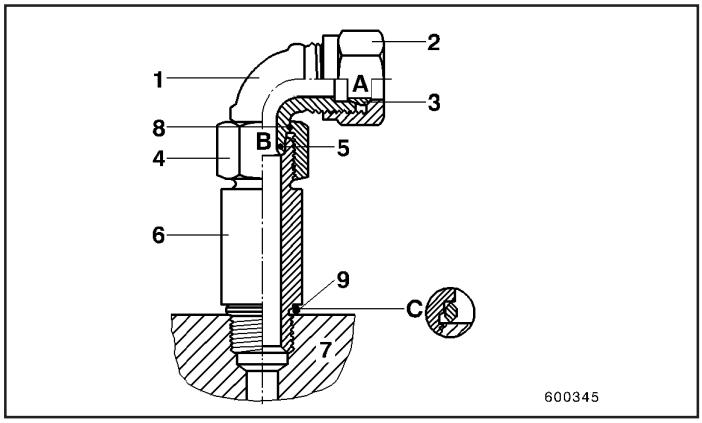


Fig.2

Conexões de ângulo fixo
(Fig. 1)

Aplicação: em sistemas hidráulicos com tubos de diâmetro externo variando entre 6 e 22 mm.

Componentes:
1. Corpo da conexão
2. Porca de união
3 . Anilha de aperto
4. Nipple macho reto
5. Componente a ser vedado

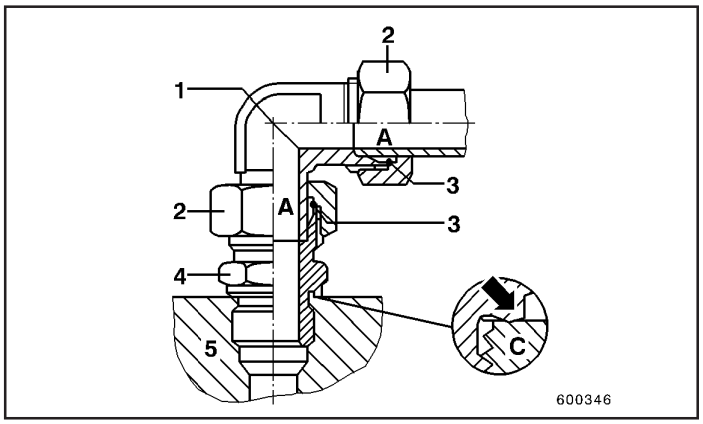


Fig.1

Eventuais vazamentos podem ser corrigidos da seguinte maneira:

- Na região “A”: efetue a vedação utilizando uma anilha de aperto conforme descrito em “Vedando conexões de tubos”.

- Na região “C”: o sistema de borda de vedação é eficiente neste caso. Aperte o nipple macho. Se isto não resolver o problema, verifique a superfície de contato (assentamento) quanto à existência de pitting, entalhes ou riscos e efetue o retrabalho utilizando uma lima se necessário. Se a borda de vedação estiver danificada, substitua o nipple macho.

Conexões com parafuso vazado (banjo)

Aplicação:
Em sistemas hidráulicos com tubos de diâmetro externo variando entre 16 e 38 mm

Conexão com parafuso vazado (banjo) (Fig. 2)

Este tipo de conexão apresenta os seguintes componentes:
1. Corpo
2. Parafuso vazado
3. Anel de vedação
4. Porca de união
5. Anilha de aperto
6. Anel de vedação
7. Superfície de assentamento

A conexão com parafuso vazado é vedada pelos anéis (3 e 6, Fig. 2). Eventuais vazamentos podem ser corrigidos apertando-se o parafuso vazado (2, Fig. 2) a partir de sua cabeça sextavada ou executando-se os passos descritos em “Conexões giratórias”.

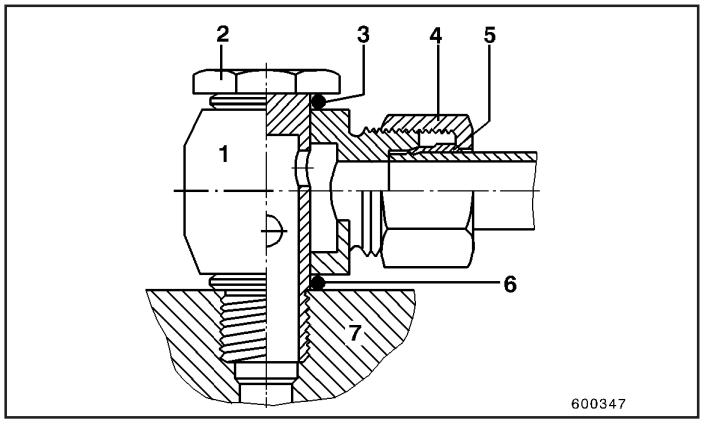


Fig.2

Durante o aperto do parafuso vazado, certifique-se de que o corpo (1) esteja posicionado em ângulo reto em relação à superfície de assentamento (7) ou ao nipple (8, fig. 3), pois somente assim os anéis de vedação (3) e (6) são eficientes. A superfície de assentamento da conexão deve estar limpa, nivelada e posicionada em ângulo reto em relação à rosca do parafuso vazado. Antes de apertar o parafuso vazado (2), é aconselhável afrouxar ligeiramente a porca de união (4) para que nenhuma tensão seja transferida através do corpo (1) para o tubo conectado.

Do lado do tubo, a conexão é vedada por uma anilha de aperto (5). Medidas corretivas para eliminar vazamentos neste tipo de conexão foram anteriormente mencionadas.

Conexão com parafuso vazado e adaptador macho longo (Fig. 3)

O parafuso vazado é roscado no interior do adaptador (8, Fig. 3); os componentes do sistema são os mesmos descritos no item “Conexão com parafuso vazado”.

Eventuais vazamentos na região “A” podem ser corrigidos apertando-se o adaptador (8) ou tomando-se as medidas descritas na seção “Conexões giratórias”. Afrouxe ligeiramente o parafuso vazado (2) e a porca de união (4) antes de apertar o adaptador.

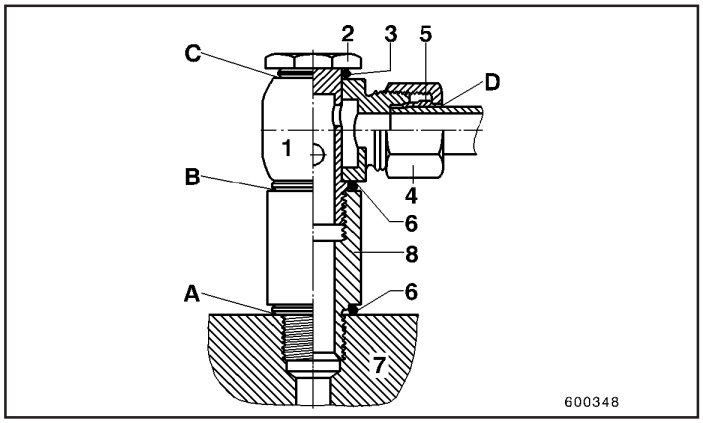


Fig.3

CONEXÕES FLANGEADAS COM PARAFUSO PADRÃO SAE

Conexões flangeadas de tubos - Sistema Flanit (Sistema F)

Este tipo de conexão é utilizado em tubos de dimensão ø 25x3 e ø 50x2.
A Figura 1 mostra os componentes do sistema F;
A Figura 2 mostra uma conexão completa. Os componentes são:

1. Superfície de vedação
2. Anel de vedação
3. Anel “F” (anel em cunha)
4. Flange
5. Parafusos de cabeça bi-sextavada
6. Tubo

No sistema F, o anel em cunha é empurrado sobre o tubo. O perfeito assentamento entre o anel e o tubo é obtido através do aperto dos parafusos de cabeça bi-sextavada. Não é necessária a realização de uma pré-montagem.
A folga “L” é utilizada para verificar se a conexão foi efetuada de forma correta.

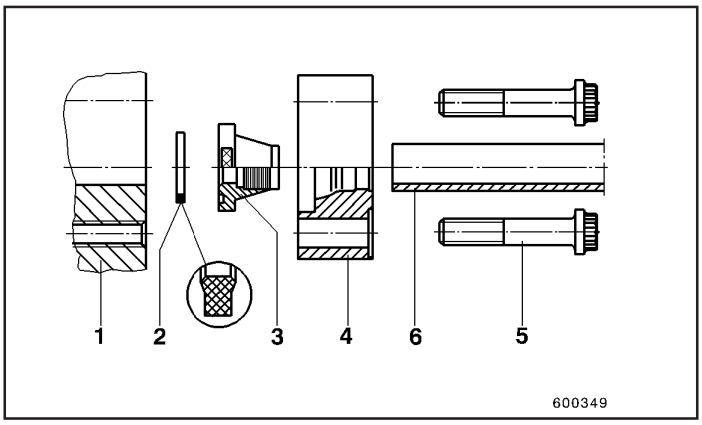


Fig.1

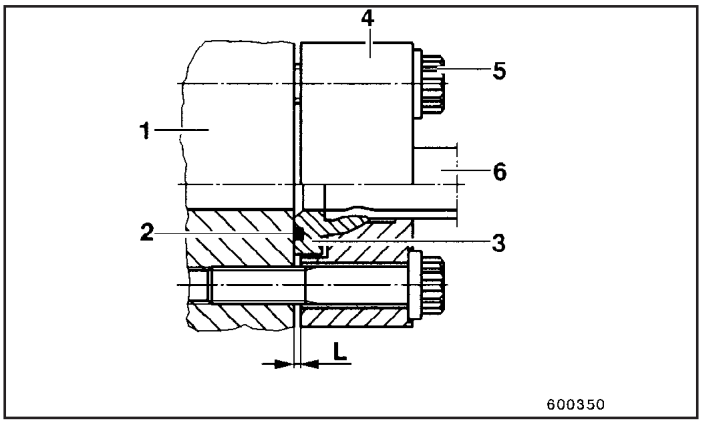


Fig.2

Conexões flangeadas de tubos - Sistema Zako (Sistema Z)

Este tipo de conexão é utilizado para tubos de dimensão ø 50x6 (1”, 6000 lb/pol²)
A Figura 1 mostra os componentes do sistema Z;
A Figura 2 mostra uma conexão completa. Os componentes são:

1. Superfície de vedação
2. Anel de vedação
3. Anel “Z” (anel em cunha)
4. Flange
5. Parafusos de cabeça bi-sextavada
6 . Tubo

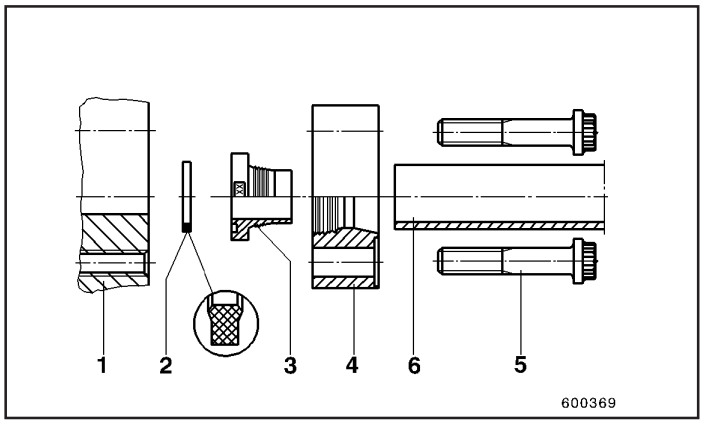


Fig.1

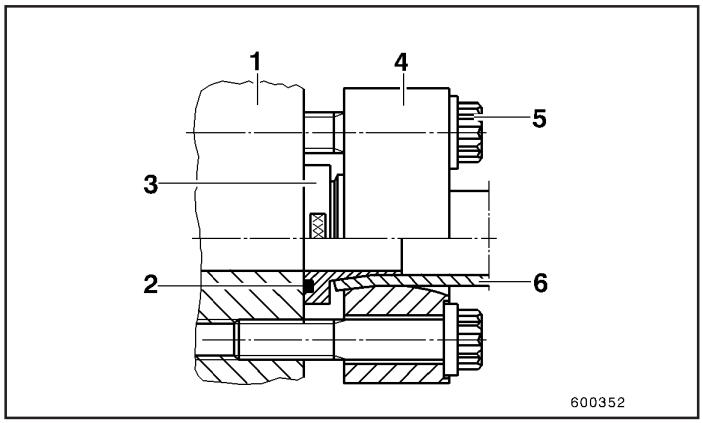


Fig.2

No sistema Z, o anel em cunha é introduzido no tubo utilizando-se uma ferramenta hidráulica. Isto faz com que o tubo se alargue. A elevada pressão de contato na superfície alargada garante a perfeita vedação. Outras vantagens são:

- elevada resistência a picos de pressão e vibrações;
- segurança máxima quanto à ruptura do tubo - o tubo é preso firmemente entre o anel e o flange;
- montagem final simples;
- os anéis “Z” podem ser reutilizados.

Conexões flangeadas de mangueiras

As mangueiras hidráulicas são fornecidas já montadas com conexões de padrão SAE. Nestes casos, existe sempre um rebaixo para o encaixe de um anel de vedação.

O conjunto é conectado à contra-peça utilizando dois semi-flanges.
A Figura 3 mostra:

1. Superfície de vedação
2. Anel de vedação
3. Anilha de aperto
4. Semi-flange (2 no total)
5. Parafusos de cabeça bi-sextavada
6. Mangueira hidráulica com flange padrão SAE

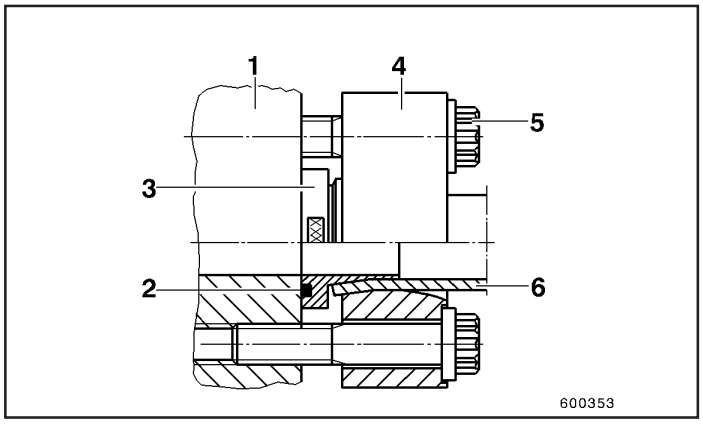


Fig.3

Componentes dos sistemas de vedação e conexão

Flanges

No caso de conexões flangeadas de tubos, são utilizados flanges em peça única. Os flanges são do mesmo tamanho, porém podem apresentar construção diferente (sistemas Flanit ou Zako) no que se refere principalmente em relação ao furo central.
Conexões flangeadas de mangueiras são montadas utilizando dois flanges, o que se convencionou denominar semi-flanges.
Os flanges podem ser utilizados diversas vezes.

Anilhas de aperto (anéis em cunha)

Existem dois tipos de anilhas de aperto para conexões flangeadas de tubos.
A Figura 1 apresenta o sistema F:

3. Anilha de aperto com rebaixo para encaixe de anel de vedação
7. Anilha de aperto sem rebaixo para encaixe de anel de vedação

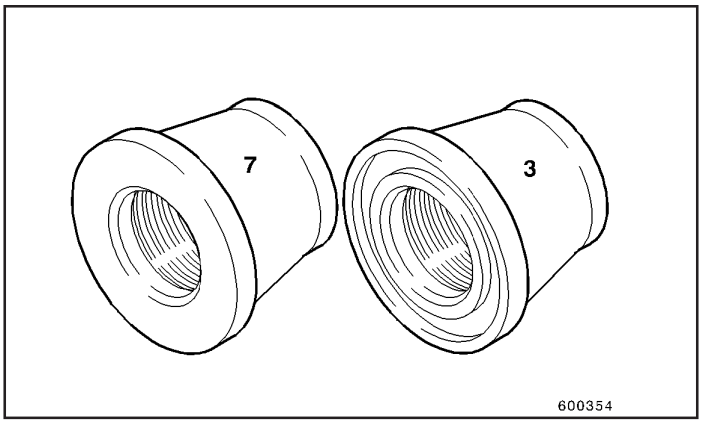


Fig.1

Quando efetuar conexões entre tubos utilizando o sistema F ou o sistema Z, uma anilha de aperto com rebaixo para anel de vedação deve sempre justapor-se a uma anilha de aperto sem rebaixo para anel de vedação.
No sistema F original, quase todas as conexões eram feitas utilizando-se duas anilhas de aperto com rebaixo para encaixe de anel de vedação. Em tais montagens, um disco central (consulte a seção “Discos centrais”) é necessário. Este disco também pode ser utilizado com outros sistemas de vedação em casos excepcionais nos quais duas anilhas de aperto com rebaixo são justapostas.
A montagem direta (sem disco central) de duas anilhas com rebaixo justapostas é permitida SOMENTE em casos de emergência, pois não é possível obter-se, desta forma, uma vedação permanente.

Anéis Z utilizados podem ser removidos da superfície de assentamento em um tubo e montados em outro. No caso de repetidas montagens e desmontagens, deve-se ter cuidado para manter a borda de ataque dos anéis Z sem cavacos.
Anéis F não podem ser reutilizados.

Anéis de vedação

Cada anel de vedação é um peça plástica única (Fig. 2). O anel de vedação não pode ser utilizados diversas vezes mas pode ser instalado em todas as conexões previamente vedadas com anéis antigos do tipo bi-partido.
A Tabela 1 (Apêndice) relaciona todas as dimensões disponíveis e respectivos números de peça.

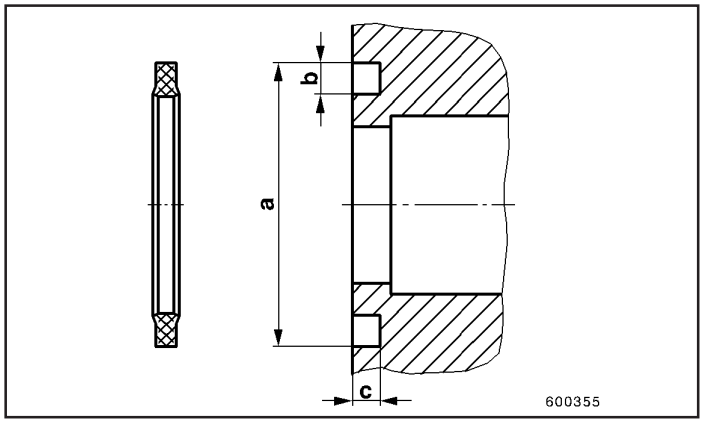


Fig.2

Parafusos de cabeça bi-sextavada (Fig. 3)
Quando há espaço disponível e sempre que flanges conforme SAE estejam sendo utilizados, a montagem é feita com parafusos de cabeça bi-sextavada. Tais parafusos possuem rosca métrica (DIN 13) e material de qualidade 10.9 (DIN 267) com tratamento superficial A3B (DIN 267).

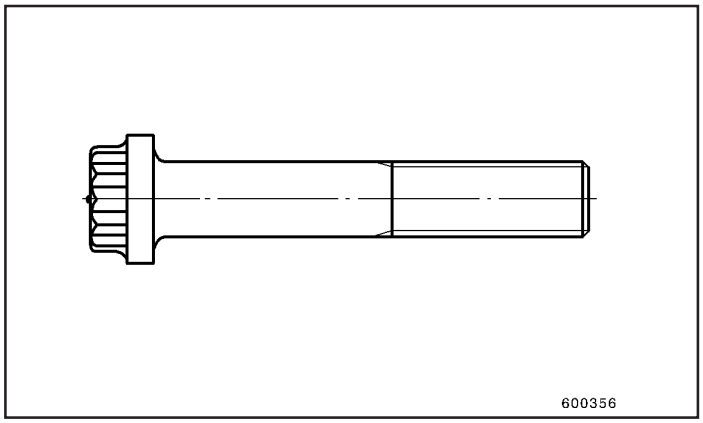


Fig.3

As vantagens na utilização de parafusos de cabeça bi-sextavada são:

- elevada resistência à corrosão, pois os parafusos são galvanizados;
- necessidade de chaves fixas de pequena dimensão (por exemplo, parafusos bi-sextavados de rosca M 10 requerem chave 11, enquanto que parafusos normais de mesma rosca necessitam de chave 17);
- proporcionam aperto perfeito com chaves de tamanho padrão;
- não existe perigo de “espanar” a cabeça, como nos parafusos com cabeça sextavada padrão;
- facilidade de posicionamento da chave devido à cabeça com doze arestas.

As dimensões disponíveis deste tipo de parafuso podem ser encontradas na Tabela 2 (Apêndice).

Dispositivos de auxílio para a montagem de anilhas de aperto (anéis em cunha)

Dispositivo de pré-montagem para anéis “F”

Na montagem em série, o anel “F” deve ser adaptado ao tubo utilizando um dispositivo de pré-montagem.
A montagem final é feita diretamente no respectivo componente da máquina conforme descrito na montagem manual.

A Figura 1 mostra um dispositivo de pré-montagem com os seguintes componentes:

1. Contra-anel
2. Cone de montagem
3. Anel “F” (anel em cunha)
4. Flange
6. Tubo

Para uma descrição mais detalhada, consulte o Apêndice.

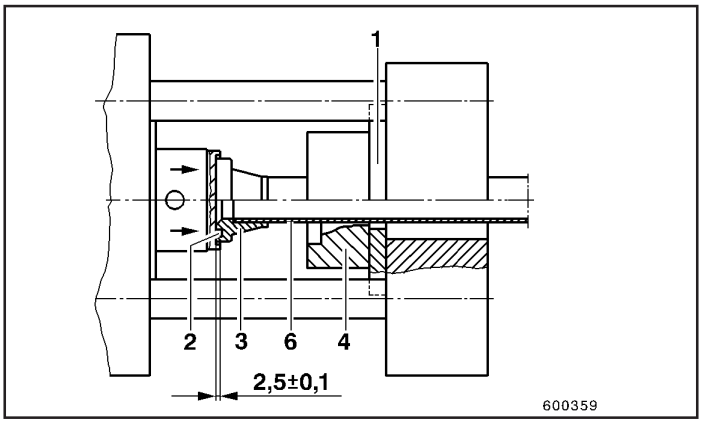


Fig.1

Dispositivo para cravamento de anéis “Z”

São necessárias as seguintes ferramentas (Fig. 2):

8. Unidade eletro-hidráulica de controle (450 bar) com mangueiras;
9. Cilindro de montagem;
10. Garras para tubo 50x6.

Pode-se também utilizar uma bomba manual em substituição à unidade eletro-hidráulica (8)

Para uma descrição mais detalhada, consulte o Apêndice.

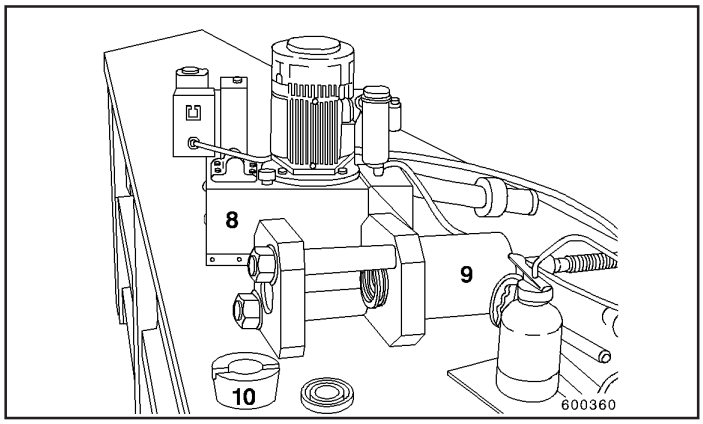


Fig.2

Cravamento do anel “Z”

O procedimento para cravamento do anel “Z” é ilustrado nas Figuras 3 a 6:

1. Tubo preparado para a instalação (consulte “Tubos de aço”).

   A extremidade reta do tubo deve ter comprimento mínimo de 135 mm antes que se inicie qualquer curvatura (Fig. 3).

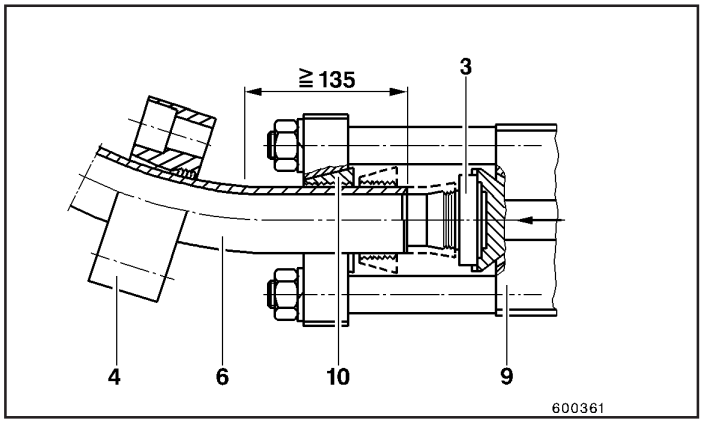


Fig.3

2. Aplique óleo no anel “Z” (3) e à superfície interna do flange (4).
3. Empurre o flange (4) deslizando-o sobre o tubo (5).
4. Introduza o anel “Z” (3, Fig. 4) e pressione-o em conjunto com o tubo (6, Fig. 5) contra a placa de pressão do cilindro (9).

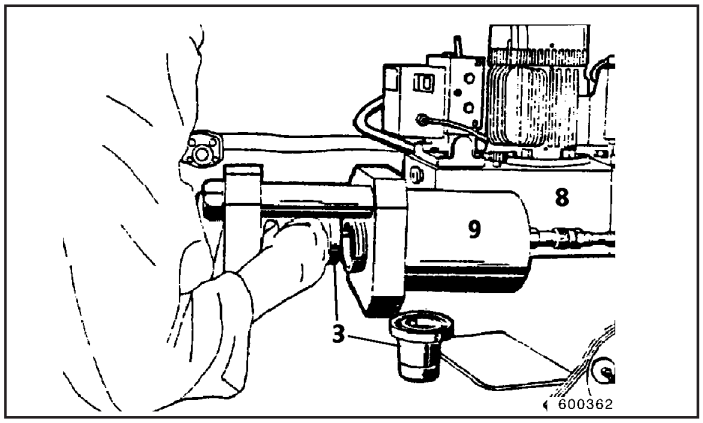


Fig.4

5. Posicione as garras (10) ao redor do tubo (6) e pressione conjunto contra a superfície cônica do cilindro (9).

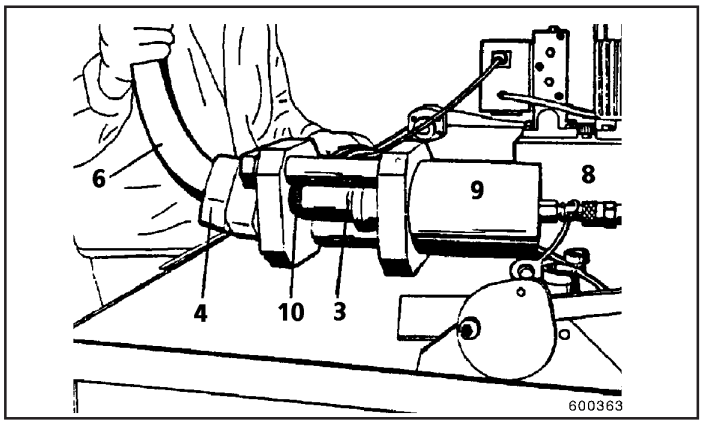


Fig.5

6. Pressione o anel “Z” cravando-o no tubo utilizando o dispositivo hidráulico até que a borda do anel atinja o final do tubo (Fig. 6). A introdução do anel no tubo provoca a expansão deste, fazendo com que a borda de corte do anel “Z” seja cravada na parede do tubo.

   Uma folga de 1 mm é permitida entre a borda do anel e o final do tubo (folga máxima).

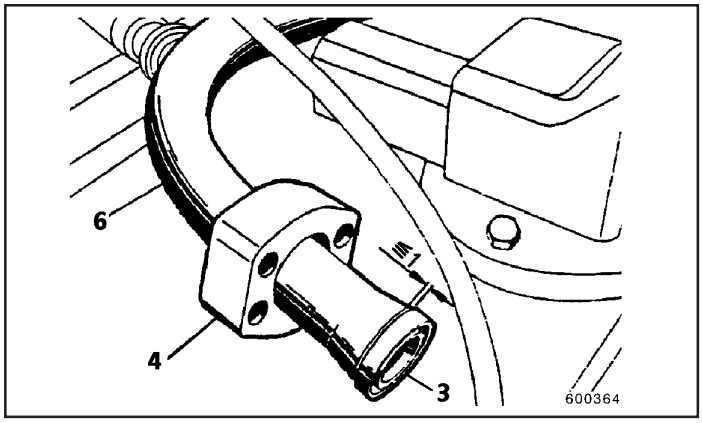


Fig.6

Montagem de conexões flangeadas

As descrições abaixo abrangem os seguintes tipos de conexões flangeadas:

1. Tubo/superfície de vedação
2. Mangueira/superfície de vedação
3. Tubo/mangueira
4. Mangueira/mangueira
5. Tubo/tubo

Conexão flangeada - Tubo/superfície de conexão (Sistema F)

As Figuras 1 e 2 mostram:

1. Superfície de vedação
2. Anel de vedação
3. Anel “F” (anilha de aperto/anel em cunha)
4. Flange
5. Parafuso bi-sextavado
6. Tubo

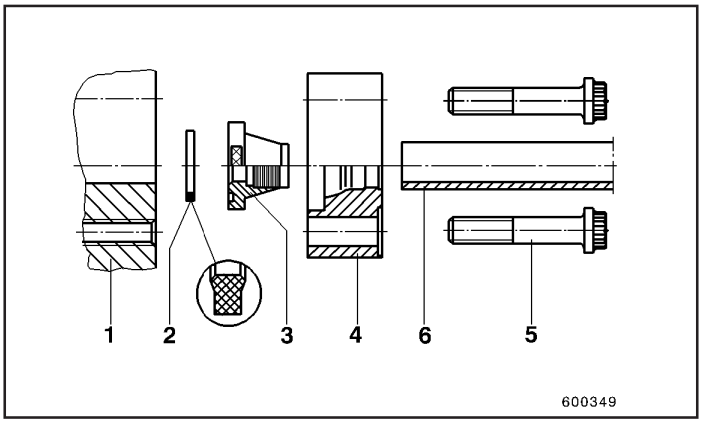


Fig.1

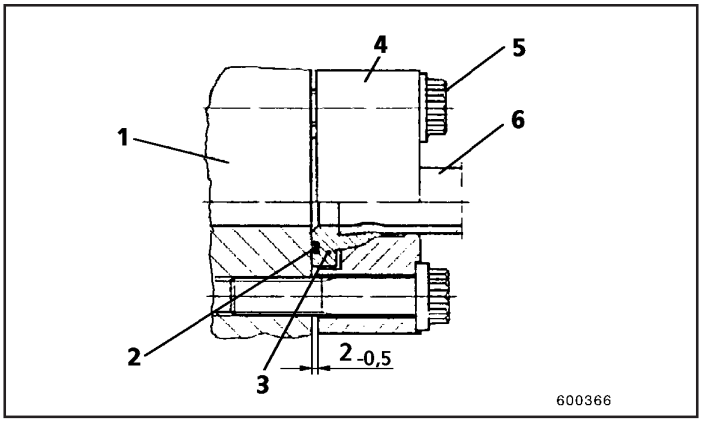


Fig.2

Montagem:

1. Preparação do tubo

   Serre o tubo em ângulo reto (não utilize cortadores de tubos). Lime a borda corta interna e externamente.
2. Aplique óleo nas roscas dos parafusos bi-sextavados (5) e na superfície interna do flange (4) para reduzir o atrito durante a montagem.
3. Pressione o flange (4) e a anilha de aperto (3) introduzindo-o no tubo (6). Se o anel de aperto possuir um rebaixo para encaixe de anel de vedação, monte o anel de vedação em primeiro lugar.

⚠ ADVERTÊNCIA

NÃO aplique óleo ou graxa no rebaixo de encaixe ou no anel de vedação.
Pressione o tubo (6) contra a borda da anilha de aperto (3) e, em seguida, pressione o flange (4) com a anilha de aperto contra a superfície de vedação (1). Introduza os parafusos bi-sextavados (5) e aperte-os manualmente tanto quanto possível.
O tubo (6) deve ficar livre de tensões e posicionado em ângulo reto em relação à superfície (1).

4. Aperte os parafusos bi-sextavados (5) diagonalmente girando-os 1/2 volta de cada vez.

   A conexão estará corretamente montada quando a folga entre as faces paralelas da superfície de vedação e do flange for de $\mathbf{2}_{\mathbf{-0.5}}$ **mm** (Fig. 3) (folga especificada para a primeira instalação/montagem).

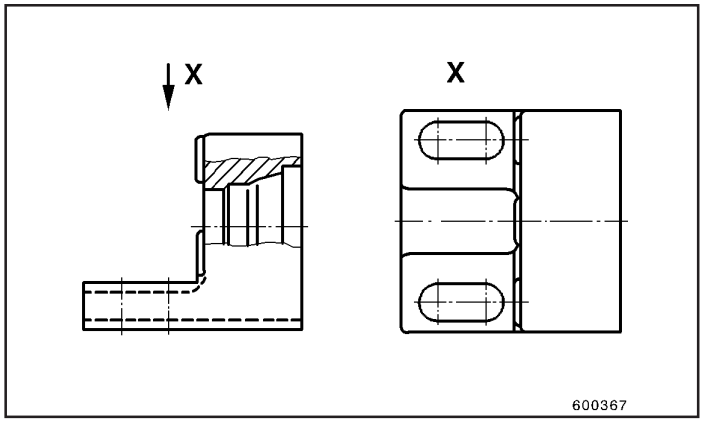


Fig.3

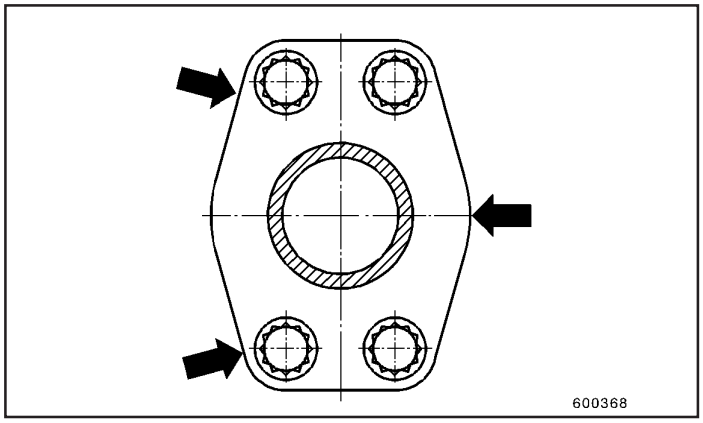


Fig.4

Verifique a folga existente em pelo menos 3 pontos distintos (veja as setas). A diferença não deve ultrapassar 0,3 mm.

Montagens repetidas:

Quando uma conexão é montada mais de uma vez, a folga deve ser no mínimo 0,2 mm menor do que a da montagem anterior.
Desta forma, deve-se medir as folgas antes de soltar os parafusos.
Montagens subseqüentes não são permitidas se a folga for inferior a 0,3 mm.

Em caso de vazamentos:

- Vazamento no anel de vedação (o óleo vaza entre a superfície de vedação e o flange)
  - Verifique se as superfícies de vedação e do flange estão paralelas e se a folga é inferior a 2 mm; caso contrário, reaperte os parafusos;
  - Se a medida anterior não surtir efeito, verifique o anel de vedação e a superfície de vedação. Se necessário, substitua o anel de vedação. Efetue a remontagem da conexão;
  - Se o vazamento persistir, substitua o tubo, a anilha de aperto e o anel de vedação (folga para a primeira montagem: $2_{-0,5}$ mm). Se a folga for inferior a 0,3 mm, substitua também o flange.
- Vazamento entre a anilha de aperto e o tubo (o óleo vaza entre o flange e o tubo)
  - Verifique se as superfície de vedação e do flange estão paralelas e se a folga é inferior a 2 mm; caso, contrário, reaperte os parafusos;
  - Se a medida anterior não surtir efeito, aperte os parafusos de modo a reduzir em 0,2 mm a folga atualmente existente. Se o vazamento for apenas reduzido, aperte mais um pouco, sempre em estágios de redução de 0,2 mm na folga;
  - Se a conexão ainda apresentar vazamento, substitua o tubo, a anilha de aperto e o anel de vedação (folga para a primeira montagem: $2_{-0,5}$ mm). Se a folga for inferior a 0,3 mm, substitua também o flange.

Sistema Zako

As figuras 5 e 6 mostram:
1. Superfície de vedação
2. Anel de vedação
3. Anel “Z” (anilha de aperto/anel em cunha)
4. Flange
5. Parafuso bi-sextavado
6. Tubo

Montagem:
1. Tubo preparado para a montagem (consulte “Cravamento do anel “Z”).
2. Posicione o anel de vedação (2) no interior do anel “Z”.
3. Pressione o tubo (6) com o anel “Z” (3) contra a superfície de vedação.

⚠ ADVERTÊNCIA

O tubo (6) deve estar livre de tensões e em ângulo reto em relação à superfície (1).

4. Pressione o flange (4) com os parafusos (5) contra a superfície de vedação. Aperte manualmente os parafusos tanto quanto possível.

⚠ ADVERTÊNCIA

O flange (4) deve estar posicionado em ângulo reto em relação ao eixo longitudinal do tubo e paralelo à superfície de vedação. O desvio máximo permitido de paralelismo é de 0,3 mm Verifique visualmente.

5. Aperte os parafusos (5) diagonalmente e de maneira uniforme.

   Torque de aperto: 250 N.m (185 lb.ft) (torque final de aperto).

   Não há necessidade de verificar a folga.

Em caso de vazamento:
Aperte os parafusos (5) de maneira uniforme. Torque de aperto = 250 N.m (185 lb.ft); se o problema não for solucionado, substitua o anel de vedação (2).

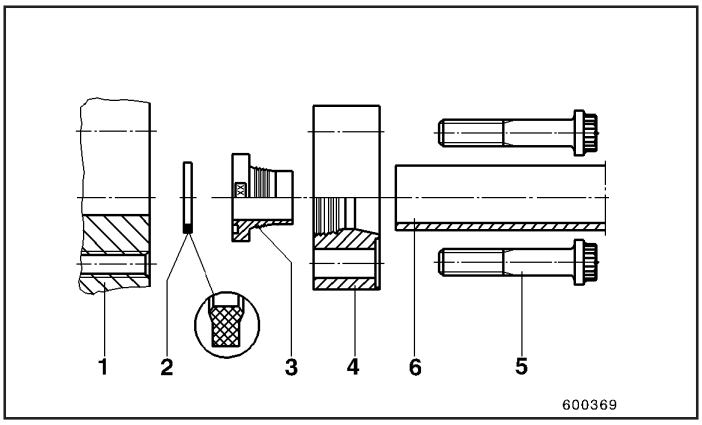


Fig.5

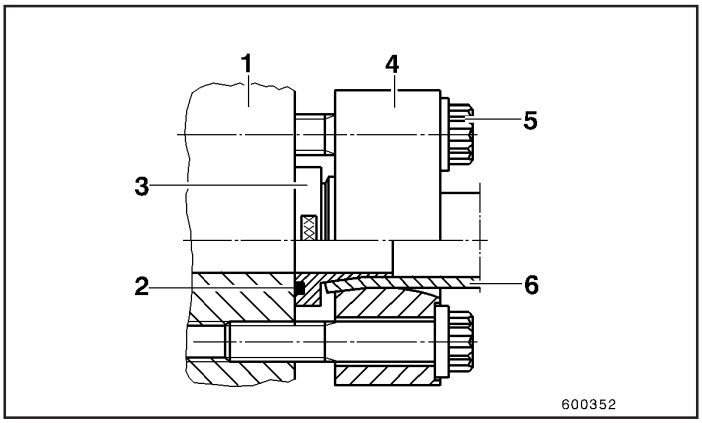


Fig.6

Conexão flangeada - Mangueira/superfície de vedação

A Figura 1 mostra:
1. Superfície de vedação
2 . Anel de vedação
3 . Anilha de aperto
4. Semi-flange (2 no total)
5 . Parafusos de cabeça bi-sextavada
6. Mangueira hidráulica com flange padrão SAE

Montagem:
1. Adapte o anel de vedação (2) no rebaixo da anilha de aperto (consulte “Anéis de vedação”).
2. Pressione a mangueira (10) contra a superfície de vedação. Deve haver contato entre a superfície de vedação e a mangueira ao longo de todo o perímetro.
3. Monte os dois semi-flanges (9) um após o outro. Aperte os parafusos (5) manualmente tanto quanto possível.
4. Aperte os parafusos (5) diagonalmente com o torque especificado. Os torques finais de aperto podem se encontrados na Tabela 2.

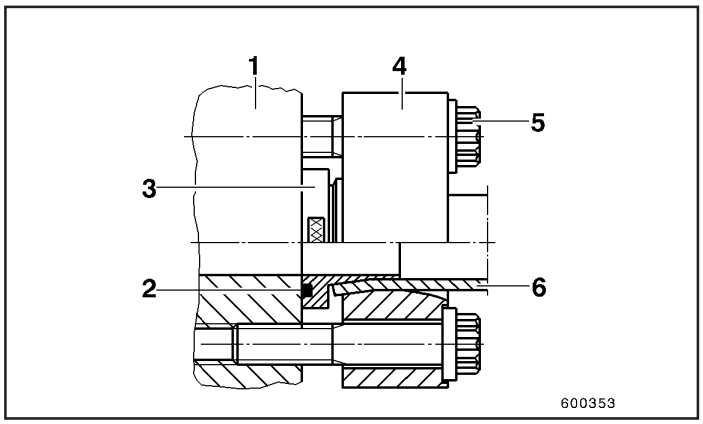


Fig.1

Tabela 2: Torques de aperto para parafusos bi-sextavados

Rosca	Dimensão da chave (mm)	Torque de aperto N.m (lb.ft)
M10	11	60 (44)
M12	13	100 (74)
M14	15	160 (118)
M16	19	250 (185)

Não é necessário verificar a folga.

Em caso de vazamento:

Aperte os parafusos (5) com o torque especificado. Se o vazamento persistir, substitua o anel de vedação (2).

Conexão flangeada - Tubo/mangueira

Sistema F

A Figura 2 mostra:
2. Anel de vedação
4. Flange (peça única)
5. Parafuso de cabeça bi-sextavada
6. Tubo
7. Anel F (anilha de aperto/anel em cunha) sem rebaixo para encaixe de anel de vedação 1)
9. Semi-flange
10. Mangueira hidráulica com flange padrão SAE
11. Porca sextavada

[1)] Se o anel F possuir um rebaixo para encaixe de anel de vedação (3, Fig. 3), um disco central (8) e um segundo anel de vedação (2) devem ser utilizados.

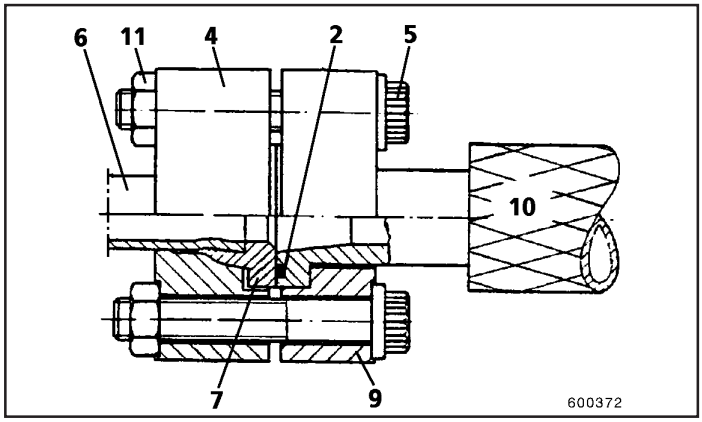


Fig.2

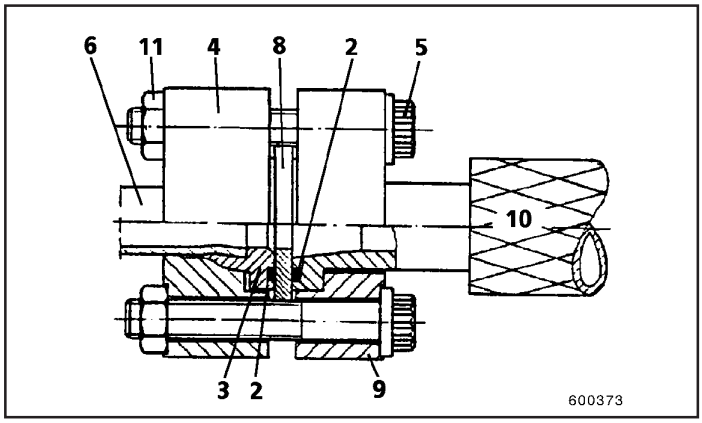


Fig.3

Montagem:

1. Prepare o tubo para montagem.
2. Aplique óleo nos parafusos (5, Fig. 2) e à superfície interna do flange (4).
3. Pressione o anel F (7) e o flange (4) deslocando-os sobre o tubo.
4. Posicione o anel de vedação (2) no encaixe. Se necessário, adapte um segundo anel de vedação (2) e um disco central (8).
5. Pressione a mangueira hidráulica (10) contra o tubo (6) com o anel F (7) e monte os dois semi-flanges (9) na posição adequada.
6. Introduza os parafusos (5), porcas (11) e aperte-os manualmente tanto quanto possível.

⚠ ADVERTÊNCIA

Os flanges (4, 9) devem estar posicionados em ângulo reto em relação aos eixos longitudinais do tubo ou da mangueira e devem estar paralelos entre si. Desvio permitido máximo de paralelismo: 0,3 mm
Verifique visualmente.

7. Aperte os parafusos (5) diagonalmente e de maneira uniforme com o torque especificado. Os torques de aperto podem ser encontrados na Tabela 2 (torques finais de aperto). Não há necessidade de verificar a folga.

Em caso de vazamento:

Aperte os parafusos (5) com o torque especificado. Se o vazamento persistir, substitua o anel de vedação (2).

Sistema Z

A Figura 4 mostra:

2. Anel de vedação
4. Flange (peça única)
5. Parafuso de cabeça bi-sextavada
6. Tubo
7. Anel “Z” (anilha de aperto/anel em cunha) sem rebaixo para encaixe de anel de vedação 1)
9. Semi-flange
10. Mangueira hidráulica com flange padrão SAE
11. Porca sextavada

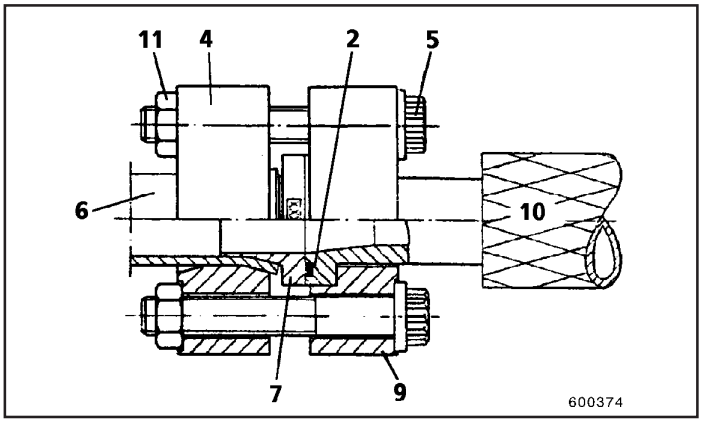


Fig.4

Montagem:

1. Prepare o tubo para a montagem (consulte “Cravamento do anel Z”).
2. Aplique óleo nos parafusos (5) e à superfície interna do flange (4).
3. Monte o anel de vedação (2) no encaixe apropriado.
4. Pressione a mangueira hidráulica (10) contra o tubo (6) com o anel Z (7) e monte ambos flanges (9).
5. Encaixe os parafusos (5) e porcas (11) e aperte-os manualmente tanto quanto possível.

⚠ ADVERTÊNCIA

Os flanges (4, 9) devem estar posicionados em ângulo reto em relação aos eixos longitudinais do tubo ou da mangueira e devem estar paralelos entre si. Desvio permitido máximo de paralelismo: 0,3 mm
Verifique visualmente.

6. Aperte os parafusos (5) de maneira uniforme e diagonalmente. Torque de aperto = 250 N.m (185 lb.ft) (torque final de aperto). Não é necessário verificar a folga.

Em caso de vazamento:

Aperte os parafusos (5) com o torque especificado. Se o vazamento persistir, substitua o anel de vedação (2).

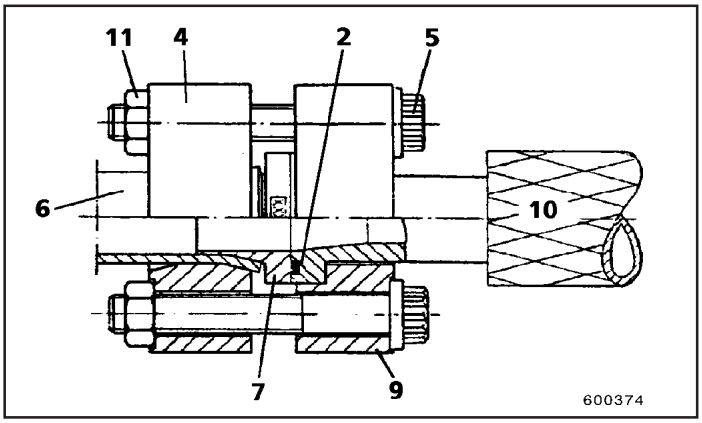


Fig.5

Conexão flangeada - Mangueira/mangueira

A Figura 6 mostra:

2. Anel de vedação
5 . Parafuso de cabeça bi-sextavada
8. Disco central
9. Semi-flange
10. Mangueira hidráulica com flange padrão SAE
11. Porca sextavada

Montagem:

1. Adapte os anéis de vedação (2).
2. Aplique óleo nos parafusos.
3. Pressione as extremidades das mangueiras com conexões uma contra a outra, adapte os semi-flanges (9), introduza os parafusos (5) e porcas (11) e aperte-os manualmente tanto quanto possível.

⚠ ADVERTÊNCIA

Os flanges (9) devem estar em ângulo reto em relação a seus eixos axiais de simetria; suas faces devem estar paralelas.
Verifique visualmente.

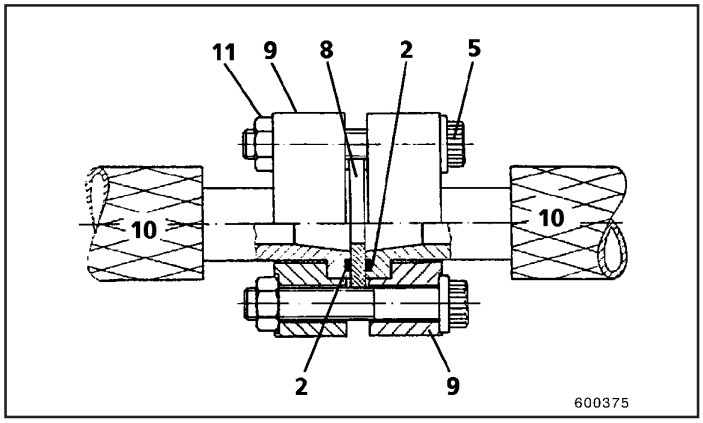


Fig.6

4. Aperte os parafusos (5) de maneira uniforme e diagonalmente com o torque especificado. Consulte os valores especificados de torque na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3: Torques de aperto para parafusos bi-sextavados

Rosca	Dimensão da chave mm	Torque de aperto N.m (lb.ft)
M10	11	60 (44)
M12	13	100 (74)
M14	15	160 (118)
M16	19	250 (185)

Não é necessário verificar a folga.

Em caso de vazamento:

Aperte os parafusos (5) com o torque especificado. Se o vazamento persistir, substitua o anel de vedação (2).

Conexão flangeada - Tubo/tubo

Sistema F

As Figuras 1 e 2 mostram:

2. Anel de vedação
3. Anel “F” (anilha de aperto/anel em cunha) com rebaixo para encaixe de anel de vedação
4. Flange (peça única)
5. Parafuso de cabeça bi-sextavada
6. Tubo
7. Anel F (anilha de aperto/anel em cunha) sem rebaixo para encaixe de anel de vedação[1)]
11. Porca sextavada

[1)] Se o segundo anel F também possuir um rebaixo para encaixe de anel de vedação (3, Figura 3), um disco central (8) e um segundo anel de vedação (2) devem ser utilizados.

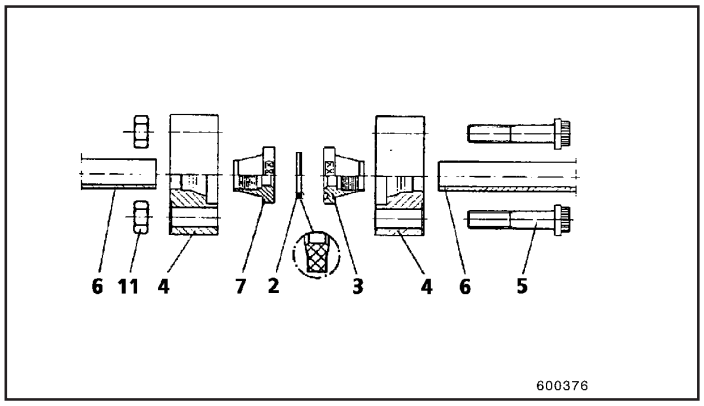


Fig.1

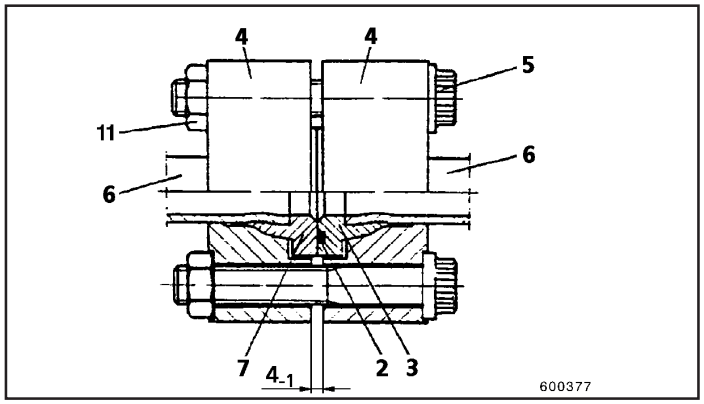


Fig.2

Montagem:

1. Prepare o tubo para montagem.
2. Aplique óleo nos parafusos (5) e às superfícies internas do flanges (4).
3. Pressione os flanges (4) e anéis F (3 e 7) deslocando-os sobre o tubo. Posicione o anel de vedação (2) no encaixe. Se necessário, adapte um segundo anel de vedação (2) e um disco central (8).
4. Pressione os tubos (6) contra as bordas dos anéis “F” (3 e 7). Os anéis “F” devem justapor-se firmemente e estar corretamente assentados em relação aos flanges (4).
5. Introduza os parafusos (5) e aperte-os manualmente tanto quanto possível.

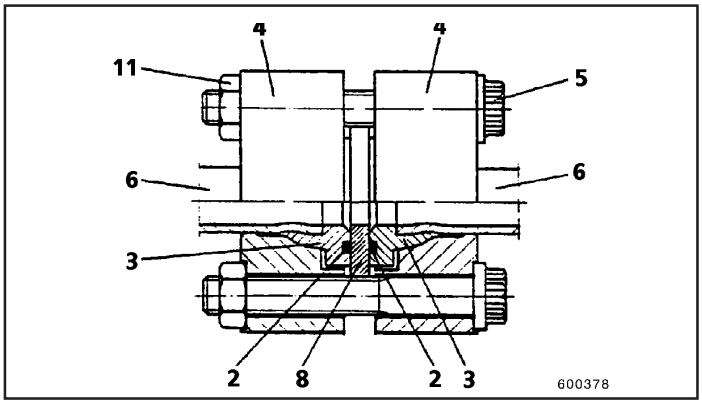


Fig.3

ADVERTÊNCIA

Os flanges (4) devem estar posicionados em ângulo reto em relação aos eixos longitudinais dos tubos e devem estar paralelos entre si. Aperte os parafusos de maneira uniforme e diagonalmente em estágios de 1/2 volta a cada vez.

A conexão terá sido corretamente montada quando a folga entre as faces paralelas dos flanges for de 0,3 mm (folga para a primeira montagem).

Exceção: Se um disco central (8) estiver sendo utilizado, a folga aumenta em valor idêntico à espessura do disco.

Verifique a folga em no mínimo três pontos distintos (veja as setas, Fig. 4). A diferença não deve ultrapassar 0,3 mm.

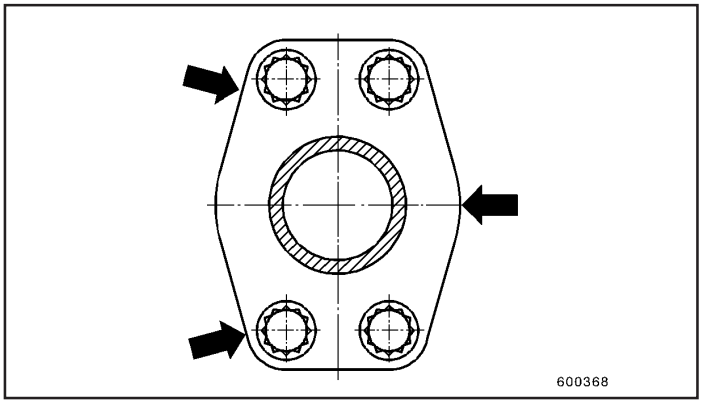


Fig.4

Sistema Z

As Figuras 5 e 6 mostram:

2. Anel de vedação
3. Anel “Z” (anilha de aperto/anel em cunha) com rebaixo para encaixe de anel de vedação
4. Flange (peça única)
5. Parafuso de cabeça bi-sextavada
6. Tubo
7. Anel “Z” (anilha de aperto/anel em cunha) sem rebaixo para encaixe de anel de vedação

11. Porca sextavada

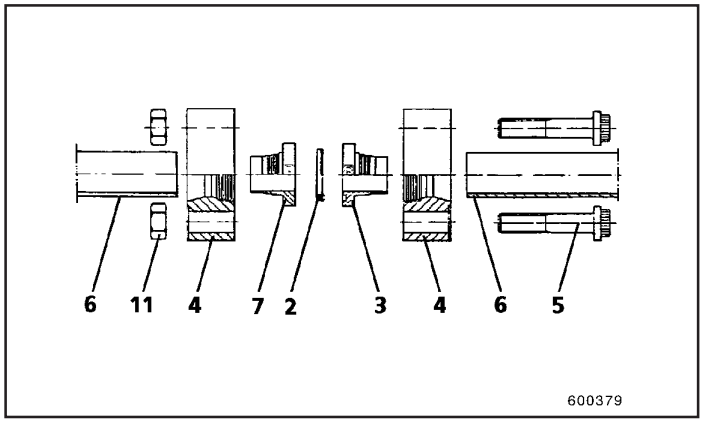


Fig.5

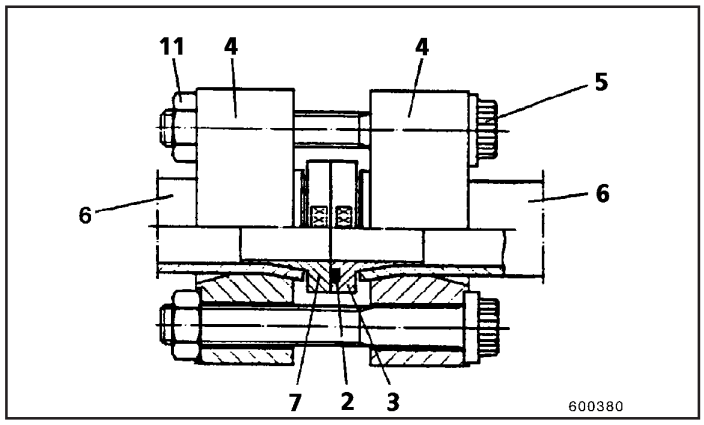


Fig.6

Montagem:

1. Prepare o tubo para montagem (consulte “Cravamento do anel “Z”).
2. Aplique óleo nos parafusos (5) e às superfícies internas do flanges (4).
3. Encaixe o anel de vedação (2) no rebaixo do anel “Z”. Pressione os ambos os tubos (6) com flanges (4) um contra o outro. Coloque os parafusos (5) e porcas (11) e aperte-os manualmente tanto quanto possível.

⚠ ADVERTÊNCIA

Os flanges (4) devem estar posicionados em ângulo reto em relação aos eixos longitudinais dos tubos.
Desvio máximo permitido de paralelismo = 0,3 mm
Verifique visualmente.

4. Aperte os parafusos (5) de maneira uniforme e diagonalmente. Torque de aperto = 250 N.m (185 lb.ft) (torque final de aperto). Não há necessidade é verificar a folga.

Em caso de vazamento:

Aperte os parafusos (5) com o torque especificado. Se o vazamento persistir, substitua o anel de vedação (2).

APÊNDICE

Anéis de vedação para conexões flangeadas

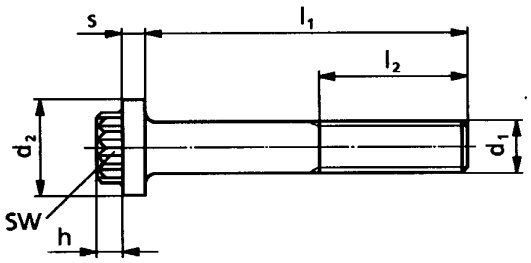
Tabela 1

Dimensão	DN	a	$b^{+0,4}$	$c^{+0,1}$	Nº da peça
1/2”	13	$25,4^{+0,1}$	4	2,8	73170952
3/4”	20	$31,75^{+0,1}$	4	2,8	73170341
1”	25	$39,6^{+0,1}$	4	2,8	73170327
1 1/4”	32	$44,45^{+0,1}$	4	2,8	73170346
1 1/2”	40	$53,7^{+0,2}$	4	2,8	73170350
2”	50	$63,3^{+0,2}$	4	2,8	73170468

DN = Diâmetro nominal; dimensões a, b, c - veja a Fig. 2, na Seção “Anéis de vedação”)

Parafusos de cabeça bi-sextavada

Tabela 2



600001

d_1 x l_1 (mm)	Nº da peça	SW (mm)	l_1 (mm)	l_2 (mm)	d_2 (mm)	h (mm)	s (mm)	Torque de aperto N.m (lb.ft)
M10x30	73170470	11	30	20	17	7	4	60 (44)
M10x45	73171494	11	45	26	17	7	4	
M10x55	73171495	11	55	26	17	7	4	
M10x80	73171496	11	80	26	17	7	4	
M10x100	73171497	11	100	26	17	7	4	
M12x30	73171469	13	30	22	19	8	5	100 (74)
M12x50	73171498	13	50	30	19	8	5	
M12x65	73171499	13	65	30	19	8	5	
M12x90	73171500	13	90	30	19	8	5	
M12x120	73171501	13	120	30	19	8	5	
M14x60	73171502	15	60	34	21	9	6	160 (118)
M14x105	73171503	15	105	34	21	9	6	
M14x150	73170356	15	150	40	21	9	6	
M16x40	73171504	19	40	35	24	19	6	250 (185)
M16x70	73171505	19	70	38	24	10	6	
M16x90	73171506	19	90	38	24	10	6	
M16x100	73171507	19	100	38	24	10	6	
M16x120	73170351	19	120	44	24	10	6	
M20x129	73171508	22	120	52	30	12	6	490 (362)

Qualidade = 10,9
Tratamento superficial = A3B

Acessórios

Dispositivos de pré-montagem para conexões flangeadas de tubos

1. Sistema Flanit

Os seguintes dispositivos de pré-montagem podem ser utilizados:

Conjunto Nº 73175994
- unidade eletro-hidráulica composta por
  - unidade de controle com pedal de acionamento
  - cilindro de montagem
  - mangueira de conexão

Conjunto Nº 73175995
- unidade hidráulica manual composta por
  - bomba manual
  - cilindro de montagem
  - mangueira de conexão

Além disso, garras e contra-anéis de pré-montagem conforme relacionado abaixo também são necessários.

Garra de pré-montagem		Contra-anel	
Dimensão	**Nº de peça**	**Dimensões do tubo**	**Nº de peça**
3/4”	73175999	25x3	73176146
		28x2	73176147
1”	73176000	30x3,5	73176148
1 1/4”	73176001	35x2	73176149
		38x4	73176150
1 1/2”	73176002	42x2	73176151
2”	73176003	50x2	73176152

2. Sistema Zako

Os seguintes dispositivos de pré-montagem podem ser utilizados:

Conjunto Nº 73175996
- unidade eletro-hidráulica composta por
  - unidade de controle com pedal de acionamento
  - cilindro de montagem
  - mangueira de conexão

Conjunto Nº 73175997
- unidade hidráulica manual composta por
  - bomba manual
  - cilindro de montagem
  - mangueira de conexão

Além disso, um jogo de garras para tubos de dimensão 50x6 mm, conjunto Nº 73175998 também é necessário.

Flanges 90°

Flanges de 90° (Figura 1) são utilizados nos casos em que haja pouco ou quase nenhum espaço para que um tubo ou mangueira sejam dobrados (como por exemplo em cilindros hidráulicos).

Tais flanges possuem 4 furos passantes e 4 furos roscados, assim como um rebaixo para encaixe do anel de vedação (anel de vedação - consulte a seção “Conexões flangeadas - tubo/mangueira).

Os números de peças para as diversas dimensões de flanges disponíveis bem como os respectivos parafusos de fixação estão relacionados na Tabela 3 abaixo.

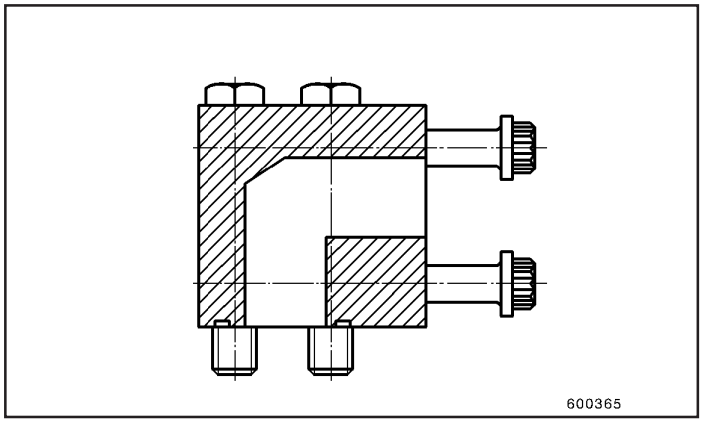


Fig.1

Números de peças - Flanges 90°

Tabela 3

Dimensão	DN (mm)	Faixa de pressão (bar)	Faixa de pressão (psi)	Número de peça Flanges 90°	Número de peça Parafuso de cabeça bi-sextavada	Número de peça Parafuso de cabeça sextavada
3/4”	20	-	-	-	-	-
		420	6000	73175988	73171494	73175327
1”	25	210	3000	73175989	73171495	73175214
		420	6000	73170357	73171498	73170360
1 1/4”	32	210	3000	73175990	73171495	73175987
		420	6000	73171366	73171502	73171367
1 1/2”	40	210	3000	73175991	73171439	73171187
		420	6000	73175993	73171505	73175986
2”	50	210	3000	73175992	73171499	73171346
		-	-	-	-	-

Conexões para sensores

Freqüentemente, durante operações de verificação das condições de sistemas hidráulicos, é necessário que sejam realizadas medições de pressão em linhas de grande diâmetro; para isto, foram desenvolvidas conexões especiais para a adaptação de sensores (Fig. 1).

Este tipo de conexão permite a adaptação de manômetros com sensores de dimensão M14x1,5 - peça nº 73715985.

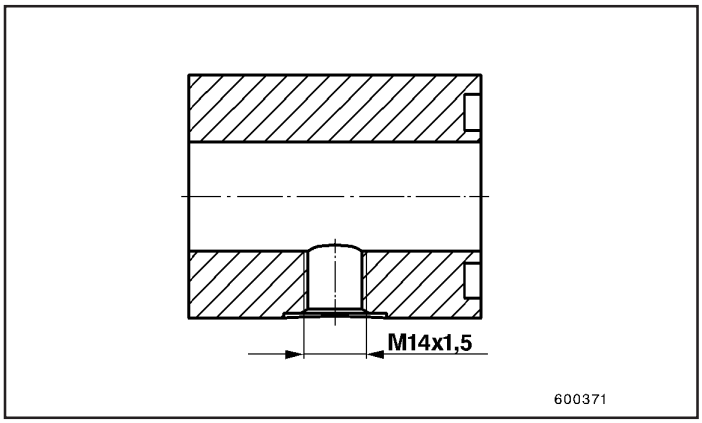


Fig.1

As conexões para sensores de pressão podem ser instaladas entre as linhas (tubos ou mangueiras) e o componente que se deseja avaliar (por exemplo, o motor de translação) - veja a Figura 2. Para tal propósito, são necessários também parafusos de cabeça bi-sextavada mais longos e um anel de vedação (consulte a seção “Anéis de vedação”).

Os números das peças necessárias para este tipo de montagem estão relacionados na Tabela 4 abaixo.

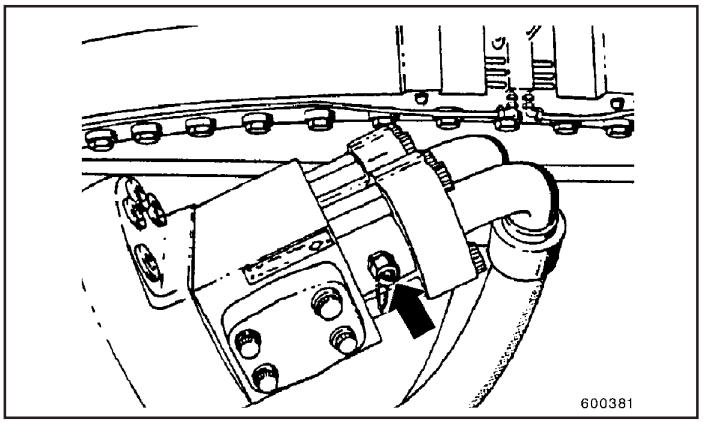


Fig.2

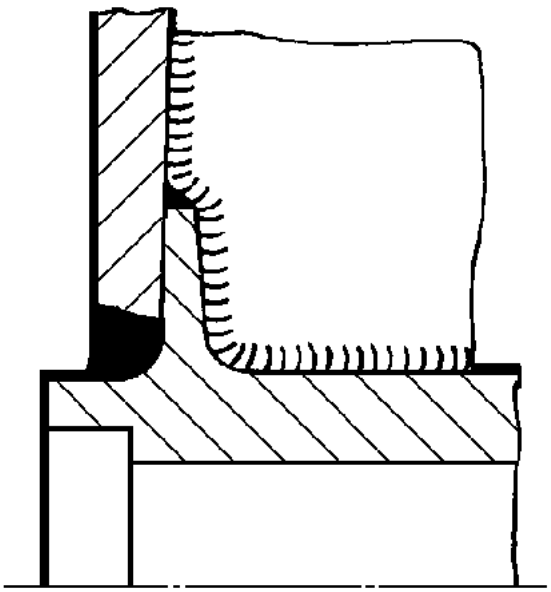
Números de peças - Conexões para sensores e acessórios
Tabela 4

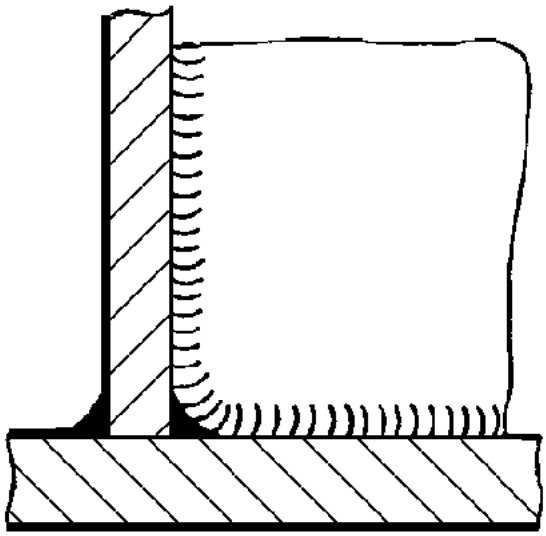
Dimensão	DN (mm)	Faixa de pressão (bar)	Faixa de pressão (psi)	Número de peça Flanges 90°	Número de peça Parafuso de cabeça bi-sextavada	Número de peça Parafuso de cabeça sextavada
3/4”	20	210	3000	-	-	-
		420	6000	73175976	73171497	73170341
1”	25	210	3000	73175978	73171496	73170327
		420	6000	73170979	73171494	73170327
1 1/4”	32	210	3000	73175980	73171496	73170346
		420	6000	73175981	73171503	73170346
1 1/2”	40	210	3000	73175982	73171500	73170350
		420	6000	73175983	73170351	73170350
2”	50	210	3000	73175984	73171500	73170468
		420	6000	-	-	-

NOTAS

Esta página foi deixada em branco intencionalmente

Soldagem para Manutenção e Reparo





SUMÁRIO

SOLDAGEM PARA MANUTENÇÃO E REPARO 5

Prefácio 5
Instruções de segurança 5

1. CONCEITOS BÁSICOS 6

1.1 Solicitações em elementos estruturais 6
1.2 Tipos de carregamento 6
1.3 Comportamento dos materiais sob diferentes tipos de carregamentos 8
1.4 Entalhes em componentes 9
1.5 Evitando entalhes 14

2. PLANEJANDO TRABALHOS DE REPARO E REFORÇO EM COMPONENTES DE AÇO 22

2.1 Causas do danos 22
2.2 Preparação do trabalho 22
2.3 Escopo do trabalho de reparo 23
2.4 Exames preventivos 26
2.5 Detecção de trincas e outros defeitos 26

3. TÉCNICAS DE REPARO POR SOLDA 27

3.1 Abertura da trinca e soldagem 27
3.2 Trincas em uniões em cubos 29
3.3 Operação de soldagem em um cilindro metálico utilizando a técnica de solda de base por etapas 31
3.4 Trincas em seções fechadas (não acessíveis) 33
3.5 Formatos recomendados de rasgos para execução de solda manual com eletrodos 38
3.6 Seqüência de trabalho para uniões soldadas 40
3.7 Fechamento de janelas abertas para operações de soldagem, renovação das áreas dos componentes 42

4. REFORÇANDO COMPONENTES DE AÇO 53

4.1 Chapas de reforço 53
4.2 Conformando chapas para reforço 57
4.3 Reforço por meio de melhorias na forma 58

5. MATERIAIS PARA SOLDAGEM 61

5.1 Materiais em componentes soldados 61
5.2 Metais para componentes soldados dependendo dos materiais que os constituem e das técnicas de soldagem 65

6. TRATAMENTO TÉRMICO DE MATERIAIS 67

6.1 Preaquecimento para soldagem por pontos, soldagem normal, união e corte por maçarico 67
6.2 Dobramento a quente de chapas 72
6.3 Endireitamento a quente de chapas 72
6.4 Recozimento para alívio de tensões em componentes de aço 72
6.5 Alívio de tensões em componentes de aço 73
6.6 Tratamento de materiais de enchimento 75
6.7 Monitoramento da temperatura 75

SUMÁRIO

7. DOBRAMENTO A FRIO DE CHAPAS 76

8. PREENCHIMENTO COM SOLDA 77

8.1 Adição de material desgastado/faltante 77
8.2 Correção na forma do componente para melhorar o fluxo de tensões 79
8.3 Preenchimento com solda como proteção contra o desgaste 79

9. PROTEÇÃO CONTRA O DESGASTE (ENDURECIMENTO DA SUPERFÍCIE) 80

9.1 Aspectos básicos 80
9.2 Recobrimento com solda de camadas sujeitas a desgaste 80
9.3 Metais de preenchimento 82
9.4 Reparo de recobrimentos com solda 83
9.5 Reparo de trincas em recobrimentos por solda 85
9.6 Soldagem de chapas ou tiras de aço resistente ao desgaste 86
9.7 Soldagem de chapas ou tiras com recobrimento resistente ao desgaste 91
9.8 Soldagem de pinos resistentes ao desgaste 92
9.9 Soldagem de dentes de corte em dispositivos de escavação 93

10. REPARO COM SOLDA EM COMPONENTES DE FERRO FUNDIDO 95

10.1 Ferro fundido nodular 95
10.2 Ferro fundido cinzento 96

11. RETOQUE DE ÁREAS PINTADAS 98

APÊNDICE 99

Comparação entre materiais 99
Números de peças para metais de preenchimento 100
1. Eletrodos em haste 100
2. Eletrodos em haste, embalagem a vácuo 100
3. Eletrodos em arame 101
4. Eletrodos de carbono para o procedimento “ARCO-AR” 101
Conversão de pés e polegadas para unidades métricas 102
Conversão de unidades lineares 102
Unidades de temperatura e fórmulas de conversão 103
Dureza - Comparação de força 104

Esta página foi deixada em branco intencionalmente

SOLDAGEM PARA MANUTENÇÃO E REPARO

Prefácio

Máquinas de construção, elevação e transporte de material industrial, mesmo quando adequadamente projetadas, inclusive com minuciosos cálculos de análise de tensões, e fabricadas segundo os mais modernos padrões de qualidade, nunca estão totalmente isentas da possibilidade de sofrerem danos inerentes à sua utilização. É, portanto, considerado normal a ocorrência de desgaste nas partes sujeitas a atrito.

A experiência na detecção prévia de defeitos e a determinação de suas causas, a escolha do equipamento apropriado para a realização de reparos e sua execução por pessoal qualificado contribuem para aumentar a durabilidade da máquina.

Antes de iniciar qualquer operação de solda, desbaste, flexão a quente ou a frio e tratamento térmico, o responsável pelo reparo deve estar completamente familiarizado com as ferramentas e o material do componente sob trabalho.

O presente Manual Técnico foi compilado de forma a incluir diversas recomendações e dicas de especialistas em operações de soldagem adquiridas através de larga experiência em operações de manutenção de campo e em oficina. Estas recomendações contribuem para o correto planejamento e execução de operações de reparo e reforço estrutural. Considera-se que a equipe responsável pelo trabalho possua o conhecimento técnico específico e a experiência necessária. Além disto, é importante que as particularidades do respectivo caso sejam levadas em consideração.

Esta última edição do Manual Técnico “Operações de soldagem para manutenção e reparos” SN 2 114 500.00 é uma versão revisada e atualizada levando em conta normas européias. Algumas seções foram suplementadas ou adicionadas. Por este motivo, para efetuar operações de soldagem, somente as instruções aqui constantes devem ser consideradas.

Instruções de segurança

Observe sempre as regras de prevenção de acidentes e as normas de segurança.

O trabalho com recipientes que contenham (ou que contiveram) substâncias:

- **combustíveis ou susceptíveis à combustão,**
- **que ofereçam risco de explosão e,**
- **que exalem vapores, gases ou pó nocivo à saúde durante sua manipulação,**

deve ser executado somente sob supervisão de pessoas com experiência e comprovada qualificação técnica.

Despressurize todos os circuitos e componentes hidráulicos (por exemplo, linhas de fluidos, radiadores, tanque do óleo hidráulico, tanques de ar-comprimido) antes de abri-los.

Para a desmontagem e montagem de implementos ou outros componentes e unidades deve-se portanto:

- **certificar-se de que tanto a máquina quanto seus implementos estejam travados para evitar o risco de acionamento inadvertido. Posicione os implementos apoiando-os no solo de forma que não possam se movimentar quando fixações ou conexões mecânicas ou hidráulicas sejam soltas ou desconectadas.**
- **certificar-se de que implementos ou componentes a serem adaptados, removidos ou reposicionados estejam devidamente travados contra acionamento inadvertido, deslizamento ou queda.**

Toda pessoa que efetue trabalhos a altura considerável deve utilizar cordas de segurança para evitar quedas.

Se, para a execução do trabalho, for necessária a presença de auxiliares (como pessoas sinalizando, etc.), é essencial que se estabeleça as responsabilidades individuais antes de iniciar o trabalho; deve-se, também, respeitar a hierarquia estabelecida de modo a evitar conflitos que possam afetar a segurança.

Certifique-se de que todas as ferramentas, equipamentos de elevação, correntes, suportes e outros dispositivos auxiliares estejam em perfeitas condições de operação.

Para maiores informações, consulte 2.2 “Preparação do trabalho”.

1. CONCEITOS BÁSICOS

1.1 Solicitações em elementos estruturais

Elementos estruturais estão sujeitos a diversas solicitações. Tais solicitações praticamente nunca ocorrem de forma isolada, mas sim como uma combinação de diversos tipos de esforços.

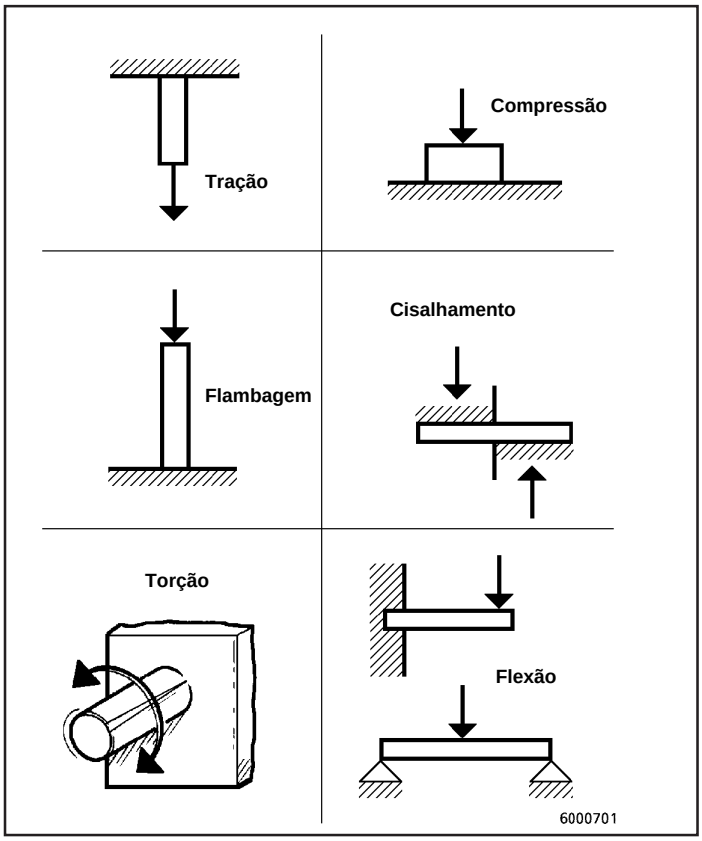


Fig.1

As solicitações em elementos estruturais produzidas por esforços atuando simultaneamente e em diferentes direções são de difícil identificação e formulação matemática.

Entretanto, métodos computacionais modernos permitem que se determine com exatidão valores de tensões e pontos mais críticos.

1.2 Tipos de carregamento

Um elemento estrutural pode estar sujeito a esforços (de tração ou compressão) estáticos (Fig. 2), pulsantes (Fig. 3) ou alternados (Fig. 4).
Solicitações pulsantes ou alternadas podem ocorrer continuamente ou na forma de choque.

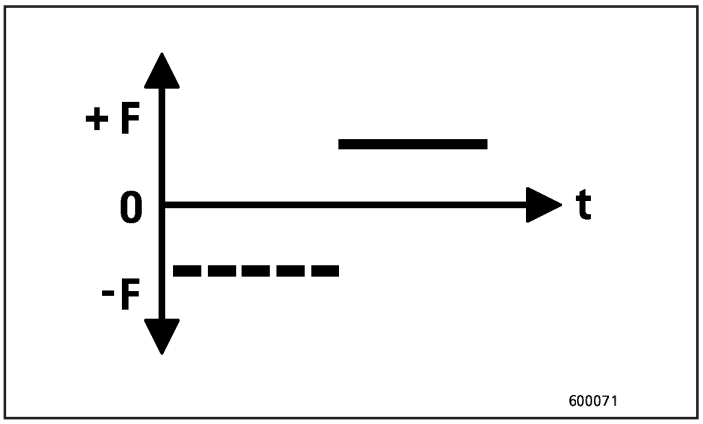


Fig.2

+ F = Tração
- F = Compressão

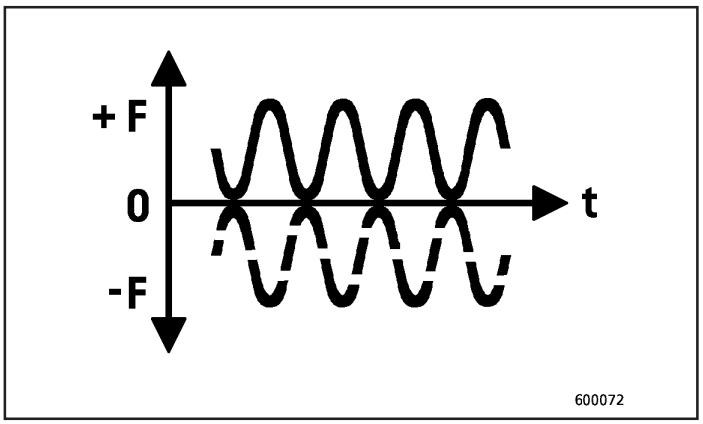


Fig.3

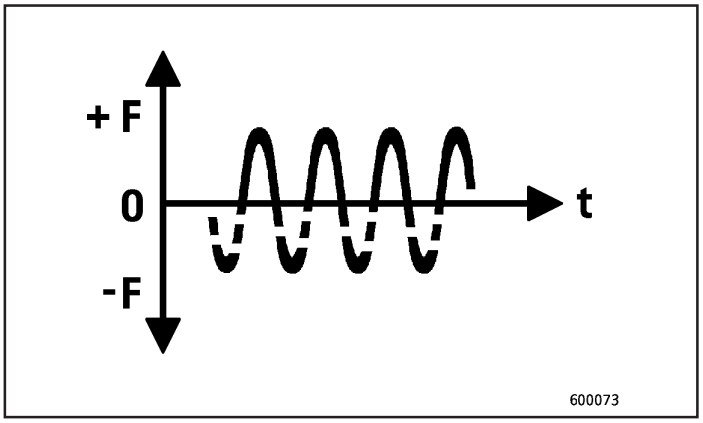


Fig.4

As figuras a seguir (5 e 6) apresentam exemplos de esforços que atuam sobre o braço de elevação de uma escavadeira.

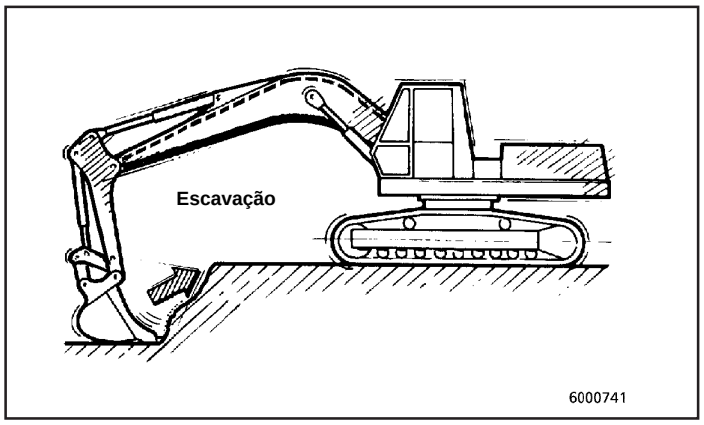


Fig.5

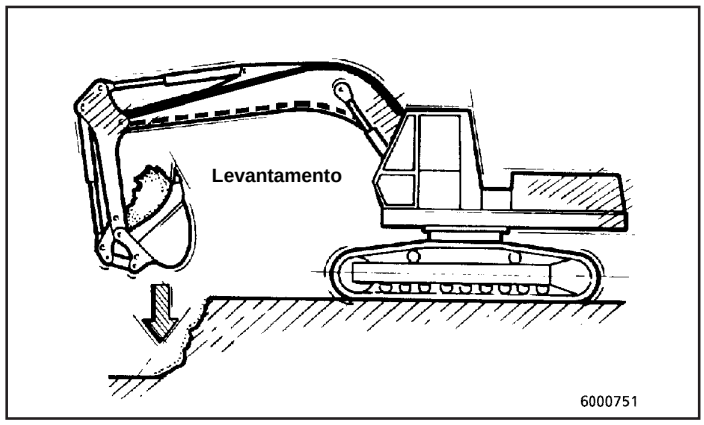


Fig.6

- Durante o ciclo de escavação, o braço de elevação se estende. A seção inferior da estrutura do braço de elevação está sujeita à tração, enquanto que a seção superior é solicitada à compressão.
- Durante o ciclo de levantamento, o braço de elevação é retraído. Neste caso, a seção superior é sujeita à tração, ao passo que a seção inferior é solicitada à compressão.

Isto significa que os esforços agem de forma alternada sobre o braço de elevação.

1.3 Comportamento dos materiais sob diferentes tipos de carregamentos

A tensão admissível à operação segura de um elemento estrutural, representada pela letra grega "σ" e expressa em N/mm² variam, para um mesmo material, de acordo com o tipo de solicitação (estática, pulsante ou alternada) (Fig. 7).

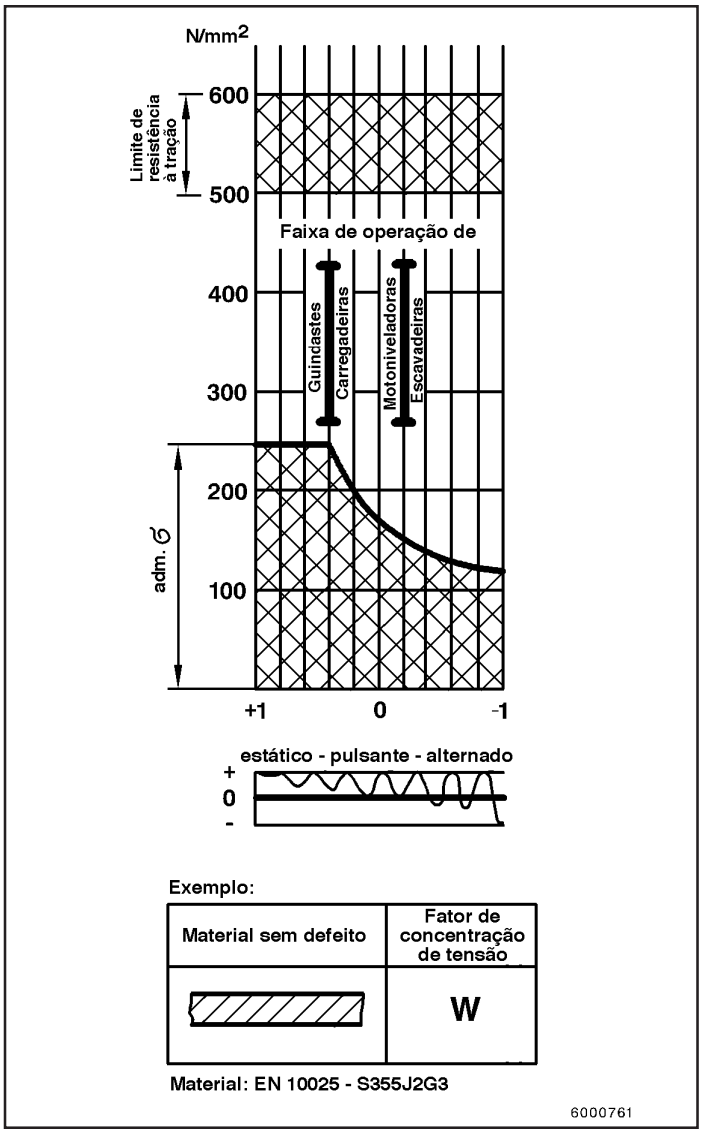


Fig.7

As tensões admissíveis estão claramente abaixo dos limites de resistência à tração indicados nas normas. O exemplo acima refere-se ao aço laminado EN 10025 - S355J2G3 com espessura entre 3 e 100 mm.

O motivo para que o material se comporte desta maneira é o enfraquecimento gradual das forças de coesão ao longo das fronteiras entre os grãos e, em último estágio, na ocorrência e aumento de colapsos em sua microestrutura (Fig. 8).

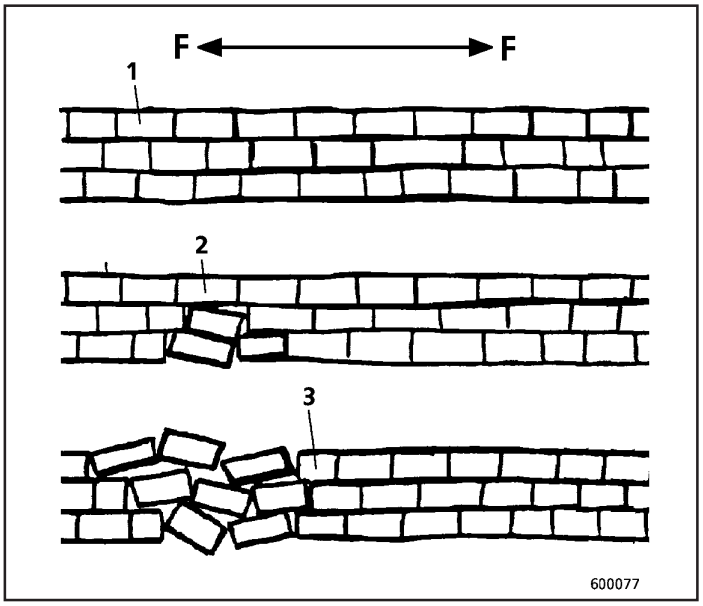


Fig.8

1. Mostra uma microestrutura hipotética ideal sujeita a carregamento alternado. O material apresenta deformação elástica ao longo dos planos de deslizamento nas fronteiras entre os grãos. Os planos de deslizamento não exibem qualquer sinal de colapso.
2. A deformação elástica permanente leva à modificação nas características dos grãos do material ao longo dos planos de deslizamento, provocando o aparecimento do primeiro ponto de colapso.
3. As regiões colapsadas aumentam à medida que a freqüência das deformações elásticas aumenta.

1.4 Entalhes em componentes

Todos os pontos em que a fluência das tensões ao longo do material é prejudicada são qualificados com entalhes.

Três categorias de entalhes são considerados de acordo com o tipo de ocorrência e seus efeitos sobre um componente:

- entalhes mecânicos
- entalhes metalúrgicos
- entalhes induzidos pela forma

1.4.1 Entalhes mecânicos

Entalhes mecânicos podem ocorrer no cordão de solda durante operações de soldagem (Fig. 9)

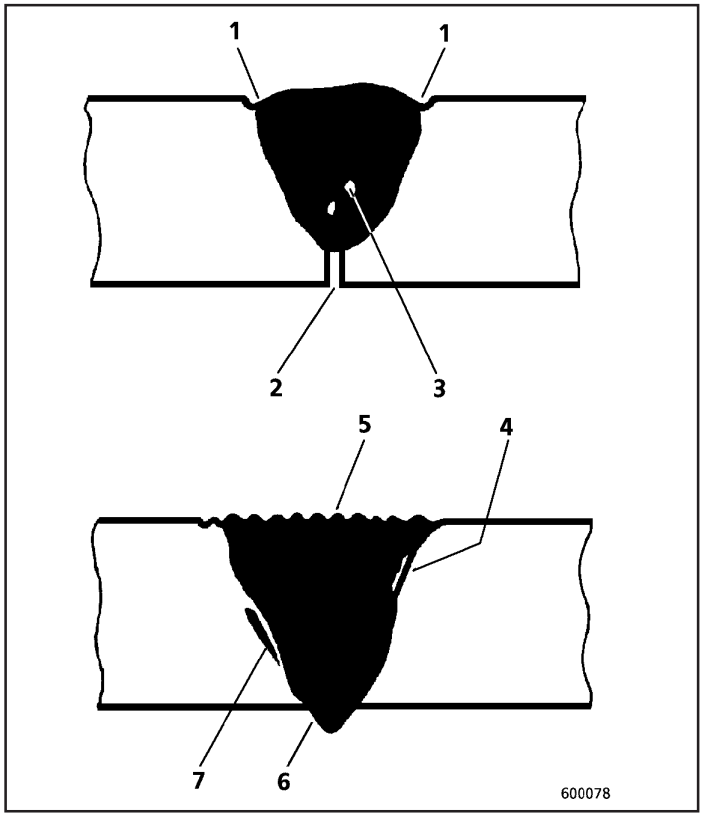


Fig.9

1. Rebaixo
2. Penetração incompleta na junção
3. Porosidade no interior da solda
4. Fusão incompleta
5. Deformação causada por operação de desbaste
6. Extravasamento pela junção
7. Trinca interna ao cordão

Tais tipos de entalhes podem, entretanto, ser também resultado de outras causas de natureza mecânica (Figs. 10 e 11) tais como rebaixos causados por operações de estampagem, deformação por formão, marcações causadas por ferramentas diversas ou danificação por correntes de levantamento.

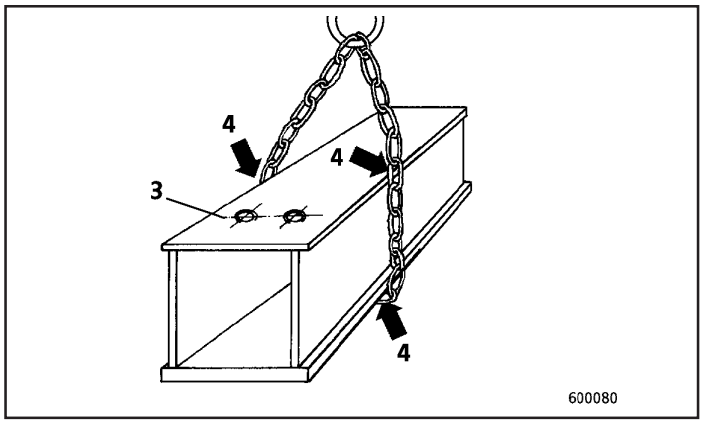


Fig.10

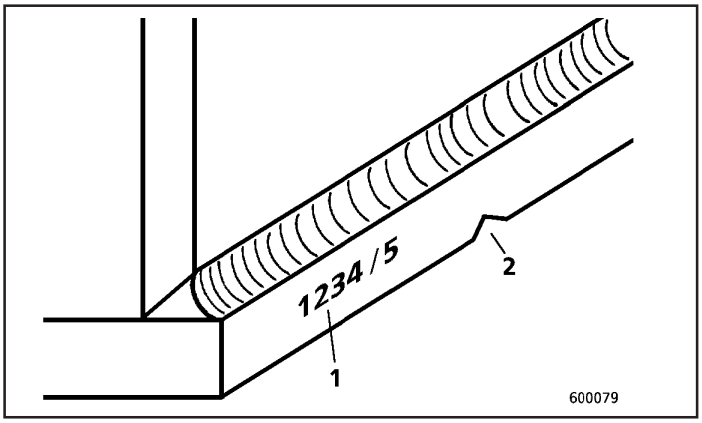


Fig.11

1. Rebaixos estampados
2. Deformação por formão
3. Marcações por ferramentas diversas
4. Danos causados por correntes

Entalhes mecânicos levam à concentração de tensões (Fig. 12).

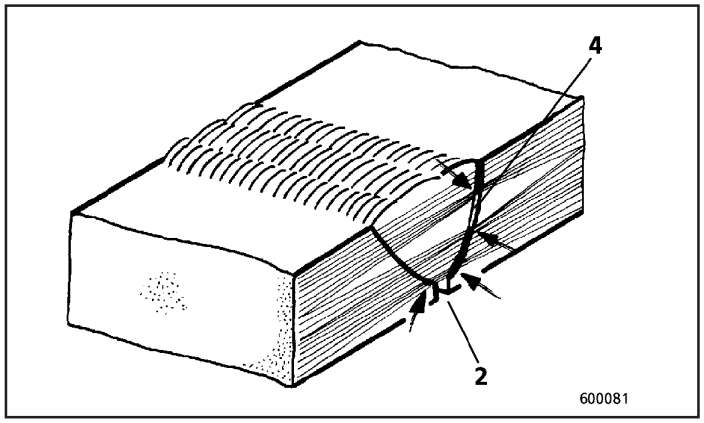


Fig.12

2. Operação inadequada da raiz da solda
4. Fusão incompleta

Estes fatores, por sua vez, levam ao alargamento dos entalhes.
Este processo pode repetir-se e eventualmente levar à ruptura do componente.
Entalhes mecânicos são originados principalmente durante o processo de fabricação, porém podem também ocorrer mais tarde durante a utilização da máquina.
Entalhes mecânicos podem ser detectados através de uma inspeção visual ou por dispositivos de teste não destrutivos e, em seguida, reparados.

1.4.2 Entalhes metalúrgicos

Entalhes metalúrgicos são causados por influência térmica no material, ou seja, sempre na ou ao redor da região da solda (Fig. 13).

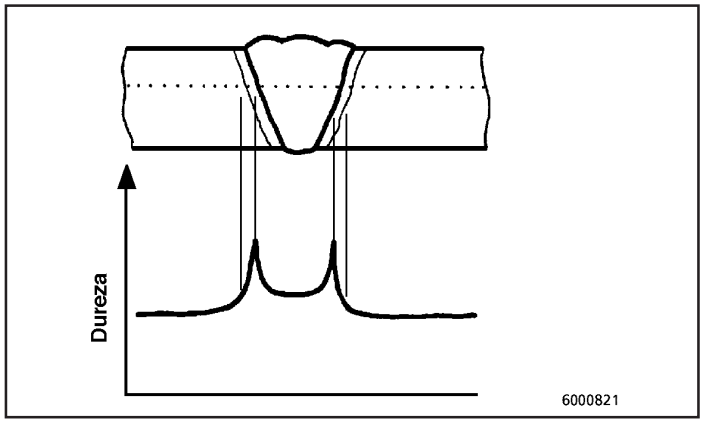


Fig.13

O calor produzido durante a operação de soldagem faz com que apareçam áreas com diferentes propriedades metalúrgicas e mecânicas que variam em função da distância à fonte de calor.
Devido a esta descontinuidade, tais áreas, por menores que sejam, apresentam comportamento diferente ao carregamento o que, por sua vez, leva à modificação nas características de elongação e resistência do material.
O aparecimento de entalhes metalúrgicos pode ser mantida em níveis baixos e aceitáveis utilizando-se técnicas especiais de soldagem e tratamento térmico.
O efeito de entalhes metalúrgicos existentes como, por exemplo, os produzidos por soldagem efetuada de maneira inadequada, pode ser reduzido pela aplicação de técnicas de normalização e alívio de tensões.

1.4.3 Entalhes induzidos pela forma

Entalhes induzidos pela forma dependem do projeto estrutural e levam à concentração de tensões devido ao desvio nas linhas de fluência (Fig. 14).
Em muitos casos, entalhes induzidos pela forma estão, além disso, localizados próximos a áreas que apresentam entalhes metalúrgicos.
A ocorrência de entalhes induzidos pela forma pode ser reduzida em grande parte com a escolha do projeto mais adequado. Para fins práticos, entalhes induzidos pela forma devem ser reduzidos ao mínimo possível, de modo que sua influência negativa sobre a resistência à fadiga de um componente estrutural seja insignificante.

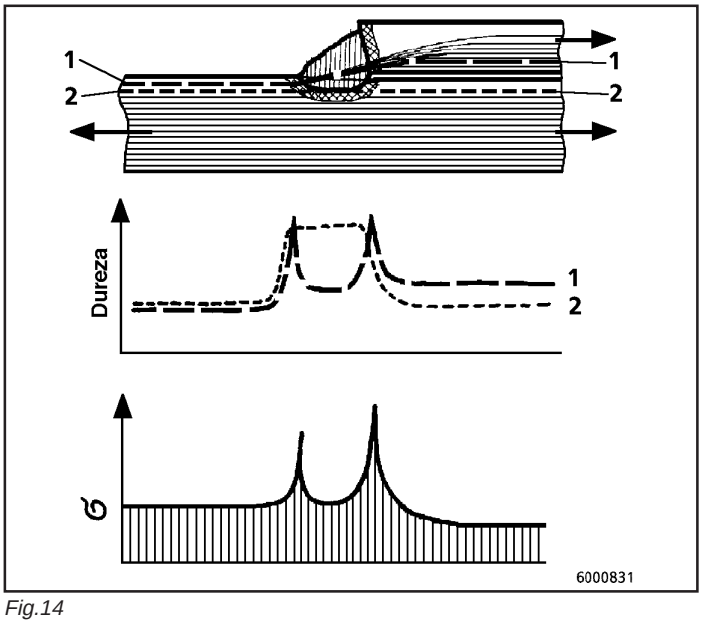


Fig.14

1 + 2 = Curva de distribuição de dureza

Entalhes induzidos pela forma podem, posteriormente, ser eliminados mudando-se o formato do componente na região.

Exemplos (Fig. 15):

a + b = solda de topo entre elementos estruturais de espessuras diferentes executada de maneira incorreta.

c = Junção mais bem executada.

Para uma variação relativamente pequena entre dois elementos, a solda realizada (conforme o exemplo c), pode ser suficiente.

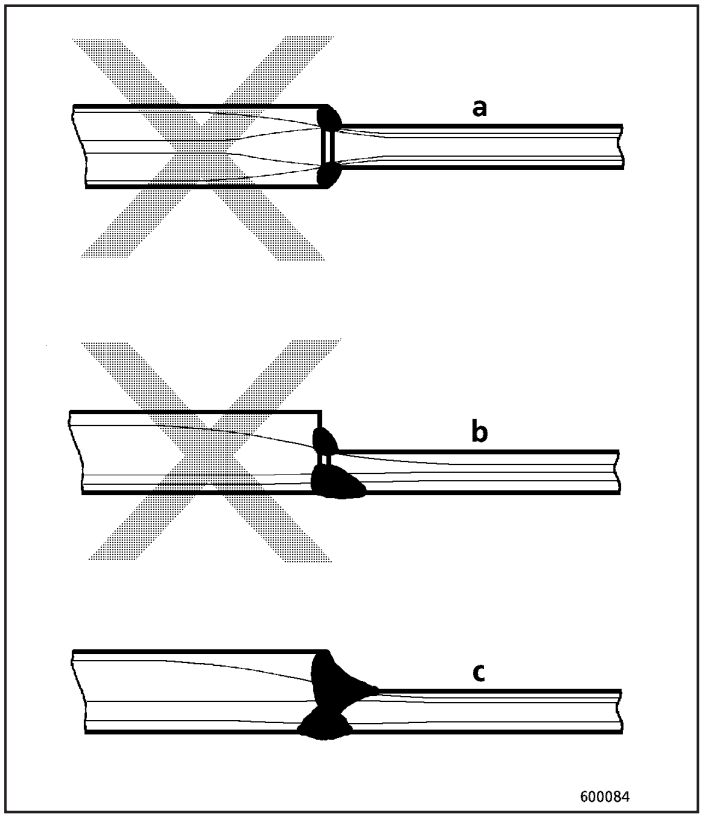


Fig.15

Uma solução ao mesmo tempo adequada e econômica para a distribuição das tensões na união é efetuar uma solda de topo em que a diferença na espessura dos componentes seja equalizada fazendo-se um chanfro na proporção 1:4 (Fig. 16).

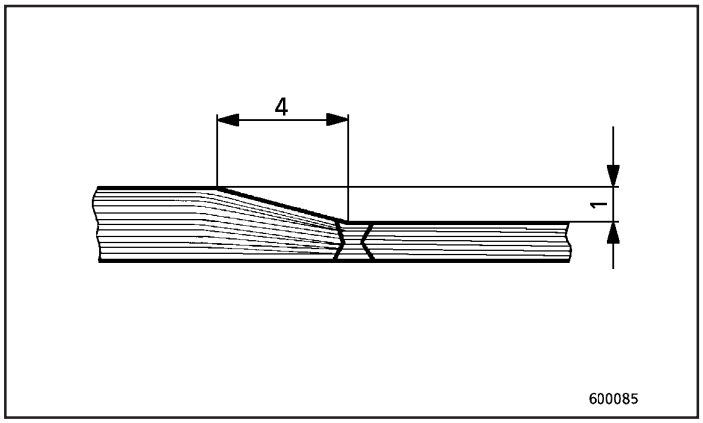


Fig.16

Deve-se permitir a fluência mais livre possível através de uniões soldadas entre elementos estruturais.
Todavia não é recomendável que esforços de cisalhamento atuem sobre uniões soldadas de elementos auxiliares (Fig. 17).

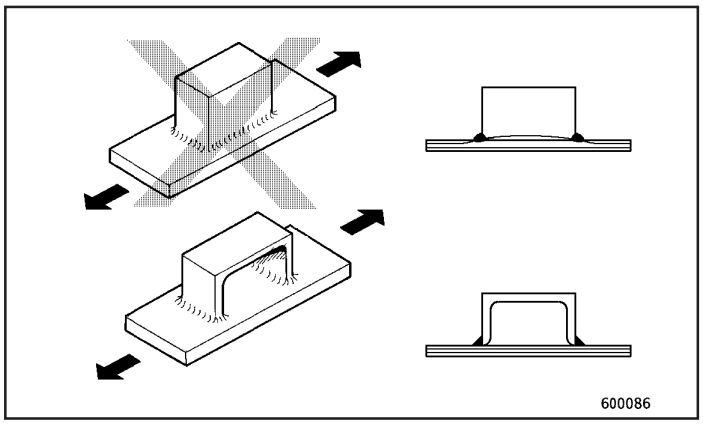


Fig.17

A capacidade de resistência de soldas utilizadas para a fixação de componentes auxiliares é, na maioria das vezes, considerada superior à necessária; porém, freqüentemente, podem não suportar os reais esforços a que o componente é submetido.

1.4.4 Efeitos dos entalhes

Dependendo de sua forma, os entalhes levam a diferentes fatores de concentração de tensão.

A influência de fatores de concentração de tensão na resistência à fadiga de um componente é mostrada no gráfico da Figura 18.

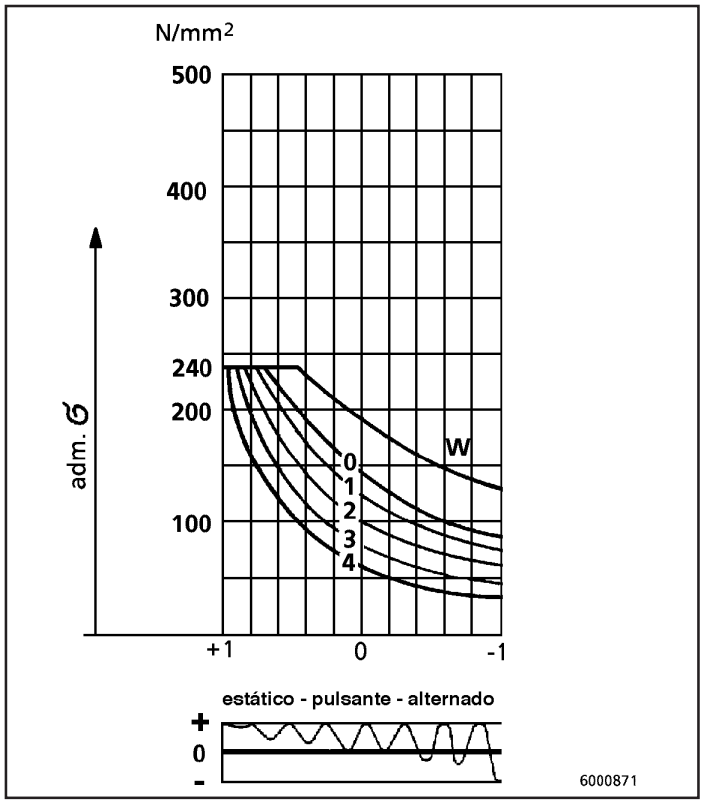


Fig.18

A localização das curvas de forma W, 0, 1, 2, 3 e 4 refere-se a:

Material: EN 10025 : S355J2G3

Nº de ciclos de carregamento: 2 . 10^6 (2 milhões), ou seja, elevada resistência à fadiga

Amplitude das tensões: pequenas, médias e altas tensões com aproximadamente a mesma freqüência.

Tipos possíveis de entalhes mecânicos e metalúrgicos em cordões de soldas de topo:

Cordão de solda	Fator de concentração de tensão	Descrição
	W	**Material não afetado; sem cordão de solda**
	0	**Cordão ideal de solda; limado na raiz, nivelado na superfície, testado à ruptura, recozido, preaquecido para a soldagem (se necessário)**
	1	**Cordão de solda obtido na prática; limado na raiz, nivelado na superfície, preaquecido para a soldagem (se necessário)**
	2	**Raiz apenas limpa, livre de irregularidades ou sem tratamento**
	2	**Solda na superfície posterior (conforme seção 3.6.1.3)**
	3	**Sem arremate: possibilidade de falha na raiz**
	3	**Solda na superfície posterior (conforme seção 3.4.3)**
	4	**Cordão de solda em apenas uma face; defeito na raiz.**

6001911

Para um entalhe com fator “0”, praticamente os únicos efeitos que podem ser esperados são devidos a entalhes metalúrgicos.

1.4.5 Experiência na prática

Visando a redução do peso dos componentes, os projetistas freqüentemente optam por materiais com valores de tensão admissível mais elevados e por chapas de menor espessura sem alteração na forma do componente.

Este procedimento não deve, entretanto, ser utilizado de maneira excessiva pois a estabilidade de um componente estrutural depende de suas características geométricas e do módulo de elasticidade do material. O módulo de elasticidade (E) é praticamente o mesmo para os materiais S690Q e S355J2G3.

Isto significa que um componente fabricado com chapas mais finas está sujeito a uma maior deformação e, assim, tem comprometidas algumas de suas propriedades de serviço. Além disso, os efeitos de entalhes sobre as propriedades de resistência do componente são aumentados.

Aços de grão fino e elevada resistência tal como o S690Q apresentam vantagens sobre aços estruturais comuns de grão fino como o S355J2G3 somente em caso de carregamento estático ou predominantemente estático e em componentes com poucos entalhes (Fig. 19).

Com o aumento da resistência do material, a suscetibilidade dos elementos estruturais a efeitos de entalhe também é maior.

Para máquinas submetidas a carregamentos alternados e equipadas com elementos estruturais em aço que apresentem entalhes, é recomendável a utilização do material S355J2G3.

Neste contexto, entalhes resultantes do uso (como devido à ação de correntes) também devem ser considerados).

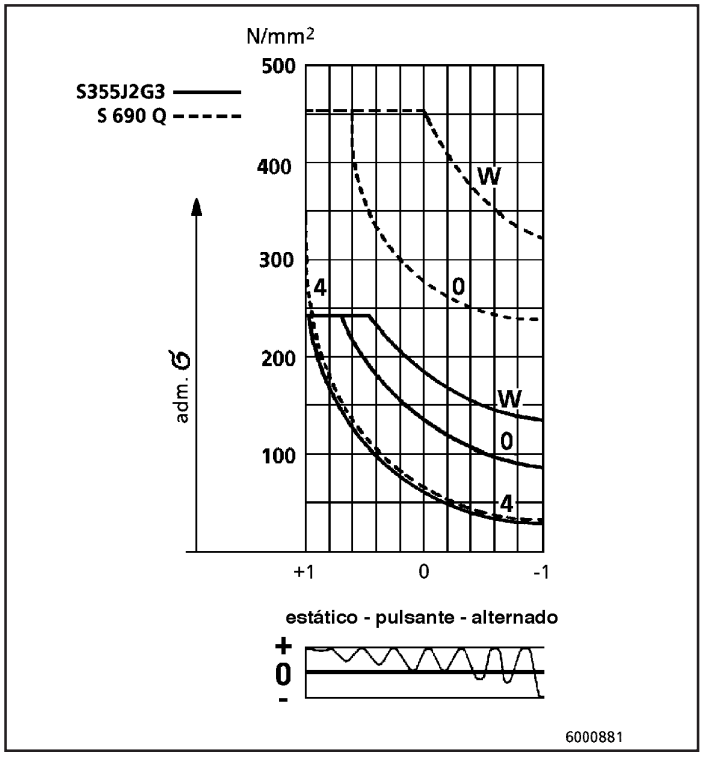


Fig.19

Localização e formato das curvas W, 0 e 4 referem-se a:

Material:	S355J2G3, S690Q
Nº de ciclos de carregamento:	≥ 2 . 10^6 (2 milhões)
Amplitude das tensões:	pequenas, médias e altas tensões com aproximadamente a mesma freqüência.

1.5 Evitando entalhes

A tensão admissível pode ser aumentada se os entalhes forem evitados ou se o fator de concentração de tensão for reduzido.
Neste caso, a durabilidade efetiva aproxima-se do limite de fadiga do material e evita-se o aparecimento de danos precoces.

1.5.1 Eliminando irregularidades na solda

A usinagem da superfície do cordão de solda em direção transversal à do carregamento produz perigosos entalhes mecânicos.

Efetue a usinagem somente em direção paralela à do carregamento (Fig. 20).

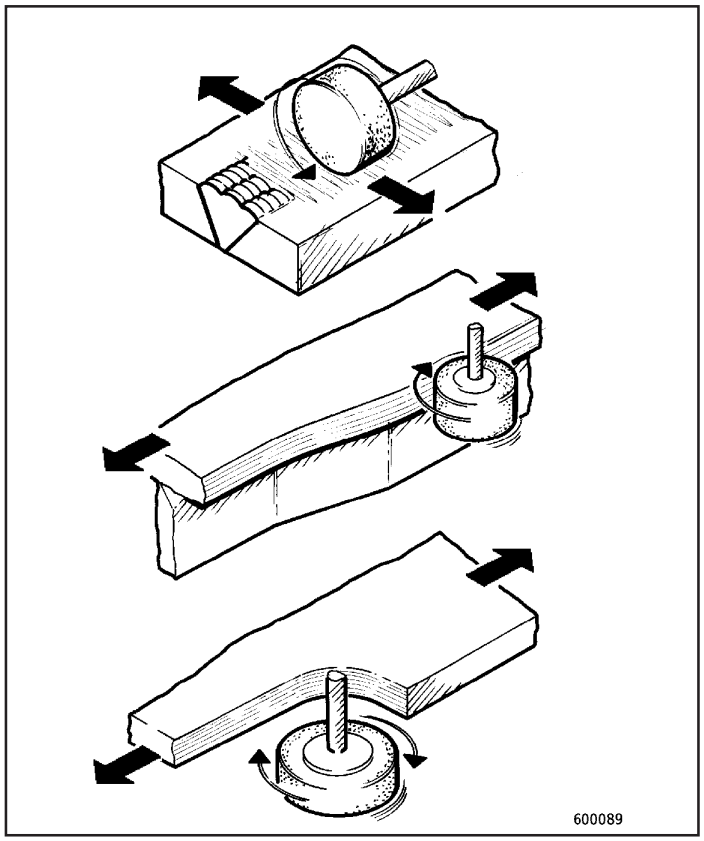


Fig.20

Esta norma não pode sempre ser observada se um esmeril for utilizado para a usinagem. Sob estas circunstâncias, pode ser necessário o retrabalho manual utilizando uma lixa.

É entretanto recomendável utilizar um rebolo pelo menos para a última etapa de usinagem.

1.5.2 Ferramentas de usinagem

Rebolo para cantos (Fig. 21):
- Deve ser utilizado somente para retirar a camada mais grossa de material. Não é apropriado para acabamento fino onde se deseja o controle da direção de usinagem.

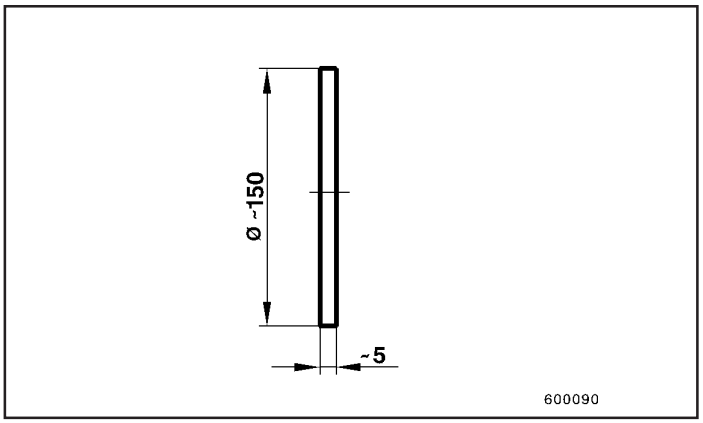


Fig.21

Rebolo (Fig. 22)
- Adequado para a usinagem de superfícies soldadas, extremidades de solda e de chapas. Deve ser utilizado pelo menos para acabamento.

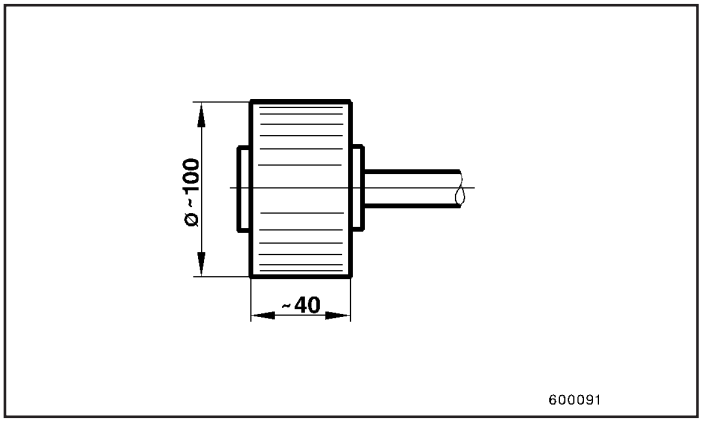


Fig.22

Rebolo (Fig. 23):
- Adequado para a usinagem de regiões de difícil acesso no componente.

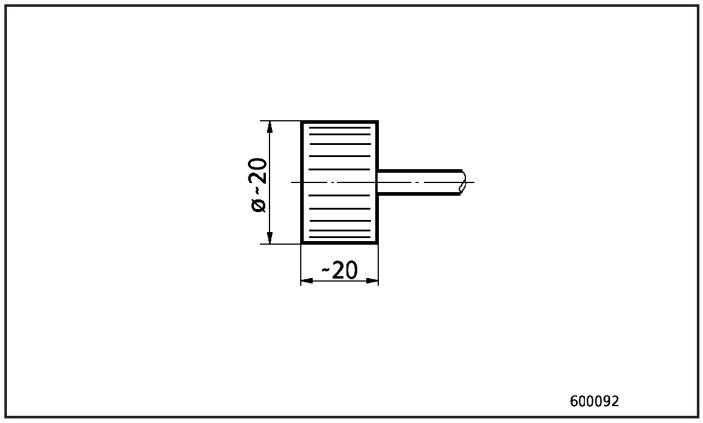


Fig.23

Chicote (Fig. 24)
- Adequado para arredondamento de raios pequenos.

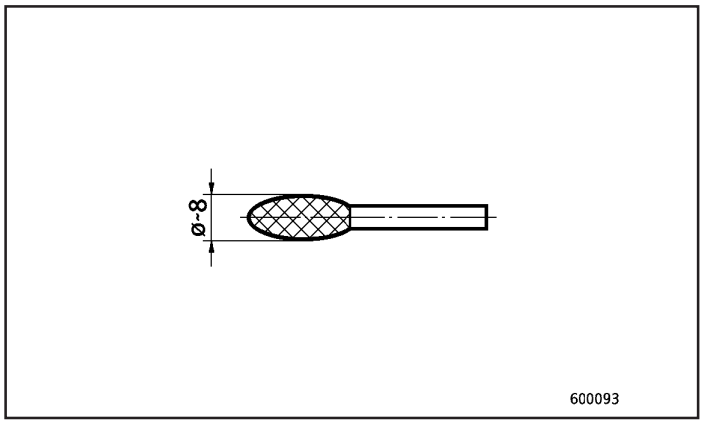


Fig.24

1.5.3 Blocos de prolongamento da solda

As tensões mecânicas atingem seus maiores valores nas bordas dos componentes.

Devem ser evitados defeitos que são causados por exemplo devido à interrupção no arco ou rebaixos no final da solda na região das bordas. O rasgo para a solda deve ser completamente preenchido ao longo das bordas dos componentes.

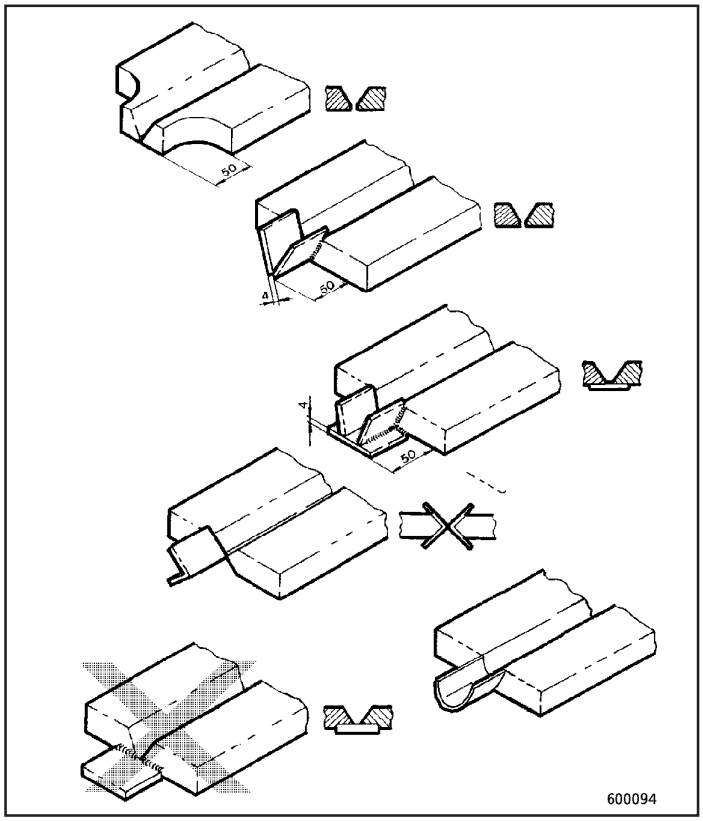


Fig.25

Para este propósito, o cordão de solda deve ser prolongado aproximadamente 50 mm além das extremidades da peça utilizando-se para isto blocos de prolongamento (Fig. 25). Neste caso, a interrupção no arco ou os rebaixos ficam localizados na parte prolongada do rasgo.

A seção transversal dos blocos de prolongamento depende do formato do rasgo para a solda.

Após a operação, deve-se remover o prolongamento utilizando-se um maçarico; além disso, a superfície resultante deve ser corretamente acabada conforme descrito anteriormente (seção 1.5.1).

1.5.4. Fixação de elementos auxiliares

Para a fixação de elementos auxiliares, nenhuma operação de soldagem deve ser efetuada nas regiões de borda de componentes estruturais sujeitos a elevadas tensões.

Os cordões de solda devem terminar a uma distância bem definida da borda do componente.
A interrupção do cordão e os rebaixos de fim de solda devem estar localizados o mais longe possível da borda do componente (Figs. 26 e 27).

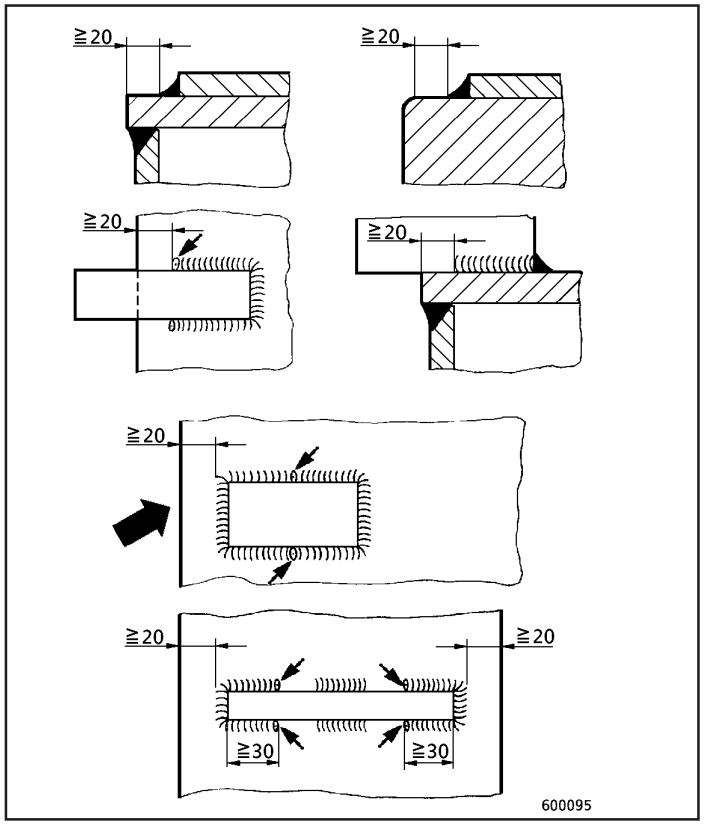


Fig.26

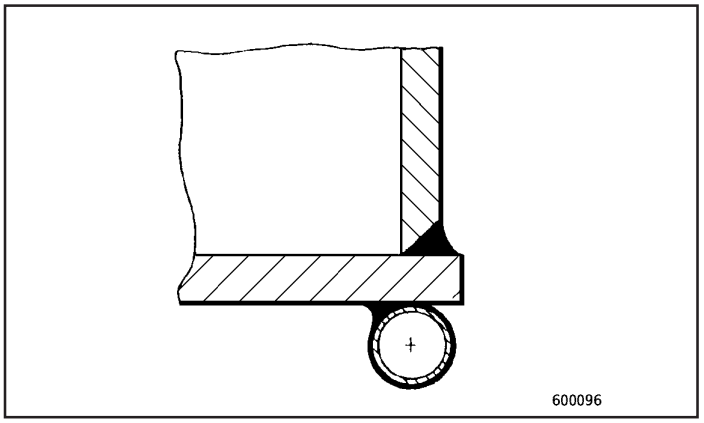


Fig.27

Para proteger o elemento de base, pode ser necessário utilizar métodos alternativos de fixação (Fig. 28).

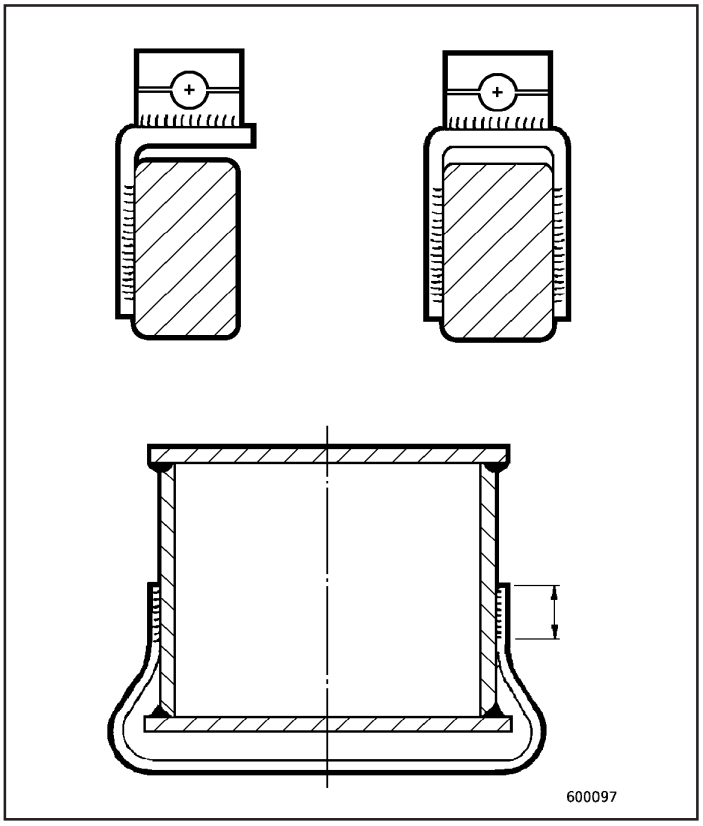


Fig.28

Exemplos:

- Fixação de braçadeiras de tubos em elementos muito pequenos.
- Suportes para tubos, luzes, cabos e componentes semelhantes devem ser fixados sem efetuar a soldagem sobre os pontos de maior em cordões de base que suportem elevada tensão.

1.5.5 Final do cordão

O final do cordão em elementos estruturais submetidos a elevada tensão deve ser suave e arredondado.

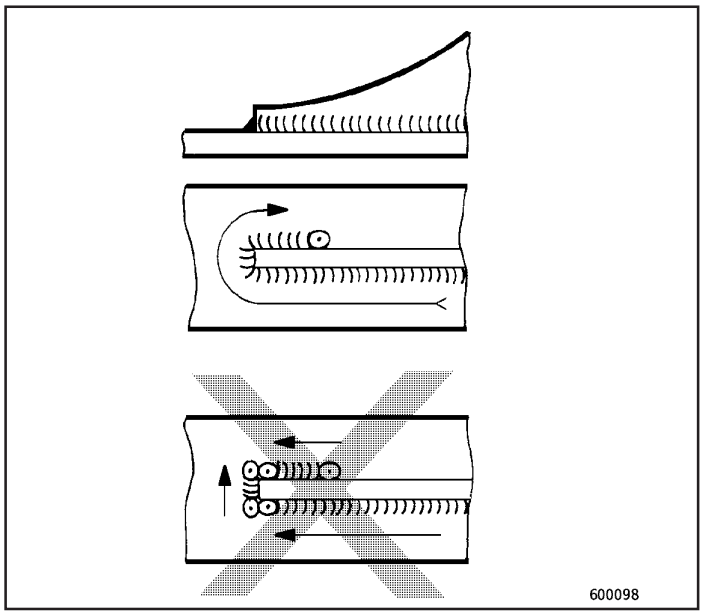


Fig.29

O soldador deve posicionar-se de forma que o arredondamento da solda possa ser executado sem que haja interrupção no arco e sem formação de rebaixos de fim de solda.
As regiões de interface da solda devem estar absolutamente livres de entalhes. Isto somente é possível por meio da usinagem (Fig. 30).

1.5.6 Fluência sem interrupções

Elementos auxiliares - neste caso, um olhal para o encaixe de um gancho, cabo ou corrente - deve possuir um formato e serem fixados de modo a não interromper ou desviar as linhas de fluência.

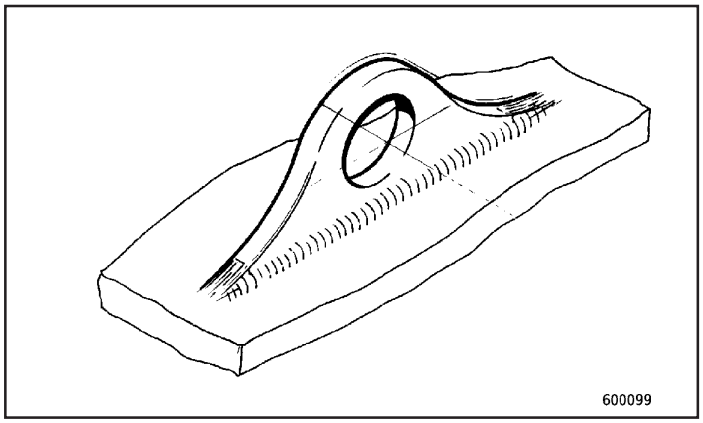


Fig.30

As interrupções na fluência produzem tensões concentradas e causam trincas (Fig. 31).

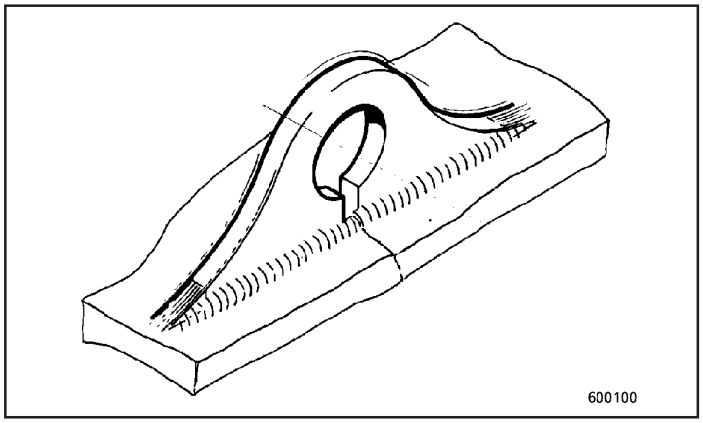


Fig.31

Recomendação:

Retrabalhe o olhal após a montagem. Remova as irregularidades da superfície.

1.5.7 Nervuras e reforços

Nervuras, reforços e outros componentes semelhantes devem ser soldados utilizando-se cordões contínuos se o elemento ao qual são adaptados estiver sujeito a esforços pulsantes ou alternados (Fig. 32).

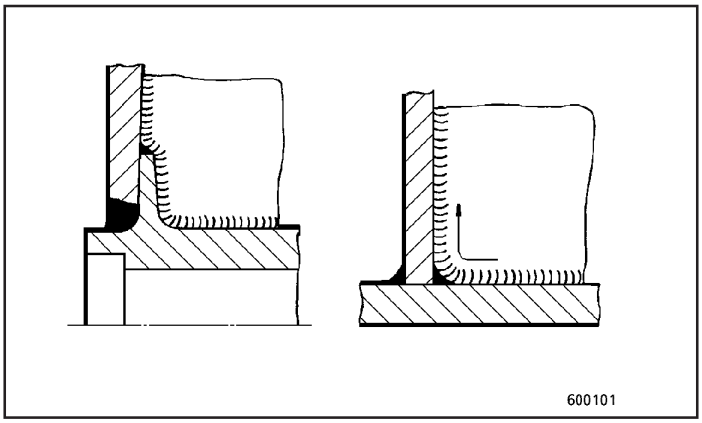


Fig.32

Interrupções nos cordões de solda não são recomendadas, mesmo que facilitem a montagem do componente (Fig. 33).

O estado triplo de tensões em seções de costura soldada é consideravelmente menos perigoso para elementos estruturais do que a ausência de continuidade no cordão de solda, pois tais descontinuidades representam pontos potenciais para o início de trincas por fadiga. Descontinuidades de elevada dimensão podem reduzir a resistência do conjunto mesmo se a solda tiver sido bem executada.

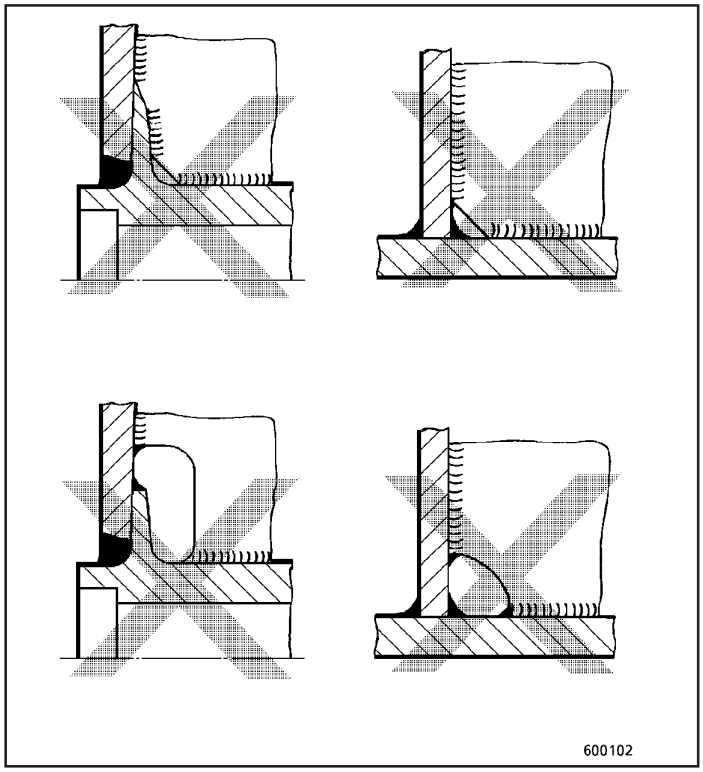


Fig.33

1.5.8 Técnicas de soldagem

Os efeitos de entalhes metalúrgicos podem ser consideravelmente atenuados pela aplicação da técnica adequada de soldagem.

Durante operações de reparo em componentes utilizando solda, deve-se utilizar a técnica de cordão sobreposto (Fig. 34).

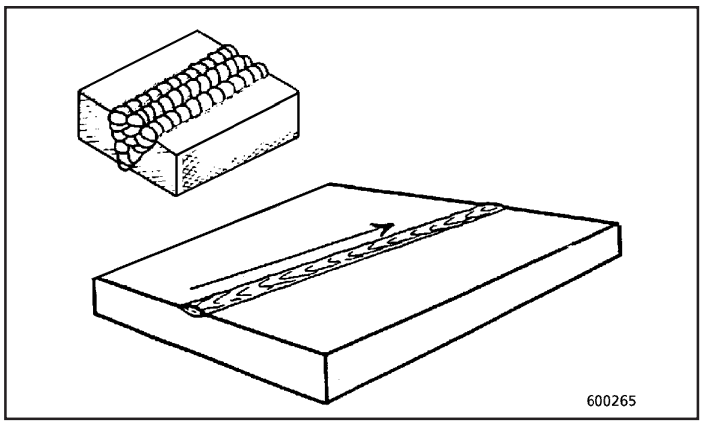


Fig.34

As vantagens da técnica de cordão sobreposto são:

- Impacto térmico (J/cm) reduzido por cordão. A região afetada pelo calor no material de base permanece bem estreita, resultando em entalhes metalúrgicos com pequena influência.

Impacto térmico: (J/cm) = $\frac{IxUx60}{v}$

onde:

I = intensidade de corrente (A)
U = tensão (V)
v = velocidade de soldagem (cm/min)

- Cada cordão de solda é temperado pela sobreposição de outro cordão.
- O conjunto de cordões é bem controlado com
  - boa penetração da solda nas bordas;
  - eliminação do preaquecimento;
  - eliminação da fusão incompleta.

Largura máxima dos cordões de solda

Arame sólido	
ø Arame	**Largura**
0,8	8,0
1,0	10,0
1,2	12,0
1,6	16,0
Eletrodos em forma de haste	
ø Haste	**Largura**
3,2	8,0
4,0	10,0
5,5	12,0

O ponto de início para solda sobreposta deve ser em cunha (Figs. 35 e 36). Isto é essencial para que se evite falhas devido à interrupção do arco ou à formação de rebaixos em cada um dos vários cordões.

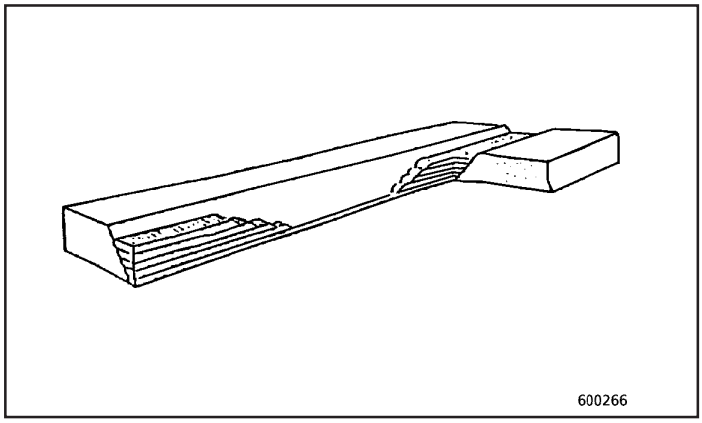


Fig.35

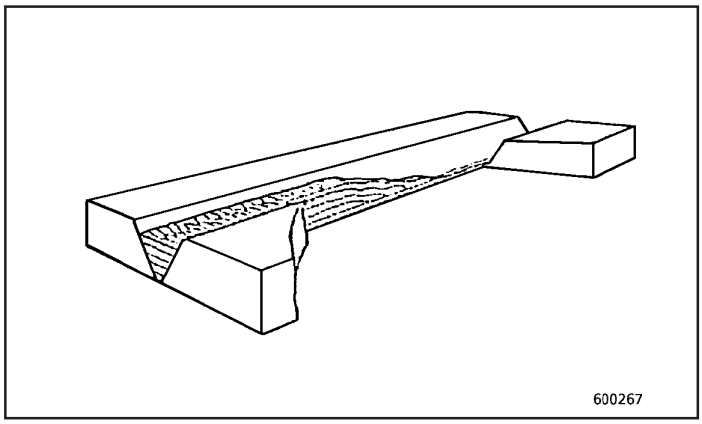


Fig.36

1.5.9 Soldagem com “cordões temperados”

A soldagem com “cordões temperados” proporciona um aumento substancial nas características mecânicas do material soldado tanto na superfície quanto na região afetada pelo calor próxima à superfície.

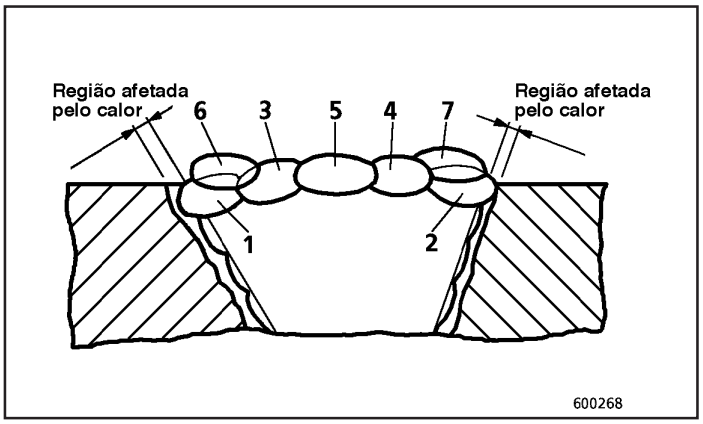


Fig.37

Explicações referentes à figura 27:

- os cordões 6 e 7 são os “temperados”.
- a soldagem dos cordões 6 e 7 reaquece o metal soldado dos cordões 1/3 e 4/2 respectivamente, temperando assim o metal.
- neste metal temperado, é criada uma estrutura ideal com melhores características de deformação e dureza induzida, com perda mínima de resistência.
- se necessário, o último cordão pode sofrer acabamento.

1.5.10. Isolamento das extremidades da solda

A formação de regiões afetadas pelo calor é vital para a durabilidade da solda, especialmente quando os materiais soldados possuem elevado teor de carbono.

O objetivo é:

- estreitar a região afetada pelo calor,
- redução mínima da resistência do material na região afetada pelo calor,
- um pequeno aumento na dureza na transição entre a região afetada pelo calor e o material de base.

Este objetivo é amplamente atingido pelo processo denominado “isolamento das extremidades da solda” antes de efetuá-la.
Para efeito de isolamento, a soldagem é efetuada com a menor carga térmica possível (J/cm).

Os seguintes detalhes devem ser observados durante a operação de isolamento:

- Solde a região do isolamento utilizando eletrodos de haste compatíveis com o material de base.
- O diâmetro dos eletrodos de haste deve ser de 3,2 mm
- Preaqueça o material de base, dependendo do seu tipo.
- Utilize a técnica de cordão sobreposto.
- Verifique a temperatura da transição entre os materiais.
- Se utilizar blocos de prolongamento, efetue o isolamento além do ponto de partida até a extensão completa do bloco de prolongamento.
- Efetue a limpeza do isolamento, removendo a carepa antes de soldar o cordão sobreposto (forme uma superfície entre um cordão e outro).
- Inicie a união por solda sem resfriamento intermediário do componente.

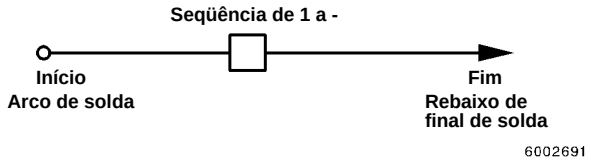
Quando dois componentes ou fragmentos distintos devem ser unidos por solda, o isolamento deve ser feito individualmente para ambas as peças da forma mais favorável antes de uní-las.
A união de peças quentes deve ser programada antes do aquecimento, providenciando-se, por exemplo, um dispositivo adequado para suportá-las e mantê-las unidas.

1.5.11 Seqüência de soldagem

Definição:

Determinação da direção em que se deve efetuar a união de duas peças a serem soldadas e em que seqüência diversas uniões devem ser soldadas.

Explicação referente à figura:



A programação da seqüência de soldagem pressupões os seguintes pontos:

- Os componentes devem ser mantidos, tanto quanto possível, isentos de tensões. Deve-se considerar a possibilidade de atrasos no cronograma devido a operações de soldagem.
- Os componentes devem ter suas dimensões bem estabelecidas. Tensões internas geradas pelo processo de soldagem devem ser esperadas e admitidas.

Quando efetuar reparos em componentes soldando-os, geralmente será necessário manter tais componentes dimensionalmente estáveis.

Quando efetuar solda em ângulo reto, a seqüência abaixo deve ser observada (Fig. 38).

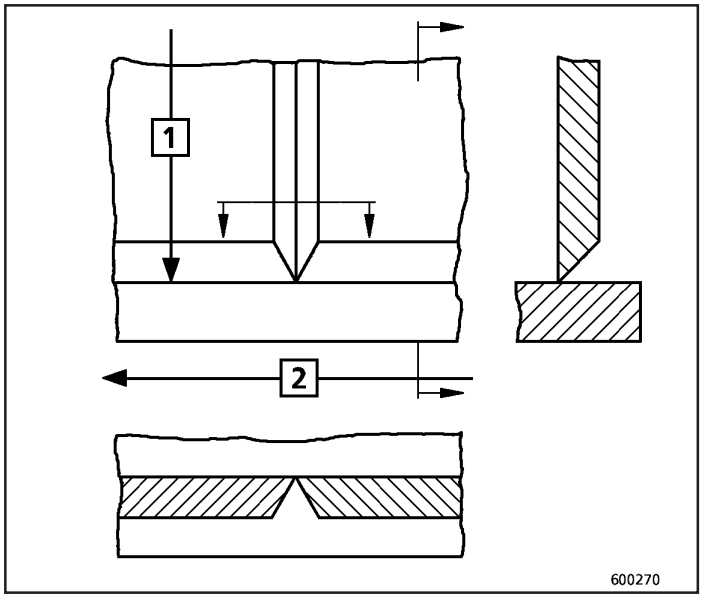


Fig.1

Para evitar defeitos e, desta forma, impedir a formação de entalhes, as soldagens em ângulo reto na borda de componentes não devem possuir interrupções no arco ou rebaixos de final de solda.

2. PLANEJANDO TRABALHOS DE REPARO E REFORÇO EM COMPONENTES DE AÇO

Durante o planejamento de trabalhos de reparo e reforço em componentes de aço, o primeiro passo deve ser a determinação exata da extensão e das causas do dano e, então, tomar as medidas necessárias para efetuar o reparo. Trabalhos de reforço realizados sem planejamento podem levar à ocorrência de novos danos.

2.1 Causas do danos

Existem diversas causas a ocorrência de danos:

- Erros de dimensionamento global
  - Estimação incorreta das tensões em potencial e do tipo de carregamento.
  - Falhas no projeto.
  - Materiais inadequados.
- Erros de fabricação
  - Existência de entalhes mecânicos e metalúrgicos.
  - Desvios dimensionais.
  - Utilização de materiais de diversos tipos.
  - Defeitos no material.
- Operação incorreta da máquina
  - Manuseio inadequado resultante da falta de experiência.
  - Manuseio inadequado resultante do julgamento de que a máquina é superdimensionada para determinada atividade.
  - Utilização da máquina em atividades para as quais não foi projetada.
- Acidentes
  - Acidentes durante o transporte, realocação ou operação, como por exemplo devido à queda de rochas.

2.2 Preparação do trabalho

Para fazer com que a máquina retorne rapidamente à operação independentemente da causa do dano, é essencial executar o procedimento de reparo correto.
Importantes pré-requisitos para a execução de trabalhos de reparo e reforço são:

- Trabalhos de reforço, reparo ou reconstrução de elementos estruturais de aço em máquinas de construção devem ser supervisionados somente por especialistas com experiência comprovada no projeto e fabricação de componentes sujeitos a tensões dinâmicas.

  Em caso de dúvidas, consulte um Concessionário Autorizado, que pode encaminhar o caso ao departamento especializado, se necessário.
- Na prática, trabalhos de reforço, reparo ou reconstrução pode ser realizado somente por soldadores experientes.
- Se possível, operações de soldagem devem ser efetuadas na oficina, que é equipada com as ferramentas e equipamentos de elevação adequados.
- A limpeza e organização do local de trabalho é de fundamental importância.
- Durante a desmontagem de componentes, todas as peças, particularmente as que contenham articulações, devem ser retiradas do componente .

  Exemplo: pino articulação triplo.
- Conexões de mangueiras e tubos abertas durante a desmontagem de componentes, assim como furos e alojamentos, devem ser cuidadosamente fechados para impedir a penetração de detritos.
- O componente a ser reparado deve ser adequadamente limpo, dando-se particular atenção às regiões deste componente que sofrerão a operação de soldagem.
- Rasgos e superfícies a serem preenchidas com os filetes de solda devem ser completamente limpas, retirando-se toda a cobertura (tinta, etc.) do metal.
- Deve-se remover completamente qualquer vestígio de lubrificante dos mancais para impedir sua liquefação sob o efeito do calor, o que pode fazer com que penetre na região da solda prejudicando-a.
- Superfícies da máquina, pinos, mancais, hastes de cilindros hidráulicos, componentes elétricos, etc. devem ser protegidos contra respingos de solda e de cavacos de usinagem utilizando-se materiais não inflamáveis.
- Antes de realizar operações de soldagem em conjuntos contendo componentes eletrônicos, todos dos conectores devem ser desligados.

  Exemplo: Nas escavadeiras hidráulicas equipadas com o sistema PCS, todos os conectores devem ser desligados do regulador limitador de carga.
- Antes de efetuar operações de soldagem em componentes que permaneçam na máquina, as baterias devem ser desconectadas. Desconecte primeiro o pólo negativo e, em seguida, o positivo. Após o trabalho, reconecte primeiramente o cabo positivo e, em seguida, o cabo negativo.
- Antes de soldar, o tipo e propriedades do material envolvido devem ser determinados.
- Utilize somente materiais para solda que sejam compatíveis com o material de base em questão.

2.3 Escopo do trabalho de reparo

O procedimento mais adequado a ser seguido para efetuar um reparo em caso de dano é mostrado no diagrama abaixo.

Após o dano ter sido comunicado, um das 3 decisões deve ser tomada (Fig. 1).

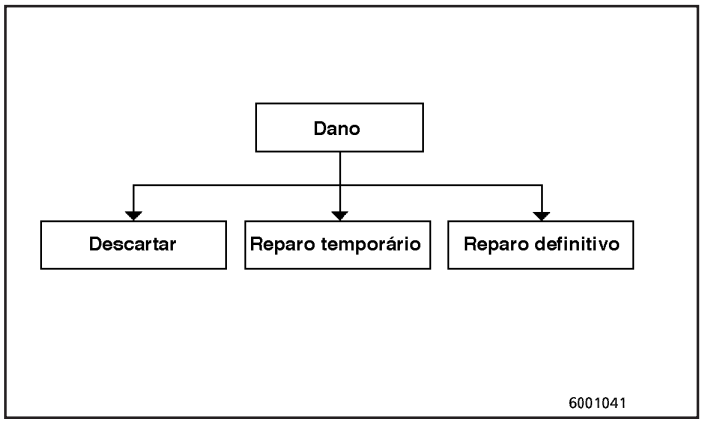


Fig.1

2.3.1 Descarte de componentes

Se o dano atingir um estágio tão avançado que um reparo apropriado seja tecnicamente inviável ou de custo extremamente elevado.

O limite para a tomada de tal decisão não é claramente estabelecido, e deve levar em conta as condições locais como dificuldade de obtenção de peças sobressalentes, custo, barreiras fiscais, prazo de fornecimento e período de inatividade da máquina. Custo baixo de mão-de-obra pode ser um motivo para a realização do reparo.

2.3.2 Reparo temporário

O componente deve ser imediatamente reparado de forma a garantir a disponibilidade da máquina, como quando a máquina é utilizada em jornadas de tempo fixo (Fig. 2).

Apesar de ser uma questão de urgência, reparos temporários devem, entretanto, ser realizados cuidadosamente para evitar o risco de danos subseqüentes.

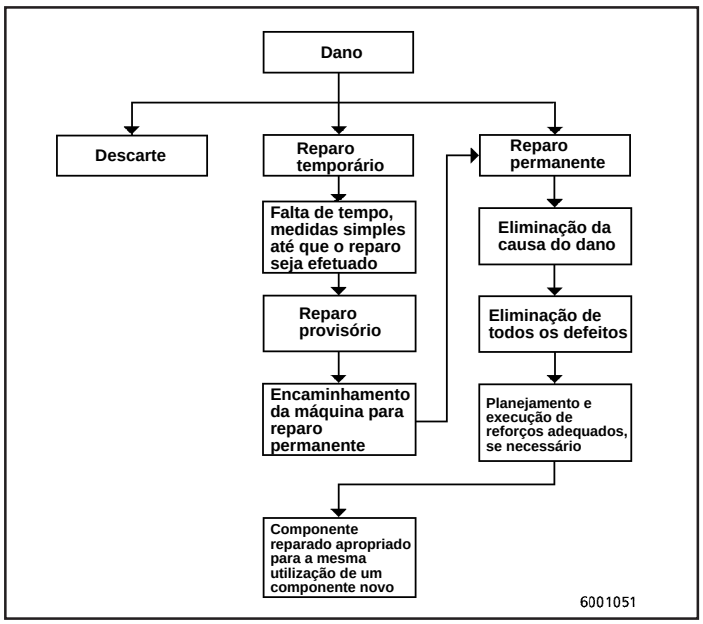


Fig.2

As seguintes regras devem ser observadas:

- Trincas devem ser estancadas por meio de um furo usinado somente quando ainda forem relativamente pequenas (Fig. 3).

  Esta medida garante a redução na velocidade de propagação da trinca. Se não surtir efeito, entretanto, deve ser reparada.

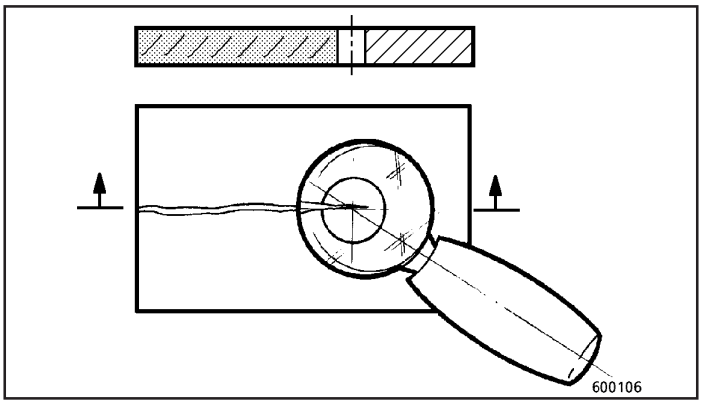


Fig.3

É particularmente importante que se determine com exatidão o final da trinca.
Dependendo de seu ponto de partida, as trincas podem atravessar um componente ao longo de linhas circulares (Fig. 4).

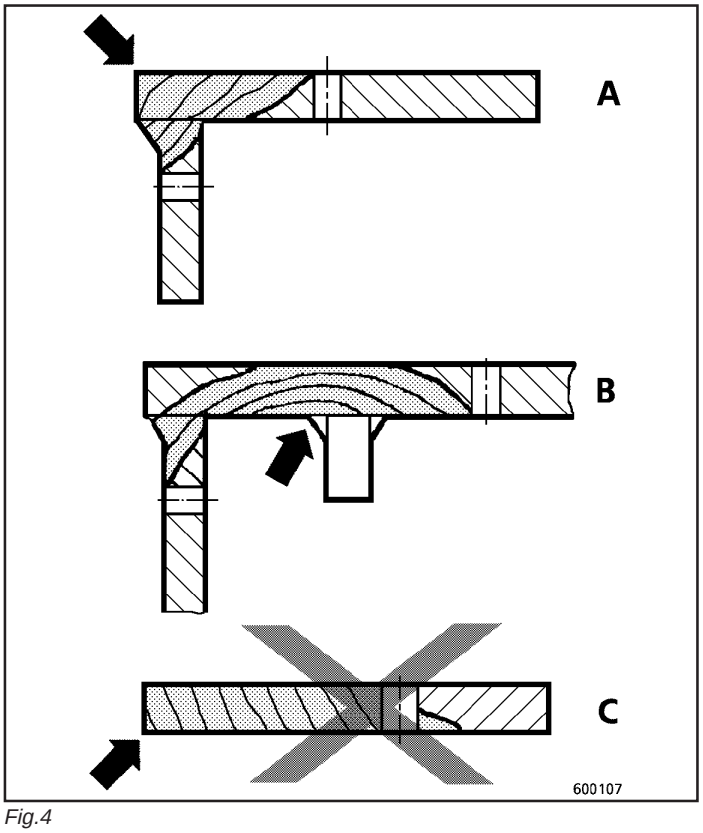


Fig.4

a + b = Trinca corretamente estancada pela furação
c = Trinca incorretamente estancada pela furação

Uma possibilidade para a determinação exata do final da trinca consiste em executar testes não-destrutivos conhecidos como ultra-som, líquido penetrante, limalha magnética ou raios X.
Após a usinagem do furo, deve-se examiná-lo para verificar a existência de trincas.

- Trincas longas devem ser imediatamente abertas e soldadas, mesmo que as condições locais não sejam favoráveis.

A região do dano deve ser submetida a inspeções permanentes. Em caso de falha na solda de reparo, o procedimento acima deve ser repetido.

- Não solde elementos de reforço sobre regiões danificadas. Além de não proporcionarem reforço adequado, escondem a região danificada e tornam a verificação de rotina impossível.

  Outra possibilidade é que a região com falha seja alargada e, desta forma, torne a realização de reparos futuros impossível.

2.3.3 Reparo permanente

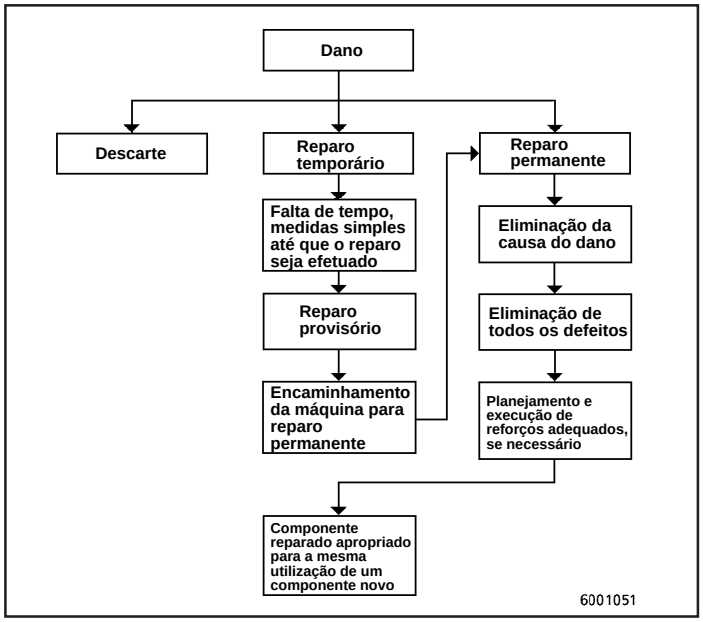


Fig.5

Se for decidido pelo reparo permanente de um componente danificado (Fig. 5), deve-se observar as seguintes regras:

- A causa do dano deve ser determinada e eliminada, mesmo que resultante de deficiências no projeto ou fabricação. Para determinar a causa de um dano, as seguintes medidas são normalmente suficientes:
  - Experiência pessoal e comparação com padrões de falhas em componentes semelhantes.
  - Inspeção visual da região onde o dano ocorreu visando determinar prováveis pontos de início de trincas como entalhes mecânicos, cordões de solda interrompidos, penetração incompleta da solda etc.
  - Análise visual criteriosa da superfície da fratura visando identificar o ponto de início de trinca e comparação com casos já descritos. Além disso, a estrutura da superfície com fratura permite conclusões acerca da qualidade do material.
  - Um exame simples do material consiste em comparar sua dureza com aquelas tabeladas para materiais conhecidos.
  - Espessuras de chapas ou de paredes de componentes fundidos ou forjados podem ser controladas e comparada com as especificações do projeto constantes dos desenhos das respectivas peças.
  - Em caso de dúvida, o componente pode ainda ser submetido a nova análise por parte de órgão competente e neutro.
  - Nos casos mais difíceis, é recomendável que o componente seja encaminhado a um laboratório, pois somente será possível uma análise mais criteriosa das características do material (tipo, curvas de dureza e microestrutura).

    Em certos casos, pode ser necessária ainda uma análise adicional a cargo de um laboratório especializado independente, de forma a eliminar definitivamente quaisquer dúvidas em caso de litígio entre as partes envolvidas.
- Reparos que efetivamente solucionem o problema, aumentando assim a expectativa de durabilidade de um componente devem ser adequadamente planejados e cuidadosamente executados em oficina dispondo de todo o material necessário.

  Em cada fase do trabalho, todos os recursos disponíveis devem ser utilizados.

  Mesmo pontos considerados triviais podem ter importância decisiva para o êxito do reparo.

  O reparo deve ser sempre supervisionado por etapas planejadas antes do início de sua realização.

  É aconselhável esclarecer com antecedência ao mecânico responsável pelo serviço as razões técnicas teóricas para o tipo de operações que este irá efetuar; desta forma, motiva-se a pessoa a executar o trabalho com maior responsabilidade e envolvimento, aumentando assim as possibilidades de êxito.
- Em caso de danos causados deficiências de projeto ou sobrecarga, pode ser necessário reforçar o componente durante a operação de reparo.

  Nota importante: o reforço planejado deve ser pertinente e seus efeitos positivos justificados por meio de análises.

  Reforços efetuados sem planejamento são normalmente inúteis, caros, não proporcionam aumento na segurança, aumentam o peso do componente e podem, ainda, prejudicar sua operação.

  Além de tudo isto, geralmente não têm boa aparência.

2.4 Exames preventivos

Em medicina, exames preventivos são normais. A prática médica ensina que qualquer doença, se descoberta em seus primeiros estágios, pode ser mais facilmente tratada e curada, ao passo que em estágios avançados, freqüentemente não há mais remédio.

A inspeção regular em máquinas de construção, por exemplo, também representa uma espécie de exame preventivo, inclusive recomendável em normas especializadas.

Procedimentos de inspeção e medidas de acompanhamento:

- Limpeza da máquina.
- Inspeção visual das áreas mais críticas de certos componentes. Registro de todas as ocorrências.
- Contato com o fabricante para discussão dos resultados da verificação.
- Planejamento e execução dos reparos necessários.
- Manutenção de um estoque de peças mais sujeitas a danos.
- Manutenção de um estoque de peças sujeitas a desgaste normal de uso.

2.5 Detecção de trincas e outros defeitos

Trincas e outros defeitos em chapas ou peças forjadas ou fundidas podem ser detectadas com o auxílio de procedimentos de teste:

2.5.1 Exame de trincas superficiais utilizando o teste de líquido penetrante

O teste de líquido penetrante é o procedimento mais simples na determinação de trincas superficiais no material.

1. Limpe cuidadosamente a área a ser analisada.
2. Aplique o líquido penetrante vermelho (P/N 73171489) borrifando-o sobre a área desejada e deixe-o agir durante 5 a 10 minutos.
3. Remova o líquido penetrante vermelho utilizando um produto especial de limpeza (P/N 73171491).
4. Aplique o líquido revelador branco (P/N 73171492) borrifando-o sobre a área respectiva.

   Quaisquer trincas existentes ficarão visíveis na forma de pequenas linhas de coloração vermelha sobre um fundo branco. A extensão destes veios vermelhos e o tempo de espera até que apareçam irão permitir conclusões importantes sobre a profundidade das trincas.

   Remova o líquido revelador utilizando um pano limpo.

2.5.2 Exame de trincas superficiais utilizando o teste de limalha magnética.

O teste de limalha magnética é adequado para a detecção de trincas superficiais e de trincas com profundidade inferior a 2 mm.

Em primeiro lugar, o componente é magnetizado e, em seguida, borrifado com um líquido contendo minúsculas partículas de ferro (com uma espécie de pó). Estas partículas irão se alojar ao longo das trincas tornando-as visíveis.

2.5.3 Teste por ultra-som

O teste por ultra-som pode ser utilizado para a detecção de defeitos internos em materiais com espessura superior a 10 mm e em pontos de solda.
O teste por ultra-som somente deve ser executado por pessoas qualificadas.

3. TÉCNICAS DE REPARO POR SOLDA

O reparo de componentes estruturais utilizando solda requer métodos de trabalho que não são aplicados quando o componente é fabricado.

Muitos dos métodos aqui descritos foram desenvolvidos baseados na experiência pessoal de diversos profissionais e tem sua eficácia comprovada em aplicações de campo.

3.1 Abertura da trinca e soldagem

O método mais adequado à abertura prévia de uma trinca para posterior soldagem é conhecido como “Procedimento ARCO-AR” (Fig. 1).

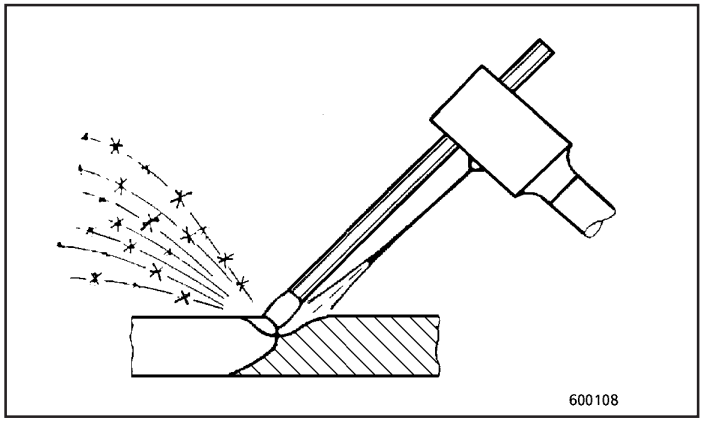


Fig.1

Estabelece-se um arco voltaico entre um eletrodo de carbono e o material a ser removido ao mesmo tempo em que um jato de ar-comprimido é direcionado para a base do arco; isto faz com que o metal de base derretido pelo calor gerado quando o arco é estabelecido seja simultaneamente retirado.
Para informações sobre os números de peças de eletrodos de carbono utilizados neste processo, consulte o Apêndice.
Outros métodos de abertura da trinca utilizam oxigênio-acetileno ou eletrodos especiais.
É importante que a abertura da trinca seja iniciada a partir do final da trinca e vá caminhando em direção ao seu início (na borda do componente). O procedimento efetuado no sentido inverso pode causar o aumento da trinca devido a efeitos térmicos.
Normalmente, admite-se que a trinca progride ao longo das fronteiras dos grãos do material, onde não pode ainda ser detectada visualmente ou por qualquer outro procedimento de teste (Fig. 2).
Desta forma, a abertura da trinca não deve se iniciar exatamente no final desta, porém um pouco antes deste ponto.
Em operações de abertura da trinca, deve-se preaquecer a área a ser trabalhada (conforme 6.1).
Após a abertura da trinca, o rasgo deve ser retrabalhado por meio de usinagem por rebolo.
As superfícies devem ser limpas de forma a exibir o metal (eliminação de tinta, carepa etc.).

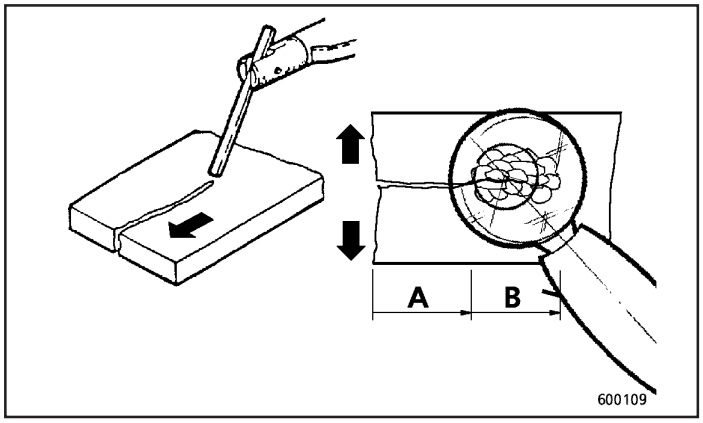


Fig.2

A. Trinca visível

B. Trinca nos interstícios dos grãos

Se a trinca estiver acessível de ambos os lados, sua abertura deve ser iniciada na parte inferior (Fig. 3), com a profundidade do rasgo aberto sendo de aproximadamente 1/3 da espessura do material.

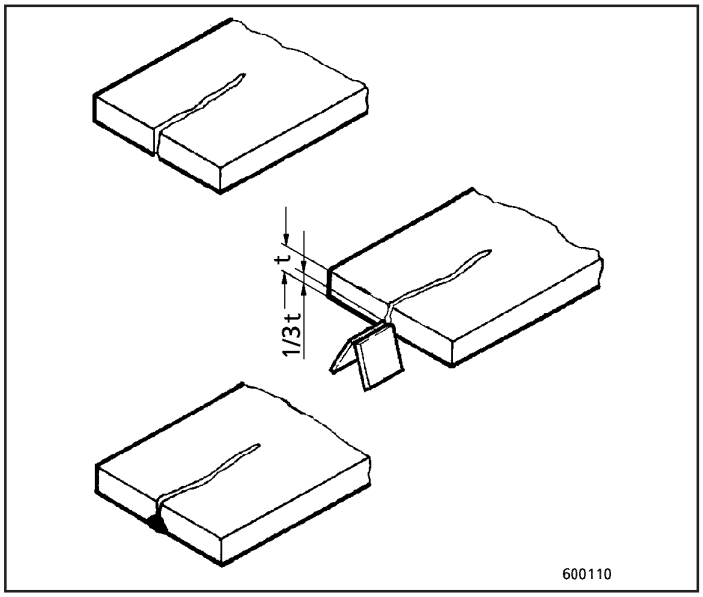


Fig.3

Solde primeiro deste lado.

Em seguida, deve-se abrir a trinca na parte superior, com o rasgo atingindo o cordão de solda já depositado na parte inferior.

A etapa final consiste no acabamento da solda na parte superior (Fig. 4).

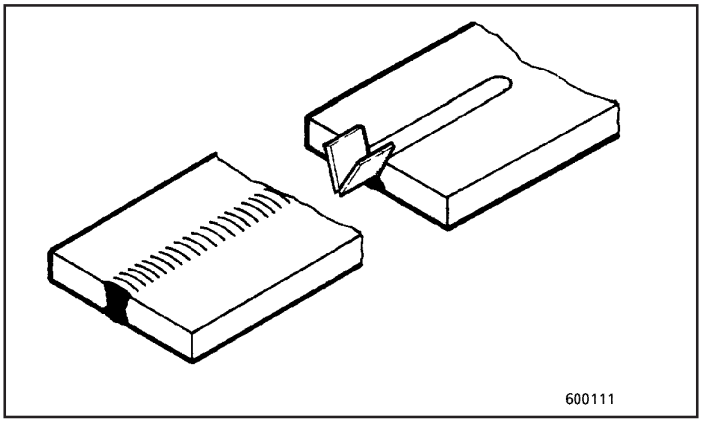


Fig.4

O procedimento de deposição de cordões de reforço na parte posterior não deve ser utilizado quando for possível a abertura a partir de ambos os lados, pois isto pode causar a formação de entalhes mecânicos na base da solda (entalhes induzidos pela forma).

Trincas com ramificações

Trincas com ramificações devem ser abertas e soldadas passo a passo (Fig. 5).

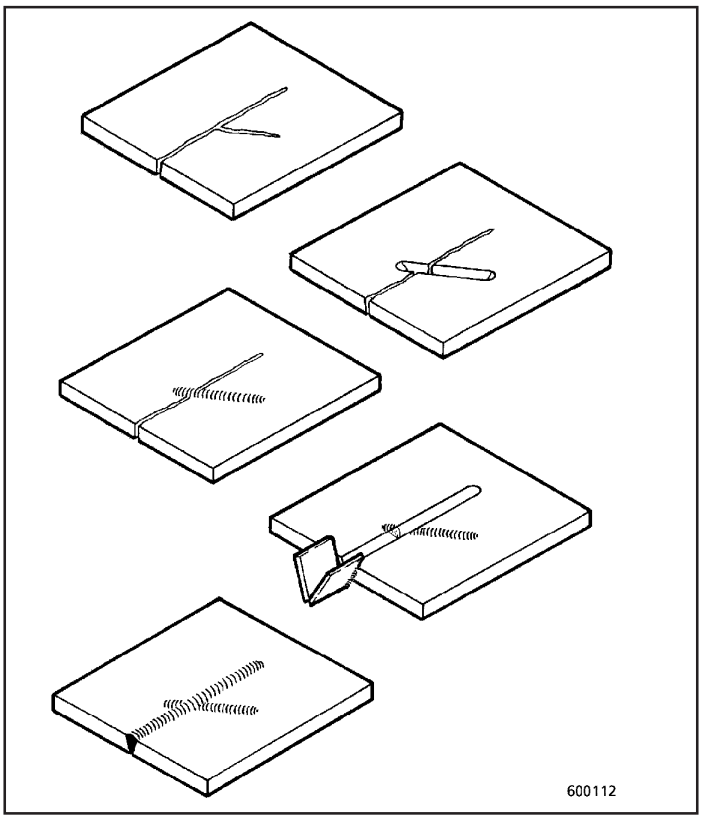


Fig.5

Se este procedimento não for seguido, pode ser que certas áreas do material entre as trincas apresentem ruptura, gerando outras trincas de maior largura que não poderão ser soldadas.

A mesma recomendação aplica-se às trincas muito longas, nas quais o procedimento de abertura e solda deve ser feito em etapas (Fig. 6).

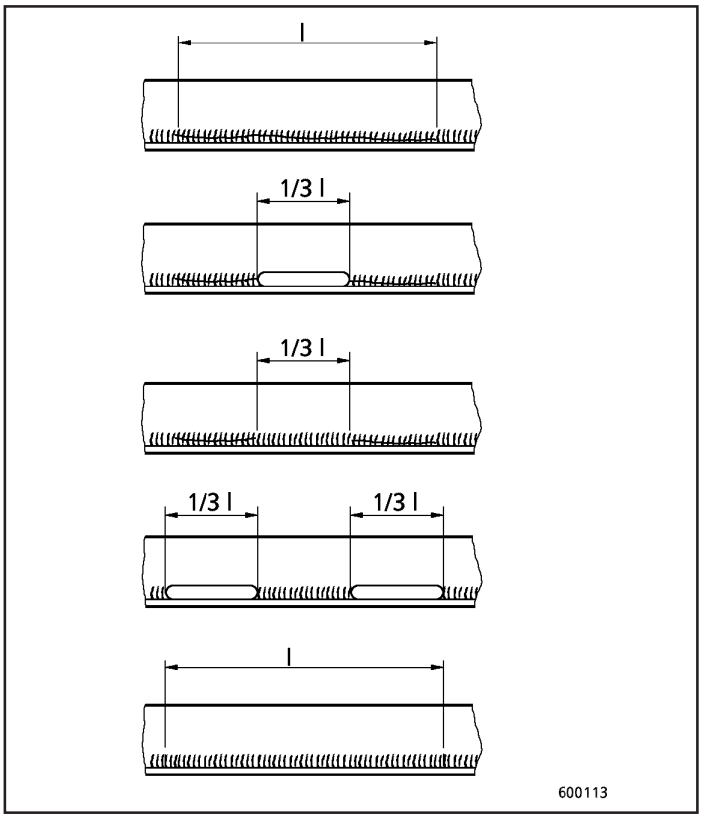


Fig.6

Durante o resfriamento das soldas parciais, as áreas frias ao redor da solda evitam sua retração excessiva e deformação do componente.

3.2 Trincas em uniões em cubos

A Figura 7 mostra uma união de um cubo com uma seção flangeada acessível somente a partir de um dos lados.

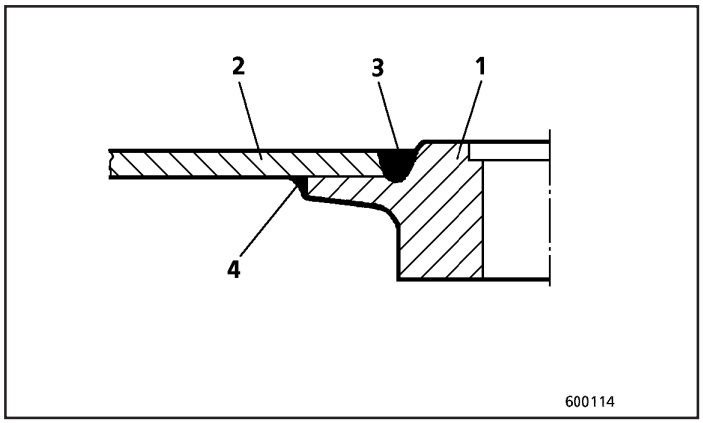


Fig.7

1. Cubo
2. Flange
3. União de topo
4. Cordão posterior de solda, soldado antes do fechamento da seção.

A solda é caracterizada por um cordão posterior entre o flange e a região inacessível do cubo após a montagem.

Podem ocorrer as seguintes falhas:

3.2.1 Trinca ao longo da parte central do cordão (Fig. 8).

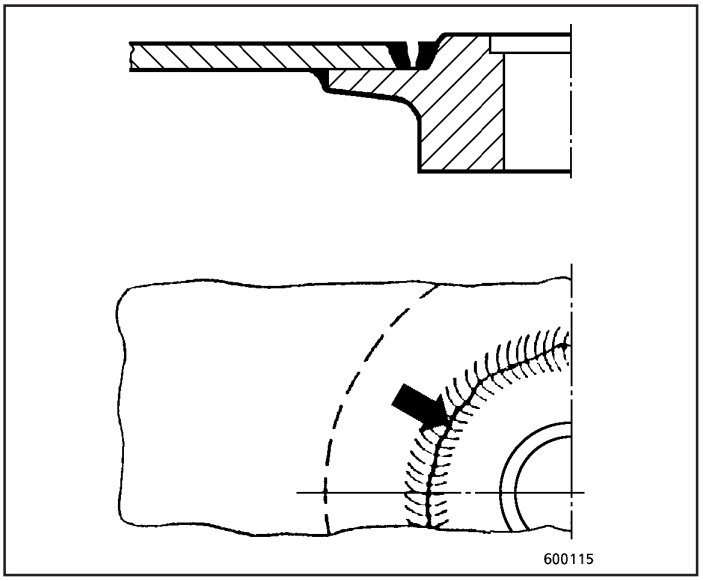


Fig.8

Uma causa possível para este tipo de falha é a ruptura do cordão posterior entre o flange e o cubo.

As medidas corretivas incluem:
- Abertura cuidadosa da trinca (Fig. 9).
- Soldagem da trinca aberta (Fig. 10).
- Abertura de um rasgo no flange (2) na região da solda posterior entre o flange e o cubo (1) ao longo de toda o perímetro (Fig. 10).
- Soldagem do rasgo aberto (Fig. 11).

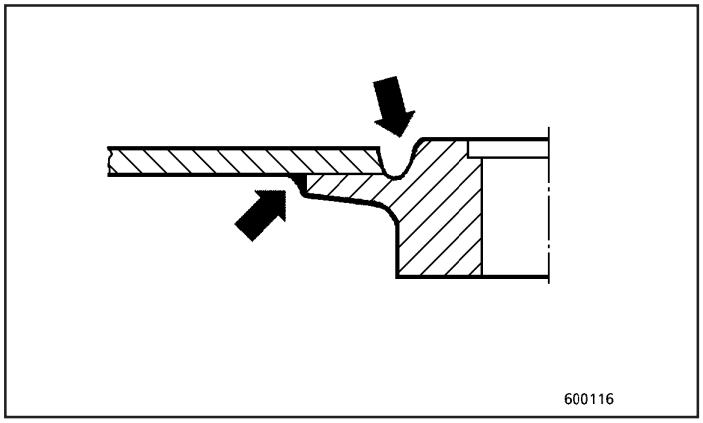


Fig.9

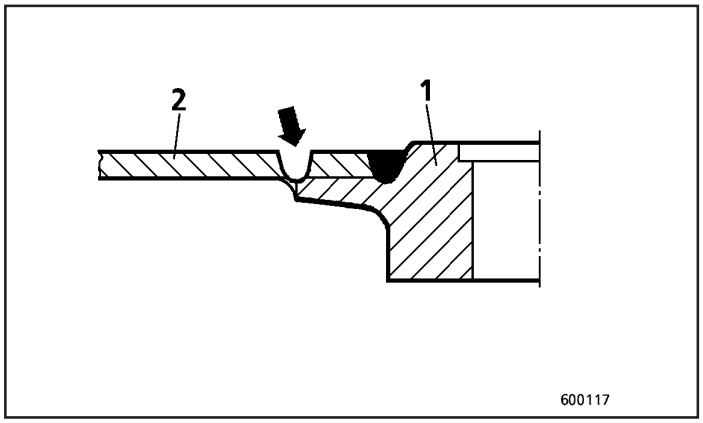


Fig.10

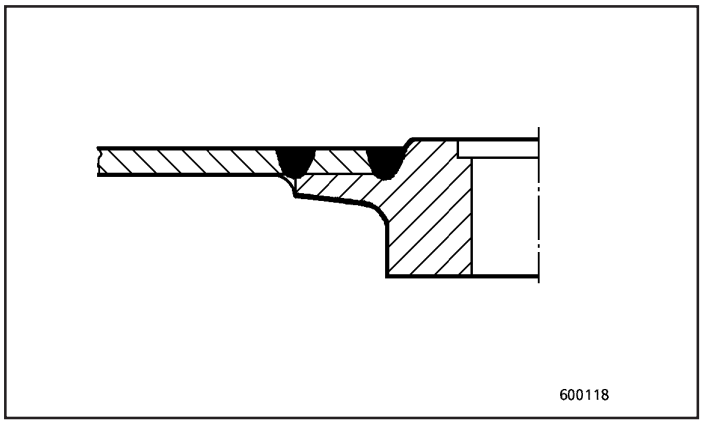


Fig.11

3.2.2 Trinca com canto vivo, exatamente radial ao longo da borda sem chanfro

Uma causa possível para esta falha é a fusão incompleta na borda sem chanfro da união (indicada pela seta na Fig. 12).

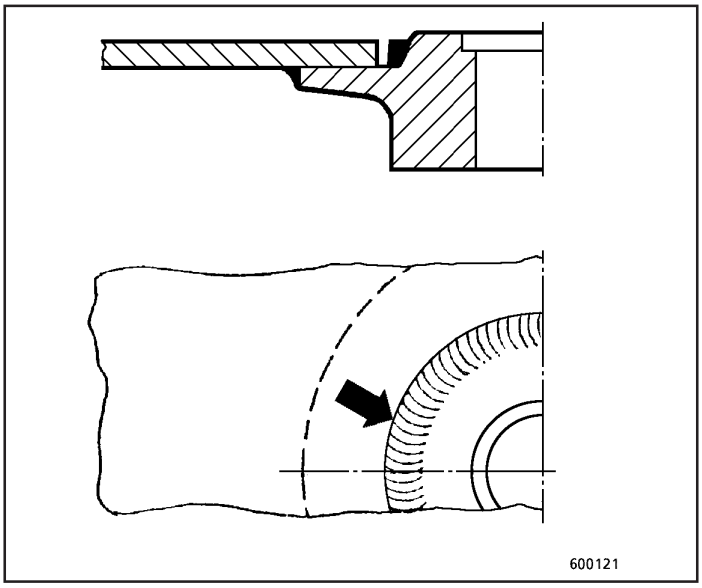


Fig.12

Medidas corretivas:

- Abertura cuidadosa da trinca (Fig. 13).
- Soldagem da trinca aberta (Fig. 14).

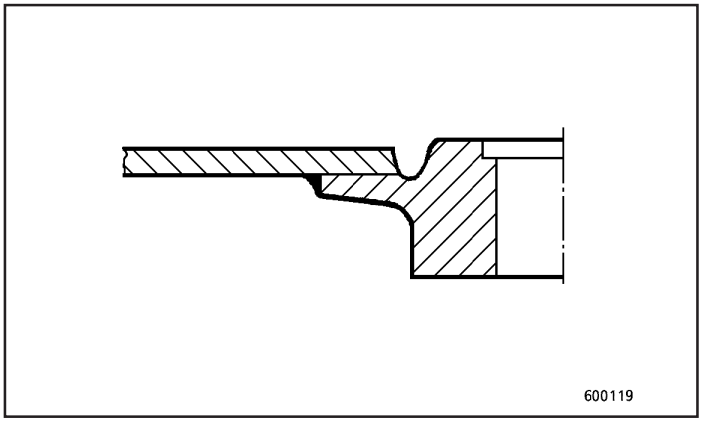


Fig.13

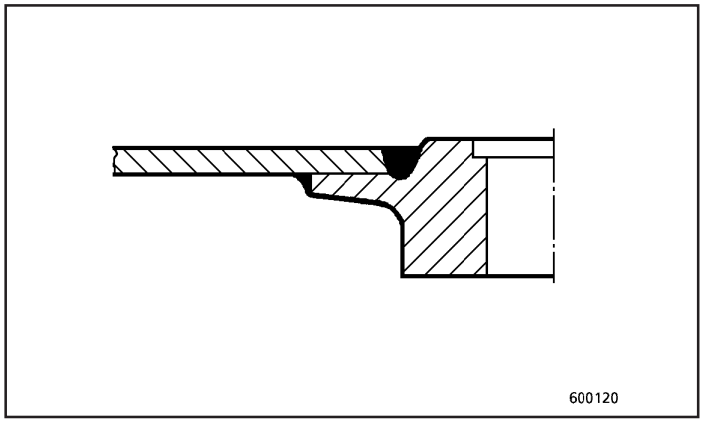


Fig.14

3.3 Operação de soldagem em um cilindro metálico utilizando a técnica de solda de base por etapas

O exemplo a seguir ilustra o procedimento de soldagem de um cilindro usinado sobre uma placa de base.

A soldagem utilizando a técnica de solda de base deve ser empregada sempre que for necessário evitar ao máximo a ocorrência de distorções nas peças soldadas.
Isto se aplica tanto a cordões executados em circunferências quanto a cordões longitudinais.

A Figura 15 mostra como efetuar a solda entre face do cilindro e a placa de base.

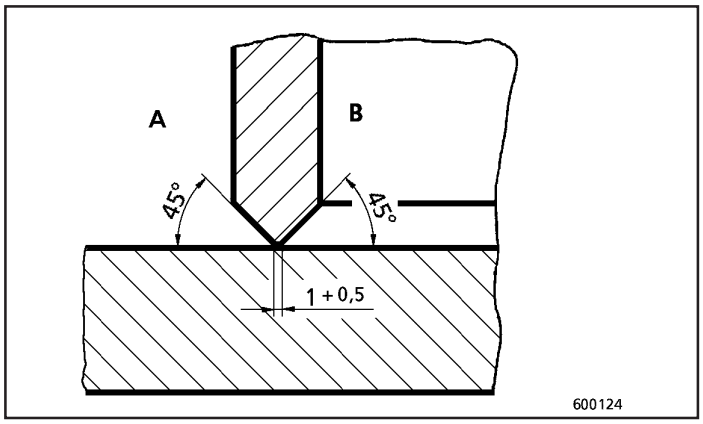


Fig.15

A. Parte externa do cilindro

B. Parte interna do cilindro

A operação de soldagem é efetuada em posição normal
Posição de soldagem: horizontal.

O correto posicionamento dos eletrodos evita a ocorrência de defeitos resultantes da fusão incompleta (9, Fig. 6) nas bordas da placa de face do cilindro.

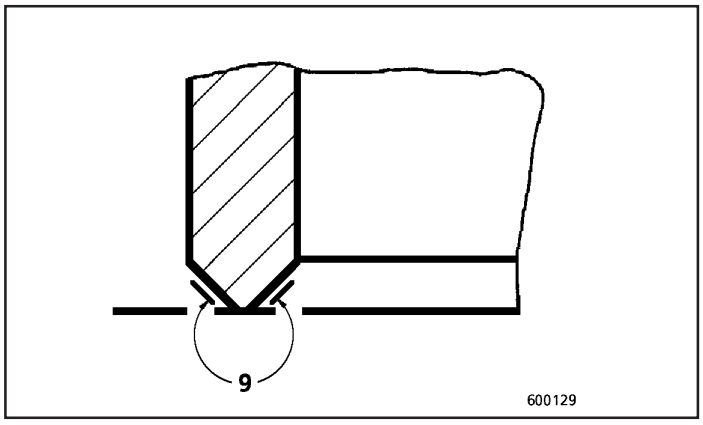


Fig.16

3.3.1 Seqüência de trabalho

1. Posicione e alinhe o cilindro de acordo com as especificações do desenho. Mantenha o cilindro na posição exata e verifique dimensionalmente todo o conjunto.

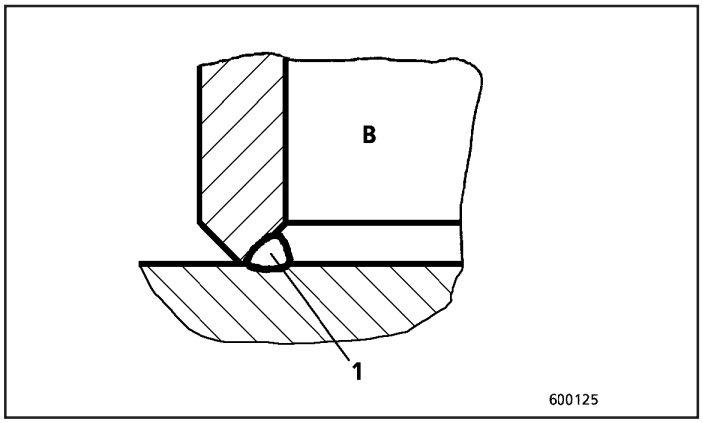


Fig.17

2. Inicie a primeira etapa de soldagem a partir do lado interno do cilindro (Fig. 17).

   Para esta operação, utilize eletrodos em haste de diâmetro 3,2 mm.

   Efetue a soldagem de acordo com a técnica de solda de base por etapas.

   Comprimento de cada etapa: aproximadamente 250 mm.

   A Figura 18 mostra um exemplo da técnica de solda de base por etapas.

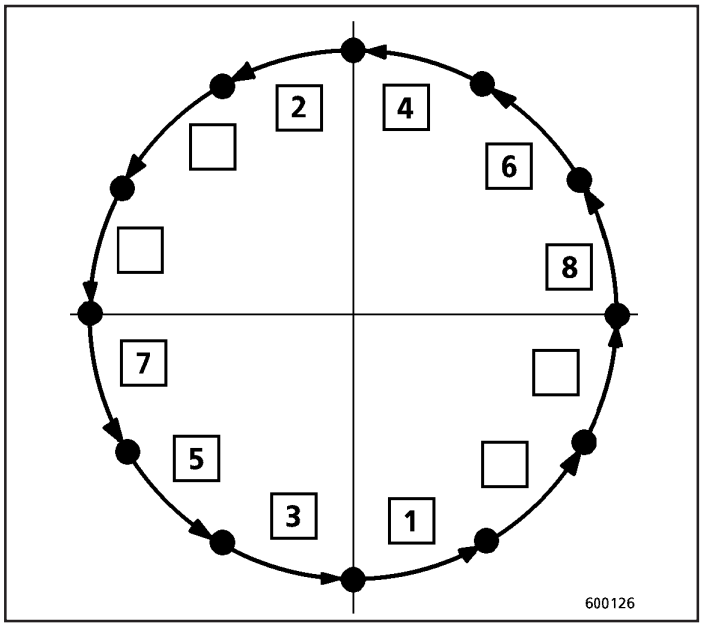


Fig.18

3. Usine a união soldada removendo toda a carepa utilizando um rebolo (chicote) a partir da face externa do cilindro. Remova quaisquer irregularidades no cordão de solda da primeira etapa.

   Não solde novamente sobre pontos onde haja trincas no cordão!

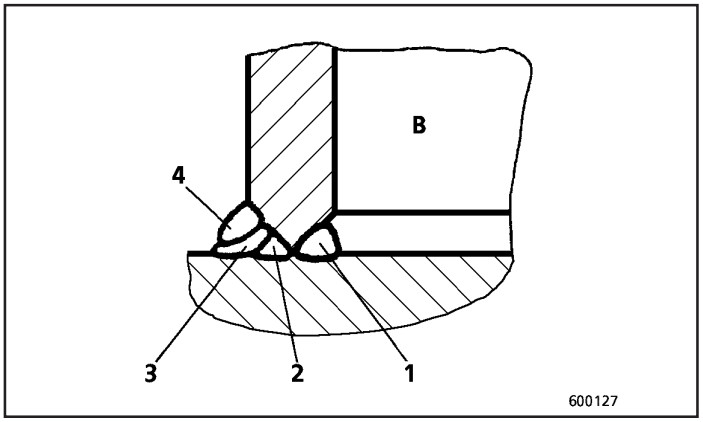


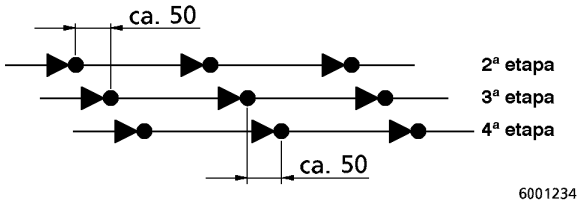
Fig.20

4. Solde o perímetro completo na parte externa do cilindro. O exemplo da Figura 19 mostra um cilindro com parede de espessura 15 mm. Para outras espessuras de parede, a execução da operação de soldagem deve ser planejada e executada de maneira apropriada.

Eletrodo em haste para a 2ª etapa: ø 3.2 mm
Eletrodo em haste para a 3ª e 4ª etapas: ø 4 ou 5 mm

Deposite todos os cordões de solda utilizando a técnica de solda de base por etapas e inicie cada etapa no ponto final da etapa anterior.

Exemplo:



5. Complete a união na parte interna do cilindro (Fig. 20).
   Eletrodo em haste para a 5ª e 6ª etapas: ø 4 ou 5 mm.
   Efetue a soldagem conforme descrito no item 4.

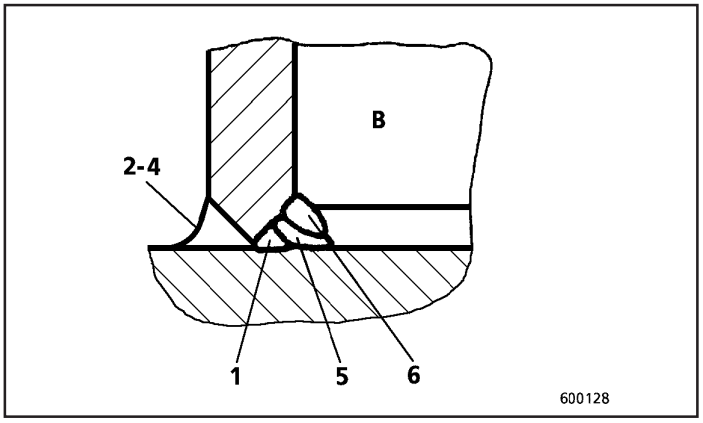


Fig.20

6. Limpe os cordões de solda e verifique se não existem defeitos.
   6.1 Não deve haver qualquer tipo de trinca, porosidade no metal soldado, interrupção do arco voltaico, respingos de material soldado, carepa etc.
   6.2 Efetue um teste de líquido penetrante para verificar se a superfície está absolutamente isenta de trincas.

7. Verifique o conjunto dimensionalmente. Desvios de paralelismo entre as faces horizontais do cilindro não devem ser corrigidas aquecendo-se o conjunto (há perigo de deformação devido às tensões residuais induzidas pela solda).

3.4 Trincas em seções fechadas (não acessíveis)

Não é recomendável a execução de procedimentos de abertura e solda de trincas apenas pelo lado externo.
A soldagem sem a utilização de cordões posteriores normalmente faz com que a região da raiz da solda não seja totalmente preenchida ou seja ultrapassada (Fig. 21).

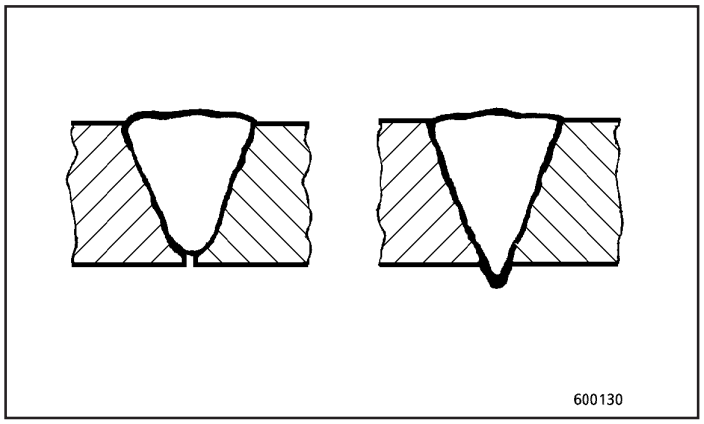


Fig.21

Em ambos os casos, o resultado é a formação de entalhes mecânicos na região da raiz, o que dará origem a novas trincas.
A soldagem de cordões posteriores introduzidos através da abertura da união também não é recomendada (Fig. 22).

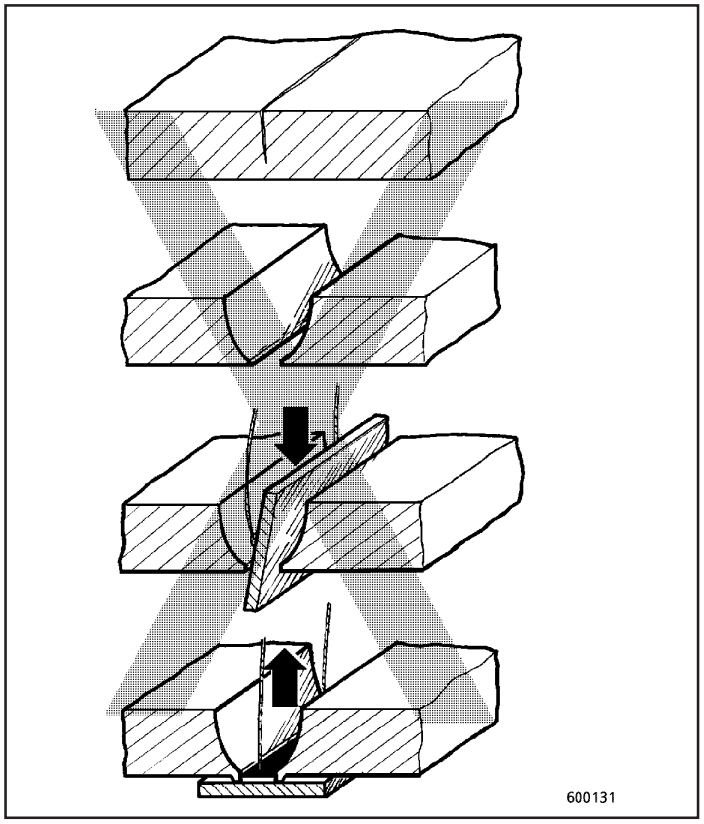


Fig.22

Os cordões posteriores não irão proporcionar uma aderência perfeita ao material de base.

Resíduos e falhas na parte posterior não podem ser removidos ou corrigidos.

Os entalhes mecânicos resultantes irão causar novas trincas.

3.4.1 Abertura de seções fechadas

Se a trinca for acessível somente a partir de um dos lados, aberturas de acesso devem ser criadas a partir do outro lado. Isto pode ser feito em áreas do componente que não sejam submetidas a elevadas tensões (Figs. 23 e 24).

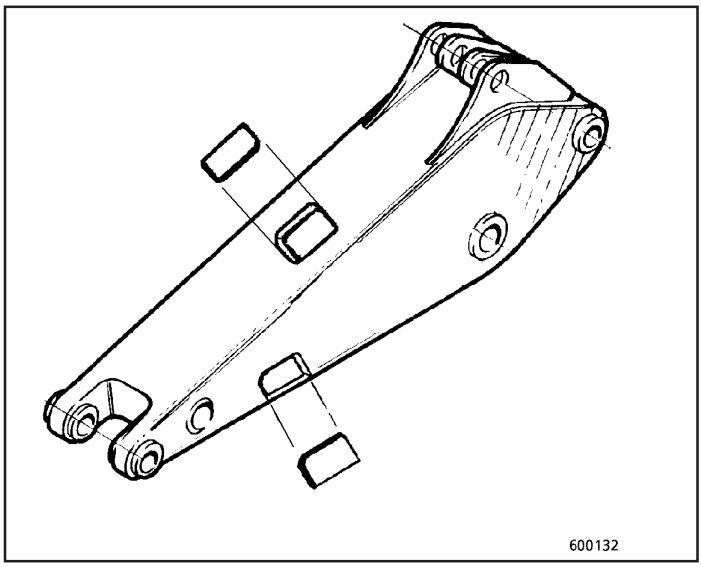


Fig.23

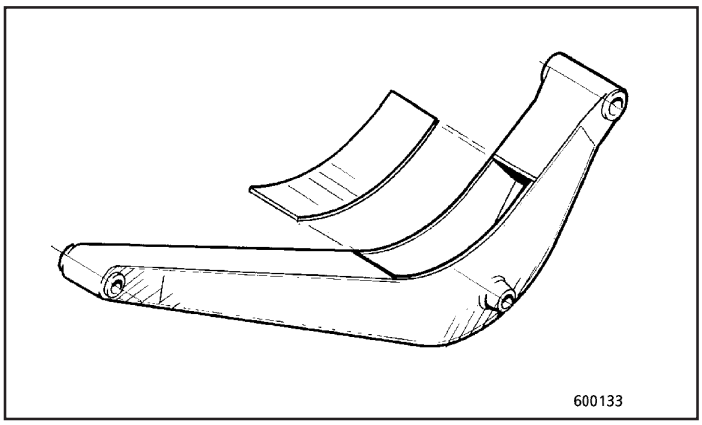


Fig.24

Em componentes de maiores dimensões, deve haver também aberturas que permitam o acesso ao seu interior. A dimensão das aberturas é de aproximadamente 500 x 500 mm.

Se a estrutura interna do componente for desconhecida, aconselha-se entrar em contato como departamento de projeto do fabricante.
É importante que um desenho mostrando a localização de possíveis nervuras internas da seção esteja disponível.
De outra forma, será necessário usinar pequenos furos para inspeção e verificação das áreas onde aberturas de tamanho suficiente possam ser criadas.

Dica prática:

Nervuras são normalmente visíveis do outro lado da chapa, especialmente em superfícies pintadas.

Inicie a abertura da trinca a partir do lado interno (até acima de 1/3 da espessura da chapa) e solde. Continue do lado e externo e, em seguida, feche a seção.

3.4.2 Removendo partes de uma placa soldada utilizando um maçarico

As Figuras 25 a 30 mostram como uma seção fechada pode ser aberta de forma a não afetar as áreas restantes do componente.

A seção (1, Fig. 25) da parte superior (2) deve ser removida.

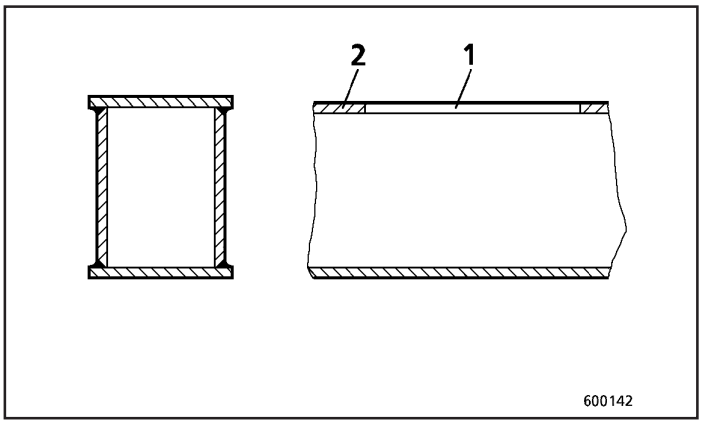


Fig.25

Faça um furo-piloto na chapa (2, Figura 26) por trás da chapa lateral (3) utilizando um maçarico (4). Corte em sentido longitudinal e o mais próximo possível à chapa lateral.

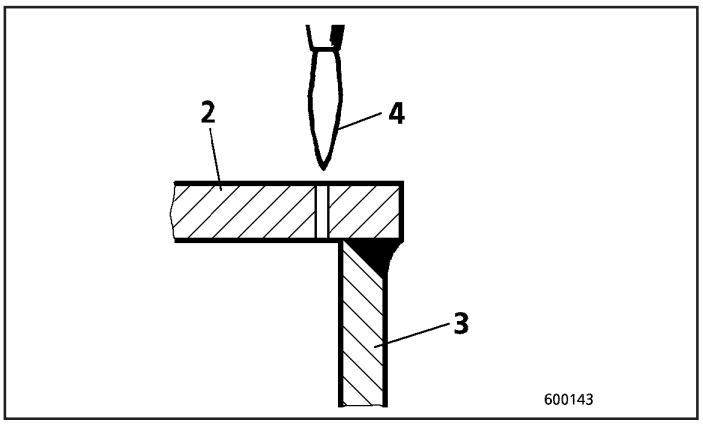


Fig.26

Corte o restante da chapa superior (5, Fig. 27) com o maçarico a partir da parte interna.

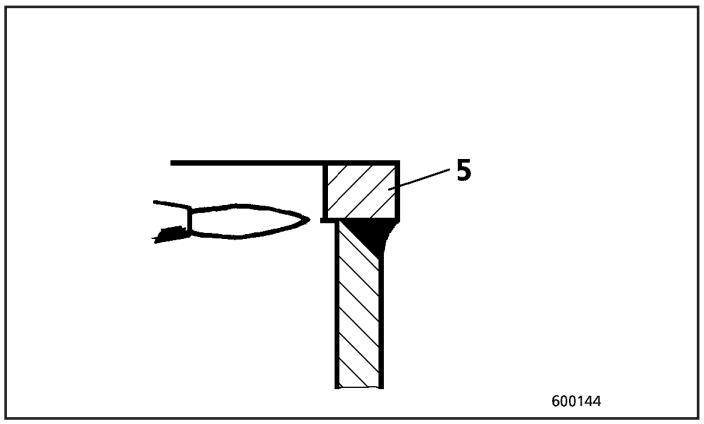


Fig.27

Faça um chanfro com o maçarico. Este chanfro é necessário para a deposição do novo cordão de solda que irá unir as chapas superior e lateral (Fig. 28).

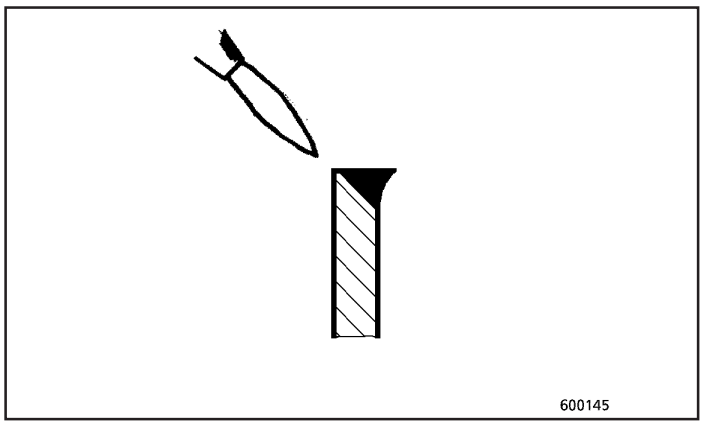


Fig.28

Faça o corte transversal na chapa superior a partir da chapa lateral e em direção ao centro e não - conforme mostrado na Figura 29 - do centro para a chapa lateral (3).

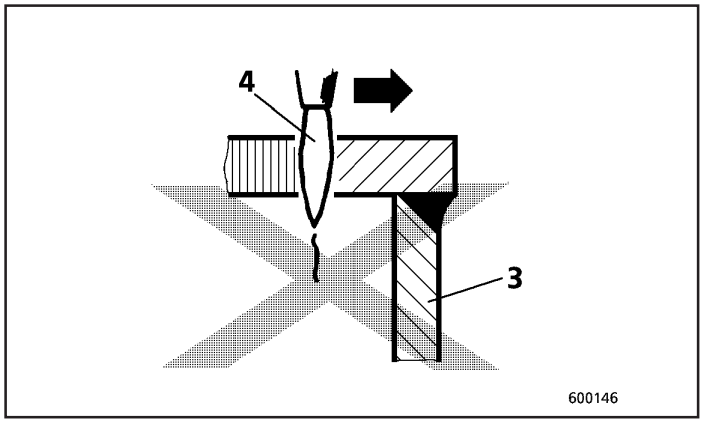


Fig.29

Um corte efetuado conforme a Figura 30 causa danos desnecessários à chapa lateral (3, Fig. 3);
(5 = área danificada / área cortada com maçarico).

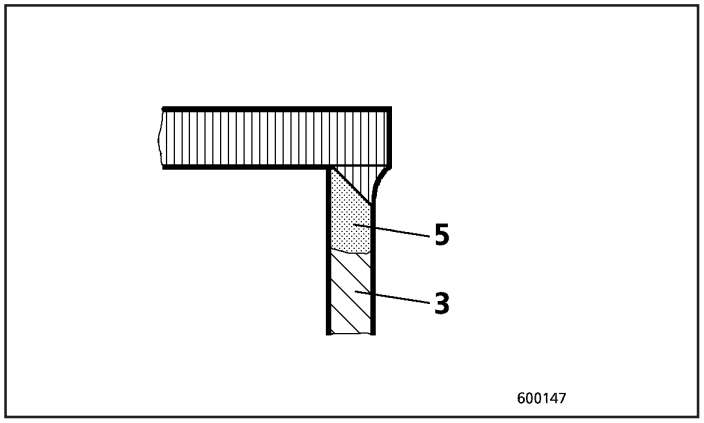


Fig.30

Soldando partes internas com chapas de apoio.

Aberturas feitas em componentes para obter acesso à parte interna durante a reparação de trincas por soldagem devem ser cuidadosamente fechadas.
A soldagem do componente é executada a partir de um dos lados (Fig. 31), sobre a chapa de apoio.

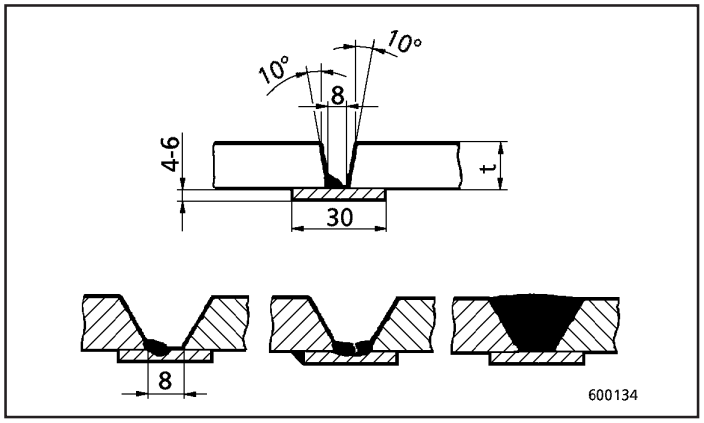


Fig.31

A geometria da região soldada e a seqüência de operações mostrada devem ser cuidadosamente observadas. Somente desta forma garante-se a deposição de um cordão de solda com baixa probabilidade de formação de entalhes mecânicos na raiz.

Não é necessário dizer que o fator de concentração de tensões causado pelo entalhe de tal tipo de união soldada deve ser compatível com a respectiva área do componente. Por isto, a área deve ser examinada antes de se fazer a abertura no componente.

O mesmo comentário aplica-se à soldagem de uniões em “T” (Fig. 32).

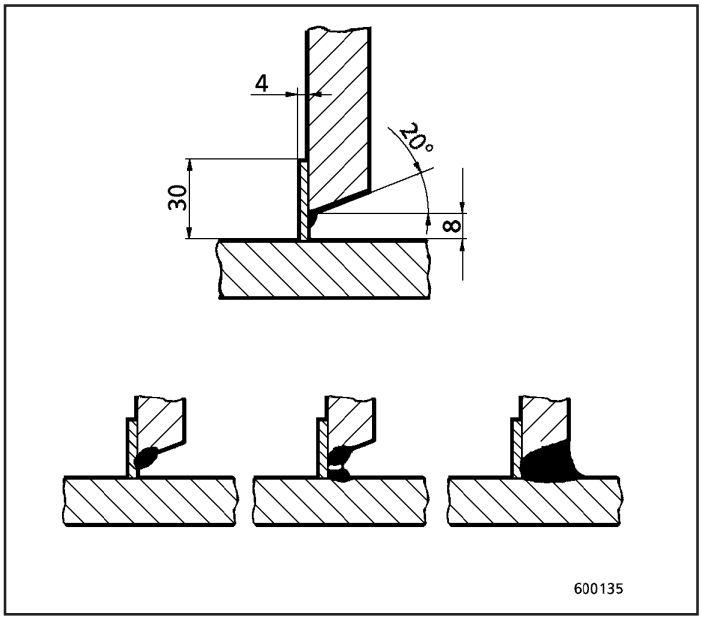


Fig.32

Idêntico método de trabalho pode ser utilizado quando chapas de diferentes espessuras são soldadas (Figs. 33 e 34).

O método mostrado na Figura 33 é, sem dúvida, a melhor solução.

Faça um chanfro na chapa mais grossa na porção de 1:4.

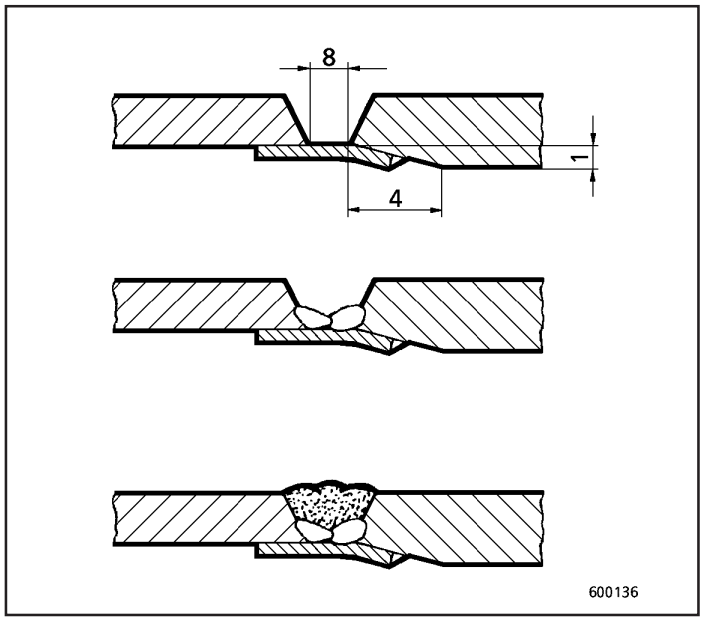


Fig.33

A união soldada não deve, em hipótese alguma, ser muito estreita, pois isto pode prejudicar todo o planejamento de execução da operação de soldagem.

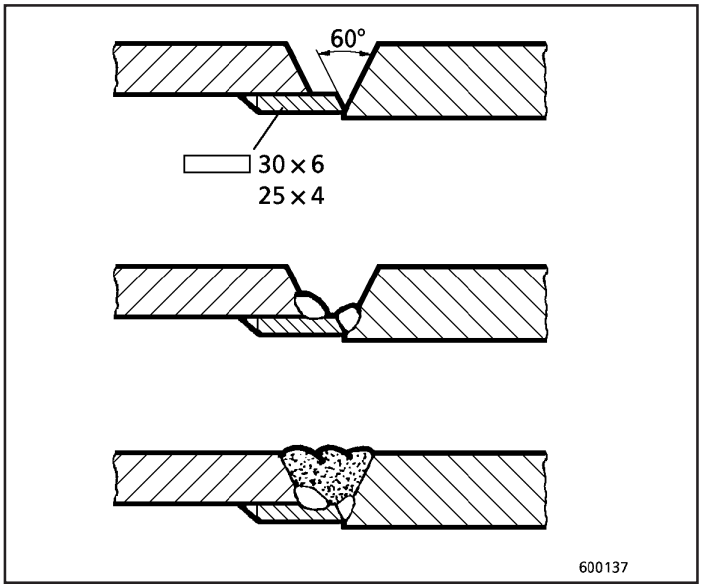


Fig.34

Se o espaço entre as chapas a serem soldadas for maior do que o necessário, deve-se primeiro criar uma base soldada na borda de uma das chapas, de modo a evitar uma excessiva retração transversal. Após criada a base, o espaço entre as chapas pode ser completamente preenchido (Fig. 35).

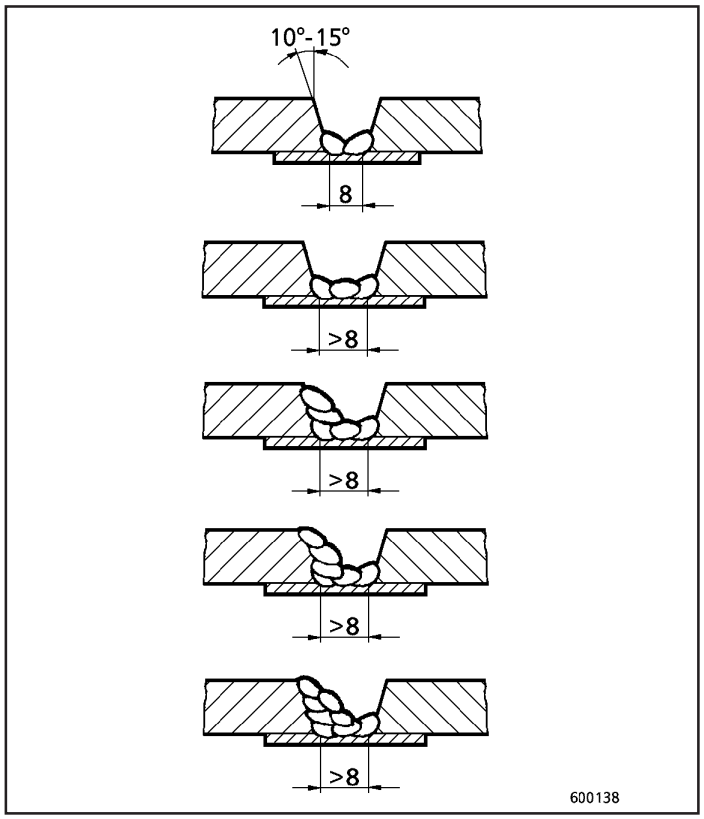


Fig.35

Este procedimento aplica-se igualmente a uniões em “T” em que o espaço entre as peça seja muito grande.

3.4.3 Placa posterior de apoio

Placas posteriores de apoio para a deposição de cordões de solda são normalmente feitas utilizando-se chapas de dimensão 30 x 6 mm ou 25 x 4 mm (Fig. 36).

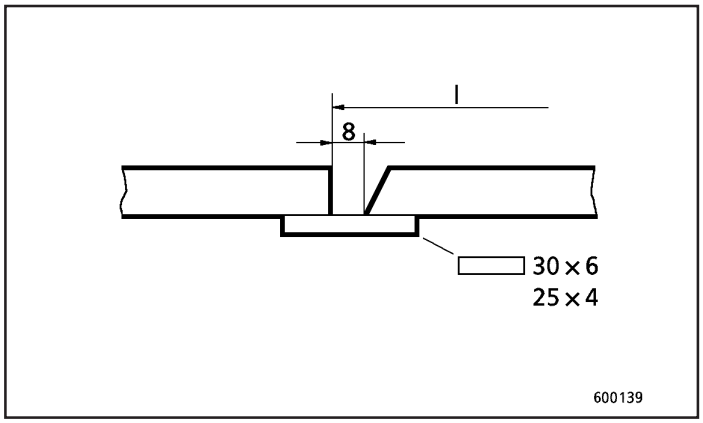


Fig.36

Placas de apoio para cordões não lineares de solda são cortadas com maçarico a partir de chapas com a espessura correspondente (Fig. 37) ou unidas por solda a partir de chapas planas de aço (Fig. 38). As uniões, (Fig. 38) devem ser soldadas e acabadas em ambos os lados.

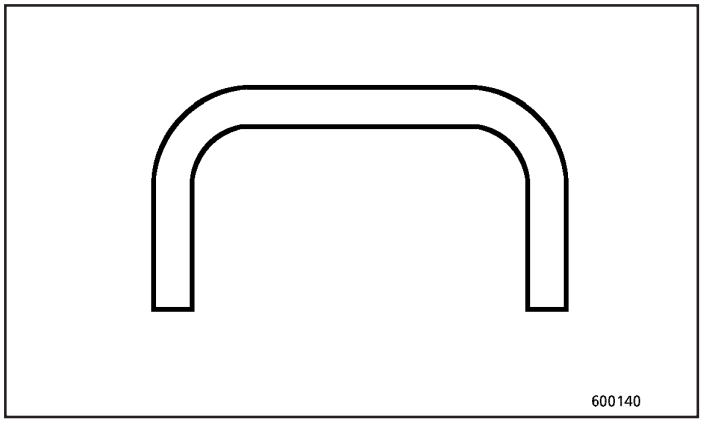


Fig.37

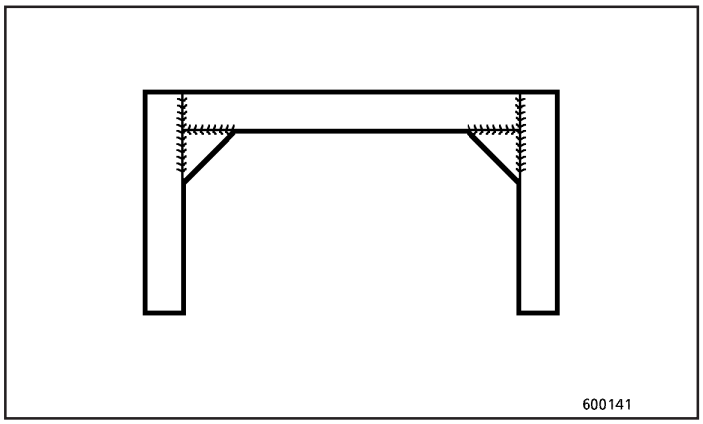


Fig.38

3.5 Formatos recomendados de rasgos para execução de solda manual com eletrodos

Para reparos ou trabalhos com solda realizados no campo, as configurações de rasgos descritas a seguir devem ser utilizadas.
Estas configurações podem ser empregadas chapas com espessura de até 30 mm. As dimensões mostradas nos desenhos aplicam-se até este valor.
Para solda utilizando arco a gás-metal, o ângulo de preparação pode ser reduzido para 45°.
Para chapas de maior espessura, os ângulos de preparação para solda devem ser reduzidos de forma a permitir espaçamento de aproximadamente 30 mm. Com exceção de cordões de solda em bordas com cantos vivos, todos os pontos a serem soldados devem ser abertos e acabados (com rebolo, chicote, lima etc.) se possível.

3.5.1 Uniões de topo

Formatos e dimensões recomendadas de rasgos para solda de topo:
- Solda de topo em “V” (Fig. 39)
- Solda de topo em duplo “V” (Fig. 40)
- Solda de topo em cunha simples (Fig. 41)
- Solda de topo em cunha dupla (Fig. 42)
- Solda de topo em canto retangular (Fig. 43)

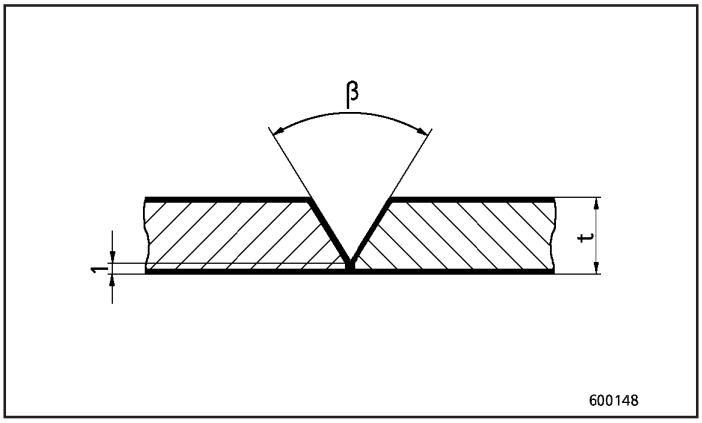


Fig.39

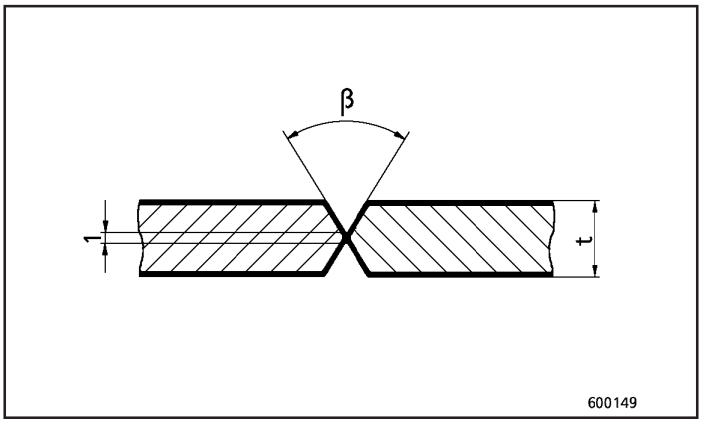


Fig.40

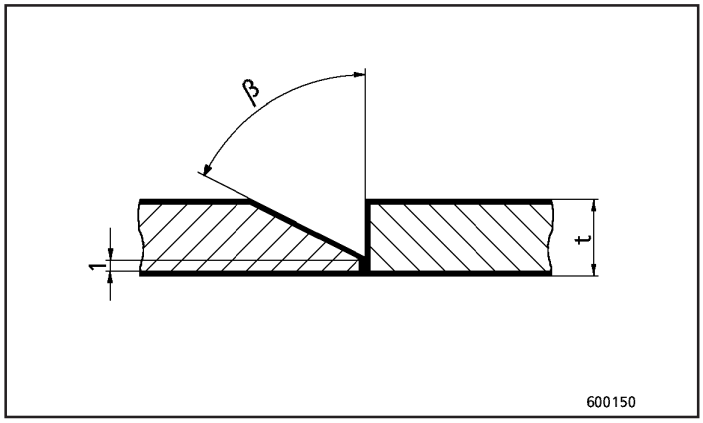


Fig.41

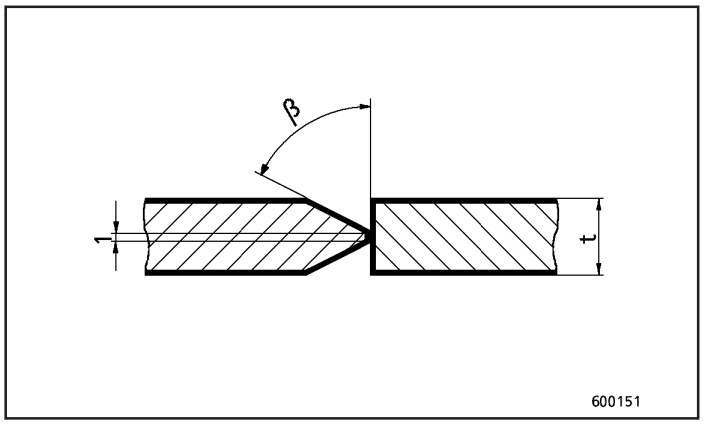


Fig.42

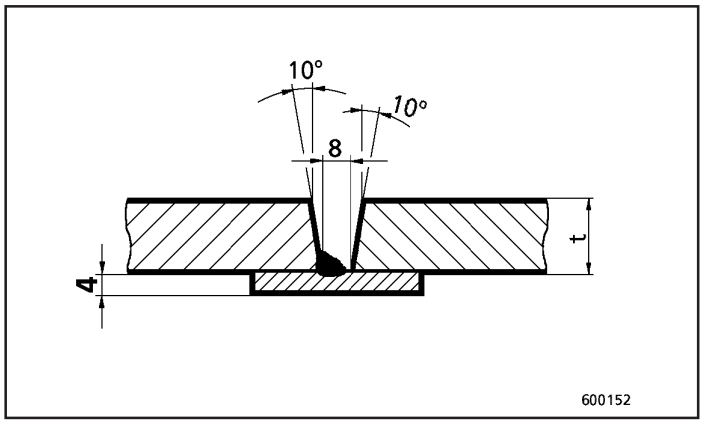


Fig.43

Técnica de soldagem	Símbolo (normas européias) EN 24 063	Ângulo de abertura (β)
E	111	60°
MAGM	135	45°
Arame sólido	136	45°

3.5.2 Uniões em “T”

Formatos e dimensões recomendadas de rasgos:
- Solda de topo em cunha simples (Fig. 44)
- Solda de topo em cunha dupla (Fig. 45)
- Solda de topo em canto retangular (Fig. 46)

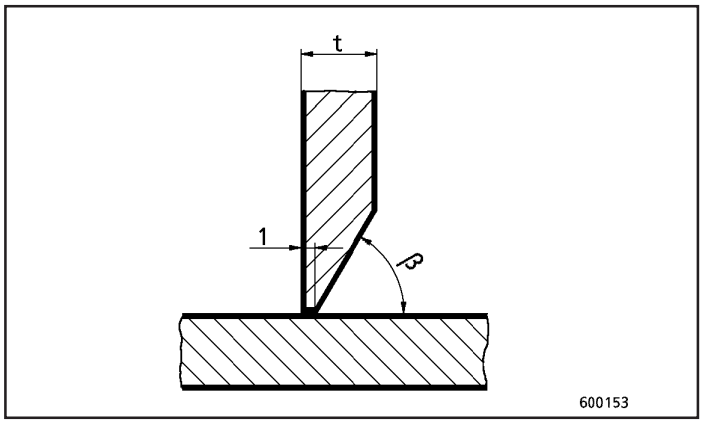


Fig.44

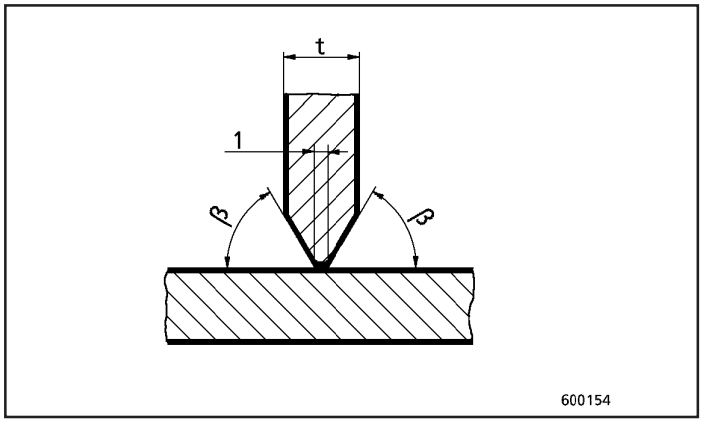


Fig.45

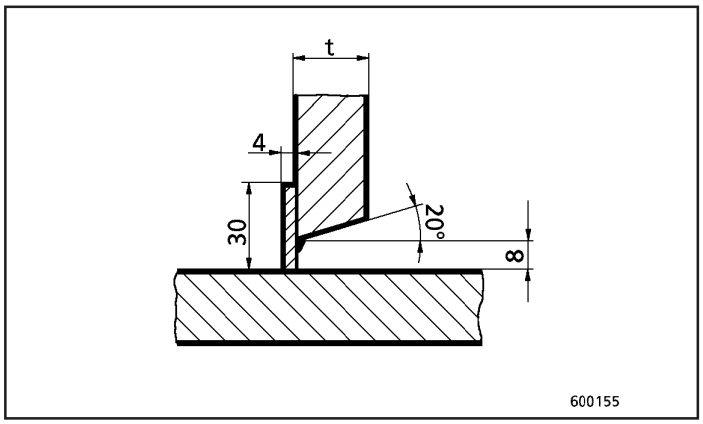


Fig.46

3.6 Seqüência de trabalho para uniões soldadas

3.6.1 Solda de topo

⊕ lado facilmente acessível
⊖ lado com acesso difícil

3.6.1.1 Solda de topo em “V”

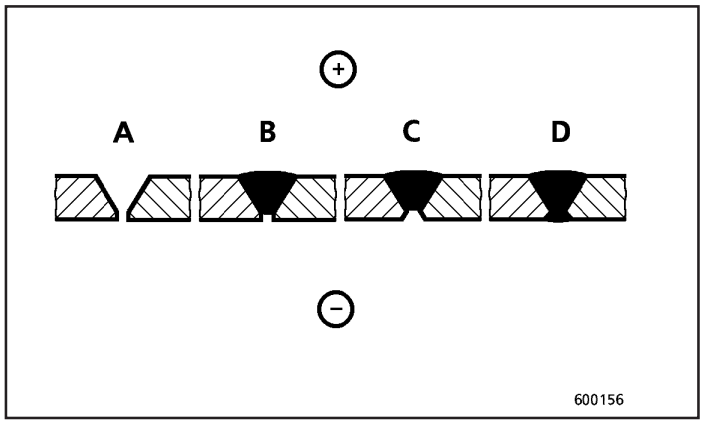


Fig.47

A União preparada
B União soldada
C Rasgo para solda na parte posterior
D Preenchimento do rasgo para solda na parte posterior

Solda de topo em “V” (Fig. 48). Cordão acessível pelos dois lados virando-se o componente

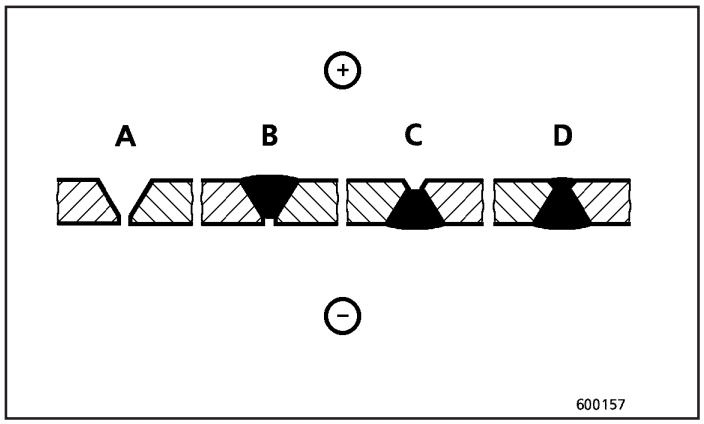


Fig.48

A União preparada
B União soldada
C Chapa virada, rasgo para solda executado
D Preenchimento do rasgo para solda

3.6.1.2 Solda de topo em duplo “V” (Fig. 49) Cordão de solda acessível pelos dois lados

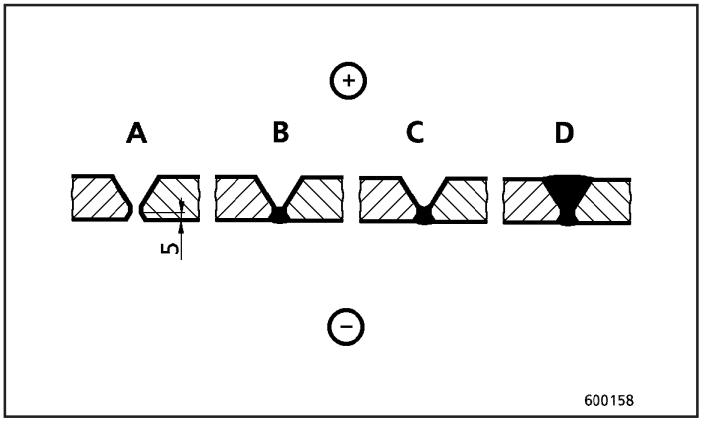


Fig.51

A União preparada
B União soldada na parte superior
C Rasgo para o segundo cordão
D União soldada

Solda de topo em duplo “V” (Fig. 50). Cordão de solda acessível pelos 2 lados virando-se o componente

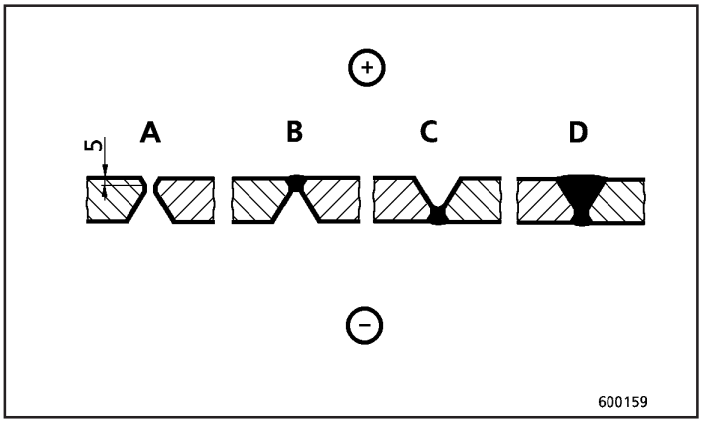


Fig.50

A União preparada
B União soldada
C Chapa virada, rasgo para solda executado
D União soldada

3.6.1.3 Solda de topo em “V” com placa posterior de apoio

Solda de topo em “V” com placa de apoio de 25 x 4 mm (Fig. 51). Cordão de solda acessível somente de um dos lados

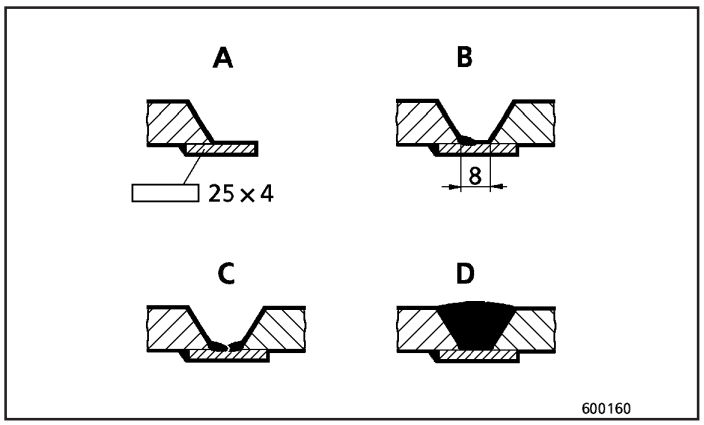


Fig.51

A Placa posterior de apoio fixada

B União preparada e primeiro cordão da raiz soldado.

C Segundo cordão da raiz soldado

D União soldada

Solda de topo em “V” com placa de apoio de 30 x 6 mm (Fig. 52). Cordão de solda acessível somente de um dos lados.

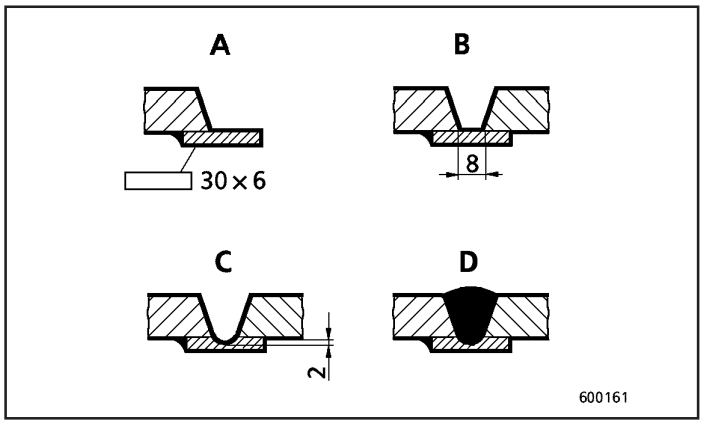


Fig.52

A Placa posterior de apoio fixada

B União preparada

C Abertura do rasgo para solda (com rebolo)

D União soldada

3.6.2 Uniões em “T”

3.6.2.1 Uniões em “T” (Fig. 53) acessíveis pelos dois lados

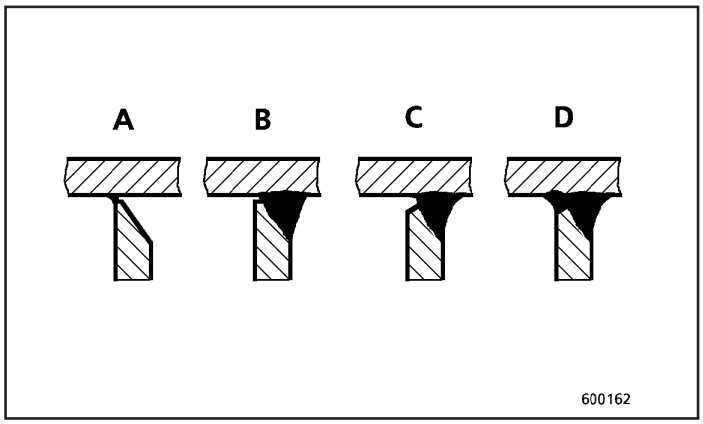


Fig.53

A Placa de base e placa lateral posicionadas

B Depósito de um cordão simples em cunha

C Rasgo aberto na raiz

D União soldada

3.6.2.2 Uniões em “T” com placa posterior de apoio (Fig. 54), acessíveis por um lado

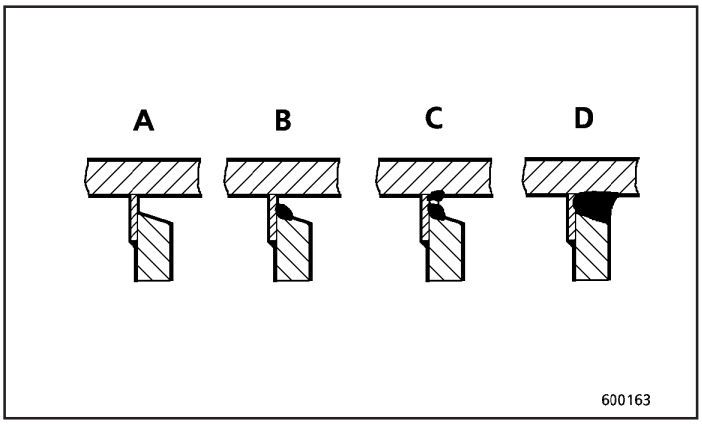


Fig.54

A Placa de apoio soldada

B 1° cordão na raiz soldado

C 2° cordão na raiz soldado

D União soldada

3.7 Fechamento de janelas abertas para operações de soldagem, renovação das áreas dos componentes

As aberturas (Fig. 55) feitas em componentes devem ser as menores possíveis, porém suficientes para permitir o acesso de ferramentas e dispositivos necessários à execução dos reparos.

Dado prático:
Aberturas de dimensões 300 mm x 200 mm são normalmente suficientes.

3.7.1 Fechamento de janelas abertas para a realização de trabalhos

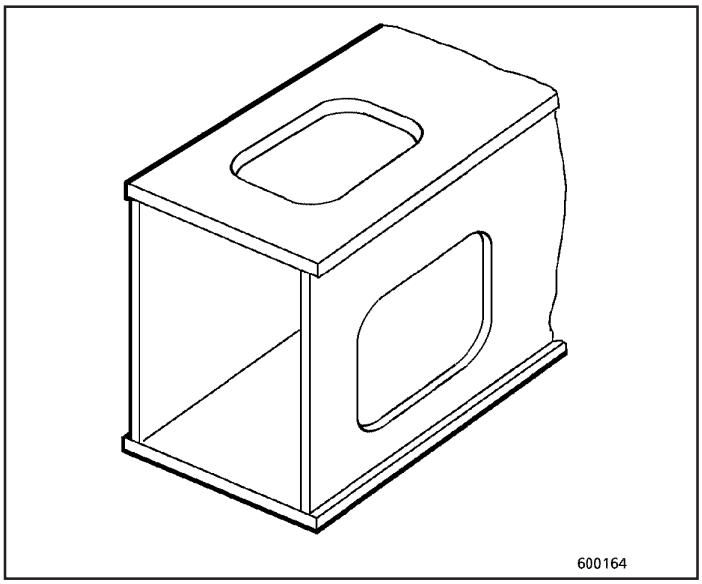


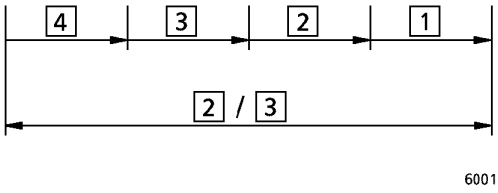
Fig.55

O exemplo acima (Fig. 55) é adequado para chapas de espessura de até 25 mm.
A Figura 56 representa o braço de profundidade de uma retroescavadeira. O diagrama de momentos mostra claramente as seções onde ocorrem as maiores cargas e tensões. O cordão (1) é, portanto, aquele que fica na região de maior tensão.

Efetue a solda no cordão (1) do centro para a esquerda e direita até o ponto médio da curva da borda. Interrompa os cordões superiores de solda aproximadamente 15 mm antes de atingir o final do cordão anterior. Deixe que o material do cordão soldado esfrie uniformemente até atingir a temperatura de aproximadamente 50° C.

Os cordões (2) e (3) devem ser soldados alternadamente utilizando a técnica de solda de base por etapas.

Técnica de solda de base por etapas



Solde o cordão (4) da mesma forma que o cordão (1).

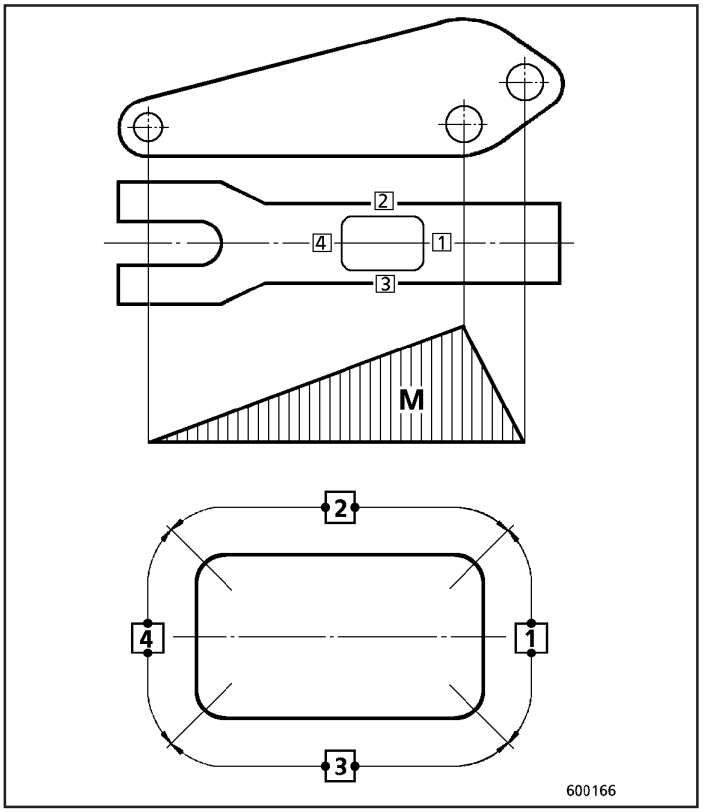


Fig.56

3.7.2 Fechamento de janelas abertas chapas laterais de seções fechadas

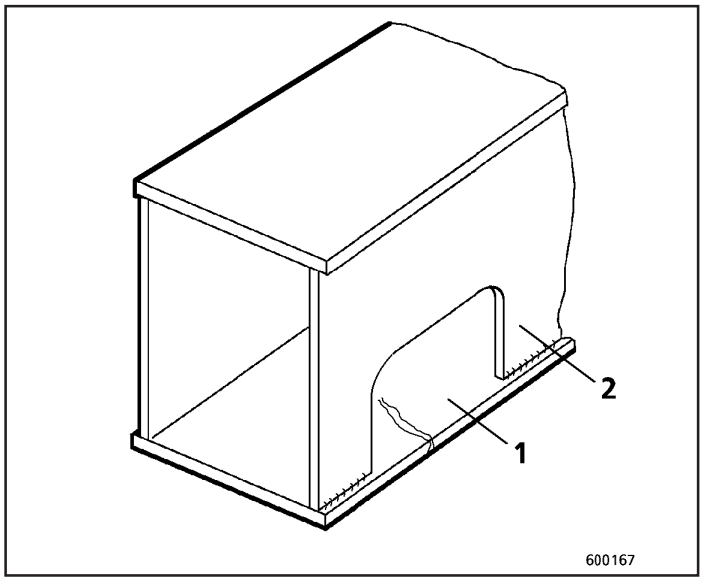


Fig.57

1. Na chapa lateral (2, Figs. 57 e 58), faça um chanfro de aproximadamente 10° de inclinação nas chapas a serem soldadas. A largura “b” do chanfro em relação à espessura da placa é mostrada na Figura 70, página 42.

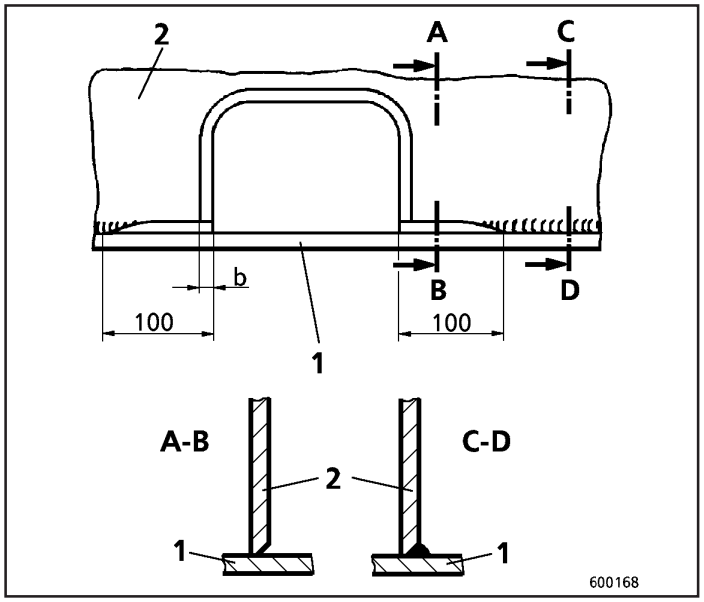


Fig.58

2. Abra rasgos longitudinais de aproximadamente 100 mm (Fig. 58) de comprimento entre a chapa de base (1) e a chapa lateral (2).

3. Fixe placas de apoio (3, Fig. 59) somente às bordas da chapa lateral.

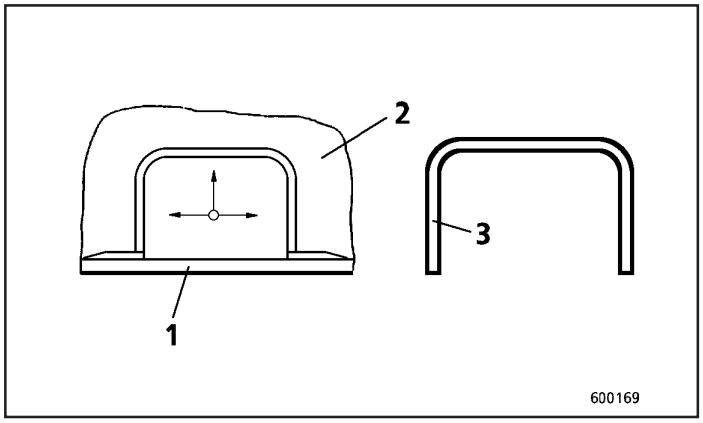


Fig.59

Prepare as placas de apoio (3) de dimensões 30 x 4 mm a partir de chapas planas de aço dobradas na borda ou cortadas com maçarico. Não ponteie placas de apoio fabricadas a partir de barras planas de aço, pois não serão suficientes para cobrir cantos arredondados.

4. Fixe as placas de apoio (3) à chapa lateral (2) utilizando grampos com parafusos (Fig. 60). Não ponteie, e sim solde-as com um filete de solda de 3 mm ao redor de todo o perímetro (Fig. 61).

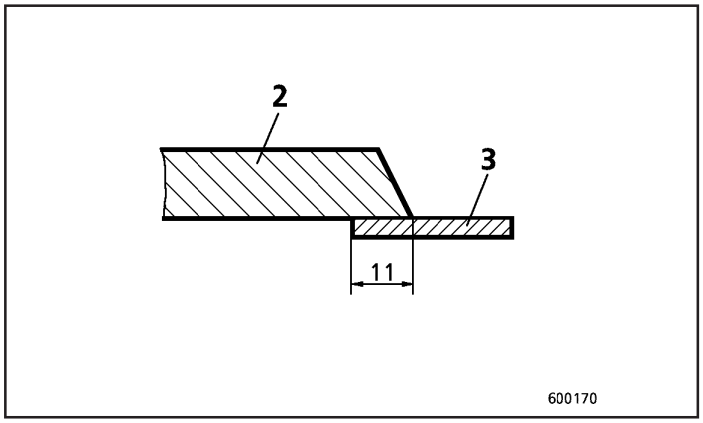


Fig.60

Após soldar o filete, limpe a superfície de contato para a placa de cobertura removendo todos os vestígios de respingos de solda (Fig. 61).

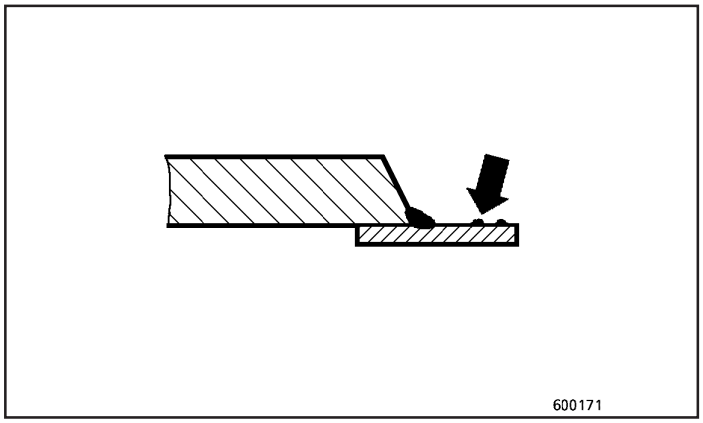


Fig.61

5. Prepare a placa de cobertura (5, Fig. 62) para o fechamento da janela de reparo. Para este fim, utilize uma nova placa com a mesma espessura e chanfrada conforme mostrado. A largura (b) é especificada na Figura 70, página 42.

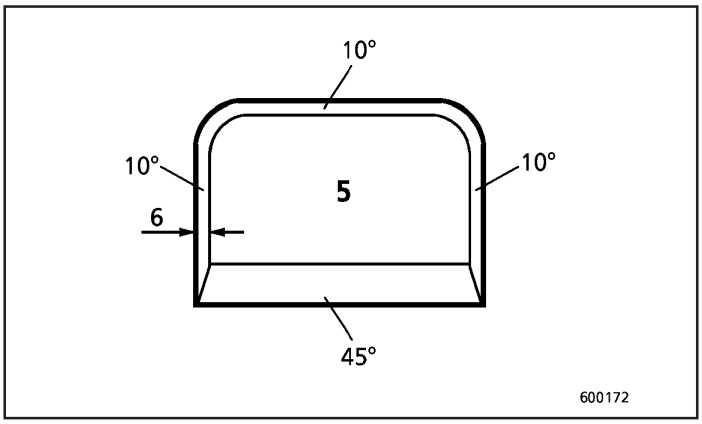


Fig.62

6. Fixe a placa de cobertura (5, Fig. 63) e verifique se a solda foi executada corretamente.

   A placa de cobertura deve manter contato com a placa de apoio em todo o perímetro.

   Em caso de deformação devido à operação de soldagem, a placa de apoio deve ser endireitada.

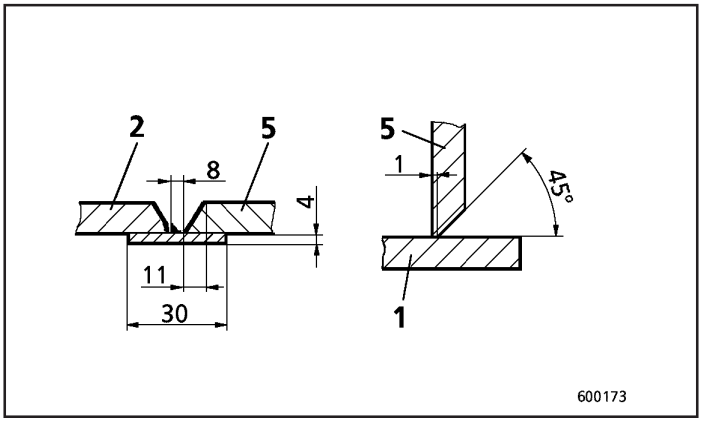


Fig.63

Pressione a placa de cobertura (5, Fig. 64) contra a placa de apoio utilizando grampos com parafusos. Em oficinas, este tipo de operação pode ser executado em seções fechadas com largura de até 1,5 m.

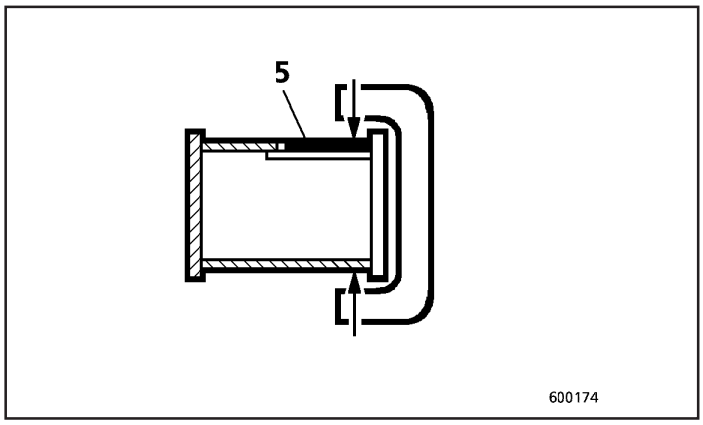


Fig.64

Se não for possível utilizar grampos com parafusos, a placa de cobertura deve ser fixada com “placas de travamento” (6, Fig. 65). Fixe as placas de travamento (6) à chapa lateral (2) utilizando um filete de solda. Fixe a placa de cobertura (5) soldando em cunha (7) suas bordas às da placa de apoio.

Após a soldagem da placa de cobertura, remova as placas de travamento utilizando um maçarico.

Usine as áreas soldadas com um rebolo de modo a deixá-las uniformes e limpas.

Não retire as placas de travamento utilizando um martelo.

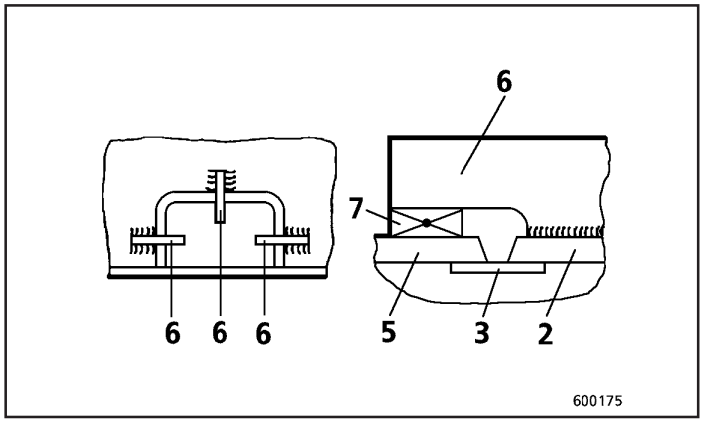


Fig.65

7. Solda na placa de cobertura (Fig. 66)

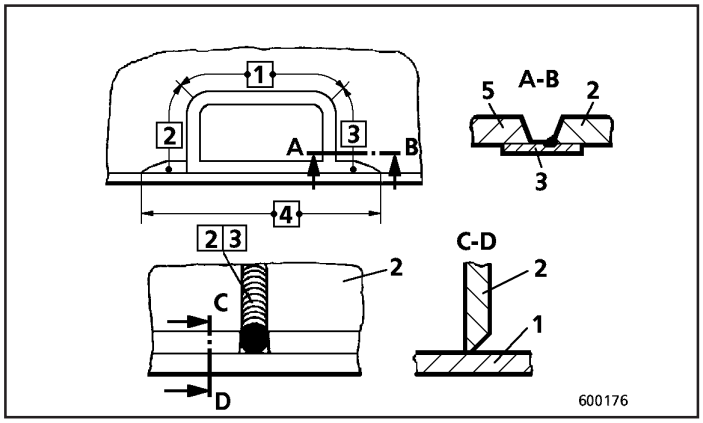


Fig.66

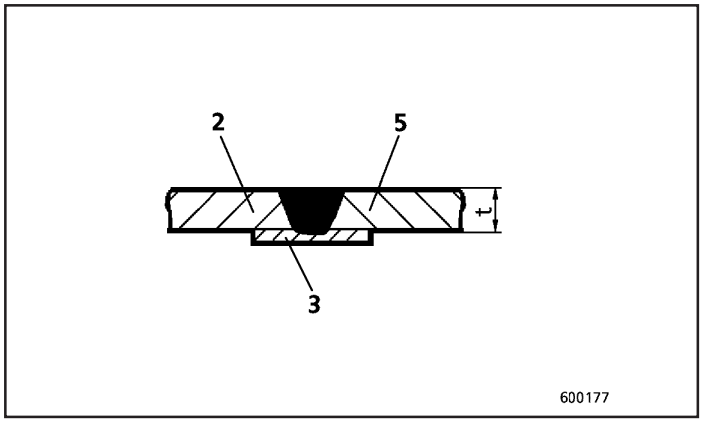
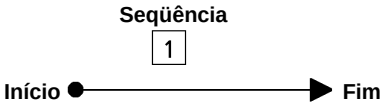


Fig.67

É fundamental observar a seqüência de soldagem mostrada. Os símbolos utilizados significam:



Deposite o cordão de solda (1) aproximadamente até o ponto central da curvatura no canto. Posicione o primeiro filete exatamente entre a placa de cobertura (5) e a placa de apoio (3). O filete superior deve terminar aproximadamente 15 mm antes do término do filete imediatamente inferior. Após a soldagem do filete (1), a placa de cobertura pode se retrair. Dê prosseguimento à operação depositando os filetes (2) e (3). Certifique-se de que os filetes (2) e (3) ajustem-se às extremidades do filete (1) (preparação através de usinagem). Solde as outras extremidades até a chapa de base. A extremidade dos filetes (2) e (3) sobre a chapa de base devem ser acabados conforme mostrado na Figura 66, de modo a obter-se o mesmo formato da união soldada entre as chapas lateral e de cobertura.

Finalize a seqüência soldando o filete (4). As extremidades dos filetes (2) e (3) não devem apoiar-se sobre interrupções ou pontos de partida do filete (4). Se possível, solde o filete (4) com um cordão contínuo de uma extremidade à outra.

Dê o acabamento usinando com um rebolo as superfícies dos filetes (1), (2) e (3) em conjunto com as chapas adjacentes (Fig. 67).

3.7.3 Substituindo uma seção de uma chapa de base

3.7.3.1 Chapa de base saliente

Em uma seção fechada contendo duas chapas laterais (Fig. 68) uma seção de uma chapa de base deve ser substituída por outra nova.

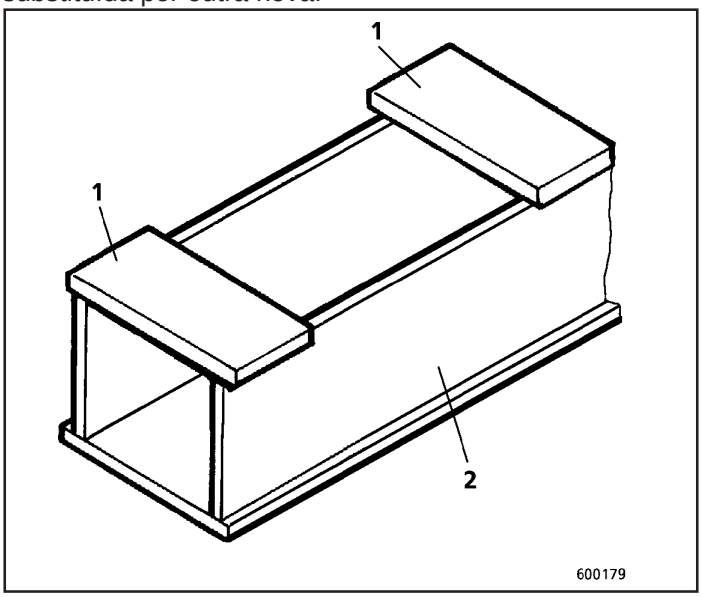


Fig.68

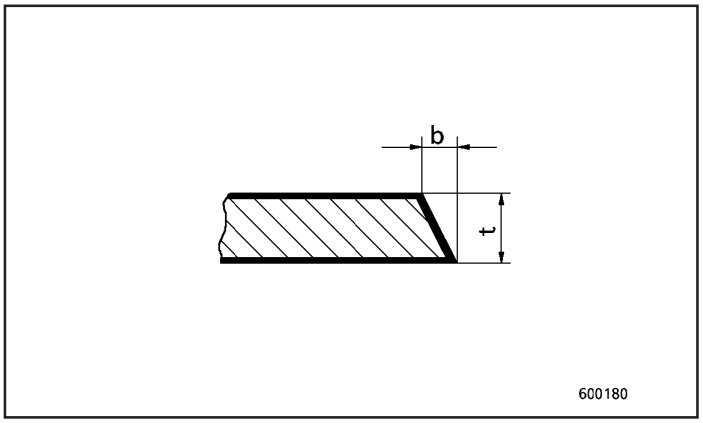


Fig.69

1. Faça um chanfro a 10° para solda. A largura “b” (Fig. 69) pode ser obtida na tabela da Figura 70 abaixo.

Espessura da chapa (mm)	Largura do chanfro (mm)
8	2,0
10	2,0
12	2,5
15	3,0
20	3,5
25	4,5
30	5,5
35	6,5
40	7,0
45	8,0
50	9,0

Fig.70

2. Faça um rasgo longitudinal de aproximadamente 100 mm entre a chapa lateral (2, Figs. 68 e 69) e de base (1) a partir do ponto em que a nova peça será fixada.

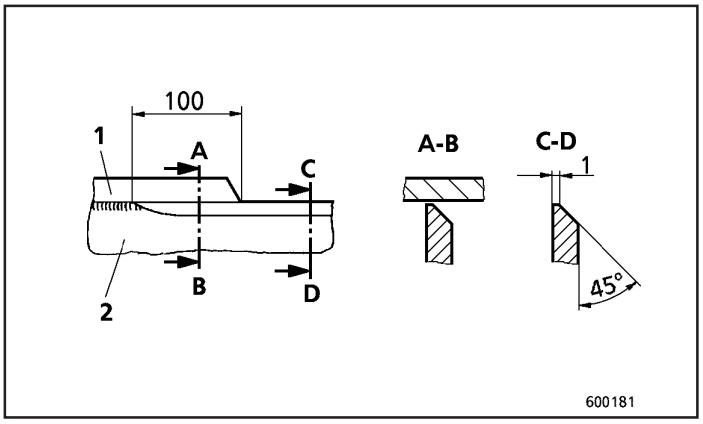


Fig.71

3. Fixe placas posteriores de apoio (3 e 4, Figs. 72 e 73) nas duas extremidades remanescentes da chapa de base (1). Ajuste as chapas de maneira apropriada e eliminando qualquer folga.

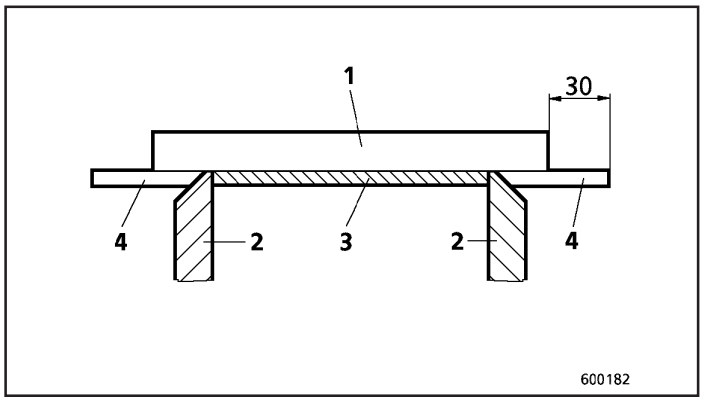


Fig.72

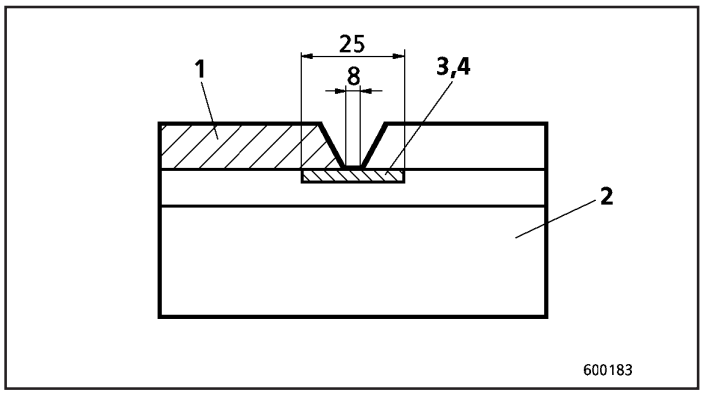


Fig.73

Para as placas de apoio (3,4), utilize chapas planas de dimensões 25 x 4 mm. Fixe a placa de apoio (3) **exatamente** sobre as duas chapas laterais (2). Adapte placas de apoio (4) externas às uniões das chapas laterais (4), posicionando-as de forma que ultrapassem a borda aproximadamente 30 mm.

4. Ponteie as placas de apoio (3) entre as chapas laterais. Se ocorrer deformação devido ao processo de soldagem (Fig. 74) as placas de apoio devem ser endireitadas.

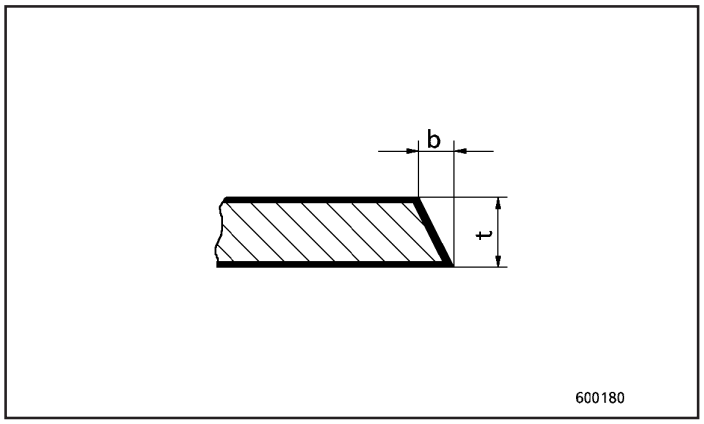


Fig.74

5. Solde as placas de apoio (3, Fig. 75) com um filete fixando-as às chapas laterais (2).

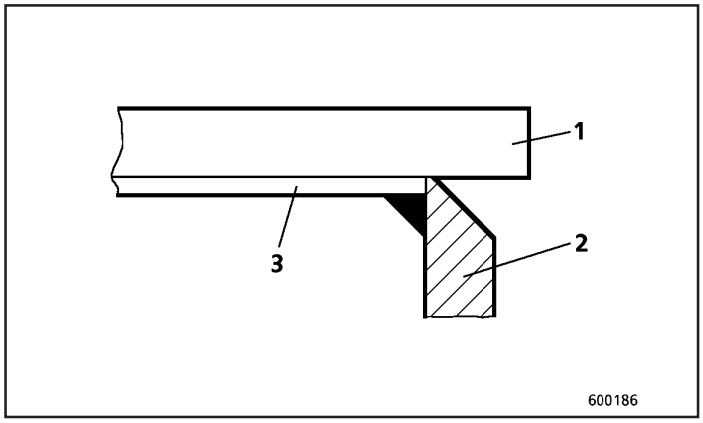


Fig.75

6. Ponteie as placas de apoio (4, Fig. 76) à face externa das chapas lateral e de base.

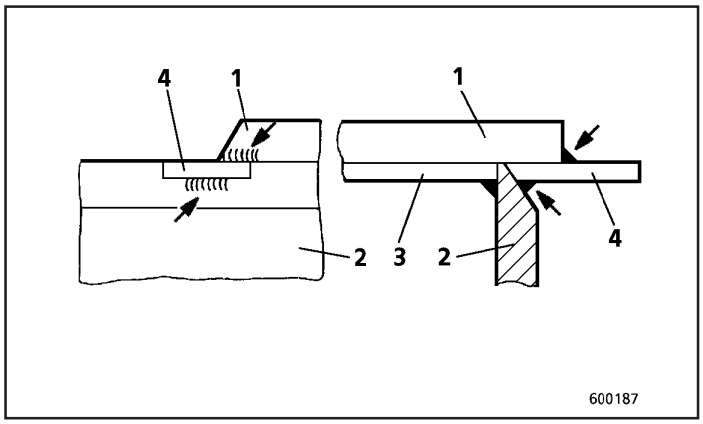


Fig.76

7. Ponteie as lingüetas (5, Fig. 77) às placas de apoio (4). Consulte também a seção “Extremidades das soldas de topo”.

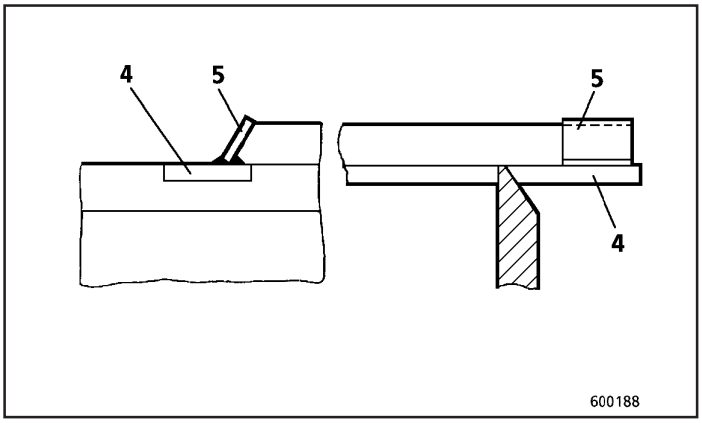


Fig.77

8. Adapte a nova chapa de base (6, Fig. 78). A peça antiga previamente retirada não deve ser reutilizada. Certifique-se de que a nova peça fique apoiada corretamente sobre seu suporte.

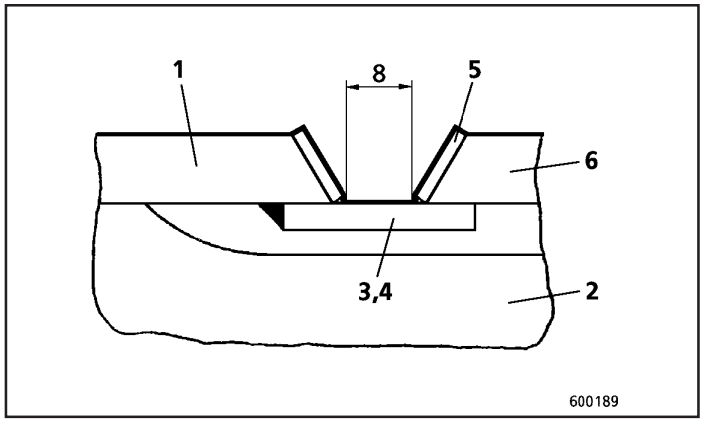


Fig.78

9. Solde os dois filetes (Fig. 79) conforme mostrado, sem interrupções e sem regiões ponteadas.

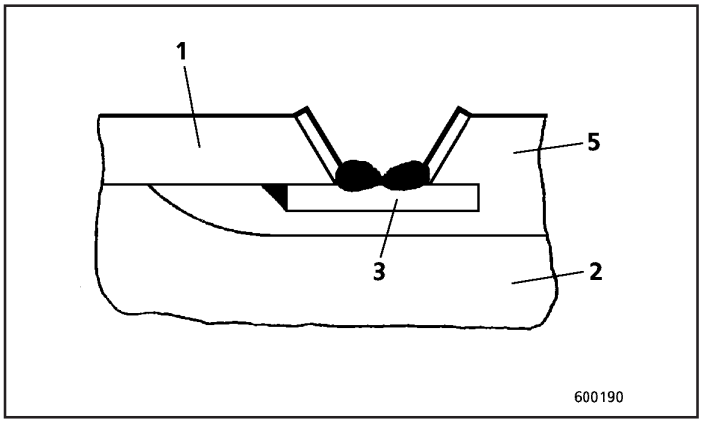
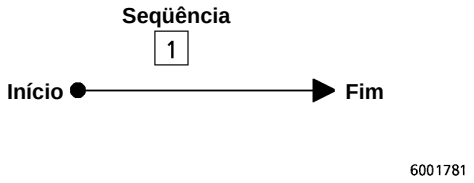


Fig.79

10. Solde a nova chapa de base obedecendo à risca a seqüência mostrada (Fig. 80). Os símbolos possuem o seguinte significado:



Filete (1) - transversal na área da chapa de base sujeita a elevadas tensões. Solde o filete completamente.

Filetes (2) e (3) - longitudinal nas direções indicadas pelas setas.

Filete (4) - transversal completo.

Filetes (5) e (6) - longitudinais nas direções indicadas pelas setas.

Solde os filetes (1) e (4) até que se depositem sobre as lingüetas (4) de 50 mm de comprimento. Remova as lingüetas após o processo utilizando uma rebarbadeira.

As superfícies dos filetes transversais devem ser acabadas e estar alinhadas com as chapas adjacentes. Efetue o acabamento apropriado nos filetes longitudinais na região de encontro com os filetes transversais. As linhas de direção de usinagem devem correr paralelas às linhas longitudinais de solicitação mecânica. Se possível, os filetes transversais devem ser posteriormente submetidos as um teste por ultra-som.

Dica prática:
Durante a soldagem dos filetes longitudinais (2), (3), (5) e (6), não deve haver interrupções no cruzamento com os filetes transversais.

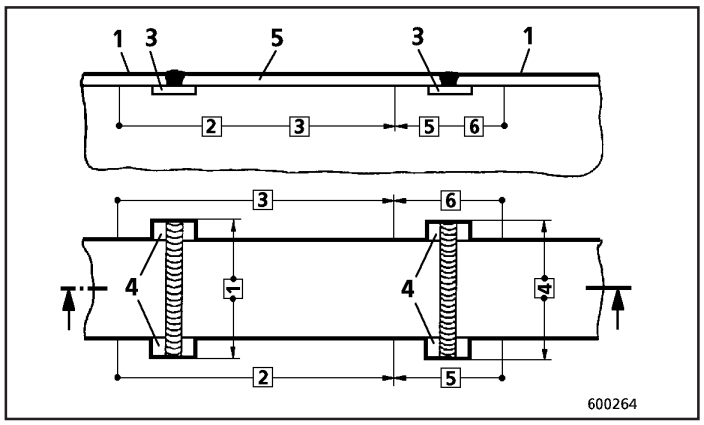


Fig.1

3.7.3.2 Chapa de base rebaixada

O exemplo a seguir mostra como adaptar uma nova chapa de base rebaixada soldando-a em uma seção fechada com duas chapas laterais (Fig. 81).

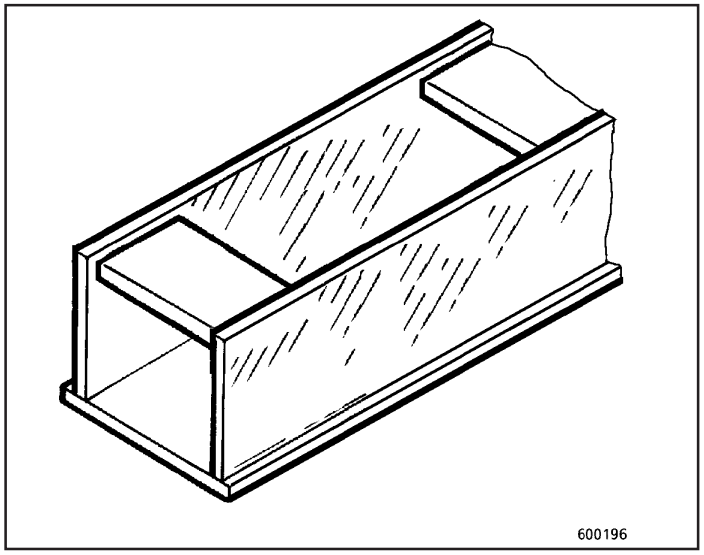


Fig.81

Seqüência de trabalho:

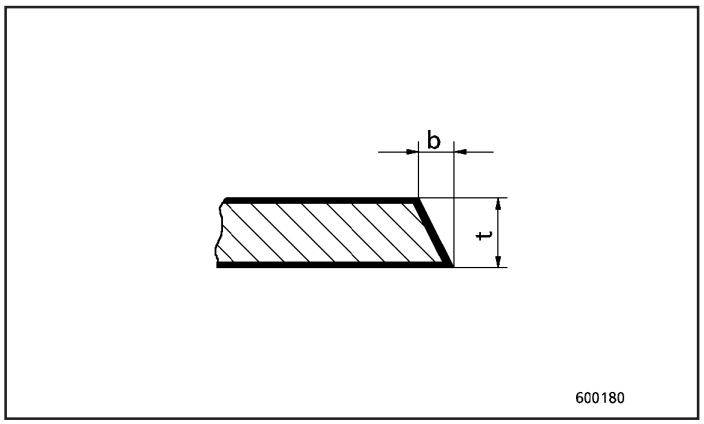


Fig.82

1. Faça um chanfro em ângulo de 15° A largura (b, Fig. 82) pode ser obtida na Figura 70, página 42.
2. Faça um rasgo longitudinal de aproximadamente 100 mm entre a chapa lateral (2, Fig. 83) e de base (1) além da borda da chapa de base.

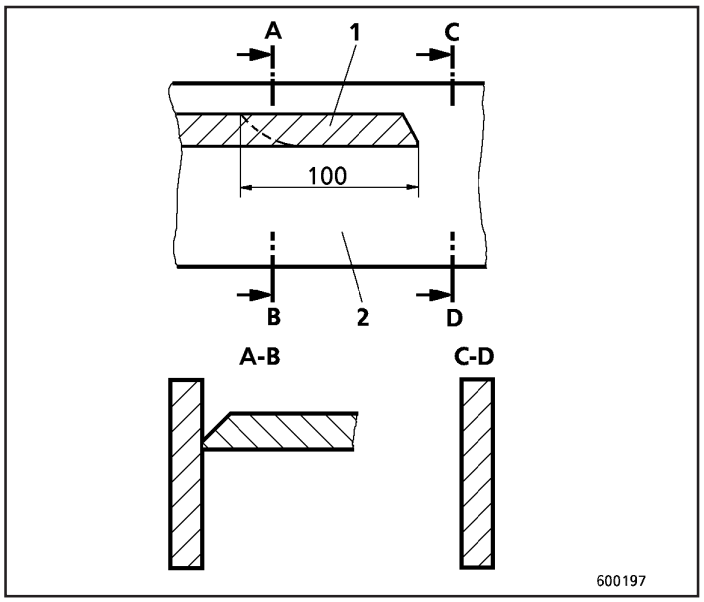


Fig.83

3. Fixe placas posteriores de apoio (3, Figs. 84 e 85) nas duas extremidades remanescentes da chapa de base (1). Ajuste as chapas de maneira apropriada e eliminando qualquer folga.

   Para as placas de apoio (3), utilize chapas planas de dimensões 25 x 4 mm. Fixe a placa de apoio (3) sem deixar folgas em relação às duas chapas laterais (2).

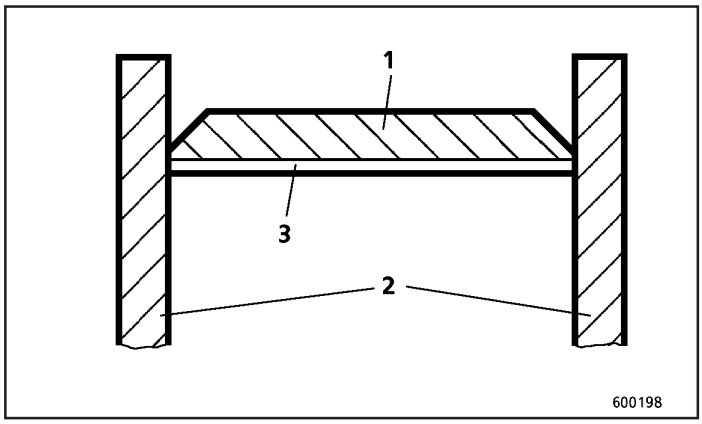


Fig.84

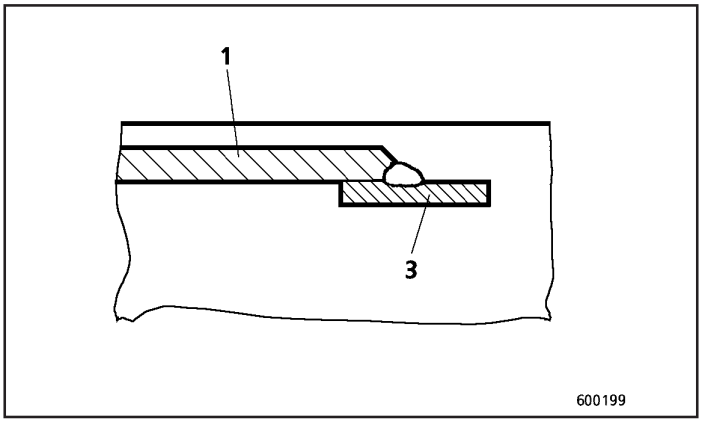


Fig.85

4. Ponteie as placas de apoio (3) entre as chapas laterais (Figs. 85 e 86). Se ocorrer alguma distorção devido ao processo de soldagem, as placas de apoio devem ser endireitadas.

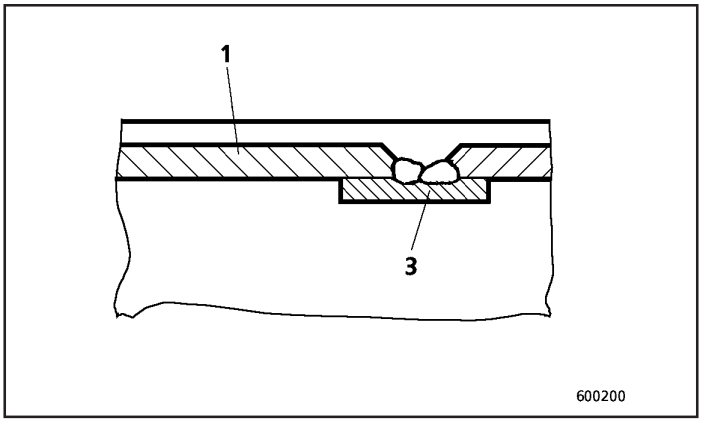


Fig.86

5. Solde a nova chapa de base obedecendo à risca a seqüência mostrada (Fig. 87). Com relação aos filetes, consulte o item 10 à página 44.

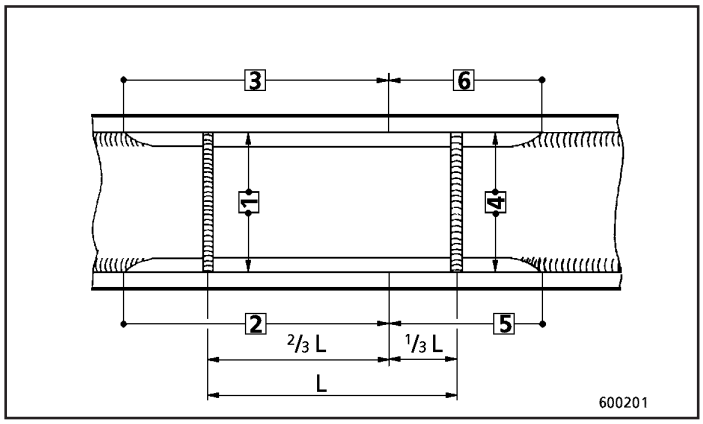


Fig.87

3.7.3.3 Causas possíveis de danos em chapas de base

Os seguintes defeitos podem ocorrer em chapas de base de seções fechadas:

1. Trincas transversais

A chapa de base pode apresentar trincas transversais em relação ao componente fixado a ela.

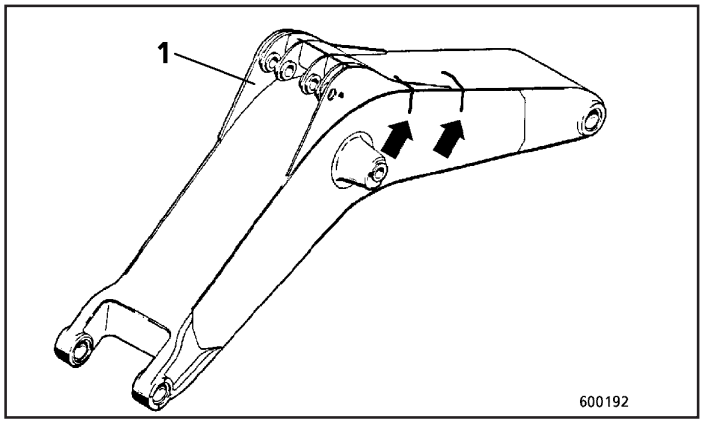


Fig.88

Motivo :

Expansão do componente impedida pelo dimensionamento inadequado ou por outros elementos soldados como blocos de base para mancais, nervuras, placas de reforço etc.

Medidas corretivas:

O componente pode quase sempre ser reparado com solda. Para um reparo durável, o componente deve ser aberto para permitir operações de soldagem em áreas sujeitas a tensões elevadas.

2. Trincas ao longo da espessura da chapa

A chapa pode apresentar este tipo de trinca (quase exatamente no centro) conforme mostrado na Figura 89.

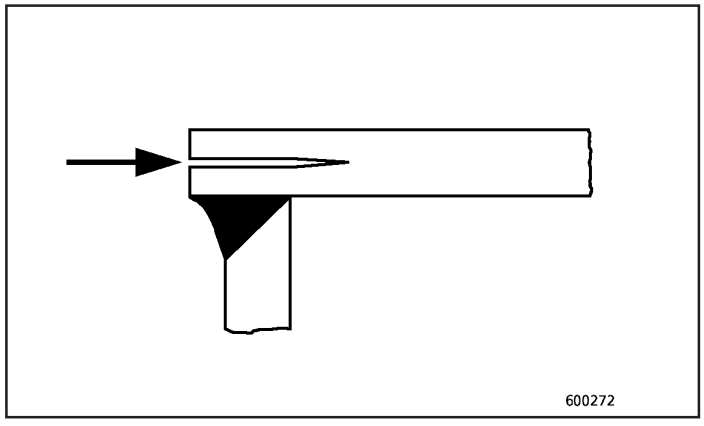


Fig.89

Motivo:

Existência de inclusões não-metálicas na liga (defeito de segmentação), distribuídas ao longo de toda a extensão da chapa na região central de sua espessura).

Medidas corretivas:

A chapa não pode ser reparada com solda.
Para reparos duráveis, a chapa danificada deve ser substituída. Admite-se que áreas da chapa que ainda não exibam trincas poderiam vir a apresentá-las como resultado das tensões dinâmicas a que o componente é submetido.

3. Trincas longitudinais

A chapa de base pode apresentar trincas longitudinais em relação ao componente (paralelas à borda da chapa (Fig. 90).

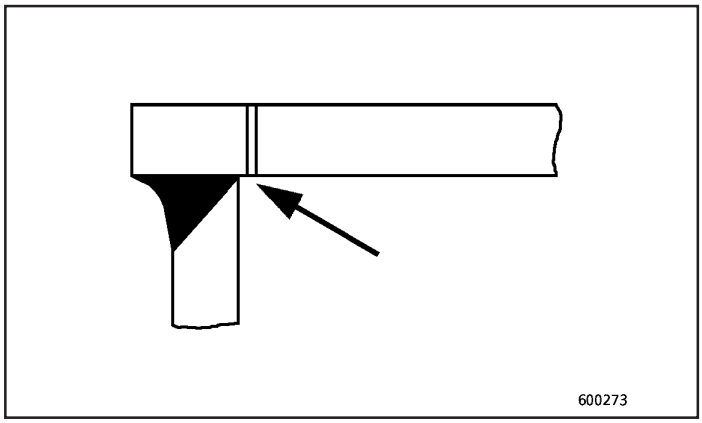


Fig.90

Motivo:

O componente não apresenta comportamento estável. A chapa de base é deformada sob a ação de cargas dinâmicas, resultando em deformação no material na transição entre a solda e a chapa.

Medidas corretivas:

A chapa não pode ser reparada com solda.
Para reparos duráveis, a chapa deve ser substituída na região da trinca. A nova chapa deve ser mais espessa do que a original, de modo a reduzir as deformações a níveis aceitáveis.

3.7.3.4 Reparo de um braço de elevação com chapa de base saliente

A chapa superior do braço de elevação apresenta trincas (setas, Fig 91).

1. Remova o olhal de suporte (1, Fig. 91).

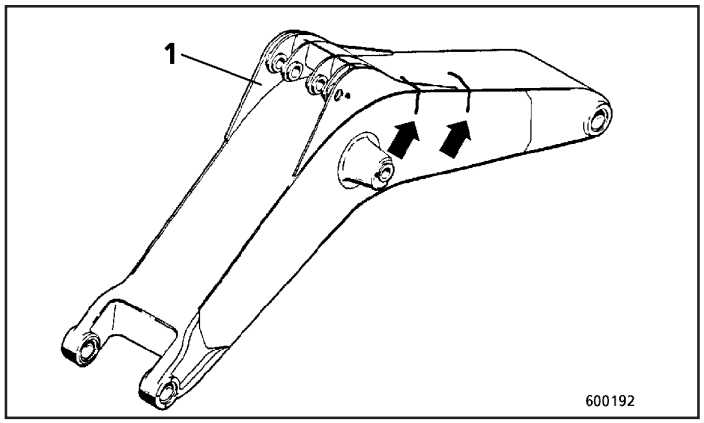


Fig.91

2. Remova a chapa de base superior na região da trinca (Fig. 92).

Recomendação:

Remova completamente a seção curva da chapa de base superior.

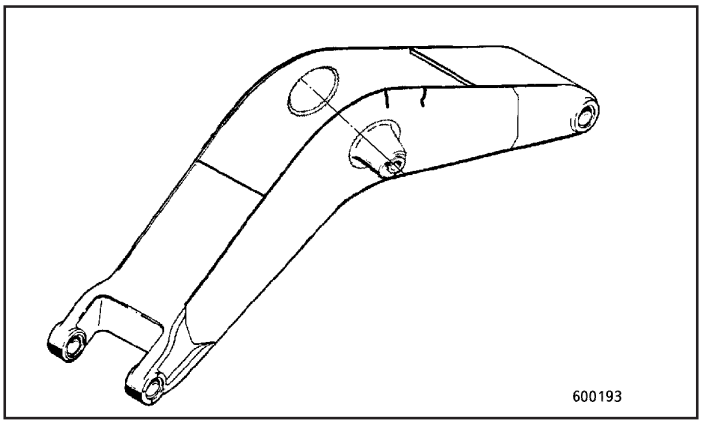


Fig.92

3. Repare o dano no interior da seção fechada e nas paredes internas.

4. Solde a nova chapa de base superior (Fig. 93). Aumente a espessura da chapa entre 5 e 10 mm.

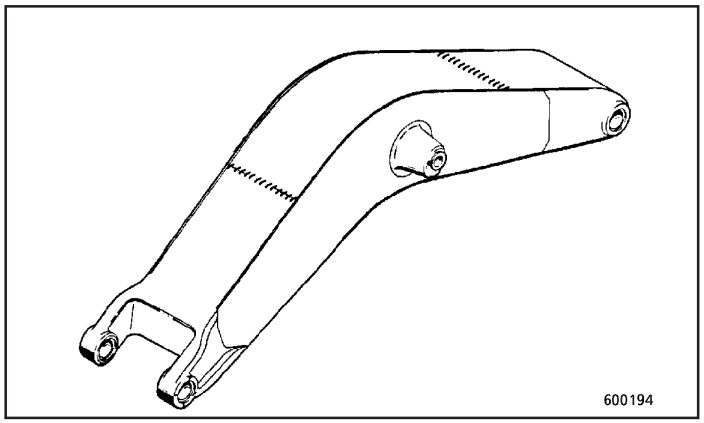


Fig.93

5. Solde o olhal de suporte de volta em sua posição (Fig. 94).

A usinagem das partes cortadas não é geralmente necessária se a montagem com solda tiver sido cuidadosamente efetuada.

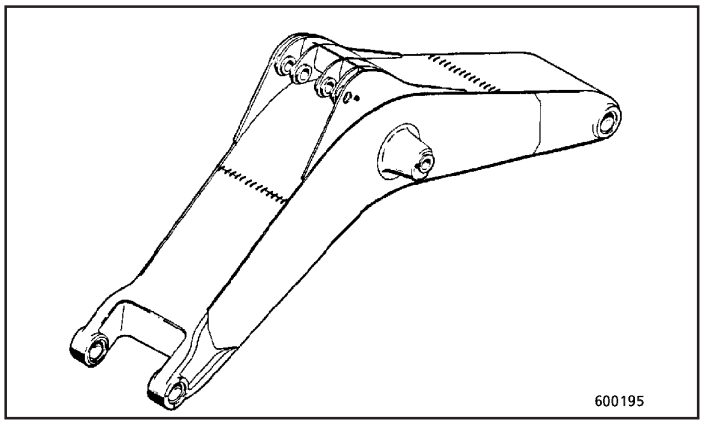


Fig.94

4. REFORÇANDO COMPONENTES DE AÇO

O reforço em componentes de aço utilizando solda pode ser feito das seguintes maneiras:

- Recobrindo a área danificada (após efetuado o reparo) com chapas de reforço visando a redução das tensões mecânicas nesta região.
- Eliminando as deficiências causadas por modificações na forma como, por exemplo, o caso problemático de abertura e fechamento de seções, formato e dimensões de nervuras, configuração dos vértices na estrutura etc.
- Eliminando as deficiências alterando-se o formato de peças (como, por exemplo, de aço forjado) através de operações de soldagem.

A necessidade de reforço em um componente deve, se possível, ser comprovada por análises simples.

4.1 Chapas de reforço

4.1.1 Dimensões

- **Comprimento de chapas de reforço**

  As extremidades das chapas de reforço são pontos onde entalhes metalúrgicos e induzidos pela forma podem ser gerados e causar danos devido à concentração de tensões (Parte A, Fig. 1).

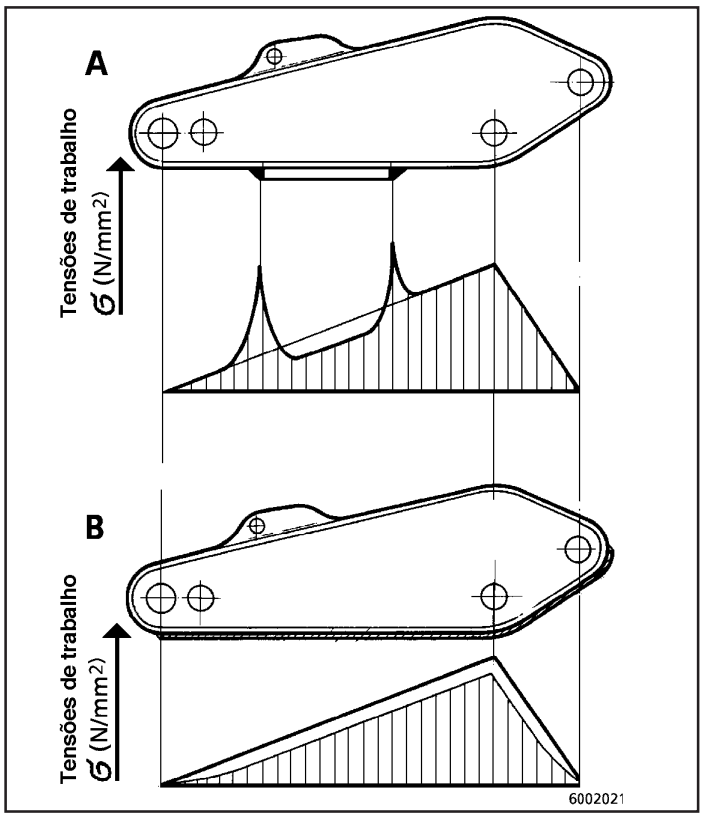


Fig.1

As chapas de reforço devem, portanto, ser dimensionadas de forma que suas extremidades estejam posicionadas em áreas com baixos níveis de tensão (Parte B, Fig. 1).

- **Espessura de chapas de reforço**

  A espessura das chapas de reforço não deve ultrapassar 60% da espessura da chapa a ser reforçada (Fig. 2).

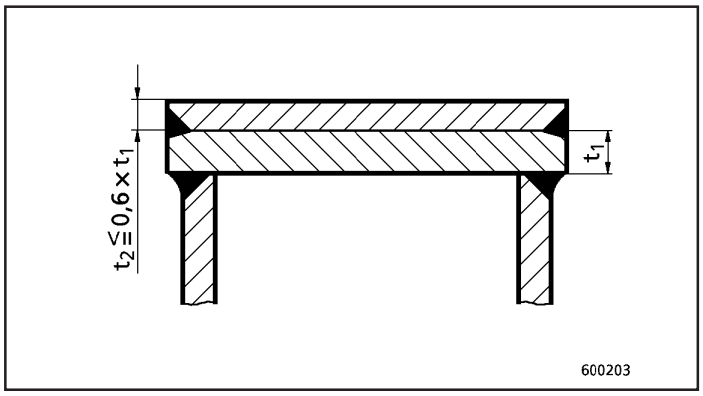


Fig.2

Uma análise mostra que chapas de reforço mais espessas não podem ser ligadas à chapa original pois os filetes de solda necessários teriam que ser muito grandes.

Além disso, chapas de reforço mais espessas levam à formação de entalhes mecânicos induzidos pela forma e tornam o componente mais pesado do que o realmente necessário.

- **Largura das chapas de reforço**

  Em componentes de aço, a tensões são freqüentemente maiores nas proximidades das bordas. As chapas de reforço devem, portanto, possuir a mesma largura das chapas a serem reforçadas (A, Fig. 3).

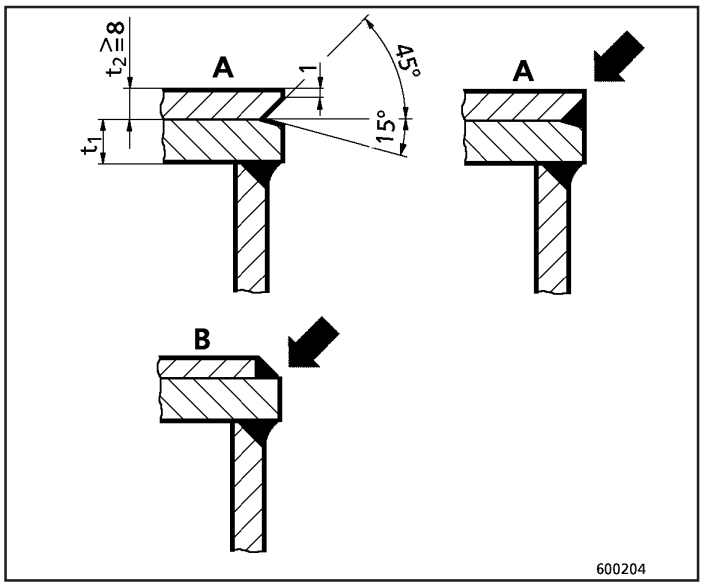


Fig.3

Por motivos de ordem prática, as chapas de reforço com espessura inferior a 8 mm não podem ser chanfradas. Nestes casos, a chapa de reforço (B, Fig. 3) deve ser mais estreita para oferecer espaço suficiente para a deposição do filete de solda.

As bordas superiores (seta, Fig. 3) da chapa a ser reforçada e da chapa de reforço não devem ser fundidas entre si.

4.1.2 Formatos de chapas de reforço

As chapas de reforço devem, se possível, possuir formatos simples e cantos retos (Figs. 4 e 5).
Para permitir o alívio das tensões nos filetes transversais, deve-se criar rasgos para a soldagem (Fig. 4).

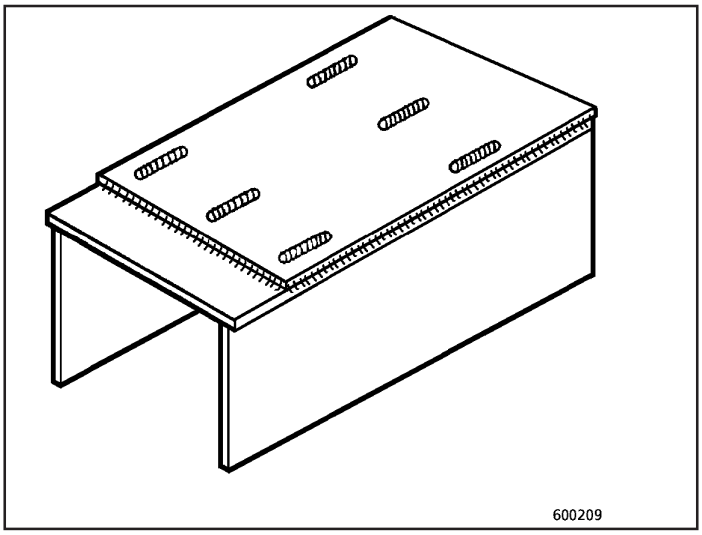


Fig.4

Outra possibilidade consiste na soldagem de tiras de chapas. Neste caso, os filetes longitudinais devem ser soldados continuamente.

Vantagens:

As regiões das bordas, onde normalmente as tensões são elevadas, são reforçadas. Outra vantagem é a redução de peso (Fig. 5).

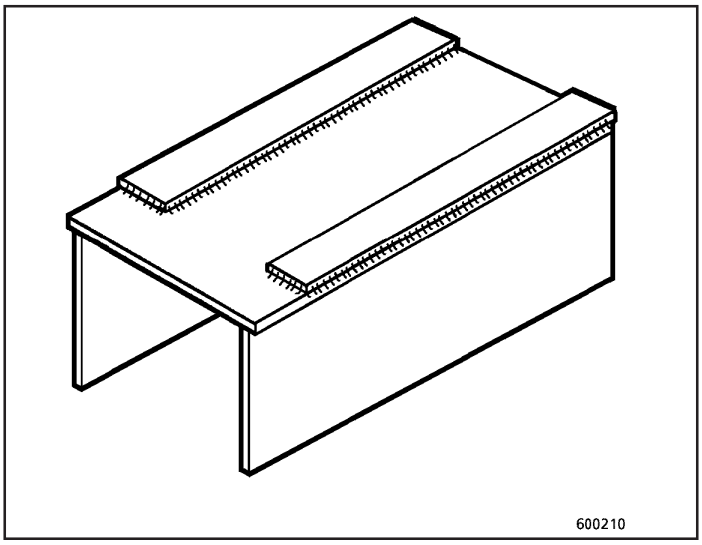


Fig.5

Tiras pequenas de chapas, chapas planas de aço ou barras de aço largas e planas podem ser mais facilmente dobradas e soldadas (Fig. 5)

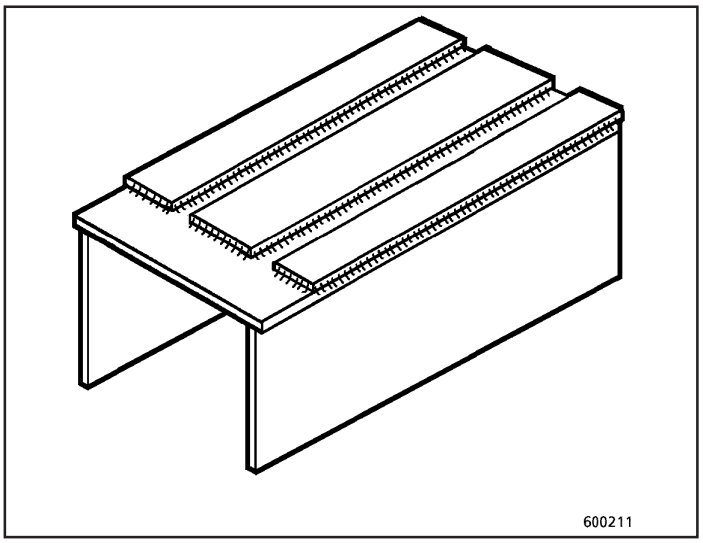


Fig.6

Chapas com formato não linear (Figs. 7 e 8) são difíceis de cortar e não oferecem nenhuma vantagem adicional com relação à distribuição dos esforços.

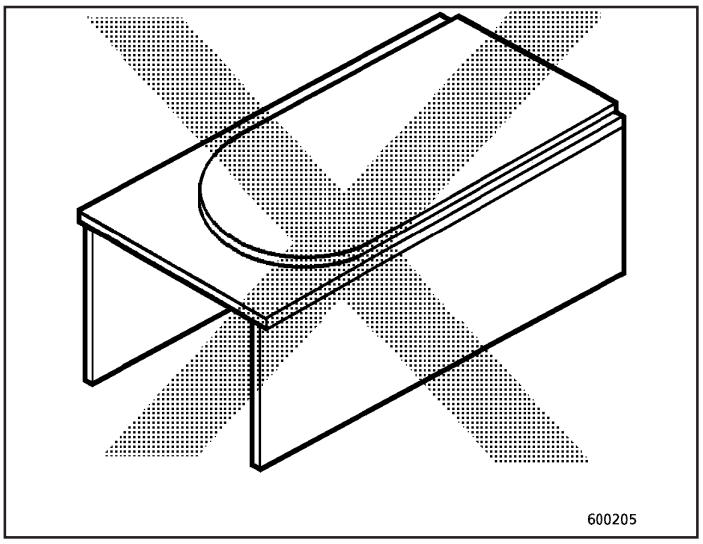


Fig.7

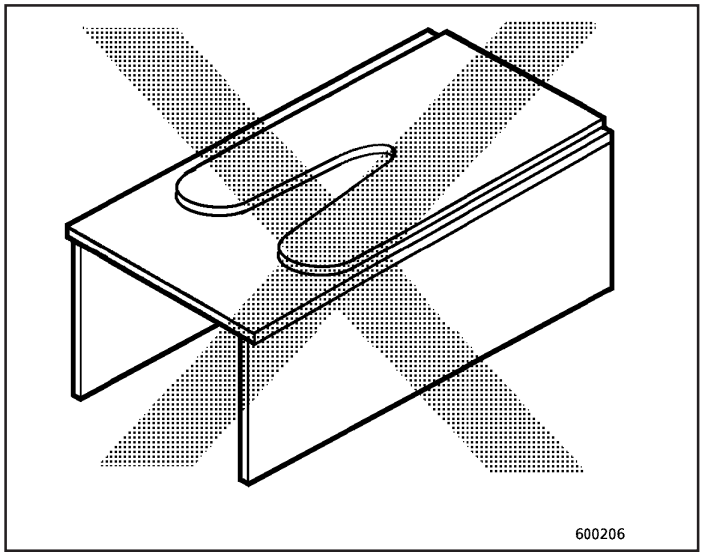


Fig.8

4.1.3 Rasgos para a soldagem

Além dos filetes de solda ao longo das bordas externas, os filetes em rasgos internos também visam melhor a fixação das chapas de reforço (Figs. 9 e 10).

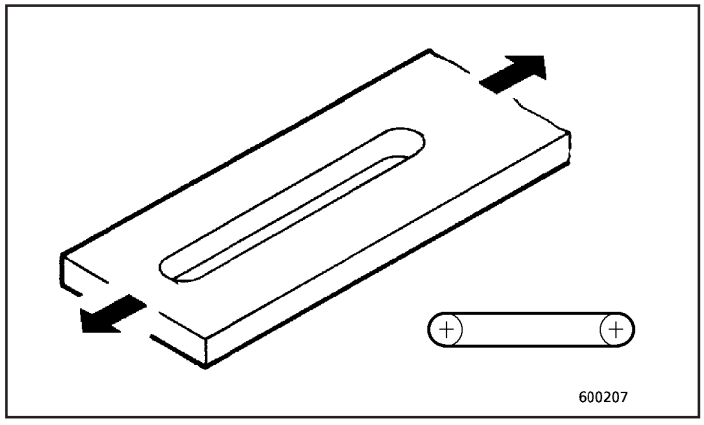


Fig.9

Efetue o acabamento dos rasgos usinando furos de batente, tornando o rasgo oblongo (Fig. 9).

Largura do rasgo = 2 vezes a espessura da chapa (Fig. 9).

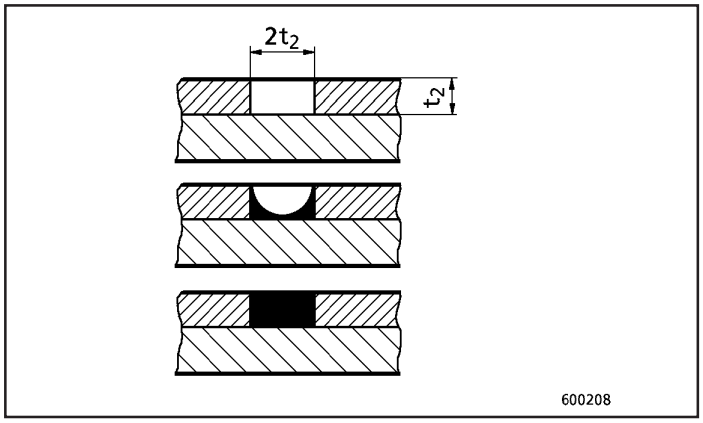


Fig.10

Os filetes de solda nos rasgos proporcionam uma união ideal entre a chapa de reforço e a chapa a ser reforçada.

Rasgos de formato circular são desvantajosos (Fig. 11).

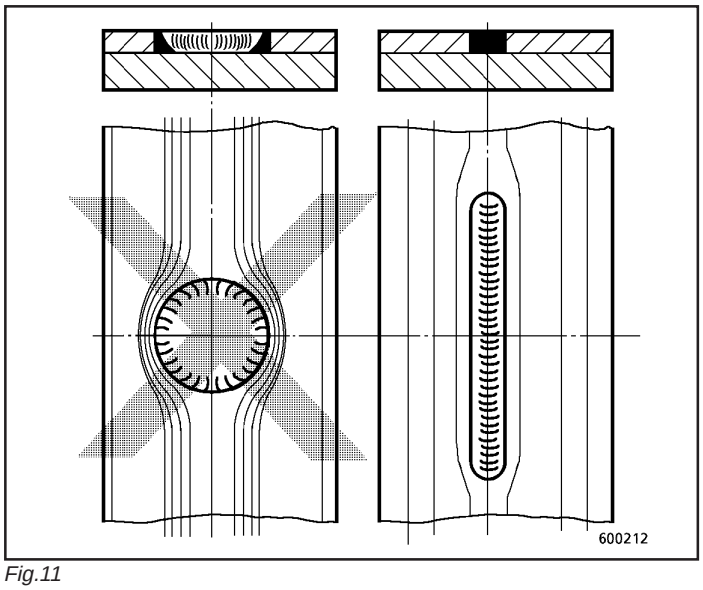


Fig.11

As seções do filete que são transversais à direção principal não suportam esforços e não podem, portanto, ser consideradas como parte da seção resistente.
Desta forma a seção resistente da chapa de reforço fica seriamente diminuída.
Além disso, as bordas do furo são pontos de concentração de tensões.

4.1.4 Montagem de chapas de reforço

As chapas de reforço devem manter toda a sua superfície em contato com as chapas a serem reforçadas, ou seja, elas devem apoiar-se tanto quanto possível sobre a chapa de base. Se possível não deve existir nenhuma folga.
Em componentes relativamente pequenos e com chapas finas, o conjunto deve ser pressionado utilizando-se grampos parafusados (Fig. 12).

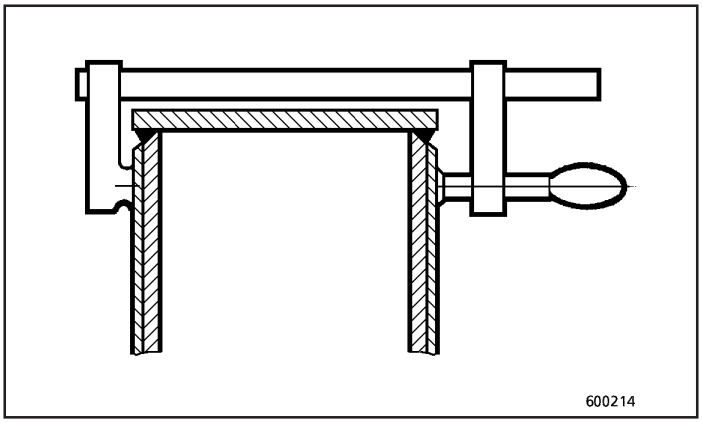


Fig.12

Em componentes maiores e chapas mais espessas, as chapas de reforço devem ser mantidas na posição utilizando-se cunhas (Fig. 13).
Entretanto, esta montagem somente é possível nas extremidades das chapas. O corte e solda de cunhas de fixação devem ser feitos de maneira apropriada. Nunca retire as cunhas utilizando um martelo.

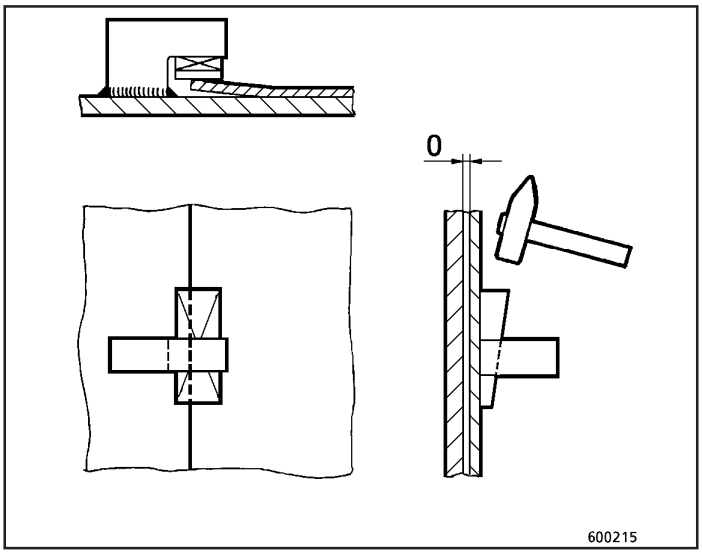


Fig.13

A área central das chapas pode ser pressionada até a posição correta por meio de parafusos (Fig. 14).
Este procedimento é particularmente recomendado para maiores seções da chapa. Os prisioneiros podem ser colocados em posição favorável próximos aos rasgos para soldagem.

Após pontear um prisioneiro, este pode ser removido por impacto. A área de onde os prisioneiros foram retirados da chapa de base deve ser cuidadosamente acabada (usinada com rebolo) antes que o rasgo receba o filete de solda.

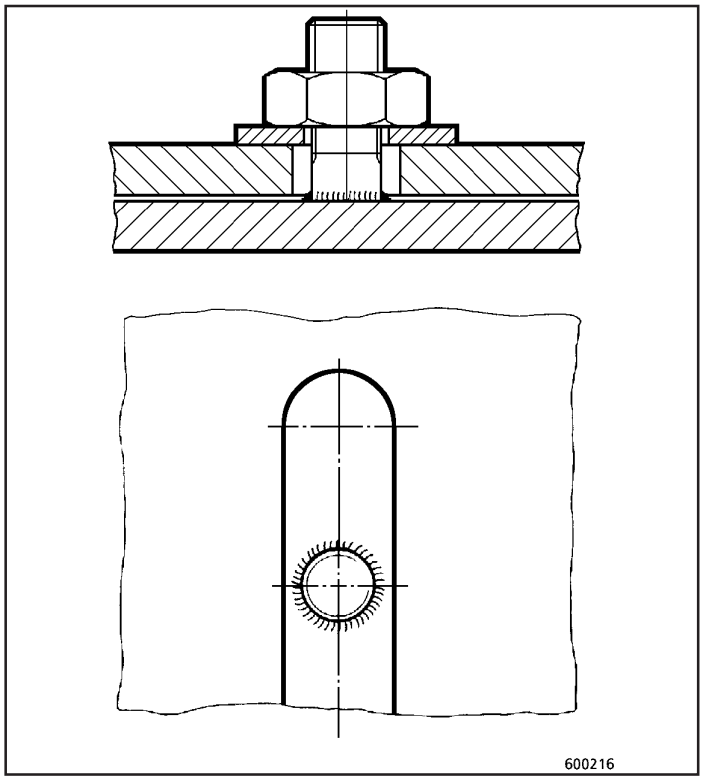


Fig.14

4.1.5 Filetes soldados em uniões em “T”

As chapas de reforço em regiões onde há uniões em “T” devem ser soldadas de tal forma que se forme uma união entre as 3 chapas (Fig. 15).

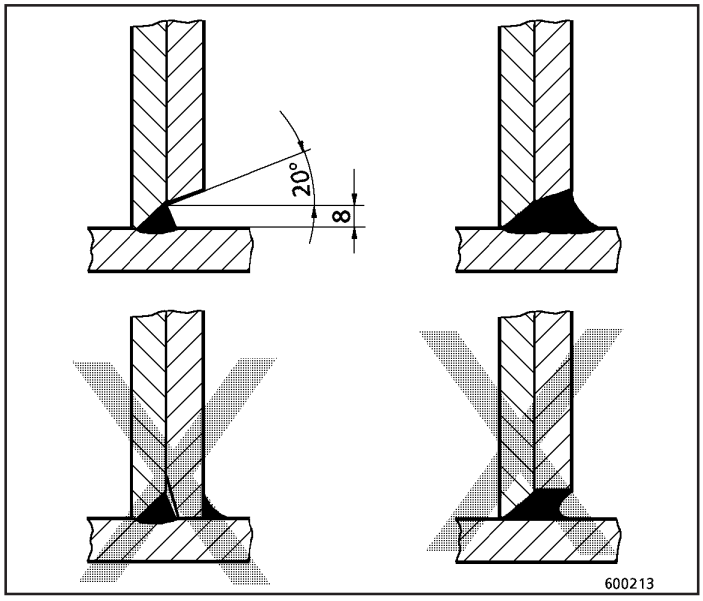


Fig.15

4.2 Conformando chapas para reforço

As chapas de reparo ou reforço devem ser conformadas de maneiras diferentes.
Alguns dos problemas que podem surgir devido aos diversos métodos de conformação:

- Dobramento da extremidade (Fig. 16):
  - conformação a frio;
  - esteja atento ao mínimo raio recomendado para dobramento;
  - verifique a existência de trincas longitudinais na região dobrada.

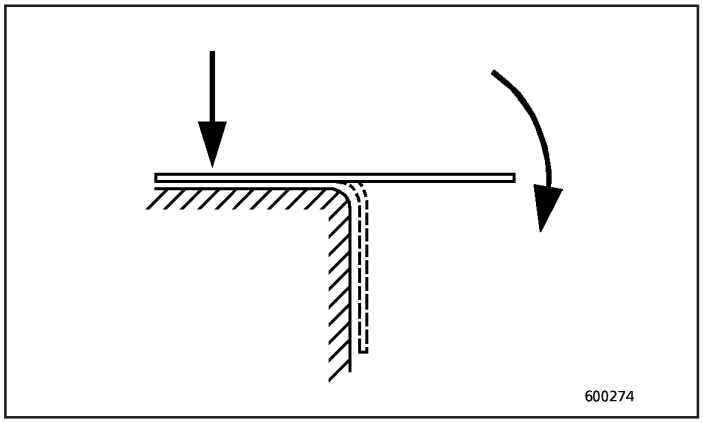


Fig.16

- Punção (Fig. 17)
  - conformação a frio ou a quente;
  - na conformação a frio, esteja atento ao raio mínimo recomendado para dobramento e verifique a existência de trincas longitudinais na região dobrada

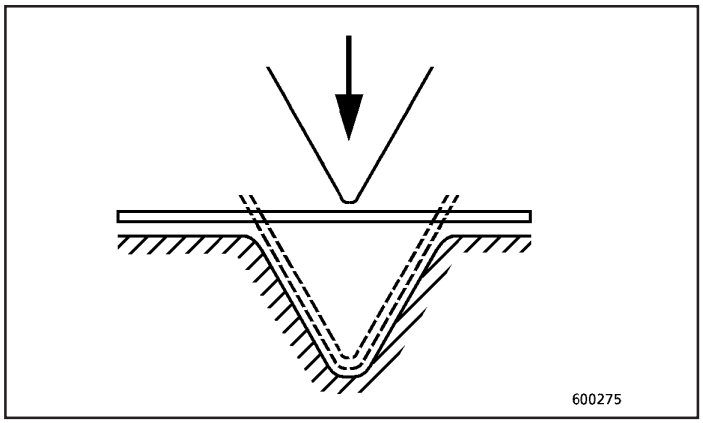


Fig.17

- Laminação (Fig. 18)
  - conformação a frio;
  - nenhum problema é esperado após a conformação.

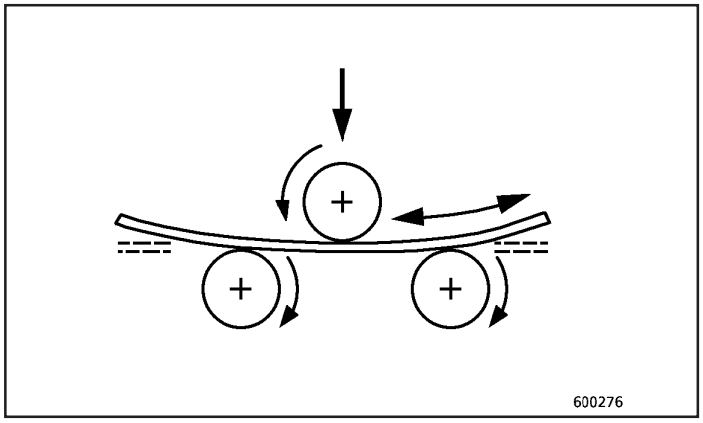


Fig.18

- Dobramento múltiplo (Fig. 19):
  - conformação a frio;
  - podem ocorrer trincas nas bordas da chapa exatamente sobre a linha de ação da ferramenta de dobramento;
  - faça chanfros de 2 x 2 mm nas bordas superior e inferior da chapa após o dobramento múltiplo.

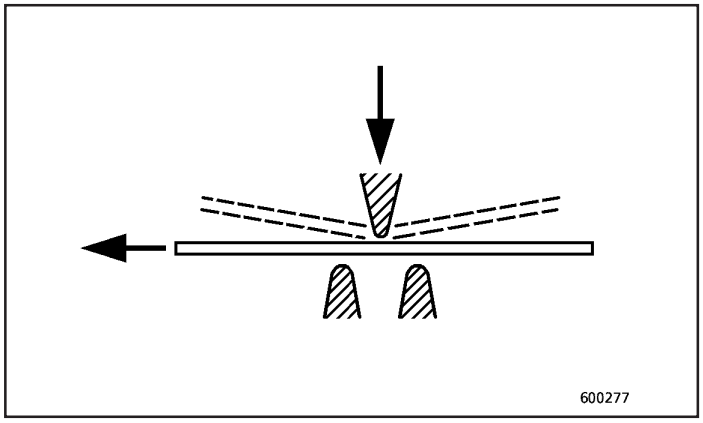


Fig.19

4.3 Reforço por meio de melhorias na forma

4.3.1 Acabamento de nervuras

A seção final das nervuras que terminam em regiões do componente sujeitas a elevados níveis de tensão devem ser conformadas como mostrado na Figura 20. Isto aplica-se igualmente às nervuras de menor importância.

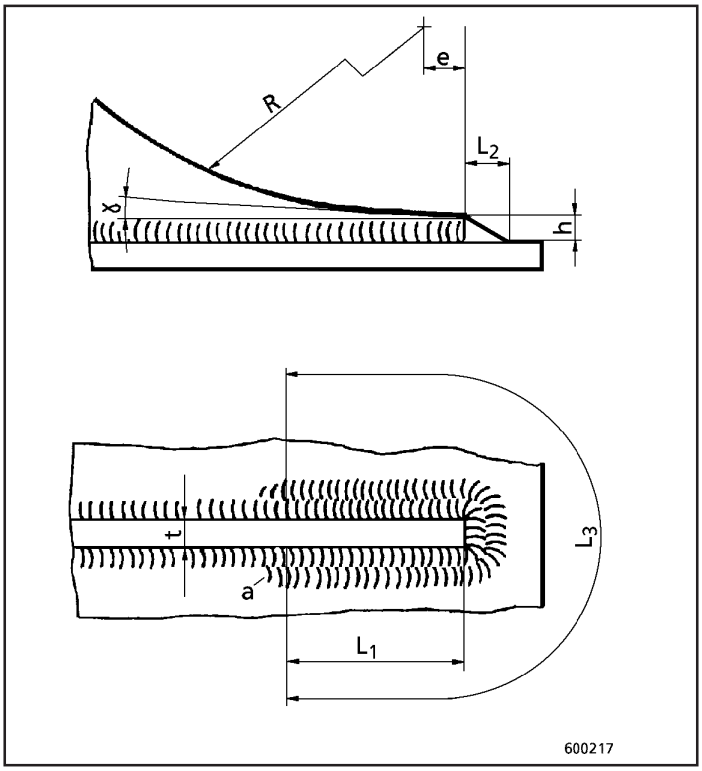


Fig.20

t mm	a mm	h mm	o	R mm	e mm	L1 mm	L2 mm
6	4	6	10	60	20	30	12
8	4	6	10	60	20	30	12
10	4	6	10	80	20	30	12
12	5	8	10	100	20	40	14
15	6	9	10	120	30	50	18
20	8	12	10	160	30	60	22
26	8	12	10	180	30	70	22
30	10	15	10	200	30	70	28

As regiões onde existe superposição devem ser arredondadas (Fig. 21).

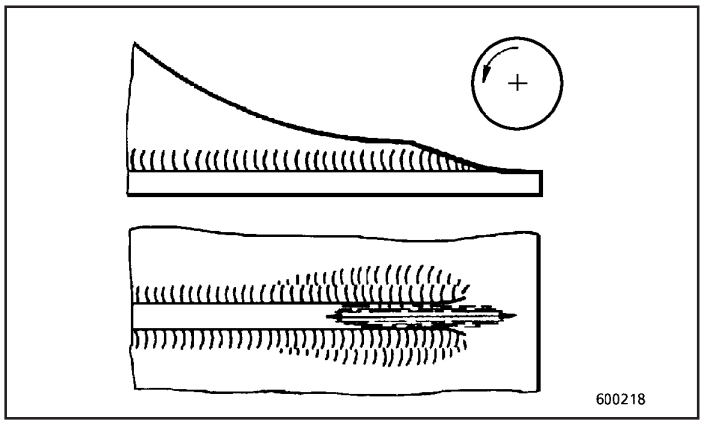


Fig.21

Certifique-se de que um filete de solda deste tipo não atinja a borda do componente.

4.3.2 Seções abertas/seções fechadas

O momento de inércia torcional de uma seção fechada é aproximadamente 500 vezes maior do que o de uma seção aberta de dimensões semelhantes.

Isto leva ao aparecimento de picos de tensão nas zonas de transição entre seções abertas e fechadas. Estes picos são causados pelas restrições ao livre deslocamento de cada seção (Fig. 22).

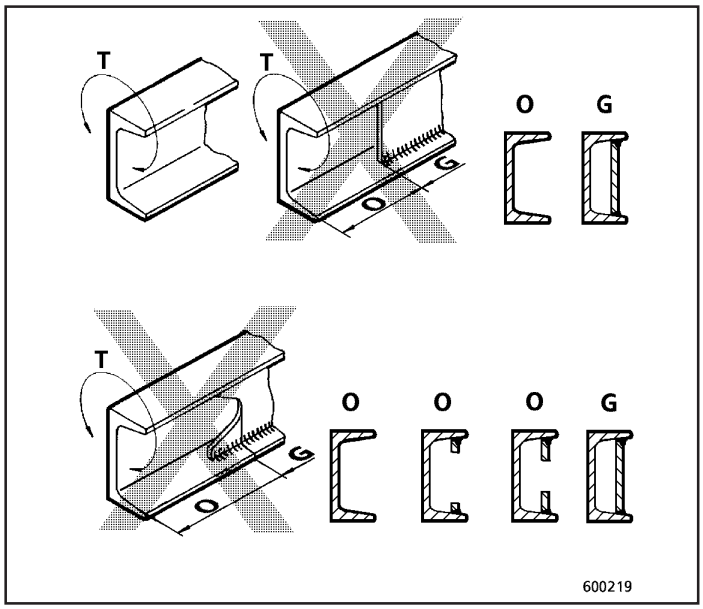


Fig.22

T Momento torcional

O Seção aberta

G Seção fechada

Desta forma, é necessário que a transição de uma seção fechada para uma aberta seja efetuada de forma gradual (Fig. 23).

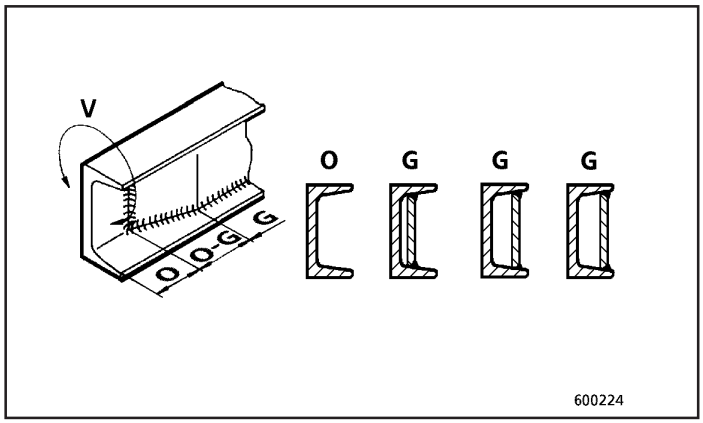


Fig.23

A área de transição deve ser soldada continuamente em seu perímetro.

4.3.3 Reforço pela inclusão de regiões soldadas

O efeito de entalhes em componentes de aço pode ser eliminado ou ao menos diminuído preenchendo-se a área com solda.

Tal trabalho pressupões um planejamento especial e uma execução cuidadosa (Fig. 24).

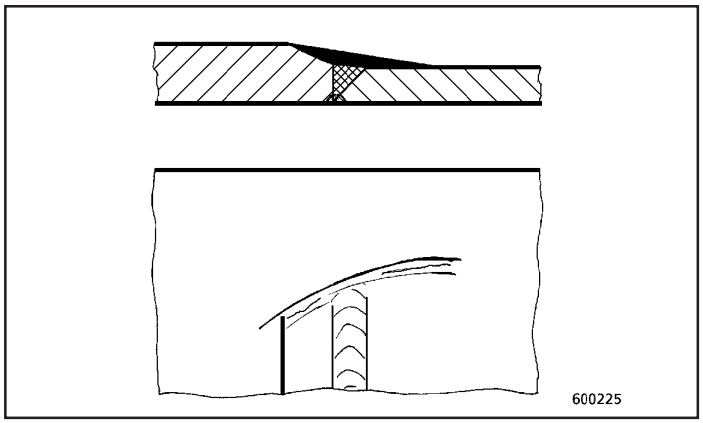


Fig.24

4.3.4 Melhoria das seções curvas em nervuras

A Figura 25 mostra o contorno de uma nervura que apresenta elevadas tensões na área assinalada.

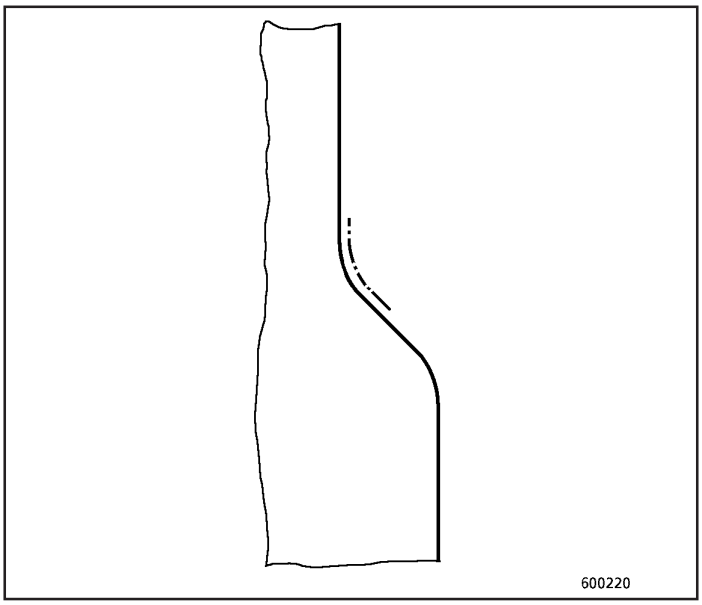


Fig.25

Para melhorar esta situação, solde uma chapa de mesma espessura (Fig. 26) de acordo com a seqüência de operações representada pelas seções transversais na referida figura.

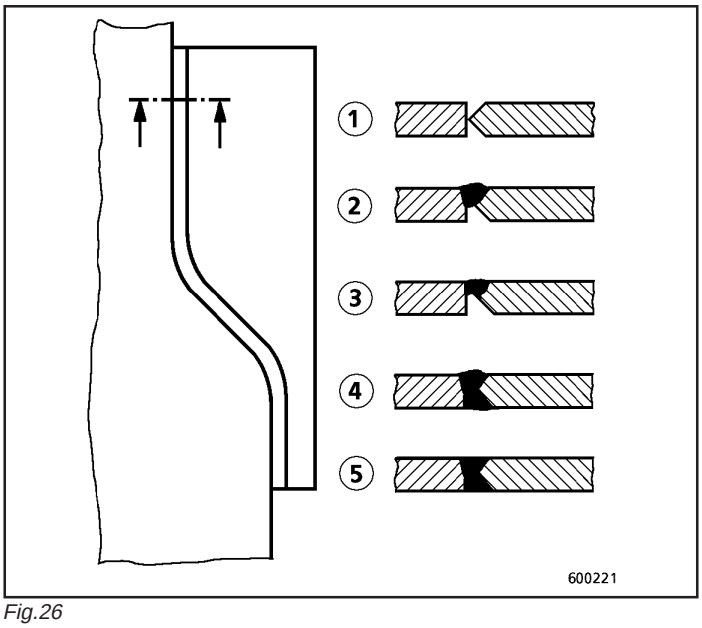


Fig.26

1 União preparada

2 Primeiro lado soldado

3 Parte posterior do primeiro lado aberta para a colocação da solda

4 Segundo lado soldado

5 Acabamento das faces soldadas

Em seguida, um contorno novo e melhor pode ser obtido através do corte com maçarico (Fig. 27). Para efetuar tal operação, certifique-se de que a chama do maçarico esteja absolutamente estabilizada.

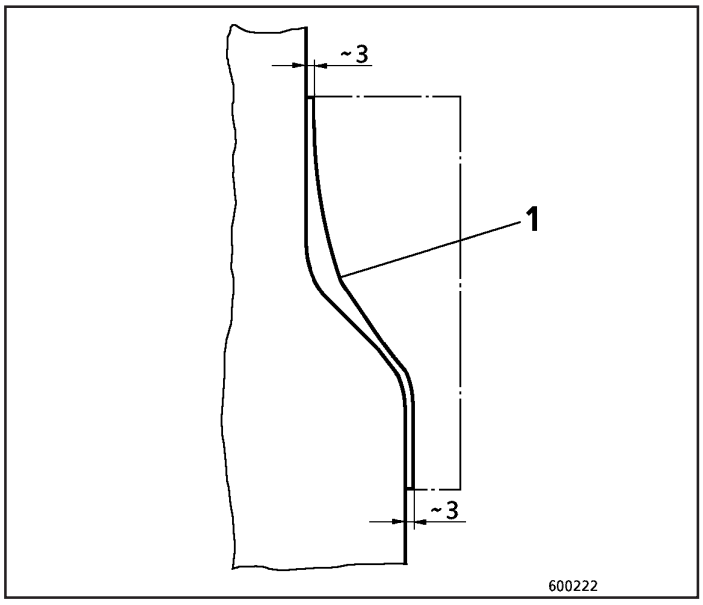


Fig.27

1. Corte com maçarico aqui

Efetue a usinagem da superfície cortada (com um rebolo) do novo contorno (Fig. 28).

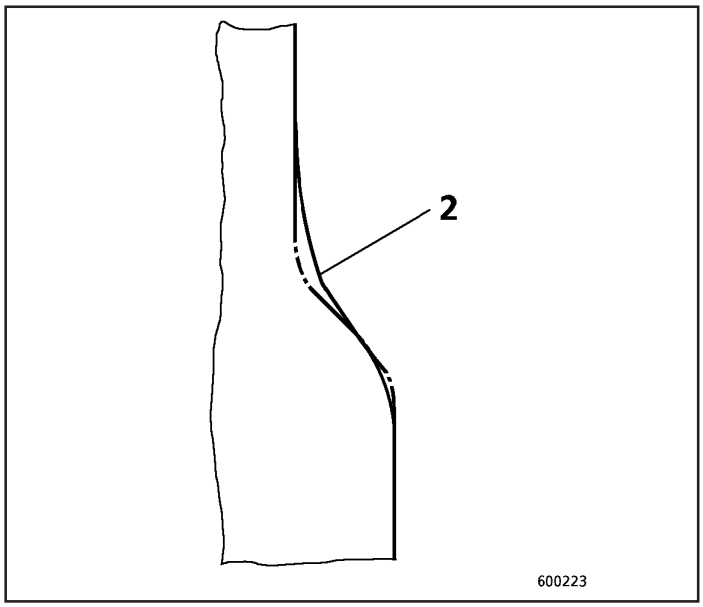


Fig.28

2. Efetue a usinagem aqui

O retrabalho na nervura irá permitir o fluxo contínuo e gradual dos esforços na peça.

5. MATERIAIS PARA SOLDAGEM

5.1 Materiais em componentes soldados

Antes de efetuar qualquer operação de soldagem, abertura de rasgos, dobramento a quente ou a frio e tratamentos térmicos, o responsável pelo reparo deve estar familiarizado com o material constituinte da peça.

Pelo menos as seguintes informações devem estar disponíveis:

- classe de dureza
- tipo do tratamento térmico
- data da análise química de referência; teor de carbono
- espessura do material

As medidas para se efetuar o reparo dependem essencialmente dos dados acima mencionados, os quais podem ser obtidos em desenhos e em listas de peças.

O operador de uma máquina pode obter a informação necessária do fabricante.

Em caso de reparos programados, o tipo de material também pode ser determinado por meio de testes de laboratório.

IMPORTANTE:

As propriedades do material não podem ser determinadas com exatidão pela simples medição de sua dureza ou mesmo por um ensaio de fagulha. Estes métodos levam a conclusões incorretas.

Após isto, os materiais de solda compatíveis com o material da peça podem ser selecionados. Para efetuar a seleção do material da solda, o responsável pelos reparos deve consultar o fabricante da máquina ou o fornecedor de tais materiais. Diversas recomendações também podem ser obtidas em catálogos de fabricantes de materiais para solda.

5.1.1 Componentes dos materiais

Materiais para componentes soldados em máquinas de construção e em equipamentos de mineração	**Chapa**	**Chapa**
Designação padrão: Nome comercial: Especificação de fornecimento:	EN 10025 - S275JRG2 (ex.St37-2) - -	EN 10025-S355J2G3 (x.St52-3) - LV 2 293 157
Descrição do material	Aço estrutural de granulação fina próprio para solda normalizado acalmado	Aço estrutural de granulação fina próprio para solda normalizado duplamente acalmado
Tratamento térmico:	normalizado ou em estado equivalente obtido por meio de laminação	
Propriedades mecânicas e tecnológicas (valores de referência): • Tensão de ruptura Rm N/mm² • Dureza B.H.N. B.H.N. • Limite de escoamento Rel N/mm² • Elongação A % • Tenacidade Av Juole	 240 - 470 œ 140 ≥ 265 ≥ 26 ≥ 27 J ISO-V +20° C	 490 - 630 œ 190 ≥ 345 ≥ 22 ≥ 27 J ISO-V –20° C
Composição química	EN 10025 , tabela 3	
Características de processo: Soldagem: Dobramento a quente: Dobramento a frio:	 Altamente adequado; conforme 1.5.8 e 6.1 Possível a temperaturas entre 400° e 850° C Possível, porém consulte a DIN 18800, Parte1	 Altamente adequado; conforme 1.5.8 e 6.1 Possível a temperaturas entre 400° e 850° C Possível, porém consulte a DIN 18800, Parte1
Informações adicionais sobre o material; válido para reparos:	Utilizado somente para componentes soldados menos importantes Não deve ser utilizado em componentes de mancais	Aproximadamente 95% de componentes de mancais são fabricados com este material
Metais para solda	Consulte a página 61	Consulte a página 61

Chapa	Chapa	Chapa
DIN EN 10113 -2-S460N (ex.St E460)	EN 10037 - S690QL (ex.St E690)	Chapa 500 HB LV 2 270 002
Aço estrutural de granulação fina próprio para solda normalizado	Aço estrutural de granulação fina próprio para solda temperado e revenido	Aço estrutural de granulação fina e elevada resistência próprio para solda temperado e revenido
Normalizado ou em estado equivalente obtido por meio de laminação	temperado e revenido em banho líquido	temperado e revenido em banho líquido
550 - 720 210 460 17 ≥ 40 J ISO-V –20° C	790 - 940 ~300 ≥ 690 ≥ 16 ≥ 27 J ISO-V –40° C	1550 ~ 450 - 540 ≥ 1300 ≥ 8 ≥ 20 J ISO-V –10° C
Consulte a DIN EN 10113-2	Consulte EN 10037	Consulte as instruções do fabricante
Soldável; consulte 1.5.8 e 6.1 Possível a temperaturas entre 400° e 850° C Possível, porém consulte a DIN 18800, Parte1	Prontamente soldável; consulte 1.5.8 e 6.1 Não possível sem têmpera e revenimento após a soldagem Possível por laminação	Soldável como proteção contra a corrosão; preaquecimento até 100° C Não é impossível Possível com elevados raios obtidos por laminação (espessura da chapa)
Utilizado principalmente para cubos em máquinas de construção	Utilizado para componentes sujeitos ao desgaste como dentes de escavadeira, lâminas, peças com arestas que sofrem desgaste	Chapas de desgaste soldadas em equipamentos de escavação
Consulte a página 61	Consulte a página 61	Consulte a página 61

Materiais para componentes soldados em máquinas de construção e em equipamentos de mineração			Aço fundido	Aço fundido
Designação padrão: Nome comercial: Especificação de fornecimento			SEW 685-GS-21Mn5V (ex.GS-52.3V) - LV 2 102 375	DIN 17205-GS-25 CrMo4V II SEW 520-GS-18 NiMoCr36V SEW 520-GS-22 NiMoCr56V
Descrição do material			Aço fundido próprio para solda temperado e revenido	Aço fundido
Tratamento térmico:			temperado e revenido em banho líquido	temperado e revenido em banho líquido
Propriedades mecânicas e tecnológicas (valores de referência): • Tensão de ruptura • Dureza • Limite de escoamento • Elongação • Tenacidade	 Rm B.H.N. Rel A Av	 N/mm² B.H.N. N/mm² % Juole	 480 - 620 ~ 180 ≥ 340 ≥ 20 ≥ 35 J ISO-V –50° C	 850 - 1000 ~ 300 ≥ 750 ≥ 10 ≥ 27 J ISO-V –20° C
Composição química:			Chapa SEW	Consulte as instruções do fabricante
Características de processo: Soldagem: Dobramento a quente: Dobramento a frio:			 Prontamente soldável; consulte 1.5.8 e 6.1 - -	 Prontamente soldável; consulte 1.5.8, 1.5.9 e 6.1 - -
Informações adicionais sobre o material; válido para reparos:			Em conjunto com chapas de aço St 52-3 em compostos fundidos de chapas/peças de aço fundido	Adaptadores para cantos de lâminas; quase todos os tipos de peças sujeitas a desgaste
Metais para solda			Consulte a página 61	Consulte a página 61

5.2 Metais para componentes soldados dependendo dos materiais que os constituem e das técnicas de soldagem

Os números de peças de metais para solda estão relacionados no apêndice.

Material 1 Designações Padrão Instruções de fornecimento	**Material 2** Designações, padrão e instruções de fornecimento conforme Material 1	**Solda com proteção gasosa** EN 24063: 135 Designações-padrão Nomes comerciais	**Solda por arco** EN 24063: 111 Designações-padrão
S235JRG2 DIA EN 10025 (ex.St37-2)	S235JRG2 S355J2G3 GS-21Mn5V S460N	EN 440: G 38 4 M G3Si 1 AWS A5.18: E 70S-6 EN 439: M21 (proteção gasosa) (ex.DIN 8559: SG2)	EN 499: E 38 2 RA 22 AWS A 5.1: E 6013 (ex.DIN 1913: E 4332 ar 7)
S355J2G3 DIN EN 10025 ou LV 2 293 157 (ex.St52-3)	S355J2G3 GS-21Mn5V S460N S690QL GS-25CrMo4V II GS-22NiMoCr56V GS-18NiMoCr36V ESCO lâmina de aço fundido Placa de desgaste 500 HB	EN 440: G42 4 M G4Si 1 AWS A5.18: E 70S-6 EN 439: M 21 (ex.DIN 8559: SG3)	EN 499: E 38 4 B 42 AWS A 5.1:E 7018 (ex.DIN 1913: E 5154 B 10)
S460N DIN EN 10113 Parte 2 (ex.StE460)	S460N S690QL GS-25CrMo4V II GS-22NiMoCr56V GS018NiMoCr36V Placa de desgaste 500 HB	DIN 8575: SG CrMo1 AWS A5.28: ER 80S-G EN 439: M21	DIN8575: EcrMo1 B 20 AWS A 5.5: E 8018-C1
S690QL DIN EN 10037 (ex.StE690)	S690QL GS-25CrMo4V II GS-22NiMoCr56V GS-18NiMoCr36V Placa de desgaste 500 HB	EN: Não padronizado Nomes comerciais: UNION niMoCr NiCrMo 2,5-IG AWS A 5.28: ER 110S-G EN 439: M21	EN 757: E 69 5 Mn2NiCrMo B 42 AWS A 5.5: E 110-18M
GS-21Mn5V SEW 685 e LV 2 102 375 (ex. GS-52.3V)	GS-21Mn5V S355J2G3 S460N S690QL	EN 440: G 42 4 M G4Si1 AWS A 5.18: E 70S-6 EN 439: M21 (ex. DIN 8559: SG3)	EN 499: E 38 4 B 42 AWS A 5.1: E 7018 (ex.DIN 1913: E 5154 B10)
GS-25CrMo4V II e modificações DIN 17205 e LV 262 480	GS-25CrMo4V II	EN: Não padronizado Nomes comerciais: UNION NiMoCr NiCrMo 2,5-IG AWS A 5.28: ER 110S-G	EN 757: E 69 5 Mn2NiCrMo B 42 AWS A 5.5: E 110-18M
GS-22NiMoCr56V e modificações SEW 520	GS-22NiMoCr56V	EN: Não padronizado Nomes comerciais: UNION NiMoCr NiCrMo 2,5-IG AWS A 5.28: ER 110S-G EN 439: M21	EN 757: E 69 5 Mn2NiCrMo B 42 AWS A 5.5: E 110-18M
GS-18NiMoCr36V SEW 520	GS-18NiMoCr36V	EN: Não padronizado Nomes comerciais: UNION NoMoCr NiCrMo 2,5-IG AWS A 5.28: ER 110S-G EN 439: M21	EN 757: E 69 5 Mn2NiCrMo B 42 AWS A 5.5: E 110-18M
ESCO aço fundido Adaptador	S690QL	EN 440: G 42 4 M G4Si1 AWS A 5.18: E 70-S6 EN 439: M21 (ex. DIN 8559: SG3)	EN 499: E 38 4 B 42 AWS A 5.1: E 7018 (ex. DIN 1913: E 5154 B10)
ESCO aço fundido Canto de lâmina	S690QL	EN: Não padronizado Nomes comerciais: UNION NoMoCr NiCrMo 2,5-IG AWS A 5.28: ER 110S-G EN 439: M21	EN 757: E 69 5 Mn2NiCrMo B 42 AWS A 5.5: E 110-18M

Exemplos do significado das designações de metais para solda:

Eletrodo em haste

EN 499 : E 38 4 B 4 2

- 2 — Designação da posição de soldagem; aqui: todas as posições exceto vertical para baixo
- 4 — Número de código para o tipo de corrente; aqui: corrente contínua
- B — Letra de código para o recobrimento; aqui: básico
- 4 — Número de código para a mínima energia de impacto; aqui: ≥ 47 J a – 40° C (100° F)
- 38 — Número de código para mínima tensão de escoamento; aqui: R_{el} ≥ 380 N/mm²
- E — Letra de código para a técnica de soldagem; aqui: solda por arco, 111
- 499 — Número da norma européia
- EN — Norma européia

Designação anterior: DIN 1913: E 5154 B 10

Arame para solda

EN 440 : G 42 4 M G4Si1

- G4Si1 — Número de código para a composição química do metal da solda
- M — Letra de código para o gás inerte; aqui: misturado EN 439: M 21
- 4 — Número de código para a mínima energia de impacto; aqui: ≥ 47 J a – 40° C (100° F)
- 42 — Número de código para mínima tensão de escoamento; aqui: R_{el} ≥ 420 N/mm²
- G — Letra de código para a técnica de soldagem; aqui: método metal- gás inerte (MIG) 135
- 440 — Número da norma européia
- EN — Norma européia

Designação anterior: DIN 8559: SG 3

6. TRATAMENTO TÉRMICO DE MATERIAIS

O reparo de componentes em aço freqüentemente requer seu aquecimento. Em relação a este tipo de processo, existem procedimentos e instruções específicas quanto aos métodos de trabalho adequados a cada material.

6.1 Preaquecimento para soldagem por pontos, soldagem normal, união e corte por maçarico

O preaquecimento para soldagem por pontos, soldagem normal, união e corte por maçarico é necessário por duas razões principais:

- Impede que o calor seja rapidamente dissipado da região onde ocorre a operação; o maior tempo de resfriamento assim obtido impede a formação de regiões de maior dureza ou fragilização do material, resultando em descontinuidades que afetam as características estruturais.
- O vapor d'água é eliminado da região da operação de soldagem. A penetração indesejada de hidrogênio e oxigênio através do arco voltaico para o interior do material soldado é evitada.

Influência da espessura da parede e do tipo de união soldada

Durante o preaquecimento de componentes que serão soldados, a intensidade do calor a que devem ser submetidos depende das dimensões do componente e do tipo de união soldada.

União em "T" (Fig. 1)
A dissipação do calor ocorre em três dimensões e é muito rápida devido às grandes seções transversais.

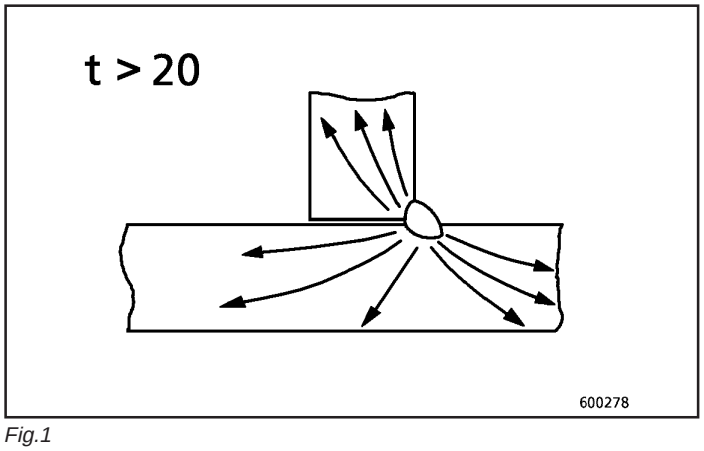


Fig.1

União em "T" (Fig. 2)
A dissipação do calor ocorre em três dimensões e de forma gradual devido às pequenas seções transversais.

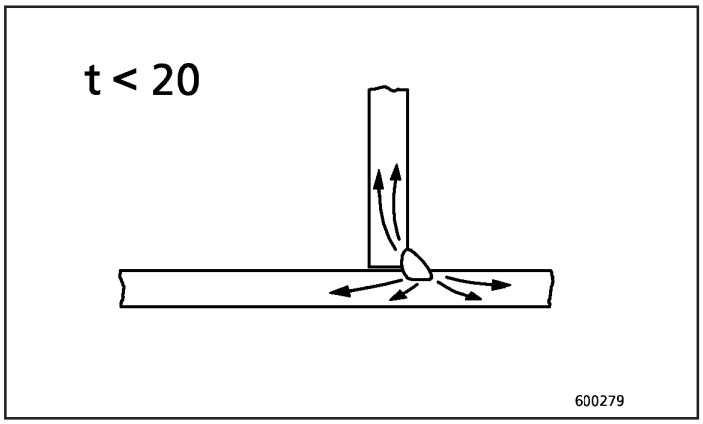


Fig.2

União de topo (Fig. 3)
A dissipação do calor ocorre em duas dimensões e é rápida devido às grandes seções transversais.

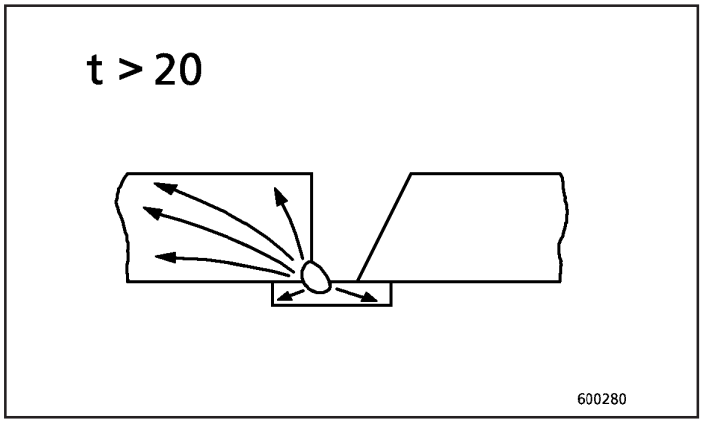


Fig.3

União de topo (Fig. 4)
A dissipação do calor ocorre em duas dimensões e de forma gradual devido às pequenas seções transversais.

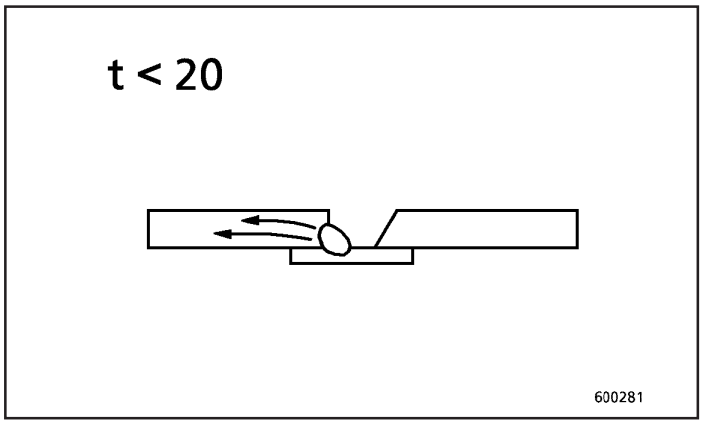


Fig.4

Prevenção contra a formação de pontos com dureza elevada

A formação de regiões com elevada dureza ou em que o material apresente estrutura cristalizada é evitada pelo preaquecimento.

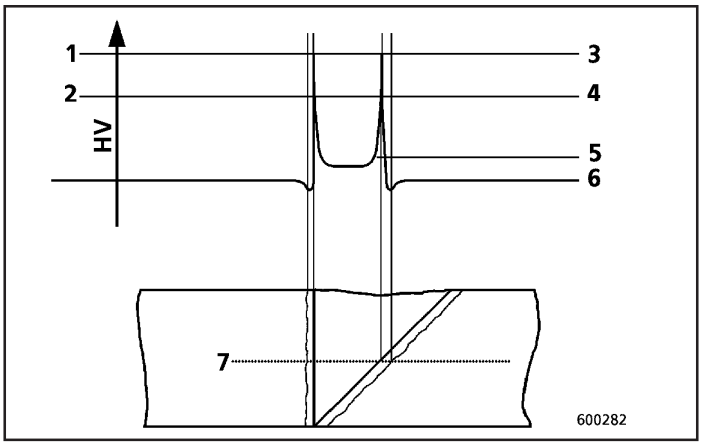


Fig.5

1 Dureza, inadmissível*

2 Dureza, admissível*

3 Dureza no material de base, afetado pelo calor, sem preaquecimento

4 Dureza no material de base, afetado pelo calor, com preaquecimento

5 Metal da solda

6 Material de base, não afetado pelo calor

7 Escala de dureza

HV Dureza Vickers

***** depende do material

A temperatura de preaquecimento depende principalmente do material, da forma e espessura das paredes do componente, da técnica de soldagem e das condições climáticas.

Durante **trabalhos de reparo**, é absolutamente essencial observas as temperaturas especificadas na relação a seguir:

Temperaturas de preaquecimento e entre passagens; taxas de preaquecimento e resfriamento durante a realização de reparos por solda

Aços estruturais não-ligados em estado normalizado conforme DIN 10025 ou LV 2 293 157 como, por exemplo, S355J2G3 (ex. St 52-3) e S235JRG2 (ex. St 37-2).		
Taxa máxima de aquecimento, valor de referência	+ 50° C/h	(120° F/h)
Temperatura mínima de preaquecimento para solda por pontos e soldagem:		
Espessura de parede < 25 mm	+ 20° C	(70° F)
Exceções:		
- Temperatura do componente abaixo de 20° C	+100° C	(210° F)
- Temperatura ambiente abaixo de 10° C	+100° C	(210° F)
- Componente molhado ou úmido	+100° C	(210° F)
Espessura de parede ≥ 25 mm	+100° C	(210° F)
Temperatura máxima entre passagens durante a soldagem:		
Paredes de qualquer espessura	+250° C	(480° F)
Temperatura mínima de preaquecimento para solda e alargamento (abertura):		
Espessura de parede ≥ 80 mm	+100° C	(210° F)
Taxa máxima de resfriamento, valor de referência:		
Paredes de qualquer espessura	+50° C/h	(120° F/h)
Componentes fabricados com aço estrutural laminado a quente de granulação fina, soldável, conforme DIN EN 10113, Parte 2, como o S46N (ex. StE460).		
Taxa máxima de aquecimento, valor de referência	+50° C/h	(120° F/h)
Temperatura mínima de preaquecimento para solda por pontos e soldagem:		
Espessura de parede < 25 mm	+20° C	(70° F)
Espessura de parede ≥ 25 mm	+100° C	(210° F)
Temperatura máxima entre passagens durante a soldagem:		
Paredes de qualquer espessura	+250° C	(480° F)
Temperatura mínima de preaquecimento para solda e alargamento (abertura):		
Espessura de parede ≥ 80 mm	+100° C	(210° F)
Taxa máxima de resfriamento, valor de referência:		
Paredes de qualquer espessura	+50° C/h	(120° F/h)
Aços de granulação fina com elevada dureza, temperados e revenidos em banho líquido conforme SEW 090, Parte 1, como por exemplo o S690Q e S690QL (ex. StE690).		
Taxa máxima de aquecimento, valor de referência	+30° C/h	(90° F/h)
Temperatura mínima de preaquecimento para solda por pontos e soldagem:		
Espessura de parede < 80 mm	+100° C	(210° F)
Espessura de parede ≥ 80 mm	+150° C	(300° F)
Temperatura máxima entre passagens durante a soldagem:		
Paredes de qualquer espessura	+220° C	(430° F)
Temperatura mínima de preaquecimento para solda e alargamento (abertura):		
Espessura de parede ≥ 80 mm	+100° C	(210° F)
Taxa máxima de resfriamento, valor de referência:		
Paredes de qualquer espessura	+30° C/h	(90° F/h)

Placas de deslizamento com dureza Brinnel 500 (500 HB) ou conforme norma de fornecimento 2 270 002, como por exemplo HARDOX 500, DILLIDUR 500V ou XAR 500.		
Taxa máxima de aquecimento, valor de referência	+30° C/h	(90° F/h)
Temperatura mínima de preaquecimento para solda por pontos e soldagem: Espessura de parede < 20 mm Espessura de parede ≥ 20 mm	 +100° C +150° C	 (210° F) (300° F)
Temperatura máxima entre passagens durante a soldagem: Paredes de qualquer espessura	 +220° C	 (430° F)
Temperatura mínima de preaquecimento para solda e alargamento (abertura): Paredes de qualquer espessura	 +100° C	 (210° F)
Taxa máxima de resfriamento, valor de referência: Paredes de qualquer espessura	 +30° C/h	 (90° F/h)
Peças fundidas em aço com elevada tenacidade a baixa temperatura, temperado e revenido, com boas características de soldagem conforme SEW 685 e LV 2 102 375, como por exemplo o GS-21Mn5V (ex. GS-52.3V).		
Taxa máxima de aquecimento, valor de referência	+30° C/h	(90° F/h)
Temperatura mínima de preaquecimento para solda por pontos e soldagem: Paredes de qualquer espessura	 +100° C	 (210° F)
Temperatura máxima entre passagens durante a soldagem: Paredes de qualquer espessura	 +250° C	 (480° F)
Temperatura mínima de preaquecimento para solda e alargamento (abertura): Espessura de parede ≥ 80 mm	 +100° C	 (210° F)
Taxa máxima de resfriamento, valor de referência: Paredes de qualquer espessura	 +30° C/h	 (90° F/h)
Peças em aço fundido com tratamento térmico conforme DIN 17205 e LV 262 480, como por exemplo GS-25CrMo4V II e suas modificações.		
Peças em aço fundido de alta resistência com boas características de soldagem conforme SEW 520 e LV 943 661, como por exemplo o GS-22NiMoCr56V e suas modificações.		
Peças em aço fundido conforme especificações ESCO		
Taxa máxima de aquecimento, valor de referência	+30° C/h	(90° F/h)
Temperatura mínima de preaquecimento para solda por pontos e soldagem: Paredes de qualquer espessura	 +150° C	 (300° F)
Temperatura máxima entre passagens durante a soldagem: Paredes de qualquer espessura	 +220° C	 (430° F)
Temperatura mínima de preaquecimento para solda e alargamento (abertura): Paredes de qualquer espessura	 +100° C	 (210° F)
Taxa máxima de resfriamento, valor de referência: Paredes de qualquer espessura	 +30° C/h	 (90° F/h)

Procedimento de preaquecimento:

Para efeito de preaquecimento, o calor deve ser aplicado a uma taxa de 30° a 50° C/h (90° a 120° F/h). Isto pode ser feito das seguintes maneiras:

- Manta de cobertura com aquecimento elétrico

  Se os elementos de fixação da manta de cobertura com aquecimento elétrico tiverem que ser soldados ao componente, os pontos de soldagem devem ser localmente preaquecidos. Após a remoção dos elementos de fixação, os pontos de soldagem devem ser esmerilhados para evitar microfissuras no material do componente.
- Jatos de gás

  Deve-se aplicar jatos de gás ao componente de tal forma que não haja risco de superaquecimento localizado. Pode ser que haja necessidade de proteger certas regiões do componente contra superaquecimento utilizando placas de material isolante térmico.
- Queimadores a gás

  Os queimadores a gás devem trabalhar com uma chama fraca de baixo teor em oxigênio. As chamas de gás não devem entrar em contato com o componente devido ao risco de superaquecimento localizado. O componente deve ser protegido contra superaquecimento através da utilização de placas de material isolante térmico.

Em todos os procedimentos de aquecimento, o componente deve ser coberto com mantas de material isolante para evitar excessiva dissipação de calor no ar ambiente.
O processo de resfriamento após a soldagem não deve ser acelerado utilizando-se ar-comprimido, jatos de ar ou água. A área soldada deve se resfriar gradualmente, dependendo do material (consulte os dados) a uma taxa de 30° a 50° C/h (90 a 120° F/h). Para efeito de resfriamento, o componente deve ser recoberto com uma manta de material isolante.

Importante:

Devido a motivos técnicos e econômicos, é recomendável que trabalhos de reparo envolvendo soldagem tenham sua duração programada para mais de um turno, para que haja tempo suficiente para o preaquecimento e resfriamento contínuo e gradual (por exemplo, iniciando no turno do dia e terminando no turno da noite etc.). Se a soldagem for realizada somente durante o turno do dia, por exemplo, deve-se ter cuidado para respeitar as taxas máximas de aquecimento e resfriamento.

Medição de temperatura

Pontos de medição da temperatura de preaquecimento e temperatura entre passagens

Código:

- Tv= temperatura de preaquecimento
- Tz= temperatura entre passagens
- t = espessura do componente

Temperatura de preaquecimento

Ponto de medição: 4 x t a partir do centro da solda
Tempo de medição: antes do ponteamento e soldagem

Temperatura entre passagens

Ponto de medição: a 30 mm na lateral do centro da solda ou 30 mm na lateral do centro do último cordão
Tempo de medição: não inferior a 2 minutos após a soldagem por arco

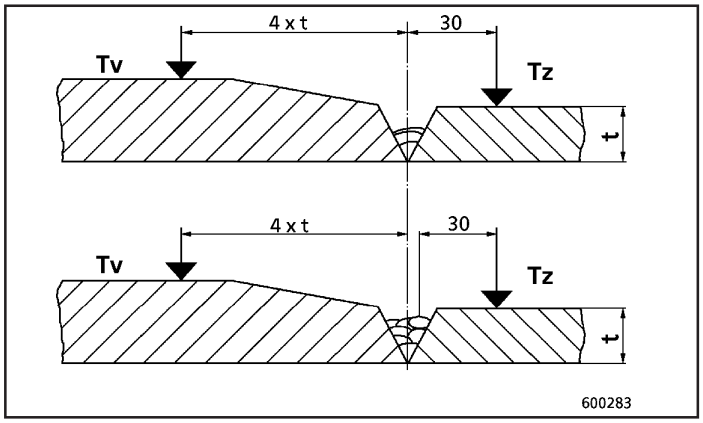


Fig.6

6.2 Dobramento a quente de chapas

Sob a influência do calor, ocorre a mudança das propriedades mecânicas e tecnológicas que um aço possui quando frio. Este fenômeno pode ser aproveitado para efetuar o dobramento de chapas a quente.

A temperatura ideal para dobramento a quente está na faixa entre 800° e 850° C (1470° e 1560° F), quando o material fica incandescente.
Na prática, entretanto, durante reparos somente aços em chapa normalizados como o S275JRG2 ou o S355J2G3 podem ser dobrados a quente.

Chapas de aço temperado e revenido somente podem ser dobradas a frio ou a temperaturas entre 400° e 550° C (750° e 1020° F).

Chapas de aço como o S690Q temperado e revenido podem ser conformadas a 800° C (1970° F) porém sofrem mudança em suas propriedades mecânicas e tecnológicas. Este fato irá requerer nova têmpera e revenido, o que é praticamente impossível durante reparos de campo.

Chapas de aço normalizado ou temperado e revenido não devem, em qualquer hipótese, serem dobradas a frio (temperaturas entre aproximadamente 100 e 350° C (210 a 610° F) no processo denominado “faixa azul de temperatura” pois, nestas condições, o material está cristalizado e tende a formar trincas na região do dobramento.

6.3 Endireitamento a quente de chapas

Chapas podem ser endireitadas a frio ou a quente

No processo de endireitamento a frio, as forças de deformação necessárias são exercidas externamente por meio de ferramentas como prensas ou rolos.

No processo de endireitamento a quente, utiliza-se a interação entre as camadas do material proporcionada pela aplicação de calor:
A elongação do material na região aquecida e sua retração na região fria produzem tensões internas que deformam a chapa endireitando-a.

O material deve ser aquecido até que fique incandescente para que o endireitamento possa ser eficiente.
Aqui, novamente, as características do material devem ser levadas em consideração. Somente chapas normalizadas podem ser dobradas a quente sem que haja alteração em suas propriedades mecânicas e tecnológicas.
No caso de dobramento a quente de chapas temperadas e revenidas, a alteração das propriedades na região aquecida deve ser considerada.

6.4 Recozimento para alívio de tensões em componentes de aço

Na prática, em reparos, o recozimento para alívio de tensões é raramente necessário.

Se um componente tiver que ser recozido para alívio de tensões após o reparo ou reforço, algumas regras fundamentais devem ser seguidas:

- Superfícies usinadas devem ser medidas antes e após o processo de recozimento; qualquer distorção causada pelo recozimento deve ser retrabalhada.
- Superfícies usinadas devem ser protegidas contra a formação de estrias utilizando-se revestimentos apropriados antes do recozimento.
- Para efeito de alívio de tensões, deve-se usinar furos com 4 mm de diâmetro antes de efetuar o recozimento.

- Parâmetros de recozimento:
  - a temperatura de recozimento para materiais normalizados deve ser de 580° + 20° C (1080° + 70° F).
  - a temperatura de recozimento para materiais temperados e revenidos deve ser 30° C (90° F) inferior à temperatura de revenimento. Este valor pode ser obtido nos certificados de padrão do material.

    Como regra básica, a temperatura de recozimento deve ser de 530° a 550° C (990° a 1020° F).
  - o aquecimento e o resfriamento devem ser feitos a uma taxa de aproximadamente 50° C/h (120° F/h). O forno deve estar à temperatura de 150° C (300° F) quando o componente é colocado no seu interior. Após o processo, o forno pode ser aberto quando o material tiver esfriado até a temperatura de 150° C (300° C). O resfriamento final pode ser feito à temperatura ambiente, sem a aplicação de qualquer tipo de jato ou corrente de ar.
  - o tempo de permanência à temperatura de recozimento deve ser de 2 minutos para cada milímetro de espessura de parede, porém nunca inferior a 1 hora.

6.5 Alívio de tensões em componentes de aço

Como o alívio de tensões via recozimento em componentes reparados é possível somente em casos raros e devido ao fato de que as superfícies usinadas podem sofrer deformações durante o processo de recozimento, é necessário que outras medidas para a redução de tensões sejam tomadas.

6.5.1 Aquecimento de componentes

Uma maneira de reduzir elevadas tensões internas localizadas que podem ocorrer, por exemplo, após preenchimento com solda ou aplicação de cordões de solda, consiste no alívio de tensões apenas da região em questão.

A região ao redor da área onde se presume que haja elevada concentração de tensão deve ser aquecida entre 250° e 300° C (480 a 570° C). Mantas de cobertura elétricas, jatos de gás ou queimadores a gás podem ser utilizados como fontes de calor.

O aquecimento deve ser efetuado a uma taxa de aproximadamente 30° C/h (90° F/h).

Para componentes de forma simples com paredes de espessura inferior a aproximadamente 25 mm, um período de 3 horas é suficiente. Para componentes mais robustos, com paredes de espessura superior a aproximadamente 25 mm, um período de 5 horas é necessário.

O resfriamento deve ser efetuado a uma taxa de aproximadamente 30° C/h (90° F/h).

O componente deve ser recoberto com mantas de material isolante durante todo o processo de aquecimento.
A diferença de temperatura no componente, por exemplo, entre regiões mais robustas e paredes mais finas, não deve exceder 50° C (120° F).

6.5.2 Martelamento de cordões de solda

Restrições impostas à retração do material durante o resfriamento do cordão de solda pode causar elevadas tensões internas (tensões de tração) e levar à formação de trincas. Retração sem restrições podem acarretar deformação no material (retração em ângulo).
Ambas as condições descritas são indesejadas e podem ser corrigidas através do processo de martelamento.

6.5.2.1 Método de martelamento

O processo de martelamento é efetuado após o término da aplicação de um cordão de solda que pode também ser constituído por vários filetes. O martelamento após cada filete aplicado a um cordão de filetes múltiplos não é permitido.

Durante o martelamento, a temperatura do cordão de solda deve estar abaixo de 200° C (390° F). Com exceção dos passes na raiz e de cobertura, todos os passes de solda devem der esmagados. Antes de efetuar a operação, todos os vestígios de respingos de solda e irregularidades sobre o cordão devem ser removidos. Poros, elevações e entalhes são inadmissíveis e devem ser eliminados.

O formão utilizado no martelamento deve ser passado duas ou três sobre a mesma região do cordão de solda a uma velocidade de aproximadamente 100 cm/minuto. O martelamento não deve produzir qualquer tipo de entalhes com cantos vivos, rebaixos ou sobreposição de material. A superfície do cordão de solda deve ser uniformemente tratada por martelamento.

6.5.2.2 Ferramentas para martelamento

A operação de martelamento deve ser efetuada utilizando-se martelos de rebitagem acionados por ar-comprimido e formões chatos com arestas cortantes de formato apropriado.

O martelo de rebitagem deve possuir formato anatômico e possuir uma válvula de controle para reduzir o impacto.

O martelo deve ser equipado com uma guia para o formão na direção do impacto.

As arestas do formão devem possuir formatos conforme mostrado na Figura 7 e, além disso, devem ser endurecidas.

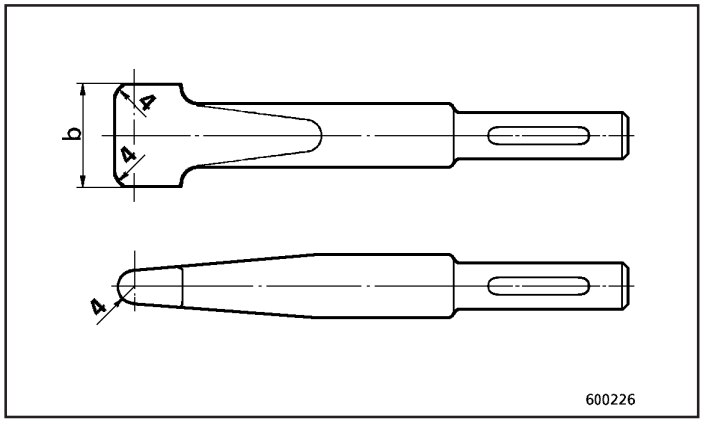


Fig.7

Material	Formão	Martelo de rebitagem						
Limite de escoamento do material da solda	Largura da aresta de corte b	Nº de impactos por minuto	Comprimento sem ferramenta	Diâmetro do pistão	Curso do impacto	Consumo de ar	Pressão	Força de impacto
N/mm²	mm		mm	mm	mm	l/min	bar	N
450 a 530	23	1700±10%	270 a 325	25 a 30	50 a 100	350 a 550	6	300
600 a 700	18							

Tabela 1: Dados técnicos referentes a martelos de rebitagem adequados. A largura dos formões depende do limite de escoamento do material da solda.

6.6 Tratamento de materiais de enchimento

Metais de enchimento como eletrodos em haste, arame de soldagem, pó para soldagem e barras de soldagem devem ser armazenados de forma a impedir sua deterioração.
Isto somente é possível em ambientes aquecidos a uma temperatura de aproximadamente 30º C (90º F) e com umidade relativa do ar inferior a 50%.

As embalagens devem permanecer fechadas até que o material vá ser utilizado. Materiais de enchimento que não vão ser utilizados devem ser guardados de volta no local apropriado.

Por quê isto se faz necessário?

- A camada de recobrimento de eletrodos em haste ou pós para soldagem utilizados para solda em arco submersa são materiais higroscópios, ou seja, absorvem a umidade do ar. Sem proteção, estes materiais podem ficar úmidos ou mesmo molhados. Durante a soldagem, o hidrogênio e o oxigênio contidos na água penetram no metal da solda e tornam-no cristalizado.

Eletrodos em haste provenientes de pacotes novos ou já abertos devem ser secados e armazenados em uma caixa aquecida até que sejam utilizados.
Os fabricantes de eletrodos em haste fornecem instruções de como efetuar a secagem; valores de referência para eletrodos com recobrimento tipo “B” são:

2h a 350º C (660º F)
3h a 250º C (480º F)
4h a 200º C (390º F)

Tal medida, embora trabalhosa, é absolutamente necessária para evitar falhas na operação de soldagem.
Atualmente, os fabricantes facilitam este trabalho pois fornecem os eletrodos em haste acondicionados em embalagens especiais impermeáveis.
O processo de secagem e manutenção dos eletrodos aquecidos não é mais necessário se estes forem utilizados em até 8 horas (um turno de trabalho) após a abertura da embalagem. Desta forma, a quantidade de hidrogênio no metal de soldagem será inferior a 5ml/100g de metal.
Uma embalagem, portanto, contém um número de pacotes individuais para serem utilizados em cada operação. Os eletrodos em haste são embalados a vácuo em filme plástico.
Não deve ser possível mover-se apenas um eletrodo no interior de um pacote se este estiver intacto; se isto ocorrer, indica a penetração de ar. Antes de abrir o pacote, deve-se fazer com que esteja à temperatura ambiente no local de aplicação.

Eletrodos em haste úmidos devem ser descartados pois, apesar da secagem, nunca poderão ser utilizados em operações de soldagem.

- Arames de solda ou eletrodos em hastes úmidos ou molhados estão sujeitos à corrosão. O recobrimento de cobre proporciona somente uma proteção temporária contra a corrosão.

A ferrugem, um composto químico de ferro e oxigênio, incorpora quantidades indesejadas de oxigênio no metal da solda, fazendo com que este se fragilize.
Arame de solda com corrosão contamina os tubos de guia da solda, levando a um desgaste prematuro destes elementos.
Portanto, eletrodos em haste e arames de solda que apresentem corrosão devem ser descartados.

6.7 Monitoramento da temperatura

Para efetuar o monitoramento da temperatura durante os processos de tratamento térmico, o seguinte equipamento é recomendado:

- Sensores elétricos de temperatura:

  São fáceis de manusear e proporcionam um leitura exata de temperatura tanto em equipamento analógico quando digital.

- Termômetros aderentes:

  São termômetros que apresentam um mostrados analógico, afixados ao componente através de imãs.

- Lápis indicador de temperatura:

  Estes lápis são utilizados para fazer uma marcação no componente a ser aquecido. Quando a faixa de temperatura desejada é atingida, a cor da marcação muda.

  Em princípio, este procedimento é muito simples.

  Entretanto, ele requer alguma experiência com os lápis para perceber a mudança de cor.

7. DOBRAMENTO A FRIO DE CHAPAS

As chapas também podem ser dobradas a frio.

No dobramento a frio, é importante observar os raios mínimos permitidos para dobramento de forma a evitar trincas nas bordas da região dobrada.

Os valores de raios de dobramento estão tabelados para chapas de diversos tipos de materiais.

Estes valores dependem da espessura da chapa e da direção de laminação. Os raios mínimos de dobramento transversais à direção de laminação são mais favoráveis do que os em direção paralela à de laminação.

Raios mínimos de dobramento também são influenciados pela suscetibilidade à soldagem na região do dobramento. Devido ao aumento do tamanho dos grãos e conseqüente fragilização do material durante o aquecimento após um dobramento muito acentuado a frio, deve-se observar as recomendações da DIN 18800, Parte 4 quanto aos raios de dobramento.

8. PREENCHIMENTO COM SOLDA

Os motivos pelos quais utiliza-se o preenchimento com solda são os mais variados. O preenchimento com solda constitui-se em uma importante prática de reparo.

8.1 Adição de material desgastado/faltante

A adição de material pode ser necessária devido ao desgaste, deformação ou falhas de usinagem.
Como qualquer outro procedimento de soldagem, o preenchimento também requer um planejamento adequado da técnica de soldagem a ser utilizada, assim como uma execução cuidadosa do trabalho na prática.
As propriedades mecânicas e tecnológicas do metal da solda devem ser adaptadas e compatíveis às do metal de base.

8.1.1 Preenchimento em furos usinados

Antes de iniciar o preenchimento com solda, o furo desgastado deve ser alargado em aproximadamente 4 mm (2 mm de profundidade) utilizando um torno ou mesmo manualmente (com rebolo, chicote, lima, etc.).
Isto se faz necessário se a nova superfície do furo deve coincidir, após o trabalho de preenchimento e usinagem, com o metal homogêneo da solda e não com a região relativamente dura afetada pelo calor.
A solda utilizada no preenchimento deve possuir espessura suficiente de forma a obter-se uma superfície furada bem "limpa".

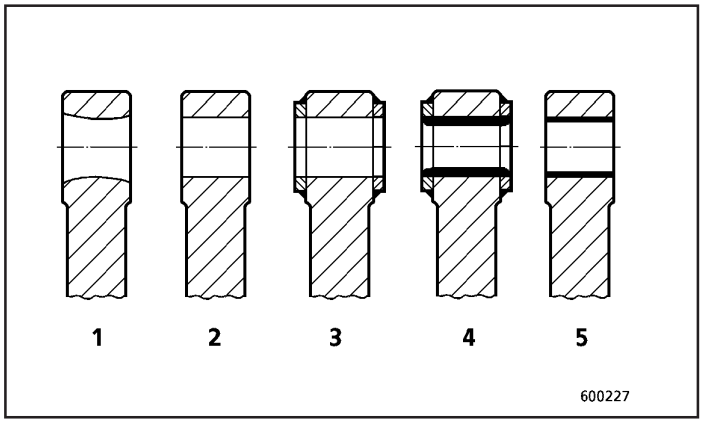


Fig.1

As etapas do processo são mostradas na Figura 1:

1 furo desgastado

2 furo alargado por usinagem

3 anéis de aço ponteados ao componente para servir como guias

4 preenchimento com solda

5 remoção dos anéis de aço e usinagem do furo com o diâmetro desejado

A seqüência de soldagem depende do diâmetro do furo e da possibilidade de manuseio do componente (Figs. 2 e 3).

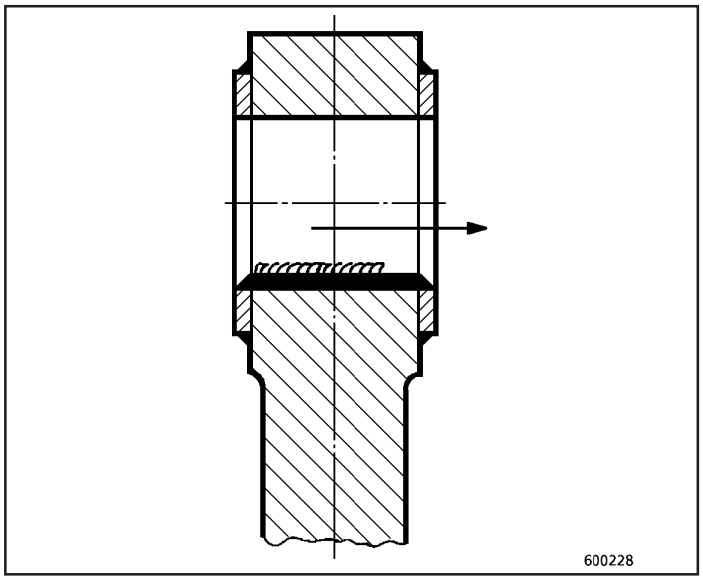


Fig.2

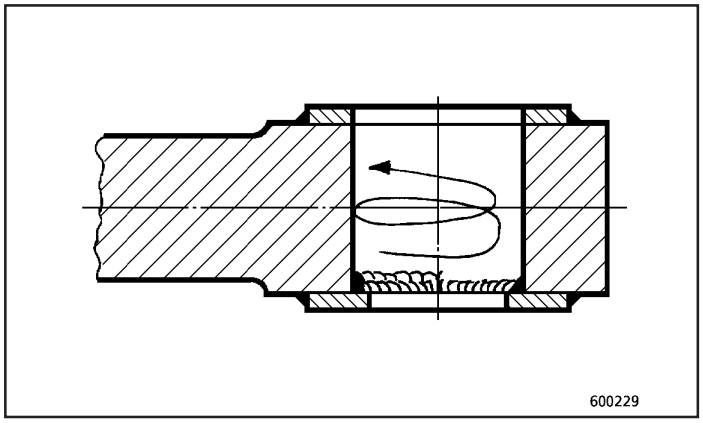


Fig.3

Para diâmetros menores, é comum fazer-se filetes paralelos ao eixo longitudinal do furo. Para furos maiores, o metal da solda pode ser depositado em um cordão formando uma espiral contínua.

A Figura 4 mostra a seqüência recomendada de soldagem por meio de um exemplo prático. O furo (B) de uma haste de pá deve receber uma nova superfície através do processo de preenchimento. Após a soldagem da metade inferior do furo, a haste deve ser girada.

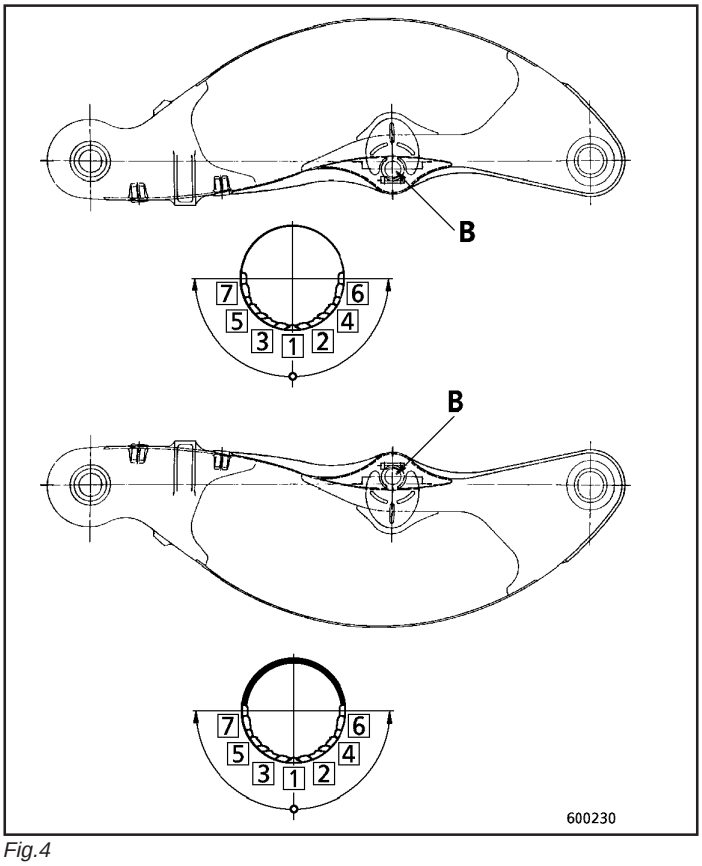


Fig.4

8.1.2 Preenchimento com solda em roscas espanadas ou desgastadas

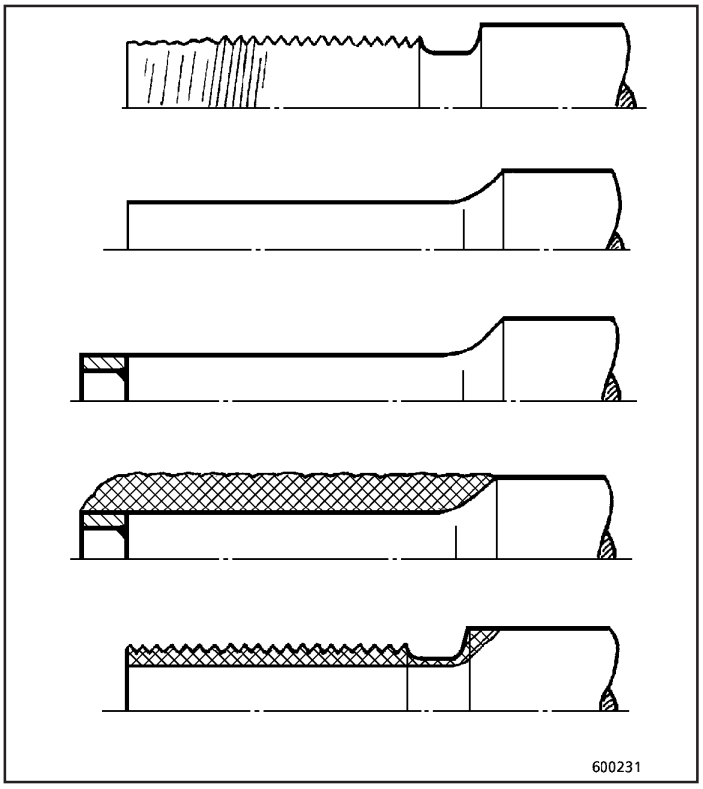


Fig.5

Antes de efetuar o preenchimento com solda, a parte desgastada da rosca deve ser usinada em um torno. O diâmetro do corpo deve ser 4 mm inferior ao diâmetro nominal.
Deve-se fazer rebaixos de saída para assegurar que o novo contorno esteja localizado na região homogênea do metal soldado.
O corpo deve ser prolongado com o auxílio de uma placa posterior de apoio na região do término de cada filete individual.
Se possível, o trabalho de preenchimento deve ser executado em um dispositivo em que o componente possa ser girado.
O corpo pode também ser usinado.

8.2 Correção na forma do componente para melhorar o fluxo de tensões

Entalhes causados pela forma detectados em componentes metálicos podem ser removidos através do processo de preenchimento.

Esta operação requer um trabalho cuidadoso para que entalhes metalúrgicos não sejam introduzidos durante a remoção dos entalhes causados pela forma.

Exemplo:

Conicidade entre placas finas e espessas na região de borda do componente (Fig. 6).

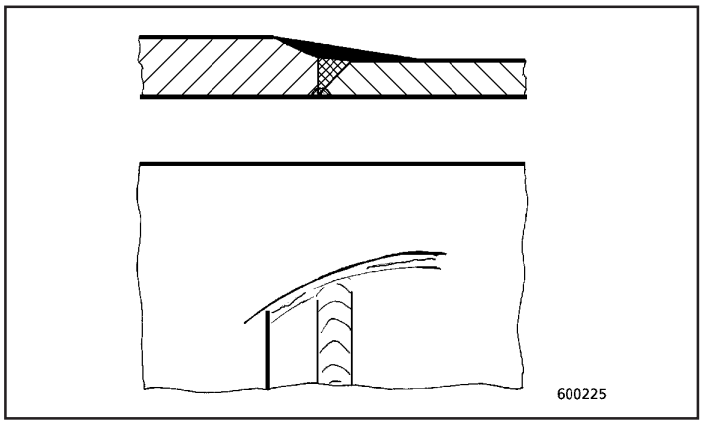


Fig.6

As superfícies devem ser usinadas de forma que a união seja absolutamente suave e limpa; todas as linhas de usinagem devem correr paralelas às linhas de tensão.

8.3 Preenchimento com solda como proteção contra o desgaste

Superfícies do componente sujeitas desgaste elevado podem ser protegidas soldando-se metais com elevada resistência ao desgaste. Para maiores informações, consulte o capítulo 9, “Proteção contra o desgaste”.

9. PROTEÇÃO CONTRA O DESGASTE (ENDURECIMENTO DA SUPERFÍCIE)

9.1 Aspectos básicos

Superfícies de componentes sujeitas a elevado desgaste podem ser protegidas depositando-se sobre estas, por meio de soldagem, materiais que possuam alta resistência a este fenômeno.

A necessidade da utilização de uma proteção adicional contra o desgaste deve ser conhecida antes que a máquina seja colocada em operação.

Se o endurecimento da superfície de um componente for efetuado após o início de operação, a proteção contra o desgaste deve ser aplicada em tempo hábil, ou seja, antes que o material de base comece a mostrar sinais de desgaste. Componentes que apresentem superfícies com elevado desgaste não poderão mais receber uma proteção adicional adequada.

A proteção contra o desgaste não é durável, pois também é submetida aos mesmos esforços que a superfície original. Entretanto, devido a propriedades metalúrgicas particulares dos materiais utilizados no endurecimento superficial, a taxa de desgaste é consideravelmente reduzida.

A proteção contra o desgaste deve ser regularmente inspecionada e mantida com cuidado.

Dessa forma, recomenda-se que, durante os períodos de inatividade da máquina, sejam realizados trabalhos regulares de reparação ou de substituição de componentes sujeitos a elevado desgaste.

O retrabalho de componentes usados poderá, assim, ser realizado em oficina, com mais tempo e recursos disponíveis.

Para que a máquina apresente alta taxa de utilização, é essencial que a equipe de manutenção seja formada por pessoas com qualificação e treinamento adequados.

Nos próximos capítulos, vários sistemas de proteção contra o desgaste são apresentados e discutidos. A decisão sobre qual sistema utilizar somente pode ser tomada em função das condições específicas de operação do equipamento quando, então, as vantagens e desvantagens de cada sistema podem ser devidamente consideradas.

9.2 Recobrimento com solda de camadas sujeitas a desgaste

Áreas cuja probabilidade de desgaste é maior podem ser protegidas pela aplicação de camadas de solda resistente ao desgaste.

Dependendo das condições de utilização, a escolha do material da solda será entre um metal com elevada resistência e boa tenacidade e um metal com maior dureza superficial.

Outro fator importante a ser considerado durante o retrabalho é a capacidade deste metal de ser soldado em posição desfavorável (local de difícil acesso para a realização do trabalho).

Materiais excelentes sob estas condições são aqueles contendo carbonetos de cromo, tungstênio e nióbio ligados a uma base com alta tenacidade, proporcionando assim elevada resistência ao desgaste e boa resistência ao impacto.

Este tipo de metal para solda possui uma dureza de aproximadamente 59 a 61 HRC. Para maiores valores de resistência ao impacto, é recomendável a escolha de outro tipo de material para solda, com dureza de aproximadamente 54 a 56 HRC.

Metais mais duros e menos tenazes tendem a formar microfissuras superficiais produzidas pelas elevadas tensões superficiais (Fig. 1).

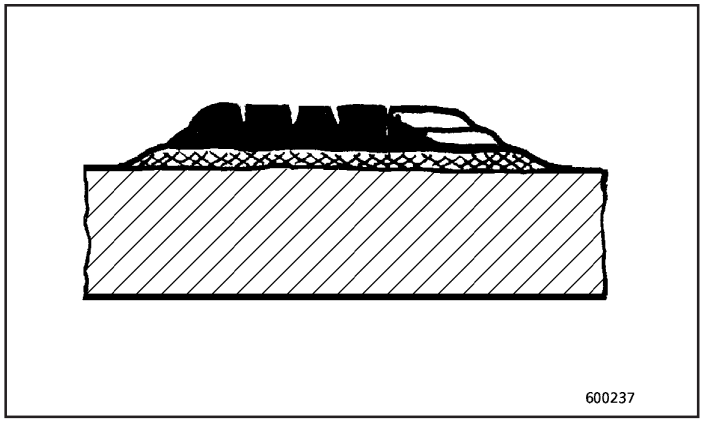


Fig.1

Para evitar que as microfissuras penetrem no material de base no caso de componentes submetidos a cargas pulsantes ou alternadas, faz-se uma camada denominada “camada-tampão”.

As áreas submetidas a elevadas tensões, como as arestas de corte de ferramentas de escavação, devem ser protegidas por duas camadas-tampão (Figura 2).

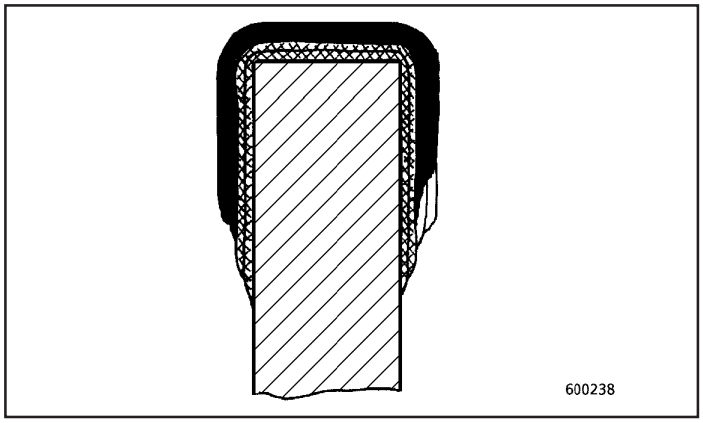


Fig.2

A superfície soldada com elevada dureza deve posicionar-se exatamente sobre a camada-tampão para evitar o risco de que as trincas adentrem o metal de base.

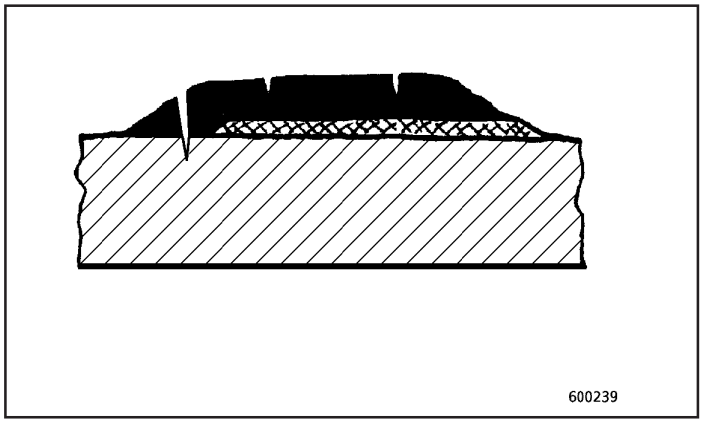


Fig.3

9.2.1 Padrões para a soldagem de camadas de proteção

Padrão puntual. O padrão puntual é adequado a áreas grandes submetidas a um desgaste relativamente pequeno (Fig. 4).

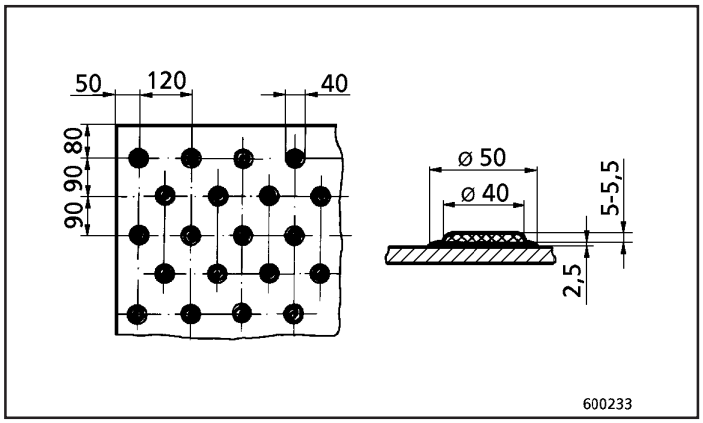


Fig.4

Com relação à disposição dos pontos de solda, é importante considerar a direção do fluxo de material abrasivo causador do desgaste (Fig. 5).

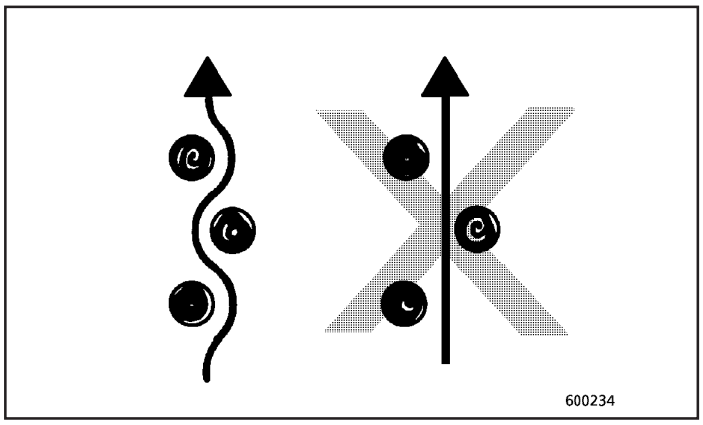


Fig.5

A disposição de pontos de forma incorreta pode levar ao desgaste acentuado entre os pontos.

Padrão cruzado. O padrão cruzado deve ser aplicado a superfícies pequenas sujeitas a elevado desgaste.

Em um padrão cruzado, a parte mais mole do material que causa o desgaste pode depositar-se entre os espaços criados na malha e auxiliar na proteção ao metal de base (Fig. 6).

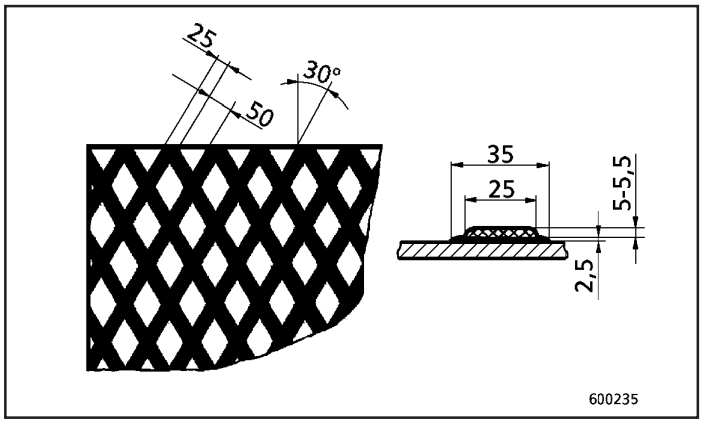


Fig.6

Recobrimento superficial total com solda

Áreas relativamente pequenas submetidas a um desgaste extremo devem ser protegidas por camadas de solda recobrindo-as totalmente. Isto garante que o metal de base fique totalmente protegido (Fig. 7).

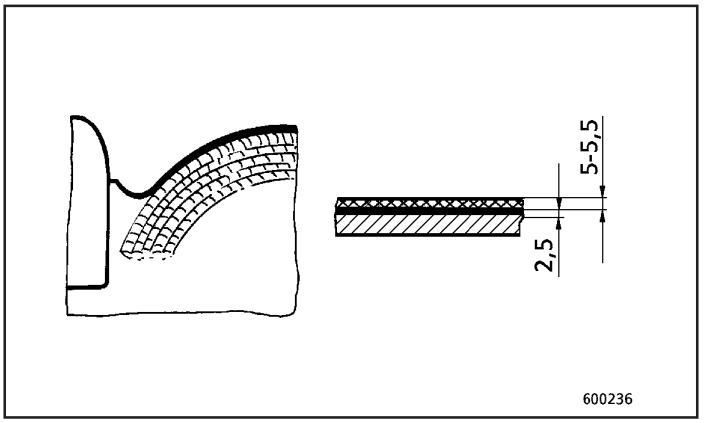


Fig.7

9.2.2 Recomendações especiais

- Antes de iniciar o trabalho de recobrimento com solda, o material de base deve ser preaquecido, dependendo de suas propriedades.
- Durante a soldagem, a temperatura entre passes intermediários deve ser mantida abaixo de **250° C (480° F).**
- O recobrimento com solda deve somente ser utilizado para a proteção de materiais de base com dureza inferior a HB 300 (dureza Brinell).

Devido ao calor necessário para a realização da operação de soldagem, o processo, em materiais de base com dureza superior à mencionada, causa transformações na microestrutura do metal nas regiões próximas à superfície, reduzindo consideravelmente sua dureza.

Outra conseqüência é a criação de zonas com elevada tensão residual interna no material de base.
Somente materiais de base com elevada tenacidade são capazes de absorver adequadamente estas tensões internas; tais materiais possuem dureza inferior a HB 300.

9.3 Metais de preenchimento

9.3.1 Para camadas-tampão

Eletrodos em haste: EN 499: E 38 2 RA 22
AWS 5.1: E 6013

Eletrodos em arame: EN 440: G 3 Si 1
AWS 5.18: ER 70 S-6

9.3.2 Para recobrimento com camadas de elevada dureza

Somente para soldagem na direção da aceleração gravitacional:

Eletrodos em arame: DIN 8555: MF 10 - GF - 60 - RT
núcleo de arame ø 2 mm
P/N 73171549

Composição de referência (%):

C	Cr	Nb	Si	Mn
5.5	22.0	7.0	0.5	0.7

Eletrodos em haste: DIN 8555: E 10 - UM -60 GRZ
diâmetro 5 x 450 mm
P/N 73171538

Composição de referência (%):

C	Cr	Nb	V	Mo	W
5.5	22.0	8.0	1.5	8.0	2.5

Para soldagem em posição desfavorável:

Eletrodos em haste: DIN 8555 - E6 - UM - 60 P
recobrimento de tipo básico
núcleo em liga
P/N 73171539
Nome comercial: EA 600 Kb: VALCO Dusseldorf ou equivalente

Composição de referência (%):

C	Cr	Si	Mn
0.5	6.0	1.3	1.3

Legenda:

R = resistente à corrosão
Z = resistente ao calor
P = resistente ao impacto
UM = recoberto
MF = soldagem por arco-metal com arame no núcleo
GF = preenchimento com fluxo
T = resistente à alta temperatura
G = resistente à abrasão

9.4 Reparo de recobrimentos com solda

Camadas de recobrimento com solda que apresentem desgaste devem ser reparadas utilizando-se o mesmo processo se necessário.

O novo recobrimento com solda deve ser executado até que a camada-tampão não seja mais visível.

Antes de efetuar o retrabalho, deve-se realizar um teste de verificação de existência de trincas superficiais.
Isto é absolutamente essencial para que quaisquer trincas no metal de base ou na camada-tampão sejam abertas (alargadas) antes que o trabalho de recobrimento por solda seja iniciado. Trincas nunca devem ser recobertas!

9.4.1 Estágio de desgaste

As medidas corretivas de reparo a serem tomadas dependem do estágio de desgaste do material.

Estágio de desgaste 1 (Fig. 8)

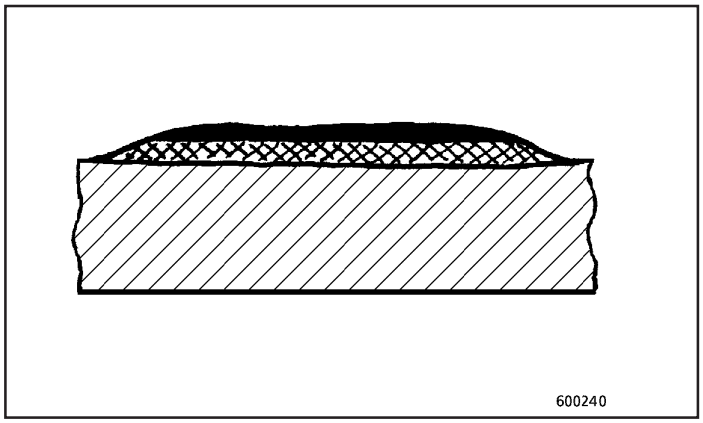


Fig.8

- A camada dura de recobrimento está quase completamente desgastada.
- A camada-tampão está completamente intacta.

Medida de reparo: soldagem de 2 novas camadas de recobrimento.

Estágio de desgaste 2 (Fig. 9)

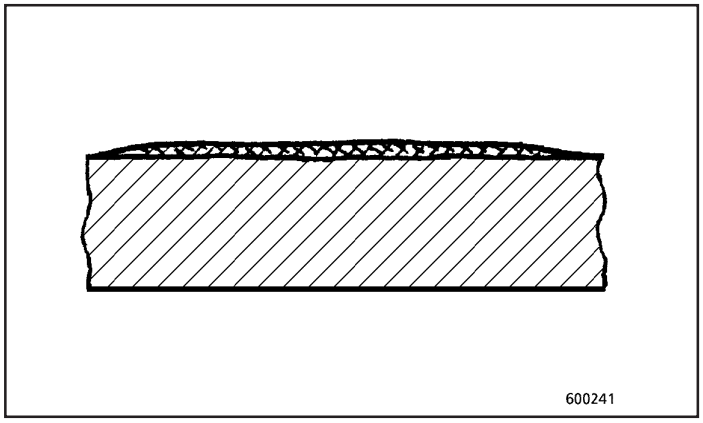


Fig.9

- A camada dura de recobrimento está completamente desgastada.
- A camada-tampão está quase completamente desgastada.

Medida de reparo: soldagem de 1 nova camada-tampão e de 2 novas camadas de recobrimento.

Estágio de desgaste 3 (Fig. 10)

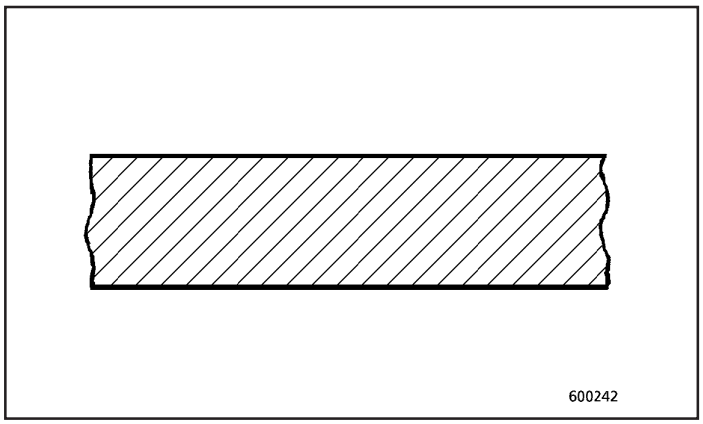


Fig.10

- Tanto a camada dura de recobrimento quanto a camada-tampão foram completamente desgastadas, deixando o metal de base exposto.

Medida de reparo: soldagem de 1 nova camada-tampão e de duas novas camadas de recobrimento.

Estágio de desgaste 4 (Fig. 11)

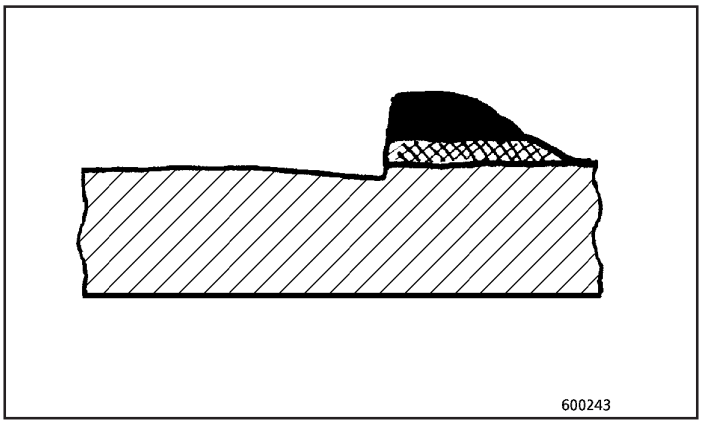


Fig.11

- Tanto a camada dura de recobrimento quanto a camada-tampão estão parcialmente desgastadas ou quebradas, deixando o metal de base exposto.

Medida de reparo: as porções remanescente da camada-tampão e da camada de recobrimento devem ser removidas através do processo ARCO-AR (veja pág. 23).

Importante:

Nunca remova partes remanescentes da camada de recobrimento através de impacto (com um martelo ou ferramenta similar). Os fragmentos que se desprendem podem causar ferimentos.

A área alargada (de onde o metal de recobrimento foi retirado) deve ser deixada uniforme e limpa antes que a nova camada-tampão e as duas novas camadas de recobrimento sejam depositadas sobre o metal de base.

9.4.2 Identificação das camadas-tampão e de recobrimento

A seguir, apresentamos dicas de como identificar cada uma das camadas de solda de recobrimento destinadas a melhorar as características anti-desgaste do componente.

A existência de camadas remanescentes de recobrimento pode ser constatada quando a respectiva área é esmerilhada (Fig. 12).

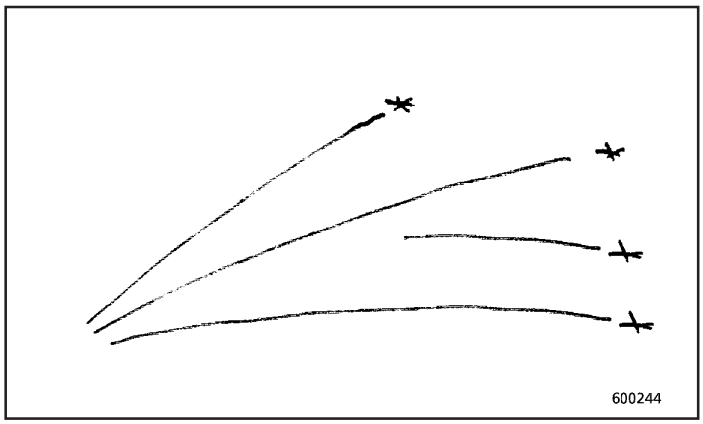


Fig.12

As fagulhas produzidas durante o desbaste de uma camada com material mais duro (camada de recobrimento) são de coloração vermelho-escura e quase não se dividem em fagulhas menores quando escapam do material.

Já para uma camada-tampão composta por material austenítico, ou seja, resistente à corrosão, o material da solda pode ser reconhecido pela cor brilhante das fagulhas criadas durante o desbaste com o esmeril.

Se a camada-tampão for composta por material de solda predominantemente ferrítico, as fagulhas são de coloração vermelho-clara; além disso, dividem-se e espalham-se em múltiplas direções (Fig. 13).

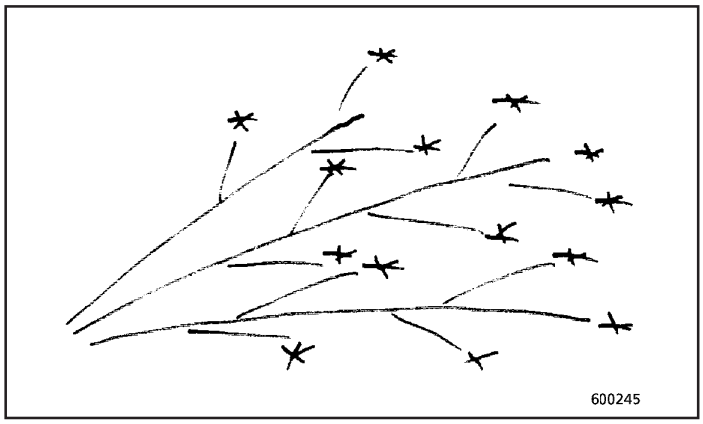


Fig.13

9.5 Reparo de trincas em recobrimentos por solda

Configuração do dano: a trinca está localizada na região do recobrimento por solda (Fig. 14).

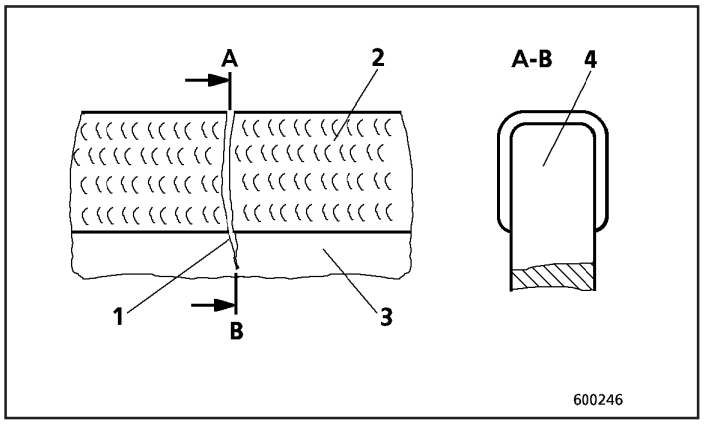


Fig.14

1 Trinca

2 Superfície endurecida

3 Metal de base

4 Região trincada

Em primeiro lugar, remova completamente a camada de recobrimento na região da trinca (Fig. 15).

A camada dura de recobrimento somente pode ser removida utilizando-se o processo ARCO-AR.

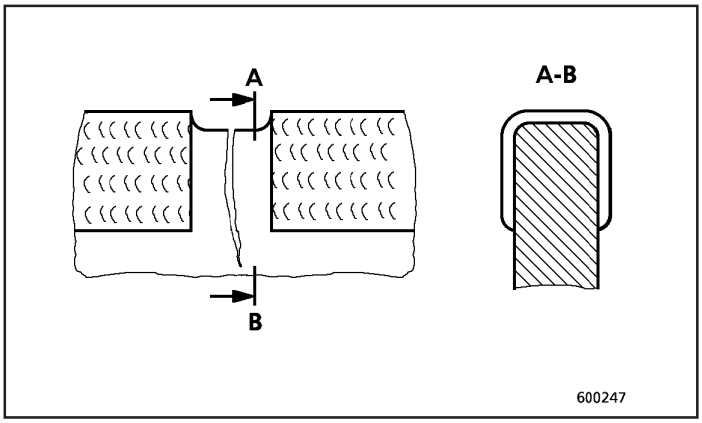


Fig.15

Efetue a abertura (alargamento) da trinca até o metal de base procedendo de forma apropriada (veja página 23) e execute a soldagem (Fig. 16).

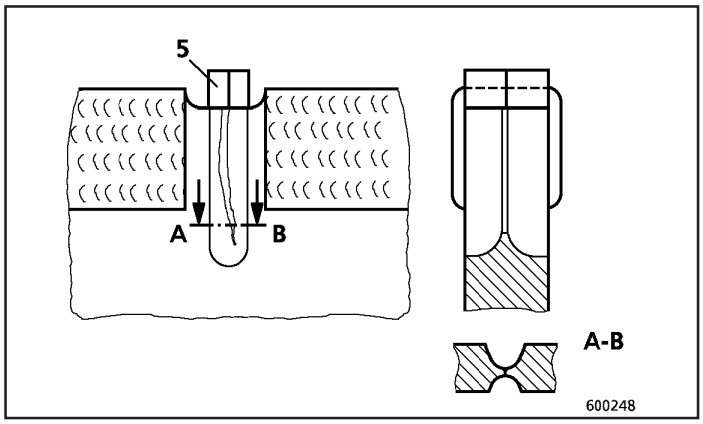


Fig.16

5 Placa de apoio para o final da soldagem

Efetue a soldagem da nova camada-tampão e das novas camadas de recobrimento, restaurando assim a proteção anti-desgaste à região anteriormente trincada (Fig. 17).

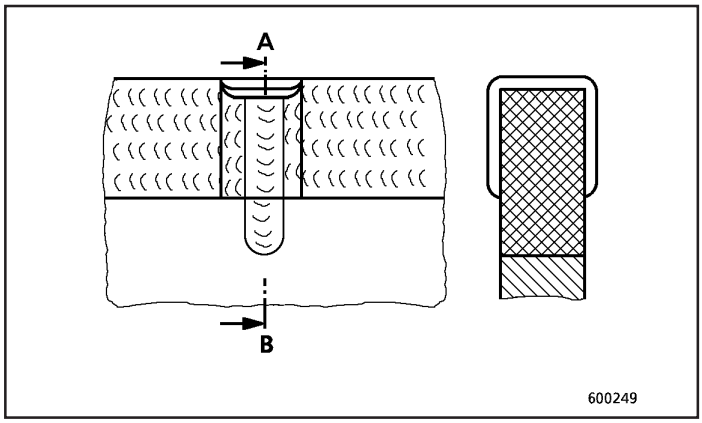


Fig.17

9.6 Soldagem de chapas ou tiras de aço resistente ao desgaste

Chapas ou tiras de aço resistente ao desgaste (dureza Brinell de até 500 HB) podem ser soldados sobre superfícies a serem protegidas.

9.6.1 Disposição de chapas e tiras de aço

Para soldagem em superfícies planas, as chapas devem possuir dimensão de aproximadamente 200 x 300 mm e dispostas em padrão alternado (Fig. 18).

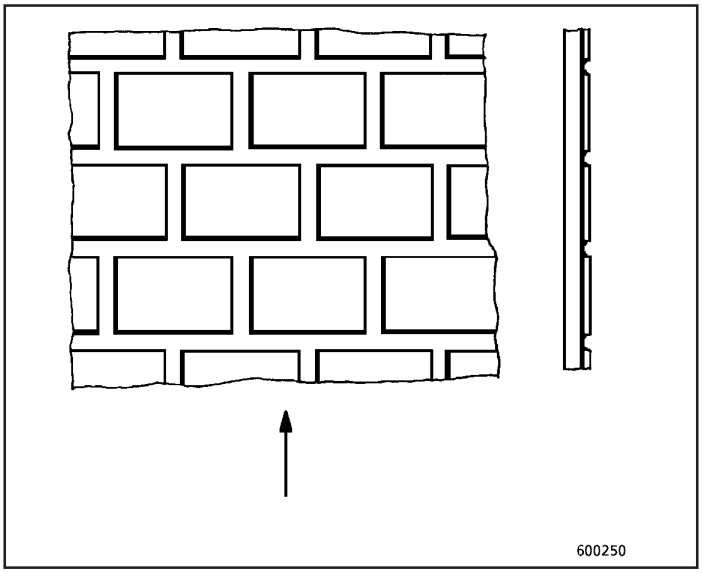


Fig.18

Toda a superfície da chapa deve estar em contato (sem qualquer folga, se possível) com a superfície a ser protegida.

Se a chapa for maior do que o recomendado ou se o contato com a superfície não for perfeito, existe o risco de trinca ou fratura quando o conjunto for submetido a esforços de compressão ou impactos.

As tensões produzidas pela pressão das chapas contra a superfície podem levar à formação de trincas nos cordões de solda.

Além disso, a utilização de chapas como o tamanho recomendado permite que regiões com desgaste parcial sejam reparadas com maior facilidade.

A soldagem sobre superfícies com grandes raios de curvatura deve ser feita utilizando-se chapas de dimensão aproximada 100 x 400 mm e igualmente distribuídas em padrão alternado (Figura 19).

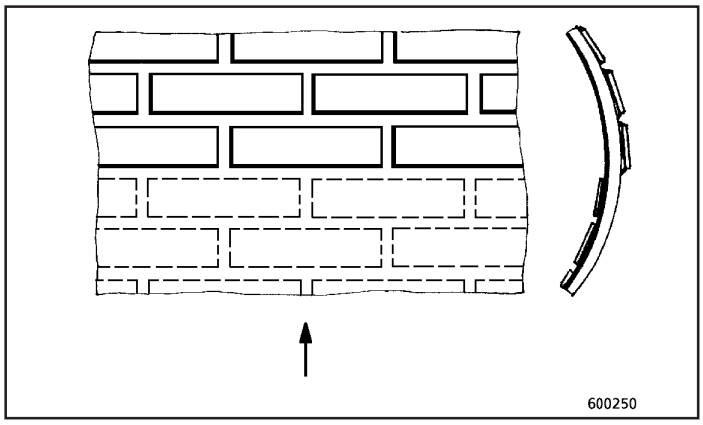


Fig.19

As tiras não devem ser deformadas. A folga resultante da curvatura do metal de base deve, se possível, ser a mesma em ambos os lados (Figura 20).

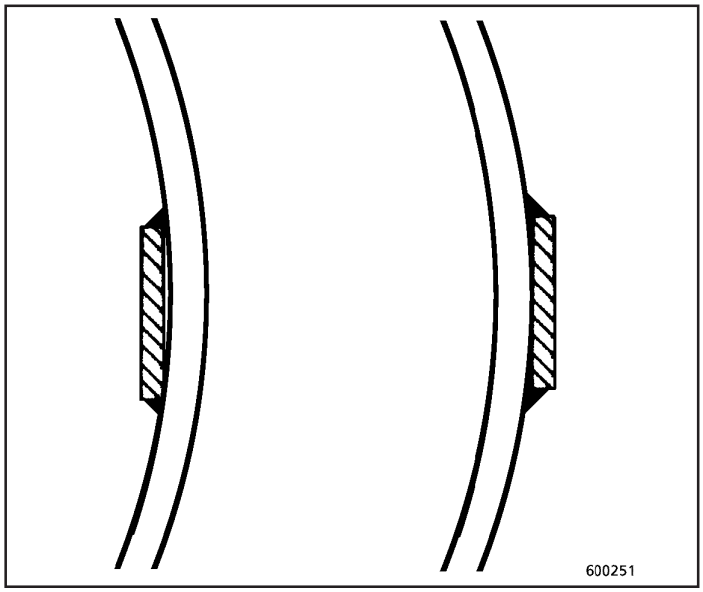


Fig.20

O espaçamento entre as chapas ou tiras não deve ser muito grande (Fig. 21), permitindo que o material a ser carregado preencha os espaços entre as chapas ou tiras e auxiliando assim na proteção dos cordões de solda contra o desgaste.

O espaçamento recomendado entre as chapas em função de sua espessura pode ser obtido na Figura 21.

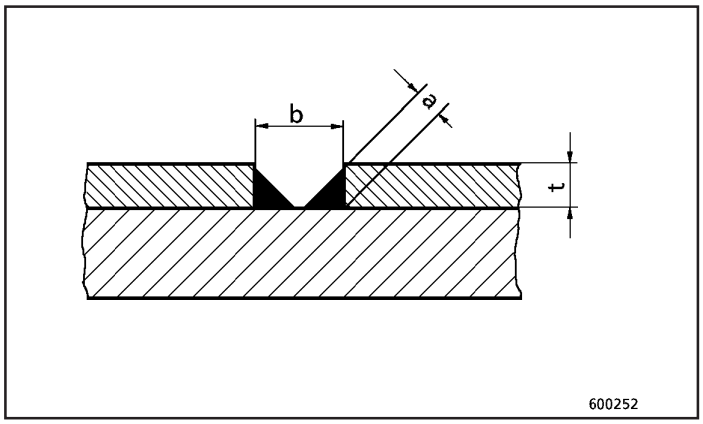


Fig.21

t = 10 mm	a = 6 mm	b = 20 mm
15 mm	8 mm	25 mm
20 mm	10 mm	30 mm

As soldas executadas na direção de desgaste médio sofrem desgaste substancialmente mais rápido do que aquelas na transversal (Fig. 22).

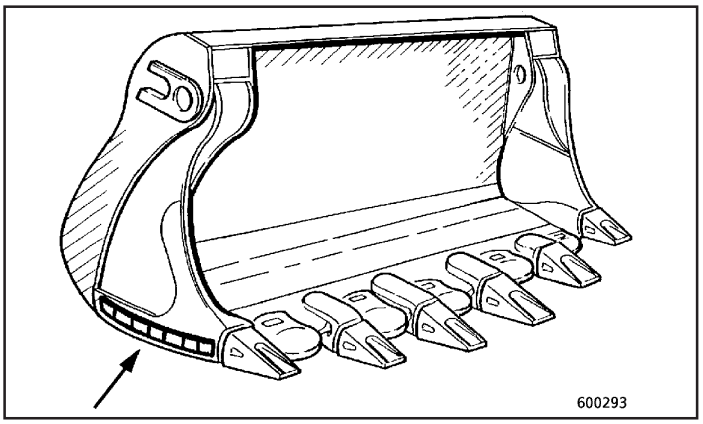


Fig.22

Áreas estreitas, como por exemplo paredes laterais (seta, Figs. 22 e 23) dianteiras e traseiras de caçambas devem ser unidas com tiras contínuas.

- Uniões transversais ou entalhes devem ser preenchidos com solda.
- A continuidade é interrompida pelas uniões ou entalhes, reduzindo assim o desgaste nesta direção.

Aberturas circulares preenchidas com solda devem ser evitadas, pois, na prática, verifica-se que o preenchimento não é adequadamente obtido.
Em peças soldadas com chapas, áreas maiores estão sujeitas ao desgaste.

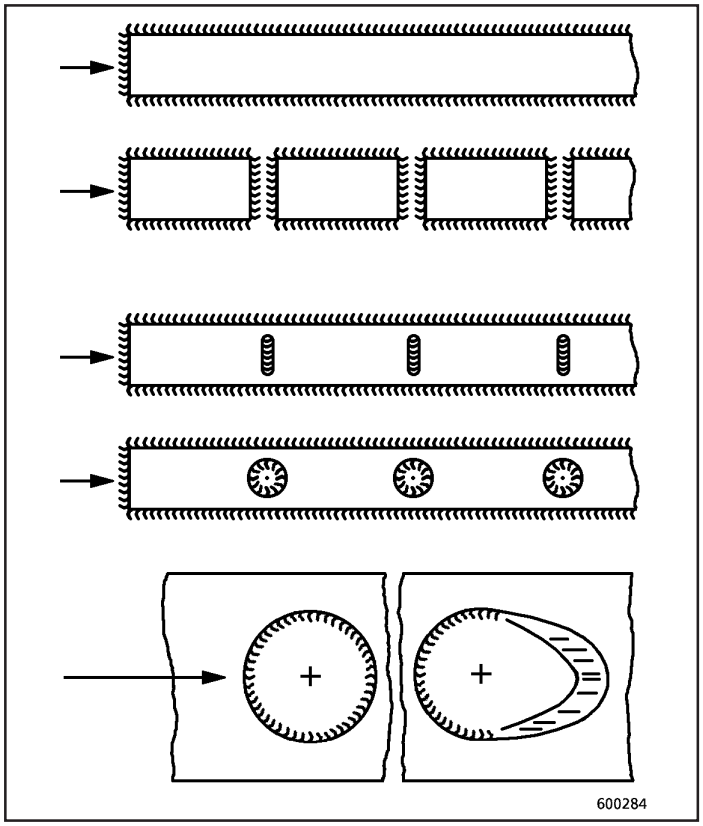


Fig.23

As lâminas laterais da dianteira e traseira da caçamba podem ser protegidas utilizando-se tiras de metal.
Estas tiras devem ser feitas em peça única e terminar na região onde haja menores tensões de trabalho (Fig. 24).

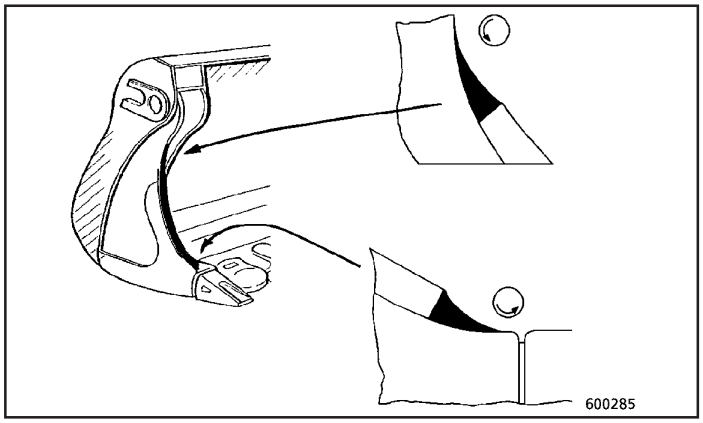


Fig.24

Faça cordões longos e espessos de solda nas extremidades das tiras de reforço.
Esmerilhe as regiões de transição entre o metal da solda e o metal de base de forma a eliminar entalhes de qualquer espécie.

A soldagem na direção longitudinal das tiras deve ser feita de forma a proteger o cordão depositado; possíveis disposições do cordão:

1. Os cordões estão muito sujeitos ao desgaste. Esta disposição não é recomendada (Fig. 25).

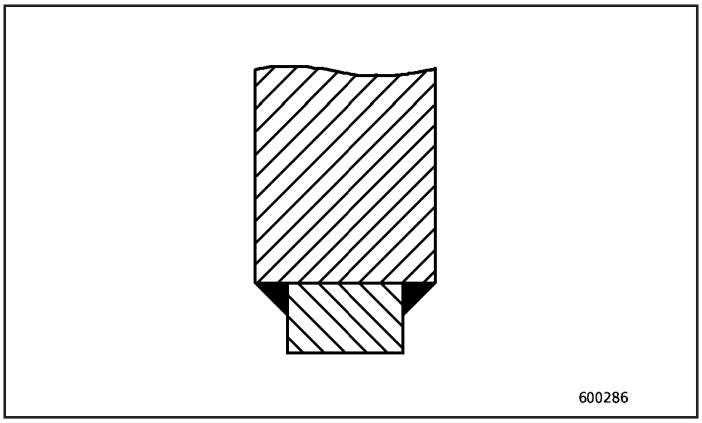


Fig.25

2. Os cordões estão sujeitos ao desgaste durante o movimento para trás do dispositivo de escavação. A aresta de corte fica substancialmente alargada. A resistência à penetração é aumentada (Fig. 26).

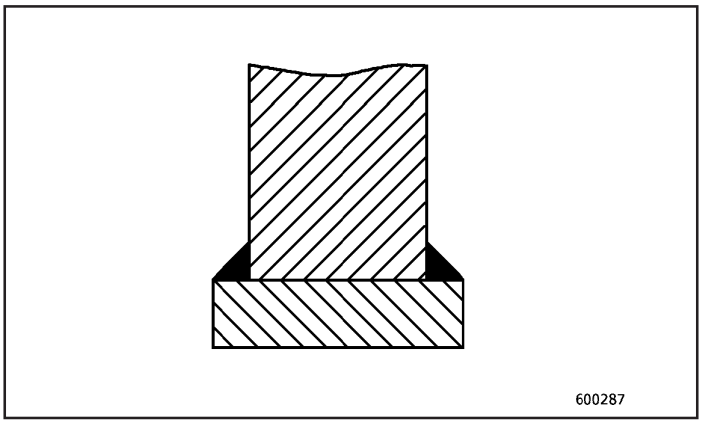


Fig.26

3. Os cordões estão perfeitamente protegidos. Esta disposição de soldagem de tiras de proteção é recomendada (Fig. 27).

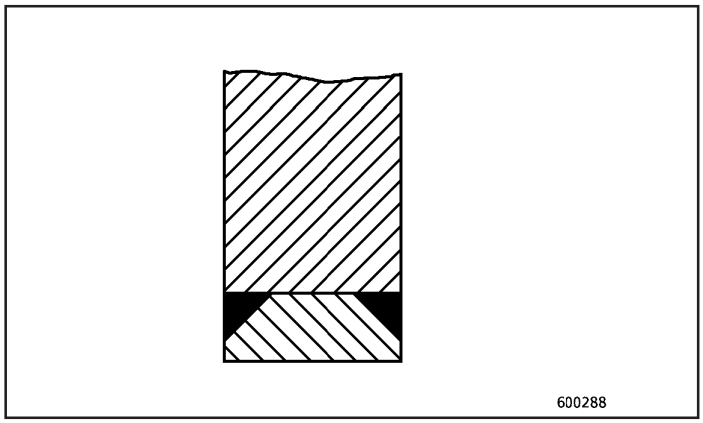


Fig.27

4. Esta disposição é recomendada somente no caso em que as paredes laterais também possuam chapas de proteção contra desgaste.

   Os cordões de solda, desta forma, ficarão protegidos contra o desgaste (Fig. 28).

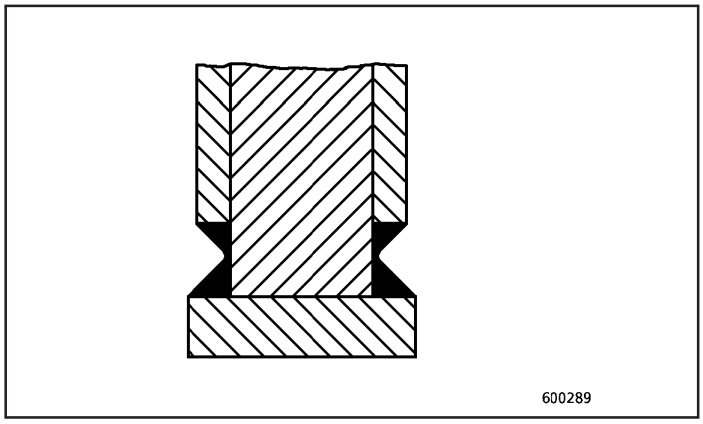


Fig.28

Os espaços existentes entre as chapas da primeira fileira devem ser eliminados através da deposição de uma camada de solda de recobrimento.
Se isto não for feito, as chapas da segunda fileira, atrás dos espaços entre as chapas da primeira fileira, podem apresentar desgaste.

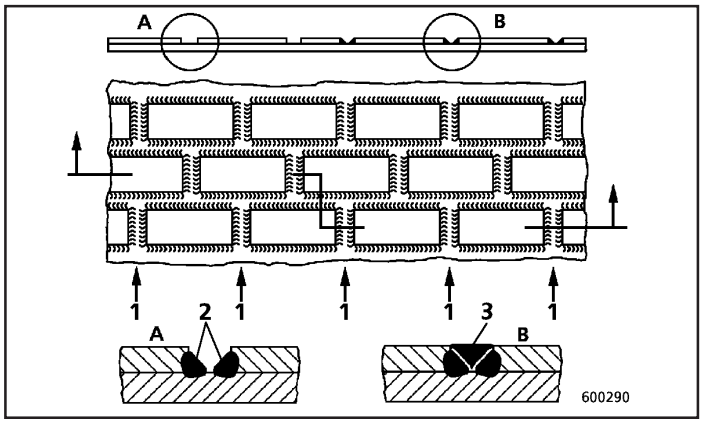


Fig.29

Explicação referente à Figura 29:

1 Direção do fluxo do material a ser transportado/movimentado

2 Cordões de solda

3 Depósito de material para endurecimento

Os cordões de solda utilizados para a fixação de chapas e tiras são compostos por metais que não resistem ao desgaste. Isto é necessário devido ao tipo de material das chapas e da peça a ser protegida.
Cordões posicionados na direção do fluxo do material abrasivo devem, portanto, receber um acabamento com um cordão de solda de material mais duro para protegê-los contra o desgaste.

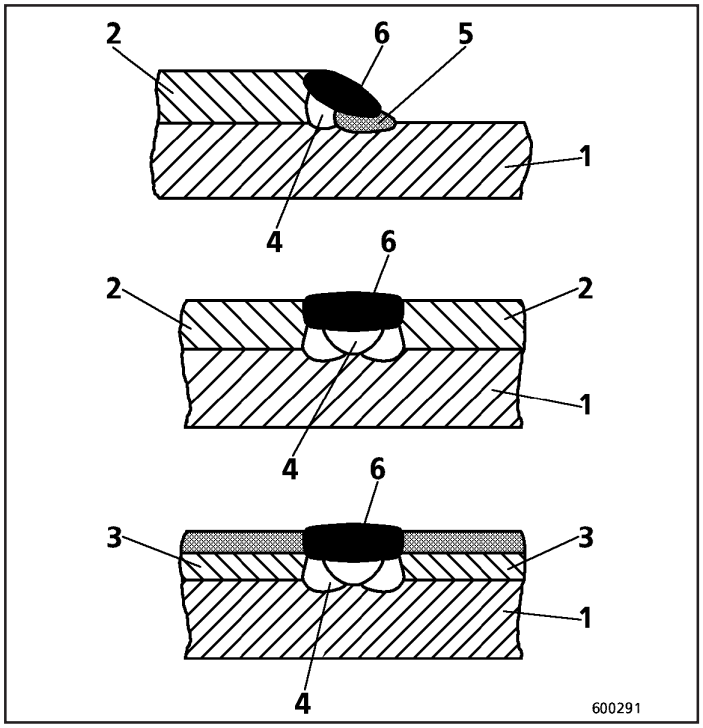


Fig.30

Explicação referente à Figura 30:

1 Chapa metálica, material de base, por exemplo S960Q

2 Chapa de desgaste, dureza aproximada de 500 HB

3 Chapa de desgaste, camada dura sobre material menos resistente ao desgaste

4 Metal da solda, sem resistência ao desgaste

5 Metal da solda, sem resistência ao desgaste, camada-tampão

6 Metal da solda, duro, camada resistente ao desgaste

9.6.2 Dobramento de tiras

Tiras de material com dureza Brinell máxima de 400 podem ser dobradas a frio e ajustadas a superfícies curvas (Fig. 31).

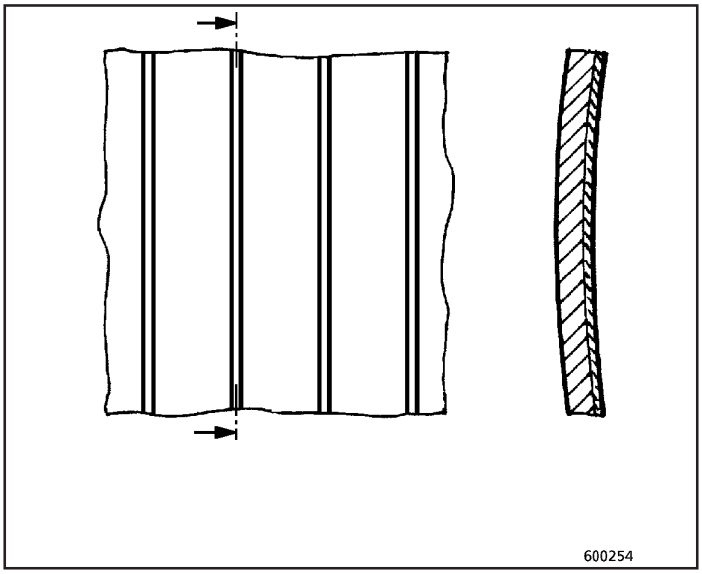


Fig.31

Entretanto, o dobramento deve ser realizado com rolos de laminação, e não em máquinas convencionais de dobramento (onde o material é forçado contra uma borda e pressionado até dobrar).
Devido ao raio de dobramento e à resistência elástica do material a ser dobrado, o processo em equipamento convencional pode levar à formação de trincas na face do material sujeita à tração.
Chapas e tiras de desgaste devem sempre ser prontamente substituídas.
Partes remanescentes de chapas ou tiras de desgaste não devem ser removidas utilizando o movimento de alavanca (Fig. 32) através do impacto por uma cunha, a não ser que seja feito um entalhe na solda, o que cria uma região fragilizada e de fácil ruptura.
A região de fixação deve ser esmerilhada, deixada uniforme e livre de trincas.

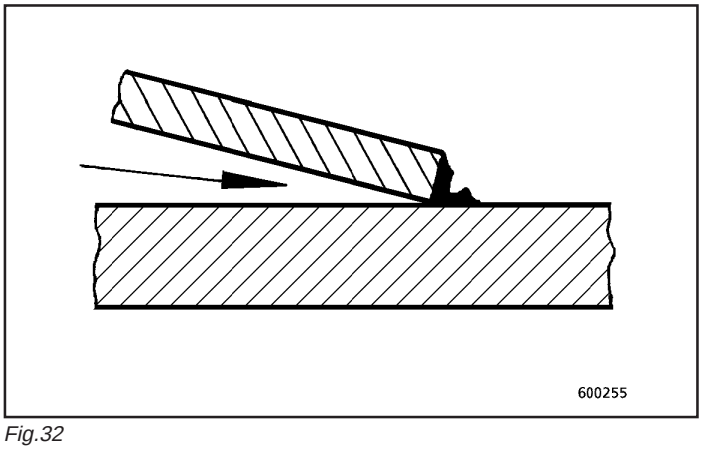


Fig.32

9.6.3 Instruções de trabalho

- Chapas com dureza Brinell superior a 300 não devem ser dobradas ou endireitadas a quente.
- Chapas e tiras não devem ser soldadas sobre bordas de componentes submetidas a elevadas tensões.
- Chapas e tiras devem ser fixadas ao metal de base utilizando um cordão contínuo de solda envolvendo todo o seu perímetro. O ponteamento não é suficiente.
- Metais de enchimento menos resistentes são utilizados na soldagem das chapas. Isto também é válido para o passe final do cordão de solda.
- O metal de base deve ser preaquecido de acordo com suas características, porém até pelo menos 100° C (210° F).
- Para espessuras de até 20 mm, as chapas devem ser preaquecidas até pelo menos 100° C; para espessuras superiores a 40 mm, a temperatura de preaquecimento deve ser de 200° C (300° F).
- A temperatura entre passes intermediários durante o processo de soldagem não deve exceder 250° C (480° F).

9.6.4 Metais de preenchimento

Eletrodos em haste: EN 499: E 38 4 B 42
AWS 5.1: E 7018

Eletrodos em arame: EN 440: G4 Si 1
AWS 5.18: ER 70S-6

9.7 Soldagem de chapas ou tiras com recobrimento resistente ao desgaste

Chapas ou tiras de S275JRG2/S355J2G3 possuindo uma recobrimento resistente ao desgaste previamente soldado, com dureza de até 58 HRC, também podem ser soldadas sobre superfícies a serem protegidas.
A espessura da chapa depende das dimensões da ferramenta de escavação.
Se espessuras recomendadas de chapa forem utilizadas, o espaçamento entre as chapas deve ser de 15 mm (Fig. 33).

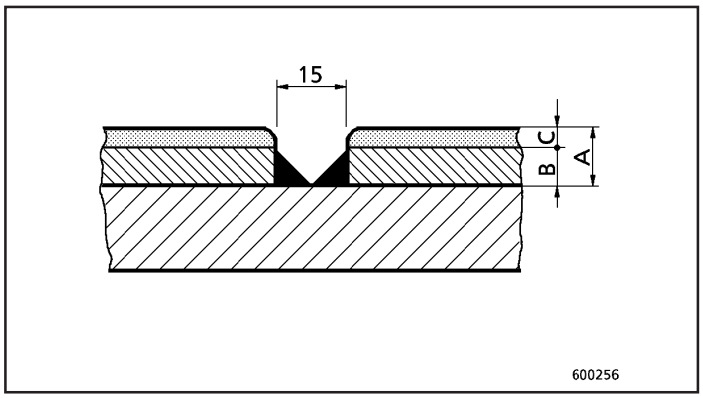


Fig.33

Espessura da chapa, por exemplo:

A	B	C
13	8	5
19	13	6
25	19	6

As chapas ou tiras devem possuir dimensão de aproximadamente 100 x 400 mm e ser dispostas em padrão alternado (Fig. 34).

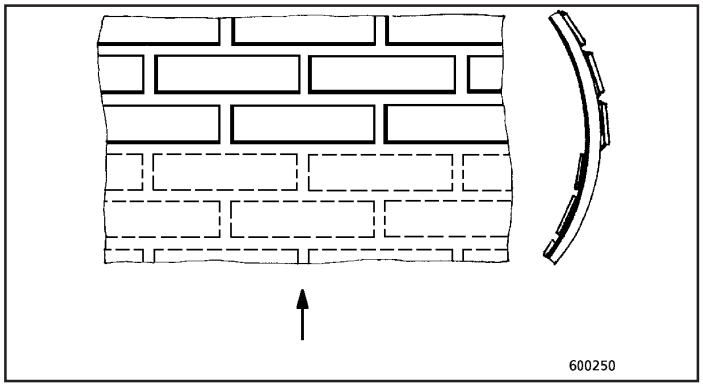


Fig.34

As tiras não devem ser dobradas. Entretanto, podem ser soldadas sobre superfícies com elevado raio de curvatura se sua porção central ficar apoiada sobre o metal de base e se a folga na maior dimensão das tiras for relativamente pequena e de igual valor de ambos os lados (Fig. 35).

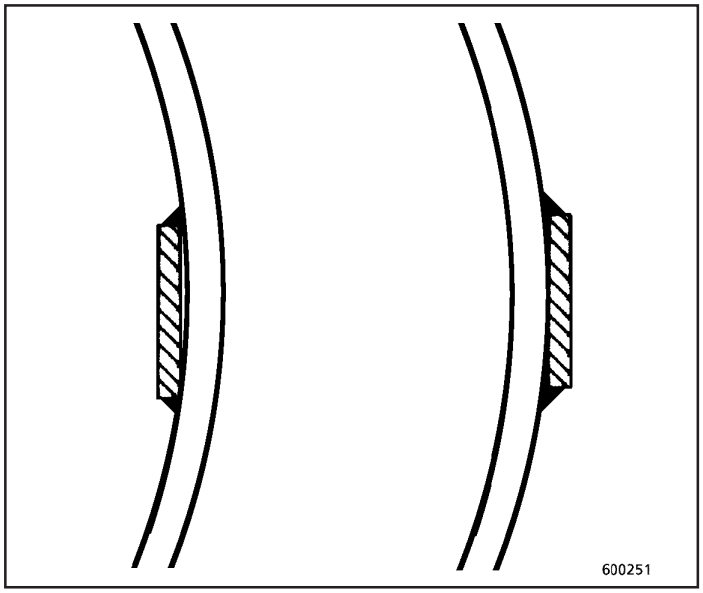


Fig.35

9.7.1 Instruções de trabalho

- As tiras devem ser fixadas ao metal de base através de um cordão contínuo de espessura 6 mm ao redor de todo o perímetro.
- Metais de enchimento menos resistentes (veja 9.6.4) são utilizados na soldagem das tiras. Isto também é válido para o passe final do cordão de solda.
- Tiras não devem ser soldadas sobre bordas de componentes submetidas a elevadas tensões.
- O metal de base deve ser preaquecido de acordo com suas características, porém até pelo menos 100° C (210° F).
- As tiras normalmente não são preaquecidas.

  Exceções: temperatura ambiente e do componente abaixo de 20° C (70° F), com as úmidas.
- A temperatura do metal de base entre passes intermediários não deve exceder 250° C (480° F).
- Tiras com desgaste devem ser prontamente substituídas.

  Partes remanescentes de tiras de desgaste não devem ser removidas utilizando o movimento de alavanca através do impacto por uma cunha, a não ser que seja feito um entalhe na solda, o que cria uma região fragilizada e de fácil ruptura (veja também a Figura 32).
- A região de fixação deve ser esmerilhada, deixada uniforme e livre de trincas antes que novas tiras sejam soldadas.
- Tiras podem ser removidas por corte com maçarico. Se isto não for possível, o material de base deve esmerilhado para que a camada endurecida possa ser quebrada.

9.8 Soldagem de pinos resistentes ao desgaste

Pinos fabricados com material resistente ao desgaste podem ser soldados sobre superfícies a serem protegidas.

Pinos de diversos tamanhos, formas e durezas estão disponíveis em revendedores especializados.

Procedimento de soldagem:

Provoque a descarga da capacitância através do contato inicial. Este tipo de soldagem requer a utilização de corrente elétrica de valor elevado.

Importante:

Antes de iniciar a soldagem, deve-se verificar se a fonte de alimentação disponível no local dispõe de potência suficiente para o término da operação.

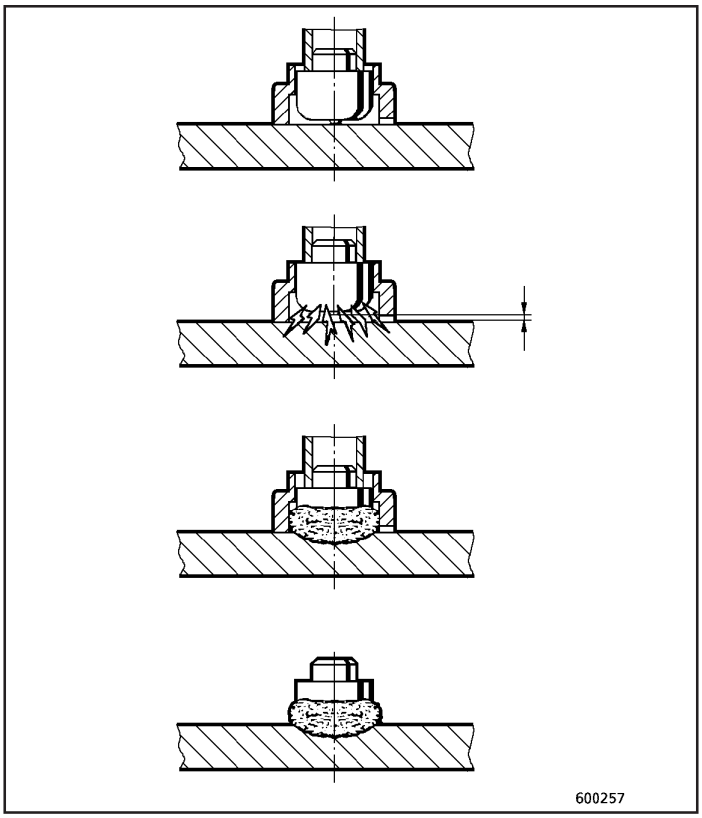


Fig.36

Descrição do processo (Fig. 36)

- Os pinos são fixados ao dispositivos de soldagem através de uma base cerâmica. A base cerâmica proporciona uma região delimitada para a solda e protege-a contra a influência de agentes externos.
- O arco é gerado separando-se o pino da superfície do componente, fazendo com que áreas do pino e do metal de base sejam fundidas e misturadas.
- O pino é pressionado contra a solda fundida no interior da base cerâmica. Após o resfriamento, o pino estará completamente soldado ao metal de base.

9.8.1 Instruções de operação

- Os pinos devem ser posicionados tão próximos uns dos outros quanto possível. A distância entre os pinos é determinada pelas dimensões do anel da base cerâmica. A colocação dos pinos bem juntos uns dos outros assegura que as forças agindo sobre eles são distribuídas de maneira mais uniforme, reduzindo assim o risco de ruptura.
- Dependendo da qualidade do material, o metal de base deve ser adequadamente preaquecido até, no mínimo, 100° C (210° F).
- Os pinos não devem ser soldados sobre arestas ou raios de arredondamento de componentes.

Para instruções sobre o procedimento, tipos de pinos e ferramentas, recomenda-se a consulta a profissionais especializados.
A soldagem de pinos é mundialmente reconhecida como um processo altamente eficaz para evitar o desgaste.
A soldagem de pinos isolados que eventualmente tenham se rompido do metal de base não é recomendada.
Na maioria dos casos, o ponto de fratura no metal de base não pode ser esmerilhado e deixado com superfície uniforme como necessário.

9.9 Soldagem de dentes de corte em dispositivos de escavação

Dentes de corte (1, Fig. 37) fabricados em aço temperado e revenido de elevada resistência podem ser soldados em dispositivos de escavação (2) para aumentar a proteção ao desgaste do metal de base sem prejudicar as características de corte.

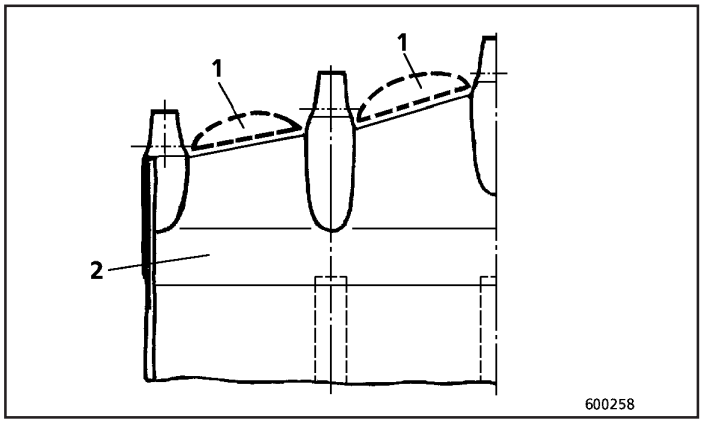


Fig.37

9.9.1 Seqüência trabalho

- O contorno do segmento deve ser retificado com um maçarico. Antes de cortar com o maçarico, preaquece até 50° C (120° F). Esmerilhe as bordas do corte com o maçarico até atingir o metal de base.
- Faça uma peça de reposição utilizando um modelo.

  Material: aço temperado e revenido resistente ao desgaste; pré-conformado, disponível como peça de reposição.
- Para o corte do contorno e chanfro dos rebaixos para soldagem, preaqueça o material até 50° C (120° F).

  Esmerilhe os rebaixos para soldagem até atingir o metal de base deixando-os sem irregularidades.
- Fixe a peça de reposição (Fig. 38).

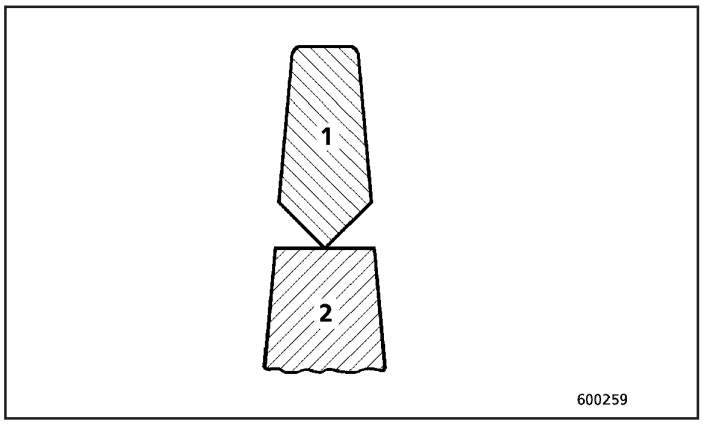


Fig.38

Para facilitar a fixação e a soldagem, o dispositivo de escavação deve ser posicionado com suas lâminas na vertical. Para a soldagem, preaqueça a aresta de corte da lâmina e a peça de reposição até 150° C (300° F).

9.9.2 Seqüência de soldagem (Fig. 39) e metais de enchimento

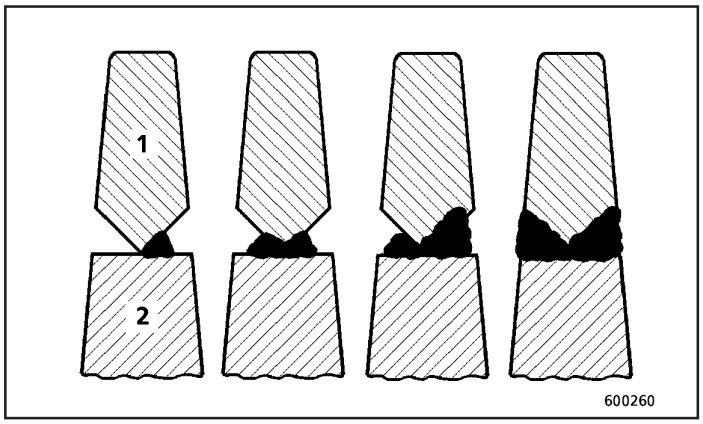


Fig.37

Em primeiro lugar, solde a raiz e o primeiro passe intermediário de um dos lados utilizando metais de enchimento de menor resistência.

Metais de enchimento (de menor resistência) para a raiz e o primeiro passe intermediário

Eletrodos em haste: EN 499: E 38 4 B 42
AWS 5.1: E 7018

Eletrodos em arame: EN 440: G4 Si 1
AWS 5.18: ER 70S-6

Esmerilhe o cordão da raiz do outro lado e solde duas camadas.

Finalize a soldagem utilizando materiais de enchimento compatíveis com o material de base (conforme página 78).

Solde cordões longos; a temperatura máxima entre passes intermediários não deve exceder 250° C (480° F).

Trabalhe de forma alternada em ambos os lados para evitar a deformação da peça de reposição.

Metais de preenchimento (alta resistência) para passes intermediários e passes finais

Eletrodos em haste: EN 757: E 69 5 Mn2NiCrMo B 42
AWS 5.5: E 11018 - M

Nomes comerciais

Thyssen:	SH Ni 2 K 100
Kjellberg-Esab:	OK 75,76
Oerlikon:	Tenacito 75

Eletrodos em arame: ainda não padronizados

Nomes comerciais

Thyssen:	UNION NiMoCr
Boehler:	NiCrMo 2,5-IG

As extremidades dos cordões na transição aos suportes dos dentes devem ser limpas e uniformizadas com esmeril (setas, Fig. 40).

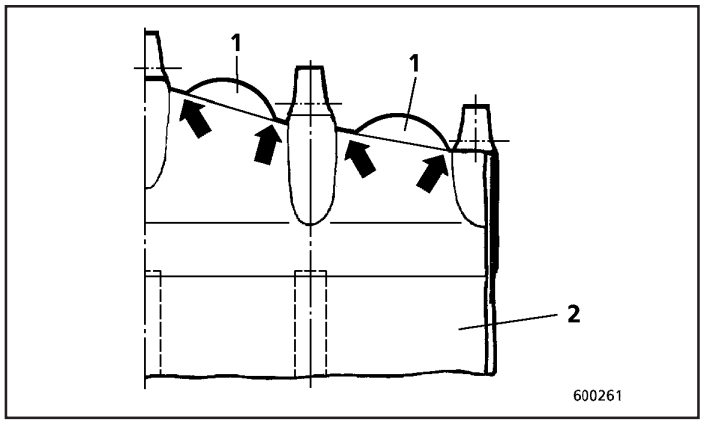


Fig.40

Deve-se permitir que toda a região ao redor da solda resfrie após o término do processo. Cubra o local com uma manta de lã de vidro. Nunca utilize água ou jato de ar-comprimido para resfriar o metal.

10. REPARO COM SOLDA EM COMPONENTES DE FERRO FUNDIDO

10.1 Ferro fundido nodular

Existem basicamente dois métodos que podem ser utilizados, nos quais a quantidade de trabalho envolvido não é a mesma. Embora o processo a quente envolva mais trabalho, é aquele que proporciona os melhores resultados.

10.1.1 Soldagem a quente

A soldagem é feita com um metal de preenchimento com a mesma composição do metal de base. Se o trabalho for efetuado da maneira recomendada, o metal soldado obtido corresponderá ao nível “A” de qualidade de acordo com o Código VGD de Conduta N 60. As propriedades mecânicas e metalúrgicas da solda depositada serão idênticas às do metal não soldado.

Para a soldagem é necessário preaquecer a peça até 600° C (1100° F). Após a soldagem, o componente deve ser normalizado a 900° C (1650° F).

Devido a esta exigência, o procedimento pode ser virtualmente eliminado dos reparos em campo.

Além disto, o componente é submetido a temperaturas elevadíssimas, podendo afetar a precisão dimensional de superfícies usinadas.

Para reparos que necessitem deste tipo de soldagem, é sempre recomendável a consulta a empresas ou profissionais especializados; somente tais profissionais possuem o equipamento necessário para o preaquecimento e normalização e manuseio de componentes a elevada temperatura.

10.1.2 Soldagem a frio

A soldagem é efetuada utilizando-se metais de preenchimento de composição diferente daquela do metal de base. Se o trabalho for efetuado da maneira recomendada, o metal soldado obtido corresponderá ao nível “B” de qualidade de acordo com o Código VGD de Conduta N 60. As propriedades mecânicas e metalúrgicas da solda depositada serão diferentes das do metal não soldado embora, na maioria dos casos, a solda preencherá todos os requisitos para determinado uso. Tais requisitos devem ser definidos para cada caso específico.

Recomendações de soldagem:

- Mantenha a corrente o mais baixo possível para fazer com que a região afetada pelo calor seja estreita.
- Temperaturas de preaquecimento de até 400° C (750° F) afetam a união soldada aumentando sua resistência.
- As regiões soldadas devem ser deixadas com o metal de base exposto.
- Eletrodos em haste:
  DIN 8573 - Tipo E NiFe -1 BG 23
  AWS 5.15: E NiFe - C1
  Eletrodos de ø 3,20 mm
  P/N 73171541
- Solde cordões longos e resfrie entre passes intermediários.

Não é necessária a normalização após a soldagem.

Após o desbaste, a região soldada deve ser verificada quanto à existência de trincas através de um teste de líquido penetrante.

A soldagem a quente efetuada por profissionais sem a necessária experiência pode trazer resultados insatisfatórios. Portanto, recomenda-se que a operação seja realizada somente por pessoal competente.

10.2 Ferro fundido cinzento

Aqui, novamente, existem basicamente dois métodos que podem ser utilizados, nos quais a quantidade de trabalho envolvido não é a mesma. Embora o processo a quente envolva mais trabalho, é aquele que proporciona os melhores resultados.

10.2.1 Soldagem a quente

A soldagem é feita com um metal de preenchimento com a mesma composição do metal de base. Se o trabalho for efetuado da maneira recomendada, o metal soldado obtido terá as mesmas propriedades mecânicas e metalúrgicas do metal não soldado.

Para a soldagem, é necessário preaquecer parcial ou totalmente a peça até 650° C (1200° F). Como a fluência do metal da solda é muito elevada, a região da solda deve ser isolada através de anteparos .
Devido a esta exigência, o procedimento pode ser virtualmente eliminado dos reparos em campo.

Além disto, o componente é submetido a temperaturas elevadíssimas, podendo afetar a precisão dimensional de superfícies usinadas.

Para reparos que necessitem deste tipo de soldagem, é sempre recomendável a consulta a empresas ou profissionais especializados; somente tais profissionais possuem o equipamento necessário para o preaquecimento e normalização e manuseio de componentes a elevada temperatura.

10.2.2 Soldagem a frio

A soldagem é efetuada utilizando-se metais de preenchimento de composição diferente daquela do metal de base. Se o trabalho for efetuado da maneira recomendada, o metal soldado obtido possuirá composição e propriedades mecânicas e metalúrgicas diferentes das do metal não soldado. Não deve ser esperada uma união homogênea entre o metal de base e o metal de preenchimento.

Sendo assim, não é possível restaurar-se as propriedades originais do componente.

Recomendações de soldagem:

- Mantenha a corrente o mais baixo possível para fazer com que a região afetada pelo calor seja estreita.
- A temperaturas na peça que sofre o retrabalho não deve exceder 70° C (160° F) nas regiões adjacentes à da soldagem.
- Eletrodos em haste:
  DIN 8573 - Tipo E NiFe
  AWS 5.15: E NiFe - C1
  Eletrodos de ø 2,50 mm
  P/N 73171540
- Solde sempre cordões curtos e seguindo um padrão alternado.
- Para reduzir o efeito de retração e conseqüentemente as tensões internas no componente, os cordões devem ser ligeiramente alongados antes de se efetuar o martelamento.

A soldagem a frio somente deve ser efetuada em componentes de ferro fundido cinzento quando for absolutamente necessário.
É recomendável deixar o serviço a cargo de profissionais/ empresas especializadas.

Recomendação alternativa:

Para o reparo em componentes de ferro fundido cinzento, outro procedimento pode ser aplicado com êxito; este procedimento é chamado “entrelaçamento”, e deve ser deixado a cargo de empresas especializadas.

Para maiores detalhes, consulte a seção 10.2.3

10.2.3 Reparo de componentes utilizando a técnica de “entrelaçamento”

O reparo de componentes em ferro fundido através de soldagem freqüentemente é impossível de ser realizado se a região a ser reparada estiver sujeita a esforços.

Por este motivo, desenvolveu-se uma técnica pela qual trincas ou rupturas são reparadas através do “entrelaçamento”. Tal tipo de reparo é executado somente com ferramentas, e não requer a aplicação de solda.

Este procedimento, entretanto, representa apenas uma técnica complementar à soldagem.

O entrelaçamento pode ser utilizado para unir fragmentos ou, se necessário, incorporar peças de reposição novas compostas por outros materiais, como por exemplo aço fundido ou chapas em aço.

Descrição do processo:

- O componente é preparado usinando-se fileiras de furos em ambos os lados e na transversal da trinca (Fig. 1).

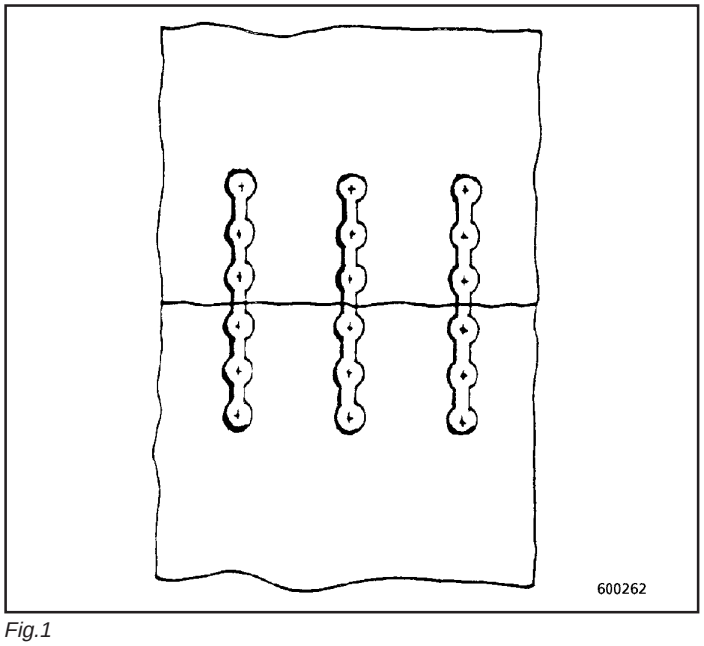


Fig.1

Os furos são usinados utilizando-se um gabarito. Os cavacos devem ser removidos com lima.

- Introduz-se as chamadas “barras de entrelaçamento” nestes furos (Fig. 2).

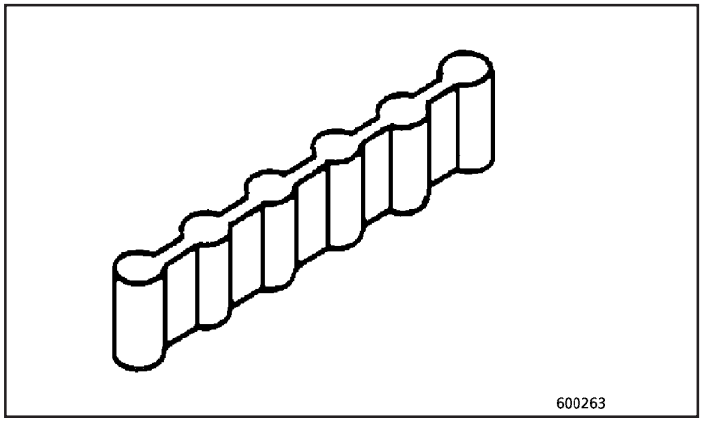


Fig.2

As barras são fabricadas com aço, que pode ser deformado e endurecido por martelamento.

- As barras são introduzidas nos furos em camadas, com cada camada sendo martelada no local. No processo, as barras de entrelaçamento são moldadas na forma exata da união.

  Isto assegura que a parte posterior das barras também contribuam na sua capacidade de resistência à carga.
- A seção formada pelas barras, ou seja, o número de barras, pode ser calculado a partir da relação entre a resistência do aço e do ferro fundido cinzento.

11. RETOQUE DE ÁREAS PINTADAS

Todas os acabamentos com tinta removidos ou danificados durante o reparo devem ser retocados após o término do trabalho de soldagem. Esta prescrição aplica-se a áreas onde:

- tenha sido efetuado trabalho de soldagem,
- chapas adicionais de reforço tenham sido adaptadas ou introduzidas,
- a pintura tenha sido danificada pela ação do calor (endireitamento, preaquecimento) ou de deformação mecânica (dobramento).

As áreas danificadas do componente devem ser limpas utilizando procedimentos mecânicos como o desbaste ou seus similares.

Pureza da superfície: St3 de acordo com a DIN 55928, Parte 4, suplemento 1.
O grau de pureza necessário por esta norma pode ser atingido somente após uma limpeza cuidadosa.

A área reparada deve, a seguir, ser retocada com até duas camadas de pintura, uma de base e uma de acabamento.

A camada de base serve para garantir que a superfície metálica seja completamente coberta. A camada de acabamento proporciona proteção para a camada de base.

APÊNDICE

Comparação entre materiais

Materiais

Designação antiga	Designação nova
DIN 17100: St37-2	EN10025: S275JRG2
DIN 17100: St52-3	EN 10025: S355J2G3
DASt-norma 011: StE6690	SEW 690 parte 1: S690Q
LV 976752: GS -52.3V	LV 2102375; GS-21 Mn5V (conf. SEW 685)
Aço sueco: HARDOX 500	LV 2270002: chapa de desgaste 500 HB

Materiais de preenchimento para soldagem

Designação antiga	Designação nova
DIN 1913: E4332AR7	EN499: E38 2 RA 22
DIN 1913: E5154B10	EN499: E38 4 B 42
DIN 8559: SG2	EN440: G3Si1
DIN 8559: SG3	EN440: G4Si1
DIN 8529: EY6975Mn2NiCrMoB	EN 757: E69 5 Mn2NiCrMoB 42

Números de peças para metais de preenchimento

Os metais de preenchimento relacionados abaixo podem ser obtidos através do departamento de peças de reposição.

Para fazer pedidos, mencione o número de peça, quantidade e designação do metal de preenchimento desejado.

1. Eletrodos em haste

Designação-padrão	Dimensões	Número de peça para eletrodos individuais	Observações
EN 499:	ø 4,0 x 450	73171529	
EN 38 2 RA 22	ø 5,0 x 350	73171530	
EN 499:	ø 2,5 x 250	73171531	
E 38 4 B 42	ø 3,2 x 450	73171532	
	ø 4,0 x 450	73171533	
	ø 5,0 x 450	73171534	
EN 757:	ø 3,2 x 350	73171535	
E 69 5 Mn2NiCrMoB42	ø 4,0 x 450	73171536	
	ø 5,0 x 450	73171537	
DIN 8555-E10-UM-60 GRZ	ø 5,0 x 450	73171538	
DIN 8555-E6-UM-60 P	ø 3,2 x 450	73171539	
DIN 8573	ø 2,5 x 250	73171540	
E NiFe 1BG 23	ø 3,2 x 350	73171541	
DIN 8575	ø 3,2 x 350	73171542	
EN 499:	ø 4,0 x 350	73171543	
EN 499:	ø 5,0 x 350	73171544	

2. Eletrodos em haste, embalagem a vácuo

Designação-padrão	Dimensões	Número de peça para embalagem à vácuo individual	Observações
EN 499:	ø 2,5 x 250	73171545	
E 38 4 B 42	ø 3,2 x 450	73171546	
	ø 4,0 x 450	73171547	
	ø 5,0 x 450	73171548	

3. Eletrodos em arame

Designação-padrão	Dimensões	Número de peça para arame com 15 kg	Observações
DIN 8555-MF 10-GF 60-RT	ø 2,0	73171549	
EN 440: G3 Si 1	ø 1,2	73171550	
EN 440: G4 Si 1	ø 1,2	73171551	
DIN 8575: SGCrMo1	ø 1,2	73171552	
Eletrodo em arame (ainda não padronizado)	ø 1,2	73171553	Marca Thyssen: UNION NiMoCr ou Marca Boehler: NiMoCr 2.5-IG

4. Eletrodos de carbono para o procedimento “ARCO-AR”

Designação-padrão	Dimensões	Número de peça eletrodos individuais	Observações
Eletrodo de carbono	ø 5,0 x 300	73171554	
	ø 6,0 x 300	73171555	
	ø 8,0 x 300	73171556	

APÊNDICE

Conversão de pés e polegadas para unidades métricas

1 in (polegada) = 25,4 mm (milímetro)
1 ft (pé) = 12 in (polegada) = 304,8 mm (milímetro) **Exemplo: 4 ft 2 in = 1,27 m**

ft	in											
	+0	**+1**	**+2**	**+3**	**+4**	**+5**	**+6**	**+7**	**+8**	**+9**	**+10**	**+11**
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
0	0,0000	0,0254	0,0508	0,0762	0,1016	0,1270	0,1524	0,1778	0,2032	0,2286	0,2540	0,2794
1	0,3048	0,3302	0,3556	0,3810	0,4064	0,4318	0,4572	0,4826	0,5080	0,5334	0,5588	0,5842
2	0,6096	0,6350	0,6604	0,6858	0,7112	0,7366	0,7620	0,7874	0,8128	0,8382	0,8636	0,8890
3	0,9144	0,9398	0,9652	0,9906	1,0160	1,0414	1,0668	1,0922	1,1176	1,1430	1,1684	1,1938
4	1,2192	1,2446	1,2700	1,2954	1,3208	1,3462	1,3716	1,3970	1,4224	1,4478	1,4732	1,4986
5	1,5240	1,5494	1,5748	1,6002	1,6256	1,6510	1,6764	1,7018	1,7272	1,7526	1,7780	1,8034
6	1,8288	1,8542	1,8796	1,9050	1,9304	1,9558	1,9812	2,0066	2,0320	2,0574	2,0828	2,1082
7	2,1336	2,1590	2,1844	2,2098	2,2352	2,2606	2,2860	2,3114	2,3368	2,3622	2,3876	2,4130
8	2,4384	2,4638	2,4892	2,5146	2,5400	2,5654	2,5908	2,6162	2,6416	2,6670	2,6924	2,7178
9	2,7432	2,7686	2,7940	2,8194	2,8448	2,8702	2,8956	2,9210	2,9464	2,9718	2,9972	3,0226
10	3,0480	3,0734	3,0988	3,1242	3,1496	3,1750	3,2004	3,2258	3,2512	3,2766	3,3020	3,3274
11	3,3528	3,3782	3,4036	3,4290	3,4544	3,4798	3,5052	3,5306	3,5560	3,5814	3,6068	3,6322
12	3,6576	3,6830	3,7084	3,7338	3,7592	3,7846	3,8100	3,8354	3,8608	3,8862	3,9116	3,9370

Conversão de unidades lineares

Comprimento	Polegada	Pé	Jarda	Milha **terrestre**	Milha **náutica**	cm	m
1 polegada	1	0,0833	0,0278			2,54	0,0254
1pé	12	1	0,3333	0,00019	0,00016	30,48	0,3048
1 jarda	36	3	1	0,00057	0,00049	91,44	9.9144
1 milha terrestre	63360	5280	1760	1	0,86842		1609,3
1 milha náutica	72960	6080	2026,7	1,15151	1		1853,2
1 cm	0,3937	0,0328	0,0109			1	0,01
1 m	39,370	3,2808	1,0936	0,00062	0,00054	100	1

Unidades de temperatura e fórmulas de conversão

Unidades	Converter em			
Nomeclatura e Símbolo	**K**	**°C**	**°R**	**°F**
Kelvin K	1	(K-273,16°)	4/5 (K-273,16°)	9/5 (K-273,16°)+32°
Celsius °C	°C+273,16°	1	4/5 °C	9/5 °C+32°
Réaumur °R	5/4 °R+273,16°	5/4 °R	1	9/4 °R+32°
Fahrenheit °F	5/9 (°F-32°)+273,16°	5/9 (°F-32°)	4/9 (°F-32°)	1

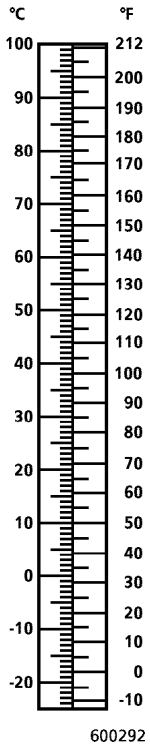
Exemplo:

Conversão de °Rank em °C : **°C = 5/4 °R**

A unidade fundamental de temperatura é o Kelvin (K).
O simbolo usado para indicação de temperatura é T.

A escala Rankine para temperaturas absolutas está relacionada à escala Kelvin da seguinte maneira:

Conversão de °Rank em K : °Rank = 9/5 K



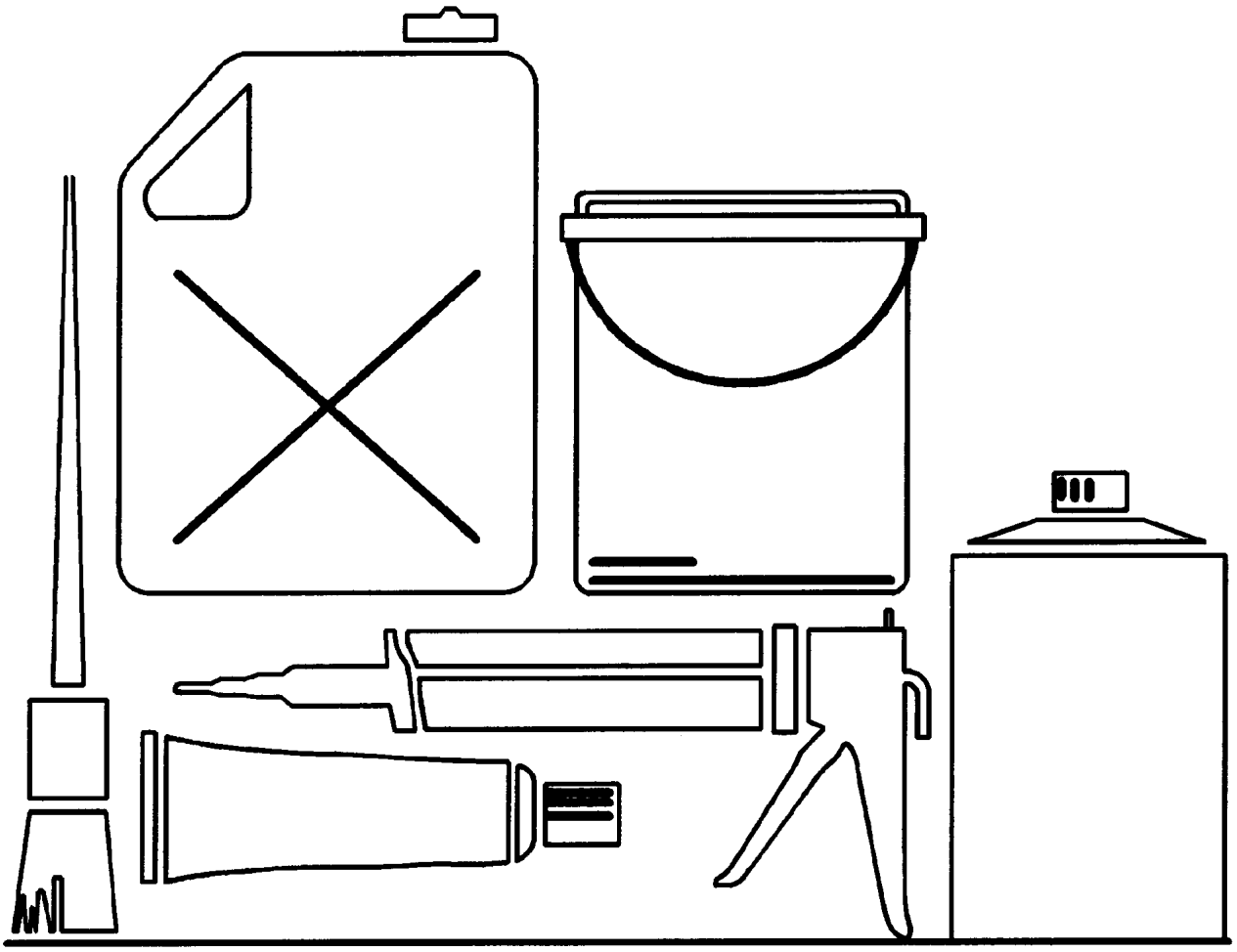
Dureza - Comparação de força

Dureza Vickers HV kp/mm²	Dureza Brinell HB kp/mm²	Tensão de ruptura N/mm²	Dureza Rockwell HRB	Dureza Rockwell HRC	Dureza Vickers HV kp/mm²	Dureza Brinell HB kp/mm²	Tensão de ruptura N/mm²	Dureza Rockwell HRB	Dureza Rockwell HRC
80	80	270	36.4		360	359	1210		37.0
85	85	290	42.4		370	368	1240		38.0
90	90	310	47.4		380	376	1270		38.9
95	95	320	52.0		390	385	1290		39.8
100	100	340	56.4		400	392	1330		40.7
105	105	360	60.0		410	400	1360		41.5
110	110	380	63.4		420	408	1390		42.4
115	115	390	66.4		430	415	1410		43.2
120	120	410	69.4		440	423	1440		44.0
125	125	430	72.0		450	430	1470		44.8
130	130	440	74.4		460				45.5
135	135	460	76.4		470				46.3
140	140	480	78.4		480				47.0
145	145	490	80.4		490				47.7
150	150	500	82.2		500				48.3
155	155	520	83.8		510				49.0
160	160	540	85.4		520				49.6
165	165	550	86.8		530				50.3
170	170	570	88.2		540				50.9
175	175	590	89.6		550				51.5
180	180	610	90.8		560				52.1
185	185	620	91.8		570				52.7
190	190	640	93.0		580				53.3
195	195	660	94.0		590				53.8
200	200	680	95.0		600				54.5
205	205	690	95.8		610				54.9
210	210	710	96.6		620				55.4
215	215	730	97.6		630				55.9
220	220	750	98.2		640				56.4
225	225	760	99.0		650				56.9
230	230	770		19.2	660				57.4
235	235	790		20.2	670				57.9
240	240	810		21.2	680				58.4
245	245	830		22.1	690				58.9
250	250	840		23.0	700				59.3
255	255	850		23.8	720				60.2
260	260	870		24.6	740				61.1
265	265	880		25.4	760				61.9
270	270	900		26.2	780				62.7
275	275	920		26.9	800				63.5
280	280	940		27.6	820				64.3
285	285	960		28.3	840				65.0
290	290	980		29.0	860				65.7
295	295	990		29.6	880				66.3
300	300	1010		30.3	900				66.9
310	310	1050		31.5	920				67.5
320	320	1080		32.7	940				68.0
330	330	1120		33.8					
340	340	1150		34.9					
350	350	1180		36.0					

NOTAS

Esta página foi deixada em branco intencionalmente

Agentes de Vedação, Proteção, Teste e Limpeza



600003

SUMÁRIO

AGENTES DE VEDAÇÃO, PROTEÇÃO, TESTE E LIMPEZA 3
Prefácio 3
Mensagens de advertência e símbolos 3
Regras para segurança no trabalho 4
MANUTENÇÃO DE REDUTORES 6
Escopo 6
Agente anticorrosivo 6
Aplicação a redutores e eixos sem óleo lubrificante 6
Período de preservação 6
Redutores e eixos preenchidos com óleo 6
Medidas finais de proteção 6
MANUTENÇÃO DE HASTES DE CILINDROS 7
Escopo 7
Agente anticorrosivo 7
Período de preservação 7
Proteção contra a corrosão de mancais e articulações (buchas e cubos) 8
AGENTE ANTICORROSIVO 1 PARA ROSCAS DAS HASTES DE CILINDROS HIDRÁULICOS 9
AGENTE ANTICORROSIVO RIVOLTA W.S.X PARA SISTEMAS ELÉTRICOS 9
AGENTES DE VEDAÇÃO SUPERFICIAL 10
AGENTE DE VEDAÇÃO PARA ROSCAS HYLOMAR SQ 32/M 11
AGENTES LÍQUIDOS DE VEDAÇÃO PARA ROSCAS 11
ADESIVOS PARA METAIS 12
ADESIVOS PARA PLÁSTICOS 13
ADESIVOS PARA ANÉIS DE VEDAÇÃO (O'RING) 13
LUBRIFICANTES 14
Lubrificantes sólidos 14
Lubrificante sólido em spray 14
Spray composto 14
Pasta lubrificante de base mineral 15
Graxa à base de lítio 15
LUBRIFICANTE MOLYCOTE SÓLIDO PARA PARAFUSOS 16
PÓ DE SILÍCIO-CORUNDON (REDURIT) 16
PRODUTO P3 PPARA LIMPEZA A FRIO 17
AGENTE PARA VERIFICAÇÃO DE TRINCAS SUPERFICIAIS 18

AGENTES DE VEDAÇÃO, PROTEÇÃO, TESTE E LIMPEZA

Prefácio

Este Manual Técnico tem como objetivo apresentar procedimentos para a utilização dos agentes de vedação, proteção, teste e limpeza recomendados.

Todas estas substâncias são necessárias para diversos procedimentos de montagem e manutenção, e podem ser solicitadas ao setor de peças de reposição.

Produtos de outros fornecedores devem ser utilizados somente quando possuírem as mesmas características e qualidades dos recomendados.

Se tiver dúvidas, consulte o setor de Pós-Venda de um Concessionário Autorizado.

Informações adicionais às aqui fornecidas podem ser encontradas no manuais de instrução dos respectivos fabricantes ou na literatura especializada.

Mensagens de advertência e símbolos

Os seguintes sinais são utilizados neste manual para destacar instruções ou situações de particular importância:

⚠ ***PERIGO***

Indica a existência de uma situação iminente de perigo que, se não evitada, pode resultar em acidentes graves ou fatais.

⚠ **ADVERTÊNCIA**

Regras de segurança que visam a proteção do operador e de outras pessoas com relação a situações em que haja risco de vida ou de acidentes graves, além de evitar grandes danos materiais.

⚠ **CUIDADO**

Informações e medidas preventivas destinadas a evitar danos à máquina ou a outros equipamentos ou instalações.

Regras para segurança no trabalho

⚠ ADVERTÊNCIA

Pessoal

Esta máquina não deve ser ligada por pessoas não autorizadas.
Por isso deve ficar assegurado que a máquina não possa ser ligada ou movida por pessoas não autorizadas.
Observe-se os regulamentos de prevenção de acidentes.
A escavadeira hidráulica pode ser operada, mantida ou reparada somente por pessoal treinado, especialmente autorizado e com conhecimentos técnicos adequados para a função.
Na ausência destes conhecimentos, instruções meticulosas devem ser ministradas por pessoal técnico experiente.
As pessoas envolvidas devem ler e entender as instruções de operação e em particular, o capítulo intitulado : "Instruções Fundamentais de Segurança".
Somente estas pessoas poderão dar partida na máquina durante sua montagem, de modo a permitir o ajuste dos equipamentos.
Operação incorreta da máquina ou equipamentos pode dar margem a situações de risco de vida.
Durante todos os trabalhos, observar sempre os procedimentos de ligar e desligar a máquina, descritos nas instruções de operação.

Pessoal

Equipamentos de proteção pessoal e roupas de trabalho:
Use um capacete de segurança, sapatos de segurança e luvas.
Use roupas de trabalho justas quando estiver trabalhando na máquina
Roupas largas e soltas podem enroscar em peças da máquina, resultando em acidente.
Se a tarefa a executar exigir ajudantes ou serventes, as atribuições de cada ajudante devem ser claramente definidas antes de se iniciar o trabalho.
As responsabilidades individuais devem ser meticulosamente observadas para se evitar que atribuições pouco claras coloquem em risco a segurança.

⚠ ADVERTÊNCIA

Ferramentas e Auxiliares

Ferramentas, guindastes, gruas e outros dispositivos devem ser confiáveis e estar em bom estado de conservação.
Cavacos de metal podem causar ferimentos quando parafusos sob pressão estiverem sendo colocados ou removidos.
Cilindros de latão ou cobre devem portanto ser utilizados para esta finalidade e óculos de segurança devem ser usados.
Para subir ou descer da máquina usar somente escadas, plataformas e corrimãos providos para esta finalidade.
Mantenha as escadas e plataformas sempre sobre superfícies não escorregadias.
Remova imediatamente todo óleo, graxa, terra, lama, neve, gelo e quaisquer outros materiais estranhos.

Imobilização da máquina

Antes de se iniciar qualquer trabalho de montagem da máquina e seus acessórios, ela deve ser assegurada contra partida e uso indevido e/ou não autorizado, colocando-se calços sob as rodas ou esteiras e abaixando todos os implementos até ao solo.
Posicione os implementos no chão, de maneira tal que nenhum movimento possa ser feito quando conexões mecânicas ou hidráulicas forem removidas.
Prenda qualquer implemento ou componente a ser montado ou desmontado, ou que tenha sua posição alterada, utilizando gruas, alças ou suportes e dispositivos adequados, de maneira a evitar que elas se movam, caiam ou escorreguem inadvertidamente.
Sistemas e unidades (por exemplo, tubos, acumuladores, etc.) devem ser devidamente despressurizados antes de serem abertos.
Dispositivos de proteção das partes móveis da máquina podem ser abertos ou removidos somente quando a unidade motriz das partes móveis estiver parada e protegida contra partida inadvertida.
Antes de se liberar a máquina, todos os dispositivos de proteção devem ser reinstalados.

⚠ ADVERTÊNCIA

Agentes de vedação, proteção, teste e limpeza

Tanto as instruções de segurança relativas à prevenção de acidentes contidas neste Manual Técnico quanto as existentes nas embalagens dos produtos acima mencionados devem ser rigorosamente observadas.

Sistemas Hidráulicos e de Lubrificação

Observe sempre as regras de segurança aplicáveis ao produto quando estiver lidando com óleos, graxas e quaisquer outras substância químicas.

Orifícios abertos mas não usados, tubulação e conexões de mangueiras, devem ser seguramente vedados contra possível pressão existente nos mesmos.

Complete óleo hidráulico coletado, de volta para o sistema hidráulico, somente através dos filtros de retorno do fluxo.

Descarte óleos não reutilizáveis sem poluir o meio ambiente.

Observe a seqüência correta de trabalho quando ajustando ou repondo componentes ou implementos.

A seqüência recomendada de trabalho foi especificada e testada por profissionais qualificados.

Troque unidades defeituosas ou mecanicamente pré tencionadas, somente como um jogo completo. Nunca abrí-las.

Em casos excepcionais, desmonte somente quando o sistema e seqüência de operação são precisamente conhecidos. O Manual Técnico não contém nenhuma informação sobre este tipo de trabalho. Quando a máquina tiver atingido a temperatura de operação, os fluidos também devem estar à esta temperatura. Portanto precaução deve ser tomada para evitar queimaduras.

Equipamentos devem estar impossibilitados contra partida ou funcionamento inadvertido, por exemplo, colocando-se blocos sob as rodas ou esteiras e abaixando todos os implementos de trabalho até o solo.

Tome cuidado ao manipular ácidos, como por exemplo, ácido de bateria. Respingos de ácido podem causar ferimentos aos olhos ou pele.

Tome cuidado com chamas abertas e lâmpadas sem proteção.

Não somente combustíveis, mas também outros fluidos podem ter um ponto de fulgor baixo e inflamarem-se facilmente.

⚠ ADVERTÊNCIA

Conversões ou modificações na máquina

Conversões ou modificações não autorizadas na escavadeira hidráulica são proibidas por razões de segurança.

A pressão nominal das válvulas de alívio de pressão não deve ser modificada.

Não remova os lacres de chumbo das válvulas de alívio de pressão e acumuladores de pressão.

⚠ CUIDADO

Liberação para serviço

Antes de liberar a máquina para serviço novamente:

- Engraxe todos os pontos de lubrificação
- Verifique todos os níveis de fluido e fazer as correções necessárias
- Faça todas as verificações funcionais em todos os componentes reparados.
- Verifique todas as funções da escavadeira, inclusive os freios, durante um teste operacional. Libere a escavadeira hidráulica para serviço somente após todas as funções terem sido verificadas e certificadas para comprovar que funcionam perfeitamente.

MANUTENÇÃO DE REDUTORES

Escopo

As especificações a seguir aplicam-se à proteção interna de redutores e eixos armazenados individualmente sem óleo no seu interior, ou àqueles instalados em máquinas (e, portanto, abastecidos com óleo) que não serão utilizadas por longo período de tempo.

Agente anticorrosivo

Um produto pouco viscoso, à base de solvente, dissolvido em óleo lubrificante de base mineral (P/N 73171464) deve ser utilizado.

Tal agente contém: 55% de material em suspensão
45% de solvente

O material em suspensão (cuja proporção na mistura aumenta à medida que o solvente se evapora) não deve exceder a 75% do total, pois além deste valor não se garante que a proteção contra a corrosão seja efetiva.

A proporção do material em suspensão pode ser determinada por meio de um teste de evaporação com equipamento adequado.

Tal teste pode ser efetuado no próprio fabricante utilizando aproximadamente 0,5 litro de agente anticorrosivo.

Aplicação a redutores e eixos sem óleo lubrificante

1. Limpe o redutor ou eixo externamente utilizando óleo Diesel ou um produto de limpeza apropriado (a frio).
2. Drene o óleo lubrificante ainda aquecido.

   Deixe que o redutor esfrie até 68° C (77° F).
3. Preencha o redutor com o agente anticorrosivo até o mesmo nível atingido pelo óleo.
4. Faça o redutor funcionar sem carga para promover a circulação do agente anticorrosivo em todas as câmaras e canais internos.
5. Drene o agente anticorrosivo. O agente drenado pode ser novamente utilizado.
6. Deixe o redutor secando durante aproximadamente 30 minutos.
7. Vede cuidadosamente todas a aberturas do redutor utilizando bujões de plástico ou outros tipos e peças para vedação adequadas.
8. Aplique com pincel ou borrife agente anticorrosivo a todas as superfícies externas não pintadas do redutor.
9. Quando o redutor for novamente colocado em operação, deve somente ser preenchido com o óleo lubrificante especificado; o agente anticorrosivo não deve ser removido.

Período de preservação

As medidas de prevenção contra a corrosão são válidas por:

- 2 anos se o conjunto for armazenado em local fechado
- 1 ano se o conjunto for armazenado ao ar livre

Redutores e eixos preenchidos com óleo

Após a instalação de redutores ou eixos em máquinas, deve-se proceder a um teste prático. Desta forma, o óleo lubrificante retira o agente anticorrosivo anteriormente depositado sobre as partes internas. Se a máquina for novamente armazenada, porém sem a retirada do óleo lubrificante do redutor ou dos eixos, todas as partes internas que permanecerem acima do nível do óleo estarão desprotegidas contra a corrosão.

Por este motivo, a máquina deve ser colocada em movimento a cada 3 a 4 semanas. Isto fará com que todos os componentes de redutores/eixos sejam recobertos com óleo, proporcionando proteção temporária contra a corrosão.

Medidas finais de proteção

As superfícies internas das carcaças de eixos e redutores são protegidas contra a corrosão. Para que a proteção seja efetiva, as superfícies internas:

1. devem ser jateadas com material abrasivo antes de efetuar a montagem;
2. devem receber um camada de proteção (prime);
3. devem ser recobertas com uma tinta de resina sintética resistente à ação do óleo e de substâncias ácidas. Dois tipos de tintas podem ser utilizados:

   - RAL amarela 1009 ou
   - RAL amarela P/N 73171465

Verifique as condições desta pintura durante qualquer trabalho de reparo ou inspeção. Antes de retocar a pintura, remova quaisquer pontos de ferrugem ou lubrifique a região a ser pintada. Aplique a tinta com um pincel de forma a recobrir totalmente a superfície.

Escolha uma cor que seja compatível com o tipo de prime originalmente aplicado, para que não fique aparente.

MANUTENÇÃO DE HASTES DE CILINDROS

Escopo

As especificações a seguir aplicam-se a todas as máquinas. A manutenção deve ser efetuada para proteger as superfícies expostas de hastes de cilindros contra a corrosão induzida por atrito ou causada pela ação de substâncias agressivas em suspensão no ar sempre que a máquina for armazenada ou preparada para transporte por via marítima.

Agente anticorrosivo

Em hastes de cilindros de máquinas armazenadas ou antes de serem transportadas - exceto por via marítima - uma graxa lubrificante especial de longa duração (P/N 73176179) deve ser aplicada.
Para o transporte por via marítima, um produto viscoso de Classe II, dissolvido em óleo hidráulico (P/N 73171466) deve ser utilizado para efetuar a proteção contra a corrosão.
O agente anticorrosivo pode ser removido com óleo Diesel, gasolina ou derivados de petróleo em geral.

Quantidade necessária de agente anticorrosivo

A quantidade necessária depende do tipo (e portanto do tamanho) da máquina.
Exemplo: são necessários aproximadamente 20 gramas de agente anticorrosivo para recobrir as partes expostas de hastes de cilindros.

Aplicação do agente anticorrosivo

1. Retraia as hastes de todos os cilindros tanto quanto possível.
2. Deixe que as superfícies expostas esfriem à temperatura ambiente e, em seguida, limpe-as utilizando um pano que não solte fiapos. Remova quaisquer vestígios de corrosão induzida pelo atrito.
3. Aplique o agente anticorrosivo com um pincel.

Período de preservação

As medidas de prevenção contra a corrosão são válidas por:
- 12 meses se a máquina for armazenada em local fechado
- 6 meses se a máquina for armazenada ao ar livre

Remoção do agente anticorrosivo

O agente anticorrosivo pode ser “raspado” pelos lábios dos retentores da haste do pistão quando esta é retraída – não é necessário nenhum procedimento especial.
Qualquer agente anticorrosivo que porventura penetre no interior do cilindro é absolutamente inofensivo ao sistema hidráulico.

Renovação do agente anticorrosivo

Quando uma máquina é guardada ao ar livre, a camada protetora de agente anticorrosivo deve ser renovada no mínimo a cada 6 meses. As hastes dos cilindros devem, entretanto, ser previamente limpas.
A camada protetora de agente anticorrosivo deve ser renovada também se o cilindro for acionado.

⚠ CUIDADO

Não guarde máquina sem antes aplicar uma camada de agente anticorrosivo sobre as hastes dos cilindros.

Proteção contra a corrosão de mancais e articulações (buchas e cubos)

⚠ CUIDADO

Utilize somente o agente anticorrosivo Voler AC. Outros produtos não são aprovados.

Todas as articulações e mancais (buchas e cubos) dos implementos ou de seus componentes devem ser tratados com o agente anticorrosivo **Voler AC** antes de montagem

O agente anticorrosivo Voler AC:

- permite a montagem e desmontagem com facilidade
- protege contra a ferrugem
- evita a corrosão nas partes imóveis de mancais

Este efeito é obtido devido à presença de partículas de alumínio e cobre que formam uma camada protetora sobre o metal. Esta camada equaliza as irregularidades superficiais e não derrete, rompe ou endurece.

Números de peças para o produto Voler AC

P/N 73171461 - 0,5 litros em spray (sem CFC)
P/N 73171462 - embalagem com 0,5 kg
P/N 73171463 - latão com 4,5 kg

Este produto encontra-se disponível em um Concessionário Autorizado.

Aplicação do produto Voler AC

- Remova toda a graxa, óleo, sujeita e agentes anticorrosivos das articulações e mancais utilizando solventes ou óleo Diesel.

  Todas as manchas de oxidação, se houve alguma, devem ser cuidadosamente removidas; todas as superfícies devem se apresentar limpas e brilhantes.
- Aplique uma camada fina de Voler AC sobre as articulações e mancais utilizando um pincel ou borrifando-o. Articulações, eixos e mancais devem ser completamente recobertos pela camada protetora.

  Se a camada protetora de uma articulação previamente tratada com Voler AC estiver danificada, retoque-a antes de montar a peça.
- Montagem de articulações

  Se a articulação for muito pesada para ser montada manualmente, aplique Voler AC primeiramente sobre cerca de 1/4 do comprimento do pino da articulação. Em seguida, posicione o pino utilizando um guincho apropriado e deixe-o pronto para a montagem.

  Aplique Voler AC sobre a parte restante do pino e monte-o.

AGENTE ANTICORROSIVO 1 PARA ROSCAS DAS HASTES DE CILINDROS HIDRÁULICOS

Peça Nº: **73171467**

Aplicação:
Para evitar a corrosão, como por exemplo entre o mancal e a haste de cilindros hidráulicos.

Propriedades:
Evita a corrosão, especialmente a induzida por atrito entre tipos diferentes de materiais.

Aplicação do produto:
Aplique somente com um pincel, rolo ou borrifando-o.
Em cilindros hidráulicos, por exemplo, aplique o produto à extremidade roscada da haste, recobrindo toda a rosca e sua saída, assim como partes expostas do mancal e dos parafusos de fixação.

Agente:
Betume

Solvente:
Derivados aromáticos de petróleo

Ponto de fulgor:
38° C (100° F)

Tempo de secagem:
40 a 50 minutos a aproximadamente 20° C (68° F)

Remoção:
Com produto de limpeza

Estabilidade durante o armazenamento:
Tempo ilimitado quando armazenado em recipientes completamente vedados

⚠ ADVERTÊNCIA

O ponto de fulgor do produto é de 38°C (100°F). Sendo assim, os recipientes devem ser armazenados em local fresco e serem completamente vedados.
É proibido fumar, provocar fogo ou exposição a focos de luz de grande intensidade durante a aplicação.
Os resíduos não devem ser jogados sobre a terra ou no sistema de esgoto.

AGENTE ANTICORROSIVO RIVOLTA W.S.X PARA SISTEMAS ELÉTRICOS

Peça Nº: **73171468**

Aplicação:
Para evitar a corrosão em sistemas ou componentes elétricos. Evita falhas provocadas pela corrosão e fuga de corrente subseqüente à exposição a ambientes com alto teor de umidade.

⚠ ADVERTÊNCIA

Não deve ser utilizado em computadores e a contatos com tensão reduzida.

Aplicação do produto:
Limpe cuidadosamente as partes a serem tratadas.
Aplique o agente anticorrosivo utilizando uma pistola de spray ou um pincel.

Ponto de fulgor:
80° C (177° F)

Estabilidade durante o armazenamento:
Tempo ilimitado quando armazenado em recipientes completamente vedados

⚠ ADVERTÊNCIA

O ponto de fulgor do produto é de 80°C (177°F). Sendo assim, os recipientes devem ser armazenados em local fresco e serem completamente vedados.
É proibido fumar durante a aplicação.
Deve-se tomar cuidado durante a aplicação em ambientes pequenos e pouco ventilados, onde os vapores de aplicação podem consumir grande quantidade de oxigênio e tornar a respiração difícil.
Eventuais respingos nos olhos devem ser lavados com água corrente.
Se o produto for inalado em grande quantidade, pare a aplicação e respire ar fresco imediatamente.

AGENTES DE VEDAÇÃO SUPERFICIAL

WKT preto - H

Peça Nº: **73171469**

Aplicação:
Para a vedação de carcaças de redutores.

Aplicação do produto:
Limpe as superfícies a serem vedadas utilizando solvente. Deixe que o solvente evapore completamente e, em seguida, aplique uma camada de aproximadamente 1 mm de espessura de WKT preto a uma das superfícies.
Quando utilizar uma pistola de aplicação, deposite um filete de agente de vedação. O agente de vedação irá se espalhar automaticamente quando as duas superfícies forem unidas e pressionadas.

Consumo:
aproximadamente 3 ml/150 cm² de superfície

Reutilização:
É possível, desde que a superfície esteja completamente isenta de sujeira ou gordura (óleo/graxa). Nos locais onde haja falta de agente de vedação, pode-se aplicá-lo novamente. O agente de vedação novo irá se vulcanizar junto com o antigo e proporcionará uma perfeita vedação sem que haja necessidade de cuidados especiais.

Remoção:
Quando vulcanizada (endurecida), a camada de agente de vedação pode ser destacada da superfície.

Loctite 573 (marca registrada da Loctite Ltda)

Peça Nº: **73171469**

Aplicação:
conforme descrito para o WKT preto - H

Aplicação do produto:
Limpe as superfícies a serem vedadas utilizando solvente. Deixe que o solvente evapore completamente e, em seguida, aplique Loctite 573 a uma das superfícies. A aplicação do produto pode ser feita com um rolo de espuma ou pêlos pequenos, com um pincel ou diretamente a partir do bocal do tubo.
Para aplicar utilizando um rolo, despeje a quantidade suficiente de agente de vedação sobre uma bandeja plástica e mergulhe o rolo na bandeja para que absorva o produto.
Evite a deposição de sujeira sobre o Loctite 573.
Não despeje o produto não utilizado de volta no recipiente original.

Consumo:
aproximadamente 1 ml/150 cm² de superfície

Tempo de cura:
O endurecimento superficial é imediato. A cura total ocorre após 12-24 horas desde a aplicação do produto.

Reutilização:
O Loctite 573 endurecido não precisa ser retirado das superfícies após a desmontagem. Antes de efetuar a remontagem, limpe as superfícies de vedação utilizando um solvente. Permita que o solvente evapore completamente.
Aplique uma pequena quantidade de Loctite 573 distribuindo-o uniformemente sobre uma das superfícies a serem vedadas.

AGENTE DE VEDAÇÃO PARA ROSCAS HYLOMAR SQ 32/M

Peça Nº: **73171471**

Aplicação:
Para a vedação elástica permanente de roscas, motores de indução, redutores, etc.

Propriedades:
Possui elasticidade em temperaturas na faixa de -85° a +300° C (-122° a +572° F). Evita a deposição de impurezas entre as superfícies metálicas, não é inflamável nem tóxico, além de ser um ótimo isolante térmico.

Resistência:
É resistente a todos os tipos de óleos lubrificantes, combustíveis, ar, água, gases e misturas água/glicol e água/metanol; é estável à vibração contínua.

Aplicação do produto:
Espalhe utilizando um pincel sobre as superfícies limpas e totalmente isentas de óleo ou graxa. Espere aproximadamente 10 minutos entre a aplicação e a montagem, para permitir que o solvente contido no produto se evapore.

Reutilização:
É possível, desde que a superfície esteja completamente isenta de sujeira ou gordura (óleo/graxa). Nos locais onde haja falta de agente de vedação, pode-se aplicá-lo novamente. O agente de vedação novo irá se vulcanizar junto com o antigo e proporcionará uma perfeita vedação sem que haja necessidade de cuidados especiais.

Remoção:
O Hylomar é solúvel em álcool e pode, portanto, ser removido utilizando-se um pano embebido em álcool.
Quando vulcanizada (endurecida), a camada de agente de vedação pode ser destacada da superfície.

AGENTES LÍQUIDOS DE VEDAÇÃO PARA ROSCAS

Os seguintes produtos são aprovados para a fixação (com torque médio de aperto) e vedação de uniões roscadas:

1. **Loctite 242 P/N 73171473**
2. **Omnifit Rapid 100M P/N 73171473**

As uniões roscadas em que estes agentes de vedação tenham sido aplicados tornam-se resistentes a vibrações, embora ainda possam ser desapertadas.

Aplicação:
1. Para roscas de prisioneiros e parafusos conforme fornecidos (sem preparação especial).
2. Roscas muito sujas devem ser limpas com solvente derivado de petróleo. Deve-se permitir que o solvente seque completamente.

3a. Para roscas de prisioneiros e parafusos, aplique um filete de adesivo aos três primeiros fios de rosca.

3b. Para furos não-passantes, cubra a rosca fêmea completamente com o adesivo.

3c. Para furos passantes, aplique o adesivo à rosca do prisioneiro ou parafuso.

4. Aperte a união roscada com o torque prescrito.

Tempo de cura:
Os seguintes períodos de cura podem ser admitidos para a utilização de Loctite 242 na fixação de componentes roscados:
- após 15-30 minutos é resistente à tentativa de desaperto manual
- cura final após 3 horas

Se for necessário que a cura seja obtida em períodos mais curtos, deve-se utilizar o ativador “T”. Em primeiro lugar, aplique o ativador “T” aos fios de rosca e deixe-os secar completamente. Em seguida, aplique o Loctite 242 às roscas.
O tempo de cura é reduzido em aproximadamente 20 minutos. O ativador “TN” é a P/N 73171475.

Efetuando nova fixação de uma união roscada:
Remova o adesivo curado utilizando ar comprimido ou uma escova de aço. Aplique o novo adesivo conforme descrito no item “Aplicação”.

ADESIVOS PARA METAIS

Os seguintes produtos são aprovados:

Omnifit Rapid 200 H P/N 73171476

Aplicação:
Mancal de giro e coxins das guias

Aplicação do produto:
Limpe quaisquer traços de tinta e graxa das superfícies de contato usando AK-PHTH-thinner DV 2404 (P/N 73171477). Aplique um filete contínuo de aproximadamente 1 mm de espessura formando um anel ao redor de cada furo para parafuso. Mantenha o filete a uma pequena distância do furo para impedir que o adesivo seja espremido pelos fios de rosca quando o parafuso for apertado.

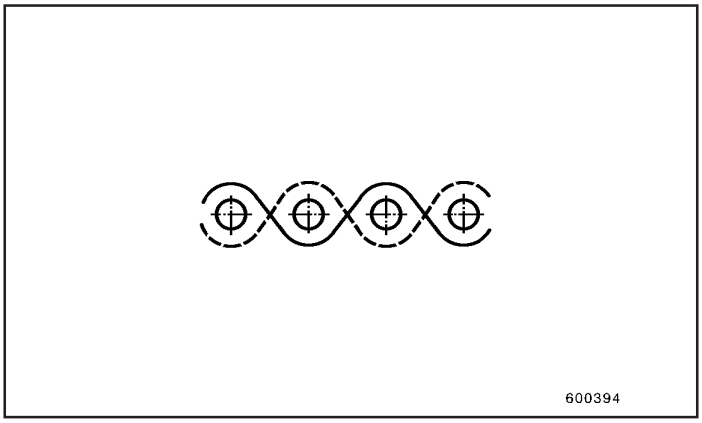


Fig.1

Aperte os parafusos no período de 30 a 45 minutos.
A cura inicia-se após a aplicação do adesivo, logo que este entra em contato com o ar.
Reaperte os parafusos após 50-60 horas de operação e nos intervalos recomendados no Manual de Instruções de Manutenção e Inspeção da máquina.

Desmontagem:
Antes de retirar um mancal de giro, descole-o em vários pontos utilizando uma alavanca (pé-de-cabra).
Em mancais de giro pequenos, normalmente é suficiente dar pequenas batidas com um martelo na estrutura superior ou na estrutura inferior. Mancais maiores podem ser removidos assim que seus parafusos de fixação são retirados.
Uma vez retirados os parafusos, pequenas trincas no filme adesivo (devido à não uniformidade) tornam-se maiores e fazem com que o adesivo se quebre.

ADESIVOS PARA PLÁSTICOS

Cianeto acrílico (Loctite IS 414)

Peça Nº: **73171478**

Aplicação:
União plástico/plástico
União plástico/borracha

O adesivo contém éster cianeto acrílico, proporcionando ação instantânea. A umidade relativa do ambiente deve estar entre 50 e 60% durante a aplicação.
Tempo de cura: de 2 a 5 segundos

Faixa de temperatura:
-95° a +80° C (-140° a +176° F)

Estabilidade durante o armazenamento:
6 meses a 22° C (72° F).
O armazenamento do produto em refrigerador (5° C /41° F) aumenta sua vida útil. Também pode-se congelar o adesivo novo.

Solubilidade:
Em acetona, cloreto de metila, nitrometano

⚠ ADVERTÊNCIA

Evite o contato com olhos ou pele. Mantenha o local de trabalho bem ventilado.

ADESIVOS PARA ANÉIS DE VEDAÇÃO (O'RING)

Peça Nº: **73171480**

Aplicação:
Como adesivo para a formação de um anel completo sobre anéis O'ring.

Aplicação do produto:
1. Posicione o adesivo sobre o rebaixo e corte-o ligeiramente maior do que o necessário.
2. Corte uma das extremidades em **ângulo reto** (não faça um chanfro) utilizando uma lâmina de corte isenta de óleo ou graxa.
3. Corte a outra extremidade na dimensão exata com um **único corte**. Corte a borracha de 1 a 2 mm menor do que o necessário para que o O'ring fique ligeiramente tensionado no rebaixo e não se solte.

   Uma tensão excessiva no O'ring devida à sua torção no interior do rebaixo durante a montagem pode causa vazamentos.
4. Cole as duas extremidades posicionando-as de topo. Mantenha-as pressionadas manualmente durante no mínimo 20 segundos.

⚠ ADVERTÊNCIA

O adesivo NÃO DEVE entrar em contato com a pele pois, para sua remoção, a pele terá que ser tornada quebradiça.

LUBRIFICANTES

Lubrificantes sólidos

Peça Nº: **73171481**

Aplicação:
Lubrificante de alto desempenho para redução de atrito e desgaste durante a montagem e remoção de mancais de rolamento e buchas, entre outras aplicações.

Lubrificante sólido:
Bissulfeto de Modibdênio

Método de aplicação:
Com pincel

Faixa de temperatura:
-60° a +45° C (-77 a +113° F)

Lubrificante sólido em spray

Peça Nº: **73171482**

Aplicação:
Lubrificante de alto desempenho para redução de atrito e desgaste nos locais onde o coeficiente de atrito é baixo como, por exemplo, na montagem e desmontagem de mancais, buchas e regiões de difícil acesso, entre outras aplicações.

Método de aplicação:
Spray

Composição
Bissulfeto de molibdênio e outros lubrificantes sólidos.

Faixa de temperatura:
-70° a +45° C (-95 a +113° F)

Contato com a pele:
sem restrições

Spray composto

Peça Nº: **73171483**

Lubrificante especial sem graxa e betume. Contém aditivos EP e possui elevada viscosidade.

Aplicação:
Lubrificante para mancais de giro, engrenagens expostas, guias, etc.

Componente sólido:
Grafite

Aderência e plasticidade:
Muito resistente, não forma trincas

Faixa de temperatura:
-50° a +65° C (-59 a +149° F)

Método de aplicação:
Spray

⚠ ADVERTÊNCIA

Não inale solventes. Mantenha o local de trabalho bem ventilado. Não borrife o produto na proximidade de chamas.
Guarde as latas de spray a temperaturas inferiores a 50° C (122° F)

Pasta lubrificante de base mineral

Peça Nº: **73171484**

Aplicação:
Para a redução de atrito e corrosão induzida por atrito no contato em assentos de rolamentos, pinos, chavetas, roletes, etc.

Compatibilidade com anéis de vedação:
Boa

Método de aplicação:
Com pincel

Faixa de temperatura:
-65° a +150° C (-86 a +302° F)

Contato com a pele:
sem restrições, exceto em casos de alergia

Graxa à base de lítio

Peça Nº: **73171485**

Aplicação:
A graxa à base de lítio com componentes sólidos (por exemplo, graxa Molycote para uso múltiplo) é resistente à água e possui grau 2 de consistência, sendo portanto apropriada para rolamentos de roletes ou esferas.

Método de aplicação:
Com pincel ou graxeira

Faixa de temperatura:
-65° a +130° C (-86 a +266° F)

LUBRIFICANTE MOLYCOTE SÓLIDO PARA PARAFUSOS

Peça Nº: **73171486**

Na montagem em série, parafusos recobertos com Molycote são utilizados nas roscas M36 e de diâmetros maiores. A camada de Molycote reduz o coeficiente de atrito e, portanto, o torque de aperto necessário.

Antes de efetuar a remontagem de um parafuso nestas condições, aplique Molycote tanto nos fios da rosca quanto no assento da cabeça ou da porca.

PÓ DE SILÍCIO-CORUNDON (REDURIT)

Peça Nº: **73171487**

Aplicação:
Sapatas de esteiras de escavadeiras

Aplicação do produto:
Limpe a superfície de contato entre as sapatas e as articulações da corrente de acionamento.

A superfície de contato das articulações da corrente de acionamento devem ficar brilhantes.

Pincele uma camada fina de gasolina sobre as sapatas e espalhe o pó de silício-coríndon (tamanho de grão 150-250). Ajuste e aperte as sapatas.

Reaperte os parafusos de fixação das sapatas após 50 a 60 horas de operação.

PRODUTO P3 PPARA LIMPEZA A FRIO

Peça Nº: **73171488**

Aplicação:
O produto P3 é um concentrado líquido para limpeza utilizado à temperatura ambiente e diluído somente em gasolina ou óleo Diesel.

O P3 possui pH neutro, podendo portanto ser aplicado em todos os metais e ligas sem que haja perigo de corrosão.

O P3 é adequado à limpeza de graxa e óleo de componentes da máquina, incluindo o motor.

Utilização do P3:
Deve-se, em primeiro lugar, diluir o produto em gasolina ou óleo Diesel. A concentração da solução resultante depende da quantidade de sujeira que deve ser removida. Normalmente, a diluição de uma parte do produto em 2 a 4 partes de gasolina ou Diesel é suficiente.

Normalmente, mergulha-se o componente a ser limpo na solução. Após o tempo necessário, o componente é retirado da solução e lavado com um jato forte de água.
A solução de limpeza não deve entrar em contato com a água, pois isto altera suas características.
A limpeza é sempre efetuada a frio (temperatura ambiente). O tempo de limpeza depende da quantidade de sujeira a ser removida; entretanto, 20 a 30 minutos são normalmente suficientes. Peças que apresentem muita sujeira ou incrustações devem ser deixadas na solução durante um turno completo.
Para a limpeza de componentes grandes ou que não podem ser removidos, pode-se borrifar o produto. Se uma pistola não estiver disponível, a solução de P3 pode ser aplicada com um pincel. Após o período de limpeza, o componente deve ser removido com um jato forte de água.

O P3 NÃO DEVE entrar em contato com partes pintadas da máquina.

Deve-se utilizar luvas durante o uso contínuo do produto.

AGENTE PARA VERIFICAÇÃO DE TRINCAS SUPERFICIAIS

Trincas e outros danos em chapas metálicas ou peças em aço forjado ou fundido podem ser localizadas por meio do teste de líquido penetrante. Este é o método mais simples de detecção de trincas.

Testes adicionais como, por exemplo, magnaflux (pó magnético) ou ultrassom requerem conhecimento e equipamento especializado.

O teste de líquido penetrante requer somente:
- líquido penetrante vermelho P/N 73171489
- produto especial de limpeza P/N 73171491
- líquido revelador branco P/N 73171492

Verificação:
1. Limpe a região a ser verificada.
2. Borrife o líquido penetrante vermelho e deixe-o agir durante 5 a 10 minutos, permitindo que penetre em possíveis trincas.
3. Remova o líquido penetrante vermelho utilizando o produto especial de limpeza.
4. Borrife o líquido revelador branco.

   Quaisquer trincas/danos no metal irão aparecer como veios vermelhos contra um fundo branco. A extensão destes veios e o tempo de revelação fornecem indicações sobre a profundidade das trincas/danos.

   Limpe o líquido revelador utilizando um pano.

NOTAS

Esta página foi deixada em branco intencionalmente