



Máquinas & Motores

COLETÂNEA DE AULAS

PAULO ROBERTO MEGNA FRANCISCO



MÁQUINAS E MOTORES

COLETÂNEA DE SALA DE AULA



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M9394 Máquinas e Motores: Coletânea de sala de aula/Francisco, P. R. M.

— Campina Grande: EPTEC, 2022.
115 f.: il. color.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-00-37426-1

1. Lubrificação. 2. Motores. 3. Trator agrícola. 4. Controle da
manutenção. I. Francisco, Paulo Roberto Megna. II. Título.

CDU 62

Os capítulos ou materiais publicados são de inteira responsabilidade de seus autores.
As opiniões neles emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista do Editor responsável.
Sua reprodução parcial está autorizada desde que cite a fonte.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

2021 by Eptec
Copyright © Eptec
Copyright do texto © 2021 Os autores
Copyright da edição © 2021 Eptec
Direitos para esta edição cedidos à Eptec pelos autores.
Open access publication by Eptec

Créditos das Imagens da capa e dos capítulos

Pixabay/Freepick

Editoração, Revisão e Arte da Capa

Paulo Roberto Megna Francisco

Conselho Editorial

Djail Santos (CCA-UFPB)
Dermeval Araújo Furtado (CTRN-UFCG)
George do Nascimento Ribeiro (CDSA-UFCG)
Josivanda Palmeira Gomes (CTRN-UFCG)
João Miguel de Moraes Neto (CTRN-UFCG)
José Wallace Barbosa do Nascimento (CTRN-UFCG)
Juarez Paz Pedroza (CTRN-UFCG)
Lúcia Helena Garófalo Chaves (CTRN-UFCG)
Luciano Marcelo Fallé Saboya (CTRN-UFCG)
Newton Carlos Santos (UFRN)
Paulo da Costa Medeiros (CDSA-UFCG)
Paulo Roberto Megna Francisco (CTRN-UFCG)
Soahd Arruda Rached Farias (CTRN-UFCG)
Virgínia Mirtes de Alcântara Silva (CTRN-UFCG)
Viviane Farias Silva (CSTR-UFCG)

Paulo Roberto Megna Francisco

MÁQUINAS E MOTORES

COLETÂNEA DE SALA DE AULA



1.a Edição
Campina Grande-PB
2022

REALIZAÇÃO



SUMÁRIO

Apresentação.....	6
Motores e Máquinas Agrícolas.....	7
Fundamentos da Lubrificação.....	28
Motores Térmicos.....	46
O Trator Agrícola.....	55
Controle de manutenção de Tratores.....	66
Motor.....	67
Sistema de Transmissão.....	80
Componentes.....	80
Sistema Hidráulico.....	89
Direção.....	92
Tipos.....	92
Manutenção.....	93
Rodas.....	94
Convergência Frontal das Rodas.....	94
Lastreamento das Rodas com Água.....	96
Bitola.....	97
Sistema Hidráulico 3 Pontos.....	98
Componentes.....	98
Acoplamento.....	99
Desacoplamento.....	99
Regulagens.....	100
Arado.....	100
Roçadeira Central.....	107
Grade Hidráulica.....	111
Referências Bibliográficas.....	114
Curriculum do autor.....	115

APRESENTAÇÃO

Este e-book é provindo de uma apostila que foi elaborada com o objetivo de auxiliar, quando de nossa passagem como professor na disciplina de Máquinas e Motores do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – Campus Areia, obedecendo em parte o conteúdo programático. O material foi elaborado em 2005 com conteúdo provindo de nossas anotações de sala de aula, quando de nossos estudos como Tecnólogo em Mecanização Agrícola na UNESP-Bauru.

Este livro foi elaborado também com conteúdos de uma apostila esquecidas entre caixas na sala de aula elaborado pelo professor Silva, aposentado do CCA/UFPB, além das apostilas de Operação e manutenção de tratores da Massey Ferguson e da apostila da Texaco sobre Lubrificação, ambas obtidas através de curso presencial de 40 horas. Todos estes com publicação somente impressa, faltando, portanto a sua forma digital para consulta.

Não pretendemos aqui trazer novidade ou inovação, e sim disponibilizar aos estudantes a oportunidade de ter em mãos um conteúdo que possa ser útil em seus estudos na área das ciências agrárias, como a engenharia agrícola.

Esperamos, portanto, o aproveitamento do conteúdo, e num futuro bem próximo a aplicação desse conhecimento em práticas proveitosas.

Pesq. Dr. Paulo Roberto Megna Francisco





MOTORES E MÁQUINAS AGRÍCOLAS

Generalidades

Antes de estudar propriamente como estão constituídas as máquinas e o trabalho que realizam na agricultura, é interessante lembrarmos alguns termos físicos que se emprega ao tratar do assunto.

Força - é aquilo que produz, tende a produzir, anula ou tende a alterar o movimento. Existem diferentes unidades utilizadas para expressar a magnitude das forças; o kilograma uma das usuais. Quando duas ou mais forças atuam sobre um corpo em diferentes direções, agem como uma só, denominada da resultante. Momento de uma força é o produto desta força (em kilogramas) pela distancia (em metros) do ponto de aplicação da força ao ponto de rotação do corpo.

Trabalho - é o resultado da ação de uma força sobre um corpo fazendo com que este se desloque de sua posição inicial. Unidade do Trabalho é o produto de duas unidades: a força (em kilogramas) e a distancia (em metros), kilogramêtro.

Potência - é o trabalho em relação ao tempo. Ou seja, o numero de kilogramêtros desenvolvidos em um tempo dado. A unidade usual de potencia é *horse-power* Hp (cavalo vapor) equivalente a 75 kgm/s. A potencia elétrica se mede em watts (w) ou kilowats (kw — 1000 w) e pode ser convertida em potencia mecânica, por que 746w equivalem a 1 HP ou $1 \text{ HP} = \frac{3}{4} \text{ Kw}$.

Energia - é a capacidade de realizar trabalho. Podendo ser basicamente de dois tipos: Energia Potencial e Energia Cinética. A energia apresenta-se de várias formas, Calorífica, Elétrica, Mecânica, etc., podendo passar de uma para outra forma.

Inércia - é a propriedade inerente à matéria de não trocar por si mesma seu estado de repouso nem seu estado de movimento. A inércia de movimento e também denominada de impulso mecânico e é igual ao produto da massa pela velocidade.

Máquinas

Uma máquina é um artifício para aplicar trabalho e modificar forças e movimentos, de forma que as utilizem com maior vantagem. Estritamente falando, a expressão “máquinas simples” deve servir para diferenciá-las do conceito geral de máquinas, segundo o qual uma máquina é uma combinação de varias máquinas simples e cuja missão é modificar ou transmitir forças e movimentos, de tal sorte que se consiga alguma operação útil ou que se logre alguma vantagem prática. A finalidade de todas as máquinas é facilitar o trabalho humano.

Os termos máquina, implemento, e ferramenta, embora sejam comumente empregados como sinônimos, do ponto de vista da mecânica agrícola, tem significados diferentes e aplicação especial a saber:

Máquina, conjunto dos órgãos, constringidos em seus movimentos por obstáculos fixos e de resistência suficiente para transmitir o efeito de forças e transformar energia. Assim do ponto de vista da mecânica agrícola, tanto o motor do trator como um arado de discos são considerados máquinas; no primeiro há transformação de energia e no segundo apenas transmissão do efeito de forças.

Implemento, conjunto constringido de órgãos que não apresentam movimentos relativos nem tem capacidade para transformar energia; seu único movimento é o de deslocamento, normalmente imprimidos por uma máquina tratora. Cultivadores, arados de aivecas, grades de dentes, subsoladores, etc., são alguns exemplos de implementos.

Ferramenta, implemento em sua forma mais simples, constituindo a parte ativa de outro implemento ou máquina (ferramenta ativa ou órgão ativo) e, como é geralmente designada na prática, apetrechos manuais como a enxada, a foice, o machado, etc.

Máquinas simples

Generalidades

Denomina-se máquina todo órgão ou conjunto dos órgãos, que serve para conseguir transformações de trabalho. Sabendo que o trabalho é o produto da força pelo espaço e que esta força atua durante o movimento do órgão, pode-se definir-se as máquinas também desta forma: máquina é o órgão ou conjunto de órgãos que permitem transformar as forças e os movimentos.

Máquinas simples - As máquinas em geral estão formadas por um conjunto maior ou menor de órgãos elementares ou peças que desempenham funções distintas. É fácil estabelecer que em todos os casos, as funções destes órgãos podem sempre referir-se às funções das máquinas simples clássicas que são a alavanca e o plano inclinado.

Derivam da alavanca, as polias, o sarilho, e as engrenagens, etc. Derivam do plano inclinado, a cunha, a rosca sem-fim, etc.

Alavanca

A alavanca em sua forma mais simples e típica esta representada por uma barra rígida que pode mover-se ou virar ao redor de um ponto de apoio cuja localização pode variar.

Para conseguir que a alavanca atue elevando o peso é necessário vencer a resistência R oposta pelo corpo, por meio de uma potência P. A razão entre os dois braços de uma alavanca A_m e A_n nos dá a medida da força que devemos exercer; quanto maior é A_m menor será o valor de P de modo que se verifique a relação:

$A_m \times R = A_n \times P$ e conseqüentemente:

$$P = R \cdot \frac{A_m}{A_n}$$

Polias

Polias são elementos de máquinas de formato cilíndrico usados para transmitir movimento de rotação entre dois eixos (com o auxílio das correias). As polias podem também ser chamadas de roldanas, isso acontece quando se pretende elevar cargas com tração humana. Na agropecuária as polias são muito utilizadas para transmissão de movimento entre motores sejam de combustão interna, hidráulicos ou elétricos e máquinas estacionárias como as máquinas forrageiras desintegradores, ensiladeiras, misturadores de ração, moinhos, bombas de irrigação, serra (serraria), também são utilizados em roçadeiras e máquinas acionadas pela TDP do trator, grupos geradores, compressores, e etc.

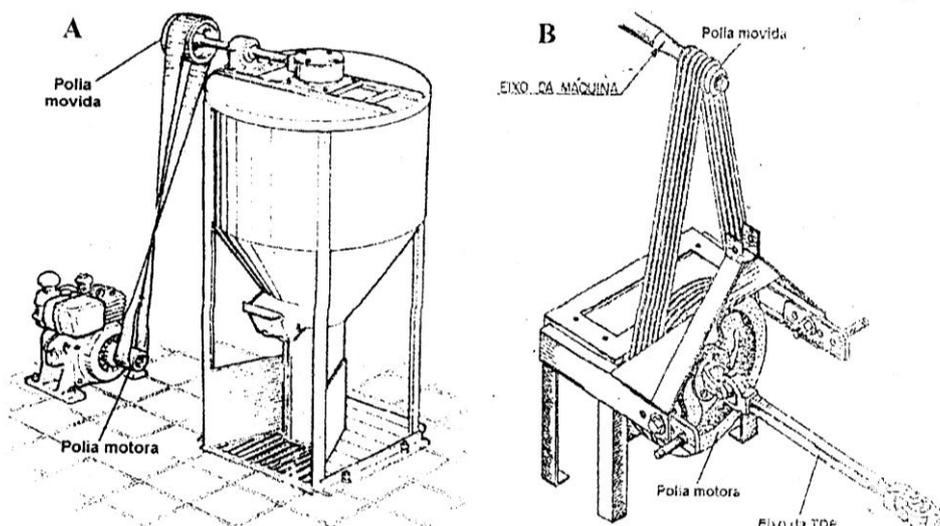


Figura 1. Exemplos de uso de polias em máquinas agrícolas.

As polias são compostas basicamente de face, coroa ou aro, parte por onde desliza a correia, disco ou braço, elo de ligação entre a face e o cubo e cubo parte por onde passa o eixo., As polias apresentam braços a partir de 200 mm de diâmetro, abaixo desse valor a coroa é ligada ao cubo por meio de discos.

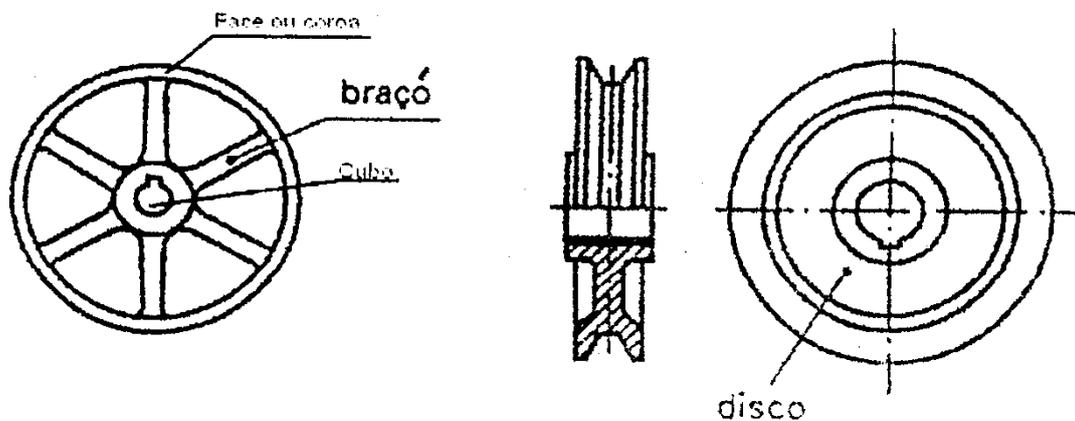


Figura 2. Partes constituintes de uma polia.

Os tipos de polias são determinados pela forma da superfície na qual a correia se assenta. Elas podem ser planas ou trapezoidais. As polias planas podem apresentar dois formatos na superfície de contato com a correia (face), essa superfície pode ser plana ou abaulada. A polia plana de superfície plana conserva melhor as correias, e a de superfície abaulada guiam com mais eficiência as correias. A polia trapezoidal recebe este nome porque a superfície na qual a correia se apóia apresenta a forma de trapézio. As polias trapezoidais devem ser providas de canaletas ou canais e são dimensionados de acordo com o perfil padrão da correia a ser utilizada. As polias planas podem apresentar o aro escalonado, com isso pode-se mudar a velocidade de uma correia numa mesma polia.

Além das polias para correias planas ou trapezoidais, existem as polias para cabos de aço, para correntes, para correias dentadas e para correias redondas, porém, essas são de menor interesse para a agropecuária. Algumas vezes as palavras roda e polia é usada como sinônimos.

Polia motora ou condutora é aquela que está montada no eixo do motor e a polia movida ou conduzida é aquela montada no eixo da máquina.

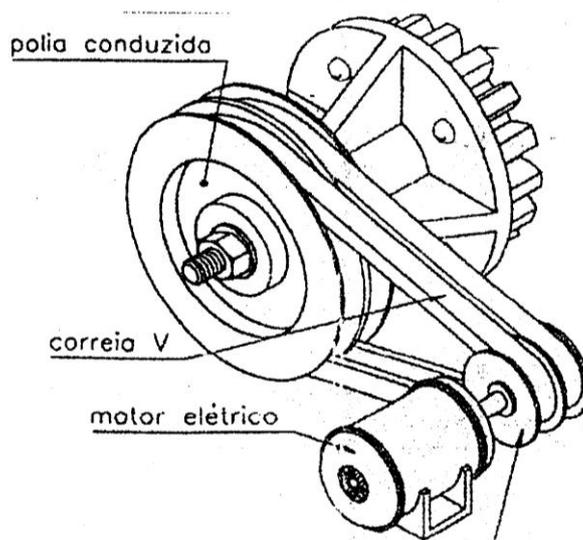


Figura 3. Polia condutora e conduzida.

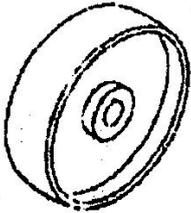
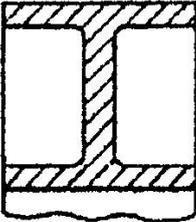
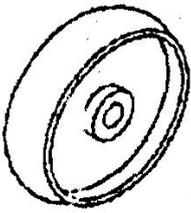
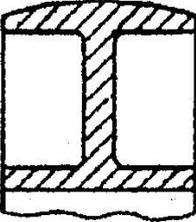
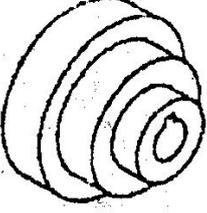
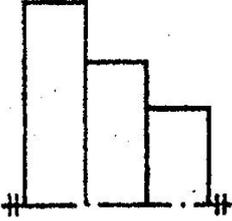
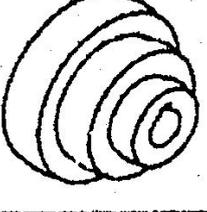
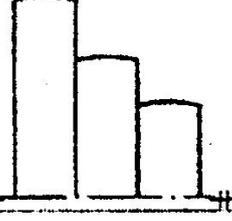
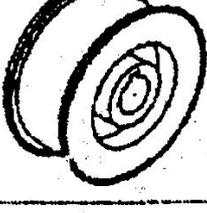
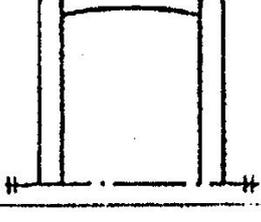
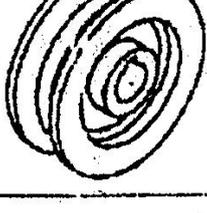
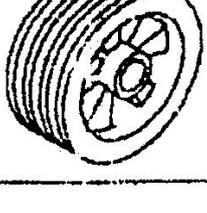
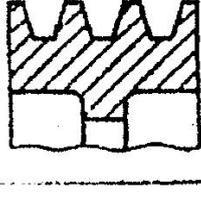
		<p>polia de aro plano</p>
		<p>polia de aro abaulado</p>
		<p>polia escalonada de aro plano</p>
		<p>polia escalonada de aro abaulado</p>
		<p>polia com guia</p>
		<p>polia em "V" simples</p>
		<p>polia em "V" múltipla</p>

Figura 4. Exemplos de polias.

Os materiais que se empregam para a construção das polias são ferro fundido (o mais utilizado), aços, ligas leves e materiais sintéticos.

No estudo das polias e de grande importância o conhecimento da relação entre diâmetro e rotação essa relação pode ser calculada de forma simples e direta através de:

$$R \times D = r \times d$$

Em que: R = rotação da polia motora ou condutora; D = diâmetro da polia motora ou condutora; r = rotação da polia movida ou conduzida; d = diâmetro da polia movida ou conduzida.

Esta relação, no entanto não corresponde com exatidão ao que ocorre na prática, pois a classe de transmissão, o tipo de correia, sua tensão, provoca perdas de velocidade por deslizamento, que podem variar de 3 a 5%.

Para conseguir uma melhor transmissão, é necessário que a distância entre eixos sobre as quais estão montadas as polias seja pelo menos seis vezes superior ao diâmetro da polia maior.

Correias

São faixas flexíveis que giram com as polias por efeito de aderência, as correias e as polias formam um conjunto inseparável, ou seja, uma não funciona sem a outra. As correias mais usadas são as planas e as trapezoidais. A correia em V, também é chamada de trapezoidal, fabricada com seção transversal em forma de trapézio. É feita de borracha revestida e lona e é formada no seu interior por cordonéis vulcanizados para suportar as forças de tração, outros materiais empregados para fabricação das correias são o couro, o náilon, o pêlo de camelo e materiais fibrosos (algodão). Esses materiais normalmente são empregados para a fabricação das correias planas (fabricadas com seção retangular e usadas na transmissão juntamente com as polias planas).

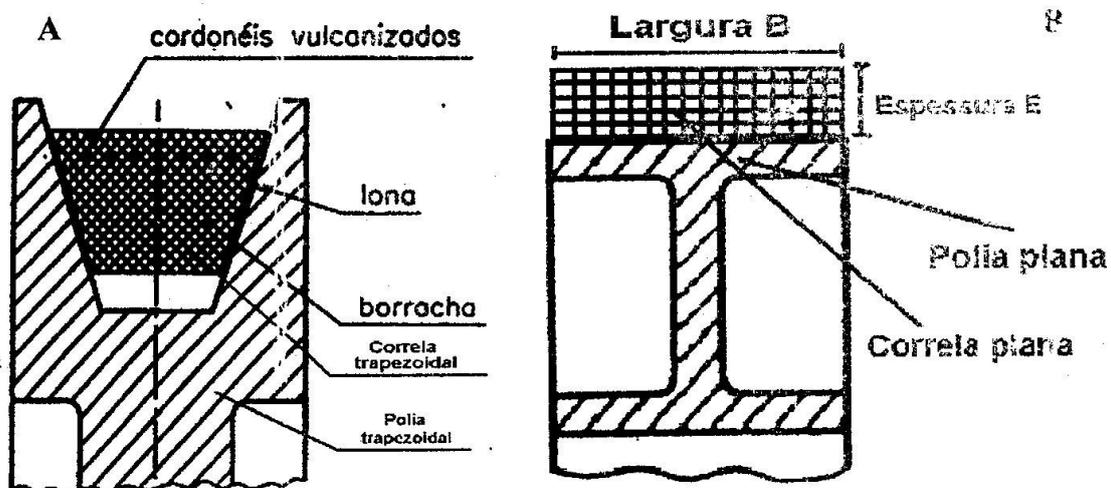


Figura 5. Corte longitudinal de polias e correias.

As polias trapezoidais são utilizadas juntamente com as correias trapezoidais, e as correias planas com as polias planas, porém, em alguns casos admite-se o uso de correias trapezoidais ligando uma polia plana a uma polia trapezoidal, neste caso chama-se transmissão V-L (de correia trapezoidal para correia lisa ou plana).

As correias trapezoidais apresentam vários perfis padronizados, estes perfis são chamados de tamanho.

Na transmissão por correias e polias, a polia que transmite movimento e força é chamada de polia motora, pois está acoplada no eixo do motor. A polia que recebe movimento e força é a polia movida, estando montada no eixo da máquina.

A maneira como a correia é colocada determina o sentido de rotação das polias. Assim teremos:

- Sentido direto de rotação, a correia fica reta (aberta) e as polias têm o mesmo sentido de rotação
- Sentido de rotação inverso, a correia fica cruzada e o sentido de rotação das polias inverte-se (o sentido de rotação inverso só é possível com a utilização das correias planas).

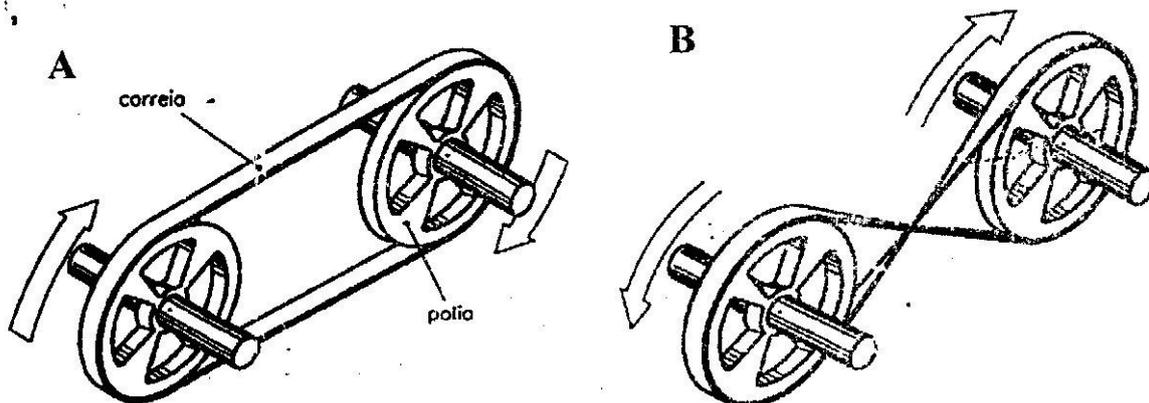


Figura 6. Sentido da rotação.

Na transmissão por polias e correias, para que haja um funcionamento perfeito é necessário obedecer alguns limites em relação ao diâmetro das polias e o regime de rotação da mesma. Para estabelecer esses limites usamos as relações de transmissão. Na transmissão por correia plana a relação de transmissão não deve ser maior do que 6, e na transmissão por correia trapezoidal esse valor não deve ultrapassar 10. A relação de transmissão (i) pode ser dada por:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Onde: D_1 = diâmetro da polia menor; D_2 = diâmetro da polia maior; n_1 = número de rotações por minuto (rpm) da polia menor; n_2 = número de rotações por minuto (rpm) da polia maior.

Para as correias trapezoidais é de grande interesse a determinação do tamanho da correia (perfil), o número de correias e o comprimento das mesmas. Para efeito de diferenciação comprimento de correia refere-se ao perímetro interno das correias, em polegadas.

Precauções no uso das correias:

Correias muito apertadas provocam perdas de potencia, resultando aquecimento.

Correias muito frouxas apresentam pancadas e movimentos regulares.

Correias devem ser conservadas livres de sujeiras e umidade.

Óleos não devem ser usados, pois deteoriza as correias.

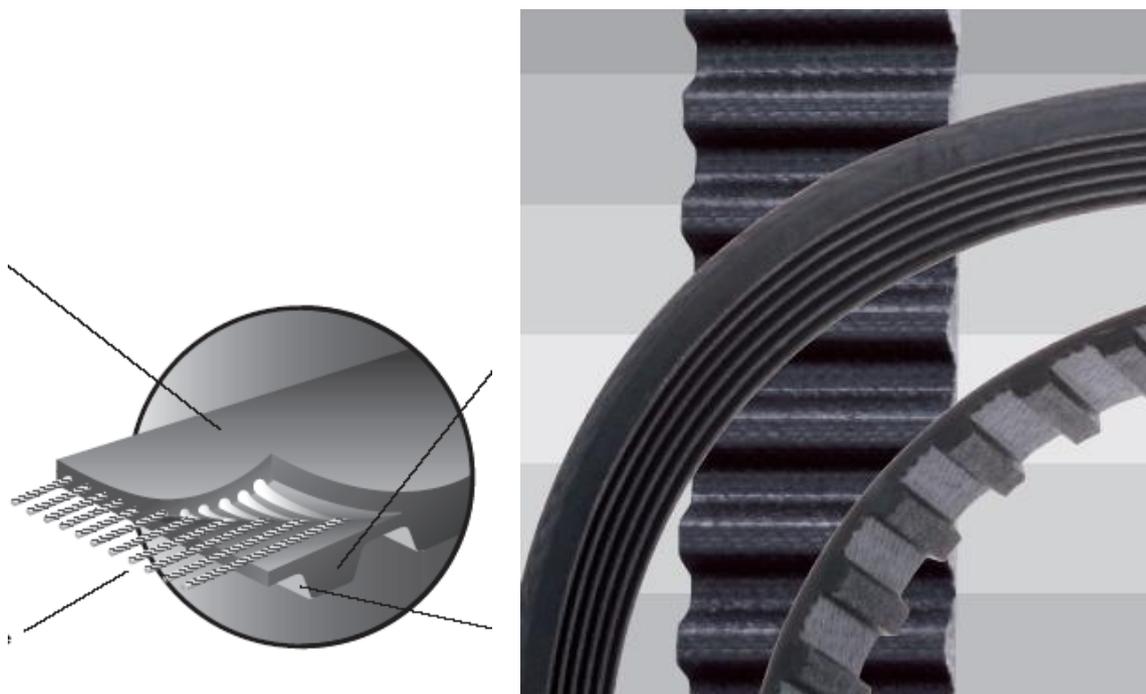


Figura 7. Tipos de correias e cordonéis no interior.

Engrenagens

Tem-se por isso observado no cotidiano a ação de engrenagens e tem-se por certo que elas atuam de acordo com o seu diâmetro ou o número de dentes seguindo as leis da alavanca e da polia. Vamos daqui por diante ampliar o estudo destas, com vistas ao aspecto mecânico do seu funcionamento, limitando-nos a considerar estes órgãos somente em relação aos fins que interessam a Mecânica Agrícola e sem entrar no estudo teórico-construtivo, das mesmas.

De acordo com a forma da superfície dentada das engrenagens, podem dividir-se em cilíndricas e cônicas, as cilíndricas atuam sobre eixos paralelos, as cônicas sobre eixos concorrentes. Os dentes podem ser retos, helicoidais, etc.

As engrenagens de dentes retos são as mais usadas nas máquinas agrícolas, os dentes helicoidais só se empregam em algumas máquinas fixas em motores e tratores, e assim mesmo quando

se devem alcançar grandes velocidades, pois com eles se consegue mais suavidade e continuidade de movimento.

Duas ou mais rodas que engrenam entre si denomina-se harmônicas e têm o mesmo “passo”, sendo “passo” a distância compreendida no arco da circunferência primitiva entre dois perfis homólogos e sucessivos da dentadura.

Nomenclatura de uma engrenagem cilíndrica de dentes retos:

—“Círculo primitivo” é à base do dimensionamento das engrenagens e seu diâmetro caracteriza a engrenagem.

—“Circunferência de topo”. Também denominada de cabaça do *addendum* ou externa, limita as extremidades externas (topos) dos dentes. O cilindro do topo encerra a engrenagem.

—“Addendum” ou Altura da cabeça do dente é a distância radial entre os círculo primitivos e de topo.

—“Círculo de raiz” é o círculo que passa pelo fundo dos vãos entre os dentes.

—“Addendum” ou Altura do pé do dente é a distância radial entre os círculo primitivo e de raiz.

—“Profundidade de trabalho” dos dentes é a distância radial da circunferência do topo à de truncamento e define a distância que o dente conjugado penetra no vão do dente.

—“Folga do fundo” é a distância radial entre a circunferência de truncamento e a da raiz.

—“Espessura do dente” é o comprimento do arco da circunferência primitiva, compreendido entre os flancos do mesmo dente.

—“Folga no vão” é a diferença entre o vão dos dentes de uma engrenagem e a espessura do dente da engrenagem conjugada.

—“Face do dente” é a parte da superfície do dente limitada pelo cilindro primitivo e pelo de topo.

—“Espessura da engrenagem” é a largura da engrenagem medida axialmente, é a distância entre as faces laterais dos dentes, medida paralelamente ao eixo da engrenagem.

—“Flanco do dente” é a superfície do dente entre os cilindros primitivo e de raiz.

—“Topo” é a superfície superior do dente.

—“Fundo do vão” é a superfície da base do vão do dente.

Quando duas engrenagens estão engrenadas, a menor é chamada pinhão e a maior simplesmente engrenagem ou coroa.

Causas de Desgaste em Dentes de Engrenagens

Quando duas engrenagens são feitas e montadas com precisão, e quando o lubrificante é limpo e adequado, a razão mais provável para que engrenagens submetidas a serviço pesado e contínuo se desgastem é uma falha por fadiga do material da superfície. Observar especialmente que o desgaste, neste caso não se relaciona com atrito ou escorregamento, se bem que o atrito por escorregamento aumente as tensões de contato e por isso contribua para uma falha por fadiga.

Os principais desgastes são:

a) Escavação da superfície do dente, que é mais pronunciada próximo ao meio do perfil. Existe uma escavação inicial que parece ser um desprendimento de partículas, no começo do funcionamento das engrenagens e que logo cessa. A escavação progressiva, que pode ter continuidade até que os perfis estejam inutilizados é provavelmente devida a cargas elevadas que induzem grandes tensões de cisalhamento que excedem a resistência à fadiga do material imediatamente sob a superfície do dente. O remédio para evitar a escavação progressiva é o trabalho com uma tensão abaixo do limite de resistência à fadiga superficial.

b) Abrasão, produzida por matérias estranhas no lubrificante, tais como grãos ou partículas de metal. A abrasão, devida a partículas metálicas, cessa se a tensão é suficientemente baixa de modo a não produzir fadiga na superfície. À abrasão devida a matérias estranhas é evitada pela correta proteção das engrenagens e uso de lubrificantes limpos.

c) Riscamento, é produzido por bordos aguçados e salientes e por superfícies ásperas. O desalinhamento e a interferência pode produzir o riscamento, assim como as superfícies ásperas produzidas por roçadura. Melhor alinhamento e melhores perfis de dentes podem eliminar o riscamento.

d) Roçadura, que é produzida por falha no lubrificante. Se for usado um lubrificante muito pesado ele pode não cobrir de novo a superfície do perfil antes do próximo contato do dente e haverá um fluxo plástico do metal. Um lubrificante mais leve pode corrigir esta deficiência. Em circunstâncias extremas, as superfícies em contato realmente se colam em determinados pontos por causa da falha de lubrificação e altas temperaturas locais, fenômeno algumas vezes chamado gripamento, e então se desprendem. Naturalmente as superfícies se tornam ásperas e podem produzir riscamento. Esta deficiência pode ser evitada pelo uso de lubrificantes "EP" (Extrema ou Alta Pressão) que contém um antidecapante, tal como enxofre ou cloro, para evitar a colagem.

Não pretendemos fazer um estudo teórico da forma dos dentes, que por outro lado, não teria aplicação para agronomia; já nos limitamos a dar algumas indicações gerais sobre as proporções que devem guardar entre si as diferentes partes de uma engrenagem para poder apreciar as suas boas características construtivas e escolhê-los para determinadas aplicações.

A máxima relação entre os diâmetros ou o número de dentes de duas rodas dentadas ou engrenagens deve ser de 1 para 4 para transmitir grandes forças, e de 1 para 8 ou 10 para pequenas forças.

Por este motivo, devendo aumentar ou diminuir naturalmente uma determinada velocidade, deve usar-se dois ou mais pares de engrenagens ou rodas, o que constitui um trem os sistemas de

engrenagens. Em cada par de rodas do sistema pode-se sempre distinguir uma roda motora e outra movida. A razão do sistema, ou melhor, a relação entre a velocidade da primeira roda motora e a última movida se pode achar facilmente, sendo igual à relação que existe entre os diâmetros das rodas.

Supondo que sejam $D, D1, D2$, os diâmetros das rodas motoras e $d, d1, d2$, os diâmetros das rodas movidas, a relação da velocidade entre a primeira roda D e a última $d2$ será:

$$R = \frac{D \times D1 \times D2}{d \times d1 \times d2}$$

Assim sendo, “ n ” o número de voltas por minuto da roda D , então a roda $d2$ no mesmo tempo dará um número de voltas “ N ” representado pelo produto de “ n ” multiplicado por “ R ” (a relação anterior, entre os diâmetros).

O mesmo cálculo pode-se fazer também na fórmula em lugar dos diâmetros, o “numero de dentes” das respectivas rodas: em muitos casos pode-se resultar mais cômodo proceder desta forma.

À transmissão por engrenagem determina uma perda de força devido ao atrito entre os dentes. Calcula-se essa perda entre 4 a 6% por cada par de rodas dentadas, a perda é tanto maior quanto mais defeituosas sejam as engrenagens e a montagem da máquina.

Entre os mais comuns tipos de engrenagens, pode-se citar os seguintes:

- a) Engrenagens Exteriores - onde se inverte o sentido de rotação dos eixos.
- b) Engrenagens Interiores - os eixos das rodas dentadas têm o mesmo sentido de rotação.
- c) Engrenagem Sem-fim - onde se obtém o máximo de multiplicação à força.

d) Engrenagens Cônicas — utilizadas em eixos angulares. São usadas para transmitir o movimento entre dois eixos dispostos em ângulo. Este ângulo pode ser de amplitude distinta, porém geralmente é reto. A forma e dimensão dos dentes são análoga a das engrenagens cilíndricas.

É natural que um trem de engrenagens possa ser formado por pares de rodas cilíndricas e outras cônicas, segundo convenham, não alterando isto em nada o cálculo de velocidade, somente há que se observar que o diâmetro das rodas cônicas deve medir-se sobre a face interna.

Conceito

São elementos de máquinas que transmitem movimento por meio de dentes que se engrenam sucessivamente de duas engrenagens que trabalham em conjunto ou que se engrenam. Aquela com

menor número de dentes denominam-se pinhão e aquela com maior número de dentes chama-se coroa.

Classificação das Engrenagens

- Retas
- Helicoidais
- Cônicas
- Hipóides
- Sem-fim

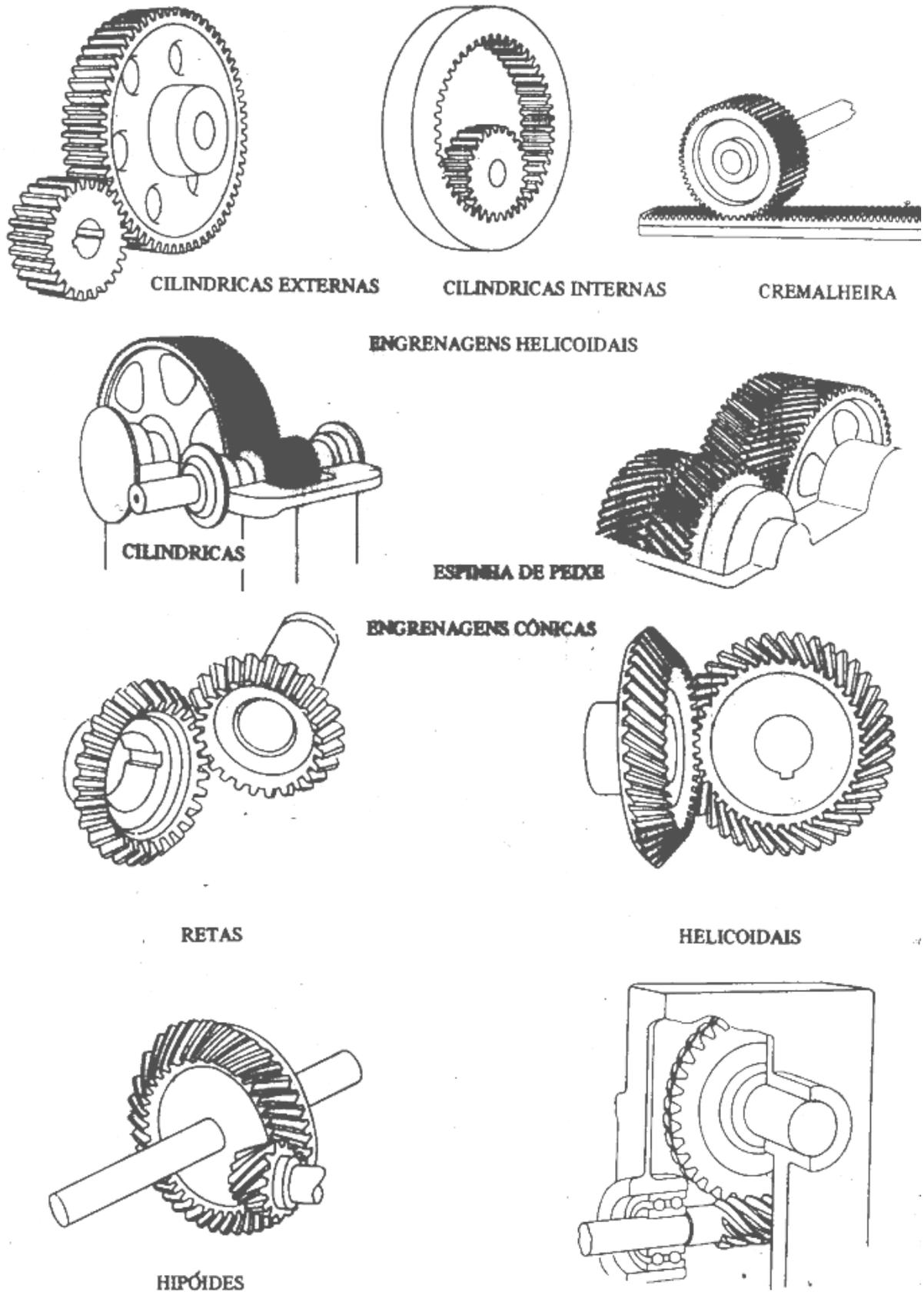


Figura 7. Tipos de engrenagens. Fonte: Texaco (1989).

Lubrificação

Existe uma grande variedade de engrenagens operando sob as mais diversas condições, não é de se estranhar que haja uma grande variedade de lubrificantes para engrenagens.

Os mais comumente empregados são os produtos derivados de petróleo, minerais puros, compostos ou aditivados para se conseguir características não existentes no óleo básico.

Usualmente os lubrificantes são classificados de acordo com a sua aplicação principal conforme seja industrial ou automotivo.

A lubrificação de componentes de sistemas de transmissão é um dos pontos a merecer maior atenção em equipamentos agrícolas em função da diversidade de sistemas existentes. Há uma grande variedade de produtos específicos para lubrificação destes componentes, sendo, porem, bastante restrita a possibilidade de uso de um mesmo produto para diversos tipos de transmissão, devido às grandes diferenças nos requisitos de lubrificação.



Figura 8. Sistema de transmissão de um trator.

Neste sentido, analisaremos individualmente cada componente da transmissão em seus diversos princípios de funcionamento e, particularmente, de lubrificação.

Embreagens de discos secos — exigem apenas lubrificação no mancal deslizante e certas peças externas, o que é feito com graxa geralmente a base de Lítio. Deve-se ter o cuidado de não aplicar graxa em excesso de modo a evitar que esta vaze para entre os discos, o que provocaria deslizamentos.

Acoplamentos Fluídos e Conversores de Torque — Funcionam em banho em fluido hidráulico que é o elemento responsável pela transmissão de potência. Portanto qualquer variação no nível do fluido provoca alterações na eficiência destes acoplamentos. A viscosidade do óleo também é fator de importância para o perfeito funcionamento destes componentes. Estando o óleo em constante agitação e realizando trabalho, é severamente aquecido. Assim, estes acoplamentos dispõem, normalmente, de um sistema de arrefecimento para o óleo. Este sistema de arrefecimento deve ser mantido limpo e sem vazamentos, de modo a garantir o resfriamento necessário ao fluido, evitando que este se deteriore.

Caixa de Velocidades Mecânica — Geralmente, os fabricantes destes componentes recomendam o uso de óleo do tipo para engrenagens automotivas com características de extrema pressão (EP). Há casos, porém, em que a recomendação recai sobre um óleo mineral puro. Isto se deve ao fato de existir componente de ligas de cobre na caixa de velocidade e o enxofre presente em óleos aditivados atacaria estas ligas. Não havendo tal restrição, a seleção do tipo de óleo a ser usado depende somente do tipo do equipamento. Óleos com elevada aditivação são mais adequados a engrenagens helicoidais e hipóides e a serviços severos com cargas de choque. Óleos minerais puros são adequados para o uso em engrenagens dentes retos operando em regime suave.

No caso de haver filtro de óleo, a troca deste no período recomendado pelo fabricante garante a eficiência da filtragem evitando que contaminantes sólidos sejam levados pelo óleo aos pontos de engrenamento, o que certamente provocaria danos nas superfícies dos dentes.

A manutenção do nível correto de lubrificante deve ser observada de modo a evitar que as engrenagens venham trabalhar a seco. Lubrificante em excesso é prejudicial, pois além de aumentar o consumo de potência na transmissão pode provocar superaquecimento do óleo.

Caixa de transmissão automática e “Power shift” - Apesar das diferenças na operação destes dois tipos de transmissão, eles serão analisados em conjunto devido ao fato de possuírem inúmeros componentes mecânicos e hidráulicos em comum, o que torna semelhantes os requisitos de manutenção e lubrificação.

De uma forma geral, valem para estes tipos de transmissão as práticas de manutenção recomendadas para qualquer sistema hidráulico, isto é:

- Utilização do fluido recomendado pelo fabricante.
- Manter o nível do fluido, trocando-o com a frequência recomendada.
- Manter em bom estado o sistema de arrefecimento.
- Manter o filtro em bom estado, trocando-o regularmente.
- Reparar qualquer vazamento.

Os requisitos de lubrificação exigidos pelos fabricantes são bastante semelhantes, possibilitando o uso de um mesmo produto em transmissões de diferentes fabricantes. As transmissões fabricadas pela Ford, entretanto, apresentam particularidades técnicas que impedem o uso de um fluido que não seja produzido especificamente para estas transmissões. Fluidos para transmissões automáticas Ford são incompatíveis com transmissões de outros fabricantes.

O uso de fluido não apropriado pode causar ou deslizamento excessivo ou reações rápidas e choques nas passagens da marcha.

Os fluidos para transmissões hidráulicas são os mais sofisticados lubrificantes para uso automotivo. Isto faz com que frequentemente eles estejam aptos a serem utilizados também em conversores de torque, sistemas hidráulicos e diferenciais.

Sempre que por um motivo qualquer, um veículo equipado com transmissão automática ou “Power shift” necessitar ser rebocado, o eixo cardam ou o eixo do comando final devem ser retirados de modo a evitar que as peças de transmissão girem a seco, já que sua lubrificação depende do funcionamento das bombas de óleo.

Diferencial — A maioria dos fabricantes recomendam o uso do óleo para engrenagens com características EP, pois o componente está sujeito a elevadas cargas de choque e dependendo de sua construção, a deslizamento entre as superfícies dos dentes.

Os cuidados na manutenção de diferenciais são bastante simples, tais como:

- Usar o lubrificante recomendado pelo fabricante.
- Trocar o lubrificante nos períodos recomendados e manter o nível entre as trocas.

Um ponto a merecer destaque na manutenção do diferencial é a precisão de sua montagem. Qualquer falha na montagem pode provocar desgaste excessivo levando à quebra prematura deste componente.

Por vezes, certos equipamentos utilizam diferencial do tipo auto-blocante ou antiderrapante. Este tipo de diferencial requer o uso de lubrificante com propriedades adicionais que garantem seu funcionamento sem ruído ou trepidação.

Reduções finais — São normalmente lubrificadas por óleos de engrenagens com características EP. São os componentes da transmissão sujeitos às cargas mais elevadas. Sua manutenção é simples abrangendo apenas o uso de lubrificante adequado, troca periódica do lubrificante e manutenção regular do nível, segundo instruções do fabricante.

Transmissões hidrostáticas — Este tipo de transmissão é composto basicamente de uma bomba hidráulica, circuito hidráulico e motor hidráulico. Não havendo componentes de transmissões convencionais, sua manutenção é idêntica à de qualquer sistema hidráulico industrial e compreende:

- Uso de fluido hidráulico recomendado pelo fabricante.
- Manter em bom estado os filtros, trocando-os nos períodos recomendados.
- Manter em bom estado o sistema de arrefecimento.
- Manter o nível de fluido hidráulico.
- Reparar vazamentos.

Métodos de Lubrificação

Lubrificação manual — geralmente feita por pincelagem.

É o caso da lubrificação de engrenagens abertas e expostas, que com o emprego de composições betuminosas são aplicadas por meio de brochas, pincéis ou espátulas.

Estas composições têm uma aderência maior que o óleo ou a graxa e são indicadas para engrenagens grandes de baixa rotação, que transmitam cargas elevadas.

Quando as composições betuminosas já estão formuladas com solventes leves, podem ser aplicadas a frio. Quando isto não se verifica, há a necessidade de se executar um pré-aquecimento, que deve ser feito em banho-maria para evitar o super aquecimento do fundo da lata pelo fogo direto.

Por razões de segurança, aconselha-se fazer a aplicação das composições com a engrenagem parada, de preferência ao final de um turno de serviço, pois o natural aquecimento do metal facilitará o espalhamento do lubrificante.

Banho sem salpico — É o caso da lubrificação de engrenagens abertas de grandes dimensões e baixa rotação. Aplicam-se óleos lubrificantes muito viscosos e até mesmo composições betuminosas leves.

Banho com salpico — caso em que o nível do lubrificante é mantido de modo a que apenas os dentes da engrenagem inferior mergulhem no óleo.

Se o nível for muito elevado, a rotação da engrenagem provocará um excesso de agitação, com maior tendência à formação de espuma e também com maior elevação da temperatura do óleo.

Se for o caso de um moto-redutor, o óleo poderá ultrapassar os retentores, causando sérios problemas. Como regra prática recomenda-se que a roda inferior não deva mergulhar mais do que 3 vezes a altura do dente no banho.

Lubrificação por circulação ou em caixa – Método bastante empregado quando tem-se altas velocidades e engrenagens fechadas ou em caixa.

Como se trata de engrenagens em alta velocidade, a lubrificação por banho ou por salpico não é satisfatória, pois o mergulho do dente no óleo pode causar espuma e agitação que aquece e consome potência. Pode mesmo acontecer que o óleo não esteja na área de contato quando este se der. Nestes casos o óleo deve ser fornecido por meio de uma bomba, sob pressão e na forma de um jato aplicado próximo ao ponto de engrenamento e depois recirculado.

Dificuldades na Lubrificação

As causas mais freqüentes das dificuldades experimentadas nos canais de engrenagens decorrem da alta temperatura e do desgaste dos dentes.

Temperatura de funcionamento:

De uma maneira, considera-se segura a temperatura de operação em torno de 80°C. As temperaturas máximas permitidas pelas normas inglesas são as seguintes:

banho de óleo: 85°C.

Engrenagens cilíndricas mancais de fricção: 85°C de rolamento: 95°C.

Parafuso sem-fim temp. max. do banho = temp. amb. + 50°C.

(temp. amb. 38°C) temp. max. local = temp.amb. + 60°C.

Parafuso sem-fim temp. max. do banho = 95°C.

(temp. amb. 38°C) temp. máx. local = 105°C.

Engrenagens hipoidais temp. máx. do banho = temp. amb. + 50/60°C.

Vale ressaltar que as engrenagens dos motos-redutores trabalham em temperaturas um pouco mais elevadas, devido ao calor adicional gerado pelo motor elétrico.

O super aquecimento das caixas de engrenagens podem ser causados por:

- 1 — Sobrecarga.
- 2 — Quantidade insuficiente de óleo (nível de óleo baixo ou sistema circulatório obstruído).
- 3 — Resfriador de óleo entupido (o óleo passa pelo "by-pass" e entra quente na caixa).
- 4 — Óleo muito viscoso.
- 5 — Óleo muito sujo (contaminantes no óleo e formação de borra no fundo da caixa dificultando a dissipação de calor).
- 6 — Nível do banho de óleo muito elevado.
- 7 — Carência de circulação de ar dentro da caixa.
- 8 — Calor irradiado de outras fontes quentes próximas.

Desgaste dos Dentes

Se as engrenagens são calculadas construídas e temperadas corretamente, e não trabalham com cargas excessivas, quando são usados lubrificantes corretos, devem unicamente resultar condições de desgaste normal. O desgaste normal, durante um período prolongado e sob condições de lubrificação contínua, gradualmente alisa as superfícies dos dentes e endurece-as sob a ação do trabalho, tornando-as polidas. À medida que as superfícies se tornam mais lisas e polidas, o desgaste diminui até chegar a uma condição tal que, praticamente cessa.

Quando a carga é de tal maneira elevada que a película do lubrificante utilizado não resiste, aparece o desgaste excessivo. O desgaste ao qual estamos nos referindo, é unicamente devido ao clássico desgaste por deslizamento e rolamento provenientes do contato metálico e não devido à corrosão ou pela presença de abrasivos. Observe que o desgaste ocorre sobre quase toda superfície do dente da engrenagem.

O desgaste devido à sobrecarga usualmente ocorre em condições de baixa velocidade e cargas elevadas. Como o perfil do dente é modificado, o desgaste pode causar outros tipos de avaria. É importante se determinar a causa original, uma vez que outras avarias como o pipocamento (*pitting*) podem também modificar o perfil dos dentes, ocasionando uma sobrecarga entre as superfícies remanescentes e assim aumentando o desgaste. A utilização de óleos de alta viscosidade ou óleos aditivados reduz sensivelmente o desgaste.

O desgaste abrasivo é provocado por material abrasivo presente no lubrificante. Este tipo de desgaste é muito mais comum que o desgaste devido a sobrecargas e pode ocorrer com qualquer tipo de engrenagem sob as mais variadas condições de operação. A escolha do lubrificante tem pouco

significado neste tipo de desgaste e o tratamento adequado para se evitá-lo consiste em se trocar o óleo e limpar o sistema. Se a contaminação é inevitável, o lubrificante deve ser filtrado. A aparência de abrasão na face do dente, depende do tamanho da partícula e a natureza do contaminante.

A arranhadura ou riscagem (*scoring*) é um sintoma de capacidade inadequada do lubrificante de suportar carga ou da ocorrência de sobrecarga no dente. A aparência é de que a superfície do dente tenha sido soldada à superfície do dente da outra engrenagem e depois esta solda tenha se rompido, deixando uma aspereza na superfície. Em seu estado inicial, poderá ser eliminada pela aplicação de um lubrificante mais eficiente, como talvez um óleo EP *multipurpose*.

O desgaste por interferência (*interference wear*) é causado por engrenamento impróprio no início e no fim do contato. Ele pode ser descrito como um desgaste por sobrecarga localizado. E não é causado por deficiência de lubrificação, pois os contatos nas bordas dos dentes se dão com pressões muito altas. A área afetada apresenta-se com aspecto semelhante ao desgaste e riscagem, mas é diferenciada pela posição onde ocorre a avaria.

O desgaste corrosivo (*corrosive wear*) é causado pela ação química do lubrificante ou um contaminante como a água. O lugar mais provável para ocorrer à corrosão, bem como a maioria das avarias é na superfície de contato, pois o calor gerado por atrito tende a acelerar a ação química. Se o desgaste corrosivo é bastante rápido, surgem marcas visíveis (sulcos, picados) na superfície. Neste caso, a superfície do dente deve parecer polida, e os sinais de corrosão devem aparecer nas outras partes da engrenagem e mesmo nos mancais.

A queimação (*burning*) é um tipo de avaria devido a temperaturas extremamente altas suportadas pelas superfícies de contato dos dentes, e deixam gumes azuis ou enegrecidos nas superfícies de contato, ou ao redor dela. Este é um sintoma mais de falta de refrigeração do que lubrificante inadequado, e pode ser causado por falha no sistema de circulação de óleo (quando há) ou pelo endurecimento do óleo em clima frio.

Todos os tipos de avaria relatados até agora, podem ser relacionados diretamente com a falha na lubrificação, com conseqüente contato metal com metal, ou pela presença de material abrasivo no óleo. O "*pitting*" pelo contrário, pode ocorrer mesmo quando se emprega o lubrificante adequado.

O "*pitting*" consiste fundamentalmente num fissuramento que se desenvolve nos flancos dos dentes, resultando em minúsculas cavidades de baixa profundidade que se multiplicam na superfície de contato. A fissura pode surgir na superfície do dente ou a certa profundidade. Ela se prolonga com a ajuda do efeito de cunha provocado pelo óleo que penetra na fissura. Em casos avançados, as cavidades se estendem e se ligam, formando lascas.

Não há uma teoria concreta para se explicar este fenômeno. E é normalmente descrito como proveniente da fadiga da superfície do dente.

A deformação plástica pode ocorrer de várias formas, mas sempre resultante da aplicação de uma carga elevada sobre o material da engrenagem na zona de contato. Se as cargas compressivas forem altas, ou a vibração cause altos picos de carga (especialmente se as engrenagens são moles), as

superfícies dos dentes podem vir a ser amassadas ou marteladas. Embora a causa da avaria caia sobre o material ou as cargas aplicadas no sistema, um óleo mais viscoso pode ajudar a aliviar os golpes e evitar a deformação plástica.

Encrespamento ou ondulamento (*rippling*) é uma deformação plástica, mas é causada por pressões de cisalhamento, ao invés de pressões compressivas. Estas pressões poderiam ser aliviadas pelo lubrificante para dar coeficientes de fricção mais baixos. Geralmente, o ondulamento não ocasiona avarias imediatamente e pode mesmo ser vantajoso, pois as ondulações podem servir de reservatórios de óleos sobre as superfícies. Ele é uma indicação de alta carga e pode prevenir uma avaria futura.

Enrugamento (*ridging*) é uma deformação plástica devido a pontos elevados em uma das engrenagens que sulcam a superfície da outra. Ocorrem algumas vezes engrenagens hipoidais temperadas, onde é necessário um lubrificante com propriedades de extrema pressão. Neste sentido, o aparecimento de enrugamento é uma indicação que o lubrificante não teve sucesso na prevenção da soldagem com pressões excedendo o limite permitido para o aço. Nestas condições, é provável que o desgaste tenha lugar ao mesmo tempo, assim ela pode ser uma forma de falha indicando o uso de lubrificante inadequado.

Quebra do dente (*bieakage*). O lubrificante não pode ser culpado por este tipo de falha. Ela pode se verificar por sobrecarga elevada, devido principalmente a choques, ou então por fadiga provocada por tensões repetidas.

É evidente, pelo que se acaba de expor, que o óleo deve ser purificado regularmente e quando necessário, removido. Se o lubrificante for corretamente escolhido e as condições de operação forem normais ele terá uma vida relativamente longa.

Os fabricantes de engrenagens normalmente recomendam que o óleo seja trocado de 6 a 12 meses estas recomendações são feitas mais para que seja removido qualquer material estranho do que propriamente pela deterioração do óleo.



FUNDAMENTOS DA LUBRIFICAÇÃO

O petróleo

A palavra Petróleo é originada do latim “Petrus” (pedra) e “Oleum” (óleo), o que parece indicar que antigamente se supunha ser o petróleo originário de pedras. Inúmeros relatos históricos nos levam a crer que o Petróleo já fosse conhecido a milhares de anos sendo usado em impermeabilização, construção, etc.

Origem

Pela teoria orgânica, o petróleo, tal como é encontrado hoje na natureza, resultou da matéria orgânica depositada em conjunto com partículas rochosas durante a formação das rochas sedimentares milhões de anos atrás.

Composição Química

O petróleo é constituído quase inteiramente por carbono e hidrogênio em várias combinações químicas (hidrocarbonetos). Dependendo dos tipos de hidrocarbonetos predominantes em sua composição o petróleo pode ser classificado em base parafínica e base naftênica. No caso de não haver predominância de um tipo de composto sobre o outro, o petróleo é classificado como base mista. Certas características físico-químicas do petróleo como fluidez, cor e odor podem variar em função de sua composição e do local extraído.

Refinação

Nas refinarias o petróleo é analisado para avaliarem-se suas características e sua transformação de acordo com seu tipo ou base. Como o petróleo contém grande quantidade de hidrocarbonetos, o passo inicial é a separação destes ou frações contendo as propriedades desejadas, o que é feito por meio de destilação.

Neste processo, o petróleo é aquecido e enviado à torre de fracionamento, onde, por condensação a diferentes temperaturas, são obtidas as frações de gás liquefeito de petróleo (GLP), gasolinas, querosenes, óleos diesel e outros produtos mais pesados que darão origem a óleos lubrificantes, óleos combustíveis e asfaltos.

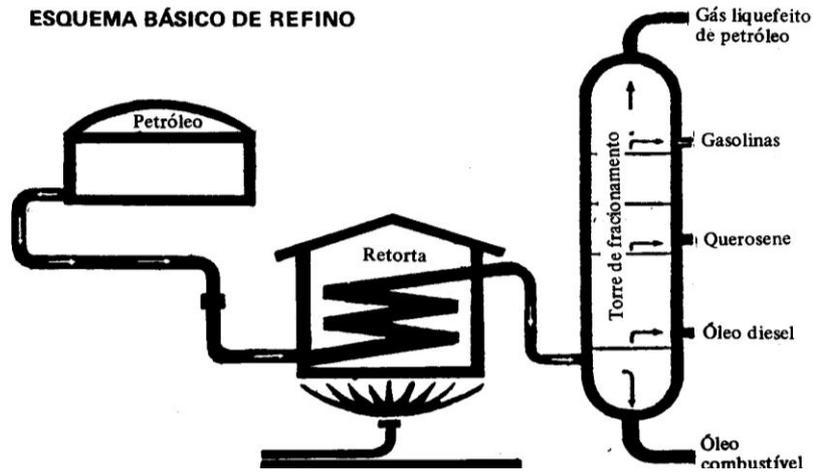


Figura 1. Esquema básico de refino de petróleo. Fonte: Texaco (1989).

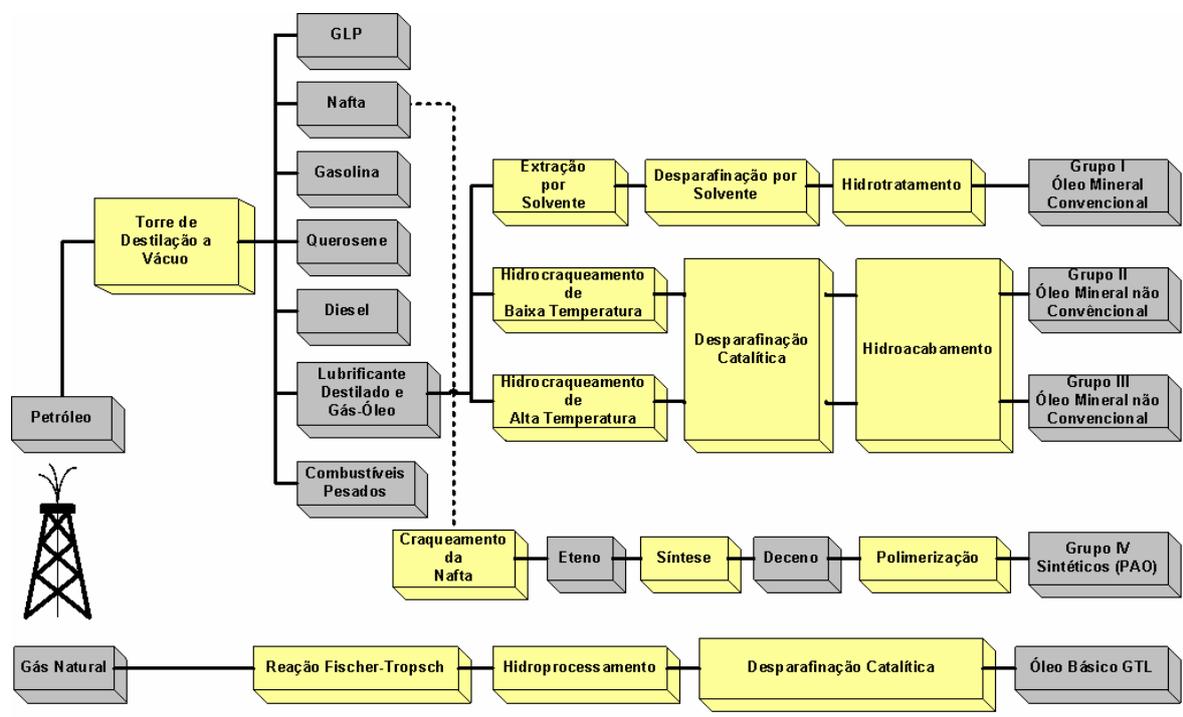


Figura 2. Esquema de refino com o craqueamento. Fonte: Texaco (2005).

Índice de Octana e Classificação

O índice de octanas de uma gasolina determina-se a comparando com uma mistura de dois derivados líquidos do petróleo num motor de teste de laboratório. Um dos derivados isooctana, apresenta uma grande resistência à detonação, enquanto a heptana tem uma resistência bastante menor.

Diz-se que uma gasolina tem um índice de octana de 90 se tiver as mesmas propriedades antidetonantes no motor de teste laboratorial que a mistura de 90 partes de octana com 10 partes de heptana.

À taxa de compressão do motor de teste pode ser regulada enquanto este trabalha, podendo obter-se um ponto exato de detonação para qualquer tipo de gasolina.

À gasolina consiste numa mistura complexa de hidrocarbonetos, sendo o seu índice de octana uma das muitas características que afetam o seu comportamento nos motores. Essas características variam durante o armazenamento. sendo, portanto conveniente recorrer a postos de gasolina de grande movimento, onde o combustível permanece armazenado durante pouco tempo. O índice de octana de que um motor necessita também varia com o tempo de funcionamento, quilometragem deste, devido à progressiva acumulação de carvão nas câmaras de explosão e a outros fatores.

É aconselhável seguir as recomendações do fabricante do automóvel quanto ao índice de octana da gasolina a utilizar. Não há vantagens em usar uma gasolina com um índice de octanas superior ao necessário, embora também não haja desvantagem, em parte o preço mais elevado do que daquela.

Refinação do petróleo para obtenção da gasolina — A gasolina é um dos numerosos produtos derivados do petróleo bruto que é destilado nas refinarias num depósito metálico designado por torre de destilação fracionada.

O petróleo é aquecido num forno até uma temperatura que garante a vaporização de todos os produtos a serem extraídos. Na medida em que o vapor sobe na coluna da torre de destilação fracionada, vai-se condensando em níveis diferentes.

A gasolina obtida na torre de destilação fracionada tem um índice de octana baixa, pelo que terá de ser tratada a fim de se obter um índice de octana mais elevado e para eliminar ou, pelo menos, neutralizar, os elementos corrosivos ou que produzem resíduos gomosos. Após esse tratamento, é misturada, para que possa apresentar vários índices de octana, sendo-lhe também acrescentados os aditivos que aumentam a sua resistência e detonação e evitam a formação de gelo no carburador.

Aditivos para a gasolina — A gasolina deve reunir certo número de características para poder ser utilizada como combustível no motor do automóvel. Deve ser volátil (isto é, deve vaporizar-se facilmente), a fim de permitir um arranque fácil em tempo frio e um aquecimento rápido do motor sem excessiva utilização do afogador. Contudo, não deve ser demasiado volátil para não se vaporizar tão rapidamente que se torne anti-económico e dê origem a formação de bolhas de vapor que podem impedir a passagem de gasolina. A gasolina deve ainda ser resistente à detonação, que se manifesta por um ruído característico denominado grilar, ou bater, do motor, estar isenta de impurezas e não ter tendência para a sedimentação. A detonação ocorre quando a gasolina apresenta um índice de octana demasiado baixo para a taxa de compressão do motor.

Praticamente, qualquer falha que provoque uma elevação da temperatura do motor acima da temperatura normal de funcionamento indica a necessidade de utilização de gasolina com maior índice de octana.

Para aumentar o índice de octana da gasolina. Empregam-se aditivos solúveis, que, pelo fato de alguns conterem chumbo, o qual é venenoso, modificam a cor da gasolina.

Noções Gerais sobre Atrito e Lubrificação

Atrito

Para fazer-se deslizar um corpo sobre outro, deve-se vencer uma resistência, conhecida como força de atrito. Qualquer tipo de movimento relativo entre corpos sólidos, líquidos ou gasosos, dá origem ao atrito que se opõe ao movimento.

Em certos casos o atrito é indispensável. Sem ele, o andar seria impossível: um sistema de freios ou esmeril seria totalmente inútil. Por outro lado, no funcionamento de qualquer máquina ocorre o atrito nas partes animadas de movimento relativo. O atrito é responsável pelo desgaste das peças e pela perda de energia. A energia assim consumida resumida resulta em perda de potência e de rendimento. O nosso interesse no caso é diminuir o atrito através da lubrificação.

Tipos de Atrito - Considerando o tipo de contato entre as superfícies em movimento, pode-se distinguir dois tipos de atrito: atrito sólido e atrito fluido.

Atrito sólido: verificado quando entram em contato duas superfícies sólidas. O atrito sólido pode ser dividido em dois grupos: deslizamento e rolamento.

a) Atrito de deslizamento — ocorre quando uma superfície se desloca diretamente, em contato com outra superfície. O atrito de deslizamento depende de dois fatores: rugosidade de superfície, já que nenhuma superfície usinada, por mais polida que seja, é perfeitamente lisa. Quando um sólido desliza sobre outro, a interferência entre as rugosidades é responsável por uma parte considerável do atrito, tendência das áreas mais planas das superfícies em contato se soldarem, quando submetidas às condições severas de deslizamento. Estas minúsculas soldas constituem a principal fonte de resistência ao deslocamento das superfícies finamente esmerilhadas.

O atrito de deslizamento varia somente com a força que pressiona as duas superfícies e é proporcional a esta força. O atrito é considerado como independente da área de contato.

b) Atrito de rolamento — quando o deslizamento entre duas superfícies sólidas se efetua através da rotação de corpos cilíndricos ou esféricos colocados entre as mesmas.

Atrito Fluido — Verificado numa camada fluída (líquida ou gasosa) separando as superfícies sólidas em movimento. O fluido recebe o nome de lubrificante.

Desgaste

O deslocamento entre duas superfícies provoca, pelo atrito gerado pelo contato entre os corpos, um desgaste dos materiais destas superfícies.

Outras causas poderio provocar desgaste, tais como:

Abrasão - provocada por elementos sólidos estranhos (pó, areia, etc.) entre as superfícies.

Corrosão - provocada pela presença de compostos químicos capazes de atacar o material da superfície.

Fragmentação — provocada por montagem defeituosa.

Fricção.

Cavitação, etc.

Lubrificação

Fundamentos da Lubrificação

Lubrificar significa interpor uma película de uma substância adequada entre superfícies em movimento relativo, evitando o contato direto das superfícies, de modo a reduzir ao mínimo o atrito que produz calor, ruído e desgaste. Isto significa melhor operação e maior vida útil do equipamento além de redução no consumo de energia motriz.

Com a interposição de uma película de fluido lubrificante colocada entre dois corpos sólidos em movimento relativo se substitui o atrito direto entre as superfícies pelo atrito do lubrificante, que é bastante reduzido, isto é, substitui o atrito sólido pelo atrito fluido.

Simplificando pode-se dizer que a lubrificação é a técnica de minimizar o atrito desenvolvido entre as partes dos diversos equipamentos.

Como já mencionado, a concepção geral de lubrificação é a de película fluida separando completamente as superfícies que se movem. Mas existem muitas aplicações e ocasiões, na prática, onde esta condição não é obtida. Pode-se então dividir esta condição em duas classes principais:

1. Aquela em que a película fluida é mantida durante a maior parte da operação mas intermitentemente é quebrada ou prejudicada por circunstâncias especiais.

2. Aquela onde sob condições normais de operação é quase impossível evitar o contato metal com metal.

Na primeira classe podemos incluir os mancais planos. Na segunda classe estão as engrenagens. Entendidas as razões e condições de lubrificação, passemos à aplicação dos lubrificantes.

As principais vantagens de ordem técnica, decorrentes de uma lubrificação adequada são:

- a) Redução de desgaste
- b) Diminuição das perdas por atrito
- c) Aumento da segurança em operação
- d) Diminuição do consumo de lubrificantes
- e) Vedação
- f) Proteção contra ferrugem
- g) Transmissão de força

- h) Redução do calor
- i) Remoção de contaminantes
- j) Isolamento elétrico
- i) Amortecimento de choques

Pode-se aplicar lubrificantes aos diversos elementos de máquina pelos seguintes métodos:

- Lubrificação com perda;
- Lubrificação com reservatórios;
- Lubrificação com sistemas circulatórios.

Lubrificação com perda — Tem esse nome porque o óleo passa pelo mancal uma só vez e é perdido.

Lubrificação com reservatório - Ao contrário do sistema anterior, este método usa o mesmo óleo continuamente. Utiliza o óleo contido num reservatório e diferentes meios são usados para levá-lo deste aos diversos elementos de máquina.

Lubrificação com sistemas circulatórios — Estes sistemas utilizam bombas e tubulações para levar o óleo às partes móveis.

Tipos de Lubrificação

Quando se realiza movimento relativo entre duas superfícies metálicas cumpre distinguir dois casos:

Contato direto — não há lubrificação entre as duas superfícies em movimento relativo, e sim um atrito tipo sólido.

Separação pela interposição de uma película lubrificante — neste caso tem os um tipo de atrito fluido. e a espessura da película fluída deve ser superior que a soma das rugosidades das duas superfícies a serem lubrificadas.

No caso intermediário, temos a lubrificação semi-fluida ou limítrofe.

Fatores que determinam a escolha do lubrificante para uma máquina:

- Temperatura
- Pressão
- Velocidade
- Desenho da máquina, folga existentes, sistemas de lubrificação.
- Possibilidade de contaminação com água, poeira, substancia químicas.

Óleos Lubrificantes

Tipos

São três os principais tipos de óleos lubrificantes normalmente usados:

Óleos Minerais — São óleos obtidos da destilação do petróleo. Suas propriedades dependem substancialmente da natureza do óleo cru e do processo de refinação empregado. Os óleos minerais são os mais utilizados e os mais importantes em lubrificação.

Óleos Graxos — São óleos vegetais ou animais. Foram os principais lubrificantes utilizados. Atualmente são pouco recomendados principalmente por não suportarem temperaturas elevadas, oxidando-se facilmente tomando-se rançosos e formando ácidos.

Óleos Compostos — São misturas de óleos minerais e óleos graxos. São utilizados em certos equipamentos como perfuratrizes e cilindros a vapor. A proporção em que o óleo graxo entra nesta mistura normalmente não ultrapassa 25%.

Propriedades dos Óleos Lubrificantes

Os óleos lubrificantes apresentam certas características próprias que lhes são conferidas pela sua composição química. Entre as mais importantes, pode-se citar:

A) **Viscosidade** - É uma das mais importantes propriedades de um óleo lubrificante. Viscosidade é a resistência ao movimento que um fluido apresenta a uma dada temperatura.

Assim, um líquido como o melado, que resiste grandemente ao movimento, possui elevada viscosidade, ao contrário da água, na qual a resistência ao movimento é muito menor, possuindo, portanto, uma viscosidade comparativamente mais baixa.

Durante muitos anos a unidade usada para medir viscosidade de lubrificantes tem sido o SSU (*Segundo Saybolt Universal*), cuja determinação se faz através de um aparelho denominado Viscosímetro Saybolt consistindo de um depósito com um orifício padronizado na parte inferior. Para se fazer a medição, marca-se o tempo necessário para que 60ml de um óleo escoe através do orifício. O ensaio é realizado nas temperaturas de 1000 F (37,8°C) e 210°F (99°C).

Recentemente, com a adoção dos novos padrões da *International Standard Organization* (ISO), vem sendo adotado o sistema métrico de viscosidade. Este é baseado na determinação da viscosidade cinemática em centistokes, nas temperaturas de referência de 400°C (1040°F) e 1000°C (2120°F). O valor da viscosidade é obtido a partir da medição do tempo de escoamento de certo volume de óleo obtido a partir da medição do tempo de escoamento de certo volume de óleo lubrificante através de tubos capilares de vidro. São padronizados os seguintes graus de viscosidade cinemática a 400°C para óleos lubrificantes:

Tabela 1. Padrões da *International Standard Organization*

Classificação	Variação da Temperatura (°C)	
ISO VG 100	90	110
ISO VG 150	135	165
ISO VG 220	198	242
ISO VG 320	288	352
ISO VG 460	414	506
ISO VG 680	612	748
ISO VG 1000	900	1.100
ISO VG 1500	1.350	1.650

A viscosidade é uma das propriedades mais importantes a serem consideradas na seleção de um lubrificante, pois este deve ser suficientemente viscoso para manter uma película lubrificante entre as peças animadas de movimento relativo, sem que a viscosidade ofereça resistência excessiva ao movimento entre estas peças.

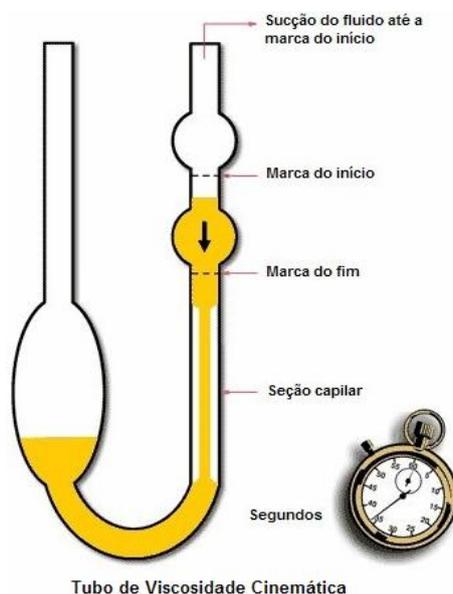


Figura 3. Ensaio da viscosidade cinemática. Fonte: Texaco (2005).

B) Índice de Viscosidade (IV) - É um número que expressa a variação da viscosidade com a variação da temperatura. Quanto mais alto o IV de um lubrificante, menor será a variação de sua viscosidade ao se variar a sua temperatura. De um modo geral, os óleos parafínicos possuem um IV maior que os óleos naftênicos.

C) Ponto de Fluidiez — É a menor temperatura em que o óleo flui livremente, sob condições pré-estabelecidas de ensaio. Esta característica é bastante variável, e depende de diversos fatores como origem do óleo cru, tipo do óleo e processo de fabricação, é particularmente importante para óleos de máquinas do sistema de refrigeração.

D) Ponto do Fulgor — É a menor temperatura na qual um óleo desprende vapores que, em presença de ar, provocam um lampejo ao aproximar-se uma pequena chama da superfície do óleo.

Este ensaio é de muita importância em óleos usados em motores de combustão interna ou em qualquer outro equipamento no qual o óleo esteja sujeito à contaminação por produtos inflamáveis, pois permite que se identifique esta contaminação, prevenindo, portanto, acidentes.

E) Cor — Descreve-se e define-se a cor de um óleo pela luz refletida ou pela luz transmitida e comparando-se a padrões numerados.

A cor dos óleos não tem relação com as suas características lubrificantes. O erro mais comum, em que incorrem muitos usuários é supor que a cor se relaciona com a viscosidade do óleo. Devido à diferença quanto à procedência do óleo cru, um óleo lubrificante pode ter sua cor alterada, sem que, com isso, se alterem suas demais características.

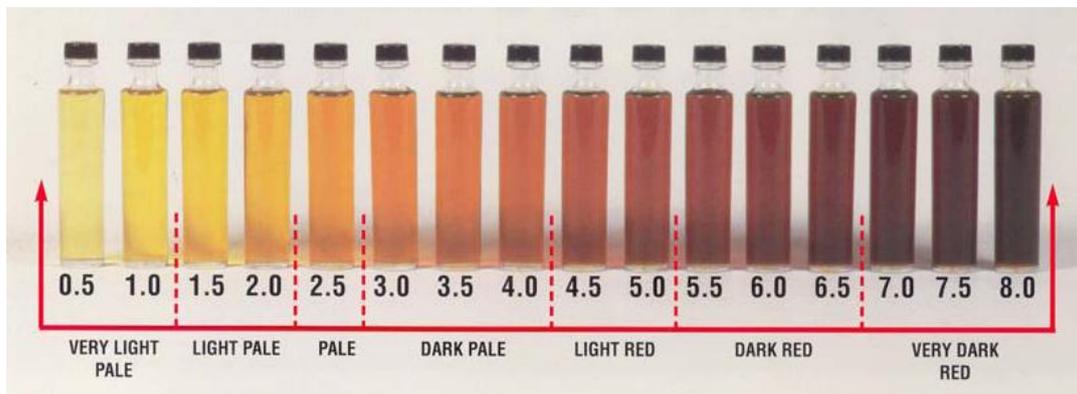


Figura 4. Classificação das cores de óleos. Fonte: Texaco (2005).

Produção de Óleos Lubrificantes

O óleo mineral obtido da destilação do petróleo e submetido a tratamento adequado na refinaria é chamado de Óleo Mineral Puro ou Óleo Básico. Este óleo é a matéria prima fundamental para a produção do óleo lubrificante.

Normalmente, para que seja produzido um óleo lubrificante com determinada viscosidade, usa-se fazer uma mistura de diferentes Óleos Básicos de modo que a viscosidade desta mistura seja aquela desejada.

No caso de o lubrificante não ser um Óleo Mineral Puro, podem entrar em sua composição Óleos Graxos e Aditivos.

Pelo que se observa, podem-se misturar dois óleos lubrificantes de modo a se obter um produto com viscosidade intermediária. Esta mistura, entretanto, só deve ser feita entre óleos de mesma série para que não haja alteração das propriedades do lubrificante, mediante o uso de tabelas especiais que nos indicam as proporções dos dois óleos.

Para sua maior segurança, o usuário só deve fazer misturas de óleos de modo a suprir a falta de produto na viscosidade adequada.

Graxas

As graxas são dispersões de um agente em óleo mineral. Este agente espessante é, na maioria das graxas convencionais, um sabão metálico.

O elemento lubrificante da graxa é o óleo mineral nela contida, agindo o espessante como meio de retenção do óleo evitando que este escorra e se perca.

A utilização de graxas se dá onde não for favorável o uso de lubrificação a óleo, como pontos onde seria impraticável o suprimento de óleo, pontos onde haja requisitos de permanência ou onde a graxa possa proporcionar vedação eficiente.

Aplicação de Graxa

Onde usar a graxa?

- Onde o óleo não pode ser contido ou vaza com facilidade;
- Onde existem dificuldades e condições inseguras para realizar a relubrificação;
- Onde o lubrificante deve ter também a função de vedar;
- Onde o projeto da máquina especifica a utilização de graxa;
- Onde o tempo de relubrificação for reduzido;
- Onde se quer reduzir a frequência de lubrificação;
- Onde existem equipamentos com lubrificação intermitente;
- Onde é importante a redução de ruídos;
- Onde existem condições extremas de altas temperaturas, altas pressões, cargas de choque e baixas velocidades com cargas elevadas.

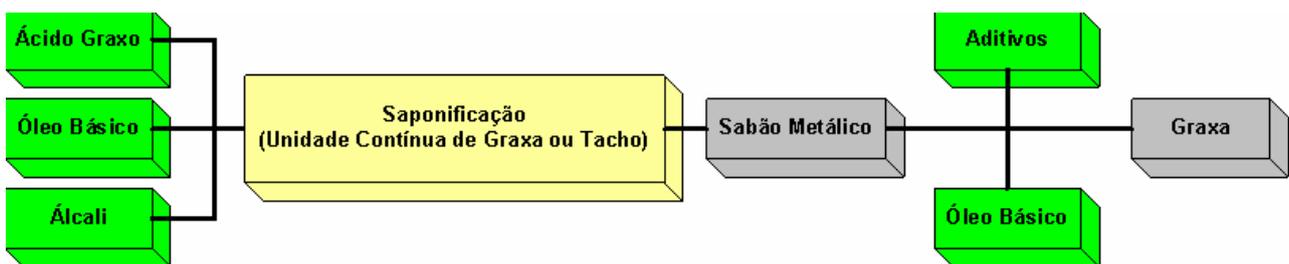


Figura 5. Esquema de produção da graxa. Fonte: Texaco (2005).

Tipos de Graxa

Quanto à natureza do sabão metálico, as graxas classificam-se da seguinte forma:

Graxas a base de sabão de Cálcio — São indicadas para uso em peças que trabalhem em contato com água. Não são indicadas para mancais antifricção (rolamentos) como também para utilização a temperaturas superiores a 800°C.

Graxas a base de sabão de Sódio — Recomendadas para mancais planos e rolamentos que trabalhem a altas velocidades e temperaturas elevadas (até 180°C) e, ocasionalmente, em engrenagens. É desaconselhável o seu uso em presença de umidade, pois o sabão é solúvel em água.

Graxas à base de sabão de Alumínio — Indicados para uso onde o principal requisito seja a característica de aderência da graxa, proporcionando boa proteção contra ferrugem e resistência à lavagem por água. Não resiste a temperaturas elevadas.

Graxas à base de sabão de Lítio — São bastante aderentes e relativamente insolúveis em água, substituindo muito bem as graxas de Alumínio, de Cálcio e de Sódio, sendo portanto, de aplicações múltiplas. Possui uma grande estabilidade e alto ponto de gota, sendo de fácil aplicação por meio de pistolas e sistemas centralizados de lubrificação.

As observações feitas acima quanto à aplicação de cada tipo de graxa não devem ser seguidas à risca como recomendação, mas servem apenas para uma primeira orientação do usuário. Outras características da graxa como sua consistência, seus aditivos são de extrema importância na seleção do tipo de graxa a ser utilizado.

Além dos tipos de graxas mencionados, há graxas em que o espessante não é um sabão metálico, sendo substituído por argila, produtos sintéticos orgânicos e outros produtos inorgânicos. Há, também, aquelas em que se adiciona um lubrificante sólido como grafite ou bissulfeto de molibdênio e outras às quais se adiciona metal micropulverizado. Estes tipos de graxa, entretanto, são de aplicação muito restrita e não devem ser utilizadas sem que sejam recomendadas por um técnico em lubrificação.

Devemos observar que a mistura de graxas de diferentes bases de sabão pode acarretar a perda de sua estabilidade, com a conseqüente separação do espessante e do óleo.

Propriedades das Graxas

As principais propriedades de uma graxa a serem consideradas são:

A) Consistência - a resistência oferecida por uma graxa à sua penetração. é determinada pelo método que consiste em medir a penetração (em décimos de milímetros) exercida por um cone sobre uma amostra de graxa trabalhada, sob ação de carga padronizada durante 5 segundos e a temperatura de 200°C. O aparelho utilizado nesta medição é chamado penetrômetro. Pela classificação NLGI, temos graus de consistência desde as graxas semi-fluidas como “000” e “00” até as graxas mais duras “5” e “6”.

Tabela 2. Classificação de graxas

Número NLGI	Penetração Trabalhada ASTM (25°C ± 2°), (77°F ± 3°)
000	445 — 475
00	400 — 430
0	355 — 385
1	310 — 340
2	265 — 295
3	220 — 250
4	175 — 205
5	130 — 160
6	85 — 115

Fonte: Texaco (1989).

B) Ponto de Gota — Indica à temperatura em que a graxa passa do estado sólido ou semi-sólido para o estado líquido.

Na prática, esta medida serve como orientação para a mais alta temperatura a que certa graxa pode ser submetida durante o trabalho. Deve-se considerar como limite operacional uma temperatura 10% inferior ao ponto de gota da graxa.

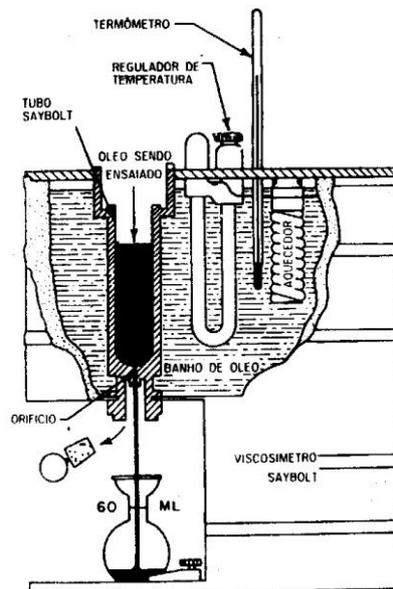


Figura 6. Ensaio de viscosidade. Fonte: Texaco (1989).

Aditivos

Aditivos são produtos que, adicionados a um lubrificante, melhoram ou criam determinadas propriedades. Os aditivos são utilizados para melhorar o desempenho do lubrificante melhorando as condições de lubrificação e prolongando a vida do lubrificante e protegendo o equipamento.

Tipos de Aditivos

De acordo com a sua ação, os aditivos são classificados como:

Detergentes/Dispersantes — Têm a propriedade de impedir a formação de depósitos de produtos de combustão e oxidação nas superfícies metálicas de um motor, mantendo estes produtos em suspensão de modo que sejam facilmente retirados pelos filtros ou quando da troca de óleo.

Antioxidantes — Os óleos lubrificantes quando em contato com o ar ou em temperaturas elevadas tendem a oxidar-se, formando ácidos e borras e aumentando a viscosidade do óleo. Estes aditivos retardam a oxidação dos óleos prolongando-lhes a vida útil.

Anticorrosivos — Os ácidos formados na oxidação do óleo atacam as superfícies metálicas provocando corrosão. Estes aditivos impedem este ataque neutralizando os ácidos ou aderindo às superfícies metálicas, formando uma película resistente aos ácidos.

Antiespumantes — Os óleos quando agitados e, principalmente, quando contaminados tendem a formar espuma. Estes aditivos têm a propriedade de fazer com que esta espuma se desfaça o mais rapidamente possível, evitando assim que esta se mantenha estável e penetre no circuito da lubrificação.

Agentes de Extrema Pressão (EP) - Cargas elevadas podem provocar o rompimento da película de lubrificante expondo as peças metálicas a um contato direto. Estes aditivos reagem com o metal das superfícies formando um composto químico que reduz o atrito entre as peças. Esta reação se dá a temperaturas relativamente altas. Estes aditivos são comumente utilizados em lubrificantes de engrenagens industriais e automotivas.

Agentes Antidesgaste - Agem em condições semelhantes às dos agentes EP formando, porém, uma película protetora motivada por ação química polidora e podem ocorrer a temperaturas mais baixas.

Rebaixadores de Ponto de Fluidez — Reduzem a tendência ao congelamento dos óleos lubrificantes, mantendo sua fluidez em baixas temperaturas.

Melhoradores de Índice de Viscosidade - Têm a função de reduzir a tendência dos óleos lubrificantes variarem a sua viscosidade com a variação de temperatura.

Modificadores de atrito - Os aditivos modificadores de atrito reduzem a energia necessária para deslizar partes móveis entre si, formando uma película que se rompe com o movimento, mas que se recompõe automaticamente. São empregados em óleos de motores (para aumento de eficiência), em sistemas de freio úmidos, direções hidráulicas e diferenciais autoblocantes (para diminuição de ruídos), em transmissões automáticas (para melhorar o acionamento das embreagens e engrenagens) e também em graxas para juntas homocinéticas (para o aumento de eficiência). Podem ser substâncias orgânicas (teflon), inorgânicas (grafite, bissulfeto de molibdênio) ou organometálicas (a base de molibdênio ou boro).

Além destes tipos mais importantes de aditivos, existem vários outros de uso corrente como corantes, agentes antissépticos, emulsificantes, agentes de adesividade, etc.

Manuseio e Armazenagem

Pode-se considerar como o principal inimigo dos lubrificantes, a contaminação pela água. Assim sendo, ao estocarmos óleos lubrificantes devemos observar uma série de cuidados, visando evitar tal contaminação. Para que tenhamos uma idéia bastante precisa de tal problema, até a simples presença de um tambor de óleo ao orvalho, poderá causar sensíveis problemas, e até mesmo causar a total inutilidade do produto se este for um óleo para transformadores, que em presença de uma pequena quantidade de água tem o seu poder dielétrico afetado, tornando-se impróprio para o uso.

Outro cuidado que devemos sempre observar, é o de não deixarmos os lubrificantes expostos a elevadas temperaturas. Principalmente certos tipos de graxas, quando sujeitas ao estoque em temperaturas elevadas, têm a tendência a se decomporem facilmente, e, além disto, podem sofrer processo de oxidação quando deixadas descobertas. Também a ocorrência de matérias estranhas aos lubrificantes (areia, pó ou outros detritos) são totalmente prejudiciais aos seus desempenhos.

Para estocarmos os lubrificantes, devemos seguir as seguintes normas:

1. Preferencialmente, deve-se estocar os lubrificantes em recintos cobertos, e adotando o sistema de estrados que facilitam sobremaneira o seu manuseio quando da chegada, ou retirada, de tambores, utilizando-se uma empilhadeira de garfos.

2. Sempre que possível, estando os tambores ao ar livre, deve-se cobrir o estoque com um encerado, que facilitará as condições de conservação.

3. Quando não for possível a estocagem em sentido horizontal, deve-se ao estocá-los verticalmente, promover uma ligeira inclinação com um calço de madeira, visando evitar o acúmulo de água, ou outros detritos, sobre os bujões dos tambores.

4. Nunca empilhar os tambores sobre escórias, evitando assim o ataque às chapas de aço de que são manufaturados os tambores.

5. Quando o estoque for de um único tambor, ou mesmo de uma série, deve-se efetuar um calçamento lateral de madeira nos tambores extremos a fim de evitar o rolamento.

6. Manter os tambores sempre deitados sobre estrados de madeira, evitando assim o seu contato com o solo.

7. Para esvaziar os tambores pode-se utilizar uma pequena bomba manual, ou então, adotar o uso de cavaletes para tambores na horizontal, ficando tais torneiras na parte mais baixa do tambor.

8. Verificar periodicamente os tambores, a fim de constatar possíveis vazamentos.

9. Evitar que estopas ou trapos de panos fiquem esquecidos junto aos tambores, a probabilidade de focos de combustão.

10. As embalagens contendo graxas possuem uma tampa superior removível que após uso, deve ser totalmente fechada, para impedir a entrada de impurezas que possam afetar o seu desempenho.

11. O manuseio dos óleos lubrificantes deve sempre ser feito com o máximo de higiene.

12. Recomenda-se nunca usar estopa para limpeza de funis ou recipientes utilizados para transportar lubrificantes.

13. É importante à limpeza prévia das almotolias, pistolas de graxa vasilhames e dos pontos a lubrificar.

14. Poir uma questão de segurança e desperdício deve ser evitada o derrame de óleo, assim como observa que não seja ultrapassado o nível indicado no equipamento, o que poderá causar danos.

Classificação de Óleos Lubrificantes Automotivos

Os óleos lubrificantes para motores a diesel e a gasolina são classificados de acordo com a SAE (*Society of Autor Enginers*) e a API (*American Petroleum Institute*) juntamente com ASTM e SAE.

A SAE baseia-se somente na viscosidade, não considerando fatores como qualidade e desempenho, classificando os óleos em: 5W, 10W, 20, 30, 40, e 50.

O grau SAE recomendado pelo fabricante para um determinado motor, deve ser seguido à risca. Quando se utiliza um grau mais elevado num equipamento novo, isto é, se a recomendação é para um óleo SAE-30 e se coloca um SAE-40, como este têm uma viscosidade mais elevada, não penetrará nas folgas menores do motor, provocando um desgaste pela falta de lubrificação, conseqüentemente aumentando as folgas. Passa então o óleo a penetrar e a lubrificação dá-se normalmente, mas já ocorreu o envelhecimento prematuro do motor.

Da mesma forma são classificados os óleos para diferencial e transmissão normal.

Classificação de serviço API para óleos de diferencial e transmissões manuais (SAE J308b).

API-GL-1 - Diferenciais com engrenagens cônicas-helicoidais e “sem-fim”, e algumas transmissões manuais sob condições de serviço leve.

API-GL-2 - Diferenciais com engrenagens “sem-fim”, não atendidas pela API-GL.1.

API-GL-3 - Transmissões manuais e diferenciais com engrenagens cônicas-helicoidais, sob condições de serviço moderadamente severo.

API-GL-4 - Engrenagens hipoidais em serviço normalmente severo, sem severas cargas de choque.

API-GL-5 - Engrenagens hipoidais nas mais severas condições de serviço, incluindo cargas de choque.

API-GL-6 - Engrenagens hipoidais, com grande afastamento entre os planos dos eixos, em serviço normalmente severo.

Testes de Campo

Existem testes simples e práticos que apesar de suas limitações são válidos para determinadas situações. Tais testes chamados de campo encontram larga utilidade na manutenção preventiva de rotina. São eles:

- Visgagem
- Chapa quente
- Mata borrão

Visgagem - possibilita determinar a viscosidade aproximada de um óleo. O aparelho, construído de metal, possui dois tubos de vidro para determinações comparativa da viscosidade pelo deslocamento relativo de duas esferas, uma no óleo padrão e a outra na amostra. Por ser relativamente pequeno, é facilmente portátil, sem ter necessidade de outros acessórios e se adapta bem as necessidades de campo.

Chapa quente ou crepitação — teste prático com o qual se pode perfeitamente determinar a presença de água no lubrificante, utilizando-se de um papel de alumínio, um isqueiro ou fogareiro, colocando-se uma pequena quantidade de óleo sobre o papel de alumínio em forma de concha e aquecendo-a com o isqueiro ou fogareiro. Se ocorrer crepitação (chiado) é certa a presença de água.

Mata borrão — os mata-borrões que podem ser usados juntamente com 2 testes anteriores para verificar a condição do óleo de um motor diesel. Um técnico com boa experiência em teste de mata-borrão poderá identificar num óleo usado à diluição, oxidação.

Classificações De Desempenho

Os fabricantes de equipamentos e a indústria petrolífera vêm desenvolvendo várias maneiras de classificar e descrever os lubrificantes, tentando atender as evoluções dos equipamentos, as condições operacionais, qualidade e tipos de combustíveis empregados e mais recentemente, legislações ambientais (atuais e futuras) principalmente relativas a emissões.

Na área automotiva as classificações são:

- Por tipo de ciclo de motor: Otto (gasolina, álcool, gás natural) e diesel.
- Por tipo de veículo: leve (automóveis, pick-ups e utilitários) e pesados (caminhões, ônibus e equipamentos pesados).
- Por revoluções de funcionamento: 2 tempos e 4 tempos.
- Por área geográfica : americanas, européias e asiáticas.

Programa de certificação da API

Este programa define, certifica e monitora o desempenho do óleo de motor que os fabricantes de veículos e motores consideram necessário para a vida e o desempenho satisfatórios do equipamento. O sistema inclui um processo de auditoria anual para verificar se os produtos licenciados no mercado cumprem os termos do acordo de licenciamento do API.

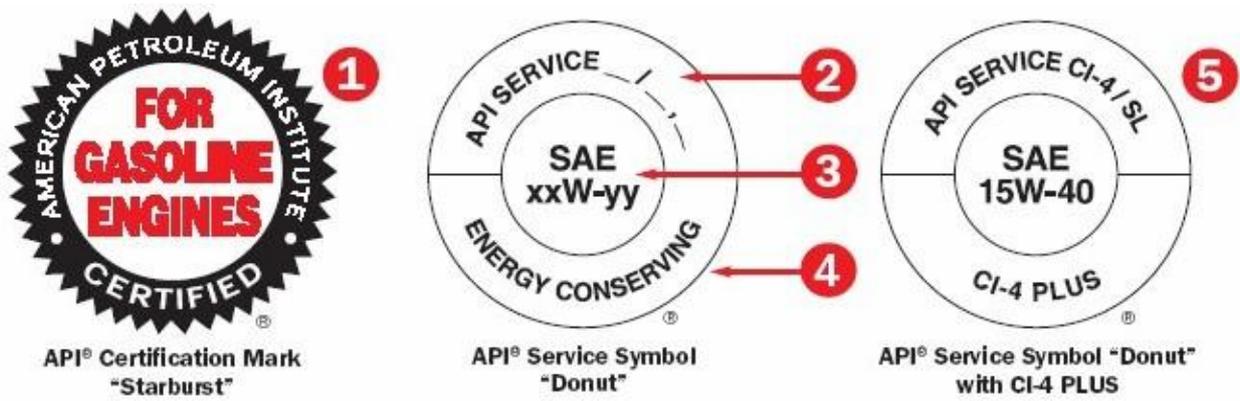
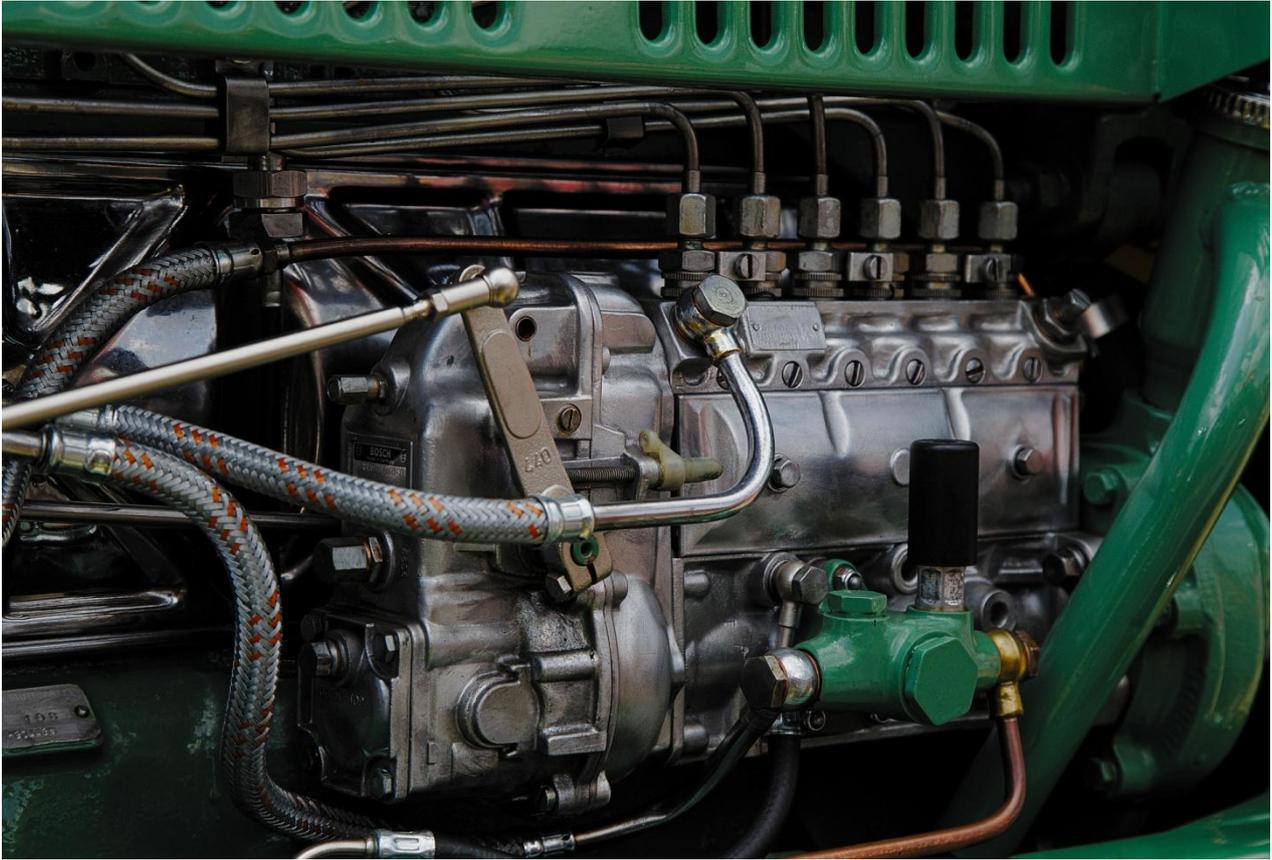


Figura 7. Detalhes da certificação. Fonte: Texaco (2005).



MOTORES TÉRMICOS

Como o nome indica o motor térmico subentende a existência de calor para seu funcionamento. Embora modernamente se empreguem intensivamente motores de “combustão interna” para fins agrícolas, estes não foram os primeiros utilizados para esses fins. O motor a vapor, de “combustão externa”. foi empregado mesmo em veículos (os locomoveis), as primeiras máquinas motoras utilizadas para substituir os animais de tiro e acionar equipamentos estacionários.

Atualmente, em regiões onde o combustível (no caso a lenha) é barato, as máquinas a vapor ainda são encontradas movimentando serrarias, beneficiadoras, etc. Mas como a maioria dos motores empregados em nosso meio rural é de combustão interna nestes é que vamos nos deter.

Ciclos e Tempos

Para melhor analisar os vários tipos de motores térmicos a combustão interna, é necessária precisar de inicio as noções de ciclo e tempo.

O conjunto das transformações por que passa a mistura combustível no interior do cilindro do motor e que se repete periodicamente e chamado de Ciclo de Trabalho. À duração desse ciclo é determinada pelo número de Tempos, isto é, de movimentos alternativos (vai e vem) do pistão necessários para completar o conjunto de transformações.

Assim, quando são necessários dois movimentos alternativos para se realizarem todas as transformações, o motor é de ciclo a dois tempos, quando são necessários quatro movimentos o ciclo é a quatro tempos.

Gasolina e Diesel

Conforme o tipo de combustível que utiliza é possível distinguir duas categorias de motores. Assim temos os motores ciclo Otto (assim chamado por que foi desenvolvido pelo engenheiro alemão do mesmo nome). Estes motores utilizam combustível de baixo ponto de evaporação, como gasolinas (as mais empregadas), gases liquefeitos de petróleo, álcool, etc. Para a inflamação da mistura combustível, necessita de uma centelha (produzida pela vela de ignição) e por este motivo á também chamado de motor de ignição por centelha ou por faísca. Em outros motores, os de ciclo Diesel, utiliza-se com combustível óleo Diesel. Também esse tipo de motor foi desenvolvido por um engenheiro alemão (Rudolph Diesel). Aqui a inflamação da mistura é obtida sem o auxílio de centelha, mas por compressão do ar, com conseqüente elevação de sua temperatura. Daí estes motores também serem chamados de ignição por compressão.

Passamos a considerar isoladamente cada um desses tipos de motores:

Motor a gasolina a 4 tempos: Os tempos neste motor são chamados de Admissão, Compressão, Combustão (ou explosão) e Escapamento.

Na admissao, a mistura é comprimida formada por gasolina e ar, convenientemente dosada no carburador, entra no cilindro pela válvula de admissão, quando o pistão desce. Neste tempo, a válvula

de escapamento está fechada. Quando o pistão sobe, estando ambas as válvulas fechadas, dá-se a compressão da mistura. Pouco antes do fim do curso do pistão próximo ao morto superior) quase na condição da máxima compressão uma centelha salta entre os eletrodos da vela de ignição inflamando a mistura.

Os gases resultantes da queima com alta pressão e temperatura, forçam o pistão para baixo e esta, através da biela, aciona o eixo de manivelas (virabrequim). Esta fase de trabalho, que também se realiza com as válvulas fechadas, constitui o tempo chamado de expansão dos gases. É o tempo motor ou do trabalho. Após a fase de trabalho os gases queimados devem ser expulsos do cilindro, para admissão de nova porção de mistura e reinício do ciclo. O escapamento dos gases é promovido quando o pistão volta a subir e se abre a válvula de escapamento.

Motor Diesel a 4 tempos: no motor diesel não ocorre admissão de mistura e sim admissão de ar. A qualidade de ar aspirada é praticamente constante, ao contrário do que ocorre no motor Otto, onde ela é dosada no carburador.

A compressão do ar atinge pressões de 500 lb/pol² ou mais, e alta temperatura. Sob essas condições, o combustível é injetado no cilindro e finamente pulverizado pelo bico injetor, iniciando-se a queima das gotículas de óleo, sem que haja necessidade de uma centelha. A injeção, que não é instantânea, como também não é a combustão, prossegue ainda durante certo tempo. Durante a combustão a pressão no interior do cilindro atinge até 1000 lb./pol². Após a expansão dos gases o escapamento destes é feito da mesma maneira que nos motores a gasolina.

Motores a gasolina a 2 tempos: Bastante simples, dispensam engrenagens de distribuição de válvulas e molas, com o que se consegue eliminar uma série de pontos de atrito e regulagens. O motor se reduz, a praticamente a apenas três componentes móveis: pistão, biela e eixo de manivelas.

O cilindro possui três janelas, para admissão da mistura no cilindro, para o escapamento dos gases e para a admissão da mistura proveniente do carburador no cárter. Essas janelas são abertas ou obstruídas pelo próprio pistão em seu movimento de vaivém.

No curso para cima o pistão, fecha as três aberturas e faz a compressão da mistura contida no cilindro nesta mesma fase, o vácuo formado no cárter provoca a admissão, por este, de mistura, através da janela correspondente logo que esta seja descoberta. Próximo ao ponto morto superior, salta a centelha na vela de ignição iniciando-se a combustão.

O pistão é forçado para baixo (fase de expansão) e, à medida que desce, é fechada aquela janela, cessando a entrada de mistura no cárter, e logo após é aberta outra janela, dando-se o escapamento dos gases queimados.

Já quase, na posição de ponto morto inferior, é aberta também a terceira janela e a mistura parcialmente comprimida no cárter é conduzida ao cilindro por um condutor. A mistura admitida efetua a lavagem do cilindro, isto é, ajuda a expulsar os gases queimados. Quando o pistão inicia outro

curso ascendente, recomeça o ciclo, no cilindro realiza-se a compressão e no cárter a admissão da mistura.

Nos motores a gasolina de 2 tempos, a lubrificação é realizada por óleo diluído na gasolina, já que o cárter toma parte na aspiração e pré-compressão da mistura, quando esta penetra no cárter, o óleo se deposita, pois o calor originado na pré-compressão tende a vaporizar a gasolina. Nestes motores são sempre utilizados mancais de rolamentos, tanto nas bielas como no eixo de manivelas, ao contrario dos motores de 4 tempos, onde são empregados mancais de deslizamentos.

Motores Diesel a 2 tempos: Tomemos como exemplo de funcionamento do motor Diesel a 4 tempos o modelo marítimo da G.M.

A admissão é conseguida por intermediário do compressor que força o ar para dentro do cilindro, através dos orifícios nas paredes do cilindro, quando o pistão os descobre no seu movimento para baixo a função do compressor é forçar uma grande quantidade de ar de modo que o mesmo realiza a lavagem, isto é a expulsão dos gases.

Quando o pistão sobe, ele cobre os orifícios, impedindo o escape do ar, ocorrendo, então, a compressão do mesmo. Próximo ao ponto morto superior, ocorre a injeção do óleo finamente pulverizado. A combustão do mesmo demora certo tempo e os gases forçam o pistão para baixo, constituindo-se o curso motor ou de trabalho. Em determinado instante, abre-se a válvula de escapamento e os gases são expulsos pelo ar vindo do compressor, reiniciando novo ciclo.

Eficiência e Emprego

A eficiência dos motores de combustão interna, isto é a relação entre o trabalho útil e o calor liberado na combustão, varia com a taxa de compressão, com as perdas por atrito entre as peças móveis, com as perdas de calor, etc. Em condições práticas geralmente não vai além de 30%, o que já é um bom rendimento se comparando ao das máquinas a vapor utilizadas, onde não atinge 15%.

À primeira vista pode parecer que o motor de 2 tempos deve dar o dobro de potência de um de 4 tempos com o mesmo volume de cilindro (cilindradas). Isto não ocorre, entretanto, pois o período de tempo disponível para aspiração e escapamento é a metade de 4 tempos e na realidade não se consegue uma expulsão perfeita dos gases queimados.

Os motores térmicos de combustão interna não são utilizados apenas para a movimentação de veículos. São também largamente empregados para o acionamento de máquinas fixas nas propriedades agrícolas ou para a movimentação de geradores no produto de energia elétrica. Neste caso são classificados como motores estacionários.

Os motores estacionários, apesar de trabalharem segundo os mesmos princípios que os empregados em veículos, diferem destes em algumas características operacionais.

Nos veículos, onde as condições de carga são constantemente variáveis, exige-se resposta rápida a essas variações, já nos motores estacionários onde se supõe que as condições sejam menos

variáveis, a resposta é mais lenta. Em geral estes motores são providos de um volante de grande massa, para que as flutuações de velocidade angular (R.P.M.) não sejam violentas. A velocidade de trabalho do pistão é menor e com isto é menor a potência de um motor estacionário de que um motor veículo de mesma cilindrada, em compensação, a vida útil daquela e aumentada.

Para maior economia, sempre que possível os motores estacionários devem trabalhar na faixa de velocidade que apresenta o menor consumo específico de combustível.

Motor

O motor é fonte de energia do automóvel. Convertem a energia calorífica produzida pela combustão do carburante em energia mecânica, capaz de imprimir movimento as rodas. O carburante, normalmente constituído por uma mistura de gasolina e ar (a mistura gasosa), é queimado no interior dos cilindros. Uma árvore de cames, também conhecida por árvore de comando de válvulas, ou eixo de ressaltos, movida pela árvore de manivelas, aciona as válvulas de admissão e escapamento, situadas geralmente na parte superior de cada cilindro. A energia inicial para pôr o motor em movimento é fornecida pelo motor de arranque. Este engrena numa cremalheira que envolve o volante do motor, constituído por um disco pesado, fixado à extremidade da árvore de manivelas.

O motor de arranque é elétrico e faz girar o volante do motor e, portanto, a árvore, a qual faz mover para cima e para baixo as bielas e os êmbolos.

O volante do motor amortece os impulsos bruscos dos êmbolos e origina numa rotação relativamente suave da árvore. Devido ao calor gerado por um motor de combustão interna, as peças metálicas que estão em contínuo atrito gripariam se não houvesse um sistema de resfriamento.

Para evitar desgastes e aquecimentos excessivos, o motor inclui um sistema de lubrificação. O óleo armazenado no cárter, sob o bloco do motor, é obrigado a circular sob pressão através de todas as peças do motor que necessitam de lubrificação.

A estrutura do motor deve ser suficientemente rígida para poder suportar as elevadas pressões a que são sujeitos os apoios da árvore de manivelas e as demais peças internas constituídas basicamente por duas partes ligadas por meio de parafusos; a superior corresponde ao cabeçote dos cilindros, ou cabeçote, e a inferior, ao bloco do motor, ou dos cilindros, que contém o conjunto da árvore de manivela. Quer o cabeçote, quer o bloco; são normalmente de ferro fundido, embora também se utilize o alumínio no seu fabrico, por ser mais leve e permitir uma melhor dissipação do calor. Atualmente, quase todos os motores apresentam as válvulas no cabeçote.

No cabeçote do motor existe, por cada cilindro uma câmara de explosão, um condutor de admissão, uma válvula de admissão, um condutor de escapamento, uma válvula de escapamento, e um orifício roscado para alojamento da vela. O motor recebe a mistura gasosa através das válvulas de admissão e expelle os gases resultantes da combustão através das válvulas de escapamento. O mecanismo de abertura e fechamento das válvulas situa-se normalmente na parte superior do cabeçote do motor.

No bloco do motor encontram-se os cilindros e os apoios da árvore de manivelas, á qual estão ligadas as bielas, que, por sua vez, estão ligadas aos êmbolos. O bloco do motor pode ainda alojar a árvore de comando, que comanda o abrir e o fechar das válvulas.

Por vezes, a árvore de comando está alojada no cabeçote do motor - sendo então o motor designado por motor de árvore de comando no cabeçote

Tanto o cabeçote como o bloco do motor contém uma série de condutos, denominados camisas, ou câmaras de água, nos quais circula a água do resfriamento.



Figura 1. Motor de um trator.

Combustão

A energia calorífica resultante da combustão da mistura gasosa converte-se em energia mecânica por intermédio dos êmbolos, bielas e árvores do motor. O rendimento do motor depende da quantidade de energia calorífica que é transformada em energia mecânica.

Quanto maior for o volume da mistura de gasolina e ar admitida no cilindro e a compressão dessa mistura, maior será a potência específica do motor.

A relação entre os volumes da mistura gasosa no cilindro antes e depois da compressão é designada por taxa ou relação de compressão

Quando a faísca da vela de ignição inflama a mistura comprimida, a chama deve propagar-se rápida, progressiva e uniformemente na cabeça do êmbolo que limita a câmara de explosão, se a taxa de compressão for demasiada elevada para o tipo de gasolina utilizado, a combustão não será progressiva. A parte da mistura que se encontrar mais afastada da vela de ignição inflamar-se-á violentamente ou detonará. Quando tal sucede, ou quando o motor tem muito avanço há ignição, diz-se que o motor grila ou está adiantado.

Esta detonação poderá causar um aquecimento excessivo, além de perda de rendimento, e caso persista, danificará o motor.

O excessivo aquecimento e a diminuição de rendimento num motor podem também resultar da pré-ignição (auto-ignição, ou auto-alumagem), ou seja, inflamação de parte da mistura antes de saltar a

fáísca, devido à existência de velas defeituosas ou de valor térmico inadequado ou a presença na câmara de explosão de depósitos de carvão que se mantêm continuamente incandescente. A pré-ignição, tal como a detonação, pode causar danos graves e reduz a potência do motor.

Os motores de automóveis, na sua maioria tem um ciclo de funcionamento de 4 tempos, ou ciclo Otto.

Como as válvulas de admissão e escapamento devem abrir-se apenas uma vez em cada ciclo, a árvore de comando que as aciona gira a metade da velocidade de rotação da árvore de manivelas, que completa duas rotações em cada ciclo.

Poder-se-ia supor que as válvulas deveriam abrir-se e fechar-se quando o êmbolo estivesse no ponto mais alto (ponto morto superior — P.M.S.) ou mais baixo (ponto morto inferior - P. M. I.) do seu curso. Contudo, na prática, há um ligeiro defasamento, ou seja, um avanço na abertura e um atraso no fechamento de cada uma das válvulas.

Força Motriz

Ao produzir-se a combustão (explosão) das misturas de gasolina e ar, os êmbolos, impulsionados pela expansão dos gases, originam a força motriz do motor.

Num automóvel de dimensões médias, quando o motor trabalha à velocidade máxima, cada êmbolo poderá chegar a efetuar 100 cursos por segundo. Devido a esta rápida sucessão de movimentos ascendentes e descendentes, os êmbolos deverão ser resistentes, embora fabricados com material leve uma liga de alumínio, na maioria dos automóveis modernos.

Os seguimentos do êmbolo vedam a folga existente entre o êmbolo e a parede do cilindro. Os segmentos de compressão, normalmente dois, evitam que os gases passem do cilindro para o cárter, enquanto um segmento raspador de óleo remove o excesso de óleo lubrificante das paredes do cilindro e devolve-o ao cárter.

A força motriz é transmitida dos êmbolos á árvore de manivelas, que, juntamente com as bielas, a converte em movimento rotativo. As bielas são normalmente de aço forjado. A parte superior da biela, denominada “ pé da biela”. está fixada ao êmbolo por meio de um pino que permite a biela oscilar lateralmente, enquanto se move para cima e para baixo, ligada ao êmbolo. O pino do êmbolo é normalmente oco, a fim de pesar, menos, e com frequência encontra-se fixado ao êmbolo por meio de dois aros de molas denominados freios.

A parte inferior da biela, a “cabeça da biela”, está aparafusada a árvore e descreve uma trajetória circular, enquanto o “pé da biela” segue o movimento de vaivém do êmbolo.

Uma cabeça da biela pode terminar numa secção horizontal ou oblíqua. A secção oblíqua permite reduzir a largura da cabeça da biela, o que facilita a desmontagem pela parte superior do cilindro juntamente com o êmbolo. Alguns êmbolos, denominados autotérmicos, apresentam uma forma ligeiramente elíptica. Com o calor, dilatam-se, adquirindo uma forma circular. Noutros tipos de êmbolos, como os de saia aberta a dilatado é compensada por ranhuras existentes na *saia*.

A árvore de manivelas, que na maioria dos automóveis pode girar a uma velocidade de 6000 R.P.M. transmite a potência do motor à caixa de mudança e, finalmente, as rodas uma peça única, forjada ou fundida, apresentando em certas partes retificadas tolerância de 0,025 mm.

Árvore é constituída pelas seguintes partes principais: moentes de apoio, que assentam sobre bronzinas, ou capas anti-fricção no bloco do motor e apóiam a árvore no seu movimento de rotação, “moentes da biela”, que são abraçados pelas cabeças das bielas as quais são munidas de capas e contrapesos, que formam geralmente os braços das manivelas, ou seja, a ligação do moente de apoio com o moente da biela, e que pela sua forma e disposição equilibram o funcionamento do motor. O volante do motor disco pesado e cuidadosamente equilibrado, montado na extremidade da árvore do lado da caixa de mudanças facilita o funcionamento suave do motor, já que mantém uniforme o movimento de rotação da árvore.

Os bruscos movimentos alternativos de subida e descida dos êmbolos, que ocorrem enquanto a inércia do volante mantém uniformidade do movimento rotativo, produzem na árvore uma torção alternada designada por vibração torcional. À fim de reduzir esta vibração, monta-se por vezes na extremidade anterior da árvore um disco metálico (damper) provido de um aro de borracha que funciona como amortecedor.

A ordem de ignição dos cilindros também influi grandemente na suavidade da rotação da árvore. Considerando o cilindro mais próximo do ventilador o nº 1 à ordem de explosão num motor de 4 cilindro é normalmente 1 — 3 — 4 — 2 ou 1 — 2 — 4 — 3 , para permitir uma distribuição equilibrada dos esforços na árvore.

Motor Diesel

Enquanto num motor a gasolina uma mistura gasosa ar-gasolina é inflamada por meio de uma faísca elétrica produzida pela vela de ignição, no motor Diesel não existe velas de ignição e a gasolina é substituída por óleo Diesel.

A ignição num motor Diesel é provocada pela compressão, que faz elevar a temperatura do ar na câmara de combustão de tal modo que esta atinja o ponto de auto-inflamação do combustível.

O Óleo Diesel, que se vaporiza menos que a gasolina, não é introduzida na câmara de combustão sob a forma de mistura com ar, mas sim injetado sob alta pressão por meio de um bico injetor. Na câmara de combustão o óleo Diesel inflama-se em contacto com o ar aquecido por efeito de forte compressão. Uma bomba, acionada pelo próprio motor, fornece o óleo Diesel a cada bico injetor em determinadas quantidades e sob elevada pressão. O acelerador regula a quantidade de combustível fornecido pela bomba e, portanto, a potência gerada no motor.

As vantagens dos motores Diesel residem no seu maior rendimento (de que resulta uma redução nos custos de combustível), na sua maior duração e na diminuição dos custos de manutenção.

Entre as desvantagens deste tipo de motor estão incluídos um elevado preço, maior peso, vibração que produz a baixa rotação, o cheiro do combustível queimado, o ruído superior ao provocado, por um motor a gasolina ou a álcool — e uma menor capacidade de aceleração.

Num motor de um automóvel a gasolina médio, a mistura gasosa sofre uma compressão que reduz o seu volume a cerca de compressão de 1/9 do seu valor inicial, o que corresponde a uma relação de taxa de compressão de 9:1. Num motor Diesel esta relação pode o valor de 22:1 de modo a aumentar a temperatura do ar.

Nas câmaras de combustão do motor Diesel, muito menores que as de um motor a gasolina, a taxa de compressão, sendo mais elevada, resulta num aumento de rendimento, pois é maior a conversão da energia calorífica em energia mecânica, além disso, verificam-se menos perdas de calor nessas câmaras.

Cada cilindro, num motor Diesel apresenta um bico injetor que assegura o fornecimento de combustível na quantidade correta e no devido momento. Uma bomba que gira a metade do número de rotações da árvore de manivelas impulsiona o combustível para os bicos injetores e destes para a câmara de combustão, segundo a ordem da ignição.



O TRATOR AGRÍCOLA

Importância

Tracionar - máquinas e implementos (arados, grades, subsoladores, etc).

Acionar – máquinas estacionárias.

Tracionar e Acionar – simultaneamente (pulverizadores, colheitadeiras, enfardadeiras).

Tracionar e Carregar.

Evolução do Trator

Deu-se pela necessidade de aumento da capacidade de trabalho em face da escassez da mão de obra manual, devido ao êxodo pela descompensação econômica. Tivemos como consequência da evolução, uma redução da tração animal e um crescente emprego da tecnologia, com técnicas produtivas como descompactação, conservação de solos, aplicação de fertilizantes e defensivos e semeadoras de precisão. Tivemos também uma organização e racionalização do trabalho através do planejamento e controle econômico e financeiro.

Classificações dos Tratores

Conforme o tipo de rodado

2 rodas – cultivadores motorizados ou rabiças.

Triciclo.

4 rodas – Tratores.

Esteiras – tratores com 2 rodas motoras dentadas e 2 movidas, 2 correntes sem fim de elos e sapatas. Seu direcionamento é feito pela diferença de velocidade relativa entre as esteiras, seu emprego é limitado, em desmatamento e movimentação de terras, dando maior estabilidade e menor compactação e menor patinamento.

Semi-esteira – de acordo com conformação do chassi.

Semi-agrícolas – agrícola ou industrial, aplicável em todas as fases agrícolas.

De esteira.

De rodas 4x2 – 4x4.

Chassi rígido.

Chassi articulado.

Florestais – abate e retirada de madeira.

Cortador-abatedor.

Carregador-transportador.

Transportador de arrasto.

Processador (retirada de galhos, cascas e pedaços).

Agrícola.

Transportador de implemento – com motor traseiro.

Transportador de máquinas – com chassi deslocado (cavalo mecânico).

O trator transportador é uma unidade de potência para uso com maior versatilidade, facilidade de acoplamento de vários tipos de máquinas e implementos padronizados, podendo ser para colheita, fenagem, pulverização, preparo do solo, adubação, defensivos.



Figura 1. Trator 4x4.

Constituição Geral dos Tratores

Motor

Responsável pela transformação da energia potencial do combustível em energia mecânica, disponível no volante árvore de manivelas.

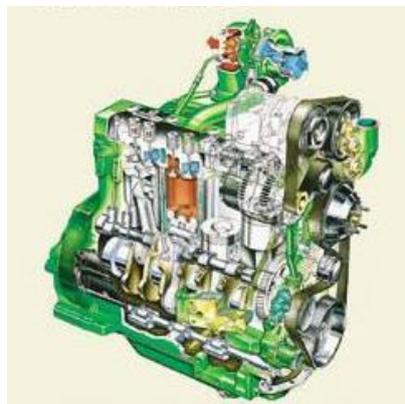


Figura 2. Motor em corte.

Classificação

- Quanto ao combustível – Otto ou Diesel.
- Quanto a velocidade de funcionamento – 2 T e 4 T.

Órgãos Do Motor

Bloco: fica o cilindro e os anéis.

Cilindro: onde o pistão se desloca.

Cabeçote: onde se localiza o sistema de válvulas.

Cárter: depósito de óleo.

Pistão e anéis.

Biela: transforma o movimento retilíneo em circular.

Válvulas: ordena a queima de combustível.

Comando de válvulas: eixo onde se localiza as válvulas.

Sistema de Arrefecimento

Radiador.

Bomba de água — que faz circular a água.

Tubulação.

Mangueiras – existentes na parte superior e inferior do radiador e que ligam este ao motor para estabelecer um circuito fechado.

Camisa do cilindro - que rodeia as partes quentes do motor, tais como os cilindros, as câmaras de explosão e as saídas do escapamento.

Ventilador - que faz circular o ar através do radiador.

Termostato - montado na saída da água do motor e que reduz a circulação da água até que o motor atinja a temperatura normal de funcionamento.

Tampão de pressão - existente no radiador e destinado a elevar o ponto de ebulição de água, evitando assim a formação de bolsas de vapor junto as câmaras de explosão.

Menos de uma quarta parte da energia calorífica desenvolvida num motor de explosão é convertida em trabalho útil. O calor restante deve ser dissipado para que nenhum dos componentes do motor aqueça a ponto de deixar de funcionar. Quando se pisa a fundo no acelerador, cerca de 36% do calor desaparecem pelo sistema de escapamento, cerca de 7% perdem-se devido a atritos internas e no aquecimento do óleo de lubrificação e 33% dissipam-se no sistema de resfriamento.

Existem dois tipos de sistema de resfriamento: direto e indireto. No sistema direto, o ar circula através das aletas existentes no exterior dos cilindros e na cabeça dos cilindros. No sistema indireto, um líquido de resfriamento, normalmente água, que circula pelos canais existentes no interior motor.

Para o perfeito funcionamento de um motor, seja qual for sua velocidade a temperatura do líquido de resfriamento num ponto próximo do termostato, deve elevar-se cerca de 80°C - 85°C. Os motores podem, contudo, sobre aquecer, como por exemplo, quando há falta de água no radiador ou em subidas longas.

Com um tampão de pressão regulado para 0,5 kg/cm² a água ferverá apenas depois de atingir 112°C ao nível do mar. O seu ponto de ebulição descerá cerca de 1,1°C por cada 300 m de altitude. O recurso a um tampão regulado para uma pressão mais elevada pode causar danos se o motor e o sistema não tiverem sido calculados para pressões mais elevadas.

Resfriamento das válvulas — O resfriamento das válvulas faz-se, principalmente, pela transmissão de calor da cabeça da válvula para a sua sede, a qual, por turno, é arrefecida pela água do sistema de resfriamento. Como as válvulas de escapamento funcionam a temperatura que atingem 70°C, é necessário um grande fluxo de água na câmara que rodeia as válvulas e as aberturas para evitarem a formação de bolsas de vapor e o aparecimento de zonas aquecidas.

Em todos os motores atuais arrefecidos por água existe uma bomba d'água destinada a manter a circulação através da camisa d'água, evitando assim a formação de zonas aquecidas.

Corrosão — A água quente, ao circular em contacto com diferentes metais, provocará corrosão e a formação de depósitos se não contiver um produto inibidor de corrosão. Minúsculas partículas de ferrugem ou de alumínio corroído depositam-se nas paredes do sistema de resfriamento, enquanto as águas calcárias deixam depósitos nas zonas quentes. A ferrugem ou os depósitos de alumínio podem ser removidos lavando, com jato de água e separadamente, o radiador, o termostato e as mangueiras. Os depósitos calcários podem ser dissolvidos com produtos apropriados, adequados para o motor em causa, já que as soluções alcalinas, por exemplo, corroem o alumínio.

Termostato — A função do termostato consiste em impedir a passagem da água fria vinda do radiador enquanto o motor está frio.

Utilizam-se dois tipos de termostato, o de fole e o de elemento de cera. O primeiro é constituído por uma cápsula em forma de sanfona cilíndrica, de chapa de metal extremamente delgada, contendo um fluido volátil.

O termostato de elemento de cera compõe-se de um diafragma de borracha rodeado por cera e com uma haste em forma de lápis. À cera está contida numa cápsula estanque de latão em contacto com a água. Enquanto a cera está fria, a válvula permanece fechada e a água não pode circular entre o radiador e o motor. Quando a cera derrete-se e expande-se, empurrando a cápsula para baixo, abrindo assim a válvula.

Radiador — Destina-se a dissipar o calor da água quente que circula no sistema de resfriamento. É composto por dois depósitos de água, um superior e outro inferior, entre os quais existe um corpo central — a colméia normalmente constituído por metálicos de paredes delgadas.

A água quente entra no depósito superior, vinda da camisa de água, através do termostato e desce pelo interior da colméia, dissipando o calor. Os tubos têm aletas que proporcionam uma maior área de contacto com o ar de resfriamento.

A água arrefecida passa para o depósito inferior e retorna ao motor através da bomba d'água.

Na maioria dos radiadores existe um espaço entre a superfície da água e a parte de cima e interior do depósito superior, a fim de permitir a expansão da água. Qualquer água ou vapor em excesso escorre para o solo pelo tubo ladrão do radiador.

Alguns radiadores o tubo ladrão conduz a água para um depósito de extensão suplementar, separando do radiador. Quando a água arrefece, regressa ao depósito superior do radiador. Este dispositivo é designado por sistema de circuito fechado ou radiador selado.

Como a mistura de água e anticongelante, introduzida na fábrica, se mantém no interior do sistema denominado de circuito fechado, este enquanto não apresentar vazamentos, dispensa qualquer assistência, salvo inspeções temporárias.

Circulação forçada — A bomba d'água está montada na parte da frente do bloco e é acionada pela correia do ventilador. É a bomba d'água que alimenta a camisa de água do motor com água fria proveniente do depósito inferior do radiador. A água aquecida pelo motor circula então através da cabeça dos cilindros e, passando pelo termostato, regressa ao depósito superior do radiador.

Uma pequena quantidade da água que segue para o aquecimento e, em alguns modelos, para o coletor de admissão retorna ao radiador sem passar pelo termostato.

O rotor da bomba consiste num disco com palhetas que atira a água de encontro a carcaça da bomba, por ação da força centrífuga, e a impele devido a forma da carcaça para a camisa d'água. Um retentor veda a passagem da água ao longo do eixo do rotor.

Quando o termostato reduz a circulação da água através do radiador, a bomba continua a trabalhar, fazendo a água circular somente pelo motor através de um tubo de derivação.

Qualquer ruído agudo originado pelo retentor da bomba de água será temporário, não devendo ser eliminado, como aconselham algumas oficinas, por meio de adição de óleo solúvel a água do radiador, pois os minerais existentes neste óleo danificariam as mangueiras de borracha do sistema de arrefecimento.

Sistema de Lubrificação

Cárter

Bomba de óleo

Filtros

Tubulação

Depósito de impurezas

Faz muito tempo que o homem descobriu e desenvolveu a arte de lubrificar. Ninguém sabe direito quem foi, mas os antigos agricultores perceberam que a carroça não quebrava tão cedo e o serviço ficava mais fácil de ser feito se a roda girasse em torno do eixo, deslizando sem aquele chiado incomodo, aquele atrito seco. Perceberam que a solução era fazer deslizar. Era lubrificar.

Primeiro, eles usaram graxas e óleos extraídos de plantas e animais. Mas depois que o homem aprendeu a extrair e refinar o petróleo, surgiram os óleos lubrificantes minerais, atualmente os mais usados em todo o mundo, graças as pesquisas realizadas em laboratórios, existem lubrificantes de alto desempenho e em continuo desenvolvimento.

Sistema de Alimentação

Tanque - Sempre cheio após o trabalho, para não haver condensação de vapor.

Filtro de ar - Tipo ciclone e banho a óleo.

Bomba alimentadora.

Bomba injetora.

Tubulação de entrada e retorno.

Bicos injetores.

Sistema Elétrico

Bateria – armazena energia química e transforma em elétrica.

Motor de partida – motor elétrico com capacidade para girar o motor e dar início ao ciclo.

Gerador – alimentador da bateria.

Regulador de voltagem – instrumento de medição de suficiência da carga da bateria.

A bateria fornece a eletricidade ao sistema de ignição, é composta por um certo número de elementos — cada um dos quais fornece uma voltagem ligeiramente superior a 2 volts — ligados por barras metálicas. Cada elemento é composto por dois conjuntos de placas (eletrodos) introduzidos numa solução de ácido sulfúrico diluído (eletrólito). Um dos eletrodos é constituído por placas revestidas de peróxido de chumbo e o outro por placas revestidas de chumbo esponjoso. Quando um elemento está em funcionamento, o ácido reage as placas, convertendo energia química em eletricidade. Cria-se, assim, uma carga positiva no eletrodo de peróxido de chumbo e uma carga negativa no eletrodo de chumbo esponjoso.

À corrente elétrica, medida em amperes (A), passa de um dos pólos da bateria através do circuito do automóvel e entra na bateria pelo outro pólo, fechando-se o circuito por meio do eletrólito.

Como a reação química se mantém forma-se sulfato de chumbo na superfície de ambos os eletrodos e o ácido sulfúrico converte-se em água. Quando as superfícies das duas placas ficam completamente cobertas com sulfato de chumbo, a bateria está descarregada. Se a bateria for carregada novamente, por meio de uma corrente elétrica apropriada, os eletrodos voltarão ao seu estado original e o ácido sulfúrico é regenerado.

Uma bateria poderá ficar inutilizada devido a um certo número de causas, incrustação de sulfato nas placas, de modo a impedir que a corrente de carga as atravesse; desprendimento da matéria ativa das placas, e um vazamento entre os elementos que possa causar um curto-circuito.

Sistema de Descarga ou Escape

São duas as funções principais do sistema de escapamento: conduzir os gases quentes resultante do funcionamento do motor até um local em que estes possam ser lançadas para a

atmosfera sem perigo para os ocupantes do veículo ou do operador e reduzir por meio de um silencioso o ruído provocado pela expulsão dos gases.

Os gases originados do motor expandem-se com grande energia, passando para o sistema de escapamento sob forte pressão. Cada vez que os gases passam para a tubulação de escapamento forma de uma onda de choque — a um ritmo de milhares de ondas por minuto — pelo que o ruído do veículo seria insuportável se não fosse reduzido.

Quando os gases de escapamento abandonam o silencioso, já se expandiram o suficiente para que sua pressão desça até o próximo valor da pressão atmosférica e o ruído seja amortecido.

Se os gases de escapamento não forem expulsos, a admissão da mistura de gasolina e ar na câmara de explosão será dificultada e a mistura ficará contaminada por gases residuais resultantes da combustão, o que provocará uma baixa no rendimento do motor. As tubulações de escapamento são concebidas de maneira a impedir a interferência entre os gases de escapamento expulsos sucessivamente de cada cilindro, pretende-se assim que os gases passem para o tubo de escapamento o mais livremente possível.

É impossível evitar completamente a existência de contrapressão no sistema de escapamento devido ao efeito restritivo do coletor, dos tubos de escapamento e do silencioso. O sistema é assim concebido para silenciar o escapamento com um mínimo de restrição no fluxo de gases.

Silenciosos de escapamento — Um silencioso resfria ou absorve as ondas sonoras, reduzindo o ruído a um nível aceitável e de acordo com as normas legais.

A velocidade dos gases é normalmente reduzida por defletores, ou placas metálicas, existentes no interior do silencioso e que se destinam a afrouxar e dificultar a ação das ondas sonoras.

O silencioso perfurado ou de absorção, no qual os gases passam, através de furos abertos num tubo, para o material que absorve o som, é uma variante deste sistema frequentemente utilizada em veículos de competição para proporcionar uma maior potência aos motores, já que os furos não dificultam tanto a saída dos gases como defletores.

Os silenciosos e os sistemas de escapamento. São normalmente fabricados com tubos e chapas de aço maciço. A exposição constante aos grãos de areia da estrada aos materiais corrosivos, ao barro e lama reduz a duração de um sistema de escapamento de tipo médio a pouco mais que uns dois invernos. Porém a utilização de aço aluminizado ou, melhor ainda, de aço inoxidável prolonga a duração de um sistema de escapamento.

Os silenciosos e a tubulação do sistema de escapamento enferrujam-se, quer interna, quer externamente. Cada litro de gasolina queimada produz água - contendo sais de chumbo e ácidos - que passa para o sistema de escapamento sob a forma de gás ou vapor.

Se o silencioso ou o tubo de escapamento estiverem frios, como acontece ao acionarmos o motor pela primeira vez no dia, estes elementos corrosivos condensam-se nas superfícies interiores do sistema de escapamento, onde atuam como ácidos fracos que acabam por atacar o metal. Assim, cada vez que o veículo arranca com o motor frio dá-se uma pequena correção interior. É esta a razão por

que um automóvel utilizado em pequenos trajetos necessita de substituições mais frequentes no sistema de escapamento do que outro utilizado normalmente em longos percursos.

Os perigos dos gases de escapamento. Os gases de escapamento, incluem monóxido de carbono, gás inodoro, mas tóxico, e anídrico carbônico que pode causar sufocação.

Os escapamentos de gases no sistema de escapamento não devem, portanto, serem desprezados.

SISTEMA DE TRANSMISSÃO

Embreagem de volante – possibilita interrupção do movimento e a passagem gradativa do movimento do motor aos órgãos transmissores.

Caixa de mudança de marcha (câmbio): associação e combinação para velocidade e torque, composto de engrenagens seletivas.

Transmissão final – conjunto de mecanismos responsáveis pela transmissão do movimento do cambio ao rodado.

Coroa e pinhão – inversão de 90°.

Diferencial.

Redução final – engrenagens cilíndricas, planetárias e rodas dentadas.

TDP – Tomada de Força – movimenta os implementos.

Sistema Hidráulico

Por volta de 1650, Blaise Pascal descobriu a lei física fundamental, sobre a qual se baseiam todos os sistemas hidráulicos, ou seja, a pressão exercida em um ponto qualquer de um líquido confinado é igualmente transmitida em todas as direções.

Componentes Básicos de um Sistema Hidráulico

Bombas — O coração de qualquer sistema hidráulico é a bomba, pois ela gera a força exigida para o fluido movimentar as peças operacionais.

As bombas podem ser classificadas da seguinte maneira:

Quanto ao desempenho.

Bomba de vazão fixa.

Bomba de Vazio Variável.

Quanto ao formato para transmitir energia:

Bomba de engrenagem.

Bomba de Palhetas.

Bomba de Pistão – axial e radial.

Motores de Transmissões Hidráulicas — Um motor hidráulico pode ser visualizado como uma bomba hidráulica operando inversamente. O fluido sob pressão, oferecido ao motor hidráulico, faz o eixo deste girar, produzindo trabalho útil. Após efetuar seu trabalho, o fluido descarregado pelo motor retorna normalmente através de tubulações ao reservatório do sistema hidráulico.

Reservatórios — Embora a função primordial de um reservatório seja a de suprir uma quantidade de fluido a todo o sistema hidráulico ele é um simples tanque de armazenagem.

Uma boa prática é dimensionar o reservatório para 3 vezes o volume de todo o sistema hidráulico. Verifique sempre que possível o respiro, que é uma passagem que permite a entrada e a saída de ar do reservatório, mantenha-o sempre limpo e desobstruído.

Acumuladores — São dispositivos projetados para armazenar quantidades de líquido suficiente para suprir o sistema quando houver necessidade de variar repentinamente a pressão. São usados como reservatórios de pressão.

Filtros — São elementos usados em sistemas hidráulicos com a finalidade de reter o maior número possível de elementos estranhos ao fluido do sistema.

Válvula, Mangueiras, Tubo e Conexões — As válvulas são usadas em sistemas hidráulicos para controlar as pressões, a vazão e a direção e podem ser classificadas em válvulas de controle e de redução de pressão, válvulas de retenção e de controle de variação e válvulas de controle direcional.

Nas redes sujeitas a vibrações fortes, ou a deslocamentos, usam-se mangueiras em vez de tubos ou canos. As mangueiras são selecionadas de acordo como diâmetro interno, tipo de conexão, diâmetro externo das conexões, pressão de trabalho, etc. Os tubos e conexões são selecionados de acordo com a espessura da parede o diâmetro e o material.

Para levante e transporte de equipamentos e implementos.

Hidrostático – Transmitir força e energia através de pressão. O óleo move-se com velocidade relativamente pequena e a sua pressão é utilizada para transmissão e multiplicação de forças.

Hidrodinâmica – Empregam o óleo hidráulico como meio de energia que utiliza a energia de impacto de um líquido em movimento, para acionar suas partes móveis.

3 Pontos – engate onde o trator e o implemento formam um conjunto combinado de compensação automática das irregularidades.

Alavanca de posição.

Profundidade.

Reação.

Acessórios.

Barras inferiores – fixam o sistema hidráulico ao sistema.

Braços intermediários – sustentam o implemento.

Corentes estabilizadoras

Braço superior 3.o Ponto – superior para solos leves.

Intermediário para solos médios.

Inferior para solos duros.

Manivela niveladora – facilita o acoplamento.

Viga de controle – controle automático da profundidade de trabalho.

Instrumentos de Controle

Volante de direção

Direção Mecânica — Neste sistema de direção a lubrificação se faz normalmente por graxa de múltipla aplicação. Deve-se ter o cuidado de não aplicar graxa em excesso para que esta não suba pela coluna de direção.

Direção Hidráulica ou com Auxiliar Hidráulico — Neste sistema as recomendações dos fabricantes podem variar entre fluido hidráulico convencional, óleo de motor, fluido de transmissão automática ou ainda fluido de múltipla aplicação.

Tacômetro – mede a rotação do motor.

Horímetro – mede o tempo de uso do motor.

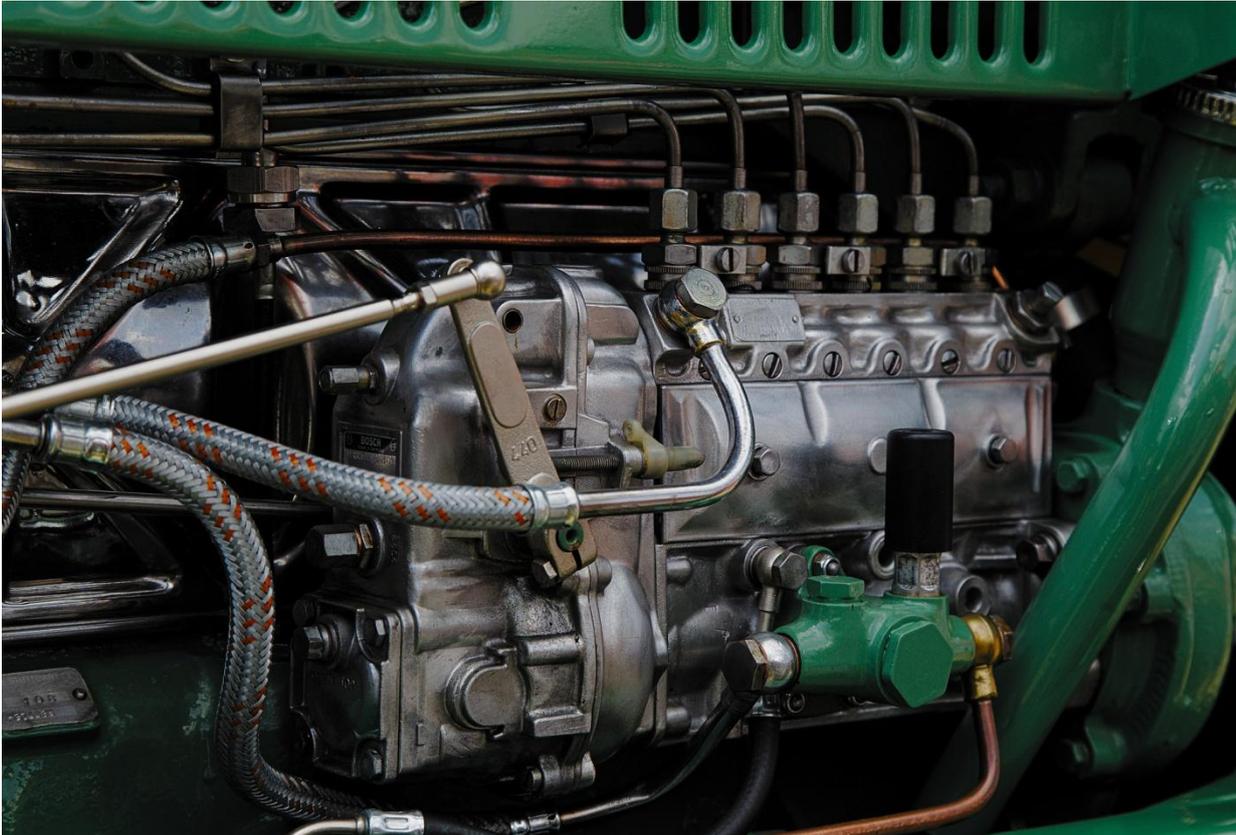
Termostato – medidor de temperatura da água do sistema de arrefecimento .

Indicador de combustível.

Medidor de pressão do óleo do motor.

Chave de partida.

Interruptor de segurança.



CONTROLE DE MANUTENÇÃO DE TRATORES

Motor

Sistema de Alimentação

Sistema de Arrefecimento

Sistema de Lubrificação

Sistema Elétrico

Sistema de Alimentação

Alimenta o motor com ar e combustível em circuitos separados.

Ar

A filtragem do ar se faz necessária a fim de evitar a entrada de abrasivos no motor.

Existem dois tipos de filtragem:

Filtro seco:

Eficiência: 99,9%

Componentes:

- Carcaça
- Pré-purificador
- Elemento filtrante principal
- Elemento filtrante secundário
- Válvula de descarga
- Ciclonizador
- Indicador de restrição.

Carcaça: Aloja os componentes de filtragem.

Toda vez que se fazer a limpeza ou troca dos elementos filtrantes, deve-se fazer uma limpeza no interior da carcaça com pano seco ou levemente umedecido em diesel.

O pré-purificador é do tipo ciclone e está alojado na carcaça ou incorporado ao elemento filtrante principal. Sua função é eliminar as partículas mais pesadas, através da ação da força centrífuga.

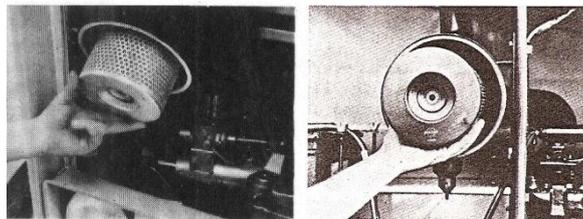


Figura 1. Elemento filtrante. Fonte: Massey Ferguson (1989).

Elemento filtrante principal

De papel poroso especial, filtra o ar impedindo a passagem de abrasivos.

O elemento principal deve ser limpo quando a faixa vermelha do indicador de restrição subir para a transparência, acusando a obstrução dos poros pelas partículas de sujeira. O número máximo de limpeza para cada elemento é de 5 vezes.

Limpeza

Remover o elemento filtrante da carcaça.

Bater com a palma da mão, girando-o ao mesmo tempo, até eliminar a poeira mais grossa.

Aplicar jatos de ar comprimido no elemento filtrante, no sentido de dentro para fora, não excedendo 5 kg/cm² (70 Lb/pol²).

Nota: Não utilizar gases do escapamento para a limpeza.

Introduzir uma lâmpada ou lanterna de pilha no interior do elemento. Verificar a existência de furos ou rasgo.

Nota: Esta operação requer ambiente escuro. Se o elemento apresentar danos, deve ser substituído.

Elemento filtrante de segurança: (secundário)

É constituído de feltro e impede a passagem de impurezas que não foram retidas pelo elemento filtrante principal.

Período de Troca — Deve ser trocado a cada 1.000 horas de trabalho ou anualmente.

Para o elemento de segurança não existe limpeza.



Figura 2. Elemento secundário. Fonte: Massey Ferguson (1989).

Válvula de descarga:

Está colocada na tampa da carcaça. Permite o que estão depositadas na carcaça do conjunto. escoamento das partículas de impurezas

A válvula de descarga deve ser acionada todos os dias em trabalho.

Indicador de restrição:

Conjunto composto por uma mola que comprime quando a depressão no conduto de admissão for correspondente ao deslocamento de 650mm da cota da água num tubo em forma de U com diâmetro de 10mm.

Quando a mola é comprimida, desloca-se para um visual transparente, urna faixa vermelha que indica a restrição provocada pelos filtros sujos.

Depois da limpeza do elemento principal ou troca do elemento secundário, pressione a trava que fica em baixo do indicador, para que a faixa vermelha seja desativada.

Condutores de admissão:

Conduz o ar para a câmara de combustão.

Verificar juntas e braçadeiras, para que não penetre impurezas no fluxo de ar filtrado.

Banho de óleo:

Eficiência de 86 - 89%

Componentes do filtro banho de óleo:

- Pré-purificador
- Tubo central
- Cuba
- Elemento filtrante principal
- Elemento filtrante secundário.

Pré-purificador:

Elimina por centrifugação as partículas maiores e mais pesadas que se encontra em suspensão. O depósito de impurezas é transparente, sendo visível a sua saturação.

Tubo central:

Permite a passagem do ar do pré-purificador para a cuba.

Cuba:

Depósito de óleo, sendo que quando houver a sucção pelo funcionamento do motor, o mesmo óleo se deposita no elemento filtrante em forma de pequenas gotas.

Elemento filtrante destacável:

Com o auxílio das gotas de óleo em suspensão contida em seu corpo, filtra as impurezas do ar.

Elemento filtrante fixo:

Com o auxílio das partículas de óleo em suspensão contida no seu corpo, filtra as impurezas do ar.

Manutenção do conjunto:

A cada 10 horas de trabalho verificar o óleo da cuba. Se houver impurezas no fundo, é necessário fazer a manutenção do conjunto.

Para se fazer a manutenção, retirar a cuba do seu alojamento, juntamente com o elemento filtrante destacável.

Fazer a lavagem com querosene ou óleo diesel.

Limpar o tubo central com o auxílio de um pano umedecido de querosene ou óleo diesel. Limpar o depósito do pré-purificador. Reabastecer a cuba até o nível demarcado com óleo recomendado pelo fabricante do motor.

Nota: Não usar óleo queimado.

Recolocar o elemento na cuba e a cuba em seu alojamento.

Combustível

Componentes:

- Tanque
- Torneira
- Sedimentador
- Bomba aumentadora
- Filtro(s) de combustível
- Bomba injetora
- Tubos de alta pressão
- Bicos injetores
- Retorno

Tanque

Armazena combustível do tanque possui uma autonomia em torno de 10 horas de trabalho. A tampa válvula que permite a entrada de ar compensando o volume de combustível consumido.

O abastecimento do tanque deve ser feito logo após o término da operação diária. Isto é necessário a fim de evitar a condensação da umidade do ar que ocupa o tanque. Se abastecido o volume de ar é expulso pelo bocal.

Fazer uma limpeza no bocal antes de abrir a tampa, para isso, usar um pano que não deixe fiapos.

Nota: Não usar estopa.

Para abastecer, usar vasilhame que não seja galvanizado. Utilize funil para não derramar combustível.



Figura 3. Abastecimento do tanque. Fonte: Massey Ferguson (1989).

Armazenagem do combustível

Utilizar tambores que não sejam galvanizados. Os tambores ou tanques deverão estar abrigados do sol e ficar sobre cavaletes com a torneira de escoamento do combustível mais alta que o fundo do depósito para que haja sedimentação das impurezas e da água.

Não utilize para o motor, o resto de combustível com sujeira e água sedimentada.

Antes de encher novamente o depósito, escoar o resto do combustível do fundo do depósito.

Torneira: (registro)

Usada quando se faz reparos, limpeza ou troca de elementos no sistema. Os tratores, cujo tanque é abaixo do nível da bomba injetora, não são equipados com torneira.

Sedimentador

Está situado na linha de sucção do combustível onde as partículas de impurezas mais pesadas e a água se sedimentam.

Fazer drenagem/limpeza diariamente ou quando aparecer água/impurezas no sedimentador.

Remover para limpeza sempre que necessário.

Verificar a junta vedadora e fazer limpeza na tela filtrante da entrada de combustível.

Na reinstalação, não exceder no aperto da porca que fixa o sedimentador.

Nota: Havendo ocorrência acentuada de água é necessário fazer uma limpeza no tanque de armazenagem de combustível.

Bomba alimentadora

Eleva a pressão a fim de não haver deficiência no volume de combustível para a bomba injetora.

Filtro de combustível

É construído com papel poroso por onde passa o combustível, sendo que as partículas de menor tamanho que não foram sedimentadas ficam retidas nele.

Para motores que tenham um consumo maior, são colocados filtros com ligação paralela, a fim de manter o volume necessário de combustível filtrado.

Drenar o filtro antes da primeira partida diária para não haver saturamento, evitando assim a redução da vida útil (se o mesmo tiver o aglomerador).

O filtro de combustível deve ser trocado periodicamente (consultar Manual do Operador).

Troca do filtro

Limpe externamente os filtros e suportes, utilizando pincel e solvente.

Soltar o parafuso que fixa o filtro, à base. Desmontar o conjunto, tomando cuidado para não deixar a base cair.

Utilizar arruelas novas que acompanham os cartuchos nas embalagens.

Depois da substituição, fazer a sangria.

Bomba injetora

Cria uma vazão de combustível, capaz de abrir os injetores quando solicitados.

Não requer cuidados diários de manutenção. Sua lubrificação é feita com o próprio combustível. Daí à necessidade de um cuidado especial com os componentes do sistema, como também na manutenção.

Bicos injetores

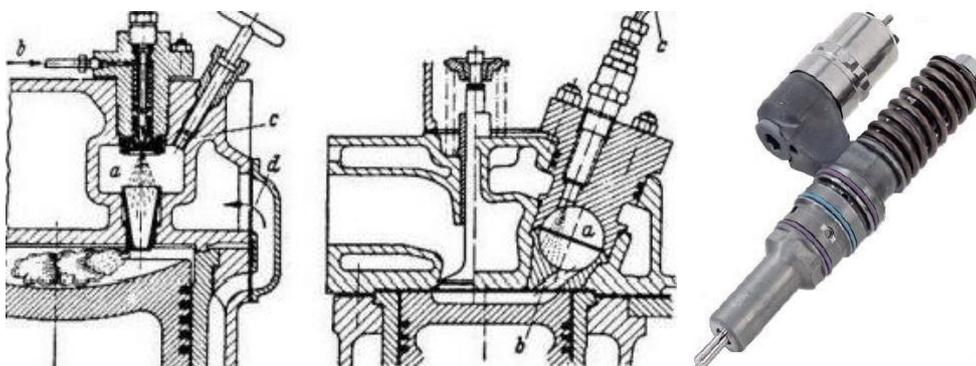


Figura 4. Bicos injetores.

Injeta o combustível em forma de atomização na câmara de combustão, a fim de homogeneizar com o oxigênio e produzir a queima da mistura.

Devem ser recalibrados a cada 1000 horas de trabalho. Sendo uma operação realizada por mecânicos treinados e em ambiente extremamente limpo.

Tubo de retorno

Conduz a sobra do combustível dos injetores para o tanque. Esta sobra faz a lubrificação, resfriamento e limpeza nos injetores.

Sangria do sistema de injeção

É um processo que elimina o ar que entra no sistema por motivos diversos.

Sequência da sangria

Reparar o defeito que possibilitou a entrada de ar.

Afrouxar o parafuso sangrador inferior da bomba injetora

Acionar a bomba alimentadora manualmente até que o combustível flua normalmente sem bolhas de ar. Apertar o parafuso sangrador.



Figura 5. Sangria do sistema de injeção. Fonte: Massey Ferguson (1989).

Afrouxar o parafuso sangrador superior da bomba injetora

Acionar a bomba alimentadora manualmente, até que o combustível flua sem bolhas de ar.

Apertar o parafuso sangrador.

Afrouxar uma conexão de alta pressão junto ao bico ou bomba. Dar a partida com alavanca do acelerador toda acionada até o motor trabalhar normalmente. Apertar firmemente a conexão de alta pressão.

Sistema de Lubrificação

Função

Diminuir o atrito das peças do motor que se movimentam através de uma película formada pelo óleo lubrificante.

Componentes

- Carter
- Bomba de óleo (válvula de alívio)
- Filtro
- Válvula de desvio (segurança)
- Galerias internas.

Cárter

É o reservatório do óleo lubrificante e está sob posto ao bloco do motor.

No cárter existe um orifício onde está alojada a vareta para a verificação do nível do óleo lubrificante.

A vareta medidora do nível tem marcas que indicam o nível mínimo e máximo do óleo lubrificante.

Verificar o nível diariamente, antes do funcionamento.

Deixar o trator em terreno nivelado para não haver erro na medição.

Caso o nível esteja abaixo da marca mínima, colocar óleo até a marca normal. Evite remontar óleo sem necessidade.

Bomba de óleo

Succiona o óleo lubrificante do cárter, bombeando-o para as galerias de lubrificação.

A penetração nas folgas entre peças é imposta pela pressão da bomba.

As bombas de óleo lubrificante dos motores de tratores agrícolas são geralmente de engrenagens.

O volume de óleo lubrificante bombeado é proporcional à rotação do motor e a pressão máxima regulada através de uma válvula de alívio.

Filtro

Está localizado no fluxo de pressão de óleo lubrificante das galerias internas, é construído de papel poroso, impedindo a passagem das partículas abrasivas que estão contidas no óleo.

O filtro deve ser trocado sempre junto com o óleo lubrificante do motor.

Incorporado ao filtro existe uma válvula de segurança que permite o desvio no fluxo de óleo lubrificante. Isto acontece quando há aumento na pressão, causada pelo entupimento do filtro ou por baixas temperaturas.

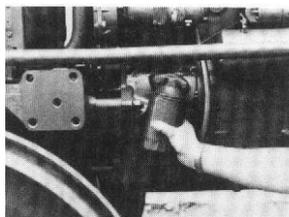


Figura 6. Filtro de óleo. Fonte: Massey Ferguson (1989).

Galerias internas

São cavidades por onde passa o óleo lubrificante a fim de ser distribuído para os pontos de lubrificação.

Devem estar sempre desobstruídas para não interferir na lubrificação do motor.

Manômetro

Marca a pressão de lubrificação.

Possui escala colorida com uma faixa verde no centro e duas faixas vermelhas nas extremidades.

A faixa verde corresponde à pressão normal de lubrificação. Se com o motor em funcionamento, isto não ocorrer, parar o motor para verificações.

A determinação do óleo a ser usado é recomendada pelo fabricante do motor, e não deve ser mudado sob nenhum pretexto.



Figura 6. Painel de um trator.

Período de troca de óleo lubrificante

Para tratores novos a primeira troca deve ser feita com 50 horas de trabalho. As trocas seguintes de acordo com as recomendações abaixo.

Motor com injeção mista (Indireta)

Segunda troca — 100 horas de trabalho (50 horas depois da primeira troca).

As demais trocas deverão ser feitas num período de 100 horas.

Motor com injeção direta

Segunda troca — 200 horas de trabalho (150 horas depois da primeira troca).

As demais trocas deverão ser feitas num período de 200 horas.

Nota: Para tratores com motores recém reconicionados, as trocas devem ser efetuadas nos mesmos períodos usados para motores novos.

Troca de óleo

Com o motor em solo nivelado, na temperatura normal de funcionamento, desligar (parar) o motor.

Limpar externamente o bujão do cárter, o bocal de abastecimento e o filtro de óleo lubrificante.

No abastecimento, não utilizar estopas ou panos que soltem fiapos.

Remova o bujão deixando escoar todo o lubrificante já usado, em um recipiente.

Desenrosque o filtro manualmente do suporte. Não conseguindo, utilize chave especial.

Instalar um filtro novo com 1/3 de óleo lubrificante. Enrosque o elemento até o encosto, da face do suporte. Dar mais 3/4 de volta.

Recolocar o bujão do cárter, abastecendo com óleo da mesma marca anteriormente usado.

Depois do abastecimento, verificar o nível através da vareta.

Conseguindo o nível, dar a partida com o motor estrangulado durante alguns segundos, confira o nível novamente. Caso necessário, complete.

Funcionar o motor durante 10 minutos. Se houver algum vazamento no filtro do óleo lubrificante, ou bujão do cárter, dar um reaperto.

Amaciamento do motor

(primeiras 50/100 horas de trabalho)

Procedimento correto

Antes da primeira partida diária.

- Verificar nível do óleo lubrificante.
- Verificar nível do óleo da transmissão, diferencial e sistema hidráulico.
- Drenar o sedimentador.
- Drenar o filtro de combustível.
- Obedecer às recomendações da manutenção de 10 horas.

- Aquecer o motor a 1200 RPM. Não deixar em funcionamento sem carga depois que a temperatura normal de trabalho for atingida, evitando o risco de o óleo lubrificante ser expelido pelo tubo de descarga.

- Observar a pressão do sistema de lubrificação.

- Trabalhar com o motor entre 1600 a 1800 RPM, exigindo de 70 a 80% da potência. Evite marcha lenta durante longo tempo, ou operações que não exija carga. Isto não provocará a carga de expansão dos anéis e nem a força tangencial, provocando o espelhamento das camisas.

- Evite acelerações máximas constantes ou sobrecarga, durante o amaciamento. Isto provocará deformações térmicas nos anéis devido a altas pressões e temperatura.

- Evite remontar óleo lubrificante do motor, sem necessidade.

Consumo de óleo lubrificante do motor

O consumo de óleo lubrificante aceito para os motores na fase de amaciamento é 1% do combustível consumido.

Para motores já amaciados o consumo aceito de óleo lubrificante é 0,7% do combustível consumido.

Medição do consumo de óleo lubrificante

Complete o nível de óleo do cárter do motor até a marca máxima da vareta.

Nota: Com motor frio.

Abasteça completamente o tanque de combustível e opere normalmente.

Sempre que o nível de óleo atingir a marca inferior da vareta reponha óleo até a marca superior. Anote a quantidade de óleo empregada.

Após consumir dois ou três tanques de combustível, complete o nível do óleo do cárter do motor até a marca “máximo”. (Com o motor frio). Anote a quantidade de combustível empregada.

Somar a quantidade de óleo lubrificante empregada no motor e a quantidade de combustível empregada no abastecimento, exceto a quantidade de combustível utilizada para iniciar o processo. Aplique a fórmula:

$$\frac{\text{Consumo de óleo lubrificante} \times 100}{\text{Consumo de combustível}} = \% \text{ de consumo}$$

Sistema de Arrefecimento

Equilibra a temperatura numa faixa específica, onde se tem o melhor aproveitamento do motor (80 a 95°C).

Componentes:

- Radiador
- Tampa
- Mangueiras condutoras
- Bomba d'água
- Ventilador
- Correia
- Termômetro
- Galerias de arrefecimento
- Termostato

Radiador

É o reservatório da água, que faz o arrefecimento do motor.

No radiador a água é resfriada pela corrente de ar que passa nas colmeias.

A tampa do radiador possui uma válvula de pressão e uma válvula de depressão.

A válvula de pressão mantém uma pressão de 7,0 Lb/pol² no interior do radiador, retardando o ponto de ebulição da água.

A válvula de depressão se abre quando a depressão interna for igual a 1 Lb/pol², permitindo a entrada do ar para compensar o volume de água consumido pelo calor e vaporização.

Colmeia

São pequenas fendas que permitem a passagem do ar pelo radiador.

Mangueiras condutoras

Levam a água entre as partes do sistema. Observar as braçadeiras das conexões para que não apareçam vazamentos.

Bomba d'água

É do tipo rotor. Faz com que a água circule dentro do sistema. O recalque da bomba é proporcional à rotação do motor.

Ventilador

Está acoplado ao eixo que aciona a bomba d'água. As pás devem estar bem posicionadas, a fim de proporcionar uma corrente de ar que penetre nas colmeias do radiador. O sentido da corrente de ar depende da posição das pás, que geralmente, em tratores agrícolas de roda, estão posicionados para que o ar entre pela frente.

Correia(s)

Aciona o eixo do ventilador e bomba d'água. Deve estar tensionada de modo que quando pressionada com a mão entre a polia do ventilador e a da árvore de manivela, ceda aproximadamente 2 cm.

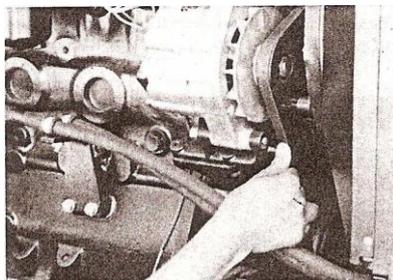


Figura 7. Verificação da tensão da correia. Fonte: Massey Ferguson (1989).

Termômetro:

Está localizado no painel do trator, e marca a temperatura do sistema, é de escala colorida com uma faixa verde e outra vermelha. O início da faixa verde ponto que o ponteiro marcador se desloca equivale a 65°C, o centro da faixa verde equivale a 85°C, e o ponto de Intersecção entre a faixa verde e a vermelha equivale a 98°C.

Galerias de arrefecimento:

São cavidades do bloco e cabeçote onde a água circula fazendo a retirada de calor.

Termostato (Válvula termostática):

Sua função é controlar o fluxo da água do motor para o radiador, provocando um aquecimento rápido e controlando a temperatura ideal.

Possui em seu corpo uma cápsula ou fole que contém substâncias com alto poder de dilatação (cera, resina sintética ou mercúrio).

Quando a substância atinge uma temperatura específica o bulbo ou fole, se expande provocando a abertura da válvula.

Inicia a abertura em torno de 75°C, sendo que a abertura total se dá aos 95°C. Substituir quando engripada, não remover sem necessidade.

Manutenção do radiador:

Verificar o nível da solução diariamente, quando em trabalho.

Para o reabastecimento, utilizar água + inibidor de corrosão na % especificada, ou óleo solúvel neutro (5%).

Substituir a solução (água + óleo solúvel neutro) a cada 500 horas de trabalho.

Substituição da solução:

Drenar a água do radiador e bloco.

Verificar e desobstruir o tubo ladrão do radiador.

Proceder à limpeza das colmeias periodicamente, para que o ar tenha passagem livre através do radiador.

Para a limpeza, utilizar jatos de ar comprimido, no sentido do motor para frente do trator.

Tomar cuidado para não danificar as aletas horizontais.

A grade frontal deve ser limpa com escova.

Principais causas que provocam superaquecimento nos motores dos tratores:

- 1 — Falta de água no radiador;
- 2 — Água suja;
- 3 — Ferrugem nas paredes das galerias;
- 4 — Válvula termostática engripada fechada;
- 5 — Radiador com as colmeias entupidas;
- 6 — Correia do ventilador frouxa;
- 7 — Ventilador com as pás amassadas;
- 8 — Tampa com o encosto de borracha danificado;
- 9 — Respiro entupido;
- 10 — Grade frontal suja;
- 11 — Falta de óleo lubrificante;
- 12 — Bicos injetores desregulados;
- 13 — Junta do cabeçote queimada;
- 14 — Filtro de ar sujo;

15 — Operar forçando o motor; e

16 — Válvula de pressão errada.

Sistema Elétrico

O único componente do sistema que necessita de manutenção no sistema é a bateria.

O nível da solução eletrolítica deve ser verificado a cada 50 horas de trabalho (semanalmente).

O nível correto da solução é 1 ou 2 cm acima das placas.

A verificação do nível se faz com tubo transparente, mergulhando-o até tocar nas placas. Com um dedo tampar a ponta que ficou exposta. Tire o tubo e verifique a altura que a água atingiu (1 a 2 cm).

Se o nível estiver baixo, complete com água destilada.

A limpeza dos terminais dos cabos deve ser feita quando necessário. Para isso desligue os cabos, primeiro o negativo.

Aplicar vaselina de óleo lubrificante com um pincel, a fim de evitar oxidação dos parafusos (zinabre).

Nota: Não aplique graxa nos terminais, porque acelera o processo de oxidação.

Sistema de Transmissão

Função

Transmite a energia mecânica do motor para as rodas do trator e tomada de força.

Componentes

- Embreagem
- Câmbio
- Diferencial
- Redução final
- Tomada de potência

Embreagem

Permite um acoplamento suave das velocidades do câmbio com o motor em movimento.

- Monodisco (embreagem simples)
- Disco duplo (embreagem dupla)
- Monodisco (molas inclinadas)

Monodisco:

Sistema simples composto por um disco alojado entre volante, e prato de pressão sobre constante tensão de molas



Figura 7. Monodisco.

Disco duplo:

Sistema composto por 2 discos. O segundo disco quando aplicado, aciona o eixo da tomada de força, o primeiro disco quando aplicado, aciona a caixa de câmbio.

Monodisco de molas inclinadas:

Sistema comum com um disco alojado entre o volante e o prato de pressão. Nesta embreagem as molas são inclinadas e tencionam alavancas que multiplicam a pressão do prato.

Verificação e regulagem do curso livre do pedal:

(A cada 200 horas de trabalho).

Monodisco: (embreagem simples)

Disco duplo: (embreagem dupla)

Folga: 57 mm (2.250")

Verificar o comprimento do varão que deve ser de 432 mm. Se necessário ajustá-lo.

Ajuste de varão:

Remover o pino que prende o garfo do varão no braço do eixo.

Afrouxar a contra porca e girar o garfo até conseguir o comprimento de 430 mm (17").

Apertar a contra porca e acoplar o garfo de varão no furo do braço do eixo.

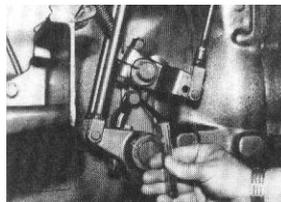


Figura 8. Ajuste do varão. Fonte: Massey Ferguson (1989).

Ajuste da folga do pedal:

Soltar a mola de retorno. Afrouxar o parafuso que prende a luva do braço no eixo.

Com uma chave, girar o eixo de acionamento do rolamento desligador, até eliminar toda folga.

do pedal.

Com o auxílio de uma régua graduada, apertar o pedal, até conseguir uma folga de 57 mm (2.250”).

Apertar o parafuso que prende a luva do braço no eixo.

Repor a mola de retorno.

Verificação e regulagem da folga do pedal:

Embreagem com molas inclinadas.

Folga: 35 mm.

Se necessário ajustar a folga.

Ajuste da folga:

Deixe o trator em local nivelado.

Aplique a trava do freio para estacionamento.

Coloque a alavanca do câmbio em neutro.

Puxe o estrangulador.

Aplique o dispositivo para deixar o pedal acionado.

Remova a tampa da janela de inspeção que dá acesso à embreagem.

Remova o parafuso que fixa a trava.

Girar o anel de regulagem da embreagem, até que a folga volte para 35 mm.

Nota: No sentido de apertar, a folga aumenta, no sentido de afrouxar, a folga diminui.

Recolocar a tampa da janela de inspeção.

Posição do varão no furo do braço:

Para tratores equipados com embreagem dupla, quando se opera com implementos acionados pelo eixo de tomada de força, é necessário posicionar o garfo do varão no braço do eixo de acionamento do rolamento desligador.

Embreagem dupla - O pedal não acionará a embreagem secundária.

Embreagem dupla - O pedal acionará as duas embreagens.

Embreagem simples - O pedal acionará a embreagem.

Regulagem dos gafanhotos secundários:

Embreagem dupla

Para tratores equipados com embreagem dupla são necessários regular os gafanhotos secundários periodicamente ou quando ao acoplar o eixo de tomada de força, houver um ruído de raspagem.

Regulagem

Colocar o trator em solo nivelado.

Aplicar a trava do freio de estacionamento.

Colocar a alavanca do câmbio em neutro.

Puxar o estrangulador.

Remover a tampa da janela que dá acesso à embreagem.

Afrouxar a contra porca do gafanhoto secundário.

Girar o parafuso até conseguir a folga de 2 mm entre a cabeça do parafuso e o prato de pressão secundário.

Nota: Usar calibrador de lâmina ou ferramenta especial JMF 605-1.

Fechar a janela de inspeção.

Câmbio (De Engrenagem Deslizante)

É um mecanismo composto por engrenagens, capaz de variar a velocidade das rodas motrizes, aumentando ou diminuindo o torque.

Compõem-se de dois eixos. O primeiro está ligado ao motor através da embreagem e tem uma engrenagem fixa para cada marcha.

O segundo eixo tem o mesmo número de engrenagens que o primeiro, porém deslizantes.

O engrenamento com a correspondente é feito através de garfos seletores. Os dentes são chanfrados para facilitar o engrenamento.

Para aumentar a gama de rotação é colocada na saída, a reduzida do tipo epíclica.

Diferencial

Altera o ângulo em 90° do câmbio para a redução final. Possibilita rotações diferentes nas rodas traseiras no momento das curvas.

O pinhão está situado na linha do eixo de câmbio, e a coroa na linha do eixo das rodas ou redução final.

Bloqueio do Diferencial

Em alguns tratores é incorporado ao diferencial o bloqueio que permite rotações iguais para as duas rodas.

É aplicado quando só uma roda patina devido ao solo não permitir aderência.

Para se usar o bloqueio é necessário parar o trator, acionar a embreagem, acoplar o bloqueio.

Com o pedal do bloqueio aplicado, soltar o pedal da embreagem.

Quando as duas rodas tiverem a mesma rotação, soltar o pedal do bloqueio.

O retorno do pedal do bloqueio é automático, assim que as duas rodas transmitam o mesmo torque.

Nota: Quando o bloqueio do diferencial estiver aplicado, não esterçar a direção nem frear uma das rodas.

Manutenção:

(Carter da caixa de câmbio e diferencial).

Verificação do nível do lubrificante (a cada 50 horas de trabalho)

Abaixar os braços de levante do sistema hidráulico.

Tirar a vareta medidora do nível de lubrificante, considerando:

MIN = A menor quantidade de óleo, com o qual o hidráulico funcionará em solos nivelados.

XX (normal) — Quantidade de óleo a ser mantido em serviços normais.

MAX — Quantidade máxima de óleo a ser mantida em serviços com implementos dotados de cilindro hidráulico conectado ao sistema hidráulico do trator, para serviços em solos com desníveis muito acentuados.

Caso for necessário, complete o nível. Usar lubrificante recomendado e da mesma marca do anterior.

Troca de óleo lubrificante:

(Substituir o óleo lubrificante a cada 750 horas de trabalho).

Fazer esta operação depois do trabalho (óleo quente).

Deixar o trator em solo nivelado.

Levante o lado direito. Calçar com cavalete.

Aplicar a trava do freio de estacionamento da roda esquerda.

Abaixar os braços do hidráulico.

Limpe os bujões de escoamento.

Remova os bujões de escoamento, drenando todo o óleo lubrificante.

Recolocar os bujões de escoamento.

Colocar 15 litros de querosene no compartimento do câmbio diferencial.

Dar partida no motor.

Engatar a primeira marcha simples a 1000 RPM, virando a roda direita durante 10 minutos.

Depois de parar o motor, drenar o querosene pelo bujão de escoamento.

Tirar o filtro da bomba hidráulica e lavá-lo (vide hidráulico).

Colocar o filtro da bomba hidráulica.

Recoloque os bujões de escoamento.

Abastecer com o óleo lubrificante recomendado até o nível. Dê preferência à mesma marca do anterior.

Nota: Para os tratores que usam o lubrificante FLUID 5 499, não é necessário fazer a lavagem com querosene (Freio banho de óleo).

— Não erguer os braços do hidráulico durante a troca de óleo lubrificante.

Redução Final (Cubos específicos)

É um conjunto incorporado nos extremos dos eixos traseiros, composto por engrenagens.

Diminui a rotação e aumenta o torque, amortece os impactos sofridos pela roda evitando danos ao diferencial e câmbio.

A lubrificação da redução final é independente do diferencial e caixa de câmbio.

Manutenção:

Óleo lubrificante recomendado SAE 90-EP.

Verificar o nível de óleo lubrificante a cada 100 horas de trabalho.

Deixar o trator em solo nivelado.

Limpar o bujão de nível e removê-lo.

O nível do óleo lubrificante deve estar no gargalo do orifício.

Caso for necessário, complete o nível usando o óleo recomendado, da mesma marca do anterior.

Nota: Usar funil ou bomba especial.

Recoloque o bujão.

Troca de óleo lubrificante:

(A cada 750 horas de trabalho)

Fazer a substituição depois do trabalho (óleo quente).

Deixar o trator em solo nivelado.

Limpar o bujão de drenagem e bujão do nível.

Remova os bujões de nível e bujão de drenagem.

Deixar que todo óleo lubrificante se escoe.

Colocar os bujões de drenagem.

Abastecer com óleo lubrificante recomendado, até o nível. Usar funil ou bomba especial. Dê preferência à mesma marca anterior.

Colocar os bujões de nível.

Tomada de Potência (T.D.P.)

É um eixo situado na parte traseira do trator, abaixo do diferencial, onde se acopla cardã para acionamento de implementos de rotação.

Especificações:

O eixo da T.D.P. tem 6 estrias e um diâmetro de 1.3/8 (34,92 mm). Possui um circular para alojamento do pino que prende a cruzeta do cardã.

É especificada uma rotação do motor dentro da faixa de trabalho, para que o eixo T.D.P. tenha 540 RPM. Esta norma é universal, em função dos implementos projetados por fábricas diferentes.

Para ligar o eixo de tomada de potência, aplicar o pedal da embreagem e deslocar a alavanca para trás, soltar o pedal devagar com o motor em baixa rotação.

Nos tratores com embreagem dupla, mudar o varão da embreagem no braço do eixo acionamento do mecanismo desligador.

Todas as operações com implemento acionado pelo eixo de tomada de potência requerem rotação de 540 RPM.

Freios

Os freios são individuais e aplicados por meio de dois pedais, localizados a meia altura em relação ao estribo direito.

Tipos de freio:

Tambor.

Disco seco.

Disco úmido.

Tambor:

Montado no cubo traseiro do trator, um tambor tem rotação igual a da roda. Comandada o pedal de acionamento está numa faixa que quando solicitada entra em atrito com o tambor, provocando a frenagem.

Disco seco:

(Freio seco)

Componentes:

— Placas expansoras

— Discos

— Placa de encosto

— Pedal de acionamento.

O mecanismo do sistema de freio a disco seco está situado na saída do diferencial, com os discos acoplados diretamente ao eixo.

Quando solicitados, através do mecanismo do pedal, as placas expansoras (comando) acionam o disco contra a face de encosto da trombeta e face de encosto da placa de freio, provocando a frenagem.

Disco úmido (Banho de óleo)

(Sistema semelhante ao seco)

Componentes:

- Placa expansora
- Disco ativo
- Disco estático
- Placa de encosto
- Pedal de acionamento.

Os discos ativos são de bronze sinterizado e os discos estáticos de aço polido, proporcionando um alto coeficiente de atrito.

O pacote trabalha semi-imerso em óleo que lubrifica os componentes, evitando emperramento e aumentando à vida útil.

Curso livre de pedais: (Para freio com disco seco ou úmido)

Verificações:

Verificar periodicamente a cada 200 horas.

Com o auxílio de uma régua graduada, medir a altura livre do pedal que deve ser 50 mm a 70 mm.

Caso for necessário fazer a regulagem.

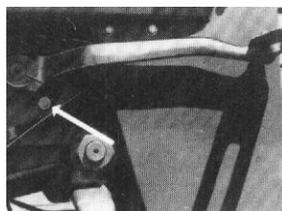


Figura 9. Pedais de freio. Fonte: Massey Ferguson (1989).

Regulagem:

Regular primeiro o freio esquerdo.

Afrouxe a contra porca do liame de regulagem.

Gire a porca até conseguir um curso livre de 50 mm no pedal.

Nota: Para diminuir a folga, gire a porca no sentido horário. Para aumentar a folga, gire a porca no sentido anti-horário.

Aperte a contra porca.

Faça um teste de aplicação simultânea com o trator em movimento (20 km/hora).

As rodas deverão “arrastar” de maneira igual no solo, e o trator não deve puxar para nenhum dos lados.

Se for necessário fazer a regulagem.

Curso livre dos pedais (para freios com tambor)

Verificação:

Verificar periodicamente a cada 200 horas.

Com o auxílio de uma régua graduada, verificar a folga livre do pedal que deve ser de 50 mm a 70 mm.

Caso for necessário, fazer a regulagem.

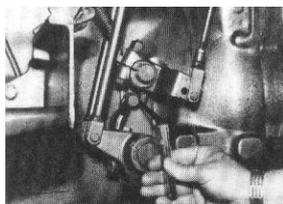


Figura 9. Folga livre do pedal. Fonte: Massey Ferguson (1989).

Regulagem:

No solo nivelado, levantar o lado esquerdo do trator, colocar cavaletes, calçar as rodas que estão em contato com o solo.

Remover o varão inferior, do braço do eixo que aciona as faixas (sapatas).

Gire o ajustador com uma chave de fenda até trancar o tambor (roda).

Afrouxe o ajustador para que o tambor (roda) gire livre, sem roçar no revestimento da faixa (aproximadamente 4 diques).

Reinstale a tampa de borracha nas janelas de regulagem.

Nota: Com o pedal totalmente em cima, os furos dos braços deverão alinhar-se com os furos do varão. Se for necessário ajuste o comprimento do varão.

Reinstale o varão inferior junto ao braço de acionamento do eixo que aciona as faixas.

Abaixar o trator.

Repetir a operação para o lado direito.

Sistema Hidráulico

Componentes

- Bomba hidráulica
- Cilindro hidráulico
- Quadrante de comando superior — Profundidade Posição
- Quadrante de comando inferior — Reação
- Viga de controle
- Braços de levante
- Braços intermediários
- Barras inferiores de levante
- Correntes estabilizadoras

Funcionamento

A bomba hidráulica recalca o óleo para o cilindro hidráulico, criando pressão de levante.

O êmbolo do cilindro empurra uma biela que vira um eixo transversal a qual está acoplado o braço de levante.

O braço intermediário é ajustável, e liga o braço de levante a barra de levante.

O garfo do braço intermediário dos tratores grandes tem um rasgo (furo alongado) para ser usado quando se opera implementos muito largos.

O rasgo permite a flutuação do implemento, não deixando que o peso seja sustentado somente em um dos lados, em caso de depressão ou elevação do terreno.

A barra de levante possui furos que permitem vários acoplamentos do braço intermediário, oferecendo diversas posições, variando a altura e a capacidade de levante do sistema hidráulico.

A viga de controle tem três furos para o acoplamento do braço superior (3.o ponto). Quando se opera um implemento de posição (acima da superfície), deve ser usado o furo inferior da viga de controle.

Para implementos de penetração tracionados, ponto é feito considerada a textura do terreno.



Figura 10. Sistema hidráulico e TDP.

- 1— Textura leve — furo superior
- 2— Textura média — furo do meio
- 3— Textura pesada — furo inferior

No transporte de implementos, sempre usar o braço superior (3.o ponto) no furo inferior da viga de controle.

Nota: Alguns tratores só têm um furo para acoplamento do braço superior (3.o ponto).

Quadrante de comando

O quadrante de comando superior possui duas alavancas independentes que comandam a queda e levante dos braços.

Alavanca de profundidade: (externa) é usada para se operar implementos de penetração tracionados. Para isso, a alavanca de posição (interna) deve ficar travada com o batente na posição de transporte.



Figura 11. Alavanca de comando.

A penetração dos implementos ao solo é determinada pela posição da alavanca de profundidade no quadrante.

Quanto mais baixa, maior será a penetração.

Depois de conseguir a profundidade desejada, deve-se limitar a alavanca com o regulador.

Caso haja partes do solo com textura mais difícil ou mais fácil que a média, pode-se fazer correções, posicionando a alavanca mais acima ou abaixo do regulador.

Assim que se encontrar textura igual a anterior daquela que necessitou a correção, deve-se voltar à alavanca para a posição primitiva.

No final da quadra, para levantar o implemento usa-se a alavanca de profundidade.

Feita a manobra, a queda do implemento deve ser comandada com a alavanca de profundidade, posicionando-a junto ao regulador para se conseguir a mesma penetração da passada anterior.

Alavanca de posição (interna):

É usada para implementos de posição (superfície).

Quando se opera com a alavanca de posição, a alavanca de profundidade deve ficar presa com o regulador no final do curso do quadrante (para trás).

A altura das barras de levante é determinada pela posição da alavanca no quadrante.

Quando a alavanca estiver situada no extremo mais baixo do quadrante, as barras de levante estarão na posição mais baixa.

Conseguida a altura desejada do implemento, deve-se fixar o batente para que a alavanca tenha um local de referência.

Nota: Para implementos muito pesados é conveniente usar correntes de sustentação, a fim de evitar choques no cilindro hidráulico, provocado por irregularidade por perfil do terreno (buracos).

Para levantar o implemento, basta deslocar a alavanca de posição para cima.

Tomar cuidado para não ultrapassar a posição transporte e entrar em bombeamento constante.

Operação de implementos com cilindros externos:

O bombeamento constante só é usado para operar implementos com cilindros hidráulicos próprio de simples ação (controle remoto).

Para operar estes implementos, a alavanca de posição deve ficar posicionada em bombeamento constante.

A viga de controle deve estar livre do braço superior (3o ponto) e as barras de levante travadas em cima.

Deslocar a alavanca de profundidade até conseguir a posição neutra da válvula de controle sistema (braços devem ficar parados na horizontal).

Deslocar o regulador até encostar-se à alavanca de profundidade posicionando a válvula de controle na posição neutro.
que neste momento

Para levantar o implemento é necessário deslocar a alavanca de profundidade para cima assim que o implemento atingir a altura máxima deslocar a alavanca de profundidade para neutro.

Nota: Não deixe a alavanca na posição de admissão com o implemento erguido, neste caso a válvula de alívio do sistema dispara, aquecendo o óleo, o que é prejudicial para a bomba hidráulica.

Para descer o implemento, deslocar a alavanca para baixo do regulador, neste caso a válvula de controle do sistema entra em descarga.

Quadrante de comando inferior

Controla a reação de queda dos braços de levante.

O quadrante permite duas posições para a alavanca de comando, queda lenta e queda rápida.

Usar reação lenta só para implementos com penetração normal operando em velocidade baixa quando os pneus patinam, e também para implementos que não possa se chocar contra o solo.

Manutenção do Sistema Hidráulico

O óleo recalçado pela bomba hidráulica é o mesmo usado na caixa de câmbio e diferencial.

Sempre que fazer a troca de óleo lubrificante é necessário lavar o filtro da bomba hidráulica.

Lavagem do filtro:

Depois de drenar o óleo lubrificante, remover o tampão de acesso ao filtro.

Apertar a porca do parafuso que prende o filtro, tirar a trava.

Remover porca, mola, arruela e anel de borracha.

Remover o filtro.

Lavar o filtro com solvente (usar pincel).

Depois de limpo, secá-lo bem.

Montar os componentes e recolocar o tampão.

Direção

Tipos

- Mecânica
- Servo assistida (hidráulica)
- Hidrostática.

Mecânica:

Tipo convencional composto por caixa, sem fim setor, braço pitman, barras de comando da manga de eixo.

Periodicamente verificar o nível de óleo lubrificante da caixa de direção.

Se houver necessidade, repor o óleo até o nível (gargalo de abastecimento).

Óleo recomendado SAE-90 EP.

Direção servo assistida:

Sistema basicamente semelhante ao mecânico, com a introdução de uma bomba hidráulica, a fim de eliminar os esforços do operador, como também os impactos no volante, causado por choques nas rodas dianteiras.

Componentes:

Bomba hidráulica do tipo de engrenagem. Recebe uma válvula de alívio, previamente regulada, que atua em sobrecargas ou final de giro.

Válvula de controle do cilindro:

Quando acionada, o óleo sobre pressão da bomba é dirigido para o cilindro, provocando o giro das rodas.

Manutenção

Verificação do nível de fluido:

(A cada 50 horas de trabalho).

Lubrificante recomendado: Fluido ATF-A.

Limpe o bujão de abastecimento e nível com pincel e solvente. Esterce a direção para a esquerda até recolher a haste do êmbolo do cilindro.

Remova o bujão de abastecimento e nível e verifique se o fluido goteja pelo orifício.

Nota: Usar fluido da mesma marca do anterior. Recolocar o bujão e parar o motor.

Substituição do fluido e elemento filtrante do reservatório:

(A cada 500 horas de trabalho).

Lubrificante recomendado: Fluido ATF-A.

Limpe o reservatório e conexões.

Remova o bujão de abastecimento e nível e o bujão de drenagem.

Faça marcas de referência e remova o reservatório.

Levantar a frente do trator, calçando os dois lados.

Esterce as rodas dianteiras para a direita e esquerda várias vezes até o batente, acionando-as com as mãos.

Limpar o reservatório internamente.

Substitua o elemento filtrante e anel vedador.

Recoloque o reservatório, observando as marcas de referência para montagem, aperte a porca fixadora.

Recoloque o bujão de drenagem, abasteça o reservatório com fluido recomendado.

Funcionar o motor em marcha lenta, girar a direção para a direita e para a esquerda várias vezes.

Deixar a haste do êmbolo do cilindro de pressão totalmente recolhida e completar o nível.

Parar o motor e recolocar o bujão de abastecimento e nível.

Direção hidrostática:

Neste sistema de direção tudo passa a ter acionamento hidráulico. A ligação entre os componentes é feita através de mangueiras.

Componentes:

Bomba hidráulica:

Do tipo de engrenagem. Recebe uma válvula de alívio, previamente regulada, que atua em o sobrecarga ou final de curso das rodas.

Unidade hidrostática:

Direciona o fluxo de pressão que vem da bomba hidráulica para o cilindro ou retorno para o reservatório de fluido.

Cilindro hidráulico:

Recebe o fluxo de pressão da bomba hidráulica direcionado pela unidade hidrostática. O acionamento da haste do cilindro provoca o giro das rodas.

Manutenção:

Lubrificante recomendado: Fluido ATF-A.

Verificar o nível do fluido a cada 50 horas de trabalho. Limpe o bujão de reabastecimento e nível com pincel e solvente. Funcione o motor (marcha lenta) e esterçar para a esquerda.

Remover o bujão de abastecimento e nível, o fluido deve gotejar pelo orifício. Se necessário completar o nível utilizando fluido da mesma marca do anterior. Usar funil limpo.

Recoloque o bujão de abastecimento e nível, aperte sem demasia.

Substituição do fluido e filtro:

(A cada 500 horas de trabalho).

Nota: Processo idêntico ao sistema servo-assistido.

Rodas

Convergência Frontal das Rodas

Ajuste:

Através da barra direita da direção.

Calibrar os pneus dianteiros.

Alinhe as rodas dianteiras com o trator apoiado ao solo.

Marque as bordas dos aros das rodas na parte interna a meia altura, na frente e atrás.

Com uma haste telescópica, tirar a medida na parte dianteira.

Passa a haste para a parte traseira com a distância conseguida na parte dianteira. A folga tem que ser de 2 a 3 mm (medir com um calibrador de lâminas).

Sendo necessário, ajuste essa diferença (folga) regulando a barra de direção direita.

Ajuste e manutenção dos rolamentos cônicos das rodas dianteiras:

Desmontar o cubo e lavar os componentes. Verificar rolamentos (capa e cone) e retentor. Montar o cubo com junta nova, dar um aperto na porca castelo da manga do eixo com um torque de 8 km gf (60 Lb.pé).

Afrouxar a porca um ou dois castelo a fim de obter uma folga axial de 0,05-0,13 mm.

Travar a porca.

Depois de montado, lubrificar o cubo com graxa, usando a graxeira.

Rodas dianteiras

A distância entre as rodas dianteiras pode ser ajustada desde 1,38 m até 1,98 m, com variações de 10 cm.

1. Afrouxe as porcas de fixação dos braços laterais (direito e esquerdo) do eixo dianteiro;
2. Remova os parafusos de trava das barras telescópicas de direção (direita e esquerda);
3. Levante a frente do trator com um “macaco” hidráulico;
4. Remova as porcas e os parafusos de fixação dos braços laterais (direito e esquerdo) do eixo dianteiro;
5. Desloque por igual, cada uma das rodas, para obter a bitola desejada;
6. Reinstale os parafusos de fixação dos braços laterais do eixo dianteiro e os parafusos de trava das barras telescópicas de direção;
7. Aperte firmemente todos os parafusos e porcas reinstaladas.

Nota: Nas bitolas maiores (1,88 e 1,98m) cada braço lateral ficará preso com 2 parafusos, devendo-se operar o trator em baixas velocidades e evitar trancos nas rodas dianteiras.

Rodas traseiras

A distância entre as rodas traseiras pode ser ajustada em várias medidas, exceto quando adotadas rodas com pneus “arrozeiros”, em que a bitola é fixa (72 pol.).

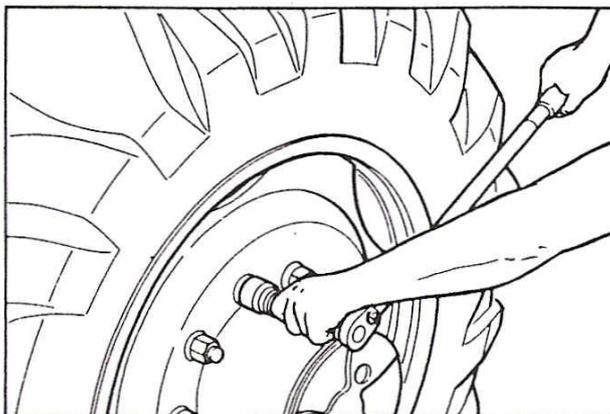


Figura 12. Ajuste das rodas traseiras. Fonte: Massey Ferguson (1989).

Rodas para bitola servo-ajustável (P.A.V.T.)

As rodas traseiras servo-ajustáveis possuem aros com trilhos de deslizamento inclinados, para mudança de bitola.

- Alterando-se as posições dos aros nos trilhos, obtém-se 6 bitolas diferentes;

— Invertendo-se a posição de montagem das rodas nos semieixos (face “L” ou face “M”), obtém-se mais 2 bitolas diferentes (as 2 posições restantes dos aros nas rodas. repetem 2 das bitolas já existentes no caso anterior);

1. Remova os dois batentes do trilho-mestre de uma das rodas;
2. Coloque um dos batentes no furo que corresponde à bitola desejada;
3. Afrouxe as porcas dos grampos de fixação do aro;
4. Dê partida ao motor e, com a marcha engatada e a roda oposta freada, controle com a embreagem o deslizamento da roda no aro, até encostar-se ao batente do trilho-mestre;
5. Desengate a marcha, desligue o motor e coloque o outro batente no trilho-mestre;
6. Aperte as porcas dos grampos de fixação do aro na roda;
7. Repita o processo na roda oposta.

Notas: 1. Nas bitolas máximas e mínimas, utiliza-se somente um batente em cada roda. As extremidades do trilho-mestre servirão de segundo batente.

2. Trocando as rodas de lado, observe o sentido de tração dos pneus, indicado por uma flecha.

Rodas traseiras de discos e aros

A distância entre as rodas traseiras pode ser ajustada em espaços de 10 cm.

As rodas traseiras são compostas de discos e aros. Tanto os discos como os aros podem ser usados nas posições normais ou invertidas.

De acordo com os pneus usados, as bitolas podem variar como segue:

Pneus 13.6/12 x 38, desde 1,42 m até 2,13 m

Pneus 14.9/13 x 28 ou 18.4/15 x 30, desde 1,52 m até 2,13 m

Nota: Sempre que a posição das rodas completas ou dos aros for mudada de um lado para outro do trator, deve-se observar a posição correta da rodagem dos pneus, verificando o sentido da flecha indicativa, a qual deverá sempre indicar o sentido de rotação com o trator deslocando-se para frente.

Lastreamento das Rodas com Água

Para aumentar a aderência dos pneus no solo, pode-se aumentar o peso das rodas, enchendo os pneus com água até 3/4 dos seus volumes internos.

1. Levante a roda e gire-a até que a válvula de ar do pneu fique bem na parte superior;
2. Retire a válvula, desenroscando-a do bico (com isto o pneu ficará sem pressão);
3. Aplique uma mangueira d'água encanada ao bico de enchimento do pneu, utilizando um dispositivo, o qual permite o escoamento do ar durante o processo. Prossiga até que a água atinja o nível do bico.

Caso não disponha do dispositivo, aplique a mangueira diretamente ao bico de enchimento, removendo-a de tempos em tempos, para aliviar a pressão interna do pneu.

4. Deixe escoar o excesso de água do pneu e reinstale a válvula no bico de enchimento.
5. Aplique ar comprimido ao pneu, no máximo até a pressão recomendada.

Serviços que deverão ser executados por mecânico do revendedor

10 H	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reapertar as porcas das rodas dianteiras e traseiras 2. Reajustar a tensão da correia do ventilador
50 H	<ol style="list-style-type: none"> 1. Substituir o óleo lubrificante do cárter do motor 2. Substituir o elemento filtrante de óleo lubrificante do motor 3. Reapertar as porcas e parafusos do cabeçote 4. Reajustar a folga das válvulas do motor
100 H	<ol style="list-style-type: none"> 1. Substituir o óleo da caixa de marchas, diferencial e hidráulico 2. Limpar o filtro da bomba do sistema hidráulico 3. Substituir o óleo dos cubos epicíclicos das rodas traseiras 4. Substituir o óleo do reservatório da direção hidráulica e o elemento filtrante

Fonte: Massey Ferguson (1989).

Bitola

As bitolas do trator são muito importantes para certos implementos, como arados, plantadeiras, e etc., e são ajustáveis em seguimentos de 10 cm. Tanto nas rodas dianteiras como nas traseiras.

Para alteração de bitolas, veja Operação e Manutenção de tratores.

Sempre que formos utilizar arados deveremos consultar o Quadro 1 abaixo.

Pneus traseiros do trator	Bitola dianteira e traseira		
	Arado fixo MF 202/204/206	Arado fixo MF 203/205	Arado reversível
11 x 28	1,42m (56")	1,52m(60")	1,52m(60")
12 x 38	1,42m (56")	1,52m(60")	1,52m(60")
13 x 24	1,52m (60")	1,62m(64")	1,62m(64")
13 x 28	1,52m (60")	1,62m(64")	1,62m(64")
14 x 30	1,52m (60")	1,62m(64")	1,62m(64")
15 x 30	1,62m (64")	1,62ou1,72m	1,62m(64")
15 x 30	1,62m (64")	1,62m(64")	1,62m(64")
18 x 26	1,62m (64")	1,62 ou 1,72m	1,62m(64")

Fonte: Massey Ferguson (1989).



Figura 13. Bitola de um trator.

Sistema Hidráulico 3 Pontos

Componentes

Alavancas do Sistema Hidráulico

1. Alavanca de Profundidade (externa) usar em operação com implementos de penetração tracionados (Ex.: arados).
2. Alavanca de Posição (interna) usar em operação com implementos de superfície (Ex.: pulverizador).
3. Alavanca de Reação obtém-se duas velocidades de queda do implemento rápida ou lenta. Para melhor conhecimento veja operação e manutenção de tratores Massey Ferguson.

A viga "C" tem três furos para o acoplamento do terceiro ponto o deve ser feito o acoplamento como segue abaixo

Implementos de Profundidade:

- n.º 1 - Solo de Textura Leve
- n.º 2 - Solo de Textura Média
- n.º 3 - Solo de Textura Pesada
- n.º 3 - Para Transportar o implemento.

Implementos de Posição:

- n.º 3 - Em qualquer Tipo de Operação.

Estabilizadores Reguláveis de Corrente

Os estabilizadores não devem ser utilizados como um meio de manter o implemento na linha de tração. Servem para impedir grandes desvios do implemento quando em serviço e evitar jogo lateral excessivo do implemento quando levantado.

Após ter efetuado no implemento todas as ajustagens necessárias, levá-lo totalmente e ajustar as correntes estabilizadoras de forma que as distâncias dos braços inferiores de levante aos pneus sejam iguais nos dois lados. Afrouxar meia volta no esticador de modo que a corrente fique com pequena folga. Apertar a contra porca de trava. Fazer a mesma regulação na corrente estabilizadora do outro lado.

Nota: No arado fixo soltar uma volta completa no esticador do lado esquerdo e não soltar nada no esticador do lado direito.

Caixa Niveladora/Nivelamento Transversal

A caixa niveladora está ligada ao braço nivelador direito, do trator o qual serve para facilitar o acoplamento e desacoplamento do implemento.

Após feito o acoplamento do implemento deve-se alinhar as marcas existentes no braço nivelador A com a borda superior do garfo B. Em resumo os dois braços de levante deverão ter o mesmo comprimento ou ainda, as duas barras de levante deverão ter a mesma altura em relação ao solo. Para facilitar esta operação pode-se utilizar a alavanca de posição.

Acoplamento

1. Barra de levante esquerda;
2. Terceiro ponto;
3. Barra de levante direita.

1. Dirigir o trator em marcha ré de encontro ao implemento, com baixa aceleração. Usando alavanca de controle de posição do hidráulico, baixar os braços de levante até alinhar a ferra do braço inferior esquerdo com o pino de engate do implemento. Deixar a transmissão em neutro os freios desacoplados e descer do trator.

2. Acoplar o terceiro ponto na torre do implemento. Este braço é telescópico e poderá ser regulado para o acoplamento na torre do implemento e também facilitar o acoplamento da barra de levante direita, caso a mesma tenha ficado afastada do pino de engate do implemento.

3. Acoplar a barra de levante direita no implemento com o auxílio do terceiro ponto e da caixa niveladora.

Obs.: Na roçadeira MF 880 deve-se acoplar primeiro as duas barras de levante devido a sua torre ser móvel, e por último o cardã.

Desacoplamento

Para desacoplamento do implemento escolha uma área plana e inverta a sequência feita no acoplamento.

Nivelamento Longitudinal

O nivelamento longitudinal do implemento é obtido através do comprimento do terceiro ponto.

Quanto mais comprido o terceiro ponto, mais baixo ficará a parte traseira do implemento. Quanto mais curto estiver o terceiro ponto, ocorrerá o contrário, ou seja, maior será a ação da parte dianteira do implemento.

Para facilitar esta operação pode-se utilizar a alavanca de profundidade.

Pinos de Engate

Tanto o trator como o implemento são providos de um sistema de engate de três pontos, classificado em categoria I e II.

Verifique qual o diâmetro do orifício das esferas das barras de levante e dos implementos que

vão ser usados os mesmos poderão ser:

Tomada de Potência

O eixo de tomada de potência encontra-se na parte posterior da carcaça ao diferencial.

Possui seis estrias e uma canaleta circular para assegurar a fixação positiva das cruzetas dos cardã dos implementos. O eixo de tomada deve funcionar com 540 rpm que é a velocidade padrão para eixos com seis estrias e diâmetro de 35 mm. Urna capa protetora, rosqueável, cobre inteiramente o eixo, a qual deve ser removida quando for utilizada a tomada de potência. O eixo de tomada de potência é comandado por meio de uma alavanca, situada na tampa lateral esquerda da carcaça central.

Em tratores de embreagens duplas quando for utilizada a tomada de potência há necessidade de retirarmos o garfo do furo número 1 do braço B e transportarmos para o furo número 2 do referido braço a fim de acionarmos os dois discos de fricção da embreagem.

Nota: A altura do pedal de embreagem ficará maior.

Após o término do uso de qualquer implemento que requeiram a embreagem recomenda-se que volte o garfo para o furo n.º 1.

Em tratores de embreagem simples não há necessidade de alterarmos o posicionamento do garfo em virtude de esta só ter um disco de fricção.

Para ligar o eixo da tomada de potência, aplicar o pedal da embreagem e deslocar a alavanca para trás, soltar o pedal devagar com o motor em baixa rotação.

Nota: Todas as operações com implementos acionados pela tomada de força requerem 540 RPM, e para obter-se esta rotação no eixo, o motor deverá estar entre 1600 a 1700 RPM.

Barra de tração oscilante

A barra de tração deste trator é usada para engate de carretas ou implementos de arrasto. Pode ser fixada lateralmente ou pode oscilar livremente. Quando não em uso, a mesma poderá ser reposicionada para frente. Quando a barra de tração tiver seu uso prolongado, convém acionar os braços de levante do hidráulico algumas vezes ao dia, a fim de evitar auto-engripamento por falta de movimento dos referidos braços.

Regulagens

Arado

Eixo Transversal

O eixo transversal do arado pode ser deslocado transversalmente sob o corpo do arado para se obter maior ou menor aproximação do primeiro disco em relação à roda direita traseira do trator.

O eixo transversal deverá ser fixado de forma que a distância entre a face do eixo e a haste do suporte, no lado direito, seja de 76mm (3"), nos arados MF 202/20W204 ou 100 mm (4 arados MF

205/206, conforme indicado em 'X'.

Essa distância poderá necessitar, todavia, de reajuste, conforme as condições do terreno.

Nota: Nos arados MF 202, MF 203 e MF 204 a posição do eixo transversal pode também ser modificada através da rotação do eixo. O eixo transversal possui do lado direito um rasgo indicador para alinhar com os números gravados no suporte (1, 2 e 3), obtendo se três posições diferentes da linha longitudinal do arado.

Normalmente, o eixo permanece na posição n.º 2 (em que os cotovelos existentes em ambos os lados do eixo ficam na mesma linha). Esta posição atende a todas as regulagens necessárias.

Todavia, pode-se, em condições específicas, alinhar o eixo nas posições n.º 1 e 3.

Posição n.º 1 (o cotovelo do lado direito do eixo transversal fica mais próximo do trator do que o cotovelo esquerdo): para terrenos planos, leves e textura uniforme. Posição n.º 3 (cotovelo do lado direito do eixo transversal, fica mais distante do trator do que o esquerdo): para solos muito duros.

Mola da Roda-Guia

O disco da roda-guia deve ficar suficientemente apoiado ao solo, resistindo aos esforços transmitidos pelos discos do arado.

A regulagem da mola determina a parcela de peso do arado que se transfere à roda-guia. Em solos molhados ou soltos, a roda-guia deverá receber maior parcela de peso do implemento apertando o parafuso, evitando a deslocação lateral do arado. Em solos duros, deve-se reduzir a pressão da mola, resultando maior transferência de peso do arado aos discos e aumentando, em consequência, a penetração.

Nota: A regulagem da tensão da mola deve ser feita com o excesso de afrouxamento e perda da mola.

Parafuso de Fixação do Eixo da Roda-Guia

Angulo de Corte dos Discos

Os discos podem ser ajustados em ângulos verticais e horizontais a fim de atender às várias condições de aração. Existem três entalhes no suporte do disco permitindo três ângulos alternativos, podemos estabelecer o ajuste dos discos nos entalhes com as seguintes condições do solo:

nº 1 - Solo de textura leve

nº 2 - Solo de textura médio

nº 3 - Solo de textura pesada.

Em resumo deve-se lembrar que a redução do ângulo vertical e aumento do ângulo horizontal melhoram a penetração dos discos em solos duros e o inverso para solos leves.

Cunha

Uma cunha separada acompanha cada disco, montada atrás do parafuso esquerdo de cada

suporte.

Ao aplicar-se a cunha entre o suporte do disco e o braço do arado resulta na alteração do ângulo horizontal em 5 graus nas posições 1, 2 e 3. Isto vai melhorar a rotação de cada disco e deve ser usado principalmente em solos onde haja palha.

Limpadores (Tombadores)

Os limpadores servem para manter os discos limpos e controlar o desvio da leiva (terra lavrada).

Em condições normais, devem ser regulados de maneira que a parte inferior dos limpadores fique um pouco acima dos centros dos discos. É importante que todos os limpadores sejam regulados na mesma posição, para manter um trabalho uniforme de aração. Os limpadores são reguláveis em quatro sentidos, a saber:

1. A haste do limpador poderá ser levantada ou baixada dentro do parafuso especial.
2. O grampo possui encaixes graduados para regular a posição do limpador em relação à face do disco.
3. Ajustes mais exatos são obtidos girando-se o grampo sobre o bloco.
4. O ângulo entre o limpador e a face do disco poderá ser ajustado por meio do rasgo existente no suporte do limpador. Este ajuste determina a maneira como a leiva deverá ser dirigida, especialmente para cobertura de palha. Após efetuar os ajustes dos limpadores, girar os discos com a mão para assegurar-se de que não estejam tocando nos limpadores. Quando o disco não girar livre, haverá tendência para embuchar, especialmente em solo com muita palha.

Discos de Corte

O espelhamento dos discos é responsável pelo bom tombamento. Limpe os discos diariamente ao término do serviço, com um pano seco. Proteja com uma camada de óleo queimado para evitar ferrugem. Para um período maior de inatividade, proteja com graxa.

Os discos podem ser lisos ou recortados. Os discos recortados são usados principalmente para solos onde tenha muita palha.

Roda Guia

A roda-guia, além de permitir maior ou menor profundidade de penetração dos discos é responsável pelo alinhamento do conjunto trator/arado, agindo como um leme e mantendo uma linha de tração equilibrada, impedindo desvios laterais.

Serve, portanto, para estabilizar a parte traseira do arado e manter a posição desejada fim de controlar a largura de corte do primeiro disco.

O eixo da roda-guia possui um sulco longitudinal destinado a determinar a inclinação do

conjunto. Esse sulco indica a inclinação da roda-guia, de 5 em 5 graus, coincidindo com marcas existentes no suporte. O 2.o traço, a partir da esquerda, indica claramente a inclinação de 5 graus, que atende satisfatoriamente à média das condições do terreno.

Além disso, pode-se girar o eixo para outros ângulos, em caso de necessidade. Para aumentar o ângulo de inclinação da roda-guia, girar o eixo no sentido anti-horário. Para diminuir, girar no sentido horário. Esses ajustes afetam a largura de corte do disco aumentando o ângulo, diminuirá a largura de corte do disco e vice-versa. Deve-mantê-lo no mínimo possível, a fim de não sobrecarregar o mancal e não produzir sulco incorreto no terreno.

Quando a frente do trator puxar para a direita, direcione a roda-guia também para direita, abrindo o ângulo. Faça os ajustes até obter uma linha de tração equilibrada, ou seja o trator deve tracionar o arado sem desvio de linha e sem que seja necessário o uso da direção, freios ou estabilizadores para manter o arado no sulco.

Conversor

Os arados permitem a aplicação de mais um disco suplementar.

Para instalação do conversor, retirar a capa traseira do arado. Em seguida, retirar os tampões dos orifícios do corpo do arado e introduzir o conversor na parte traseira do corpo. Fixar o conversor com os parafusos e porcas que acompanham o conjunto.

A roda-guia, suporte articulado e parafusos de fixação deverão ser transferidos para o disco suplementar, sendo que o suporte do disco anterior será fixado com os parafusos fornecidos com a extensão.

Recolocar a capa e o parafuso especial na extremidade traseira do conversor.

Lastreamento do Arado

Para auxiliar a penetração dos discos em terrenos excessivamente duros, deve-se adicionar peso na parte interna do tubo do arado. Para isto basta retirar a capa da extremidade traseira e introduzir pesos. Recomenda-se esta prática somente para aração em solos muito duros de difícil penetração.

Igualmente é possível instalar na torre do arado pesos piramidais de funcionamento opcional. Cada lado da torre poderá receber dois pesos, perfazendo o total de quatro pesos piramidais.

Cavalete de Sustentação

O cavalete possui mola que o mantém sob certa pressão, nas posições vertical e horizontal. Antes de desacoplar o arado, o cavalete deverá ser fixado na posição vertical. Após acoplar o arado, girar o cavalete para a posição horizontal. Mesmo que o operador se esqueça de girar o cavalete para a horizontal, isto se dará automaticamente quando o trator se deslocar, em virtude da ação da mola, justamente destinada a mantê-la na posição horizontal.

Manutenção

Os pontos do arado que requerem atenção de manutenção são três, a saber:

1. Eixo de articulação do suporte da roda-guia;
2. Cubo da roda-guia
3. Cubos dos discos

Eixo de Articulação

O eixo de articulação do suporte da roda-guia deverá ser lubrificado diariamente, através do pino graxeiro localizado no suporte fixo.

Cubo da Roda-Guia

Lubrificar diariamente o pino graxeiro do cubo da roda-guia.

O conjunto da roda-guia deverá ser desmontado uma vez por ano.

Limpar os seus componentes e verificar quanto ao desgaste. Para desmontar o conjunto, retira-se a calota da roda-guia, a copilha, porca-castelo, arruela e o cone do rolamento externo. Não é necessário desmontar o rolamento interno e o vedador, a menos que estejam danificados.

Ao montar o conjunto, aplicar graxa tanto no eixo como no cubo da roda, inclusive no rolamento. A porca-castelo deverá ser apertada até encontrar resistência e depois afrouxada um pouco até que o rasgo mais próximo coincida com o orifício de locação. A seguir, colocar o contra pino. Aplicar graxa e instalar a calota na roda.

Cubos dos Discos

Desmontar, limpar e lubrificar os cubos dos discos somente uma vez por ano.

Para desmontar:

1. Remover o contrapino, a porca-castelo, a arruela e o cone do rolamento externo. Em seguida sacar o cubo do disco.
2. Limpar todos os componentes e substituir o vedador, caso esteja gasto ou impregnado de graxa.
3. Lubrificar as demais peças com graxa. Montar os componentes.
4. Apertar a porca-castelo até encontrar resistência. Afrouxar até que um rasgo da porca coincida com o orifício de locação. Aplicar o contra pino.
5. Colocar em seguida a capa e junta, deixando duas voltas frouxas, antes de encostar no suporte. Remover o tampão de cabeça quadrada existente no suporte e substituí-lo por um pino graxeiro.
6. Aplicar graxa com uma bomba manual até extravasar em torno da capa do suporte. Em seguida, retirar o pino graxeiro, apertar totalmente a capa e frenar com o arame.
7. Recolocar o tampão original no lugar.

Armazenamento

Todas as peças polidas pela ação do trabalho deverão ser protegidas com graxa resistente. Antes de guardar o arado por tempo prolongado. Aplicar óleo nessas peças somente se o arado ficar fora de atividade durante pouco tempo.

Conselhos para uma boa aração

Certifique-se que o arado esteja perfeitamente nivelado (longitudinal e transversalmente).

Mantenha a velocidade de deslocamento sempre constante, para que a superfície e a profundidade de trabalho sejam uniformes. Lembre-se que o sistema hidráulico reage aos esforços encontrados. Se for determinada uma profundidade de aração de certa velocidade, aumentando-se ou diminuindo-se esta, haverá alteração na profundidade. A velocidade constante também é responsável pelo nivelamento da superfície arada e pelo tombamento uniforme das leivas

A rotação do motor deve situar-se na faixa entre 1600 e 1800 rpm. Mantenha uma rotação constante, dentro desta faixa.

A marcha indicada é 3.a, a 4.a ou 5.a velocidade, de acordo com as condições do terreno.

Em casos de patinação excessiva da roda traseira esquerda retire um ou mais contrapesos da roda traseira direita e coloque-os na roda esquerda.

O espelhamento dos discos é responsável pelo bom tombamento. Limpe os discos diariamente ao término do serviço, com um pano seco. Proteja com uma camada de óleo queimado para evitar ferrugem. Para um período maior de inatividade, proteja com graxa.

Guie o trator de modo que a roda dianteira fique paralela à parede do sulco e no centro do mesmo. Evite assim desgastes do pneu e esforços desnecessários na manga de eixo, rolamento e terminais da direção.

Mantenha sempre constante a distância do pneu dianteiro à parede do sulco, para que todos os discos cortem por igual.

No encontro de duas arações forma-se uma valeta a qual deve ser fechada. Regule o arado de forma que o primeiro disco fique o mais baixo possível (aumente o braço direito nivelador e encurte o terceiro ponto). A operação de tampar a valeta deve ser feita em duas passagens. Leve a alavanca de profundidade ao ponto de maior sensibilidade. Guie o trator com a roda dianteira próxima à parede, como se fossa arar. Leve a alavanca de controle de reação para reação na marcha mais rápida. Imprima uma velocidade maior (1.800 a 2.000 rpm) e faça a operação na 5.a velocidade.

Ocorrências	Correções
Arado não afunda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abaixar alavanca de profundidade 2. Diminuir a pressão da mola da roda-guia 3. Colocar discos em pé (n.º 3) 4. Colocar lastro (corpo/torre) 5. Reduzir velocidade do trator 6. Diminuir largura de corte 7. Afiar discos
Arado afunda muito	<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantar alavanca de profundidade 2. Retirar lastro total 3. Aumentar pressão da mola da roda-guia 4. Colocar os discos mais inclinados (n.º 1) 5. Aumentar largura de corte 6. Aumentar velocidade do trator
Trator puxa para a direita	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajustar bitola do trator 2. Regular estabilizadores 3. Ajustar manivela niveladora 4. Ajustar 3.º ponto 5. Regular eixo transversal (3"/4") 6. Aumentar pressão mola roda-guia 7. Aumentar ângulo roda guia
Trator puxa para a esquerda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Efetuar os ajustes de 1 a 6 acima 2. Diminuir ângulo roda-guia
Os discos embucham com facilidade	<ol style="list-style-type: none"> 1. Efetuar regulagens dos limpadores 2. Colocar as cunhas 3. Diminuir profundidade das arações 4. Aumentar velocidade do trator 5. Colocar discos recortados
Roda-guia desregula com facilidade	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proceder a regulagem do parafuso de fixação
Aração irregular	<ol style="list-style-type: none"> 1. Regular bitola do trator 2. Regular terceiro ponto 3. Regular limpadores 4. Regular manivela niveladora 5. Velocidade trator (constante) 6. Excesso de curvas em aração 7. Controlar profundidade 8. Freqüentes patinagens 9. Discos gastos (substituir) 10. Trator mal posicionado no sulco
Trator patina muito	<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantar alavanca de profundidade 2. Colocar água nos pneus 3. Verificar pressão pneus (12/14) 4. Colocar pesos rodas traseiras 5. Diminuir largura de corte 6. Colocar cunhas 7. Diminuir pressão mola roda-guia 8. Colocar discos n.º 1 9. Reduzir marcha de trabalho 10. Colocar alavanca de reação p/lenta
Arado trepida em trabalho	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abaixar alavanca de profundidade 2. Colocar alavanca de reação p/lenta 3. Aumentar pressão mola roda-guia 4. Reduzir marcha de trabalho
Somente roda esquerda patina	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deixar o pneu esquerdo com 2 lb/pol² a menos que o direito 2. Tirar um peso roda direita e passar para a esquerda

Fonte: Massey Ferguson (1989).

Roçadeira Central

1. Plataforma
2. Roda de Profundidade
3. Eixo limitador da altura de corte da parte traseira
4. Patins dianteiros
5. Patins traseiros
6. Correntes de sustentação da parte dianteira
7. Cardã
8. Torre oscilante
9. Conjunto acionador das facas
10. Polia e correias
11. Pinos de engate
12. Chapa de enleiramento

Especificações

Rotação recomendada na tomada de força	540 rpm
Largura de corte	1,68 m
Altura de corte regulável	De 25 a 200 mm
Velocidade nas pontas das facas	4,470 rpm/minuto
Dimensões	
Comprimento	2,44 m
Altura da torre	1,22m
Largura	1,88m
Peso aproximado	429 kg
Acessórios opcionais	Pinos de engate Cat. 1

Regulagem da Altura de Corte

Na parte dianteira a roçadeira possui um conjunto formado por triângulo, correntes e chapas perfuradas, o qual deverá ser acoplado diretamente na carcaça central do trator, conforme figura abaixo. O mesmo sustenta a parte dianteira da roçadeira tornando-a independente do sistema hidráulico do trator em relação ao controle de profundidade. Através do triângulo, dos elos das correntes e das chapas perfuradas poderemos aumentar ou diminuir a altura de corte como segue:

Levantar a roçadeira pela alavanca de posição até que a altura entre o patim dianteiro da roçadeira e o solo seja a desejada. Fazer o ajuste entre o triângulo, os elos das correntes e as chapas perfuradas.

Após o ajuste da altura frontal da roçadeira, ajustar a altura da parte traseira a qual deve ficar 25 mm mais alta que a parte frontal, utilizar a roda de profundidade.

Para fazer este ajuste, levantar a parte traseira da roçadeira pela alavanca de posição até que altura do patim traseiro em relação ao solo seja 25 mm maior que a altura ajustada na parte frontal. Limitar a altura pela haste da roda traseira.

Conseguindo os ajustes anteriores deve-se esticar ou encurtar o 3.o ponto de tal forma que o articulador do cabeçalho fique na posição vertical, que possibilitará ao implemento acompanhar as irregularidades do terreno.

Nota: Quando abaixarmos totalmente a alavanca de posição, o implemento ficará sob a ação das correntes e da roda traseira. O implemento ficará ligeiramente inclinado para frente, o que é absolutamente necessário para que a massa cortada tenha livre saída, evitando desta forma o embuchamento.

Chapa de Enleiramento e Canal de Fuga

Uma chapa de enleiramento, fixada por parafusos, serve para dirigir o fluxo do material roçado, formando feiras, que facilitam o posterior recolhimento.

Quando operarmos o implemento em áreas onde a vegetação é densa ou quando não formos recolher o material roçado devemos retirar a chapa de enleiramento.

Eixo Cardã

De engate rápido, com duas juntas universais, possui um pino fusível e um parafuso de segurança cuja função é evitar que o cardã saia de seu alojamento quando há quebra do pino fusível.

Nota: Ao montar o cardã observe o alinhamento das luvas conforme figura acima.

Caixa de Acionamento

Serve para aumentar e transferir a rotação de saída do trator para o eixo de acionamento das facas.

Nota: Ver manutenção.

Correias/Polias

A roçadeira possui três correias em V cuja tensão é zero ou seja bem esticadas. Para ajuste das correias soltar os parafusos A e B em ambos os lados dos conjuntos e apertar a porca C também em ambos os lados do conjunto, para esticar as correias, conseguindo o ajuste e apertar as porcas A e B.

Nota: Em caso de troca de correias, as três correias devem ser substituídas em jogo completo.

Durante a substituição de correias deve ser feito o alinhamento entre polias o me perfeito possível, o que se consegue nos quatro parafusos fixadores da caixa D.

Eixo acionador das facas

Transfere a rotação das polias para as facas de corte.

Quando se tornar perceptível um jogo axial no eixo acionador das facas, reapertar a porca castelo com torque de 30 a 40 Lb.pol (2,1 a 2,8 kgm), ou seja, até o ponto que a polia possa ainda ser girada com a mão. Esse aperto deverá ser verificado sempre que se trocar correias ou quando se desmontar o cubo.

Facas

As facas do conjunto são escamoteáveis e reversíveis.

Escamoteáveis

Quando há um aumento da carga a ser cortado muito grande as mesmas fecham-se e vice-versa.

Reversíveis

Podem ser viradas quando termina o fio em um dos lados.

Nota: Nunca se deve colocar facas novas sem antes pesá-las, para que haja um balanceamento dinâmico quando em altas rotações.

Operações de Campo

Marcha de trabalho dependerá exclusivamente da massa a ser roçada.

Rotação do motor de 1600 a 1800 RPM.

Ao iniciar um trabalho o operador deverá programar as manobras de campo da esquerda para a direita, a fim de que a massa já cortada seja enleirada fora da massa a ser cortada.

Manutenção

Diariamente

— Lubrificar os 5 pinos graxeiros

2 no carda; 1 na roda de profundidade; 1 na haste da roda de profundidade; 1 na polia dianteira

— Examinar o estado do pino fusível

— Examinar o estado e tensão das correias

— Examinar o alinhamento das polias

— Examinar o nível de óleo da caixa de acionamento, caso necessário adicionar óleo SAE 90 EP até escorrer pelo bujão de nível.

— Examinar o estado de fixação das facas (por questão de segurança nunca entre sob a roçadeira com o trator em funcionamento, ou sem antes calçá-la com um cavalete).

A cada 200 horas de trabalho

— Substituir o óleo da caixa de acionamento (SAE 90 EP).

Para substituição do óleo é necessário retirar a caixa do seu alojamento a fim de permitir a remoção do lubrificante.

Ao posicioná-la em seu lugar novamente nunca devemos esquecer-nos do alinhamento das polias.

Caixa de Acionamento (Ajuste)

— Folga entre dentes da coroa e pinhão, pré-carga torciométrica dos rolamentos.

Desmontar a caixa, lavar as peças e examiná-las, se constatado algum problema fazer a substituição necessária.

Montagem e Ajuste

— Instalar as capas dos rolamentos do pinhão na carcaça.

— Instalar o cone do rolamento maior no pinhão.

— Instalar o pinhão na carcaça.

— Instalar o cone do rolamento menor no pinhão.

— Montar o retentor com adesivo “3M” até facear a carcaça.

— Montar o anel “O”.

— Instalar a flange, a uma certa quantidade de calços com a sua arruela. Arruela e parafuso.

— Apertar o parafuso com 9 kgm.

— Com um torquímetro agora de Lb.pol acoplado ao parafuso verificar qual o torque giro, o mesmo deve estar entre 5 a 15 Lb.pol. Caso este torque esteja abaixo do especificado deveremos retirar calços, se o torque estiver acima deveremos colocar calços. As medidas dos calços encontram-se na lista de peças.

Colocar a coroa em seu alojamento, com a sua respectiva tampa e um número de juntas necessárias para após o aperto dos 5 parafusos com 6 kgm, possa girar o conjunto com as mãos sobre carga moderada. Há juntas com espessuras diferentes veja lista de peças.

Colocar um parafuso fixador da polia em seu lugar e apertar o suficiente para travar a flange.

Verificar no eixo da coroa com um micro comparador qual a folga entre dentes. A mesma deverá estar entre 0,10 e 0,30 mm.

Caso a folga esteja menor coloca-se um calço mais grosso atrás da capa do rolamento. Caso esteja maior coloque um mais fino.

Quando necessitar troca da espessura do calço automaticamente a pré-carga da coroa pinhão irá ser alterada, a mesma deverá ser compensada tirando ou colocando-se calços.

A pré-carga torciométrica final do conjunto coroa/pinhão deverá ser de 8 a 22 Lb.pol, vista com um torquímetro acoplado no parafuso do pinhão.

Concluído todos os ajustes, colocar o tampão com junta plástica.

Colocar o conjunto em uma morça e adicionar óleo SAE 90 EP ou HD até vazar pelo nível e colocar o tampão.

Analisar se o respiro está desobstruído e colocá-lo no lugar, Montar a polia.

Montar a caixa de acionamento na roçadeira.

Possíveis Falhas na Operação

Ocorrências	Causa provável
Tomada de potência não liga, raspa os dentes ao ser solicitada, ou fica difícil de desengatar	Varão colocado errado, posicionar o furo no 2.o do braço B Disco secundário colado Folga interna do 2.o gafanhoto além do especificado (2mm) Disco secundário
Implemento vibra quando em trabalho	Cardã empenado, cruzetas gastas, excesso de rotação, facas com pesos diferentes ou quebrados, parafusos que prendem as facas ao porta faca, ou o porta facas ao eixo soltos. Arames enrolados no eixo porta-maças durante o trabalho
Quebras das correntes de sustentação, pinos, chapas perfuradas ou triângulo	Falha na regulagem do 3.o ponto A chapa de articulação do cabeçalho deverá ficar bem na vertical
Roçadeira embucha com facilidade	Falta rotação, velocidade de deslocamento elevada, correias patinando, retirar a chapa de enleiramento, roçadeira paralela ao solo, facas sem fio, manobras erradas
Conjunto acionador das facas aquece excessivamente quando em operação	Folga excessiva das correias patinando, excesso de pré-carga nos rolamentos cônicos. O implemento está sendo solicitado em demasia. Óleo incorreto com as especificações
Caixa de acionamento joga óleo pelo respiro	Excesso de óleo, óleo grosso, retirar o bujão de abastecimento da linha de ataque do óleo bombeado pelos dentes da coroa, polias gastas superaquecendo o conjunto, correias frouxas
A massa roçada é lançada em golfadas para trás	A roçadeira está paralela ao solo
Correias quebram ou dilaceram com facilidade	Pedaços de detritos dentro do compartimento das correias, excesso de tensão, correias novas juntas com correias usadas, polias com os canais gastos atingindo o fundo.
Pino fusível quebra constantemente	Pedras ou tocos na área, pino fusível não original, folga entre a luva e o eixo da coroa. Folga entre o eixo e o porta facas, facas com diferenças de peso

Fonte: Massey Ferguson (1989).

Grade Hidráulica

Constituição

1. Armação
2. Torre
3. Viga Central

4. Viga Porta Discos
5. Pino de Engate
6. Guias Corrediças
7. Discos de Corte
8. Disco de Acabamento
9. Espaçador
10. Mancal
11. Secção de Discos

Especificações

Número de discos	22	28	30
Secção dianteira	10	12	14
Secção traseira	12	14	16
Largura de corte (m)	2.2/2.4	2.5/2.7	3.1/3.3
Peso aproximado c/ disco 18"	519	548	577
Peso aproximado c/ disco 20"	554	589	625
Diâmetro dos discos de corte	457mm (18") ou 508mm (20")		
Diâmetro dos discos de acabamento	406 mm (16") ou 457 mm (20")		
Tipos de discos	Lisos e/ou recortados		
Acessórios	Limpadores de discos Pino de engate cat. 1		

Fonte: Massey Ferguson (1989).

Ajustes dos Ângulos de Corte

Antes de iniciar o trabalho com a Grade de Discos recomenda-se verificar o aperto das porcas, o ajuste dos limpadores de disco (opcionais) e o ajuste da folga entre os conjuntos de discos, isto é, na secção dianteira deve haver uma folga de 1 cm entre as faces externas dos discos internos de cada conjunto, estando o pino manual colocado no orifício dianteiro. Regula-se a folga, afrouxando as porcas fixadoras dos parafusos "U" e afastando ou aproximando cada conjunto de discos.

Na secção traseira, a folga entre as bordas dos discos internos de cada conjunto deve ser de 35 a 40 cm, na posição mais fechada, isto é, com o pino manual colocado no orifício traseiro nas grades de 22 discos ou de 40 a 45 cm, nos modelos de 26 e 30 discos.

Durante o trabalho, deve-se ajustar o ângulo dos discos de forma a conseguir-se -s melhores resultados. A prática demonstrará ao operador quais as ajustagens mais recomendáveis.

Os conjuntos de discos da secção dianteira oferecem ajustes de ângulo, começando com 14°30', a seguir 17°, 19°30', e 22°.

Na secção traseira os ângulos são 13°30', 16°, 18° e 20°.

Para efetuar o ajuste, basta retirar o pino manual de cada secção, deslocar a guia corrediça e

recolocar o pino no orifício selecionado.

Recomenda-se operar o trator na marcha mais adequada às condições do solo e topografia.

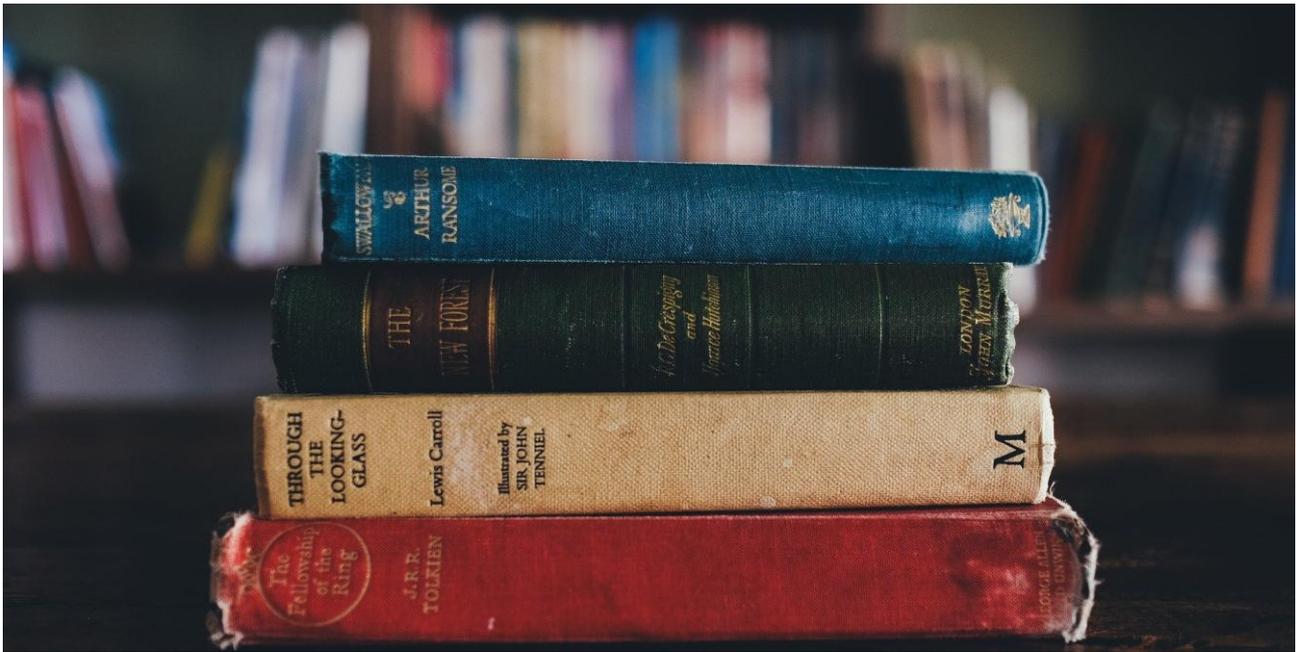
Nota: É recomendável aplicar no trator o jogo de pesos dianteiros tipo pára-choque, quando em uso a Grade de discos, a fim de oferecer melhor controle na direção. Evitar colocar pesos no implemento.

Manutenção

1. Lubrificar diariamente os pinos graxeiros dos carretéis.
2. Reapertar, periodicamente, todas as porcas e parafusos.
3. Ao desacoplar a grade, guardá-la em lugar coberto e isento de umidade.
4. A fim de evitar, oxidação, recomenda-se aplicar nos discos uma camada de graxa ou óleo queimado, quando não em uso.

Quadro de manutenção e lubrificação	
10 H	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar o nível de óleo do cárter do motor 2. Verificar o nível de água do radiador 3. Verificar indicador de restrição e acionar a válvula de descarga do filtro de ar 4. Drenar o filtro de combustível para eliminar a água 5. Engraxar todos os pinos graxeiros do trator 6. Examinar o estado das borracha de vedação
50 H	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reajustar a tensão da correia do ventilador 2. Verificar o nível de óleo da caixa de mudanças, hidráulico e diferencial 3. Limpar o elemento principal do filtro de ar seco 4. Verificar o nível do óleo da direção hidráulica 5. Examinar o curso livre do pedal da embreagem 6. Limpar os terminais da bateria e verificar o nível da solução eletrolítica 7. Calibrar a pressão dos pneus
100 H	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar o nível do óleo dos cubos epicíclicos das rodas traseiras
200 H	<ol style="list-style-type: none"> 1. Substituir o óleo lubrificante do motor 2. Substituir o elemento do filtro de óleo do motor 3. Substituir o elemento do filtro de combustível 4. Verificar o nível de óleo da caixa de direção 5. Substituir o elemento principal do filtro de ar seco 6. Reajustar o curso livre do pedal da embreagem 7. Reajustar o curso livre dos pedais de freio
500 H	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpar o tubo do respiro do motor 2. Substituir a água do radiador, adicionando óleo solúvel 3. Substituir o óleo da direção hidráulica e o elemento filtrante 4. Reajustar os bicos injetores(atraves de um mecânico)
750 H	<ol style="list-style-type: none"> 1. Substituir o óleo da caixa de marcha, hidráulico e diferencial 2. Lavar o filtro da bomba do sistema hidráulico 3. Reajustar a mola mestra e os quadrantes da tampa hidráulica 4. Substituir o óleo dos cubos epicíclicos das rodas traseiras 6. Desmontar os cubos das rodas dianteiras, substituir a graxa e ajustar
1000 H	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lavar o elemento filtrante do tanque de combustível 2. Substituir o elemento secundário do filtro de ar seco 3. Examinar as escovas e rolamentos do gerador e motor de partida 4. Examinar o estado dos vedadores de borracha das caixa de marcha 5. Examinar o estado dos vedadores de borracha da mola mestra do hidráulico

Fonte: Massey Ferguson (1989).



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MASSEY FERGUNSON. Operação e manutenção de tratores MF. Canoas, 1989. 49p.

SILVA, H. E. P. Apostila de máquinas e motores. Areia. s/d. 60p.

TEXACO. Texaco Inc. Fundamentos de Lubrificação - Terraplanagens. 1989. 52p.

TEXACO. Chevron Brasil Ltda. Fundamentos de Lubrificação. 2005. 79p.



CURRICULUM DO AUTOR

Paulo Roberto Megna Francisco: Atuou como Pesquisador de Desenvolvimento Científico Regional de Interiorização na Universidade Federal da Paraíba - UFPB - CCA/Areia. Graduando em Engenharia Agrícola pela UFCG. Doutorando em Recursos Naturais (Concentração em Engenharia de Recursos Naturais). Possui Doutorado em Engenharia Agrícola (Concentração em Irrigação e Drenagem) pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG (2013), Mestrado em Agronomia - Manejo de Solo e Água (Concentração - Agricultura Sustentável e Planejamento Ambiental) pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB - Areia (2010) e Graduação em Tecnologia Agrícola - Mecanização pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP - Bauru (1990). Tem experiência na Docência na área de Agronomia, com ênfase em Mecanização Agrícola, Máquinas e Implementos Agrícolas e Máquinas Agrozootécnicas. Atuando atualmente como pesquisador e colaborador em projetos junto à UFPB Campus de Areia e Campus de João Pessoa, UFCG - Campus de Campina Grande e Campus de Sumé. Tem experiência em classificação técnica e mapeamento de solos, aptidão agrícola, capacidade de uso do solo, geoprocessamento, cartografia, sensoriamento remoto, geoestatística, geração de balanço hídrico e índices climáticos. Prestou consultoria para o INCRA/PB na realização de PDAs. Atualmente é Consultor Ad hoc do CONFEA como organizador do CONTECC. Editor Chefe da Editora Portal Tecnológico-EPTEC.
paulomegna@gmail.com

