

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DE TRACTORES AGRÍCOLAS

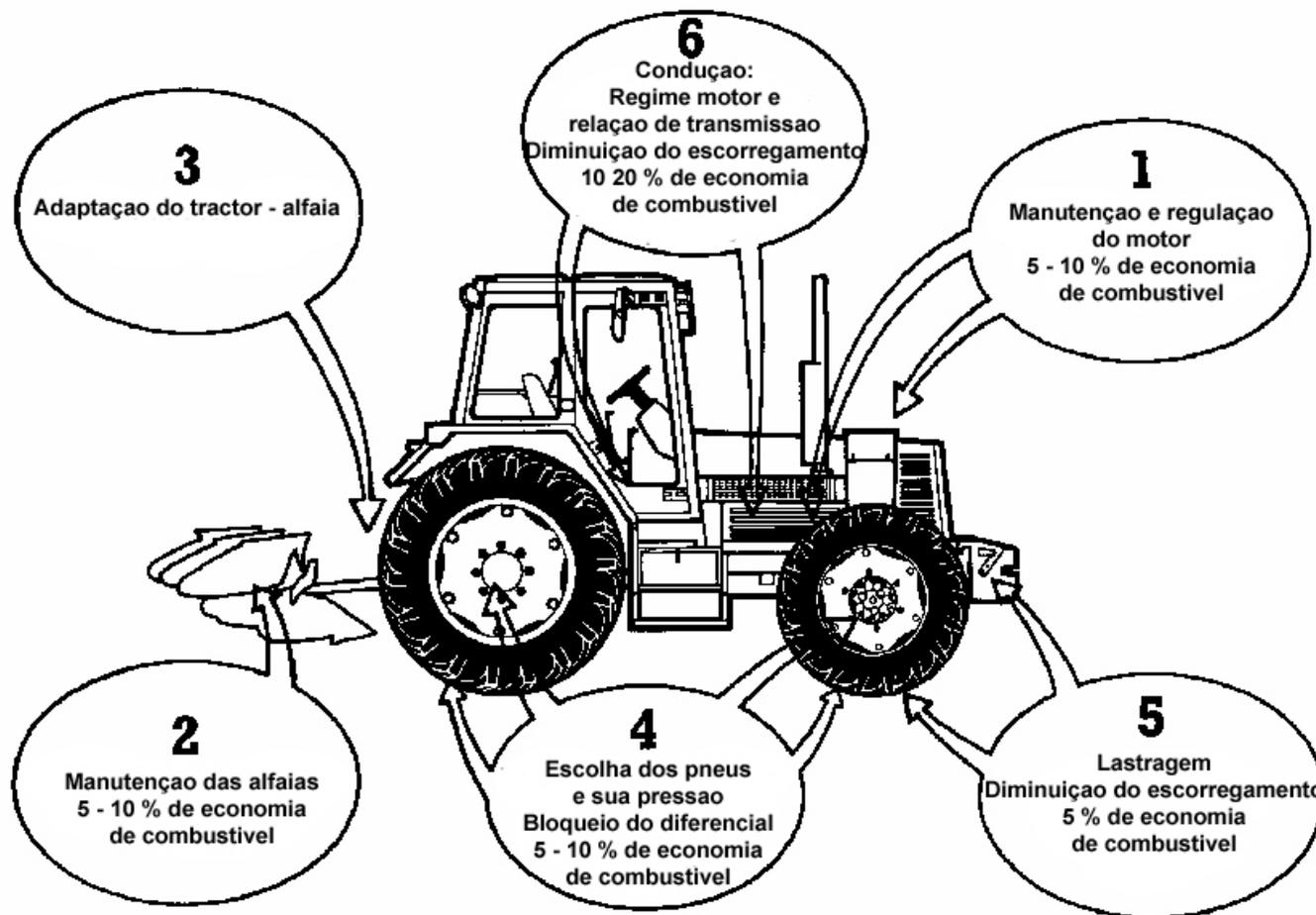
**Curso de formação de operadores
de máquinas agrícolas**

Fernando A. Santos
www.utad.pt/~fsantos

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DE TRACTORES AGRÍCOLAS



Os combustíveis representam o principal custo de utilização de um tractor.

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DE TRACTORES AGRÍCOLAS

- 1- Manutenção e utilização do motor
- 2- Manutenção das alfaias
- 3- Adaptação do par tractor - alfaia
- 4- Escolha dos pneus e sua pressão
- 5- Distribuição de massas (lastragem) no tractor
- 6- A condução dos tractores

MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DE TRACTORES AGRÍCOLAS

1- MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DO MOTOR

1.1- Sistema de alimentação de ar

1.2- Sistema de distribuição

1.3- Sistema de injeção

1.4- Sistema de refrigeração

1.5- Sistema de lubrificação

1.6- Sistema eléctrico

**1.7- Principais deficiências de manutenção do motor
que afectam o consumo**

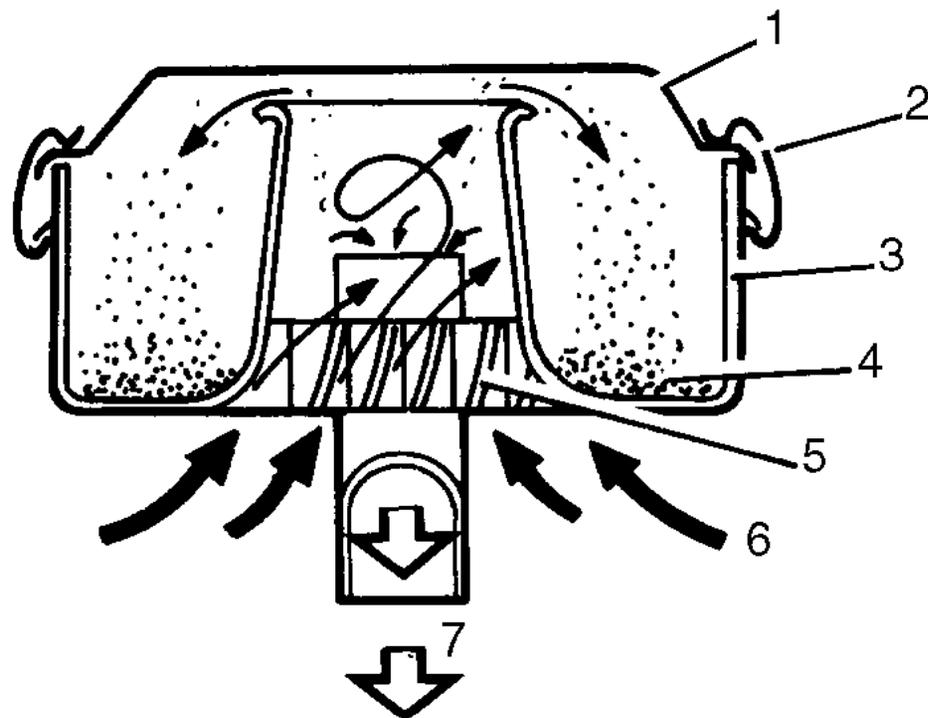
1- MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DO MOTOR

1.1- Sistema de alimentação de ar

Constituição e funcionamento

Manutenção dos filtros de ar

- 10% menos de ar aspirado conduz a um aumento do consumo de 7%;
- 20% menos de ar aspirado conduz a um aumento do consumo de 22%.



Representação de um pré-filtro centrífugo.

- 1- Tampa 2- Grampos 3- Taça 4- Poeiras 5- Palhetas 6- Entrada de ar
7- Saída do ar

Pré-filtros

Os pré-filtros têm palhetas em torno do tubo de aspiração, que conferem ao ar uma trajectória circular, que faz com que seja centrifugado, o que permite a deposição das partículas de maior dimensão.

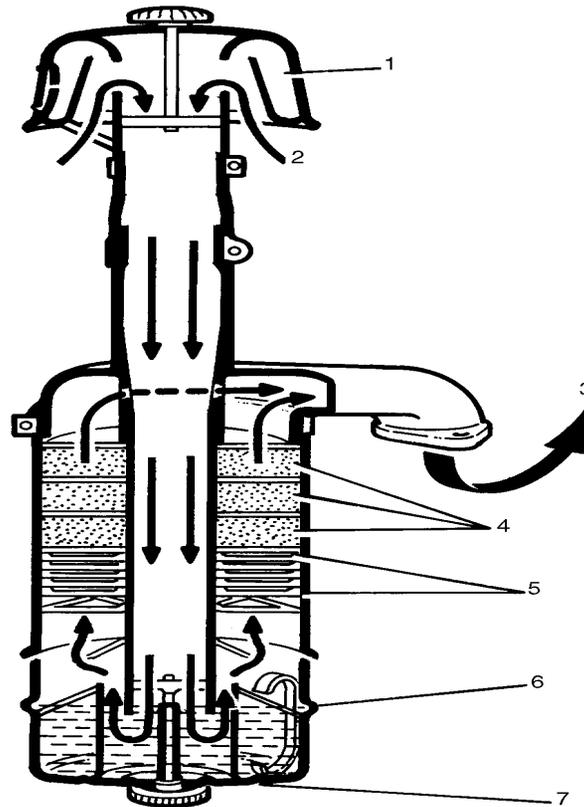
A eficácia do pré-filtro depende da velocidade do ar, ou seja, do débito aspirado.

Cuidados com os pré-filtros:

- limpeza frequente do "copo" do pré-filtro (se existente) ou do "chapéu" exterior de entrada.

Os pré-filtros mais recentes encontram-se ligados por uma conduta ao colector de escape o que faz com que as poeiras sejam aspiradas e expulsas com os gases de escape.

Não se deve soprar nos tubos do pré-filtro, sem os filtros principais estarem montados, pois as poeiras podem ir directamente para os cilindros.



Corte esquemático de um filtro de ar em banho de óleo de um tractor.
1- Pré-filtro 2- Entrada de ar 3- Saída do ar filtrado 4- Elementos filtrantes
5- Membranas filtrantes 6- Marca do nível de óleo 7- Tina de óleo

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Filtros de ar em banho de óleo

Utilizam-se principalmente nos tractores de média potência.

Este tipo de filtros são tanto mais eficazes quanto maior for a velocidade do ar na condução de aspiração, pelo que são mais utilizados em motores que funcionam a regimes constantes.

Nos baixos regimes o rendimento é baixo podendo descer até aos 97% ao "ralenti", sendo o rendimento de 99% ao regime nominal.

Constituição e funcionamento

Os filtros de ar em banho de óleo apresentam um tubo de aspiração, precedido por um pré-filtro, que conduz o ar para uma taça com óleo onde as impurezas se precipitam.

Depois de liberto das poeiras de maior dimensão no pré-filtro e na taça de óleo, o ar é conduzido através de uma rede de filtração, colocada em torno do tubo de aspiração, que retém as partículas ainda existentes, e só depois chega ao colector de admissão.

Filtros de ar em banho de óleo.

Principais vantagens:

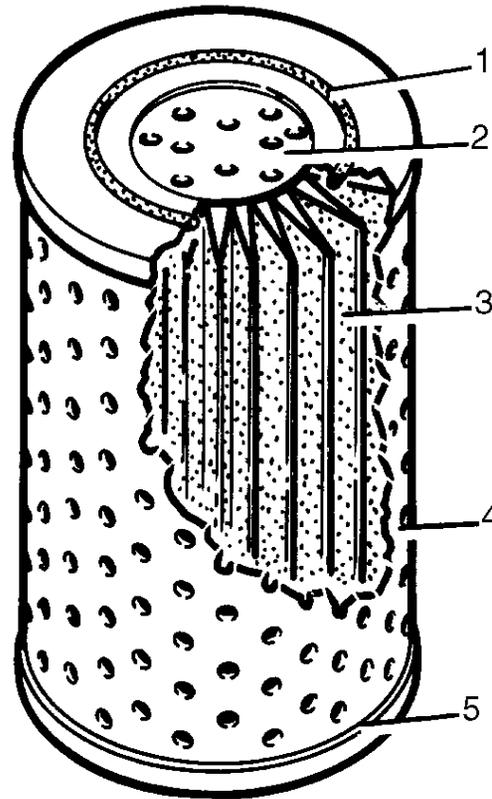
- fácil manutenção;
- duração praticamente ilimitada (baixo custo);
- provocarem baixas perdas de carga (15 g/cm²).

Principais inconvenientes:

- baixo nível de filtração;
- impossibilidade de serem utilizados em motores sobrealimentados, pois o óleo pode ser aspirado;
- ter que ser montado na vertical;
- o tractor não poder trabalhar em zonas inclinadas, pois o óleo pode ser aspirado e queimado sem controlo (nos motores de ciclo Diesel a regulação do regime não é feita ao nível da admissão do ar).

Cuidados de manutenção:

- limpeza da tina de óleo situada na base do filtro, colocando-se óleo novo até ao nível aí indicado;
- limpeza da rede metálica filtrante.



Esquema de um elemento de filtro de papel.

1- Junta 2- Armadura interior 3- Elemento de filtro de papel

4- Armadura exterior 5- Tampa

Filtros de cartucho

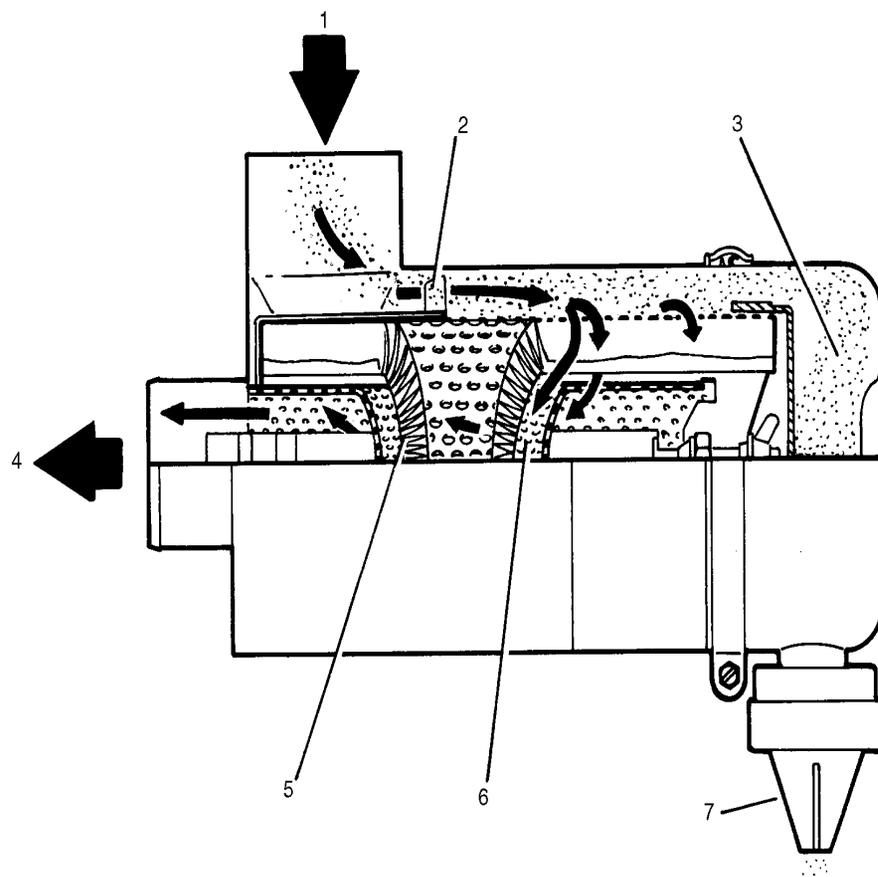
Os filtros de cartucho são o tipo de filtros mais utilizados nos motores de ciclo Diesel, pois são eficazes mesmo em atmosferas carregadas de poeiras e em qualquer regime do motor.

Constituição e funcionamento

São constituídos por uma caixa cilíndrica fabricada em chapa de aço e um elemento de filtro de papel constituído por duas armaduras metálicas perfuradas, no meio das quais se encontra o elemento filtrante propriamente dito. Nos topos tem duas chapas circulares, tendo uma delas um orifício circular para deixar passar o ar.

O papel filtrante, constituído por um conjunto de fibras de celulose com 4 - 10 μm de diâmetro, é disposto em harmónio por forma a aumentar a área de contacto com o ar. A espessura do papel varia entre os 200 μm e 1 mm, conforme se pretenda uma menor perda de carga ou maior resistência, sendo reforçado por impregnação em resina.

A entrada de ar faz-se pela periferia do elemento filtrante, saindo por um tubo central; este circuito é inverso aos dos filtros anteriores.



Esquema de um filtro de ar do tipo seco com um pré-filtro

1- Entrada de ar 2- Palhetas periféricas 3- Cuba para retenção das poeiras maiores 4- Saída de ar 5- Elemento filtrante primário 6- Elemento filtrante secundário 7- Válvula para saída das poeiras

Filtros de ar de cartucho (cont)

Vantagens

A principal vantagem deste tipo de filtros relativamente aos em banho de óleo é a sua eficácia que é superior a 99.5%, sendo de 99% para as partículas inferiores a 2 μm .

A eficácia dos filtros de cartucho não depende do regime motor.

Cuidados de manutenção

Limpeza com uma corrente de ar de intensidade moderada, no sentido de dentro para fora, contrário ao sentido do deslocamento do ar aspirado.

Proceder à sua substituição quando já não for possível limpá-lo convenientemente da forma descrita.

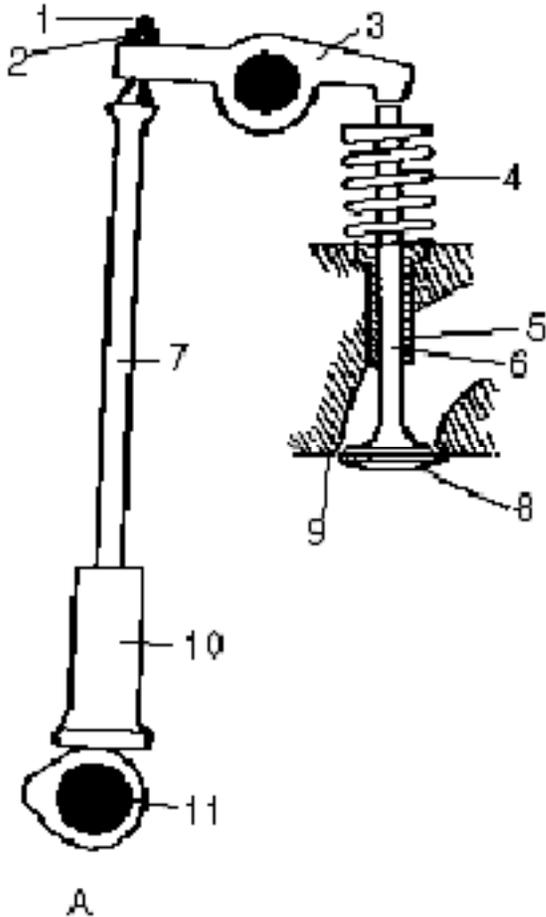
1- MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DO MOTOR

1.2- O sistema de distribuição nos motores a quatro tempos

Constituição e funcionamento do sistema de distribuição

As válvulas e os seus órgãos de accionamento.

Manutenção do sistema de distribuição.



Sistemas de distribuição com válvulas à cabeça

- 1- Parafuso de afinação da folga
- 2- Porca de fixação do parafuso de afinação
- 3- Balanceiro (martelo)
- 4- Mola da válvula
- 5- Guia da válvula
- 6- Válvula
- 7- Vareta
- 8- Cabeça da válvula
- 9- Sede da válvula
- 10- Taco
- 11- Came

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Constituição de uma válvula

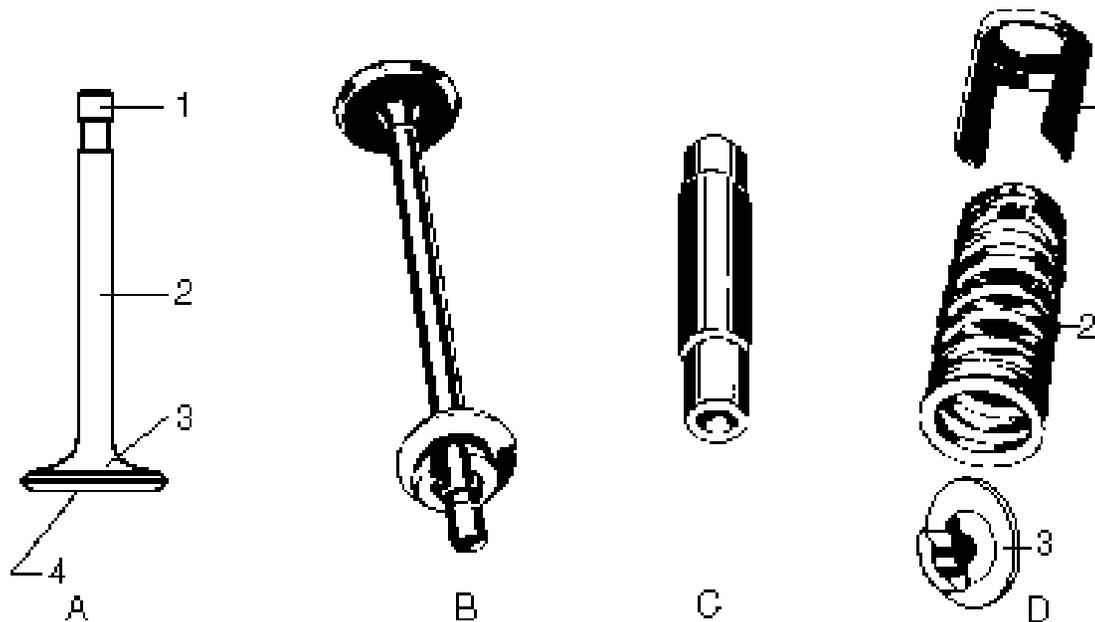
A cabeça - tem a forma de cogumelo achatado com o bordo chanfrado, em bisel, que assenta sobre a sede da válvula.

A haste - é alongada e tem movimento alternativo no interior da guia da válvula, apresenta um acabamento e folgas muito precisas, para ajudar o arrefecimento e evitar a passagem de óleo para os cilindros.

As guias, juntamente com o óleo projectado pelos balanceiros, asseguram o arrefecimento das válvulas.

As folgas entre as hastes das válvulas e as guias estão geralmente compreendidas entre 0.025 - 0.075 mm, para as de admissão, e 0.050 - 0.10 para as de escape.

O pé - é a parte terminal da válvula, oposta à cabeça, e que é endurecido por tratamento térmico ou apresenta um troço de metal duro. Tem um entalhe que serve para fixar as molas que mantêm a válvula na posição fechada.



Representação de uma válvula e diferentes peças de fixação

A: 1- Pé 2- Haste 3- Cabeça 4- Chanfro

B: Válvula com prato

C: Guia da válvula

D: 1- Guia da mola 2- Mola 3- Anilha cónica

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Órgãos de comando das válvulas

Nos motores com válvulas à cabeça

A árvore de cames, que recebe o movimento da cambota (veio de manivelas) por meio de engrenagens ou correntes de elos, actua directa ou indirectamente nos balanceiros, que rodam em torno do seu eixo, abrindo as válvulas; quando a actuação é indirecta o came da árvore empurra o taco e este a vareta que pressiona uma das extremidades do balanceiro.

Nos motores com válvulas laterais

A situação mais comum nos motores de ciclo Otto de pequena - média potência, a árvore de cames é colocada no bloco motor, imediatamente por baixo das válvulas que estão viradas para baixo, sendo o seu accionamento directo (não há balanceiros).

Esta solução tem sido progressivamente abandonada pois interfere com o desenho a dar à câmara de combustão.

Afinação da folga das válvulas

Estando as válvulas sujeitas a importantes variações de temperatura, especialmente as de escape, é fundamental que exista uma folga entre o pé da válvula e o elemento que o pressiona pois, caso contrário, quando da sua dilatação não fechariam completamente. A folga excessiva implica também um mau funcionamento do motor pois conduz a um atraso na abertura e a uma antecipação no fecho.

As folgas entre os pés das válvulas e os balanceiros (tacos) dos motores são fixadas pelos construtores, pois de acordo com a construção o efeito da dilatação é variável; a folga é maior nas válvulas de escape do que nas de admissão.

Salvo indicações em contrário, as folgas preconizadas referem-se ao motor a frio (parado pelo menos 6 a 10 horas) e são:

- 0,20 - 0,30 mm para as de escape**
- 0,10 - 0,20 mm para as de admissão.**

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Afinação da folga das válvulas (cont)

Antes de proceder à verificação das folgas, utilizando um jogo "apalpa folgas", e depois de ter retirado a tampa das válvulas é preciso referenciá-las de modo a distinguir as de admissão das de escape.

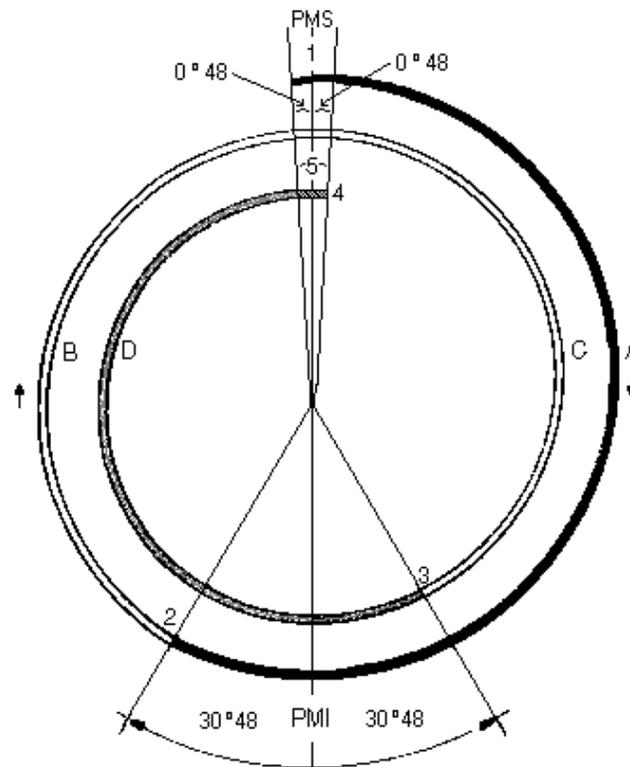
É necessário também conhecer a ordem de inflamação, dado que a afinação deve ser feita, em cada cilindro, com a árvore de manivelas (cambota) colocada de tal modo que o êmbolo respectivo se encontre no ponto morto superior, no fim da compressão. Neste momento, a que corresponde a inflamação, as válvulas desse cilindro estão bem fechadas e prontas a serem verificadas.

A identificação da ordem de inflamação deve ser feita observando a sequência do contrabalanço das válvulas de cada cilindro.

O contrabalanço, ou seja o movimento simultâneo das duas válvulas de um cilindro, obtém-se devido ao avanço da abertura da válvula de admissão e atraso no fecho da válvula de escape.



Afinação das válvulas de um motor com válvulas à cabeça



Representação de um diagrama circular de distribuição

A- admissão B- Compressão C- Expansão D- Escape

1- Avanço à abertura da válvula de admissão 2- Atraso no fecho da válvula de admissão 3- Avanço à abertura da válvula de escape 4- Atraso no fecho da válvula de escape 5- Ângulo em que as duas válvulas se encontram abertas

A- MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DO MOTOR

1.3- Sistema de injeção

Constituição e funcionamento do sistema de injeção.

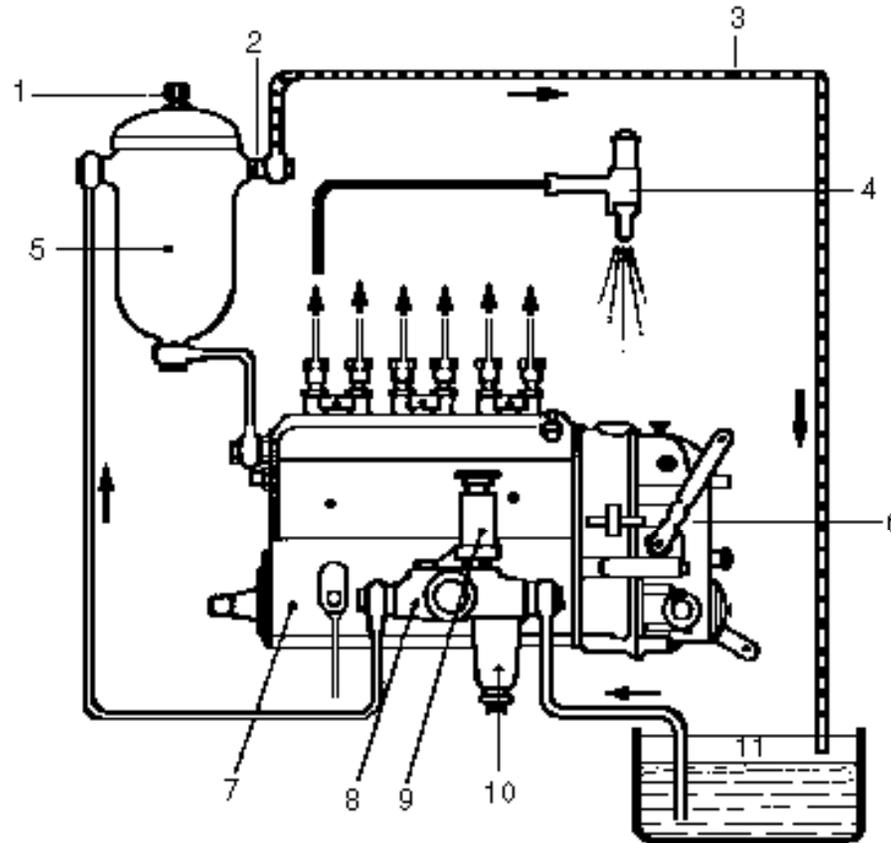
Mudança dos filtros

Regulação da pressão de injeção

Constituição do circuito de injeção:

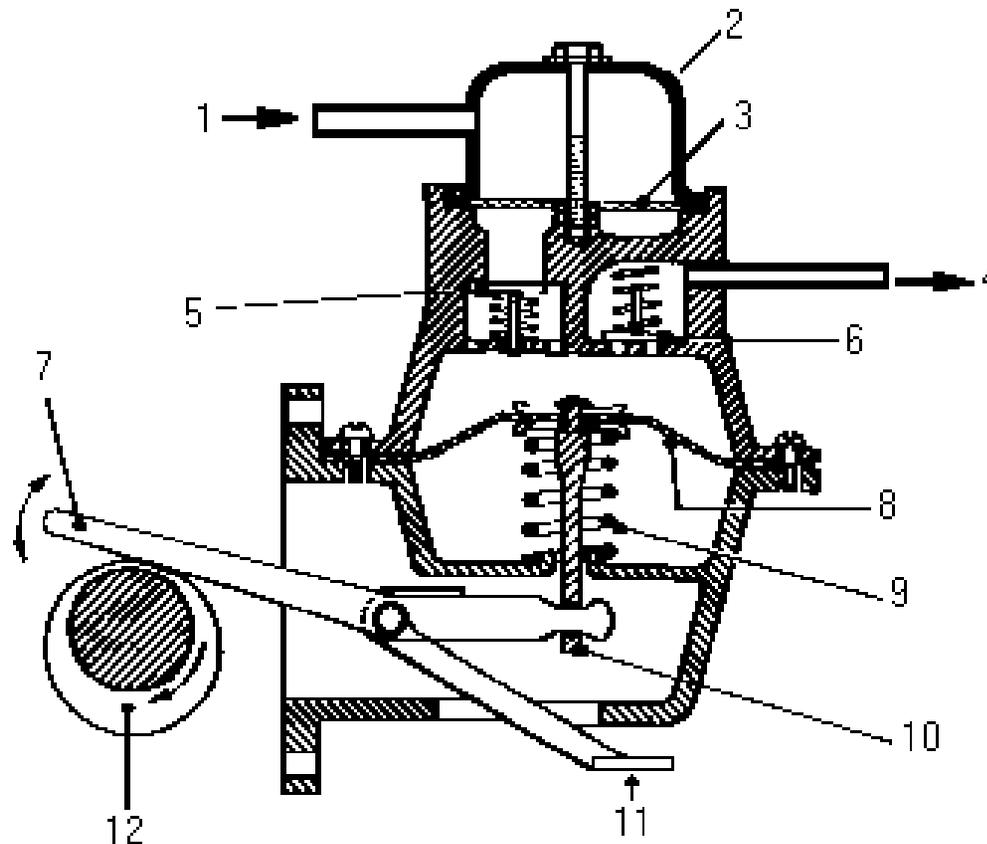
- reservatório;
- condutas;
- bomba de alimentação;
- filtros;
- bomba de injeção;
- injectores.

O circuito de alimentação dos motores de ciclo Diesel deve permitir a injeção da quantidade correcta do combustível, com uma dada pressão e no momento preciso.



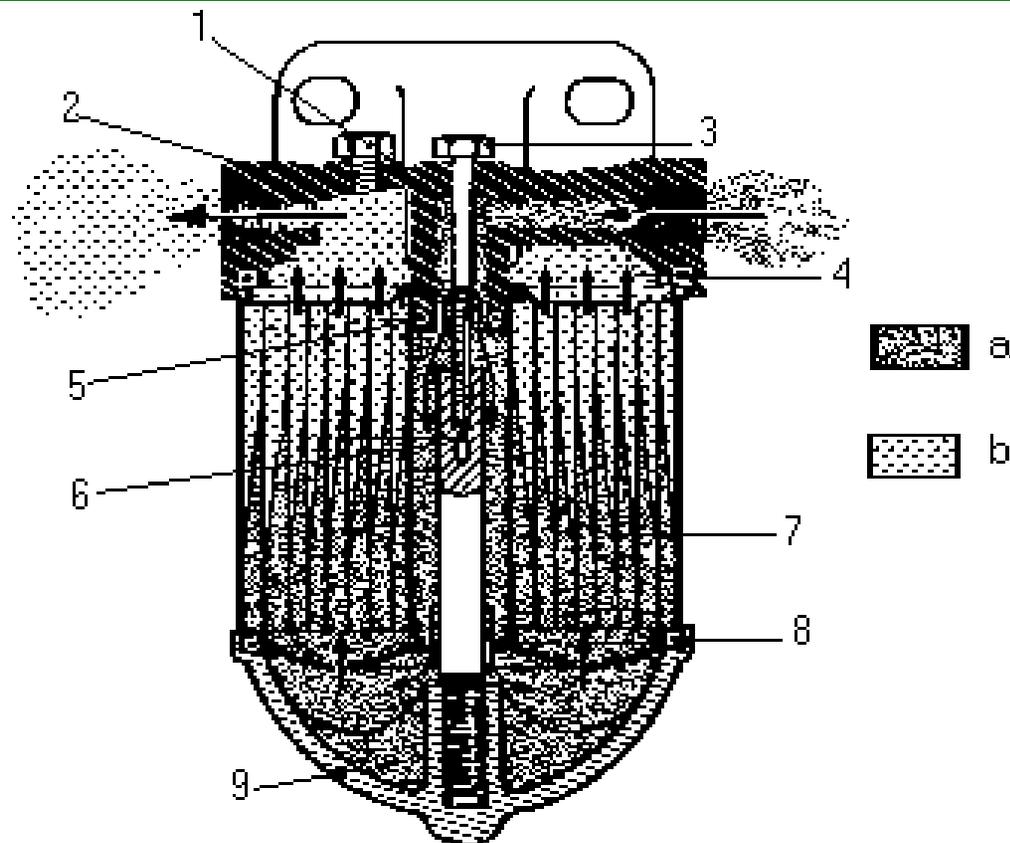
Circuito de alimentação de um motor Diesel de 4 cilindros.

1- Parafuso de purga 2- Válvula de descarga 3- Circuito de retorno 4- Porta injetor e injetor 5- Filtro 6- Regulador 7- Bomba injetora 8- Bomba de alimentação 9- Bomba manual 10- Pré-filtro 11- Reservatório



Esquema representativo de uma bomba de alimentação de membrana.

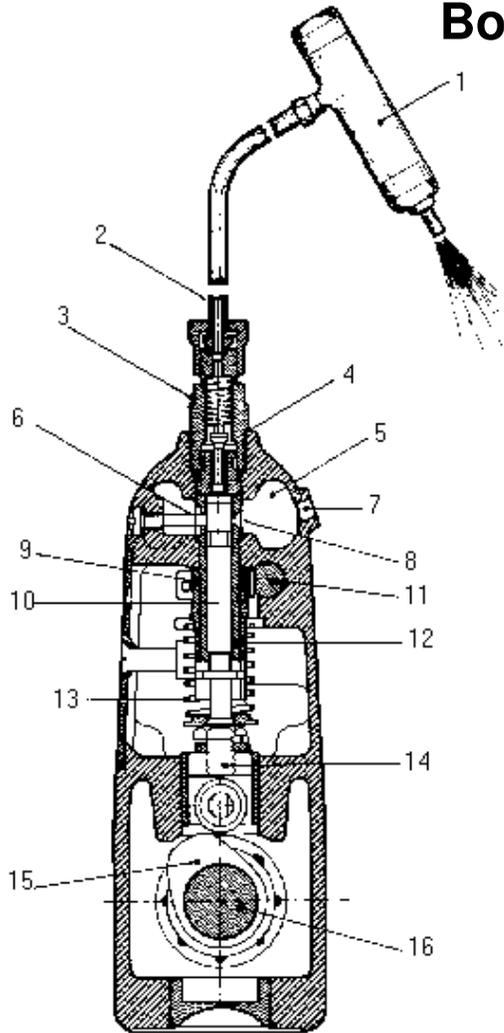
- 1- Entrada do combustível
- 2- Tampa
- 3- Filtro
- 4- Saída do combustível
- 5- Válvula de aspiração
- 6- Válvula de refluxo
- 7- Alavanca de accionamento
- 8- Membrana
- 9- Mola
- 10- Veio de comando
- 11- Alavanca para comando manual
- 12- Excêntrico



Representação de um corte de um filtro simples.

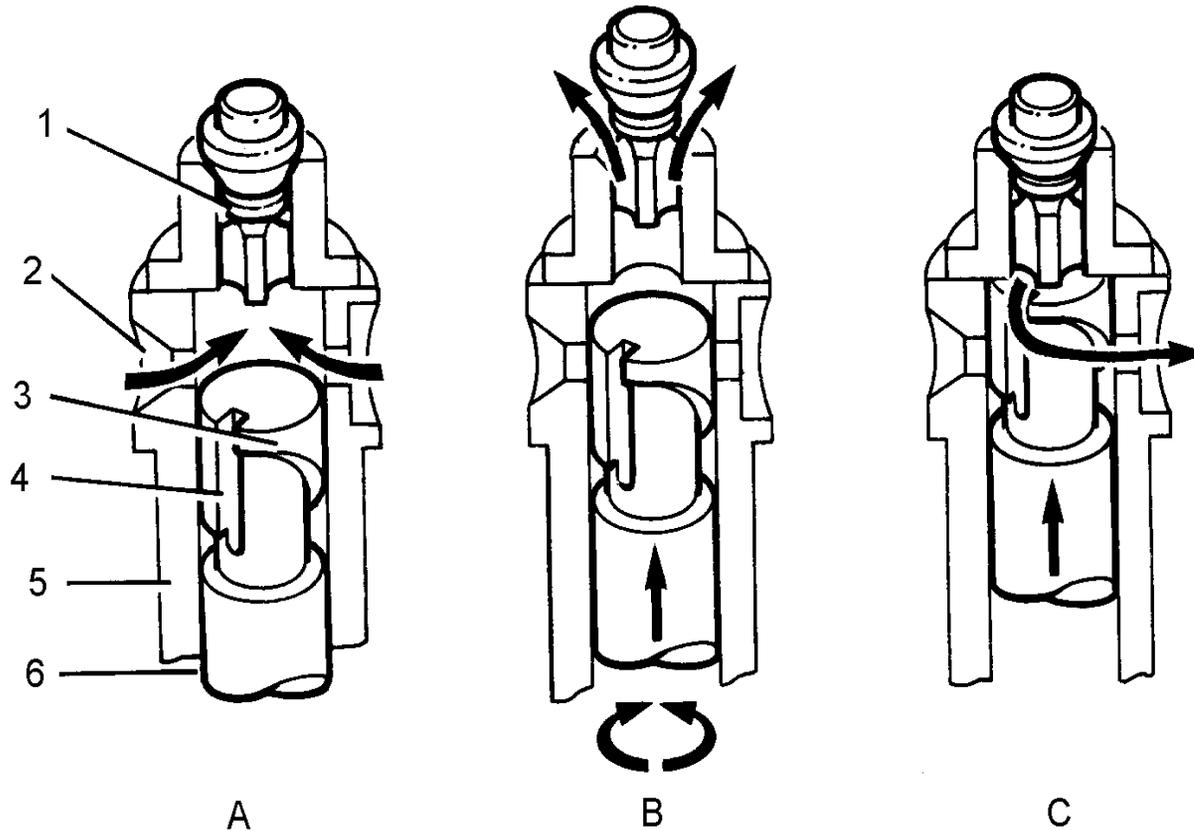
1- Parafuso de purga 2- Tampa do filtro 3- Parafuso de ligação do elemento filtrante 4- Junta de estanqueidade 5- Junta 6- Porca central 7- Cartucho 8- Junta de estanqueidade 9- Taça do filtro.
a- gás-óleo não filtrado b- gás-óleo filtrado

Bomba de injeção em linha



Elemento de uma bomba de injeção em linha

1- Injetor 2- Tubo de alta pressão 3- Conduta de saída 4- Válvula de descarga 5- Câmara de alimentação 6- Janela de descarga 7- Entrada do combustível 8- Janela de admissão 9- Sector dentado 10- Êmbolo 11- Cremalheira 12- Cilindro 13- Mola 14- Taco 15- excêntrico 16- Arvore de cames.

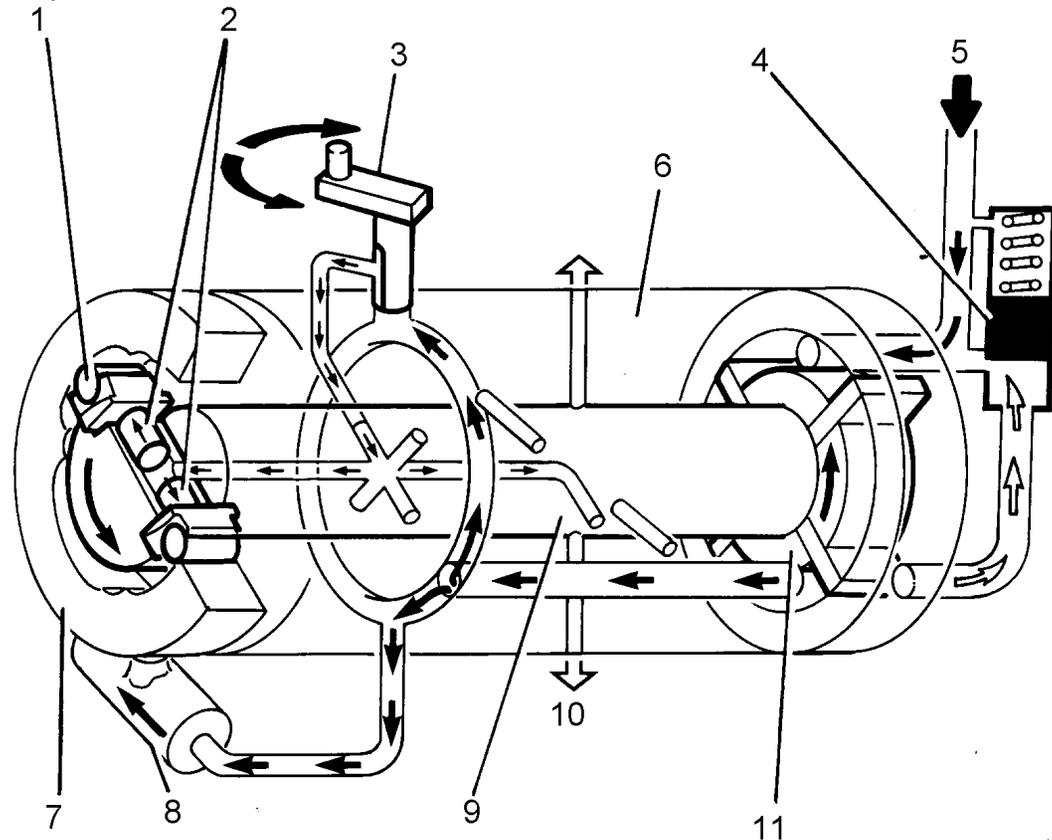


Funcionamento de um elemento de uma bomba de injeção em linha

A- Alimentação B- Injeção C- Fim da injeção

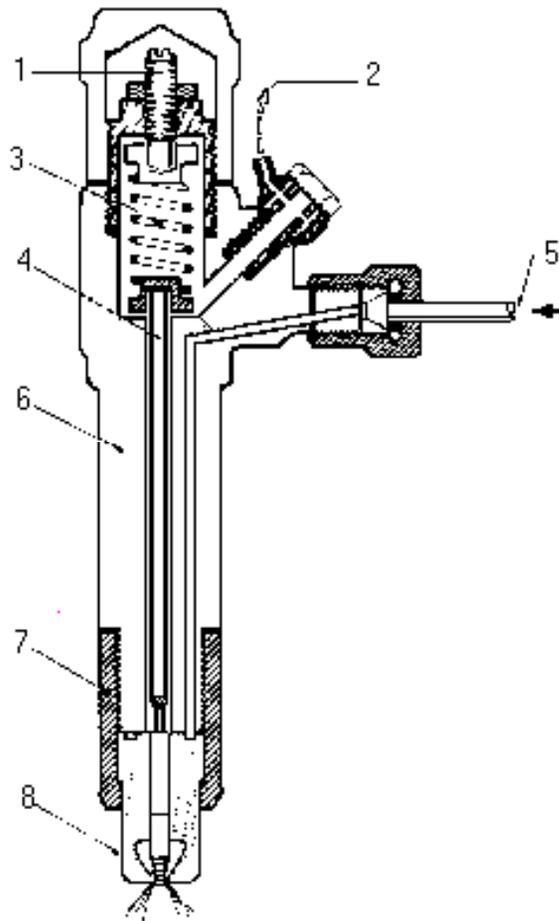
1- Válvula de descarga 2- Alimentação 3- Rampa helicoidal 4- Ranhura vertical 5- Cilindro 6- Embolo

Bomba de injeção rotativa



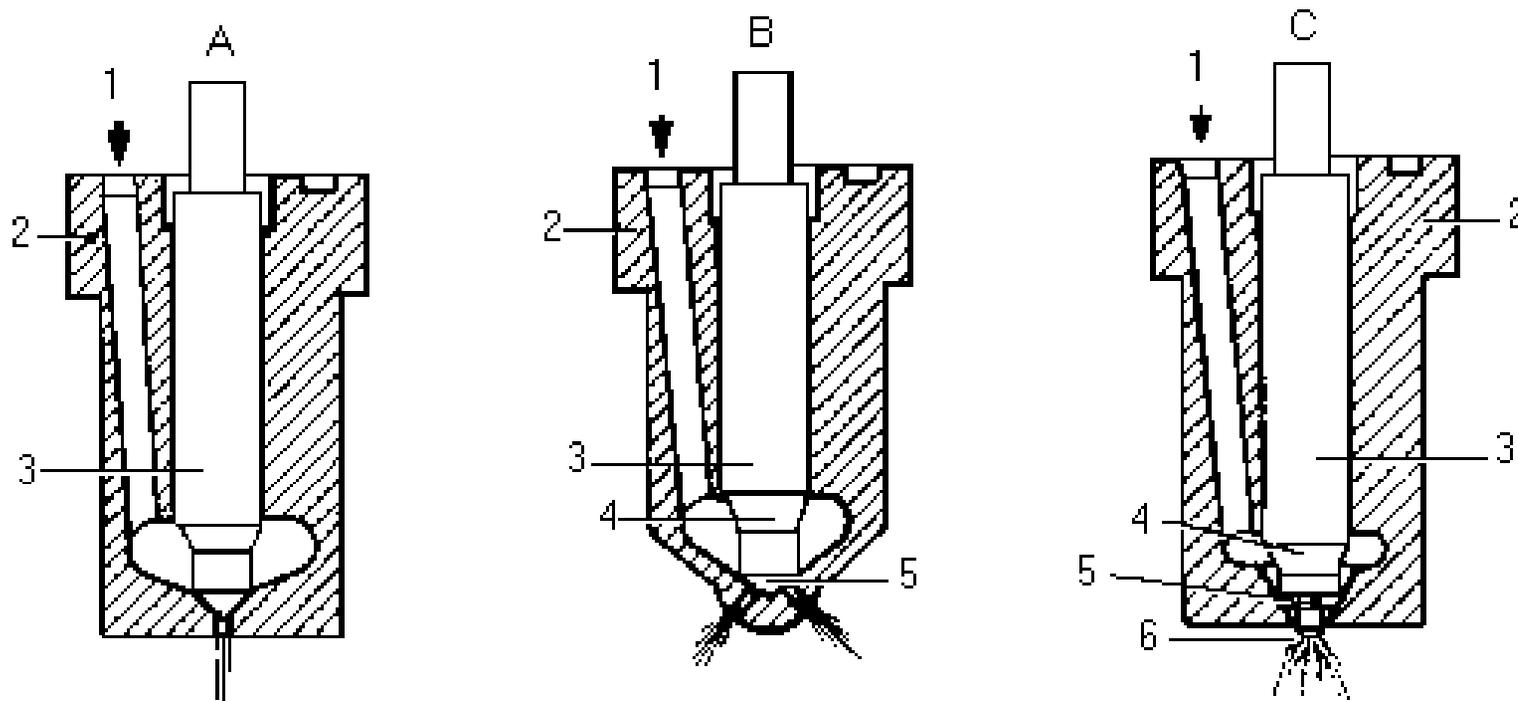
Funcionamento da bomba de injeção rotativa

- 1- Roletes
- 2- Êmbolos
- 3- Válvula de dosagem
- 4- Válvula reguladora
- 5- Chegada do combustível
- 6- Cabeça hidráulica
- 7- Anel com excêntricos
- 8- Corrector de avanço
- 9- Rotor
- 10- Saída para o injetor
- 11- Bomba de alimentação



Representação de um injetor

- 1- Parafuso de regulação da pressão de injeção
- 2- Retorno
- 3- Mola
- 4- Haste
- 5- Entrada de combustível
- 6- Porta - injetor
- 7- Rosca
- 8- Bico injetor



Diferentes tipos de injectores

A- Injector de um orifício B- Injector de orifícios múltiplos C- Injector de espiga

1- Entrada de combustível 2- Bico 3- Agulha 4- Cone de pressão 5- Cone de estanqueidade 6- Cone de dispersão

1- MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DO MOTOR

1.4- Sistema de refrigeração

Constituição e funcionamento dos sistemas de refrigeração

Manutenção dos sistemas de refrigeração

Sistemas de refrigeração indirecta por água

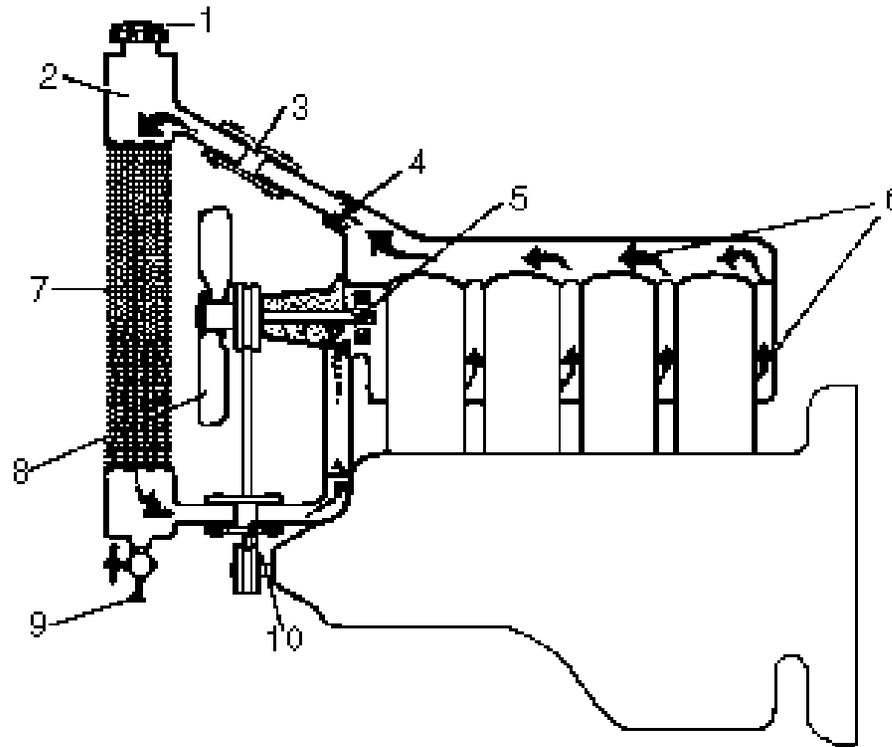
Nos motores refrigerados por água o bloco motor e a cabeça do motor apresentam cavidades, por onde circula a água, que estão ligadas a um radiador, por onde se perde a maior parte do calor.

Sistemas de refrigeração por ar

Os sistemas de refrigeração por ar, em virtude da sua simplicidade, são mais utilizados em motores monocilindricos, embora alguns construtores os utilizem em tractores de potências mais elevadas.

Sistemas de refrigeração por óleo

A refrigeração por óleo complementa os sistemas anteriores.



Circuito de refrigeração por água de um motor de quatro cilindros.

1- Tampão 2- Radiador 3- Ligação de borracha 4- Termóstato 5- Bomba de água 6- Circulação de água 7- Palhetas 8- Ventilador 9- Torneira 10- Ligação de borracha

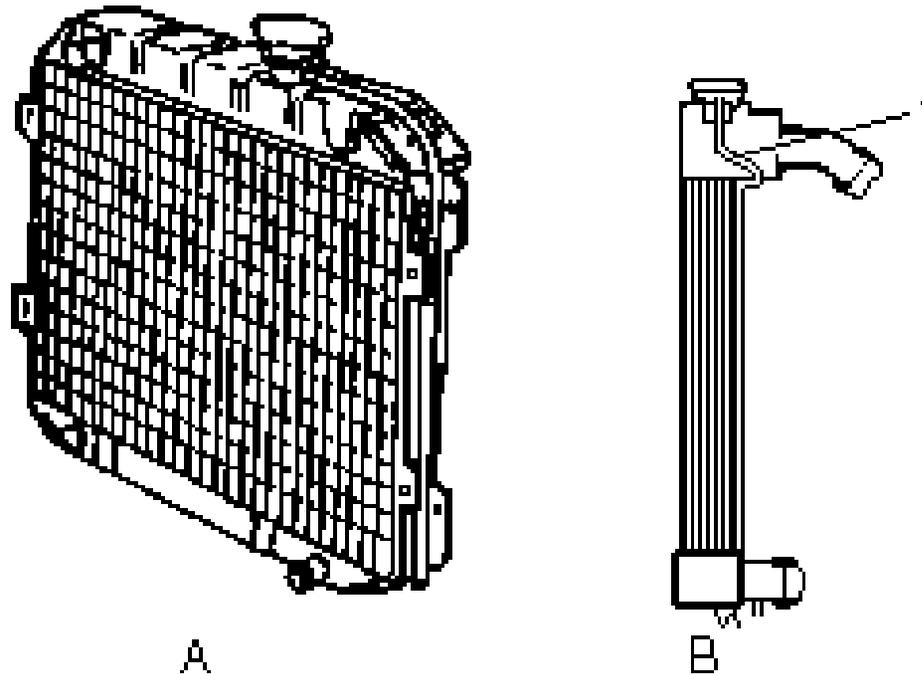
Refrigeração indirecta por água

O radiador.

O radiador funciona como um permutador de calor onde a água quente é arrefecida pelo ar.

Este elemento apresenta dois depósitos, um superior e outro inferior, entrando no primeiro a água proveniente do motor, saindo do segundo a água para o motor.

Estes depósitos estão ligados por pequenos tubos, que podem ser planos, ter palhetas ou em forma de ninho de abelhas, que são atravessados pelo ar.



Esquema de um radiador

A- Vista geral de um radiador B- Corte transversal de um radiador

1- Tubo de descarga

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Refrigeração indirecta por água (cont)

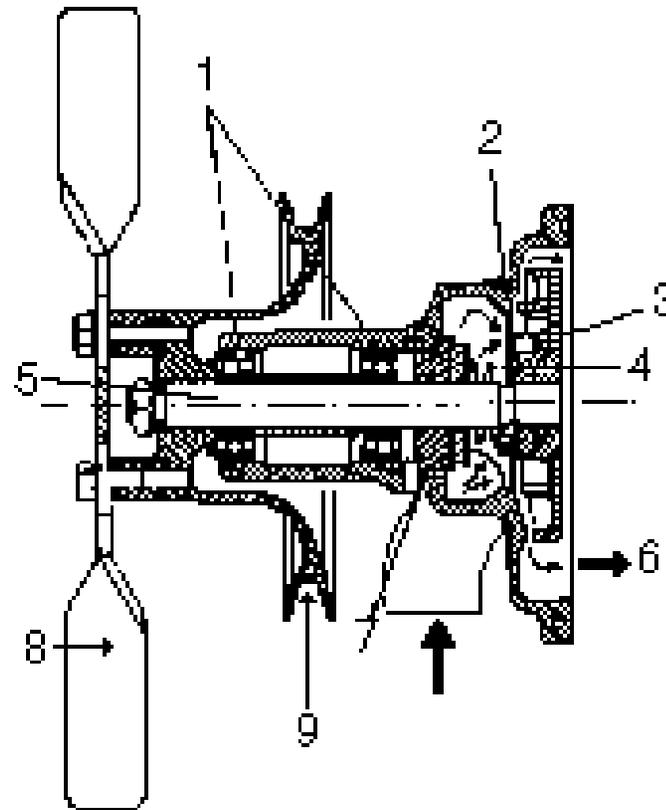
O ventilador

O ventilador, que tem como função forçar a passagem de ar pelo radiador, encontra-se geralmente montado na extremidade anterior do mesmo veio da bomba de água, que tem também um tambor de gornes (polea trapezoidal) que é accionado por uma outra correia montada na extremidade anterior da cambota, através de uma correia trapezoidal, que acciona também o alternador.

Nos automóveis mais recentes o accionamento da ventoinha é feita electricamente a partir de determinada temperatura no circuito de refrigeração.

Bomba de água

As bombas de água, que são geralmente do tipo centrífugo, são constituídas por um tambor com palhetas, que roda dentro de um corpo (carter), entrando a água pelo centro sendo projectada, pela força centrífuga, para a periferia por onde sai para a conduta que a leva ao motor.



Ventilador e bomba de água.

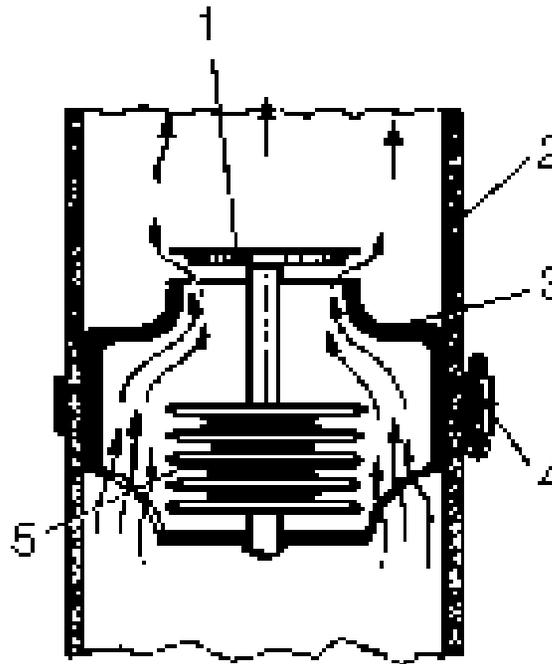
- 1- Rolamentos 2- Corpo da bomba 3- Turbina 4- Mola 5- Eixo
6- Saída da água 7- Manga de apoio 8- Ventilador 9- Polea

Termostato

O termostato é uma válvula que mantém o circuito de refrigeração fechado, quando a temperatura da água é inferior a $\pm 85^\circ$, abrindo-a para temperaturas superiores; quando a válvula se encontra aberta a água passa para o radiador.

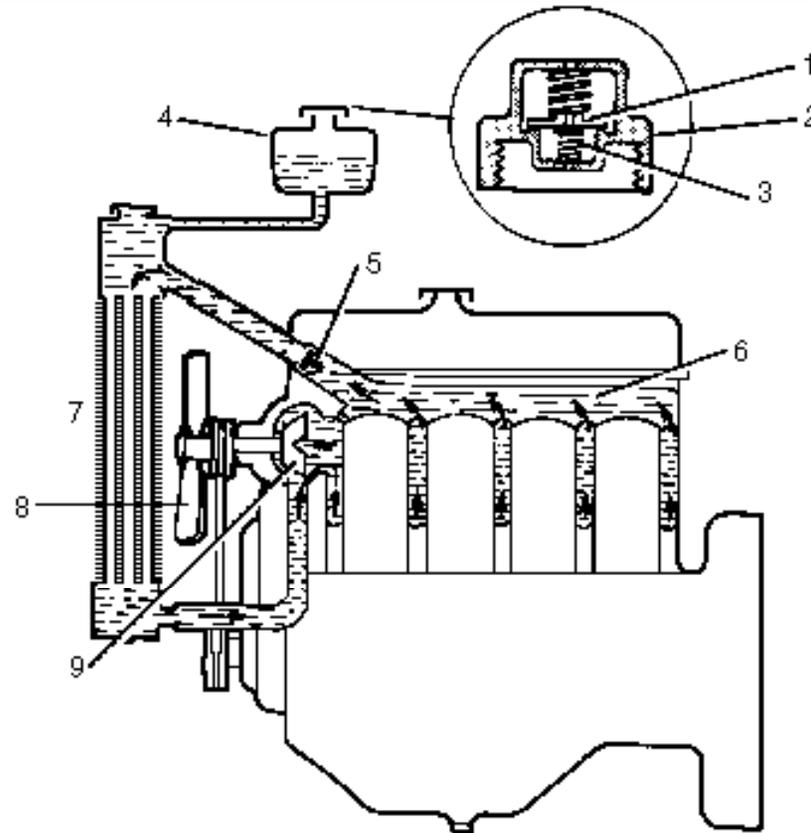
O termóstato, que está colocado na conduta que liga a cabeça do motor à parte superior do radiador, permite que o motor atinja mais rapidamente a temperatura de funcionamento, mantendo-a depois constante.

A indicação da temperatura de funcionamento é dada por um indicador de temperatura colocado no painel de instrumentos.



Representação de um termostato fole

1- Válvula 2- Conduta 3- Corpo do termostato 4- Colar 5- Fole



Sistema de refrigeração por água com o circuito selado.

1- Válvula de sobrepressão 2- Tampão 3- Válvula de reaspiração 4- Vaso de expansão 5- Termostato 6- Circulação de água em volta dos cilindros 7- Radiador 8- Ventilador 9- Bomba de água.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Cuidados de manutenção dos sistemas de refrigeração indirecta por água

- radiador (vaso de expansão):** verificação periódica do nível da água que no radiador se deve situar 5 cm abaixo do orifício de enchimento e no vaso de expansão nas marcas aí existentes; adição de um bom anticongelante durante o Inverno e um produto antiferrugem no Verão; limpeza periódica externa dos alvéolos do radiador com uma escova macia;
- não deixar o sistema sem líquido pois o contacto do ar com as paredes internas dos motores acelera a sua corrosão;**
- bomba de água:** lubrificação moderada, sob pressão, com o tipo de massa consistente recomendado pelo construtor, a não ser que se trate de uma bomba pré-lubrificada (solução mais usual nos tractores mais recentes);
- correia do ventilador (ventoinha):** verificação da tensão e eventual regulação segundo instruções do construtor (alterando a posição do gerador, solução mais usual).

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Refrigeração por ar

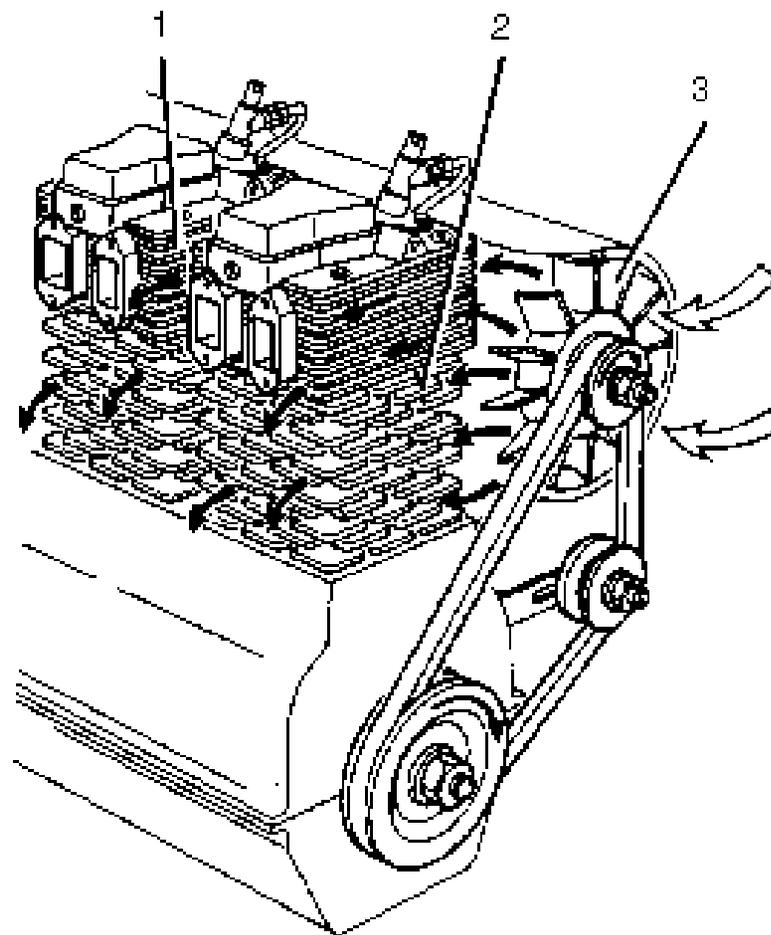
A simplicidade destes sistemas de refrigeração resultam da maior segurança no funcionamento dos motores e na diminuição dos cuidados de manutenção.

Nestes sistemas a necessidade de ar é cerca de 30 % inferior à dos sistemas refrigerados a água pois a transmissão do calor para o ambiente é mais directa.

Na refrigeração por ar os cilindros e respectivas cabeças estão separados e tem na sua periferia várias palhetas por forma a aumentar a área de contacto com o ar movimentado pela ventoinha.

O ar é recolhido e canalizado para uma espécie de blindagem envolvente dos órgãos a refrigerar, nomeadamente a cabeça motor, bloco motor e colector de escape.

A peça principal deste sistema é o ventilador que pode ser de palhetas, produzindo uma corrente de ar paralela ao eixo de rotação (axial) ou centrífugo, em que o ar entra pelo centro e é projectado para a periferia.



Sistema de refrigeração por ar
1- Cabeça do motor 2- Cilindro 3- Ventilador

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Cuidados de manutenção dos sistemas refrigerados a ar:

- **palhetas dos cilindros: limpeza frequente com escova dura ou com gasolina utilizando um pincel limpando bem em seguida com um pano seco e absorvente;**
- **ventilador: limpeza das pás e lubrificação dos rolamentos segundo instruções do construtor, verificando-se a tensão da(s) correias de transmissão.**

Comparação da refrigeração por ar e água:

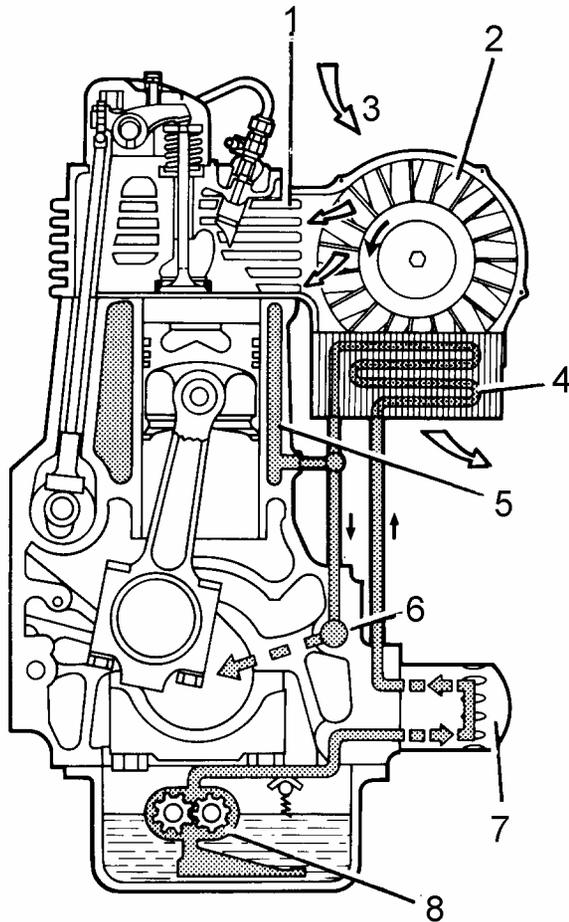
- **menos cuidados de manutenção;**
- **não permite uma boa regulação da temperatura de funcionamento do motor;**
- **são mais ruidosos.**

Nos motores refrigerados a ar o óleo de lubrificação aquece mais pelo que a refrigeração destes motores deve ser complementada com o circuito de refrigeração de óleo.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Refrigeração por óleo

A refrigeração por óleo complementa os sistemas anteriores.



Motor refrigerado por óleo e ar

1- Cabeça do motor 2- Ventilador 3- Ar
4- Radiador de óleo 5- Cavidades de refrigeração 6- Condutas de lubrificação do motor 7- Filtro 8- Bomba de óleo

ATENÇÃO

Em qualquer das soluções de refrigeração apresentadas o importante é verificar a temperatura do motor, durante o trabalho, com a maior frequência possível.

Se a temperatura subir a valores $>$ que $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ deve-se parar imediatamente o trabalho mantendo, no entanto, o motor a trabalhar ao "ralenti" durante alguns segundos, de modo a evitar ainda maior sobreaquecimento por inércia térmica.

1- MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DO MOTOR

1.5- Sistema de lubrificação

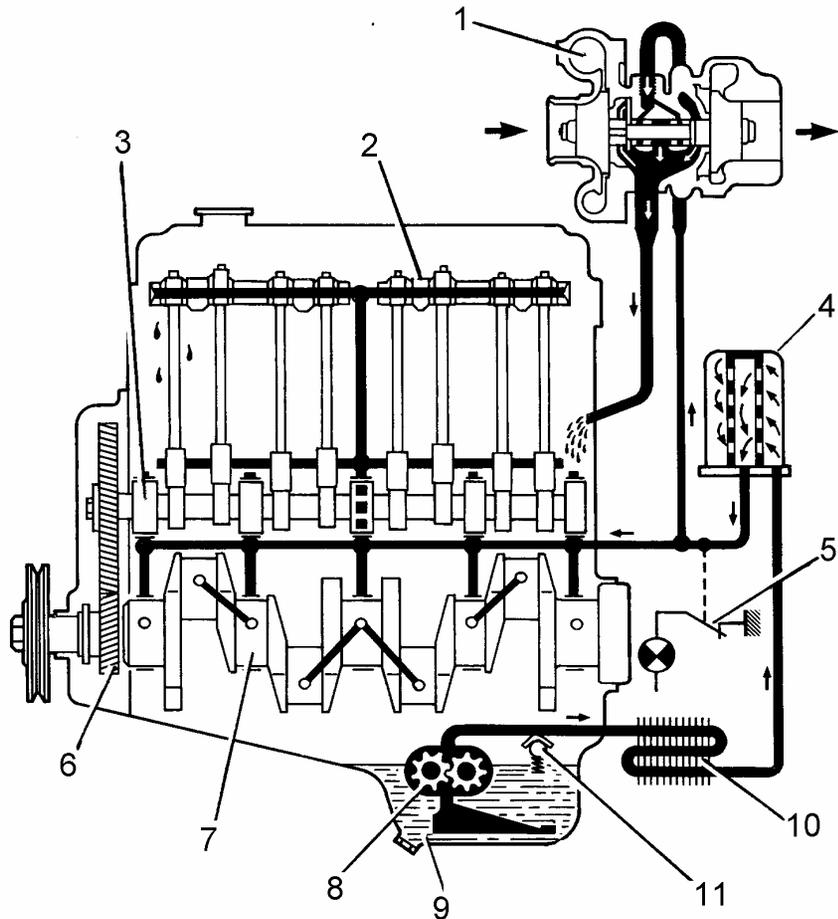
Constituição e funcionamento

A manutenção do sistema de lubrificação

Escolha dos lubrificantes

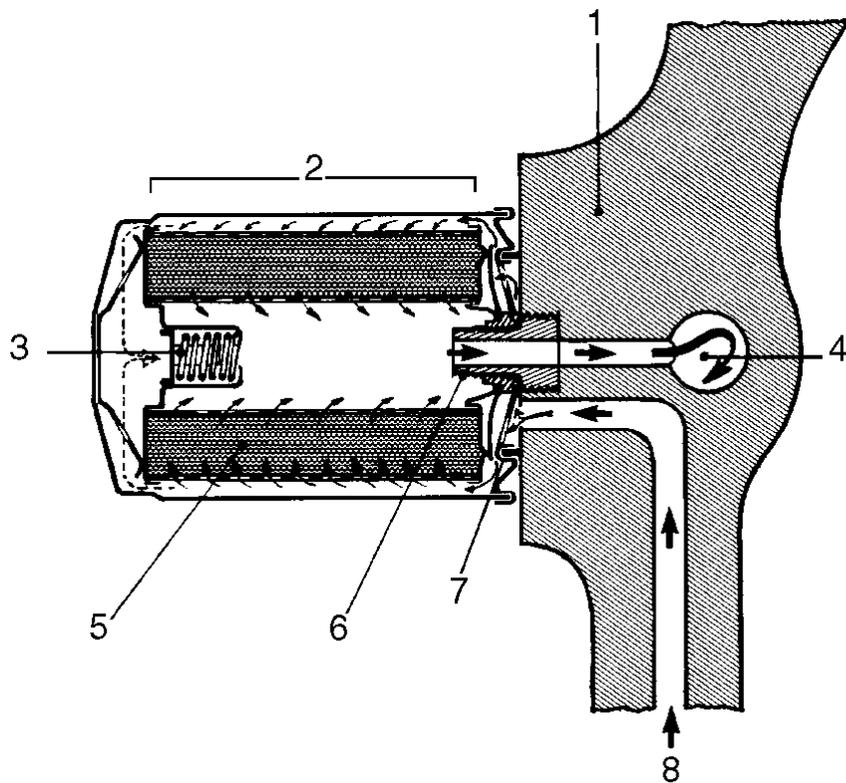
Constituição de um sistema de lubrificação

- o carter;
- a bomba de óleo;
- as condutas de óleo
- as válvulas de regulação;
- os filtros;
- o permutador de calor;
- órgãos de controlo e de segurança.



Circuito de lubrificação de um motor sobrealimentado

1- Turbocompressor 2- Veio com balanceiros 3- Árvore de excêntricos 4- Filtro 5- Contacto eléctrico e indicador luminoso 6- Distribuição 7- Cambota 8- Bomba de óleo 9- Carter de óleo 10- Radiador de óleo 11- Válvula limitadora de pressão



Representação de um corte de um filtro de óleo monobloco

1- Bloco motor 2- Elemento filtrante monobloco 3- Válvula de derivação 4- Saída do óleo para as diferentes partes do motor 5- Papel filtrante 6- Rosca 7- Junta do filtro 8- Chegada de óleo

Órgãos de controlo e de segurança

Estes órgãos permitem ao operador conhecer o estado de funcionamento do sistema de lubrificação e indicam o aparecimento de qualquer anomalia.

Vareta do óleo

Indica o nível mínimo ("mín") e máximo ("máx") que o óleo deve ter no carter.

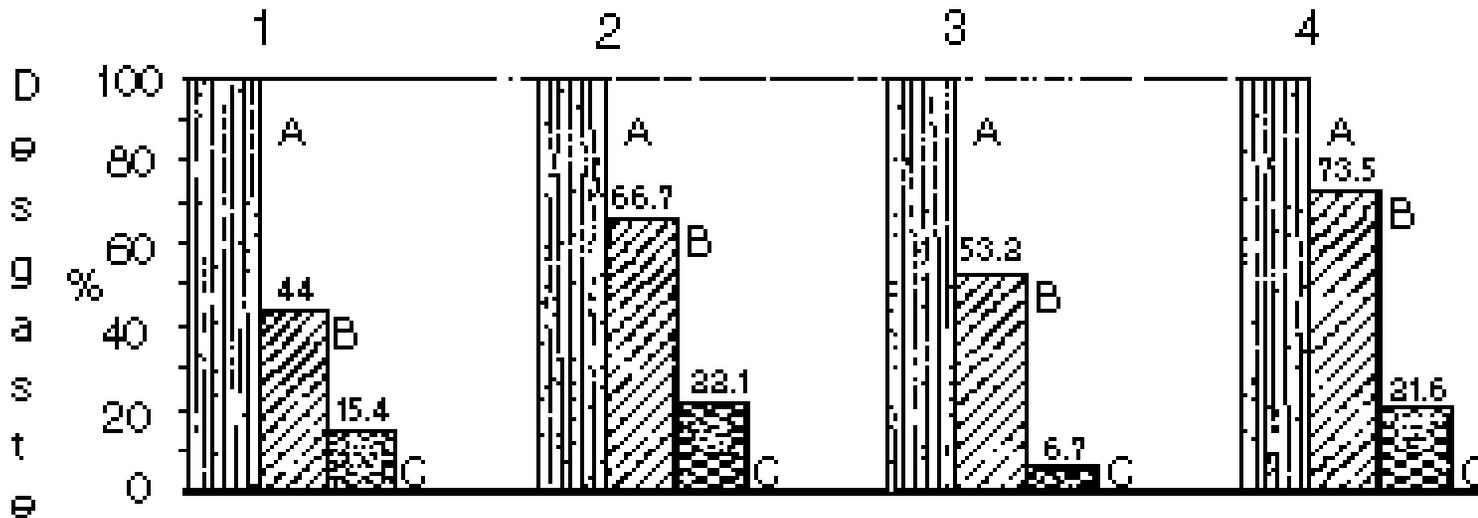
Manómetro

Indica o valor da pressão do óleo na conduta principal do bloco.

Avisador luminoso

Indica se a pressão desce para além de um valor mínimo.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural



Comparação entre os desgastes (%) observados em diferentes partes do motor com diferentes tipos de montagem de filtros.

1- Camisas 2- Casquilhos da cambota 3- Casquilhos da biela
4- Emboles

A- Sem filtros B- Filtros montados em paralelo C- Filtros montados em série

Massas lubrificantes

As massa apresentam relativamente aos óleos as seguintes características:

- asseguram a protecção contra impurezas exteriores;**
- aderem bem às superfícies metálicas sujeitas a atrito;**
- resistem bem à humidade e chuva;**
- têm uma boa resistência às temperaturas elevadas e altas pressões.**

Massa lubrificante (ou massa consistente) é o produto resultante da dispersão de um agente espessante (gel) num lubrificante líquido, ficando com uma consistência de sólida a semifluida, podendo ainda conter outros ingredientes destinados a conferir-lhe propriedades especiais, nomeadamente aditivos anti-oxidantes, extrema-pressão e anti-corrosivos.

O lubrificante, que tem um baixo grau de viscosidade, representa cerca de 3/4 da massa lubrificante.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

A manutenção do sistema de lubrificação

- verificação do nível de óleo motor;**
- substituição do óleo e filtro de acordo com as indicações do construtor;**
- lubrificação dos copos com massa consistente de acordo com as indicações do construtor.**

A existência de um mapa de manutenção, com a indicação da periodicidade vs tipo de operação de manutenção, é fundamental para assegurar uma correcta manutenção dos equipamentos.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Escolha dos lubrificantes

A escolha dos lubrificantes deve ser efectuada segundo as indicações do fabricante. Os fabricantes não assumem qualquer responsabilidade por avarias resultantes do incumprimento das suas indicações.

Diferentes classificações dos óleos motor

- classificação com base na viscosidade;**
- classificação com base nas condições de serviço;**
 - classificação API (American Petroleum Institut);**
 - classificação C.C.M.C. (Comité dos Construtores do Mercado Comum);**
 - classificação MIL-L (Military Lubrificant)**

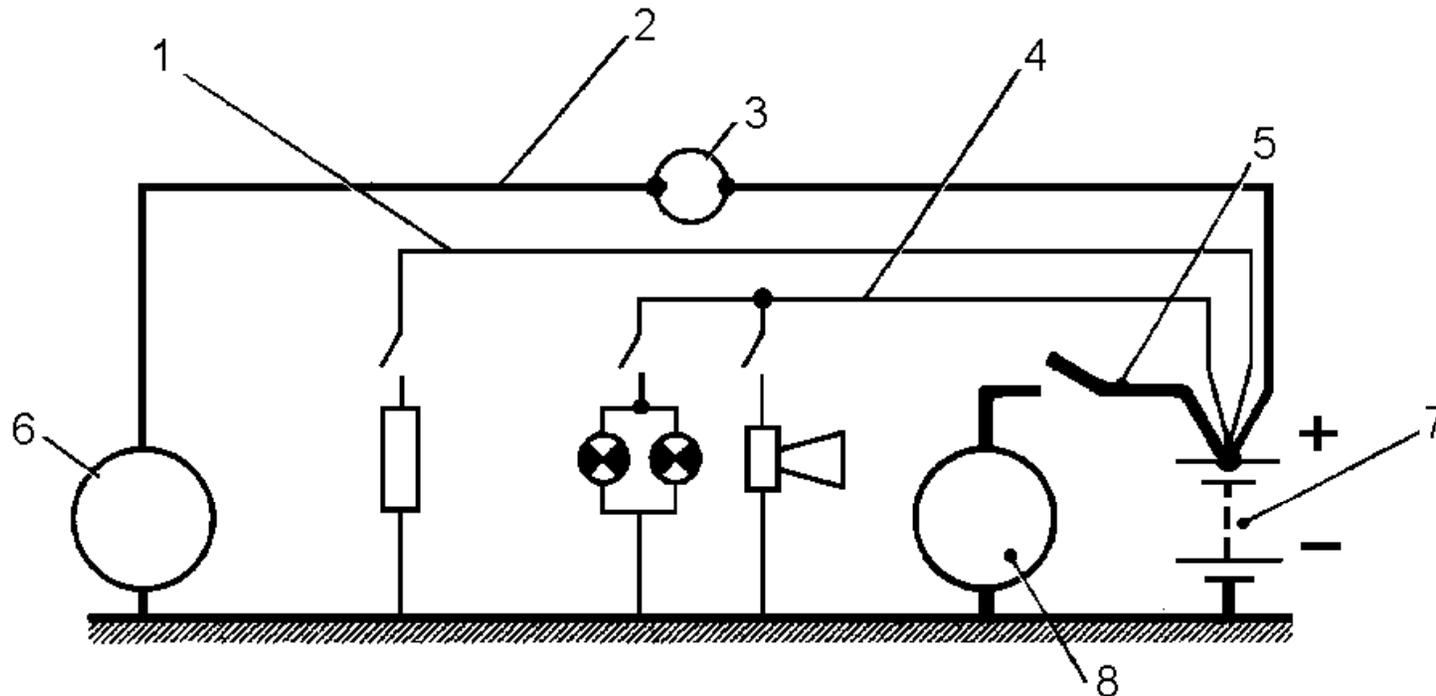
Equivalências entre as classificações de serviço

1- MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DO MOTOR

1.6- Sistema eléctrico

Constituição e funcionamento do sistema eléctrico.

Manutenção do sistema eléctrico.



Os diferentes circuitos eléctricos de um tractor

- 1- Circuito de pré-aquecimento
- 2- Circuito de carga
- 3- Amperímetro
- 4- Circuito de iluminação e sinalização
- 5- Circuito de arranque
- 6- Gerador
- 7- Bateria
- 8- Motor de arranque

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Constituição e funcionamento da bateria de acumuladores

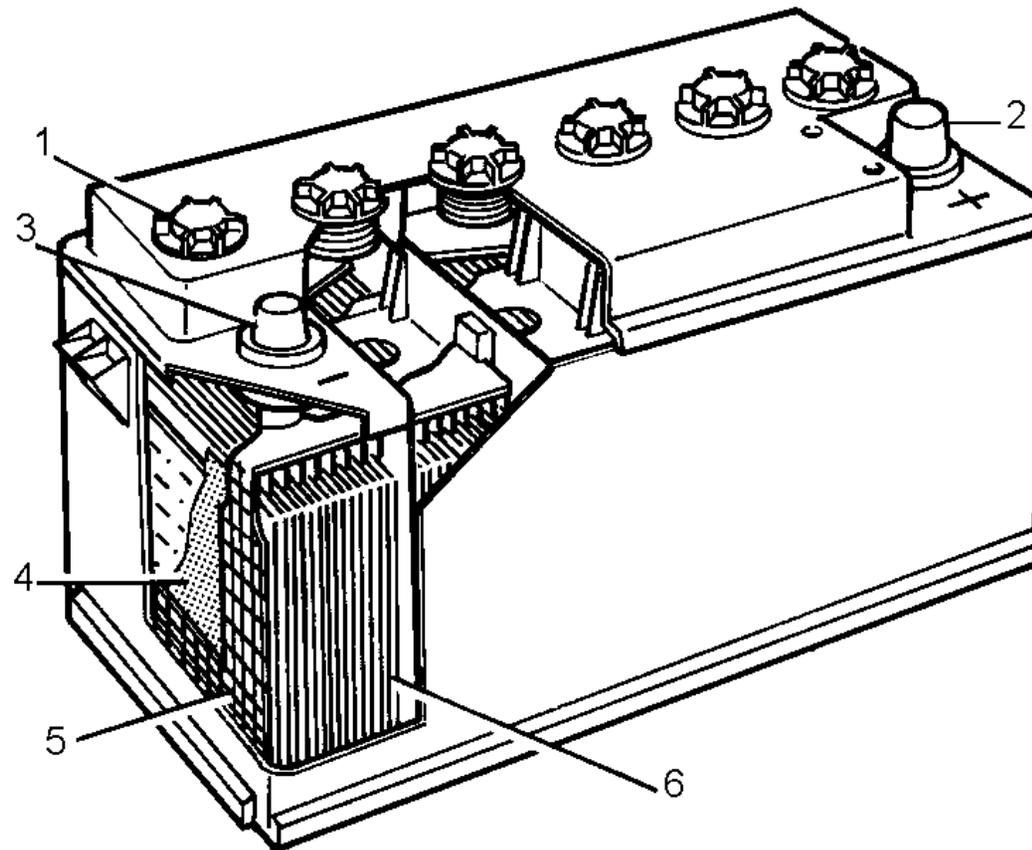
As baterias de acumuladores apresentam-se sob a forma de uma cuba compartimentada, tendo cada divisão (elemento) um dado número de pares de placas constituídas em chumbo endurecido ou antimónio.

Uma placa de cada par apresenta alvéolos em que se encontra depositado bióxido de chumbo (PbO_2) - placa positiva, sendo a outra placa do par coberta de chumbo poroso (Pb) - placa negativa.

Cada um destes pares estão separados por placas de material isolante poroso, designadas por separadores, encontrando-se todas elas submersas numa mistura de ácido sulfúrico (36%) e água destilada (64%) que se designa por electrólito.

As placas positivas (negativas) de cada elemento da bateria estão ligadas entre si formando dois grupos distintos, denominados armaduras, das quais sai um fio condutor que termina num borne.

As duas armaduras de cada elemento formam um acumulador, cuja tensão é de 2 V. Os vários acumuladores estão ligados em série formando uma bateria de acumuladores.



Representação de um corte de uma bateria de chumbo.

1- Bujão 2- Borne positivo 3- Borne negativo 4- Placas isolantes
5- Placas negativas 6- Placas positivas

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Características mais importantes de uma bateria:

- tensão;**
- capacidade.**

Tensão

A tensão da bateria, que depende do número de elementos que a constituem, é expressa em voltes (V).

Cada elemento tem uma diferença de potencial de 2 V, sendo o valor mais frequente, para as baterias dos tractores, os 12 V, ou seja, baterias com seis elementos.

Estes valores nominais variam ligeiramente conforme a bateria está ou não carregada.

Capacidade

A capacidade da bateria, expressa em amperes/hora (A/h), define-se como a intensidade da corrente que a bateria pode fornecer durante um determinado intervalo de tempo, até que aquele valor atinja um nível considerado como mínimo.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

O alternador - constituição e funcionamento

Constituição do alternador:

- indutor ou rotor;
- induzido.
- um rectificador;
- um regulador de tensão.

- o indutor é um electroímán rotativo que cria um campo magnético que gira no interior de uma bobina (induzido).

Este elemento é formado por uma bobina axial (enrolamento de campo) fixa por dois conjuntos de massas polares (N e S), que se encontram intercaladas entre si, por forma a produzir as variações magnéticas necessárias à criação de corrente nas bobinas envolventes (induzido). Cada conjunto de massas polares está ligado a um colector (anel de escorregamento), por onde passa a corrente de excitação e uma das extremidades do enrolamento de campo.

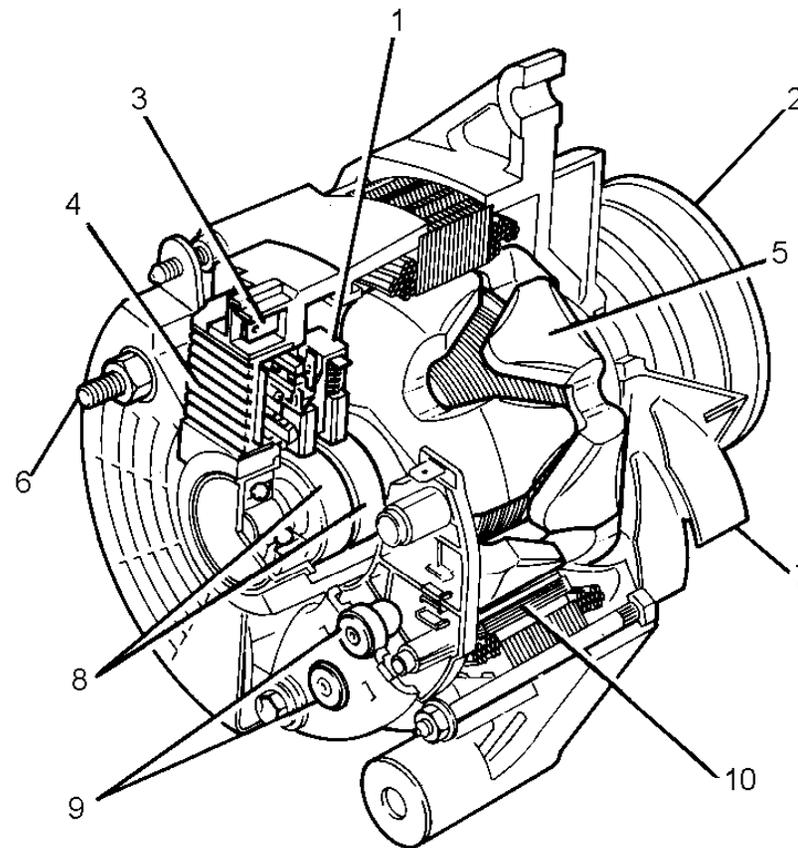
- o induzido é uma bobina que está fixa no estator do alternador; da ligação da bobina ao estator obtém-se uma corrente alternada trifásica em três linhas de saída.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

O alternador - constituição e funcionamento (cont)

- o rectificador é o responsável pela transformação da corrente alternada em contínua, necessária para carregar a bateria.**
- o regulador de tensão controla a corrente de excitação do indutor, pois a tensão da corrente produzida por este varia em função da velocidade de rotação.**

A regulação da tensão é efectuada por dispositivos electrónicos constituídos por transístores e díodos semicondutores, em silício, que não se desgastam em serviço.



Representação de um alternador

1- Escovas 2- Polea 3- Borne da testemunha de carga 4- Regulador electrónico 5- Indutor 6- Borne de saída da corrente 7- Ventilador 8- Colector 9- Diodos do rectificador 10- Bobina do induzido

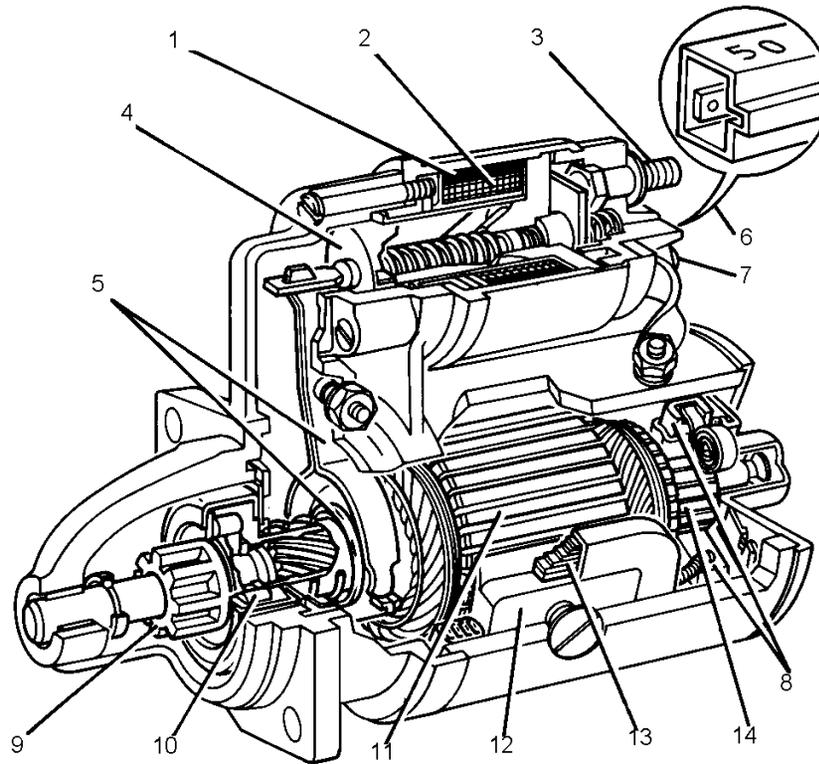
Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

O motor de arranque

O motor de arranque é um motor "série", ou seja, um motor eléctrico em que as bobinas indutoras estão ligadas em série, por intermédio de escovas, com as bobinas induzidas.

A ligação em série permite uma alimentação de corrente de grande intensidade, necessária ao desenvolvimento de binários muito elevados.

Para accionamento destes motores é solicitada à bateria uma forte corrente através de um campo de baixa resistência e das bobinas da armadura, que provoca dois campos magnéticos fortes que agem entre si e que actuam nos condutores da armadura, fazendo com que esta rode contra o binário da inércia do motor.



Representação de um motor de arranque.

1- Enrolamento de manutenção 2- Enrolamento de atracção 3- Borne de alimentação 4- Núcleo móvel 5- Forquilha da manga deslizante 6- Borne de comando 7- Contacto do solenoide 8- Escovas 9- Pinhão de ataque 10- Roda livre 11- Induzido 12- Massas polares 13- Bobinas do indutor 14- Colector

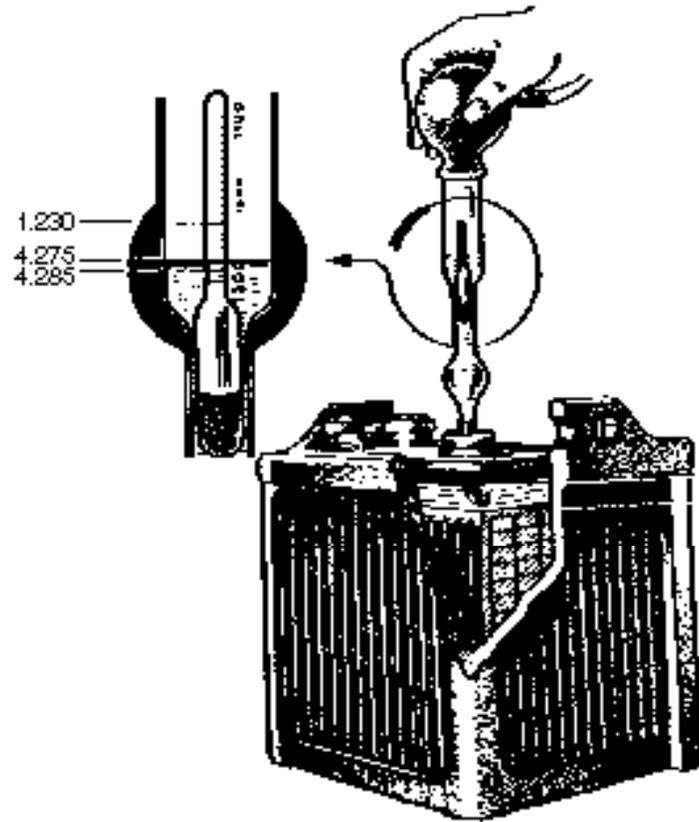
Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

A manutenção do sistema eléctrico

A manutenção da bateria

- manter o nível do electrólito um pouco acima das placas (6 a 10 mm) pela adição de água destilada;
- verificar a densidade do electrólito pela utilização de um densímetro (pesa - ácidos). A densidade do electrólito de uma bateria carregada está compreendida entre 1.275 – 1.300 ° Baumé;
- caso seja necessário proceder à carga da bateria a intensidade da corrente a utilizar não deve ultrapassar 1/10 da capacidade da bateria;
- a superfície da bateria deve estar limpa e os bornes isolados para evitar-se perdas de carga.

Manutenção da tensão da correia do alternador



Controlo da densidade do electrólito de uma bateria de acumuladores com um densímetro

1.7- Principais deficiências de manutenção que afectam o consumo

- obstrução dos filtros de ar**
- deficiente regulação do sistema de injeção e folga das válvulas e injectores**
- refrigeração insuficiente**

Obstrução dos filtros de ar

Provocam perdas de carga e a redução de 10 - 20 % do enchimento do cilindro, com o conseqüente aumento do consumo.

Deficiente regulação do sistema de injeção, folga das válvulas e injectores

As dilatações e contracções dos metais e as vibrações resultantes do funcionamento do motor provocam alterações progressivas do débito de injeção e movimento das válvulas, o que implica uma tendência para o atraso da injeção, 5 - 10º de rotação, de que resulta a combustão incompleta do combustível.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Deficiente regulação do sistema de injeção, folga das válvulas e injectores (cont)

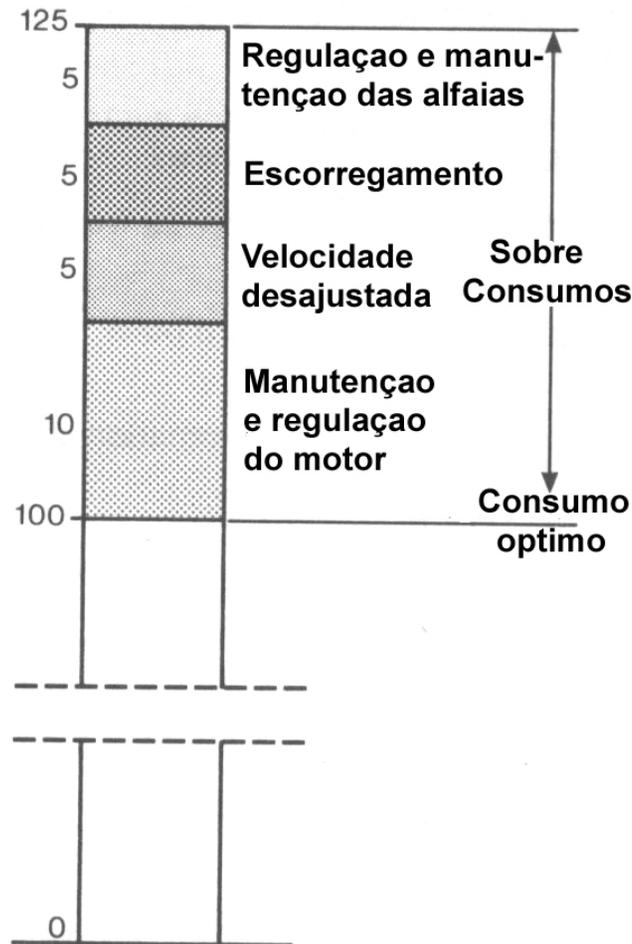
A diminuição da pressão de injeção conduz à combustão parcial do combustível e, conseqüentemente, ao aumento do consumo.

Refrigeração insuficiente

A elevação anormal da temperatura do motor provoca uma redução no enchimento dos cilindros, a falta de estanqueidade dos segmentos o que se traduz por uma combustão incompleta e diminuição da pressão no topo do êmbolo.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Factores que, em utilização normal do tractor, aumentam o consumo de combustível



MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DE TRACTORES AGRÍCOLAS

2- Manutenção das alfaias

2.1- Protecção

2.2- Cuidados a observar antes e durante o trabalho

2.3- Cuidados a observar em imobilização prolongada

2.4- Substituição das peças usadas.

2.1- Protecção

- protecção contra a degradação dos metais
 - impedir a oxidação
 - impedir a acção de produtos químicos agressivos
 - etc.
- protecção contra a deterioração das borrachas;
 - evitar a exposição ao Sol
 - evitar o contacto com combustíveis
 - etc.
- protecção quando da construção
 - escolha dos metais ou ligas mais aconselhados
 - precauções no fabrico (homogeneidade das soldaduras, tratamentos térmicos, etc.)
 - protecção dos metais (pintura, incorporação de pigmentos especiais, como o zinco, cromo, etc.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

- protecção quando da utilização
 - protecção localizada das partes degradadas utilizando produtos de revestimento anti-corrosão
 - pintura localizada das zonas sem tinta
 - etc.

2.2- Cuidados a observar antes e durante o trabalho:

Antes de se iniciar o trabalho:

- verificar o aperto de todas as porcas e, se necessário, reapertá-las;**
- verificar a tensão das correias;**
- lubrificar todos os copos segundo as indicações do construtor.**

Durante o trabalho:

- se a alfaia é nova deve-se reapertar todas as porcas, esticar as correias, etc., logo no fim do 1º dia de utilização e fazer esta operação com a periodicidade indicada pelo fabricante;**
- lubrificar o equipamento com a periodicidade indicada pelo fabricante;**

2.3- Cuidados a observar em imobilização prolongada:

Protecção externa:

- lavá-la com água sob pressão;
- sempre que possível, resguardá-la sob coberto pousando-a numa superfície dura e seca.
- proteger as partes metálicas com um produto anticorrosivo.
- etc.

Protecção interna:

- utilização de óleos especiais de protecção
- utilização de anticongelantes, antiferrugens, etc.
- remoção de ar de campânulas
- etc.

2.4- Substituição das peças usadas

Exemplos:

- as facas das fresas;**
- os bicos dos escarificadores;**
- os bicos dos pulverizadores;**
- etc.**

A substituição das peças activas usadas que cortam o solo, trituram os sarmentos, etc., implicam sempre a uma diminuição do consumo de combustível e do tempo de trabalho, pois conduzem a uma diminuição da força de tracção e / ou potência necessárias ao seu accionamento.

Escolha do equipamento (peças activas) que permita realizar o trabalho desejado com a maior economia de combustível.

Exemplo: da substituição dos bicos dos pulverizadores.

A substituição deve ser efectuada quando a taxa de desgaste (Tu), dada por:

$$Tu(\%) = \frac{\text{débito dos bicos usados} - \text{débito dos bicos novos}}{\text{débito dos bicos novos}}$$

conduz a valores de débito superiores a 10% da média dos bicos novos.

**A diminuição da pressão resultante do desgaste dos bicos é muito pequena pelo não serve como valor indicativo do seu desgaste.
O débito varia proporcionalmente à raiz quadrada da pressão dos bicos.**



MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DE TRACTORES AGRÍCOLAS

3- Adaptação do par tractor - alfaia

3.1- A escolha do equipamento

3.2- As regulações nos tractores

3.3- As regulações nos equipamentos

3.4- Utilização do sistema tripolar de engate.

3- Adaptação do par tractor – alfaia

3.1- A escolha do equipamento

3.1.1- Escolha técnica.

Tempo de trabalho - h/ha;

3.1.2- Escolha económica.

Consumo - L/ha.

O tractor e as alfaias ao trabalharem em conjunto devem estar perfeitamente adaptados um ao outro e ao tipo de trabalho que vão executar.

3.2- As regulações nos tractores

Antes de se proceder às regulações do equipamento é necessária efectuar algumas regulações no tractor, nomeadamente:

- da bitola do tractor;
- comprimento dos pendurais;
- comprimento dos estabilizadores;
- horizontalidade longitudinal.

Bitola do tractor

Deve ser tal que, na posição de trabalho, a ponta exterior da relha do primeiro ferro e o flanco interno do pneumático traseiro estejam no mesmo plano longitudinal.

Comprimento dos pendurais

Os pendurais devem ter o mesmo comprimento.

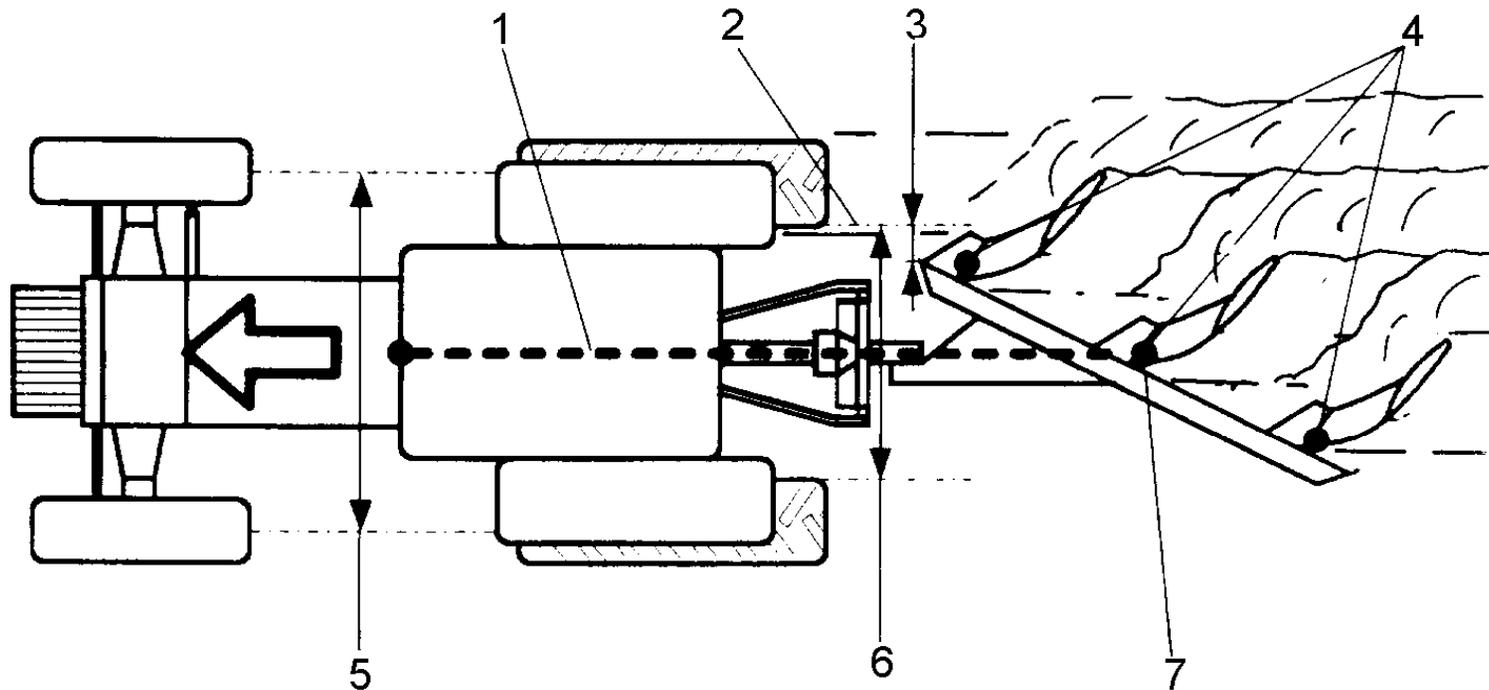
3.2- As regulações nos tractores (cont)

Comprimento dos estabilizadores

O comprimento dos estabilizadores deve permitir a deslocação lateral das charruas, sem permitir que os braços inferiores toquem nos pneus.

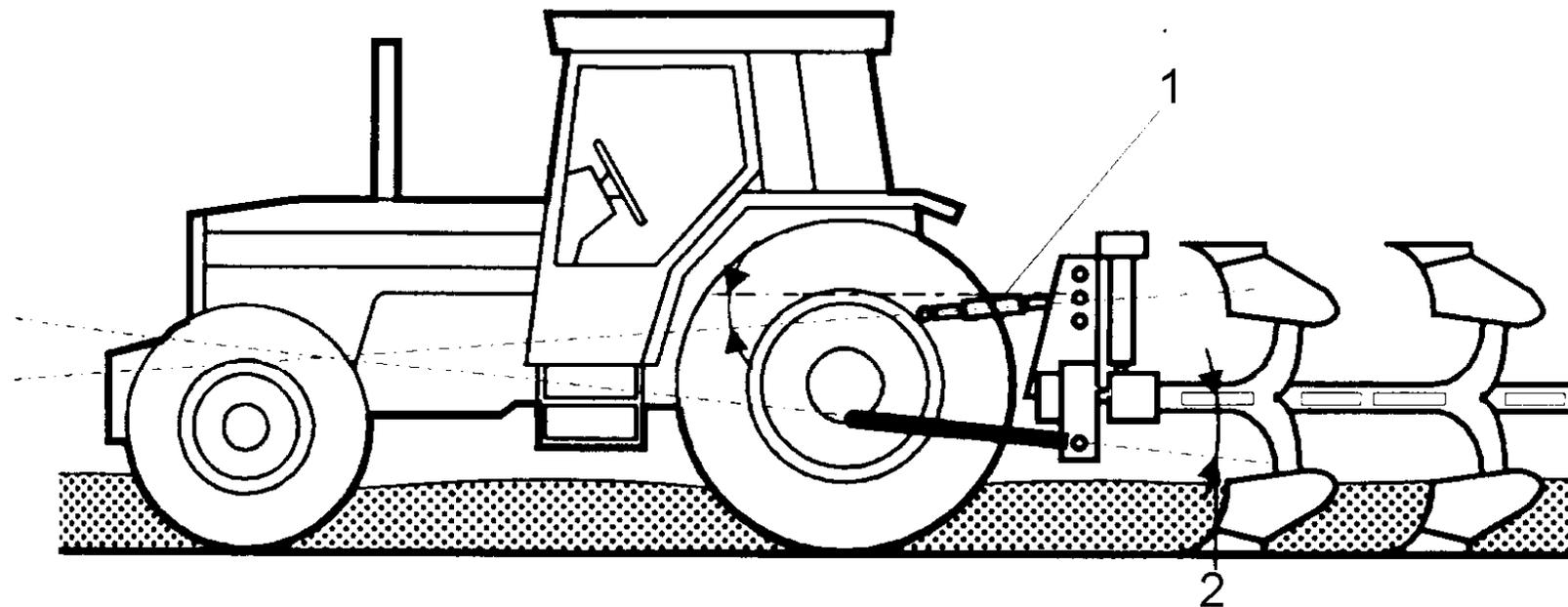
Horizontalidade longitudinal

Obtém-se pela regulação do comprimento do braço do terceiro ponto; caso esta regulação esteja bem feita o fundo do rego, deve apresentar uma marca muito ligeira deixada pelo calcanhar da charrua, ficando assim as leivas executadas pelos diferentes ferros, com as mesmas dimensões.



Distância entre pneus, deslocamento lateral e linha de tração

1- Linha de tração 2- Parede do rego 3- Desfasamento lateral 4- Centro de resistência dos corpos 5- Bitola 6- Distância entre pneus 7- Centro de resistência da charrua



Convergência do sistema de ligação tripolar num plano vertical

1- Inclinação do terceiro ponto 2- Inclinação dos braços inferiores do sistema hidráulico

3.3- Regulação dos equipamentos

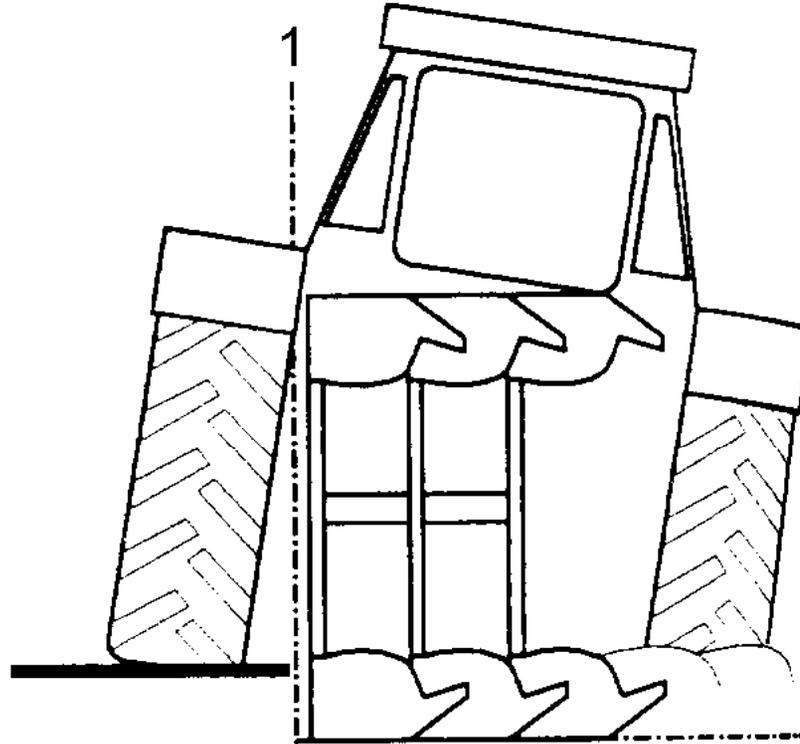
Uma regulação defeituosa implica, por exemplo, num equipamento de mobilização, profundidades de trabalho diferentes, num pulverizador, heterogeneidade da distribuição do débito, etc..

Na regulação dos equipamentos deve-se ter em consideração:

- as indicações técnicas do fabricante;
- as condições do trabalho.

Exemplos:

- verticalização dos teirós de uma charrua;
- adaptação do regime da enxada mecânica à pedregosidade do terreno;
- escolha da pressão de funcionamento de um pulverizador;
- escolha da intensidade da corrente de ar de um pulverizador;
- etc.



**Verticalização dos corpos da charrua
1- Teirós verticais**

3.4- Utilização do sistema tripolar de engate

O sistema tripolar de engate é utilizado principalmente com equipamentos montados ou semi-montados, sendo o seu accionamento efectuado pelo sistema hidráulico do tractor.

A ligação é efectuada pelos braços inferiores do sistema de engate, que são articulados no tractor, e que têm na outra extremidade rótulas para fixação das alfaias.

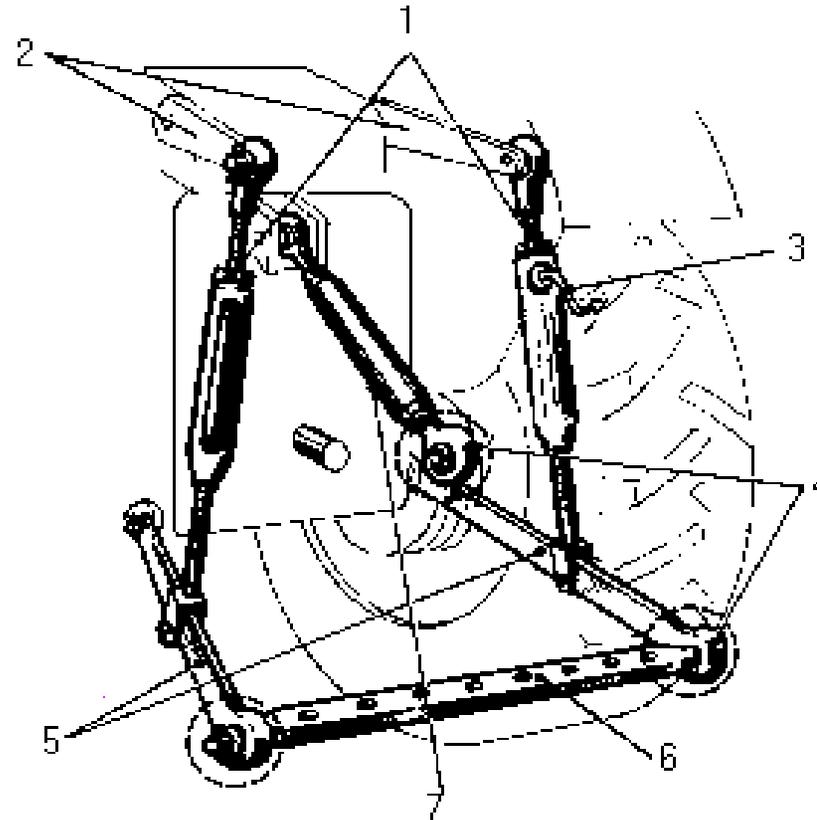
Os braços inferiores estão colocados simetricamente em relação ao plano longitudinal médio e encontram-se ligados aos braços superiores por pendurais, sendo o comprimento do direito, ou mesmo dos dois, regulável através de uma manivela.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Terceiro ponto - para além dos dois pontos de ligação nos braços inferiores existe ainda um terceiro ponto que evita a rotação do equipamento sobre o eixo dos dois primeiros.

O comprimento do terceiro ponto é regulável para permitir a horizontalização longitudinal do equipamento.

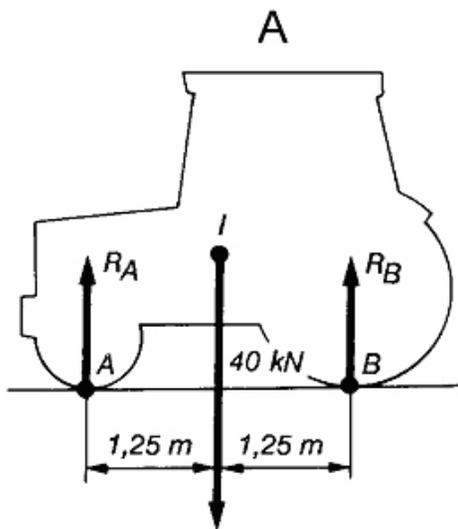
Os braços inferiores ligam-se ao cárter do diferencial por meio de rótulas o que permite o seu movimento lateral que deve ser limitado por correntes estabilizadores, por forma a que não batam nas rodas.



Sistema de engate por três pontos.

1- Pendurais 2- Braços superiores 3- Manivela 4- Rótulas 5- Braços inferiores 6- Barra de tracção 7- Barra do 3º ponto.

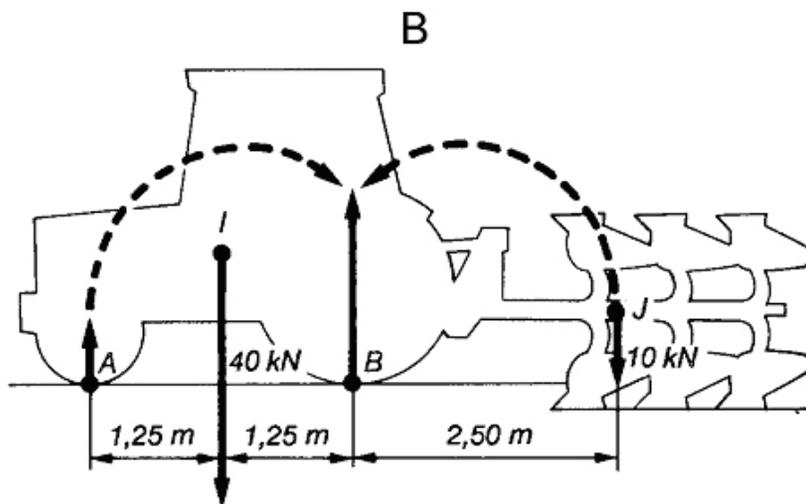
Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural



Repartição estática de massas e transferência de carga

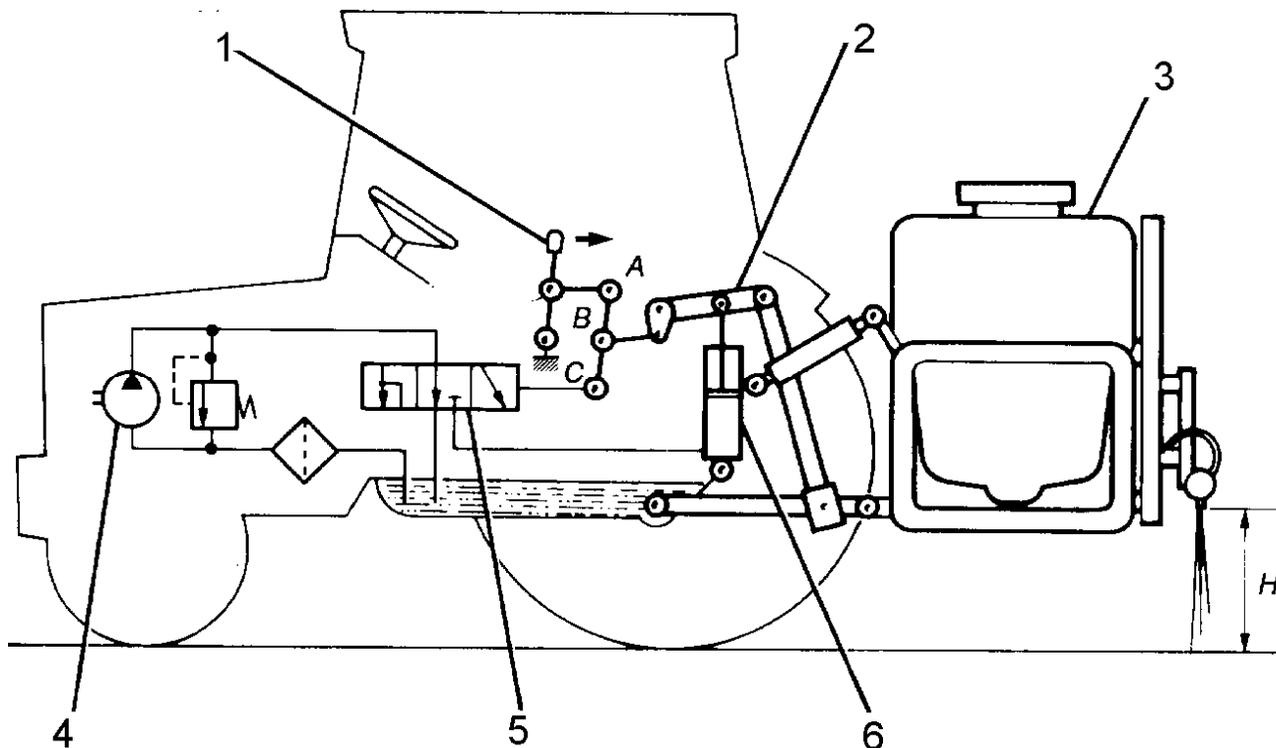
A- Tractor

B- Tractor + Equipamento



Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

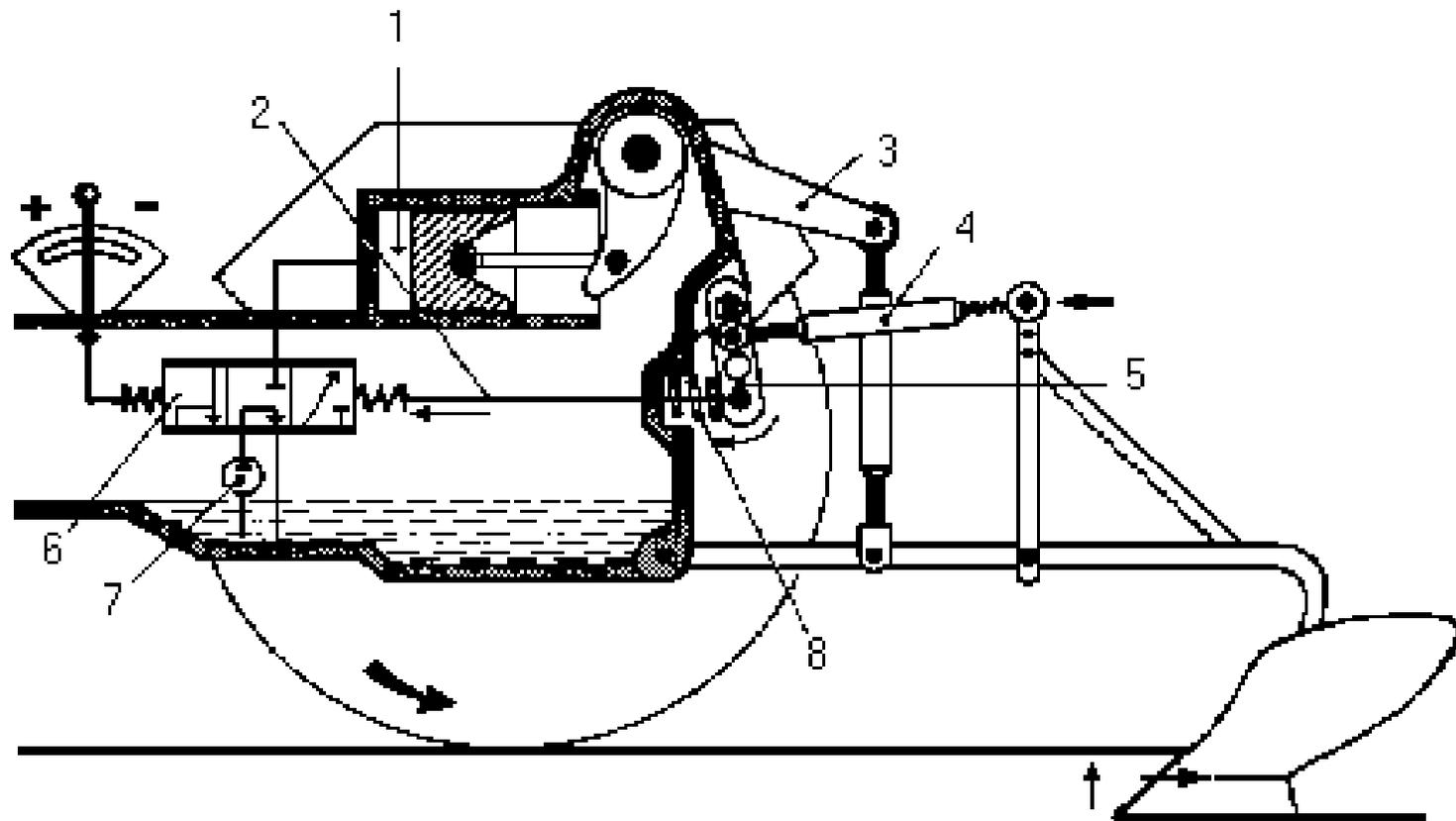
Controlo de posição mecânico



- 1- Alavanca do controlo de posição 2- Braço superior do sistema de levantamento 3- Equipamento montado 4- Bomba hidráulica
5- Distribuidor 6- Êmbolo

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

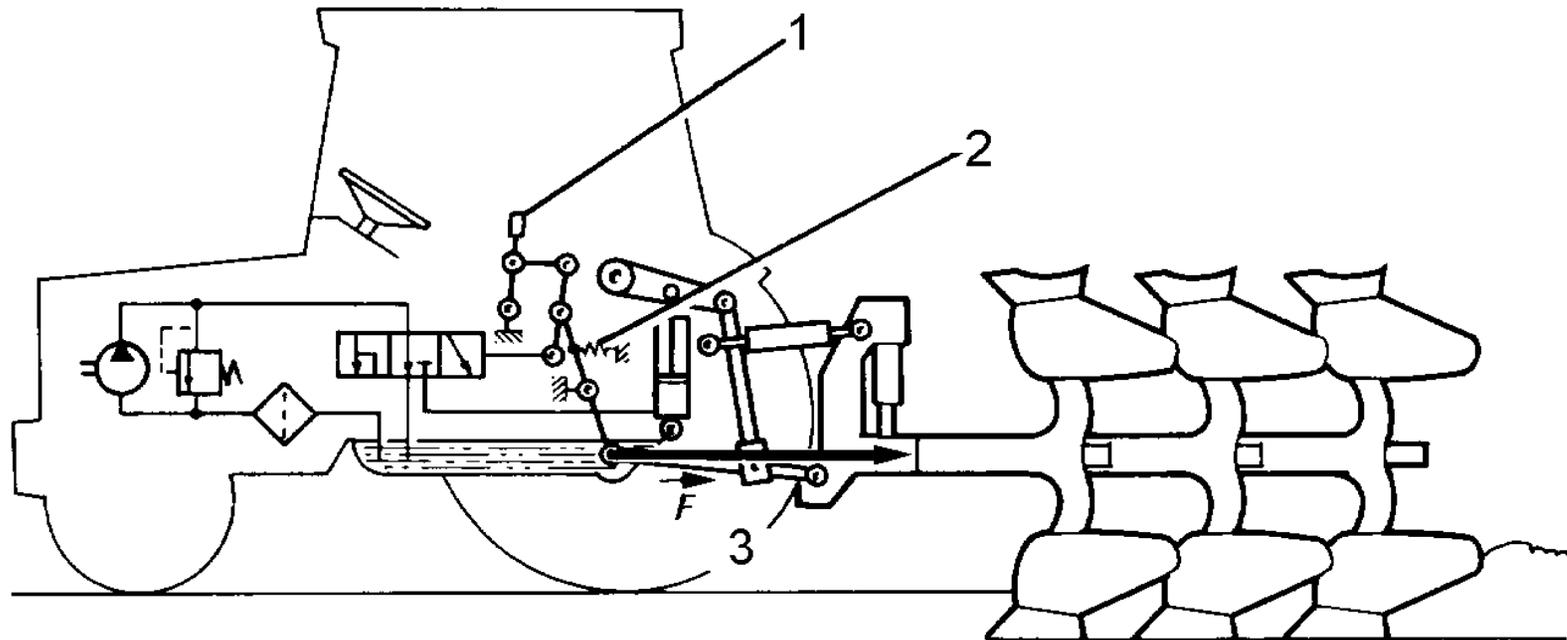
Controlo de tracção pelo terceiro ponto



- 1- Macaco 2- Batente de comando 3- Braços superiores 4- Braço do 3º ponto 5- Alavanca de ligação do 3º ponto 6- Distribuidor 7- Bomba 8- Mola de compressão

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

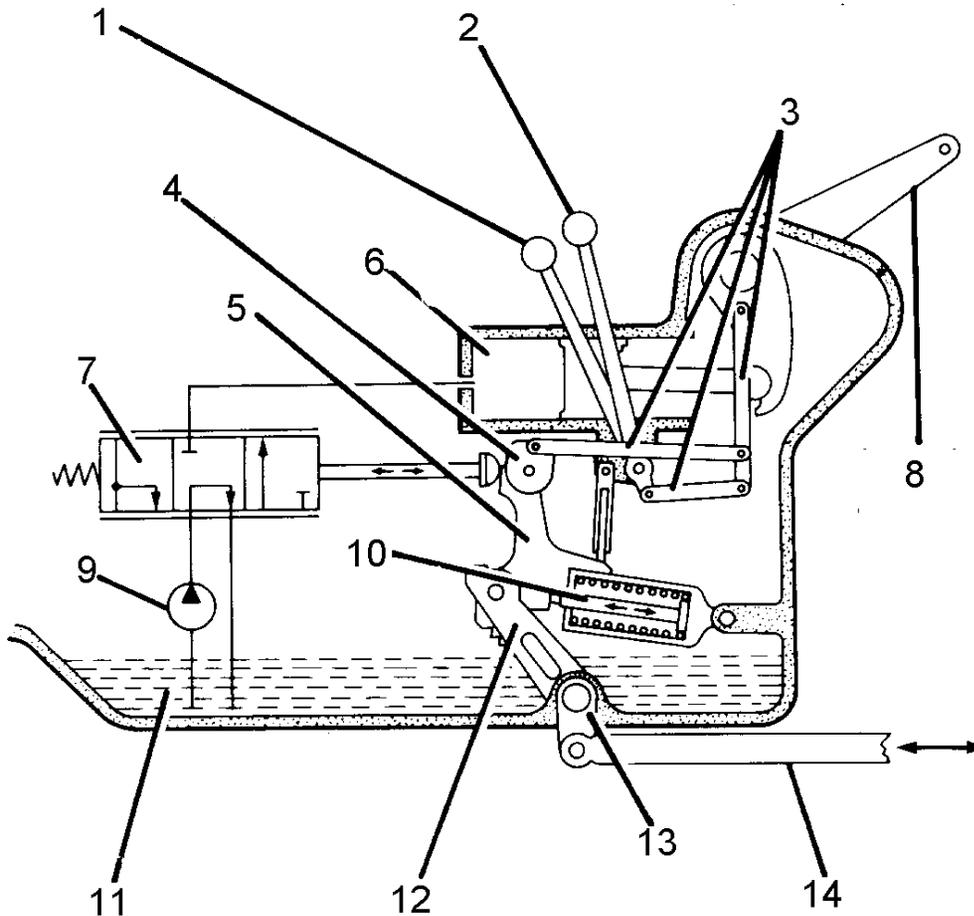
Controlo de tracção mecânico nos braços inferiores



1- Alavanca do controlo de tracção 2- Mola para medição da força de tracção 3- Força de tracção

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Sistema de controlo de posição e tracção mecânico



- 1- Alavanca do controlo de tracção
- 2- Alavanca do controlo de posição
- 3- Tirantes do sistema de controlo de posição
- 4- Excêntrico do controlo de posição
- 5- Tacteador do controlo de tracção
- 6- Êmbolo
- 7- Distribuidor
- 8- Braços superiores do sistema de levantamento
- 9- Bomba
- 10- Tirante de controlo
- 11- Óleo do cárter
- 12- Alavanca de transmissão de tracção
- 13- Bielas
- 14- Braços inferiores de tracção

Sistema de controlo misto (posição + tracção).

O sistema de controlo misto permite, como o nome indica, a utilização simultânea dos dois sistemas anteriores e usa-se quando se pretende reduzir a variação de profundidade de trabalho.

Exemplo de uma lavoura.

O controlo de posição é utilizado para definir a profundidade máxima de trabalho, funcionando o controlo de tracção até essa profundidade; a não utilização do controlo de posição implicaria uma maior amplitude nas variações de profundidade o que tornaria a lavoura mais irregular.



MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DE TRACTORES AGRÍCOLAS

4- Escolha dos pneus e sua pressão

4.1- Características técnicas dos pneus

4.1.1- Largura

4.1.2- Diâmetro

4.1.3- Carga

4.1.4- Índice de velocidade

4.1.5- Pressão

4.2- Como aumentar a vida útil dos pneus

4.2.1- Utilização do sistema de controlo de tracção

4.2.2- Utilização do bloqueio do diferencial

4.2.3- Montagem dos pneus motrizes com o piso invertido

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

4.1- Características técnicas dos pneus

4.1.1- Largura

A largura do pneu, geralmente dada em polegadas, é a distância entre os flancos quando o pneu se encontra à pressão e na jante indicada pelo construtor. Esta cota é aproximada, pois, na prática, ela varia em função da marca, e tipo de armação e da jante utilizada.

4.1.2- Diâmetro

O diâmetro do pneu, geralmente dada em polegadas, caracteriza a distância entre dois pontos dos talões diametralmente opostos.

4.1.3- Carga

Carga de um pneu é a massa (peso) que um pneu pode suportar; é dada por um número compreendido entre 0 e 279.

4.1.4- Índice de velocidade

Velocidade de um pneu é a velocidade máxima suportada pelos pneus. Nos pneus agrícolas esta velocidade é de 30 km/h mas, em alguns países e em estrada, pode-se circular a 40 km/h.

A.6 só pode rodar até 30 km/h e A.8 pode rodar até aos 40 km/h.

4.1.5- Pressão de um pneu

A pressão de enchimento de um pneu é dada em função da carga que ele pode suportar e do tipo de solo em que vai circular.

A pressão de enchimento é dada pelo número de estrelas que aparece no flanco do pneu, ou seja:

- * 1.6 bar;**
- ** 2.35 bar;**
- *** 3.2 bar.**
- **** 4.4 bar.**

4.1.5- A pressão dos pneus (cont)

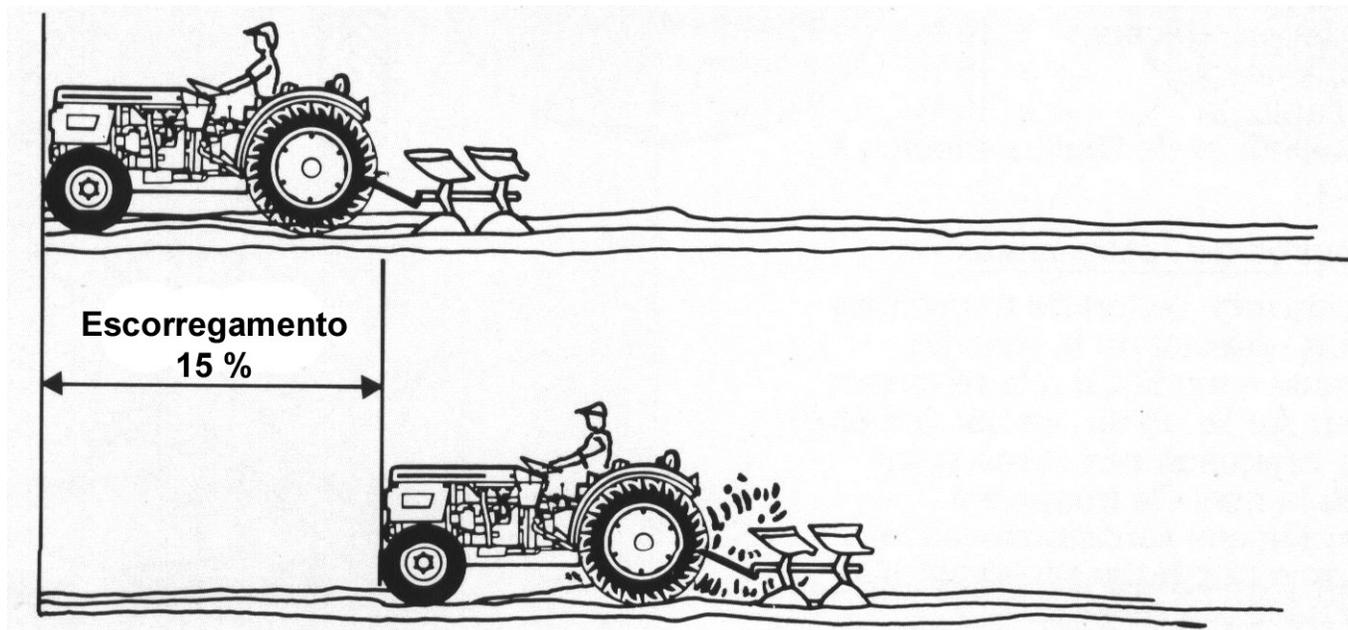
A escolha da pressão dos pneus deve ter em consideração vários aspectos, nomeadamente:

- a aderência (diminuição do escorregamento);**
- a massa suportada pelo pneu;**
- o tipo de trabalho;**
- o estado do solo.**

A falta de aderência (aumento do escorregamento) traduz-se:

- na perda de combustível**
- desgaste precoce dos pneus**
- execução de um trabalho de menor qualidade, etc.**

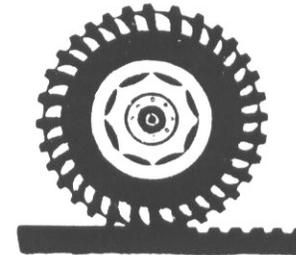
A falta de aderência (aumento do escorregamento)



Escolha da pressão em função do tipo de trabalho e solo

- Transporte:
- Trabalho em solo duro:
 - período estival
 - solo argiloso compactado

Pressão em estrada : 2 bar



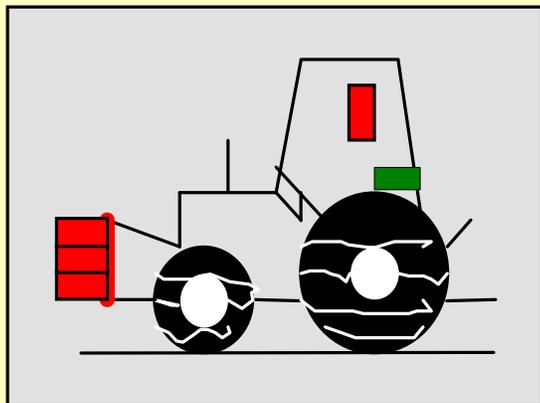
- Solo gradado
 - aumentar o nº de garras em contacto o solo

Pressão no campo: 1.5 bar

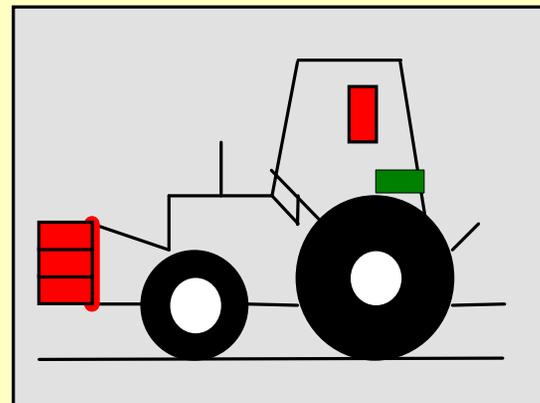


- Solo argiloso humido
 - facilitar a limpeza do pneu

Adaptação da pressão dos pneus ao aumento de carga



Tyre (Dimension)	Load/tyre (kN)	Inflation pressure (kPa)
13.6R24	14.6	124
16.9R34	14.6	100



Tyre (Dimension)	Load/tyre (kN)	Inflation pressure (kPa)
13.6R24	12.1	100
16.9R34	13.2	76

4.2- Como aumentar a vida útil dos pneus

4.2.1- Utilização do sistema de controlo de tracção

4.2.2- O bloqueio do diferencial

4.2.2- Montagem dos pneus motrizes com a faixa de rolamento em sentido inverso ao do deslocamento

Utilizando o tractor só em trabalhos de transporte o aumento da vida útil dos pneus é de quatro a cinco vezes, diminuindo para duas vezes quando aquele trabalho representa cerca de 30% do trabalho da exploração.



MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DE TRACTORES AGRÍCOLAS

5- Distribuição de massas (lastragem) no tractor

Repartição da massa nos eixos dos tractores

	Tractor	imobilizado	Tractor	em trabalho
Tipo de tractor	TD	TT	TD	TT
2 RM	30 %	70 %	20 %	100 %
4 RM ($\emptyset \neq$)	50 %	50 %	40 %	80 %
4 RM ($\emptyset =$)	70 %	30 %	60 %	60 %

5.1- Optimização da distribuição de massas (lastragem)

Tractores de 2RM:

Neste tractores a massa sobre o trem dianteiro deve ser apenas a suficiente para permitir a mudança de direcção e a estabilidade longitudinal.

A utilização de massas adicionais no trem dianteiro conduz ao seu desgaste prematuro, à deterioração dos pneus e a um acréscimo do consumo de combustível.

Tractores de 4RM:

Nestes tractores a lastragem do trem dianteiro, com massas adicionais e/ou utilização de água nas rodas dianteiras permite aumentar a sua aderência aumentando-se, assim, a capacidade de tracção.

A utilização de lastro líquido e contrapesos nos tractores só se deve verificar quando realmente se justificar pois a sua não utilização permite reduções no consumo.

5.1- Optimização da distribuição de massas (cont)

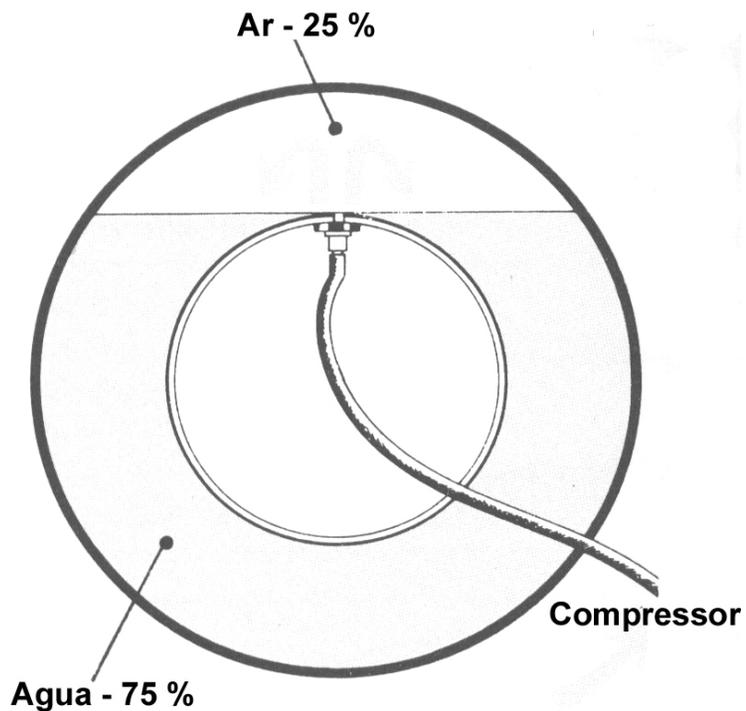
Vantagens da utilização de lastro líquido ou contrapesos nos tractores:

- aumentar a capacidade de tracção;
- tornar mais cómoda a condução.

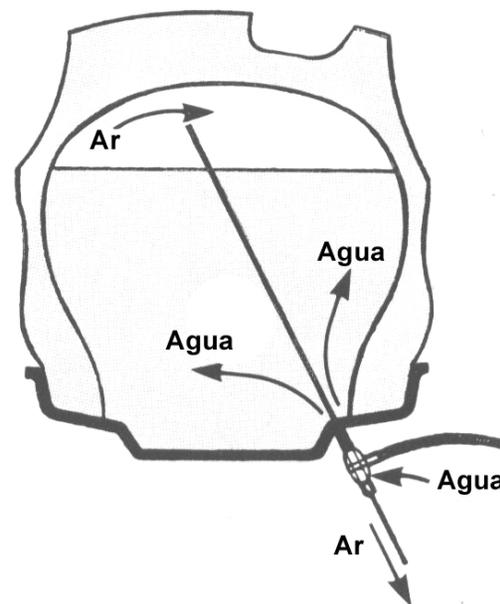
Desvantagens da utilização de lastro líquido ou contrapesos nos tractores:

- aumento do consumo;
- maior compactação do solo.

Lastragem dos pneus com água



Pneu com 75 % de água e 25 % de ar



Pneu com 100 % de água

MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DE TRACTORES AGRÍCOLAS

6- A condução dos tractores.

6.1- Utilização do motor.

6.2- Utilização dos tractores à tracção

6.3- Utilização dos tractores à TDF

6.4- Utilização dos sistema de ajuda à condução

6.1- A utilização do motor

Potência motor

$$\text{Potência} = \frac{\text{Trabalho}}{\text{Tempo}} = \frac{\text{Força} * \text{Espaço}}{\text{Tempo}} = \text{Força} * \text{Velocidade}$$

Factores que influenciam a potência:

- cilindrada,
- a velocidade de rotação da cambota (regime),
- a taxa de compressão;
- tipo de motor (atmosférico ou sobrealimentado).

A montagem de um turbocompressor, geralmente acompanhada de um sistema de arrefecimento do ar de admissão, permite aumentar a potência e o binário máximo de um motor, sem modificar a cilindrada ou o regime.

A presença de um turbocompressor permite também melhorar o rendimento do motor e seu consumo específico, sem diminuir a vida útil, e sem significativo aumento de peso.

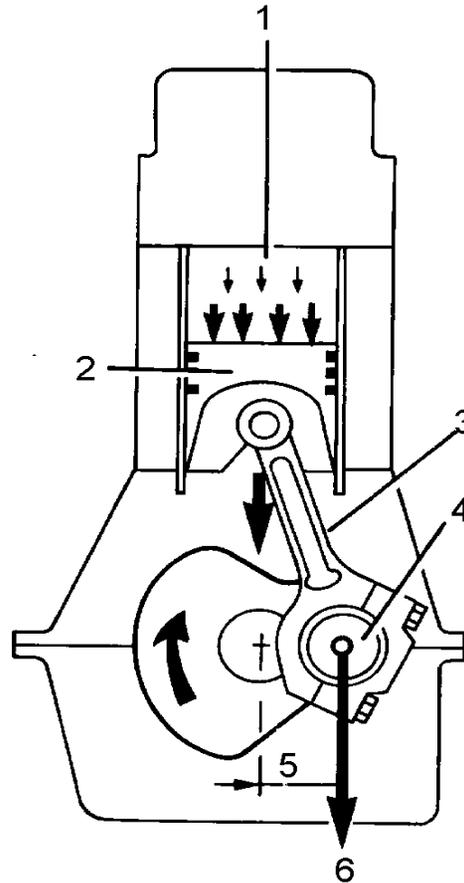
Binário motor

É o produto da pressão média exercida no topo dos êmbolos, designada por pressão média efectiva (p.m.e.) pelo braço da manivela da cambota. Quando a força das "explosões" dentro de cada cilindro aumenta, o binário também aumenta.

Relativamente à variação do regime motor o valor do binário aumenta quando o regime, a partir do regime nominal (binário nominal) diminui, até ao regime a que se obtém o binário máximo, desde que não se diminua a alimentação do motor.

Relativamente à quantidade de combustível injectado o valor do binário motor aumenta quando, mantendo o regime constante, aumenta o volume do combustível injectado. Este aumento resulta da actuação no pedal do acelerador ou, automaticamente, por acção do regulador da bomba injectora.

Reserva de binário = $(\text{binário máximo} - \text{binário nominal}) / \text{binário nominal}$



Pressão exercida no êmbolo e transmissão da força à cambota

- 1- Pressão dos gases de combustão 2- Êmbolo 3- Biela 4- Cambota
5- Braço da cambota 6- Força**

Exemplo:

Um motor com 300 Nm de binário à potência nominal e um binário máximo de 390 Nm, tem uma reserva de binário de:

$$((390 - 300) / 300) * 100 = 30\%$$

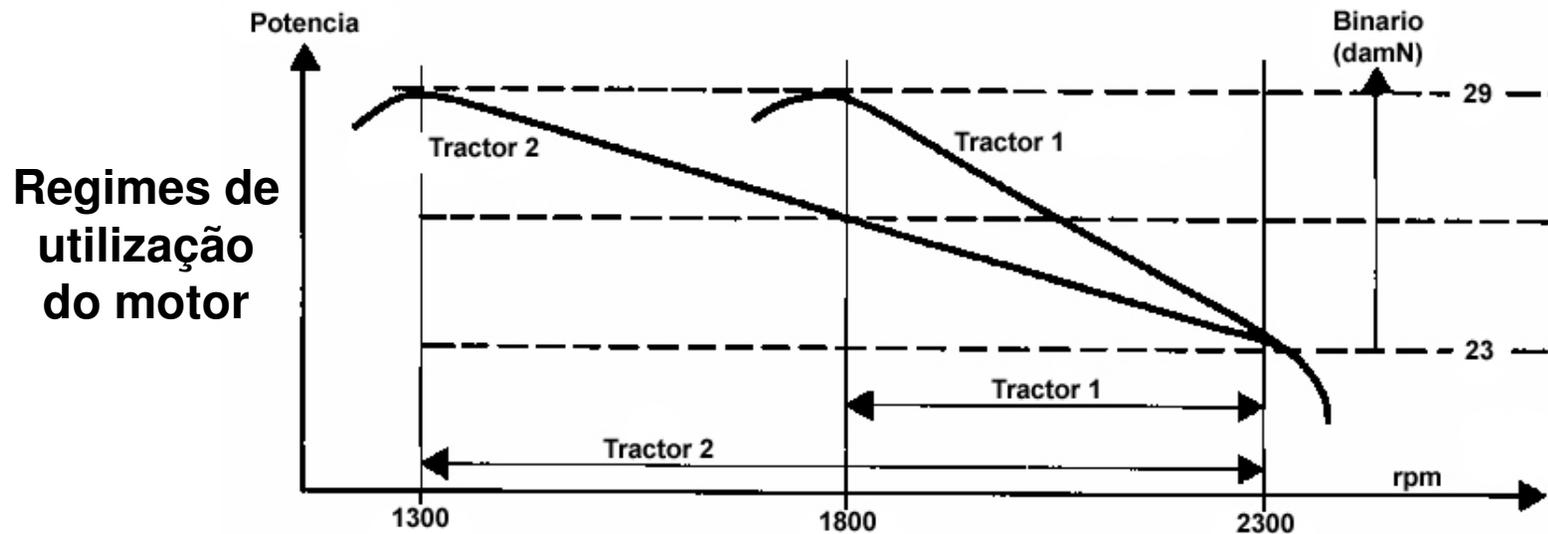
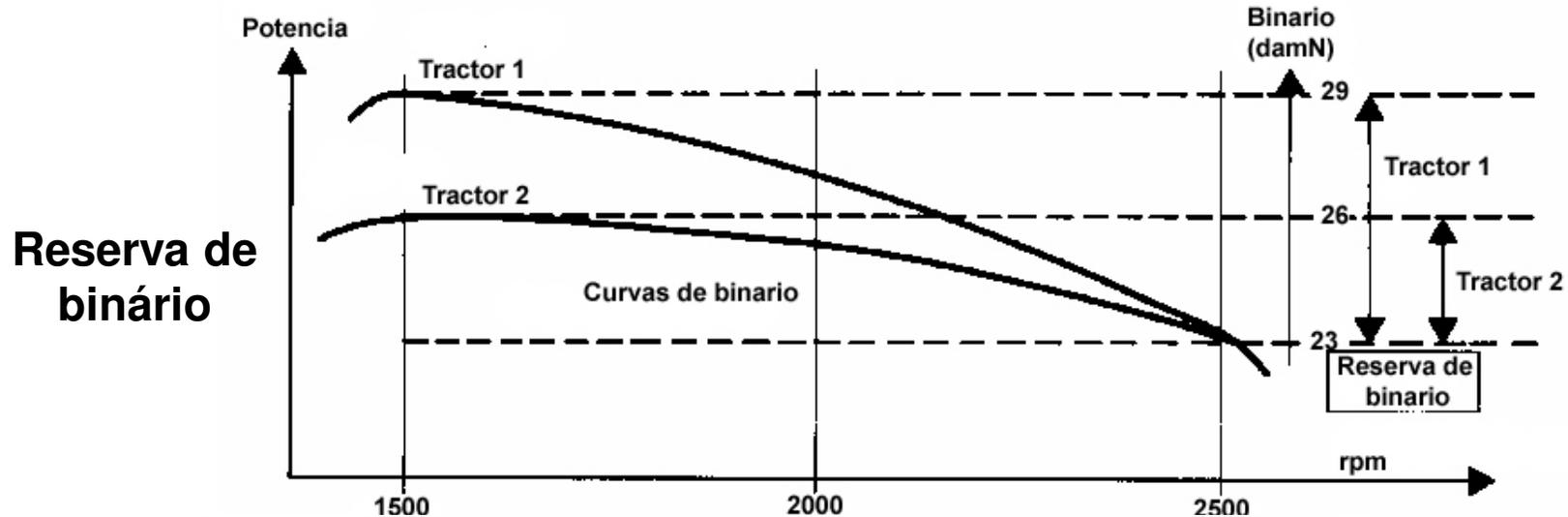
A reserva de binário permite ao motor suportar um aumento pontual de carga, sem que o operador seja obrigado a mudar de RT nos trabalhos de tracção ou desembraiar nos trabalhos à TDF.

Baixos valores de reserva de binário implicam um maior nº de RT.

Reservas de binário de 15 - 35 % são considerados bons e > que 35 % excelentes.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Importância das curvas de binário na escolha de um tractor



Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

A análise do 1º gráfico permite constatar que o tractor 1 está melhor adaptado às variações de binário, porque permite suportar uma sobrecarga passageira superior ao tractor 2, ou seja:

Reserva de binário do tractor 1, em % = $((29 - 23) / 23) * 100 = 26 \%$

Reserva de binário do tractor 2, em % = $((26 - 23) / 23) * 100 = 13 \%$

A análise do 2º gráfico permite constatar uma maior variação na gama de regimes de utilização (diferença entre o regime correspondente ao binário nominal e máximo) no tractor 2 (1000 rpm) do que no tractor 1 (500 rpm), pelo que:

- em trabalhos de tracção, à potência nominal, o tractor 1 tem vantagem pois a perda de velocidade, resultante do acréscimo de sobrecarga, é menor;
- em trabalhos de tracção, com carga parcial, em que é possível trabalhar a um regime motor mais baixo, o tractor 2 tem vantagens, pois funciona a um regime mais próximo do correspondente ao binário máximo.

(cont.)

Um acréscimo na força de tracção que conduza a um acréscimo de binário de 260 Nm vai fazer com que o regime do tractor 1 diminua para 2050 rpm e o do tractor 2 para 1800 rpm.

Em qualquer destas situações é possível ultrapassar essa sobrecarga sem precisar de mudar de relação de transmissão, pois não se atingiu o regime correspondente ao binário máximo.

Considerando que um tractor polivalente deve ter:

- uma reserva de binário de 20 - 30 %;
- uma gama de utilização de regimes de 800 - 1000 rpm.

O tractor 2 é mais polivalente que o tractor 1.

Nota:

O tractor 1 e 2 que estão a ser comparados no gráfico 2, têm a mesma potência, mesmo regime nominal, mesmo binário máximo e mesma reserva de binário (26 %).

Consumo específico e consumo horário

O consumo específico (g/kW.h) dos motores indica, por cada kW fornecido pelo motor, o consumo de combustível, em gramas por hora.

O consumo horário, expresso em L/h, obtém-se multiplicando o consumo específico pela potência do tractor (kW). O consumo horário é função da potência desenvolvida pelo motor.

Influencia do regime motor na variação do consumo específico:

- nos baixos regimes o aumento do consumo deve-se às maiores perdas de calor através das paredes dos cilindros, à condensação do fluído, devido à sua maior riqueza em combustível e à oscilação da pressão nas condutas de admissão;

- nos altos regimes o aumento do consumo, deve-se, principalmente, à diminuição do rendimento mecânico da transmissão do movimento.

O consumo específico traduz o rendimento do motor, pois permite comparar a energia absorvida com a fornecida (kW.h)

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

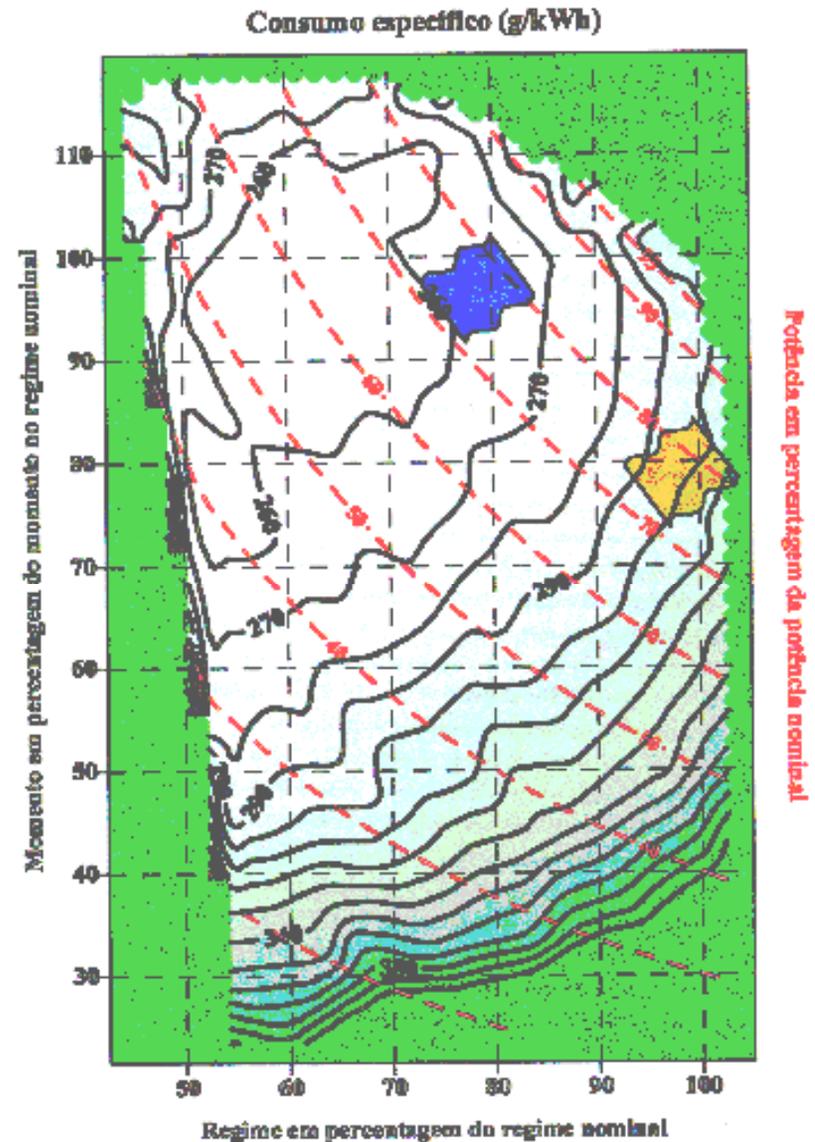
Consumo específico em duas situações de utilização diferentes

Situação a castanho:

- regime, próximo do nominal;
- potência, $\pm 70 - 80$ % da potência nominal;
- binário, ± 80 % do binário máximo.

Situação a azul:

- regime, ± 80 % do regime nominal,
- potência, $70 - 80$ % da potência nominal;
- binário, próximo do máximo



Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Variação do consumo específico em função do regime e carga motor (cont)

A observação das curvas de igual consumo específico em todos os regimes e cargas permitem concluir que:

- os consumos mais altos verificam-se nos regimes mais elevados e com fracas cargas (400 g/kWh);**
- os consumos mais baixos situam-se nos regimes próximos do regime correspondente ao binário máximo e com cargas elevadas (220 g/kWh)**

Em trabalhos de tracção, em que o operador disponha de uma certa liberdade na escolha do regime motor, ele pode optar por, mantendo a mesma velocidade de deslocamento, escolher uma RT superior com uma redução do regime motor, aproximando-se do regime correspondente ao binário máximo.

Nesta situação o motor funciona em maior carga, menor consumo específico para a mesma potência fornecida, e menor consumo / h.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Importância do consumo horário na escolha de um tractor

Dados:

- 2 tractores de ± 70 kW
- utilização anual de 700 h (300 h em carga elevada e 400 h em carga baixa).

Resultados dos ensaios dos consumos / hora:

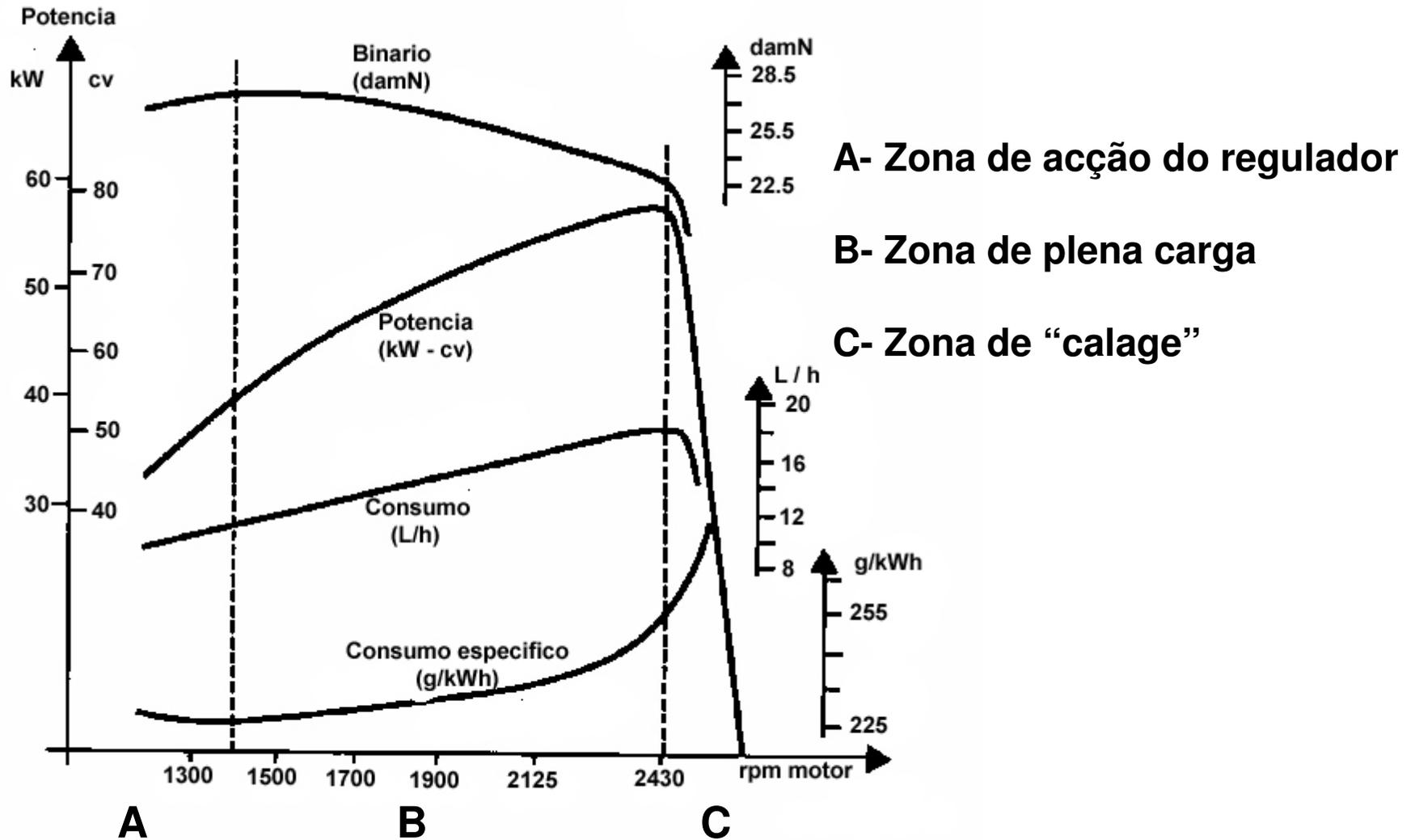
Tractor	Potência (kW)	Regime (rpm)	Cons.esp. (g/kWh)	L/h Carga elevada	L/h Carga baixa
A	68.0	2 200	255	18.46	11.80
B	67.6	2 461	253	20.15	13.08

Os tractores A e B têm características semelhantes mas os consumos hora diferentes:

Tractor A: $18.46 \text{ L/h} * 300 \text{ h} + 11.80 \text{ L/h} * 400 \text{ h} = 10\ 258 \text{ L}$

Tractor B: $20.15 \text{ L/h} * 300 \text{ h} + 13.08 \text{ L/h} * 400 \text{ h} = 11\ 277 \text{ L}$

A condução económica de um tractor



Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

A condução económica de um tractor (cont).

A condução económica de um tractor consiste em adaptar a potência disponível à potência necessária.

A- Zona de acção do regulador ou zona de carga parcial

É a zona compreendida entre o regime máximo e o regime nominal; é geralmente de 150 - 200 rpm.

O consumo nesta zona é elevado, sendo tanto mais elevado quanto menor for a carga motor.

B- Zona de plena carga

É a zona compreendida entre o regime nominal e o regime correspondente ao binário máximo. Nesta zona o consumo é baixo, sendo tanto mais baixo quanto mais se aproxima do regime do binário máximo.

C- Zona de “calage”

É a zona correspondente ao regime inferior ao do binário nominal. Neste regime a carga solicitada ao motor é superior à que o motor pode desenvolver.

Em conclusão:

A gama de utilização de regimes do motor está compreendida entre o regime nominal e o regime correspondente ao binário máximo.

Existem motores, designados por motores de “potência constante” em que a potência varia pouco numa faixa importante da gama de utilização do regime motor.

Este desempenho é obtido por uma gestão apropriada do débito da bomba (combinação da acção do regulador e do corrector de débito) e da adaptação do sistema turbo, que permitem manter o binário X velocidade (potência) o mais elevada possível.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Adaptação da potência disponível à potência necessária.

Das três zonas apresentadas a zona de plena carga (B) é a que permite obter uma condução económica.

Na zona C, o motor tem um mau rendimento (consumo elevado) e na zona C, o motor fica sujeito a graves avarias (o motor trepida).

A cada posição do acelerador corresponde um regime de regulação, dado pelo regulador da bomba de injeção, que permite obter a potência máxima para essa posição do acelerador; o regime correspondente a esta potência máxima é 150 - 200 rpm, ao obtido inicialmente pelo acelerador.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Adaptação da potência disponível à potência necessária (cont)

Sendo a potência desenvolvida pelo motor igual à potência que lhe é solicitada, aquela pode ser obtida com um regime situado na zona C ou na zona B.

Correspondendo a zona C a consumos mais elevados há todo o interesse em situar o regime na zona B.

Exemplo:

Considere-se que para fazer uma mobilização a 6 km/h, pode-se utilizar três RT, com os seguintes regimes:

-1600 rpm; 2000 rpm; 2200 rpm.

Considera-se que o regime correspondente ao binário máximo é de 1400 rpm, o nominal de 2100 rpm e o máximo de 2300 rpm.

A zona de acção do regulador é de 200 rpm

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

	Regime em carga (rpm)	Consumo (L/h)	Regime em vazio (rpm)
1º RT	2200	21.6	2250
2º RT	2000	20.0	2100
3º RT	1600	17.5	1800

Sendo a zona de acção do regular de 200 rpm o regime, em carga, da 1 e 2ª RT “caem” na zona C pelo que conduzem a consumos mais altos que a 3º RT, cujo regime já “cai” na zona B.

A utilização de regimes correspondentes à zona C permitem, no entanto, diminuir as variações de regime resultantes da variação das cargas como, por exemplo, das resultantes da heterogeneidade do terreno.

Quanto maior for a heterogeneidade do terreno maior terá de ser a reserva de binário.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Comparação entre os regime de funcionamento dos motores de aspiração natural e dos motores sobrealimentados

Motores de aspiração natural

Nestes motores é na zona do binário máximo que o rendimento energético é mais elevado em plena carga, ou seja, os consumos são mais baixos.

Para obter dos motores o máximo rendimento, menor consumo específico, o motor deve funcionar sempre num regime compreendido entre aquele que proporciona o máximo binário e a potência máxima.

O regime do motor deverá aproximar-se mais do primeiro, quando os trabalhos forem exigentes em tracção ou binário e mais do segundo, quando aqueles factores não forem limitantes, por forma a obterem-se maiores rendimentos em trabalho.

Fora destes valores não é conveniente que o motor funcione, pois, para regimes mais altos produzem-se trepidações prejudiciais, aumenta-se o consumo e reduz-se a vida útil do motor.

Motores de aspiração natural (cont).

Se o motor funcionar abaixo do regime que corresponde ao máximo binário tem um consumo específico elevado e não tem reserva de binário, pelo que, quando sujeito a uma sobrecarga, o motor “não responde”.

Motores sobrealimentados

Nestes motores a possibilidade de aumentar o débito de injeção, para uma mesma cilindrada, permite melhorar o rendimento energético em todos os regimes, sobretudo em carga, e diminuir o consumo específico de 15 - 25 %.

6.2- Utilização do tractor em tracção

Em trabalhos de tracção existem numerosos factores consumidores de potência o que implica que a potência disponível à barra possa ser bastante inferior à potência do motor.

Principais factores que condicionam a capacidade de tracção:

- a caixa de velocidades;**
- os órgãos de locomoção e as características do solo;**
- a massa do tractor e sua distribuição nos eixos.**

A caixa de velocidades

- número de relações de transmissão;**
- escalonamento das relações de transmissão**

Número de relações de transmissão

A caixa de velocidades de um tractor deve ter um número suficiente de relações de transmissão entre os 4 - 10 km/h, para permitir uma melhor adaptação das características do motor aos diferentes trabalhos.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Importância de dispor de um número elevado de RT

Consideremos que :

- a RT 3 permite obter uma força de tracção de 10000 N;**
- a RT 4 permite obter uma força de tracção de 5000 N, mas com o dobro da velocidade da RT3.**

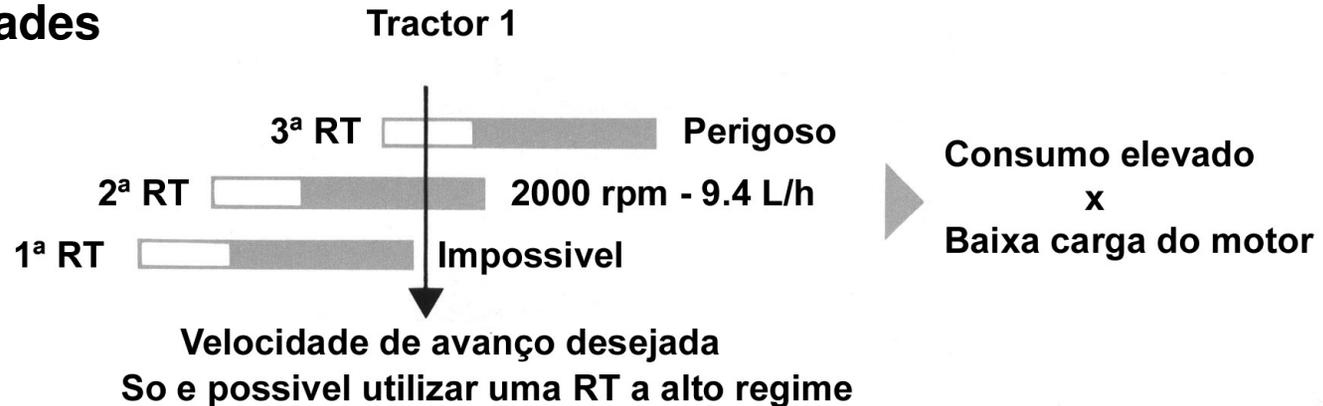
Considerando uma situação em que a FT necessária seria de 6000 N, apenas se poderia utilizar a RT 3, com uma velocidade bastante inferior à possível de obter com a RT 4.

A presença de uma RT “entre” as duas anteriores permitiria desenvolver a força de tracção necessária e obter uma velocidade superior.

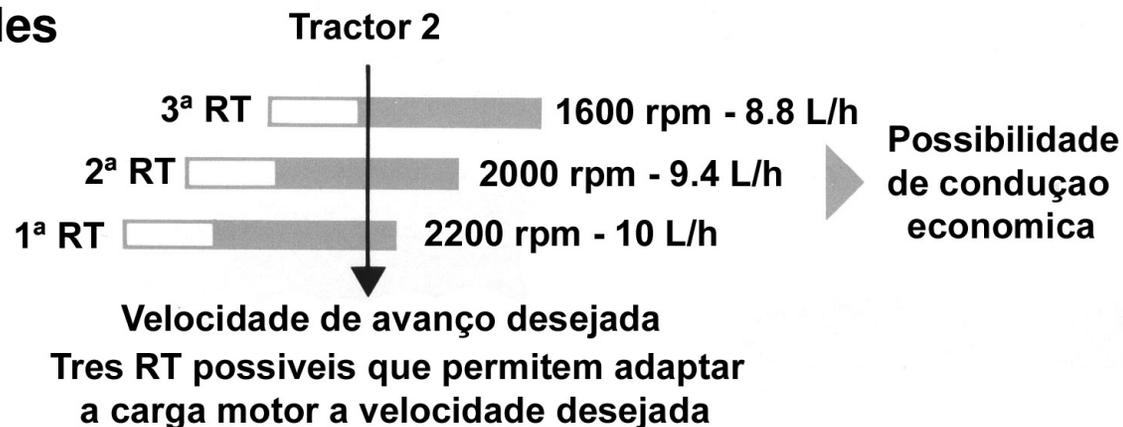
Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Importância do escalonamento da caixa de velocidades

Caixa de velocidades mal escalonada



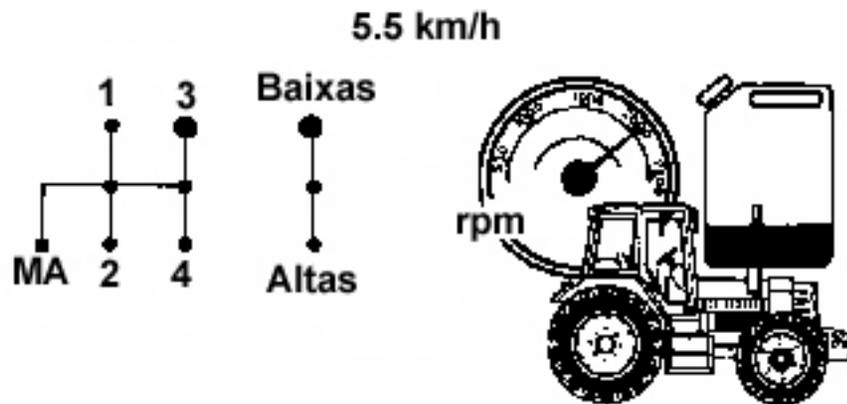
Caixa de velocidades bem escalonada



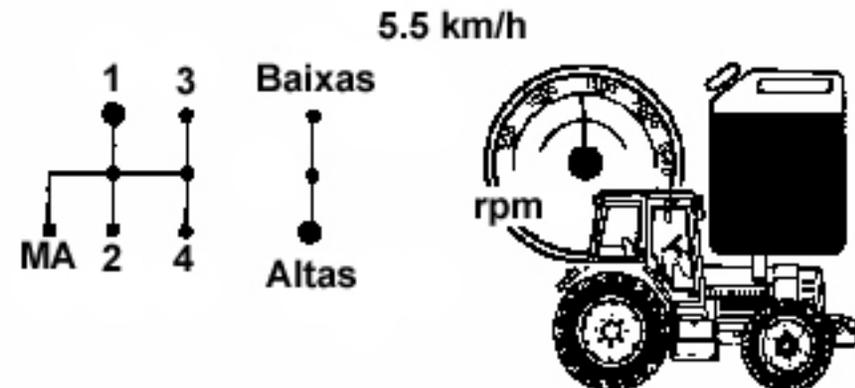
Nota: As zonas claras das barras correspondem a sobrecargas do motor

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Escolha de uma RT vs regime motor



Tractor em 3ª B a 2000 rpm
consumo elevado
Pontos 1 e 3 do grafico

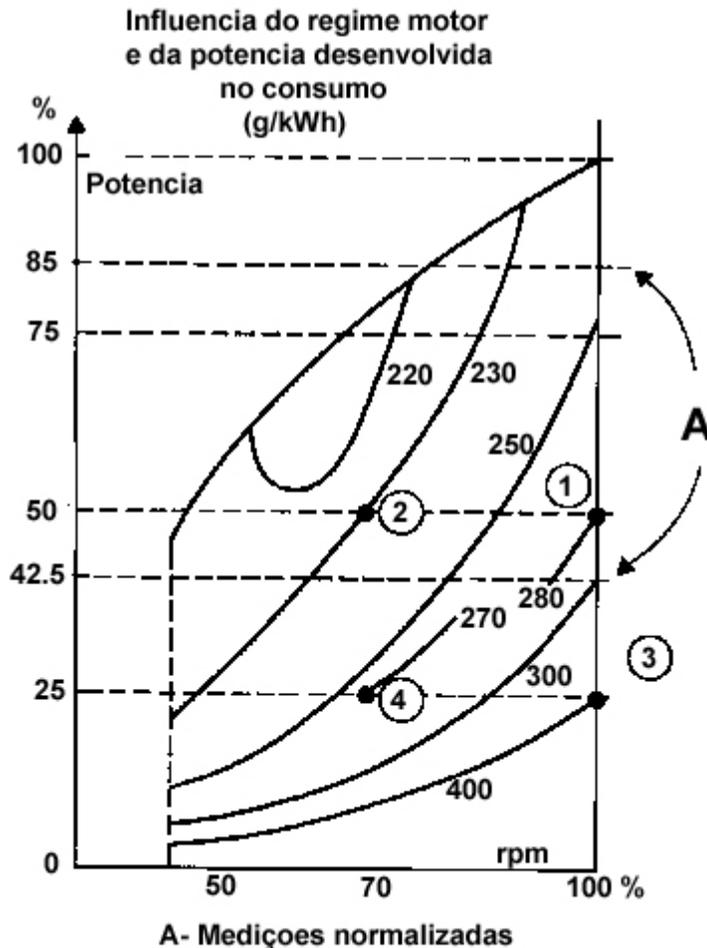


Tractor em 1ª A a 1400 rpm
economia de 30 % de combustível
Pontos 2 e 4 do grafico

Manter a mesma velocidade de deslocamento mas utilizando RT superiores com regimes inferiores, desde que a força de tracção desenvolvida não seja limitante (Gear-up trothel down).

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural



Ponto 1 - Motor a 50 % da sua potência e ao regime nominal (2000 rpm).

Consumo – 280g/kWh

Ponto 2- O motor a 50 % da sua potência e a 70 % do regime nominal (1400 rpm)

Consumo de 230 g/kWh

Do ponto 1 para o 2, o consumo baixa 18 %

Ponto 3- O motor a 25 % da sua potência e ao regime nominal (2000 rpm).

Consumo - 400 g/kWh

Ponto 4 - Motor a 25 % da sua potência e a 70 % do regime nominal (1400 rpm)

Consumo 270 g/kWh.

Do ponto 3 para o 4, o consumo baixa 33 %

6.3- Utilização dos tractores à TDF.

As perdas de potência motor para a TDF são bastante baixas, pois dependem praticamente da potência necessária para vencer o atrito da cadeia de transmissão.

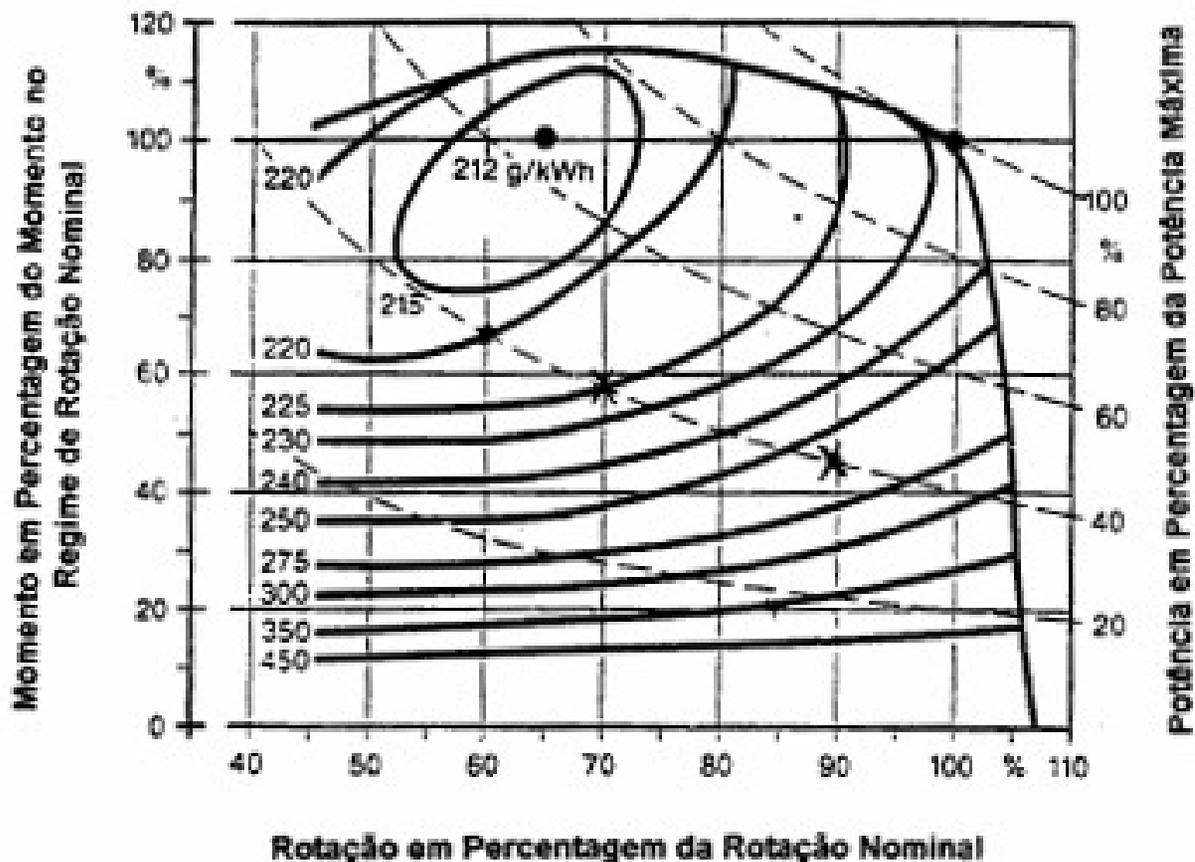
Comparando dois tractores cujos motores tenham a mesma reserva de binário e regimes nominais próximos, o mais interessante para trabalhos à TDF é o que tiver o regime motor, que permite o regime normalizado da TDF, mais próximo do regime correspondente ao binário máximo, pois permite manter mais constante o regime da TDF e a velocidade de deslocamento do tractor.

Importância de dispor de mais que uma velocidade na TDF.

Possibilidade de escolher a RT da TDF mais elevada, mas fazendo-a funcionar ao regime normalizado (540 rpm) a um regime mais baixo do motor. Esta opção só é possível se a potência desenvolvida for suficiente para trabalhar com o equipamento em causa.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

TDF económica ??



UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

6.4- Os sistema de ajuda à condução

Os sistemas electrónicos de ajuda à condução permitem:

- obter o melhor rendimento da máquina;**
- controlar o funcionamento do tractor;**
- gerir o trabalho efectuado pelo tractor e equipamento**

A presença de um medidor de débito que indique, em tempo real, o consumo instantâneo, permite ao operador escolher o regime vs relação de transmissão, correspondente ao menor consumo.

A indicação do consumo / hora, permite determinar os encargos com os combustíveis gastos nos transportes, trajectos para as parcelas, operações culturais, etc.

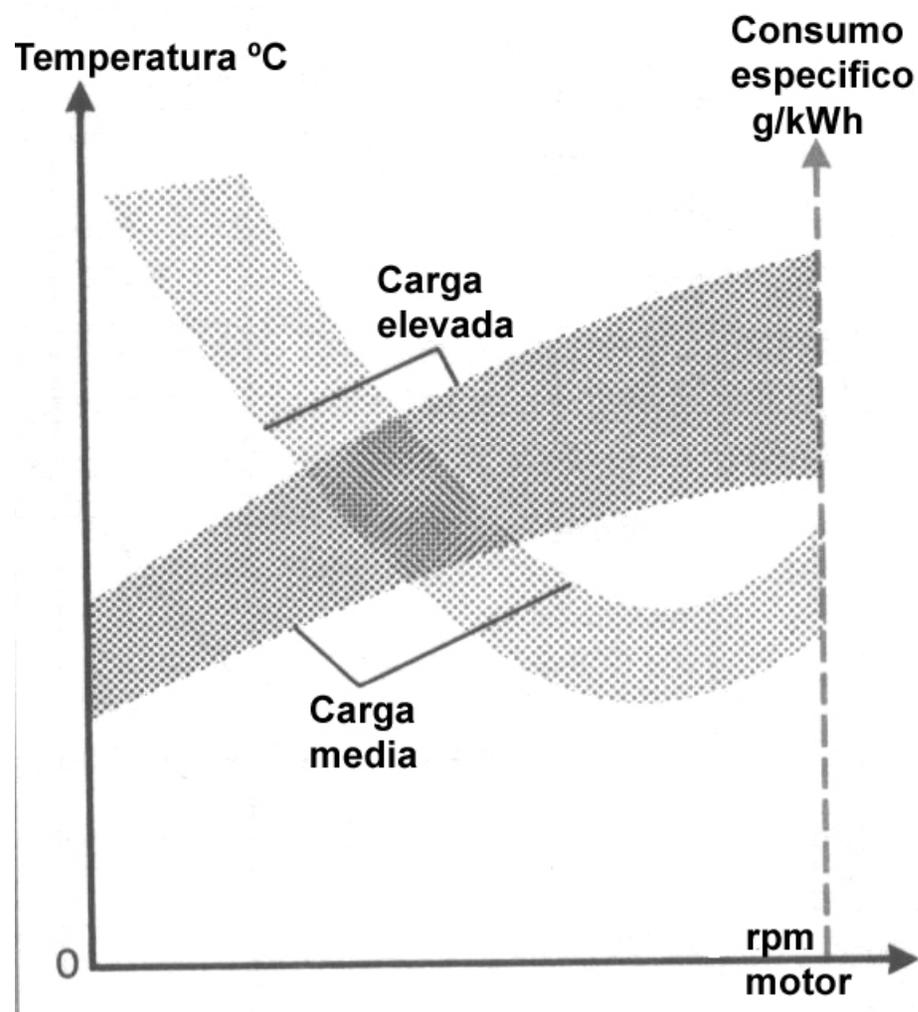
A presença de um radar e de um dispositivo electrónico de medição da velocidade teórica, permite limitar o escorregamento.

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

A temperatura dos gases de escape condicionada pelo regime motor e débito do gasóleo injectado, permite medir a carga do motor

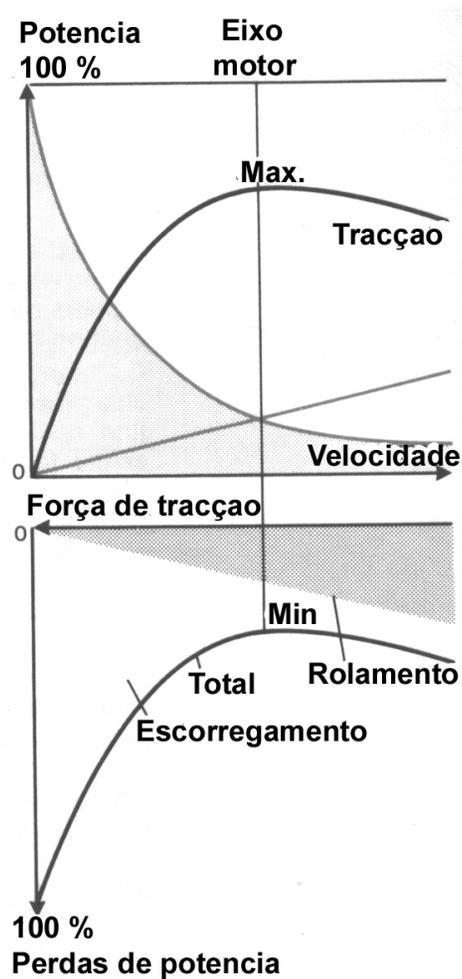
Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

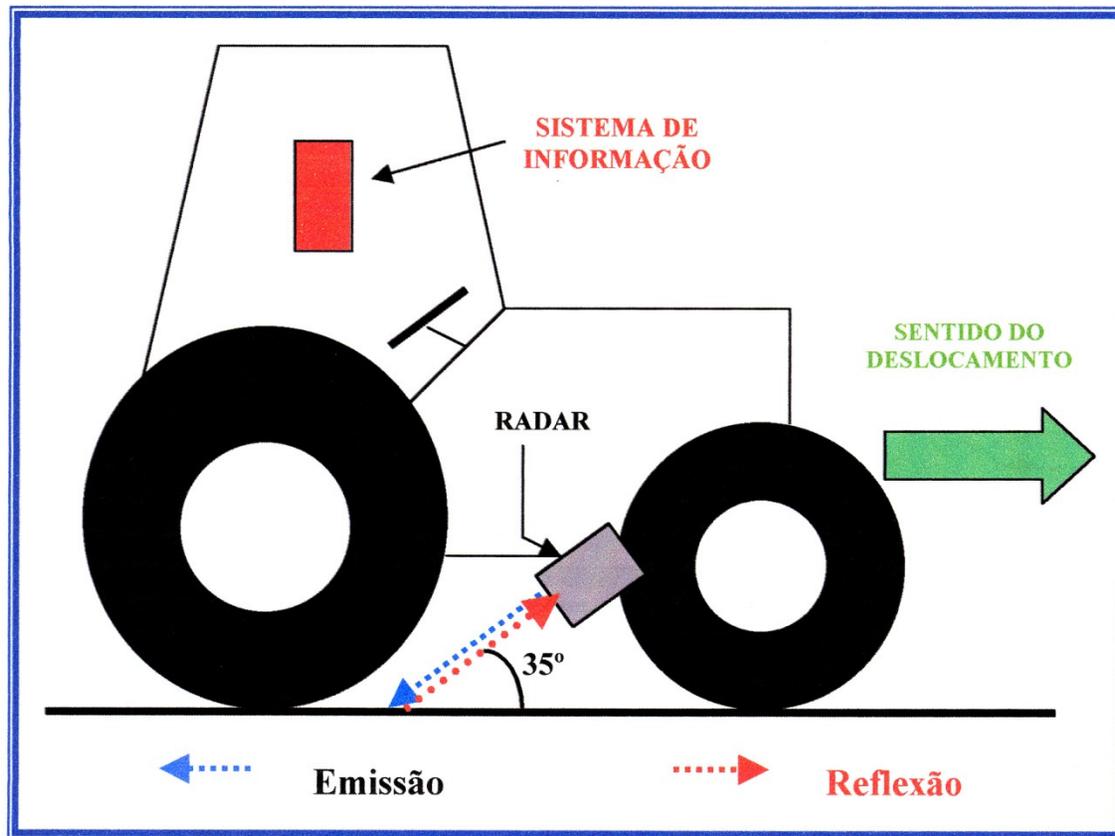
Medição da temperatura dos gases de escape para uma condução económica do tractor



Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Os dois tipos de perdas de potência à tracção.
O escorregamento e o rolamento





Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

Variação do consumo específico em função do regime e carga motor

