

Sistemas de suspensão

O sistema de suspensão compõe-se de: pneumáticos, amortecedores, molas e barras estabilizadoras. E tem por finalidade: tornar o veículo confortável, estável, ter boa dirigibilidade e garantir seu desempenho nos padrões de segurança recomendados.

Pequenas irregularidades das vias de rodagem são absorvidas pelos pneumáticos. Quando essas irregularidades se tornam maiores, são absorvidas pelo sistema de molas que tem importância fundamental na suspensão. Os amortecedores entram em ação para reduzir o número e a amplitude das oscilações das molas.

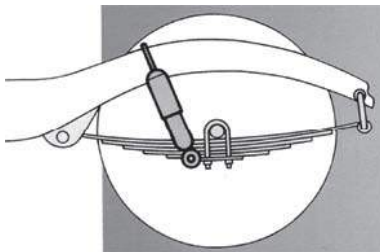
Nas suspensões são empregados diversos tipos de molas e amortecedores. As molas podem ser: helicoidais, de ar, semi-elípticas ou barras de torção. Os amortecedores podem ser: comuns, de dupla ação, pressurizados a gás. Podem ter controle eletrônico etc.



Mola helicoidal



Barra de torção



Feixe de mola



Amortecedor

Tipos de suspensão

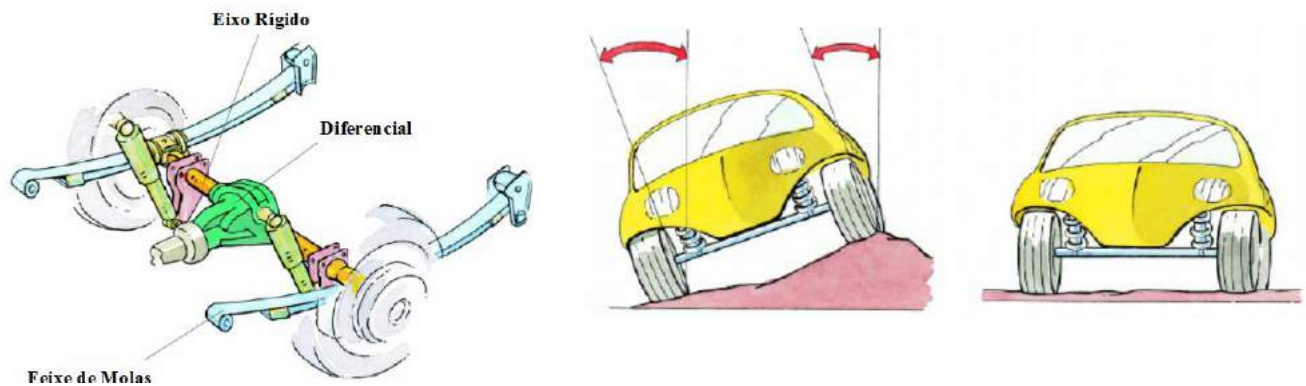
A suspensão tem finalidade de garantir o conforto e segurança do veículo. Existem basicamente quatro tipos de suspensão: dependente, independente e semi-independente.

Suspensão dependente

Há dois tipos de suspensão dependente: com feixe de mola e com mola helicoidal.

Nesse tipo de suspensão, os impactos sofridos de um lado da suspensão são transmitidos através do tubo rígido para o outro lado, deixando o veículo um pouco desconfortável.

Suspensão de Eixo Rígido

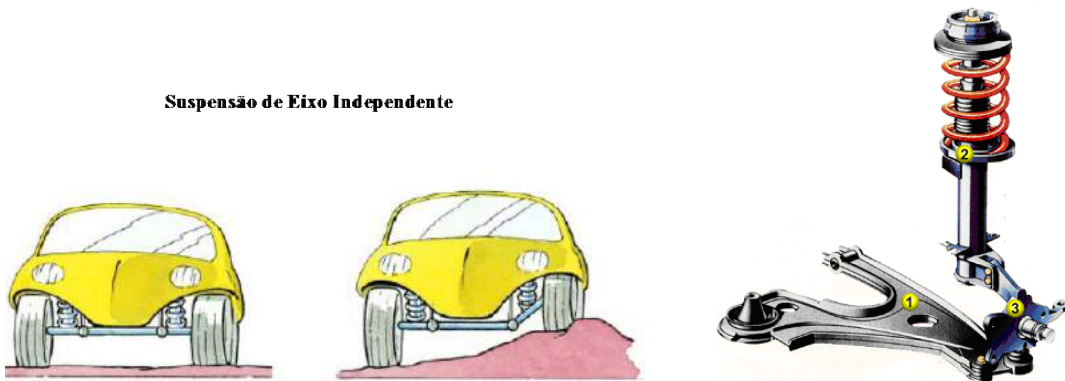


Note a inclinação da carroceria

Suspensão independente

Na suspensão independente, como o próprio nome indica, a suspensão não depende da outra, na hora das oscilações, garantindo conforto e segurança ao condutor. Ela é muito utilizada em veículos de luxo.

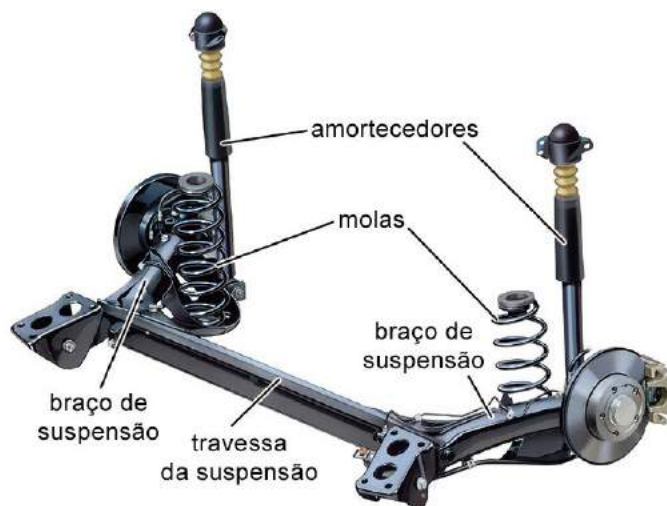
Suspensão de Eixo Independente



Na suspensão independente a carroceria sofre poucas oscilações

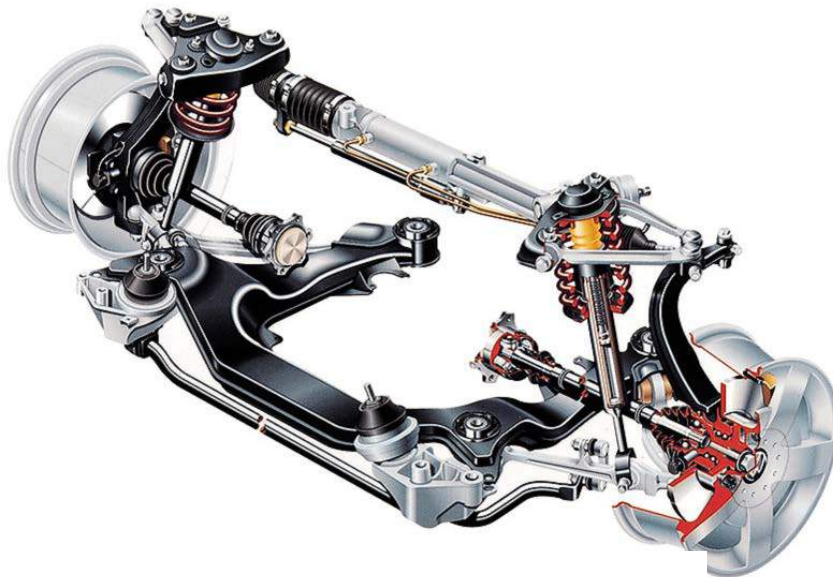
Suspensão semi-independente

É o tipo de suspensão mais utilizado na parte **traseira** dos veículos, devido à sua construção simples e robustez. Neste caso, salienta-se a suspensão perfil "V".



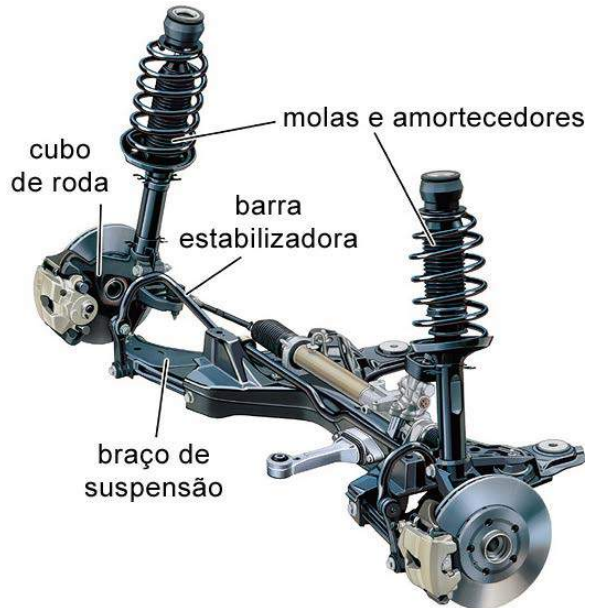
Suspensão dianteira

Os sistemas de suspensão mais usados atualmente nos veículos são do tipo independente. Para isto utilizam-se suspensões do tipo Mac Pherson e Multi-Link. Como os veículos atuais estão equipados com tração nas rodas dianteiras, o sistema de suspensão é muito importante, pois deve suportar todo o peso da frente do veículo, das rodas de tração e da direção.



Suspensão dianteira Multi-Link

O sistema MacPherson é amplamente utilizado devido a seu projeto compacto. Um suporte tubular conecta o conjunto da roda ao chassi. Uma mola helicoidal envolve o suporte com o amortecedor localizado no seu centro.



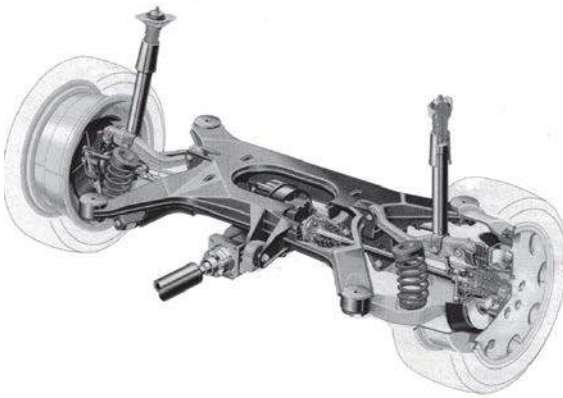
Suspensão MacPherson

Todo o conjunto pode mover-se lateralmente para esterçar as rodas e flexionar para cima e para baixo, através das juntas esféricas e buchas de borracha, com os braços interligados com a finalidade **de acomodar** as condições do piso de rodagem.

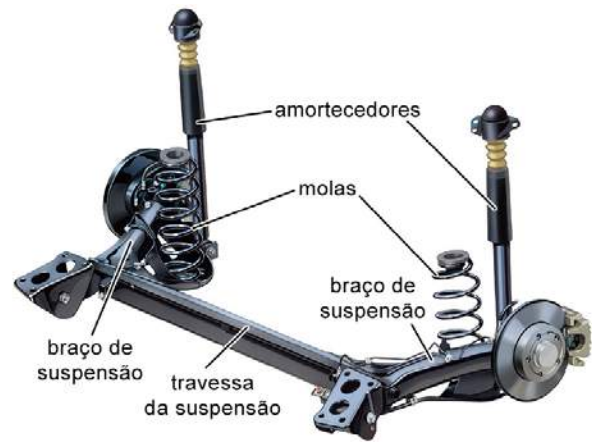
Rolamento nas rodas permite que elas girem livremente.

Suspensão traseira

A suspensão traseira, desde os primórdios dos tempos, passou por várias modificações. Atualmente, a mais usada nos veículos é a do tipo semi-independente e a independente que é também empregada na Multi-Link.



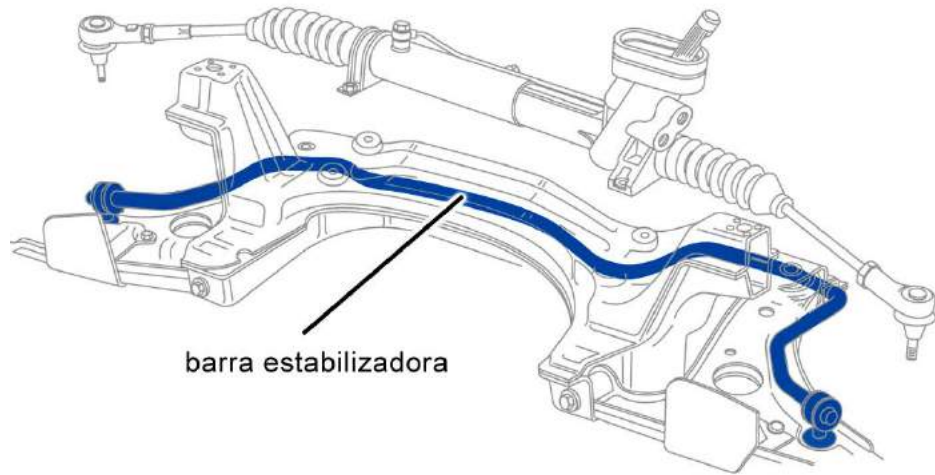
Suspensão independente Traseira Multi-Link



Suspensão Traseira semi-Independente

Barra estabilizadora

A barra estabilizadora é uma barra de seção circular, feita com aço liga de manganês para poder sofrer torções sem se deformar. É geralmente instalada, através de coxins de borracha, na suspensão dianteira, podendo também ser instalada na suspensão traseira. Tem a função de diminuir a inclinação da carroçaria nas curvas e irregularidades do piso.



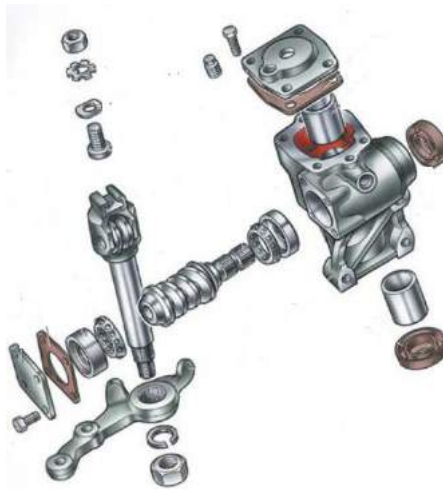
barra estabilizadora

Sistemas de direção

As rodas do veículo, assim como os pneus, **básicos** para qualquer projeto são **apoiados** sobre mangas ou pontas de eixo. **O eixo fica fixado** à estrutura principal do carro ou chassis. A direção tem o objetivo de alterar a angulação das rodas **no sentido da** linha de centro do veículo **para** permitir que este possa **fazer** alterações de direção em curvas e manobras. São usados vários tipos de sistemas de direção.



**Sistema de Direção com
Pinhão e Cremalheira**

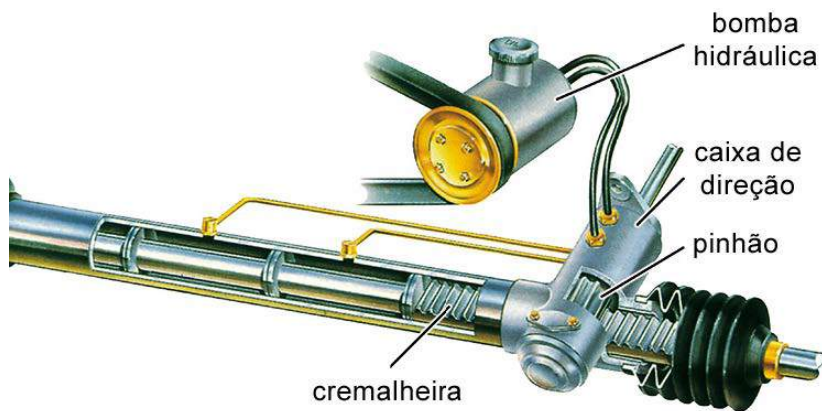


**Sistema de Direção com
Setor e Sem Fim**

Sistema de direção servo-assistida

O crescente aumento de velocidade e peso médio do veículo, bem como o crescimento no número de veículos em uso e ainda o progressivo desejo de maior conforto forçaram o desenvolvimento de direções que solicitassem menores esforços dos motoristas.

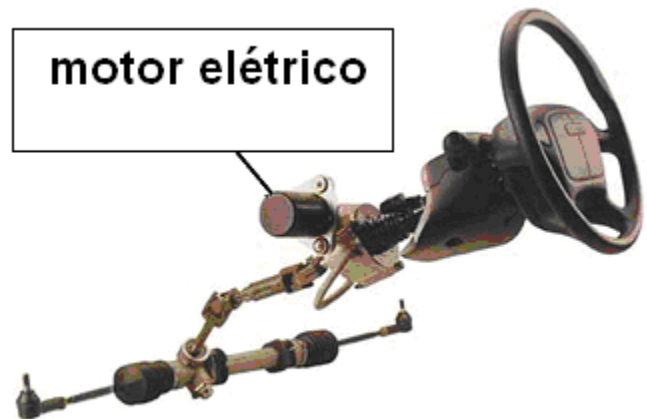
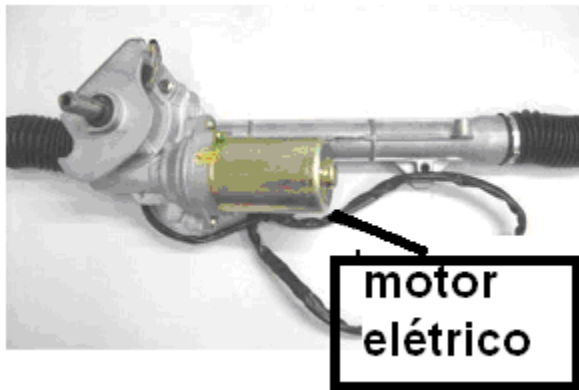
O tipo de direção servo-assistida que tem emprego mais frequente é a do tipo hidráulico. O sistema possui um reservatório de fluido e uma bomba acionada pelo motor do veículo. A bomba é conectada à caixa por meio de dutos adequados. Em alguns veículos já se utiliza uma bomba elétrica para a circulação do fluido, [aliviando](#) assim o esforço realizado pelo motor.



Sistema de Direção Servo Assistida Hidráulico

Nos veículos atuais já se encontra um sistema que dispensa o uso de fluido, pois ele opera através de um motor elétrico acoplado na cremalheira da caixa de direção ou, em alguns casos, esse motor **fica** na coluna de direção.

Esse motor elétrico só funciona quando os **sensores instalados** nesse sistema **reconhecem** que **houve** um esforço ao esterçar a direção. Essas informações são enviadas a uma unidade de controle instalada no veículo e **determina** a quantidade de torque que o motor **elétrico vai gerar** para garantir maciez e conforto ao condutor.



Sistema de Direção Elétrica

Sistema de freios

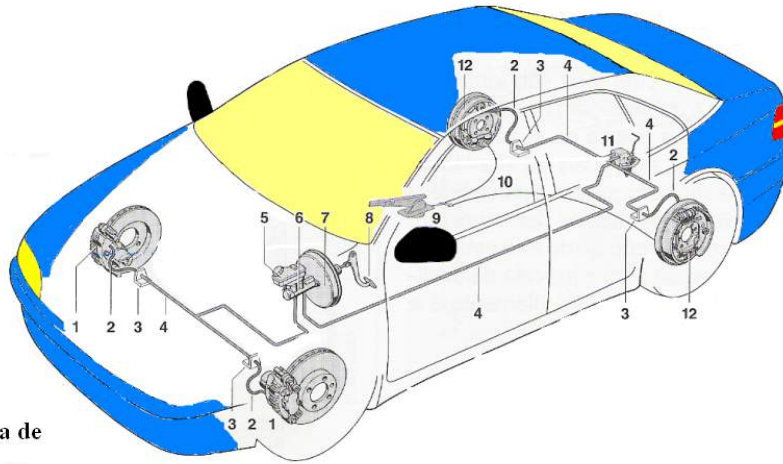
Freios

Freios em bom estado são vitais para uma condução segura do veículo. Seu funcionamento eficiente depende não apenas de suas próprias condições, como também das condições dos pneus, das estradas, ruas e do tempo de reflexo do motorista. Com todos esses fatores envolvidos, é extremamente importante manter os freios sempre em condições ideais de funcionamento.

Como funcionam os freios

Os sistemas de freio basicamente são compostos de pedal de freio, servo-freio, cilindro mestre, cilindros de rodas, pinças de freios, tambores, discos, lonas, pastilhas, alavanca ou pedal do freio de estacionamento, tubulações, válvulas e fluído de freio. Quando o motorista aciona o pedal move os pistões internos do cilindro mestre que por sua vez empurra o fluído pelas tubulações até atingirem os cilindros de rodas ou pinças de freio. Desta forma, as pastilhas ou lonas são empurradas contra os discos ou tambores respectivamente gerando atrito.

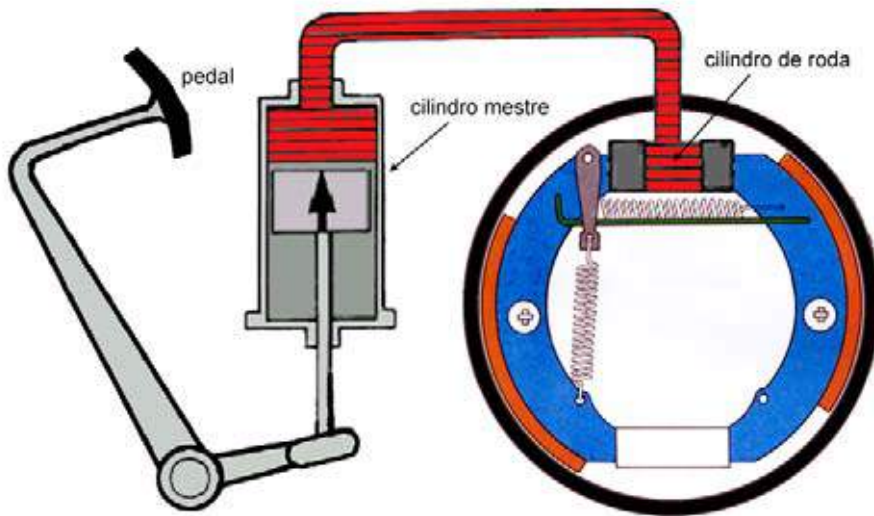
- 1—freio a disco
- 2—flexível do freio
- 3—conexão
- 4—tubo de freio
- 5—reservatório
- 6—cilindro-mestre
- 7—servo-freio
- 8—pedal do freio
- 9—alavanca do freio de estacionamento
- 10—cabo do freio de estacionamento
- 11—válvula equalizadora de pressão
- 12—freio a tambor



Esquema Completo de Freio Hidráulico

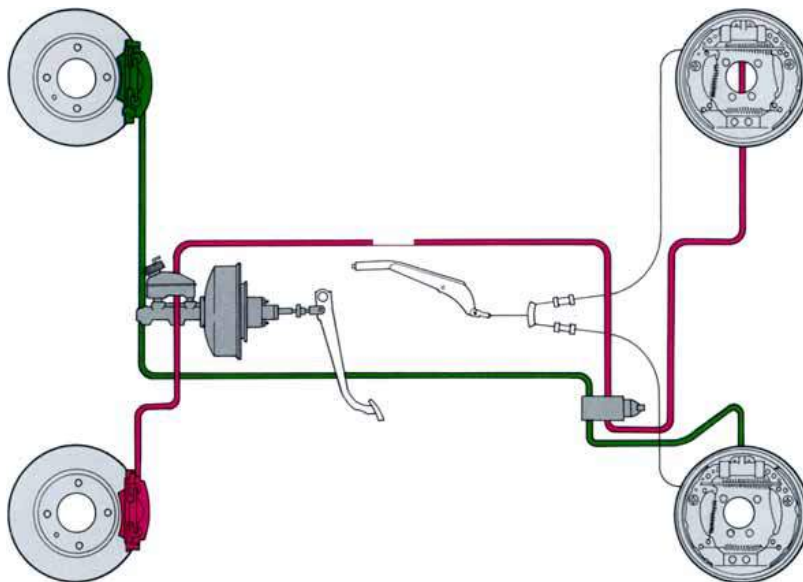
O princípio fundamental da frenagem é o atrito. Várias soluções foram empregadas para parar ou reduzir os veículos, contudo, todas **empregam** a fricção como elemento de parada ou de redução da velocidade do veículo. Quando dois corpos são postos em contato e um deles se move e o outro não, ou ainda, quando ambos se movem em direções contrárias, ocorre entre eles um atrito dinâmico que recebe o nome de **fricção**. A fricção **dissipa** a energia sob a forma de calor.

SISTEMA DE FREIO HIDRÁULICO



Princípio de Funcionamento de um Freio Hidráulico

Nos automóveis, o sistema mais simples [empregado](#) é o sistema a tambor. O mais comum, em termos de maior segurança, é o sistema de freios com serva assistência.



Um Sistema com Serva Assistência

Freios a tambor

Praticamente **substituídos** nas rodas dianteiras pelos freios a disco, os freios a tambor ainda equipam as rodas traseiras de muitos modelos. O freio a tambor é constituído de um componente (o tambor) que gira com a roda e tem uma banda anular interna contra a qual, em uma frenagem, são pressionadas duas sapatas recobertas por material de atrito. O alargamento das sapatas é obtido por meio de pequenos cilindros hidráulicos, fixados à porta sapatas (que também tem a função de suportar as sapatas e fechar o tambor do lado oposto da roda) e ligados ao circuito de comando de freio por meio de tubulações. Para retornar à posição de repouso, as sapatas têm molas especiais.



Freio a Tambor

Freio a disco

Os freios a disco substituíram há muito tempo os freios a tambor nas rodas dianteiras e em diversos modelos nas traseiras. Um freio a disco é formado por uma pinça no interior da qual estão localizadas duas pastilhas recobertas por um material de atrito. Quando se pisa no pedal, as pastilhas comprimem com força um disco ligado à roda. As pinças podem ser fixas ou de duplo efeito e, nesse caso, possuem dois ou quatro pequenos pistões opostos dois a dois. As pinças flutuantes ou de efeito simples têm um pistão só (às vezes dois paralelos colocados do mesmo lado).

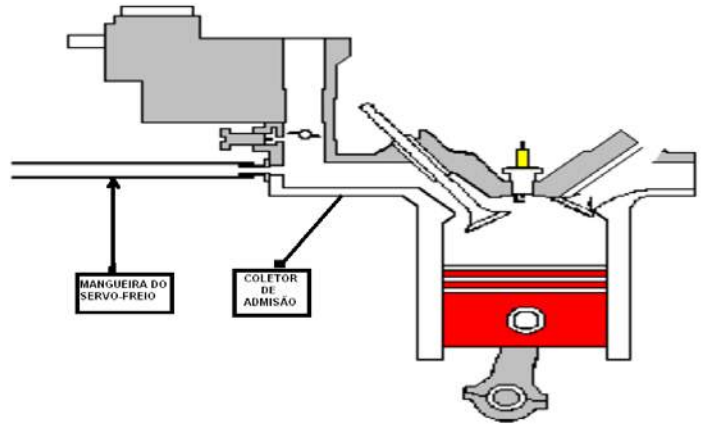
O disco de freio normalmente é feito de ferro, mas em alguns carros de corrida pode ser de carbono, assim como as pastilhas. Para garantir um resfriamento adequado ao sistema, o disco possui uma série de passagens de ar radiais [ou autoventilante](#).



Sistema de Freio a Disco

Servo freio

O servo freio facilita a ação quando o pedal de freio é acionado. Fica entre o cilindro mestre e o pedal de freio, aliviando grande parte do esforço físico que seria necessário para realizar a frenagem. O **vácuo** para o funcionamento do servo-freio é gerado pelo motor em funcionamento.

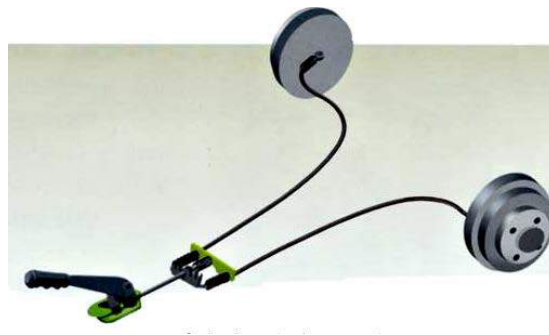


Servo Freio

Circuito de Funcionamento do Servo-freio

Freios de estacionamento

Quando a alavanca do freio de estacionamento é puxada, os cabos de aço são estirados. **Forçam** as sapatas contra o tambor, immobilizando o veículo. Se ele não permanecer imobilizado numa rampa, pode ser necessária uma regulagem dos **cabos** ou dos desgastes nas lonas de freio.



Transmissão mecânica

Caixa de mudanças

Suponha que você esteja andando de bicicleta por uma rua plana e asfaltada, sem dificuldade alguma para desenvolver uma boa velocidade. Ao chegar a uma ladeira, o esforço para subir faz com que você pedale mais devagar. A velocidade será cada vez menor e, se a subida for longa e íngreme, talvez você não consiga mais pedalar.

Para vencer as dificuldades que os percursos apresentam, as bicicletas atuais possuem marchas, que nada mais são do que um conjunto de engrenagens na roda traseira a fim de auxiliar o pedalar, independentemente do tipo de percurso.

No automóvel, a caixa de mudanças tem a função de adaptar e controlar a potência do motor, de modo que o veículo possa ter uma arrancada suave, aceleração rápida, capacidade de subir ladeiras íngremes e transportar cargas pesadas.



Transmissão mecânica

Relação de Transmissão

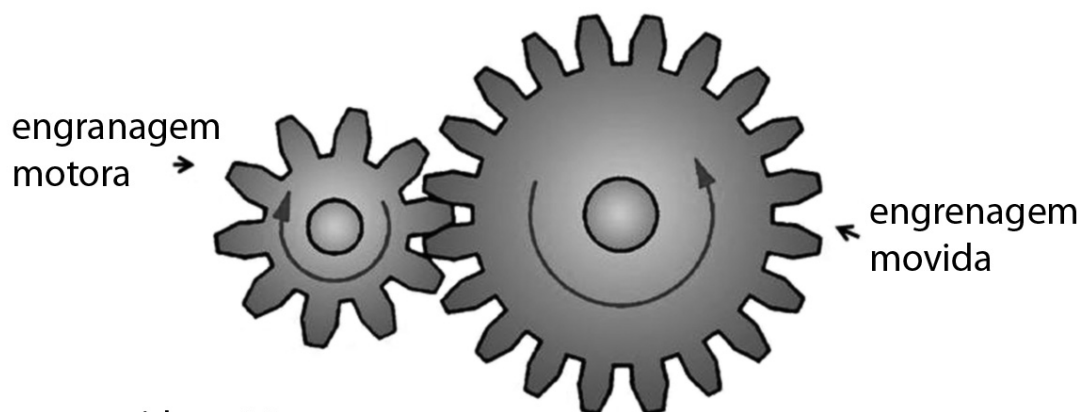
Cada marcha corresponde a uma combinação de uma engrenagem da árvore intermediária com outra da árvore secundária: a primeira é a engrenagem motora que vai transmitir sua rotação e torque à segunda, que é a engrenagem movida. Há apenas uma marcha no veículo que não [apresenta esta](#) combinação de engrenagens.

[Conhecendo](#) o número de dentes da engrenagem motora e da engrenagem movida, podemos calcular a relação de transmissão que determina a rotação e o torque de saída em um sistema de transmissão. O cálculo é feito da seguinte maneira:

Relação de transmissão (i)

$$i = \frac{\text{n}^\circ \text{ de dentes da engrenagem movida}}{\text{n}^\circ \text{ de dentes da engrenagem motora}}$$

[Segue](#) um exemplo de [cálculo](#) de relação de marcha:



$$i = \frac{\text{movida}}{\text{motora}} = \frac{20}{10} = 2$$

Obs.: Redução de velocidade com aumento de torque.

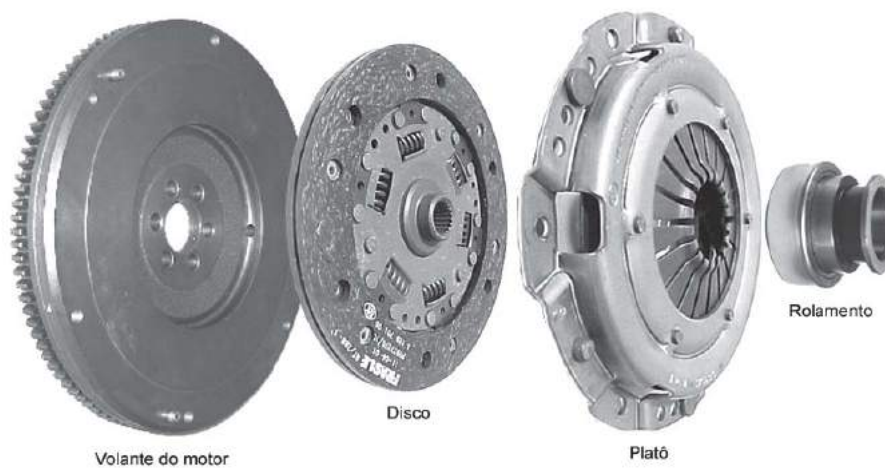
Caixa de mudanças, manual e embreagem

Se o veículo é equipado com caixa de mudanças e manual, necessariamente também possui o conjunto da embreagem. Este conjunto está localizado entre o motor e a caixa de mudanças. É acionado pelo pedal mais a esquerda do assoalho. Quando este pedal não está acionado, o motor e a caixa de mudanças estão ligados e a potência do motor chega à caixa de mudanças, e depois ao diferencial e às rodas.

Quando o pedal é pressionado, o movimento do motor fica separado da caixa de mudanças e a potência do motor não chega até ela, possibilitando que, neste instante, as marchas sejam trocadas suavemente.

Componentes e funcionamento da embreagem

Basicamente, a embreagem é formada de volante e platô que são fixos ao virabrequim do motor e ao disco da embreagem que é ligado ao eixo primário da caixa de mudanças.



Componentes do Sistema de Embreagem

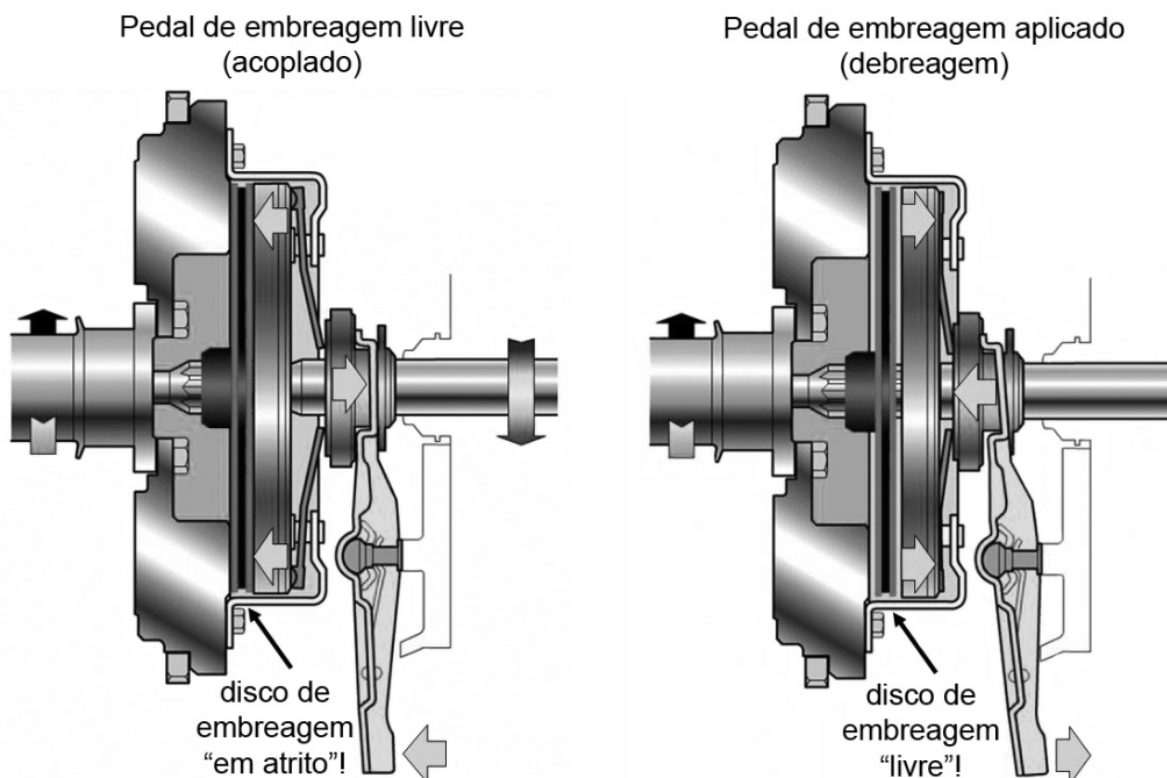
O pedal, cabo da embreagem, garfo e rolamento são os demais componentes do sistema.

O disco da embreagem se localiza entre o volante e o platô, sendo comprimido contra o volante pelo platô.

Quando o pedal de embreagem não está sendo pressionado, os três componentes (volante, platô e disco) giram com a árvore de manivelas.

No momento em que o pedal é pressionado, o cabo da embreagem aciona o garfo e este desloca o rolamento, que por sua vez, faz com que o platô deixe de comprimir o disco contra o volante e, desta forma, o motor é desligado da caixa de mudanças.

Neste instante, a alavanca de mudanças pode ser movimentada para **fazer** a troca de marcha. Ao tirar o pé do pedal da embreagem, o motor e a caixa de mudanças voltam a se ligar novamente.

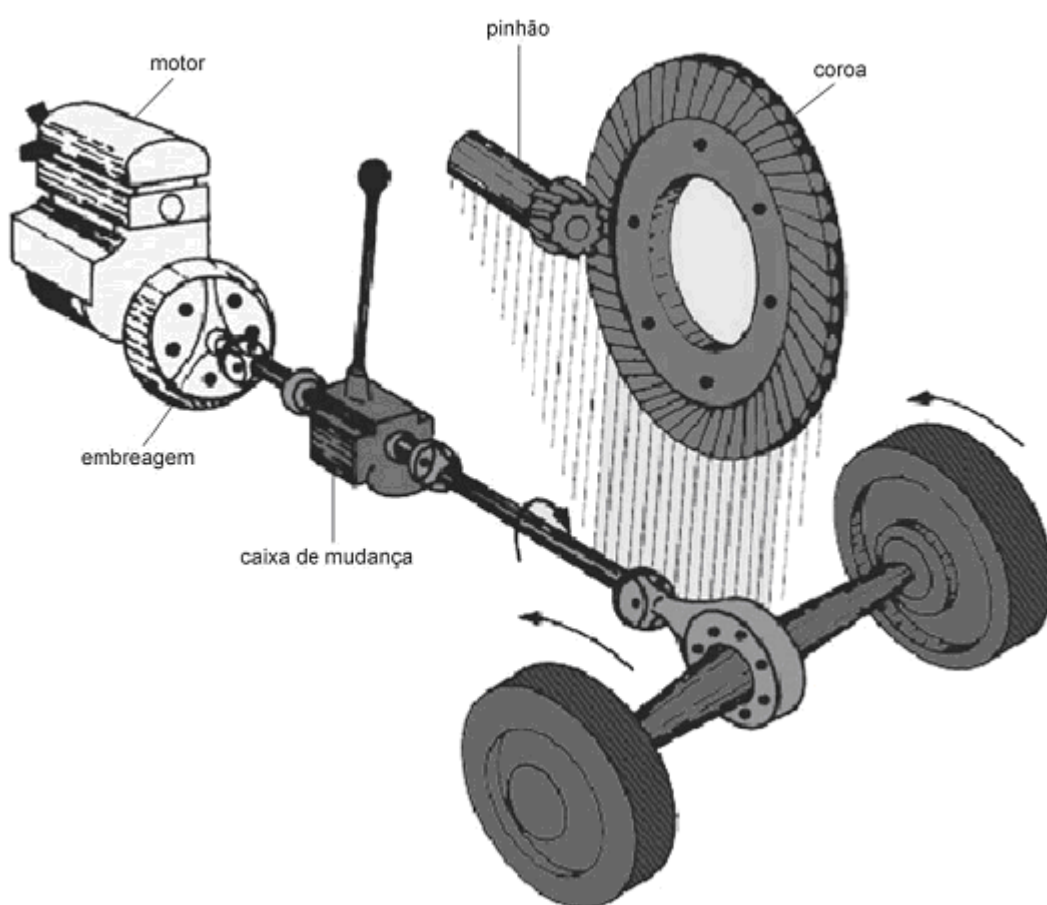


Esquema de acionamento e desacionamento da embreagem

Diferencial e sistemas de tração

Motor dianteiro com tração traseira

Neste sistema, o fluxo de força **consta de**: motor, embreagem, caixa de mudanças (câmbio), eixo cardam, eixo traseiro (diferencial), e rodas. Este sistema apresenta a vantagem **ter** melhor capacidade de tração em derrapagens.



Circuito de Transmissão de Potencia do Motor as Roda

Motrizes

Motor dianteiro e tração dianteira transversal e longitudinal

A vantagem deste sistema **consiste na** compactação dos conjuntos mecânicos, **do** que **resulta maior** espaço interno do veículo. A transmissão pode ser encontrada de duas maneiras: transversal, que é o modelo mais compacto, e os longitudinais. Ambos garantem o aumento do espaço interno do habitáculo, pois o veículo não precisa ter um grande túnel para a passagem de um eixo cardam.



Transmissão Transversal



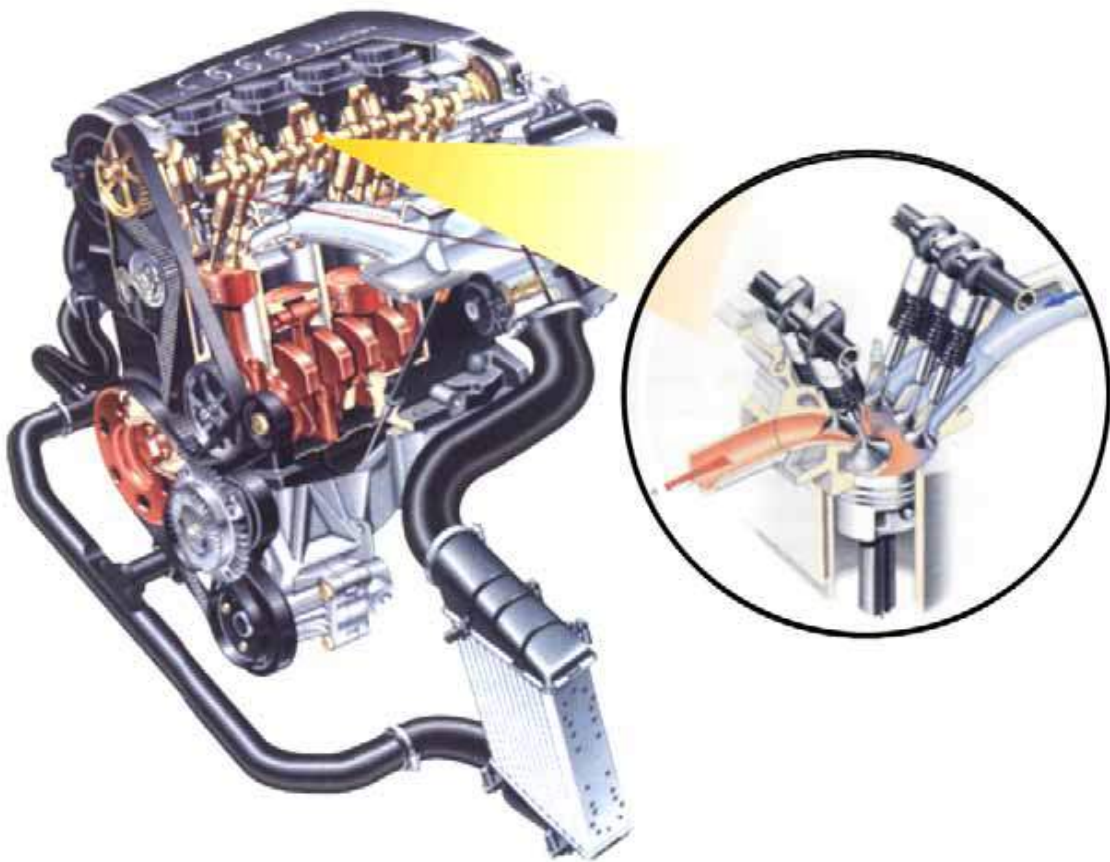
Transmissão Longitudinal

Motor de combustão interna (ciclo Otto)

Princípio de funcionamento

O motor de combustão interna é uma máquina termodinâmica, na qual uma mistura de ar e combustível é previamente comprimida pelos pistões e depois, com o auxílio de uma centelha, essa mistura se inflama e se expande. Isto faz com que o pistão se desloque para baixo em um movimento retilíneo e depois a árvore de manivelas se encarrega de transformar esse movimento em giratório.

Após essa transformação uma nova mistura é admitida iniciando um novo processo.

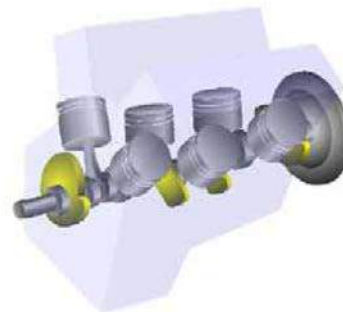


Tipos de motores e suas características

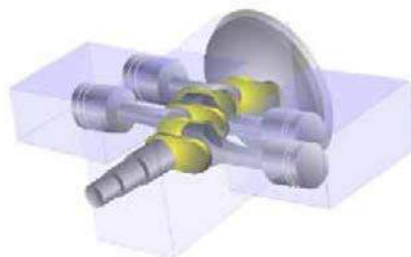
O bloco do motor é uma peça fundida, com uma série de cavidades circulares chamadas cilindros, abertas em cima e embaixo. Se os cilindros estiverem todos alinhados, diz-se que o motor é do tipo em linha, se estiverem dispostos em forma de um V, o motor é do tipo em "V" e se os cilindros forem opostos diz-se motor de cilindros contrapostos. Os motores atuais variam de números de cilindros o que depende do local em que eles vão ser aplicados.



Motor com cilindros em linha



Motor com cilindros em "V"



Motor com cilindros contrapostos

Pistão, Biela e Árvore de Manivelas

Dentro de cada cilindro fica alojado um êmbolo, também chamado popularmente de pistão. Canaletas na lateral dos êmbolos alojam anéis que ficam pressionados contra a parede dos cilindros para que haja uma vedação perfeita.

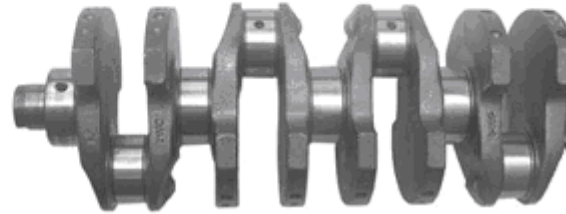


Embolo ou Pistão

Por sua vez, o pistão é conectado à árvore de manivelas por intermédio da biela. A árvore de manivelas é responsável pela transformação do movimento retilíneo dos pistões em movimento circulares e será enviado para a caixa de câmbio.



Biela



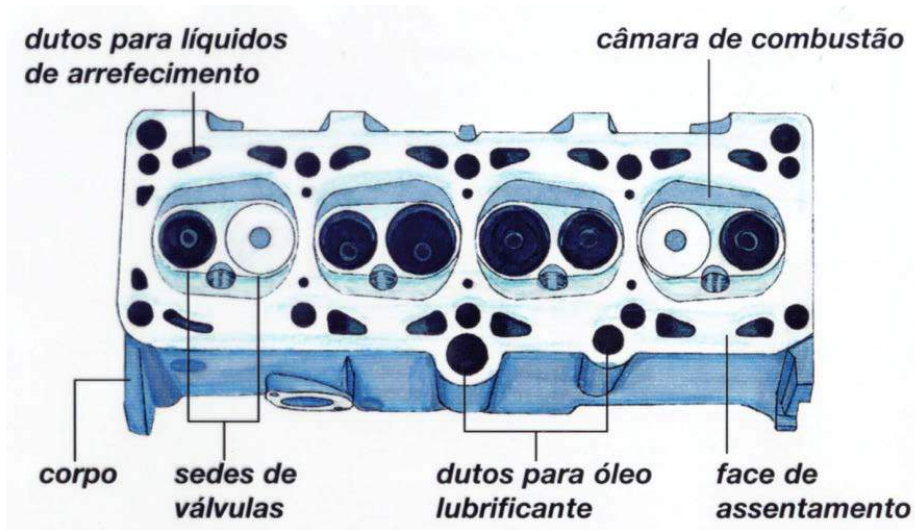
Árvore de Manivelas

Cilindrada

Cilindrado é o volume deslocado por todos os êmbolos desde o ponto mais alto do seu curso até o ponto mais baixo. Quando se diz motor 1,8 litros ou 1800cm^3 **significa que** todos os cilindros juntos deslocam este volume durante o seu curso.

Cabeçote

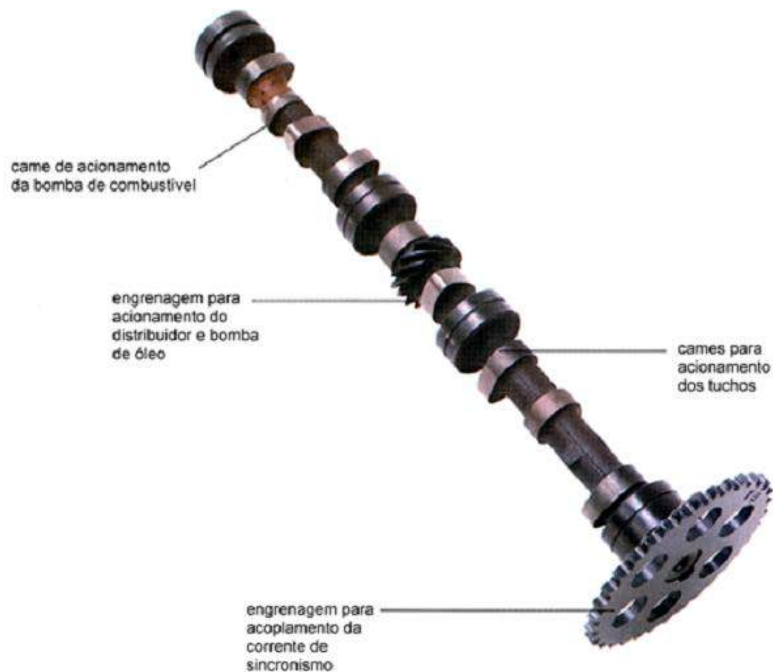
No cabeçote estão instaladas válvulas que atuam como portas. A válvula de admissão permite a entrada da mistura de ar e combustível, e a válvula de escapamento permite a saída dos gases queimados. No cabeçote também fica alojada a vela de ignição que fornece a centelha que inicia a queima da mistura.



Cabeçote do Motor

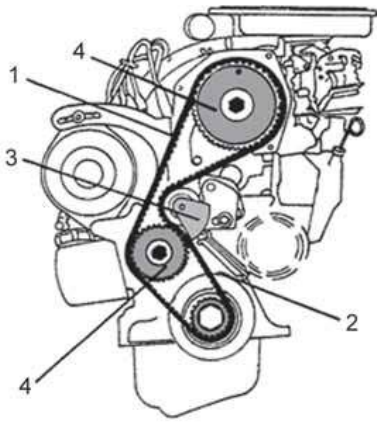
Comando de válvulas

O movimento abre e fecha das válvulas de admissão e de escapamento é feito pelo comando de válvulas esse eixo contém vários ressaltos chamados cames. À medida que a árvore de comando gira, cada ressalto comanda uma válvula de admissão ou de escapamento, abrindo-as e depois com a pressão da mola fechando-as.

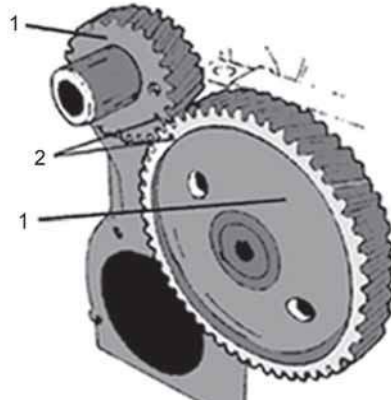


Comando de Válvulas

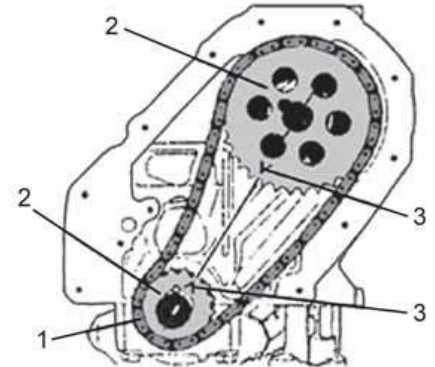
Para que o motor funcione, as válvulas devem trabalhar em total sincronismo. Para haver sincronismo perfeito entre o movimento das válvulas e dos êmbolos, a árvore de comando é acionada pela árvore de manivelas por meio de correia dentada, engrenagens ou por corrente.



Sincronismo por Correia

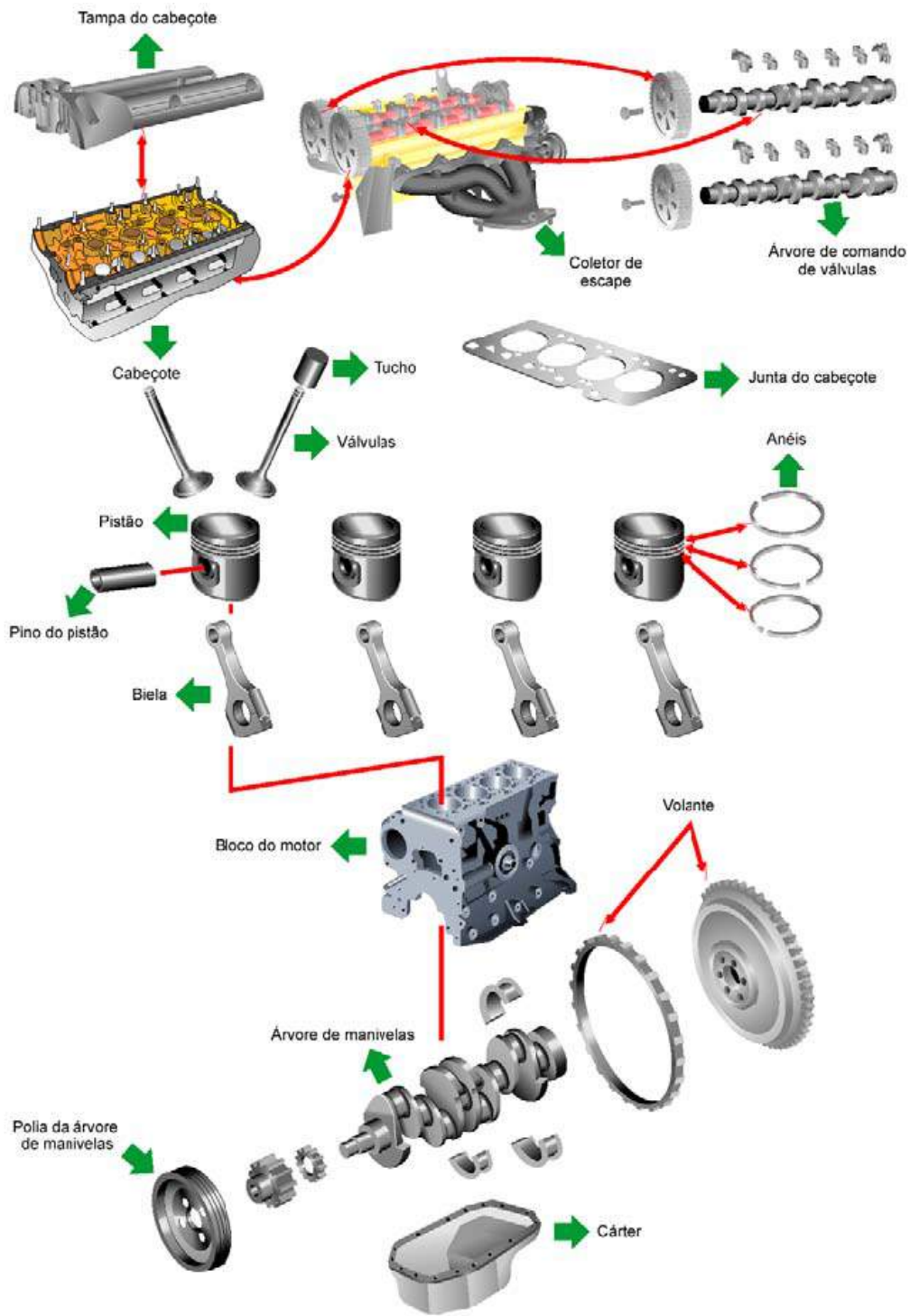


Sincronismo por Engrenagem



Sincronismo por Corrente

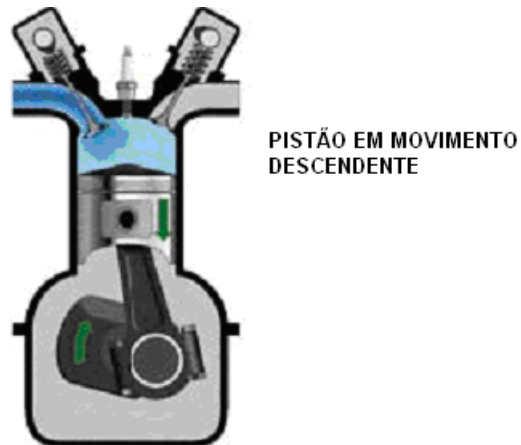
Visão geral do motor



Funcionamento dos motores de quatro tempos - ciclo Otto

Primeiro tempo - Admissão

À medida que o pistão **se move** do PMS para o PMI, a válvula de admissão se abre e a mistura de ar e combustível vaporizada é aspirada para o interior do cilindro. A árvore de manivelas efetua meia volta (180°).



Tempo de Admissão

Segundo tempo - Compressão

A seguir, a válvula de admissão fecha-se. À medida que o pistão **se desloca** do PMI para o PMS, comprime a mistura de combustível e ar. A árvore de manivelas executa outra meia volta, completando a primeira volta (360°).



Tempo de Compressão

Terceiro tempo - Combustão

Pouco antes de o pistão atingir o PMS, o sistema de ignição transmite corrente elétrica à vela, fazendo saltar uma centelha (faísca) entre os eletrodos e inflama a mistura fortemente comprimida. Os gases em expansão, resultantes da combustão, forçam o pistão do PMS para o PMI. A árvore de manivelas efetua outra meia volta (540°).



Tempo de Combustão

Quarto tempo – Escape

Depois da queima da mistura e expansão dos gases, a válvula de escape se abre. Os gases queimados são forçados para fora do cilindro, quando o pistão se movimenta do PMI para o PMS. A árvore de manivelas executa outra meia volta, completando a segunda volta (720°).



Motor de combustão interna (ciclo Diesel)

O inventor alemão *Rudolph Diesel* realizou, no final do século XIX diversas experiências em busca de um motor eficiente e potente. Percebeu que esse motor deveria trabalhar com uma alta compressão.

Essa alta compressão da mistura elevaria sua temperatura de 450°C. a 550°C. Entretanto, a maioria dos combustíveis queima antes de chegar à temperatura de 450°C.

Por isso, Diesel decidiu que nenhum combustível seria adicionado ao ar durante a compressão. Com essa modificação, o combustível era injetado no cilindro pouco antes do limite superior do tempo de compressão. Dessa forma, o combustível se mistura com o ar já aquecido e começa a se queimar - é a auto-ignição ou ignição espontânea.

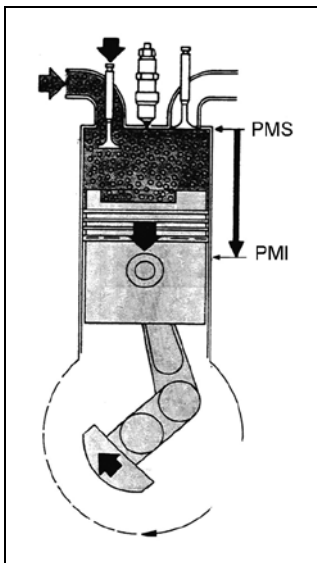
Devido a essa auto-ignição, o motor diesel não possui vela de ignição. O óleo diesel, derivado do petróleo com a gasolina, é mais econômico, tem maior rendimento térmico, combustão mais lenta e fornece ao motor uma potência maior do que a possibilitada pela gasolina.

Ciclo diesel

Os motores diesel trabalham com um ciclo de quatro tempos, chamado ciclo diesel. Esses tempos são:

- Admissão;
- Compressão;
- Combustão;
- Escapamento.

Na admissão, o êmbolo desloca-se do PMS ao PMI, aspirando ar para o interior do cilindro. A árvore de manivelas gira meia volta.

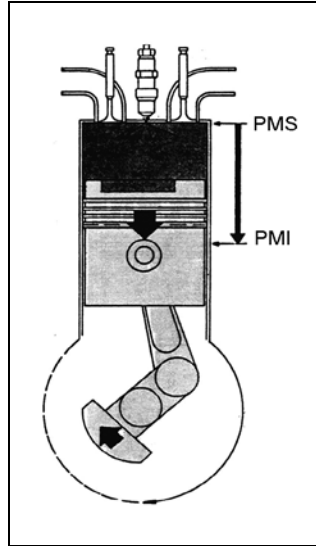
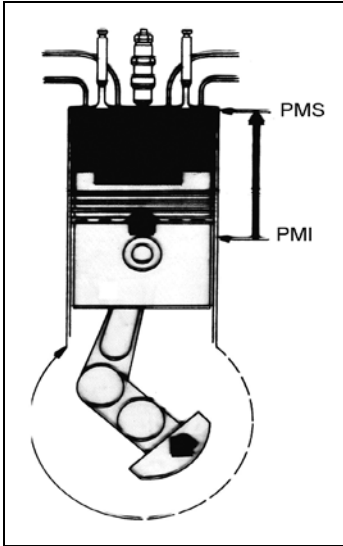


Na compressão, o êmbolo inverte seu movimento, deslocando-se do PMI ao PMS. O ar é, assim, comprimido no interior do cilindro e se aquece.

A árvore de manivelas gira mais meia volta.

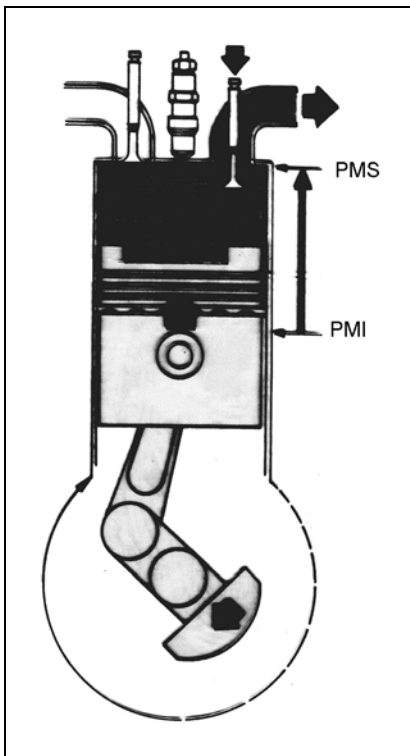
No terceiro tempo, combustão, o bico injetor pulveriza combustível, sob pressão, no interior do cilindro. Esse combustível, em contato com o ar aquecido pela compressão, se inflama. Os gases resultantes da queima se expandem e impulsionam o êmbolo de volta ao PMI.

A árvore de manivelas dá mais meia volta desta vez impulsionada pela expansão dos gases.



No escapamento, 4º tempo do ciclo diesel, o êmbolo se desloca do PMI ao PMS, empurrando os gases da combustão para fora do cilindro, através da válvula de escapamento.

A árvore de manivelas gira mais meia volta, completando o ciclo de trabalho que corresponde a duas voltas completas dessa árvore.

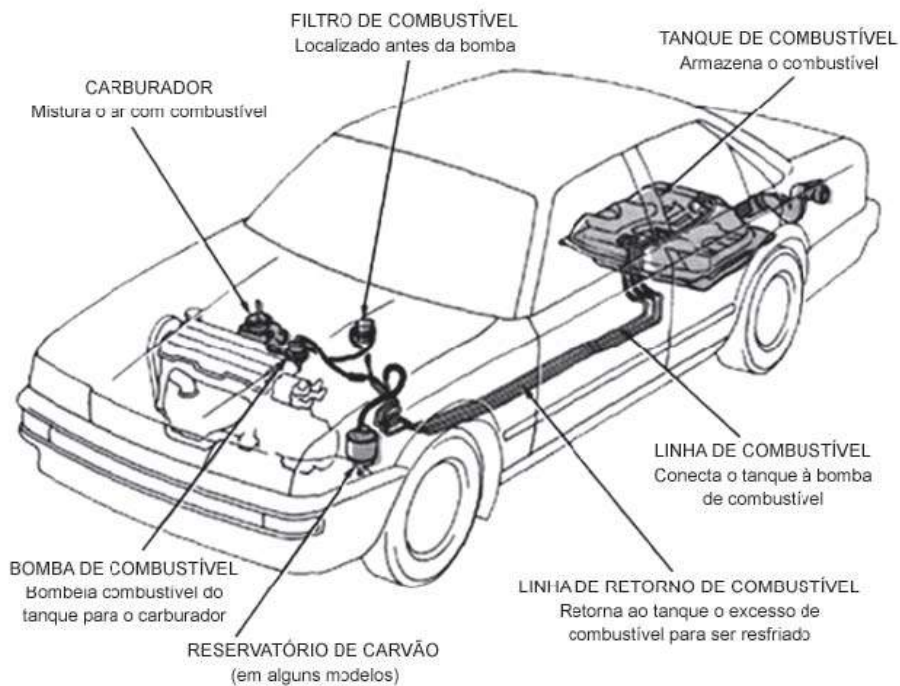


Sistema de alimentação e Ignição (ciclo Otto)

O sistema de alimentação fornece ao motor do veículo uma mistura adequada de ar e combustível necessária para o seu funcionamento.

Este sistema compõe-se de: tanque de combustível, tubos ou mangueiras de combustível, bomba, filtro e carburador ou injeção eletrônica.

Além destes componentes uma boia, instalada dentro do tanque, mede o nível de combustível e envia um sinal ao indicador de combustível, situado no painel de instrumentos, para que o motorista possa saber quanto combustível tem no tanque.



O sistema de alimentação desempenha as seguintes funções:

- armazenar o combustível (tanque);
- conduzi-lo até o motor (bomba, tubos ou mangueiras)
- misturá-lo com o ar na proporção correta (carburador ou injeção eletrônica)
- distribuir a mistura de ar e combustível para as câmaras de combustão do motor para que seja ela queimada e produzir energia mecânica.

Bomba de combustível

Atualmente, encontramos nos veículos bombas de combustível de acionamento mecânico ou elétrico.

Bomba de Combustível Mecânica

As bombas de acionamento mecânico são **usadas** em veículos equipados com carburador. **Funciona** pelo came que pode **estar** tanto numa árvore de comando de válvulas, **quanto em** árvore intermediária. Esses comes acionam uma haste que **está** acoplada na bomba que interliga um diafragma. **Esse diagrama** que faz a sucção do combustível que vem do tanque e pressuriza o combustível para **dentro** da cuba do carburador.



Bomba mecânica de combustível

Bomba de Combustível Elétrica

As bombas de acionamento elétrico são utilizadas em veículos equipados com injeção eletrônica e podem ser instaladas dentro do tanque de combustível.



Bomba elétrica de combustível

Função do carburador e da injeção eletrônica

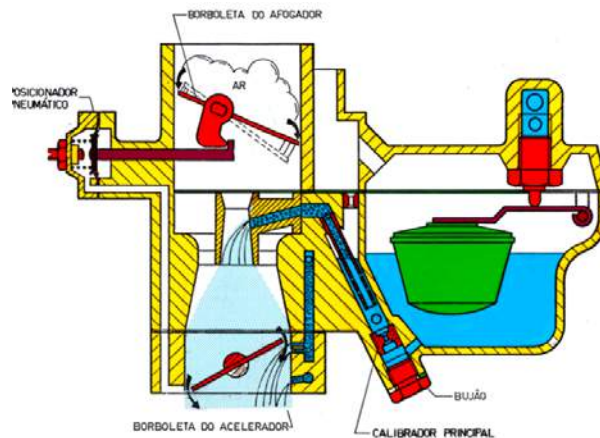
O carburador e a injeção eletrônica fornecem a quantidade de combustível de acordo com o ar admitido para formar uma mistura ideal que atenda aos diversos regimes de funcionamento do motor. Assim, obtém-se mais economia com alto desempenho e menor índice de poluentes.

Carburador

A função do carburador é a de fazer a dosagem certa de ar e combustível que entram nos cilindros. Isto é feito mecanicamente através de Gicleurs e aberturas instaladas no carburador. Esses Gicleurs são tubos com furo calibrado que deixam passar a dosagem certa de combustível ou ar. São responsáveis pela manutenção dessa mistura mais próxima do valor estequiométrico ideal: com menos geração poluente e melhor desempenho do motor.



Carburador de Duplo Estágio



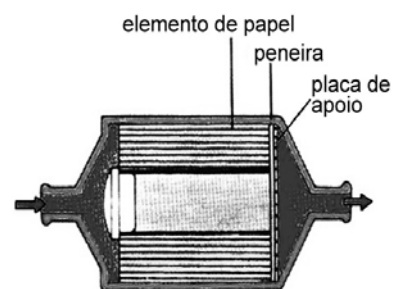
Carburador Princípio de Funcionamento

Elemento filtrante de ar e combustível

Antes da chegada do ar e do combustível ao carburador, eles passam por elementos filtrantes em que ficam retidas as impurezas. Por isso, o ar e o combustível não devem ser retirados do veículo. E sempre eles devem ser verificados para saber se estão de acordo com o manual do proprietário, pois sem esse cuidado, pode ocorrer à diminuição da vida útil do motor que, em muitos casos, pode ser alvo de danos irreversíveis.



Elemento filtrante de ar



Elemento filtrante de Combustível

Sistema de Injeção Eletrônica

A injeção eletrônica é um sistema comandado eletronicamente, que dosa o combustível, controlando a mistura ar - combustível em função das necessidades imediatas do motor.

A finalidade é dar equilíbrio de funcionamento para o motor, através de um controle rígido da mistura ar - combustível e do avanço de ignição em qualquer regime de trabalho, proporcionando maior desempenho, menor consumo, facilidade de partida a frio e a quente e, principalmente, menor emissão de gases poluentes.

Classificação do Sistema de Injeção Eletrônica

Podemos classificar os sistemas de injeção eletrônica segundo cinco formas diferentes:

- Fabricante do veículo
- Fabricante do sistema de injeção (U. C. E. - Unidade de Comando Eletrônica)
- Quantidade de injetores e sua estratégia de acionamento
- Estratégias de definição do tempo de injeção
- Quantidade de bobinas e modo de distribuição da centelha

Quantidade de injetores e sua estratégia de acionamento

Mono ponto

Multiponto simultâneo

Multiponto banco a banco

Multiponto seqüencial

Estratégias de definição do tempo de injeção

- Mapeamento ângulo x rotação: neste caso, o tempo básico de injeção é definido em testes de bancada em laboratório em função do ângulo da borboleta de aceleração do motor, gerando uma tabela de tempos básicos de injeção que são memorizados.

- Densidade x rotação: o tempo básico de injeção é calculado, indiretamente, em função do fluxo de massa de ar admitido. O fluxo de massa de ar é determinado pela rotação do motor, e este é calculado segundo a pressão no coletor de admissão e a temperatura do ar.

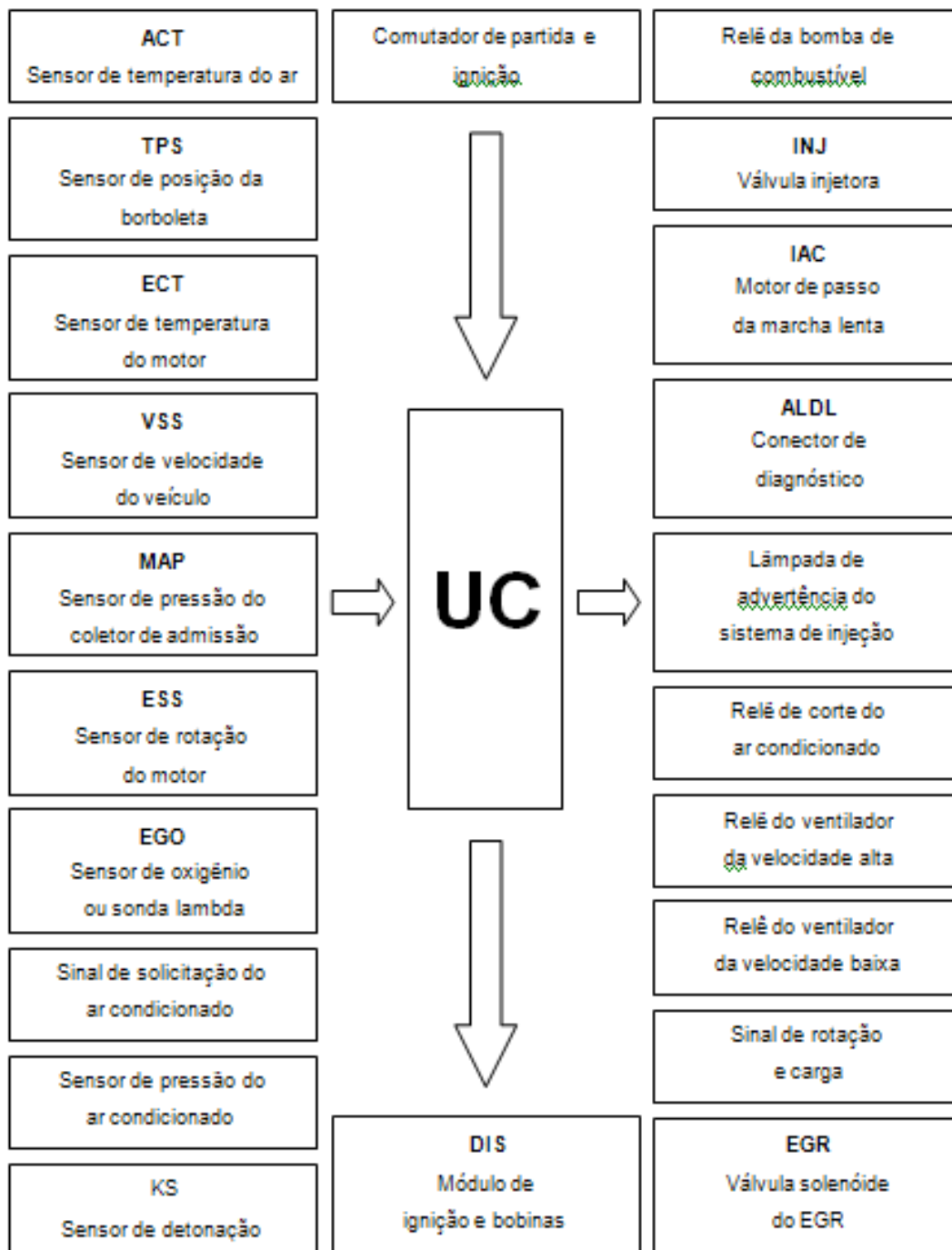
- Fluxo de ar: o tempo básico de injeção é calculada, diretamente, em função da vazão de ar admitido. A vazão de ar é determinada diretamente por um medidor de fluxo de ar e o resultado é corrigido em função do efeito da variação da temperatura do ar admitido na variação da sua densidade.

- Massa de ar: o tempo básico de injeção é calculado, diretamente, em função da massa de ar admitido. A massa é determinada por um medidor de massa de ar, que pelo seu princípio de funcionamento já corrige automaticamente, as variações da pressão atmosférica, da temperatura ambiente e até da umidade relativa do ar.

Quantidade de bobinas e modo de distribuição de centelha

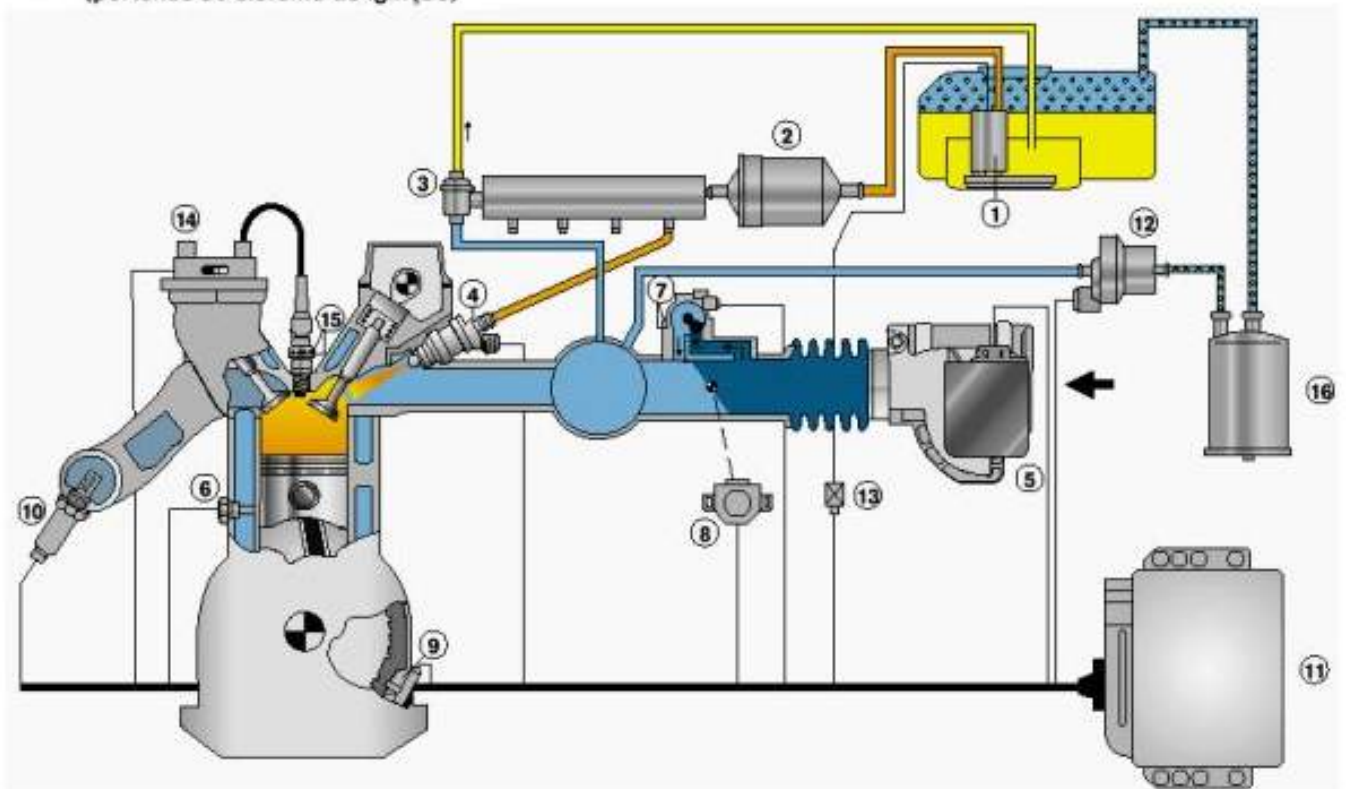
- Ignição dinâmica com distribuidor
- Ignição estática com centelha perdida sem distribuidor

Composição Geral Do Sistema De Injeção Eletrônica



Este sistema substitui o carburador. A principal diferença é que a injeção de combustível é controlada eletronicamente. Um exemplo de sistema de injeção eletrônica de combustível é apresentado a seguir.

- | | | | |
|---|--|----|--|
| 1 | Bomba de combustível | 10 | Sonda lambda |
| 2 | Filtro de combustível | 11 | Unidade de comando (injeção + ignição) |
| 3 | Regulador de pressão | 12 | Válvula de ventilação do tanque |
| 4 | Válvula de injeção | 13 | Relé de comando |
| 5 | Medidor de fluxo de ar | 14 | Bobina de ignição |
| 6 | Sensor de temperatura | 15 | Vela de ignição |
| 7 | Atuador de marcha lenta | 16 | Canister |
| 8 | Potenciômetro da borboleta | | |
| 9 | Sensor de rotação (pertence ao sistema de ignição) | | |



Sistema Completo de Funcionamento da Injeção Eletrônica

O sistema de injeção eletrônica de combustível pode ser mais bem compreendido se forem separados em dois subsistemas:

- sistema de Ar;
- sistema de Combustível.

Sistema de alimentação de ar

O ar admitido pelo motor é controlado pela borboleta de aceleração que contém um sensor de posição de abertura da borboleta, e por sua vez esse sensor manda um sinal para unidade de comando do motor que se encarrega de fazer a dosagem correta de combustível para cada situação.

Outro elemento importante no sistema de alimentação é o sensor de fluxo de massa de ar. Ele mede com exatidão a quantidade de moléculas de ar que entram no cilindro. Desta forma, assegura maior precisão na dosagem de combustível e menor emissão de poluentes.

Sistema de combustível

Este sistema é movido pela unidade de comando do motor, que envia uma alimentação para a área de comando do relé, o qual liga sua área de trabalho, aciona a bomba de alimentação de combustível que, por sua vez, pressuriza o sistema. Esse combustível é filtrado e encaminhado ao tubo distribuidor ou TBI em que a pressão é controlada por uma válvula reguladora de pressão e encaminhada para as válvulas injetoras.

Sistema de Ignição

Função

O sistema de ignição é responsável pela produção e distribuição de alta tensão às velas do motor. Nas velas, a alta tensão é recebida no tempo e na ordem de ignição dos cilindros, onde salta na forma de centelha para inflamar a mistura ar/combustível.

Tipos

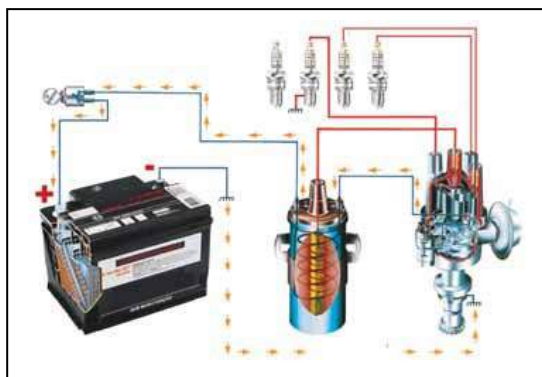
O sistema de ignição divide-se, dependendo dos dispositivos utilizados, em três tipos: ignição convencional, ignição eletrônica transistorizada e ignição Hall.

Ignição Convencional

Por ignição convencional entende-se um processo de ignição cujo ritmo é comandado exclusivamente por contatos mecânicos (platinados). A fonte de energia para a ignição é, nesse caso, a bobina de ignição. Ela armazena a energia no campo magnético e a fornece à respectiva vela no momento exato de ignição, na forma de um impulso de alta tensão, através do cabo de ignição. O armazenamento se baseia num processo de indução.

Funcionamento da Ignição Convencional

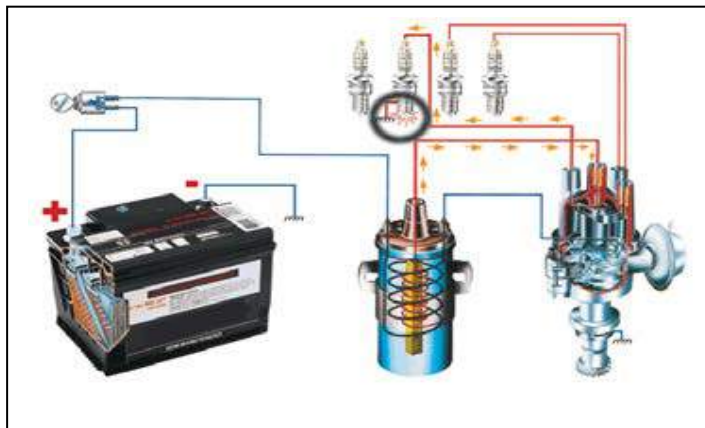
Estando ligada à chave de ignição, o enrolamento primário estará conectado com o pólo positivo da bateria. Se o circuito de corrente primário for fechado pelo platinado então fluirá uma corrente, a corrente primária. Essa corrente não aumenta imediatamente, mas com um pouco de atraso, até o valor denominado “corrente de repouso” determinado pela tensão de bateria e pela resistência ôhmica.



O aumento retardado da corrente ocorre pela formação de um campo magnético no enrolamento primário, o qual induz uma tensão (tensão contra eletromotriz) que atua em contraposição à tensão de bateria.

Enquanto o campo magnético se encontrar em formação, somente uma parte da tensão da bateria se torna atuante para que flua a corrente primária. Depois de formado o campo, também a tensão contrária induzida desaparecerá; no circuito de corrente primária pode agora atuar toda a tensão de bateria, isto é, a corrente de repouso estará atingida.

Depois de encerrado o processo de armazenagem, o platinado abre no momento da ignição, o circuito de corrente, interrompendo, assim, a corrente primária. No mesmo momento o campo magnético se desfaz, induzindo tanto no enrolamento primário como no secundário uma tensão. Já que o enrolamento secundário tem um número de espiras muito maior que o enrolamento primário (no mínimo 100 vezes mais espiras).



A tensão secundária é uma alta tensão empregada para a ignição, motivo por que se chama o circuito secundário também de circuito de ignição. A vela de ignição é o consumidor desse circuito.

Na interrupção da corrente primária, também no enrolamento primário da bobina, é induzida, durante curto espaço de tempo, uma tensão ao se desfazer rapidamente o campo magnético. Essa tensão é de 300 a 400 volts e provocaria, na abertura do martetele, uma forte faísca denominada de “tensão de auto-indução”. Trazendo como conseqüências o consumo de energia de ignição, queima muito pronunciada do contato e elevada resistência nos pontos de contato em virtude da alta temperatura, com isso, queda da tensão e redução da potência de ignição.

Portanto, devem-se evitar possíveis tensões de auto-indução; isso se faz mediante condensador de ignição. O condensador de ignição está ligado em

paralelo com o platinado. No momento em que se dá a interrupção da corrente, ele absorve a tensão de auto-indução, portanto carga elétrica, formando um circuito derivado com o contato que esta abrindo.

O condensador é carregado com tensão de pico induzida no lado primário para isso, necessita de certo tempo. Os pontos de contato acham-se tão abertos que não mais podem saltar uma faísca entre eles já que a tensão nos contatos em abertura é a cada instante mais elevada do que a tensão imediatamente anterior, existente tanto no condensador como no próprio contato.

Desde o momento em que ocorre a ignição da mistura combustível-ar até a sua total combustão, decorre um determinado tempo. É preciso, pois, que a faísca salte tão cedo que a máxima pressão de combustão venha alcançar o seu valor máximo um pouco além do ponto morto superior do virabrequim. Se a faísca ocorrer muito cedo, o pistão que está em movimento para cima será fortemente freado; se ocorrer muito tarde, a queima só terá início quando o pistão voltar a se deslocar para baixo.

Em ambos os casos, a potência do motor será pequena em relação ao combustível gasto, sendo grande o perigo de superaquecimento na câmara de combustão. O ponto de ignição deve estar ajustado de tal modo que se alcance uma potência elevada e um funcionamento econômico.

Se o ponto de ignição fosse ajustado a um determinado ângulo antes do ponto morto superior e a rotação fosse crescente, a máxima pressão de combustão se deslocaria sempre mais para o fim do curso de combustão. A máxima pressão de combustão deve acontecer com o pistão sempre na mesma posição, ou seja, alguns graus após o ponto morto superior. Para isso, é preciso ajustar o ponto de ignição; com o aumento da rotação ele terá que ser antecipado.

Se o motor, por exemplo, funcionar não com carga total, mas com carga parcial haverá na câmara uma mistura menos carburante; ela queima mais devagar, sendo necessário inflamá-la mais cedo ainda. O momento de ignição é determinado com precisão pelo ângulo de avanço antes do ponto morto superior. A rotação e a carga do motor são as grandezas de comando necessárias para o avanço automático.

O ajuste do ponto de ignição em função da rotação e da carga é feito por sistemas de avanços de funcionamento automático. Há dois tipos fundamentais:

- avanço centrífugo: modifica o ponto de ignição em função da rotação do motor;
- avanço a vácuo: modifica o ponto de ignição em função da carga do motor.

Na prática, isso é realizado de tal modo que o avanço centrífugo atua em plena carga e o avanço a vácuo apenas provoca a alteração adicional em função da carga parcial. Por isso, esses dois tipos de avanços são usados simultaneamente no equipamento de ignição. Em casos especiais, usa-se apenas um avanço que atua na carga total e no regime de carga parcial.

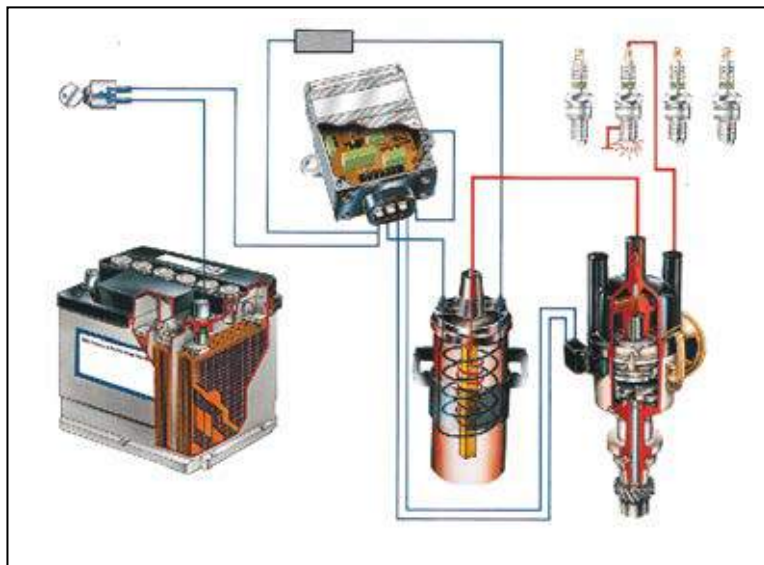
Componentes do sistema de ignição convencional

O sistema de ignição convencional por bobina é composto por: bobina de ignição, chave de ignição, platinado, condensador, distribuidor, avanço centrífugo, avanço a vácuo, vela de ignição.

Ignição eletrônica transistorizada com emissor de impulsos (TSZ-i)

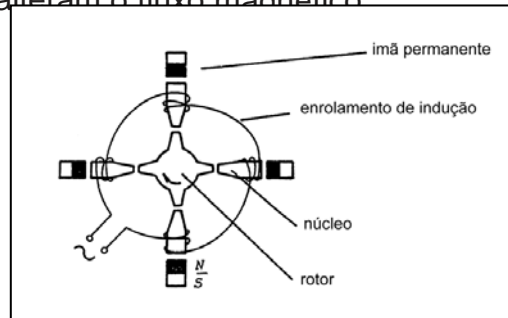
A ignição transistorizada sem contatos móveis teve seu início com o desenvolvimento do emissor de impulsos indutivos de ignição.

Esse sistema substitui o platinado e o condensador, aumentando, assim, a eficiência da centelha para os cilindros, ampliando os intervalos de regulagens do sistema de ignição, melhorando o comportamento nas partidas tanto em altas quanto em baixas temperaturas; sendo sua principal característica o emissor de impulsos, que desempenha as funções do martetele do platinado, sem auxílio de contatos mecânicos.



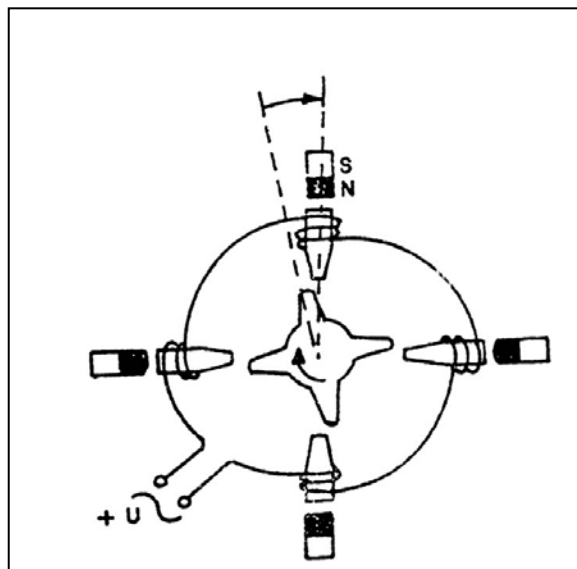
Este componente está equipado com emissor de impulsos indutivos que substitui o platinado e condensador. O conjunto é formado por um estator fixo composto por um ímã permanente, enrolamento de indução e núcleo e rotor emissor de impulsos que gira solidário ao eixo do distribuidor. Ambos têm prolongamentos denominados ponta do estator e ponta do rotor.

O princípio de funcionamento é o seguinte: com o rotor em movimento, a distância existente entre as pontas do rotor e as pontas do estator sofre modificações periódicas, que alteram o fluxo magnético



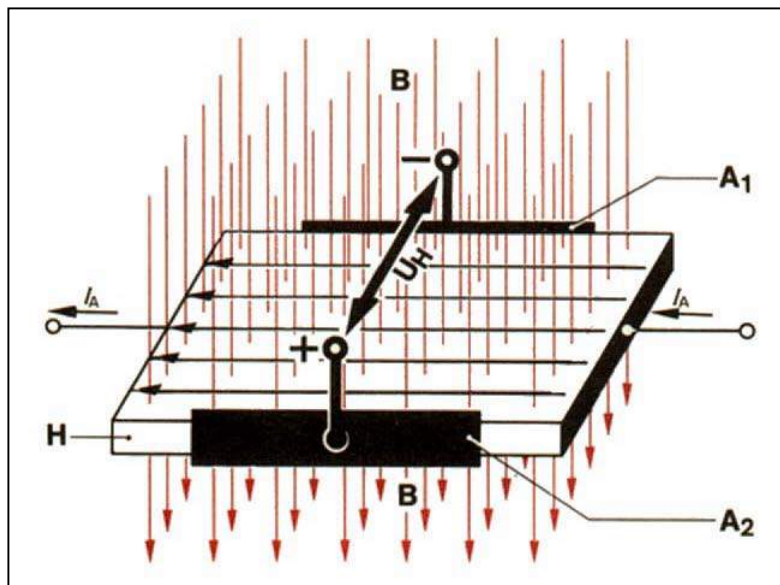
No momento em que as pontas do rotor e as do estator se aproximam umas das outras, o fluxo magnético e a tensão nas extremidades do enrolamento de indução aumentam a partir de zero (inicialmente de maneira lenta, e depois mais rapidamente).

O valor máximo ocorre imediatamente antes das pontas do rotor e do estator se alinharem.



Ignição HALL

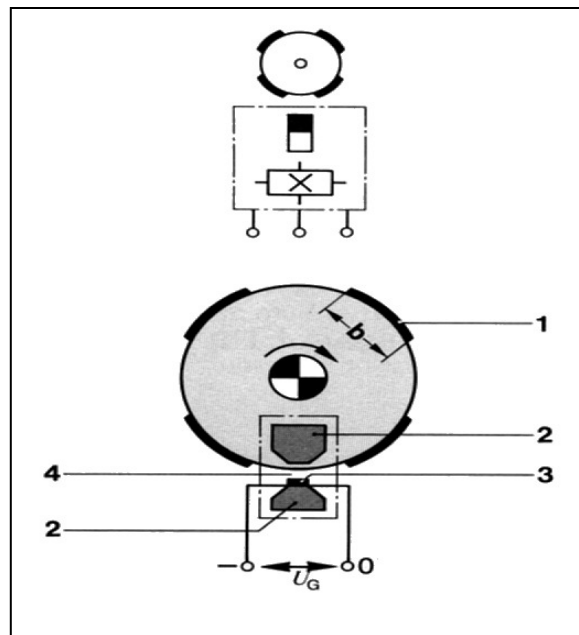
O funcionamento desse tipo de gerador baseia-se no efeito "Hall", isto é, uma corrente elétrica (I_A) percorre uma camada semicondutora (camada "Hall" H). Se essa camada for exposta a um campo magnético B, de sentido perpendicular, origina-se entre as superfícies de contato A_1 e A_2 uma tensão no âmbito dos milivolts, denominada de tensão "Hall" (U_H).



Se a intensidade da corrente for constante, a tensão "Hall" (U_H) dependerá exclusivamente da intensidade do campo magnético. Quanto mais intenso for o campo, tanto maior será a tensão U_H .

Se a intensidade do campo magnético sofrer modificações periódicas, no ritmo necessário para a ignição, a tensão "Hall" também sofrerá variações no mesmo ritmo, provocando, através do sistema eletrônico, faíscas de ignição.

O gerador "Hall" consiste de um componente fixo (impulsor) e um rotativo. O impulsor consta de um imã permanente com peças condutoras e de um circuito integrado (CI-Hall). O CI-Hall é um interruptor eletrônico que comporta o modelador de impulsos, o amplificador, o estabilizador de tensão e o compensador de temperatura, além da placa semicondutora "Hall". Quando um dos segmentos de blindagem penetrar no entreferro do impulsor, o campo magnético é desviado, impedindo que ele passe ao CI-Hall. A camada "hall" está agora praticamente isenta de campo e, portanto, $U_H \approx 0$. Quando o segmento de blindagem deixar o entreferro, a tensão "Hall" (U_H) torna-se atuante. Nesse momento ocorre a ignição.



1 - segmento de blindagem

2 - peças condutoras de ferro doce magnético

3 - circuito integrado "Hall"

4 - entreferro

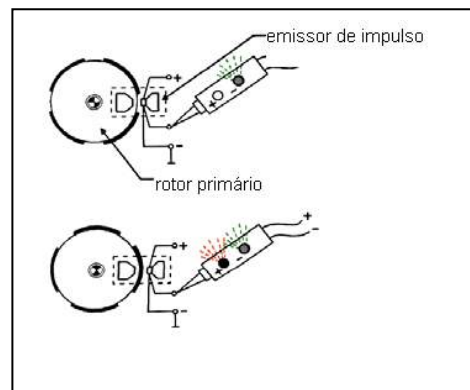
U_G = tensão do gerador

No sistema de ignição sua função é interromper eletronicamente o circuito primário da bobina, gerando o disparo da centelha para as velas.

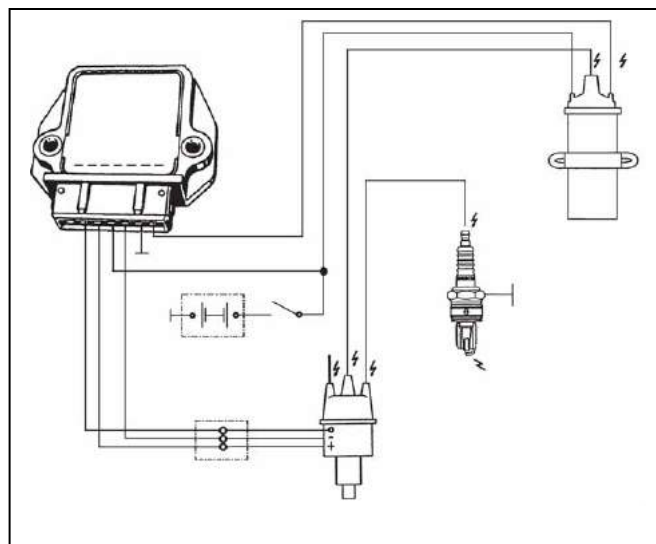
Esse sistema é mais preciso em relação ao sistema indutivo, principalmente nas rotações mais baixas trazendo maior eficiência da centelha com uma melhor queima da mistura.

Estando a abertura do rotor posicionada no emissor Hall, teremos na saída um sinal negativo. Caso o rotor primário interrompa o campo magnético, o impulso não é mais verificado.

O rotor primário está fixado no eixo do distribuidor e o emissor de impulsos é fixado na carcaça. O emissor recebe alimentação da unidade de comando da ignição e o sinal de saída depende da posição do rotor.

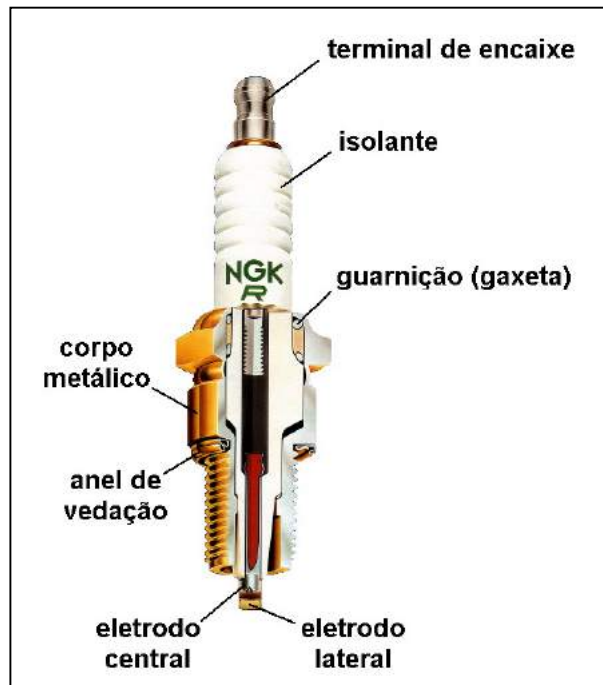


Atenção: A inversão de polaridade na alimentação do emissor Hall pode ocasionar sua queima.



Sistema TSZ - h de 7 pinos.

A vela de ignição é o elemento do equipamento de ignição que tem de suportar a máxima carga de natureza mecânica, térmica, elétrica e corrosão química.

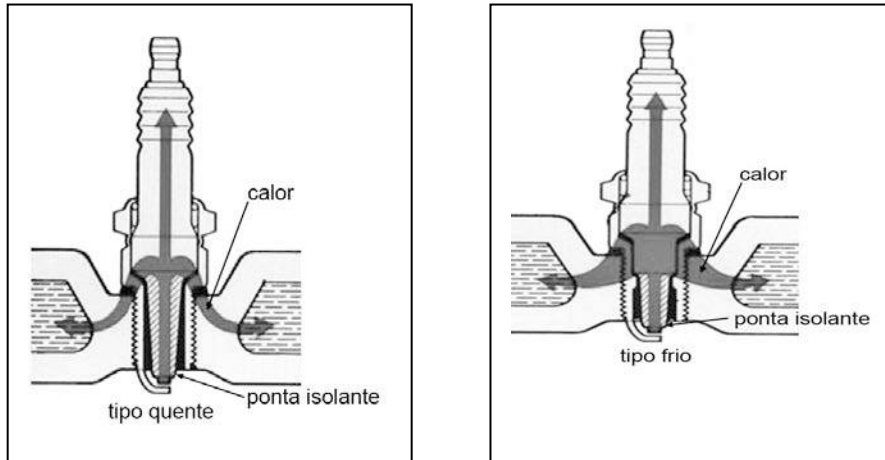


O motor em funcionamento gera na câmara de combustão, uma alta temperatura que é absorvida na forma de energia térmica, sistema de refrigeração e uma parte pelas velas de ignição. A capacidade de absorver e dissipar o calor é denominada grau térmico. Como existem vários tipos de velas com maior ou menor carga térmica são necessários vários tipos de velas com maior ou menor capacidade de absorção e dissipação de calor. Temos assim velas do tipo quente e frio.

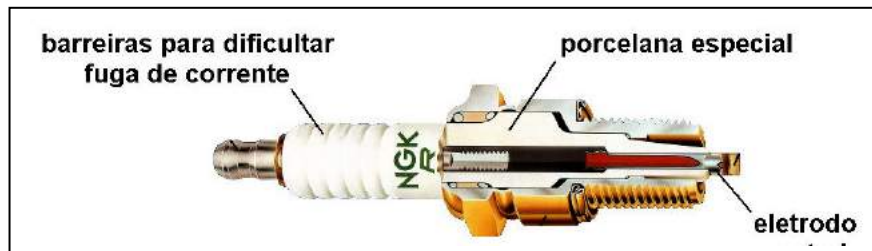
A vela de ignição do tipo quente é a vela que trabalha quente o suficiente para queimar depósitos de carvão quando o veículo está em baixa velocidade. Possui um longo percurso de dissipação de calor, que permite manter alta a temperatura na ponta do isolador.

A vela de ignição do tipo frio é a vela de ignição que trabalha fria, porém o suficiente para evitar a carbonização, quando o veículo está em baixa velocidade. Possui um percurso mais curto permitindo a rápida dissipação de calor. É adequada aos regimes de alta solitação do motor.

A vela de ignição no motor por faísca seja a gasolina, álcool ou GLP, deve trabalhar numa faixa de temperatura entre 450°C e 850°C nas condições normais de uso. Portanto a vela deve ser escolhida para cada tipo de motor de tal forma que alcance a temperatura de 450°C (temperatura de autolimpeza), na ponta ignífera (em que há fogo) em baixa velocidade e não ultrapassar 850°C em velocidade máxima.



O eletrodo central é envolvido na vela por um isolante de porcelana especial, que evita a fuga de corrente.

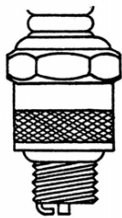


A vela possui uma guarnição, entre o corpo e o isolante, que evita o escapamento da mistura (na compressão) ou dos gases (após sua queima). Essa função é desempenhada pelo anel de vedação, colocado entre o corpo da vela e o cabeçote. Em alguns tipos de motor, a vela não possui anel de vedação, pois o assento é cônico.

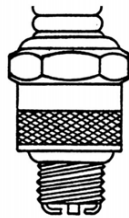


Quanto ao número de eletrodos, as velas podem ter:

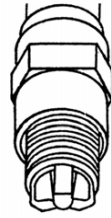
- 2 eletrodos;
- 3 eletrodos;
- Mais de 3 eletrodos.



2 eletrodos

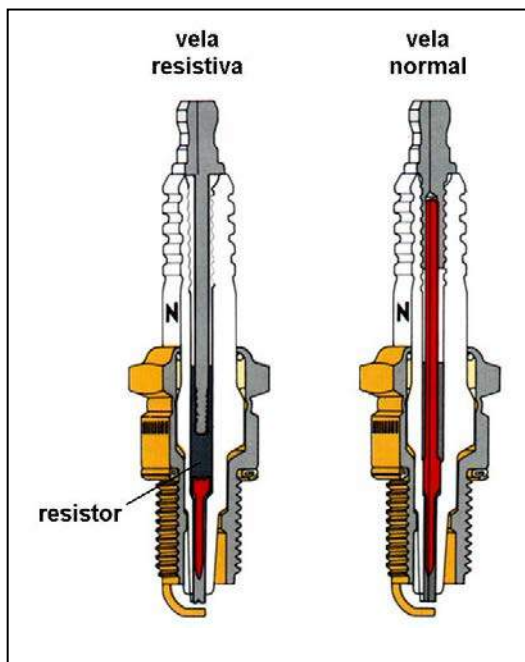


3 eletrodos



mais de 3 eletrodos

Há também velas resistivas que contêm um resistor de carga de 5000 ohm no eletrodo central, com a finalidade de eliminar ruídos de interferência no rádio do veículo.



Sistema de Alimentação (Ciclo Diesel)

Conceitos

Já vimos que nos motores diesel a combustão ocorre no momento da injeção do combustível na câmara, onde se mistura com ar quente e queima. Agora veremos como o combustível chega à câmara de combustão através do sistema de combustível.

O desempenho e a economia dos motores Diesel dependem da eficiência do sistema, que deve:

- dosar a quantidade adequada de combustível;
- regular o tempo de injeção do combustível;
- atomizar o combustível para distribuição homogênea na câmara de combustão.

Sistema de alimentação de ar

Admissão de ar

Conforme já visto, no tempo de admissão o pistão desce aspirando ar do meio-ambiente e preenche o cilindro. Veremos agora a trajetória do ar e o que acontece com ele antes de chegar ao cilindro.

Com relação ao sistema de admissão, os motores podem ser:

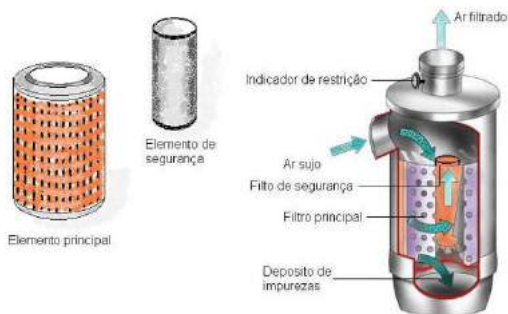
- Admissão Natural
- Turbo-alimentados
- Turbo-alimentados com Intercooler (pós-resfriador)

Seja qual for o sistema, o primeiro processo que ocorre com o ar admitido é sua purificação. Nos motores para caminhões e ônibus o ar entra através de um pré-

purificador, que por ação centrífuga separa as impurezas mais pesadas do ar, eliminando-as pelo tubo de escape.

Depois desta operação o ar passa pelo filtro de ar composto de dois elementos, o principal de papel e um de segurança, de lã compactada. Este sistema proporciona excelente eficiência de filtragem, pois mesmo em caso de falha do elemento principal, as impurezas são retidas pelo de segurança, garantindo longa vida útil ao motor.

Do filtro, o ar segue pela tubulação de admissão (coletor) que o direciona para o cilindro.



Admissão natural

Nos motores de admissão natural, o ar vai diretamente do filtro para o cilindro, aspirado pelo pistão.



A potência do motor é limitada pela quantidade de combustível queimada. Por sua vez, a quantidade de combustível depende da massa de ar no interior do cilindro, pois se for injetado mais combustível sem aumentar proporcionalmente a quantidade de ar, não haverá oxigênio suficiente para a queima e o combustível será desperdiçado em forma de fumaça preta.

Portanto, para aumentar a potência do motor, além de combustível, é preciso também maior quantidade de ar no cilindro, e isto é conseguido comprimindo-se o ar admitido.

Sistema turbo - alimentador

Neste caso, após ter sido purificado, o ar é comprimido para aumentar sua massa no interior do cilindro, possibilitando maior injeção de combustível e, conseqüentemente, aumentando a potência do motor.

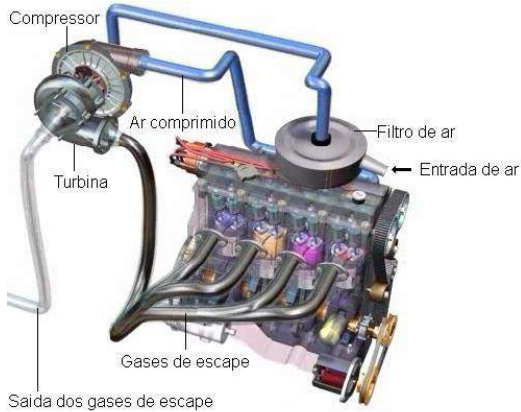


O componente responsável por essa operação é o turbo - compressor, ou turbo - alimentador.

Quando foi idealizado, era acionado por correias, hoje, a energia anteriormente desperdiçada dos gases de escape é utilizada para seu acionamento.

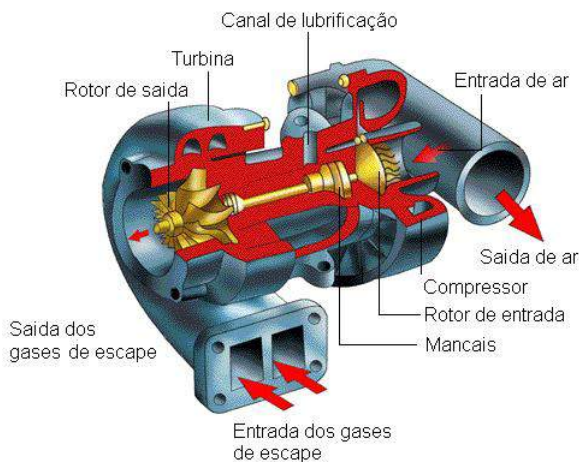
O turbo - alimentador compõe-se de três partes principais: turbina, carcaça de mancais e compressor. A turbina e o compressor – um de cada lado da carcaça – estão montados num eixo comum, que gira sobre mancais flutuantes. Os gases de escape resultantes da combustão, antes de serem lançados na atmosfera,

acionam a turbina e, conseqüentemente, o compressor, que por sua vez aspira e comprime o ar, canalizando-o pelo coletor de admissão para finalmente atingir os cilindros.



O turbo - alimentador trabalha a altas rotações, podendo chegar a cerca de 200.000 rpm, e por isso necessita de lubrificação eficiente desde o início de seu funcionamento.

A lubrificação e o arrefecimento do turbo - alimentador é feito pelo óleo lubrificante do motor.

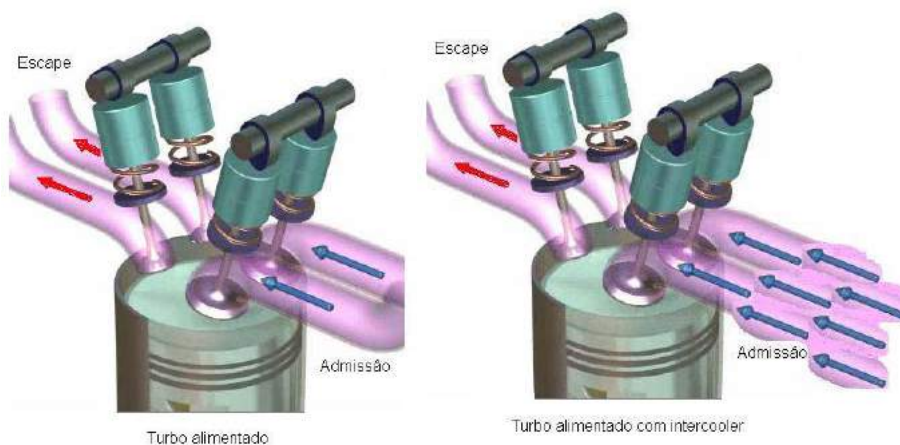


Intercooler

Ao ser comprimido pelo turbo - alimentador, o ar aumenta de temperatura e sofre expansão.

Isto significa que ainda há possibilidade de aumentar a massa de ar no interior do cilindro, se for possível resfriá-lo.

É isso o que realiza o sistema de admissão de ar turbo-alimentado com Intercooler.

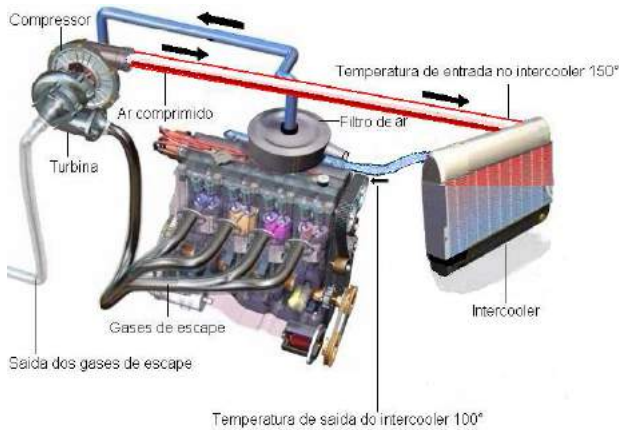


Após comprimido, o ar passa por um radiador onde é resfriado, tornando-se mais denso.

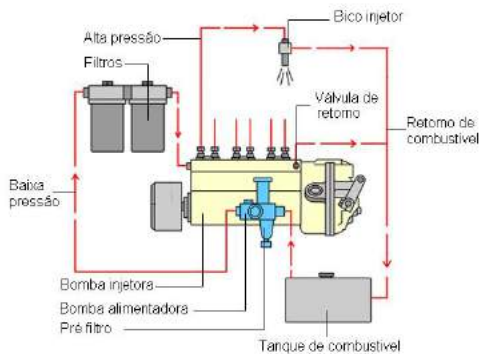
Assim, maior massa de ar é admitida no cilindro e mais combustível pode ser injetado, possibilitando aumentar a potência do motor.

Esse radiador pode usar ar ou água como agente de arrefecimento. Os motores que utilizam Intercooler do tipo ar-ar, montado na frente do radiador de água do motor. A troca de calor ocorre entre o ar quente, comprimido pelo turbo - alimentador, e o ar externo, frio, que passa pelo radiador.

Assim, o Intercooler reduz a temperatura do ar de admissão de 150°C para 100°C, aproximadamente.



Funcionamento e componentes do sistema de alimentação.

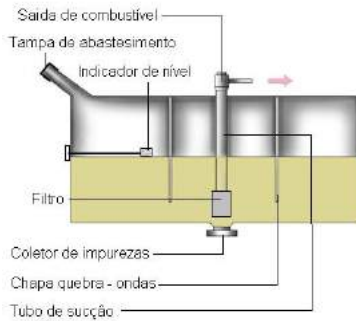


No sistema Diesel convencional, o combustível, aspirado pela bomba alimentadora, passa pelo filtro existente no reservatório, pelo pré-filtro da própria bomba, seguindo, sob pressão, para um filtro principal, de onde o excesso retorna ao reservatório. O combustível restante segue para a bomba, distribuindo-se, em seguida, pelos bicos injetores, de onde há novo retorno, desta vez da porção de combustível utilizada para lubrificar os bicos.

Elementos do sistema de alimentação de combustível

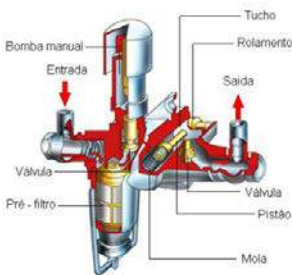
Reservatório de combustível

O reservatório de combustível possui chapa quebra-ondas, coletor de impurezas, filtro no tubo de sucção e indicador de nível. A tampa para abastecimento é provida de fixador tipo baioneta. Uma tampa auxiliar externa evita a infiltração de poeira.



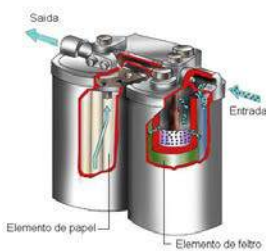
Bomba alimentadora

A bomba alimentadora de pistão, aspira o combustível do reservatório, pressionando-o através do pré-filtro e do filtro principal, para a galeria de combustível da bomba injetora.



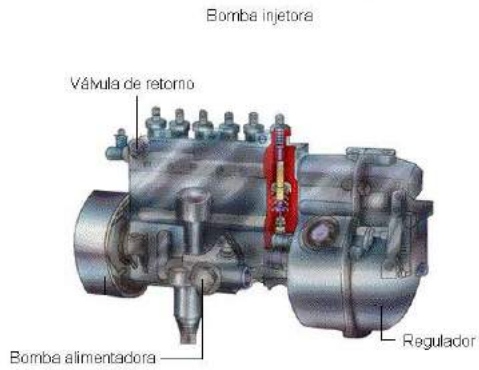
Filtro principal

O filtro principal consiste de dois elementos, ligados em paralelo. Retém as partículas sólidas remanescentes no combustível, que, assim, estará limpo ao entrar na bomba injetora.



Bomba Injetora

A bomba injetora de elementos (um para cada cilindro do motor), equipada com regulador centrífugo e, nos motores superalimentados, com limitador de fumaça.



Bico Injetor

Forçado pela bomba injetora, o combustível é atomizado dentro do cilindro do motor, através de cinco orifícios existentes no bico injetor.

Os injetores são fixados diretamente ao cabeçote, sem qualquer tipo de luva, o que lhe proporciona melhor arrefecimento e evita vazamentos.



Sistema de arrefecimento

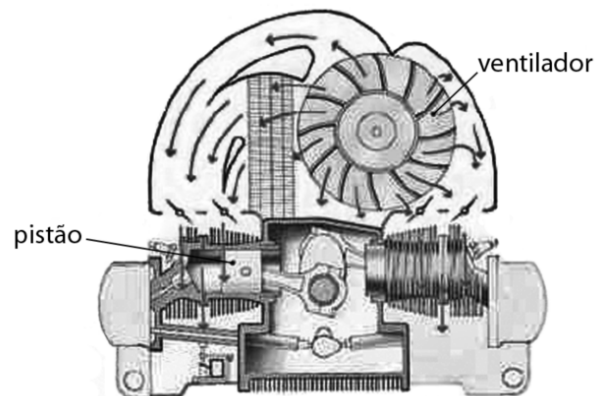
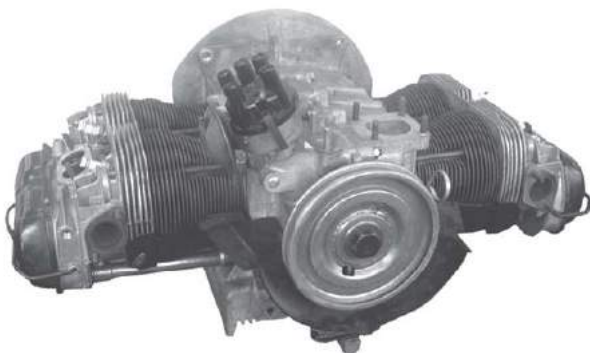
Características

Todos os motores de combustão interna são providos de um sistema de arrefecimento, visando lhes assegurar, uma temperatura ideal de funcionamento.

Esta temperatura é especificada pelos fabricantes de motores e deve ser mantida, uma vez que está relacionada com economia de combustível, durabilidade do motor e a diminuição da emissão de poluentes na atmosfera. Usam-se **dois** tipos de agentes arrefecedores: Ar e a Líquido.

Arrefecimento a Ar

O sistema de arrefecimento a ar é simples, pois emprega apenas um ventilador, e em alguns casos é equipado com uma saia que conduz o ar para as aletas do cabeçote e cilindro. Assim sendo, quanto maior a velocidade do motor, maior é a ventilação que recebe, **mantendo-se** desta forma na temperatura ideal de trabalho.



Motor Refrigerado a Ar

Arrefecimento a Liquido

O sistema de arrefecimento [é a](#) mais eficiente, pois mantém o motor sob uma temperatura adequada para o seu funcionamento. Dentre seus componentes podemos citar bomba d'água, radiador, ventilador, válvula termostática, interruptor térmico etc.



Bomba d'água



Radiador

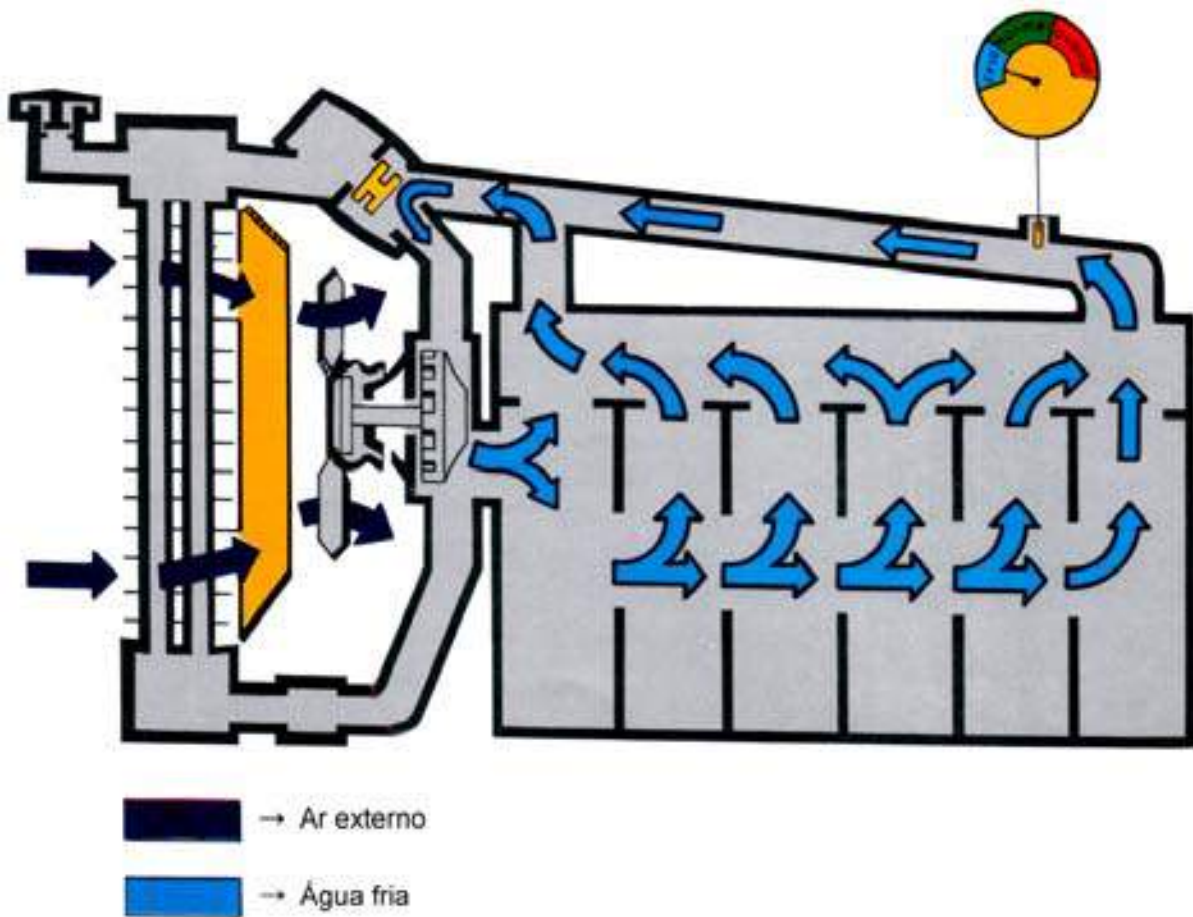


Válvula termostática

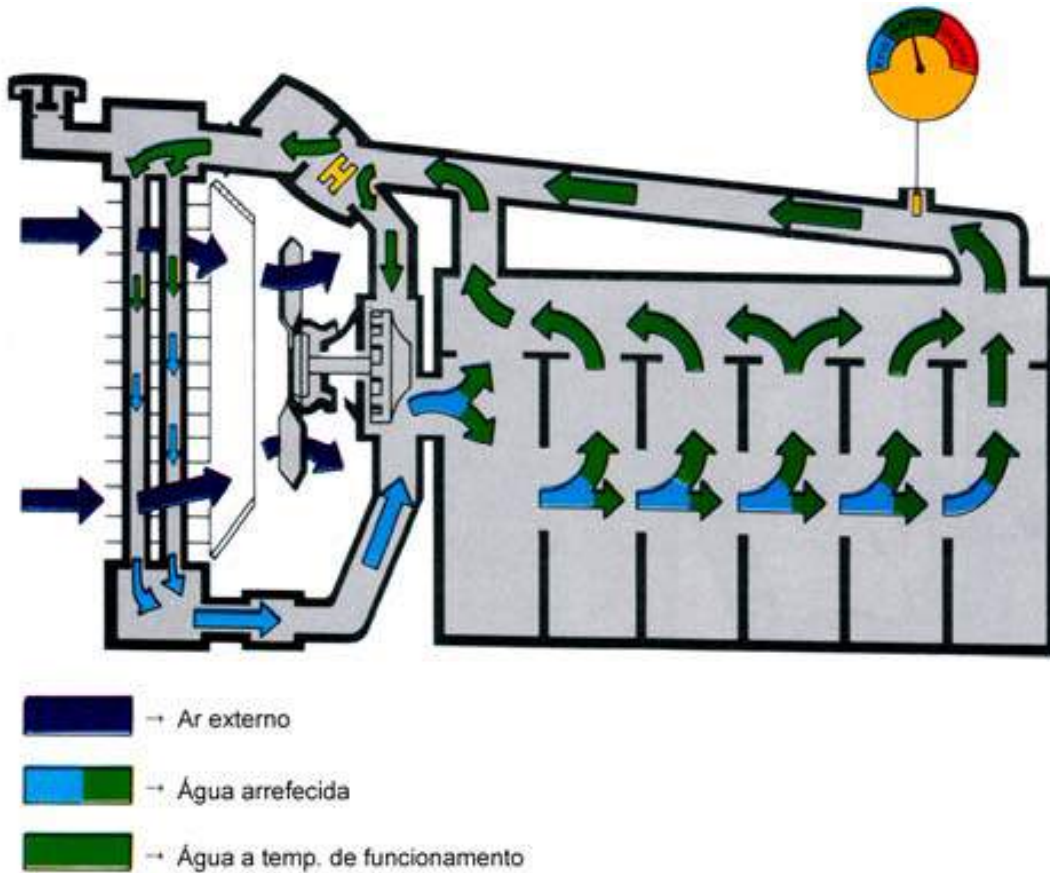
Funcionamento do sistema

O sistema funciona basicamente da seguinte forma:

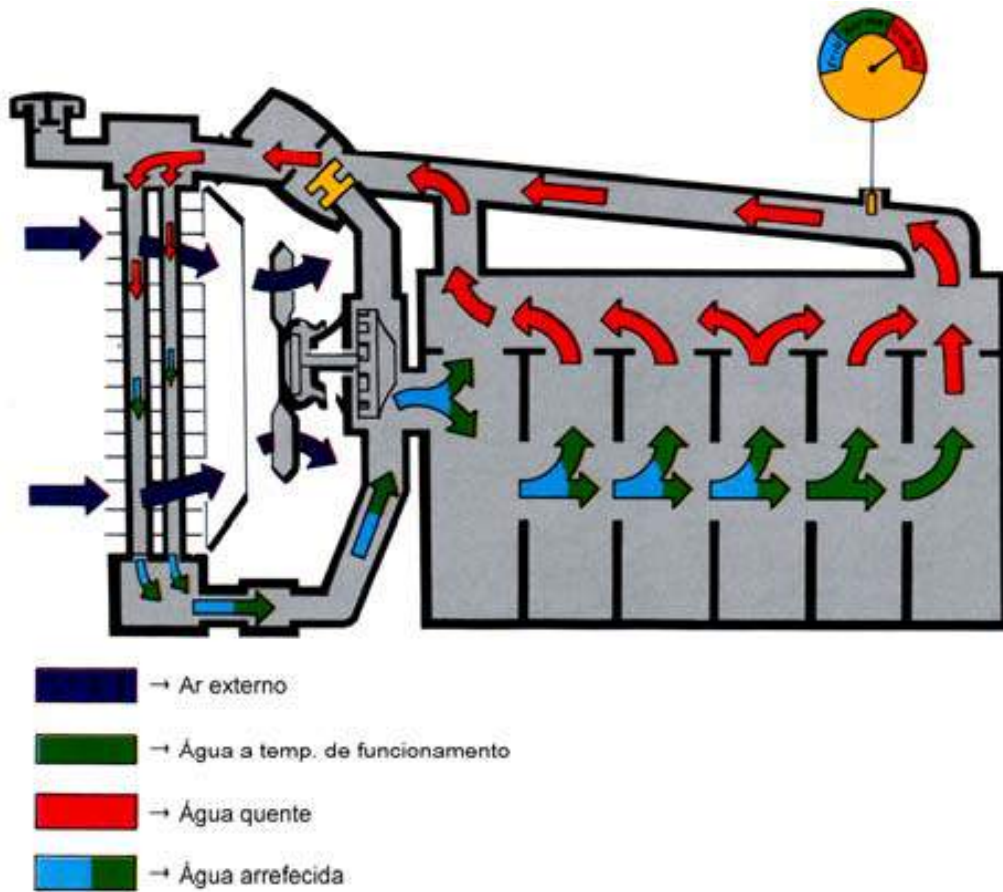
- **Motor frio (início de funcionamento)** A válvula termostática está fechada, impedindo a passagem para o radiador e mantendo o líquido de arrefecimento no motor.



Motor com temperatura de condições normais de trabalho A válvula termostática está parcialmente aberta, permitindo uma troca lenta de líquido de arrefecimento entre o motor e o radiador.

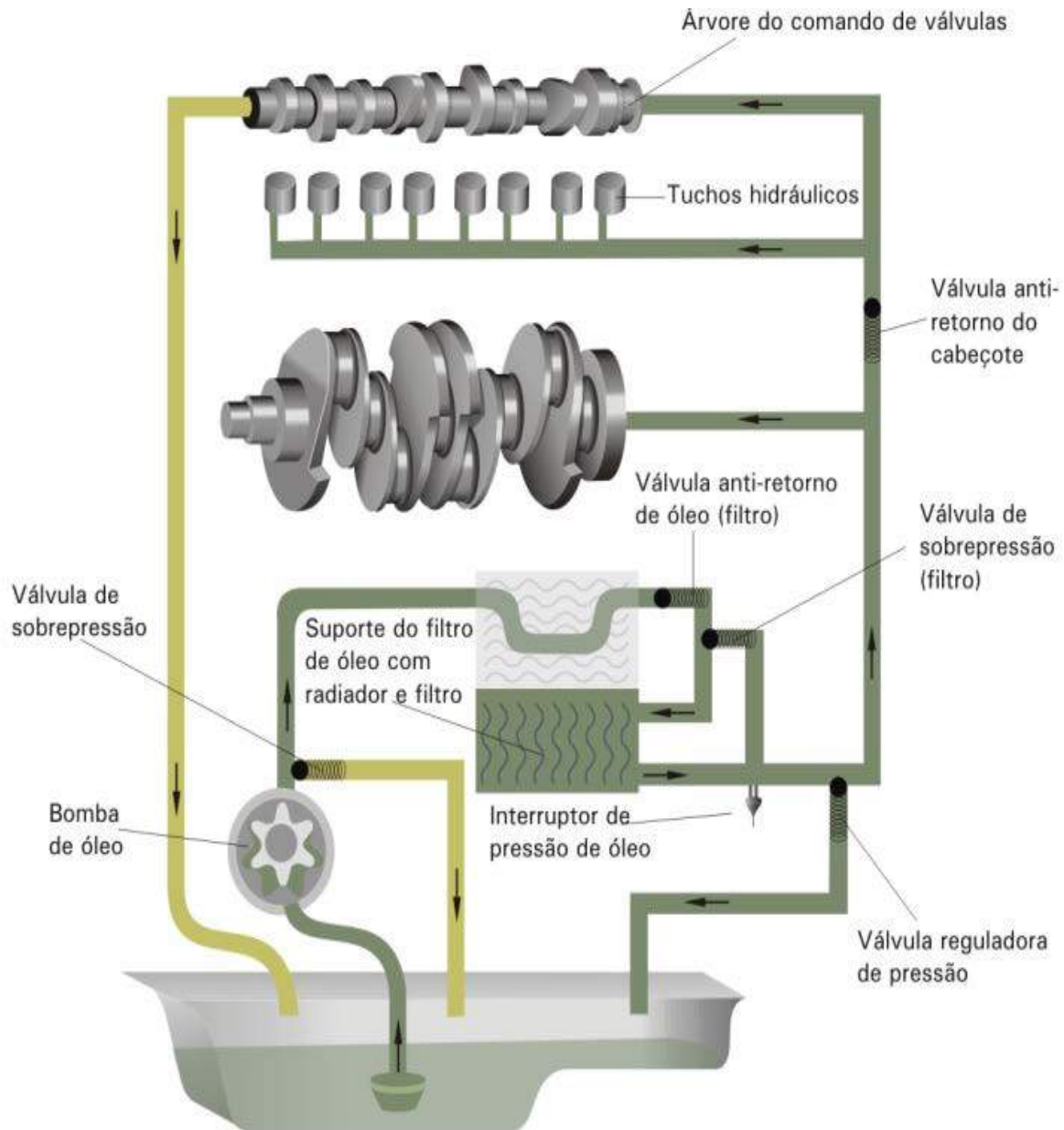


Motor com temperatura de condições severas de trabalho A válvula termostática está totalmente aberta, permitindo uma troca rápida de líquido de arrefecimento entre o motor e o radiador.



Sistema de Lubrificação de motores

O sistema de lubrificação de um motor **tem** diversos componentes que bombeiam, regulam, purificam e controlam o fluxo do óleo e a limpeza, de maneira que haja uma lubrificação adequada em todas as áreas de atrito, sob as diversas condições de operação, **além de eliminar contato** direto entre as superfícies.



Função do Sistema de Lubrificação

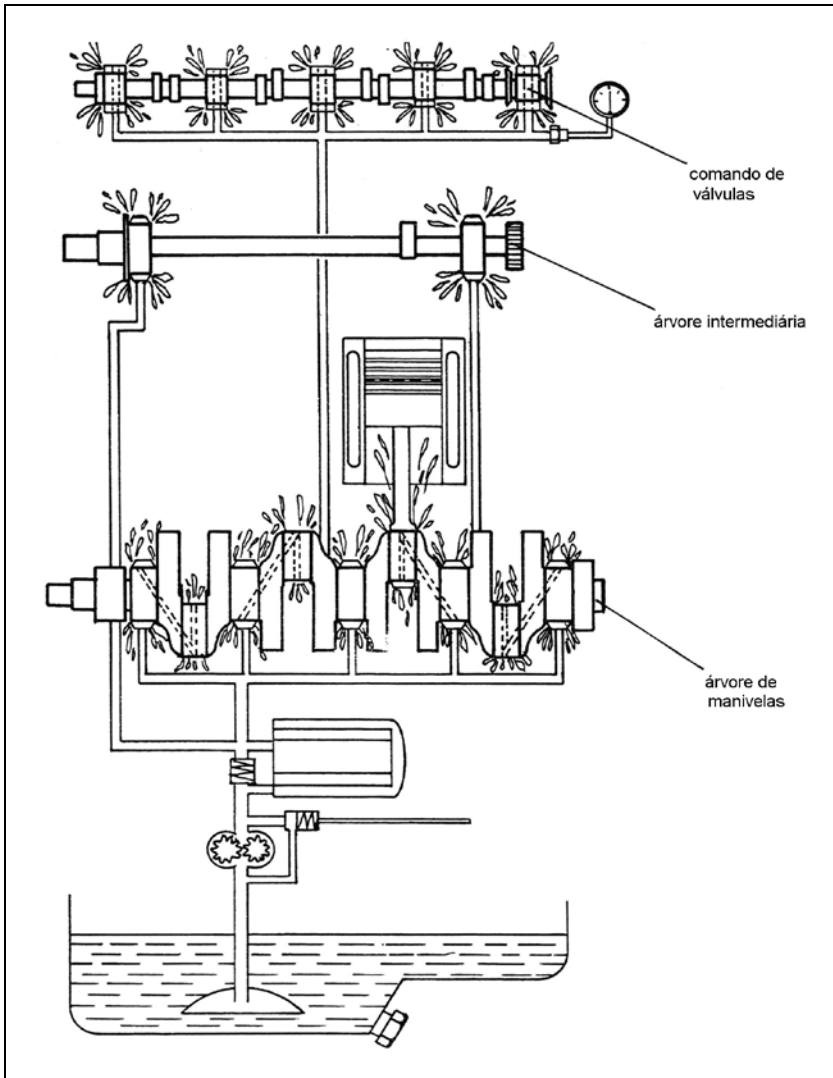
O sistema de lubrificação **garante** a circulação do óleo lubrificante, sob pressão, do reservatório de óleo (cárter) às partes móveis do motor. Possui um filtro para reter as impurezas suspensas no óleo e uma bomba de óleo para transferi-lo, sob pressão, às partes do motor que necessitam de lubrificação.

Funções principais dos óleos lubrificantes

- Lubrificar as partes móveis e reduzir o atrito.
- Resfriar o motor.
- Prevenir o desgaste das partes em movimento.
- Proteger contra a corrosão.
- Manter a câmara de combustão limpa.
- Drenar as impurezas.
- Dar partida no motor facilmente em qualquer temperatura operacional.
- Atuar como elemento vedador entre anéis e pistões.

Funcionamento do sistema de lubrificação

Com o sistema de lubrificação, o óleo lubrificante circula pelo motor desde o cárter (reservatório de óleo) até as peças móveis.



A circulação do óleo é mantida sob pressão pela bomba de óleo. As impurezas suspensas no óleo são retidas pelo filtro de óleo; posteriormente, essas impurezas são eliminadas na troca do filtro e do óleo.

A bomba transporta o óleo do cárter e o injeta, sob pressão, no filtro de óleo. O óleo deixa suas impurezas no filtro e flui pelos canais de lubrificação até as partes móveis do motor.

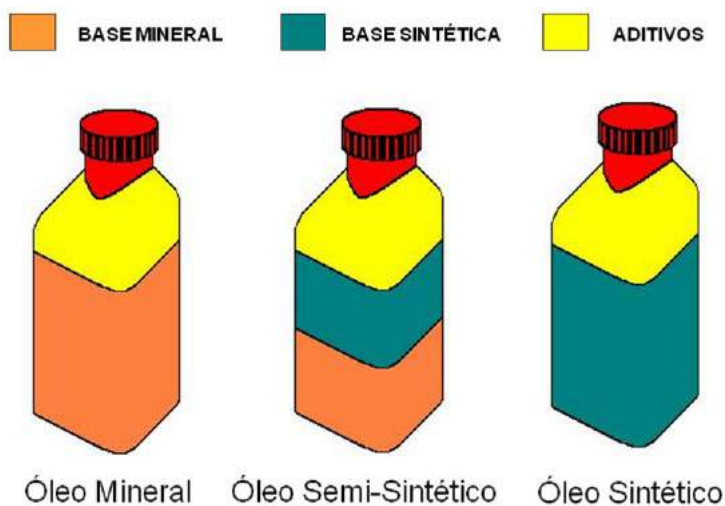
O sistema de lubrificação mantém o óleo lubrificante em circulação forçada entre as peças móveis do motor. É desta forma que ele produz, ao mesmo tempo, dois efeitos:

- **diminui** o atrito entre as peças móveis do motor;
- **auxilia** o sistema de arrefecimento a manter a temperatura ideal do motor.

O óleo lubrificante fica depositado em um recipiente denominado tampa do cárter que abastece o sistema de lubrificação.

Óleos lubrificantes

Os óleos lubrificantes mais utilizados no Brasil são os de base mineral, obtidos diretamente da destilação fracionada do petróleo - do latim *petra* = pedra e *oleum* = óleo. Face às novas exigências dos motores quanto ao consumo, desgaste e emissões de gases para a atmosfera, os lubrificantes semi-sintéticos (possuem uma parte mineral e outra sintética) e sintéticos são já largamente difundidos pelos fabricantes de motores e de lubrificantes, em especial para motores ciclo Otto e ciclo Diesel, tanto nos veículos nacionais como nos importados.



Os óleos 100% sintéticos são obtidos por síntese química, como por exemplo, as polialfaolefinas, que possuem um elevado índice de viscosidade, possibilitando ao lubrificante menor variação da viscosidade **na** temperatura, com desempenho superior aos dos óleos minerais, **reduzem** a oxidação (borra) e são sem dúvidas, mais ecológicos.

CONCEITOS BÁSICOS SOBRE PNEUS

COMPONENTES DE UM PNEU

Todo pneu é formado de quatro partes principais:



CARCAÇA

É a parte resistente do pneu, constituída de lona(s) de poliéster, nylon ou aço. Retém o ar sob pressão que suporta o peso total do veículo. Nos pneus radiais as cinturas complementam sua resistência.

TALÕES

São constituídos internamente de arames de aço de grande resistência e tem por finalidade manter o pneu acoplado ao aro.

BANDA DE RODAGEM

É a parte do pneu que entra diretamente em contato com o solo. Formada por um composto especial de borracha que oferece grande resistência ao desgaste. Seus desenhos constituídos por partes cheias (biscoitos) e vazias (sulcos), oferecem desempenho e segurança ao veículo.

FLANCOS

Protegem a carcaça de lonas. São dotados de uma mistura especial de borracha com alto grau de flexibilidade.

FUNÇÕES DOS PNEUS

- Suportar a carga.
 - Assegurar a transmissão da potência motriz.
 - Garantir a dirigibilidade do veículo.
 - Oferecer respostas eficientes nas freadas e aceleradas.
 - Contribuir com a suspensão do veículo no conforto e segurança.
-

PNEUS DIAGONAIS E PNEUS RADIAIS

A diferença entre os pneus diagonais e os radiais está principalmente na carcaça.



Pneu diagonal



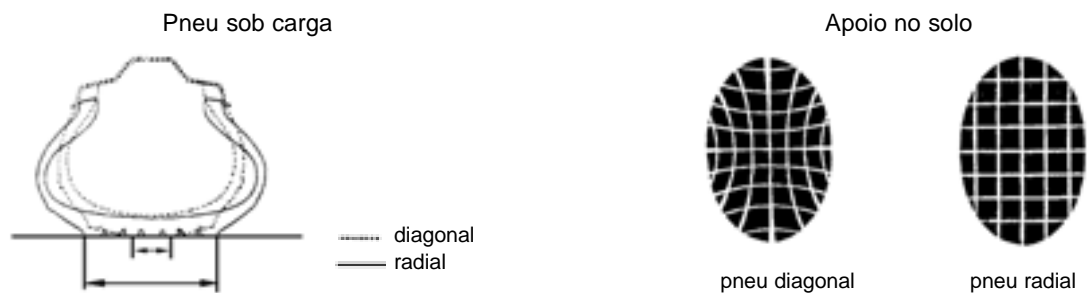
Pneu radial

O pneu diagonal, também chamado convencional, possui uma carcaça constituída de lonas têxteis cruzadas uma em relação à outra.

No pneu radial, a carcaça é constituída de uma ou mais lonas cujos cordonéis estão paralelos e no sentido radial. Esta estrutura é estabilizada pelas cinturas sob a banda de rodagem.

VANTAGENS DOS PNEUS RADIAIS

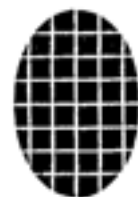
- Maior duração.
- Economia de combustível.
- Melhor aderência.
- Aceleradas e freadas mais eficientes.
- Melhor comportamento.



Apoio no solo

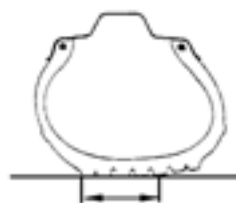


pneu diagonal

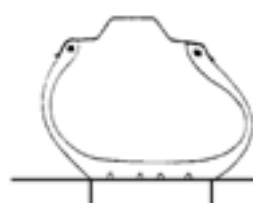


pneu radial

Nas curvas



pneu diagonal

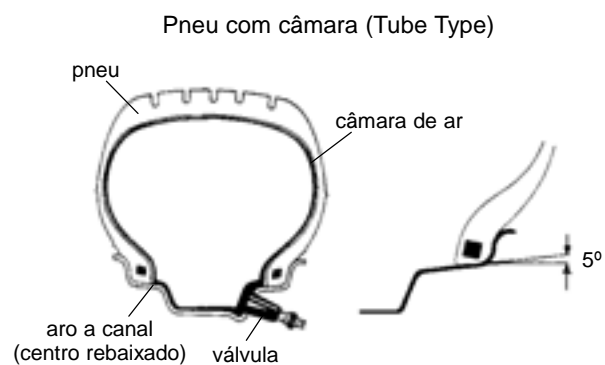
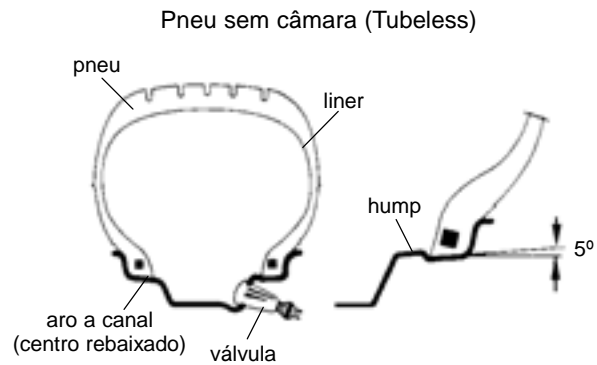


pneu radial

PNEUS COM CÂMARA E SEM CÂMARA

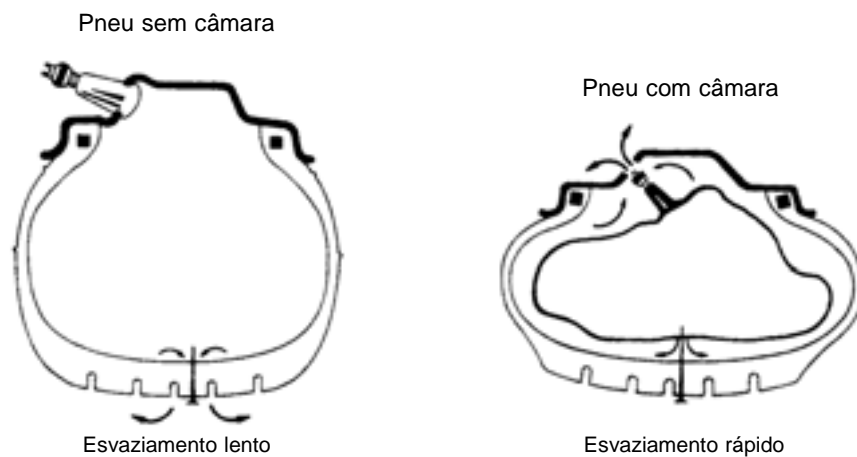
A diferença básica está dentro do pneu. Os sem câmara possuem no interno uma camada de borracha especial, denominada liner, que garante a retenção do ar. Devem ser montados em aros apropriados, utilizando válvulas especiais.

EXEMPLO DE PNEUS PARA VEÍCULOS DE PASSEIO

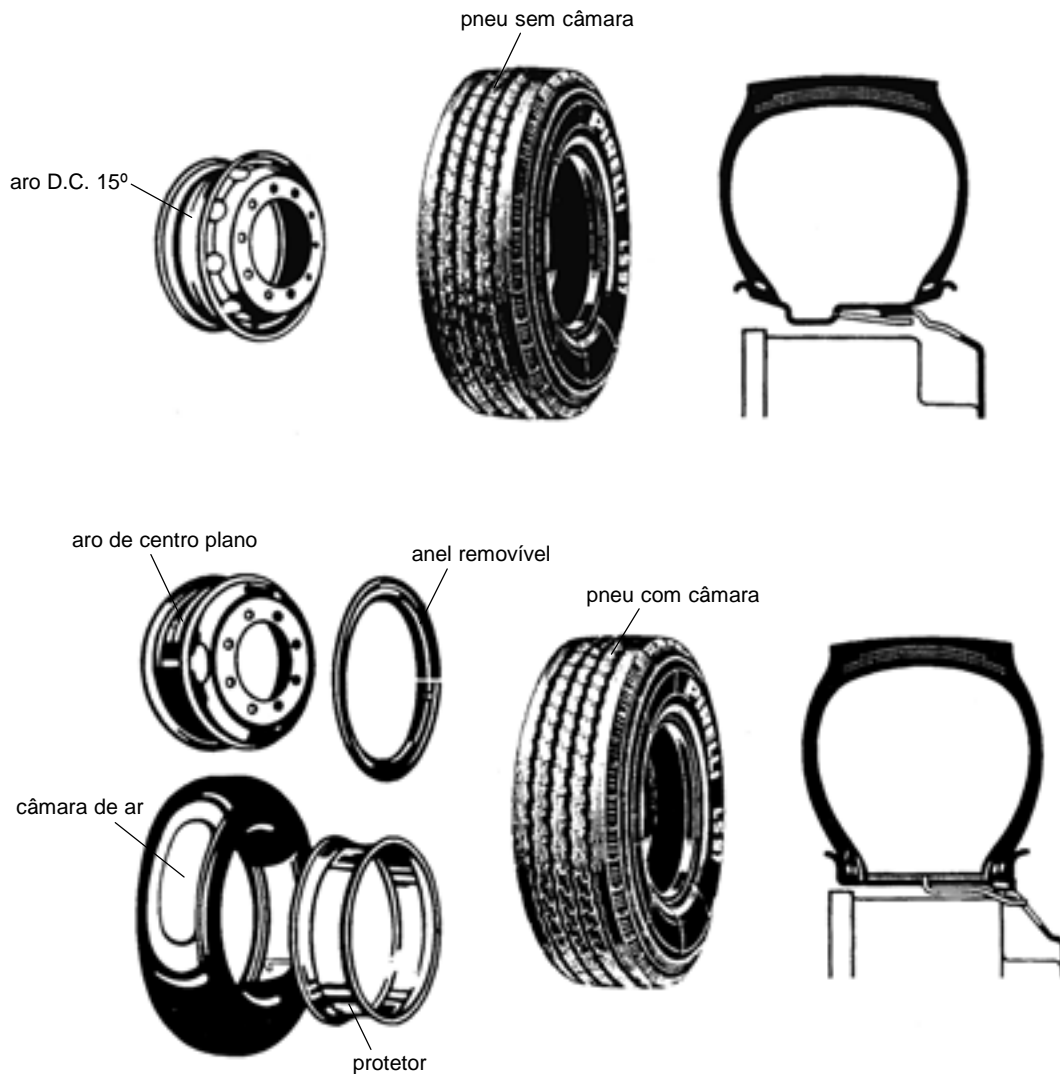


VANTAGENS DO PNEU SEM CÂMARA

- Desmontagem e montagem mais simples
- Maior segurança quando perfurados



Exemplo de pneus para caminhões e ônibus



RODAS

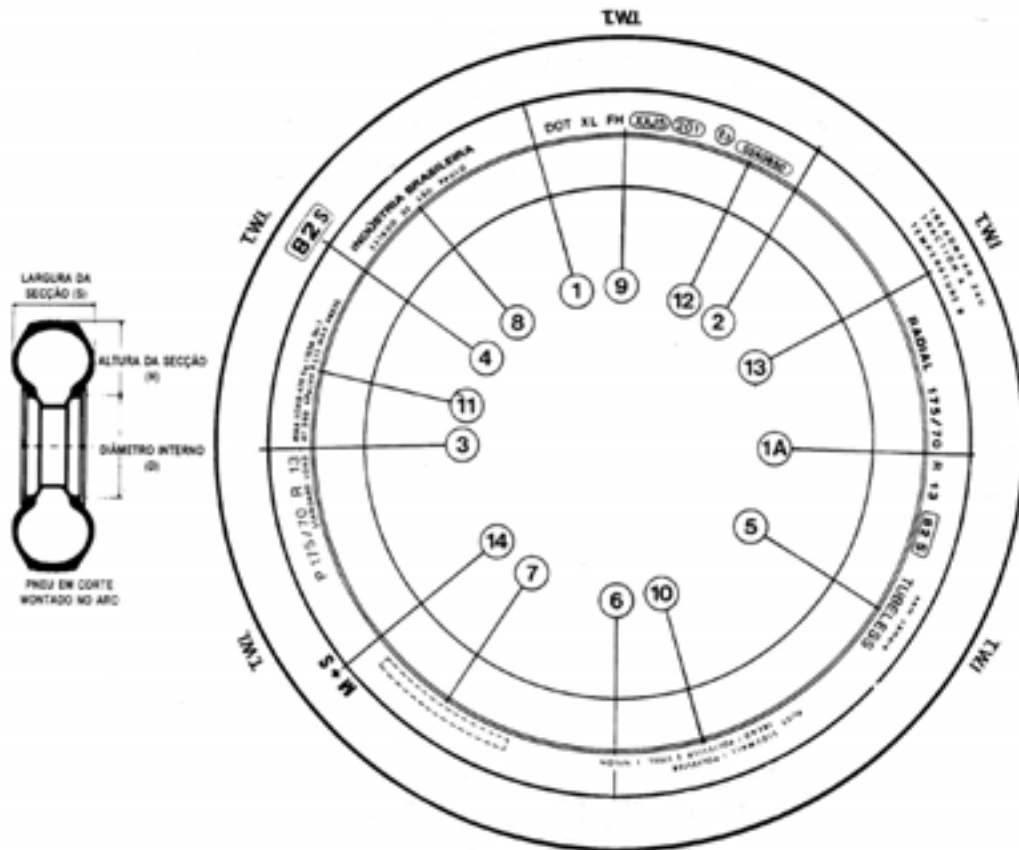
Roda é um conjunto formado por aro e disco, servindo de elemento intermediário entre o pneu e o veículo. Portanto, aro é o elemento anelar onde o pneu é montado e disco é o elemento central que permite a fixação da roda ao cubo do veículo.

Para a correta fixação da roda ao cubo é necessário que haja uma perfeita concordância entre as dimensões das porcas ou parafusos com os furos de fixação do disco da roda, que podem ser planos, esféricos ou cônicos.



MARCAÇÕES DOS PNEUS

Todo pneu apresenta nos seus flancos uma grande quantidade de informações: muitas são representadas por códigos devido ao limitado espaço disponível, e outras poderão estar em inglês por exigências de exportação devido às normas de outros países.



1. Nome do fabricante.
- 1A. Logotipo do fabricante.
2. Modelo do pneu.
3. Características de dimensões e construção (ver desenho):
 - P - indica que o pneu é para uso principal em veículos de passeio (exigência de exportação).
 - 175 - largura da seção (mm).
 - 70 - série técnica: relação entre altura de seção (H) / largura de seção (S).
 - R - quando existir, indica estrutura radial.
 - 13 - diâmetro interno do pneu (diâmetro do aro) em polegadas (D).
4. Índice de carga / código de velocidade.
 - No exemplo: 82 = 475kg (ver tabela pág.13).
 - S = 180km/h (ver tabela pág.13).
5. Pneu versão sem câmara (*tubeless*) ou com câmara (*tube type*).
6. Posição dos indicadores de desgaste T.W.I. (*Tread Wear Indicators*): quando atingidos, indicam o momento de retirada do pneu de uso (1,6mm de resíduo de banda de rodagem).
7. Códigos internos para controle de fabricação.
8. Local fabricação.
9. Matrícula D.O.T.: exigência de exportação, mas de interesse no Brasil - indica estabelecimento de produção, tipo do pneu e período de fabricação.
10. Dados referentes à estrutura do pneu: exigência de exportação.
11. Carga e pressão máxima: exigência de exportação.
12. Registro de homologação: exigência de exportação.
13. Classificação do pneu junto à UTQG (*Uniform Tyre Quality Grading*): exigência de exportação.
14. Significa "Mud and Snow": exigência de exportação.

NOTAS:

- A palavra REINFORCED indica um pneu com estrutura reforçada, para veículos comerciais leves.
- Quando o pneu tem posição de montagem, deve ser marcado nos flancos o lado interno e externo nos idiomas italiano, inglês, francês e alemão, por exigência de exportação.

TABELA DE ÍNDICE DE CARGA

Índice	Carga por pneu (kg)	Índice	Carga por pneu (kg)	Índice	Carga por pneu (kg)	Índice	Carga por pneu (kg)	Índice	Carga por pneu (kg)
70	335	90	600	110	1060	130	1900	150	3350
71	345	91	615	111	1090	131	1950	151	3450
72	355	92	630	112	1120	132	2000	152	3550
73	365	93	650	113	1150	133	2060	153	3650
74	375	94	670	114	1180	134	2120	154	3750
75	387	95	690	115	1215	135	2180	155	3875
76	400	96	710	116	1250	136	2240	156	4000
77	412	97	730	117	1285	137	2300	157	4125
78	425	98	750	118	1320	138	2360	158	4250
79	437	99	775	119	1360	139	2430	159	4375
80	450	100	800	120	1400	140	2500	160	4500
81	462	101	825	121	1450	141	2575	161	4625
82	475	102	850	122	1500	142	2650	162	4750
83	487	103	875	123	1550	143	2725	163	4875
84	500	104	900	124	1600	144	2800	164	5000
85	515	105	925	125	1650	145	2900	165	5150
86	430	106	950	126	1700	146	3000	166	5300
87	545	107	975	127	1750	147	3075	167	5450
88	560	108	1000	128	1800	148	3150	168	5600
89	580	109	1030	129	1850	149	3250	169	5800

TABELA DE SÍMBOLO DE VELOCIDADE

Símbolo de velocidade	Velocidade (km/h)
B	50
C	60
D	65
E	70
F	80
G	90
J	100
K	110
L	120
M	130
N	140
P	150
Q	160
R	170
S	180
T	190
U	200
H	210
V	240
W	270
Y	300

DESMONTAGEM / MONTAGEM DOS PNEUS PASSEIO

DESMONTAGEM

A operação de desmontagem compreende:

- O esvaziamento do pneu, retirando-se o núcleo da válvula;
- O abaixamento de ambos os talões com equipamento adequado;
- A lubrificação dos talões tanto interno como externo (nunca usar derivados de petróleo);
- A retirada da câmara de ar nos pneus versão “com câmara” (*tube type*); e
- A desmontagem do pneu do aro, utilizando equipamentos adequados.

MONTAGEM

A operação de montagem compreende:

- A limpeza do aro que deve estar em perfeito estado;
- A limpeza dos talões e a aplicação de lubrificante adequado (nunca usar derivados de petróleo).

PNEUS VERSÃO “COM CÂMARA” (TUBE TYPE)

- A cada troca de pneu utilizar câmara de ar nova;
- Inflar ligeiramente a câmara de ar;
- Aplicar na mesma, uma fina camada de talco;
- Introduzir a câmara de ar dentro do pneu;
- Montar o pneu no aro, sempre utilizando equipamentos adequados;
- Depois de montado o pneu, inflar a câmara aos poucos, empurrando repetidamente a válvula para dentro, de modo a evitar bolsas de ar retido entre o interno e a câmara de ar;
- Inflar o pneu, certificando-se do correto assentamento e centralização do pneu no aro, nunca ultrapassando o limite de 58 lb/pol². Em seguida, inserir o núcleo da válvula e reduzir a pressão para valores recomendados para o veículo;
- Aplicar a tampinha de proteção da válvula.

PNEUS VERSÃO “SEM CÂMARA” (TUBELESS)

- A cada troca de pneu, substituir a válvula de borracha;
 - Lubrificar a válvula e encaixá-la no furo do aro utilizando ferramenta adequada;
 - Montar o pneu no aro, sempre utilizando equipamentos adequados;
 - Inflar o pneu, certificando-se do correto assentamento e centralização do pneu no aro, nunca ultrapassando o limite de 58 lb/pol². Em seguida, inserir o núcleo da válvula e reduzir a pressão para os valores recomendados para o veículo;
 - Aplicar a tampinha de proteção da válvula;
 - Aplicar um pouco de água nos talões e junto à válvula para certificar-se de que não há vazamentos.
-

DESMONTAGEM / MONTAGEM DOS PNEUS PARA CAMINHÕES E ÔNIBUS

DESMONTAGEM

A operação de desmontagem compreende:

- O esvaziamento do pneu, retirando-se o núcleo da válvula;
- O abaixamento de ambos os talões com equipamentos adequados;
- A lubrificação dos talões (nunca usar derivados de petróleo);
- A retirada do pneu do aro.

MONTAGEM

A operação de montagem compreende:

- A inspeção de todos os elementos que devem estar em perfeitas condições; e
- A lubrificação do aro e talões.

PNEUS VERSÃO “COM CÂMARA” (TUBE TYPE)

- Aplicar uma fina camada de talco sobre a câmara de ar;
- Encaixar adequadamente a câmara de ar dentro do pneu;
- Inflar ligeiramente a câmara para melhor acomodá-la no interior do pneu;
- Certificar-se de que não sobrou nenhuma impureza entre o pneu e a câmara;
- Encaixar o protetor iniciando pela válvula;
- Introduzir uma das extremidades do anel do aro e encaixar o restante com equipamento adequado;
- Inflar o pneu na pressão recomendada (utilizar uma gaiola de proteção conforme figura).



PNEUS VERSÃO “SEM CÂMARA” (TUBELESS)

- Aplicar sobre a superfície do aro e na guarnição da válvula, uma película de lubrificante apropriado (nunca usar derivados de petróleo);
- Encaixar a válvula no furo do aro;
- Com o auxílio de uma chave fixa, apertar a contra-porca da válvula;
- Aplicar o lubrificante apropriado nos talões;
- Encaixar o pneu da roda introduzindo o primeiro talão no canal do aro e complementar a montagem com auxílio de espátulas;
- Para a montagem do segundo talão, inserir uma parte dentro do canal, encaixando o restante com auxílio de espátulas (ver figura);
- Inflar gradualmente o pneu até a pressão recomendada.



MANUTENÇÃO DOS PNEUS

Para obter dos pneus os melhores resultados em termos de aderência, duração e segurança é fundamental que eles sejam adequadamente utilizados. Neste particular, observar as seguintes recomendações:

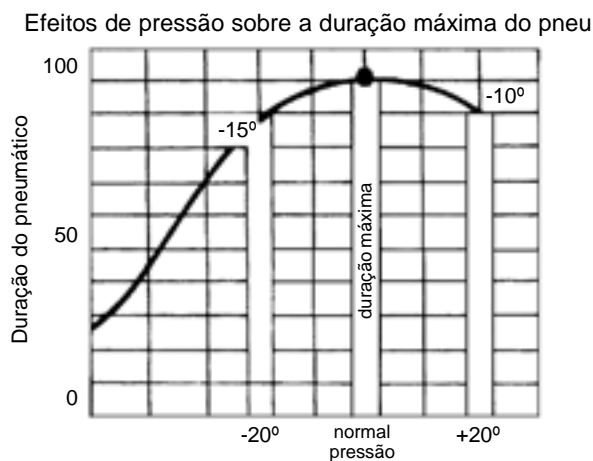
PRESSÃO DE ENCHIMENTO

A pressão de enchimento deve ser aquela indicada pelo fabricante do veículo e do pneu. O seu controle deve ser feito pelo menos uma vez por semana, com os pneus sempre frios porque os mesmos se aquecem durante o rodar e o calor provoca o aumento da pressão inicial. Utilizar nesta operação um calibrador devidamente aferido e não esquecer o estepe.

A pressão correta proporciona ao pneu um apoio perfeito no solo e desta forma a rodagem apresenta um desgaste normal.

Quando a pressão é insuficiente, o pneu tende a se apoiar mais nas laterais da rodagem e estas se desgastam prematuramente. Além disso, o flexionamento do pneu torna-se muito acentuado, contribuindo para uma maior geração de calor, o que prejudica a estrutura do pneu.

Quando a pressão é excessiva, o pneu apóia-se mais na faixa central da rodagem, a qual sofre um desgaste mais rápido e o conforto do veículo é prejudicado.



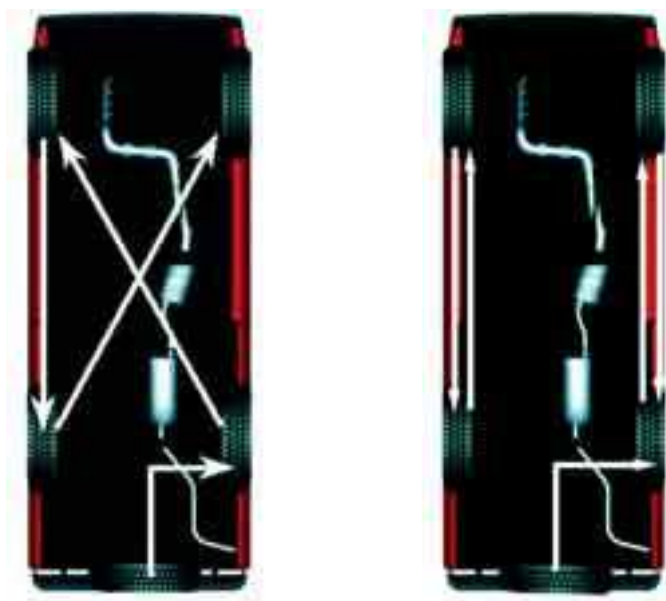
INFLUÊNCIA DAS ESTRADAS E DAS MANEIRAS DE DIRIGIR

O tipo de pavimento das estradas tem influência direta na durabilidade dos pneus. Quanto mais abrasivo é o piso e quanto mais precária é a condição da estrada, menor tende a ser a quilometragem do pneu, conforme pode ser visualizado na tabela a seguir.

DURAÇÃO DA BANDA DE RODAGEM SOBRE OS VÁRIOS TIPOS DE ESTRADAS (EM RETAS E VELOCIDADES IGUAIS)

Tipos de estradas	Duração da banda de rodagem/índice (%)
Asfaltada e superfície lisa	100
Asfaltada, porém áspera	90
Concreto	70
Paralelepípedos	65
Asfaltada muito áspera	60
Asfaltada em péssimas condições	55
Estradas de terra com pedras	50
Macadame	20

RODÍZIOS RECOMENDADOS PARA AUTOMÓVEIS, CAMIONETAS E UTILITÁRIOS (EM MÉDIA A CADA 10000 KM)



Os veículos de passeio são normalmente dotados de suspensões mais confortáveis e, portanto, mais sensíveis a qualquer fenômeno vibracional.

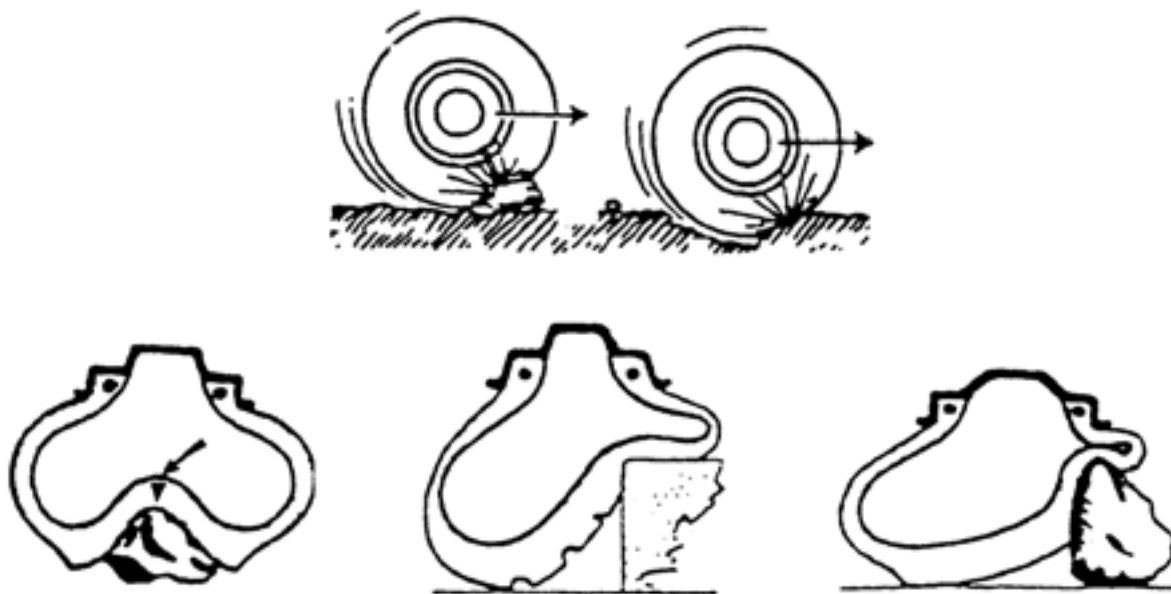
Quando tais veículos são equipados com pneus radiais, que são mais rígidos na região da banda de rodagem devido às cinturas, recomenda-se não inverter o sentido de giro dos pneus por ocasião do rodízio, para evitar eventuais sensações de desconforto até a acomodação do pneu na nova posição.

O traçado da estrada por sua vez também influi no rendimento.

Assim, estradas com muitas curvas, desníveis, subidas e descidas, solicitam muito mais o pneu ao efeito do arrastamento, freadas e aceleradas, reduzindo conseqüentemente sua vida útil.

Por estas razões é fundamental dirigir com regularidade e manter velocidades compatíveis com cada tipo de estrada.

Paralelamente devem ser evitados os impactos violentos contra obstáculos ou buracos, bem como os roçamentos contra o meio fio, que podem causar avarias graves na carcaça do pneu (quebra de cordões e bolhas).



INSPEÇÕES PERIÓDICAS E RODÍZIOS

Periodicamente é muito importante efetuar uma inspeção geral nos pneus, verificando o uniformidade de consumo e se não existem avarias nos flancos ou banda de rodagem que exigem reparos nos pneus ou até mesmo sua retirada de uso.

A presença de desgastes irregulares, ou o surgimento de vibrações, são fatores que determinam as necessidades de um novo alinhamento e balanceamento de rodas.

Por outro lado, os pneus montados num mesmo veículo podem com o uso apresentar na banda de rodagem um consumo ligeiramente irregular devido às condições mecânicas do veículo (suspensão, amortecedores, etc.), distribuição das cargas, variações nas curvaturas das estradas, tipo de percurso, etc. Estas irregularidades podem ser corrigidas através de trocas sistemáticas das posições das rodas do veículo denominadas rodízios.

MOVIMENTO DE RETIRADA DO PNEU DE USO

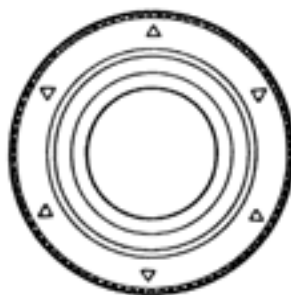
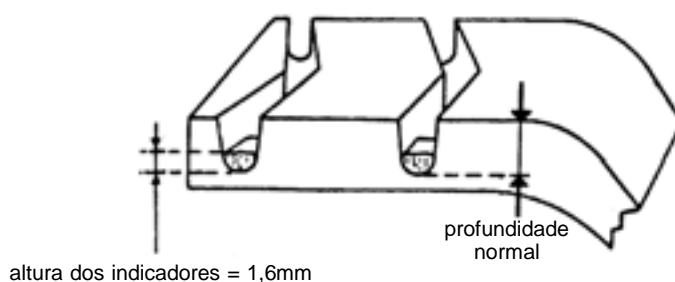
Através da Resolução 558/80, de 15 de abril de 1980, o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) estabeleceu em seu artigo 4º que fica proibida a circulação de veículo automotor equipado com pneus cujo desgaste da banda de rodagem tenha atingido os indicadores ou cuja profundidade remanescente da banda de rodagem seja inferior a 1,6mm.

Portanto, todos os pneus para automóveis, camionetes, caminhões e ônibus são dotados de 4 a 8 fileiras transversais de indicadores de desgaste de banda de rodagem (saliências no fundo do desenho), espaçadas com uniformidade pela circunferência do pneu, que permitem verificar quando o pneu atingiu o limite de desgaste da banda de rodagem, ou seja, 1,6mm de profundidade remanescente.

Nos pontos onde localizam-se estes indicadores existem na região do ombro da rodagem as siglas T.W.I. (*Tread Wear Indicators*).

INDICADORES DE DESGASTE

Os pneus com menos de 1,6mm de resíduo de desenho na banda de rodagem deixam muito a desejar em termos de aderência, principalmente em piso molhado e por esta razão devem ser substituídos por outros novos para a continuidade do rodar com segurança.



AVARIAS EM PNEUS E SUAS CAUSAS

Para que os pneus ofereçam os melhores resultados em termos de segurança e desempenho, é fundamental que sejam observadas suas corretas normas de uso e de manutenção.

Neste sentido, apresentamos a seguir, as principais avarias decorrentes de emprego inadequado do produto ou de natureza acidental, não cobertas por garantia, conforme exemplos a seguir, com suas respectivas causas.

QUEBRA DE CARÇAÇA

Conseqüência de rodar vazio devido:

- falhas na câmara de ar;
- cortes ou perfurações;
- pneu sem câmara mal montado no aro;
- aro deformado ou impróprio para pneu sem câmara;
- falhas na válvula;
- avarias no liner interno ou talões do pneu sem câmara.

DESGASTE IRREGULAR

- Alinhamento das rodas fora do especificado.
- Aros deformados ou inadequados.
- Problemas mecânicos na suspensão.
- Emprego de medida ou tipo inadequado de pneu.

DESGASTE LOCALIZADO

- Aceleradas ou freadas bruscas.
- Amortecedores avariados (desgastes em vários pontos da circunferência do pneu).
- Rodas desbalanceadas.

ONDULAÇÃO NO FLANCO

- Impactos nos buracos ou obstáculos com quebras de cordonéis da carcaça.

AVARIA ACIDENTAL NO TALÃO

- Montagem/desmontagem com ferramentas inadequadas.
 - Montagem/desmontagem com processos inadequados.
 - Aros incorretos.
 - Aros em mau estado de conservação.
-

QUEBRA DO FRISO DO TALÃO

- Montagem/desmontagem com ferramentas inadequadas.
- Montagem/desmontagem com processos inadequados.
- Aros incorretos.
- Aros em mau estado de conservação.

QUEIMA INTERNA DA CARÇAÇA

- Uso prolongado com baixa pressão ou sobrecarga.

AVARIA NO FLANCO

- Perfurações por corpos cortantes.
- Roçamentos no meio-fio ou em componentes do veículo.

AVARIA NA BANDA DE RODAGEM

- Perfurações ou cortes causados por corpos estranhos.

FORA DOS LIMITES DE SEGURANÇA

- Pneu com desgaste excessivo, ou seja, resíduo de desenho inferior a 1,6mm.

Casos como desgaste prematuro, efeitos vibracionais, tendências de deriva, entre outros, poderão também estar relacionados às anomalias mecânicas. Por isso, diante de qualquer dúvida, consulte o seu Revendedor de pneu ou a filial mais próxima.

VIBRAÇÕES E BALANCEAMENTO DE RODAS

VIBRAÇÕES E SUAS CAUSAS

As vibrações num veículo causam sensações de desconforto, dificuldades para dirigir e seu diagnóstico exige muitas vezes análises detalhadas.

Normalmente a vibração é associada pura e simplesmente ao desbalanceamento das rodas. Mas essa associação nem sempre é válida.

É necessário conhecer o fenômeno físico “VIBRAÇÃO”, suas origens e formas de correção, para se obter um rodar mais confortável, seguro e econômico.

Desta forma, quando temos um veículo que apresenta vibrações devemos em primeiro lugar definir:

- a que velocidade o veículo vibra;
- de onde procedem as vibrações.

As vibrações veiculares podem ter inúmeras origens, sendo as mais importantes:

- desuniformidade dos pneus e aros;
- erros de centragem dos aros nos cubos do veículo;
- montagem incorreta do pneu no aro;
- flat spot;
- desequilíbrio das rodas

DESUNIFORMIDADE DOS PNEUS E AROS

Um pneu que possui deformações na banda de rodagem, em consequência, por exemplo, de travamento das rodas, conserto de perfuração com prensas inadequadas, etc., certamente provocará vibrações pois a cada volta ocorrerá uma variação no raio de rodagem provocando uma oscilação para cima e para baixo no veículo. Esta oscilação aumenta com a velocidade.

É bastante comum encontrarmos veículos com pneus deformados, ovalizados ou com desgaste irregular, bem como aros tortos ou amassados.

Nestes casos, deve-se medir a excentricidade na banda de rodagem do pneu e se esta for elevada (acima de 3,0mm) é preciso, antes de qualquer coisa, trocar o pneu e/ou aro.

Lembre-se que podemos balancear uma roda que tenha um aro torto, porém não poderemos evitar que o aro continue torto e desta forma faça a roda oscilar e origine vibrações. Por exemplo, se balancearmos uma roda que esteja amassada, quase que na forma de um quadrado, você conseguirá balanceá-la, mas no momento de rodar com esta roda o veículo vibrará, pois a roda ainda continua quadrada.



DESEQUILÍBRIO DE RODAS

O desequilíbrio das rodas e pneus é o principal causador de vibrações.

O conjunto roda/pneu pode não ter uma distribuição uniforme de massas. Desta forma apresentará sempre um certo desequilíbrio que dependendo de sua grandeza e da rotação a que a roda é submetida, pode originar vibrações às vezes consideráveis, que afetam negativamente o conforto do rodar, aumentam o desgaste dos pneus e podem reduzir a vida útil dos rolamentos, dos amortecedores e elementos da suspensão e direção do veículo.

Os desequilíbrios podem ser:

- **DESEQUILÍBRIO ESTÁTICO**

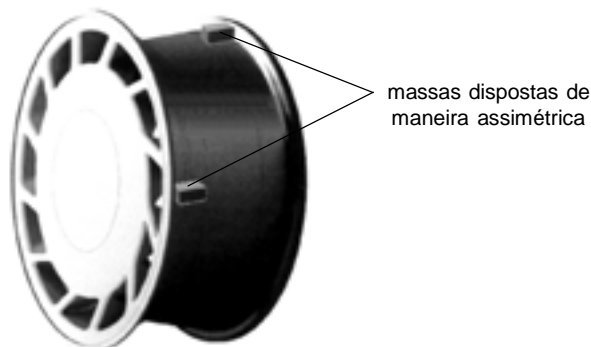
É o desequilíbrio causado por uma massa disposta simetricamente em relação ao plano mediano "K" e não uniforme ao longo da circunferência. Com este tipo de desequilíbrio a roda oscila no sentido vertical produzindo sucessivos impactos no pneu, que afetam a suspensão e direção do veículo, acarretando desgaste localizado na banda de rodagem do pneu.

A vibração é sentida em velocidades a partir de 50/60 km/h e aumenta com o acréscimo da rotação.



- **DESEQUILÍBRIO DINÂMICO SIMPLES**

É o desequilíbrio causado por massas dispostas de maneira assimétrica em relação ao plano mediano "K" e não uniformes ao longo da circunferência.



Quando a roda entra em rotação, as duas massas geram duas forças do tipo centrífuga que provocam oscilações transversais.

O pneu sofre rápido desgaste e tanto o conforto como a dirigibilidade são prejudicados, bem como os elementos mecânicos da suspensão e direção do veículo.

As vibrações começam a ser sentidas quando a rotação entra na faixa de ressonância, ou seja, a partir dos 70/80km/h e não é mais sentida a partir dos 130km/h aproximadamente, embora as vibrações continuem a atuar sobre a suspensão.

- **DESEQUILÍBRIO DINÂMICO COMBINADO**

O caso mais comum encontrado é o desequilíbrio dinâmico combinado. Este desequilíbrio é representado pela soma do desequilíbrio estático e desequilíbrio dinâmico.

CORREÇÃO DOS DESEQUILÍBRIOS OU DESBALANCEAMENTOS

Existem dois sistemas de máquinas de balanceamento de rodas, representados pelas chamadas balanceadoras estacionárias e pelas balanceadoras portáteis.

As máquinas **estacionárias** (ou de coluna) fazem o balanceamento de rodas fora do veículo. Estas máquinas compensam os **desbalanceamentos estáticos e dinâmicos** das rodas e pneus.



As máquinas **portáteis** (ou locais) fazem o balanceamento das rodas montadas no próprio veículo. Estas máquinas compensam exclusivamente o **desequilíbrio estático**.



O processo ideal de balanceamento é em primeiro lugar compensar o desequilíbrio dinâmico combinado da roda com uma balanceadora estacionária dinâmica e feito isso, monta-se a roda no carro. Esta roda apresenta ainda um desequilíbrio residual oriundo das demais peças que giram em conjunto, somado a um pequeno desequilíbrio estático gerado pelo erro de centragem da roda no cubo do carro. Completa-se assim o balanceamento com máquina portátil.

A título de informação, em uma roda de automóvel de peso médio, uma excentricidade de 0,1mm provoca um desbalanceamento na ordem de 12 gramas.

OBSERVAÇÕES

- As máquinas balanceadoras eletrônicas estacionárias são concebidas de modo a poder medir os desequilíbrios estáticos e dinâmicos que existem em ambos os planos da roda e somá-los de forma vetorial. Desta soma, a balanceadora indica o local onde deverá ser colocado um só contrapeso em cada plano, de forma a compensar os desequilíbrios estáticos e dinâmicos que existem em cada plano.
 - Em rodas de automóveis recomenda-se nunca aplicar mais de 60 gramas de contrapeso em cada plano. As balanceadoras modernas indicam a forma de otimizar o balanceamento, desmontando-se o pneu e girando-o na roda na posição mais conveniente.
 - Podemos assim concluir que apenas o balanceamento estacionário, ou seja, feito por uma balanceadora eletrônica, nos permite equilibrar de forma correta a roda de um veículo.
 - Esta afirmação é válida principalmente para rodas de automóveis e utilitários que por serem veículos leves, têm suspensões mais sensíveis do que os veículos de maior peso (caminhões e ônibus). Estes últimos por terem suspensões bem mais robustas também absorvem melhor as vibrações originadas de desequilíbrios das rodas. Em veículos pesados portanto, o balanceamento no próprio veículo com uma balanceadora portátil, em geral é suficiente.
 - Em carros de passeio, 10 gramas de desequilíbrio residual por plano são perfeitamente aceitáveis sem quaisquer influências que possam originar vibrações.
 - Um ônibus ou caminhão pesado pode ter desequilíbrios residuais de mais de 100 gramas por roda sem que o motorista sinta qualquer vibração quando em velocidade.
 - Já as camionetas e caminhões leves admitem um desequilíbrio residual de até 60 gramas por roda.
-

CONTRAPESOS

Há inúmeros tipos de contrapesos que são aplicáveis nas rodas dos veículos.

O mais utilizado é aquele que apresenta uma garra de aço (assim chamada mola) fundida junto ao chumbo na hora de sua fabricação. Este tipo de contrapeso é utilizado em aros de aço ou liga leve e é sempre fixado no flange do aro.

É muito importante que o contrapeso seja perfeitamente fixado ao aro e para isto a garra deve acompanhar a curvatura da borda do aro, e por outro lado, a forma da parte interna do contrapeso deve acompanhar a sede onde o mesmo ficará fixado.

Existem ainda, dois outros tipos de contrapesos:

- **CONTRAPESOS ADESIVOS**

Estes contrapesos são aqueles que em vez de garra possuem uma fita adesiva de dupla face e devem ser fixados no aro em uma superfície limpa e lisa.

Este tipo de contrapeso é normalmente utilizado em aros de liga leve ou em aros cromados a fim de evitar que, na sua fixação o aro seja marcado. Também são utilizados em rodas que não possuam espaço para o alojamento de contrapesos com garras.

- **CONTRAPESOS DE SEGURANÇA**

Estes contrapesos são aqueles nos quais a mola não é fundida ao chumbo. A mola tem neste caso um perfil que “abraça” o contrapeso e fica bem encaixado no aro (entre o pneu e a borda interna do aro).

Este contrapeso é normalmente utilizado pelas montadoras de automóveis já que em uma máquina balanceadora de produção, existe um dispositivo que “descola” o pneu do aro já inflado deixando espaço para a colocação da mola.

Para finalizar o assunto contrapeso, devemos alertar que a reutilização de um contrapeso muitas vezes é perigosa e, portanto, desaconselhável face ao risco de se soltar em um impacto que a roda eventualmente venha a sofrer.

Da mesma forma, contrapesos que são fabricados com molas cujo aço está fora da especificação ou cujo tratamento térmico não foi feito adequadamente podem soltar-se facilmente, pois a mola não atua como tal.

MÉTODOS DE BALANCEAMENTO

COM MÁQUINA ESTACIONÁRIA (OU DE COLUNA)

Existem no mercado vários equipamentos deste tipo, operando com princípios similares, mas com manuseio diferentes, o que requer para cada caso, que se sigam as instruções de seu fabricante.

Alguns comentários todavia são oportunos:

- Antes de iniciar o balanceamento, remova os pesos antigos da roda, bem como qualquer corpo estranho que esteja no pneu ou roda.
- Centralize a roda no flange própria, quando esta é de centro fechado e que não permitem o uso de cones de fixação;
- Ao girar a roda, verifique se a mesma não apresenta excentricidade ou oscilações laterais.
- Ajuste o equipamento conforme diâmetro, largura do aro e distância do aro à máquina.
- Aplique os contrapesos mais adequados a cada caso. Contrapesos de garra para rodas de liga leve não devem ser utilizados em rodas de aço e vice-versa. Nas rodas de liga leve, de preferência utilize contrapesos colantes na parte interna.



COM MÁQUINA PORTÁTIL (NO PRÓPRIO VEÍCULO)

A balanceadora portátil é constituída basicamente de:

- Captadores de vibrações (geralmente um para automóveis e outro para caminhões e ônibus);
- Motor elétrico de acionamento da roda;
- Lâmpada estroboscópica ou sistema infrared;
- Painel de controles de indicadores de desequilíbrio (indica a quantidade de peso).



No balanceamento devem ser observados os seguintes aspectos:

- Com o veículo erguido, deve-se verificar o estado dos rolamentos, bem como as folgas nos pivôs ou pino mestre e buchas dos braços da suspensão.
- As rodas devem girar livremente, caso contrário devem ser regulados os freios.
- Ao se balancear rodas de tração, recomenda-se suspender o veículo de modo que ambas as rodas fiquem livres. Este procedimento evitará possíveis danos ao diferencial que podem ocorrer caso uma das rodas permaneça parada com a outra em velocidade.
- O captador de vibrações deve ser colocado na parte inferior da suspensão, o mais próximo possível da roda, ajustando-se adequadamente sua altura de modo a captar qualquer vibração. Os captadores “tipo cavalete” suportam o peso do veículo e para tanto devem estar firmemente aplicados. Já os captadores “tipo magnético”, que não suportam o peso do veículo, devem manter o ímã bem apoiado na suspensão.
- É sempre conveniente, com um giz, fazer uma marca na lateral do pneu, para servir de ponto de referência.
- A sensibilidade da balanceadora deve ser ajustada de acordo com o tamanho da roda a ser balanceada e as instruções de seu fabricante.

OBSERVAÇÃO

Para veículos com câmbio automático a roda motriz só poderá ser movimentada com uso do motor do próprio veículo para evitar danos ao mecanismo da caixa de mudanças.

-
- Ligue o motor da balanceadora e encoste sua polia na roda, girando o pneu. O ponteiro do galvanômetro inicialmente subirá, depois se estabilizará e começará a cair. Neste momento afaste a polia da roda e preste atenção, no próximo deslocamento, à subida do ponteiro até seu início de queda. Neste instante, aperte o botão da luz estroboscópica que dará a sensação da roda estar parada. Grave mentalmente o valor atingido pelo ponteiro, bem como a posição da roda, com base na marca de giz feita no pneu.

OBSERVAÇÕES

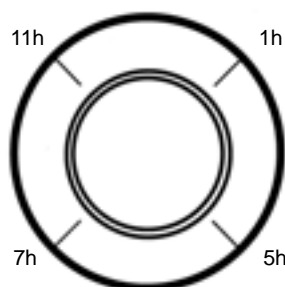
- Em balanceadoras *infrared*, a indicação estroboscópica é substituída por *leds* no painel.
 - Em balanceadoras eletrônicas digitais, o ponteiro é substituído por números digitais.
- Desligue o motor e coloque a roda na posição vista com a lâmpada estroboscópica. A parte mais pesada é a que se encontra no setor inferior e por isso o contrapeso deve ser aplicado na parte oposta superior.



Caso a quantidade de peso seja muito elevada, mais de 50 gramas para as rodas de passeio e mais de 400 gramas para rodas de caminhões e ônibus, aplique metade do peso no lado externo e a outra metade no lado interno, na mesma direção, para evitar um desbalanceamento dinâmico.

- Após aplicar o contrapeso, repita a operação já descrita anteriormente. Se o ponteiro do galvanômetro ficar no zero ou na faixa verde de tolerância, a roda estará balanceada.

Caso contrário execute novamente a operação de balanceamento, considerando porém o contrapeso já aplicado como referência. Comparando a roda com um relógio, o contrapeso deverá aparecer numa das seguintes posições:



-
- Na faixa entre 11 horas e 1 hora: substitua o contrapeso por outro mais pesado, no mesmo local e a seguir verifique de novo se o balanceamento ficou correto.
 - Na faixa entre 5 horas e 7 horas: substitua o contrapeso por outro mais leve, no mesmo local e a seguir verifique de novo se o balanceamento ficou correto.
 - Na faixa entre 1 hora e 5 horas, ou entre 7 horas e 11 horas: desloque o contrapeso em direção às 12 horas, o equivalente ao seu próprio comprimento. Se o contrapeso mudar de lado, desloque apenas a metade do seu comprimento. Verifique de novo se o balanceamento ficou correto.

OUTROS MOTIVOS DE VIBRAÇÕES

Finalizando, caso as vibrações persistam, outras peças rotativas do veículo devem ser diagnosticadas, como por exemplo:

- eixos cardânicos desbalanceados ou tortos;
- discos de freios deformados;
- tambores de freios ovalizados;
- amortecedores com defeitos.

Lembramos também que esporadicamente ocorrem casos de água dentro dos pneus, devido ao enchimento com ar muito úmido. Nestas circunstâncias não é possível balancear a roda por isso o pneu deve ser desmontado retirando-se a água de seu interior ou de dentro da câmara de ar.

ALINHAMENTO DE RODAS

Durante dezenas de anos, os veículos automotores eram equipados com um só tipo de suspensão. Os componentes da direção do veículo, eram montados de forma a permitir poucas regulagens. Isto trouxe como resultado a necessidade de um tipo mais simples de equipamento de medição dos ângulos de direção. Evidentemente, falava-se na época dos ângulos de ajuste do eixo dianteiro, já que o eixo traseiro era fixo e destinado apenas à tração do veículo. Os primeiros alinhadores utilizados foram os mecânicos, que trabalhavam com réguas nas quais se mediam os ângulos como, por exemplo, convergência/divergência, câmber, etc.

Com o passar do tempo, foram desenvolvidos alinhadores óticos capazes de ler os ângulos medidos em um painel que continha escala. Duas cabeças óticas eram montadas com grampos especiais nos aros dianteiros do veículo e delas saíam feixes de luz que atingiam o painel com escala, fazendo com que o operador lesse nas escalas do painel, os ângulos existentes na roda. Já naquela época, chegava-se à conclusão de que o eixo traseiro não era apenas um simples suporte das rodas.

OBSERVAÇÃO

Os alinhadores que utilizam laser são derivados dos alinhadores óticos com algumas vantagens: como melhor visibilidade e dispensa de energia elétrica, pois alguns usam pilhas de lanterna.

A velocidade aumentava e a influência da posição do eixo traseiro já era perceptível. Assim, chegou-se à conclusão de que este deveria manter-se simétrico ao seu colega dianteiro.

Para que isto fosse possível, escalas foram desenvolvidas para serem adaptadas as rodas traseiras de forma a possibilitar que o foco de luz procedente das cabeças óticas instaladas nas rodas dianteiras projetasse sobre elas.

Mas ainda naquele tempo, a preocupação era restrita apenas em manter o eixo traseiro paralelo ao dianteiro a fim de evitar que o veículo tivesse sua trajetória alterada por um eventual ângulo formado entre os dois eixos.

O processo de desenvolvimento dos veículos trouxe, no entanto, novos ajustes não somente para eixo dianteiro, mas também para traseiro.

O alinhador de direção já não se referia apenas à parte dianteira do veículo, passando a exigir a medição do conjunto das 4 rodas, a fim de proporcionar uma perfeita estabilidade em velocidades cada vez maiores.

O alinhamento já não dependia apenas da regulagem das peças envolvidas, mas do estado dos pneus (calibragem e desgaste). Além da carga existente no veículo (o fabricante já indicava o volume necessário de combustível no tanque e qual a altura da carroceria ao solo a ser mantida) para que o veículo fosse colocado em condição assim chamada “padrão” para uma medição adequada.

Naquele tempo, alinhadores mecânicos e óticos se tornaram ferramentas antiquadas pois mediam apenas um eixo e seu grau de precisão era muito amplo para os estreitos parâmetros fixados pelas montadoras.

Para estes novos veículos, foram concebidos alinhadores eletrônicos. Estes não projetavam feixes de luz, mas suas cabeças continham sensores altamente sensíveis como inclinômetros que transmitiam a uma central eletrônica os ângulos que as rodas apresentavam.

Os alinhadores eletrônicos já ofereciam a opção de 4 cabeças, uma para cada roda, integradas por uma central eletrônica possibilitando a correta medição do retângulo formado pelas pontas de eixo e dos ângulos de inclinação das rodas.

Novos dispositivos foram criados, permitindo a utilização de apenas duas cabeças nestes equipamentos eletrônicos, com uma forte tendência a atingir-se a precisão de medição exigida pelos modernos veículos.

Mas com o avanço da tecnologia e principalmente com a evolução da informática na área de medições, a transformação dos alinhadores eletrônicos tornou-se uma necessidade. Centenas de novos tipos de veículos lançados no mercado mundial trouxeram grandes dificuldades para os operadores de alinhadores que tinham a obrigação de guardar na cabeça os corretos valores de ajuste para cada tipo de veículo. Ainda hoje é comum encontrar, no interior das valetas, brochuras com tabelas rasgadas e sujas de graxa, que oferecem ao operador os dados do veículo que está alinhando.

Em resposta a esta crescente diversidade, alinhadores computadorizados foram desenvolvidos, capazes de manter uma biblioteca de dados de veículos e fazer com que a um simples apertar de botão, a tela passasse a apresentar os dados do veículo a ser medido.

As cabeças sensoras também foram desenvolvidas, passando a integrar sistemas infravermelhos que eliminavam a utilização de fios de interligação para a reprodução da figura geométrica do posicionamento das rodas de um veículo.

Um passo além ainda foi dado. Os dados mantidos na biblioteca passaram a ser utilizados para comparação com os valores medidos. Um sistema de indicação a cores no vídeo do alinhador - verde (correto) e vermelho (incorreto) - foi idealizado fazendo da operação de alinhamento uma tarefa mais simples.

Tudo isso com o intuito de facilitar a operação de alinhamento para operadores que passaram a ser obrigados a ajustar vários veículos diferentes num mesmo dia.

Os modernos veículos também trouxeram modernas e mais sofisticadas e sensíveis suspensões, que fazem do alinhamento em alguns deles, uma tarefa relativamente complexa, para a qual os modernos alinhadores computadorizados são ferramentas insubstituíveis. Não devemos apenas visualizar a complexidade da operação, como também lembrar que o tempo utilizado para o alinhamento tem que ser cada vez mais racionalizado e se possível reduzido.

Num alinhamento é fundamental a medição de ângulos e linhas como:

- Caster
- Camber
- Convergência ou divergência

A necessidade de efetuar eventuais correções obriga o fornecedor de serviços de alinhamento a focar estes serviços com uma visão altamente técnica, devendo por isto cobrar um valor pelo serviço e qualidade prestados compatível com o investimento feito.

Assim é fato que os inúmeros tipos de carros e suspensões que chegam a nossas oficinas nos obrigam a nos adequar a uma nova realidade, intensificada pela crescente presença de carros importados, comercializados no mercado brasileiro. Estes possuem uma limitada rede de representantes fazendo com que seja imperativa a adaptação das vendas especializadas no atendimento a esta fatia altamente sofisticada do mercado.

Uma conclusão pode ser facilmente tirada do relatório acima.

Alinhadores mecânicos e óticos são ferramentas do passado. Clientes possuidores de veículos modernos exigem serviços à altura do alto nível tecnológico de seus carros. Por outro lado, a mão de obra especializada também precisa de um suporte tecnológico que lhe dê apoio necessário, evitando os erros cada vez mais freqüentes no ajuste das suspensões, provocados pela crescente diversidade dos parâmetros a serem observados.

Longe de se constituírem em um luxo, alinhadores eletrônicos e computadorizados são hoje uma necessidade, permitindo aos donos de oficinas especializadas oferecer a seus clientes um serviço de mais alta qualidade.

Da mesma forma em que não se concebe, em nossos dias, um escritório desprovido de um computador que facilite as tarefas diárias, o desenvolvimento da tecnologia em ferramentas, mais do que uma necessidade, é uma obrigação.

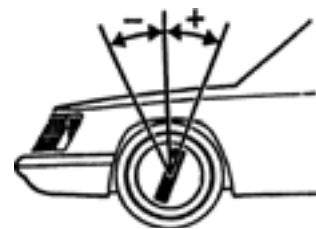
ÂNGULOS E LINHAS DE REFERÊNCIA

CASTER

Caster é o ângulo formado pela inclinação longitudinal do pino mestre ou da linha imaginária que passa pelos pivôs em relação a um plano vertical.

Tal ângulo tem a finalidade de permitir o auto-retorno das rodas dianteiras à sua posição primitiva, após efetuada uma curva.

Se o ângulo caster estiver irregular e seu valor de inclinação não for correto para as duas rodas dianteiras, o veículo tenderá a derivar para o lado cuja roda estiver mais atrasada, provocando o arrastamento da mesma e conseqüentemente reduzindo a vida útil do pneu.



Outra irregularidade que pode ocorrer é a vibração (efeito “shimmy”) durante a marcha retilínea.

Os efeitos de um caster fora das especificações são os seguintes:

- Quando insuficiente:
 - reduz a estabilidade direcional em alta velocidade.
 - reduz o esforço direcional requerido em baixa velocidade.
- Quando excessivo:
 - aumenta a estabilidade direcional em alta velocidade.
 - aumenta o esforço direcional requerido em baixa velocidade.
 - pode causar vibrações laterais em alta velocidade.
- Diferença lado a lado:

Pode causar tendências no veículo de “puxar” para um dos lados e problemas em freagens violentas.

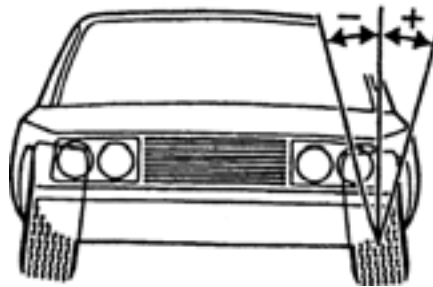
A máxima diferença permissível lado a lado é de 30' caso não haja especificação do fabricante.

CAMBER

Camber é o ângulo formado pela inclinação da roda em relação a um plano vertical. Os valores prescritos pelos fabricantes para o camber normalmente são mínimos e variam em geral de nulo a positivo.

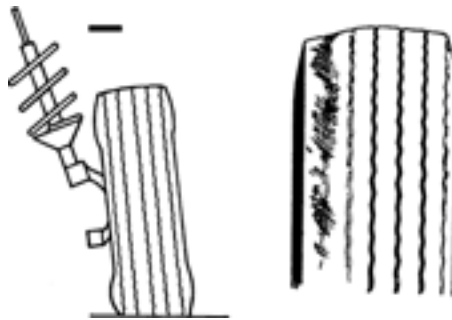
Tal ângulo, durante a marcha e sob a ação da carga, tende a se anular de modo que as rodas fiquem perpendiculares ao solo.

Um ângulo camber incorreto causa desgaste irregular na banda de rodagem do pneu e também anomalias na direção do veículo.



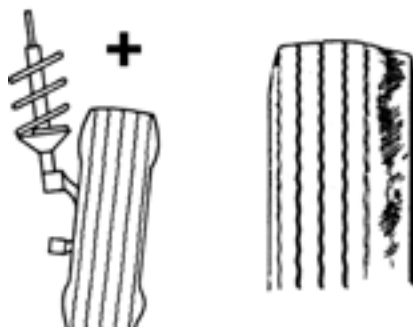
• CAMBER NEGATIVO

Ocasiona desgaste prematuro no ombro interno do pneu.



• CAMBER POSITIVO

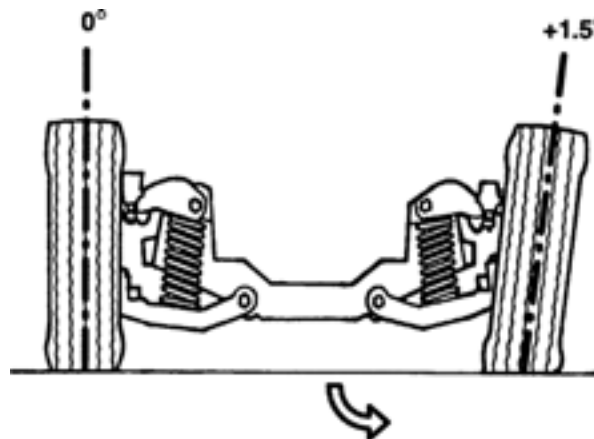
Ocasiona desgaste prematuro no ombro externo do pneu.



- **CAMBER DESIGUAL**

Quando não houver especificações do fabricante, deve-se tolerar uma diferença máxima de 30' de camber lado a lado.

O veículo tende a “puxar” para o lado da roda que estiver com o ajuste de camber mais positivo.

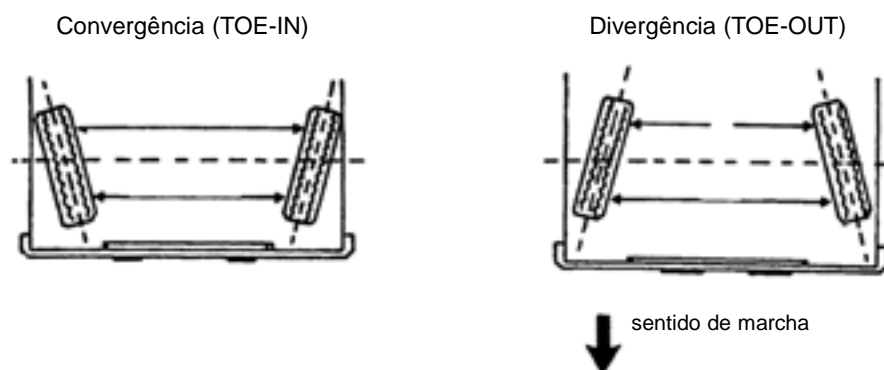


CONVERGÊNCIA - DIVERGÊNCIA

Durante a marcha em retilíneo do veículo é indispensável que haja um perfeito paralelismo tanto entre rodas dianteiras como traseiras, para que os pneus não sofram arrastamentos.

Para compensar a tendência de abertura das rodas, devido à resistência ao rolamento dos pneus e às folgas do sistema de direção, ou fechamento devido à força motriz, é recomendado para cada modelo de veículo, um determinado valor de convergência ou divergência que deve ser mantido para se obter dos pneus o máximo de aproveitamento.

Caso o veículo trabalhe com uma convergência (ou divergência) fora das especificações, os pneus sofrerão um desgaste prematuro e irregular, devido ao contínuo arrastamento das rodas.

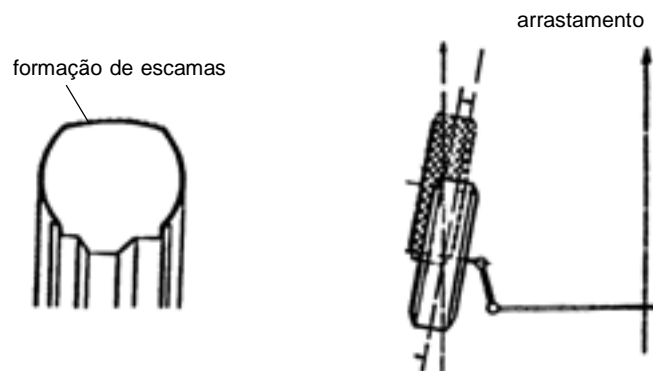


A amplitude de convergência ou divergência pode ser expressa das seguintes formas:

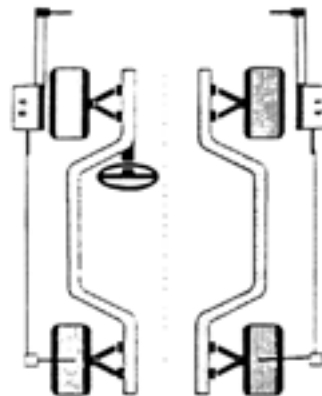
- medida angular (em graus) relacionada à linha geométrica central do veículo.
- medida linear (em milímetros) usando como referência a borda da roda.

O desgaste gerado por um desajuste de convergência ou divergência de 3mm equivale a um arraste lateral de 2 metros por cada km percorrido.

Variações na altura da suspensão podem afetar as medidas de convergência ou divergência.



No caso em que as rodas traseiras (eixo rígido ou suspensão independente) criam uma linha direcional formando um ângulo com a linha geométrica central, a geometria da direção sairá do seu ponto central e o volante ficará "torto" para um dos lados, quando o veículo "rodar" em linha reta.

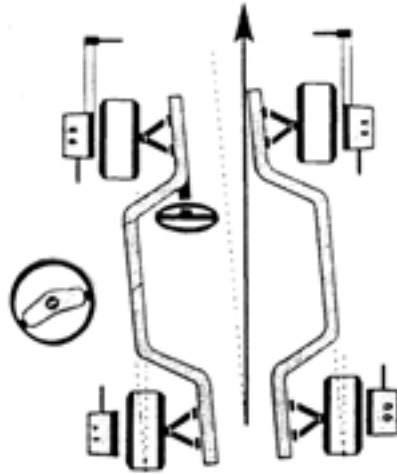


ALINHAMENTO DAS RODAS DIANTEIRAS BASEADO NA LINHA DIRECIONAL

Alinhar as rodas dianteiras baseando-se na linha direcional criada pelas rodas traseiras, representa um avanço considerável sobre o método anterior.

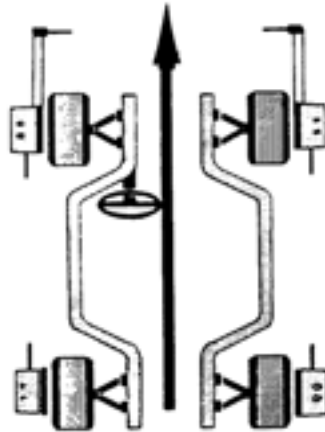
Neste método a convergência traseira é medida (não ajustada); com esta medição determina-se a linha direcional das rodas traseiras que é usada com referência para o ajuste das rodas dianteiras.

Como resultado, na maioria dos casos, o volante ficará centrado quando o veículo se desloca em linha reta.



ALINHAMENTO TOTAL NAS QUATRO RODAS

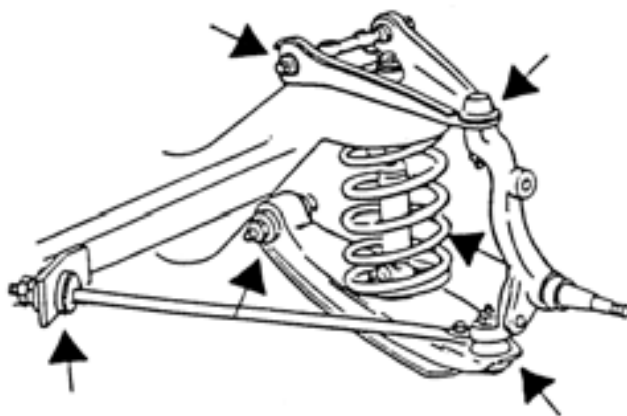
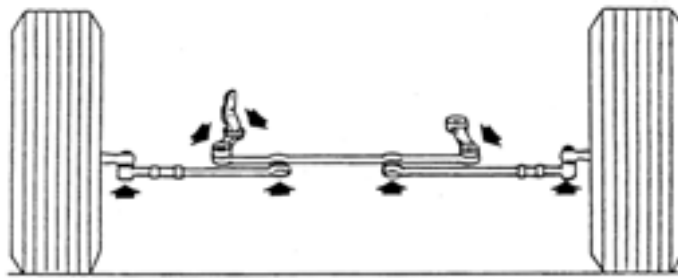
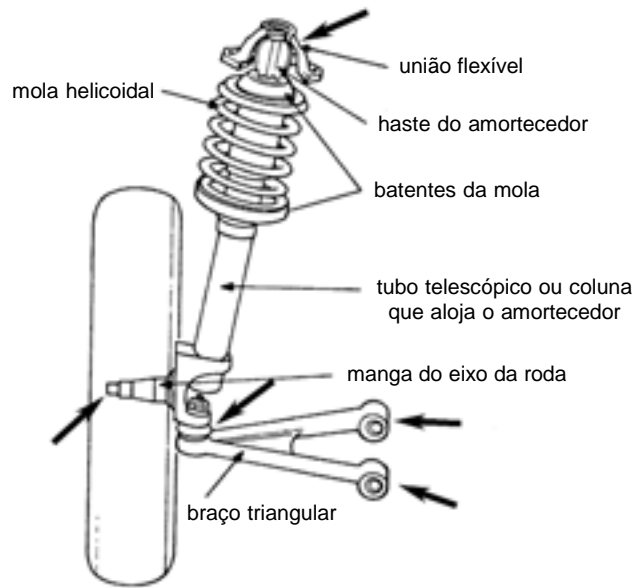
Alinhamento total é o serviço mais completo, a convergência individual traseira é medida e ajustada conforme as especificações do fabricante. Este ajuste faz coincidir a linha direcional das rodas traseiras com a linha geométrica central direcional. Neste caso as quatro rodas ficarão paralelas entre si e o volante centrado, teremos então o paralelismo total do veículo.



PROCEDIMENTOS PARA O SERVIÇO DE ALINHAMENTO

Inspeção de veículos
Pneus e aros
• Verifique se não há desgastes anormais devido à pressão, camber e/ou convergência incorretos.
• Verifique se a medida do pneu, seu desenho e marca são iguais lado a lado.
• Não misture pneus radiais com diagonais (convencionais).
• calibre os quatro pneus na pressão recomendada (use calibrador de precisão aferido).
• Verifique se os aros não estão trincados, torcidos ou amassados.
Componentes do sistema de direção e suspensão
• Verifique o estado das mangas de ajuste, grampo e parafusos.
• Verifique o nível de desgaste das articulações.
• Verifique nos braços da suspensão o estado das buchas quanto a folga e danos.
• Controle o livre movimento das rodas em ambos os sentidos.
• Verifique se a barra de direção não apresenta desgaste ou folgas nas junções.
• Verifique a fixação da caixa de direção no chassi e se a folga lateral não é excessiva.
• No caso de veículos equipados com direção hidráulica, ligue o motor e observe se não existem vazamentos de óleo do motor e se o nível do fluido está normal. Controle também o estado da correia de acionamento da bomba hidráulica.
• Gire o volante ligeiramente para ambos os lados para aliviar a pressão da bomba.
• Verifique o estado das buchas da barra estabilizadora e dos tirantes (caso houver).
• Verifique o estado das molas e amortecedores (observe a altura do veículo).
• Qualquer componente danificado deve ser substituído para se obter um serviço de alinhamento adequado.

SUSPENSÃO DIANTEIRA - PONTOS A INSPECIONAR



GUIA DE DETECÇÃO DE FALHAS

O veículo puxa para um lado
Pressão do pneu inadequada.
Ajuste incorreto do rolamento.
Barras ou molas de torção arriadas.
Braço ou tirante mal ajustado.
Peças da suspensão muito apertadas.
Freios desajustados.
Pneus de tamanhos diferentes.
Sistema hidráulico da direção.
Conicidade do pneu.
Caster errado (fora de tolerância).
Camber errado (fora do especificado).

Instabilidade
Pressão do pneu inadequada.
Ajuste incorreto da caixa de direção.
Terminais de direção com folgas.
Eixo traseiro mal ajustado.
Caster negativo excessivo.
Convergência ou divergência excessiva.
Pneus com deformações.
Amortecedores desgastados.
Buchas dos tirantes desgastadas.

Vibrações
Fora plano da roda excessivo.
Excentricidade radial excessiva.
Rodas desbalanceadas.
Peças da suspensão com folgas.
Caster positivo excessivo.
Pneus com desgaste irregular.
Vibrações dos eixos ou componentes da transmissão.

Desgaste anormal dos pneus
Pressão dos pneus incorreta.
Rodas excêntricas.
Peças da suspensão com folgas.
Convergência ou divergência fora da especificação.
Camber fora da especificação.
Caster excessivo.
Divergência em curva incorreta.
Curvas em alta velocidade.
Freadas violentas.
Rodas desbalanceadas.
