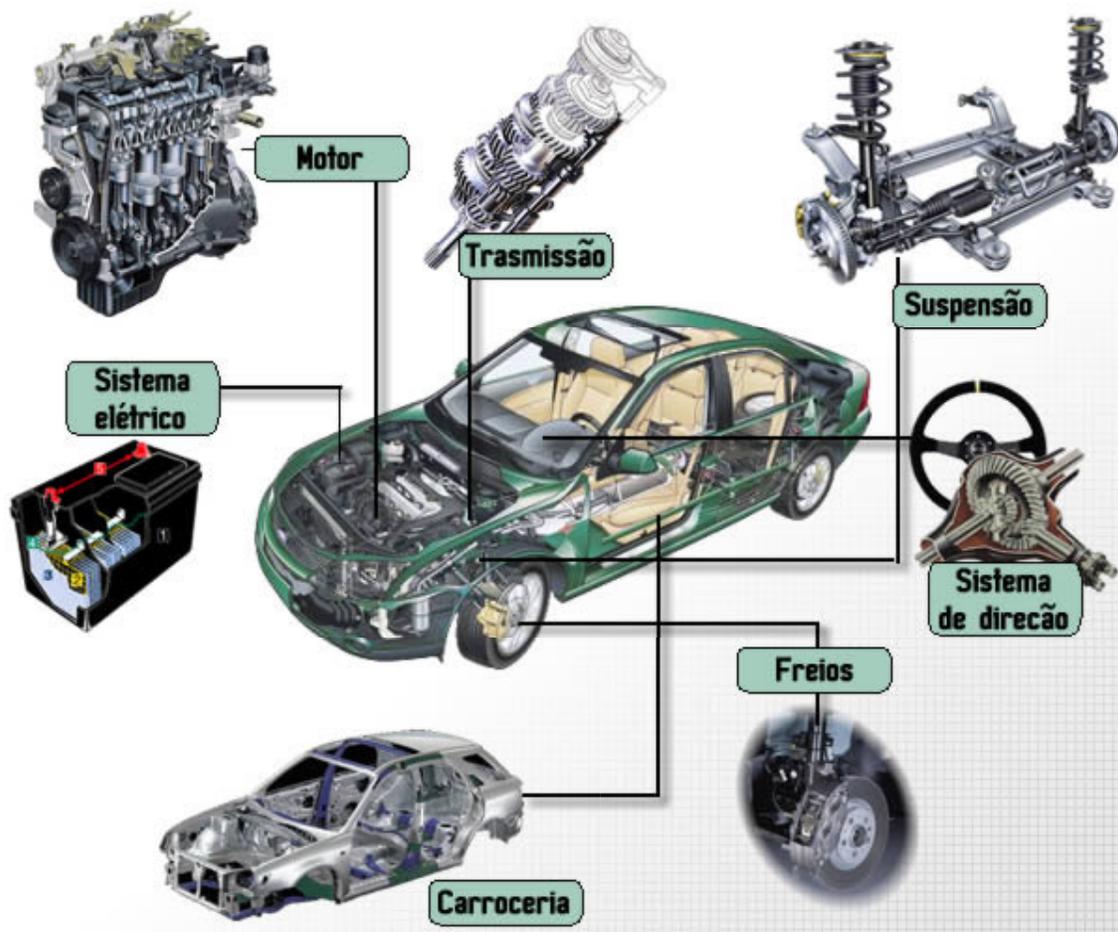


A BÍBLIA DO CARRO



"Copyright (C) 2001-2002 - Direitos reservados e registrados pelo escritor **Paulo G. Costa**"

Motor

O motor é a fonte de energia do automóvel. Converte a energia calorífica produzida pela combustão da gasolina em energia mecânica, capaz de imprimir movimento nas rodas. O carburante, normalmente constituído por uma mistura de gasolina e ar (a mistura gasosa), é queimado no interior dos cilindros do motor.

A mistura gasosa é formada no carburador ou calculada pela injeção eletrônica, nos motores mais modernos, e admitida nas câmaras de explosão. Os pistões, que se deslocam dentro dos cilindros, comprimem a mistura que é depois inflamada por uma vela de ignição. À medida que a mistura se inflama, expande-se, empurrando o pistão para baixo.

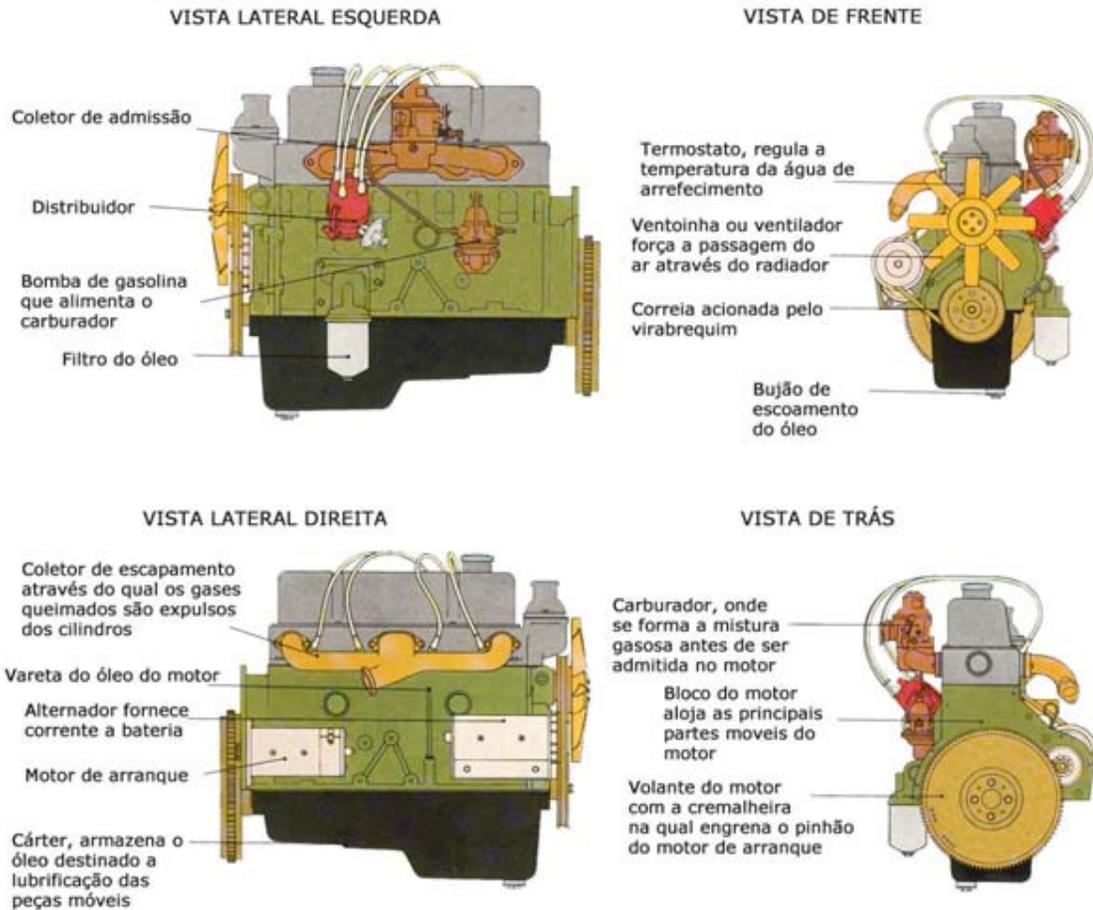
O movimento dos pistões para cima e para baixo é convertido em movimento rotativo pelo virabrequim ou eixo de manivelas o qual, por seu turno, o transmite às rodas através da embreagem, da caixa de câmbio, do eixo de transmissão e do diferencial. Os pistões estão ligados ao virabrequim pelas bielas. Uma árvore de cames, também conhecida por árvore de comando de válvulas, movida pelo virabrequim, aciona as válvulas de admissão e escapamento situadas geralmente na parte superior de cada cilindro.

A energia inicial necessária para por o motor em movimento é fornecida pelo motor de arranque. Este engrena numa cremalheira que envolve o volante do motor, constituído por um disco pesado, fixado à extremidade do virabrequim ou árvore de manivelas.

O volante do motor amortece os impulsos bruscos dos pistões e origina uma rotação relativamente suave ao virabrequim. Devido ao calor gerado por um motor de combustão interna, as peças metálicas que estão em contínuo atrito engripariam se não houvesse um sistema de arrefecimento.

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

Basico



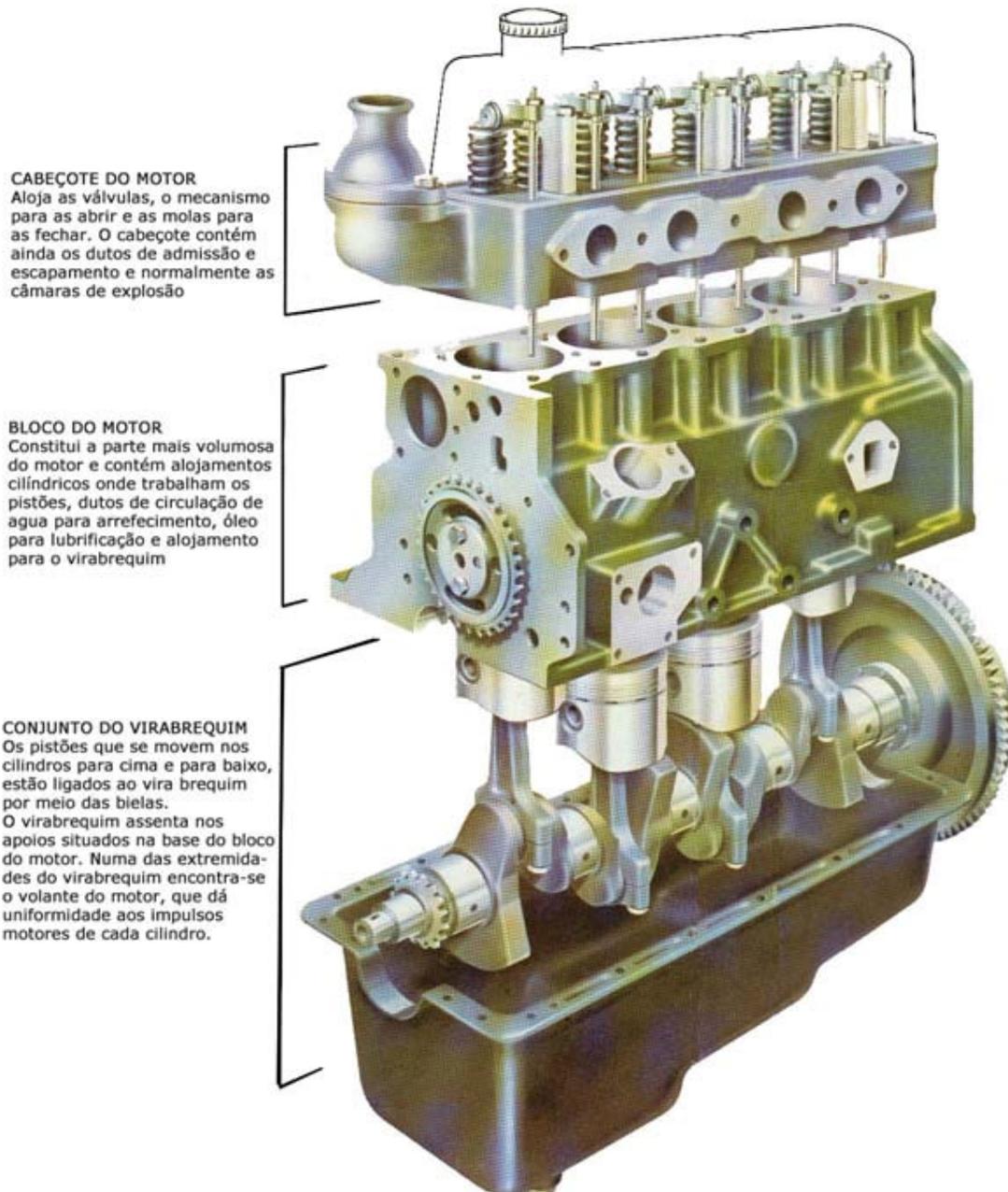
A estrutura do motor deve ser suficientemente rígida para poder suportar as elevadas pressões a que estão sujeitos os mancais do virabrequim e as demais peças internas. É constituída basicamente por duas partes ligadas por meio de parafusos: a superior chamada de cabeçote do motor e a inferior chamada de bloco do motor, que contém o virabrequim. Tanto o cabeçote como o bloco podem ser de ferro fundido, embora também se utilize o alumínio na sua fabricação por ser mais leve e permitir uma melhor dissipação do calor.

Atualmente, quase todos os motores apresentam as válvulas no cabeçote. No cabeçote do motor existe, para cada cilindro uma câmara de explosão, um coletor de admissão, um coletor de escapamento, uma válvula de escapamento, uma válvula de admissão e um orifício com rosca para o alojamento da vela.

O motor recebe a mistura gasosa através das válvulas de admissão e expelle os gases resultantes da combustão através das válvulas de escapamento. O mecanismo de abertura e fechamento das válvulas situa-se normalmente na parte superior do cabeçote do motor.

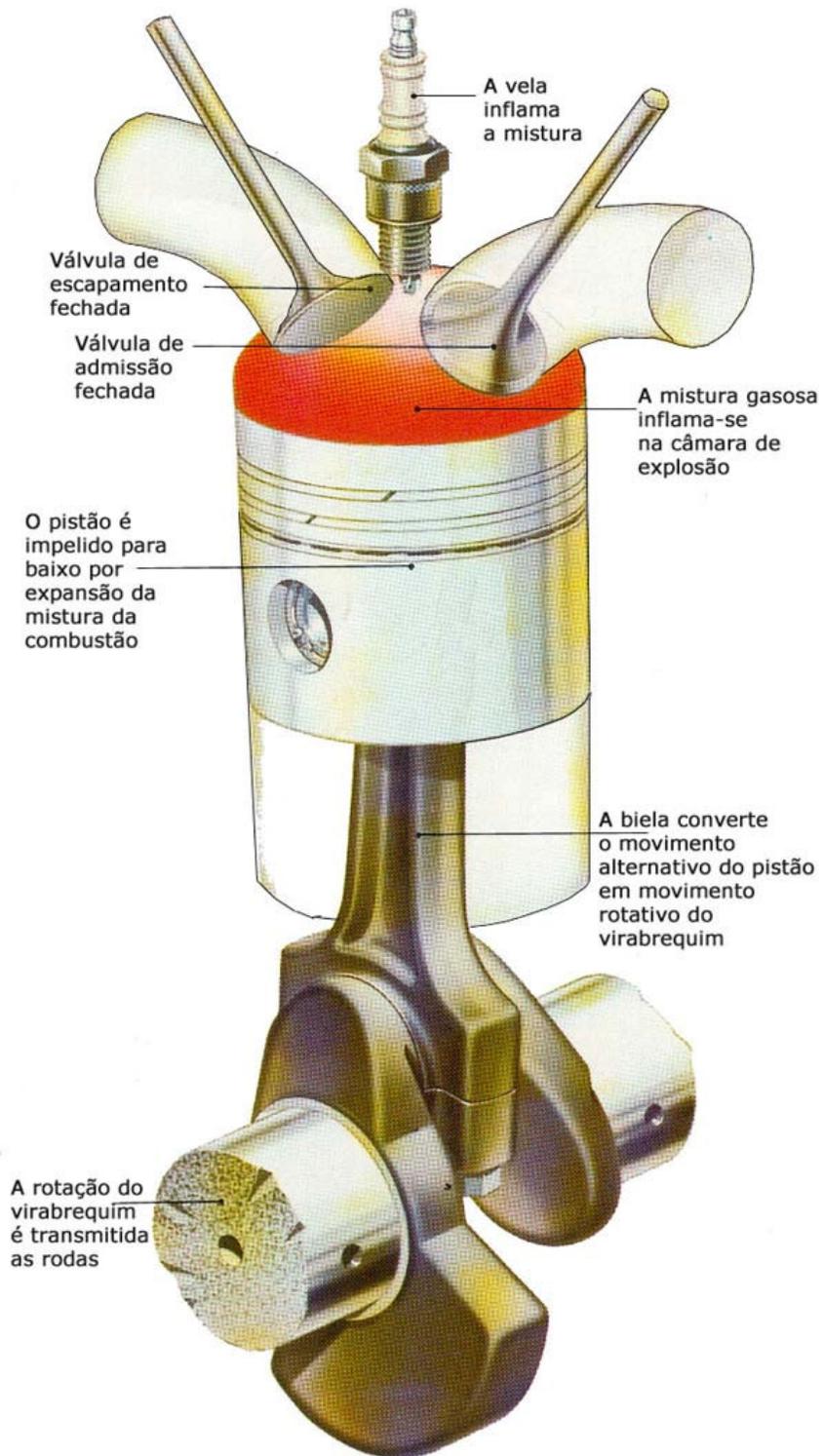
No bloco do motor encontram-se os cilindros e os mancais do virabrequim, no qual estão ligadas as bielas que, por sua vez, estão ligadas aos pistões. O bloco do motor pode ainda alojar a árvore de comando o qual comanda o abrir e o fechar das válvulas.

Às vezes, a árvore de comando está alojada no cabeçote do motor. Tanto o cabeçote como o bloco do motor contém uma série de dutos denominados câmaras de água nos quais circula a água de arrefecimento.



Tempo de explosão

COMO SE PRODUZ A FORÇA MOTRIZ DO MOTOR



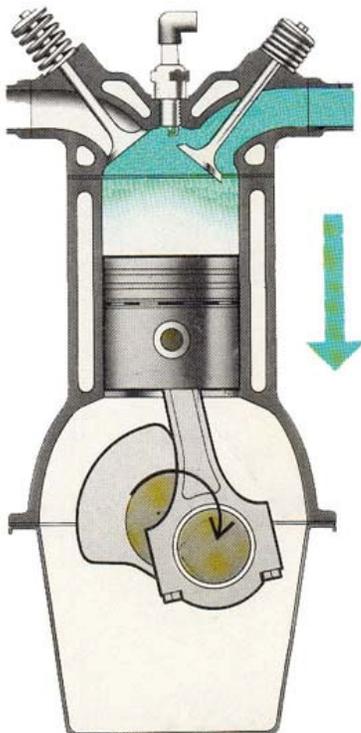
A energia calorífica, resultante da combustão da mistura gasosa, converte-se em energia mecânica, por intermédio dos pistões, bielas e virabrequim. O rendimento do motor depende da quantidade de energia calorífica que é transformada em energia mecânica.

Quanto maior for o volume da mistura de gasolina e ar admitida no cilindro e a compressão dessa mistura, maior será a potência específica do motor. A relação entre os volumes da mistura gasosa no cilindro, antes e depois da compressão, é designada por taxa ou relação de compressão.

Quando a faísca da vela de ignição inflama a mistura comprimida, a explosão deve propagar-se rapidamente, progressiva e uniformemente na cabeça do pistão que limita a câmara de explosão. Se a taxa de compressão for demasiada elevada para o tipo de gasolina utilizada, a combustão não será progressiva. A parte da mistura que se encontrar mais afastada da vela de ignição vai se inflamar violentamente ou detonará. Quando sucede tal fato, ou quando o motor tem muito avanço, costuma-se dizer que o motor "grila" ou está adiantado.

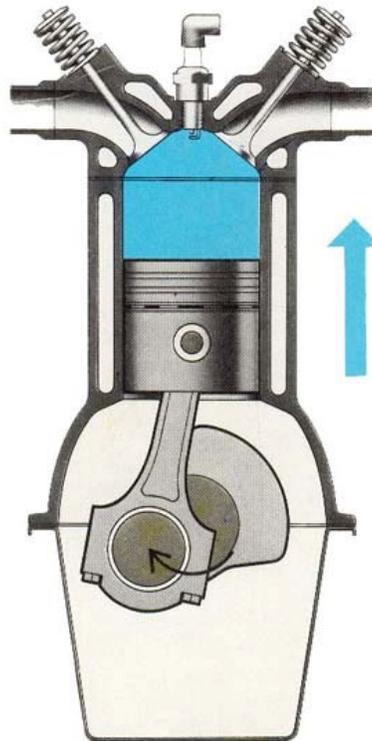
Esta detonação poderá causar um aquecimento excessivo, além de perda de rendimento e, caso persista, danificará o motor. O excessivo aquecimento, e a diminuição de rendimento num motor pode resultar na pré-ignição (auto-ignição), ou seja, inflamação de parte da mistura antes de soltar a faísca, devido à existência de velas defeituosas ou de valor térmico inadequado ou até mesmo à presença – na câmara de explosão – de depósitos de carvão que se mantêm continuamente incandescentes. A pré-ignição, tal como a detonação, pode causar graves danos e reduz a potência do motor.

Os motores de automóveis, em sua grande maioria, têm um ciclo de funcionamento de 4 tempos, ou ciclo Otto. Como as válvulas de admissão e escapamento devem abrir-se uma vez em cada ciclo, a árvore de comando que as aciona gira a metade da velocidade de rotação do virabrequim, a qual completa duas rotações em cada ciclo. Também existem motores de 2 tempos nos quais se dá uma explosão cada vez que o pistão desce, ou seja, uma vez em cada rotação do virabrequim. Este ciclo, basicamente mais simples do que o ciclo de 4 tempos, é muito utilizado em motocicletas.



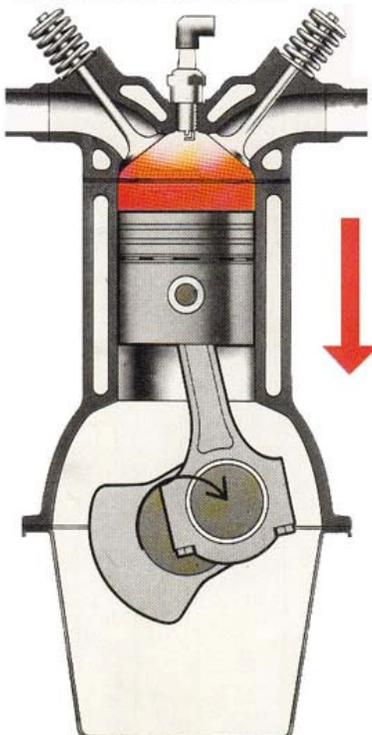
TEMPO DE ADMISSÃO

A válvula de admissão abre e a de escape mantém-se fechada. O pistão desce, aspirando a mistura gasosa que penetra no cilindro. No fim deste curso a válvula de admissão fecha-se.



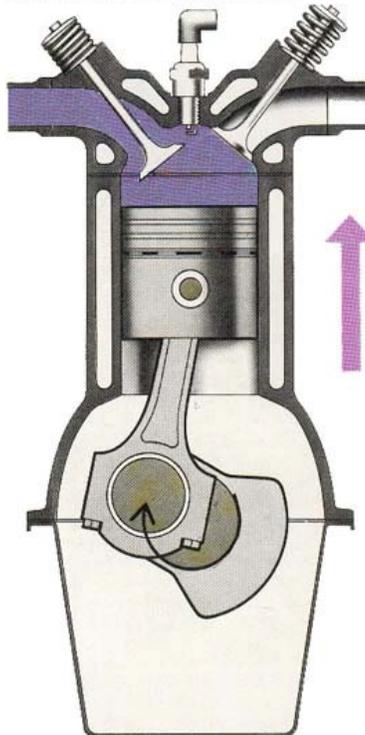
TEMPO DE COMPRESSÃO

As válvulas de admissão e de escape mantêm-se fechadas. Ao subir, o pistão comprime a mistura na câmara de explosão do que resulta a vaporização daquela devido ao calor gerado pela compressão.



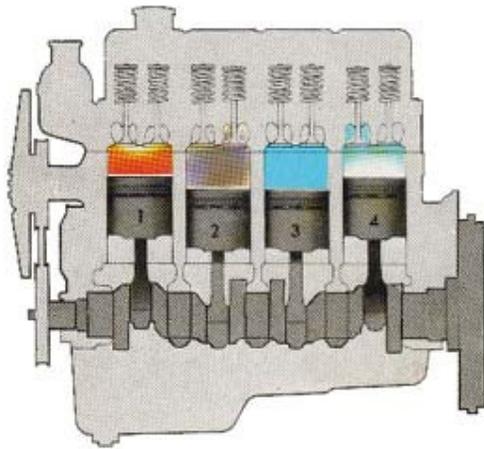
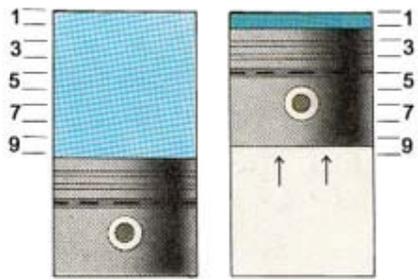
TEMPO DE EXPLOSÃO

Ambas as válvulas permanecem fechadas. O gás comprimido, ao ser inflamado pela faísca da vela de ignição, expande-se, impelindo o pistão para baixo.



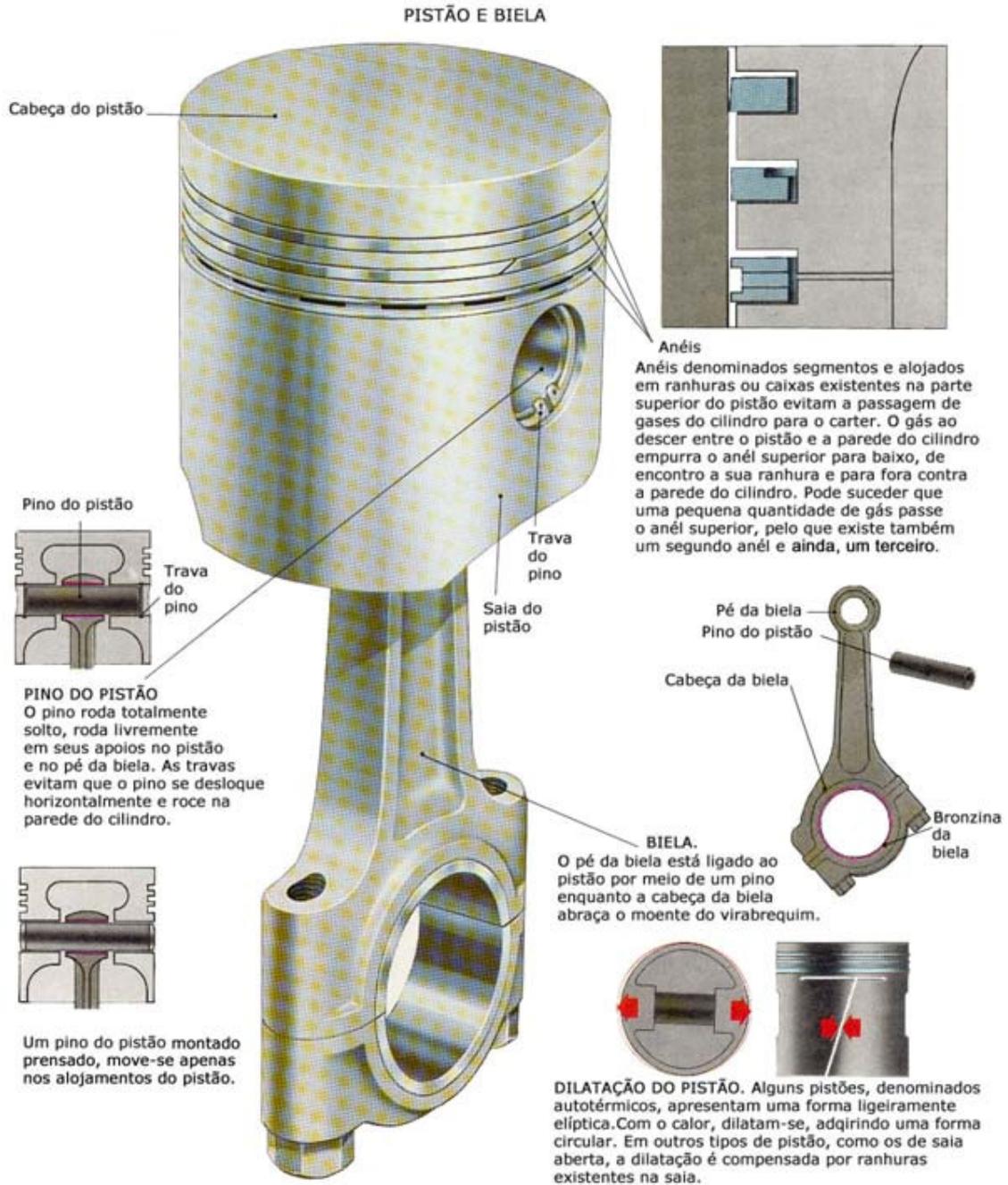
TEMPO DE ESCAPAMENTO

A válvula de admissão mantém-se fechada e a válvula de escape permanece aberta. O pistão sobe a fim de expulsar os gases restantes da combustão.



Força motriz

Ao produzir-se a combustão (explosão) da mistura de gasolina e ar, os pistões impulsionados pela expansão dos gases originam a força motriz do motor. Num automóvel de dimensões médias, quando o motor trabalha à velocidade máxima, cada pistão poderá chegar a efetuar 100 cursos pôr segundo.



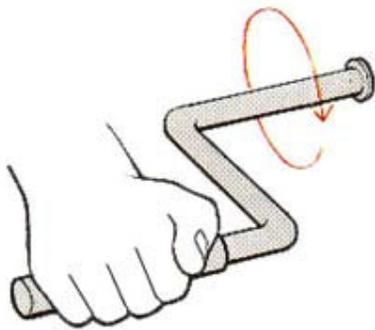
Devido a esta rápida sucessão de movimentos ascendentes e descendentes, os pistões deverão ser resistentes, embora fabricados com material leve - uma liga de alumínio - na maioria dos automóveis modernos.

Os anéis dos pistões vedam a folga existente entre os pistões e a parede do cilindro. Os anéis de compressão, que normalmente são dois, evitam que os gases passem do cilindro para o Carter, enquanto um terceiro anel raspador de óleo remove o excesso de óleo lubrificante das paredes do cilindro e devolve-o ao Carter.

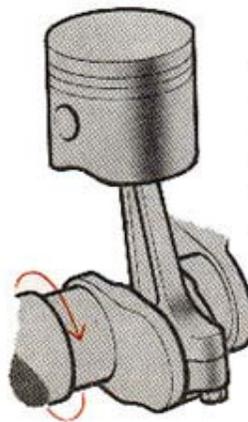
A força motriz é transmitida dos pistões e virabrequim que, juntamente com as bielas, a converte em movimento rotativo. As bielas são normalmente de aço forjado.

A parte superior da biela, denominada pé da biela, está fixada ao pistão por meio de um pino que permite à biela oscilar lateralmente, enquanto se move para cima e para baixo. O pino do pistão é normalmente oco, a fim de pesar menos e encontra-se fixado ao pistão por meio de travas ou prensados. A parte inferior da biela (a cabeça da biela) está parafusada ao virabrequim fazendo uma trajetória circular, enquanto o pé da biela segue o movimento de vai e vem do pistão. Uma cabeça da biela pode terminar numa sessão horizontal ou oblíqua.

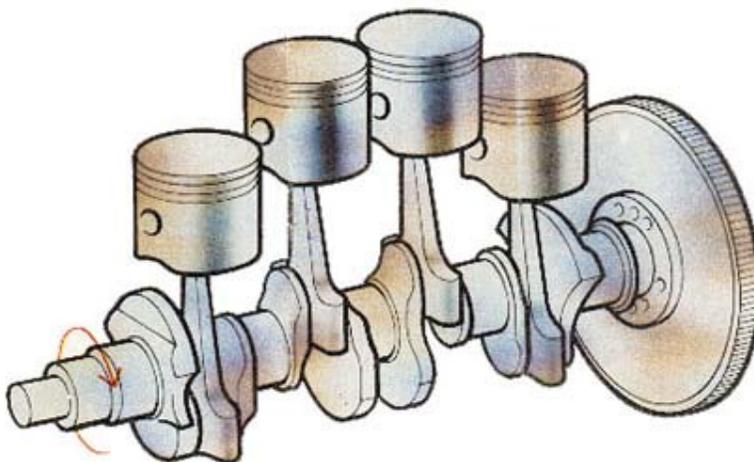
PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO VIRABREQUIM



Uma manivela mostra como se transmite a potencia a um eixo rotativo



A pressão exercida sobre o pistão faz com que este e a sua biela se desloquem para baixo originando a rotação do virabrequim



O vira brequim apresenta quatro manivelas cada manivela está ligada ao pistão por meio de uma biela; ambos imprimem ao virabrequim um movimento rotativo

O volante do motor, disco pesado e cuidadosamente equilibrado montado na extremidade do virabrequim do lado da caixa de câmbio, facilita o funcionamento suave do motor, já que mantém uniforme o movimento de rotação do virabrequim. Os bruscos movimentos alternativos de subida e descida dos pistões ocorrem enquanto a inércia do volante mantém a uniformidade do movimento rotativo.

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



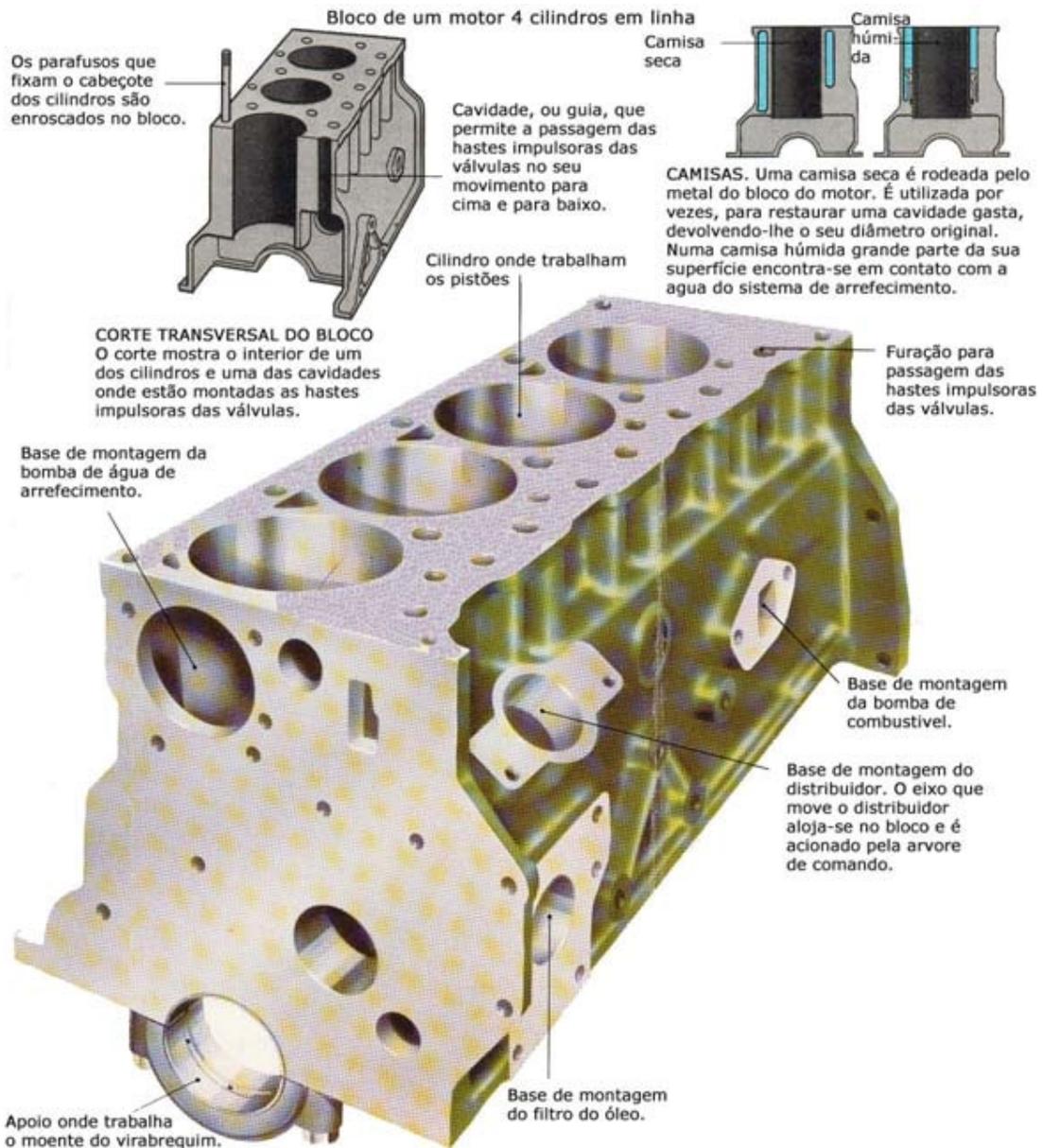
O desenvolvimento de pistões bi metálicos de dilatação controlada é uma das mais importantes e menos conhecidas inovações dos motores atuais. Este tipo de pistão, graças a inserções de aço no próprio alumínio do corpo do pistão, assegura uma maior estabilidade dimensional. Em outras palavras, reduzem as deformações do pistão como consequência das trocas de temperatura.

Esta vantagem permite reduzir as tolerâncias ou folgas entre pistão e cilindro, melhorando assim a vedação do conjunto e a compressão efetiva.

Outro detalhe importante no conjunto alternativo é a redução do peso do pistão e da superfície de contato com o cilindro. Os pistões de saia ultracurta e peso mínimo permitem sensíveis melhoras ao reduzir-se, por um lado, as forças de inércia que equivalem a consumo de energia – diminuindo-se, ao mesmo tempo, os atritos ou resistências passivas na fricção do pistão com o cilindro. Estas vantagens foram complementadas, em muitos casos, com anéis de materiais de baixo coeficiente de atrito e camisas de cilindro de materiais ou acabamentos especiais desenvolvidos com a mesma finalidade de reduzir resistências passivas.

Bloco do motor

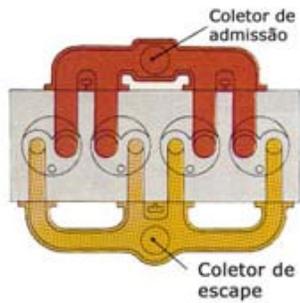
Os blocos são, na sua maioria, de ferro fundido, material resistente, econômico e fácil de trabalhar na produção em série. A resistência do bloco pode ser aumentada, se for utilizada na sua fabricação uma liga de ferro fundido com outros metais.



Alguns blocos de motor são fabricados com ligas de metais leves, o que diminui o peso e aumenta a dissipação calorífica; são, contudo, de preço mais elevado. Como são também mais macios, para resistir aos atritos dos pistões, os cilindros desses blocos têm de ser revestidos com camisas de ferro fundido. A camisa (câmara) de água – conjunto de condutores que através dos quais circula a água de resfriamento dos cilindros – é normalmente fundida com o bloco, do qual faz parte integrante.

Cabeçote

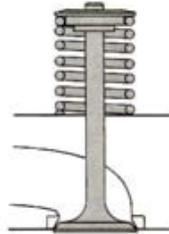
CABEÇOTE DO MOTOR E BALANCINS



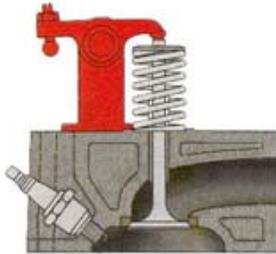
FLUXO DE GASES NO CABEÇOTE DO MOTOR (visto de baixo)
 A mistura de gasolina e ar é admitida nos cilindros por um dos lados, sendo os gases de escapamento expelidos pelo outro, o que origina um bom fluxo. Em outros motores ambos os coletores se encontram do mesmo lado do motor; o calor dos gases de escapamento pode assim vaporizar a mistura gasosa eventualmente condensada nas paredes do coletor de admissão



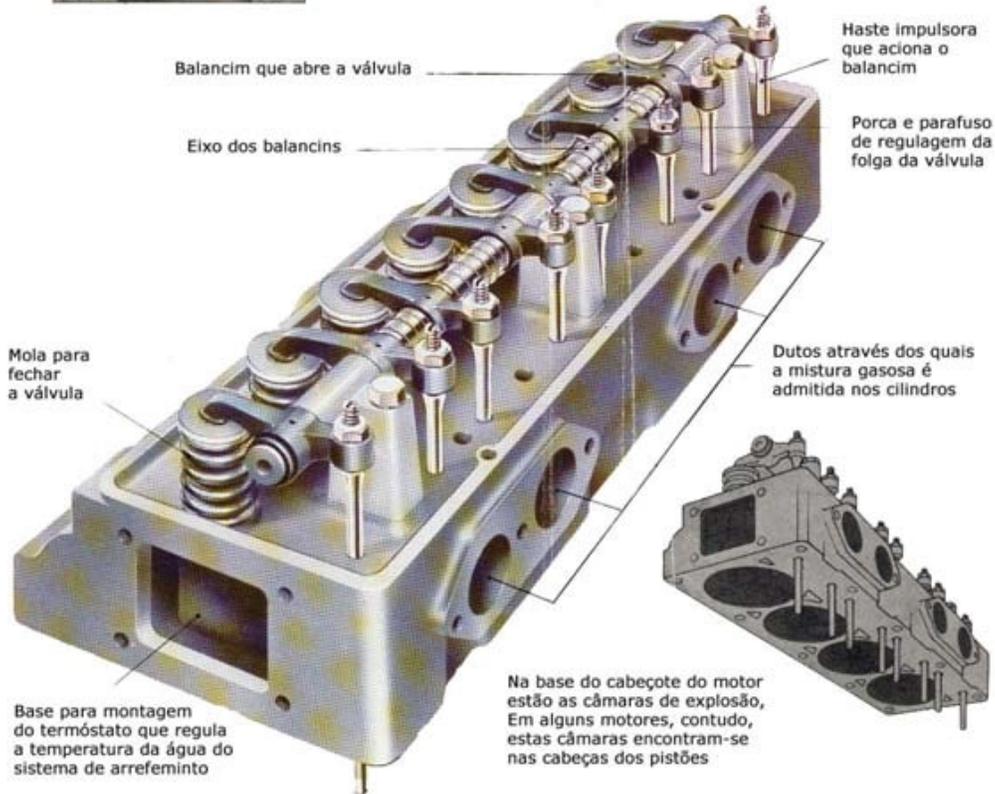
As molas exercem a sua ação sobre a válvula por meio de um prato, de um vedador e das meias luas



A válvula volta a fechar-se por ação de uma mola simples ou dupla



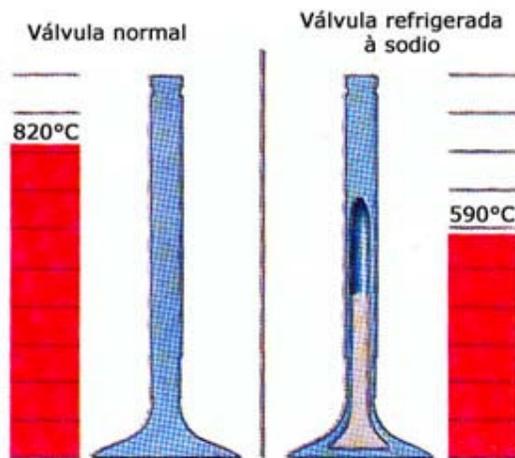
Os balancins, acionados diretamente pelo comando de válvulas ou indiretamente pelos tuchos e varetas, fazem abrir as válvulas premindo-as para baixo



Podem surgir rachaduras no bloco, em consequência da pressão causada pelo aumento de volume da água ao congelar, ou ebulir. Por vezes, essa dilatação pode chegar a desalojar os selos que vedam os furos resultantes da fundição. Os cilindros podem ser dispostos numa só fila em sentido longitudinal (motores em linha), em duas filas, formando um ângulo entre si (motores em V), ou horizontalmente e em duas filas, uma de cada lado do virabrequim (motor de cilindros horizontais opostos). Nos motores de 4 e 6 cilindros estes, na sua maioria, estão dispostos em linha.

Quanto maior for o número de cilindros de um motor, mais suave será o seu funcionamento, sobretudo a baixa rotação. Na maioria dos automóveis de grande cilindrada (6 ou 8 cilindros) recorre-se à disposição em V.

São poucos, em termos de porcentagem, os motores que utilizam o sistema de cilindros horizontais opostos.



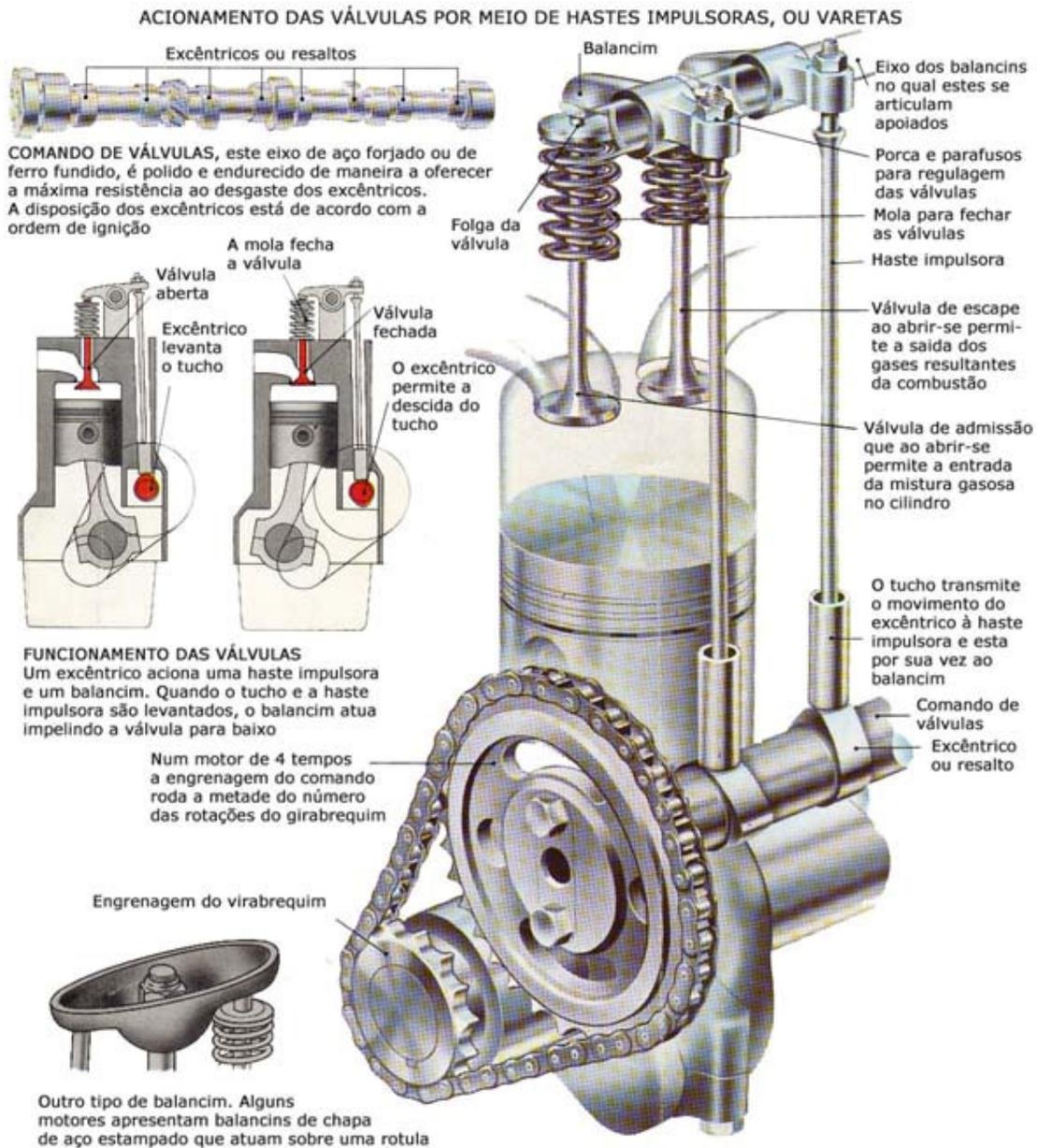
As válvulas de escape são elementos sujeitos, em todos os motores, a solicitações térmicas realmente elevadas. Os fabricantes, ao projetarem os cabeçotes e as câmaras de compressão, levaram em consideração esse problema, contornando-o mediante uma rígida refrigeração da zona do cabeçote onde estão inseridas as guias de válvulas e aumento também a áreas de assento da cabeça da válvula no cabeçote para facilitar, assim, a transmissão térmica. E, mesmo assim, em motores de alta performance, o problema continua sendo difícil e nem sempre de solução possível, ainda que se empreguem os melhores materiais e tratamentos na fabricação de válvulas.

As válvulas refrigeradas a sódio constituem a resposta da técnica a este problema. A diferença das válvulas normais, que são maciças, as refrigeradas a sódio são ocas, abrigando em seu interior uma determinada quantidade de sódio. Quando a cabeça da válvula esquenta, o sódio existente no interior da haste se funde e circula ao longo de toda a cavidade da válvula transportando eficazmente o calor desde a cabeça da válvula até o pé da mesma. As válvulas refrigeradas a sódio permitem reduzir a temperatura na cabeça de cerca de 800°C, valor normal em válvulas convencionais, a até menos de 600°C.

Comando de válvulas

A distribuição, ou seja, o sistema de comando das válvulas é concebido para que cada uma delas abra e feche no momento apropriado do ciclo de 4 tempos, se mantenha aberta o período de tempo necessário para possibilitar uma boa

admissão da mistura gasosa, a completa expulsão dos produtos da combustão e funcione suave e eficientemente nos mais variados regimes de rotação do motor.



Há vários processos para atingir estes objetivos. No sistema de balancins acionados por hastes impulsoras os tuchos recebem movimento de uma árvore de comando de válvulas situada no interior do bloco. O virabrequim aciona a árvore de comando de válvulas por intermédio de uma corrente, ou por um conjunto de engrenagens ou ainda por correia dentada, numa relação 2:1, ou seja, enquanto o virabrequim dá duas voltas, a árvore de comando das válvulas completa uma. Para um bom funcionamento, as válvulas devem, ao fechar, ajustar-se perfeitamente às suas sedes. Para tal, deve existir uma folga entre a válvula fechada e o seu balancim. Esta folga, que normalmente é maior na válvula de escapamento do que na de admissão, tem em conta a dilatação da válvula quando aquecida.

O sistema de ignição deve soltar uma faísca em cada vela no momento preciso, de acordo com a distribuição que faz abrir e fechar as válvulas no momento exato. O distribuidor, que funciona sincronizado com as válvulas, tem por função distribuir a corrente de alta tensão até às velas e é normalmente acionado por engrenagens a partir da árvore de comando ou do vilabrequim. Os motores mais modernos não possuem distribuidores e esse sistema se faz eletronicamente.

A árvore de comando das válvulas está assentada no bloco sobre três ou cinco apoios. Os excêntricos da árvore de comando das válvulas estão dispostos de modo a assegurar a ordem de ignição.

Os projetistas de motores buscam a redução do peso dos componentes da distribuição, a fim de obter um aumento de duração e rendimento em motores funcionando a elevados regimes de rotação. Com este objetivo, utilizam uma ou duas árvores de comando de válvulas no cabeçote. Nas versões mais modernas com 16 e 24 válvulas pode-se utilizar até mais comandos.

A ação destas árvores de comando das válvulas sobre as válvulas é logicamente mais direta, dado que nela intervêm menos peças do que no sistema de árvore de comando das válvulas no bloco. Um processo simples de transmitir o movimento do virabrequim à árvore de comando das válvulas no cabeçote consiste na utilização de uma corrente, contudo, uma corrente comprida terá tendência a vibrar, a não ser que apresente um dispositivo para mantê-la tensa.

Na maior parte das transmissões por corrente utiliza-se, como tensor (esticador), uma tira de aço comprida ligeiramente curva, por vezes revestida de borracha. Uma mola helicoidal mantém o tensor de encontro à corrente. Um outro tipo de tensor consiste num calço de borracha sintética ligado a um pequeno pistão sujeito a uma ação de uma mola acionada por pressão de óleo. Também se utiliza um braço em cuja extremidade se encontra uma engrenagem dentada livre (ou "louca") que engrena na corrente, mantendo-a esticada por uma mola.

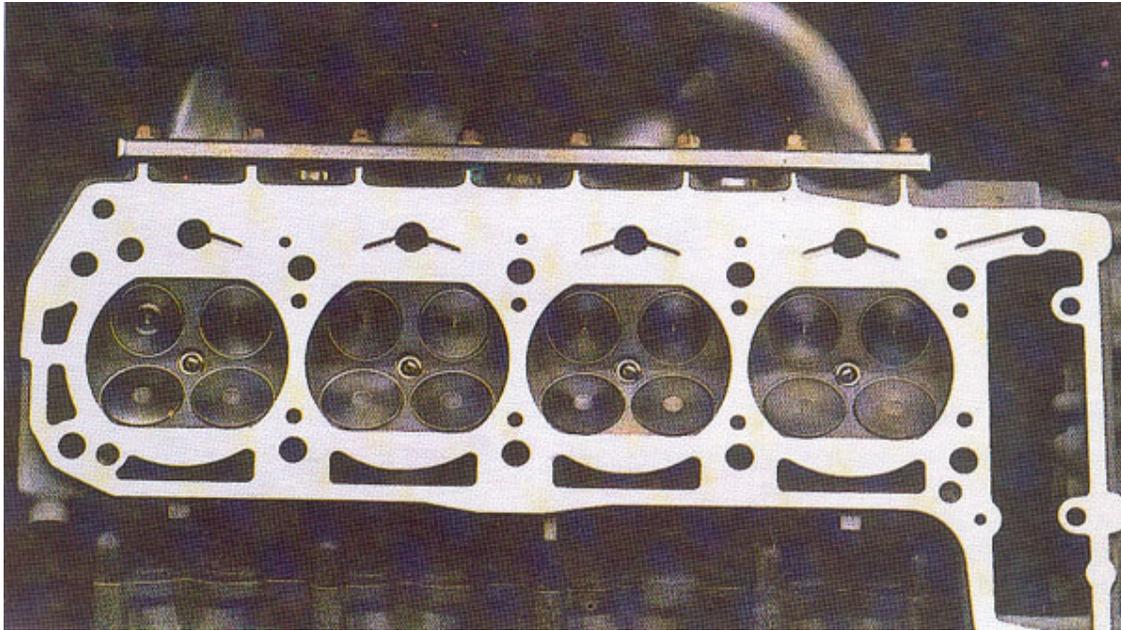
Alguns automóveis de competição apresentam transmissões por engrenagens entre a árvore de comando de válvulas e o virabrequim. Estes tipos de transmissão são, contudo, muito ruidosos. Uma das transmissões mais recentes para árvores de comando de válvulas no cabeçote utiliza uma correia exterior dentada de borracha. Este tipo de correia, normalmente isento de lubrificação, é fabricado com borracha resistente ao óleo.

Embora tenha sido usual o emprego de balancins junto à árvore de comando para acionar as válvulas, é tendência atual eliminar os balancins e colocar as válvulas diretamente sob a ação dos eixos excêntricos. Algumas árvores de comando de válvulas no cabeçote utilizam tuchos hidráulicos, que são auto reguláveis e funcionam sem folga, sendo assim eliminado o ruído característico de batimento de válvulas.

Um tucho hidráulico compõe-se de duas partes, umas das quais desliza no interior da outra; o óleo, sob pressão, faz com que a haste aumente o comprimento e anule a folga quando o motor se encontra em funcionamento.

MAIS DE DUAS VÁLVULAS POR CILINDRO

O que há de mais moderno em sistemas de distribuição do comando de válvulas, consiste na utilização de 3, 4 e até 5 válvulas por cilindro.



Quase sempre acionadas diretamente pelos próprios excêntricos da árvore do comando de válvulas, sem intervenção dos balancins. Esta técnica permite um abastecimento perfeito dos cilindros, especialmente em altas rotações, o que se traduz em rendimento e baixo consumo.

Disposições

Um motor com um só cilindro é a solução mais simples de um motor a 4 tempos. Essa solução não é, contudo, adequada para um automóvel, devido à irregularidade do torque resultante de um só tempo de explosão em cada duas rotações do virabrequim, o que provocaria vibrações.

A irregularidade do torque pode ser compensada pela energia armazenada num volume pesado; tal solução, porém, é insuficiente para permitir que um motor a 4 tempos trabalhe suavemente a baixa rotação. Não existe nenhum processo simples de contrabalançar o movimento alternativo de um motor de cilindro único (monocilíndrico).

Para funcionar com maior suavidade, o motor deve possuir, no mínimo, 2 cilindros, ocorrendo assim uma explosão em cada rotação do virabrequim. Quase todos os automóveis têm, pelo menos, 4 cilindros para que nos seus motores ocorra um tempo de explosão em cada meia rotação do virabrequim.

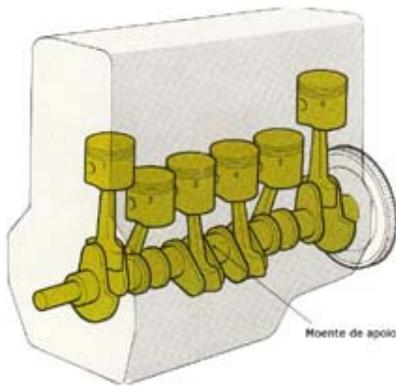
Torque (binário-motor) e equilíbrio – num motor de 4 cilindros em linha os tempos de explosão são igualmente espaçados entre si, o que origina um binário razoavelmente suave. A vibração produzida é, em grande parte, eliminada pelos apoios do motor, que são elásticos. O torque de um motor de 4 cilindros em V pode ser tão regular como o de um motor de 4 cilindros em linha. Aquela disposição, porém, não permite um equilíbrio tão eficaz, seja qual for o ângulo formado pelos grupos de cilindros.

Assim o motor de 4 cilindros em V produz vibrações que tem de ser reduzidas mediante a incorporação de um eixo suplementar provido de contra peso, destinado a eliminar vibrações do conjunto.

O motor de 4 cilindros horizontais opostos é mais compacto e mais equilibrado que o motor em linha. Em certos modelos de automóveis, contudo, as vantagens desta disposição são anuladas pelos problemas que ela levanta quanto à dificuldade de acesso, em caso de reparações. Os motores de 6 cilindros em linha proporcionam melhor equilíbrio.

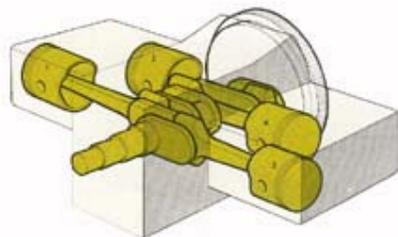
O motor de 6 cilindros em V é teoricamente menos suave do que o de 6 cilindros em linha, ambos, porém, são equivalentes no que se refere à regularidade do binário. O mesmo acontece com o motor de 6 cilindros horizontais opostos, que trabalha suavemente, mas é dispendioso. O motor de 8 cilindros em V (V8) é a mais utilizada das variantes de motores de 8 cilindros. Trata-se de um motor compacto e bem equilibrado, com um torque regular.

Motor de 6 cilindros em linha



O motor de 6 cilindros em linha, apesar de mais comprido e ligeiramente mais pesados que o motor de 4 cilindros em linha, apresenta duas vantagens principais: um binário-motor que é consideravelmente mais uniforme, devido à sobreposição dos sucessivos tempos de explosão, e um melhor equilíbrio mecânico, que reduz ao mínimo as vibrações. Este tipo de motor tem o virabrequim apoiado em 4 ou 7 mancais, o que proporciona grande resistência e evita a flexão.

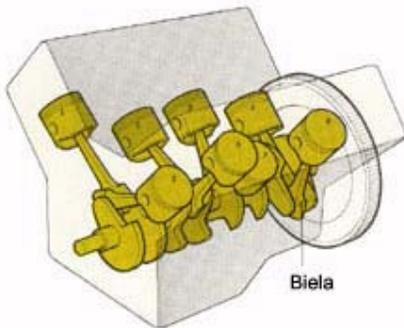
Disposição de cilindros horizontais opostos



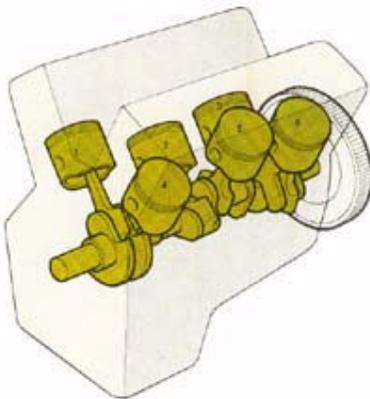
Neste tipo de motor, os cilindros estão dispostos em duas filas, uma de cada lado do virabrequim. Esta disposição permite montar um virabrequim mais curto que a de um motor de 4 cilindros em linha, bastando 3 pontos de apoio para a mesma. Um motor de 4 cilindros horizontais opostos é mais aconselhável, devido às suas formas e dimensões, para a traseira do automóvel. Em qualquer motor de 4 cilindros com esta disposição, a uniformidade do torque é aceitável, quer nos

motores de 4 cilindros, quer nos de 6. Esta disposição permite um equilíbrio mecânico excelente; o movimento de um componente num sentido é equilibrado pelo movimento do componente homólogo em sentido contrário.

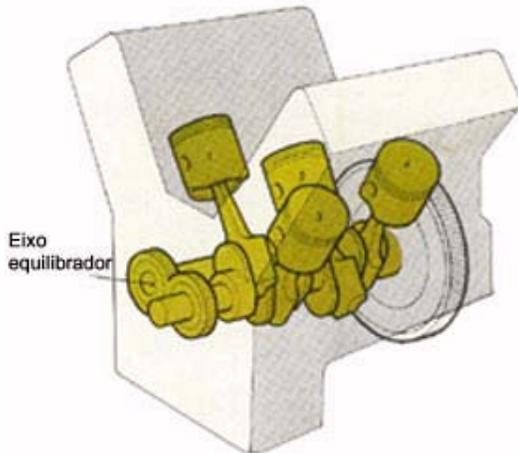
Três tipos de motor em V



Os motores em V apresentam, como principal vantagem o fato de o conjunto poder ser mais curto que o dos motores em linha, podendo, portanto, o seu virabrequim ser mais curto e, conseqüentemente, mais rígido, o que permite ao motor trabalhar mais suavemente a elevado regime de rotação. O motor V8 necessita apenas de quatro mancais de biela desde que estes se encontrem dispostos de modo a formar entre si um ângulo de 90° e sejam suficientemente compridos para que em cada um possam trabalhar, lado a lado, duas bielas. A árvore de manivelas necessita de um mancal de apoio entre cada par de mancais de bielas. Os motores V6 não são de funcionamento tão suave como os V8, que são extremamente bem equilibrados e proporcionam quatro explosões espaçadas igualmente entre si em cada rotação do virabrequim.



O motor V6 tem um mancal de biela para cada biela. Com um tempo de explosão em cada terço de rotação e com os mancais de biela dispostos a intervalos de 60 graus, o motor é de funcionamento suave e de equilíbrio razoável.



No motor V4 é necessário um eixo equilibrador adicional, que roda a metade do número de rotações do virabrequim. Em outros modelos, o ângulo do V pode ser reduzido até cerca de 10 %.

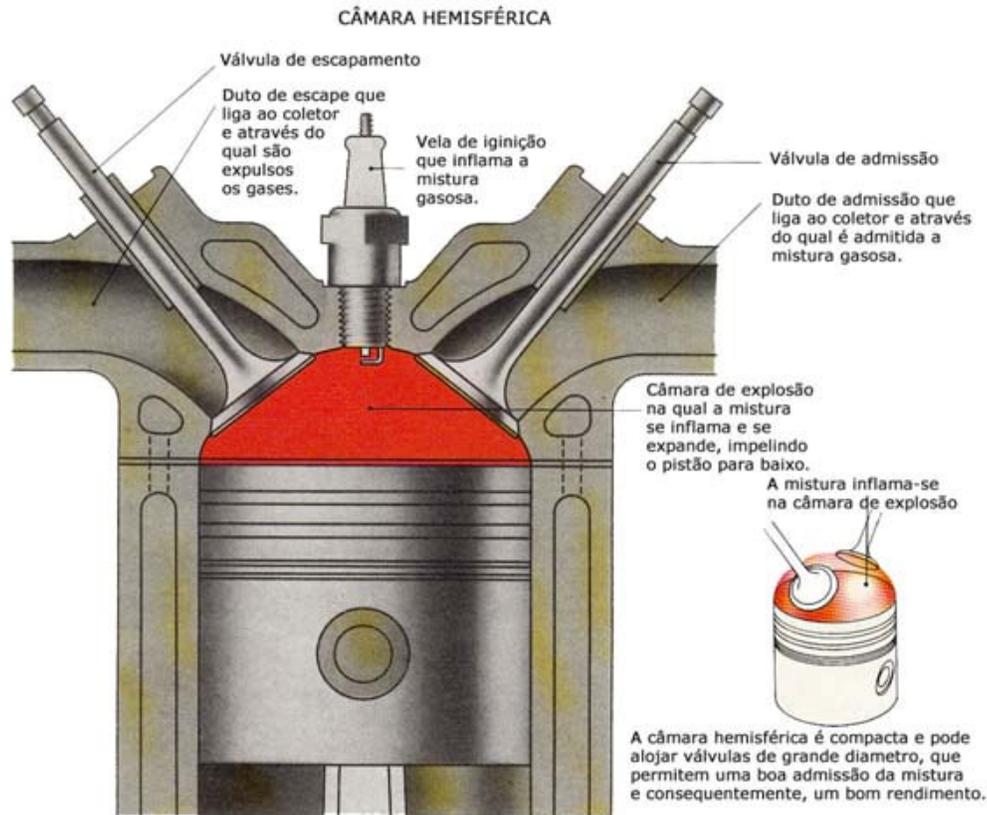
Câmaras de explosão

O rendimento de um motor à explosão depende, em grande parte, da forma das câmaras de explosão. Para ser eficaz, uma câmara de explosão, deve ser de tal modo compacta que a superfície das suas paredes – através das quais o calor se dissipa para o sistema de resfriamento – seja mínima.

Como regra, considera-se que a forma ideal de uma câmara de explosão seja esférica, com o ponto de ignição situado no centro, que resultaria numa combustão uniforme da mistura gasosa em todas as direções e num mínimo de perda de calor através das paredes. Sendo tal forma impraticável num motor de automóvel, o conceito mais aproximado, neste caso, é o de uma calota esférica. As formas das câmaras de explosão, que habitualmente apresentam os motores de automóveis, são de quatro tipos: hemisférica, em banheira, em cunha (ou triangular) e aberta na cabeça do pistão, todas elas com válvulas na cabeçote. Os tipos de câmara de válvulas lateral ou de cabeça em L e em F estão atualmente ultrapassados.

A cabeça hemisférica é utilizada principalmente em motores de elevado rendimento, já que a sua fabricação é dispendiosa. Na maioria dos automóveis atuais, as câmaras de explosão apresentam uma das quatro formas principais, compatíveis com motores de alta taxa de compressão.

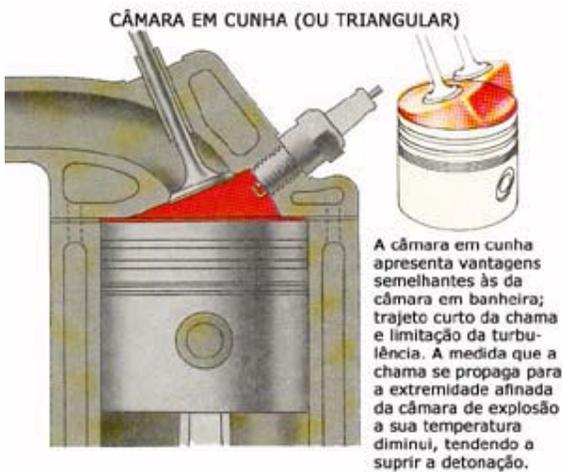
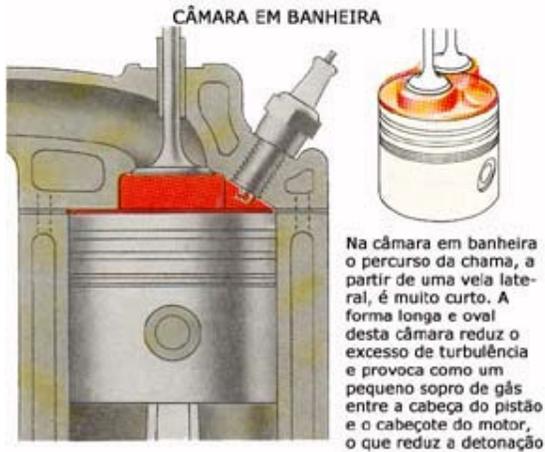
O sistema de válvula lateral utilizado nos primeiros automóveis é o mais económico. Contudo, neste sistema, a forma da câmara limita a taxa de compressão a pouco mais de 6:1, valor muito baixo para se conseguir bom rendimento ou economia de gasolina. O sistema de cabeça em F consiste numa combinação de válvulas laterais e à cabeça. As válvulas de escapamento são montadas no bloco do motor e as de admissão na cabeça.



Uma das formas mais eficazes e viáveis de câmara de explosão é a clássica em calota esférica, cuja base é formada pela cabeça do pistão. As válvulas inclinadas formam entre si um ângulo de 90° , ocupando a vela uma posição central entre ambas. Esta disposição, clássica pela sua simetria, encurta a distância que a chama deve percorrer entre a vela e a cabeça do pistão, assegurando uma boa combustão. É utilizada em motores de elevado rendimento, sendo o ângulo entre as válvulas inferior a 90° .

A câmara hemisférica implica na utilização de uma ou duas árvores de comando no cabeçote ou então de uma árvore de comando lateral com um complexo sistema de balancins e hastes impulsoras para o acionamento das duas filas de válvulas.

A sua fórmula facilita a admissão da mistura gasosa que penetra no cilindro por um dos lados do motor e, a expulsão dos gases da combustão, pelo lado contrário. Também proporciona mais espaço para os dutos de admissão de grande diâmetro, podendo estes serem dispostos de modo que a mistura penetre na câmara facilmente e com a devida turbulência.



O adequado fluxo de gases que as suas grandes válvulas permitem, faz com que a cabeça hemisférica proporcione um notável rendimento volumétrico, ou seja, um volume de mistura gasosa admitida igual ao volume do cilindro, sob determinadas condições atmosféricas. Contudo, devido à tendência atual para a fabricação de cilindros com maiores diâmetros e cursos dos pistões mais reduzidos, as válvulas de um motor comum em linha apresentam o diâmetro suficiente para satisfazer as necessidades normais.

Tais válvulas não exigem árvores de comando ou balancins especiais, o que torna menos dispendioso na fabricação do motor.

Câmaras de explosão em banheira e em cunha

Para que a chama percorra um pequeno trajeto, são muito utilizadas, nos motores de válvula na cabeça, as câmaras de explosão em forma de banheira invertida e em cunha

A câmara de explosão em banheira, de forma oval, apresenta as válvulas de admissão e de escapamento colocadas verticalmente na parte superior e a vela na parte inclinada. Na câmara de explosão, em forma de cunha, as válvulas encontram-se no lado inclinado, de maiores dimensões,

situando-se a vela no lado mais curto. Ambas as câmaras de explosão permitem a instalação de uma única árvore de comando lateral, com as hastes impulsoras para os balancins em linha.

Em alguns motores, as válvulas destas câmaras podem ser acionadas por uma única árvore de comando no cabeçote.

Câmara aberta na cabeça do pistão.

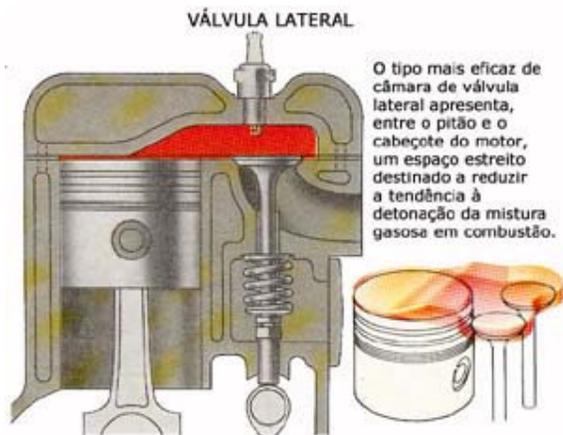
Câmara aberta na cabeça do pistão

Existe um tipo de câmara moderno de explosão situado na cabeça do pistão, pelo que, neste caso, o cabeçote do motor se apresenta plano. Este tipo de câmara é apropriado para taxas de compressão elevadas e utilizado principalmente em motores de competição, nos quais o diâmetro do pistão é superior ao seu curso.

Quando o pistão sobe, na fase final do tempo de compressão, a borda superior do pistão provoca uma turbulência, sob a forma de jato intenso na mistura gasosa da periferia do pistão para o centro da câmara, dando origem a uma excelente combustão sem detonação. A câmara, pelo fato de apresentar a forma de taça e se

encontrar na cabeça do pistão, conserva o calor contribuindo, desta forma, para uma mais rápida vaporização da mistura.

Válvula lateral - As câmaras de explosão, num motor de válvulas laterais, não têm uma boa taxa de compressão que é uma das condições



fundamentais para que se produza uma boa combustão.

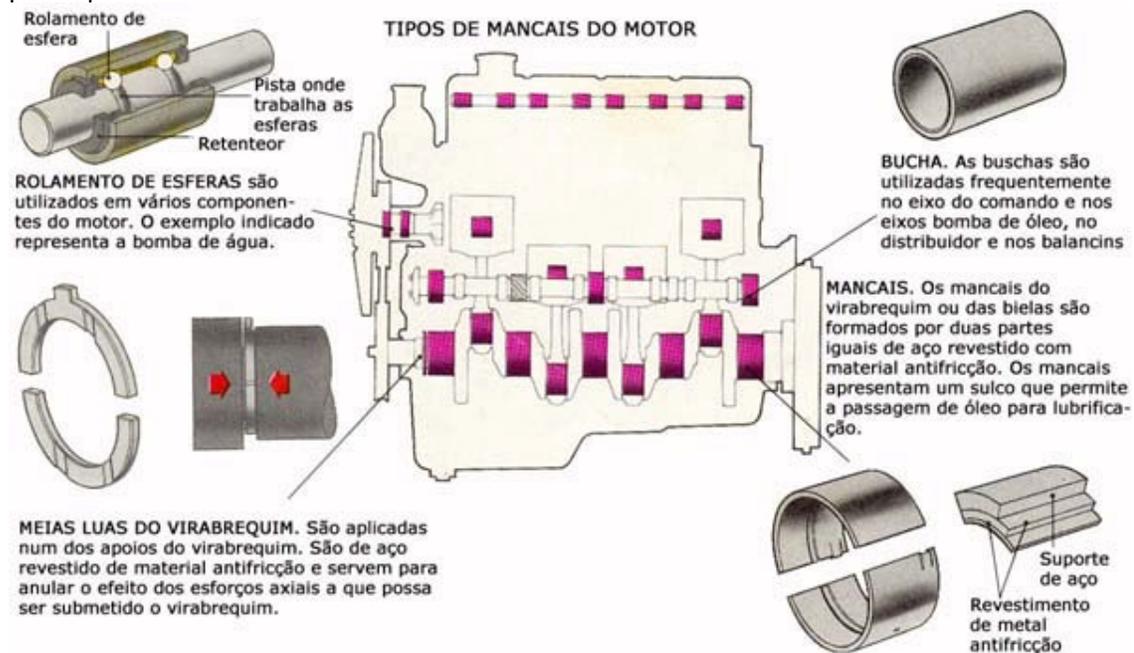
As válvulas estão alinhadas num dos lados do cilindro situando-se, sobre estas, as câmaras de explosão. A parte superior da câmara forma um declive sobre o cilindro, dando origem a um pequeno espaço entre a câmara e a cabeça do pistão no P. M. S., formando uma pequena lâmina de compressão.

Mancais

Os mancais são utilizados para reduzir o atrito e servir de apoio a todas as peças giratórias de um automóvel, sejam estas eixos ou rodas sobre eixos.

Os mancais dividem-se em dois tipos principais: os lisos – que englobam os formados por duas meias buchas, capas, ou bronzinas, e as buchas – e os rolamentos, que podem ser de esferas, de roletes ou de agulhas.

Mancais de duas meias-buchas – Um apoio para peças giratórias, quando constituído por duas partes iguais, para facilidade de montagem, é designado por mancal de duas meias buchas. Estes são de metal antifricção e também designados por capas ou bronzinas.



Mancais de duas meias-buchas desmontáveis – As bronzinas do virabrequim são formados por duas partes iguais de aço revestido com metal antifricção. As bronzinas apresentam um sulco que permite a passagem de óleo para as bronzinas das cabeças das bielas através do virabrequim.

Cada bronzina tem forma semicircular e consiste numa carcaça de aço, revestida interiormente por uma liga de metal macio, com propriedades para reduzir o atrito. Os mancais de apoio do virabrequim estão alojados no bloco, situando-se os da biela nas cabeças das mesmas

As bronzinas devem ter um sólido e perfeito contato no seu alojamento nos mancais, não só para garantir o seu apoio, como também para que o calor gerado pela fricção se dissipe da bronzina, por condução evitando assim o superaquecimento. O revestimento interior da capa pode ser composto por várias ligas metálicas, como por exemplo, o metal branco, a liga de cobre-chumbo ou estanho-alumínio.

Uma das extremidades do virabrequim está submetida ao impulso proveniente da pressão da embreagem e, em alguns casos, da reação resultante das engrenagens que movem os órgãos auxiliares. Se este impulso não fosse controlado causaria deslocamentos axiais no virabrequim o que, além de originar ruídos, provocaria desgastes. Para eliminar tal inconveniente, um dos apoios do virabrequim é rodeado por arruelas axiais de encosto, normalmente conhecidas por meias-luas do virabrequim, constituídas por finos segmentos de aço revestidos de metal antifricção, que mantêm o virabrequim na sua posição, anulando por encosto qualquer reação evidente à deslocação axial.

Uma bomba faz com que o óleo circule, sob pressão, por uma série de canais existentes no bloco e penetre nos mancais do virabrequim através de um orifício aberto em cada bronzina. Este orifício comunica com um sulco existente em torno da face interior da bronzina, através do qual o óleo é distribuído.

Parte do óleo sob pressão penetra pelos furos abertos no virabrequim e lubrifica os mancais das bielas. A folga entre o eixo e os apoios, que nunca deve exceder 0,1 mm, variando para menos conforme o fabricante, regula a circulação de óleo e, em grande parte, a quantidade de óleo impulsionada para os pistões e cilindros.

O orifício por onde penetra o óleo que lubrifica um mancal situa-se próximo do ponto onde a pressão exercida sobre esta é mínima, isto é, no local onde é maior a folga entre o mancal e o eixo. Ao rodar, o eixo arrasta o óleo em volta do mancal formando um calço de óleo. A pressão autogerada no calço de óleo é bastante superior à pressão resultante da ação da bomba de óleo nas tubulações de alimentação, evitando assim o contato das superfícies metálicas entre si, mesmo quando o mancal é sujeito a elevadas cargas.

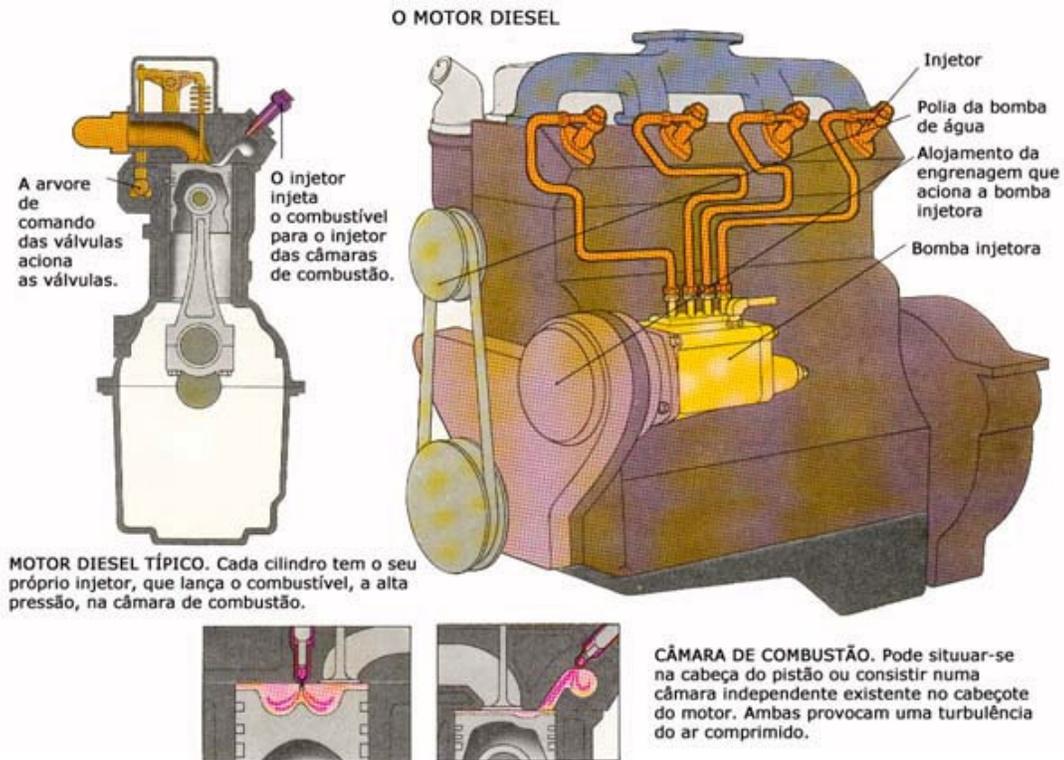
Mancais de bucha cilíndrica – Os mancais lisos, quando constituídos por um cilindro formado por uma só peça, são designados simplesmente por buchas. São utilizados, por exemplo, nos balancins e nos pés das bielas

As buchas mais simples são totalmente fabricadas do mesmo metal ou liga, normalmente o bronze. A bucha é montada com interferência, ou seja, introduzida sob pressão no seu alojamento. Se a alimentação de óleo não for suficiente, a bucha cilíndrica pode ser revestida com uma matéria plástica como, por exemplo o teflon. Em certos casos, são utilizadas buchas de metal poroso e outros materiais anti fricção.

Rolamentos – Os rolamentos de esferas, de roletes ou de agulhas são, entre todos os apoios, o de menor coeficiente de atrito sendo, no entanto, também os de preço mais elevado. São utilizados em órgãos auxiliares dos motores de automóveis como a bomba de água e o alternador e, em alguns motores de competição como também em sistemas de transmissão para árvores de comando no cabeçote.

Motor diesel

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



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

O óleo Diesel, que se vaporiza menos que a gasolina, não é introduzido na câmara de combustão sob a forma de mistura com ar, mas sim injetado sob alta pressão por meio de um injetor. Na câmara de combustão, o óleo diesel inflama-se em contato com o ar aquecido por efeito da forte compressão. Uma bomba acionada pelo próprio motor fornece o óleo diesel a cada injetor em determinadas quantidades e sob elevada pressão.

O acelerador regula a quantidade de combustível fornecido pela bomba e, conseqüentemente, a potência gerada no motor.

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

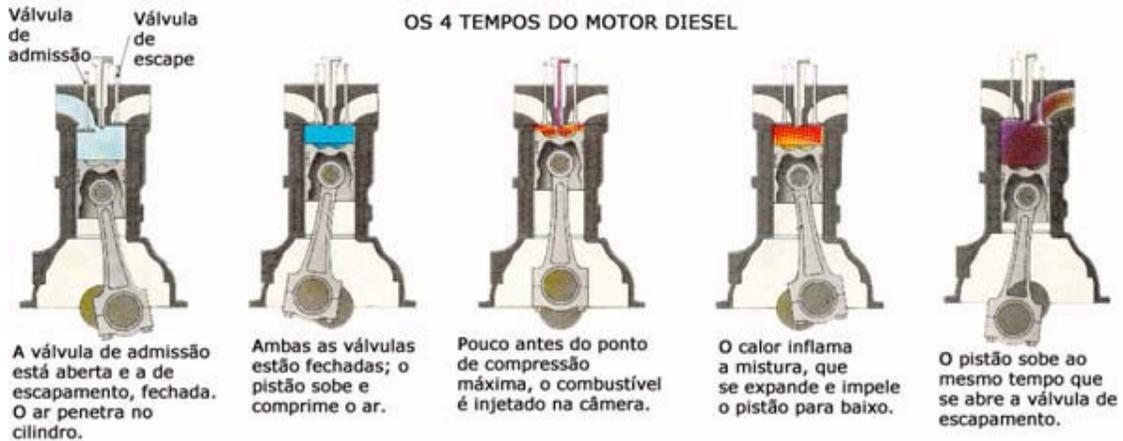
Entre as desvantagens deste tipo de motor, estão incluídos um elevado preço, maior peso, a vibração que produz à baixa rotação, o cheiro do combustível queimado, o ruído – superior ao provocado por um motor a gasolina e uma menor capacidade de aceleração.

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

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

Cada cilindro num motor a Diesel apresenta um injetor que assegura o fornecimento de combustível na quantidade correta e no devido momento. Uma bomba, que gira a metade do número de rotações do virabrequim, impulsiona o

combustível para os injetores e destes para as câmaras de combustão, segundo a ordem de ignição.



Sistema de Alimentação

A função da carburação – A carburação desempenha um papel essencial ao permitir que o motor do automóvel arranque facilmente, tenha uma boa e progressiva aceleração, funcione economicamente, dê o máximo rendimento e não morra.

Em resumo, a sua função consiste em misturar homogeneamente uma determinada quantidade de gasolina com outra de ar formando uma mistura gasosa e fornecendo uma proporção adequada desta mistura pulverizada ou atomizada a cada cilindro para sua combustão. O processo completo da carburação tem início quando a gasolina se mistura com o ar e termina quando ocorre a sua combustão (explosão) nos cilindros. Assim os carburadores, o coletor de admissão, as válvulas de admissão e mesmo as câmaras de explosão e os pistões intervêm na carburação.

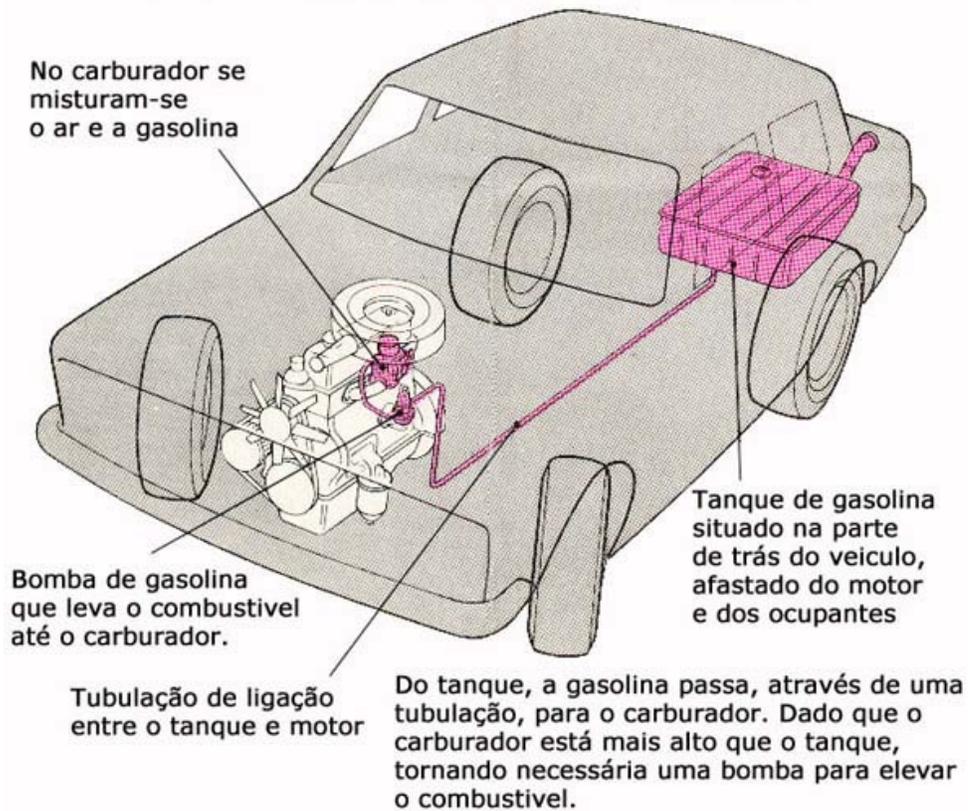
Na alimentação do carburador interferem os seguintes elementos: um tanque de combustível colocado à distância, uma bomba que aspira a gasolina do tanque e a envia ao depósito de nível constante, ou "cuba", do carburador e vários filtros montados no circuito que impedem a entrada de impurezas, que teriam interferência, não só no carburador como na bomba.

Relação da mistura ar-gasolina – Regra geral, a completa combustão da mistura é assegurada quando a sua relação em peso é de quinze partes de ar para uma de gasolina – a mistura correta.

Contudo, esta relação em peso ar-combustível não proporciona a potência máxima nem, em geral, a máxima economia. O arranque, em tempo frio, poderá exigir uma mistura composta por uma parte de ar para uma parte de gasolina enquanto que, para obter o máximo de economia e uma velocidade constante e não excessiva – velocidade cruzeiro –, é necessária uma mistura menos rica, como seja a dezesseis partes de ar para uma de gasolina, o que se supõe a máxima economia possível para tal velocidade. A mistura deverá satisfazer as várias condições de funcionamento do motor, ou seja: rica, para o arranque; menos rica para pequenas velocidades e ralenti; pobre, para um funcionamento econômico a velocidade moderada; mais rica para acelerações e velocidades elevadas.

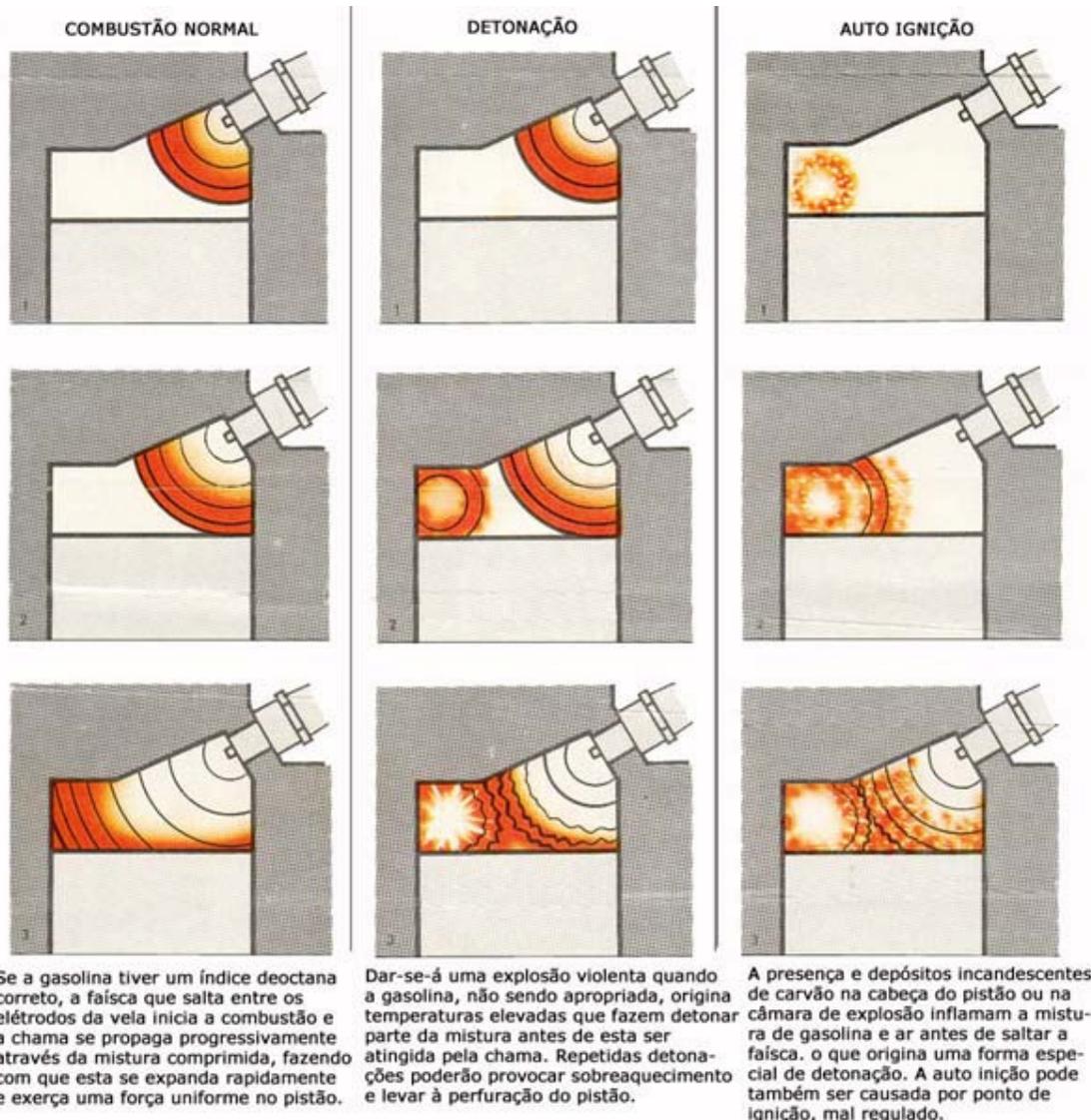
Os produtos resultantes da combustão da mistura gasosa incluem o monóxido de carbono (altamente tóxico), o anidrido de carbônico, hidrocarbonetos e óxidos de azoto. A proporção destes nos gases de escapamento depende da mistura.

DO DEPÓSITO DE GASOLINA AO CARBURADOR



Gasolina

Os aditivos elevam o índice de octana – A gasolina deve reunir um certo número de características para poder ser utilizada como combustível no motor do automóvel. Deve ser volátil (isto é, deve vaporizar-se facilmente), a fim de permitir um arranque fácil em tempo frio e um aquecimento rápido do motor sem excessiva utilização do afogador. Contudo, não deve ser demasiado volátil para não se vaporizar tão rapidamente que se torne antieconômica e dê origem à formação de bolhas de vapor que podem impedir a passagem da gasolina. A gasolina deve ainda ser resistente à detonação, que se manifesta por um ruído característico denominado “grilar” ou batida de pino, estar isenta de impurezas e não ter tendência para a sedimentação.



A detonação ocorre quando a gasolina apresenta um índice de octana demasiado baixo para a taxa de compressão do motor. Praticamente qualquer falha que provoque uma elevação da temperatura do motor acima da temperatura normal de funcionamento indica a necessidade de utilização de gasolina com maior índice de octana.

Riqueza da mistura – Para uma boa combustão, a proporção em peso de ar e gasolina deve ser de aproximadamente 15:1, ou sejam quinze partes de ar para uma de gasolina. Esta mistura permite uma combustão completa com um mínimo de desperdício, porém, para um funcionamento econômico a uma velocidade cruzeiro a mistura poderá ser mais pobre – 16:1.

Para maior potência (com acelerador a fundo), será necessário enriquecê-la para 12:1, e, para o arranque em tempo frio, para 1:1. Quando uma mistura é demasiada rica pelo fato de a proporção de gasolina ser superior à adequada, ou demasiada pobre, pode não inflamar. Se o motor “morre” por afogamento causado por misturas demasiadas ricas, como acontece quando se utiliza em excesso o afogador, deve-se pressionar o acelerador a fundo e ligar o motor de arranque sem tirar o pé do acelerador até o motor pegar. Deste modo o excesso de combustível será expulso pelo escapamento. Se, pelo contrário, o acelerador for pressionado

várias vezes será mais difícil conseguir fazer que o motor pegue, pois a mistura torna-se ainda mais rica.

A condensação da umidade ocorre no interior de todos os tanques de gasolina, especialmente nos dos automóveis que ficam sujeitos às baixas temperaturas noturnas após terem estado expostos ao calor do sol durante o dia. A condensação mínima verifica-se nos tanques subterrâneos dos postos de abastecimento, pouco afetados pelas variações de temperatura do ar.

Quando um automóvel estaciona, ao fim do dia, está normalmente quente; à medida que arrefece, o ar contendo umidade é aspirado pelo tanque de gasolina. Verifica-se então a condensação e as gotas de água, mais pesadas que a gasolina, descem para o fundo do tanque, originando a sua corrosão.

É sempre aconselhável encher o tanque antes que o nível de gasolina esteja demasiado baixo, a fim de evitar que a água ou as impurezas que eventualmente existam no fundo sejam aspiradas pelo sistema de alimentação. Se o automóvel tiver de permanecer parado durante muito tempo, deve-se esvaziar a gasolina da bomba e do carburador para evitar a formação de depósitos que poderão entupir o sistema de alimentação.

O índice de octana de uma gasolina denomina-se comparando-a com uma mistura de dois derivados líquidos do petróleo num motor de teste de laboratório. Um dos derivados – a isoctana – apresenta uma grande resistência à detonação, enquanto a heptana tem uma resistência bastante menor. Diz-se que uma gasolina tem um índice de octana de 90 se tiver as mesmas propriedades antidetonantes no motor de teste laboratorial que a mistura de 90 partes de octana com 10 partes de de heptana.

A taxa de compressão do motor de teste pode ser regulada enquanto este trabalha, podendo obter-se um ponto exato de detonação para qualquer tipo de gasolina. No Brasil as características de gasolina vendida ao público são fixadas por lei.

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

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

Formação de vapor e gelo – A alimentação de combustível ao motor pode ser dificultada em tempo quente pela formação de vapor, que ocorre no sistema de alimentação – quando este está demasiado quente -impedindo que a bomba forneça o combustível ao carburador.

As vezes, a gasolina entra em ebulição na cuba do carburador após a parada do motor, devido ao calor deste, no que resulta uma mistura demasiada rica no coletor de admissão. Como esta dificulta o arranque, é necessário aguardar que o motor arrefeça.

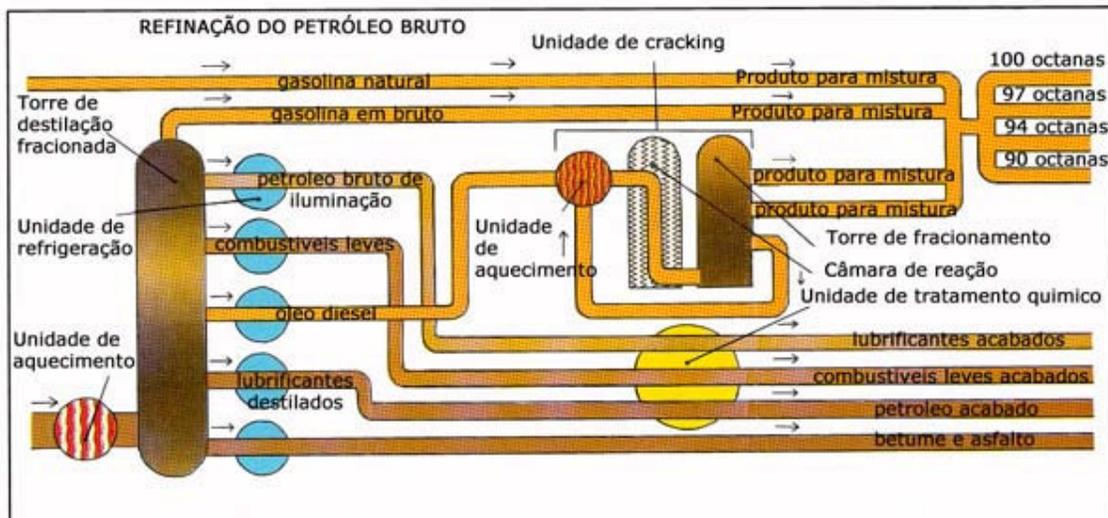
Para evitar estas dificuldades, as companhias fornecedoras de combustível alteram a volatilidade da gasolina para que esta se adapte às variações de temperatura, no verão e no inverno. O gelo que se forma na parte externa do carburador não causa problemas; porém, o que se forma em seu interior pode reduzir e por vezes obstruir as passagens do ar. O motor perde potência e “morre” quando funciona em marcha lenta.

Consumo de combustível – A forma de dirigir influi consideravelmente no consumo de combustível. Pode haver variações mesmo em trajetos semelhantes percorridos

em dias consecutivos, devido às diferenças de velocidade e às condições do trânsito. Um automóvel circulando em estrada a 80 Km/h poderá consumir 7 Lts. aos 100 Km, consumo este que poderá aumentar para 11 Lts. Aos 100 Km/h. Na cidade, onde o trânsito obriga a repetidas paradas e arranques, o consumo poderá atingir os 14 Lts. , aos 100 Km. O consumo de gasolina, durante o primeiro quilômetro percorrido com o motor frio, é muito superior ao consumo durante o percurso de 1 Km com o motor quente, razão pela qual é importante aquecer o motor tão rapidamente quanto possível.

Não é fácil calcular com exatidão o consumo de combustível; pode-se, contudo, obter uma indicação bastante aproximada enchendo completamente o tanque antes de uma viagem longa, após a qual se volta a encher este. Dividindo o número de litros necessários para encher novamente o tanque pelos quilômetros percorridos, obtém-se o consumo aproximado. Para dados mais exatos, fazer a comparação entre os resultados de diversas viagens.

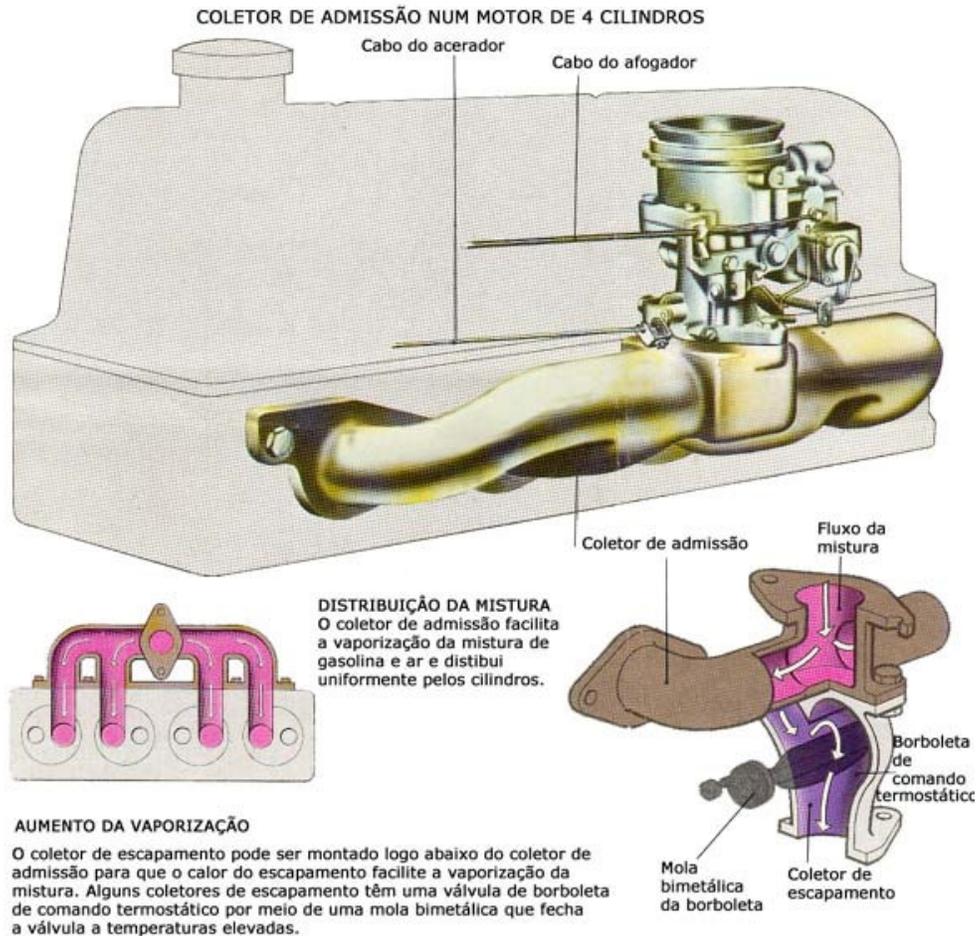
Refinação do petróleo para obtenção da gasolina – A gasolina é um dos numerosos produtos derivados do petróleo bruto, que é destilado nas refinarias num depósito metálico designado por torre de destilação fracionada.



O petróleo é aquecido num forno até a temperatura que garanta a vaporização de todos os produtos a serem extraídos. À medida que o vapor sobe na coluna da torre de destilação fracionada, vai-se condensando em níveis diferentes. A gasolina obtida na torre de destilação fracionada tem um índice de octana baixo, pelo que terá que ser tratada a fim de se obter um índice de octana mais elevado para eliminar, ou pelo menos neutralizar, os elementos corrosivos ou que produzem resíduos gomosos. Após esse tratamento, é misturada para que possa apresentar vários índices de octana, sendo-lhe também acrescentados os aditivos que aumentam a sua resistência à formação de gelo no carburador. O petróleo é aquecido num forno até a temperatura que garanta a vaporização de todos os produtos a serem extraídos. À medida que o vapor sobe na coluna da torre de destilação fracionada, vai-se condensando em níveis diferentes. A gasolina obtida na torre de destilação fracionada tem um índice de octana baixo, pelo que terá que ser tratada a fim de se obter um índice de octana mais elevado para eliminar, ou pelo menos neutralizar, os elementos corrosivos ou que produzem resíduos gomosos. Após esse tratamento, é misturada para que possa apresentar vários índices de octana, sendo-lhe também acrescentados os aditivos que aumentam a sua resistência à formação de gelo no carburador.

Coletor de admissão

O coletor de admissão tem duas funções: contribuir para a vaporização da mistura gasosa proveniente do carburador e distribuí-la pelos cilindros em quantidades tão uniformes quanto possível.



A distribuição perfeitamente uniforme nem sempre é possível, já que a mistura por vezes não é toda vaporizada no carburador, chegando ao coletor de admissão alguma gasolina ainda em estado líquido. Num motor que apresente um carburador para cada cilindro, as conseqüências desse fato não são relevantes, já que cada um recebe a totalidade do combustível que lhe é destinado. No entanto, quando o carburador tem de alimentar mais do que um cilindro, é necessário um sistema adicional de vaporização para melhorar a distribuição da mistura.

Normalmente uma zona aquecida pelo escapamento e situada na parte central do coletor de admissão, constitui um vaporizador auxiliar de combustível. O excessivo aquecimento desta zona poderá dar origem a uma perda de potência devido à redução da densidade do ar e, para evitar este inconveniente, existem, em algumas dessas zonas, válvulas reguladas por termostato que se fecham quando as temperaturas dos escapamentos são demasiado elevadas.

Se a disposição do motor não permitir a inclusão de uma zona aquecida pelo escapamento, o coletor de admissão pode ser aquecido por água do sistema de resfriamento ou até mesmo por termostatos elétricos fixados ao coletor de admissão.

O aquecimento por água assegura uma temperatura mais constante numa zona maior; porém, após um arranque com motor frio, não se torna tão rapidamente eficaz como o aquecimento proporcionado pelo escapamento.

O formato do coletor pode ajudar a evitar a formação de gotas de combustível sem diminuir o fluxo de ar, o que resulta uma grande variedade de formas e dimensões dos coletores de admissão.

Carburadores duplos e coletores em forma de forquilha – Quando são utilizados dois carburadores independentes num motor de 4 cilindros, são normalmente ligados a coletores curtos bifurcados, alimentando, cada um deles, 2 cilindros. A mesma disposição aparece nos motores de 6 cilindros com 3 carburadores. No caso de carburadores de duplo corpo, cada um, num motor de 4 cilindros, alimenta um só cilindro.

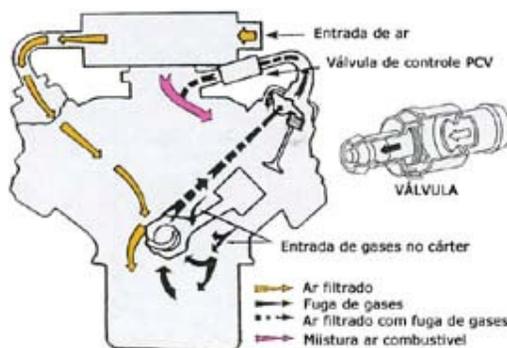
Em automóveis de elevada potência, é freqüente a utilização de ligações flexíveis do carburador para evitar que a vibração do motor dê origem à formação de espuma na cuba de nível constante. Em todas as instalações de carburadores múltiplos é necessário ligar os coletores independentes com um tubo equilibrador para evitar desigualdades na alimentação.

Válvula PCV

Durante a operação do motor, gases que escapam da câmara de combustão são acumulados no cárter. O acúmulo destes gases prejudiciais reduzirão a vida do motor consideravelmente. Estes gases possuem emissões prejudiciais tais como hidrocarbonetos, monóxido de carbono e óxidos de nitrogênio e são uma fonte de poluição do ar.

O sistema de Ventilação Positiva do Cárter (PVC) é utilizado para remover estes gases do cárter e direcioná-los de volta para a câmara de combustão, onde os mesmos podem ser queimados, em vez de liberá-los para a atmosfera. Este é um método mais eficiente de ventilação e é necessário para atender as normas atuais de emissão. A maioria dos sistemas usam uma válvula mecânica para controlar a velocidade do fluxo, enquanto outros usam um conjunto separador de óleo. A tensão da mola da válvula é projetada especificamente para cada motor.

A tensão da mola controla o fluxo de vapores do cárter do motor. Isto impede a formação de pressão no cárter e o consumo excessivo de óleo.

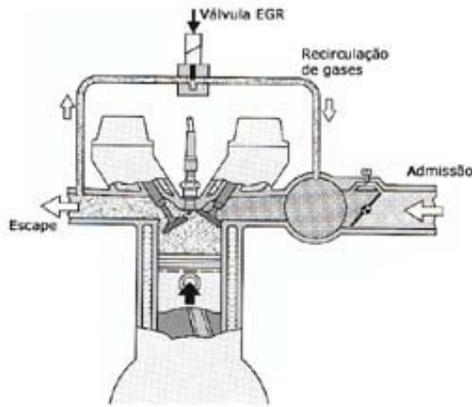


O ar fresco do filtro de ar é suprido ao cárter. Lá, o mesmo é misturado com gases que escapam do processo de combustão. A mistura de ar fresco e gases passa através da válvula do PCV para o coletor de admissão. Deste ponto, a mesma circula dentro do motor e é queimada no processo de combustão.

Falha da válvula do PVC ou uma aplicação incorreta pode causar a formação de lama no cárter, pressões incorretas no cárter e problemas no desempenho do motor.

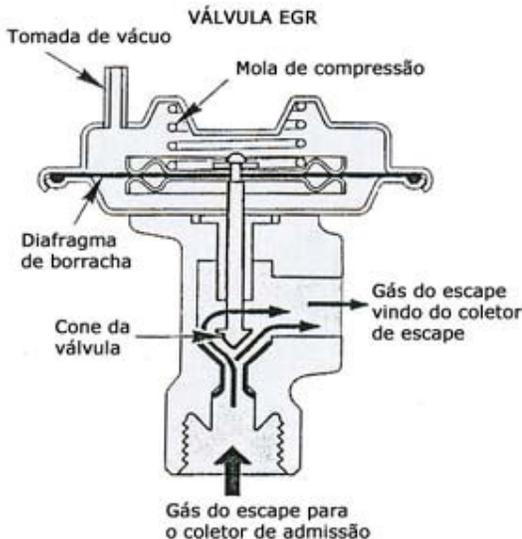
Válvula EGR

Os sistemas EGR têm sido usados em veículos há muitos anos. O principal objetivo do sistema é controlar as temperaturas da câmara de combustão. Isto é feito para reduzir a quantidade de óxidos de Nitrogênio (Nox) no escapamento. Embora o EGR seja necessário para controlar emissões de Nox, o mesmo também afeta a eficiência volumétrica.



A válvula EGR linear propicia uma ligação entre a admissão de ar e o sistema de escapamento. Normalmente, o motor puxa ar através do corpo de borboleta para o coletor de admissão. A válvula EGR linear é colocada numa posição tal que, quando a mesma é aberta, um pouco de gases de escapamento flui também para a admissão.

Conforme o pistão se move para baixo no curso de admissão, a combinação de ar/combustível e escapamento entra na câmara de combustão. Embora o volume de gases entrando na câmara de combustão seja o mesmo, haverá menos ar para queimar quando o combustível é inflamado, de modo que a temperatura e a pressão do cilindro diminuirão. Menos oxigênio e temperaturas mais baixas equivalem a uma queda nos níveis de Nox.



Visto que a pressão no cilindro é quem empurra o pistão para baixo, o desempenho do motor pode ser afetado pela diminuição na pressão do cilindro.

Atualmente existem motores que não utilizam válvulas EGR. Isto é obtido de uma combinação de projeto de motor e calibrações computadorizados de controle de alimentação e tempo. Com a sobreposição apropriada da válvula, as temperaturas do cilindro são controladas e as emissões de Nox, reduzidas.

A válvula EGR encontra-se localizada num tubo entre os coletores de escape e de admissão. Quando é aplicado vácuo pela válvula reguladora de vácuo

EGR, o diafragma abre a sede da válvula contra a pressão de uma mola e permite a entrada dos gases de escape. A sede da válvula é fechada novamente pela pressão da mola quando o vácuo deixa de ser aplicado.

A válvula EGR é aberta de acordo com as condições de funcionamento do motor e os valores de regulação para recirculação dos gases de escape estão memorizados no módulo de injeção eletrônica.

Válvula reguladora de vácuo EGR

A válvula reguladora de vácuo EGR encontra-se localizada no tubo de vácuo que vai do coletor de admissão para a válvula EGR.

Quando a válvula reguladora de vácuo EGR fica sem alimentação de tensão, o vácuo atua sobre o prato metálico da válvula que se encontra pressionado contra a sede da válvula pela força da mola, e o vácuo é reduzido pela entrada do ar fresco. Este ar passa através de um filtro de espuma no alojamento superior da válvula reguladora de vácuo. O vácuo restante não é suficiente para abrir a válvula EGR.

A válvula reguladora de vácuo é desacoplada através de um ponto de estrangulamento na ligação do tubo flexível do tubo de vácuo para o coletor de admissão, de forma que a pressão possa ser regulada. Quando a válvula reguladora de vácuo é acionada por impulsos de massa, através do módulo de injeção eletrônica, o campo magnético da bobina aumenta a força de fechamento da válvula de sede plana, dado que o prato em ferro da válvula é atraído magneticamente. Isto permite a criação de um vácuo que atua sobre o diafragma da válvula EGR, abrindo-a.

O vácuo na válvula reguladora de vácuo pode ser controlado pelos impulsos de massa variáveis. Deste modo, a válvula EGR é aberta de forma que a recirculação dos gases de escape no circuito fechado esteja de acordo com os valores específicos no mapa memorizado no módulo de controle do motor.

Tanque

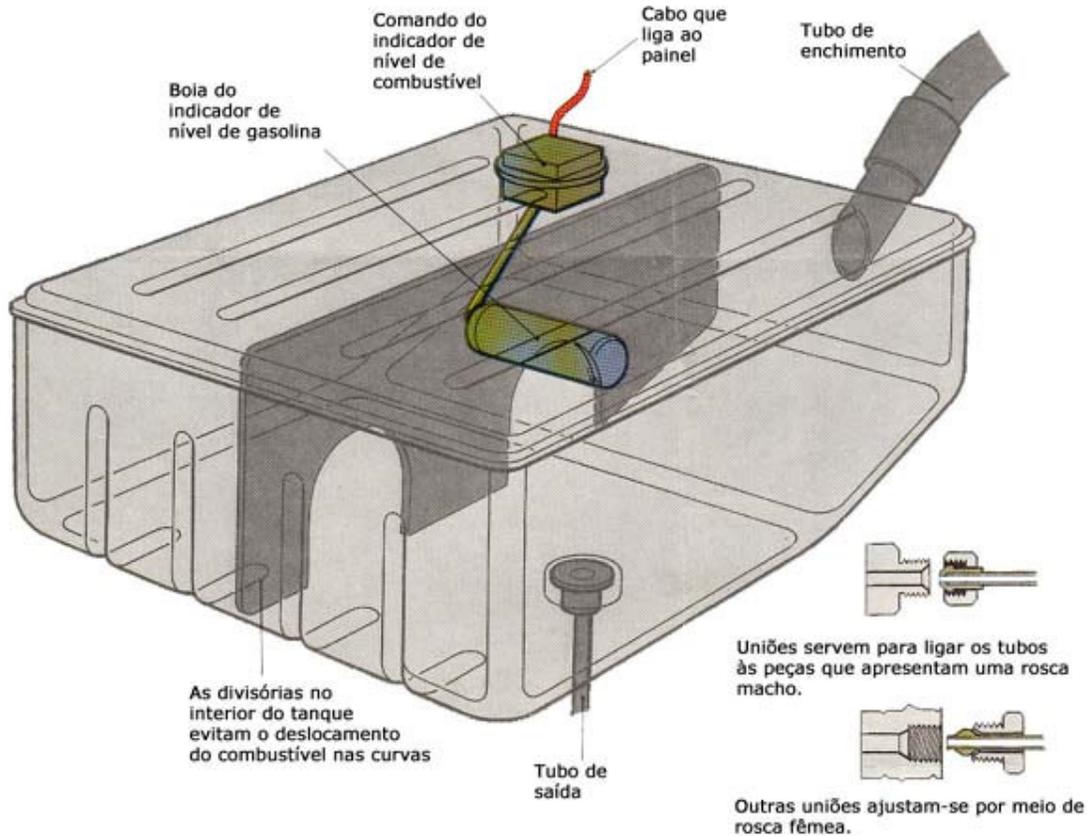
Atualmente os tanques de gasolina estão montados o mais longe possível do motor, ou seja, na parte de trás do veículo quando este tem o motor à frente, na parte da frente quando o motor está na parte de trás, exceto um ou outro caso. Esta disposição reduz o perigo de incêndio e permite a localização do tanque a um nível mais baixo que o do compartimento do motor. Quanto mais baixo estiver o tanque – bastante pesado, quando cheio –, menos afetará a estabilidade do automóvel.

O interior de alguns tanques encontra-se dividido para evitar o deslocamento do combustível, quando o automóvel freia ou descreve uma curva, e é normalmente tratado para não enferrujar devido à condensação da umidade. Os tanques de gasolina eram normalmente metálicos e atualmente tem se usado muito o plástico. A sua capacidade varia entre 18 Lts., e 115 Lts., segundo o modelo do automóvel e as características do motor.

Atualmente os tanques de gasolina estão montados o mais longe possível do motor, ou seja, na parte de trás do veículo quando este tem o motor à frente, na parte da frente quando o motor está na parte de trás, exceto um ou outro caso.

Esta disposição reduz o perigo de incêndio e permite a localização do tanque a um nível mais baixo que o do compartimento do motor. Quanto mais baixo estiver o tanque – bastante pesado, quando cheio –, menos afetará a estabilidade do automóvel.

O interior de alguns tanques encontra-se dividido para evitar o deslocamento do combustível, quando o automóvel freia ou descreve uma curva, e é normalmente tratado para não enferrujar devido à condensação da umidade. Os tanques de gasolina eram normalmente metálicos e atualmente tem se usado muito o plástico. A sua capacidade varia entre 18 Lts., e 115 Lts., segundo o modelo do automóvel e as características do motor.

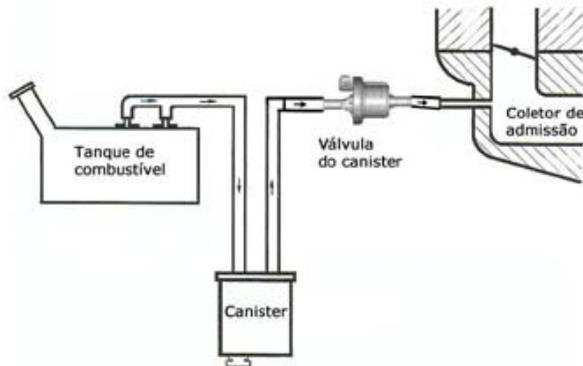


Em regra, um tanque cheio permite à maioria dos automóveis percorrer normalmente um mínimo de 320 km. Alguns automóveis têm um tanque de combustível de reserva; outros dispõem de uma luz de aviso que se acende quando o nível de gasolina está muito baixo. O tubo de enchimento de um tanque deve ter a largura suficiente para admitir o fluxo de combustível à velocidade a que este é debitado pelas bombas dos postos de gasolina e para permitir a saída do ar do interior do tanque à medida que esse vai se enchendo.

Os tanques apresentam tubos de respiro no tampão para permitir a entrada de ar no seu interior, conforme o combustível vai sendo consumido, a fim de evitar a formação do vácuo.

Canister

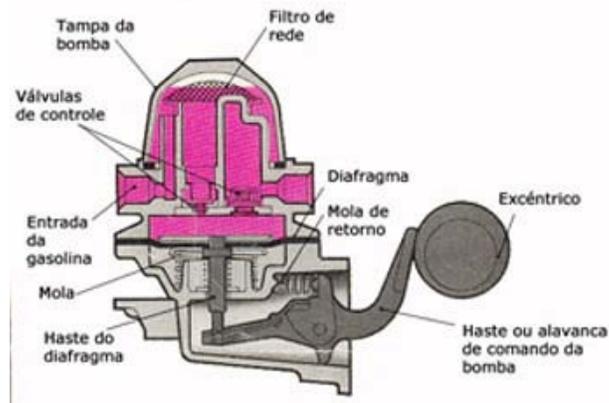
Hidrocarbonetos são liberados do tanque de combustível na forma de vapores aromáticos. Os níveis de emissão evaporativa são afetados pelo tipo de combustível utilizado, pela integridade das linhas e do recipiente de vapor (cânister), bem como pela capacidade da tampa do tanque de combustível para vedar. Portanto, deve existir um sistema para armazenar os vapores liberados do combustível.



Vapores de gasolina são acumulados no tanque de combustível do veículo. Se liberados para a atmosfera, hidrocarbonetos (HC) também seriam liberados para a atmosfera. De modo a reduzir as emissões de HC da evaporação de combustível, os vapores são direcionados para um recipiente (cânister) contendo carvão ativado.

Bomba de combustível

A bomba de gasolina torna-se necessária num sistema de alimentação, já que o carburador, através do qual passa toda a gasolina, fica normalmente a um nível mais elevado que o tanque e bastante afastado deste.



Existem dois tipos de bombas: as mecânicas, que se situam necessariamente no compartimento do motor, pois são acionadas por este e elétricas, instaladas normalmente próximo do tanque, afastadas do motor e do calor por este liberado.

Mecânica

Consiste numa câmara dividida por um diafragma. A parte superior contém um filtro e um copo de sedimentação e apresenta duas válvulas com molas para regular o fluxo da gasolina.

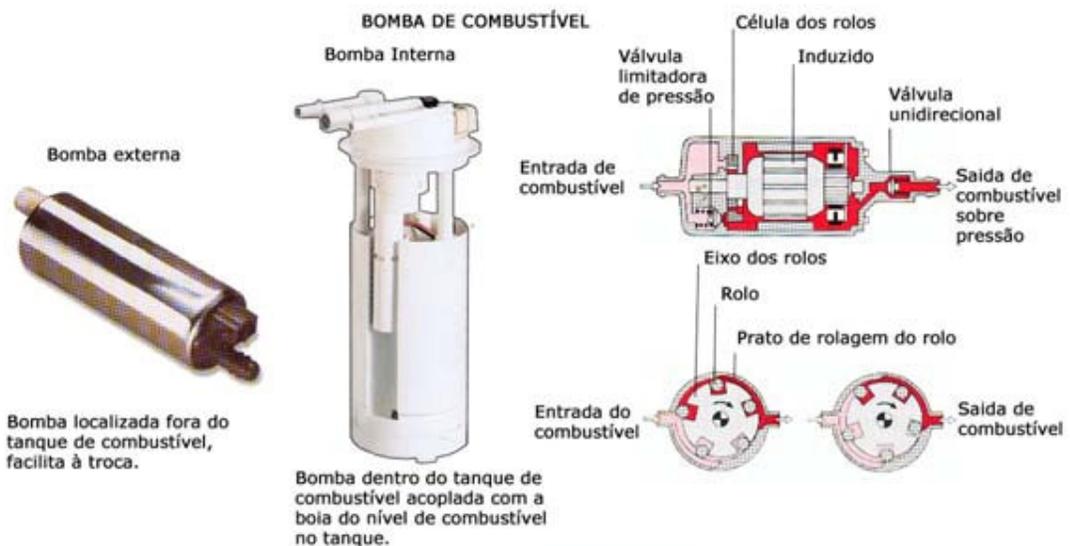
Na parte inferior encontra-se uma mola que regula a pressão de alimentação da gasolina e uma haste de comando (braço ou alavanca) acionada pela árvore de comando das válvulas. O diafragma é alternadamente impelido para baixo pela haste e para cima pela mola. Quando o carburador está cheio e a válvula de agulha fechada, não se verifica qualquer passagem de gasolina e o diafragma permanece na sua posição inferior. Em conseqüência, a haste de comando oscila sem acionar o

diafragma. As bombas mecânicas são muito eficazes; contudo, funcionam apenas com o motor trabalhando e apesar de isolados, estão sujeitos a ação do calor do motor.

Um excêntrico do comando aciona o diafragma da bomba mecânica



Elétrica



As bombas elétricas tem o mesmo princípio das bombas mecânicas, bombear combustível.

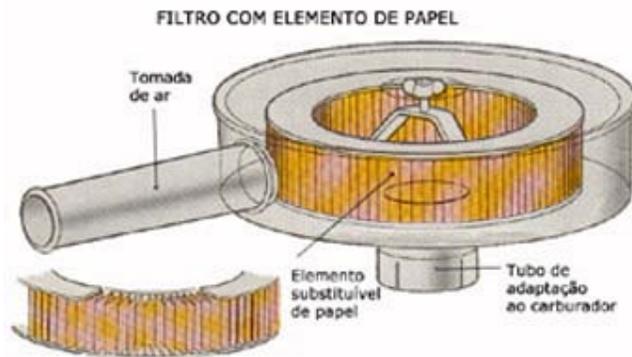
Existem duas posições onde são colocadas, internamente, no tanque de combustível e externamente, nas tubulações que levam a gasolina até o motor. Quanto aos tipos de bombas temos: de roletes e paletas.

Filtro de ar

Os automóveis modernos apresentam, à entrada do carburador, um filtro de ar cuja função principal consiste em evitar a entrada de poeira e outras partículas no carburador e conseqüentemente nos cilindros.

Um motor utiliza entre 2000 L. e 5000 L. de ar por minuto, sendo absolutamente necessário a existência de um filtro para evitar a entrada de partículas de poeira, que iriam obstruir calibradores de ar ou originar desgaste nos pistões e nos cilindros.

Os filtros, quando sujos, oferecem uma certa resistência ao fluxo de ar e afetam o rendimento do carburador devendo portanto ser limpos ou substituídos a intervalos regulares, como por exemplo, a cada 10.000 km.



O filtro de ar também atua como silencioso, já que atenua o ruído que produz o ar ao entrar no coletor de admissão. O filtro e a tomada de ar são projetados de maneira a diminuir a ressonância causada pelas flutuações de pressão no coletor de admissão.

Os motores têm, na sua maioria, um circuito fechado de respiração que evita que os gases do Carter passem para a atmosfera. Alguns sistemas põem o cárter em comunicação com o filtro de ar por meio de um tubo de borracha ou plástico que liga a tampa das válvulas ao filtro. Em outro sistema a comunicação é feita com o coletor de admissão.

Numerosos filtros de ar têm posições para verão e inverno. Na posição de inverno o filtro aspira o ar que circunda o coletor de escapamento, o que facilita o arranque à frio e evita que o carburador gele. Contudo, dado que o ar quente perde densidade, verifica-se uma ligeira queda de rendimento. Já nos países temperados ou quentes não é necessária a mudança de posição.

Esta mudança de posição é feita automaticamente pela válvula thermac.

Existem vários tipos de filtros de ar, dependendo as suas formas e dimensões geralmente do espaço ocupado pelo motor. O filtro com elemento de papel é o mais utilizado tem uma maior leveza e capacidade. O elemento filtrante é fabricado com papel fibroso tratado com resina, dobrado em sanfona a fim de oferecer uma melhor superfície de contato com o ar que o atravessa.

O filtro em banho de óleo foi amplamente utilizado em países onde o ar está impregnado de poeira. O ar que penetra pelo centro do filtro passa pelo banho de óleo, onde ficam retidas as partículas de poeira mais pesadas. Quando o ar passa pelo elemento de rede metálica (em baixo), a poeira restante e algumas partículas de óleo arrastadas no movimento do ar ficam nele retidas, completando-se assim a filtragem do ar, que chega limpo ao motor.

Filtro de rede metálica



A rede metálica, o tipo mais simples de filtro de ar, consiste numa rede de malha larga impregnada de óleo antes de ser colocada no filtro. A sua duração é praticamente ilimitada, desde que a rede seja desmontada periodicamente para limpeza e impregnação de óleo. Existia uma infinidade de modelos de filtros de rede metálica, alguns dos quais apresentavam uma câmara idêntica à de um silencioso de escapamento, a fim de reduzir o ruído.

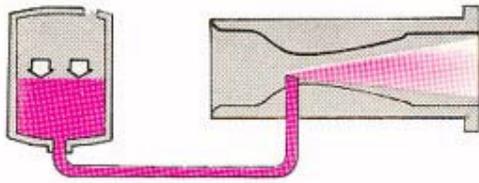
Carburação

A depressão originada nos cilindros, quando os pistões descem no tempo de admissão, aspira o ar para os cilindros. Este atravessa o carburador, sendo a sua quantidade regulada por uma válvula rotativa, designada por borboleta, que se abre ou fecha-se, conforme a pressão exercida sobre o acelerador.

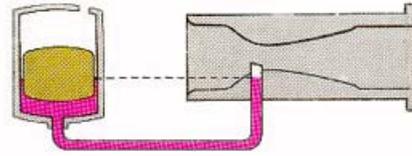
A quantidade de ar aspirado depende da rotação do motor e da posição da borboleta. A função do carburador consiste em assegurar que à corrente de ar se junte a um determinado volume de gasolina para que chegue aos cilindros uma mistura correta.

A gasolina, proveniente da cuba de nível constante, junta-se à corrente de ar numa passagem estreita denominada difusor, ou cone de Venturi, cujo funcionamento se baseia no princípio de que a pressão de uma corrente de ar diminui quando a sua velocidade aumenta. Quando o ar passa através do estrangulamento do difusor, a sua velocidade aumenta, sendo precisamente nessa zona de baixas pressões que a gasolina é aspirada pela corrente de ar.

O fluxo do ar será o máximo quando o motor trabalhar à velocidade máxima, com a borboleta completamente aberta. Quanto maior for a velocidade do ar que passa pelo difusor, maior será a aspiração de gasolina.



Pressão atmosférica exercida sobre a gasolina. A cuba de nível constante apresenta um pequeno orifício na tampa para que a pressão atmosférica exerça sua ação sobre o combustível existente no tanque, permitindo-lhe a passagem para o difusor, onde existe um vácuo parcial originado pelo fluxo de ar admitido.



Nível correto da bóia. A extremidade do duto da gasolina que desemboca no difusor deve encontrar-se a um nível ligeiramente superior ao da gasolina na cuba de nível constante para evitar a saída automática de combustível quando o carburador se inclina, o que sucede, por exemplo, numa subida ou descida.

Na prática, um carburador, tão simples como o acima descrito, não seria satisfatório pois a gasolina e o ar não têm as mesmas características de fluxo. Enquanto a densidade do ar diminui à medida que a velocidade do seu fluxo aumenta, a densidade da gasolina mantém-se constante qualquer que seja a velocidade do seu fluxo. Como a mistura gasosa, para ter uma combustão eficiente, deve forma-se em relação ao seu peso, numa proporção aproximada de 15:1 e, dado que aumentando a velocidade do ar, diminuiria a sua densidade, a mistura iria enriquecendo progressivamente, podendo tornar-se tão rica que não chegaria a inflamar-se.

Existem dois processos para solucionar este problema; num carburador de difusor e jatos fixos, um certo volume de ar mistura-se com a gasolina antes de esta passar para o difusor através de um conjunto de tubos emulsionadores ou de compensadores.

Já num carburador de difusor e jatos variáveis, podem variar-se a quantidade de gasolina debitada pelo pulverizador, bem como as dimensões do difusor para manter as corretas proporções de ar e gasolina.

A gasolina na cuba de nível constante do carburador mantém-se sempre ao mesmo nível, graças a uma válvula acionada pela bóia. A extremidade do condutor de gasolina que desemboca no difusor deve ficar mais alta que o nível da gasolina na cuba de nível constante para evitar a saída de combustível quando o automóvel se inclina, como acontece, por exemplo, numa subida ou descida. Isto quer dizer que a gasolina tem de subir ligeiramente – cerca de 6mm – antes de se misturar com o fluxo do ar no difusor. A sucção criada pela depressão é suficiente para elevar a gasolina acima do pulverizador e para introduzi-la no difusor sob forma de pequenas gotas.

Além de aspirar a gasolina e o ar, o sistema de carburação deve também pulverizar a gasolina, misturá-la perfeitamente com o ar e distribuir a mistura de maneira uniforme pelos cilindros. A gasolina apresenta-se já sob a forma de pequenas gotas quando entra no difusor. Num carburador de difusor e jatos fixos é prévia e parcialmente emulsionada com o ar; já num carburador de difusor e jatos variáveis a divisão em pequenas gotas ocorre no difusor e é provocada pela velocidade da corrente de ar.

Quando a mistura gasosa passa pela borboleta, penetra no coletor por influência da depressão resultante da sucção do pistão, tendo início a vaporização das gotículas de gasolina. A velocidade da vaporização depende do valor da depressão no coletor de admissão que, por si, depende da rotação do motor e da posição da borboleta.

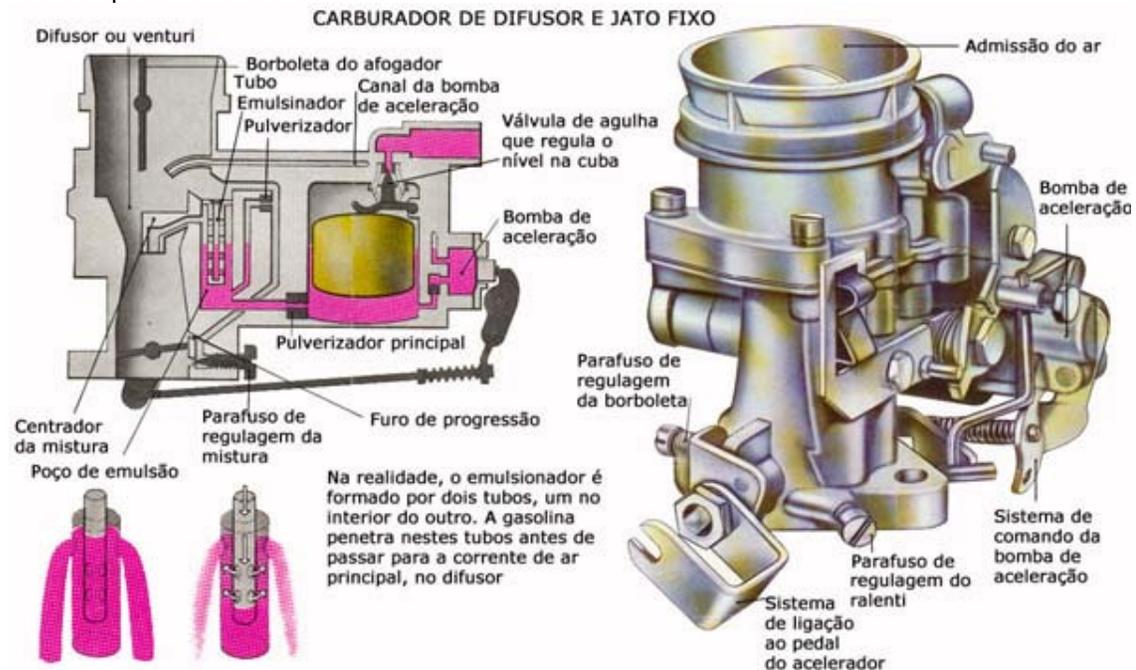
A grande velocidade, quando a borboleta se encontra totalmente aberta, a depressão poderá ser de valor tão baixo que grande parte da gasolina permanecerá

em estado líquido e será transportada pelo ar ou escorrerá ao longo das paredes do coletor. À velocidade cruzeiro, com a borboleta parcialmente fechada, a depressão aumenta, pelo que a maior parte da gasolina ficará vaporizada. Nos motores em que existe um carburador para cada cilindro, o fato da mistura se encontrar parcialmente no estado líquido é irrelevante, pois esta irá vaporizar-se na câmara de explosão pela ação do calor. Porém, quando só um carburador alimenta vários cilindros, a distribuição uniforme é fundamental, mas difícil se a mistura estiver úmida. Elevando a temperatura do coletor de admissão por meio de um "ponto quente", aquecido pelos gases de escapamento ou por água, consegue-se uma melhor vaporização da gasolina e, portanto, uma distribuição mais uniforme da mistura.

Difusor jatos fixos

O carburador de difusor e jatos fixos apresenta vários pulverizadores, alimentadores, jatos ou "gigleres" (do francês gicleur), e uma bomba de aceleração ou de reprise para fazer variar a riqueza da mistura de acordo com as necessidades do motor.

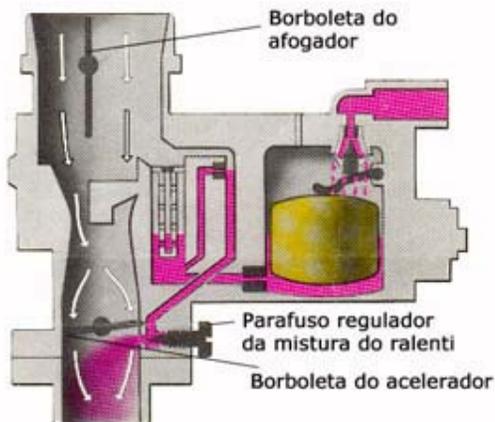
À medida que a corrente de ar que passa pelo difusor do carburador aumenta de velocidade, o ar torna-se menos denso, pelo que na ausência de qualquer dispositivo de compensação, a mistura tornar-se-ia progressivamente mais rica até não ser possível a sua combustão.



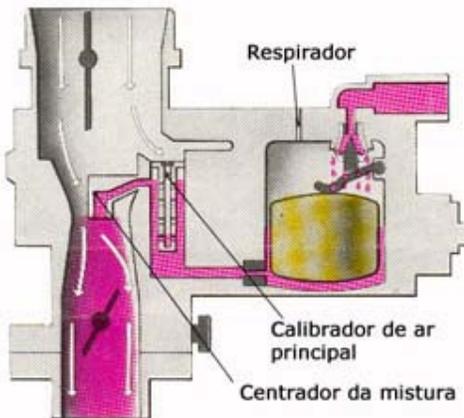
O carburador de difusor e jatos fixos soluciona este problema por meio de um sistema de compensação que mistura um determinado volume de ar na gasolina antes desta ser lançada no difusor. Na maior parte dos carburadores, a correção da proporção de ar é feita por meio de um tubo perfurado que emulsiona a mistura. O pulverizador principal fornece a gasolina ao poço de emulsão, no qual se encontra uma peça calibrada que doseia a entrada do ar para emulsão. À medida que o número de rotações do motor aumenta e o nível de gasolina no poço de emulsão desce, intensifica-se a absorção de ar através dos furos do tubo emulsinador, empobrecendo automaticamente a mistura.

Outro processo consiste na instalação de um pulverizador de compensação, além do pulverizador principal. À medida que o nível de combustível desce num poço existente ao lado do depósito de nível constante, o ar admitido é enviado ao pulverizador de compensação para que uma mistura de ar e gasolina, e não apenas de gasolina, atinja o difusor. A mistura pobre do pulverizador

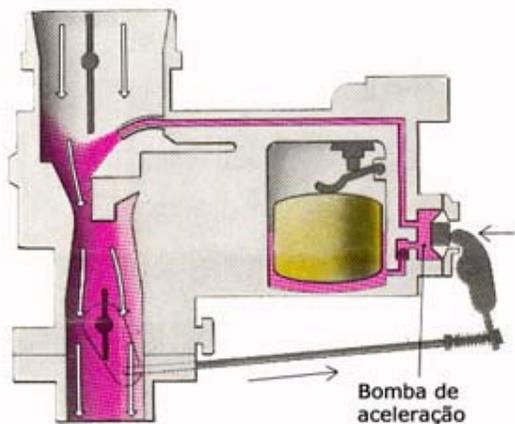
FASES DE FUNCIONAMENTO



RALENTI A gasolina e o ar chegam ao coletor de admissão através de um circuito independente com um ou mais orifícios de progressão.



ABERTURA DO ACELERADOR O combustível já emulsionado é aspirado do poço de emulsão pelo centrador da mistura e passa ao difusor, onde se completa a pulverização.



ACELERAÇÃO O combustível adicional necessário é fornecido pela bomba de aceleração e descarregado no difusor, mediante um injetor integrado no circuito da bomba.

de compensação anula o aumento da proporção de gasolina da mistura fornecida pelo pulverizador principal.

O pulverizador principal tem normalmente as dimensões ideais para fornecer as misturas relativamente pobres necessárias para um funcionamento econômico a uma velocidade de cruzeiro.

Para conseguir as misturas mais ricas, necessárias para acelerações máxima, o carburador de difusor e jato fixos pode incluir um circuito sobrealimentador que entra em funcionamento a média da elevada aceleração.

Variação da mistura segundo as diferentes velocidades – Quando, ao arrancar com o motor frio, se puxa pelo botão do afogador ou abafador, fecha-se uma válvula com uma mola, designada por estrangulador, borboleta do afogador, ou de arranque a frio e abre-se ligeiramente a borboleta do acelerador. Deste modo reduz-se o fluxo de ar e aumenta-se a aspiração de gasolina do pulverizador principal para o difusor, obtendo-se assim a mistura mais rica necessária para o arranque. Quando o motor pega e acelera, o ar adicional absorvido obriga a borboleta a abrir parcialmente e assegura o empobrecimento da mistura, a fim de evitar o encharcamento das velas.

Com o motor já quente e funcionando em marcha lenta, o movimento dos pistões provoca uma depressão no coletor de admissão. Como a borboleta do acelerador está praticamente fechada, esta depressão atua sobre o pulverizador através de mínimo ou ralenti, aspirando através deste a gasolina da parte inferior do poço de emulsão fazendo descer o seu nível. O ar necessário para se misturar com a gasolina é absorvido por um calibrador de ar mínimo.

Ao pisar no pedal do acelerador, abre-se a borboleta e aumenta o fluxo de ar através do pulverizador de compensação de ar. Em consequência do aumento da depressão no difusor, a gasolina depois de passar pelo pulverizador principal, faz subir o nível no poço de emulsão e, ao mesmo tempo, o ar admitido no calibrador principal emulsiona a gasolina que será posteriormente pulverizada no difusor. Simultaneamente, diminui a depressão no furo de descarga do ralenti e cessa o fluxo de combustível nesse ponto.

Para evitar qualquer empobrecimento indevido da mistura durante esta fase de transição, é usual existirem um ou mais orifícios de progressão que são alimentados pelo canal do circuito de ralenti.

Para fornecer o combustível adicional necessário na aceleração e nas aberturas súbitas da borboleta existe uma bomba de aceleração mecânica. Esta consiste num poço (ou câmara), cheio de combustível e num pistão acionado por uma mola ou um diafragma ligado à borboleta. Quando esta se abre, o combustível é descarregado no difusor por ação do pistão e através de um injetor integrado no circuito da bomba.

Em alguns carburadores, o curso da bomba pode ser regulado de modo a fornecer mais ou menos combustível. Os motores atuais e as condições da sua utilização originaram o aparecimento de uma grande variedade de carburadores de difusor e jato fixos, com uma complexa disposição de condutores de combustível, pulverizadores e orifícios de descarga.

A grande vantagem destes carburadores reside na ausência de partes móveis.

Difusor jatos variáveis

CARBURADOR DE DIFUSOR JATOS VARIÁVEIS

O carburador difusor e jato variáveis inclui, tal como o carburador de difusor e jatos fixos, uma alimentação de combustível a nível constante, uma válvula de borboleta e um difusor, ou cone de Venturi. A diferença principal entre estes dois tipos de carburador reside no fato de, no primeiro, o estreitamento do difusor poder variar de modo a manter uma depressão quase constante na zona de pulverização.

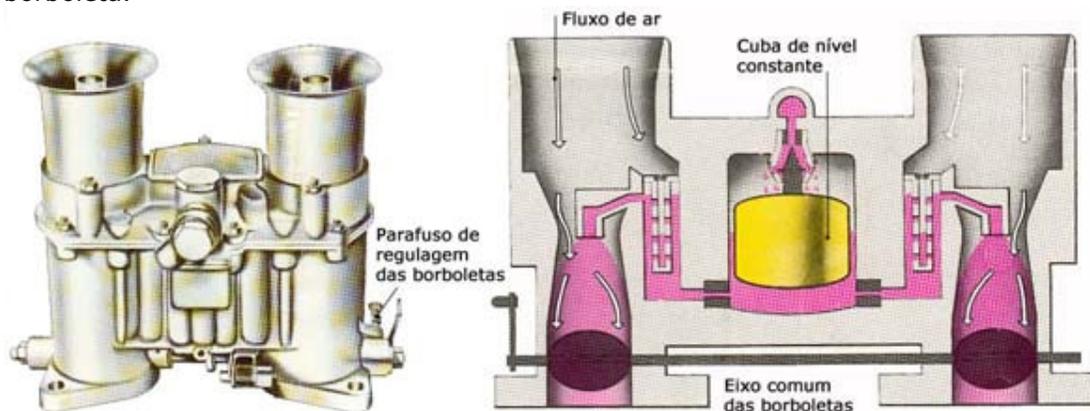
O estreitamento do difusor é regulado pôr um pistão cuja posição depende do grau de abertura da borboleta do acelerador. Se a borboleta estiver quase fechada, o que sucede quando o motor funciona em marcha lenta, diminui o fluxo de ar através do difusor.

Corpo duplo

O carburador de corpo duplo apresenta duas passagens principais de ar, cada uma com o seu difusor e pulverizador de gasolina, mas com cuba de nível constante comum. As suas borboletas estão normalmente montadas no mesmo eixo e funcionam simultaneamente.

A fábrica italiana WEBER inclui-se entre os mais experimentados fabricantes de carburadores de corpo duplo. Vários dos seus modelos apresentam um pequeno difusor secundário denominado centrador de mistura, colocado ligeiramente acima do difusor principal. O combustível é fornecido ao difusor secundário, que alimenta o difusor principal.

A mistura é fornecida através de um pulverizador e de um tubo de emulsão. A bomba de aceleração consiste num pistão acionado por mola e que permite a passagem de uma quantidade determinada de combustível. O tirante de acionamento do pistão é comandado por uma alavanca situada no eixo da borboleta.



Uma cuba comum de nível constante fornece quantidades equivalentes de gasolina a cada corpo que tem seus próprios difusores, tubos de emulsão, pulverizadores e circuito ralenti. As duas borboletas estão normalmente montadas no mesmo eixo e são acionadas simultaneamente por um mesmo tirante.

Misto

CARBURADORES MISTOS

O carburador misto (compound) tem dois ou mais corpos de difusor fixo que alimentam um coletor de admissão comum. As borboletas do acelerador estão dispostas de modo que sua abertura seja diferenciada, isto é, que apenas funcione uma, até que a necessidade de ar atinja um certo valor, momento em que se abre a Segunda borboleta, conseguindo-se assim, uma maior potência.

Esta disposição permite que o diâmetro do primeiro corpo – o corpo primário – e o respectivo difusor possam ser menores, permitindo um funcionamento suave com o motor a baixa rotação.

O peso e a mola do pistão fazem-no descer, ficando apenas um espaço reduzido para a passagem do ar. Quando se pisa no acelerador e a borboleta se abre, intensifica-se a passagem do ar através do difusor e aumenta a depressão em cima do pistão. Esta obriga o pistão a subir, o que aumenta ainda mais o fluxo de ar para o motor.

O débito da gasolina é regulado pôr uma agulha de ponta cônica ligada ao pistão e que penetra no pulverizador do combustível e quando pistão sobe a agulha sobe também, permitindo uma maior passagem de combustível. A posição do pulverizador e a forma da agulha assegura a proporção correta de gasolina e ar.

O enriquecimento da mistura, a quando da aceleração, é assegurado pôr um amortecedor que diminui a velocidade de subida do pistão quando se abre a borboleta, o que resulta um aumento da depressão no pulverizador de combustível e um enriquecimento temporário da mistura.

Como a pressão do ar no difusor variável permanece praticamente constante a qualquer regime de rotação do motor, não há necessidade de um circuito independente para a marcha lenta, como acontece no carburador de difusor e jatos fixos.

Nos carburadores SOLEX e WEBER, de abertura diferenciada, a borboleta do corpo secundário pode abrir-se mecanicamente mediante articulação ligada à borboleta do corpo primário ou então pôr meio de um dispositivo pneumático que atua pôr sucção, o qual consta de uma câmara e um diafragma com haste de ligação à borboleta.

Carburadores mistos – Os corpos de difusor fixo alimentam um coletor comum. O corpo primário, de menor diâmetro, assegura um funcionamento suave a baixa rotação, enquanto o corpo secundário, de maior diâmetro, aumenta a quantidade de mistura para obter o máximo de rendimento. A articulação das borboletas permite a abertura diferenciada.

Injeção

Num sistema de carburador, o ar aspira a gasolina, sendo a mistura resultante distribuída pelos cilindros. Num sistema de injeção, a gasolina é introduzida sob pressão – por meio de pequenos injetores, um para cada cilindro -, impulsionada por uma bomba mecânica ou elétrica.

Os injetores encontram-se nos dutos de admissão, muito próximo das válvulas de admissão. Embora a quantidade de combustível injetada e o tempo de injeção variem com o tipo de sistema utilizado, a dosagem do combustível deve ser de grande precisão.

No sistema de injeção verifica-se uma perfeita atomização do combustível, que permite a sua distribuição ideal se o volume de ar que penetra em cada em cada cilindro for o mesmo.

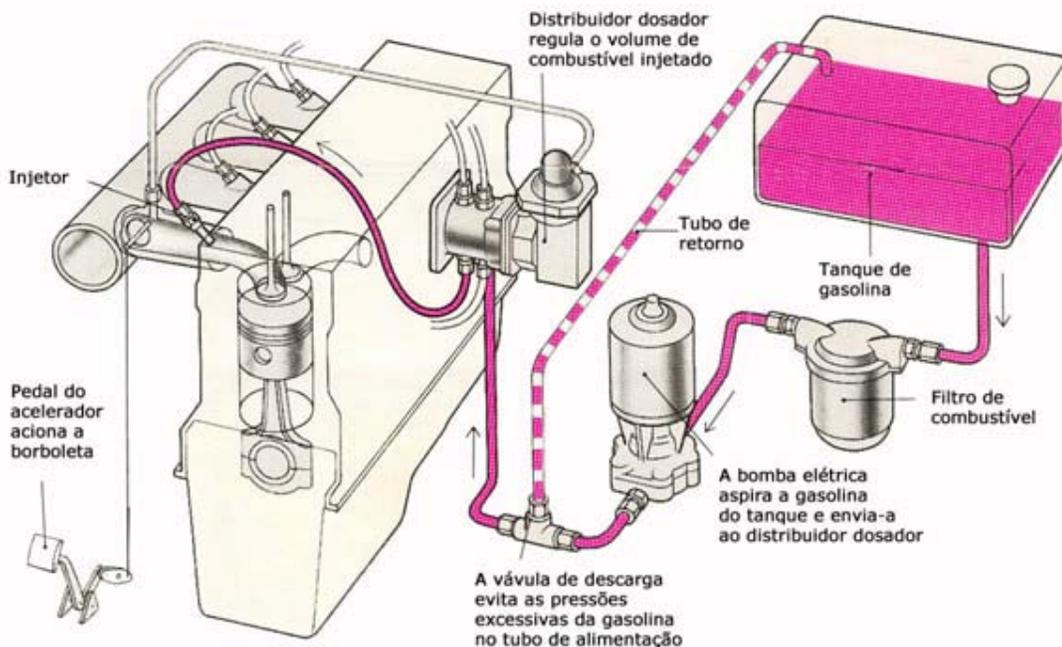
Neste sistema, o fluxo de ar encontra menos obstáculos do que no sistema de carburador, já que no primeiro não existe difusor. O coletor de admissão, no sistema de injeção, apenas conduz o ar e não intervém na mistura da gasolina podendo, portanto, ter um formato que lhe permita dificultar o mínimo possível o fluxo de ar, sem necessidade de criar um foco calorífico.

A injeção do combustível aumenta a potência do motor e a aceleração e pode reduzir o consumo de combustível, uma vez que a distribuição da mistura se torna mais eficaz. O motor responde mais rapidamente à aceleração devido ao curto espaço de tempo que serve como mediador entre o movimento do acelerador e a injeção do combustível

As desvantagens do sistema de injeção residem no seu elevado custo (maior que o do sistema de carburadores) e no fato de sua assistência, embora raramente necessária, ter de ser prestada por um especialista.

Mecânica

O sistema mecânico Lucas utiliza um dispositivo de lançadeira para regular o fornecimento da gasolina, em vez da bomba do pistão existente na maioria dos sistemas mecânicos. Uma bomba elétrica, montada perto do tanque de gasolina, aspira o combustível através do filtro de papel e fornece-o a uma pressão de cerca de 7kg/cm^2 à unidade de controle ou ao distribuidor-dosador. A pressão mantém-se constante, graças à existência de uma válvula de descarga que devolve o excesso de combustível ao tanque. O fornecimento do combustível é regulado por um cilindro ou por rotor - acionado pelo motor e girando dentro do distribuidor-dosador - que apresenta entrada e saídas do combustível.

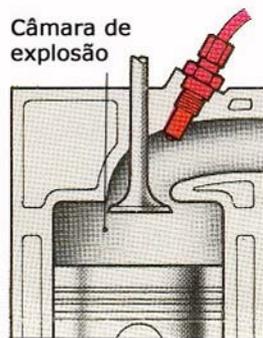
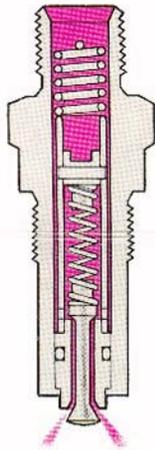


No cilindro existem orifícios dispostos radialmente que permitem a comunicação com o seu interior, onde uma lançadeira se move entre dois batentes, um fixo e o outro ajustável.

Como o cilindro gira a metade do número de rotações do motor, os seus orifícios alinham-se com a entrada do combustível e permitem que a pressão deste empurre a lançadeira de um lado para outro, entre dois batentes, fornecendo o combustível alternadamente a cada injetor. A posição do batente ajustável é determinada por um excêntrico acionado pela depressão do coletor do motor, que resulta na variação do curso máximo de lançadeiras e, portanto, na quantidade de combustível injetado.

À partir do distribuidor-dosador, o combustível é fornecido alternadamente a cada injetor no preciso momento e em quantidades cuidadosamente reguladas.

O injetor abre-se e injeta a gasolina atomizada na corrente de ar que passa no duto de admissão.



O injetor controlado pelo distribuidor dosador está colocado no duto de admissão.

Eletrônica

A injeção eletrônica foi inventada em 1912 pela Robert Bosch e colocada em linha de produção nos Estados Unidos em 1957 pela Chevrolet mais precisamente no Corvette. Apesar de oferecer mais performance e economia de combustível, foi deixada de lado pelos fabricantes por economia e credibilidade. Quando o governo americano começou a estabelecer limites de eficiência, níveis máximos de emissão de poluentes e a avançada tecnologia eletrônica, os fabricantes de veículos começaram a olhar mais de perto a injeção eletrônica. No Brasil ela apareceu em 1989 no Gol GTI e hoje equipa todos os carros produzidos no Brasil. O carburador drena combustível baseado na demanda do vácuo. Baixo vácuo - mais combustível. Alto vácuo - menos combustível. A mistura da razão ar/combustível muda conforme a mudança da borboleta do carburador que regula o fluxo de ar. Ao se fechar a borboleta do carburador, há uma diminuição da razão ar/combustível pelo fato da queda do fluxo de ar e simultaneamente do aumento de vácuo. Este sistema funcionou bem por vários anos, mas a falta de um sistema de controle preciso de combustível para os motores modernos passou a ser uma necessidade. Os sistemas de injeção eletrônica de combustível possuem um microprocessador eletrônico

(módulo de injeção) que é responsável pelo controle de todo o sistema. O módulo analisa as informações vindas dos vários sensores distribuídos pelo motor, processa e retorna ações de controle nos diversos atuadores, de modo a manter o motor em boas condições de consumo, desempenho, dirigibilidade e emissões de poluentes. Alguns sistemas "avisam" o motorista se há defeito em algum sensor ou atuador do sistema de injeção eletrônica. Os defeitos apresentados ficam armazenados na memória do computador (apenas no caso de injeções digitais) para posterior verificação com equipamentos apropriados. Alguns sistemas possuem ainda estratégia de atualização de parâmetros, permitindo a correção automática dos principais parâmetros (tempo de injeção, avanço da ignição, marcha-lenta, etc.) em função de variações como: envelhecimento do motor, qualidade do combustível e forma de condução do veículo. Os sistemas de injeção eletrônica oferecem uma série de vantagens em relação ao carburador:

- § Melhor atomização do combustível (injeção sob pressão)
- § Redução do efeito "retorno de chama" no coletor de admissão
- § Controle da mistura (relação ar/combustível)
- § Redução da emissão de gases poluentes pelo motor
- § Eliminação de ajuste de marcha lenta e mistura
- § Maior economia de combustível
- § Eliminação do afogador
- § Facilidade de partidas a quente e frio do motor
- § Melhor dirigibilidade

TIPOS DE INJEÇÃO ELETRÔNICA DE COMBUSTÍVEL

Podemos classificar os sistemas de injeção eletrônica quanto ao número de válvulas injetoras e quanto ao sistema eletrônico empregado. Em relação ao sistema eletrônico, encontramos basicamente dois tipos:

- § Sistema analógico
- § Sistema digital

Em relação ao número de válvulas injetoras, existem basicamente dois tipos:

- § Com apenas uma válvula injetora de combustível (single point, EFI)
- § Com várias válvulas injetoras (multipoint,MPFI)

Nos sistemas com apenas uma válvula injetora, esta é responsável pela alimentação de combustível de todos os cilindros do motor. Nos sistemas com várias válvulas podem ter alimentação:

- § Não sequencial (quando todas válvulas injetam ao mesmo tempo)
- § Semi-sequencial (quando algumas válvulas injetam ao mesmo tempo que outras)
- § Sequencial (quando cada válvula injeta num momento diferente das outras)

A escolha do tipo de injeção para cada veículo, por parte das montadoras, leva em consideração vários fatores estando entre eles: o custo de fabricação, tipo de veículo e emissão de poluentes. A injeção eletrônica controla a quantidade de combustível injetada pelos bicos injetores, para todas as condições de trabalho do motor, através do módulo de comando. Através de informações recebidas ajusta a relação ar/combustível bem próxima da relação ideal. Para calcular a quantidade de combustível precisa-se medir a quantidade de ar (massa) admitida pelo motor. Existem várias técnicas de medida de massa de ar:

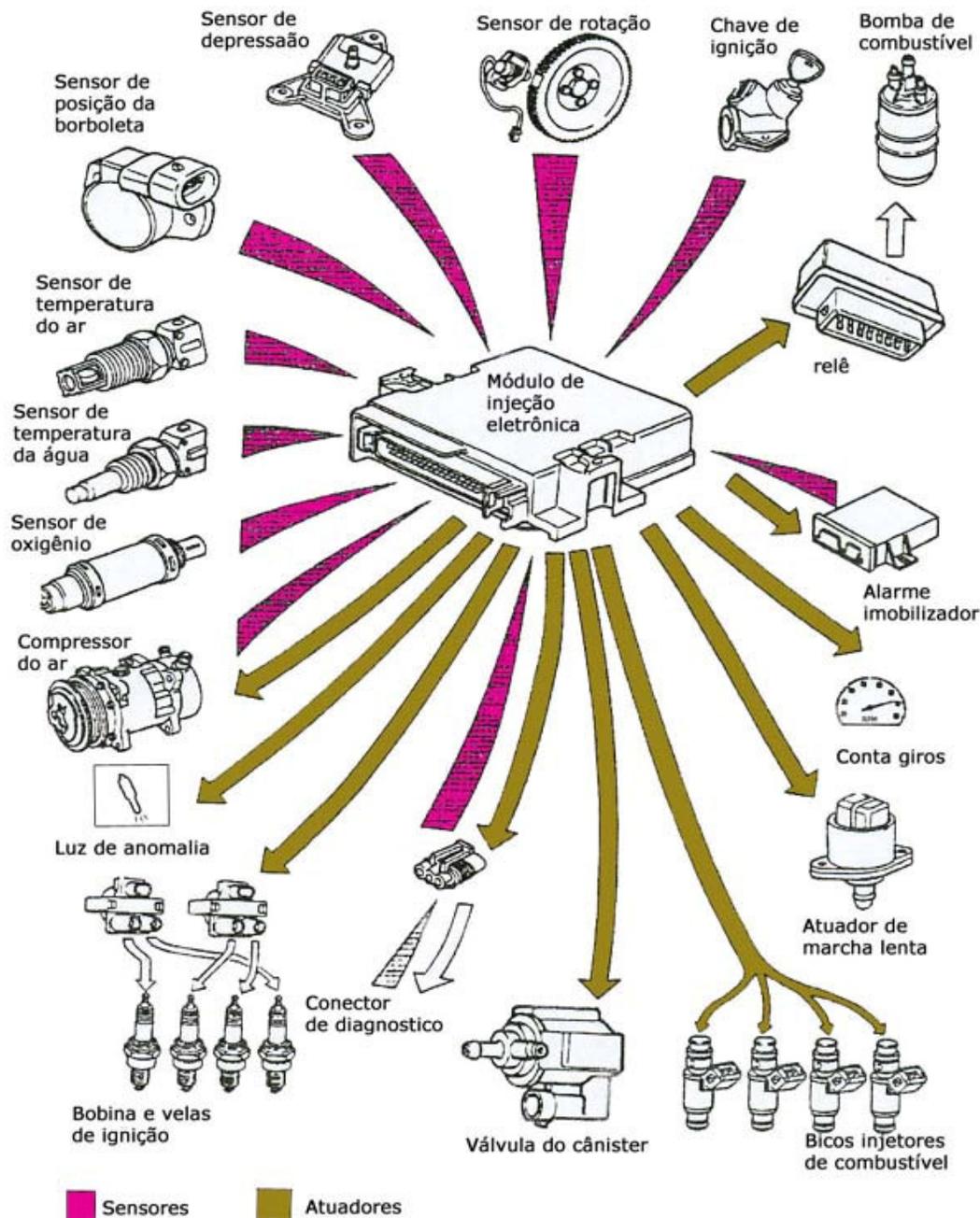
- § Utilizando o medidor de fluxo de ar (LMM).
- § "speed density" (velocidade/densidade)- utilizando a rotação e o vácuo do motor (MAP)
- § utilizando o medidor de massa de ar – o sensor é um fio metálico aquecido (técnica de "fio quente").

Além do controle de combustível, o Módulo de Injeção Eletrônica pode executar outros controles através dos chamados ATUADORES.

Sensores

A bomba elétrica de combustível aspira do tanque um volume de combustível superior ao que é necessário para injeção. A bomba se localiza dentro do tanque, no módulo de combustível ou em certos tipos de sistemas de injeção fora do tanque, mas próximo ao mesmo. O combustível aspirado pela bomba em excesso retorna ao tanque através de um regulador de pressão.

Os injetores ou injetores com o combustível sob pressão, se mantêm fechados sob a ação de molas e são abertos por solenóides.



O volume de combustível injetado depende do tempo durante o qual o solenóide mantém o injetor aberto. Este tempo, por sua vez, depende do sinal que o solenóide recebe do módulo de injeção eletrônica.

Este módulo está ligado a uma série de dispositivos sensíveis que atuam segundo as diversas condições do motor, tais como a pressão do ar no coletor de admissão, as temperaturas do ar, do líquido de arrefecimento e posição do acelerador ou borboleta.

Os dispositivos sensíveis permitem ao módulo determinar instantaneamente o momento de abertura dos injetores. Para simplificar o sistema, os injetores abrem imediatamente antes da abertura das válvulas de admissão, o que reduz a quantidade de dispositivos necessários para os acionar.

O volume de combustível injetado depende do tempo durante o qual o solenóide mantém o injetor aberto. Este tempo, por sua vez, depende do sinal que o solenóide recebe do módulo de injeção eletrônica.

Este módulo está ligado a uma série de dispositivos sensíveis que atuam segundo as diversas condições do motor, tais como a pressão do ar no coletor de admissão, as temperaturas do ar, do líquido de arrefecimento e posição do acelerador ou borboleta.

Os dispositivos sensíveis permitem ao módulo determinar instantaneamente o momento de abertura dos injetores. Para simplificar o sistema, os injetores abrem imediatamente antes da abertura das válvulas de admissão, o que reduz a quantidade de dispositivos necessários para os acionar.

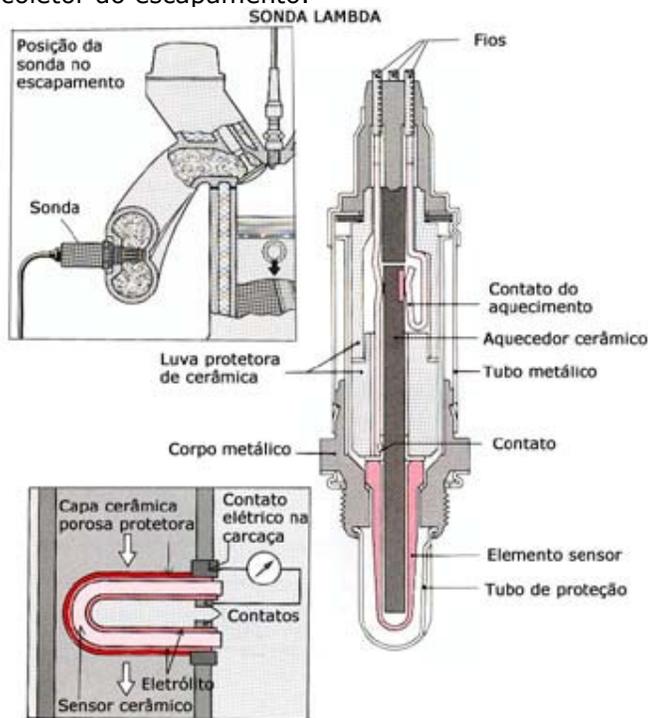
Sensor de oxigênio

O sensor de oxigênio também chamado de sonda lambda, sensor estequiométrico, sensor do escapamento é parte integral do sistema de controle de emissões de poluentes.

O sensor de oxigênio gera voltagem própria, acima dos 300 graus centígrados, na maioria dos casos a tensão varia entre 0 e 1000 mV.

O módulo de injeção aumenta ou diminui o tamanho do pulso da injeção de combustível através da tensão do sensor de oxigênio.

Um simples fio do sensor de oxigênio é aterrado no escapamento, logo depois do coletor do escapamento.



Nos casos de dois fios o sensor recebe um terra próprio.

OPERAÇÃO OPEN LOOP (circuito aberto)

Quando um motor tem sua primeira partida e a rotação está abaixo do seu valor pré determinado na memória do módulo de injeção, o sistema vai para malha aberta (open loop) e ignora o sensor de oxigênio. Esta operação também é chamada de fase de aquecimento.

OPERAÇÃO CLOSED LOOP (circuito fechado)

Quando os valores de closed loop forem alcançados neste modo de injeção, o módulo passa a calcular a mistura ar combustível em tempo real, baseada no sensor de oxigênio e através do tempo de abertura dos bicos injetores, o que permite uma mistura muito próxima à mistura estequiométrica.

O sensor de oxigênio é constituído por um corpo cerâmico à base de zircônio recoberto por uma pequena camada de platina, fechada em uma extremidade e colocada em um tubo protetor e alojado em um corpo metálico, que fornece uma posterior proteção e ainda permite a montagem no coletor de escape.

A parte externa do elemento de zircônio encontra-se exposta ao fluxo abrasador dos gases de escapamento, enquanto a parte interna está em comunicação com o ar ambiente onde a taxa de oxigênio na atmosfera é sempre igual a 21%.

O funcionamento do sensor de oxigênio pode ser comparado a um elemento galvânico (placas positivas e negativas imersas em solução ácida ou bateria, que fornece uma tensão); no caso do sensor de oxigênio, um elétrodo positivo interno cerâmico (eletrólito estacionário), fornece uma tensão em função da diferença de oxigênio que existe entre eles.

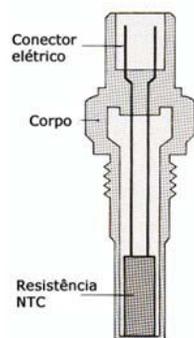
Portanto, na passagem da mistura rica para a pobre, ou vice versa, por causa desta oxidação catalítica (devido à presença de platina que age como catalisador e da temperatura que deve ser superior à 300 graus centígrados) os ions de oxigênio, existentes no material cerâmico (elemento estacionário), podem-se condensar em quantidades mais ou menos elevadas no elétrodo negativo dando origem a uma variação de tensão que, enviada ao módulo de injeção, lhe permite variar os tempos de abertura dos bicos de injeção de forma tal a manter o teor da mistura através de empobrecimento ou enriquecimento o mais próximo possível do teor estequiométrico.

Em 1990, foi inventado o sensor de oxigênio aquecido. Neste sensor são usados três fios, um terra para sonda, um sinal de tensão para o módulo e no último uma tensão para o aquecimento, que é feito por uma resistência, já que o sensor não funciona abaixo de 300 graus centígrados.

No caso de sensores com quatro fios o quarto passa a ser terra.

Nos veículos mais novos com sistemas mais modernos de OBD II e sistemas de controle de poluentes mais rígidos, usam dois sensores de oxigênio, o segundo após o catalisador para monitoramento da eficiência do conversor catalítico (catalisador).

SENSOR DE TEMPERATURA DO LÍQUIDO DE ARREFECIMENTO



Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento

Com o sensor frio ocorre um natural empobrecimento da mistura-combustível determinado por:

- baixas temperaturas.
 - A má turbulência que as partículas de combustível tem em Uma reduzida evaporação do combustível e forte condensação nas paredes internas do coletor de admissão.
- O módulo de injeção eletrônica recebe do sensor de temperatura a informação da temperatura da água atuando no enriquecimento da mistura tanto na fase de

partida como na fase de aquecimento, enriquecimento este que vai sendo pouco a pouco diminuído com o aumento da temperatura do motor. Um corpo de latão

fecha hermeticamente o termistor do tipo N.T.C (Negative Temperature Coefficient) cuja característica é diminuir o valor de sua resistência com o aumento da temperatura. A posição de montagem é estrategicamente escolhida de forma a levantar a efetiva temperatura do motor, independente da temperatura do radiador. Alimentado com uma tensão pelo módulo, o resistor N.T.C tem a variação da sua resistência em função da temperatura. Quanto mais baixa for a temperatura maior será o valor da resistência.

Sensor de temperatura do ar

SENSOR DE TEMPERATURA DO AR

ATS- (Air temperature Sensor)

SENSOR DE TEMPERATURA DO AR



A medição da temperatura do ar aspirado pelo motor é feita pelo sensor de temperatura colocado antes do corpo de borboletas. Normalmente são usados dois fios; um que vem tensão do módulo de injeção e outro de retorno ou referência. O sensor de temperatura é composto por um termistor do tipo NTC (Negative Temperature Coefficient) quanto maior a temperatura menor a resistência elétrica. O sinal elétrico é enviado ao

módulo de injeção onde, juntamente com o sinal do sensor de pressão absoluta, é utilizado para o cálculo de densidade do ar. Alguns sistemas usam o sensor de temperatura do ar e de pressão absoluta, integrados, ou seja, na mesma peça; para isso é acrescentado um fio que retorna ao módulo de injeção, a variação do sinal de pressão absoluta. Seus valores de leitura executados pelo módulo de injeção são utilizados no cálculo do tempo de abertura dos bicos injetores e avanço de ignição.

Sensor de pressão absoluta

Também chamado de MAP, Manifold Absolute Pressure, está alojado no compartimento do motor e é ligado ao coletor de admissão através de um tubo de borracha, na maioria dos sistemas, o elemento sensível do sensor de pressão absoluta é constituído de uma membrana de material cerâmico. É composto de duas câmaras, separadas pelo diafragma cerâmico, uma delas fechada à vácuo e a outra exposta à pressão do coletor. O sinal derivado da deformação que sofre a membrana, antes de ser enviado ao módulo de injeção eletrônica, é amplificado por um circuito eletrônico alojado junto à membrana cerâmica.

O sensor de pressão absoluta tem como função informar o módulo de injeção eletrônica a pressão absoluta na qual se encontra o coletor de admissão, valor este determinado pela rotação do motor e pela posição da borboleta de aceleração.

A pressão absoluta, mais as informações dos demais sensores do sistema, vão determinar a correta proporção ar/combustível e o avanço de ignição.



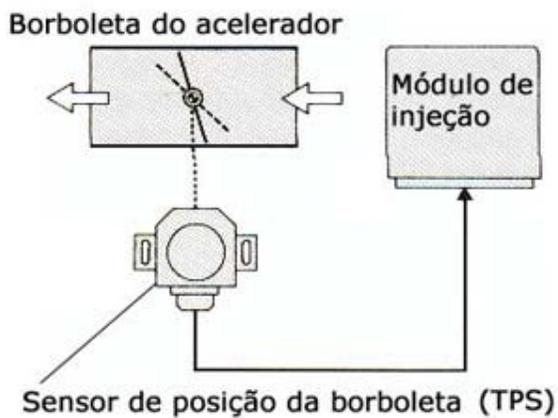
Este sensor em alguns sistemas também define a altitude em relação ao nível do mar que o veículo se encontra. Sendo que, na primeira partida ou seja com o motor parado a depressão

do coletor de admissão é a mesma do que do ar, definindo a altitude. Esta informação é importante para o cálculo da injeção, visto que quanto mais alta for a altitude em relação ao nível do mar, mais ar raro efeito encontramos.

Sensor de posição da borboleta

O sensor de posição da borboleta é um potenciômetro rotativo.

Encontra-se ligado ao eixo da borboleta que o movimenta. O sensor de posição da borboleta é alimentado pelo módulo de injeção com uma tensão (volts) de referência, cuja saída varia de acordo com a posição da borboleta (demanda do motorista).

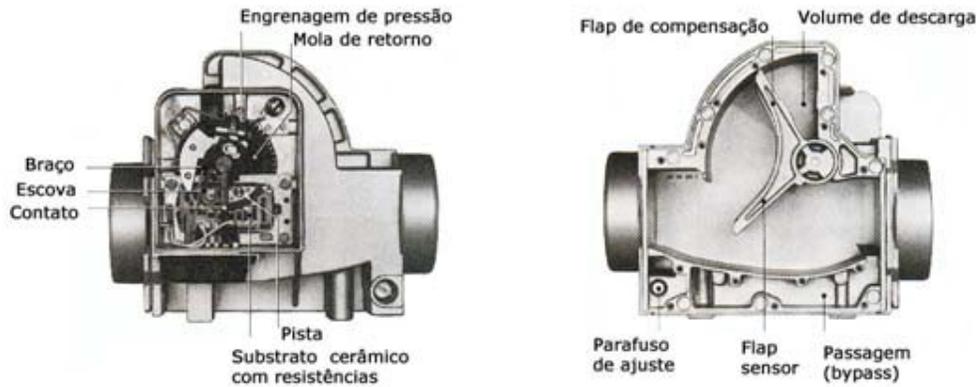


Os valores de tensão de saída podem variar no tipo de injeção aplicada ao veículo. O módulo de injeção utiliza esta voltagem para relacionar o ângulo da borboleta de aceleração para o cálculo da quantidade de combustível requerida pelo motor. Com a borboleta fechada, a voltagem que retorna ao módulo é baixa, aumentando na medida em que a borboleta se abre. A posição da borboleta é muito importante para permitir o cálculo da rotação de marcha-lenta, avanço no ponto da ignição e quantidade de combustível a ser injetada. O módulo de injeção detecta a posição da borboleta em todo o seu percurso, através da tensão recebida de variação de voltagem.

SENSOR DE POSIÇÃO DA BORBOLETA

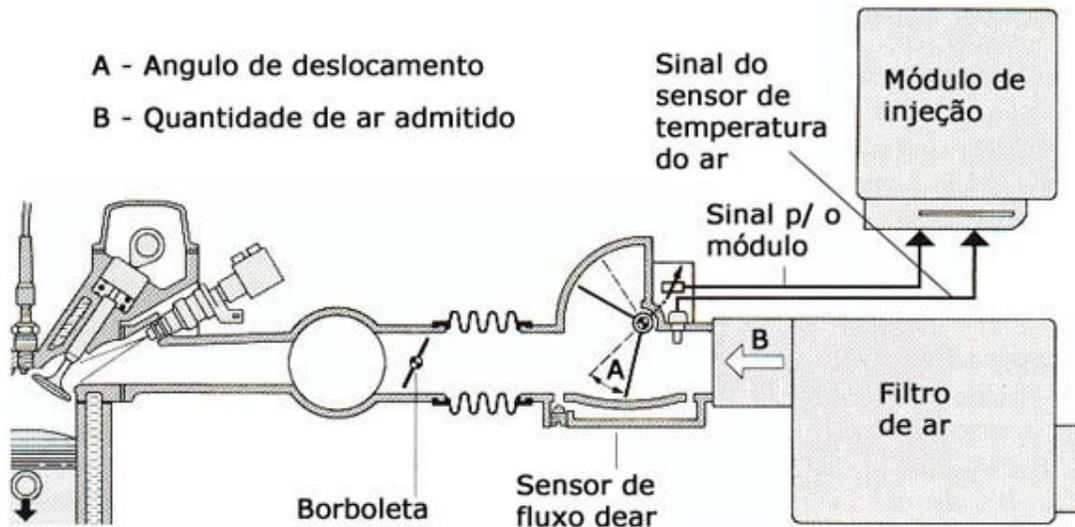


Sensor de fluxo de ar

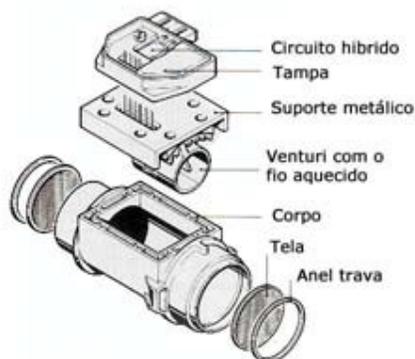


O sensor de fluxo de massa de ar (MAF) utiliza um fio aquecido, sensível, para medir a quantidade de ar admitido pelo motor. O ar que passa pelo fio aquecido provoca o resfriamento do mesmo. Esse fio aquecido é mantido a 200°C acima da temperatura ambiente, medida por um fio constantemente frio. O fio que mede a temperatura ambiente é também conhecido como "cold wire" porque não é aquecido. Temperatura ambiente significa a temperatura em torno deste sensor. O fio frio serve como referência à temperatura ambiente. O fio quente também chamado de "hot wire" é aquecido pelo circuito do MAF a 200°C acima da temperatura ambiente. Se a temperatura ambiente for 0°C o fio quente será aquecido a 200°C. Se o dia estiver quente cerca de 40°C o fio quente será aquecido até 240°C.

SENSOR DE FLUXO DE AR



O ar admitido irá passar pelos dois fios e os dois serão resfriados; o circuito de controle fornecerá uma tensão para manter o fio quente na temperatura diferencial de 200°C. Este cria um sinal de tensão monitorizado pelo módulo de injeção. Com um grande fluxo de ar e com o fio resfriado, tem-se um sinal de nível alto. O resfriamento depende da massa de ar que passa no coletor de admissão. O sinal do sensor de fluxo de ar é usado pelo módulo de injeção para o cálculo da quantidade de ar que entra no coletor admissão para o motor e conseqüentemente a quantidade do combustível a ser injetado.



Sensor de detonação

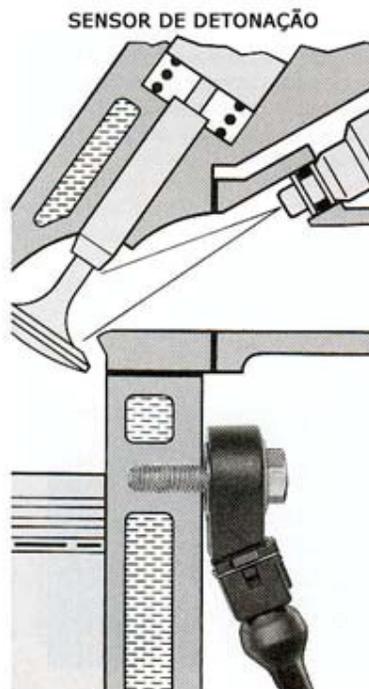
O sensor de detonação está situado junto ao bloco do motor em sua parte inferior.

Quando ocorre a detonação, são geradas vibrações situadas em uma faixa de frequência sonora específica.

Sendo o sensor de detonação constituído de um elemento piezoelétrico, consegue identificar esta frequência sonora específica e informa o módulo de injeção eletrônico a ocorrência da detonação no motor.

No momento que o módulo de injeção eletrônico recebe este sinal, inicia imediatamente um processo de redução gradual do avanço de ignição.

Após o término da detonação, o sistema restabelece o valor de avanço de ignição calibrado em cada tipo de injeção e motor. Nos sensores piezoelétricos, quando os materiais são submetidos a um esforço mecânico, surge uma polarização elétrica no cristal que os compõe e suas faces tornam-se eletricamente carregadas; a polaridade dessas cargas é invertida, caso a compressão seja convertida em tensão mecânica. Em contra partida, a aplicação de um campo elétrico ao material faz com que ele se expanda ou contraia, de acordo com a polaridade do campo.



Este é o princípio de operação dos sensores piezoelétricos, cuja a importância reside no acoplamento entre as energias elétrica e mecânica – sendo muito utilizados, portanto em cápsulas fonográficas, alto falantes e microfones.

Sensor de velocidade

O sensor de velocidade, também chamado de VSS, ou seja, velocity speed sensor, fornece um sinal com forma de onda cuja frequência é proporcional à velocidade do veículo.

Normalmente o sensor é montado no câmbio do veículo.

Se o veículo se movimenta a uma velocidade relativamente baixa, o sensor produz um sinal de baixa frequência. À medida que a velocidade aumenta, o sensor gera um sinal de frequência maior.



O módulo de injeção utiliza a frequência do sinal gerado do sensor de velocidade para: identificar o veículo parado ou em movimento, enriquecimento do combustível durante a aceleração, corte do combustível (cut-off), controle da rotação em marcha lenta, permite em alguns tipos de injeção que o ventilador do radiador seja desligado em velocidades elevadas, acionar a embreagem do conversor de torque em veículos equipados com transmissão automática. Ainda atua

na luz indicativa de mudança de marchas nos veículos equipados com esse dispositivo e transmissão manual e computador de bordo para cálculos de distância, consumo e etc.

O sensor de velocidade na sua grande maioria é um sensor magnético do tipo hall.

Sensor de fase (HALL)

Alguns sistemas de injeção mantêm o sensor de fase ou sensor hall, para enviar o sinal ao módulo de injeção eletrônico, sobre a posição e a rotação do virabrequim.

Na grande maioria dos sistemas, que utilizam o sensor hall, o posicionamento é dentro do distribuidor de ignição, diretamente acoplado ao eixo do distribuidor.



O sensor hall identifica a posição do virabrequim e envia esta informação ao módulo de injeção eletrônico, em forma de sinal retangular. O sinal retangular do sensor hall é utilizado pelo módulo de injeção eletrônica para a determinação do ângulo de ignição com base nas rotações. Sem este sinal de referência não é possível regular com precisão o ponto da ignição.

O funcionamento do sensor hall é em base muito parecido com o sensor de proximidade, porém nele se faz-se uso de uma célula de efeito hall como detector das variações de campo magnético. Estes detectores nunca são passivos, necessitando de alimentação para seu funcionamento. Em alguns casos, o detector de efeito hall não incorpora os ímãs criadores de campo, mas é utilizado com um

atuador com magnetismo permanente.

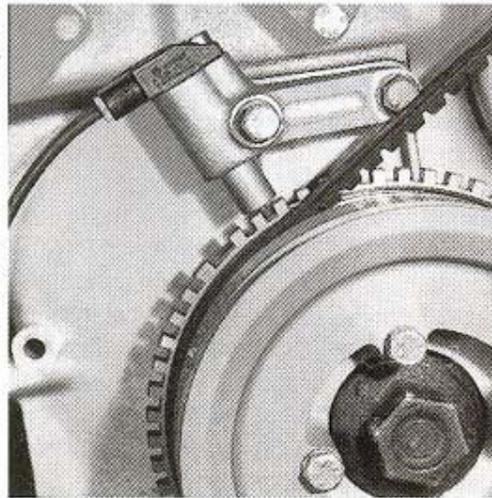
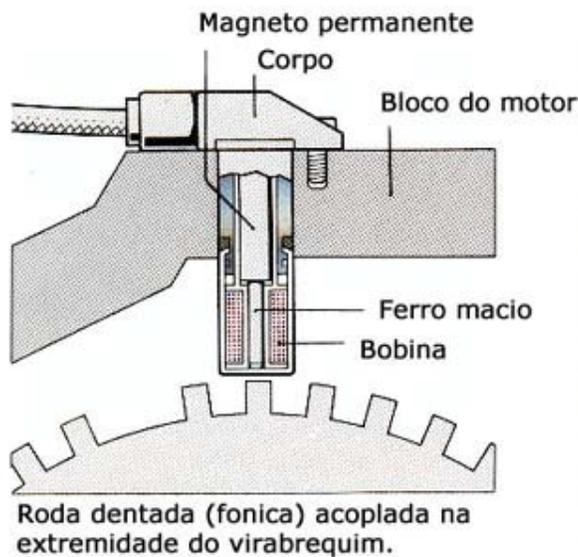
Sensor de rotação do vira brequim

O sensor de rotação tem como função fornecer ao módulo de injeção um sinal elétrico o qual possibilita a sincronização do sistema (tempo de injeção, avanço de ignição e outros parâmetros) com o ponto morto superior do motor.

O sinal gerado pelo sensor é obtido através da variação do fluxo magnético.

Com a rotação do motor, os dentes da roda dentada ou ressaltos, passam de frente ao sensor e este, por sua vez, fornece um sinal de tensão ao módulo de injeção a cada passagem dos dentes ou ressaltos.

SENSOR DE REFERENCIA



O sensor de rotação também pode ser chamado de detector indutivo sensível a materiais ferromagnéticos com bobina ou até sensor magnético.

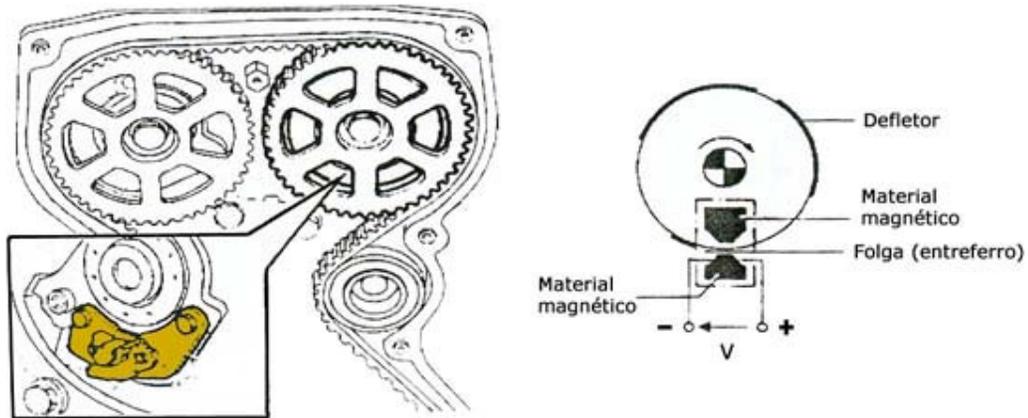
Como seu nome indica, este detector de proximidade somente age ante a presença de materiais ferromagnéticos. Em todos eles faz-se o uso de um campo magnético estático (geralmente produzido por ímãs permanentes incorporados no próprio detector) conduzido por um caminho de elevada relutância (geralmente o ar) que é modificada pela presença de material ferromagnético a detectar.

Alguns destes sensores são montados à frente do motor, na polia e outros são montados sobre o volante do motor, ou seja, na traseira e todos com o mesmo fim, identificar a posição angular relativa do virabrequim.

Sensor de rotação do eixo comando de válvulas

Nos sistemas de injeção multipoint e seqüenciais, ou seja, em que exista um bico injetor para cada cilindro e a injeção é feita seqüencialmente, efetuada uma vez por cilindro, o sistema utiliza um sensor de fase que é montado em um dos eixos do comando de válvulas do motor no cabeçote.

SENSOR DE FASE

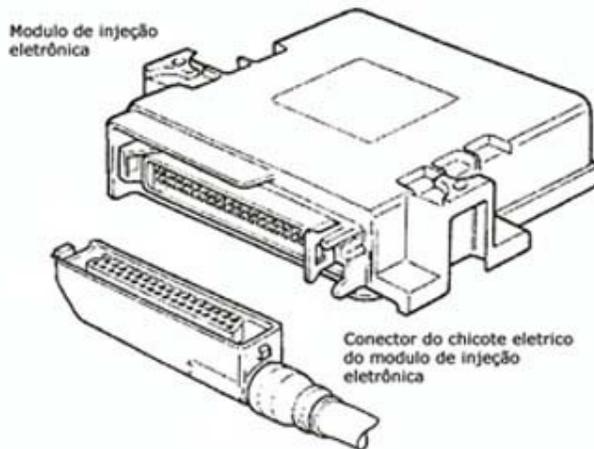


Este sensor pode ser, em alguns tipos de injeção, do tipo hall ou de proximidade e sua aplicação tem o objetivo de informar ao módulo de injeção eletrônica, a posição do eixo do comando de válvulas, de forma a identificar quando o pistão número um está no ciclo de compressão; um sinal então é enviado ao módulo de injeção, que é utilizado para sincronizar os injetores de combustível.

Módulo

O módulo de injeção, durante o funcionamento do motor, elabora os dados de chegada dos circuitos periféricos (sensores) e os compara com os existentes no arquivo da memória EPROM.

Imediatamente após levantar uma anomalia, ativa o procedimento de "emergência", memoriza o inconveniente na memória RAM e substitui o valor do sensor defeituoso por um valor substituto constante.



Faz posteriores controles em tempos extremamente pequenos (milissegundos) ao final dos quais transfere o inconveniente para a memória EPROM, confirma ou varia a valor substituto constante de modo tal a permitir o funcionamento do motor. Habilita, portanto, o acendimento da lâmpada de advertência no painel de instrumentos.

O módulo de injeção, em caso de anomalia, não permanente (intermitente), abandona o funcionamento de emergência e, depois de alguns segundos, retoma em consideração o sinal proveniente do sensor em questão e comanda o

apagamento da lâmpada de advertência, retendo porém na memória a informação de defeito ocorrido.

O sistema anula os defeitos memorizados imediatamente após o contador de partidas superar um certo número de partidas a contar da última que se verificou o defeito.

Conector de diagnóstico

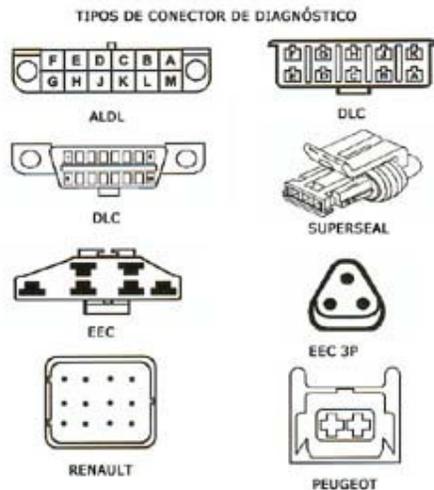
A lâmpada de advertência da injeção funciona da mesma maneira que as luzes de advertência de pressão de óleo ou bateria, ou seja, deve acender ao ser ligado o contato de ignição da chave do veículo e deve apagar alguns segundos após.

Se o motor estiver em funcionamento e a lâmpada de advertência acender, sabemos que o sistema de injeção apresentou alguma falha e aí para o diagnóstico e reparo do sistema é necessário um equipamento que é conectado ao terminal de diagnóstico do veículo.

Aqui no Brasil, os fabricantes posicionam o conector nos mais variados lugares do veículo, já que não existe uma padronização para o conector em si, onde cada fabricante utiliza os mais diversos tipos e formatos de conectores.

Nos EUA o conector de diagnósticos era chamado de ALDL (assembly line diagnostic link) ou OBD (on board diagnostic) mas depois da padronização por legislação, passou a ser chamado de OBD II e é igual em todos os veículos fabricados nos EUA, além de ser padrão, o posicionamento do mesmo deve ser no máximo à 30 centímetros do centro do painel do veículo.

É através deste conector que são feitas as leituras dos defeitos que ficam armazenados na memória do módulo de injeção eletrônica e também outros sistemas do veículo.



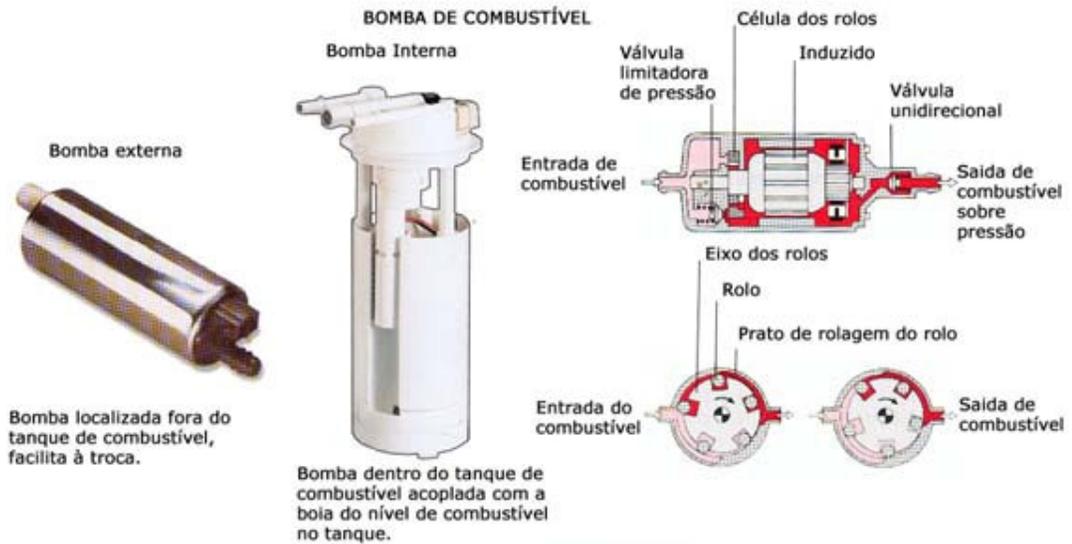
Atuadores

A principal função do sistema de injeção eletrônica é calcular e dosar adequadamente a quantidade de combustível fornecida ao motor em suas diferentes condições de funcionamento.

Outra função importante é o controle da ignição, em certos sistemas controlados por um módulo de potência.

As informações de estado do motor, recebidas dos sensores, são processadas pelo módulo de injeção eletrônica que aciona os atuadores de controle de combustível, do ar da marcha lenta e etc.

Bomba elétrica

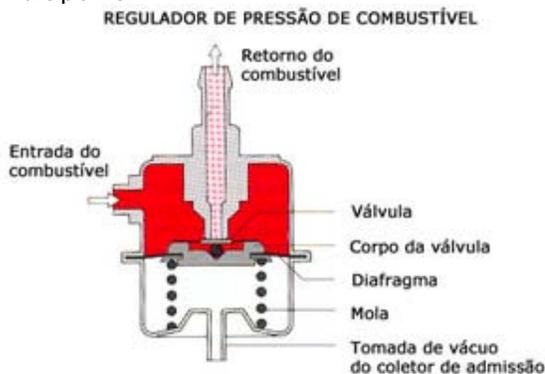


As bombas elétricas tem o mesmo princípio das bombas mecânicas, bombear combustível.

Existem duas posições onde são colocadas, internamente, no tanque de combustível e externamente, nas tubulações que levam a gasolina até o motor. Quanto aos tipos de bombas temos: de roletes e paletas.

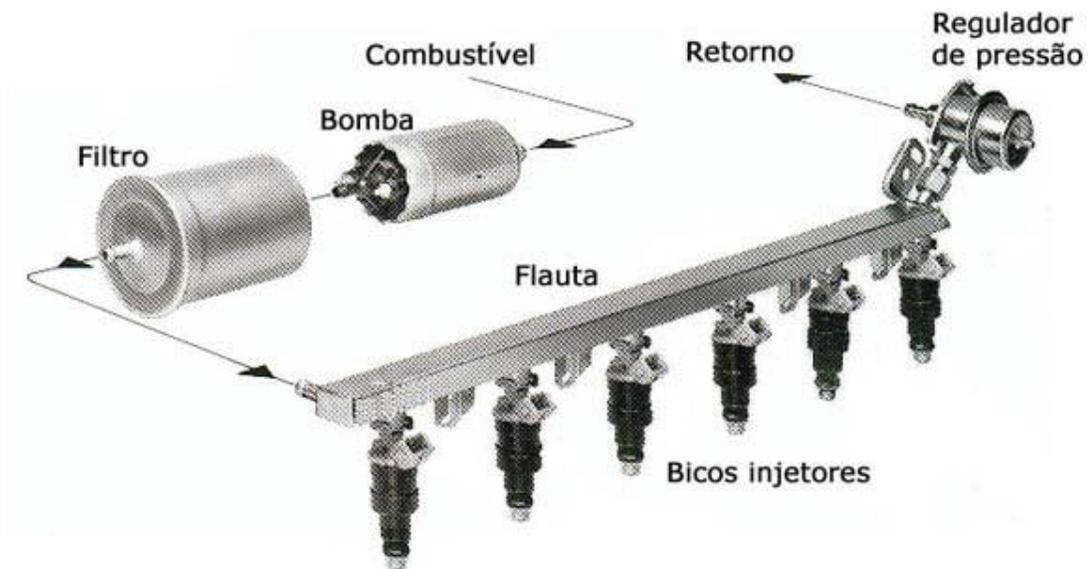
Regulador de Pressão

Normalmente o regulador de pressão está fixado na linha de alimentação. Para os veículos de injeção de monoponto, ele fica fixado no próprio corpo de borboleta ou TBI. Nos veículos de injeção multipoint abaixo dos injetores de combustível. Ele regula a pressão do combustível fornecida ao injetor ou injetores. O regulador é uma válvula de alívio operada por um diafragma tanto no monoponto quanto no multipoint.



No regulador de pressão do multipoint, um lado do diafragma detecta a pressão do combustível e o outro está conectado ao vácuo do coletor de admissão. A pressão é estabilizada por uma mola pré calibrada aplicada ao diafragma. O equilíbrio de um lado do diafragma com o vácuo do coletor mantém uma pressão constante nos injetores. A pressão é alta quando o vácuo do motor é baixo. O excesso de combustível gerado pela bomba é desviado pelo regulador e retorna ao tanque pela linha de retorno de combustível.

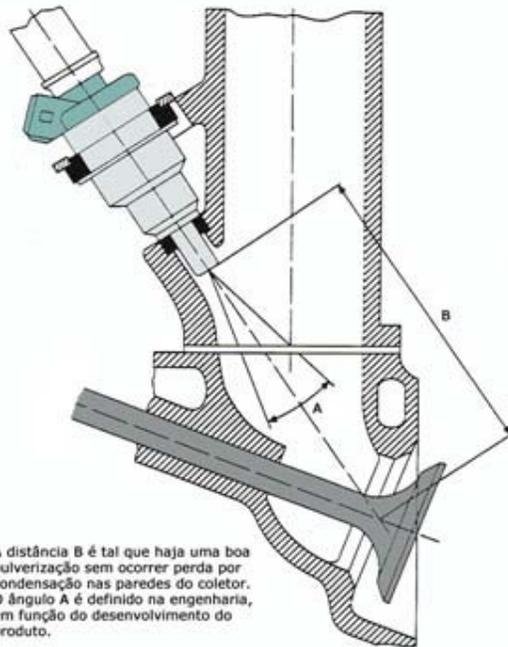
No regulador do monoponto o funcionamento é da mesma forma, somente não é usado o vácuo do motor em alguns tipos de injeção. Por isso a pressão é somente exercida contra a tensão pré fixada da mola reguladora.



Bico injetor

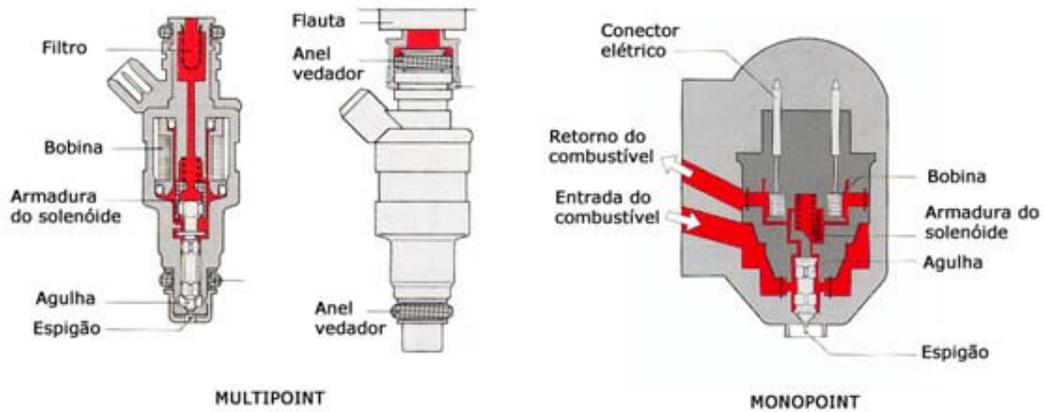
O injetor de combustível é um dispositivo eletromagnético, tipo solenóide on-off que contém um solenóide que, ao receber um sinal elétrico do módulo de injeção eletrônica, empurra o êmbolo ou núcleo para cima. Isto permite que uma válvula, pressionada por uma mola, se desloque de sua sede permitindo que o combustível seja pulverizado ou atomizado no coletor de admissão.

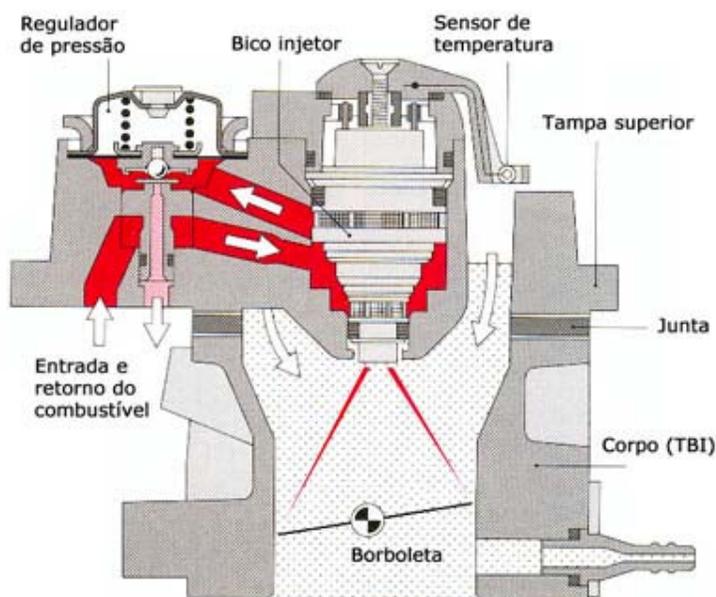
O volume de combustível injetado é proporcional ao tempo de abertura da válvula.



O módulo de injeção eletrônica, após ter recebido informações dos diversos sensores sobre as condições de funcionamento do motor, define o tempo de injeção, mandando um sinal ao bico injetor.

BICO INJETOR

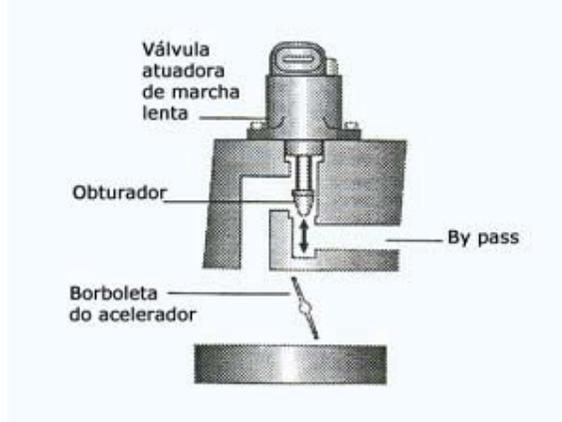




Atuador de marcha lenta

A finalidade é controlar o ar da marcha lenta e controlar a rotação do motor, de modo a evitar a parada do motor durante as alterações de carga do mesmo.

Nos sistemas monoponto é mais conhecido por motor de passo e é montado no corpo de borboleta ou TBI. Este sistema possui um motor elétrico, que efetua uma volta completa (360°) a cada X número de passos, sendo os passos calculados pelo módulo de injeção eletrônica e enviado em forma de tensão elétrica à válvula.



A válvula atuadora de marcha lenta também conhecida por IAC (idle air control valve), nos sistemas multipoint de injeção eletrônica, em muitos, casos utiliza um solenóide ao invés de um motor, mas seu funcionamento se restringe ao mesmo - controlar a quantidade de ar desviado antes da borboleta de aceleração para depois da borboleta, controlando assim a marcha lenta do motor.

O módulo de injeção eletrônica também utiliza a válvula para controlar a marcha lenta acelerada com o motor frio para um rápido aquecimento.

Válvula atuadora de marcha lenta

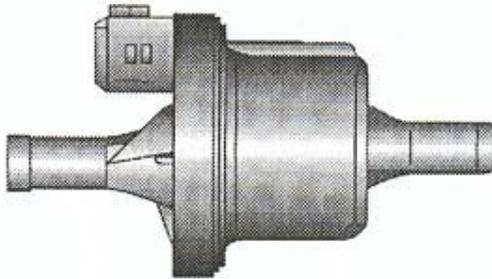


Válvula de canister

Tem a função de dosar o fluxo dos vapores de combustível provenientes do tanque de combustível do veículo e que são retidos em um filtro de carvão ativado (canister).

Os vapores de combustível são reutilizados na admissão no motor, através do funcionamento da válvula do canister que é controlada pelo módulo de injeção eletrônica.

Em alguns tipos de injeção eletrônica a válvula também é chamada de solenóide de purga do canister.



Turbo

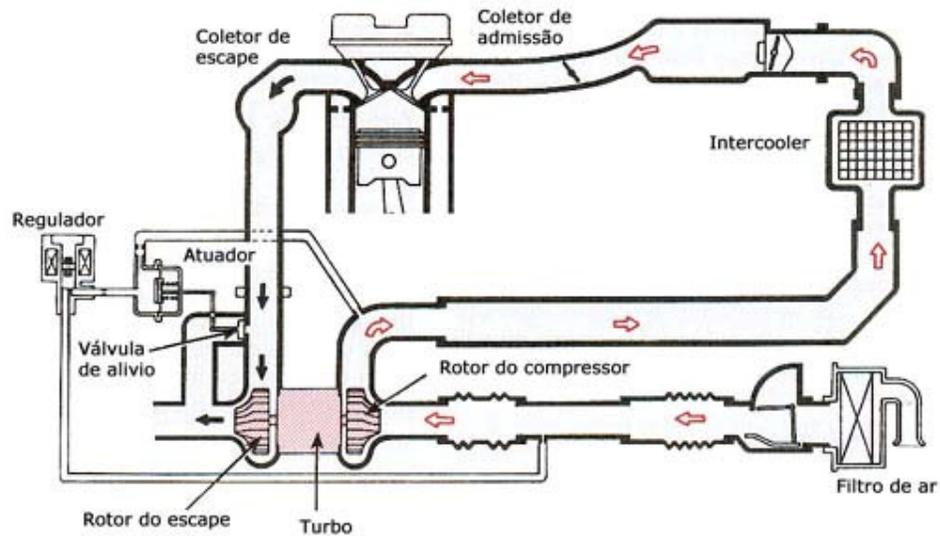
A indústria automobilística emprega em alguns modelos; turbinas acionadas pelos gases de escape recuperando parte da energia de movimentação que, de outra forma, se dispersaria na atmosfera. Os gases que saem da câmara de explosão possuem temperatura elevada e uma certa pressão e a turbina converte parte dessa energia mecânica.

A função é aumentar a capacidade de admissão de ar no motor, gerando maior potência, pelo fato de uma explosão só ocorrer com oxigênio (ar).

Para uma melhor visualização vamos imaginar um motor de 2.0L, isto é, a cada giro completo do virabrequim, este motor aspirou 2 litros de ar. Se o motor girar a 6.000 RPM, dará 100 giros num segundo, o que equivale a aspiração de 200 litros de ar por segundo. Isto causa uma deficiência em regimes muito altos de rotação.

Ao saírem, os gases de escape acionam a turbina. A turbina, ao girar, movimenta o compressor, os quais estão ligados por um eixo. Ao girar, o compressor suga o ar ambiente e o comprime no motor, em alguns modelos, fazendo-o passar pelo radiador (intercooler) para resfriá-lo e assim entrar na câmara de explosão. O ar em excesso é expulso pela válvula de alívio, que é calibrada para cada tipo de motor.

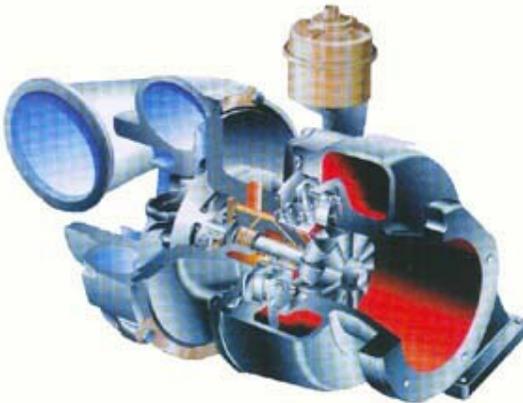
O eixo da turbina é lubrificado e arrefecido pelo óleo do motor e, em alguns modelos de turbinas, também pela água do sistema de arrefecimento.



VÁLVULA DE ALÍVIO

Em altos regimes de rotação, o turbo compressor pode atingir rotações superiores a 150.000

RPM e todo este movimento gera pressão de 2 Kgf/cm² ou mais, que equivale a 2 vezes a pressão atmosférica. Quanto maior a pressão, maior o enchimento do motor com o ar, porém pressão demais irá ocasionar danos ao mesmo, assim existe uma válvula que controla a pressão e libera o ar quando a pressão estiver muito alta.



INTERCOOLER

Os motores turbinados empurram o ar para dentro do motor com pressão e, pelas leis da física, pressão gera calor e por essa razão, o ar aspirado pelo motor estará muito quente. Quando o ar é aquecido, suas moléculas se dissipam, entre elas a do oxigênio que é responsável direta pela combustão juntamente com o combustível.

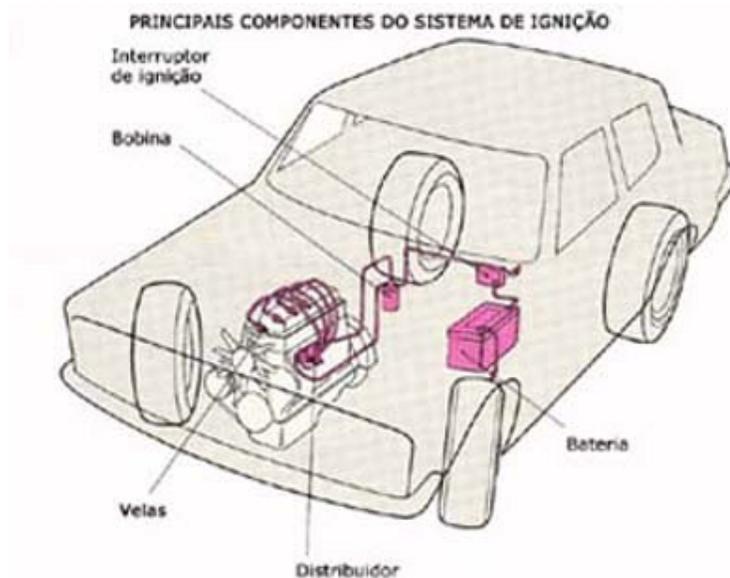
Para resolver esse problema, foi introduzido o intercooler, que nada mais é que um radiador de ar, semelhante ao utilizado para abaixar a temperatura da água de arrefecimento dos motores.

O ar aquecido que sai do turbo e é conduzido até esse radiador, passa por muitas aletas que têm a função de trocar calor com o meio ambiente. Na saída, o ar atinge uma temperatura muito mais adequada; Podemos dizer que, em média, o ar entra no intercooler à 140° C e sai à 60° C, com muito mais moléculas de oxigênio no mesmo volume, perfeito para gerar uma combustão e termos um desempenho ainda melhor do que apenas motor turbinado.

Sistema de ignição

Da combustão de uma mistura de ar e gasolina nos cilindros de um motor a gasolina resulta a energia necessária, para mover um automóvel. O sistema de ignição produz a faísca elétrica que inflama a mistura.

Cada cilindro possui uma vela provida de dois elementos metálicos – os eletrodos – que penetram na câmara de explosão. Quando a corrente elétrica é fornecida às velas a uma voltagem suficientemente elevada, a corrente salta através do intervalo entre os eletrodos sob a forma de uma faísca.



O sistema de ignição de um automóvel é constituído por quatro partes principais: uma bateria, que fornece a corrente elétrica, uma bobina, que eleva a tensão da corrente, de um distribuidor, que envia a corrente às velas no momento adequado e finalmente as velas, que produzem as faíscas que inflamam a mistura contida nos cilindros.

Os sistemas de ignição por faísca são basicamente os mesmos em todos os automóveis fabricados atualmente. Os restantes componentes do sistema de ignição fornecem a eletricidade às velas de cada cilindro a uma voltagem suficiente no momento preciso.

Não é fácil a produção da faísca entre os eletrodos de uma vela. Quanto maior for o intervalo entre os eletrodos, maior deverá ser a voltagem.

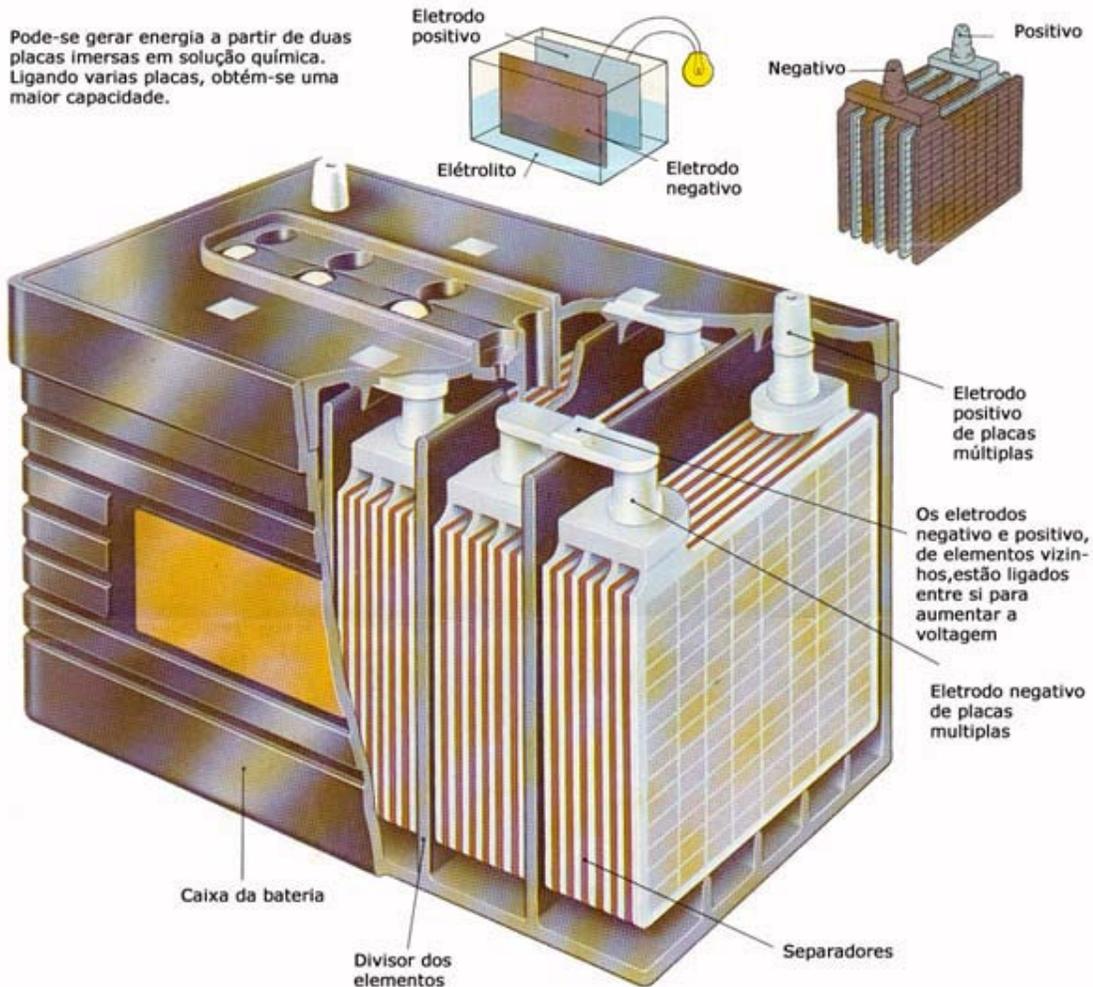
A corrente que chega às velas deve ser de alta tensão (pelo menos 14000 volts). Porém, para compensar as quedas de tensão no sistema, poderá ser necessário elevar esse número para 30.000 volts. Como a energia fornecida pela bateria de um automóvel é normalmente de 12 volts, a bobina terá de elevar em milhares de vezes esta tensão. Uma vez obtida a alta tensão, esta deverá ser fornecida a cada vela no preciso momento do ciclo de 4 tempos.

O distribuidor, como o seu nome indica, distribui a eletricidade a cada um dos cilindros segundo a sua ordem de inflamação. Os platinados contribuem, juntamente com a bobina, para a obtenção da alta voltagem necessária.

Bateria

A bateria fornece a eletricidade ao sistema de ignição, ao motor de arranque, às luzes, ao painel e ao restante dos equipamentos elétricos do automóvel.

A bateria é composta por um certo número de elementos – cada um dos quais fornece uma voltagem ligeiramente superior a 2 volts – ligados pôr barras metálicas. As baterias dos automóveis são constituídas por três ou seis elementos.



A bateria é um elemento essencial para o armazenamento da energia necessária para o arranque do motor e o funcionamento das luzes, quando aquele está parado. A sua capacidade é medida em amperes/hora. Uma bateria de 56 A/h poderá fornecer uma corrente de 1A durante cinquenta e seis horas e 2A durante vinte e oito horas, etc. O arranque do automóvel exige à bateria a sua potência máxima. Podem ser 300 A a 400 A para por em funcionamento um motor, enquanto uma lanterna pode exigir apenas 0,5A.

Cada elemento é composto por dois conjuntos de placas (eletrodos) introduzidos numa solução de ácido sulfúrico diluído (eletrólito). Um dos eletrodos é constituído

por placas revestidas de peróxido de chumbo e o outro por placas revestidas de chumbo esponjoso.

Quando um elemento está em funcionamento, o ácido reage com as placas convertendo energia química em energia elétrica. Cria-se, assim, uma carga positiva no eletrodo de peróxido de chumbo e uma carga negativa no eletrodo de chumbo esponjoso.

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

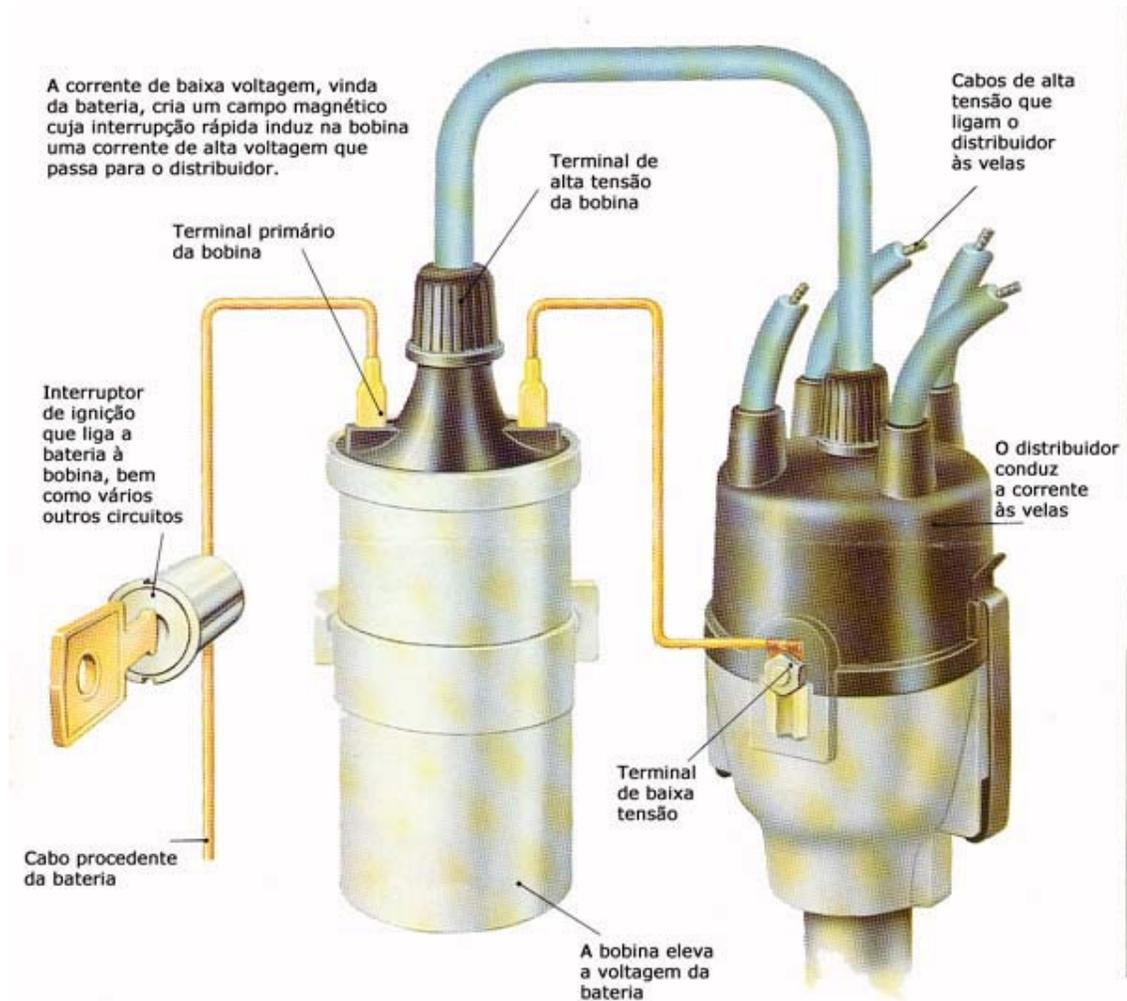
Como a reação química se mantém, forma-se sulfato de chumbo na superfície de ambos os eletrodos e o ácido sulfúrico converte-se em água. Quando as superfícies das duas placas ficam completamente cobertas com sulfato de chumbo, a bateria esta descarregada. Se a bateria for carregada novamente, por meio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

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

Bobina

Uma bateria de automóvel gera 6 ou 12 volts. Contudo, é necessária uma voltagem milhares de vezes superior para se obter a faísca que inflama a mistura de gasolina e ar. É a bobina que transforma a corrente de baixa voltagem da bateria em corrente de alta voltagem necessária para as velas. A bobina de um automóvel de tipo médio fornece as velas uma corrente com tensões até 50.000 volts.

A bobina funciona segundo o principio de que, quando a corrente elétrica passa num enrolamento de fios, gera-se um campo magnético e, inversamente, quando se interrompe um campo magnético, gera-se eletricidade em qualquer enrolamento de fio dentro das linhas de força do campo magnético.

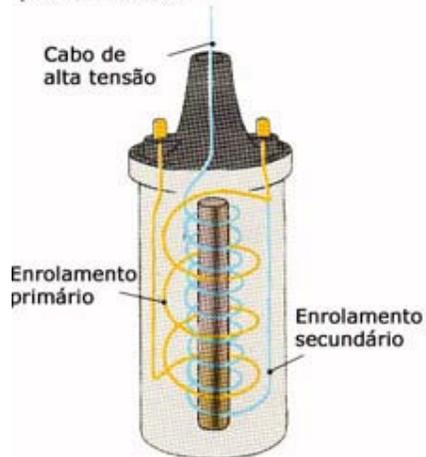


A voltagem original será aumentada se houver dois enrolamentos de fio, possuindo um deles mais espiras do que o outro. Os dois enrolamentos da bobina rodeiam um núcleo de ferro macio que concentra o campo magnético. O enrolamento primário é constituído por algumas centenas de espirais de fio relativamente grosso. Este enrolamento constitui a parte de baixa voltagem e recebe a corrente vinda da bateria.

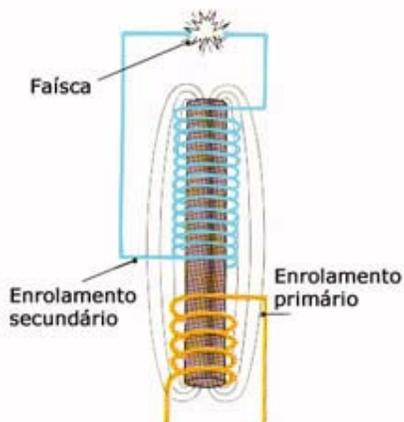
O enrolamento secundário é constituído por milhares de espiras de fio fino (cerca de 2000 mts.). Este enrolamento constitui a parte de alta voltagem e fornece a corrente às velas. Quando se roda a chave de ignição, a corrente elétrica vinda da bateria atinge um dos terminais da bobina, atravessa o enrolamento primário e sai pelo outro terminal do mesmo enrolamento para os platinados do distribuidor.

Se os platinados estiverem fechados, a corrente passará por eles, transformando o enrolamento primário e o núcleo num eletroímã que, como tal, gerará um campo magnético. Nesse caso, a corrente completa o seu circuito através da carroceria do automóvel, voltando à bateria.

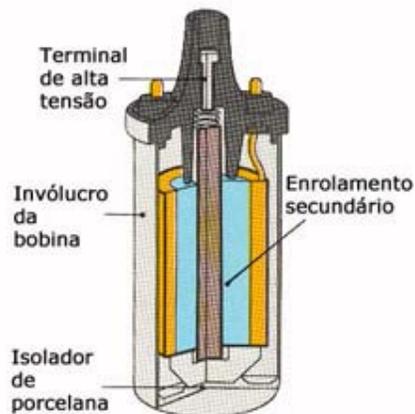
O enrolamento primário de baixa tensão apenas possui algumas centenas de espirais; o enrolamento secundário possui milhares.



A corrente de baixa voltagem cria um campo magnético à volta de um núcleo e induz uma voltagem suficiente elevada para fazer saltar a faísca.

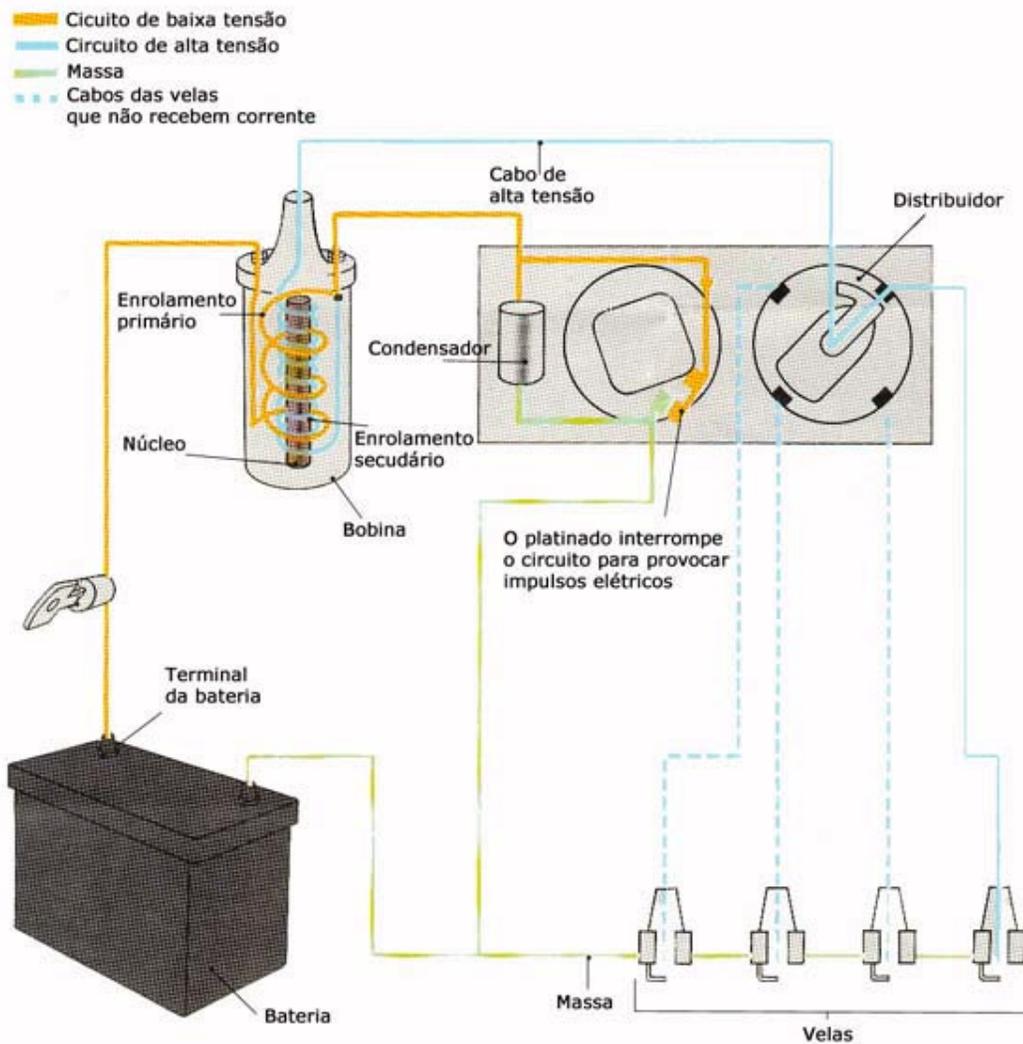


É necessário um bom isolamento para se obter uma alta voltagem.

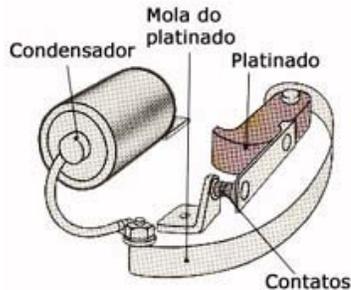


Ao abrirem-se os platinados, a corrente deixa de passar para o primário da bobina e interrompe-se o campo magnético que atravessa os milhares de espiras do

enrolamento secundário. A corrente de alta tensão passa do enrolamento secundário para as velas através do distribuidor e retorna das velas para a bobina através da carroceria.



Num sistema de bobina de ignição a corrente de baixa voltagem passa da bateria para o condensador e os platinados através do enrolamento primário. O circuito completa-se com o retorno da corrente através do motor e da carroceria. A corrente de alta tensão, gerada na bobina, passa para as velas através do distribuidor.



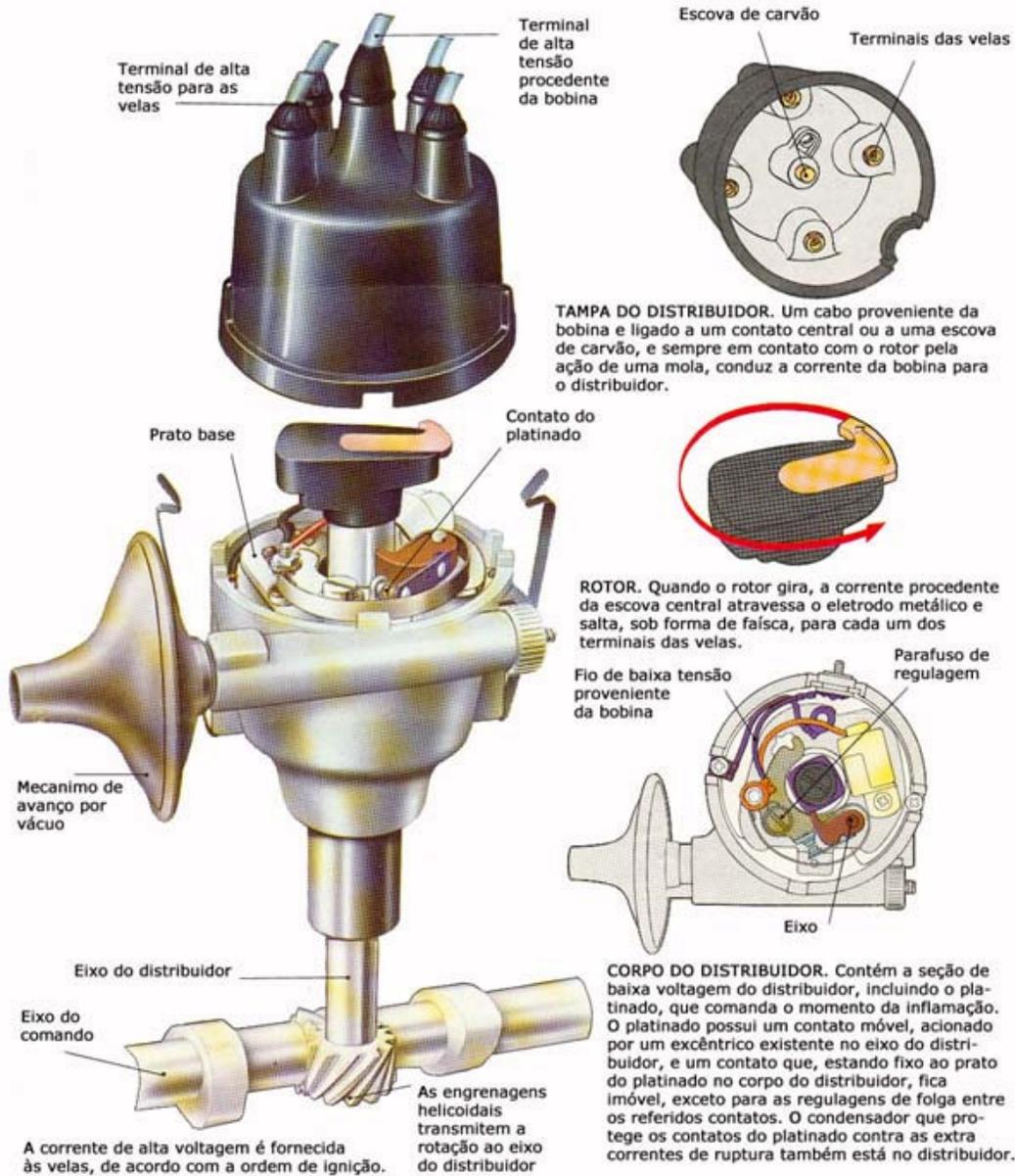
Quando se interrompe o campo magnético, induz-se uma voltagem no enrolamento primário, suficientemente elevada para formar um arco voltaico entre os contatos dos platinados. Como, em consequência, os contatos queimar-se-iam rapidamente, acrescenta-se ao circuito um condensador para suprimir o arco. O condensador esta alojado dentro do distribuidor e ligado, em paralelo, ao contato dos platinados. O condensador não pode ser atravessado pela corrente, já que é formado por duas placas metálicas separadas por um isolador atuando, contudo, como depósito de energia elétrica que, de outro modo, iria provocar a formação do arco quando da separação dos contatos dos platinados. Esta energia é descarregada no primário da bobina, produzindo um efeito de inversão que acelera a interrupção do campo magnético aumentando, deste modo, a voltagem no enrolamento secundário.

Distribuidor

O distribuidor consiste na ligação mecânica móvel entre os componentes do sistema de ignição e motor.

Desliga e liga a corrente do enrolamento primário da bobina por meio dos platinados e distribui às velas, segundo a sua ordem de ignição, ou explosão, através de um rotor, a corrente de alta voltagem produzida pela bobina. O rotor está ligado ao eixo do distribuidor e, à medida que roda, liga o terminal central da tampa que está ligado à bobina, aos cabos das velas, de acordo com a ordem de ignição.

PRINCIPAIS COMPONENTES DO DISTRIBUIDOR



Como a ordem de ignição nos cilindros determina a seqüência segundo a qual a corrente chega às velas, cada cabo de vela deve encontrar-se ligado à vela correspondente. O eixo do distribuidor é normalmente acionado pela árvore de comando, por meio de uma engrenagem helicoidal que faz girar os dois eixos à mesma velocidade. Em alguns motores, o eixo do distribuidor é acionado diretamente pelo girabrequim, por meio de um conjunto de engrenagens que reduz para a metade o número rotações do distribuidor.

Ignição antecipada – Qualquer que seja a velocidade do motor, a duração da combustão é invariável. Quando o motor funciona em marcha lenta, a ignição ocorre no momento em que o pistão alcança ponto morto superior do seu curso, o que proporciona o tempo necessário para que a expansão dos gases empurre o pistão para baixo.

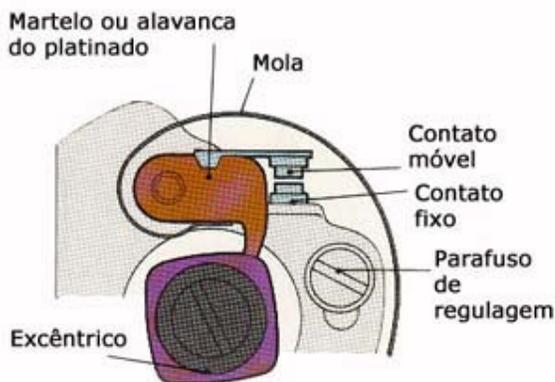
À medida que a velocidade do motor aumenta, reduz-se o intervalo de tempo entre a subida e a descida do pistão, pelo que a ignição deve ser antecipada para que haja o tempo necessário para a combustão e a expansão. Consegue-se este efeito por meio de um mecanismo centrífugo de regulagem do avanço, que pode ser completado com um dispositivo de avanço por vácuo.

Como os platinados cortam a corrente

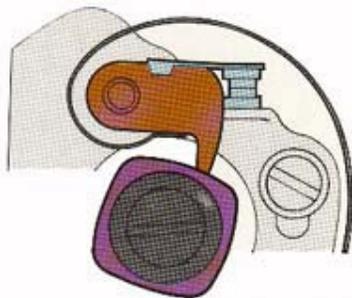
Os platinados são acionados por um excêntrico que faz parte do eixo do distribuidor. O excêntrico possui tantos ressaltos quanto o número de cilindros no motor.

À medida que o eixo roda, o excêntrico aciona um braço ou patin, que obriga os contatos dos platinados a separarem-se. Terminada a ação do excêntrico, os contatos fecham por meio da sua mola.

A formação de arcos voltaicos (faíscas) entre os contatos é reduzida por um condensador ligado entre ambos. Quando os contatos se separam, a corrente de baixa voltagem, vinda da bateria através do enrolamento primário da bobina, é desligada, pelo que o campo magnético fica interrompido.



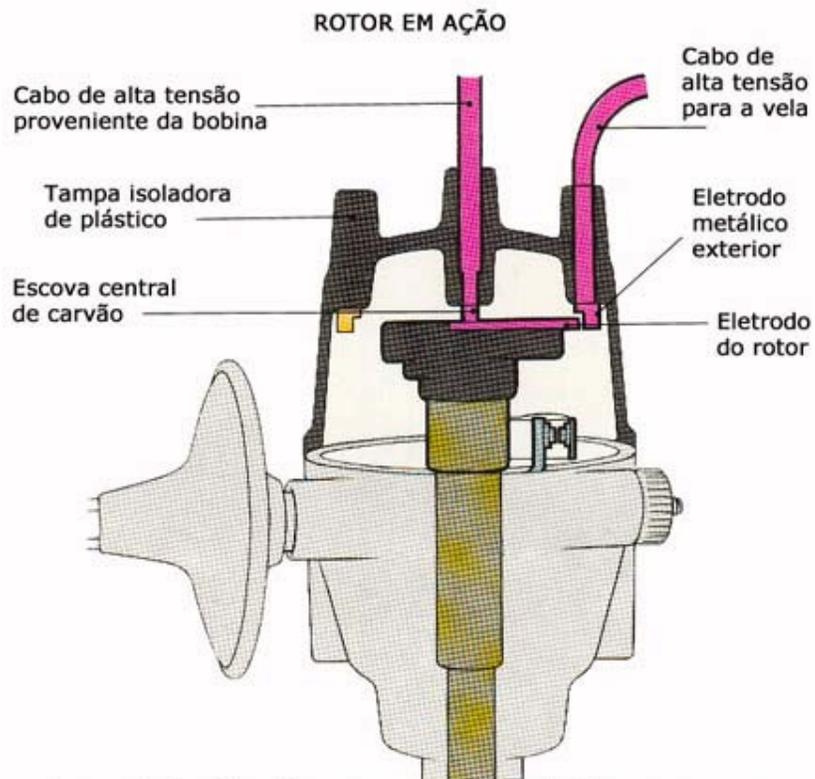
O platinado possui dois contatos, um fixo e outro móvel. Este último está ligado a um braço que é acionado por um excêntrico.



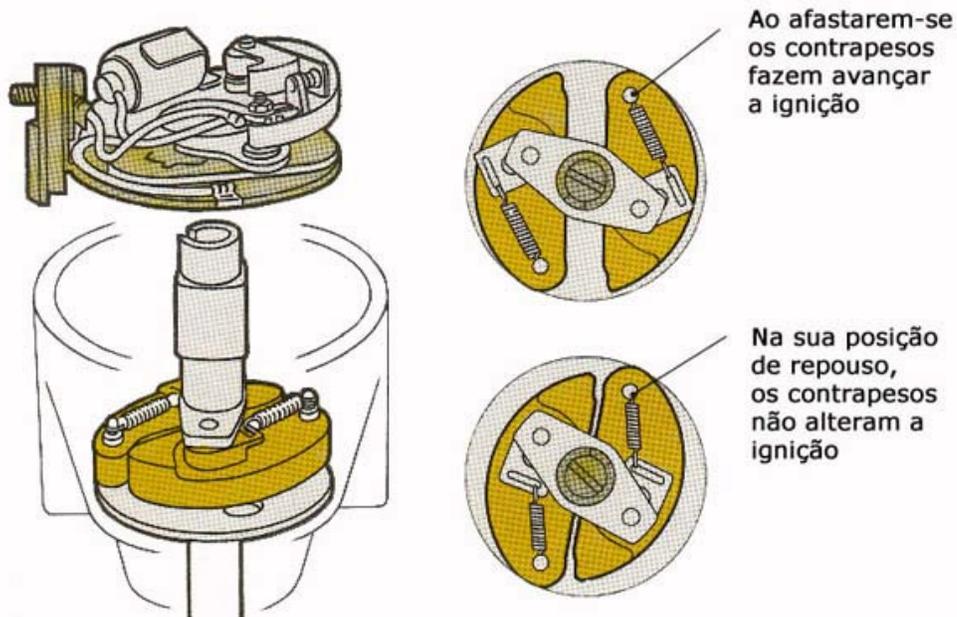
À medida que o excêntrico roda, a mola empurra o braço e fecha os contatos para que a corrente possa passar através destes.

Deste modo, induz-se uma corrente de alta voltagem no enrolamento secundário da bobina, passando essa corrente, através de um cabo, para o campo do distribuidor e, daí, através do eletrodo do rotor, para um dos eletrodos metálicos exteriores da tampa.

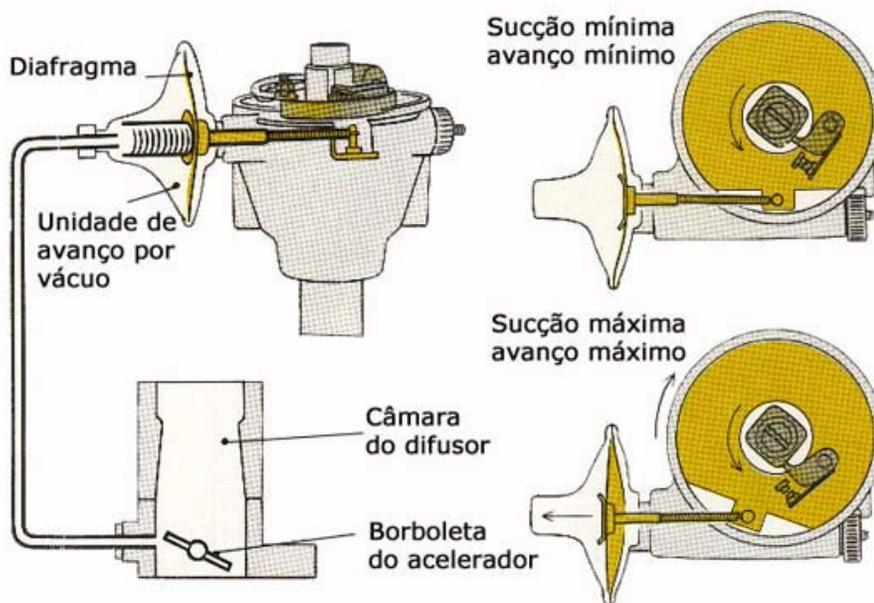
Não existe um contato real entre o rotor e os terminais da tampa do distribuidor. A folga existente entre o rotor e os terminais não é suficientemente grande para dificultar os impulsos de alta voltagem transmitidos pela bobina a cada uma das velas.



A corrente de alta voltagem proveniente da bobina passa para o rotor, que, ao girar, a distribui a cada uma das velas.



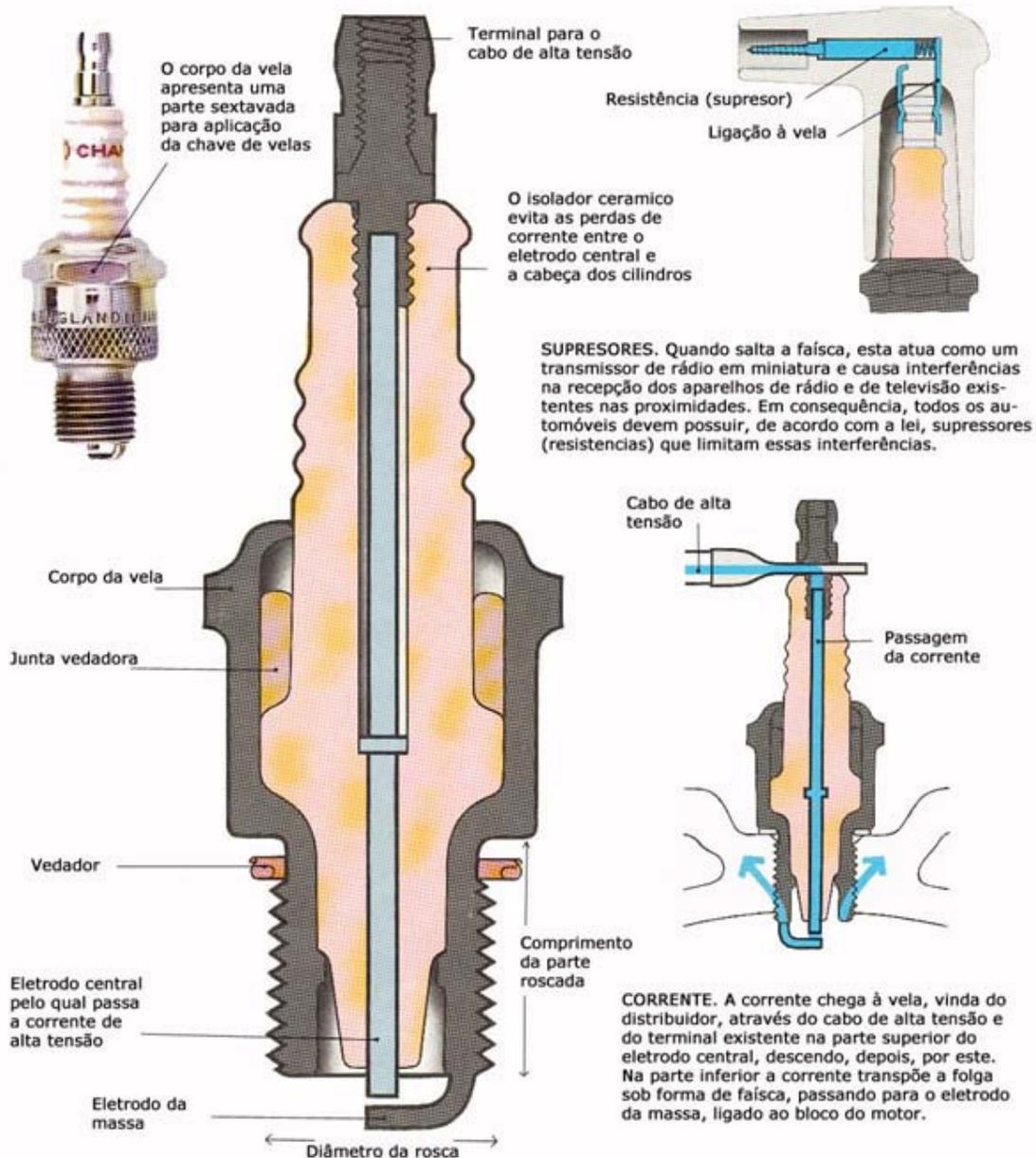
AVANÇO CENTRÍFUGO. Consiste num par de contrapesos, com eixo, que se mantêm junto ao eixo do distribuidor por ação de molas. A força centrífuga atuando nos contrapesos afasta-os progressivamente do eixo, à medida que a velocidade do motor aumenta. Os contrapesos estão ligados ao excêntrico de tal maneira que, quanto mais afastados estão do eixo, mais cedo abre o platinado.



AVANÇO POR VÁCUO. Funciona por meio de vácuo parcial criado no coletor de admissão. Ao abrir-se a borboleta, a sucção atua sobre um diafragma, o que faz antecipar o momento em salta a faísca, modificando a posição do platinado em relação ao excêntrico. Com a borboleta completamente aberta, a força exercida sobre o diafragma é reduzida e verifica-se um menor avanço por vácuo.

Velas

As velas produzem faíscas elétricas que inflamam a mistura de gasolina e ar nos cilindros do motor. Uma vela é constituída por um eletrodo metálico que atravessa a parte central do isolador de porcelana – pólo central. À volta da parte inferior do isolador existe um corpo metálico que se enrosca na cabeça dos cilindros. Soldado à parte inferior deste corpo e dessa maneira ligado à massa através da cabeça dos cilindros, encontra-se outro eletrodo – o pólo da massa. Uma pequena folga separa este eletrodo da extremidade do eletrodo central.



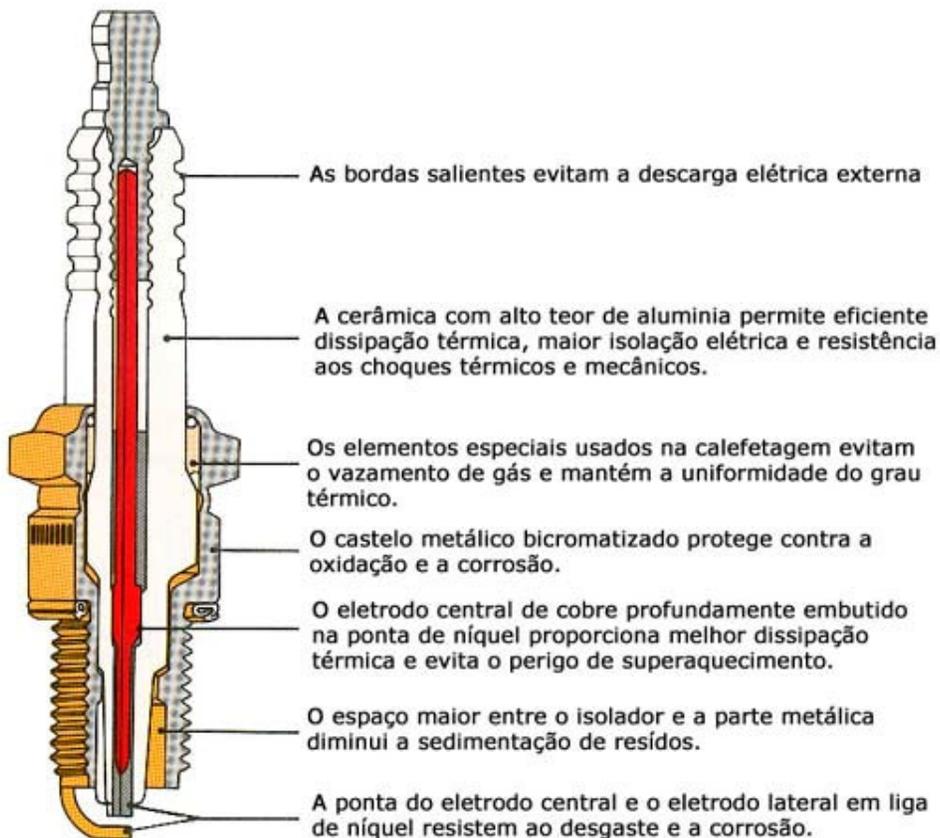
A corrente de alta tensão, proveniente do distribuidor, passa pelo eletrodo central e transpõe essa folga sob a forma de uma faísca.

Para obter um bom rendimento do motor, a faísca deverá ser suficientemente intensa para inflamar eficazmente a mistura de gasolina e ar, o que significa que a

folga deve ser relativamente grande. Porém, quanto maior for esta folga, maior será também a voltagem necessária para fazer soltar a faísca. As folgas recomendadas para as velas dos automóveis modernos oscilam entre 0,5 a 1,0 mm. A folga deve ser verificada periodicamente, já que os eletrodos desgastam-se lentamente com o uso e podem ficar cobertos de resíduos.

Uma folga de dimensões incorretas não constitui o único fator responsável por uma faísca fraca e irregular, uma ruptura no isolador ou uma película de óleo ou de água na sua superfície exterior poderão provocar fugas de eletricidade e dar origem a uma faísca fraca ou mesmo impedir que esta salte entre os eletrodos, sob a pressão de compressão existente dentro de cada cilindro.

Entre a vela e a cabeça dos cilindros existe uma junta para assegurar a vedação dos gases. Algumas velas apresentam, em vez da junta, uma base cônica que se aloja na cabeça dos cilindros.



Sistema de lubrificação

A função do óleo no motor não consiste apenas em reduzir o atrito e o desgaste dos pistões, apoios e outras peças móveis, mas também em evitar o escapamento dos gases quentes a alta pressão, dissipar o calor das zonas quentes para o ar, através do Carter, diminuir a corrosão e absorver alguns dos resíduos nocivos da combustão.

O óleo encontra-se no Carter, na parte inferior do motor e é enviado por uma bomba para os apoios principais através de um filtro. A bomba impulsiona

normalmente vários litros de óleo por minuto. A partir dos apoios principais, o óleo segue, através dos orifícios de alimentação ou canais, para passagens abertas no virabrequim e para os apoios (bronzinas, ou capas) das cabeças das bielas. As paredes dos cilindros e as buchas dos pinos dos pistões são lubrificadas por aspersão de óleo que sai pelos lados dos apoios e é dispersado pela rotação da árvore de manivelas. O óleo em excesso é retirado dos cilindros por segmentos ou anéis raspadores existentes nos pistões e regressa ao Carter.

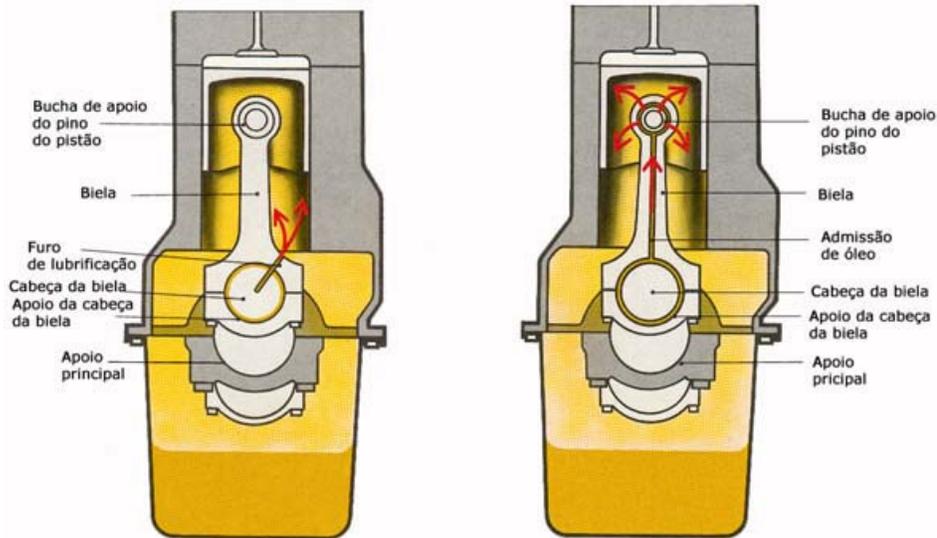
Um desvio do circuito principal alimenta cada um dos apoios da árvore de comando. Em grande número de motores com válvulas na cabeça existe ainda um outro desvio que conduz o óleo aos apoios do eixo dos balancins. O óleo retorna depois ao Carter, onde o excesso de calor é dissipado no ar. Outro desvio alimenta o comando da árvore de comando, por engrenagens ou por corrente e, em alguns casos, lubrifica e pressiona o esticador da referida corrente.



Nenhum eixo se ajusta perfeitamente ao seu apoio pois, caso contrário, não conseguiria rodar. Existe uma folga diminuta entre as superfícies (cerca de 0,07 mm nos apoios das cabeças das bielas, com 50 mm de diâmetro), formando-se no apoio uma película de óleo na área onde a folga é maior. A rotação do eixo aspira o óleo para o ponto de carga máxima, onde a folga é mínima, forçando o óleo a tomar a forma de uma "cunha" entre o eixo e o apoio.

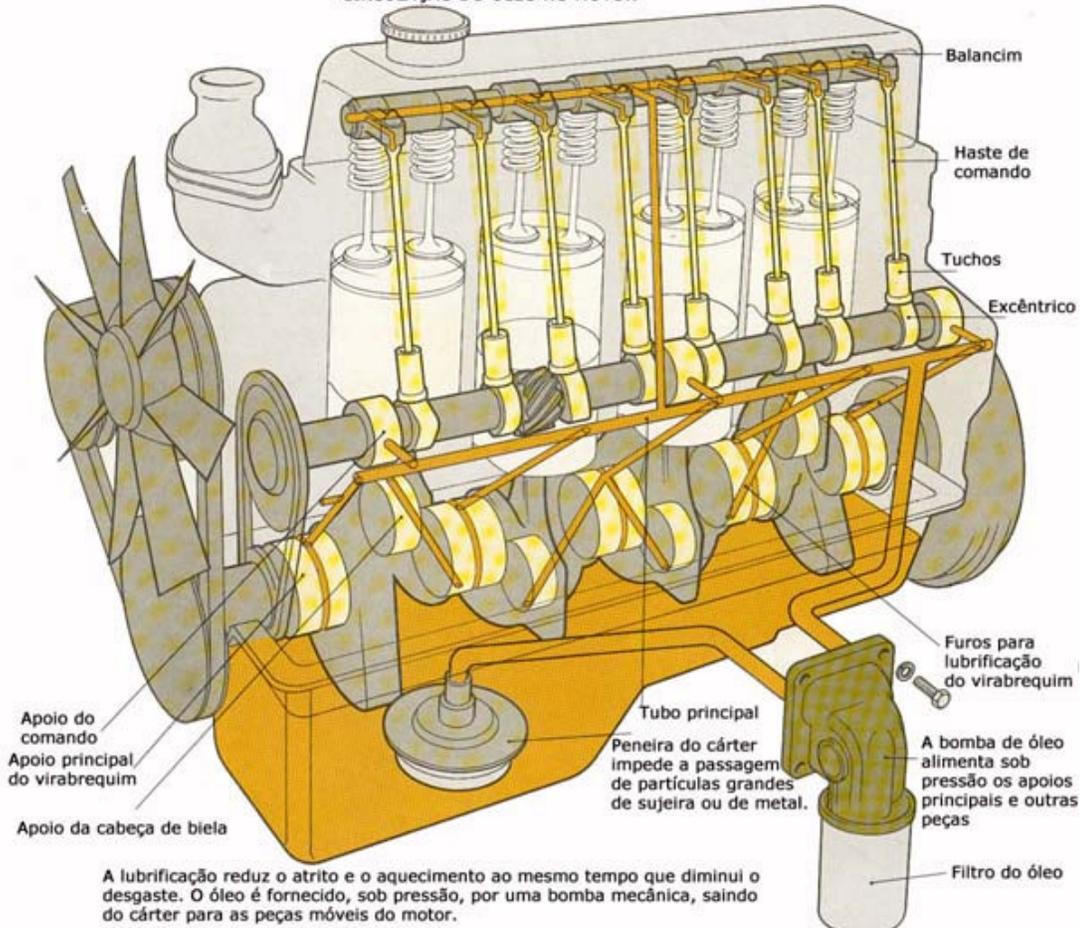
Desgaste do motor – Um fluxo insuficiente de lubrificante dará origem a um desgaste rápido, ou gripagem, das peças móveis do motor, devido ao atrito entre os metais. Também provocará um funcionamento deficiente do motor ao destruir as superfícies dos segmentos ou anéis dos pistões, permitindo a passagem de gases muito quentes.

LUBRIFICAÇÃO DAS PAREDES DOS CILINDROS



ASPERSÃO DO ÓLEO. O óleo projetado pelos apoios em rotação lubrifica as paredes dos cilindros. O óleo passa do apoio principal, através de um furo no virabrequim, para o apoio da cabeça da biela. Quando o pino do pistão é lubrificado sob pressão, através de um canal existente na biela, o óleo é expelido em jato para o interior do pistão.

CIRCULAÇÃO DO ÓLEO NO MOTOR

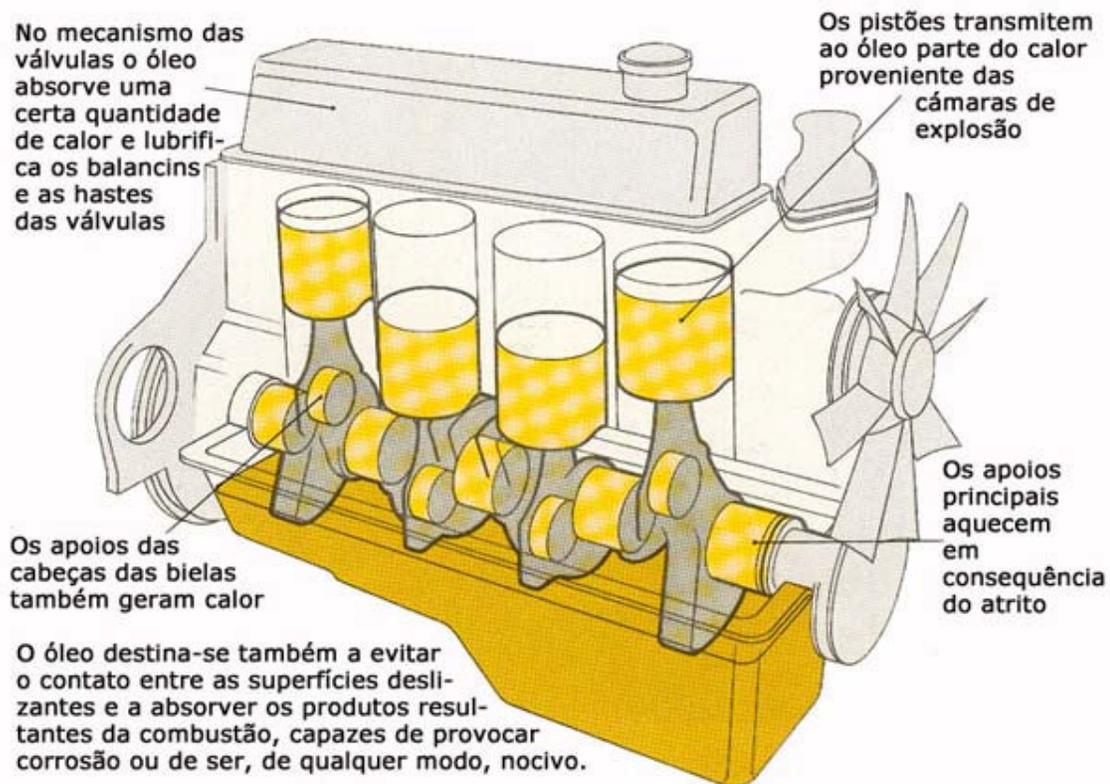


A lubrificação reduz o atrito e o aquecimento ao mesmo tempo que diminui o desgaste. O óleo é fornecido, sob pressão, por uma bomba mecânica, saindo do cárter para as peças móveis do motor.

Óleo

Existem três tipos de óleo: mineral, sintético e vegetal. Os fabricantes de motores recomendam atualmente apenas os óleos minerais e sintéticos. O óleo de rícino utilizado principalmente em automóveis de corrida, foi suplantado pelos óleos sintéticos.

O óleo mineral refinado apresenta as desvantagens de solidificar a 35°C, torna-se demasiado espesso a baixas temperaturas, ter a consistência de petróleo à temperatura dos cilindros e incendiar a temperaturas superiores a 230°C. A utilização deste tipo de óleo levaria o motor a acumular rapidamente resíduos de carvão. Para evitar este inconveniente e aumentar o rendimento do motor, são dissolvidos, no óleo, aditivos químicos.



Viscosidade – Para evitar o contato entre as peças móveis de um motor e deter a passagem dos gases quentes a alta pressão, o óleo deverá ter uma viscosidade correta, ou seja, ser fluído e espesso. Se for demasiado espesso, evitará a passagem de gases, mas não permitirá um perfeito deslizamento das peças móveis; tornará também a partida difícil, já que exige um maior esforço para fazer funcionar o motor frio.

Se o óleo for demasiado fluído, a película de óleo que deverá separar as peças móveis apresentará descontinuidades que permitem o contato entre essas peças, provocando o seu desgaste. Além disso, o óleo nessas condições não lubrificará devidamente os segmentos dos pistões e as paredes dos cilindros. A viscosidade apropriada de um óleo varia de acordo com a utilização do automóvel e com a temperatura ambiente. Não seria razoável, por exemplo, utilizar um óleo com a mesma viscosidade no Brasil e no Ártico. A viscosidade de um óleo não deve sofrer alterações significativas com as diferentes temperaturas que ocorrem no motor.

A temperatura num motor é bastante variável. O motor deverá arrancar com temperaturas abaixo do ponto de congelamento; contudo, a temperatura ideal do cárter, durante o funcionamento do motor, é de cerca de 82°C., temperatura essa que permite a vaporização da umidade que se forma durante a combustão. A temperatura nos mancais do virabrequim e nas bronzinas das bielas deverá exceder em 10°C. a do cárter enquanto a dos segmentos dos pistões, acelerando a fundo, poderá atingir 230°C .

A viscosidade de um óleo é identificada pelo seu número SAE, designação que deriva do nome da sociedade americana Society of Automotive Engineers, que estabeleceu as normas de viscosidade. Os números SAE 20, 30, 40 e 50 indicam que a viscosidade do óleo se mantém dentro de certos limites a temperaturas de 99°C. Os números SAE 5W, 10W e 20W indicam que viscosidade se mantém dentro de limites determinados à temperatura de 18°C. Estes números apenas especificam a viscosidade, não se referindo a outras características; quanto mais baixo for o número SAE, mais fluido será o óleo.

Um óleo multigrade tem um índice de viscosidade elevado, ou seja, a sua viscosidade altera-se pouco com a temperatura. Poderá ter; por exemplo, uma especificação SAE 10W/30 ou 20W/50. Um óleo multigrade tem a vantagem de permitir um arranque mais fácil em tempo frio, pôr ser muito fluido a baixa temperatura mantendo, contudo, as suas qualidades de lubrificação a elevadas temperaturas.

Aditivos detergentes e dispersantes – Alguns produtos parcialmente queimados conseguem passar pelos segmentos dos pistões e chegar até o cárter. Estes produtos incluem ácidos, alcatrões e materiais carbonizados que devem ser absorvidos pelo óleo e mantidos em suspensão. Se não forem absorvidos, esses produtos formam depósitos nas caixas dos segmentos dos pistões e nas passagens de óleo, obstruindo a circulação do óleo e originando engripamento dos anéis dos pistões.

Um óleo que contenha aditivos dispersantes e detergentes manterá esses produtos em suspensão sempre que as dimensões destes forem suficientemente reduzidas, isto é, quase moleculares. Na ausência destes aditivos, esses produtos coagulam, formando uma espécie de lama ou qualquer outro depósito.

Mudanças de óleo – É conveniente respeitar os prazos recomendados pelos fabricantes dos automóveis para substituição do óleo. Esses períodos deverão mesmo ser encurtados para três ou quatro meses, se o automóvel for somente utilizado em pequenos trajetos.

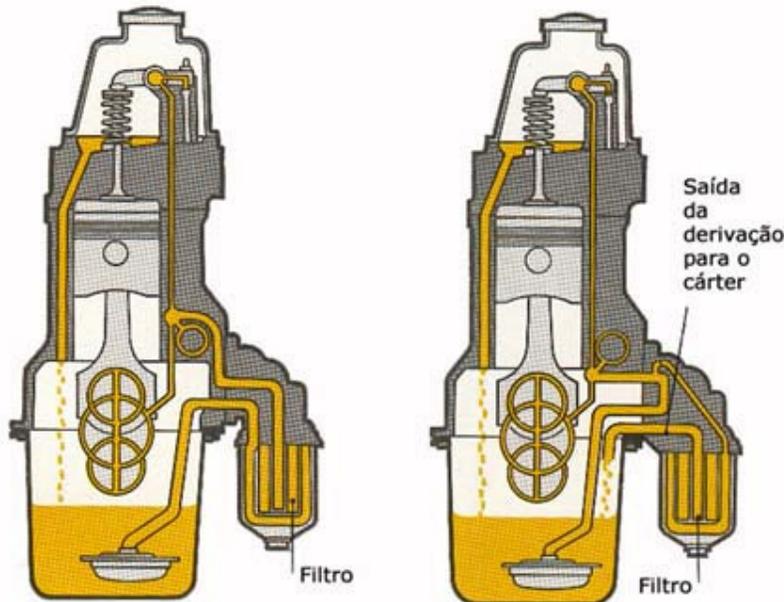
A razão para maior frequência da mudança de óleo, neste caso, reside no fato de quantidade de aditivos detergentes e dispersantes presente no óleo ser pequena e consumir-se com muito maior rapidez nas condições de repetidos arranques e paradas do que em percursos longos, em que o motor funciona a uma temperatura estável.

Filtro de óleo

Na maioria dos motores o óleo, antes de penetrar na bomba, atravessa um filtro de rede que retém a maioria das impurezas. No exterior do cárter encontra-se normalmente um filtro através do qual passa a totalidade do óleo. Como este filtro pode eventualmente ficar obstruído com acúmulo de impurezas, uma válvula de derivação nele existente abre-se quando a pressão, através do filtro, excede um determinado valor, normalmente 0,7 a 1,5 kg/cm². Esta válvula também se abre quando o óleo está frio e, portanto, muito espesso.

Filtros centrífugos – Este tipo de filtro consiste num recipiente circular que, ao rodar a grande velocidade, repele as partículas sólidas, que são retidas nas suas paredes enquanto o óleo passa para através de um condutor central.

FLUXO DE ÓLEO PARA O FILTRO



Sistema normal de filtração total. Todo óleo passa através do filtro. Sistema de derivação. Apenas uma parte pequena do óleo passa através do filtro.

COMO FUNCIONA O FILTRO

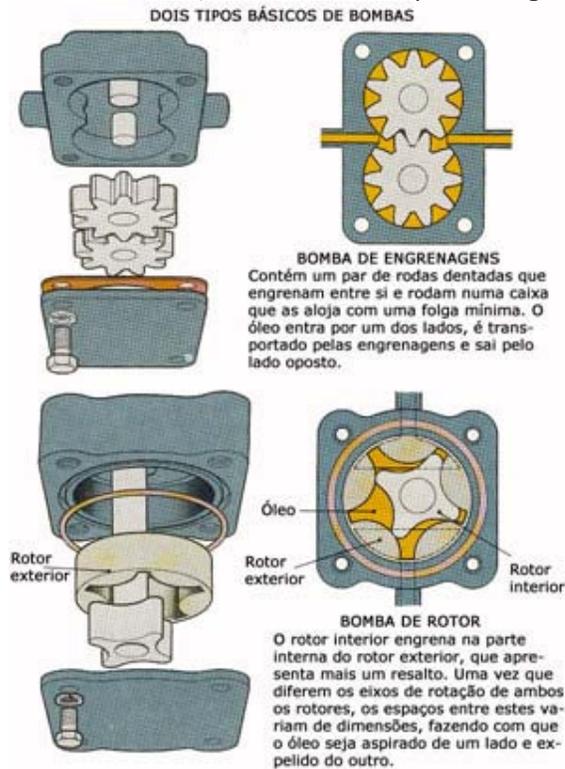


Bomba de óleo

Emprega-se geralmente dois tipos de bombas de óleo: a bomba de engrenagens e a bomba do rotor. Qualquer uma delas é normalmente acionada à partir da árvore de comando ou do virabrequim. A bomba de engrenagens compõe-se de um de um par de rodas dentadas engrenadas entre si. Quando as engrenagens rodam, o espaço entre os dentes enche-se de óleo proveniente do cárter. Quando os dentes se engrenam, o óleo é impelido sob pressão. A bomba de rotor é constituída por um cilindro dentro do qual se movem dois rotores, um exterior e um interior, sendo o espaço entre estes preenchido com óleo.

Tal como acontece com a bomba de engrenagens o óleo é aspirado do cárter nesta bomba e depois enviado para o motor.

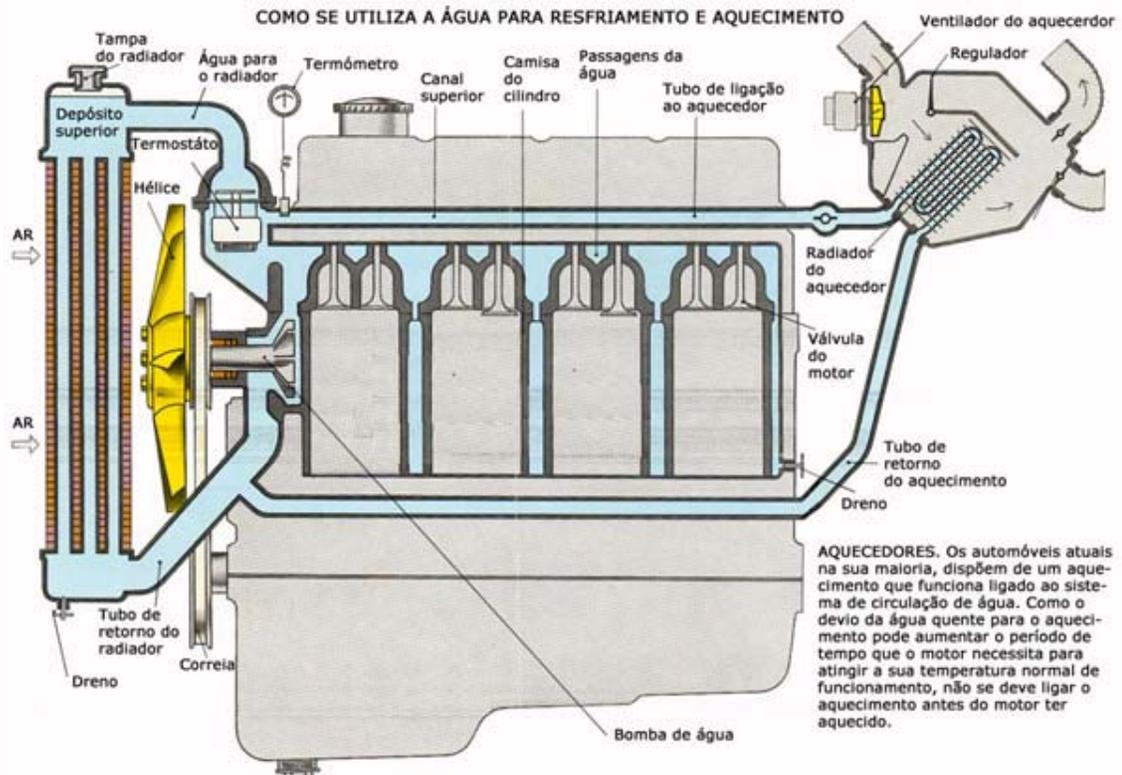
Quando o óleo está frio, a pressão necessária para impelir através das pequenas folgas dos apoios poderá ser demasiado elevada, a ponto de danificar as bombas. Assim, quando a pressão é excessiva, uma válvula de descarga existente no interior da bomba abre, a fim de deixar passar algum óleo para o cárter.



Respiro – Os orifícios de ventilação do cárter, permitem o escapamento dos gases, que entram no cárter depois de passarem os segmentos ou anéis do pistão.

Sistema de arrefecimento

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



Existem dois tipos de sistema de resfriamento: direto e indireto. No sistema direto, o ar circula através das aletas existentes no exterior dos cilindros e na cabeça dos cilindros, já no sistema indireto, um líquido de resfriamento, normalmente água, circula pelos canais existentes no interior do motor. Um sistema moderno de resfriamento por água apresenta as seguintes partes essenciais:

- Uma camisa de água, que rodeia as partes quentes do motor, tais como os cilindros, as câmaras de explosão e as saídas do escapamento;
- Um radiador, no qual a água quente proveniente do motor é arrefecida pelo ar;
- Um ventilador, que faz circular o ar através do radiador;
- Mangueiras existentes na parte superior e inferior do radiador e que ligam este ao motor para estabelecer um circuito fechado,
- Uma bomba, que faz circular a água,
- Um termostato, montado na saída da água do motor e que reduz a circulação da água até que o motor atinja a temperatura normal de funcionamento,
- Uma tampa de pressão existente no radiador e destinado a elevar o ponto de ebulição da água, evitando assim a formação de bolsas de vapor junto às câmaras de explosão.

Para o perfeito funcionamento de um motor, seja qual for sua velocidade, a temperatura do líquido de arrefecimento num ponto próximo do termostato, deve elevar-se entre 80 e 115°C. Os motores podem, contudo, sobre aquecer como, por exemplo, quando há falta de água no radiador ou em subidas longas.

Com uma tampa de pressão regulada para 0,5 kg/cm²., a água ferverá apenas depois de atingir 112°C ao nível do mar. O seu ponto de ebulição descera cerca de 1,1°C por cada 300 mts. Na altitude.

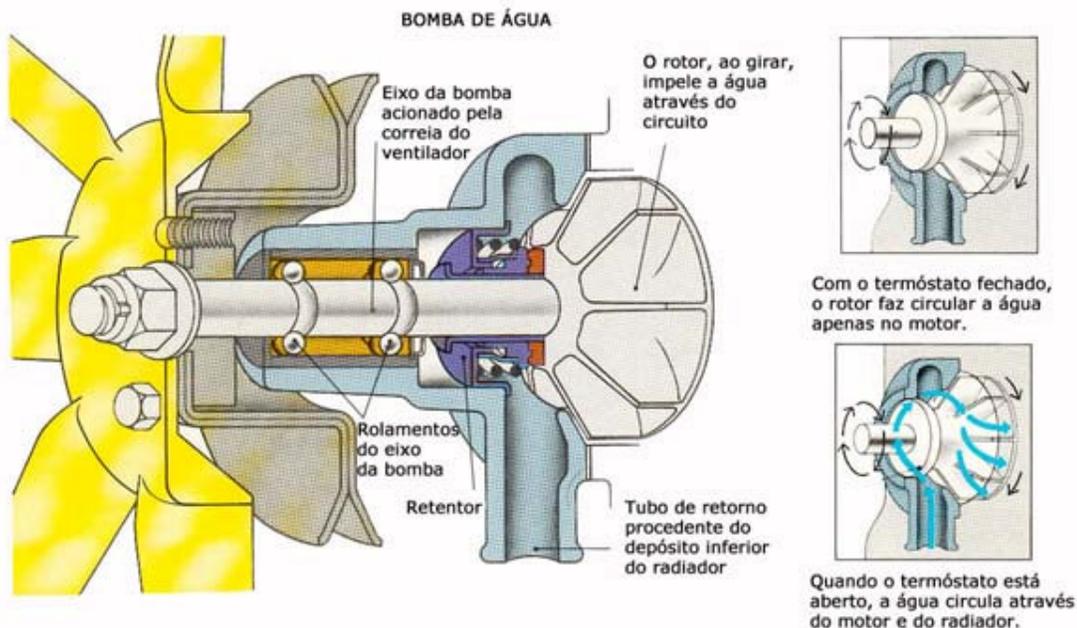
A utilização de uma tampa de maior pressão para uma pressão mais elevada pode causar danos se o motor e o sistema não tiverem sido calculados para pressões mais elevadas.



Quando o veículo tem o motor na frente, o ar frio é aspirado através da grade e passa pelo radiador pela ação do ventilador, No motor montado transversalmente, em alguns casos o ar passa através de um radiador lateral. Já no motor montado na parte traseira do veículo, o ventilador funciona de maneira análoga ao ventilador de um motor à frente.

Bomba d'água

Nos motores modernos, a bomba de água está montada na parte da frente do bloco e é acionada pela correia do ventilador. É a bomba de água que alimenta a camisa de água do motor com água fria proveniente do depósito inferior do radiador. A água aquecida pelo motor circula então através do cabeçote e, passando pelo termostato, regressa ao depósito superior do radiador.



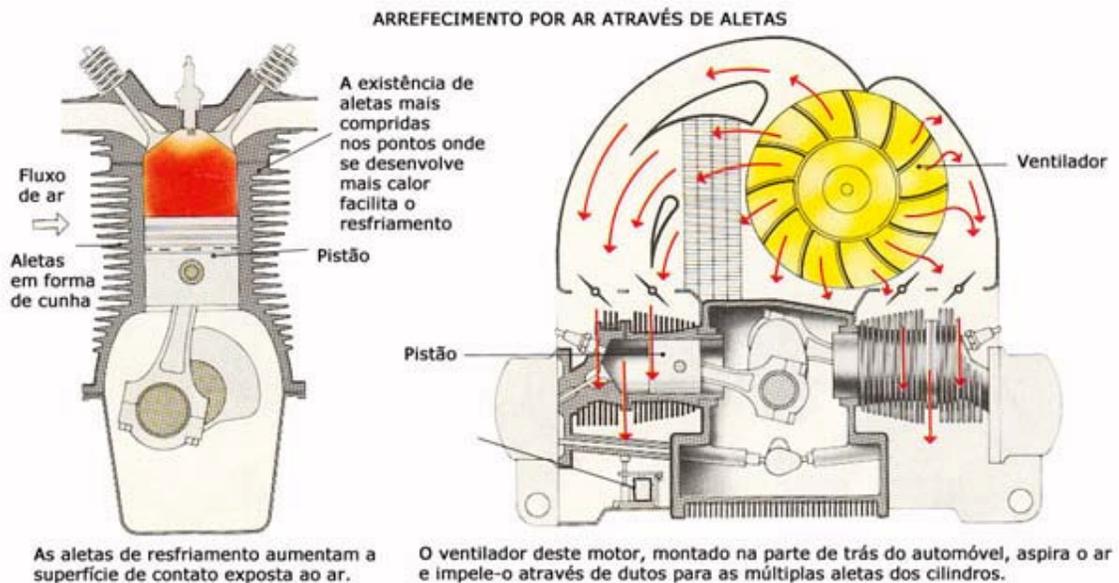
Uma pequena quantidade da água que segue para o aquecimento e, em alguns modelos de automóveis, para o coletor de admissão retorna ao radiador sem passar pelo termostato.

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

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

Resfriamento de ar

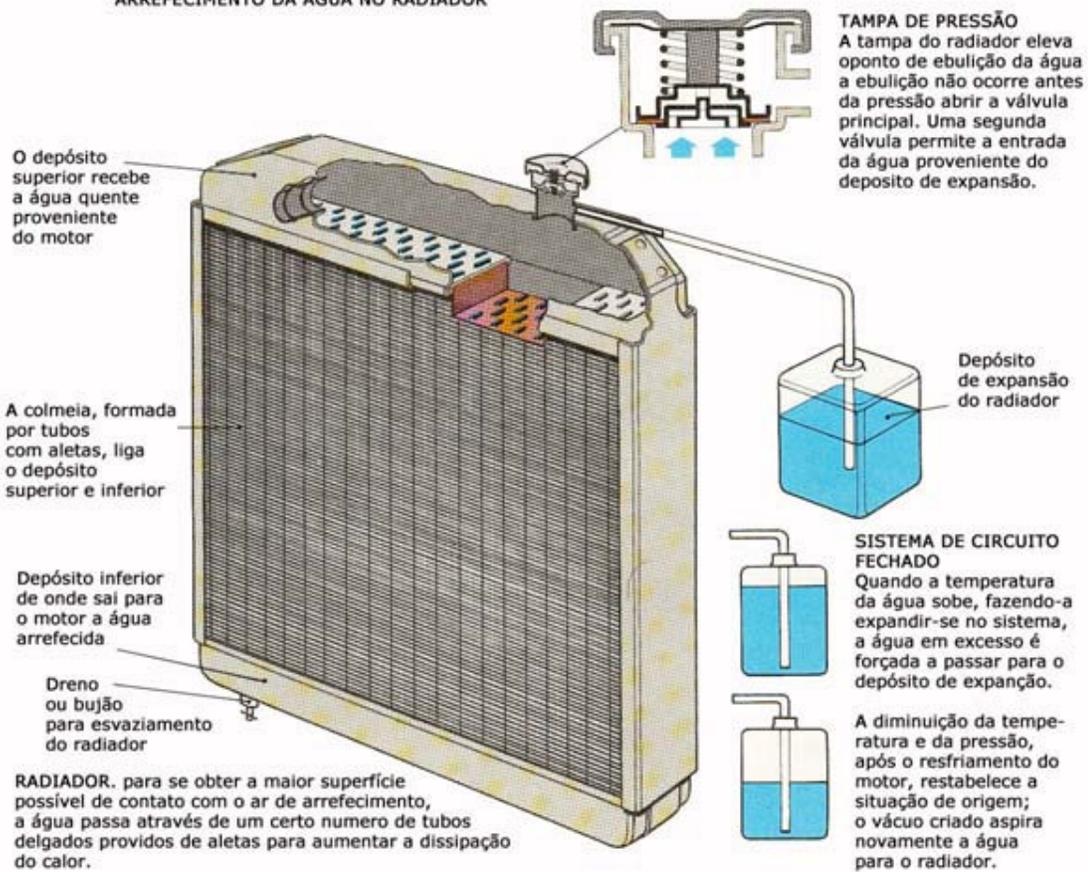
O resfriamento por ar sem condutores próprios e sem circulação forçada por meio de ventilador não permite um efeito uniforme em todos os cilindros, principalmente nos motores em linha pois, neste caso, os cilindros montados atrás seriam pouco arrefecidos pela corrente de ar proveniente da grade existente na frente do carro. Para resolver esta dificuldade, os motores arrefecidos a ar possuem um ventilador que faz incidir sobre os cilindros uma corrente de ar. Um controle termostático regula o fluxo do ar para garantir as condições térmicas satisfatórias para o funcionamento do motor. Um motor arrefecido por ar é muito mais ruidoso que um motor arrefecido por água, já que a camisa de água amortece uma grande parte do ruído do motor.



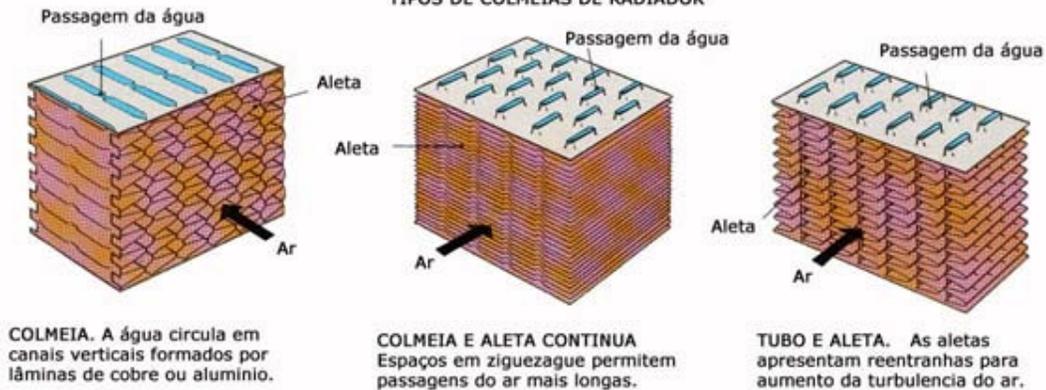
Radiador

O radiador destina-se a dissipar o calor da água quente que circula no sistema de arrefecimento. É composto por dois depósitos de água: um superior e outro inferior, entre os quais existe um corpo central - a colméia -, normalmente constituído por tubos metálicos de paredes delgadas. A água quente entra no depósito superior, vinda da camisa de água, através do termostato e desce pelo interior da colméia, dissipando o calor. Os tubos têm aletas que proporcionam uma maior área de contato com o ar de resfriamento.

ARREFECIMENTO DA ÁGUA NO RADIADOR



TIPOS DE COLMEIAS DE RADIADOR



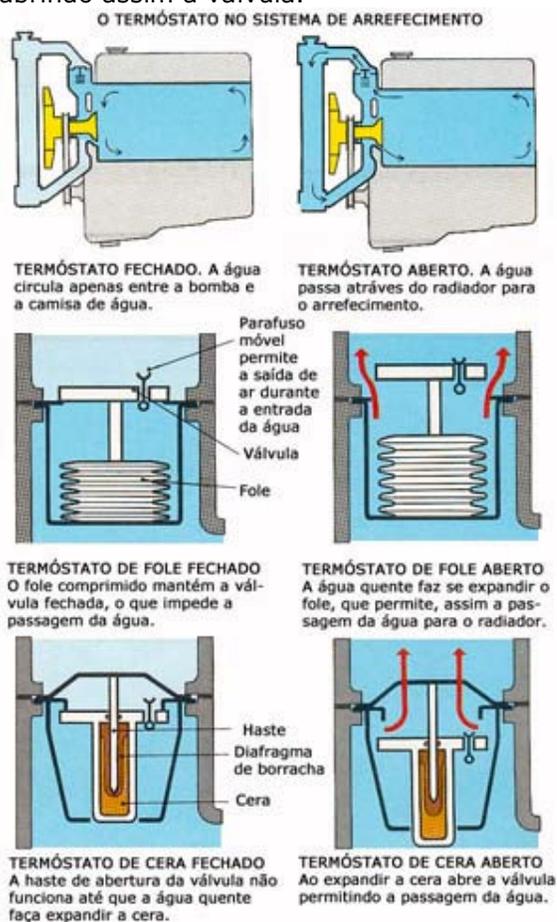
A água arrefecida passa para o depósito inferior e retorna ao motor através da bomba de água. Em grande número de radiadores existe um espaço entre a superfície da água e a parte de cima e interior do depósito superior, a fim de permitir a expansão da água. Qualquer água (ou vapor) em excesso escorre para o solo pelo tubo-ladrão do radiador.

Em alguns radiadores atuais, o tubo-ladrão conduz a água para um depósito de expansão suplementar, separado do radiador. Quando a água arrefece, regressa ao depósito superior do radiador. Este dispositivo é designado por um sistema de circuito fechado.

Válvula termostática

A função do termostato consiste em impedir a passagem da água fria vinda do radiador enquanto o motor está frio. Utilizam-se dois tipos de termostato: o de fole e o de elemento de cera. O primeiro é constituído por uma cápsula em forma de sanfona cilíndrica, de chapa de metal extremamente delgada, contendo um fluido volátil.

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



Aditivo

A água misturada ao aditivo do radiador deve ser trocada anualmente, já que o aquece e esfria do dia a dia muda as características do aditivo do líquido de arrefecimento. Em tempo frio, a água pode congelar e provocar a ruptura do radiador ou do bloco do motor de um automóvel que tenha ficado exposto às condições atmosféricas. É também possível que o radiador congele e arrebente enquanto o automóvel estiver circulando – ainda que a água no motor esteja fervendo –, devido ao fato de o termostato não permitir a passagem da água

quente do motor para o radiador antes que o motor atinja uma temperatura determinada. Se um automóvel circular num meio ambiente onde a temperatura for abaixo de 0°C, a água do radiador poderá congelar antes da abertura da válvula do termostato.

Pode-se evitar o congelamento da água do radiador adicionando-lhe um produto químico, normalmente o etileno-glicol, para baixar o seu ponto de congelação. Existem à venda produtos anticongelantes de boa qualidade que contém um aditivo inibidor de corrosão, à base de sódio.

Sistema de escape

São duas as funções principais do sistema de escapamento: conduzir os gases quentes resultantes do funcionamento do motor até um local em que estes possam ser lançados para a atmosfera sem perigo para os ocupantes do automóvel e reduzir, por meio de um silencioso – a panela de escapamento –, o ruído provocado pela expulsão desses gases.

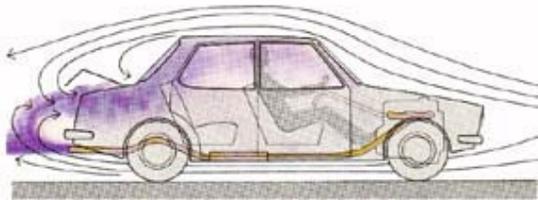
Os gases originados no motor expandem-se com grande energia, passando para o sistema de escapamento sob forte pressão. Cada vez que os gases passam para a tubulação de escapamento, forma-se uma onda de choque – a um ritmo de milhares de ondas por minuto –, pelo que o ruído dos automóveis seria insuportável se não fosse reduzido.

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

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

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

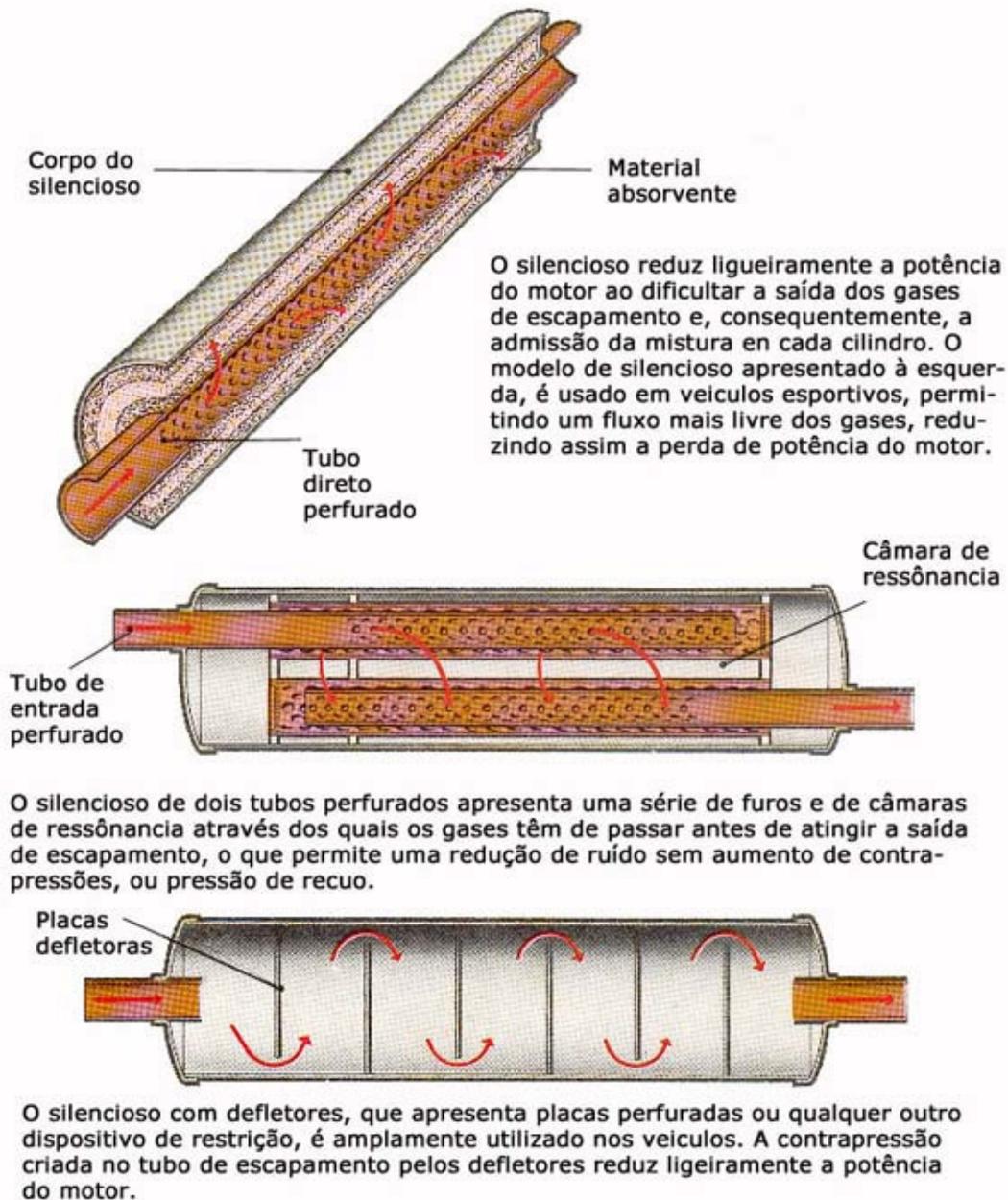
Os perigos dos gases de escapamento



Silencioso

Um silencioso – ou panelas de escapamento – refreia ou absorve as ondas sonoras, reduzindo o ruído a um nível aceitável e de acordo com as normas legais.

A velocidade dos gases é normalmente reduzida por defletores, ou placas metálicas, existentes no interior do silencioso e que se destinam a afrouxar e dificultar a ação das ondas sonoras. O silencioso perfurado ou de absorção, no qual os gases passam, através de furos abertos num tubo, para o material que absorve o som, é uma variante deste sistema freqüentemente utilizada em automóveis de competição para proporcionar uma maior potência aos motores, já que os furos não dificultam tanto a saída dos gases como os defletores.



Modelos de Silenciosos

Os silenciosos e os sistemas de escapamento são normalmente fabricados com tubos e chapa de aço macio. A exposição constante aos grãos de areia da estrada, aos materiais corrosivos, ao barro e à lama reduz a duração de um sistema de

escapamento tipo médio a pouco mais que um ou dois anos. Porém, a utilização de aço aluminizado ou, melhor ainda, de aço inoxidável prolonga a duração de um sistema de escapamento.

Os silenciosos e a tubulação do sistema de escapamento enferrujam-se, quer interna ou externamente. Cada litro de gasolina queimada produz 1.1. de água – contendo sais de chumbo e ácidos -, que passa para o sistema de escapamento sob a forma de gás ou de vapor. Se o silencioso ou o tubo de escapamento estiverem frios, como sucede no primeiro arranque do dia, estes elementos corrosivos condensam-se nas superfícies interiores do sistema de escapamento, onde atuam como ácidos fracos que acabam por atacar o metal. Assim cada vez que um automóvel arranca com o motor frio, dá-se uma pequena corrosão interior.

É por esta a razão que um automóvel utilizado em pequenos trajetos necessita de substituições mais vezes no sistema de escapamento do que outro utilizado normalmente em longos percursos.

Quando um automóvel de dimensões médias circula com o porta-malas aberto, as fumaças de escapamento podem penetrar, por turbulência, no interior do veículo e causar perda de consciência ao motorista. Deve-se, portanto, manter fechado o porta-malas ou a porta traseira – no caso de um automóvel de cinco portas – quando em movimento. Se tal não for possível, é necessário dirigir com as janelas laterais abertas para assegurar a renovação do ar.

Os gases de escapamento incluem monóxido de carbono, gás inodoro, mas tóxico, e anidrido carbônico, que pode causar sufocação. Um escapamento de gás próximo de uma tubulação de escapamento quente pode ainda causar um incêndio.

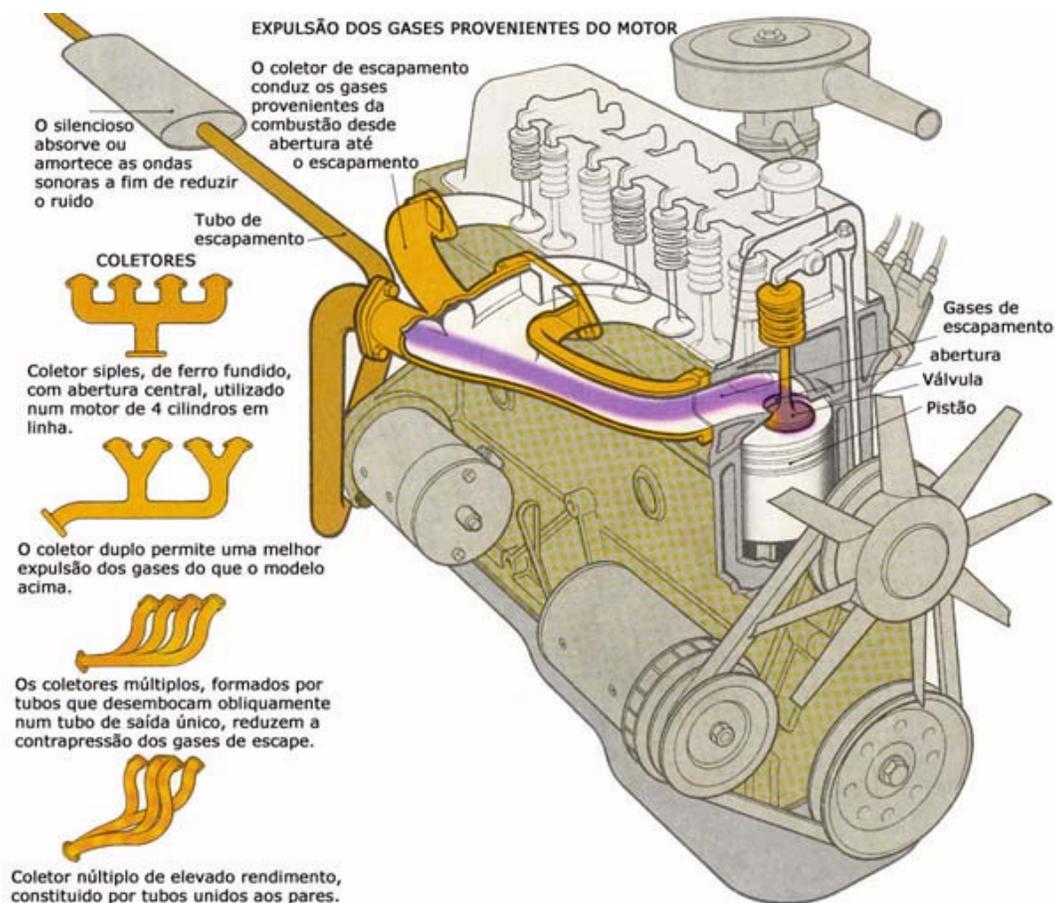
Os escapamentos de gás no sistema de escapamento do veículo não devem, portanto, serem menosprezados.

Escapamento com fumaças – A presença de fumaça negra nos gases de escapamento ou de uma camada de fuligem no tubo de escapamento indicam ser a mistura demasiadamente rica.

A saída de fumaça azulada, principalmente ao acelerar, após uma descida com o automóvel engrenado, indica a penetração de óleo nas câmaras de explosão, através dos anéis dos pistões ou das guias das válvulas.

Coletores

Expulsão dos gases provenientes do motor – O sistema de escapamento conduz os gases quentes, resultantes da combustão, desde o motor e através do coletor, tubo de escapamento e silencioso, para o tubo de saída, que o lança na atmosfera. Durante este processo, o silencioso por meio de redução, deflecção ou absorção das ondas sonoras, diminui o ruído originado pela descarga, através da abertura de escapamento, dos gases provenientes da câmara de explosão.



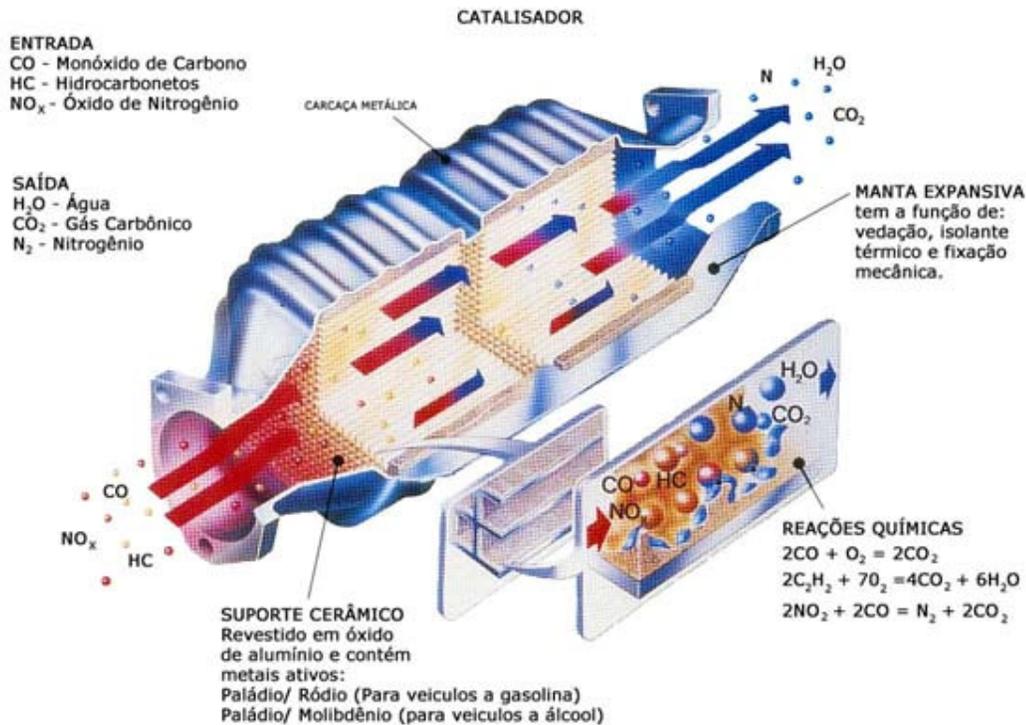
Catalizador

O catalizador é uma peça formada por núcleo cerâmico ou metálico que transforma grande parte dos gases tóxicos do motor em gases inofensivos, através das reações químicas ocorridas dentro deste componente.

O catalizador localiza-se no sistema de escapamento, depois do coletor de gases de escape e próximo ao motor, para melhor aproveitar a temperatura decorrente da combustão. O termo conversor catalítico designa genericamente um reator metálico instalado no sistema de escapamento. Este reator, de aço inoxidável, contém o catalizador propriamente dito, que é constituído de uma colmeia cerâmica ou metálica (monolito) impregnada com substâncias ativas.

Essa colmeia é formada por milhares de minúsculos canais (células), por onde passam os gases poluentes. As paredes destes canais são recobertas com óxidos de metais, que criam uma superfície de contato cuja área é equivalente a 2 campos de futebol.

Externamente, o monolito é envolvido por uma manta amortecedora destinada a protegê-lo contra vibrações e choques. As substâncias ativas são o óxido de alumínio, metais preciosos cataliticamente ativos (Pd, Pt e Rh) e promotores (substâncias que aumentam a ação catalítica dos metais preciosos). Somente as substâncias ativas são responsáveis pelos efeitos catalíticos; a colmeia cerâmica ou metálica serve apenas como material – suporte.



A colmeia cerâmica consiste de corderita. Este material de magnésio – alumínio – sílica é distinto particularmente pela sua alta resistência à temperatura. A colmeia metálica consiste de uma liga especial, a qual é enrolada e soldada através de uma técnica específica, formando o suporte metálico.

A espessura da parede desta chapa de aço ferrítico, altamente resistente ao calor, é de aproximadamente 0,04 a 0,07 mm.

Substâncias catalíticas

O real efeito de um catalisador é determinado por suas substâncias cataliticamente ativas impregnadas. O monolito cataliticamente inativo é impregnado, através de um complexo processo químico de produção, com uma camada de óxido denominada camada de preparação superficial.

Os metais preciosos são então distribuídos sobre esta camada. A camada "ativa" é constituída de óxidos de alumínio e promotores, isto é, aditivos que aumentam o efeito catalítico dos metais preciosos. O óxido de alumínio amplia a área superficial específica a valores que excedem 20.000 mts. Quadrados por litro de volume do catalisador. Os metais preciosos, - platina, ródio e paládio – são usados 1,5 g em média, individualmente ou de forma combinada, dependendo do projeto do catalisador, o qual é desenvolvido em estreita cooperação com os fabricantes de veículos, propiciando uma vida útil do produto, de no mínimo 80.000 km.

Embora o catalisador seja muito bom no controle de emissões, quando o motor e seus sistemas relacionados não estiverem funcionando adequadamente, haverá ainda um aumento de emissões indesejáveis do escapamento. Estas emissões podem ser analisadas para fins de diagnóstico.

HIDROCARBONETOS (HC)

Os hidrocarbonetos nos informam quanto combustível disponível não foi queimado. Baixas emissões de HC são uma boa indicação de que todo o combustível está sendo queimado.

Altas emissões de HC estão freqüentemente relacionadas com problemas no sistema de ignição, tais como falha de combustão ou distribuição imprópria.

Pode também ser devido à baixa compressão, vazamentos de vácuo, mistura incorreta do ar/combustível ou catalisador ineficiente.

MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

O monóxido de carbono é também uma indicação da proporção ar/combustível. Altos níveis de CO podem ser causados por misturas ricas, baixa rotação do motor, filtro de ar obstruído, sistema PCV defeituoso, sistema de distribuição de combustível inadequado ou catalisador ineficiente.

DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

O dióxido de carbono é uma medida da eficiência da combustão. As leituras CO₂ se elevarão quando a proporção ar/combustível estiver em sua mais alta eficiência. O CO₂ adicional é produzido pelo catalisador.

OXIGÊNIO (O₂)

O oxigênio é uma outra indicação da proporção da mistura ar/combustível. Se houver uma condição pobre, as leituras se elevarão rapidamente. Vazamentos de vácuo, sistemas de distribuição de combustível defeituosos e falha de combustão podem causar níveis altos de O₂.

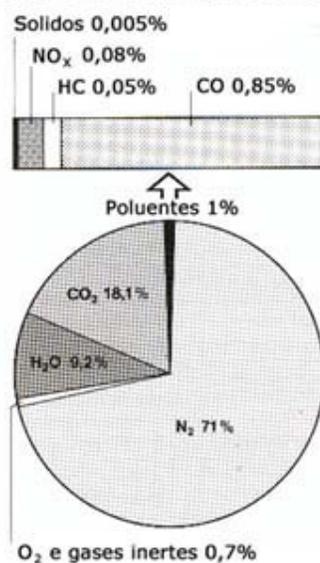
ÓXIDOS DE NITROGÊNIO (NO_x)

Os óxidos de nitrogênio indicam altas temperaturas de combustão. Isto pode resultar de uma condição pobre, mas geralmente deve-se a uma falha do sistema EGR. As leituras de NO_x altas podem também ser causadas por um catalisador que não esteja funcionando eficientemente.

Gases de escape

O combustível consumido pelo motor de ciclo otto apresenta uma composição química diferente daquele utilizado pelo motor diesel. Entretanto, ambos são compostos, na maior parte, por carbono (C) e hidrogênio (H).

EMISSÃO DE GASES (GASOLINA)



Sob condições ideais esses combustíveis são transformados em energia mecânica, de modo a restar apenas dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O), dois elementos inofensivos à vida. Porém, como em todo processo real, a combustão de um motor

não resulta em transformação completa das substâncias envolvidas, surgindo novos compostos no gás do escapamento. No caso dos motores de ciclo otto trata-se, principalmente, de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) e óxidos de nitrogênio (NOx).

Assim, os gases emitidos pelo automóvel compõem-se de 99% de elementos inofensivos. Apenas a parte de aproximadamente 1% é composta de parcelas capazes de agredir o meio ambiente.

MONÓXIDO DE CARBONO

Resultante da queima incompleta do combustível, o monóxido de carbono (CO) é uma substância que atua no sangue, reduzindo sua oxigenação. Pode afetar a saúde, especialmente em altas concentrações e em áreas confinadas, inclusive pode provocar a morte. As normas do Proconve (programa nacional de controle das emissões veiculares) estabelecem limites para a emissão de monóxido de carbono para os veículos automotores.

ÓXIDO DE NITROGÊNIO

O óxido de nitrogênio (NOx) é uma combinação de nitrogênio e oxigênio que não aparece em condições normais. É formado em razão da alta temperatura na câmara de combustão do motor. Foi estabelecido um controle de emissões de óxidos de nitrogênio, com o propósito de limitar o dióxido de nitrogênio (NO²) no meio ambiente.

As emissões de NOx contribuem, mas não de forma determinante, na formação do dióxido de nitrogênio. Mas o empenho da indústria automotiva em reduzir o consumo de combustível leva a um aumento dos óxidos de nitrogênio, o que torna complexa a tarefa de otimização dos motores.

HIDROCARBONETOS

Hidrocarbonetos é combustível não queimado, ou parcialmente queimado, expelido pelo motor, principalmente em condições nas quais se trabalha com mistura rica (com menos ar do que o ideal) ou muito pobre (excesso de ar) que comprometem a combustão. Geralmente, os hidrocarbonetos não são considerados como problema no estado em que saem do veículo. Alguns tipos, porém, reagem na atmosfera, provocando a formação do smog (camada de poluição na atmosfera)..Algun teor de hidrocarbonetos é sempre verificado em determinadas situações, como fase fria de funcionamento do motor, quando a parede do cilindro inibe a combustão total, resultando num aumento do teor de HC.

A legislação também estabelece limites sobre emissão de hidrocarbonetos pelos veículos automotores. Sua presença nos gases de escape é medida em partes por milhão (ppm), ou seja: uma leitura de 100 ppm indica que em cada milhão de partes do gás existem cem de hidrocarbonetos.

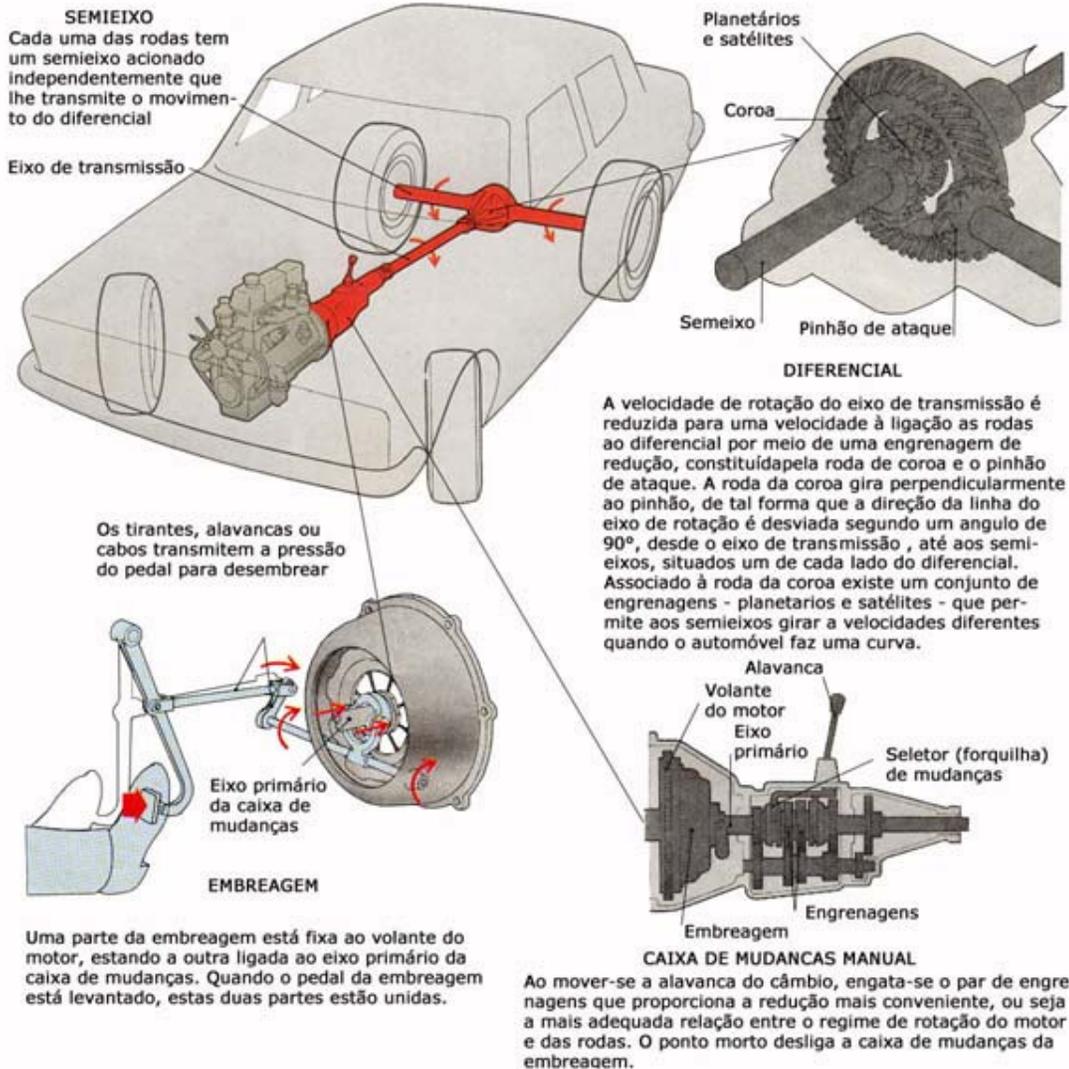
Transmissão

A transmissão comunica às rodas a potência do motor transformada em energia mecânica. Num automóvel convencional, com motor dianteiro, a transmissão tem início no volante do motor e prolonga-se através da embreagem, da caixa de câmbio, do eixo de transmissão e do diferencial até as rodas de trás.

Os automóveis com motor à frente e com tração dianteira ou com o motor atrás e tração nas rodas de trás dispensam o eixo transmissão sendo, neste caso, o movimento transmitido por meio de eixos curtos.

A embreagem, que se situa entre o volante do motor e a caixa de câmbio, permite desligar a energia motriz da parte da parte restante da transmissão para libertar esta do torque quando as mudanças são engrenadas ou mudadas.

COMPONENTES PRINCIPAIS DA TRANSMISSÃO



Função da caixa de câmbio – Um automóvel, quando se movimenta ou sobe uma encosta, necessita de um torque superior àquele de que precisa quando se desloca a uma velocidade constante numa superfície plana. A caixa de câmbio permite ao motor fornecer às rodas a força motriz apropriada a todas as condições de locomoção. Assim, quanto maior for o número de rotações ao virabrequim em relação ao número de rotações das rodas, maior será a força motriz transmitida às rodas, verificando-se, ao mesmo tempo, uma proporcional redução da velocidade do automóvel. Várias engrenagens são utilizadas para permitir uma ampla gama de desmultiplicações, ou reduções.

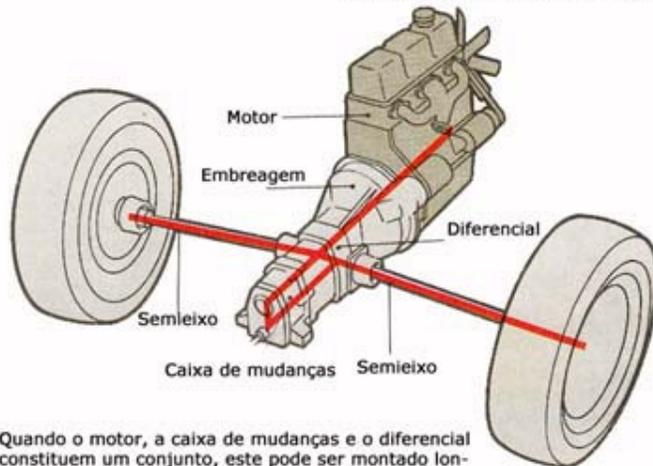
A transmissão final, ou conjunto do eixo traseiro inclui um mecanismo – o diferencial – que permite às rodas girarem a diferentes velocidades. A energia mecânica é finalmente transmitida às rodas motrizes por meio de um semieixo existente em cada um dos lados do diferencial.

Transmissão automática – Os automóveis apresentam, geralmente, uma embreagem acionada por um pedal e uma alavanca de mudanças.

Existem, contudo, outros sistemas de transmissão: transmissão semiautomática ou totalmente automática. No primeiro caso, o motorista apenas tem de selecionar as

mudanças; já no segundo caso, as mudanças são selecionadas mudadas por meio de um mecanismo de comando que funciona de acordo com a velocidade do automóvel e com a utilização do acelerador. Além da disposição de motor dianteiro e tração traseira, existem outros sistemas que dispensam o eixo de transmissão pelo fato de incluírem um motor que forma conjunta com a caixa de cambio e o diferencial.

MOTOR MONTADO LONGITUDINALMENTE



Quando o motor, a caixa de mudanças e o diferencial constituem um conjunto, este pode ser montado longitudinalmente (ao longo do chassi) de quatro maneiras diferentes: na parte dianteira, na parte traseira, com a caixa de mudanças à frente ou atrás do eixo. O diferencial normal, que desvia a direção da linha de movimento segundo um ângulo de 90°, é utilizado num motor montado longitudinalmente.



Motor à frente montado diante do eixo dianteiro



Motor à frente montado atrás do eixo dianteiro

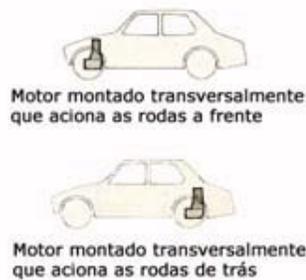


Motor traseiro montado por de trás do eixo traseiro



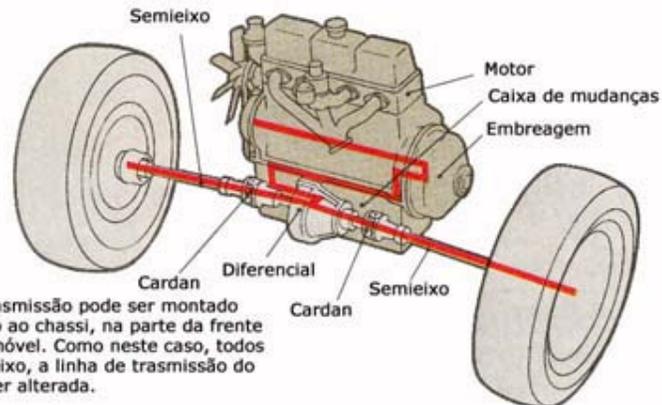
Motor montado ao centro à frente do eixo traseiro

MOTOR MONTADO TRANSVERSALMENTE



Motor montado transversalmente que aciona as rodas a frente

Motor montado transversalmente que aciona as rodas de trás



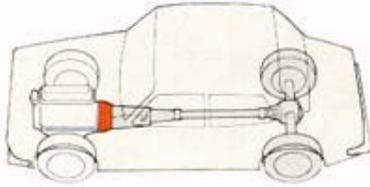
Um conjunto de motor e transmissão pode ser montado transversalmente em relação ao chassi, na parte da frente ou na parte de trás do automóvel. Como neste caso, todos os eixos ficam paralelos ao eixo, a linha de transmissão do movimento não precisa de ser alterada.

Tal conjunto pode ser montado longitudinal ou transversalmente em relação ao chassi e mover as rodas, quer seja a da frente, quer seja a de trás. Quando o motor é montado transversalmente, não é necessária qualquer alteração (90°) da direção do movimento, pois todos estão paralelos aos eixos das rodas.

O diferencial faz parte integrante da caixa de cambio ou está ligado a esta que, por sua vez, está fixa ao chassi. Desta forma, num piso regular, as rodas podem subir e descer em relação ao diferencial.

Todos os automóveis com tração à frente e também alguns com tração traseira, apresentam cardans ou homocinéticas nas extremidades dos semi eixos. Nos automóveis com tração dianteira estas homocinéticas suplementares são necessárias para que as rodas possam girar quando se muda de direção.

Embreagem



A embreagem destina-se a desligar o motor das rodas motrizes quando se efetua uma mudança de velocidade ou quando se arranca. Torna-se assim possível engatar suavemente uma nova engrenagem antes da transmissão voltar a ser ligada, ou quando houver um novo arranque, permitindo que o motor atinja as rotações suficientes para deslocar o automóvel.

O desembrear faz-se separar três partes do conjunto da embreagem: o volante do motor, o disco e o platô, ou placa de pressão da embreagem. O volante do motor está fixado por meio de parafusos ao virabrequim e roda solidário com este; o disco de embreagem encaixa, por meio de estrias, no eixo primário da caixa de câmbio e, assim, roda com este; o platô da embreagem fixa o disco de encontro ao volante do motor.

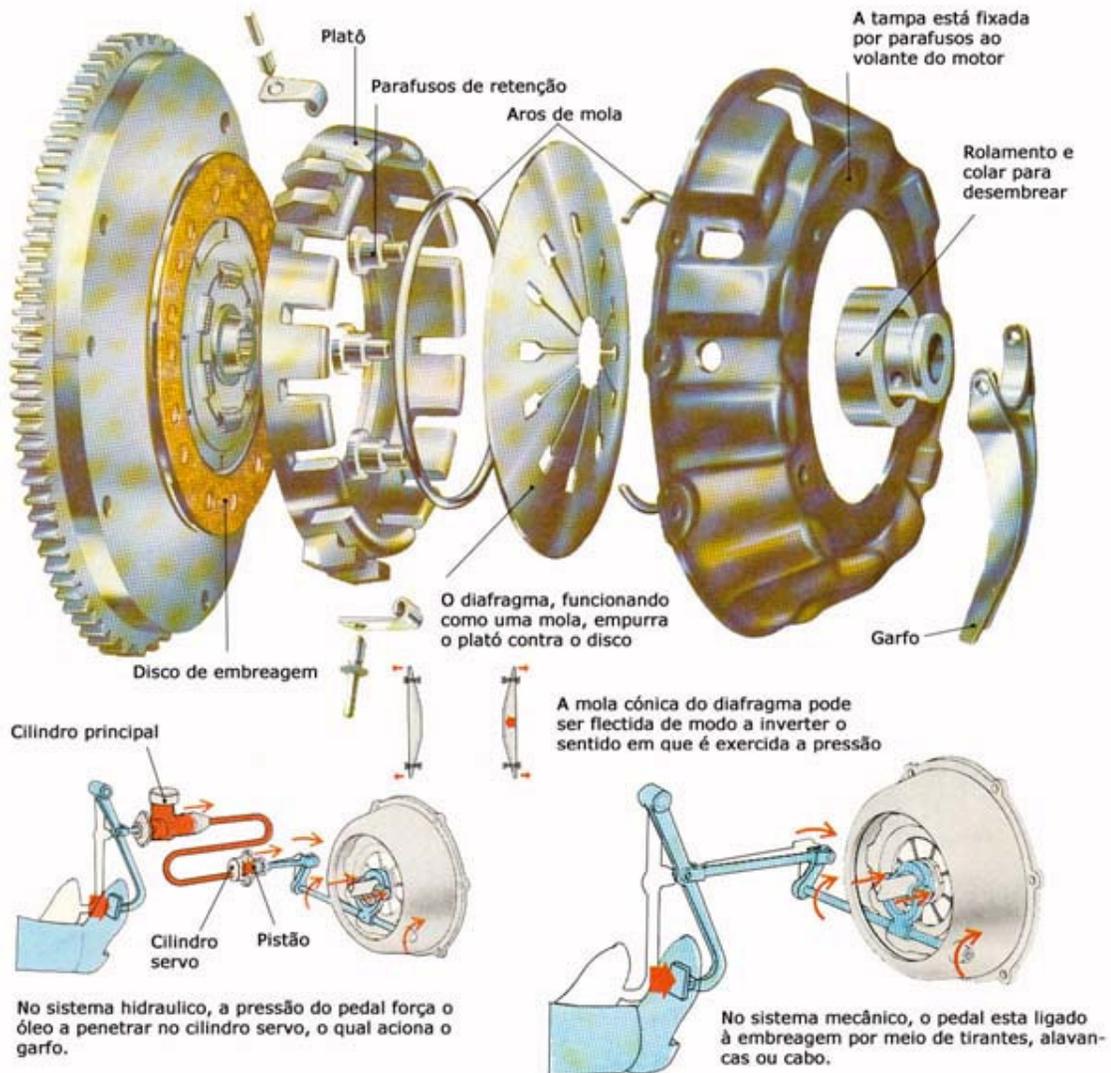
Quando se diminui a pressão do platô (carregando no pedal da embreagem), o virabrequim e o eixo primário da caixa de câmbio passam a ter movimentos independentes. Quando o motorista soltar o pedal, aqueles tornam-se solidários.

Ambas as faces do disco da embreagem, um disco fino de aço de elevada tenacidade, estão revestidas com um material de fricção (a guarnição da embreagem). Quando o disco da embreagem está fixado de encontro ao volante do motor por meio do platô da embreagem, a força de aperto deverá ser suficientemente grande para evitar qualquer deslizamento – patinagem – sempre que o motor transmite o binário motor (torque) máximo ao volante.

As expressões “embreagem de diafragma” e “embreagem centrífuga” derivam dos processos segundo os quais a carga é aplicada aos revestimentos de fricção. Numa embreagem de molas, o platô é impelido por um certo número de molas helicoidais e aloja-se, juntamente com estas, numa tampa de aço estampado, fixa ao volante do motor. As molas apoiam-se nesta tampa e exercem pressão sobre ela.

Nem o disco da embreagem, nem o platô estão ligados rigidamente ao volante do motor, podendo ambos aproximar-se ou afastar-se deste.

COMPONENTES DE UMA EMBREAGEM



Embreagem centrífuga – À medida que o conjunto da embreagem roda com o motor, os contrapesos são impelidos para a periferia pela força centrífuga, o que obriga as pastilhas da embreagem a exercer uma maior pressão sobre o platô. Quanto mais elevado for o número de rotações do motor, maior será a força exercida.

O sistema de embreagem centrífuga pode ser utilizado em vez do sistema de molas ou como suplemento deste.

Componentes de uma embreagem de molas – O platô está montado na tampa que, por seu lado, está fixada por parafusos ao volante do motor, pelo que estas três peças se movem de forma conjunta. As molas de encosto, apoiando-se contra a tampa, apertam o disco entre o platô e o volante.

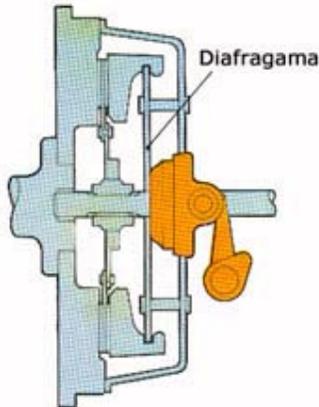
Funcionamento do anel embreado – As molas mantêm o disco apertado entre o platô e o volante do motor, mas quando a pressão sobre o pedal, através da placa de impulso, faz com que as pastilhas puxem para trás o platô.

Componentes de uma embreagem de diafragma – A mola cônica do diafragma pode ser fletida de modo a inverter o sentido em que é exercida a pressão.

A embreagem de molas veio a ser suplantada pela embreagem de diafragma, que exige menor pressão sobre o pedal. Esta última consiste numa mola cônica, com fendas que irradiam do centro. A mola é montada quase plana, de modo que, ao

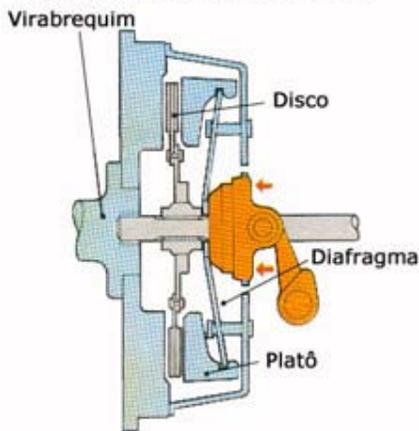
tentar readquirir a sua forma cônica inicial, exerce uma pressão uniforme, ao longo do seu rebordo, sobre o platô. O anel de impulso, atuando sobre o diafragma, fá-lo fletir em sentido contrário, libertando assim o platô.

COMO ATUA O DIAFRAGMA



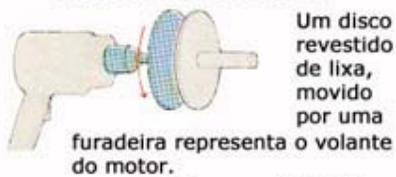
Como o pedal atua sobre a embreagem - No sistema hidráulico, a pressão do pedal força o óleo a penetrar no cilindro mestre o qual aciona o cilindro servo que, por sua vez, aciona o anel de impulso. No sistema mecânico, o pedal está ligado à embreagem por meio de tirantes e alavancas ou pôr um cabo e alavancas.

EMBREADO. O diafragma, quando se apresenta plano, empurra o platô



DESEMBREADO. O anel de impulso faz flectir o diafragma, liberando assim o platô

PRINCIPIO DA EMBEAGEM



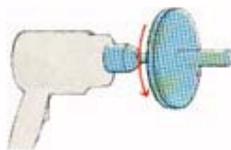
Um disco revestido de lixa, movido por uma

furadeira representa o volante do motor.



Se um segundo disco de lixa for posto em contato com o primeiro

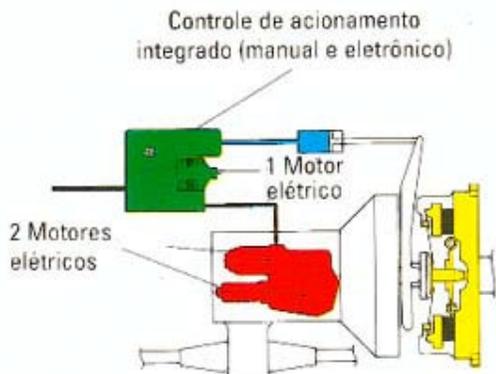
aquele move-se



É este o princípio de funcionamento de uma embreagem.

Embreagem eletrônica

O sistema de acionamento automático da embreagem, foi concebido para proporcionar total conforto ao dirigir, principalmente em condições onde a troca de marchas é muito exigida, como nos grandes centros urbanos.



A embreagem eletrônica é um sistema conjugado ao câmbio manual convencional, equipado com platô e sem pedal de embreagem. Oferece as vantagens de conforto da transmissão automática, porém com menor custo de instalação e manutenção e menos consumo de combustível.

Seu funcionamento se dá por meio de sensores instalados em diversos pontos do veículo, que transmitem informações para o módulo eletrônico que as analisa e envia instruções para o atuador, o qual efetua o acionamento da embreagem.

Os sensores são fixados nos seguintes pontos do veículo e identificam, respectivamente:

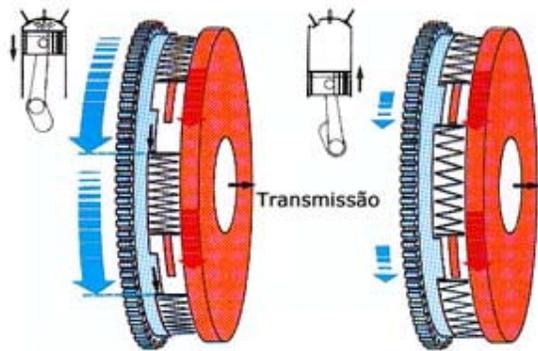
- Alavanca de câmbio, sensor de intenção de troca de marchas.
- Motor, sensor de posição da borboleta da injeção eletrônica.
- Motor, sensor de rotação, para o cálculo do RPM.
- Câmbio, sensor de velocidade, para cálculo da velocidade.

Além do conforto ao dirigir, o sistema ainda oferece:

- Acompanhamentos mais progressivos, com baixo pico de rotação do motor e desacoplamentos sem ruídos ou oscilações nas trocas de marcha.
- Controle de amortecimento das vibrações causadas por variações de torque.
- Bom controle e fácil dosagem do torque do veículo na arrancada.

Volante de dupla massa

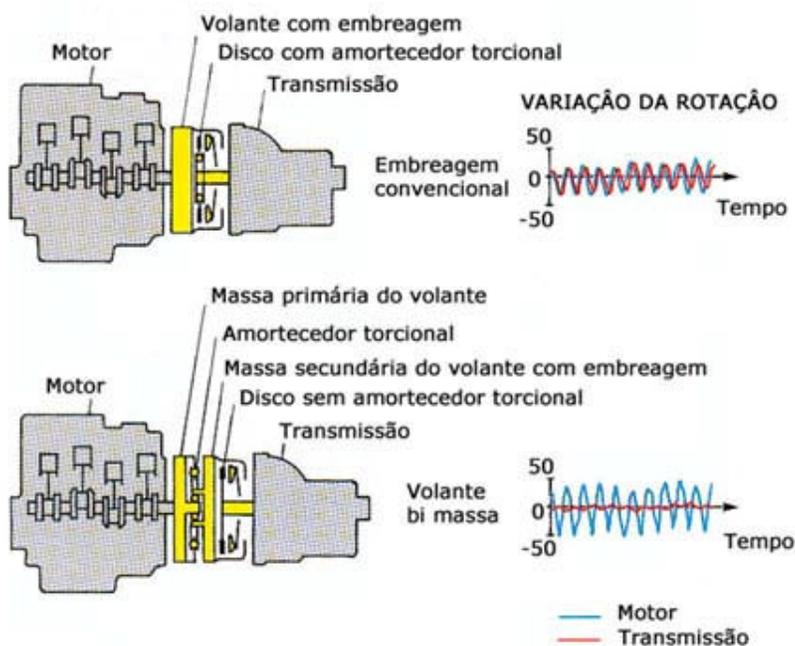
A massa do volante convencional foi dividida em duas. Uma das partes permanece pertencendo à massa de inércia do motor. A outra, no entanto, passa a integrar a massa de inércia da transmissão.



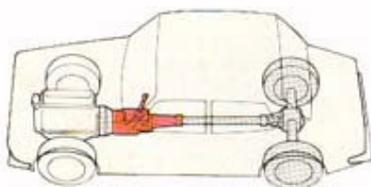
As duas massas são ligadas por um sistema de amortecedor com molas especiais. Um disco de embreagem sem sistema de amortecedor torcional permite o acoplamento entre a massa secundária e a transmissão.

Este volante bi massa, permite absorção das vibrações, isola os ruídos, conforto no engate da transmissão, etc.

Esta solução veio atender à necessidade de diminuição as fontes de ruído, dos pistões que geram vibrações torcionais, com o processo de detonação periódico e rotações mais baixas.



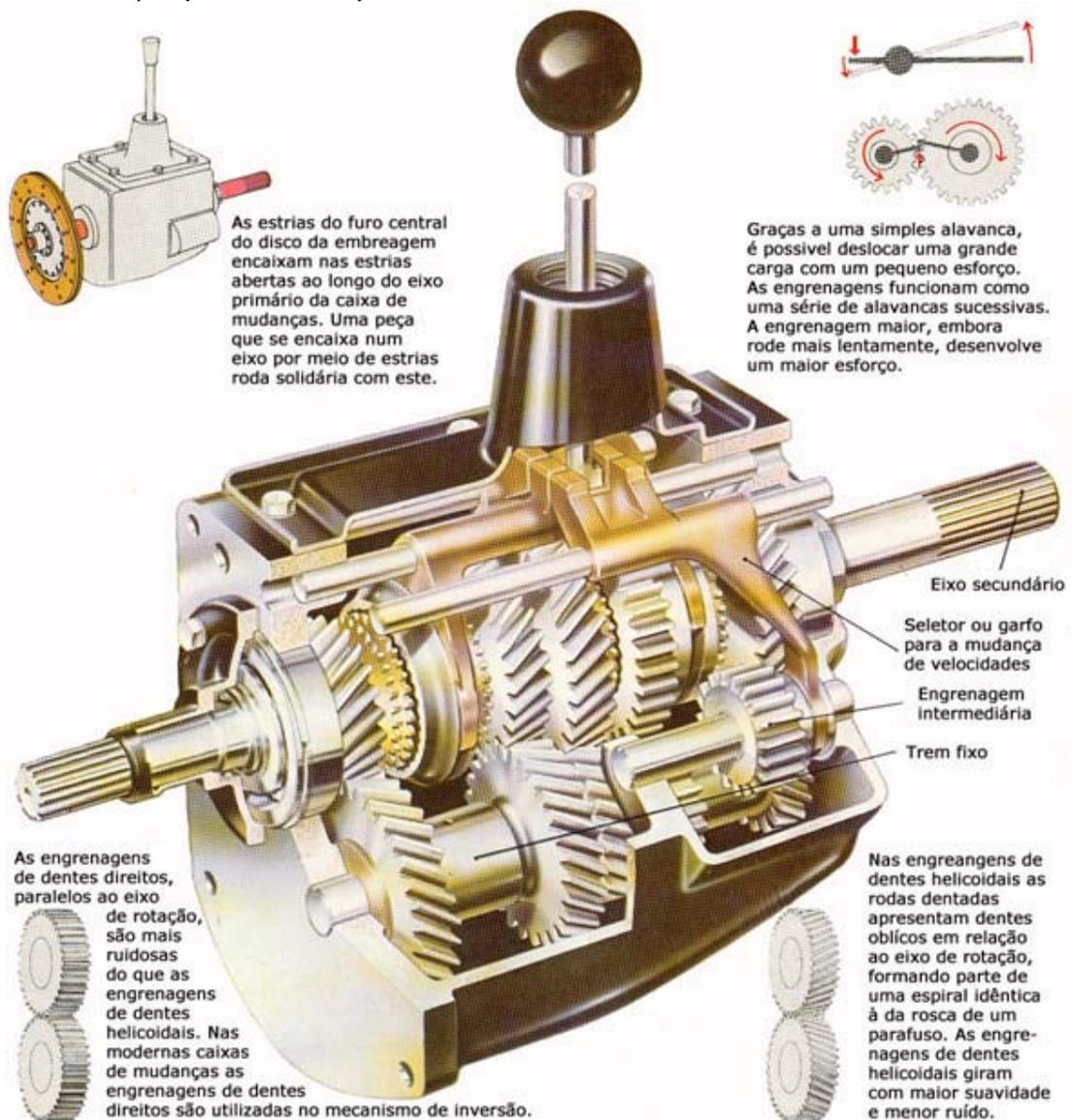
Caixa de câmbio



A velocidade máxima de um automóvel depende da potência máxima do seu motor, desenvolvendo-se, está próximo do número máximo de rotações do motor.

As rodas do tipo médio, porém, apenas necessitam de girar à velocidade de 1000 r. p. m. , para percorrerem 110 km/h. , pelo que não

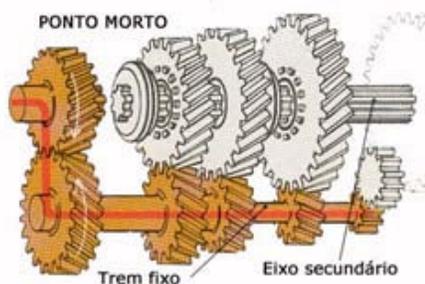
podem ser ligadas diretamente ao motor. Deverá existir, portanto, um sistema que permita às rodas dar uma rotação completa enquanto o motor efetua quatro, o que se consegue por meio de uma desmultiplicação, ou redução, no diferencial. É comum a relação de transmissão de 4:1, entre a velocidade de rotação do motor e das rodas. Enquanto o automóvel se desloca a uma velocidade constante numa via plana, esta redução é suficiente. Contudo, se o automóvel tiver de subir uma encosta, a sua velocidade diminuirá e o motor começara a falhar. A seleção de uma velocidade mais baixa (relação mais baixa) permite que o motor trabalhe a um maior número de rotações em relação às rodas, multiplicando-se assim o torque (binário motor).



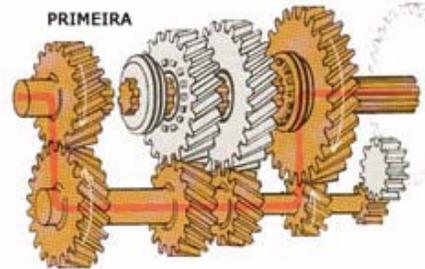
Determinação das relações de desmultiplicações, ou redução - A desmultiplicação, ou redução, mínima numa caixa de cambio deverá elevar o torque o suficiente para que um automóvel, com a carga máxima, possa arrancar numa subida íngreme. Um automóvel de pequenas dimensões necessita de uma desmultiplicação, em primeira velocidade, de 3,5:1 e, normalmente, quando apresenta 4 velocidades, de 2:1 em segunda, 1,4:1 em terceira e 1:1 em Quarta, ou prise. Se estas relações forem multiplicadas por 4;1, isto é, pela relação de transmissão entre a

engrenagem do eixo do motor e a do trem fixo, as reduções resultantes entre as rotações do motor e as das rodas motrizes serão, respectivamente, 14:1, 8:1, 5,6:1 e 4:1. O mesmo automóvel, se for equipado com um motor mais potente, não necessitará de uma primeira velocidade tão baixa, pelo que as reduções da caixa de cambio poderão ser reguladas para 2,8:1, 1,8:1, 1,3:1 e 1:1. Quanto mais próximas forem as reduções numa caixa de cambio, mais fácil e rapidamente entrarão as mudanças.

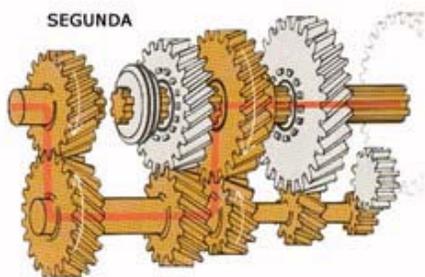
Por outro lado, um motor mais potente poderá estar concebido de modo a permitir uma condução mais fácil., evitando que se tenham de mudar com frequência as mudanças. Esse efeito pode ser conseguido com uma caixa de 3 marchas mas não mais utilizado atualmente.



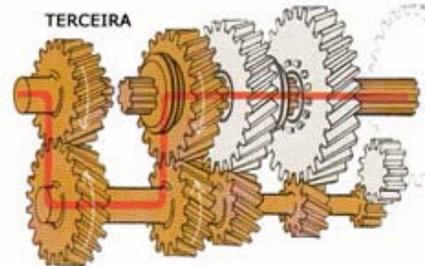
Todas as engrenagens, exceto as três necessárias para a inversão de marcha, estão permanentemente engrenadas. As engrenagens do eixo secundário giram à volta deste, enquanto as do trem fixo permanecem imóveis. Em ponto morto não há qualquer transmissão da energia mecânica.



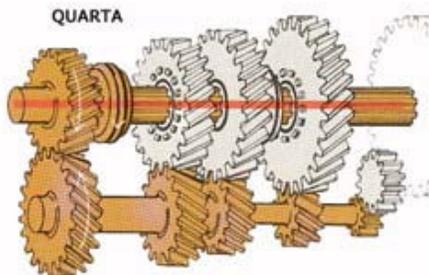
Quando se engrena esta velocidade, a engrenagem apropriada fica fixa no eixo secundário, transmitindo-se a energia mecânica. Em primeira velocidade, recorre-se à redução mais elevada para se obter um torque mais elevado a baixa velocidade de marcha.



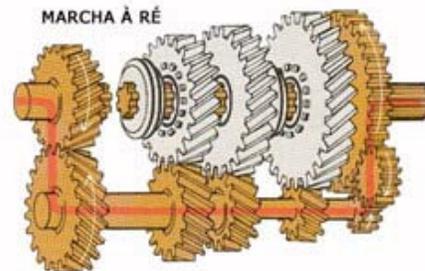
Em segunda velocidade, uma menor redução proporciona um menor aumento de torque.



A terceira velocidade utiliza uma redução ainda menor, enquanto a prise é obtida ligando o eixo primário diretamente ao secundário, de maneira que a potência seja transmitida através da caixa de mudanças, sem intervenção das rodas dentadas engrenadas.



A quarta velocidade direta as perdas por atrito são insignificantes, enquanto nas outras velocidades ocorrem perdas de cerca de 3%.

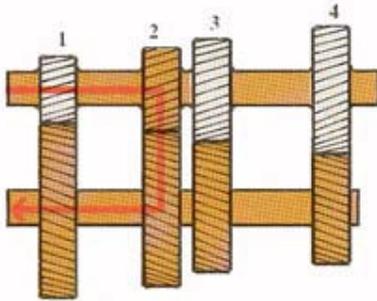


Em marcha à ré, uma terceira engrenagem, a engrenagem intermediária, inverte o sentido da rotação normal do eixo secundário.

Engrenagem indireta – Nos automóveis que apresentam o motor e as rodas motrizes sobre o mesmo eixo, o diferencial situa-se normalmente entre o motor e a

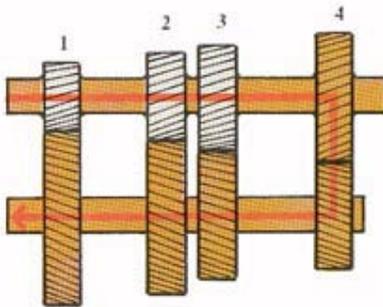
caixa de cambio para poupar espaço. A energia mecânica é transmitida à caixa de cambio por um eixo que passa acima do diferencial e transmitida a este por um eixo paralelo.

As engrenagens necessárias para se obterem as diferentes reduções encontram-se montadas nestes dois eixos.



SEGUNDA VELOCIDADE NUMA CAIXA TOTALMENTE INDIRETA

Apenas duas engrenagens intervêm na transmissão da energia mecânica do eixo primário (em cima) para o eixo secundário (em baixo). Sendo a engrenagem superior menor que a inferior, dá-se uma redução de velocidade.

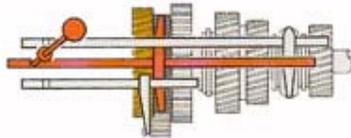


PRISE NUMA CAIXA TOTALMENTE INDIRETA

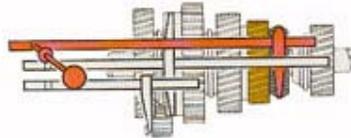
Na prise o eixo secundário roda mais rapidamente e as duas engrenagens que transmitem a energia mecânica do eixo primário (em cima) para o secundário (em baixo) apresentam dimensões diversas das engrenagens utilizadas na segunda.

Como se processa a mudança de marchas – Numa caixa de câmbio mudanças em que as engrenagens se encontram permanentemente engatadas, estas não podem estar todas fixas aos seus eixos pois, nesse caso, não seria possível o movimento.. Normalmente, todas as engrenagens de um eixo estão fixas a este, podendo as engrenagens dos outros eixos girarem à volta do seu próprio eixo até que se selecione uma desmultiplicação. Então, uma das engrenagens, torna-se solidária com o eixo, passando a transmitir a energia mecânica.

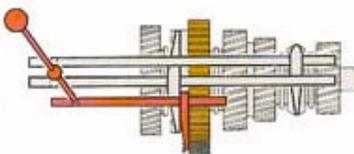
A fixação das engrenagens a um eixo processa-se por meio de sincronizadores estriados existentes neste último. Neste processo, cada sincronizador gira com o eixo podendo, contudo, deslizar ao longo deste para fixar as engrenagens, entre as quais está montado, ou permanecer solto, permitindo que as engrenagens girem livremente.



Movimento de um eixo para engatar a primeira velocidade. Este eixo desloca-se em sentido contrário para engatar a segunda.



Movimento para engatar a terceira velocidade e, em sentido oposto, a prise.

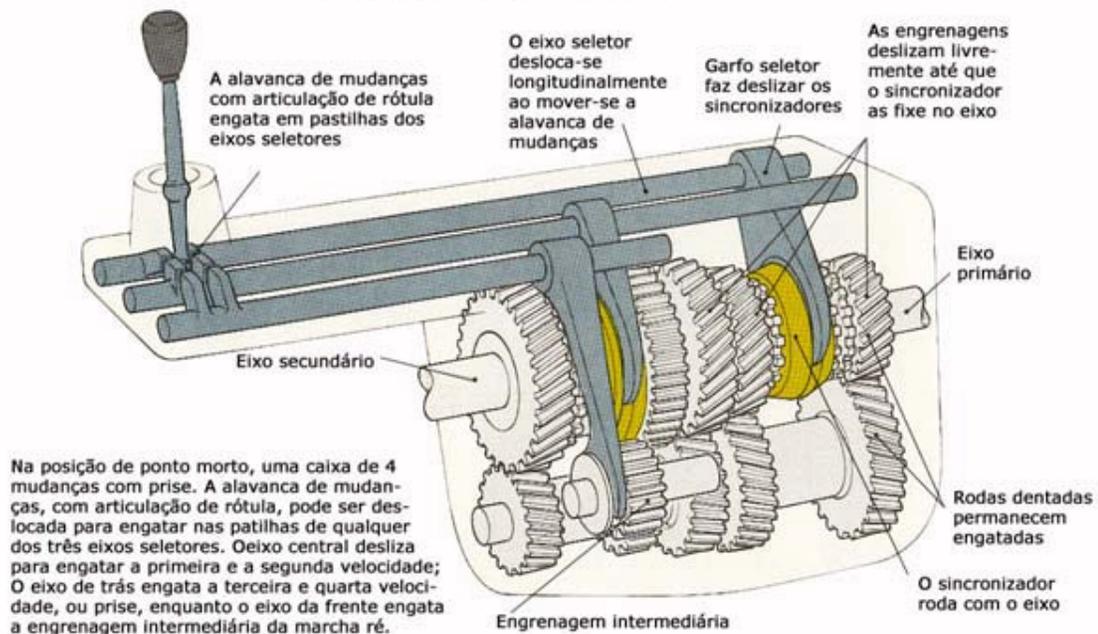


A marcha à ré é engatada fazendo mover a engrenagem intermediária deslizante de maneira que esta engate nas outras engrenagens.

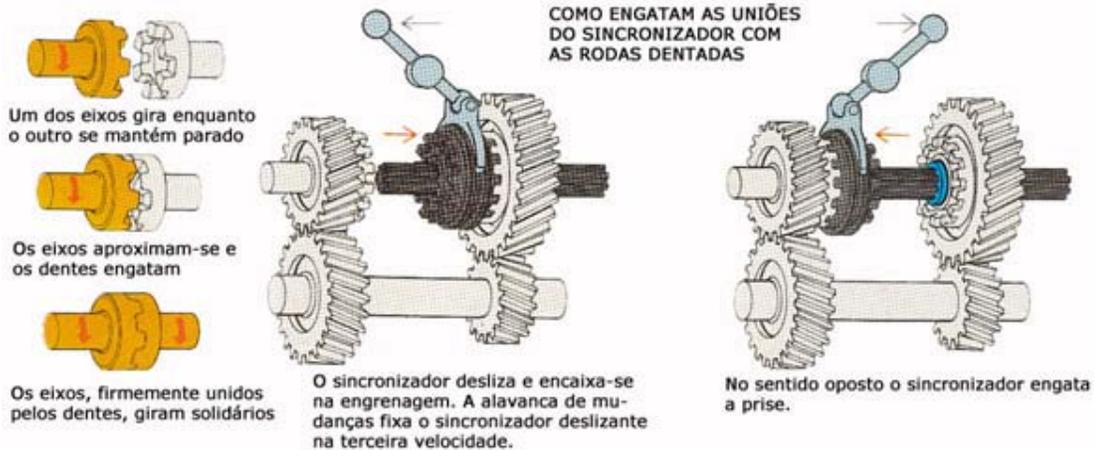
O engate móvel de dentes facilita a troca de marchas – Os sincronizadores tornam-se solidários com as rodas dentadas permanentemente engatadas pôr meio de um mecanismo designado pôr união de dentes.

Quando os dois conjuntos engatam, em consequência do deslizamento do sincronizador ao longo do eixo estriado, a engrenagem passa a girar solidária com aquele.

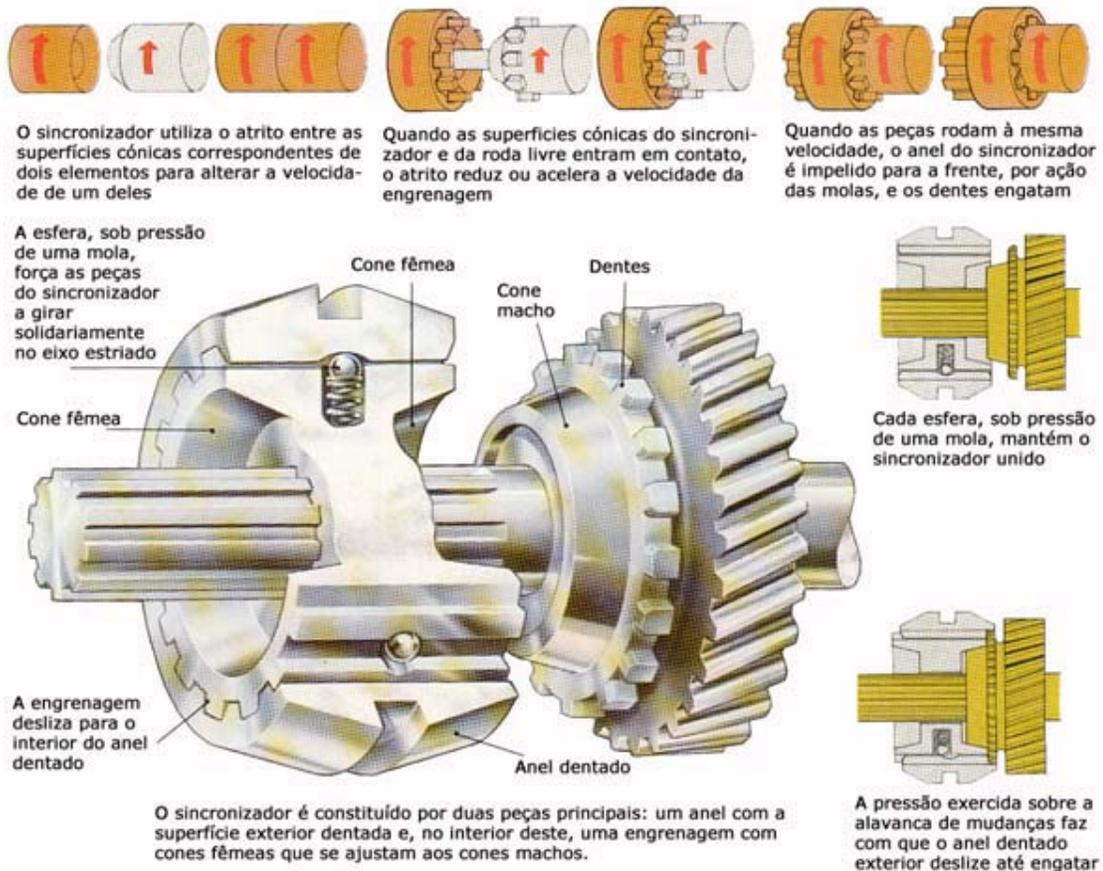
GARFOS NUMA CAIXA DE 4 MARCHAS



O sincronizador tem, normalmente uma série de dentes em cada face, de modo a poder engatar com as engrenagens dispostas de cada um dos seus lados. Num ponto intermédio o sincronizador não engata com nenhuma das duas rodas, pelo que estas podem girar livremente sem transmissão do movimento. Numa caixa de câmbio de prise direta existe ainda uma união de dentes móvel para ligar o eixo primário e o eixo secundário e permitir a transmissão direta do movimento às rodas, quando em prise.



Sincronização visando a mudança de velocidade



No tipo mais simples de caixa de câmbio de engrenagens sempre engatadas – atualmente já obsoleto – a mudança de velocidades fazia-se ruidosamente com esticções. Para que esta se processe mais suave e silenciosamente, os dois

conjuntos de dentes devem atingir a mesma velocidade, de modo a poderem deslizar prontamente e sem se entrechocarem. Esta sincronização obtinha-se com uma breve parada no ponto morto quando se mudava de velocidade. Essa pausa em ponto morto permitia que o atrito e a resistência do óleo iguallassem a velocidade de rotação do eixo primário e a da engrenagem ligada às rodas através da parte restante da transmissão.

Para encaixar uma mudança mais baixa, conseguia-se a sincronização por meio de uma dupla embreagem; isto é, passando para o ponto morto, acelerando o motor a fim de aumentar as rotações da engrenagem e desembreando novamente para engatar a velocidade apropriada.

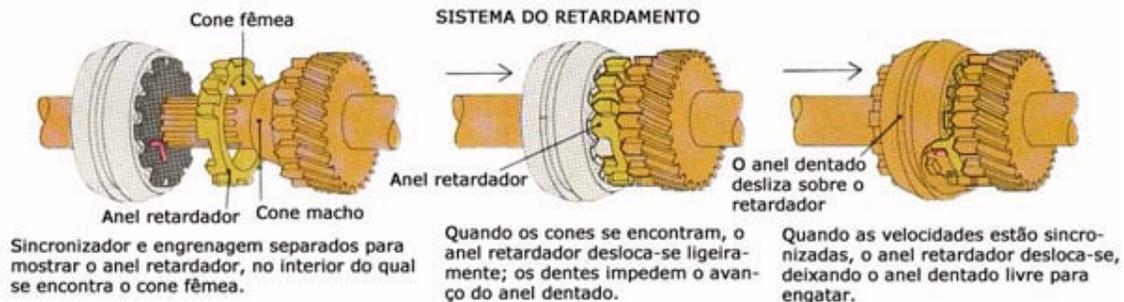
Atualmente, os motoristas já não precisam de recorrer a uma dupla, graças à introdução de um dispositivo de sincronização nos colares deslizantes da caixa de cambio. Este dispositivo sincronizador existe, normalmente, para todas as velocidades, exceto a marcha ré. Alguns automóveis, contudo, não o possuem para a primeira velocidade.

O funcionamento do sistema sincronizador é idêntico ao de uma embreagem de fricção. Quando o sincronizador é forçado a deslizar de encontro à engrenagem na qual deve engrenar, um anel cônico existente na engrenagem, em frente dos dentes, entra em contato com a superfície de um orifício cônico – existente no sincronizador -, à qual se ajusta. O atrito resultante do contato das superfícies cônicas eleva ou reduz a velocidade da engrenagem livre até torna-la igual a velocidade do eixo primário.

Os mecanismos sincronizados atuais incluem um dispositivo que impede o movimento do sincronizador e não permite que os dentes engatem antes de se obter uma sincronização perfeita.

Se as peças em rotação não girarem à mesma velocidade, por a embreagem não estar devidamente desembreada, a alavanca de mudanças resistirá aos esforços do motorista para muda-la de posição.

Atualmente, são utilizados três sistemas diferentes que produzem todos eles os mesmos efeitos. Um deles recorre a um anel retardador que mantém separados os dois conjuntos de dentes até que aqueles girem à mesma velocidade.

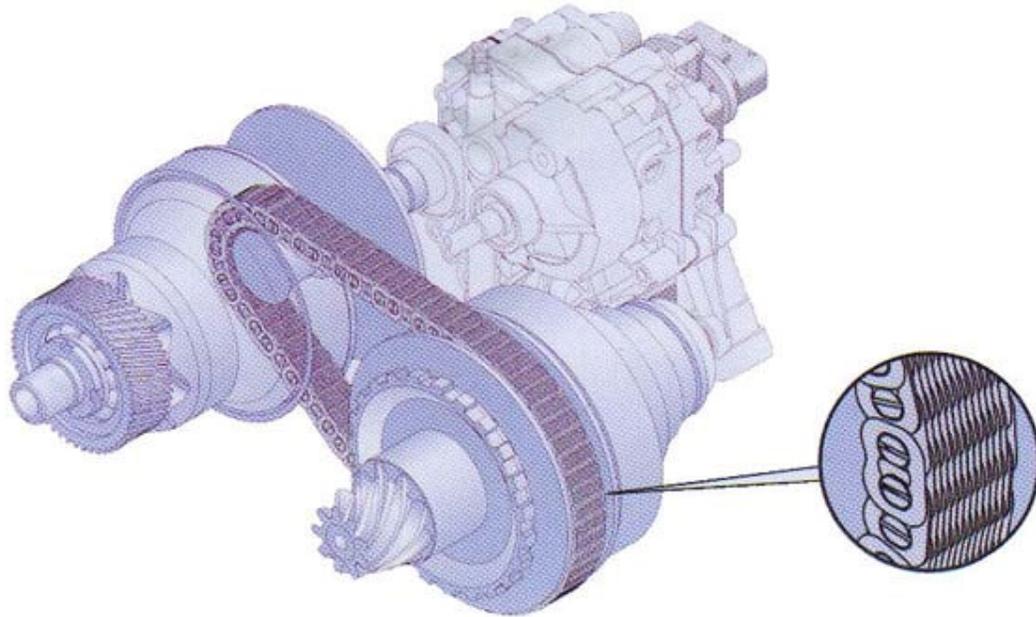


Transmissão CVT

Continuously variable transmission ou transmissão continuamente variável, trabalha com correias e polias.

O princípio é simples embora ocorram pequenas variações entre os sistemas utilizados pelas diferentes montadoras. Os componentes básicos são duas polias cônicas ligadas por uma correia em V, em alguns modelos utiliza-se uma corrente metálica de elos de placa. Estas polias são bipartidas e suas metades se afastam ou se aproximam de acordo com a necessidade. Com esse movimento, elas aumentam ou diminuem o diâmetro de atuação da correia e alteram a relação de transmissão de uma polia em relação a outra. Isto significa, na prática alongar ou encurtar as marchas em infinitas combinações, respeitando é claro o intervalo entre os diâmetros mínimo e máximo do conjunto. Assim, conforme o motor do veículo vai

sendo acelerado, num sistema hidráulico comanda simultaneamente a largura adequada das duas polias, ajustando instantaneamente a relação de transmissão para a solicitação do momento.



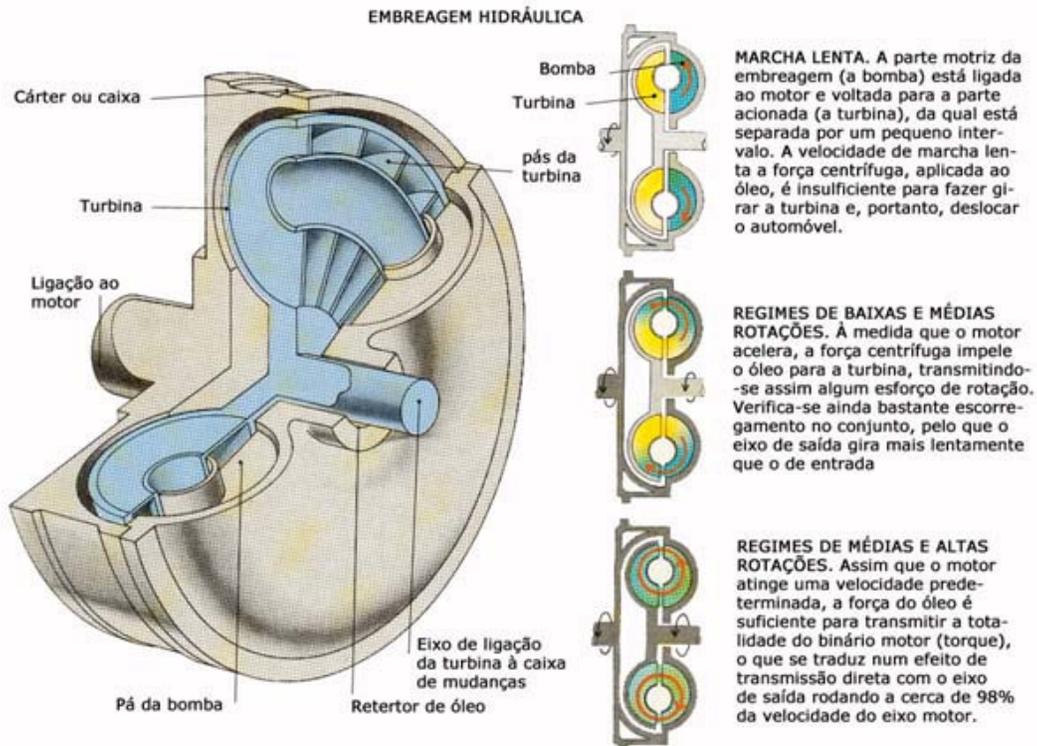
Além da extensa combinação de relações de transmissão, a CVT traz outras vantagens na comparação com os câmbios automáticos tradicionais. Consumo de combustível inferior e ganho na aceleração são dois exemplos. Outra característica é o funcionamento suave e contínuo do conjunto, sem trancos ou buracos entre uma marcha e outra.

Transmissão automática

A função de uma transmissão automática ou hidráulica consiste em atuar, como uma embreagem automática, entre o motor e a caixa de mudanças. Permite que o motor trabalhe com o automóvel parado e começa a transmitir suave e progressivamente a energia mecânica quando o motorista acelera o motor, comprimindo o acelerador.

Este sistema compõe-se de duas partes rotativas principais: um impulsor – a bomba – acionado pelo motor, e uma turbina que aciona a caixa de mudanças. Cada uma destas partes tem a forma de uma calota esférica e contém um certo número de divisórias radiais, as pás.

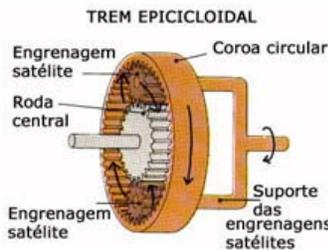
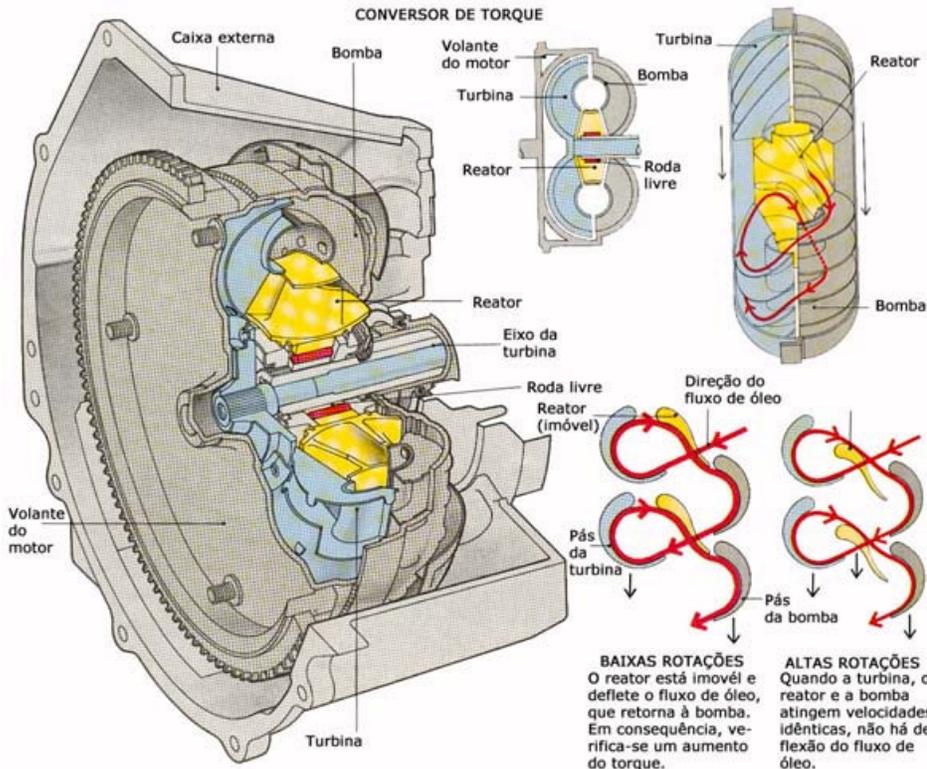
As duas calotas estão alojadas, voltadas uma para a outra, num cárter cheio de óleo e separadas por um pequeno espaço para evitar qualquer contato entre si.



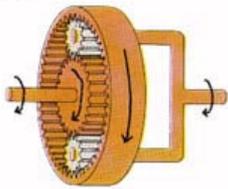
A forma básica de transmissão hidráulica, conhecida como embreagem hidráulica, é utilizada em vez das embreagens de fricção, em automóveis com caixas de câmbio pré seletivas. Consiste, essencialmente, numa bomba e numa turbina entre as quais o óleo circula enquanto o motor está em funcionamento.

Quando o motor trabalha ao ralenti, o óleo é expelido pela bomba, devido à força centrífuga. Este óleo é atirado pelas pás para a turbina, que permanece parada, visto a força do óleo não ser suficiente para movê-lo. Quando o motorista acelera, a velocidade da bomba aumenta e o torque resultante do movimento mais rápido do óleo torna-se suficientemente elevado para vencer a resistência da turbina, que começa a rodar e põe o automóvel em movimento. Após ter transmitido energia à turbina, o óleo volta à bomba, repetindo-se então o ciclo.

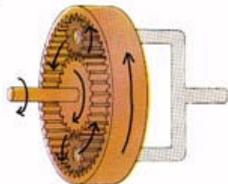
Se a velocidade do motor continuar a aumentar, a diferença entre as velocidades de rotação da bomba e da turbina diminuirá gradualmente até se reduzir o escorregamento a cerca de 2%. Numa embreagem hidráulica o torque aplicado à turbina nunca pode exceder o que é transmitido à bomba, o que constitui uma limitação.



Estando a roda central imobilizada, as engrenagens satélites giram à sua volta, rodando o suporte dos satélites e a coroa circular no mesmo sentido, mas a velocidades diferentes.



Se a roda central ficar solidária com a coroa circular, as engrenagens satélites não poderão girar, pelo que o suporte dos satélites faz rodar o conjunto.



Quando o suporte das engrenagens satélites estiver imobilizado, a roda central faz rodar aquelas, que movem a coroa circular no sentido oposto.

Os automóveis com transmissão automática utilizam, na sua maioria, um conversor do torque. Um aumento do torque equivale a uma mudança para uma velocidade mais baixa; um conversor do torque constitui, assim, um redutor de velocidade que age como um conjunto extra de engrenagens, antes de a ação do motor se fazer sentir na caixa de mudanças.

Tal como a embreagem hidráulica, o conversor apresenta uma bomba acionada pelo motor e uma turbina que está ligada ao eixo primário da caixa de câmbio. Pode fornecer um torque mais elevado do que o gerado pelo motor, já que apresenta também, entre a bomba e a turbina, uma pequena roda com pás designada por reator ou estator. Um dispositivo de engate de um só sentido fixa o reator ao cárter da caixa de câmbio quando o número de rotações é baixo.

Numa embreagem hidráulica, o óleo procedente da turbina tem tendência a diminuir a velocidade da bomba. No conversor, porém, as pás do reator, quando este está engatado, dirigem o óleo segundo uma trajetória mais favorável.

Durante o arranque, o conversor chega a duplicar o torque aplicado à caixa de câmbio. À medida que o motor aumenta de velocidade, este aumento de 2:1 do torque vai sendo reduzido até que, à velocidade de cruzeiro, não se verifica qualquer aumento. O óleo faz então girar o reator à mesma velocidade da turbina, passando o conversor a atuar como uma embreagem hidráulica, com o reator girando como "roda livre" e sem qualquer efeito de aumento de torque. Nem a embreagem hidráulica e nem o conversor podem ser

desembreados pelo motorista. Por conseguinte, são normalmente utilizados em conjugação com vários tipos de transmissão epicicloidal, que permitem efetuar as mudanças de velocidade sem desengatar o motor.

Mudanças de velocidades sem pedal de embreagem – As caixas de mudanças automáticas baseiam-se, na sua maioria, num conjunto de engrenagens designado por trem de engrenagens epicicloidais ou planetárias. Este trem é composto por uma roda central, ou panetário, à volta da qual rodam engrenagens satélites, um suporte destas e uma coroa exterior dentada no interior.

A engrenagem planetária está montada no centro. Na engrenagem epicicloidal simples, um par de satélites gira em eixos que se apoiam no suporte, em forma de U, das engrenagens satélites, o qual está montado num eixo cujo este eixo corresponde ao da engrenagem planetária. À medida que o suporte roda, as engrenagens satélites giram nos seus eixos, em volta da roda central, na qual estão engrenadas. As engrenagens satélites estão também engrenadas nos dentes do interior da coroa circular, a qual pode girar à volta da roda central e das engrenagens satélites, também em torno do mesmo eixo. Mantendo imóvel uma destas engrenagens, as restantes podem ser rodadas de modo a permitir obter as diferentes reduções conforme as dimensões das engrenagens.

Para obter o número necessário de combinações de engrenagens, uma caixa de mudanças automática inclui dois, três ou quatro trens epicicloidais. Algumas partes de cada um dos conjuntos estão permanentemente ligadas entre si; outras são ligadas temporariamente ou são detidas por um sistema de cintas de frenagens e embreagens selecionadas por válvulas hidráulicas de mudanças, situadas na parte inferior da caixa de mudanças. O óleo, sob pressão, para acionar as cintas de frenagem e as embreagens, é fornecido pôr uma bomba alimentada com óleo de lubrificação da caixa de mudanças. Pôr vezes utilizam-se duas bombas movidas a partir da extremidades dos eixos primário e secundário da caixa de mudanças. O seletor de mudanças comanda diretamente as válvulas hidráulicas, a menos que se selecione a marcha automática para frente. Neste caso, o funcionamento das válvulas é comandado pela abertura da borboleta do acelerador e pela velocidade do automóvel. Quando a borboleta se encontra aberta, a pressão do óleo é reduzida e as engrenagens permanecem numa posição de velocidade baixa.

Quando o automóvel atinge a uma velocidade pré selecionada, um regulador anula o comando pôr abertura da borboleta, o que permite a passagem para uma velocidade mais elevada.

Cardan

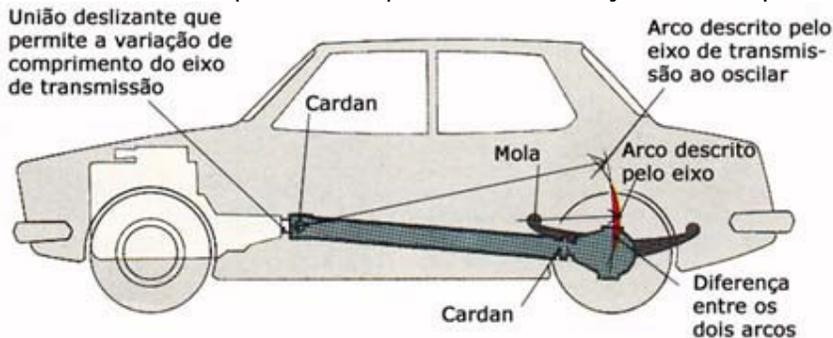
Na maioria dos casos, a energia mecânica é transmitida da caixa de mudanças para o diferencial por meio do eixo de transmissão. Este consiste num tubo metálico, suficientemente resistente para transmitir a potência total do motor multiplicada pelo sistema de engrenagens.

A extremidade anterior do eixo de transmissão está ligada à caixa de câmbio, que é parafusada ao chassis ou à estrutura monobloco do automóvel, enquanto a outra extremidade está ligada ao pinhão de ataque do diferencial.

Quando o automóvel circula num piso irregular, o conjunto do eixo traseiro sobe e desce conforme as molas da suspensão fletem, pelo que o eixo de transmissão deverá apresentar cardans nas suas extremidades para que possa oscilar, durante o seu movimento de rotação. Como o movimento do conjunto do eixo traseiro modifica constantemente a distância entre a caixa de câmbio e a união com diferencial, o comprimento do eixo de transmissão deve poder variar na mesma proporção.

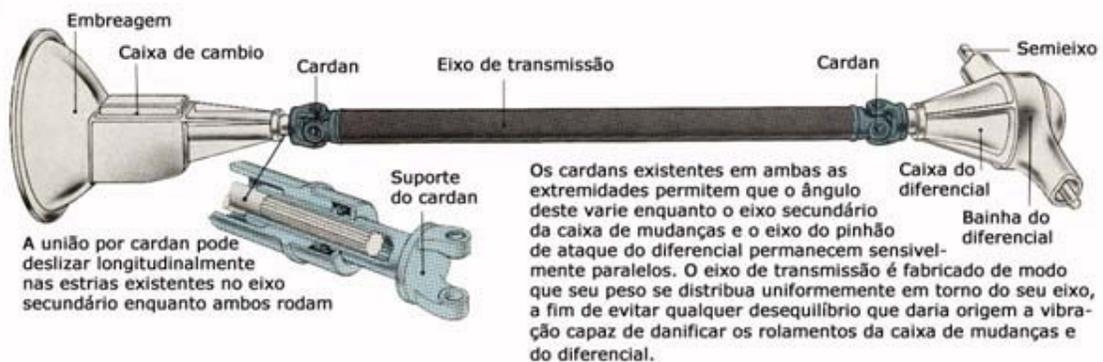
Os automóveis de tração à frente e os de motor e tração atrás não necessitam de eixos de transmissão, sendo, neste caso, a energia mecânica transmitida do diferencial existente na caixa de mudanças para as rodas motrizes. Os semieixos

apresentam cardans – que permitem os movimentos da suspensão e direção – e uniões deslizantes para tornar possíveis as variações de comprimento.



Liberdade de movimento – Quando o eixo sobe e desce segundo a flexão das molas traseiras, os cardans existentes em cada extremidade do eixo de transmissão permitem a oscilação deste. A amplitude da oscilação do eixo diverge da amplitude da oscilação do eixo de transmissão, pelo que o comprimento deste tem de variar para compensar a diferença. Uma união deslizante existente numa das extremidades do eixo torna possível esta variação.

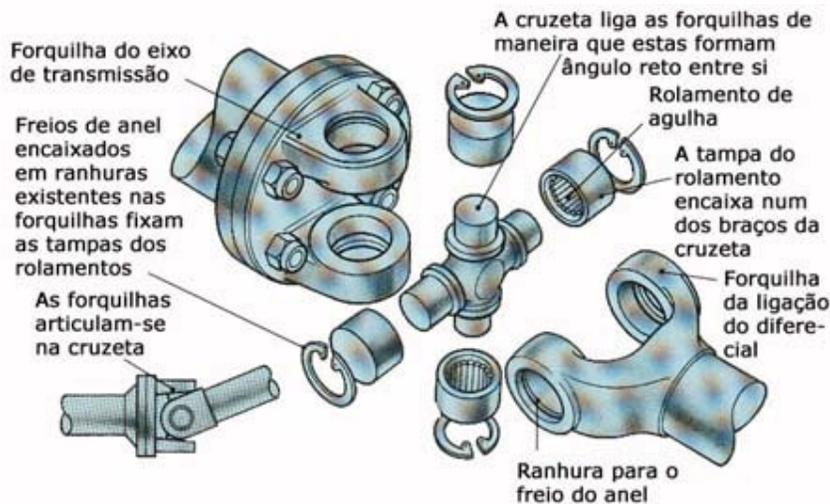
Componentes de um eixo de transmissão típico



Os cardans existentes em ambas as extremidades do eixo de transmissão permitem que o ângulo deste varie enquanto o eixo secundário da caixa de câmbio e o eixo do pinhão de ataque do diferencial permanecem sensivelmente paralelos. O eixo de transmissão é fabricado de modo que o seu peso se distribua uniformemente em torno do seu eixo, a fim de evitar qualquer desequilíbrio que daria origem a vibração capaz de danificar os rolamentos da caixa de câmbio e do diferencial.

Transmissão do movimento por meio de “cardans” – Os cardans mais utilizados nos automóveis atuais são do tipo HOOK. Este tipo de cardan consiste em duas forquilhas articuladas numa peça central em forma de cruz – cruzeta -, formada por dois pinos que se interceptam em ângulo reto.

As forquilhas, uma no eixo motor e outra no eixo de saída, estão ligadas à cruzeta de modo a formarem ângulo reto entre si. Este tipo de união permite aos eixos rodarem solidários, mesmo que os seus eixos não estejam em linha reta.



CARDAN TIPO HOOKE. No cardan simples do tipo Hooke, as forquilhas da extremidade dos eixos articulam-se diretamente na cruzeta.

Quando os eixos ligados por uma cardan do tipo HOOK giram formando entre si um determinado ângulo, a velocidade do eixo secundário flutua. Quanto maior for este ângulo, maior será a flutuação em velocidade. Num automóvel de motor dianteiro e tração traseira a flutuação em velocidade não é considerável, já que o cardan, pelo fato de o eixo de transmissão ser muito comprido, forma ângulos tão pequenos que a velocidade não varia de modo significativo. Além disso, como o eixo motor e o secundário são sensivelmente paralelos, as flutuações nos cardans de cada uma das extremidades do eixo de transmissão anulam-se entre si.

Os automóveis com motor e tração dianteira e os de motor e tração traseira não apresentam eixos de transmissão necessitando, contudo, de cardans para os movimento de suspensão. Nestes modelos, os semieixos que transmitem o movimento às rodas motrizes têm cardans montados ao lado do diferencial. Os automóveis de tração dianteira possuem também cardans de velocidade constante ou homocinéticas, montados nas extremidades dos semieixos correspondentes às rodas motrizes, para permitir os movimentos da direção, bem como os movimentos verticais originados pela suspensão.

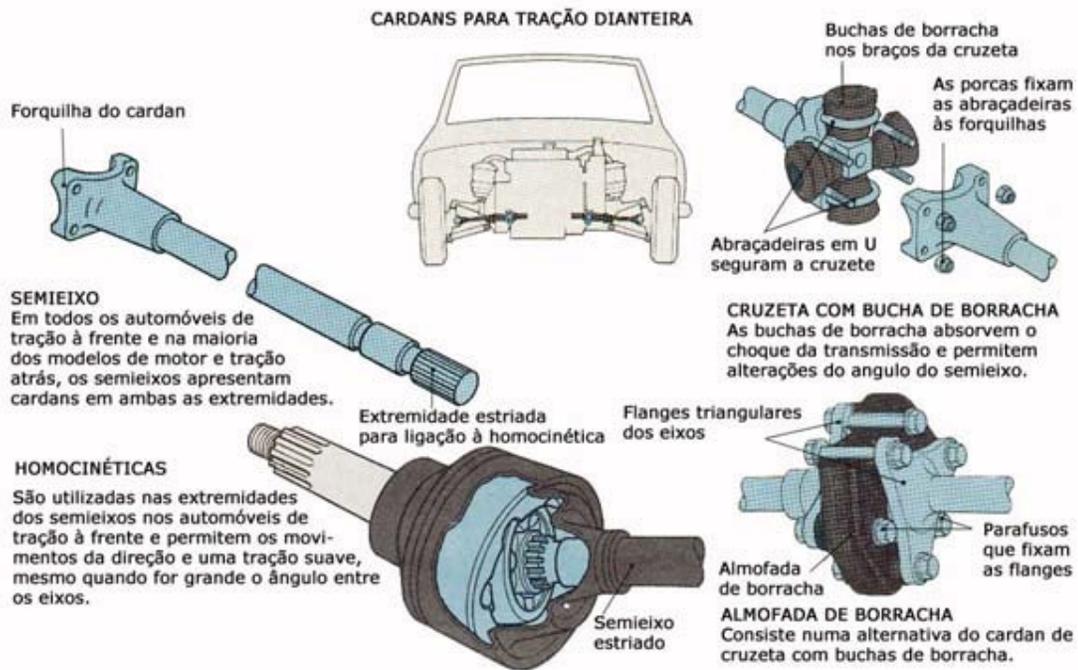
Homossinética

O impacto resultante do arranque de um automóvel de motor dianteiro e tração nas rodas traseiras é amortecido pelo eixo de transmissão, bastante longo, torce ligeiramente, retornando depois à sua posição original. Nos automóveis de tração dianteira e nos modelos com motor e tração na traseira, os semieixos transmitem o movimento, sendo demasiado curtos, não torcem, pelo que o choque é amortecido pôr cardans existentes em ambas as extremidades do diferencial.

Existem dois tipos de cardans, num deles, uma cruzeta com buchas de borracha está fixada às forquilhas. A borracha comprimida faz de amortecedor. No segundo tipo, uma almofada sextavada de borracha absorve o choque da transmissão e permite a articulação.

Em alguns casos, a elasticidade de almofada de borracha permite ligeiras variações no comprimento do semieixo, tornando desnecessária a existência da ligação estriada deslizante. Os cardans que permitem o movimento do volante de direção nos automóveis de tração dianteira têm de permitir ângulos de 30° , ou mais, entre os eixos primários e secundários. Neste caso, recorre-se a uniões homocinéticas, ou seja de velocidade constante, já que as flutuações de velocidade em cardans do

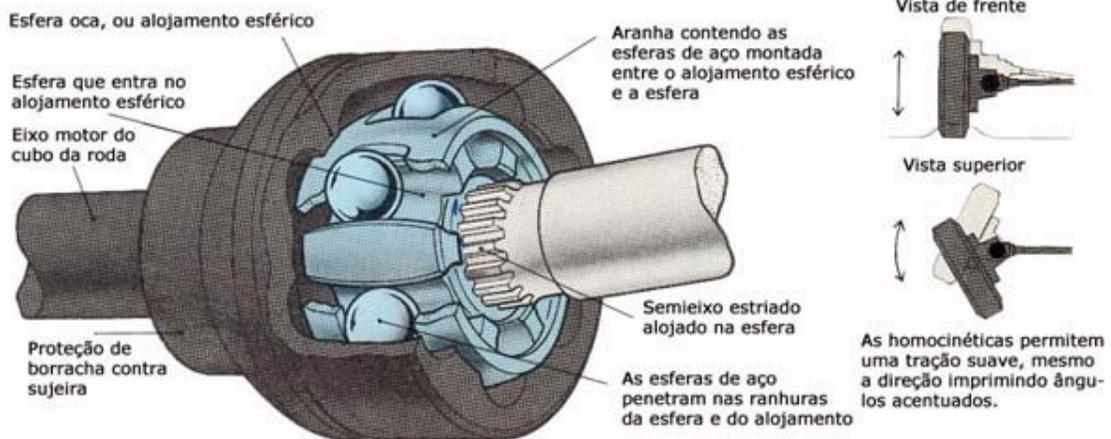
tipo HOOKE, a tais ângulos, não permitiriam uma condução suave. Assim, o eixo secundário roda, constantemente, à mesma velocidade do eixo motor.



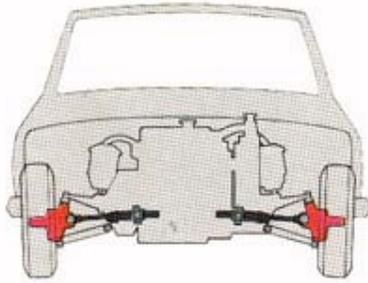
União homocinética Birfield – A união Birfield, que permite velocidades sem flutuações nos eixos primários e secundários, numa vasta gama de ângulos, pode ser apresentada como um dos mais bem sucedidos modelos de uniões homocinéticas.

Um dos eixos apresenta, numa das extremidades, uma esfera oca (alojamento esférico) onde existem seis ranhuras alinhadas com o seu eixo. O outro eixo está unido por estrias a outra esfera com ranhuras semelhantes e que se aloja no interior da esfera oca.

Entre estas duas peças encontra-se uma aranha de aço contendo seis esferas, também de aço, que encaixam em ambos os conjuntos de ranhuras. O movimento é transmitido de um para outro eixo por intermédio das esferas. Quando os eixos saem do alinhamento devido ao movimento da direção ou da suspensão, as esferas deslocam-se nas ranhuras.



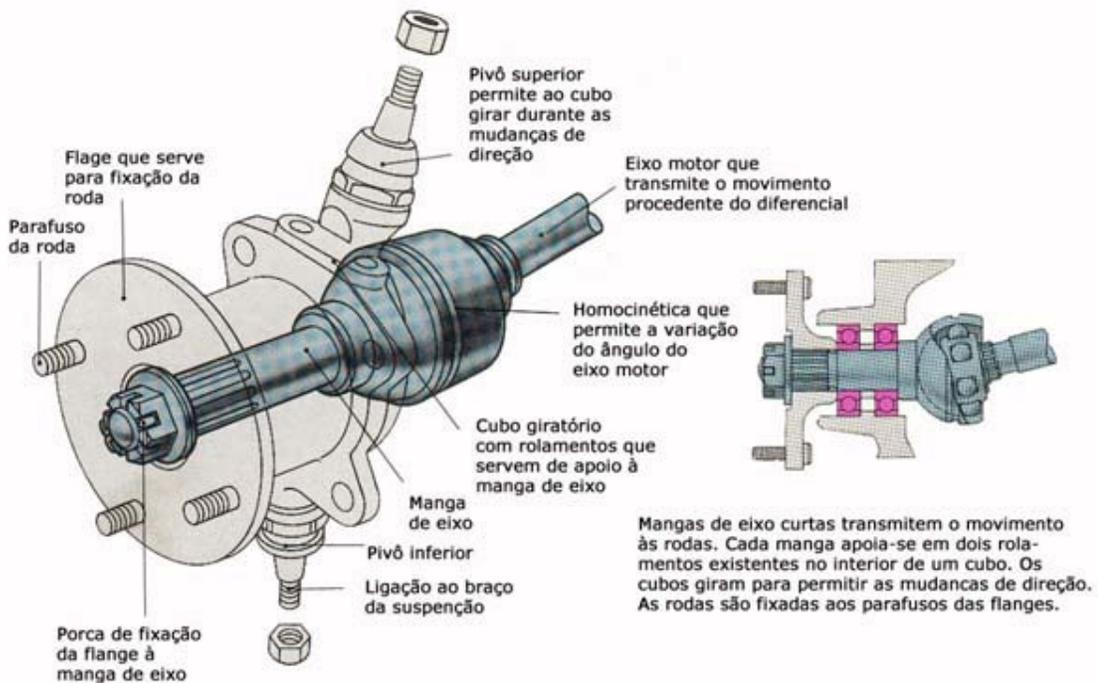
Em constante busca de melhores condições de conforto e de condução, os fabricantes passaram a adotar a suspensão independente à frente e, alguns modelos a suspensão independente atrás. Existem várias disposições de diferencial em que a suspensão é independente,



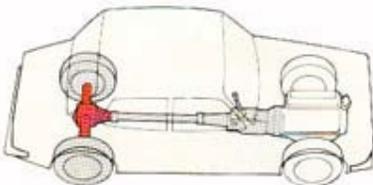
Variando estas conforme são motrizes as rodas da frente ou de trás ou até mesmo conforme o motor seja montado, longitudinal ou transversalmente.

Se o motor estiver montado paralelamente ao eixo longitudinal do automóvel, é usual que o diferencial se encontre entre o motor e a caixa de câmbio de modo a obter-se um conjunto compacto. Utiliza-se então o tipo normal de engrenagens cônicas hipoídes, alojadas, porém, no mesmo cárter da caixa de câmbio.

Com o motor montado transversalmente, o diferencial situa-se paralelo à árvore de manivelas, sendo utilizadas engrenagens de dentes helicoidais em vez de cônicas.



Diferencial



Na última fase do seu percurso até as rodas motrizes, a energia proveniente do motor passa através do diferencial. Este destina-se a reduzir a velocidade do eixo de transmissão para a velocidade exigida pelas rodas para permitir que, numa curva, a roda de dentro rode mais lentamente do que a de fora e, exceto nos

automóveis de motor transversal, para permitir que a rotação do motor se transmita às rodas segundo um ângulo de 90°.

O volante do motor de um automóvel de dimensões médias gira a velocidades que atingem 6000 r.p.m., enquanto a de um veículo esportivo atinge a 7500 r.p.m. Tais

velocidades têm de ser grandemente reduzidas antes que a energia mecânica seja transmitida às rodas motrizes que, mesmo a 110 km/h, giram apenas a uma velocidade entre 750 e 1150 r.p.m., isso conforme o seu diâmetro.

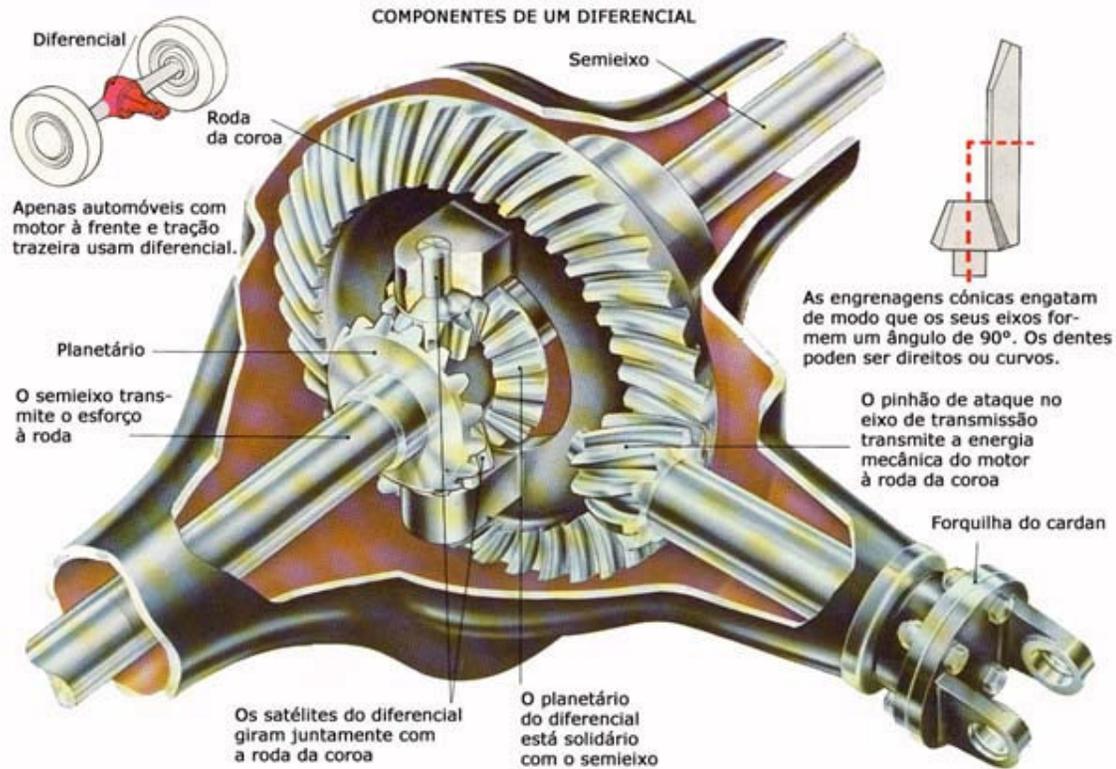
Em prise, a desmultiplicação proporcionada pela redução do diferencial oscila entre 6,5:1 3:1, isto é, tomando como exemplo a relação 3:1, o eixo de transmissão completa três rotações por cada rotação das rodas.

A redução obtém-se por meio de um conjunto designado por roda de coroa e pinhão de ataque. Este pinhão, ou engrenagem, existente no eixo de transmissão, faz girar uma engrenagem – a roda de coroa – montada no centro da bainha do diferencial.

A redução de velocidade depende do número de dentes existentes na roda de coroa e no pinhão de ataque. Se, por exemplo, o pinhão tiver 10 dentes e a roda de coroa 40, o eixo de transmissão completa quatro rotações enquanto a roda de coroa e as rodas motrizes completam uma só, o que corresponde a uma redução de 4:1.

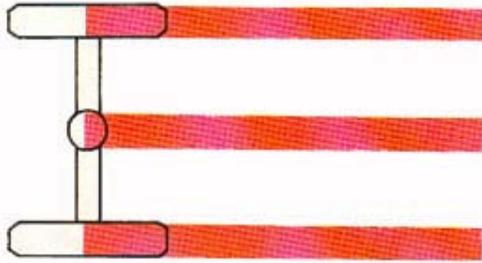
Juntamente com a roda da coroa, gira um conjunto de engrenagens – planetários e satélites – que permite diferenças de velocidade de rotação entre as rodas motrizes quando o automóvel faz uma curva. A roda de coroa e o pinhão de ataque imprimem ao eixo da rotação um desvio de 90°, graças às suas engrenagens cônicas, cujos eixos formam entre si um ângulo reto.

Existem três tipos de engrenagens cônicas: de dentes diretos, de dentes helicoidais e de dentes hipóides. Os dentes diretos são paralelos aos eixos dos eixos, enquanto os helicoidais são curvos. Embora as engrenagens hipóides apresentem também dentes curvos, os eixos das engrenagens não ficam no mesmo plano, o que significa que a linha de eixo do pinhão de ataque pode ficar abaixo do centro da roda de coroa, do que resulta o abaixamento do eixo de transmissão. Assim, o túnel existente no piso do automóvel e que aloja o eixo de transmissão, pode ter menor altura ou mesmo ser eliminado.

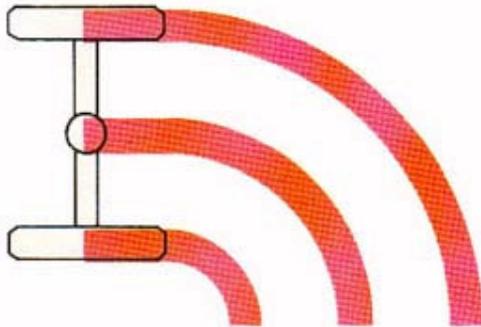


Quando um automóvel faz uma curva, as rodas do lado de dentro percorrem uma trajetória menor do que a percorrida pelas rodas do lado de fora. Se ambas as

rodas motrizes estivessem rigidamente fixas a um único eixo, acionado pela roda de coroa, teriam de rodar à mesma velocidade, o que levaria à derrapagem da roda que percorre o menor trajeto. A fim de evitar este inconveniente, o eixo apresenta-se dividido em dois semieixos, cada um dos quais é movido independentemente pelo diferencial para que, quando a roda interior diminui de velocidade, a exterior acelere, girando a roda de coroa à velocidade média das rodas.

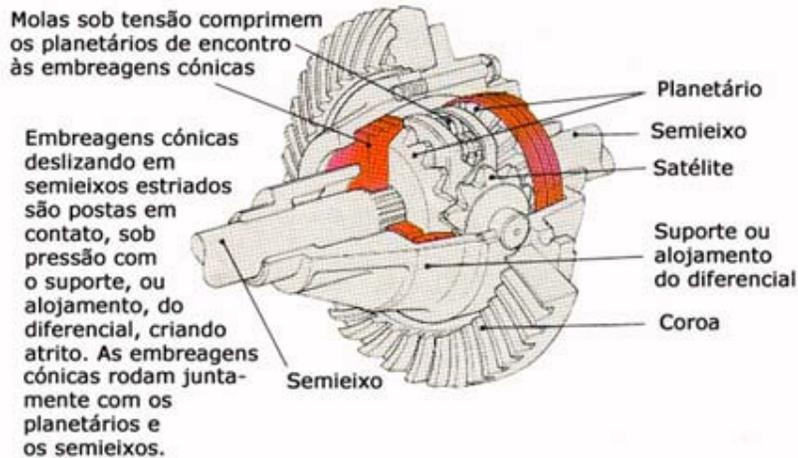


DESLOCAMENTO EM LINHA RETA
As duas rodas percorrem a mesma distância à mesma velocidade.



DESLOCAMENTO NUMA CURVA
A roda mais próxima do lado de dentro da curva percorre uma distância menor que a mais afastada. Graças ao diferencial rodam a velocidades diferentes.

Diferenciais com limitação de deslizamento contrariam a patinação das rodas. O diferencial apresenta o inconveniente de permitir que uma roda incapaz de aderir a um piso escorregadio gire a uma velocidade dupla da roda de coroa, enquanto a outra permanece imóvel, o que deriva do fato de o diferencial aplicar sempre um esforço igual a cada roda motriz. Assim, se uma roda patinar (não produzindo, portanto, tração), a outra ficará imóvel. Em alguns automóveis de elevada potência este problema é resolvido mediante o recurso a um diferencial com limitação de deslizamento, ou seja, autoblocante.



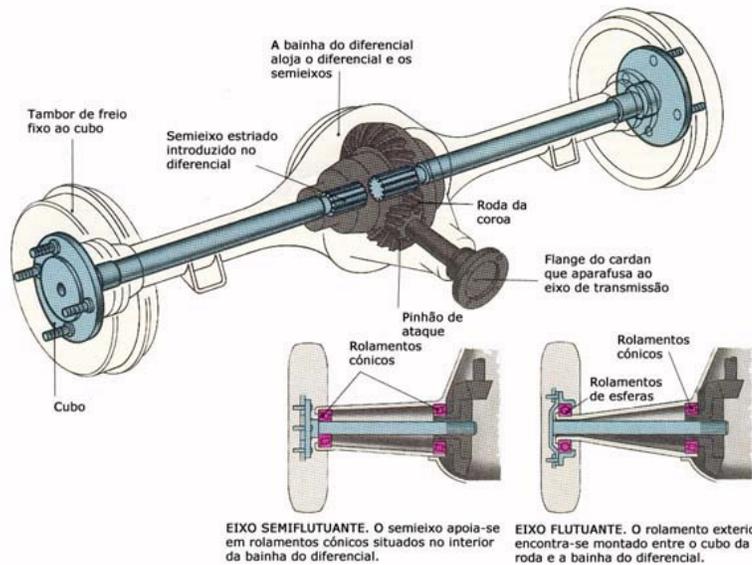
Um dos tipos mais comuns de diferencial autoblocante apresenta embreagens cônicas entre os planetários do diferencial e o seu alojamento. Molas existentes entre os planetários mantêm em contatos as superfícies cônicas, criando uma resistência por atrito a qualquer diferença que possa existir entre as velocidades dos planetários e do seu alojamento. Esta resistência não é suficiente para impedir a ação do diferencial quando o automóvel faz uma curva, mas aumenta quanto maior o binário/motor (torque) aplicado ao diferencial.

O binário/motor tende a afastar os planetários, somando-se assim à força exercida sobre os cones e aumentando a resistência destes às diferenças de velocidade entre os semieixos evitando que uma das rodas motrizes patine.

Os veículos de dimensões médias com motor na frente e tração na roda traseira apresentam, na sua maioria, um eixo traseiro rígido. Os conjuntos dos semieixos e do diferencial estão alojados num cárter rígido que contém rolamentos para o apoio das peças rotativas.

Normalmente, automóveis com tração traseira ou os modelos com tração dianteira e que, portanto, não possuem diferencial atrás, têm suspensão independente nas rodas traseiras.

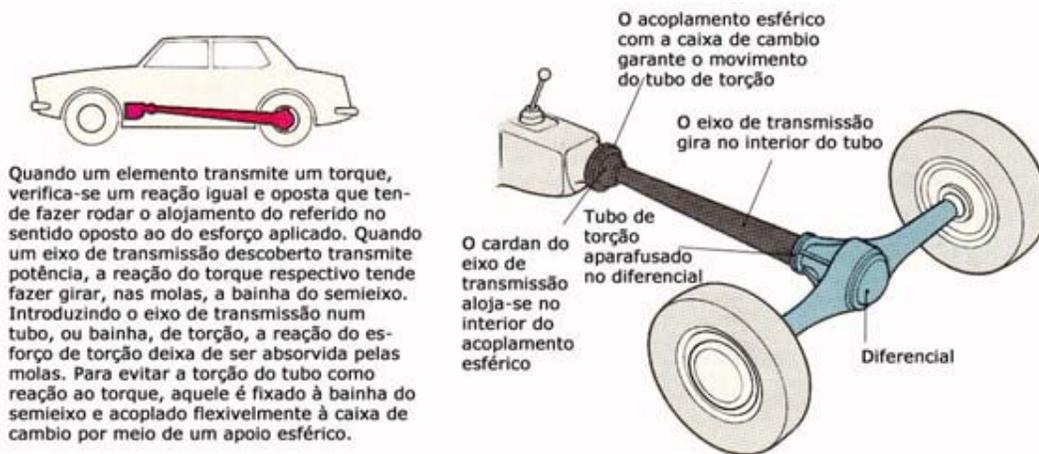
Existem dois tipos de alojamento do eixo traseiro. Num deles o eixo do tipo banjo forma uma unidade, estando o conjunto do diferencial contido num cárter independente, fixado por parafusos à bainha do semi eixo. No outro, o conjunto do diferencial encontra-se num cárter central, tendo de cada lado um tubo - bainha - que aloja o semieixo.



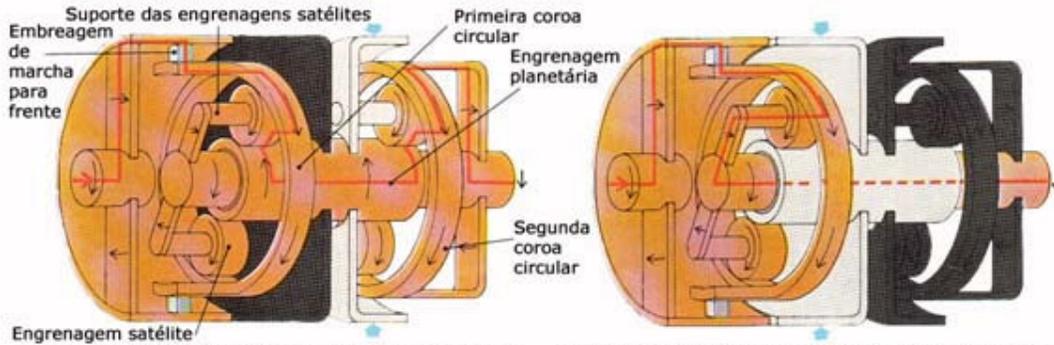
Apoio dos semi eixos - A classificação dos eixos depende do modo como os semieixos e os cubos das rodas estão apoiados. Em todos os tipos de eixos, as extremidades interiores dos semieixos estão ligadas aos planetários do diferencial. No eixo semiflutuante cada um dos semieixos é apoiado, na sua extremidade interior, por um rolamento que também serve de apoio ao diferencial. Na extremidade exterior encontra-se um rolamento entre o eixo e o interior da bainha do diferencial. O semieixo tem de suportar os esforços de flexão impostos pelo peso do automóvel e transmitir o torque. O eixo $\frac{3}{4}$ flutuante apresenta também um rolamento no interior da bainha do diferencial; contudo, o rolamento exterior encontra-se entre o cubo da roda e a bainha do eixo, de maneira a poder suportar o peso do automóvel. O semieixo fica sujeito à flexão apenas quando o automóvel descreve uma curva.

Num eixo totalmente flutuante, existem dois rolamentos entre cada cubo e a bainha do semieixo, que suportam o peso do automóvel e as forças geradas quando este descreve uma curva. Este tipo de eixo é raramente utilizado em automóveis.

Reação ao torque (binário/motor) - Quando se transmite esforço de rotação ao eixo de trás por meio de um eixo de transmissão descoberto, a reação ao respectivo torque tende a torcer o eixo nas suas suspensões. Evita-se esta torção introduzindo o eixo de transmissão numa bainha de reação que constitui uma extensão rígida da bainha do diferencial.



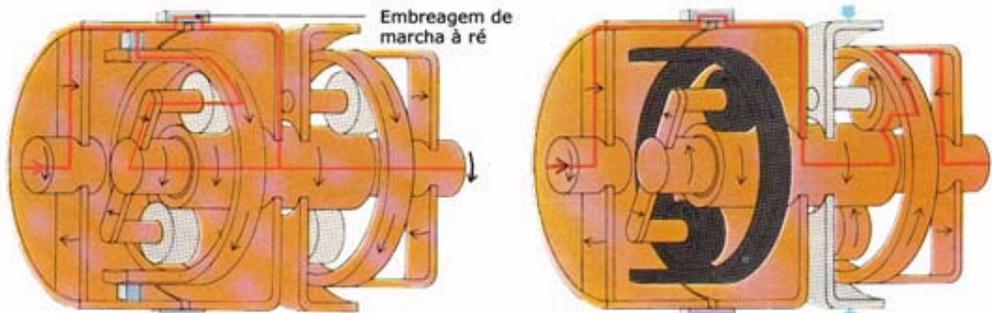
DIFERENTES REDUÇÕES QUE OS TRENS EPICICLOIDAIS TORNAM POSSÍVEIS



Engrenagem satélite

PRIMEIRA VELOCIDADE. Ao ser engatada a embreagem de marcha à frente, a energia proveniente do motor (traço vermelho) faz girar a primeira coroa circular. Desse modo, as engrenagens satélites movimentam a roda central comum no sentido oposto. O segundo suporte das engrenagens satélites está fixo pela ação da cinta de frenagem (cinza claro).

SEGUNDA VELOCIDADE. Com a embreagem de marcha à frente engatada, o motor faz mover a primeira coroa circular. A roda central comum está travada, pelo que a coroa circular faz mover à volta dela as engrenagens satélites, que, por sua vez, fazem girar o seu suporte no mesmo sentido. O eixo deste suporte dos satélites é também o eixo de saída; por isso é utilizada uma redução.



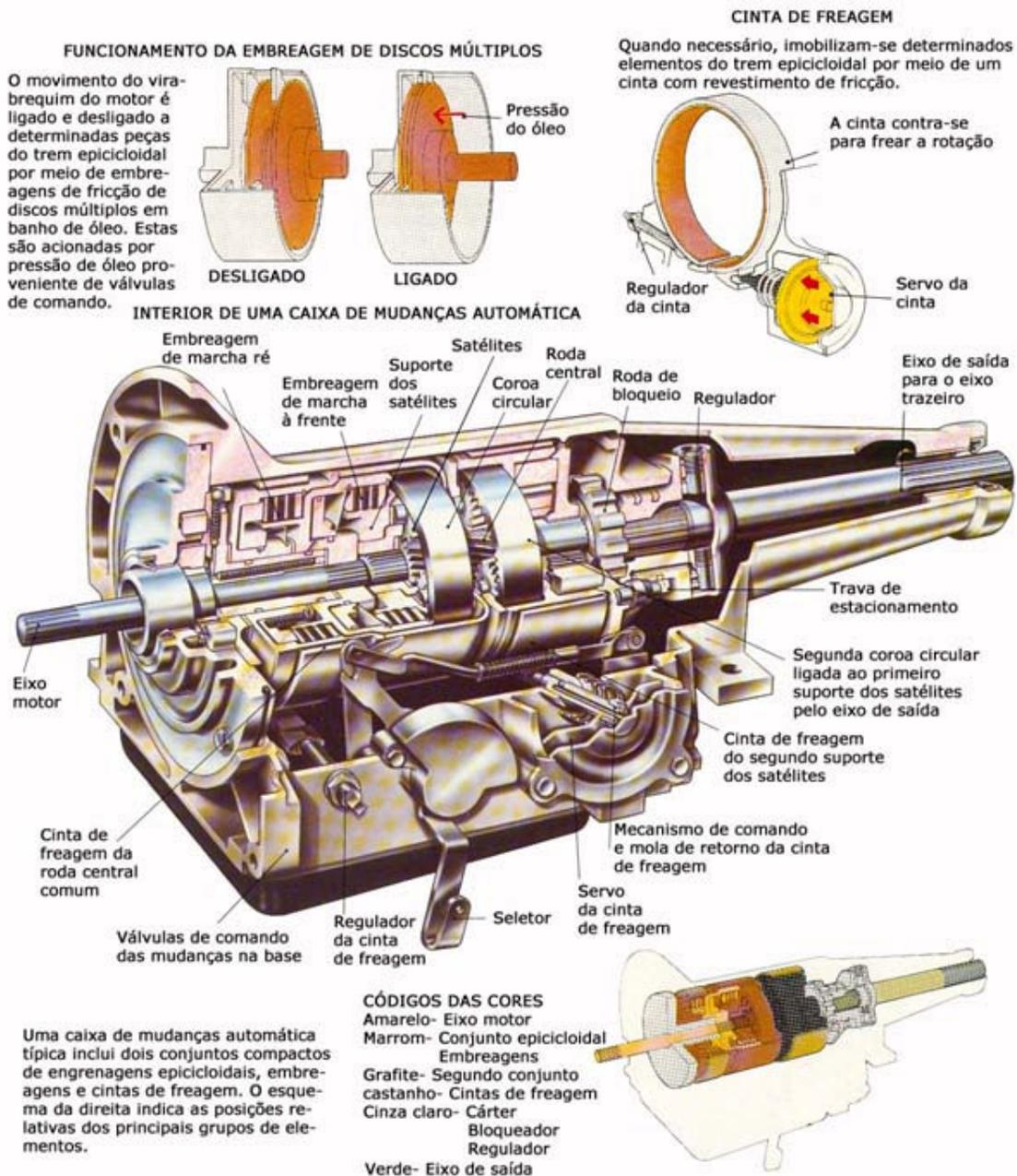
PRISE. Com a embreagem de marcha à frente engatada, o motor faz mover a primeira coroa circular. A embreagem de marcha à ré, também engatada, torna a roda central solidária com a coroa circular, pelo que estas passam a rodar à mesma velocidade. Por conseguinte, as engrenagens satélites (cinza claro) não podem rodar. O eixo de saída roda à velocidade do motor.

MARCHA À RÉ. Com a embreagem de marcha à frente desengatada, a primeira coroa circular gira livremente; estando a embreagem de marcha à ré engatada, o motor faz rodar a roda central comum. Encontrando-se travado o segundo suporte das engrenagens satélites, a roda central obriga estas a moverem a segunda coroa circular no sentido oposto, do que resulta marcha à ré com redução simples.

Seleção das mudanças nos diferentes sistemas – Uma transmissão automática seleciona e muda as marchas, conforme necessário, sem intervenção do motorista. Quer dizer: para conduzir um automóvel com câmbio automático, basta selecionar o movimento para frente ou para trás e acelerar. Num automóvel com este sistema de mudanças existem, portanto, apenas dois pedais, um para acelerar e outro para frear.

Os diferentes sistemas de transmissão automática apresentam uma grande variedade de bloqueio das engrenagens, sendo a sua seleção comandada, por meio de uma alavanca.

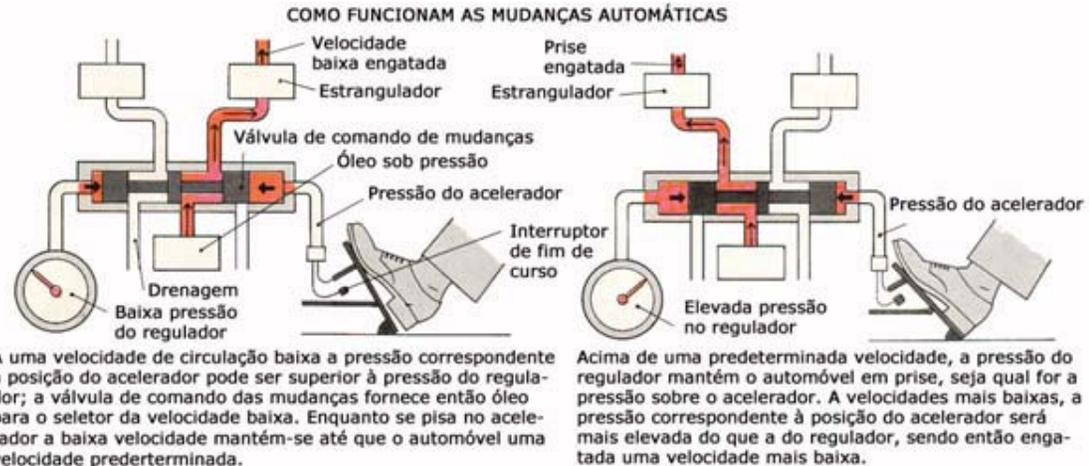
Em todos os sistemas, a alavanca de comando pode adaptar-se a diferentes posições: N, para ponto morto; P, na maioria dos modelos, para estacionamento, posição que inclui um dispositivo de bloqueio (por questões de segurança apenas se pode dar a partida no motor numa dessas posições); R para marcha ré; D, para a marcha à frente, e L para manter uma velocidade baixa. Um batente mecânico evita a inadequada seleção das posições de marcha ré ou de estacionamento. PRNDL é a sequência mais usual. Colocando a alavanca na posição D, obtém-se toda a gama de mudanças da mais alta à mais baixa, utilizando todas as velocidades que imprimem movimento para frente. A seleção das mudanças depende não só de um regulador comandado pela velocidade, mas também da posição do pedal do acelerador.



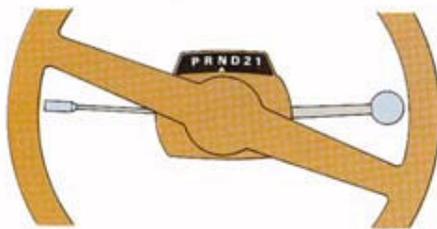
Com o acelerador a fundo obtém-se a utilização máxima de cada mudança até a mais elevada velocidade possível dentro dos limites de segurança do motor, por outro lado, acelerando ligeiramente, o motorista permite a seleção gradual das mudanças (da primeira para a Segunda e da Segunda para a prise) a variedades bastante mais baixas. Existe ainda um interruptor de fim de curso (acionado quando se carrega a fundo no pedal do acelerador) que inicia imediatamente a mudança para uma velocidade mais baixa se a velocidade de deslocação do automóvel permitir. Por exemplo, pode-se, por meio do interruptor, passar da prise para Segunda a 90 km/h.; o comando automático, porém, poderá impedir essa passagem se a velocidade de deslocamento do automóvel for superior. Em alguns dos mais utilizados modelos de transmissões automáticas de três velocidades da marca Borg Warner a alavanca seletora apresenta a sequência, PRND21 de

posições. Colocando a alavanca na posição 2, o motorista obtém mudanças automáticas, da primeira para a Segunda velocidades e vice-versa, ficando, contudo, a prise excluída. Se a alavanca for colocada na posição 1, o motorista obtém a primeira velocidade. Esta disposição destina-se a permitir a travagem máxima do motor em descidas íngremes.

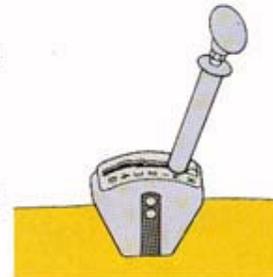
Numa transmissão automática as velocidades são selecionadas por pressão hidráulica.



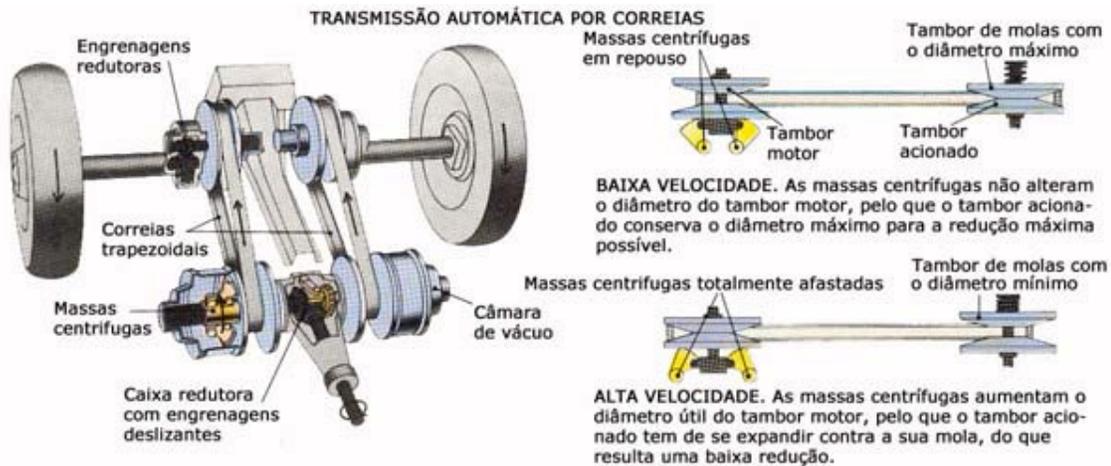
D4321NR. Na sequência da alavanca seletora da transmissão da Automotive Products, a posição D permite mudanças completamente automáticas, enquanto as posições 4321 e R são selecionadas manualmente. A alavanca em N dá-se o ponto morto. Assim, o motorista pode optar entre as mudanças totalmente automáticas ou manuais.



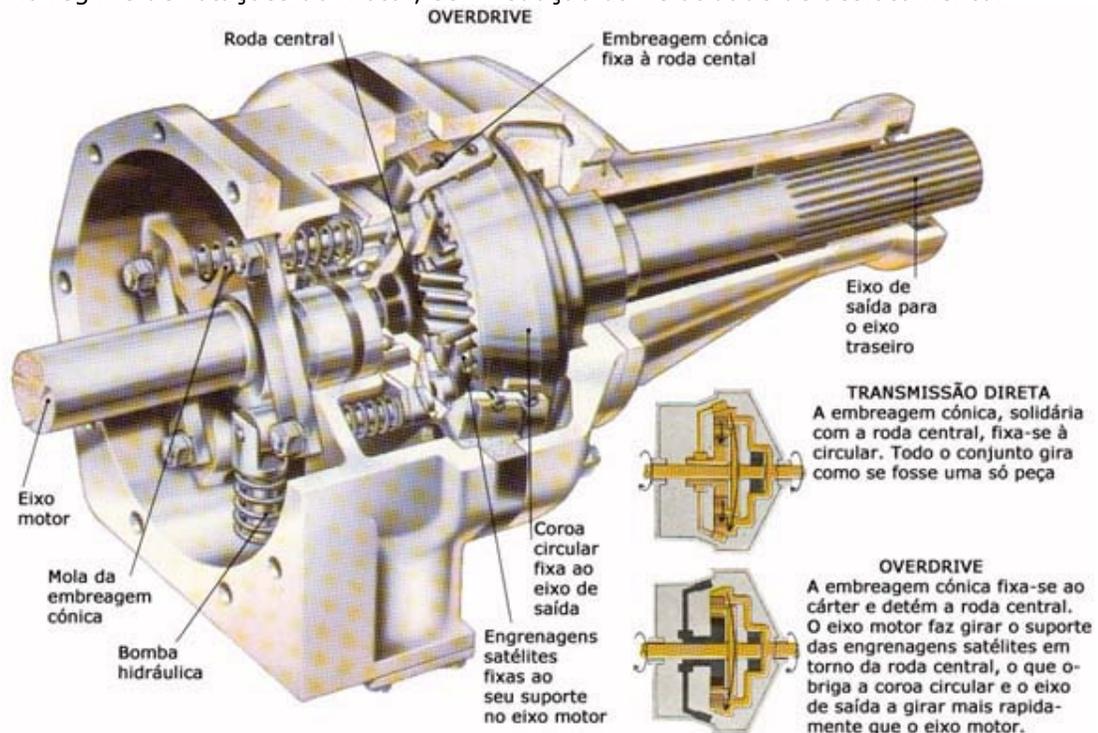
PRND21
Em transmissões de três velocidades existem as posições P, para estacionamento; R, para marcha à ré; N, para ponto morto; D, para velocidades para a frente, totalmente automática; 2 e 1, para limitação da seleção de mudanças. Com a alavanca na posição 2, o motorista obtém mudanças automáticas entre a primeira e a segunda velocidades, sendo a prise excluída. Na posição 1 apenas se obtém a primeira velocidade.



Os automóveis DAF têm um sistema de transmissão por correias, denominado variomac, que assegura mudanças totalmente automáticas, de acordo com as condições do tráfego e da faixa de rodagem. No arranque o movimento é transmitido automaticamente a uma embreagem centrífuga que, por sua vez, faz mover dois tambores por meio de uma caixa redutora de engrenagens cônicas. Os diâmetros dos tambores variam de acordo com as velocidades de rotação destes, por meio de massas centrífugas e, de acordo com a posição do acelerador, por meio de uma câmara de vácuo. Duas correias trapezoidais dentadas rodam entre dois tambores pressionados um de encontro ao outro por meio de molas. Com aceleração baixas, o sistema proporciona automaticamente uma redução elevada.



Condução econômica com 'overdrive' - O overdrive, ou sobre marcha, consiste numa unidade, montada atrás da caixa de mudanças, destinada a proporcionar uma velocidade, para além da prise, que permita uma marcha econômica a um baixo regime de rotações do motor, sem redução da velocidade de deslocamento.



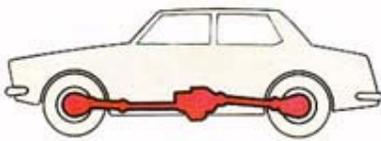
Em alguns modelos de automóveis, o overdrive atua também em terceira, ou mesmo em segunda, o que aumenta, para o motorista, as possibilidades de escolha de redução.

As unidades overdrive têm, em geral, um sistema de engrenagens epicicloidais que inclui uma embreagem cônica acionada hidráulicamente. Quando o overdrive não está em funcionamento, a embreagem que está ligada à roda central, torna-se solidária - devido à mola - com a coroa circular, ligada ao eixo de saída. O suporte das engrenagens satélites, ligado ao eixo da caixa de mudanças, faz girar todo o conjunto, obtendo-se assim uma transmissão direta.

Quando o motorista seleciona o overdrive, a embreagem fixa-se ao cárter exterior e impede o movimento da roda central. O suporte das engrenagens planetárias gira

então à volta da roda central e, por sua vez, aciona a coroa circular a uma velocidade ligeiramente superior à superior à do suporte. Em consequência, o eixo de saída roda mais rápido que o eixo do motor. O overdrive é comandado, elétrica ou hidráulicamente, por meio de um interruptor existente no painel ou na coluna da direção. Pode ser ligado ou desligado sem intervenção da embreagem.

4x4



Os automóveis, na sua maioria, têm duas rodas motrizes (o motor aciona ou as rodas traseiras ou as dianteiras). Quando a neve, o gelo ou a lama tornam o piso escorregadio, as rodas motrizes podem não aderir suficientemente, pelo que uma ou ambas podem derrapar, mesmo quando o

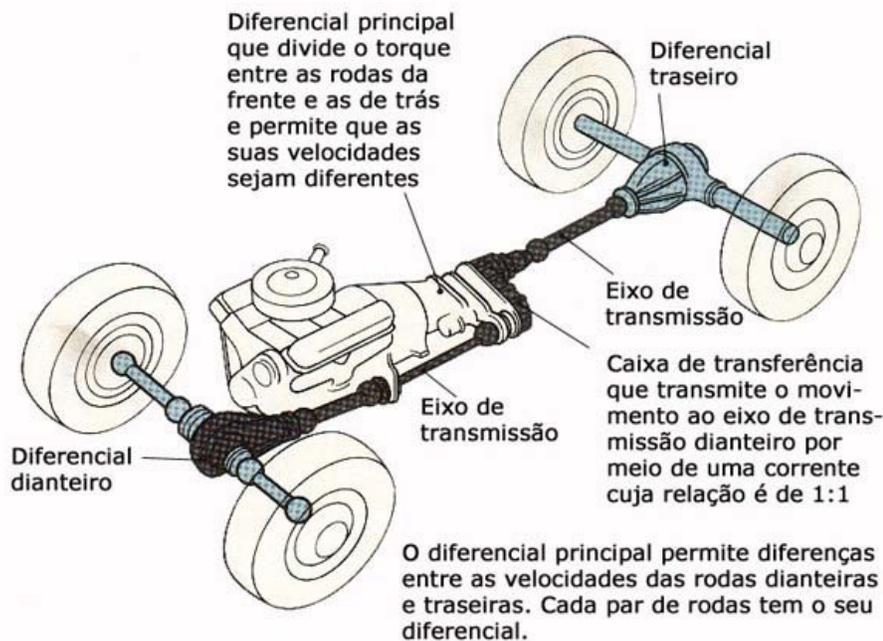
veículo apresenta um diferencial auto blocante.

Se a tração for nas quatro rodas, os pneus aderem melhor ao pavimento escorregadio, já que todo peso do automóvel é utilizado na tração. A tração nas quatro rodas é usual em veículos próprios para terreno acidentados, tais como o Jeep, o Land Rover e algumas viaturas militares. Em estradas em boas condições de circulação, estes veículos funcionam com tração nas rodas traseiras, já que a tração nas quatro rodas não é aconselhável para trajetos longos. A tração nas quatro rodas pode ser engatada, quando necessário, por meio de uma alavanca (mudança extra).

Esta solução é inadequada para um automóvel de passageiros de elevada potência e capaz de atingir grandes velocidades. Alguns modelos estão equipados com tração das quatro rodas que funciona continuamente.

O sistema de transmissão deste veículo leva em conta as diferenças de velocidade entre as rodas dianteiras e as traseiras. Esta variação de velocidade é permitida por um diferencial principal, que também divide o torque: 37% para as rodas da frente e 63% para as rodas traseiras.

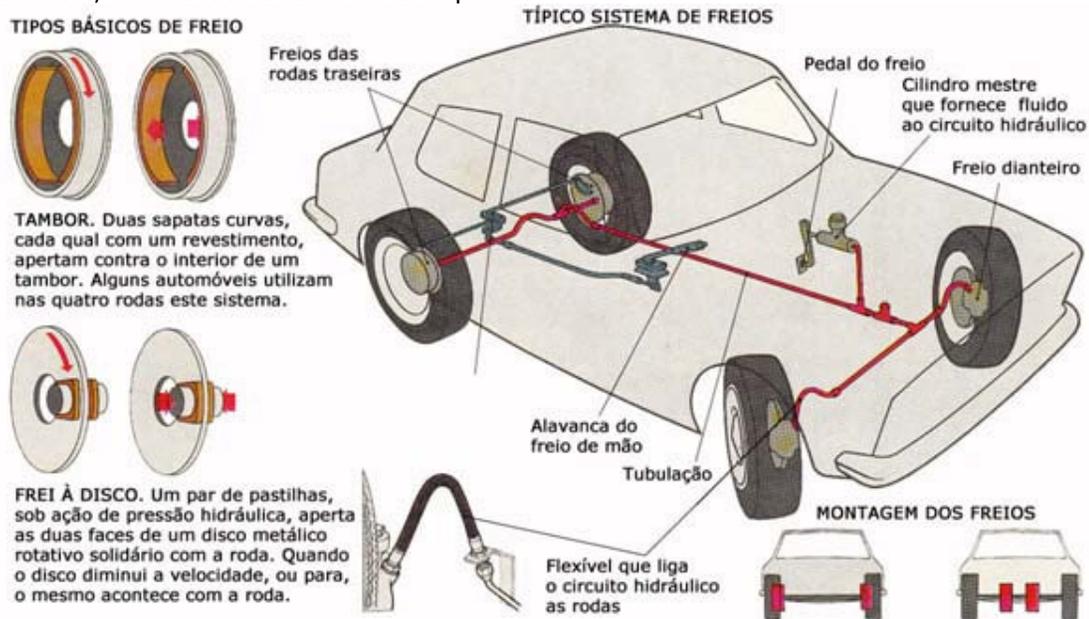
Tração nas quatro rodas (fórmula ferguson)



Freios

Um freio funciona graças ao atrito resultante do contato entre um elemento não rotativo do veículo e um disco ou tambor (polia) que gira com a roda. O atrito produz a força necessária para reduzir a velocidade do automóvel ao converter em calor que se dissipa no ar a energia mecânica do veículo.

Durante muitos anos, a parte rotativa do freio constituiu num tambor ao qual podiam ser aplicados dois tipos de mecanismo de atrito: uma cinta exterior que se contraía à volta do tambor ou sapatas interiores que se expandiam contra a superfície interior do tambor. Um revestimento (lona) resistente ao calor, contendo amianto, estava fixo à cinta ou as sapatas.



Os freios de tambor com expansão interior são ainda utilizados em grande quantidade de automóveis; por vezes, apenas nas rodas traseiras, caso em que se recorre aos freios de discos nas rodas dianteiras. Nos sistemas mais atuais, o pedal do freio está ligado a quatro rodas, enquanto o freio de mão bloqueia apenas as rodas traseiras, a alavanca do freio de mão esta equipada com um sistema de serrilha que permite manter o automóvel travado, mesmo quando se encontra estacionado.

Os freios de tambor são desenhados e fabricados de modo que a chuva, a neve, o gelo ou as impurezas de estradas de terra, já que a umidade reduz, substancialmente, o atrito entre o revestimentos das sapatas e o tambor. Contudo, a blindagem que protege o tambor não é estanque em caso de imersão na água, pelo que, após a passagem através de um pavimento inundado, o motorista deverá aplicar o uso dos freios para que o atrito e o calor os sequem.

O sobre aquecimento diminui, contudo, a eficácia dos freios de tambor e, quando excessivo, inutilizará para sempre as suas lonas. Pode também se suceder uma perda temporária de eficácia durante uma frenagem prolongada, tal como acontece numa longa descida. Os freios a disco estão mais expostos ao ar e dissipam o calor mais rapidamente do que os freios de tambor, sendo por conseguintes, mais eficazes em caso de sobre aquecimento ou utilização prolongada. Na maioria dos

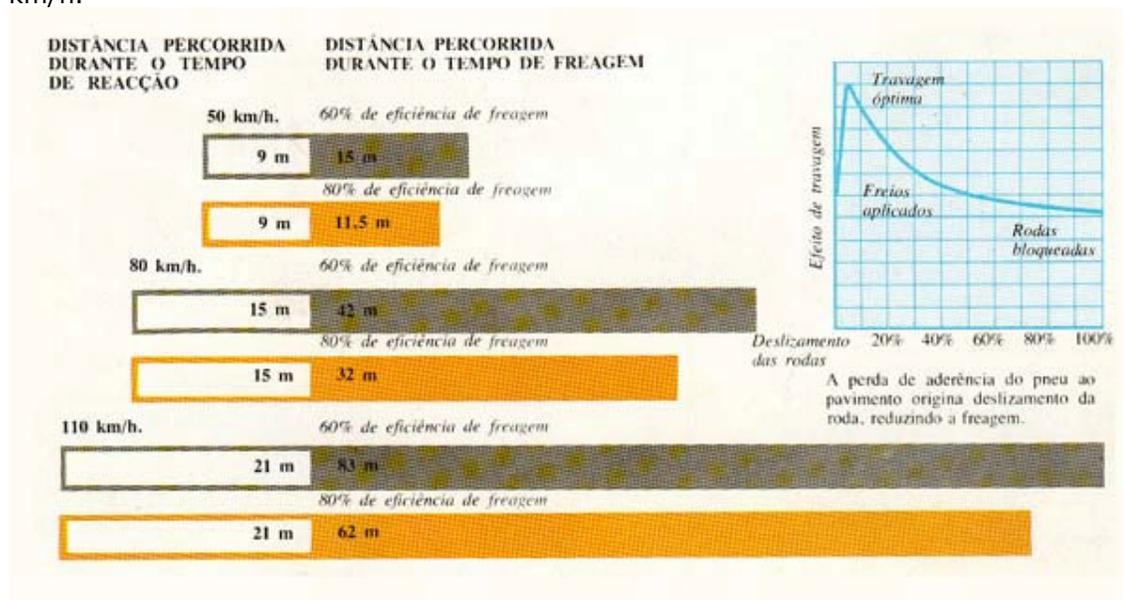
automóveis de elevada potência, os freios de disco são utilizados, usualmente, somente nas rodas dianteiras.

Um freio a disco funciona como um freio de bicicleta, que é constituído por um bloco de frenagem de cada lado da roda, os quais as apertam.

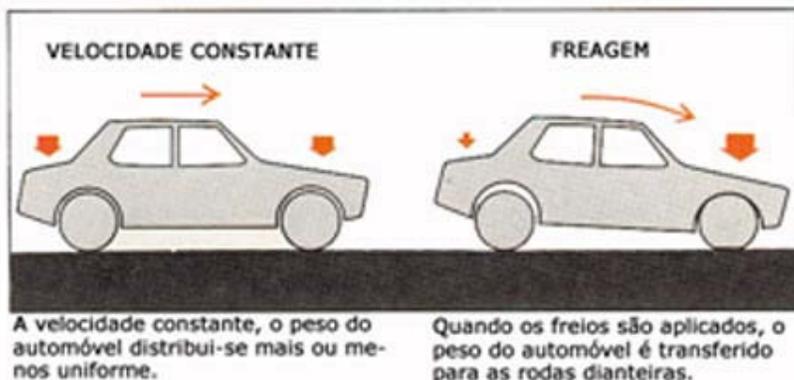
O freio a disco de um automóvel também apresenta um par de placas de atrito, as pastilhas; estas, contudo, em vez de atuarem diretamente sobre a roda, atuam sobre duas faces de um disco metálico que gira solidário com ela.

O tempo que o motorista demora para parar o seu automóvel depende da rapidez dos seus reflexos e do tempo necessário para que os freios imobilizem o veículo. Durante o período de tempo em que o motorista reage ao estímulo – cerca de dois terços de segundo na maioria dos casos –, o automóvel percorre uma determinada distância, a distância de reação.

O quadro mostra as distâncias percorridas, durante os tempos de reação e de frenagem, por automóveis de dimensões médias, equipados com freios de 60% e 80% de eficácia e a uma velocidade de deslocamento de 50 km/h, 80 km/h e 110 km/h.



A eficiência dos freios devidamente regulados e em boas condições deverá ser, pelo menos, de 80%; contudo, para obter as distâncias de frenagem indicadas, os pneus devem aderir devidamente à estrada. Normalmente é difícil avaliar a possibilidade de aderência ao pavimento apenas pelo aspecto deste e, por isso, é sempre aconselhável utilizar cuidadosamente os freios em condições de chuva ou gelo.



Teoricamente, o esforço de frenagem deveria ser distribuído entre as rodas dianteiras e as traseiras, de acordo com o peso que elas suportam. Esta distribuição

varia de acordo com o modelo do automóvel (de motor na frente ou na parte traseira do veículo, por exemplo), com o número de seus ocupantes e com a quantidade de bagagem. Contudo, em consequência da frenagem, uma parte do peso é transferida para frente e acrescentada à carga que estão sujeitas às rodas da frente, reduzindo-se assim a carga sobre as de trás.

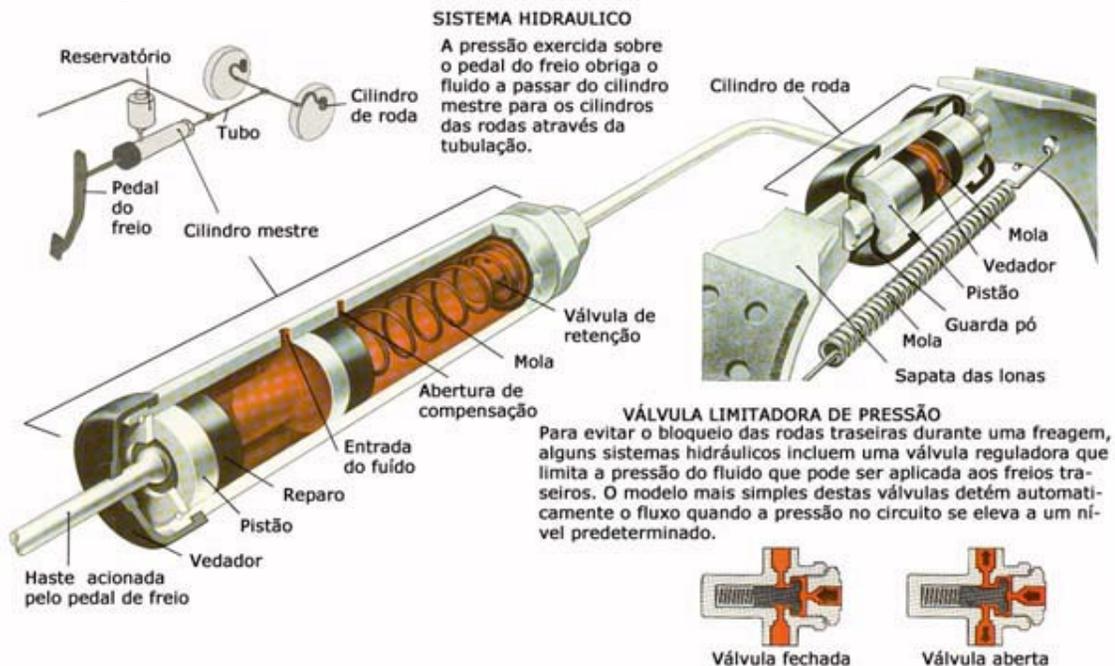
Quando se aplicam os freios a fundo, a transferência de peso é maior, tendendo as rodas de trás a bloquear-se, o que, freqüentemente, provoca derrapagem lateral da parte de trás do automóvel. Se as rodas da frente ficarem imobilizadas primeiro, o automóvel deslocar-se-á em linha reta, perdendo-se, contudo, o domínio da direção. Em pavimentos escorregadios, é mais provável que as rodas fiquem bloqueadas em consequência de uma travagem a fundo e, nessas condições, o motorista deverá sempre utilizar cautelosamente os freios.

Ao projetar o automóvel, os engenheiros equilibram o efeito da frenagem entre as rodas da frente e as de trás, tendo em conta a distribuição de peso nas condições médias de utilização. Perda de rendimento – O aquecimento excessivo dos freios, em consequência de frenagens repetidas ou prolongadas, pode provocar a perda da eficácia destes. O calor origina alterações temporárias nas propriedades de fricção do material utilizado nas pastilhas e nas lonas de freios, tornando estes menos eficazes à medida que aquecem.

Se um freio for sujeito a maiores esforços que os restantes poderá perder mais rapidamente a sua eficiência, do que resulta uma frenagem desigual, capaz de provocar uma derrapagem.

Os sistemas hidráulicos baseiam-se no fato de os líquidos serem praticamente incompressíveis. Uma pressão aplicada em qualquer ponto de um fluido transmite-se uniformemente através deste. Um dispositivo de pistão e cilindro acionado por um pedal pode ser utilizado para gerar pressão numa extremidade de um circuito hidráulico, num sistema de freios de um automóvel. Esta pressão do fluido pode assim mover outro pistão situado na extremidade oposta do sistema e acionar o freio.

Em geral, a maior parte do esforço de frenagem atua sobre as rodas da frente, já que o peso do veículo é deslocado para a frente quando os freios são acionados. Por conseguinte, são utilizados nos freios da frente os pistões de diâmetro maior.

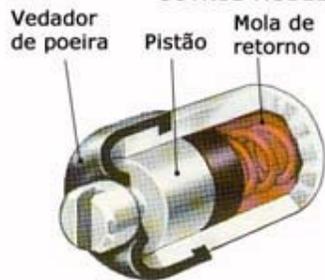


Em todos os automóveis atuais, o pedal do freio aciona hidráulicamente os freios. A ligação mecânica por meio de tirantes ou cabos ou por meio de ambos está

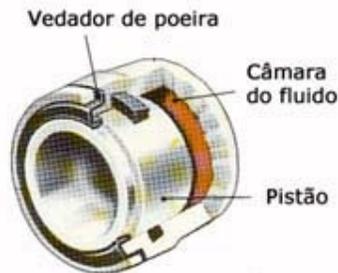
reservada para o sistema de freio de mão, normalmente utilizado apenas após a parada do automóvel. Um sistema hidráulico de freio apresenta várias vantagens sobre um sistema acionado mecanicamente. É silencioso, flexível e auto lubrificado e assegura a aplicação de forças de frenagem automaticamente iguais em ambos os lados do automóvel.

O pedal de freio está ligado, por meio de uma haste curta ao cilindro mestre. Quando o motorista pressiona o pedal, a haste faz mover o pistão no interior do cilindro mestre, empurrando o fluido hidráulico e forçando-o, através dos tubos, passar para os cilindros do freio das rodas, que aciona os freios. Uma válvula de retenção existente na extremidade de saída do cilindro mestre mantém-se sempre uma ligeira pressão no circuito dos freios, a fim de impedir a entrada do ar.

OUTROS MODELOS DE CILINDROS DE FREIO



CILINDRO DE EFEITO SIMPLES
Este modelo possui apenas um pistão, pelo que o cilindro também se move em substituição do segundo pistão.

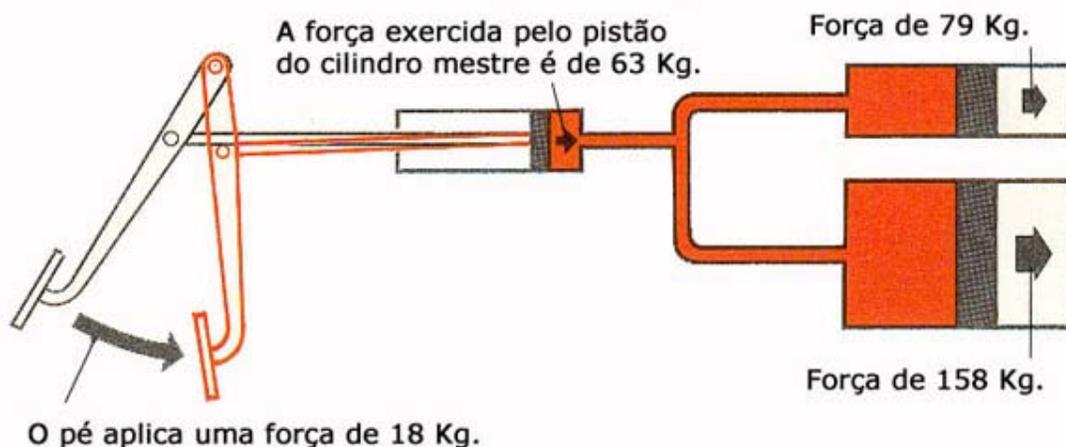


CILINDRO DO FREIO À DISCO
Dois pistões como na figura, acionam pressão as pastilhas de fricção às duas faces do disco.

Quando se deixa de exercer pressão sobre o pedal, o cilindro mestre entra em ligação com um depósito de onde o fluido flui pela ação da gravidade, o que não só compensa qualquer perda de fluido, mas também permite a sua expansão e contração devido às variações de temperatura. É importante verificar, de vez em quando, o nível do fluido no reservatório.

Alguns automóveis possuem circuitos hidráulicos independentes para as rodas da frente e para as de trás, tendo cada um dos circuitos o seu cilindro mestre. Assim, se ocorrer alguma falha de pressão num dos circuitos, o outro continuará funcionando.

MULTIPLICAÇÃO DA FORÇA

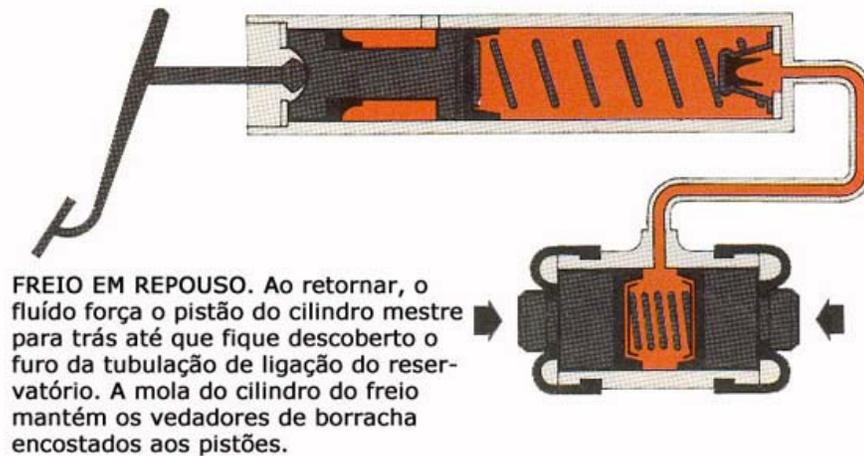
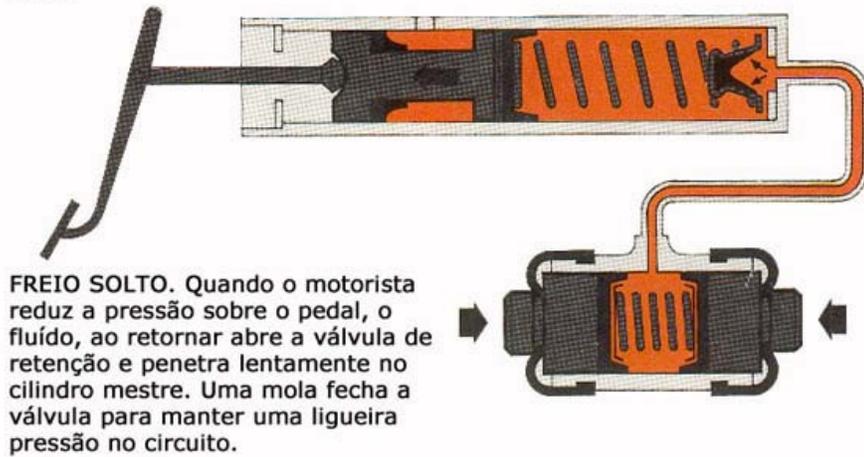
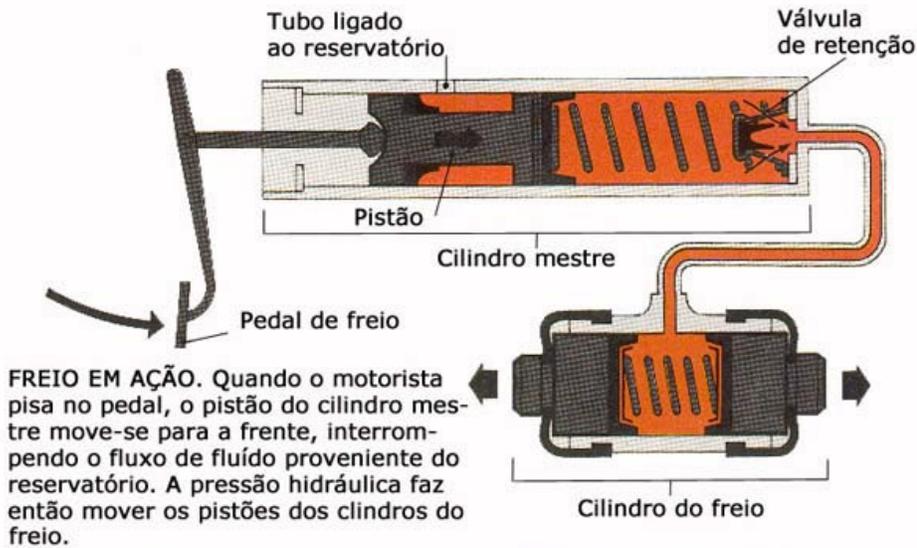


A força exercida pelo motorista no pedal do freio é aplicada ao pistão do cilindro mestre depois de multiplicada por efeito de alavanca e, em seguida, transmitida pelo fluido até aos pistões dos cilindros do freio, onde é novamente multiplicada, em virtude de o diâmetro destes ser superior ao diâmetro do cilindro mestre. Neste

diafragma, onde as dimensões aparecem aumentadas para melhor compreensão, o curso do pedal é 3,5 vezes superior ao pistão do cilindro mestre que, por seu turno, é 1,25 e 2,5 vezes maior do que os cursos dos pistões dos cilindros do freio. Assim, estes pistões aplicam uma força maior percorrendo, contudo, um curso menor.

Funcionamento conjunto dos cilindros – A pressão necessária para acionar os freios hidráulicos é gerada no cilindro mestre. Uma haste, movida pelo pedal dos freios, obriga o pistão a avançar.

O fluido passa então através da válvula de retenção e dos tubos para os cilindros do freio, onde os pistões, acionados pela pressão, atuam sobre os freios. A pressão de frenagem é igual e simultânea em todas as rodas.



Fluido

O fluido utilizado nos freios é um líquido sintético que não ataca a borracha e, portanto, não danifica os vedadores dos freios. Como a borracha natural se

deforma em contato com o óleo, a graxa lubrificante, a gasolina ou outros produtos derivados do petróleo, não devem ser colocadas em contato com os vedadores de borracha natural dos sistemas hidráulicos. O óleo dos freios também deve estar isento de água.

A maioria dos fabricantes utiliza um fluido que está de acordo com as normas ditadas pela sociedade americana S. A. E. (Society of Automotive Engineers). Estas exigem que o óleo permaneça quimicamente estável a altas temperaturas, tenha um ponto de ebulição elevado e não ataque nenhuma peça de borracha ou metálica do sistema. Os manuais de instruções dos veículos indicam o fluido que deve ser utilizado.

As classificações dot diferenciam o ponto de ebulição do fluido, podendo este ebuluir dependendo da umidade:

- Dot 3 284 a 401o. C
- Dot 4 324 a 414o. C
- Dot 5 324 a 468o. C

Outro cuidado que deve ser tomado em relação ao fluido, é quanto à troca que deverá ser feita uma vez por ano, já que este absorve a umidade do ar espontaneamente, contaminando o fluido. Alguns veículos também têm uma bóia no reservatório de fluido de freio que faz acender uma luz no painel quando o nível está muito baixo.

Tambor

Um freio de tambor consiste num tambor de ferro fundido contendo um par de sapatas semi circulares. O tambor está ligado à roda e gira solidário com esta de tal modo que, quando o tambor diminui de velocidade ou pára, o mesmo acontece à roda. O atrito necessário para reduzir a velocidade do tambor provém da aplicação, pelo lado de dentro, de sapatas, que não rodam mas estão montadas num prato metálico fixo. Cada sapata é constituída por uma peça curva de aço ou liga metálica leve coberta por um revestimento ou guarnição resistente ao desgaste (lona).

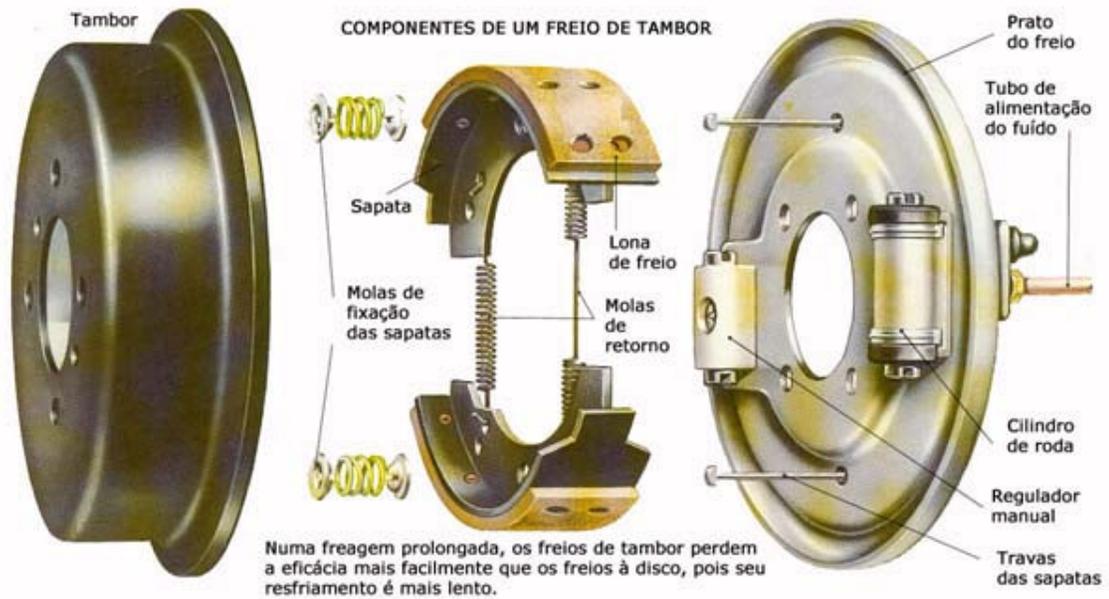
Na maioria dos freios de tambor, as sapatas são pressionadas de encontro ao tambor de rotação, graças a um dispositivo articulado. Uma das extremidades de cada sapata está articulada num eixo, enquanto a outra pode ser movida por um excêntrico ou pelo fluido de freios impelido sob pressão para o interior dos cilindros do freio da roda e proveniente do cilindro mestre. Num dos sistemas hidráulicos, o cilindro da roda está fixo ao prato do freio e contém dois pistões que acionam as sapatas. Como alternativa, utiliza-se um só pistão no cilindro que pode mover-se no prato do freio. Quando os freios são aplicados, a pressão do fluido atua uniformemente sobre o pistão e a extremidade fechada do cilindro, obrigando estes a separarem-se. Por sua vez, estas peças afastam as sapatas, de modo que as lonas se encostem no tambor.

Molas de retorno, de chamada ou de recuperação, que se distendem quando as sapatas estão separadas, obrigam estas a retornar à sua posição original, afastando-se do tambor ao cessar a pressão exercida pelo motorista sobre o pedal dos freios.

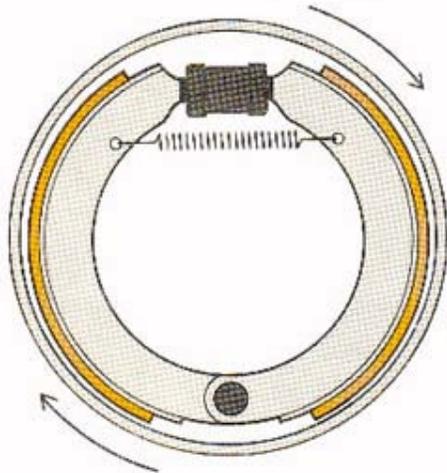
Quando duas sapatas têm o mesmo eixo de articulação, uma recebe a designação de primária e a outra de secundária. Outra disposição consiste em articular sapatas separadamente em pontos opostos do prato do freio. Neste caso, atuam ambas como sapatas primárias quando o automóvel se desloca para frente.

A pressão de contato entre a sapata primária e o tambor tende a ser aumentada, em virtude do atrito exercido pelo tambor em rotação, o que aumenta a força de frenagem na roda. Uma sapata secundária, como tende a ser afastada do tambor,

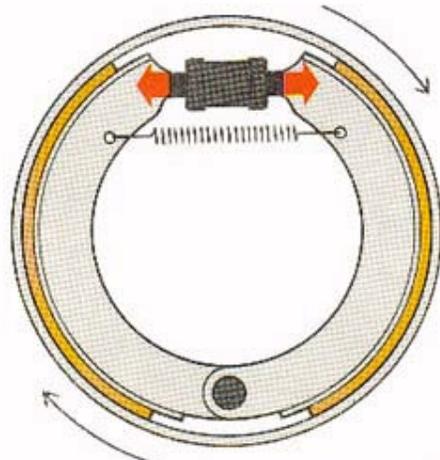
exerce uma pressão consideravelmente menor do que a exercida pela sapata primária.



SAPATAS PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS

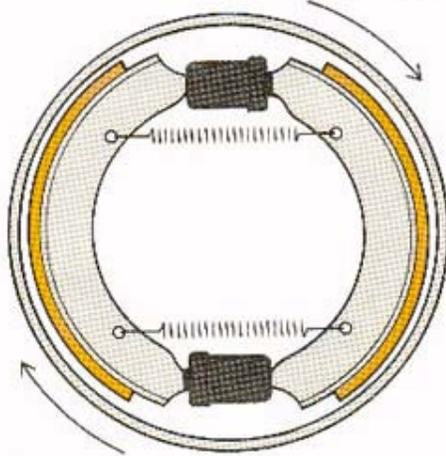


FREIO SOLTO. Ambas as sapatas são articuladas no mesmo eixo.

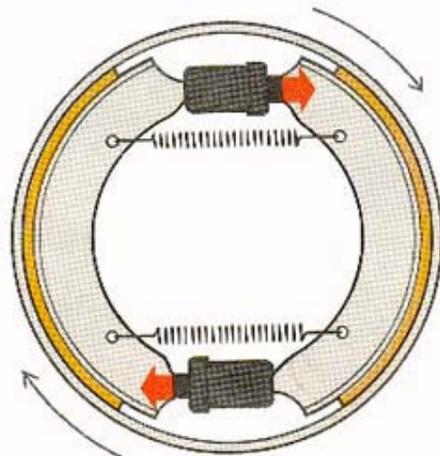


FREIO APLICADO. A sapata primária (à direita) exerce mais pressão que a secundária (à esquerda).

SAPATAS PRIMÁRIAS DUPLAS



FREIO SOLTO. As sapatas apoiam-se em pontos opostos do tambor.



FREIO APLICADO. Ambas as sapatas exercem igual pressão.

Uma disposição com duas sapatas primárias proporciona uma resposta aumentada à pressão exercida sobre o pedal devido ao efeito de reforço. Este sistema é normalmente utilizado nas rodas dianteiras, devido ao excesso de peso exercido sobre a parte anterior durante a frenagem e ao fato de ser menos provável a blocagem e conseqüente derrapagem das rodas.

O sistema de duas sapatas primárias não é conveniente para os freios das rodas traseiras – às quais se aplica o freio de mão –, pois seria insuficiente para evitar o deslizamento do automóvel quando estacionado numa subida; em marcha ré as sapatas primárias atuam com secundárias.

Um sistema com uma sapata primária e uma secundária oferece uma solução melhor e mais econômica para as rodas traseiras, já que a sua eficácia é a mesma em marcha à frente ou na ré.

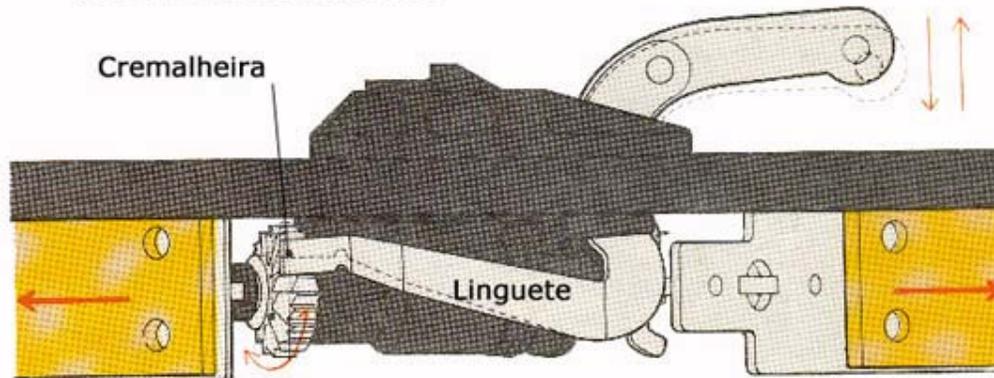
Num outro sistema, denominado freio duo-servo, a sapata primária articula-se na secundária. Quando a sapata primária é forçada de encontro ao tambor pela

pressão hidráulica, o arrastamento resultante da rotação deste é transferido para a sapata secundária, que é apertada contra o tambor.

Revestimentos (guarnições, ou lonas) – Os revestimentos do freio são fixados por meio de rebites ou colados às sapatas, após o que a sua superfície de trabalho é retificada até aos limites adequados. São fabricados dois tipos de revestimento; tecidos e moldados.

Ambos contém materiais semelhantes, entre os quais se inclui o amianto, sendo contudo diferente o seu processo de fabricação. Os moldados são mais utilizados.

REGULADOR AUTOMÁTICO



Esquema de um sistema de freio nas rodas traseiras, auto regulável, em que aparecem o linguete e a roda de cremalheira de regulagem. Se a alavanca do freio de mão puder deslocar-se o suficiente, o linguete engatará no dente seguinte.

Os automóveis cujas rodas da frente estão equipadas com freios de disco que dispensam regulagem apresentam com frequência atrás freios de tambor auto reguláveis, que permitem às lonas manter-se a mesma distância do tambor quando os freios não são aplicados. Num dos sistemas, uma roda de cremalheira constitui um dispositivo de regulagem: um linguete, ligado à alavanca do freio de mão, engata na roda de cremalheira. Quando se aplica o freio de mão, as sapatas afastam-se e o linguete desliza sobre um dos dentes da cremalheira. Se as lonas estiverem gastas, o linguete engatará no dente seguinte.

Quando se solta o freio de mão, o linguete volta à posição original fazendo girar a roda cremalheira, que realiza a regulagem.

Disco

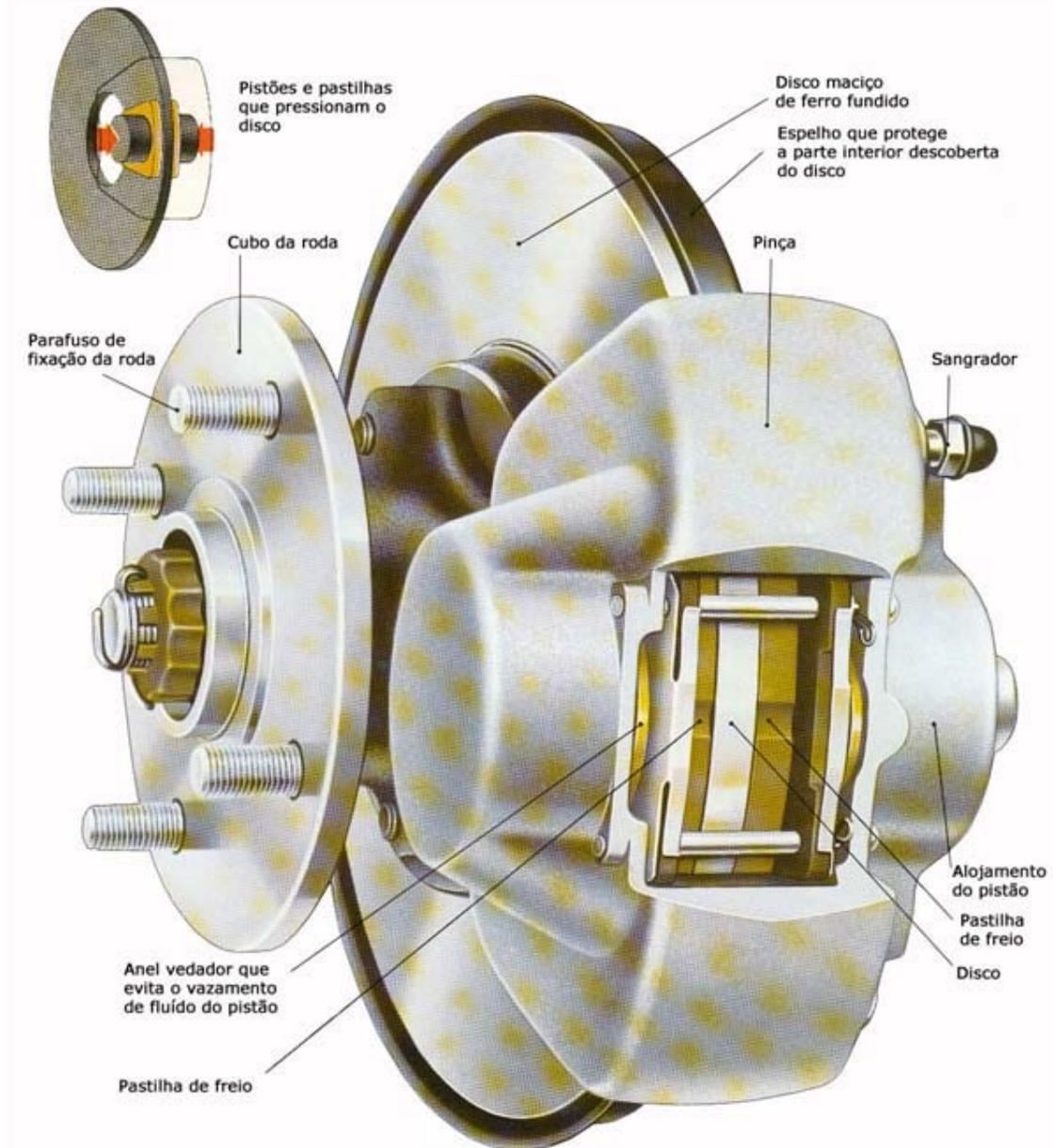
Um freio de disco consiste num disco maciço de ferro fundido que roda solidário com a roda do automóvel. Uma parte do disco é envolvida por uma caixa em forma de U – a pinça – que contém cilindros e pistões, ligações por tubos ao circuito hidráulico e pastilhas de fricção que apertam o disco para abrandar a velocidade do automóvel ou detê-lo.

Anéis vedadores de borracha evitam a entrada de poeira e umidade nos cilindros onde se alojam os pistões. Como apenas uma parte do disco é coberta pela pinça, o disco é mais facilmente arrefecido pelo ar do que o tambor de um freio, sendo a água também mais rapidamente expelida. Uma chapa protege a lama a face interior do disco não coberta pela pinça chamada de espelho.

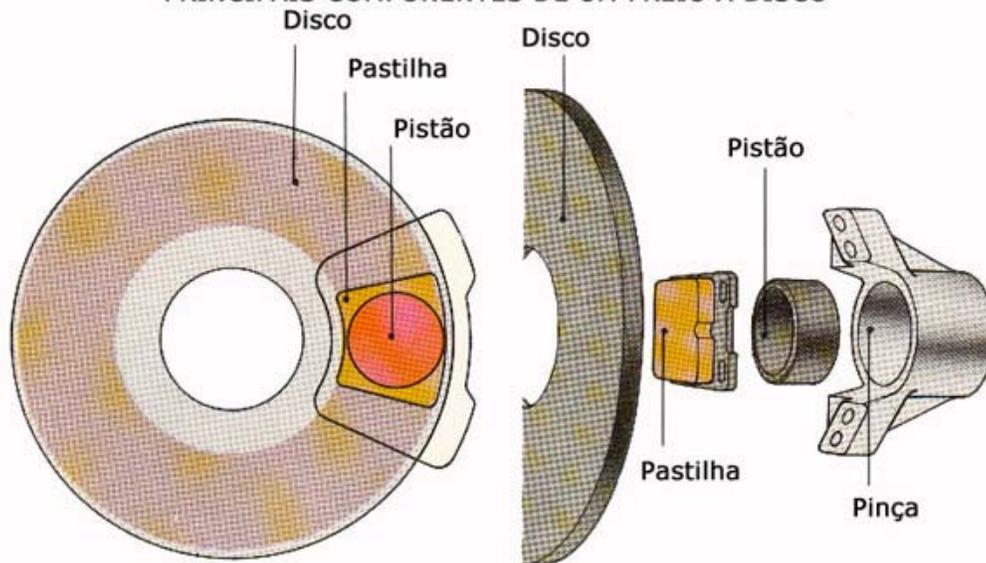
Quando se pisa no pedal do freio, a pressão hidráulica obriga os pistões a deslocarem-se para fora dos cilindros e a comprimir as pastilhas de encontro às faces lisas do disco.

O disco expande-se com o calor, mas em vez de se afastar das pastilhas (como o tambor se afasta das sapatas), se aproxima. Os calços espaçadores – delgados

chapas de metal cujos rebordos atuam como molas – ajudam a manter firmes as pastilhas, tornando o sistema mais silencioso. As pastilhas são visíveis, através de uma abertura existente na pinça e podem ser facilmente substituídas quando gastas. Cada pastilha é segura por duas hastes de retenção, ou cavilhas, que passam através de furos existentes na pinça, nos pratos metálicos e nos calços espaçadores. As cavilhas são seguras por freio de mola. As pastilhas do freio a disco – fabricadas com um composto de materiais extremamente resistentes - onde estão colocadas a uma chapa de aço, estas chapas recebem a reação ao esforço de travagem. As pastilhas têm, normalmente, a forma de um segmento de coroa circular podendo, contudo, ser quadradas, retangulares ou ovais.



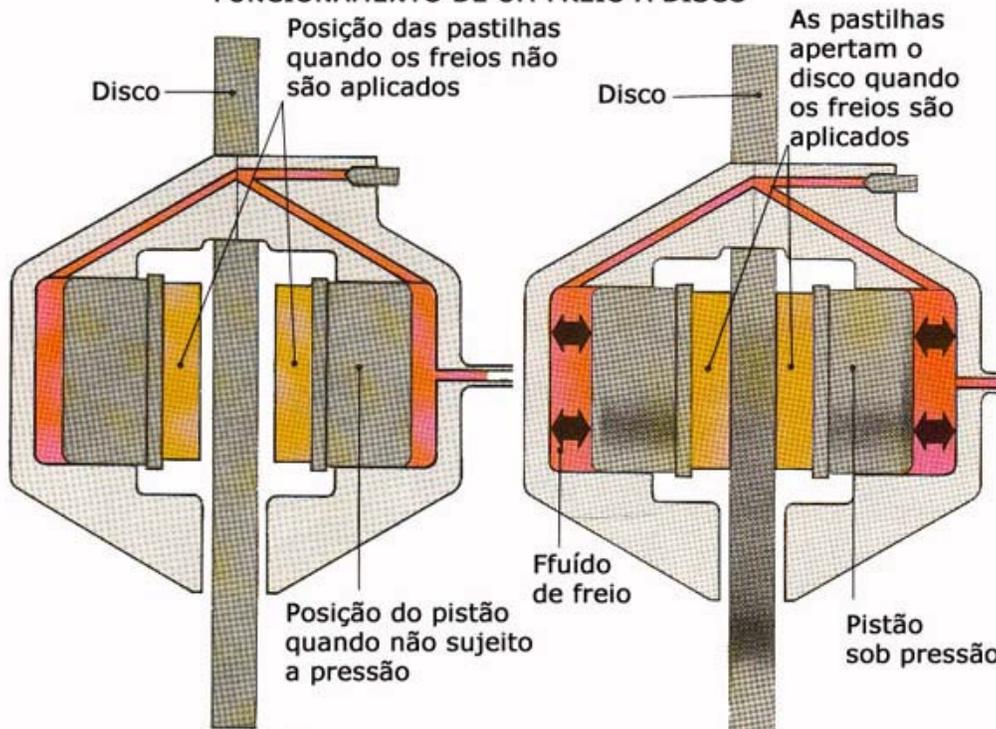
PRINCIPAIS COMPONENTES DE UM FREIO À DISCO



Já que apenas uma pequena parte da área do disco fica coberta pela pinça, o disco é facilmente arrefecido pelo ar.

A pinça é constituída de duas metades parafusadas entre si e contendo cada qual um alojamento cilíndrico, um pistão e uma pastilha.

FUNCIONAMENTO DE UM FREIO À DISCO



Quando os freios não são aplicados, a pressão sobre as pastilhas diminui. Estas podem manter com o disco um ligeiro contato.

Quando se aplica o freio, a pressão hidráulica obriga os pistões a empurrar as pastilhas de encontro às faces do disco.

Discos ventilados mantêm as pastilhas arrefecidas

Os freios de discos são menos susceptíveis aos efeitos do calor do que os freios de tambor já que, na maioria dos automóveis, são devidamente ventilados pelo ar que os envolve.



No entanto, nos veículos de competições e de elevada potência, em que as temperaturas geradas são muito elevadas, os discos necessitam de uma ventilação adicional a fim de se manterem arrefecidos e para aumentar a sua área e facilitar o resfriamento, o disco pode ser fundido sob a forma de dois pratos metálicos, em vez de um só prato espesso, ligados em forma a permitir uma eficaz circulação do ar entre os discos e conseqüente esfriamento rápido dos pratos.

O disco formado por duas delgadas placas de metal ligadas entre si, pode ser arrefecido mais rapidamente pelo ar que circula no seu interior.

Pinça oscilante

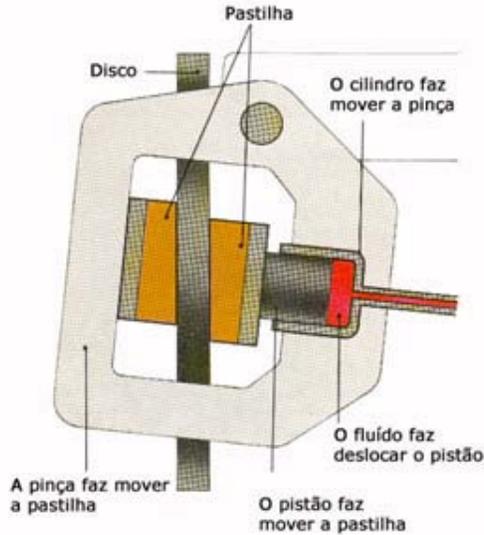
Um freio de disco consiste essencialmente num disco que roda no interior de uma caixa em forma de U – a pinça – e duas pastilhas de fricção. A pinça está fixa a uma parte não rotativa do automóvel e as pastilhas, montadas na pinça, estão colocadas uma de cada lado do disco. Quando o motorista pisa no pedal do freio, a pressão do fluido impele as pastilhas uma de encontro à outra, pelo que o disco diminui de velocidade.

Existem ainda sistemas mais simples de freio de disco cuja pinça pode ser montada numa articulação que lhe permite oscilar ou pode deslizar dentro de determinados limites. Nestes sistemas apenas uma das pastilhas é acionada diretamente por um pistão hidráulico, sendo a outra aplicada pelo movimento da própria pinça.

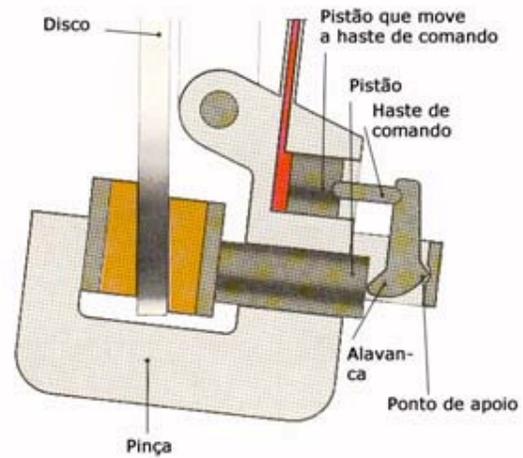
Num freio Lockheed de pinça oscilante, a pressão do fluido, quando aciona o único pistão, origina uma pressão igual e oposta na extremidade fechada do cilindro. Em conseqüência, a pinça é deslocada no sentido oposto ao do movimento do pistão, pelo que o disco fica apertado entre as duas pastilhas.

O freio Girling de pinça oscilante permite obter um resultado semelhante utilizando um só pistão para acionar uma das pastilhas por meio de uma alavanca que se apóia na pinça. A reação no ponto da alavanca faz mover a pinça e atuar a outra pastilha.

FREIOS DE PINÇA OSCILANTE



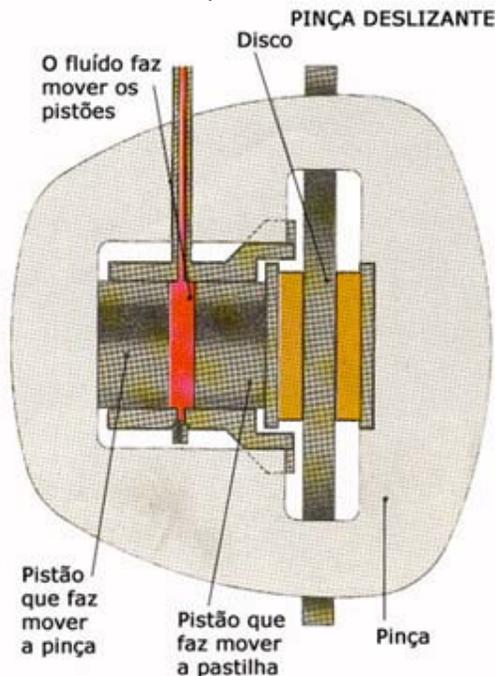
LOOKHEED. Contém um só pistão hidráulico de ação direta, o qual aciona uma pastilha. A pressão de fluido no cilindro faz com que a pinça acione a outra pastilha.



GIRLING. Um pistão hidráulico aciona uma das pastilhas por meio de uma alavanca que se apoia na pinça. A reação no ponto de apoio da alavanca faz mover a pinça e aplica a outra pastilha.

Pinça deslizante

O freio de disco Girling de pinça deslizante é acionado por dois pistões que funcionam num só cilindro. O fluido, sob pressão, atua entre dois pistões, forçando-os a afastar-se um do outro. Um pistão aplica uma pastilha ao disco através de ação direta, enquanto o outro pistão obriga a pinça a deslocar-se no sentido oposto e a atuar a outra pastilha.



Um só cilindro hidráulico contém dois pistões. Um dos pistões aciona diretamente uma pastilha; o outro move a pinça e aplica a segunda pastilha.

Pinça de quatro pistões – Apresenta dois cilindros, cada qual com um só pistão. O fluido que aciona os pistões é enviado diretamente para um dos cilindros passando,

em seguida, para outro através de um tubo de ligação. Em outros sistemas, o fluido penetra simultaneamente nos dois cilindros, através de uma passagem existente no corpo da pinça.

Os pistões contidos na pinça de um freio de disco são de aço e revestidos, na sua superfície cilíndrica exterior, por um material resistente ao desgaste e à corrosão. Para limitar a quantidade de calor transmitido do disco para o fluido, os pistões apresentam a forma de taça ficando, a extremidade aberta, em contato com a chapa de aço de suporte das pastilhas.

A disposição em que a pinça contém quatro pistões pequenos (colocados dois de cada lado do disco) é a mais eficaz, já que permite a utilização de pastilhas grandes resultando numa maior superfície de frenagem.

De estacionamento

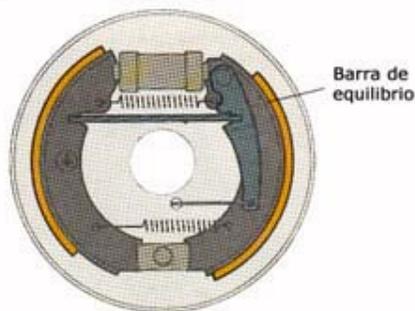
O freio de mão é normalmente aplicado somente depois do motorista ter parado o automóvel. Pode também ser utilizado com freio de emergência para deter o automóvel, em caso de falha do sistema de freio de pé.

É obrigatório por lei utilizar o freio de mão quando o veículo estiver estacionado. Negligenciar a regulagem do freio de mão é muito perigoso, pois faz correr o risco deste falhar e não conseguir travar um automóvel estacionado numa subida.

O lento desprender do freio de mão e o suave afrouxar do pedal de embreagem enquanto se calça o acelerador constituem um ponto essencial na técnica de arranque numa subida.

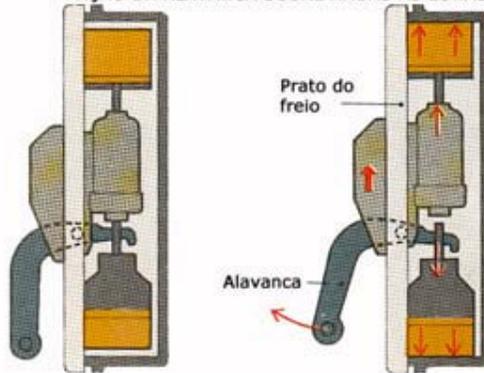
A alavanca do freio de mão pode atuar sobre um único cabo, ligado a uma peça articulada em forma de T, para transmitir o esforço com igual intensidade aos dois freios de trás, ou sobre dois cabos, cada um dos quais ligado ao freio de trás de cada roda. Quando são utilizados freios de disco nas rodas traseiras existem por vezes dois pares de pastilhas sobre o disco, sendo um deles acionado hidraulicamente pelo pedal e o outro mecanicamente por um excêntrico comandado pelos cabos do freio de mão.

ACÇÃO DA ALAVANCA SOBRE UMA LONA



Quando o motorista aplica o freio de mão, a tensão exercida sobre os cabos transmite-se a uma alavanca montada no interior do tambor do freio. Uma das extremidades da alavanca atua sobre uma das lonas, enquanto uma barra faz atuar a outra.

ACÇÃO DA ALAVANCA SOBRE AMBAS AS LONAS

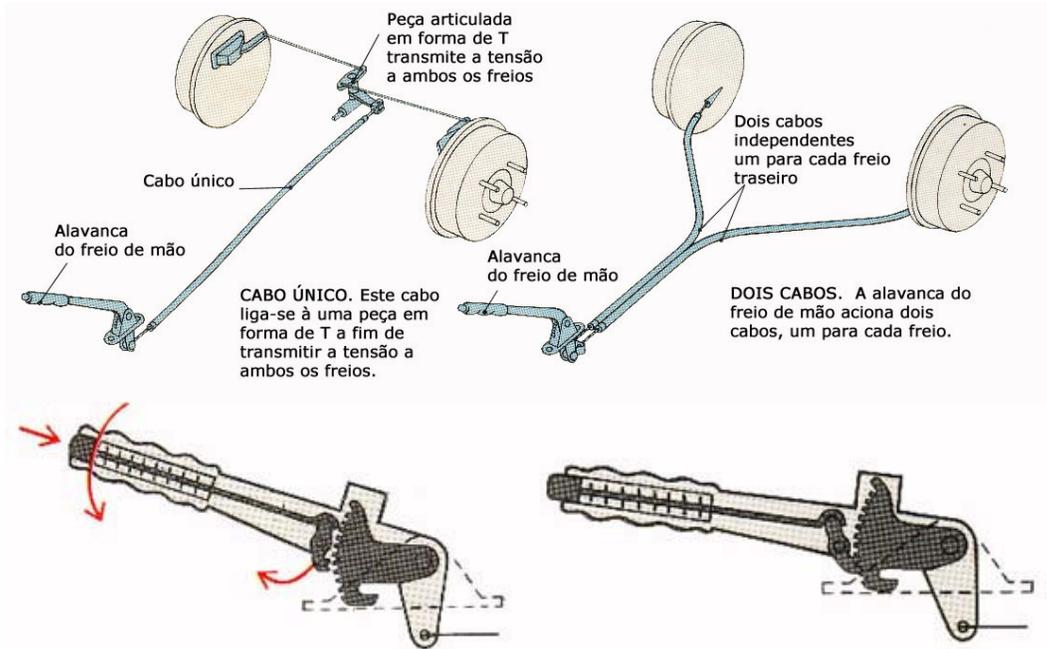


Em outro sistema de freagem a alavanca encontra-se fora do tambor do freio.

A alavanca exerce um efeito direto sobre uma das lonas e igual a pressão na outra, por meio de um conjunto deslizante.

Um dos tipos de freios de disco de pinça oscilante pode ser adaptado para funcionar, como alternativa, acionado por meio da alavanca do freio de mão. Neste tipo de freio Girling existe apenas um par de pastilhas, acionadas por meio de uma alavanca movida quer por um pistão hidráulico quer por um comando mecânico.

Em outros casos, a alavanca do freio de mão atua sobre pequenos freios de tambor, incorporados nos freios de discos traseiros.



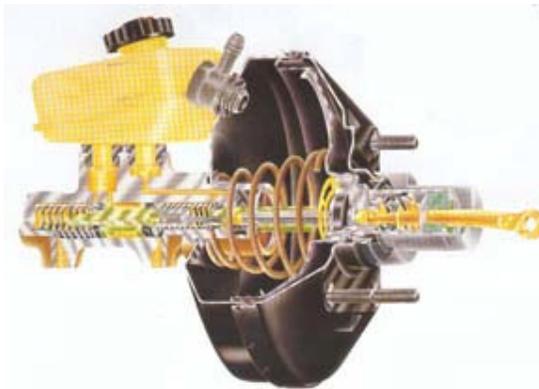
PARA DESTRAVAR. Ao exercer pressão sobre o botão da alavanca, desengata-se um linguete que permite o movimento.

PARA TRAVAR. o engate do inguete, sob pressão da mola, fixa nos dentes da serrilha a alavanca.

A alavanca do freio de mão apresenta um dispositivo de serrilha e é acionada por meio de um botão sob tensão de uma mola permitindo ao motorista escolher a posição mais adequada da alavanca para obter o aperto necessário. A alavanca do freio encontra-se normalmente à direita do motorista, entre os dois bancos da frente. Como alternativa, situa-se por vezes sob o painel e com o seu mecanismo de disparo incorporado no punho. E ainda em outros projetos pode-se encontrar na forma de pedal do lado esquerdo e com mecanismo de disparo em forma de pequena alavanca encontrada acima do pedal.

Existem alguns veículos em que o pedal se destrava automaticamente após o engate da transmissão automática, isto se dá graças a um seletor de vácuo que se encontra na alavanca de engate da transmissão e uma válvula ativadora de vácuo que faz o destravamento dos dentes.

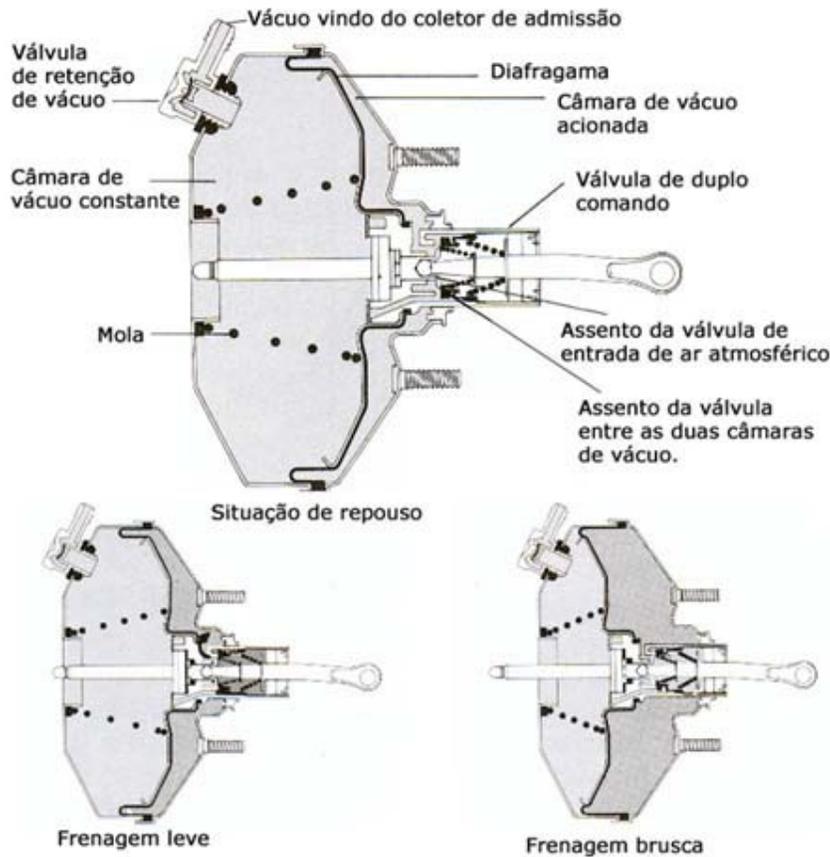
Hidrovácuo



pelo motorista sobre o pedal de freio.

Um servo mecanismo montado no sistema de freios reduz o esforço físico exigido ao motorista para carregar no pedal dos freios. Consiste num servo cilindro onde se encontra um pistão ou diafragma. Quando o ar é extraído de uma das extremidades do cilindro e a pressão atmosférica é admitida na outra, a diferença entre as pressões do dois lados do pistão (ou do diafragma) pode ser utilizada para facilitar a aplicação dos freios, como complemento da força física exercida

Todos os sistemas servo assistidos são acionados pelo motor. O tipo mais comum destes sistemas utiliza o vácuo parcial criado no coletor de admissão, outros utilizam uma bomba de vácuo independente. Num sistema simples, o motor aspira ar de ambos os lados de um diafragma (ou do pistão principal), o qual é mantido em estado de equilíbrio até ser aplicado o pedal de freio. Em consequência, a pressão atmosférica é admitida de um dos lados, enquanto no outro permanece um vácuo parcial, pelo que o diafragma se move exercendo pressão sobre um pistão servo. Essa pressão reforça a força aplicada pelo motorista.

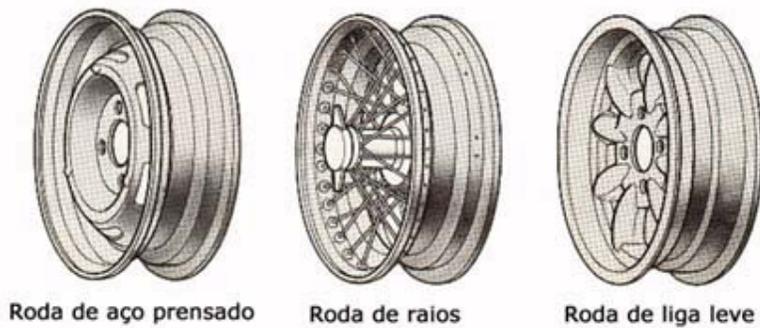


Freios em repouso – O vácuo parcial no coletor de admissão aspira o ar de ambos os lados do pistão principal que é então mantido em posição, graças à sua mola de retorno. A válvula permanece fechada, mantendo a pressão baixa.

Pressão moderada – O óleo levanta a válvula de controle de ar, permitindo admissão do ar que vai exercer pressão atmosférica sobre um dos lados do pistão principal, o qual a transmite a um pistão hidráulico suplementar denominado pistão servo.

Máxima pressão – Uma maior quantidade de ar passa pela válvula de controle de ar, aumentando a pressão exercida, sobre um dos lados do pistão principal. Este desloca-se e impele o pistão servo, que aplica a pressão máxima aos freios.

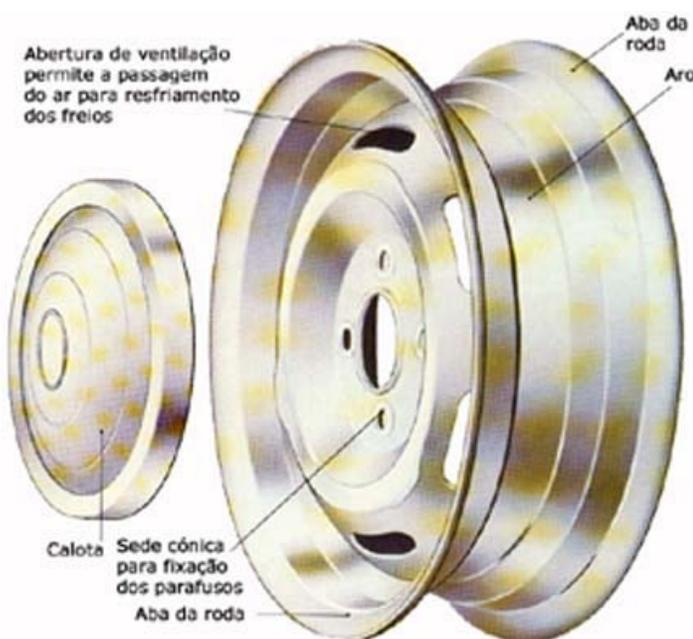
Aros



Não é suficiente que uma roda seja circular; ela deve ser resistente, leve, bem equilibrada, elástica sob a ação de determinadas forças e rígida sob a ação de outras e ainda de fabricação econômica. Os três tipos de rodas atualmente utilizados – rodas de disco de aço prensado, rodas de raio de arame de aço e rodas fundidas em ligas leves – preenchem todos os requisitos indicados, apesar dos custos da produção dos dois últimos tipos serem mais elevados.

Desde o aparecimento dos primeiros automóveis, os tipos de rodas subordinam-se às necessidades de leveza, resistência e baixo custo de produção; o primeiro grande passo, no sentido de alcançar estes objetivos, foi dado no início do século passado com o aparecimento da roda totalmente metálica – o que permitiu a sua produção em massa – e do pneu.

O aro da roda permite montar e desmontar o pneu. Se o talão do pneu for empurrado para baixo, num determinado ponto do aro da roda, a parte diametralmente oposta pode ser retirada por cima da borda deste sem grande dificuldade. A largura do aro da roda constitui um fator importante nas características de condução de um automóvel. Um aro demasiado estreito em relação à largura do pneu origina uma distorção lateral deste quando o automóvel faz uma curva a grande velocidade. Por outro lado, aros de rodas demasiado largos, em automóveis de série, têm tendências a originar uma condução incomoda pelo fato de as paredes laterais do pneu não apresentarem curvatura suficiente



para permitir a flexão deste ao rolar sobre as irregularidades do pavimento.

Atualmente, os veículos possuem, na sua maioria, rodas de aço prensado. Estas são leves, fortes, rígidas, resistentes a danos ocasionais e fáceis de fabricar em grande quantidade e de baixo custo. Estas rodas devem ser bastante perfuradas para permitirem a passagem do ar de

resfriamentos dos freios, o que constituía outrora uma desvantagem, já que a perfuração de um disco pode enfraquecê-lo.

Utilizando uma técnica ligeiramente mais dispendiosa, os fabricantes atuais conseguiram transformar esta desvantagem em vantagem. Neste sentido, os furos são abertos de maneira que as suas arestas fiquem ligeiramente voltadas para o interior, o que aumenta a resistência da roda.

O tipo de roda mais antigo e ainda hoje utilizado, principalmente em alguns automóveis esportivo, apresenta raios que a tornam num modelo leve e muito resistente. Neste tipo de roda as cargas suportadas pôr esta são transmitidas do aro da roda para o cubo pôr raios de arame de aço, mais resistentes à tração que a compressão.

Como cada raio é pouco resistente aos esforços de flexão, os raios têm de ser dispostos segundo um padrão complexo, entre cruzando-se em três planos. Esta disposição assegura a transformação em esforços de tração de todos os complexos esforços aplicados em uma roda e a distribuição uniforme destes esforços.

A colocação dos raios constitui um trabalho especializado. Uma das extremidades de cada raio é fixada ao cubo, enquanto a outra é introduzida através de um furo existente na roda. Uma porca de orelhas (a bucha), enroscada nesta última extremidade, mantém o raio devidamente esticado. Se os raios ficarem demasiados frouxos ou tensos, a roda, relativamente frágil, sofrerá distorções.

Numa roda de raios, as perfurações destas não permitem a utilização de pneus sem câmara de ar, os quais exigem rodas que vedem completamente o ar. A utilização de rodas de raios, de fabricação dispendiosa, justificava-se apenas quando as alternativas para este modelo não ofereciam as mesmas qualidades de resistência e leveza.

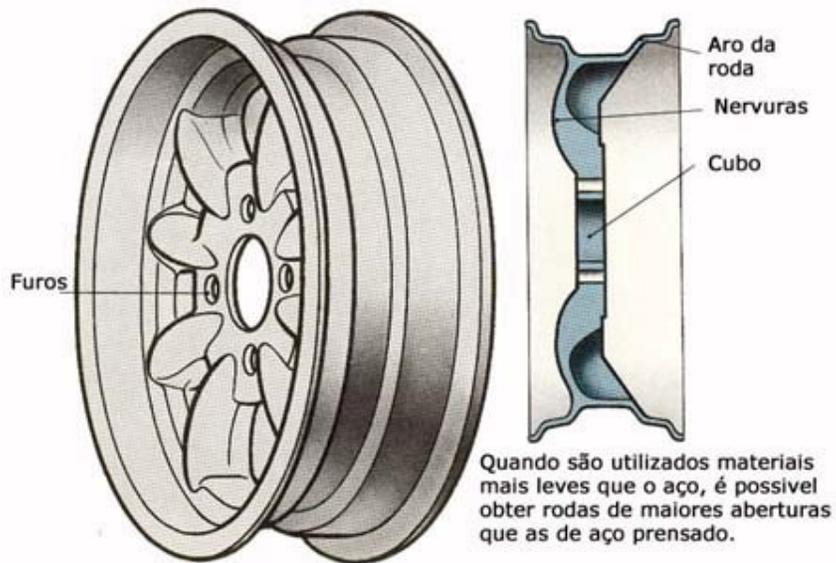
Uma roda de raios é montada da mesma forma que uma roda de disco de fixação central. A roda é fixada ao eixo por meio de uma grande porca de orelhas, que pode ser apertada ou desapertada aplicando-se lhe uma pancada com um martelo.

Resistência às tensões provenientes de várias direções – As rodas de um automóvel estão sujeitas a enormes cargas e a esforços consideráveis, mesmo em condições normais de utilização. Têm de suportar o peso do veículo e os esforços a que este é sujeito quando acelera, freia ou faz uma curva, esforços estes frequentemente combinados. O comando da direção exige rodas rígidas. Não há dificuldade em obter a necessária rigidez numa roda fundida em liga leve, já que este tipo de roda apresenta nervuras radiais de grande diâmetro.

Numa roda de aço prensado as nervuras radiais apresentam, normalmente, um formato quase cônico a fim de proporcionar maior rigidez lateral. Na roda tradicional de raios, em que estes constituem a única ligação entre o cubo e o aro da roda, esta necessária rigidez lateral obtém-se utilizando um cubo de dimensões relativamente grandes, com dois ou três conjuntos de raios colocados segundo ângulos diferentes. Os raios são dispostos aos pares e inclinados de maneira a formarem com o cubo uma série de triângulos rígidos resistentes às forças laterais geradas quando o automóvel faz uma curva. A transferência de peso para trás ou para frente é absorvida pelos raios, que atuam alternadamente, sob tensão. As rodas de discos ou fundidas numa liga leve, devidamente calculadas, suportam facilmente estes esforços.

Rodas de raios – As porcas auto blocantes enroscam para a esquerda nas rodas da direita e para a direita nas rodas da esquerda, isto é, enroscam em sentido contrário ao do movimento.

Roda fundida numa liga leve – As rodas fundidas numa liga leve têm vindo a ser utilizadas em numerosos automóveis de competição desde 1953 e nos outros tipos de automóveis desde 1962, embora alguns modelos da Bugatti já as apresentassem em 1920.

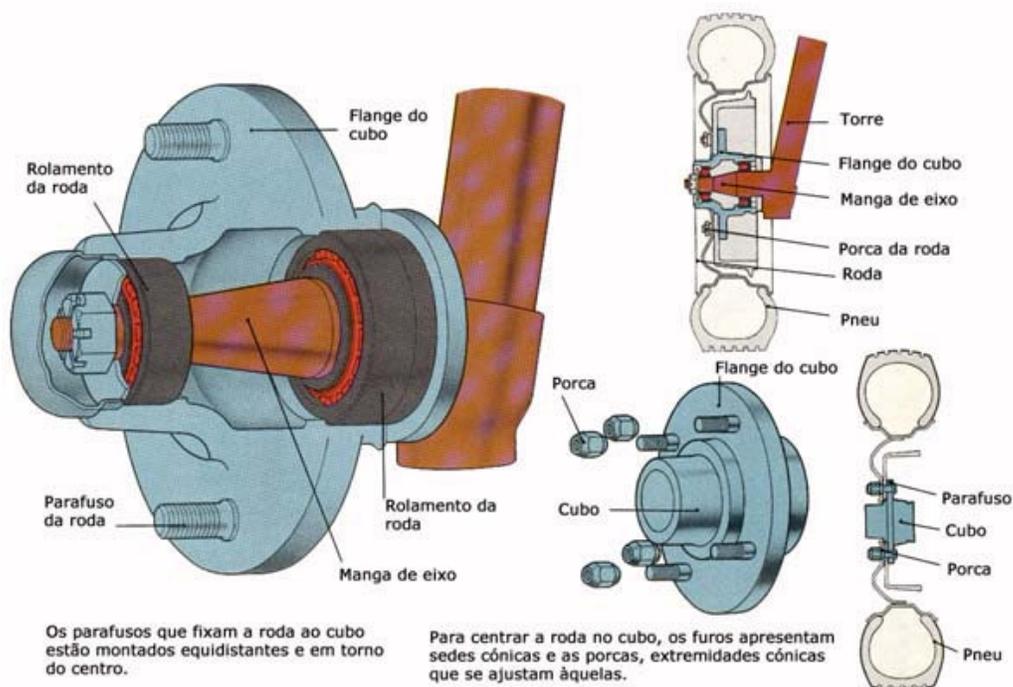


Em virtude do seu menor peso, as ligas de alumínio e magnésio permitem utilizar seções mais espessas, o que resulta num aumento de rigidez. A roda de liga leve é adequada para os automóveis esportivos pelo fato de poder apresentar um aro mais largo que permite a utilização de pneus também mais largos, o que favorece a aderência.

As ligas leves são também boas condutoras de calor, pelo que dispersam mais rapidamente que o aço e o calor gerado pelos freios e pelos pneus. Apresentam, contudo, o inconveniente de serem atacadas pela salinidade do ar e de estarem mais sujeitas à corrosão. Por esse motivo torna-se necessário verificar regularmente o seu estado de conservação.

Existe ainda o perigo da corrosão eletrolítica, que pode ocorrer quando o aço entra em contato com uma liga leve. Para impedir esta forma de corrosão, devem ser lubrificados com graxa ou com vaselina os furos através dos quais passam os parafusos de fixação e, caso sejam utilizados contra pesos de calibragem (balanceamento), deve ser evitada a sua fixação com grampos ou parafusos.

Cubos



O tipo mais comum de fixação da roda consiste em quatro ou cinco parafusos roscados, distribuídos a igual distância entre si num círculo à volta do cubo. Estes parafusos passam através de furos existentes na roda, a qual é fixada por meio de porcas enroscadas nos parafusos.

Os furos, através dos quais passam os parafusos, foram abertos no disco, de modo a formar uma sede cônica que ajuda o cubo a centrar a roda corretamente. Alguns fabricantes fornecem porcas com ambos os topos cônicos, enquanto outros a fornecem com um só topo cônico.

As porcas devem ser colocadas de maneira que os seus topos cônicos se ajustem nas sedes cônicas dos furos pois, caso contrário, as porcas não centram a roda no cubo esta poderá vir a soltar-se. É muito perigoso inverter a posição de uma roda, montando-a com a parte de dentro para fora, já que a parte central da roda foi projetada de modo a encaixar no cubo ou no tambor do freio, proporcionando uma ampla zona de contatos entre as duas superfícies. E o atrito entre estas que transmite o movimento.

Após a substituição de uma roda, devem apertar-se convenientemente as porcas para assegurar a correta fixação da roda à face da flange do cubo. Segundo um processo recente de fixação da roda, esta é centrada pelo próprio cubo, que se ajusta a um furo aberto com precisão no centro da roda. Assim, os parafusos destinam-se mais a fixar a roda do que a centrá-la.

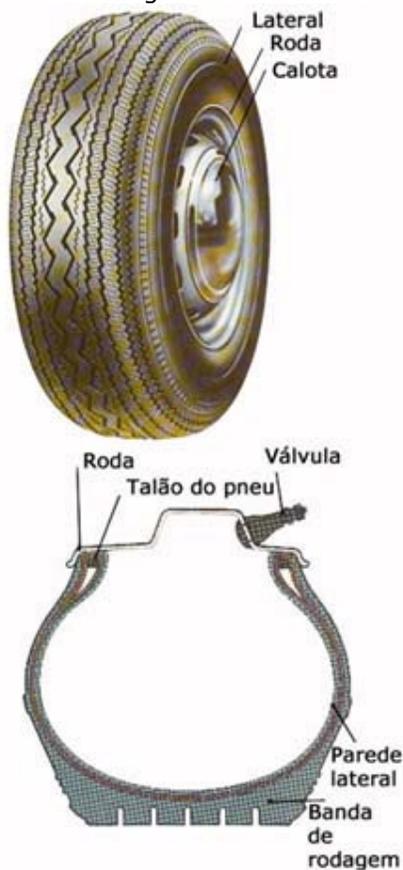
A fixação central, por meio de uma porca que pode ser desenroscada com uma pancada que pode ser aplicada com um martelo é utilizada já há muito tempo nos automóveis de competição para facilitar a troca mais rápida das rodas.

Para centrar a roda devem ajustar-se as superfícies cônicas do interior da sua parte central e do cubo. As estrias deste último asseguram a transmissão do movimento ou da força de frenagem.

Pneus

O pneu de um automóvel moderno consiste num invólucro semitubular de borracha, cheio de ar, montado em volta da roda. Possui uma carcaça interior resistente, com cabos metálicos (talões) incorporados na zona de contato com a roda e paredes laterais flexíveis, destinadas a absorver as cargas que lhes são impostas. As ranhuras da banda de rodagem, ou rasto, facilitam a aderência ao solo em variadas condições de rolamento.

Existem três tipos principais de pneus, cuja denominação varia conforme os três processos principais de fabricação da carcaça: diagonais, com lonas cruzadas, radiais e diagonais com lonas estabilizadoras na banda de rodagem.

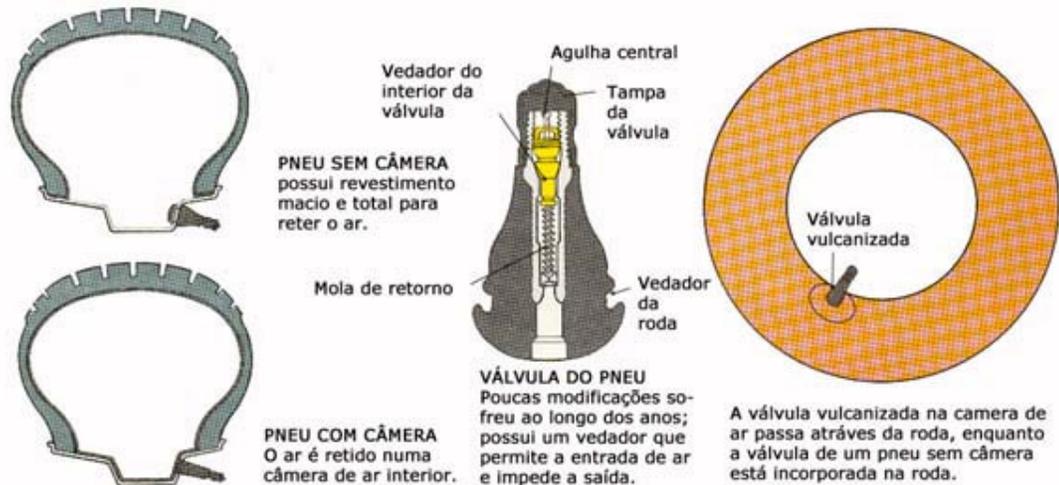


Os pneus além de contribuírem para o conforto do veículo, já que funcionam como uma almofada de ar sobre a qual este se apóia, tem de suportar esforços consideráveis quando o automóvel acelera, freia ou faz uma curva. Um pneu deverá ser suficientemente resistente aos choques mas também suficientemente flexível para os amortecer; corresponder com exatidão ao comando da direção sem deflexões causadas por irregularidades do pavimento; assegurar uma boa aderência na tração, aceleração, nas frenagens e ao fazer curvas; corresponder a todos esses requisitos em quaisquer condições atmosféricas e sobre todos os pavimentos, molhados ou secos, sem sobre aquecer. Deve também assegurar uma condução confortável, ser silencioso e Ter uma longa duração. Já que um pneu não poderá preencher totalmente todos estes requisitos, deverá corresponder a uma solução de compromisso entre eles. Atualmente, verifica-se uma tendência para projetar a suspensão de acordo com um determinado tipo de pneu.

O desenho da banda de rodagem varia de acordo com as superfícies sobre as quais os pneus provavelmente rolarão. Por exemplo, um pneu com ranhuras profundas no rasto, ideal para a lama, será impróprio para condução a alta velocidade, já que o revestimento mais espesso – necessário neste último caso – produzirá calor em

excesso, o que poderá causar o seu estouro além do seu rápido e irregular desgaste.

O comportamento de um pneu não depende apenas da sua concepção e dos materiais utilizados na sua fabricação, mas também da pressão do ar. Os fabricantes de automóveis e de pneus recomendam as pressões adequadas para os pneus dianteiros e traseiros, valores que devem ser respeitados. Se a pressão for demasiado alta, o comportamento do pneu não será satisfatório e este sobre aquecerá e desgastar-se-á rapidamente, além de afetar a condução. A pressão recomendada assegurará a necessária aderência, fraco aquecimento, reduzido o atrito e, em consequência, menor consumo de gasolina e uma maior durabilidade.



A diferença entre os pneus com e sem câmara de ar reside no fato dos primeiros apresentarem uma câmara de ar independente, de borracha, enquanto os últimos contêm eles próprios o ar. O pneu sem câmara de ar apresenta um revestimento de borracha macia aderente à sua parede interior e destinado a vedar o ar; este revestimento também serve de vedador entre o talão do pneu e a roda. O pneu sem câmara de ar apresenta um certo número de vantagens sobre o pneu com câmara de ar: é mais fácil de montar; quando furado, esvazia mais lentamente pelo fato de o revestimento de borracha ter um efeito auto vedador, e ainda permite tapar, temporariamente, os furos sem remover a roda, mediante a obturação destes com um tampão especial (taco) de borracha. Muitos automóveis vêm equipados com pneu deste tipo.

Tipos de borracha – Durante muitos anos os pneus foram fabricados apenas com borracha natural. Atualmente porém, os fabricantes de pneus, na sua maioria, passaram a utilizar uma gama de borrachas sintéticas. A borracha natural é utilizada em algumas misturas e, além disso, continua a ser o melhor material para impregnação e revestimento dos materiais de que é feita a carcaça.

O batadieno-estireno é o tipo de borracha sintética mais utilizado em pneus. Permite uma condução mais suave, pelo fato de ressaltar menos que a borracha natural, assegurando uma boa aderência, principalmente nos pavimentos molhados. Também possui uma excelente resistência ao desgaste por atrito.

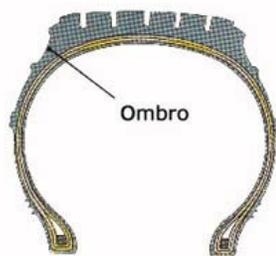
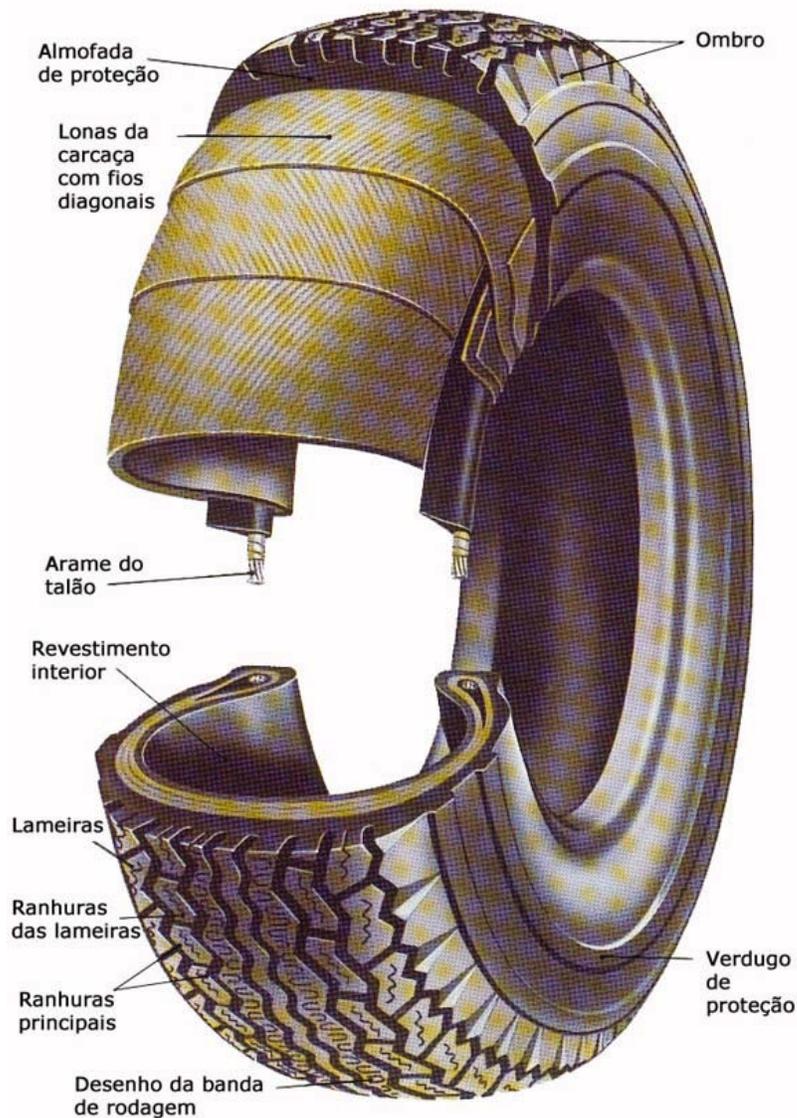
O polibutadieno é mais resistente ao desgaste e menos sensível às temperaturas do que outros produtos sintéticos; porém, quando presente em grande quantidade numa mistura, faz com que os pneus “chiem” quando o pavimento está enxuto e derrapem quando está molhado. Outros materiais sintéticos são utilizados em pequenas porcentagens. No entanto, seja qual for a mistura, esta deve conter outros aditivos, incluindo óleo, negro de carvão e enxofre. O óleo aumenta a aderência, embora à custa de um desgaste mais rápido do pneu; o negro de carvão aumenta a resistência ao desgaste pôr atrito, e o enxofre atua como agente vulcanizador.

A forma dos pneus – Atualmente, os pneus tendem a apresentar um perfil mais largo e mais baixo, resultante da redução da distância entre a banda de rodagem e a roda e o aumento da largura do pneu.

A relação entre a altura e a largura de um pneu (série) expressa-se geralmente em porcentagem. Um pneu com 10 cm da banda de rodagem à roda e 12,5 cm de largura pertence à série 80, o que significa que a porcentagem entre a largura e a altura é 80%. Nos primeiros pneus, em que a altura era igual à largura, a relação era de 100%. Posteriormente, descobriu-se que um pneu se comportava melhor quando montado numa roda mais larga, o que obrigava a aumentar a largura daquele.

Seguidamente, foi aumentada a largura dos pneus sem aumentar a sua altura, o que permitia uma melhor aderência ao pavimento, um melhor comportamento a alta velocidade e nas curvas, uma melhor capacidade para suportar as cargas e uma maior duração. Atualmente, os pneus dos automóveis de série são ainda mais largos e mais baixos. Os últimos tipos de pneus radiais para automóveis de passeio apresentam uma relação entre a sua largura e a sua altura de 70%. Em automóveis de competição, a relação pode ser muito inferior.

Diagonal



Perfil da banda de rodagem



Pneu vazio à esquerda e cheio à direita, apresentando maior área de contato da banda de rodagem.

Os pneus diagonais, ou de lonas cruzadas - o tipo convencional de pneus - , apresentam uma carcaça constituída por duas ou mais lonas ou camada de tela. A sua designação deriva do fato de, a principio, os seus fios serem transversais em relação ao pneu e formarem ângulos retos com a direção de rotação. Este tipo de pneu proporcionava conforto, mas provocava efeitos secundários na direção.

Descobriu-se posteriormente que, dispondo os fios paralelos à direção da rotação, a estabilidade direcional aumentava, em detrimento do conforto. Como os pneus

devem proporcionar conforto, facilitar a condução e suportar os diferentes esforços que lhes são impostos quando o automóvel acelera, freia ou faz uma curva, tornava-se imperioso descobrir uma solução satisfatória.

As lonas foram sobrepostas segundo um ângulo que permitisse aos fios disporem-se, transversal e diagonalmente, uns sobre os outros, formando um entrelaçado. Assim as camadas mantinham a sua resistência, mesmo quando solicitadas em várias direções, a quando do rolamento do pneu.

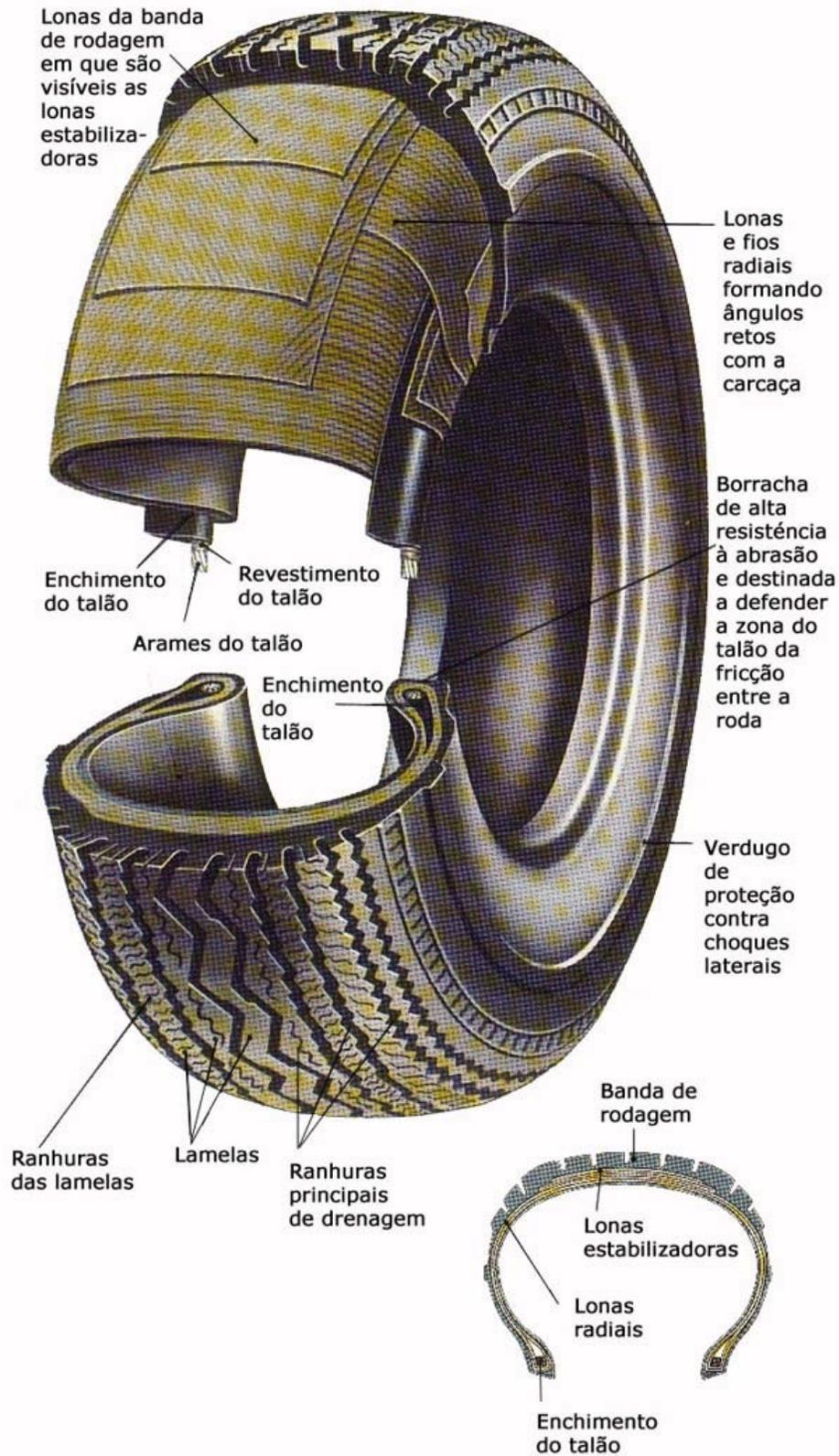
Durante muitos anos os fios foram postos segundo um ângulo de 45°. Este ângulo, porém, foi atualmente reduzido para 40° e menos ainda em alguns pneus destinados a altas velocidades. Atualmente alguns pneus diagonais são fabricados de modo a apresentarem, quando vazios, uma banda de rodagem convexa (molde com banda de rodagem convexa). Esta torna-se plana quando o pneu é insuflado de ar, de maneira a permitir uma pressão uniforme sobre toda a área de contato com a faixa de rodagem.

Além do revestimento interior, o pneu apresenta várias tiras e materiais de enchimento para reforço da carcaça. A resistência de um pneu e a sua capacidade de carga eram outrora indicadas pelo número de lonas.

As fibras artificiais, como o poliéster e a fibra de vidro e outras novas matérias, incorporadas na borracha, são muito mais resistentes que as fibras de algodão outrora utilizadas. Dada a persistência do critério de avaliação pelo número de lonas, um pneu de duas lonas pode ser hoje classificado como tendo uma resistência de quatro lonas.

Todos os pneus apresentam dois talões, um de arame de aço, que evitam que se distendam da roda. Contudo, os pneus, na sua maioria, divergem grandemente quanto à fabricação da carcaça e ao desenho da banda de rodagem.

Radial



Num pneu radial o desgaste, quando o automóvel faz uma curva, é reduzido e a duração do pneu é consideravelmente aumentada, embora neste tipo de pneu o

conforto proporcionado seja menor a velocidades mais baixas. Os pneus radiais constam de duas partes: as lonas, ou telas e um anel de lonas ou telas estabilizadoras.

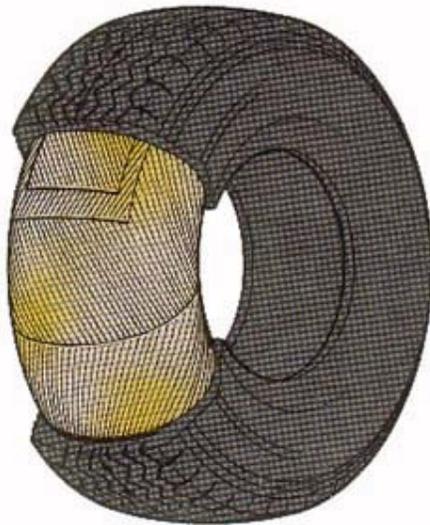
Os fios da lona estendem-se de um a outro talão em ângulo reto e não em diagonais, o que proporciona grande flexibilidade e conforto, mas pouca ou nenhuma estabilidade direcional. Esta é obtida por meio de uma cinta estabilizadora, ou lona de banda de rodagem, disposta a toda a volta da circunferência do pneu, sob a banda de rodagem. As lonas de banda de rodagem são geralmente tecidos de rayon ou arame de aço fino e são flexíveis, embora se mantenham esticadas. Assim, a lona de banda de rodagem reduz qualquer distensão lateral desta banda.

Recentemente, estendeu-se a utilização da fibra de vidro na fabricação das lonas dos pneus radiais. Contudo, a fibra de vidro – muito resistente e surpreendentemente elástica – exige o recurso a técnicas especiais para evitar o desgaste dos filamentos e permitir uma união satisfatória entre estes e a carcaça.

Se, numa lona de banda de rodagem, forem utilizados fios de aço, estes serão, normalmente, dois; contudo, poderão ser necessários quatro ou seis, se forem fabricados em rayon ou outra fibra. Quando são utilizadas quatro camadas, estas são dobradas sobre si próprias e, às vezes, intercaladas para aumentar a estabilidade lateral. Uma lona com fios de aço é mais resistente e não se distende com a pressão do ar no interior dos pneus.

O nylon primeiramente utilizado nas lonas dos pneus de avião, é mais resistente, mais elástico e mais flexível do que o rayon e mantém o pneu menos aquecido. Emprega-se em pneus de automóveis mas apenas combinado com outros materiais. Quando frios, os fios de nylon tendem a perder a sua flexibilidade. Se apenas fossem utilizados fios de nylon, a parte do pneu em contato com a faixa de rodagem variaria de forma, provocando uma marcha irregular até que a carcaça tivesse aquecido o suficiente para que os fios recobrassem a sua flexibilidade.

Pneus diagonais com lonas estabilizadoras



Os fabricantes norte americanos adotam uma solução conciliatória que consiste na utilização do equipamento existente para a fabricação das carcaças diagonais e lonas da banda de rodagem semirígidas, sob esta banda, produzindo assim um pneu com características quer dos pneus radiais, quer dos diagonais – o pneu diagonal com lonas estabilizadoras.

Neste tipo de pneu, os ombros situam-se exatamente nas arestas das lonas estabilizadoras, o que faz com que a banda de rodagem do pneu e as paredes laterais deste tenham flexibilidade independente. A carcaça é normalmente fabricada com fios de poliéster e a lona da banda de rodagem, com fibra de vidro.

Como se comportam os pneus - Os pneus radiais apresentam uma parede

lateral mais arredondada do que os diagonais e possuem, geralmente, uma banda de rodagem aparentemente mais larga. A diferença de comportamento destes pneus resulta da forma das suas carcaças. A banda de rodagem do pneu radial apresenta uma rigidez e uma resistência graças às quais a área que contata com o

pavimento mantém em movimento toda a sua capacidade de aderência. No pneu diagonal, a área de contato deforma-se e fica mais reduzida.

O pneu radial permite descrever curvas mais apertadas do que o diagonal, já que o seu ângulo é menor. O pneu diagonal facilita a condução a baixas velocidades e as manobras de estacionamento.

A deflexão de um pneu – deformação radial da carcaça por ação da carga vertical que suporta – assegura um efeito de amortecimento. Quanto maior for deflexão, maior será o amortecimento. Um pneu radial tem uma deflexão maior que um diagonal e assegura uma marcha mais confortável a velocidades de 50 km/h, a rigidez do pneu radial faz sentir as irregularidades do pavimento. Às vezes os pneus radiais proporcionam menos conforto que os diagonais.



Segurança e economia com uma boa aderência – Existe uma grande variedade de desenhos da banda de rodagem destinados a expulsar a água e a enfrentar os problemas suscitados pelo pavimento e pelo tipo de veículo em que o pneu é utilizado.

Numa estrada seca, um pneu de rasto quase liso – como os utilizados nos automóveis de competição – permite obter a melhor aderência, pois assegura uma maior área de contato com a superfície da faixa de rodagem. No entanto, se a estrada estiver molhada, um pneu liso dificilmente proporcionará qualquer aderência, já que o menor vestígio de água atuará como um lubrificante. Se o pavimento apresentar uma grande quantidade de água, está atuará como uma cunha na frente e pôr baixo do pneu, causando uma forma de derrapagem conhecida como aquaplaning (hidroplanagem ou aquaplanagem). Separada da superfície da faixa de rodagem pela cunha de água, a roda deixa de girar perdendo-se o comando da direção.

Se houver uma fina camada de água no pavimento, as ranhuras da banda de rodagem interrompem a sua continuidade, permitindo a aderência.

Quando a água se acumula em grande quantidade, ao desenho da banda de rodagem competem três funções:

1ª - expulsar a água para os lados ou aspira-las através das ranhuras principais. A água, desta maneira, é dirigida para trás da superfície de contato, de onde é empurrada para trás do pneu.

2ª - absorver a camada de água restante pôr meio de ranhuras das lamelas que atuam como esponja.

3ª - aderir à área de contato remanescente, então já seca.

À medida que a velocidade aumenta, as duas primeiras fases do processo preenchem a maioria do tempo de contato – agora diminuído -, limitando assim a

aderência a seco. A 100 km/h, numa estrada molhada, as ranhuras da banda de rodagem de um pneu de dimensões médias necessitam de remover do seu trajeto mais de 4,5lts de água em cada segundo – 91 lts, com chuva torrencial – para secar uma superfície suficiente para garantir a aderência .

Mesmo com um rasto em bom estado, a aderência de um pneu, numa superfície molhada, diminui substancialmente quando a velocidade aumenta, podendo haver aquaplanagem se for grande a quantidade de água sobre a faixa de rodagem do veículo.

Um rasto com ranhuras profundas é apropriado para os pavimentos com neve, lama ou pedras soltas.

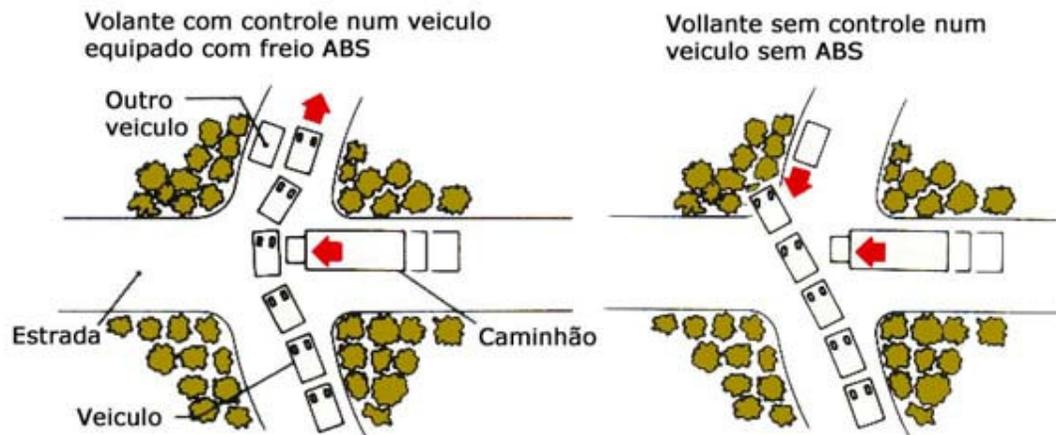
Variação no desenho da banda de rodagem – O desenho da banda de rodagem varia conforme as diversas finalidades do pneu. Um pneu que se destina a ser utilizado durante longos períodos de inverno deve apresentar um desenho com ranhuras profundas para permitir uma melhor aderência e a expulsão da neve ou lama. Em climas geralmente chuvosos, torna-se indicado um desenho de banda de rodagem que assegure uma drenagem rápida. Um pneu com ranhuras profundas desgastar-se-á rapidamente se for utilizado em estradas secas a alta velocidade.

Abs

Funcionamento:

Quando é aplicado um esforço considerável sobre o pedal do freio, em situações de emergência, o sistema antibloqueio assume automaticamente o controle da pressão hidráulica no circuito de cada uma das rodas, de maneira a proporcionar a condição ideal de frenagem.

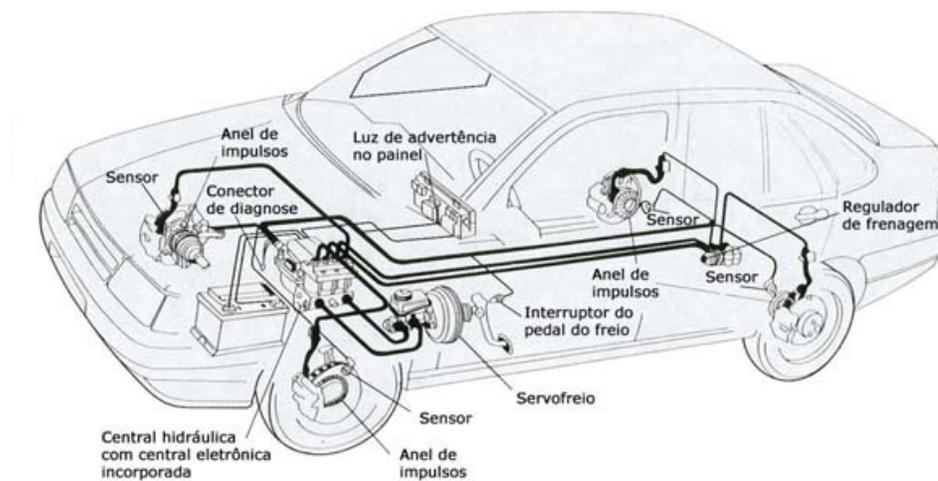
O controle da pressão é feito pelas válvulas eletromagnéticas, por meio de comandos emitidos pelo módulo eletrônico, atuando de modo a proporcionar três situações distintas no funcionamento hidráulico de cada circuito: aumento, redução ou manutenção da pressão.



Aumento da pressão

Quando o freio é aplicado com força, a partir da posição de repouso ou de uma situação de baixa pressão na linha, a pressão sobe rapidamente em todo o circuito até à iminência de bloqueio das rodas. Nesse momento, determinado exatamente pelo módulo eletrônico, a válvula eletromagnética do respectivo circuito fecha a passagem entre o circuito da roda e o do cilindro mestre, de maneira a manter constante o valor da pressão no circuito da roda. Quando o módulo eletrônico envia um comando para modificar o valor da pressão no circuito da roda, a válvula eletromagnética é acionada de maneira a abrir a passagem de retorno ou a de entrada de fluido, conforme a natureza do comando recebido. Se este for no

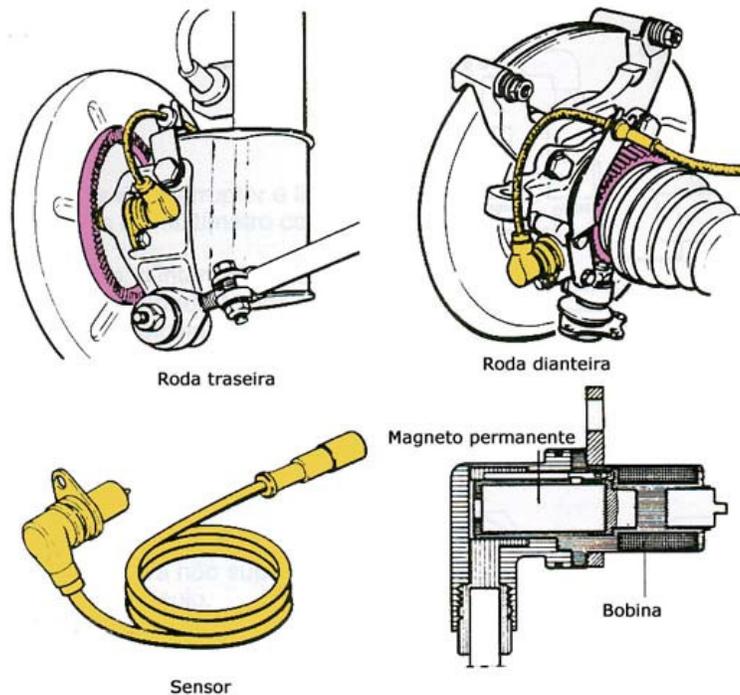
sentido de reduzir a pressão, a rotação da roda volta a aumentar e a válvula eletromagnética recebe um comando no sentido de abrir novamente a passagem para o circuito da roda, repetindo-se o ciclo. Este ciclo pode se repetir de 4 a 6 vezes por segundo, dependendo das condições do piso. Essa rapidez de funcionamento é possível graças ao pronto processamento do sinal eletrônico e aos rápidos intervalos de resposta das válvulas eletromagnéticas.



Manutenção da pressão

Quando um sensor informa ao módulo de comando a iminência de bloqueio da respectiva roda este envia, para a válvula eletromagnética correspondente, o comando para fechar as passagens de entrada e saída para o circuito da roda, mantendo estável a pressão do mesmo.

SENSOR DO ABS



Redução da pressão

Se persistir a iminência de bloqueio da roda na condição de pressão constante, a válvula eletromagnética recebe o comando no sentido de abrir a passagem de retorno do fluido, ao mesmo tempo em que é acionada a bomba hidráulica.

Auto monitoramento

A cada vez que se dá partida ao motor, é acionado um dispositivo de checagem do sistema, o qual simula um processo de frenagem durante o qual todo sistema é testado e as funções de cada componente é verificada. Quando o veículo entra em utilização, esse sistema de checagem continua e, em caso de falha, o sistema se desliga e o sistema convencional de freios passa a atuar independentemente, sem auxílio do sistema anti bloqueio; essa condição é indicada por uma lâmpada no painel de instrumentos que se acende nessa situação.

Suspensão

Se o pavimento das faixas de rodagem oferecesse perfeitas condições de rolamento, os automóveis não necessitariam de um sistema complexo de suspensão para proporcionar conforto aos seus ocupantes. Um bom sistema de suspensão deve incluir molejamento e amortecimento. O primeiro consiste na resistência elástica a uma carga e o segundo na capacidade de absorver parte da energia de uma mola após esta ter sido comprimida.

Se esta energia não for absorvida, a mola ultrapassará bastante a sua posição original e continuará a oscilar para cima e para baixo até que essas oscilações cessem.

O amortecimento converte a energia mecânica em energia calorífica. Para reduzir o

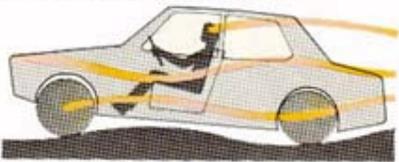
ruído e aumentar a suavidade, as molas são montadas sobre borracha. O sistema de suspensão inclui ainda almofadadas dos bancos, que também protegem contra as vibrações.

As dimensões das rodas constituem um fator importante para uma marcha suave. Uma roda grande transporá a maioria das irregularidades do pavimento; contudo, não é viável uma roda suficientemente grande para anular os efeitos de todas essas irregularidades. Uma roda não deverá também ser tão pequena que caiba em todos os buracos da superfície da faixa de rodagem o que resultaria numa marcha irregular.



AUSÊNCIA DE SUSPENÇÃO

Todas as irregularidades da superfície da faixa de rodagem são transmitidas aos ocupantes do automóvel.



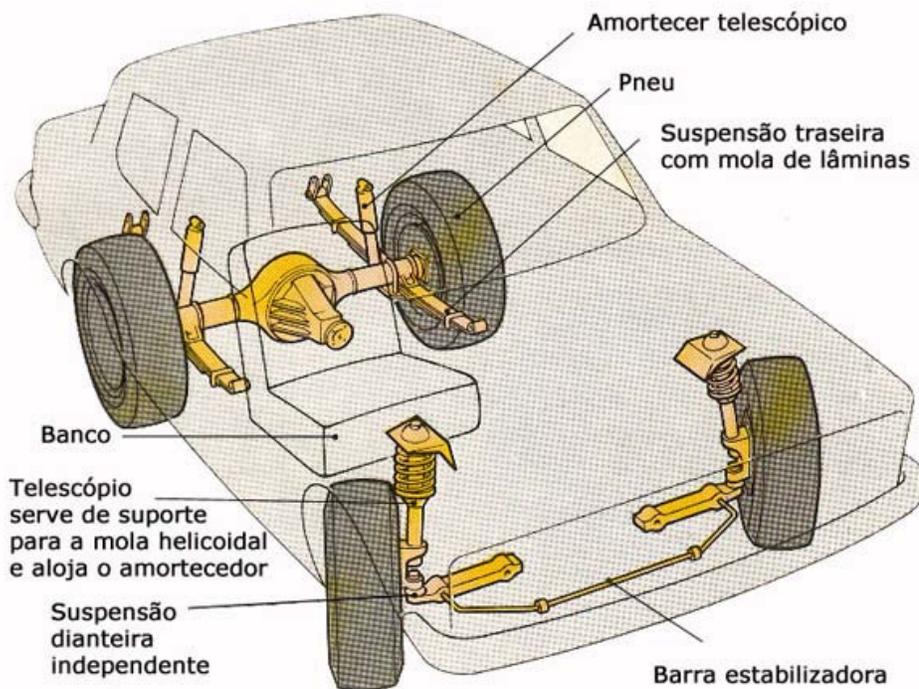
AUSÊNCIA DE AMORTECEDORES

O automóvel oscilará continuamente para cima e para baixo, a menos que as oscilações sejam absorvidas pelos amortecedores.



SUSPENÇÃO EFICIENTE

As rodas movem-se facilmente para cima e para baixo; porém, graças às molas e aos amortecedores, os ocupantes do automóvel não sentem esses movimentos.



Amortecedores

Os amortecedores destinam-se a absorver ou amortecer as vibrações para que as molas não oscilem continuamente para cima e para baixo.

O segredo de uma boa suspensão reside na supressão da ressonância (acumulação de oscilações) nos vários componentes do sistema de suspensão, o qual inclui não só as molas, mas também os pneus e assentos.

Os primeiros amortecedores, que se baseavam no atrito de um ou vários discos, foram substituídos por amortecedores hidráulicos, nos quais o movimento de um pistão faz escoar o óleo através de pequenos orifícios que oferecem resistência à sua passagem.

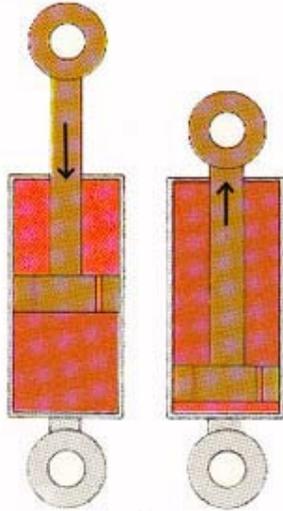
O amortecedor telescópico é mais usado atualmente. Consiste essencialmente num cilindro que contém um pistão ligado a uma haste. A extremidade fechada do cilindro está à articulação ou ao eixo da roda, enquanto a extremidade exterior da haste, que passa através de um vedador existente no cilindro, está ligada à carroceria.

Válvulas reguladoras e canais de passagem comandam o fluxo de óleo, nos dois sentidos, através do pistão. O espaço acima do pistão é menor do que o espaço sob este. Assim, não consegue conter todo o óleo deslocado pelo pistão quando este se dirige para a extremidade inferior do cilindro. Uma válvula comanda a saída do excesso de óleo para um depósito ou câmara de recuperação, que envolve o cilindro.

À medida que o amortecedor se distende, como o pistão não desloca da seção superior do cilindro uma quantidade de óleo suficiente para encher a seção inferior, está cheia a partir do depósito e através de uma válvula de enchimento. O amortecedor é hermético e mantém normalmente o depósito sob pressão.

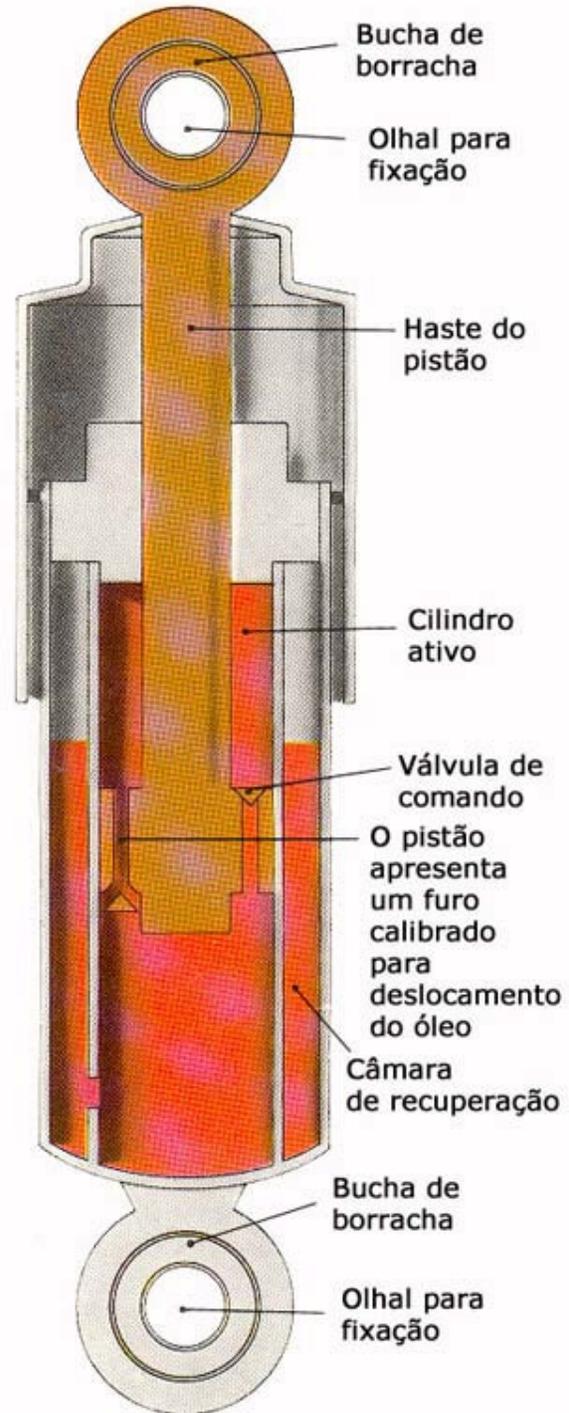
AMORTECEDOR TELESCÓPICO

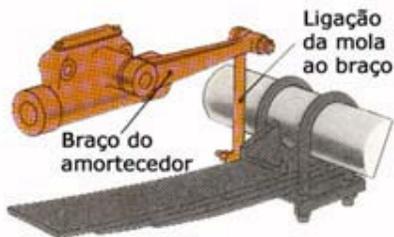
Quando a roda sobe, o cilindro sobe também; o óleo que se encontra por baixo do pistão passa, através da válvula que este apresenta, para a câmara superior. Quando a roda desce, o óleo retorna através de uma segunda válvula existente no pistão.



AMORTECIMENTO

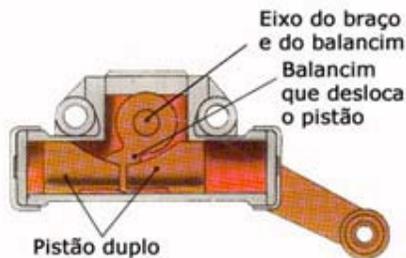
O amortecimento consiste em reduzir a oscilação por meio de absorção da energia acumulada na mola. Num amortecedor hidráulico obtém-se este efeito fazendo deslocar o óleo, por ação do movimento do pistão, através de pequenos orifícios ou válvulas. Num amortecedor de duplo efeito a mola é comandada nos dois sentidos.





AMORTECEDOR DE BRAÇO

O movimento da roda é transmitido por uma alavanca que aciona o pistão duplo existente num cilindro.



FUNCIONAMENTO

Quando o balancim move o pistão duplo, o óleo desloca-se de um dos topos do cilindro para o outro, através de uma válvula redutora.

Nestes amortecedores, o movimento da roda é transmitido a uma alavanca que faz mover o eixo do braço. Este eixo está ligado, no interior de um cilindro cheio de óleo, a um balancim que encaixa num pistão duplo. Qualquer movimento da roda, ascendente ou descendente, aciona o balancim que faz mover o pistão duplo. Quando este se desloca para um dos topos do cilindro, o óleo é impelido, passando através de uma válvula atingindo o outro topo, amortecendo assim a oscilação da mola.

Molas

Ao desempenhar a sua função primordial, que consiste em proteger a carroceria e os ocupantes de um automóvel contra os solavancos provocados pelas irregularidades do pavimento, as molas atuam como acumuladores de energia.

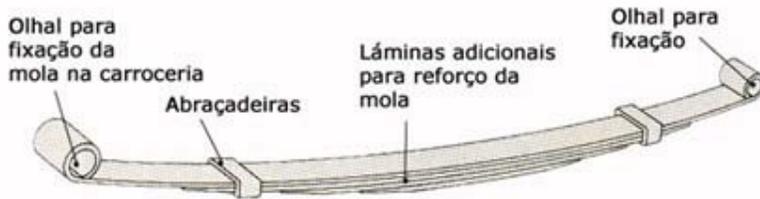
As molas de aço armazenam esta energia ao fletirem, como acontece com as molas de folhas, ou de lâminas ou serem torcidas, como acontece com as molas helicoidais ou com barras de torção. A energia liberta-se quando a mola volta à sua posição normal.

As molas de lâminas são geralmente referidas como semielípticas, embora o seu perfil seja, atualmente, quase plano.

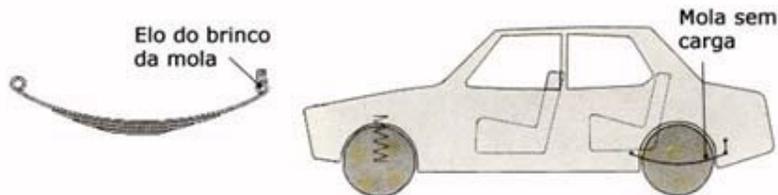
As duas extremidades estão normalmente ligadas ao chassi ou à carroceria por pinos com buchas de borracha, sendo a parte central da mola fixada ao eixo. Se a mola for montada transversalmente em relação à carroceria, a parte central fica fixa ao chassi e as extremidades aos eixos das rodas. Numa mola, a forma circular é a mais indicada para acumulação de energia. Uma mola helicoidal armazena de modo mais eficaz a energia resultante do movimento ascendente e descendente. As suas extremidades são geralmente horizontais a fim de assentarem melhor sobre

as superfícies através das quais se transmite o esforço. Estas extremidades planas atuam como alavanca que aplica a torção à parte restante da mola.

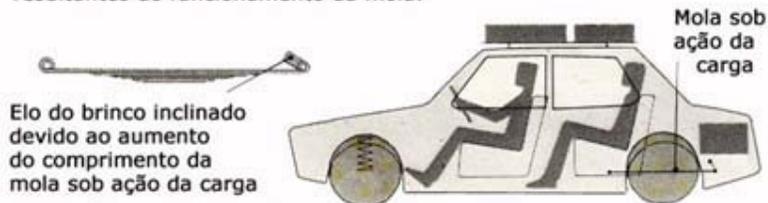
A barra de torção acumula energia quando é torcida. Uma das extremidades está fixa à carroceria, enquanto a outra está ligada a um elemento capaz de suportar o esforço. A barra de torção é frequentemente utilizada como estabilizador. Consiste numa barra de aço montada transversalmente à linha de eixo do automóvel em buchas de borracha e com as extremidades – ligadas à suspensão – dobradas de modo a atuarem como alavancas.



MOLA DE LÂMINAS. É reforçada na parte central, onde é maior a flexão, quer por um aumento de espessura das lâminas, quer por um acréscimo. As suas extremidades formam olhais que alojam buchas de borracha e pinos de montagem.



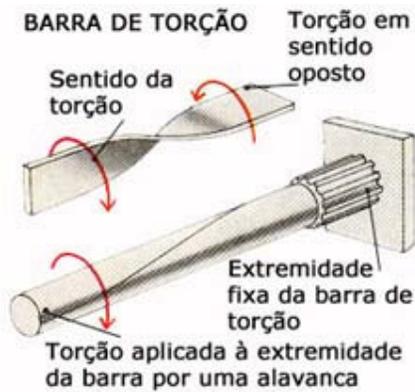
AUTOMÓVEL SEM CARGA. Quando um automóvel equipado com molas de lâminas na traseira está descarregado, as molas apresentam uma curvatura. Uma das extremidades de cada mola, normalmente a posterior, está ligada à carroceria pelo brinco, que permite as variações de comprimento resultantes do funcionamento da mola.



AUTOMÓVEL COM CARGA TOTAL. Nestas condições, as lâminas da mola apresentam um perfil quase plano, podendo mesmo apresentar uma curvatura para cima. As molas tem de manter a posição do eixo e resistir ao esforço de torção resultante das acelerações e freagens.

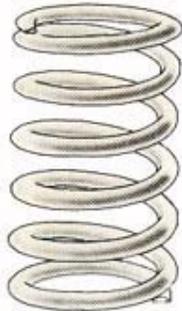
Quando as rodas do mesmo eixo sobem e descem simultaneamente, a barra de torção apenas roda nos seus apoios, sem exercer qualquer efeito no sistema de suspensão. Se apenas uma das rodas descer ou subir ou a carroceria se inclinar, numa curva, a barra é utilizada de diferentes formas na suspensão de um automóvel.

O sistema hidroelástico Moulton é um exemplo significativo. Neste sistema o elemento principal de suspensão é constituído pôr molas de borrachas. Embora se utilize líquido para transmitir o movimento das rodas da frente para trás ou vice-versa.



A barra de torção consiste numa haste quadrangular, retangular ou circular fixa numa das extremidades e torcida por meio de uma alavanca, de que se resultam esforços que atuam em sentidos opostos.

MOLA HELICOIDAL



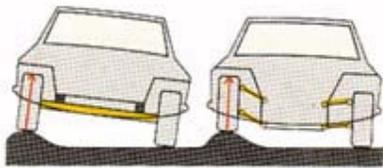
Uma mola helicoidal consiste numa barra de torção especial que acumula a energia produzida pelo movimento alternado ascendente e descendente.

Dianteira

Os eixos da frente constituídos por uma só peça, de seção perfilada, sobre os quais se apoiava a carroceria, por meio de molas de lâminas, foram há vários anos substituídos por suspensões independentes para cada uma das rodas dianteiras, o que melhora a condução e permite uma marcha muito mais confortável.

Num sistema de suspensão dianteira independente, cada roda da frente está ligada à carroceria do automóvel pela sua própria articulação de molas, de modo que seu movimento não interfira no da outra roda. As duas suspensões independentes podem contudo, serem ligadas à uma barra de torção. Esta barra estabilizadora, montada transversalmente em relação à linha de eixo do automóvel, evita que este se incline demasiado ao descrever uma curva.

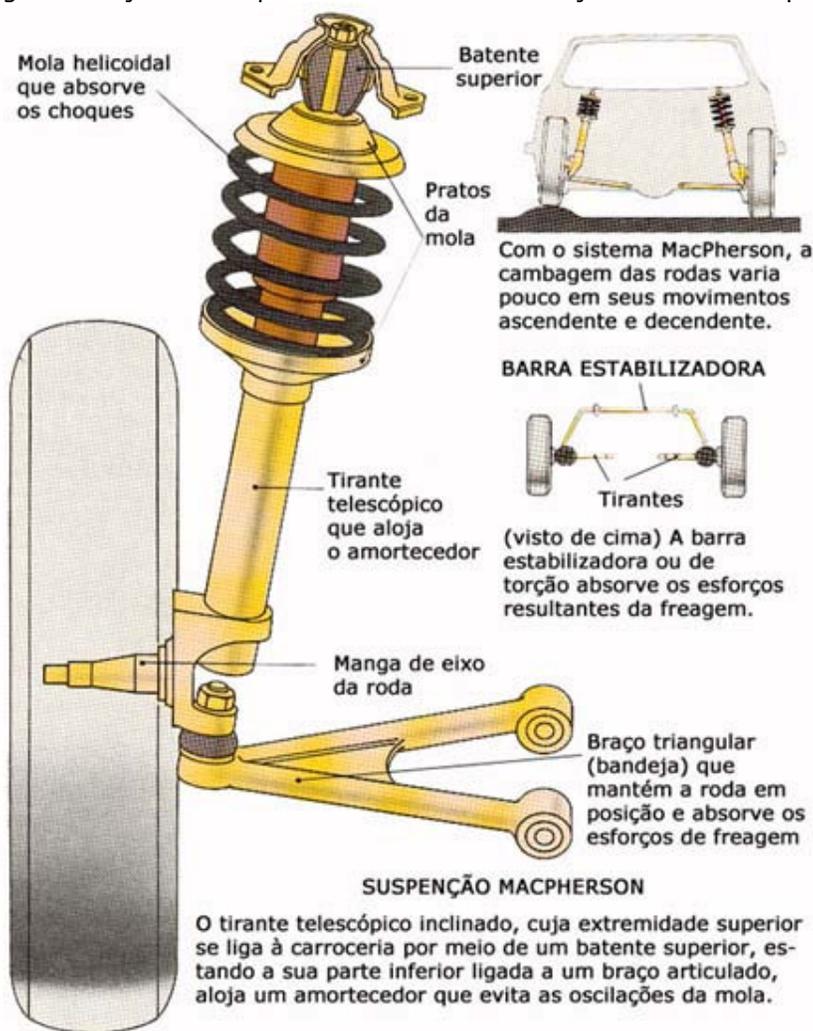
Durante uma trajetória, o automóvel está sujeito, através das rodas, a muitos esforços. A suspensão deve impedir que esses esforços desviem o automóvel do trajeto escolhido pelo motorista, não devendo também permitir que as rodas oscilem, se desloquem para trás, para a frente ou para os lados ou alterem consideravelmente o seu ângulo de inclinação. Qualquer desses efeitos iria interferir na direção.



MAC Pherson

Alguns sistemas de suspensão apresentam, em vez de forquilhas duplas, um braço simples com um tirante em diagonal e um tirante telescópico para cada roda da frente. Este tipo de suspensão é designado por Mac Pherson.

A manga de eixo na qual está montada a roda faz parte da metade inferior do tirante telescópico. O tirante gira ao ser acionada a direção. A sua parte superior, está ligada à carroceria por meio de uma união flexível, enquanto a parte inferior se liga ao braço inferior por meio de uma articulação da rótula ou pivô.



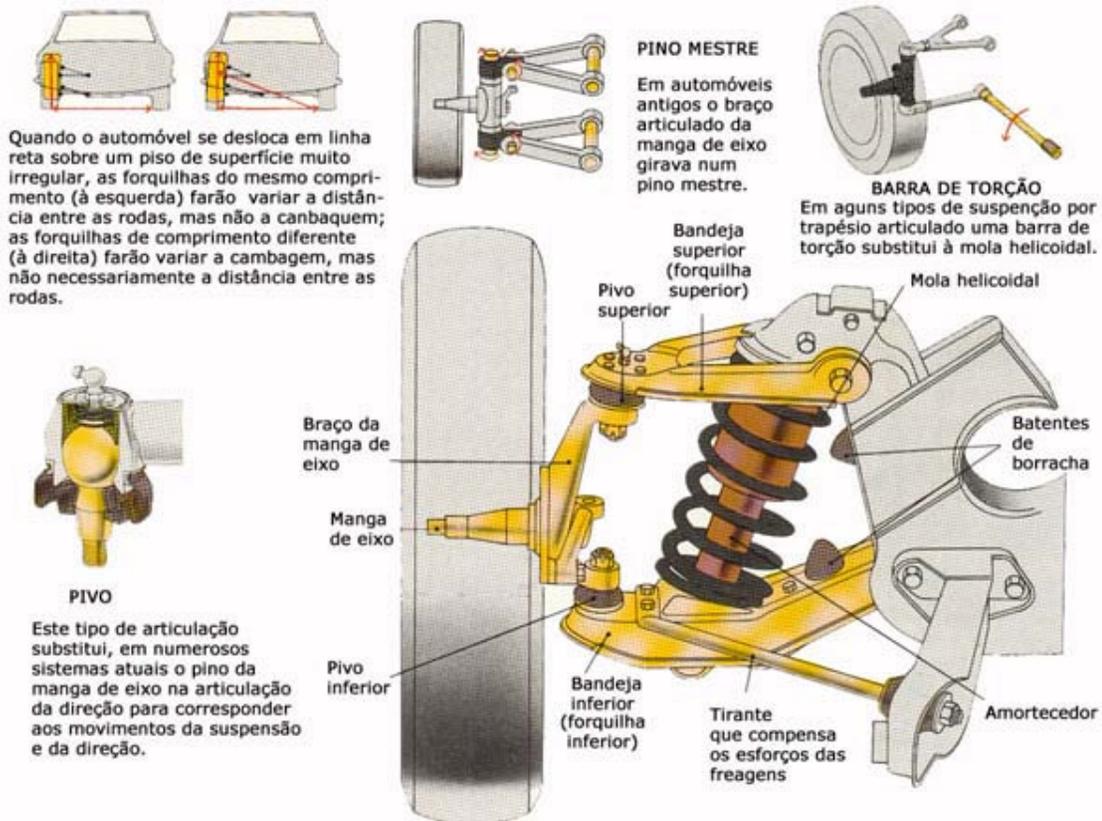
Para absorver os choques resultantes das irregularidades do pavimento, uma mola helicoidal rodeia a parte superior do tirante, o qual, por sua vez, contém um amortecedor hidráulico. Várias razões justificam a grande popularidade deste sistema, entre as quais a sua simplicidade mecânica e a inclusão de peças móveis leves que ajudam as rodas a anular os choques provocados pelas irregularidades do pavimento, evitando também a excessiva inclinação lateral daquelas.

Por outro lado, este sistema exige uma carroceria muito resistente acima das passagens das rodas – onde estão fixados os batentes superiores –, para que aquela possa absorver a totalidade dos esforços a que está sujeita a suspensão.

Trapézio articulado

Os sistemas de forquilhas ou triângulos articulados duplos – trapézio articulado –, é um sistema vulgar de suspensão dianteira independente.

Além de manter as rodas na posição adequada e transmitir a carga às molas, as forquilhas articuladas devem também resistir às forças originadas quando o automóvel acelera, freia ou faz uma curva como as duas primeiras destas forças atuam longitudinalmente em relação ao automóvel, torna-se necessária a utilização do sistema de forquilhas, que proporciona uma base larga.



Quando o automóvel se desloca em linha reta sobre um piso de superfície muito irregular, as forquilhas do mesmo comprimento (à esquerda) farão variar a distância entre as rodas, mas não a canbagem; as forquilhas de comprimento diferente (à direita) farão variar a canbagem, mas não necessariamente a distância entre as rodas.

PINO MESTRE
Em automóveis antigos o braço articulado da manga de eixo girava num pino mestre.

BARRA DE TORÇÃO
Em alguns tipos de suspensão por trapézio articulado uma barra de torção substitui a mola helicoidal.



PIVO
Este tipo de articulação substitui, em numerosos sistemas atuais o pino da manga de eixo na articulação da direção para corresponder aos movimentos da suspensão e da direção.

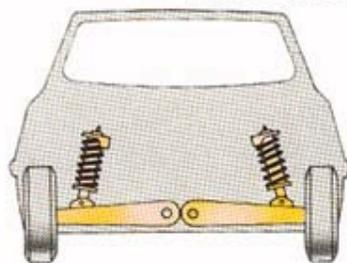
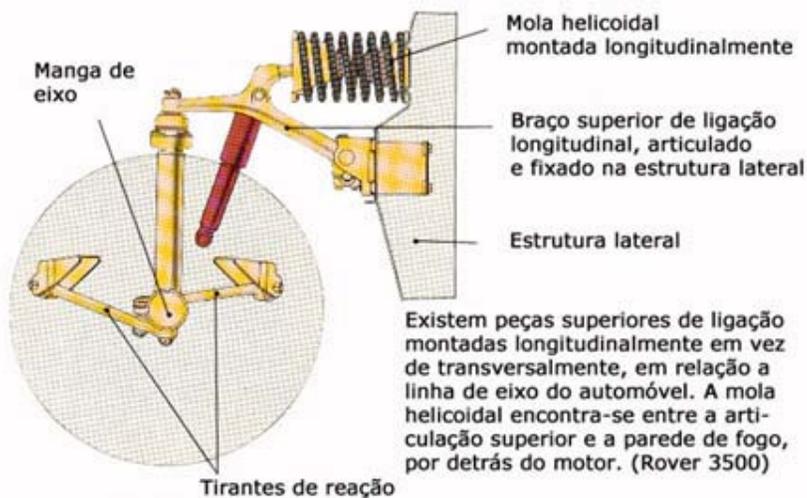
SUSPENSÃO POR FORQUILHA DUPLA, BANDEIJA DUPLA OU TRAPÉZIO ARTICULADO
Neste tipo de suspensão o amortecedor é montado normalmente no interior da mola helicoidal. Os esforços resultantes da freagem são absorvidos por um tirante oblíquo que liga a forquilha inferior à carroceria ou à travessa de suspensão.

A disposição de todo o conjunto (o comprimento, a posição e o angulo de articulação dos seus elementos) condiciona a trajetória das rodas quando o automóvel se desloca sobre um pavimento de superfície irregular. O comportamento das rodas, por sua vez, influencia o comando da direção, a aderência à faixa de rodagem e o desgaste dos pneus.

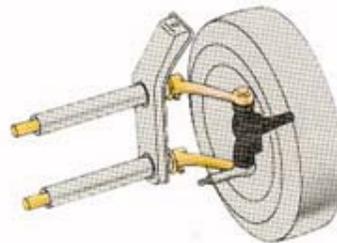
Se as forquilhas, superior e inferior, forem paralelas e do mesmo comprimento, as rodas não se inclinarão ao moverem-se para cima e para baixo, devido às irregularidades do piso. Contudo, ocorre uma pequena variação na via – distância entre as rodas, medida transversalmente ao automóvel -, o que reduz a duração dos pneus. Nas curvas, a eficiência das rodas diminui, já que estas se inclinam para fora, acompanhando a carroceria .

Atualmente, as forquilhas, em geral não são nem paralelas nem do mesmo comprimento, sendo a de cima a mais curta. Em consequência, as rodas não se mantêm verticais quando se movem para cima e para baixo, devido as irregularidades do piso, mas inclinam-se ligeiramente para dentro. Em consequência disto, torna-se possível um melhor comportamento nas curvas, já que quando a carroceria se inclina para fora, a roda que se encontra mais afastada do lado de dentro da curva, ou seja a que exerce mais pressão sobre a faixa de rodagem, fica mais ou menos perpendicular ao solo.

Outros sistemas



SEMIEIXO FLUTUANTE. A roda e seu semeieixo formam um conjunto rígido, articulado no ponto que corresponde à linha média do automóvel. O movimento da roda faz variar a cambagem.



BRAÇOS LONGITUDINAIS. Com braços duplos que servem de apoio para as rodas da frente. Mantêm-se contudo, a cambagem.

Traseira

Na maioria dos automóveis, a suspensão traseira tem de suportar a maior parte da carga adicional, que corresponde ao peso dos passageiros e da bagagem. Se as molas da suspensão forem suficientemente rígidas para suportar apenas o peso do

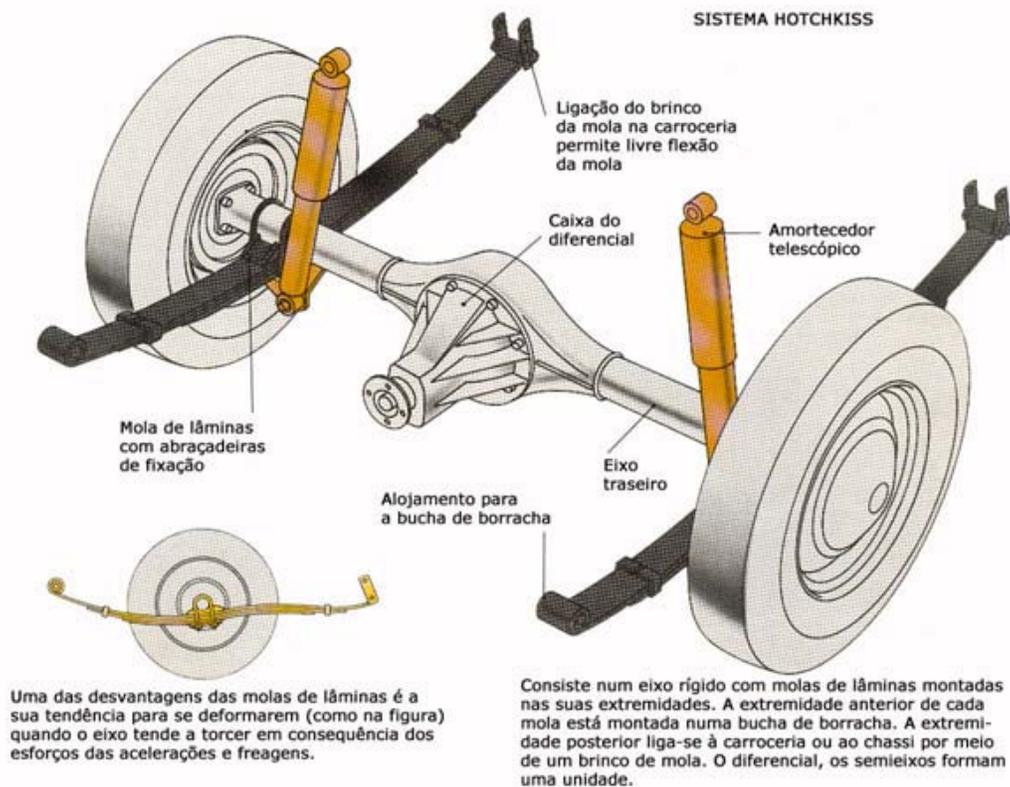
automóvel e do motorista, serão demasiado macias quando o automóvel estiver completamente cheio e vice – versa.

Os fabricantes recorrem a vários processos para resolver estas dificuldades. A suspensão traseira pode incluir eixos motores com molas de lâminas ou eixos motores com outros tipos de molas e dispositivos de fixação, havendo ainda variações de suspensão independente que utilizam molas de lâminas ou helicoidais, barras de torção, borrachas, dispositivos pneumáticos e hidroelásticos, etc.

Eixo – Os eixos reúnem o diferencial, os semieixos, os cubos e tambores das rodas numa só unidade. Esta unidade está ligada ao eixo de transmissão e a carroceria de modo a poder mover-se para cima e para baixo e suportar as cargas e as forças de torção que lhe são impostas.

A suspensão traseira pode também ser concebida de modo a manter o eixo em posição, a fim de diminuir as oscilações e correspondentes vibrações a que este está sujeito, especialmente quando o automóvel arranca, freia ou faz uma curva.

Os amortecedores, que absorvem as oscilações das molas são, na sua maioria hidráulicos, sendo o tipo telescópico o preferido atualmente, em vez do tipo com pistão.



Sistema Hotchkiss – É este o sistema que combina de forma mais simples a suspensão e a fixação do eixo traseiro, apresentando um par de molas de lâminas montado sob o eixo. O eixo pode ficar apoiado precisamente na parte central das molas ou, com frequência, mais à frente, para permitir uma inclinação para diante, quando o eixo sobe, ao rolar o automóvel sobre um pavimento irregular. Deste modo, reduz-se o movimento ascendente da parte traseira do eixo de transmissão e torna-se possível diminuir a altura do túnel do eixo de transmissão que assim fica menos elevado no interior do automóvel.

Para reduzir as variações na inclinação do eixo, resultantes das diferentes condições de marcha, algumas suspensões traseiras apresentam, como complemento das molas de lâminas, peças de união limitadoras da torção.



Suspensão traseira independente (semi eixo flutuante)

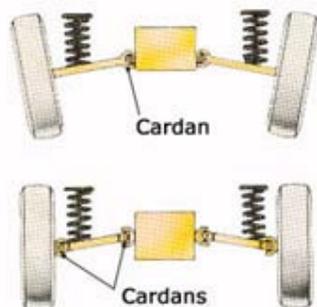
Na sua forma original, este sistema apresenta dois eixos tubulares articulados no cárter do diferencial, fixado à estrutura do automóvel. Em cada eixo está montado um cardan. A suspensão faz-se, em geral, por meio de uma mola de lâminas montada transversalmente em relação à linha de eixo do automóvel, aparafusada à parte central do chassi ou à bainha do diferencial e com as extremidades ligadas, por meio do brinco, aos eixos.

Suspensão Mac Pherson

É semelhante, em muitos aspectos, à suspensão Mac Pherson utilizada nas rodas da frente

Triângulo traseiro perpendicular

Cada uma das rodas traseiras apóia-se num triângulo articulado à estrutura do automóvel. A articulação é perpendicular à linha de eixo do automóvel de tal modo que a roda sobe e desce, conforme as irregularidades do pavimento, sem qualquer alteração do seu alinhamento.



A utilização de cardans reduz a inclinação lateral das rodas (cambagem) nas curvas.

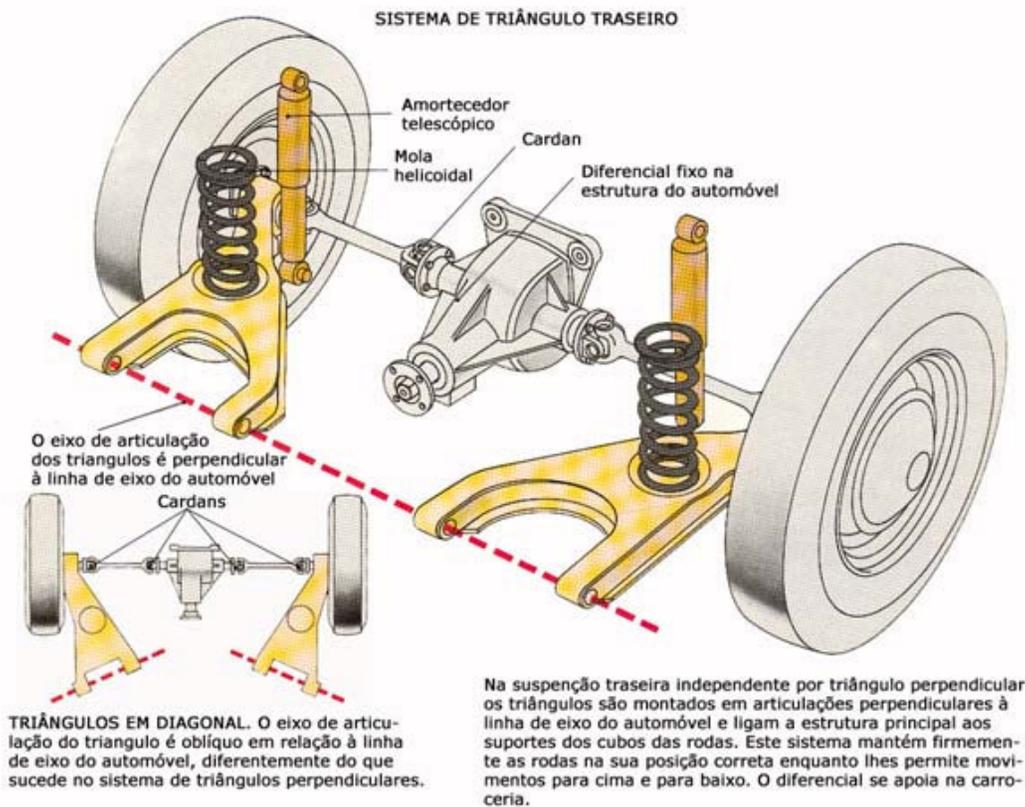
Triângulo traseiro diagonal

Neste sistema, amplamente utilizado, a linha de eixo de articulação, na qual o triângulo oscila, está montada de modo a formar um ângulo bastante acentuado com a linha de eixo do automóvel, o que permite projetar a roda com um ângulo pré determinado de variação, quer na cambagem, quer no alinhamento, para que esta suba e desça, conforme as irregularidades do pavimento.

Forquilha dupla

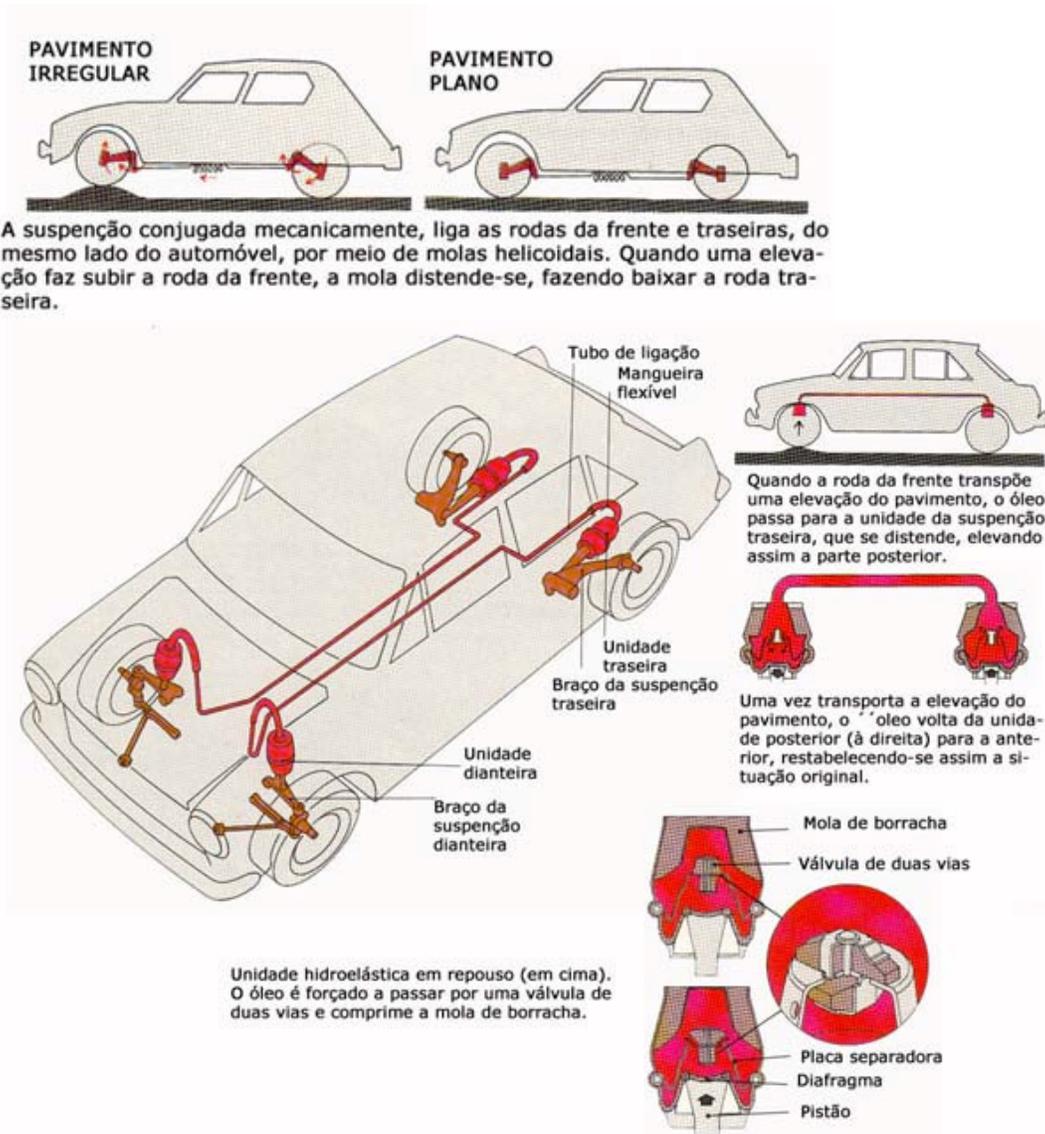
Difere do sistema do mesmo nome, utilizado na suspensão dianteira, no seguinte: como as rodas têm de manter-se direitas em vez de oscilarem, uma das forquilhas apresenta a sua base mais larga, mais próxima da roda e ainda um tirante para absorver os esforços resultantes da aceleração e da frenagem.

Este tipo de suspensão baseia-se no princípio fundamental de manter o paralelismo das rodas.



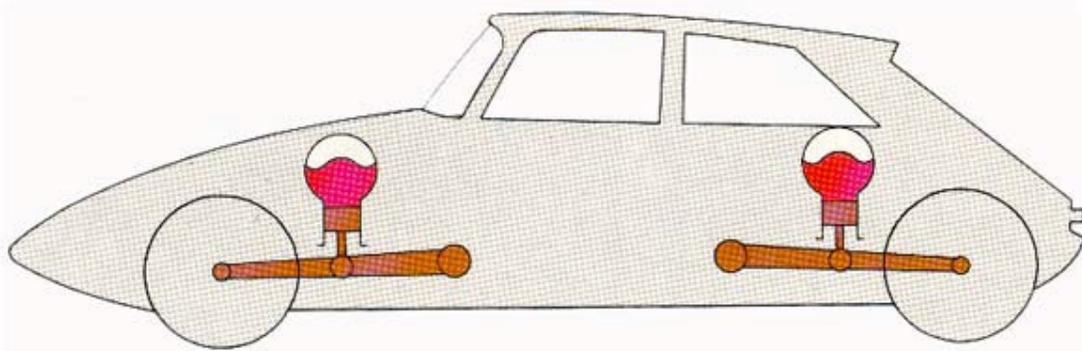
Hidropneumática

Um sistema conjugado de suspensão resulta da interligação das suspensões dianteira e traseira. A sua vantagem principal reside na possibilidade de reduzir substancialmente qualquer tendência do automóvel para oscilar para frente e para trás, proporcionando assim uma maior estabilidade e comodidade. O sistema de suspensão hidroelástica Moulton, utilizado pela Austin Morris, e o sistema de ligação por molas, utilizado pela Citroen nos seus modelos de menor cilindrada, são dois notáveis exemplos de suspensão conjugada. A principal diferença entre eles reside no fato do primeiro ser acionado hidraulicamente, enquanto o segundo é acionado mecanicamente.

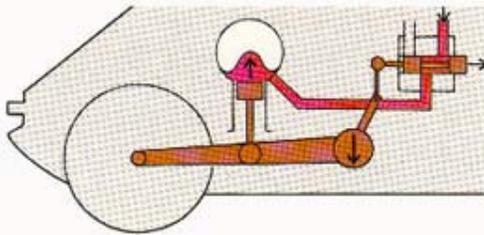


No sistema hidroelástico Moulton cada roda apresenta uma unidade de suspensão que desempenha as funções de mola e de amortecedor. Essa unidade está montada na carroceria, apresentando numa das extremidades do seu interior uma mola cônica de borracha. A outra extremidade da unidade está fechada por um diafragma flexível, no meio do qual se encontra um pistão ligado à suspensão das rodas. A câmara existente entre a mola e o diafragma é dividida por uma placa metálica que apresenta uma válvula de borracha de duas vias. Cada câmara da frente está ligada à de trás, do mesmo lado do automóvel, por meio de um tubo; as câmaras, bem como os tubos, encontram-se cheias de líquido.

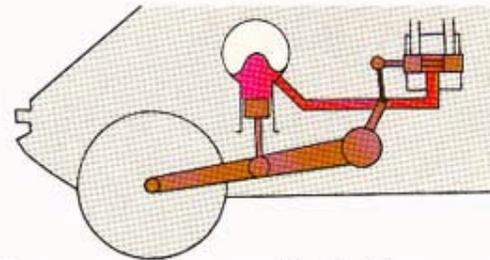
Quando a roda da frente sobe, devido a uma elevação do pavimento, o diafragma desloca-se para dentro, forçando o líquido a sair pelos orifícios da placa separadora e a passar através da válvula de duas vias. A resistência desta válvula origina o efeito no amortecedor. O movimento do diafragma reduz o volume da câmara e aumenta a pressão ao fazer passar por uma parte do óleo pelo tubo de ligação, do que resulta ser o diafragma da outra unidade impelido para fora. Em consequência, a suspensão traseira do automóvel é levantada.



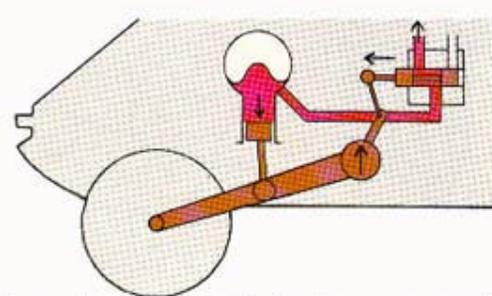
Cada uma das rodas está ligada, independentemente, ao chassi por um braço de suspensão ligado a um pistão. Quando a roda sobe, o pistão sobe também, impelindo o óleo, que comprime o gás contido na parte superior de uma esfera e acima de um diafragma flexível. Quando a roda desce, a pressão diminui e o gás expande-se, atuando como uma mola quando o automóvel se desloca sobre um pavimento irregular.



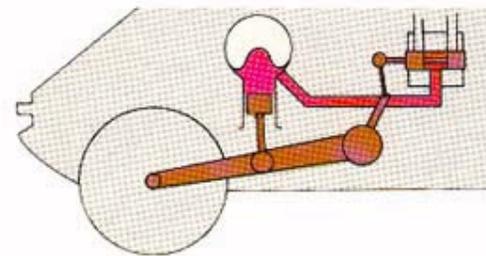
Quando a carga aumenta, a carroceria afunda-se, acionando uma articulação do braço da suspensão que faz mover uma válvula de gaveta. Esta permite a passagem do óleo para o cilindro.



O aumento da pressão do óleo no cilindro faz levantar a carroceria, invertendo-se em seguida o movimento até que a válvula atinja o seu ponto neutro e a carroceria retorne à sua inicial distância do solo.



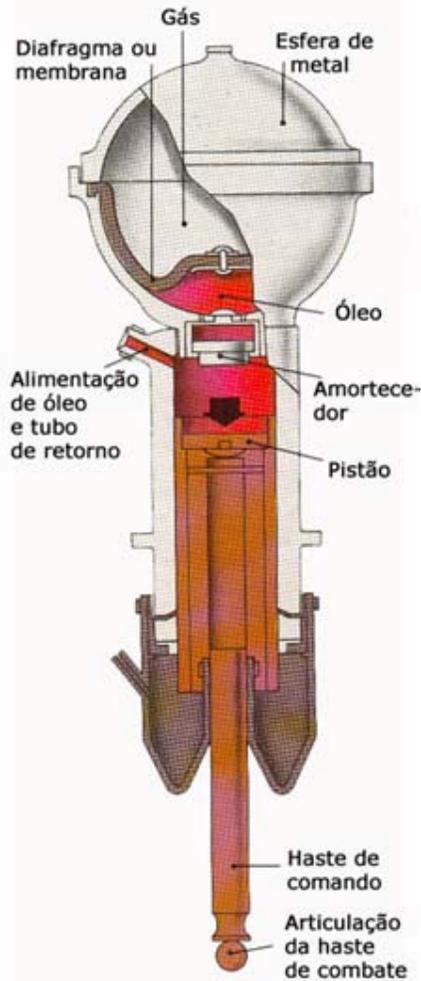
Quando a carga diminui, a carroceria sobe. Em consequência, a válvula de gaveta abre o tubo de retorno através do qual o excesso de óleo deixa o cilindro, a carroceria desce.



O óleo continua a fluir para o depósito até a carroceria voltar à sua posição inicial, quando uma vez mais a válvula de gaveta atinge o seu ponto neutro. Até que a carga varie, a válvula mantém-se nesta posição.

Nos seus automóveis de maior cilindrada a Citroen utiliza a suspensão hidropneumática, que combina um sistema hidráulico com um molejo pneumático, de modo a assegurar um efeito de nivelamento automático.

Cada uma das rodas apresenta a sua unidade própria independente de suspensão. Em cada unidade existe azoto sob pressão, contido na metade superior de uma esfera metálica, acima de um diafragma resistente a fluídos. A metade inferior da esfera está ligada a um cilindro hidráulico, no interior do qual desliza um pistão com uma haste de comando ligada a um braço de suspensão por meio de uma articulação. Quando uma roda sobe ao passar sobre uma elevação do pavimento, este movimento ascendente é transmitido pelo braço da suspensão ao pistão. O movimento do pistão exerce pressão sobre o fluído que, por sua vez, comprime o gás que atua então como uma mola. O movimento descendente da roda faz descer o pistão, reduzindo a pressão do gás.



Pode regular-se a altura entre a carroceria e o solo aumentando ou diminuindo a quantidade de óleo no interior do cilindro. O óleo é mantido sob pressão num acumulador alimentado pôr uma bomba, sendo o seu débito regulado por meio de uma válvula de gaveta.

Quando o automóvel transporta uma maior carga, a carroceria "afunda-se" em relação às rodas e aos braços da suspensão. Cada braço aciona então uma articulação que abre a ligação da válvula de gaveta ao acumulador, pelo que o óleo penetra então no cilindro, obrigando a carroceria a subir. A articulação volta à posição neutra quando a carroceria atinge a sua altura original. Se a carga diminuir, o processo inverte-se.

Suspensão de nivelamento automático – Os sistemas de suspensão com nivelamento automático evitam que os automóveis se “afundem” quando excessivamente carregados com os passageiros e bagagens. São utilizados em alguns modelos com suspensão de curso limitado compensando automaticamente as alterações de carga, modificando as características de molejo do automóvel para que este se mantenha sempre à mesma altura em relação ao solo.

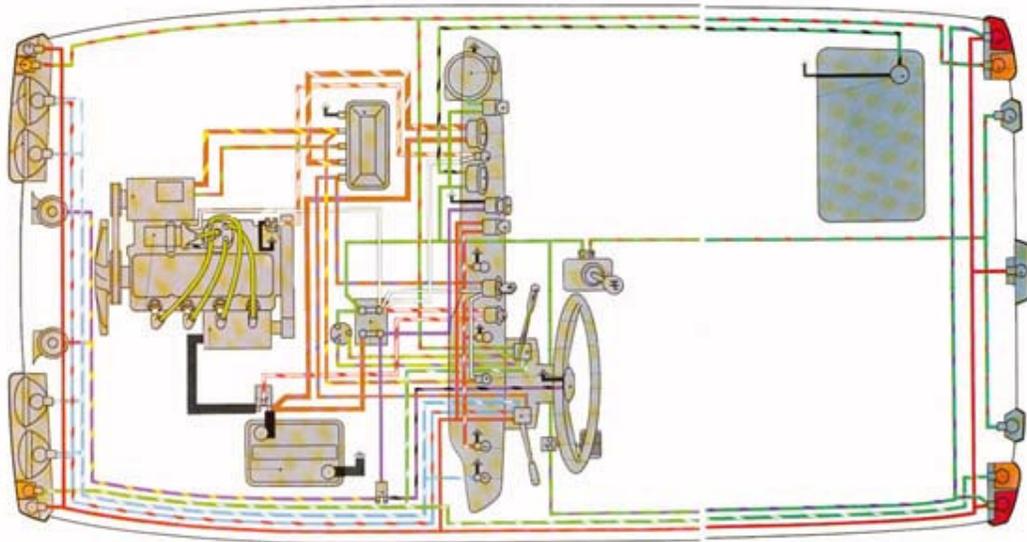
Assim, ainda que o automóvel transporte a carga máxima, a totalidade do curso ascendente do sistema da suspensão está apta a anular as irregularidades do pavimento. Esse sistema permite ainda que os faróis se mantenham a altura devida, seja qual for a distribuição da carga.

Uma das desvantagens dos sistemas convencionais de suspensão reside no fato do automóvel se inclinar para trás – o que faz com que a luz dos faróis seja apontada para cima – quando transporta muitos passageiros no banco de trás e excesso de bagagem no porta-malas. Qualquer tipo de sistema de correção automática é acionado por um ou mais dispositivos sensíveis à carga que medem a distância vertical entre, por exemplo, o solo e um ponto num braço da suspensão. Quanto maior for a carga, menor será esta distância. Uma variação inicial na distância aciona uma válvula que comanda o sistema de regulagem da altura. Normalmente, a regulagem da altura verifica-se em ambas as extremidades do automóvel.

Suspensão pneumática - O ajustamento da altura de um automóvel é possível por meio da suspensão pneumática, sistema simples utilizado atualmente apenas num modelo de série: o Mercedes 600. É simples o princípio da suspensão pneumática. Recipientes deformáveis, contendo o ar comprimido, substituem as molas convencionais; o movimento ascendente da roda reduz o volume do recipiente de ar, aumentando a sua pressão de tal maneira que este tende a expandir-se novamente.

Quando a carga aumenta, uma válvula reguladora da altura liga a mola “mola” de ar à alta pressão. Quando a carga diminui, a pressão abaixa devido à saída do ar para a atmosfera através de uma válvula.

Sistema elétrico



Cerca de 1000 metros de fio unem os componentes elétricos num automóvel atual. Todos os fios da instalação, à exceção das ligações à massa, à bateria e aos cabos de alta tensão da ignição, apresentam cores diversas, que correspondem a um código de identificação. Na maioria dos automóveis, o código está normalizado a

fim de permitir reconhecer rapidamente os diferentes circuitos ao efetuar-se qualquer reparação.

A bateria atua como reservatório de energia que fornece ao sistema quando o motor está parado; quando trabalha a um regime superior da marcha lenta, o alternador supre todas as necessidades de energia do automóvel e carrega a bateria. Para manter o motor do automóvel em funcionamento são apenas solicitados alguns elementos do sistema elétrico; os restantes fazem funcionar as luzes, limpadores de para brisas e outros acessórios. Alguns destes, como a buzina, por exemplo, são considerados obrigatórios por lei, sendo muitos outros considerados extras.

Instalação dos diferentes circuitos – A corrente do sistema elétrico de um automóvel é fornecida pela bateria – quando o motor não está funcionando – e pelo gerador, normalmente um dínamo que foi substituído por um alternador, que fornece a corrente necessária para o número, sempre crescente, de acessórios elétricos que os automóveis modernos incluem.

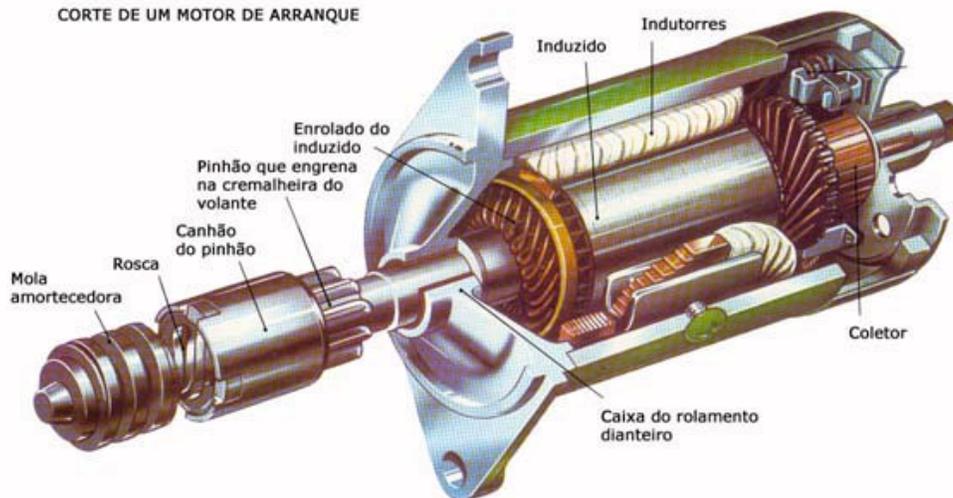
Sempre que o motor estiver parado, toda a corrente utilizada tem a voltagem (tensão) da bateria (normalmente 12 volts). Com o alternador em funcionamento, a corrente é utilizada aproximadamente à tensão de 14,8 volts, exceto a que é fornecida às velas de ignição, que é elevada para mais de 30 000 volts por meio de sistema da ignição.

Uma das principais funções do sistema elétrico consiste em produzir a faísca, que permite a explosão, nos cilindros, da mistura comprimida a gasolina e o ar, além de tornar possível o arranque do motor térmico por meio do motor de arranque. O sistema elétrico de um veículo está dividido em circuitos, cada um dos quais com diferentes funções básicas e comandos. São eles o circuito de ignição, o circuito de arranque, o circuito da carga da bateria, o circuito das luzes e os circuitos acessórios, por vezes, comandado pelo interruptor da ignição e, na maior parte dos casos, protegidos por um fusível.

Um fusível fundido (queimado) indica, quase sempre, que há uma avaria em qualquer outro ponto que não seja o próprio fusível, tal como sobrecarga de um circuito (partindo-se do princípio de que foi utilizado o fusível adequado). Os componentes elétricos de um automóvel estão ligados através de interruptores a um dos lados da bateria, estando o outro lado ligado à carroceria ou ao chassi, isto é, à massa. Deste modo, o circuito de qualquer componente completa-se através da carroceria que desempenha naquele a função de um fio, o do retorno à massa.

Este processo de ligação à massa não só economiza cerca de 30 metros de fio de cobre, mas também reduz a possibilidade de interrupção no circuito e simplifica a localização de avaria e a instalação de extras. Recorre-se a fios de diferentes diâmetros para possibilitar a passagem da corrente necessária, sem causar aquecimento do fio. Assim, na ligação entre o motor de arranque e a bateria, por exemplo, utiliza-se um fio de diâmetro muito maior que as dos restantes fios, porque a corrente que o atravessa chega a atingir de 300 a 400 A. Nos esquemas elétricos, as cores dos fios são normalmente indicadas por meio de letras.

Motor de arranque



A Função do motor de arranque consiste em acionar o motor do veículo até que tenham início as explosões e este possa funcionar por si mesmo.

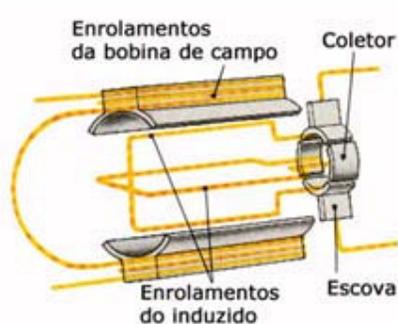
Os motores a gasolina, na sua maioria, têm de atingir um mínimo de 50 RPM para arrancar, o que exige uma potência elétrica considerável, particularmente no inverno quando o motor está frio e o óleo mais espesso.

O motor de arranque é o componente elétrico que maior descarga impõe à bateria: no momento em que funciona pode consumir entre 300 a 400 A e em apenas três segundos pode descarregar a mesma quantidade de energia despendida pela luz de estacionamento durante uma hora. Por este motivo, o motor de arranque necessita de um interruptor resistente e deve ser ligado à bateria por um cabo de diâmetro maior.

Ao mesmo tempo que se aciona o motor de arranque, a bateria deve fornecer corrente ao sistema de ignição para que saltem as faíscas nos cilindros. Se a bateria estiver pouco carregada e, portanto, com uma tensão abaixo do seu normal, pode acontecer que o motor de arranque, ao consumir demasiada quantidade de corrente, não permita ao sistema de ignição gerar a voltagem suficientemente elevada para fazer saltar as faíscas entre os eléctrodos das velas de ignição.

O motor de arranque faz girar o virabrequim por meio de uma roda dentada. A engrenagem menor (pinhão) está montada no eixo do motor de arranque e engata com a engrenagem maior (cremalheira), montada à volta do volante do motor.

A relação de redução entre estas duas engrenagens é geralmente de cerca de 10:1. O pinhão do motor de arranque desengrena-se da cremalheira logo que o motor começa a funcionar; caso contrário, o motor acionaria o motor de arranque, com a conseqüente destruição deste. O sistema mais utilizado para esse efeito é chamado de Bendix.



O motor de arranque funciona segundo o mesmo princípio de qualquer outro motor elétrico, isto é, aproveitando a reação entre eletroímãs.

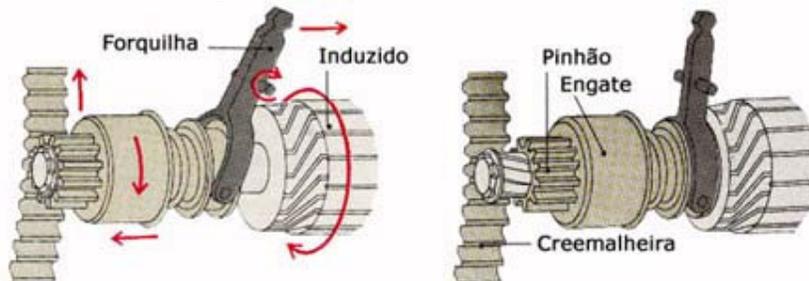
Um motor elétrico contém eletroímãs - bobinas de fio enrolado em núcleos de ferro, as bobinas indutoras. A eletricidade, ao passar através de cada bobina, magnetiza o núcleo, formando um campo magnético com pólos norte e sul. Um motor de arranque compõe-se de um conjunto fixo de bobinas, geralmente quatro, dispostas no interior do corpo do motor. Entre elas pode girar livremente o induzido, que é constituído por uma série de bobinas, cada uma unida a um par de lâminas de cobre isoladas, que formam o coletor do induzido. Quando a corrente passa através da bobina do induzido, esta comporta-se como um imã.

A corrente passa através de escovas fixas - que estão em contato com o coletor - para uma bobina do induzido. A atração e a repulsão entre os campos magnéticos das bobinas indutoras e as bobinas do induzido faz girar este último.

Assim que o coletor começa a girar, as escovas fazem contato com o par seguinte de lâminas de cobre, ligadas a outra bobina do induzido que resulta a continuação do movimento. Este processo repete-se ininterruptamente enquanto cada par de lâminas do coletor fizer contato com as escovas. Desta forma, o induzido continua a girar, enquanto as escovas transmitirem corrente a cada bobina do induzido.

O motor de arranque não necessita de quaisquer dispositivos de comando; a mesma ligação alimenta o induzido e os enrolamentos das indutoras (armadura) e encontra-se instalada de tal maneira que retira da bateria exatamente a corrente necessária para fazer girar o motor.

Assim que o motor começa a funcionar, o pinhão do motor de arranque deve ser desengatado do volante do motor que pôs em movimento. Para este efeito, o pinhão é montado com bastante folga num eixo com rosca de fita e move-se livremente ao longo deste.

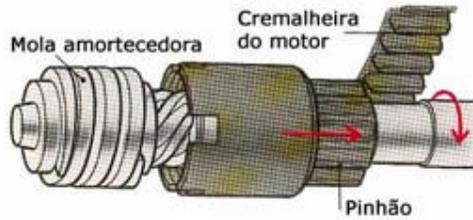


Um engate, que roda livre permite ao pinhão girar solidário com a cremalheira.

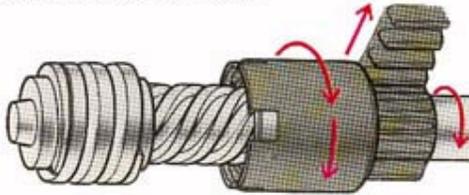
A alavanca separa o pinhão da cremalheira quando se desliga o interruptor do motor de arranque.

Quando o eixo começa a girar, a inércia do pinhão (a sua resistência ao movimento) faz girar mais lentamente que o eixo. Em consequência, o pinhão desloca-se ao longo do eixo roscando e engata nos dentes da cremalheira do volante. Uma vez engatado, faz girar o volante que, pelo fato de estar fixado por parafusos ao virabrequim, põe o motor em funcionamento.

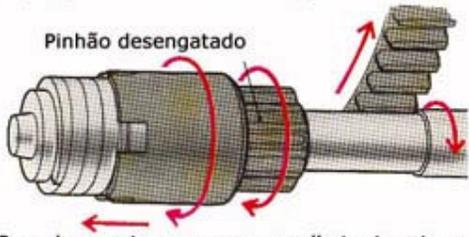
Quando o motor do veículo começa a funcionar por si próprio, a cremalheira do volante do volante passa a acionar o pinhão, em vez de ser acionada por este. Quando a velocidade transmitida ao pinhão exceder a do eixo do motor de arranque, o pinhão volta a enroscar-se no eixo.



O eixo começa a girar; o pinhão gira mais lentamente e desloca-se para a fente até engatar na cremalheira do volante do motor.



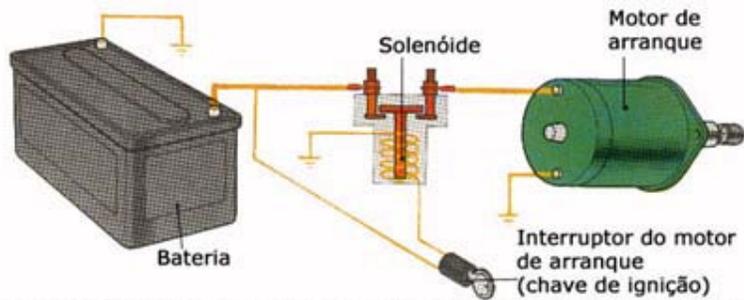
O pinhão, no fim do seu percurso, engata na cremalheira de forma que o eixo do motor de arranque, o pinhão e a cremalheira girem solidários.



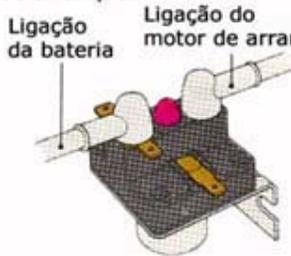
Quando o motor pega, a cremalheira imprime ao pinhão uma velocidade superior à do eixo, fazendo o pinhão retroceder, girando em torno da rosca.

BOBINA DE CHAMADA

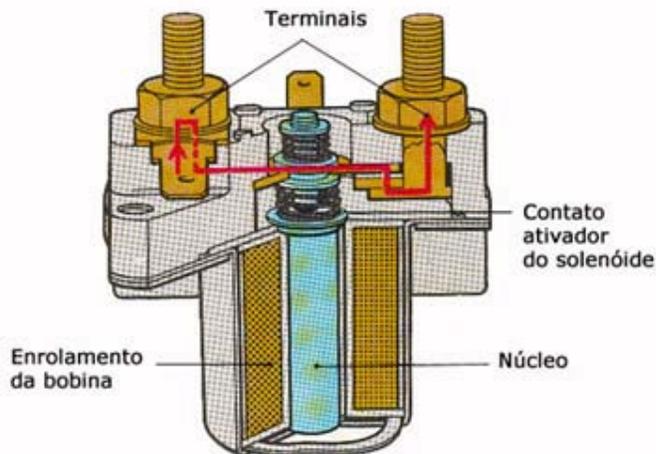
Neste sistema, que tem a vantagem de evitar a destruição do induzido, a bobina de chamada, ou solenóide, fixada ao corpo do motor de arranque por meio de parafusos, apresenta, numa das extremidades do seu eixo móvel, a placa que põe em contato a bateria com o motor de arranque uma vez acionada a chave de ignição.



O solenóide consiste num dispositivo de relé que permite ao motorista estabelecer, mediante um interruptor, o contato entre a bateria e o motor de arranque.



No interruptor do solenóide uma bobina de elevado número de espiras contém um núcleo de ferro macio. Quando a corrente elétrica passa na bobina, o seu magnetismo faz deslizar o núcleo, unindo os contatos e permitindo que a corrente passe da bateria para o motor de arranque.



INTERRUPTOR DO MOTOR DE ARRANQUE

Como o motor de arranque consome uma corrente de elevada intensidade, o interruptor que aciona deve resistir a esta corrente, pelo que são necessários contatos resistentes.

O solenóide faz encostar os contatos através de um potente eletroímã e necessita apenas de corrente de fraca intensidade é, por sua vez, acionado por um interruptor de menores dimensões, montado junto ao motorista, ou seja, o interruptor de ignição.

Os cabos elétricos da bateria para o solenóide e do solenóide para o motor de arranque devem ser de maior diâmetro e estar bem ligados para que possam transmitir a corrente de levada intensidade.

Alternador

Os elementos geradores do alternador constituem o induzido que encontram-se no interior de um anel fixo, de ferro macio – o estator. O indutor, ou rotor está

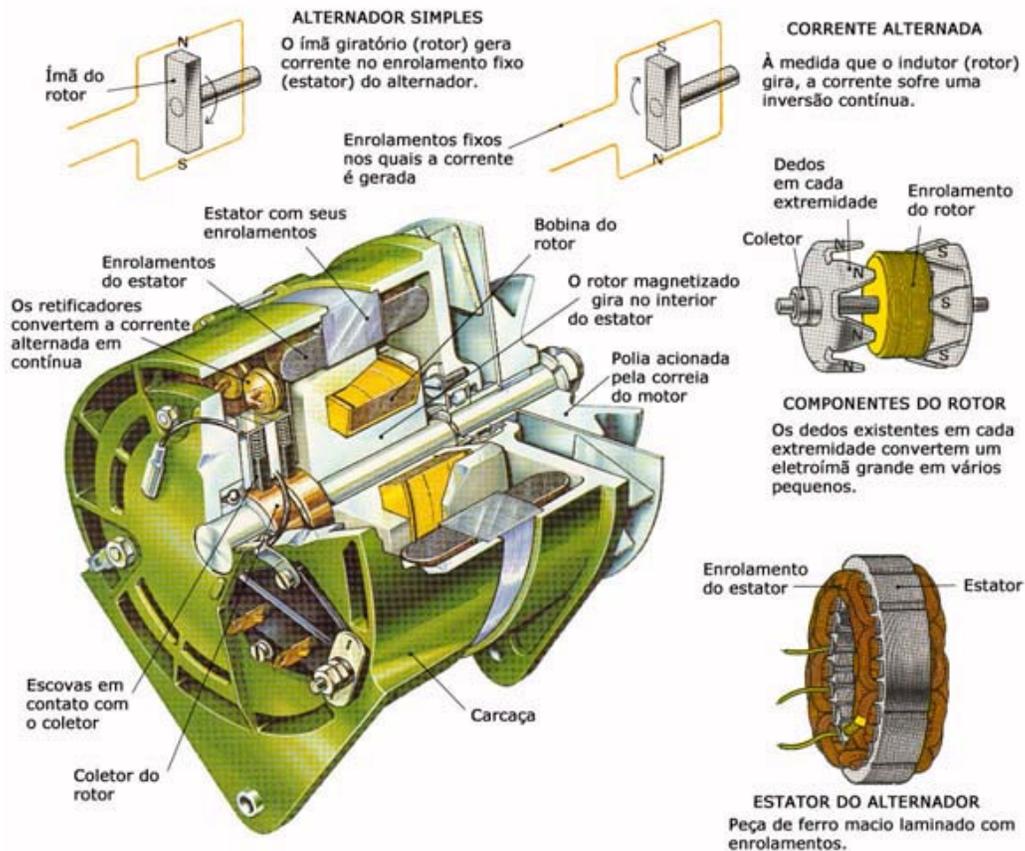
montado em rolamentos existentes no interior do alternador e é acionado por uma correia.

O rotor contém apenas um enrolamento constituindo uma bobina com cada extremidade ligada a um anel coletor isolador. A corrente é transmitida aos anéis coletores por duas pequenas escovas de carvão fixas; quando a corrente passa através da bobina do rotor, este transforma-se num eletroímã – uma extremidade torna-se pólo norte e a outra pólo sul.

A corrente é gerada no enrolamento do estator quando um eletroímã passa por cada bobina do estator; quanto maior for o número de vezes que os eletroímãs passem por cada bobina, num determinado espaço de tempo, mais elevada será a intensidade da corrente gerada.

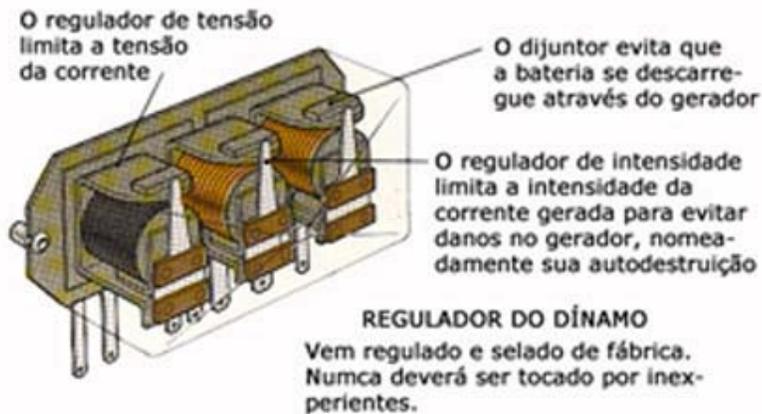
Ao contrário do dínamo, um alternador não gera corrente contínua visto não possuir qualquer coletor. Pólos norte e sul passam, sucessivamente, por cada enrolamento do estator, gerando alternadamente corrente positiva e negativa. Esta corrente alternada é transformada em corrente contínua – necessária para carregar a bateria – por intermédio de válvulas eletrônicas de sentido único, denominados díodos ou retificadores, montados no interior do alternador. Como algumas destas válvulas deixam passar apenas corrente negativa, enquanto outras apenas correntes positivas, é contínua a corrente proveniente dos terminais.

Um alternador limita o seu próprio débito de corrente. Os retificadores, uma vez que impedem a passagem da corrente no sentido inverso funciona como disjuntores. Em consequência, o alternador necessita apenas de regulagem de voltagem, podendo o regulador de tensão ser completamente transtorizado e, com frequência, instalado no interior da carcaça do alternador.



Dado que a tensão da corrente gerada pelo dínamo aumenta com a velocidade do motor, aquela necessita de uma unidade de regulação. Esta unidade limita a tensão cerca de 14,8 volts, para que a bateria não fique sobrecarregada, nem sejam danificados os dispositivos elétricos.

A unidade de regulação limita também a intensidade da corrente para evitar danos no próprio gerador e, por meio de disjuntor, evita que a bateria se descarregue através do dínamo. Um alternador limita a intensidade da corrente gerada.



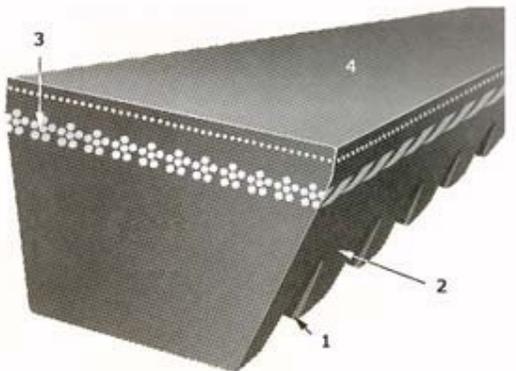
Correias

CORREIAS

Através do movimento do virabrequim a correia movimenta o alternador, bomba d'água, bomba da direção hidráulica, compressor do ar condicionado entre outros componentes.

Basicamente encontramos três tipos de correias em um veículo dependendo do modelo e ano:

CORREIA EM V



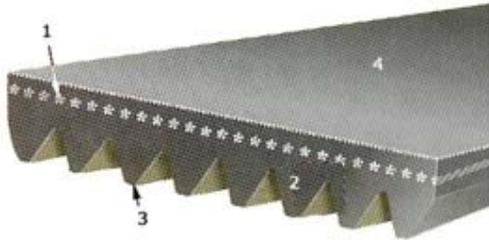
1 Dentes moldados proporcionam maior flexibilidade, maior tração na transmissão de Hp, dissipam melhor o calor.

2 Mistura especial de borracha garante ótima maleabilidade dos dentes, resultando em melhor aderência à polia.

3 Malha de tração em poliéster mantém a estabilidade dimensional da correia, graças ao baixo coeficiente de dilatação.

4 Tecido revestido de borracha que assegura alta rigidez transversal, impedindo que a correia torça durante o funcionamento.

CORREIA MICRO V, POLI V OU ÚNICA



- 1 Malha de tração em poliéster oferecem estabilidade dimensional, resistência térmica e flexibilidade.
- 2 Composição especial de borracha resiste ao calor. Óleos e poeira.
- 3 Forma em V longitudinais possibilita maior área de contato e transmissão integral da força.
- 4 Tecido emborrachado que proporciona resistência e rigidez transversal.

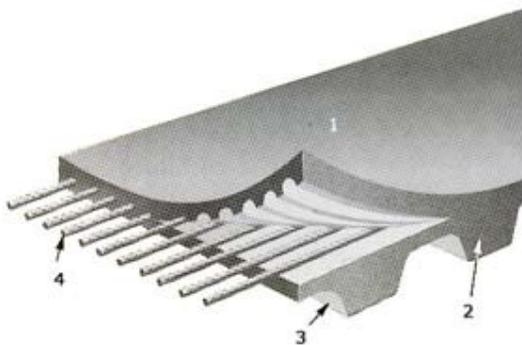
Correia de alta eficiência, apresentando perfil mais baixo e grande área de contato com as polias.

CORREIA DUPLA



Pouco utilizadas nos automóveis.

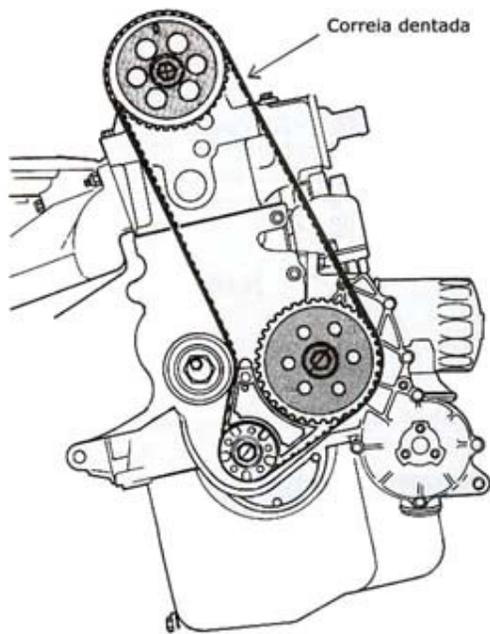
CORREIA SINCRONIZADA OU DENTADA



- 1 Revestimento especial altamente resistente a agentes externos (óleo, ação do ozônio, calor, etc.).
- 2 Dentes moldados que proporcionam a transmissão precisa do torque exercido pelo motor.
- 3 Trama de poliamida tem como função proteger os dentes e oferecer resistência.
- 4 Malha de tração construída em fibra de vidro, oferece maior resistência e estabilidade dimensional.

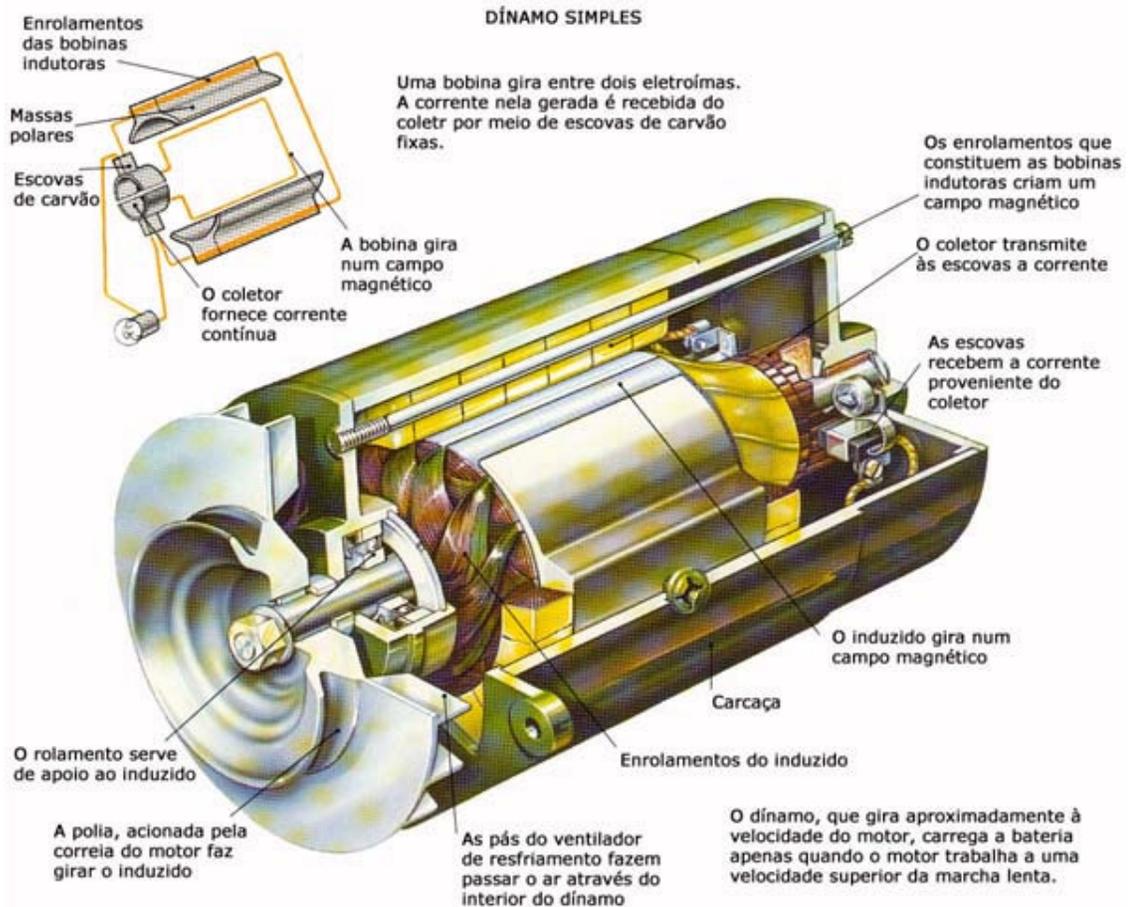
Em todos os motores a explosão existe a necessidade de sincronizar o movimento do virabrequim com o eixo do comando de válvulas, num mesmo compasso, para que se torne possível seu funcionamento. As correias dentadas têm exatamente esta função, interligando as partes mecânicas e estabelecendo seu sincronismo.

Não é tão raro que se verifiquem ruídos característicos das correias geralmente provocados pôr tensão alta, desgaste das polias resultado do uso da correia nova com polia velha ou gasta.



A maior parte dos problemas com correias sincronizadas tem origem na regulação de sua tensão, daí a razão de usar medidores de tensão. A quebra da correia também pode ser causada pôr tensão insuficiente, ou ainda pelo desgaste das polias ou desequilíbrio de tolerância (diâmetro, perfil, e excentricidade das polias). O desalinhamento das polias pode ser outra causa de seu rompimento. As correias, como todas as outras peças mecânicas, tem vida útil limitada, e devem ser substituídas periodicamente de acordo com as recomendações de fabrica.

Dinamo



Todos os automóveis têm um gerador, sem o qual as necessidades de corrente elétrica num veículo atual esgotariam em pouco mais de uma hora toda a carga de uma bateria carregada. O gerador pode ser um dínamo, que gera corrente contínua (CC), ou de um alternador, que gera corrente alternada (CA), que depois é retificada por uma ponte de díodos disposta no seu interior.

Um alternador pode debitar mais corrente do que um dínamo das mesmas dimensões e assim carregar a bateria quando o motor funciona em marcha lenta, o que constitui uma vantagem em condições de tráfego intenso e permite a utilização de determinados acessórios. Porém, como uma bateria é carregada apenas por uma corrente contínua, o alternador implica a necessidade de um retificador para converter a corrente alternada em contínua.

Dada a dificuldade em retirar corrente do induzido, devido aos seus complexos enrolamentos e em arrefecê-lo, a intensidade máxima da corrente do dínamo está limitada a cerca de 30 A e a sua velocidade máxima a 9 000 RPM para motores cuja

rotação máxima seja de 6 000 RPM o dínamo terá de dispor de uma polia de razoáveis dimensões; contudo, um gerador que rode a menos de 1 200 RPM não produz corrente suficiente para carregar a bateria; assim, quando o motor funciona em marcha lenta, a 600 r. p. m., por exemplo, a bateria não pode ser carregada por um dínamo.

Em contrapartida, um alternador não apresenta grandes problemas de arrefecimento, já que os seus enrolamentos geradores são fixos. Pode ser calculado para debitar mais de 45 A, dado que o seu rotor pode girar a mais de 12 000 RPM. Assim, quando o motor o motor funciona em marcha lenta, o alternador, comandado por uma polia de menores dimensões que a do motor, gira a 1 200 RPM – velocidade suficiente para carregar a bateria.

Como o dínamo gera corrente – O dínamo consiste numa carcaça no interior da qual se encontram dois eletroímãs fixos, diametralmente opostos, conhecidos por indutores, formados cada um por uma massa polar e uma bobina indutora. Entre os eletroímãs situa-se o induzido que geralmente contém 28 bobinas independentes. As extremidades de cada bobina estão ligadas a lâminas de cobre que constitui o coletor. O induzido está montado sobre rolamentos e casquilhos e é acionado pela correia da ventoinha. Duas escovas de carvão fixas diametralmente estão continuamente em contato com o coletor.

Quando a corrente passa através dos enrolamentos das bobinas indutoras cria-se um campo magnético. Quando o induzido gira neste campo magnético, gera-se uma corrente nos enrolamentos do induzido. Esta corrente deixa cada bobina através do coletor e das escovas de carvão em contato com este. Uma escova recebe sempre uma corrente negativa, enquanto a outra recebe corrente positiva, pelo que a corrente gerada é contínua.

Quando o dínamo está a carregando uma bateria fraca ou quando estão ligados os faróis e outros elementos de grande consumo elétrico, pode ser necessário mais de 0,5 HP para fazer girar o induzido à velocidade exigida. Se a correia do ventilador estiver frouxa, patinará. Em consequência, o dínamo deixa de gerar a corrente necessária, pelo que a bateria perderá gradualmente a sua carga.

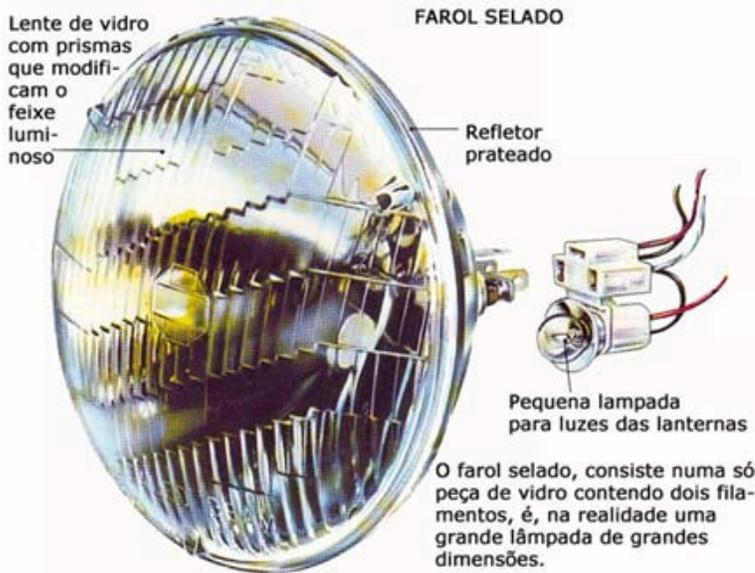
Faróis

Para além das luzes de presença (as lanternas) – brancas à frente e vermelhas à trás – todos os automóveis devem ter duas luzes de intensidade máxima (os faróis altos), com um alcance mínimo e outras duas de intensidade média (os faróis baixos), com um alcance máximo de 30 m. , e dirigidas para o solo. São também obrigatórias por lei as luzes de mudanças de direção (pisca pisca). Os automóveis devem ainda apresentar dois refletores vermelhos de substância catadiótrica (refletores), que assinalam a presença do automóvel, de noite, com as luzes apagadas.

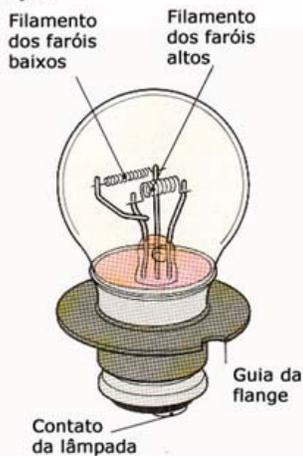
Hoje em dia, filamentos independentes, existentes numa única lâmpada em cada farol, emitem a luz de faróis altos e de baixos. Num sistema de quatro faróis os dois faróis adicionais são geralmente de longo alcance e apagam-se quando se aciona o interruptor dos faróis baixos. Todos os faróis têm a possibilidade de regulação para modificar o feixe luminoso.

A fonte luminosa consiste geralmente num filamento de tungstênio alojado quer numa ampola, quer num farol selado (conjunto óptico, ou óptica). O feixe luminoso é modificado por refletor e por prismas existentes no vidro do farol.

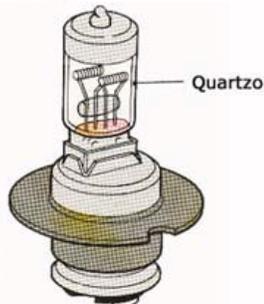
No caso de filamentos duplos, o dos faróis alto está geralmente localizado no foco do refletor para se obter um feixe luminoso paralelo na faixa de rodagem e apontado para frente. O filamento dos faróis baixos encontra-se quer fora do centro, quer parcialmente oculto, de forma a ser usado apenas a metade do refletor e assim emitir um feixe luminoso voltado para baixo e mais amplo.



As lâmpadas pré focadas contém filamentos rigorosamente localizados e apresentam uma flange com um guia para serem montadas no refletor, ficando assim sempre focadas. A lâmpada foi já planejada para ser montada apenas numa determinada posição.



O corte existente na flange de uma lâmpada assegura a correta montagem.



LAMPADAS DE IODO

Esta lâmpadas podem substituir as normais e fornecem uma luz mais clara e mais intensa.

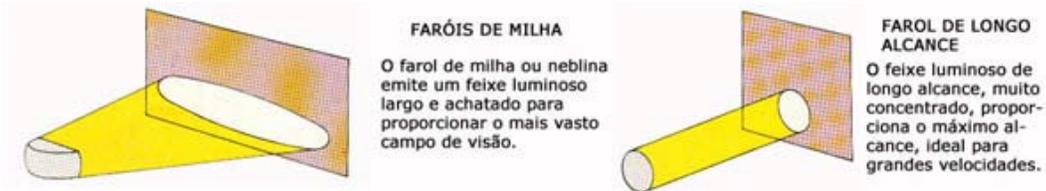
Lâmpadas pré - focadas - As lâmpadas pré-focadas contém filamentos rigorosamente localizados e apresentam uma flange localizadora para que, ao serem montadas, no refletor - permanentemente - , fiquem sempre focadas. A lâmpada foi projetada para ser montada apenas numa determinada posição.

Lâmpadas de iodo - Estas lâmpadas, que podem substituir as lâmpadas pré focadas, fornecem uma luz mais clara e mais intensa.

Até há poucos anos os faróis eram geralmente formados por uma lâmpada montada num refletor metálico, atrás de uma lente de vidro, mas com o passar do tempo, as lâmpadas escureciam e os refletores ficavam embaçados, devido a entrada de poeira e umidade. O farol moderno é formado por um conjunto selado, todo de vidro, contendo dois filamentos, sem lâmpada. A parte de trás do conjunto é prateada, atuando assim como um refletor e o vidro da frente apresenta a forma de lente. Na realidade, o conjunto constitui uma grande lâmpada estanque à poeira e a umidade;

Num sistema de dois faróis os conjuntos selados apresentam, na sua maioria, um filamento de 60 Watts para os faróis altos e um de 45 W para os baixos.

Faróis de neblina e de longo alcance - Os faróis de neblina, úteis em condições de nevoeiro, neblina marítima ou mesmo queda de neve, podem ser montados como acessórios. O mesmo acontece com os faróis de longo alcance, de grande intensidade - cuja luz se concentra num feixe estreito a fim de se conseguir o máximo alcance -, que são apropriados para a condução em grande velocidade em estradas não iluminadas.



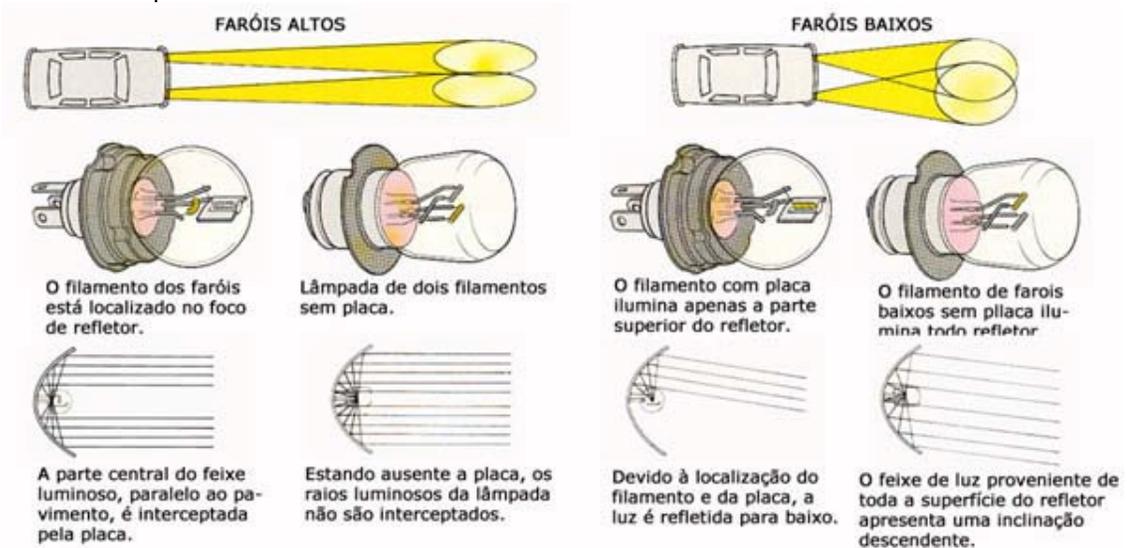
Os faróis de neblina são concebidos de modo a emitir um feixe luminoso amplo e achatado, o que permite ao motorista ver o acostamento do lado da faixa de rodagem por onde circula e o centro desta. Se o farol tiver um grande diâmetro e o refletor for bastante côncavo, a luz será mais intensa, é conveniente que os faróis de neblina sejam orientados de forma que a parte superior do feixe luminoso atinja a faixa de rodagem a cerca de 10 metros à frente do automóvel.

Alguns destes faróis emitem uma luz amarela que ajuda a evitar o ofuscamento. A cor depende da preferência do motorista e, desde que não se trate de faróis selados, a lâmpada pode ser facilmente trocada. Consegue-se o efeito da luz amarela aplicando uma pintura transparente, nesta cor, nos vidros dos faróis. Não existe, contudo, nenhum fundamento para crer que os raios luminosos amarelos proporcionam melhor visibilidade do que os brancos – exceto, possivelmente, com leve neblina.

Os faróis de longo alcance emitem um feixe luminoso concentrado, que deve ser apontado bem para a direita e precisamente acima da parte superior do feixe da luz dos faróis baixos.

As lâmpadas de iodo têm uma potência luminosa superior às das lâmpadas comuns, de filamento de tungstênio. Eram fabricadas, a princípio, com um só filamento, sendo necessário um solenóide para baixar a lâmpada ou refletor, a fim de obter os faróis baixos. Por esta razão, as lâmpadas de iodo eram geralmente montadas em faróis de longo alcance, para percursos em estrada e em faróis de neblina. Atualmente, as lâmpadas de iodo com dois filamentos são permutáveis com as lâmpadas normais.

As lâmpadas de iodo não escurecem como as outras lâmpadas, pois o seu invólucro é feito de quartzo, e não de vidro, e cheio de gás halogênio. Estas lâmpadas não devem ser tocadas com as mãos, já que o sal (presente na transpiração) pode manchar o quartzo.

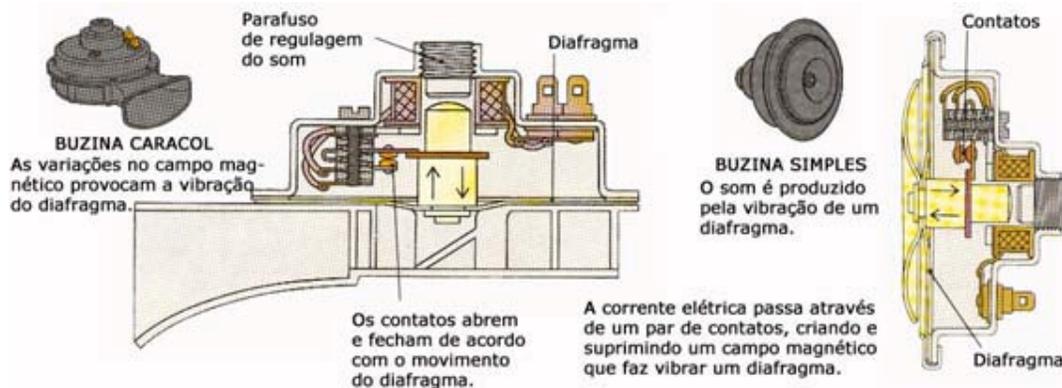


FARÓIS INTELIGENTES

Sistema desenvolvido para que os faróis tenham um padrão de iluminação variável, em função da utilização do mesmo. É composto de sensores e câmara de

infravermelho que monitora o fecho em função da velocidade, ângulo de direção e condições de tráfego, iluminando somente aquilo que interessa para o motorista.

Buzina

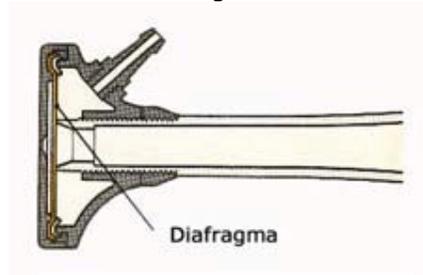


As buzinas de diafragma e as de trompa funcionam de maneira semelhante. A corrente elétrica passa através de um par de contatos, criando e suprimindo um campo magnético que faz vibrar um diafragma

Buzina elétrica de trompa – As variações no campo magnético provocam a vibração do diafragma.

Buzina elétrica simples – O som é produzido pela vibração de um diafragma.

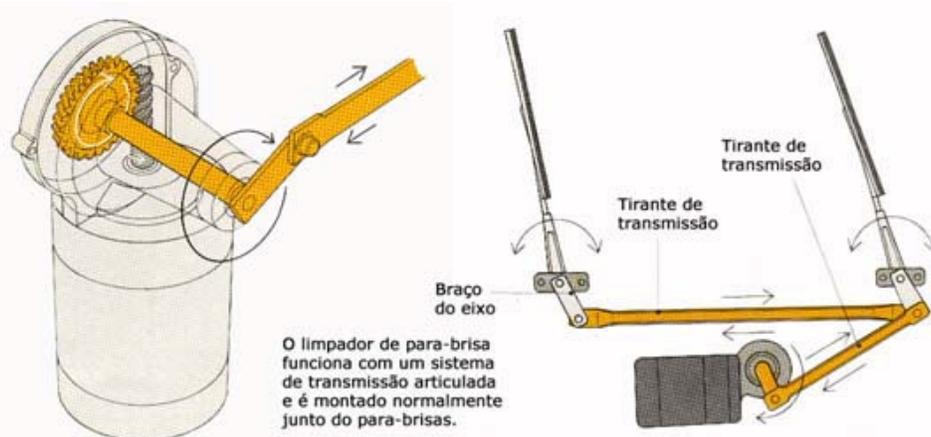
Buzinas pneumáticas – Neste tipo de buzina o ar, proveniente de uma bomba, faz vibrar um diafragma.



Limpador de parabrisa

Os limpadores de pára brisas são acionados por um pequeno motor elétrico. Este põe em movimento um mecanismo de engrenagem e manivela que converte o movimento rotativo num movimento alternativo, necessário para acionar a haste das palhetas. O comprimento da manivela e, em alguns modelos, a transmissão mecânica condiciona o funcionamento angular das palhetas. Além do interruptor do limpador de para brisa, que se encontra no painel, existe outro interruptor ligado ao conjunto da manivela. Quando o motorista desliga o interruptor dos limpadores de pára brisa estes continuam a funcionar até atingirem a posição de repouso, o que é possível graças ao sistema de dois interruptores. Alguns motores de limpador de para brisas apresentam também um termostato. Assim, se os limpadores de para brisas ficarem detidos em qualquer posição, devido ao gelo ou à neve, o motor não se queimará tentando movê-los. Motores de duas velocidades permitem que as palhetas se movam mais lentamente ou mais rapidamente.

Palheta do limpador de pára brisa - O movimento de cada palheta é condicionado pelo comprimento dos diversos elementos do sistema de transmissão articulada.



LIMPADOR DE PÁRA BRISA ELETRÔNICO

Tem acionamento automático do sistema, através de um módulo de controle e sensor de chuva, que se ajusta com a intensidade da chuva, aumentando a qualidade da limpeza e dando maior visibilidade.

Pisca-pisca

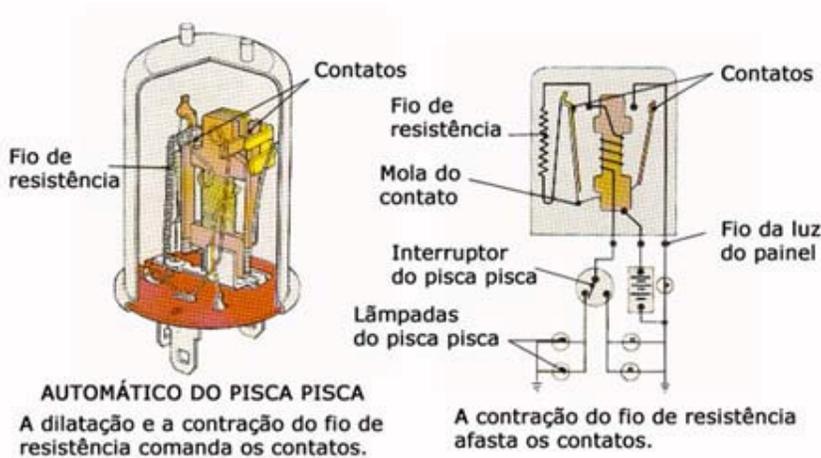
Todos os automóveis têm pisca-pisca na frente e atrás e alguns ainda tem nas laterais. Uma luz no interior do veículo (painel) lembra o motorista que o pisca-pisca está em funcionamento.

A luz do pisca-pisca é intermitente pela ação de um dispositivo, o automático do pisca-pisca (rele), quando se aciona o interruptor, a corrente, proveniente da bateria, passa através de um circuito que inclui um fio de resistência tenso. A corrente aquece o fio de resistência dilatando-o, permitindo assim que os contatos fechem os circuitos.

Deste modo, a corrente deixa de ser limitada pelo fio de resistência e passa para as lâmpadas do pisca-pisca acendendo-as. Assim, as lâmpadas acendem, o fio de resistência começa a arrefecer e contrair-se, separando-se deste modo os contatos, do que resulta apagarem-se as luzes. Este ciclo repete-se entre sessenta e cento e vinte vezes pôr minuto até que o interruptor seja desligado.

O interruptor do pisca-pisca está instalado na coluna de direção. Alguns modelos podem acionar ainda o interruptor de luzes e dos faróis baixos e incluir o botão da buzina. Os interruptores do pisca-pisca são geralmente desligados automaticamente pela direção, por meio de um dispositivo que consiste num pequeno pino adaptado ao eixo da direção.

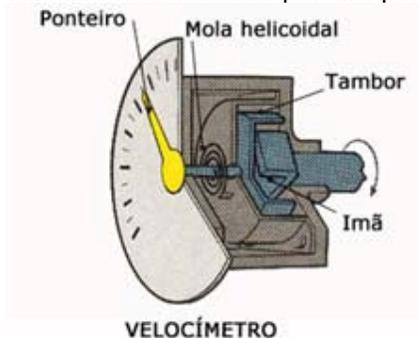
Quando o interruptor do pisca-pisca é acionado, uma pequena alavanca flexível é deslocada para o percurso do pino. Quando o volante se move na direção pretendida, a alavanca flete de forma a passar sobre o pino; quando o volante gira em sentido oposto, o pino aciona a alavanca, apagando o pisca-pisca.



Painel

Os painéis apresentam um interruptor da ignição, um indicador do nível de gasolina, um indicador do nível de temperatura da água, várias luzes coloridas de aviso e um velocímetro com odômetro.

Velocímetro – O velocímetro consiste geralmente mostrador circular onde a velocidade é indicada pôr um ponteiro que aponta para os números.



Alguns velocímetros mais antigos funcionam com um cabo. Nos automóveis modernos funcionam eletronicamente acionados por um sensor de velocidade localizado na saída da caixa de transmissão.

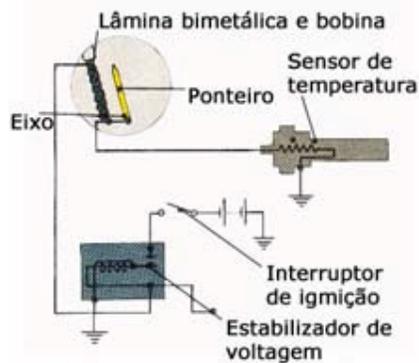
Odômetro - Ligado ao velocímetro existe geralmente um odômetro que registra a distância percorrida e cuja a leitura é feita no mostrador deste. Alguns odômetros fornecem duas indicações: a quilometragem total ou parcial, correspondente à viagem em curso.

Conta-giros - Em alguns automóveis, especialmente os esportivos apresentam um conta-giros, ou taquímetro, que funciona eletronicamente e indica a velocidade a que gira o virabrequim do motor.

Os números que o motorista vê são geralmente múltiplos de 10 e devem ser multiplicados por 100 para indicar as rotações por minuto do motor.

Indicador de temperatura da água - O indicador de temperatura e o indicador do nível da gasolina baseiam-se no mesmo principio de funcionamento. Têm mostradores diferentes e possuem ambos, geralmente, uma lâmina bimetálica e um ponteiro. Quando a corrente passa através de uma bobina enrolada em torno

da lâmina bimetálica esta aquece e dobra-se, já que os metais que a compõe não tem os mesmos coeficientes de dilatação.



INDICADOR DE TEMPERATURA

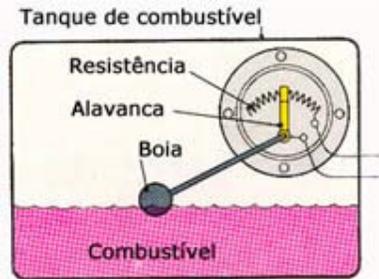
Ao modificar-se a temperatura da água, a termoresistência em contato com esta faz variar a corrente que passa através de uma bobina que aquece uma lâmina bimetálica. Esta faz mover o ponteiro do mostrador. Um estabilizador assegura a alimentação de corrente sob tensão constante.

À medida que a lâmina se curva, o ponteiro ligado a esta desloca-se sobre uma escala. A intensidade da corrente e, em consequência, a temperatura da lâmina são reguladas pôr uma unidade sensível à temperatura (termo resistência). O indicador de temperatura pode permitir uma leitura exata, em graus, ou aproximada, em iniciais: C (cold – frio), N (normal) e H (hot – quente).

Indicador do nível de combustível

A unidade sensível no indicador do nível do combustível consiste num reóstato, ou resistência variável, montado no tanque da gasolina. Uma bola que sobe e desce, consoante o nível da gasolina, move uma alavanca ligada à resistência variável, alterando assim a intensidade da corrente que passa através do indicador. Quanto mais elevado for o nível do combustível, menor será a resistência, maior será a intensidade da corrente que atravessa a resistência e mais elevado será o valor indicado no mostrador. O período de tempo que decorre até que a lâmina bimetálica sofra os efeitos do calor faz com que o ponteiro se desloque lentamente no mostrador quando se liga o interruptor da ignição.

Os antigos indicadores do nível do combustível, acionados por um eletroímã, permitiam uma leitura imediata.



Uma boia existente no tanque de combustível, e que sobe e desce dependendo do nível de combustível, faz moer uma alavanca ligada a uma resistência variável. O valor indicado no mostrador é proporcional à intensidade da corrente que atravessa esta resistência.

Indicador da pressão de óleo (manômetro do óleo) - Este indicador indica a pressão de óleo no sistema de lubrificação do motor. Uma pressão consideravelmente abaixo do normal pode indicar desgaste nos apoios principais ou nos apoios das cabeças das bielas, já que o desgaste implica folgas maiores, do que resulta uma pressão mais baixa.

Variações bruscas na posição do ponteiro ou uma descida no valor da leitura, numa curva, indicam que o nível do Carter está tão baixo que o óleo, nestas circunstâncias, se afasta da zona de aspiração da bomba. Os automóveis, na sua maioria, tem uma luz de aviso de baixa pressão do óleo, em vez de um indicador.

Amperímetro - Em alguns automóveis, a luz de aviso da ignição tem como complemento um amperímetro que indica a intensidade da carga ou descarga da bateria.

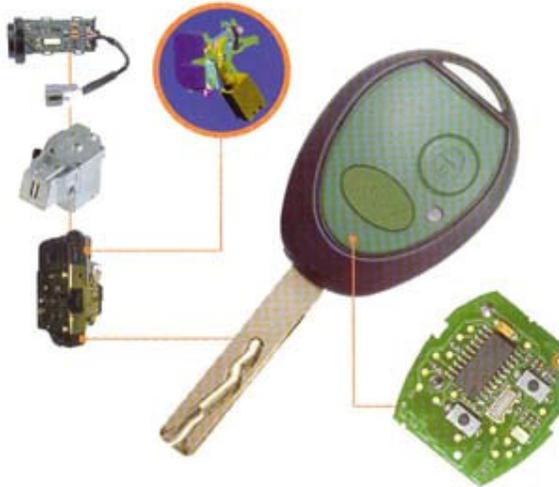
Se uma correia do ventilador estiver partida ou frouxa, o amperímetro indicará uma descarga, já que, neste caso, a correia não acionou o gerador à velocidade adequada, pelo que a bateria, em vez de ser carregada, suprirá as necessidades elétricas do veículo. Deficiências no funcionamento do alternador ou no circuito de carga indicarão também uma descarga.

Mobilizador

Essa é uma engenhosa solução contra furtos de veículos.

Sua estratégia de trabalho, utilizando-se de componentes eletrônicos, foi desenvolvida com o objetivo de permitir que somente as chaves originais do veículo, possam ativar o funcionamento do motor.

Com o objetivo de combater os roubos de automóveis (ou pelo menos reduzir esse número) foi desenvolvido vários obstáculos para os bandidos, e com o objetivo de elevar esse grau de dificuldade, diversas soluções antifurtos foram desenvolvidas como os sistemas mecânicos de trava direção, os alarmes sonoros com linhas de monitoramento de abertura das portas e tampas, e inibidores de partida. Porém, mesmo com estes recursos que produzem uma certa segurança contra furtos, é difícil encontrar uma pessoa que não tenha passado pela desagradável surpresa de deixar o carro estacionado e, ao voltar, encontrar a sua vaga vazia ou ocupada por outro veículo.



O furto de um automóvel sempre foi realizado através de ligações diretas ou utilizando-se chaves mestras. Levava-se um carro do estacionamento sem grandes dificuldades. As travas mecânicas de direção são barreiras físicas que, em geral, só desencorajam o ladrão "preguiçoso". Os chamados sistemas antifurtos como alarmes, têm um funcionamento que permite simplesmente o aviso de que o carro foi violado.

Atualmente, estes sistemas evoluíram e possuem recursos que impedem a ativação do motor de partida, inibindo o funcionamento da linha de alimentação, sensores ultra-sônicos que monitoram o habitáculo e diversos dispositivos que podem permitir a ativação à distância, de forma combinada com os vidros elétricos e travamento central etc. porém, por questões de segurança, sua estratégia de atuação foi desenvolvida de forma que não interfira no funcionamento normal do motor. Afinal, ninguém deseja estar fazendo uma ultrapassagem e, no momento em que mais precisa da aceleração dinâmica, o motor apresente uma falha de funcionamento em função do sistema antifurto.

Atualmente a questão de proteção contra furtos é considerada um importante item no desenvolvimento do veículo, por envolver sistemas que interferem no funcionamento do motor e oferecer segurança contra furtos e confiabilidade de uso. Os sistemas imobilizadores, combinados com os completos sistemas de alarmes atuais, foram desenvolvidos com objetivo de impedir o furto do veículo, utilizando-se de complexas estratégias de monitoramento e controle do funcionamento dos seus componentes, com elevadíssimo grau de confiabilidade.

O sistema imobilizador é um item passivo contra furtos, pois não necessita de ativação ou desativação manual, habilitando-se automaticamente quando a ignição é ligada. Utilizando-se de uma chave de ignição estranha à programação do sistema, o funcionamento do motor será automaticamente bloqueado. Seus principais componentes são:

- chave com emissor/receptor
- bobina/antena de leitura
- unidade de comando do imobilizador
- unidade de comando do sistema de injeção
- chicote do sistema imobilizador

CHAVE DE IGNIÇÃO E PARTIDA COM EMISSOR E RECEPTOR

O sistema imobilizador é também conhecido como sistema transponder por suas características de funcionamento para troca de dados. O nome transponder é

resultado da junção de duas palavras que forma a base de funcionamento do sistema. O veículo sai da fábrica com suas chaves já programadas sendo estas as únicas que podem habilitar o funcionamento do motor. Os sistemas imobilizadores atuais têm um funcionamento randômico (aleatória para formação dos seus códigos) a cada ativação de ignição, permitindo a formação de $7,92 \times 10^{27}$ tipos de códigos diferenciados. Esta característica torna praticamente impossível a reprodução do código de comunicação no momento da conferência para habilitação, depois de ligada a ignição. O componente emissor/receptor não possui alimentação elétrica. Para sua energização este componente aproveita o campo magnético que é gerado pela bobina/antena que envolve o comutador de partida após ligar a ignição. Estando energizada, a chave emite seu código de armazenado por sinal de rádio-frequência. Este sinal é captado pela bobina que envolve o comutador de ignição e partida, que agora está trabalhando como antena.

BOBINA / ANTENA DE LEITURA

Este componente que envolve o comutador de ignição e partida é utilizado para energização do transponder da chave e como receptor do sinal de rádio-frequência emitido. Sua função nesta estratégia, é transformar esse sinal em pulsos elétricos codificados para serem encaminhados a unidade de comando do imobilizador com a finalidade de habilitar ou não o funcionamento do motor.

A estratégia de energização da bobina é garantida pela unidade de gerenciamento do imobilizador que o alimenta de tensão, gerando um campo magnético variável. Através deste campo se garantirá a ativação da chave de ignição introduzida no comutador de ignição e partida.

UNIDADE DE COMANDO DO IMOBILIZADOR

Esta unidade de comando tem a função de reconhecer a chave de ignição que habilita o sistema de injeção para entrar em funcionamento, preparar o transponder da chave codificando-o para a próxima partida e energizar a bobina/antena para que está cumpra o seu papel.

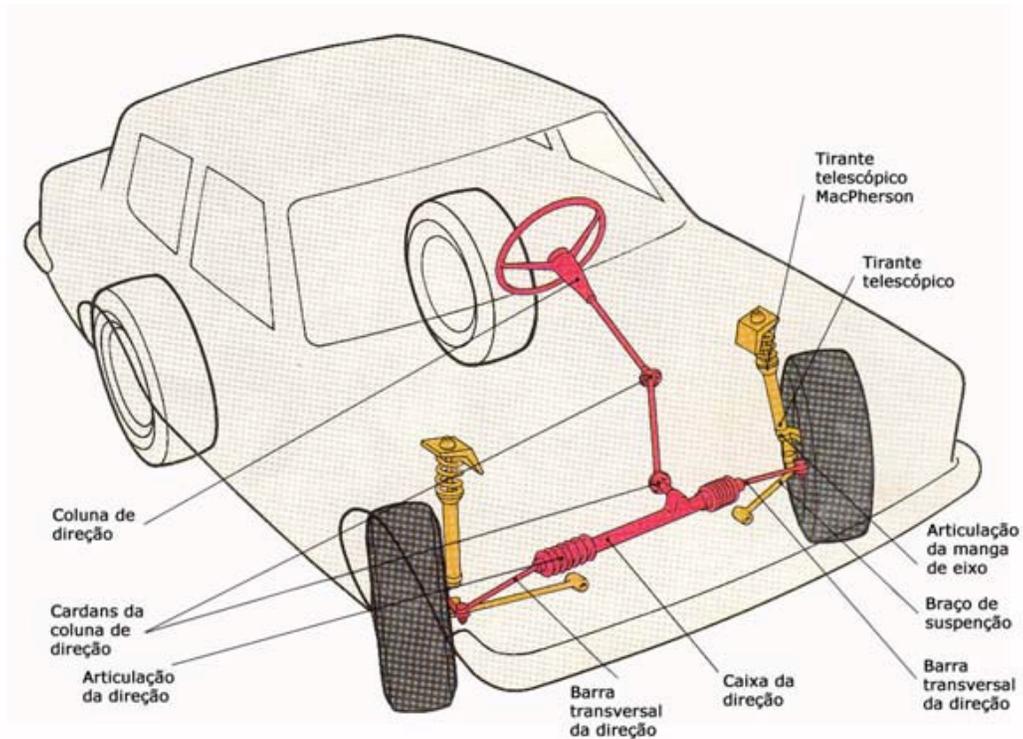
A unidade de comando do imobilizador tem uma estratégia de auto diagnósticos acessível por scanner específicos que apresenta os respectivos códigos de avarias. Esta unidade comanda o funcionamento de uma lâmpada piloto no painel que, quando estiver acesa, significa que algo não está correto com o imobilizador, podendo impedir o funcionamento do motor.

A unidade de comando do imobilizador tem basicamente um microprocessador e uma memória EPROM programável através de equipamentos específicos. Para o seu funcionamento, a unidade de comando do imobilizador recebe uma alimentação que a ativa. Neste momento, sua estratégia de atuação será a de energizar a bobina de leitura com o objetivo de formar o campo magnético para alimentar o transponder da chave. Concluída esta estratégia, a unidade de comando do imobilizador verifica se a chave em utilização é uma das habilitadas para liberar o funcionamento do motor.

Direção

Para dirigir um automóvel recorre-se ao volante, que vira as rodas da frente na direção pretendida, seguindo as rodas de trás a trajetória daquelas.

Haveria várias desvantagens – a principal das quais seria a instabilidade – em orientar as rodas traseiras. Numa bicicleta, a direção é comandada pelo guidão. Num automóvel, contudo, o motorista não teria força suficiente para comandar as rodas da frente se estas estivessem diretamente ligadas ao volante. Assim, o sistema de direção inclui um mecanismo de redução e, às vezes, um dispositivo de assistência mecânica para multiplicar o esforço que o motorista aplica ao volante.



São requisitos fundamentais, em qualquer mecanismo de direção, a facilidade de manobra e a tendência das rodas da frente para se endireitarem após descreverem uma curva. A direção também não deve transmitir ao motorista os efeitos das irregularidades do pavimento, embora deva proporcionar-lhe uma certa sensibilidade a esses efeitos.

Na coluna de direção, que aloja o eixo da direção e serve de apoio a este, estão montados, às vezes, alguns comandos, tais como a alavanca das mudanças de marchas, os interruptores das luzes e o botão da buzina. O comutador dos faróis encontra-se, com freqüência, montado sob o volante, ficando o comando do pisca - pisca, por vezes, no lado oposto. Estes dois comandos podem também estar combinados numa só alavanca, bem como o comando do limpador do pára brisa que também nos carros modernos é montado junto ao volante.

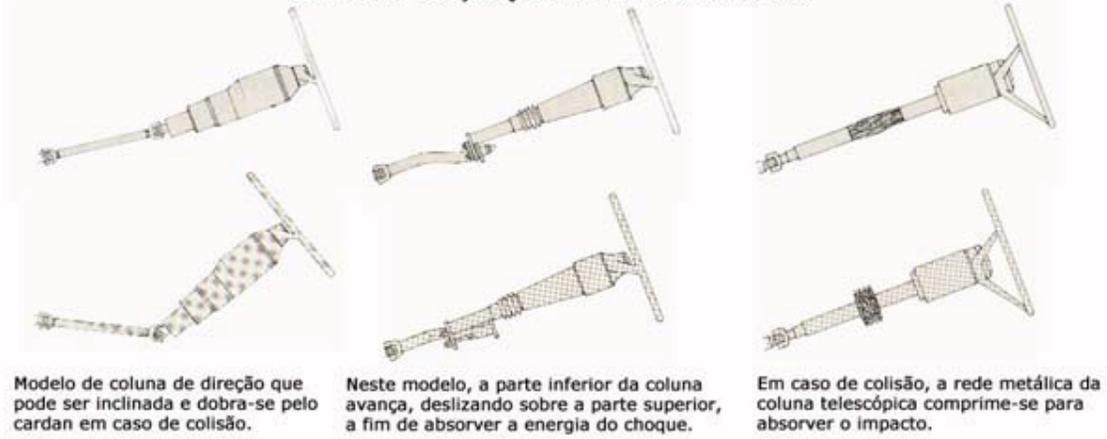
Alguns automóveis apresentam uma coluna de direção ajustável. A parte superior, onde se encontra o volante, pode ser deslocada telescopicamente para cima e para baixo e, em alguns casos, pode ser inclinada para se adaptar à estrutura e posição do motorista.

A coluna da direção pode ser construída de modo a ceder ou dobrar em caso de colisão. Por exemplo, no sistema AC Delco a coluna tubular é constituída por uma rede metálica que, apesar de resistir à torção, cede e absorve energia quando comprimida longitudinalmente. O eixo da direção apresenta uma união telescópica. Em outro sistema o eixo está dividido em seções, ligadas entre si por cardans, cujo eixo geométrico não é comum.

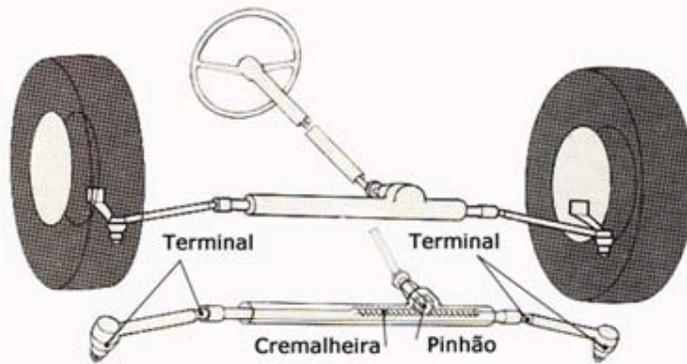
Os eixos dianteiros de seção perfilada dos automóveis antigos possuíam pinos nos quais giravam as mangas de eixo para dirigir as rodas. Alguns dos primeiros sistemas de suspensão independente possuíam ainda um pino mestre da manga de eixo entre as forquilhas que servia de apoio ao elemento giratório.

Em muitos casos, o sistema rotativo pôr pino mestre da manga de eixo substituído por um par de rótulas ou pivôs entre as quais se encontra o elemento giratório.

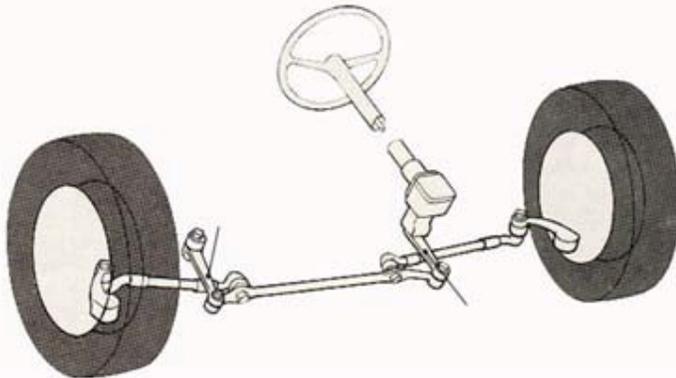
COLONAS DE DIREÇÃO QUE CEDEM EM CASO DE COLISÃO



Sistemas



PINHÃO E CREMALHEIRA. constitui o sistema mais simples de mecanismo de direção. Uma engrenagem (pinhão) que gira com o eixo da direção faz mover uma cremalheira ligada às rodas através de rotulas (terminais) que permitem o movimento ascendente e descendente.



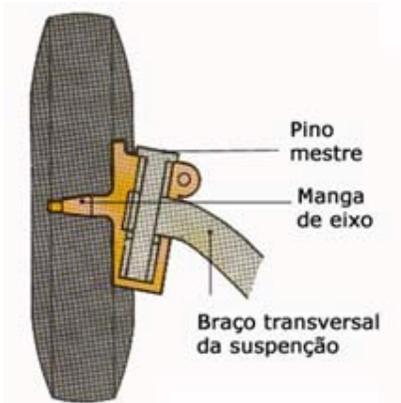
CAIXA DE DIREÇÃO. O volante aciona um sem fim e rolete ou um sem fim e porca que faz girar um braço (pitman) ligado às rodas através de barras de direção e de um braço auxiliar.

Um automóvel é dirigido por meio de um sistema de redução e de um sistema articulado – composto por hastes e alavancas – que se destinam a permitir o comando da direção com um mínimo de esforço.

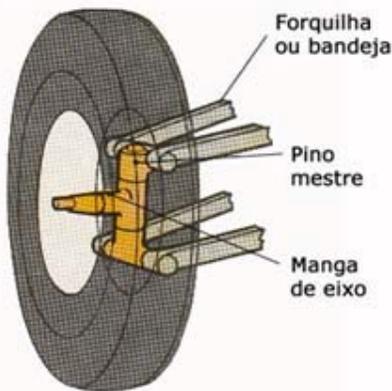
O eixo está ligado ao sistema de redução (caixa da direção), que transforma o movimento rotativo do volante num movimento alternativo do sistema articulado da direção, o que ajuda o motorista a dirigir as rodas sem empregar demasiado esforço. Ao longo dos anos foram utilizados vários tipos de caixa de direção, incluindo os designados por direção de sem fim e rolete e de sem fim e porca, com esferas circulantes.

Atualmente, contudo, os automóveis utilizam, em geral, um sistema de pinhão e cremalheira. Neste sistema uma cremalheira é movida por um pequeno pinhão existente na extremidade inferior do eixo da direção. Quando se roda o volante, a cremalheira move-se lateralmente e faz rodar as mangas de eixo (dois eixos curtos nos quais estão montadas as rodas da frente).

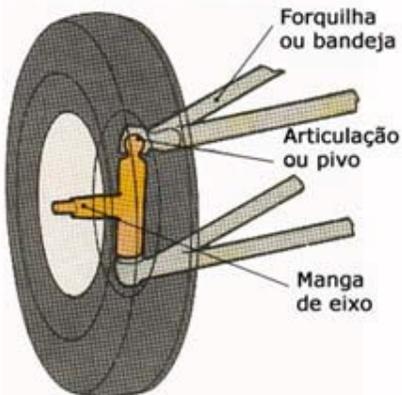
Nos sistemas mais antigos, a caixa da direção apresentava uma alavanca curta designada por pendural e que acionava a parte restante do sistema articulado.



Os eixos dianteiros dos automóveis antigos possuíam pinos nos quais giravam as mangas de eixo para dirigir as rodas.



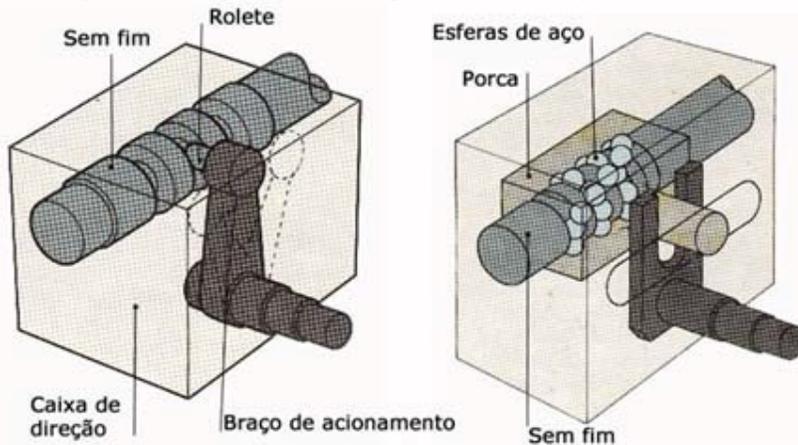
Alguns dos primeiros sistemas de suspensão independente possuíam ainda um pino mestre da manga de eixo entre as forquilhas que servia de apoio ao elemento giratório.



Em muitos casos, o sistema rotativo por pino mestre da manga de eixo foi substituído por um par de articulações entre as quais se encontra o elemento giratório.

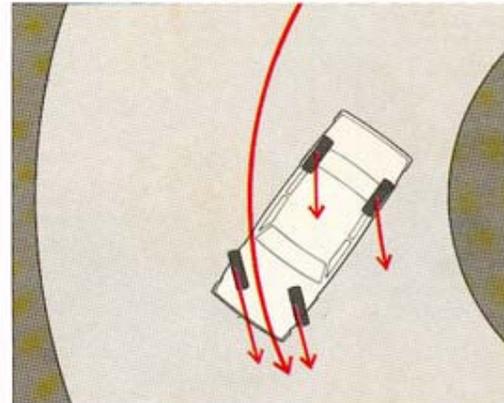
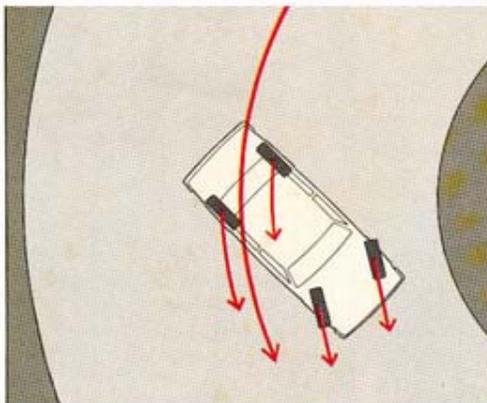
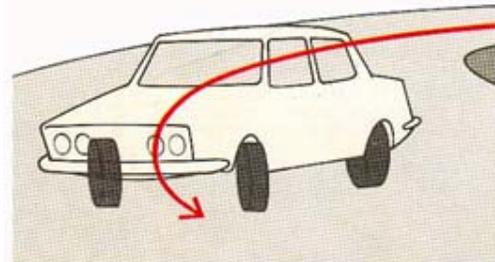
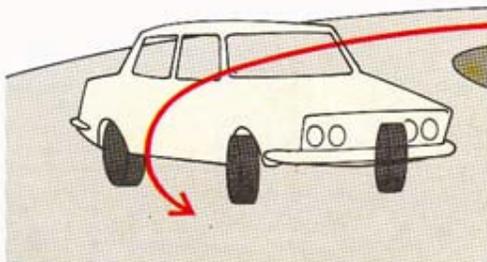
A caixa de direção reduz o esforço do motorista - O grau de redução do esforço – ou efeito de alavanca – que a caixa de direção torna possível, depende do peso e do tipo de automóvel. Um automóvel esportivo leve exige uma redução pequena, já que o motorista necessita de um comando rápido para corrigir as derrapagens.

Porém, um automóvel pesado, com pneus largos, exige uma redução elevada e/ou alguma forma de assistência mecânica para fazer uma curva a baixa velocidade. A caixa de direção e o sistema articulado também transferem para o volante a reação das rodas ao pavimento. Esta reação permite ao motorista ter um conhecimento imediato das condições do pavimento. Alguns mecanismos são eficientes na transmissão do esforço do motorista para as rodas não sendo, contudo, tão eficazes quanto à transmissão ao motorista de informações sobre possíveis irregularidades do pavimento.



SEM FIM E ROLETE. Um rolete cônico que se move ao longo de uma forma modificada de sem fim, existente na extremidade do eixo da direção, move o braço de acionamento.

SEM FIM E PORCA, COM ESFERAS. Uma série de esferas circulantes é utilizada para reduzir o atrito entre um sem fim e uma porca que se move ao longo deste.



SOBSTERÇAGEM

A força centrífuga tende a deslocar o automóvel lateralmente nas curvas. Se o ângulo de deslizamento das rodas traseiras for superior ao das rodas dianteiras, o automóvel fará uma curva mais fechada do que a pretendida pelo motorista. A parte traseira desvia-se para fora da curva, dificultando a dirigibilidade.

SOBSTERÇAGEM

Quando o ângulo de deslizamento for maior nas rodas da frente do que traseiras, o automóvel fará uma curva mais ampla do que a pretendida pelo motorista. Uma sobsterçagem moderada proporciona ao automóvel mais estabilidade direcional não só nas curvas como também ao percorrer retas longas a alta velocidade.

A aderência dos pneus ao pavimento permite ao motorista obrigar o veículo a fazer uma curva. Este desvia-se da trajetória retilínea devido às forças laterais aplicadas aos pneus quando o motorista roda o volante. Como o pneu é flexível e elástico a sua trajetória, numa curva, afasta-se ligeiramente da direção para qual está apontada a roda. O ângulo deste desvio depende da velocidade do automóvel e da natureza da curva.

A baixa velocidade e em curvas suaves, o ângulo será pequeno; quando o automóvel faz curvas fechadas em alta velocidade, o ângulo poderá ser tão acentuado que pode originar a derrapagem do pneu. Este ângulo também depende do tipo de pneu utilizado, da sua pressão, da carga suportada pôr cada pneu, da cambagem das rodas e de outros fatores, tais como as condições do pavimento.

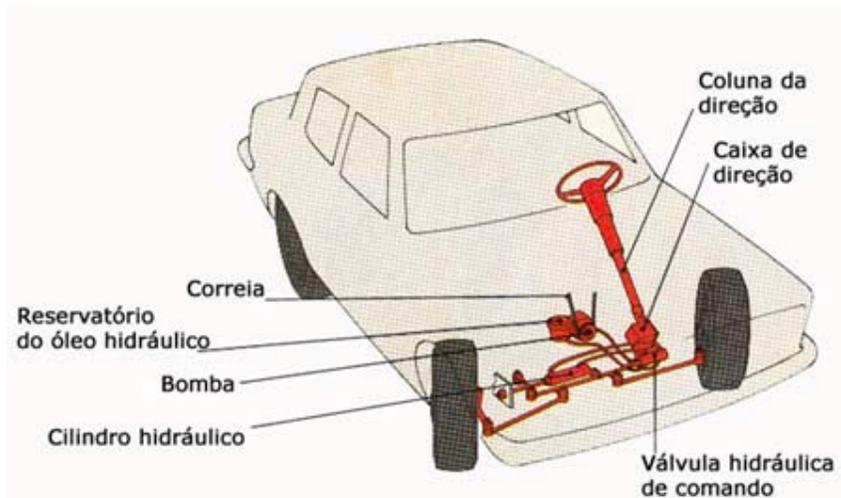
Quando o ângulo de deslizamento é maior nas rodas dianteiras do que nas traseiras, o automóvel tende a descrever uma trajetória mais aberta, que o motorista deve corrigir rodando mais o volante. Neste caso, diz-se que o automóvel sobesterça. Quando, pelo contrario, o ângulo é maior nas rodas traseiras do que nas dianteiras, é necessário um menor movimento inicial do volante, já que o automóvel responde prontamente aos comandos deste. Neste caso, diz-se que o automóvel sobresterça.

Os automóveis são normalmente plajeados para uma sobesterçagem moderada em condições normais de condução. O seu comportamento porém leva, com frequência, a uma posição neutra e, posteriormente, a uma sobrestargem se a velocidade, ao fazer a curva, aumentar progressivamente. Uma busca transição da sobesterçagem para sobresterçagem pode tornar perigosa a condução.

Os automóveis de tração dianteira (e os de competição com tração traseira) são também sensíveis à forma como o motorista utiliza o acelerador, pois esta afeta o referido ângulo. O ângulo de deslizamento ocorre também quando o automóvel, embora conduzido numa reta, está sujeito, como acontece frequentemente, às forças laterais, como sejam rajadas de vento e inclinação lateral da faixa de rodagem. Nestas circunstâncias, mantém-se estável o automóvel que, pelas suas características, tenha tendência para sobesterçar. Quando o automóvel tender para a sobresterçagem, o motorista terá de corrigir continuamente a direção. Quanto maior for a velocidade, menos tempo haverá para corrigir a direção.



Hidraulica



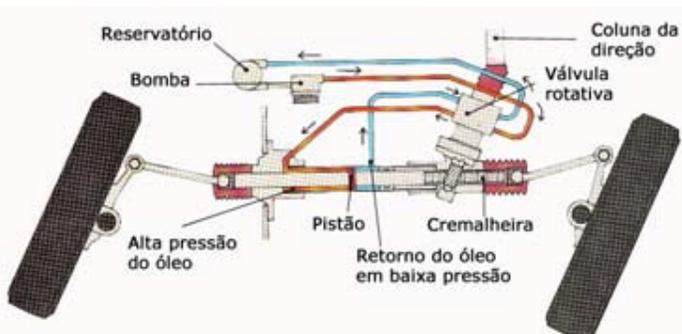
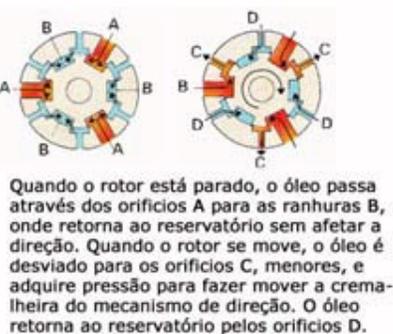
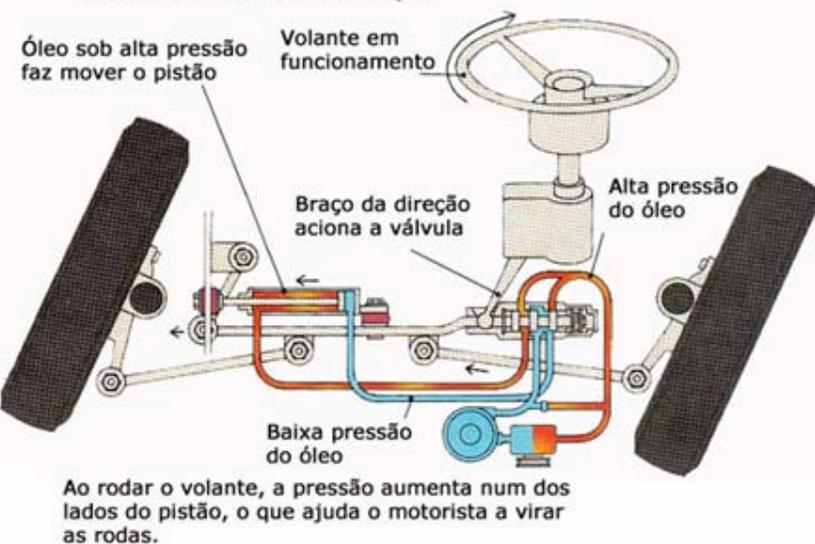
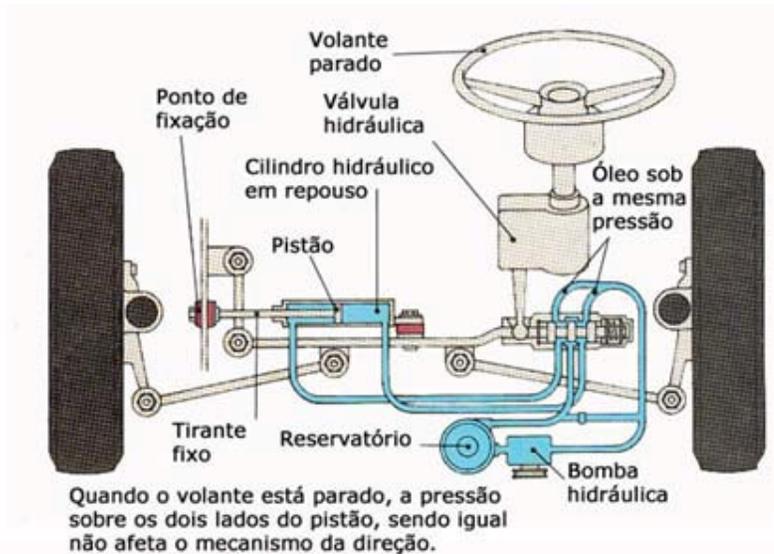
Numerosos automóveis de várias dimensões apresentam direção hidráulica como equipamento de série. A direção assistida reduz o esforço necessário para mover o volante e facilita as manobras a baixa velocidade como, por exemplo, o estacionamento num espaço reduzido.

A direção hidráulica também contribui para a segurança, com a direção convencional, o motorista pode perder o domínio do volante se um pneu estourar ou se uma roda tiver de enfrentar uma pronunciada irregularidade do pavimento.

Na maioria dos sistemas utiliza-se um fluido hidráulico ou um óleo leve, fornecido sob pressão, por uma bomba acionada pelo motor e proveniente de um depósito independente. Em caso de avaria no sistema, o automóvel pode continuar a ser dirigido manualmente. Quando o sistema de direção está em repouso, isto é, quando não é solicitado o seu funcionamento, o óleo passa através de dois orifícios de iguais dimensões, aplicando assim uma pressão igual aos dois lados de um pistão, contido num cilindro, ligado ao mecanismo de direção.

Ao mover-se o volante, aciona-se uma válvula de distribuição que abre um dos orifícios e fecha o outro.

O óleo exerce então pressão sobre apenas um dos lados do pistão, o que leva o mecanismo da direção a orientar as rodas na direção desejada. A pressão aplicada ao pistão depende da força que o motorista aplica ao volante. São componentes principais do sistema, a bomba que fornece o óleo, acionada por uma ligação direta ao alternador ou por uma correia trapezoidal; as válvulas sensíveis acionadas pelo movimento do volante ou pela deflexão das rodas; o conjunto do cilindro e do pistão e os tubos e mangueiras de ligação.



No sistema Adwest (com pinhão e cremalheira) de direção servo assistida, a pressão hidráulica é comandada e dirigida por uma válvula rotativa. Ao rodar-se o volante, a coluna da direção faz girar esta válvula de comando, dirigindo a pressão hidráulica para um ou outro dos lados do pistão acoplado a própria cremalheira. A pressão faz mover então a cremalheira para a direita ou para esquerda, aumentando assim o esforço que o motorista aplica o volante.

Graças a uma barra de torção que liga a coluna de direção à válvula, a assistência fornecida é proporcional à resistência oferecida pelos pneus à mudança de direção.

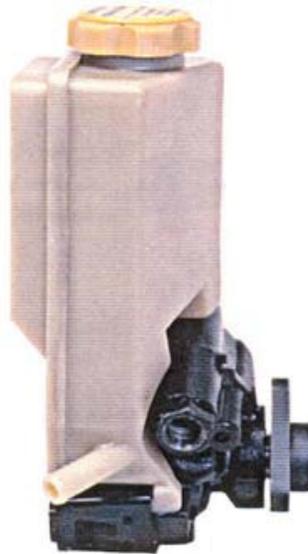
Bomba hidráulica

Os reservatórios de óleo hidráulico podem ser remotos ou acoplados a bomba. Os reservatórios remotos por ficarem afastados da bomba, necessitam de mangueira de alimentação.

BOMBA DE DIREÇÃO HIDRÁULICA



Bomba com reservatório remoto



Bomba com reservatório acoplado



Caixa de direção

Caixa de Direção hidráulica, pinhão e cremalheira com braços axiais acoplados nas extremidades da cremalheira.



Caixa de direção hidráulica, pinhão e cremalheira com braços de direção acoplados no centro da cremalheira.



Caixa de direção hidráulica, pinhão e cremalheira com braços de direção acoplados na extremidade da cremalheira.

Caixa de direção hidráulica, integral (setor e sem fim).



Mangueira

O sistema normalmente possui três tipos de mangueira:

- Mangueira de alimentação (quando o reservatório for remoto), que conduz o fluído do reservatório para a bomba hidráulica.
- Mangueira de pressão que conduz o fluído pressurizado da bomba para caixa de direção.
- Mangueira de retorno que conduz o fluído da caixa de direção para o reservatório.



As mangueiras do sistema hidráulico, além de transportar o óleo pelo sistema, são produzidas com materiais especiais para resistir ao fluído hidráulico, resistir a altas pressões de trabalho e resistir a elevadas temperaturas. Por isso, são elaboradas para ter uma dilatação adequada a cada tipo de veículo, funcionando como uma câmara de dilatação para a proteção dos picos de pressão causado pelo final de curso da caixa de direção; isto ocorre quando a direção é estercada para um dos lados até o final de curso; neste momento, a pressão atinge o pico suportado pelo sistema. Para evitar danos, a mangueira se expande absorvendo o impacto que o óleo exerce sobre a direção e a bomba, neste momento, a válvula de segurança da bomba abre-se fazendo o óleo aliviar para a alimentação da bomba.

Direção elétrica

A direção elétrica é um sistema totalmente elétrico, independente do motor. Apresenta melhor eficiência na utilização do espaço do compartimento do motor,

operação menos danosa ao meio ambiente, maior flexibilidade de projeto e maior economia de combustível, graças à redução das perdas de energia do motor. Este projeto elimina bombas e mangueiras e reduz o tempo de trabalho manual na montagem.



Alinhamento

Embora, teoricamente, as rodas da frente devam ser paralelas quando apontadas para frente, verifica-se na prática que se obtém melhores resultados quanto a uma direção mais firme e um menor desgaste dos pneus, quando as rodas se apresentam convergentes ou divergentes. Na maioria dos automóveis, as rodas da frente convergem alguns milímetros, compensando para o fato de não ser possível obter uma direção e uma suspensão perfeitas e da existência de uma certa folga na articulação da direção. Em outros automóveis, normalmente de tração dianteira, as rodas apontam ligeiramente para fora. O sistema de direção possui sempre um dispositivo para regulagem da convergência ou da divergência.

O alinhamento das rodas consiste em ajustar o grau de convergência ou de divergência destas, o qual raras vezes excede 4,5mm. Um alinhamento incorreto das rodas traseiras, devido a desgaste ou a acidente, podem também afetar a direção nos automóveis com suspensão independente.



Desmultiplicação, ou redução, da direção – Designa-se assim a relação existente entre a rotação do volante e o ângulo do movimento transmitido aos braços da

direção – componentes da articulação da direção ligados diretamente às mangas de eixo e que imprimem o ângulo de movimento às rodas.

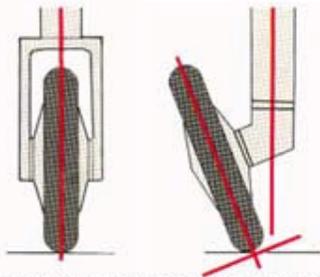
Se, por exemplo, uma rotação completa (360°) do volante imprimir aos braços da direção um desvio de 30° , a redução da direção será de 12:1 ($360:30$). Os automóveis ligeiros utilitários têm geralmente desmultiplicações da ordem de 15:1. Assim, para imprimir um desvio de cerca 60° às rodas da frente são necessárias duas voltas e meia no volante. Um veículo pesado poderá, contudo, exigir quatro ou cinco voltas de volante, o que corresponde a uma desmultiplicação de pelo menos, 24:1.

Todos os automóveis apresentam batentes que limitam o movimento da direção das rodas para evitar o contato dos pneus com qualquer parte da estrutura do automóvel. O raio mínimo de viragem corresponde ao da circunferência descrita pela parte mais saliente do lado que fica mais afastado da curva ou, mais usualmente, ao da circunferência descrita pela roda da frente desse lado.

Cambagem

Na maioria dos automóveis, as rodas dianteiras, quando observadas de frente, apresentam-se ligeiramente inclinadas para dentro e para fora. A inclinação da roda é designada por cambagem, sendo o seu valor denominado ângulo de cambagem (camber). A cambagem é positiva quando as rodas se inclinam para fora.

A inclinação destina-se a que o centro da superfície de contato dos pneus com o solo fique, quando o automóvel é observado de frente, o mais próximo possível do ponto onde um prolongamento imaginário do eixo do pino – mestre da manga de eixo intercepta o pavimento.



FUNDAMENTOS DA CAMBAGEM

A roda esquerda encontra-se perpendicular ao solo e não apresenta qualquer inclinação. A roda da direita está inclinada, mas contacta com o solo num ponto próximo do eixo do pino mestre da manga de eixo.

Praticamente, todos os automóveis modernos apresentam a referida inclinação das rodas, de conveniência comprovada, já que reduz o esforço do motorista na manobra para estacionar e elimina parte das vibrações transmitidas pelas rodas ao volante em alta velocidade. Em consequência deste desvio, cada roda tende a inclinar-se para fora. Contudo, se cada roda apresentar o mesmo grau de desvio, esta tendência será anulada pela reação, através da articulação da direção que liga as duas rodas. Deste modo, as uniões são mantidas continuamente sob uma carga positiva, numa direção e a uma tendência para a redução de ruídos. Qualquer erro no ângulo de cambagem ou no ângulo do eixo da direção traduzir-se-á em dificuldade de condução ou em desgaste dos pneus ou em ambos os efeitos.

Se a cambagem for exagerada, o bordo exterior do pneu sofrerá um desgaste excessivo. Os automóveis com tração dianteira apresentam, com frequência, um menor desvio. Em grande número de sistemas de suspensão independente a cambagem passa de positiva para negativa quando a roda sobe ou desce. As rodas

com uma cambagem negativa permanente são utilizadas em alguns automóveis, especialmente atrás, e também em alguns modelos esportivos.

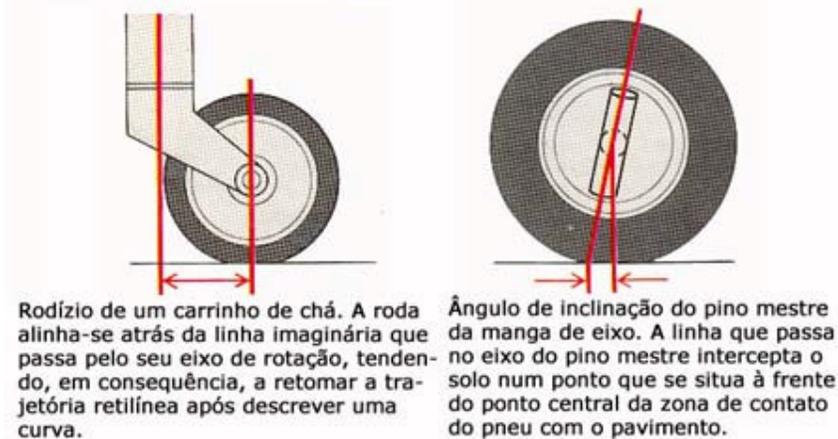


Ângulo de inclinação do pino mestre da manga de eixo "caster" – Um automóvel deve ter tendência para se deslocar em linha reta e retornar a essa direção após fazer uma curva.

Essa tendência, que assegura a estabilidade do automóvel quando em movimento, e que obriga o volante a retornar a sua posição inicial após uma curva, depende de numerosos fatores, entre os quais se incluem a suspensão e a elasticidade dos pneus, sendo um dos fatores mais importantes o ângulo de inclinação do pino mestre (o caster).

A atuação deste fator é facilmente compreendida através da observação, por exemplo, dos rodízios de um carrinho de chá. Estes, ao ser empurrado o carro, rodam seguindo em linha reta, a menos que se lhes imprima deliberadamente uma mudança de direção. Num automóvel, o ângulo de inclinação do pino mestre tem também como função obrigar a roda a percorrer uma linha reta.

O ponto central da superfície de contato da roda com o solo situa-se atrás da linha imaginária que prolonga o eixo do pino mestre da manga de eixo até a faixa de rodagem. O ângulo de inclinação do pino mestre é formado pela linha que passa pelo eixo deste e a linha vertical que passa pelo centro da roda. Tal como o ângulo de cambagem, deve ser verificado após qualquer acidente.



Fluido



O fluido da direção hidráulica, além de sua função principal que é pressurizar o sistema, também tem a função de lubrificar os mecanismos. Por isso, é importante a periódica verificação do nível e aspecto do fluido do sistema e também obedecer o prazo para troca.

Também é importante respeitar as exigências do óleo especificadas pelo fabricante; óleo com viscosidade diferente pode causar danos ao sistema.

Carroceria

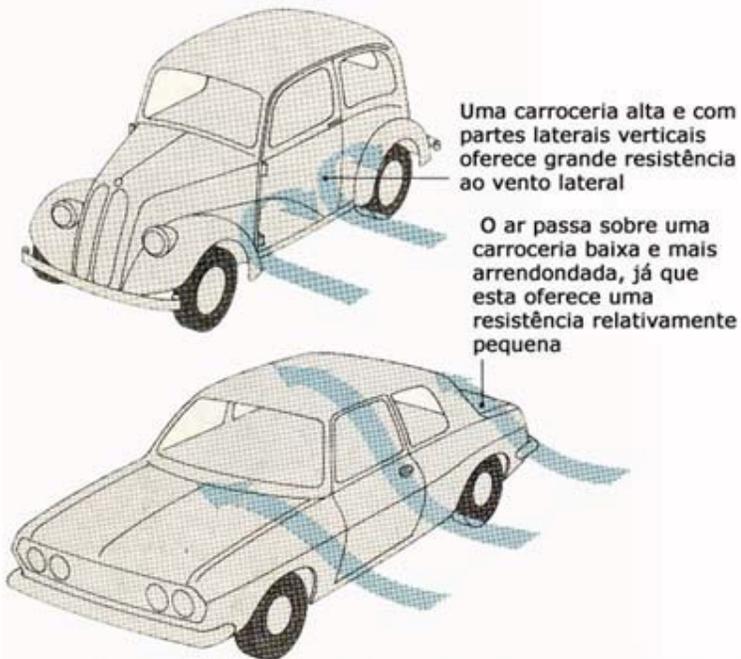
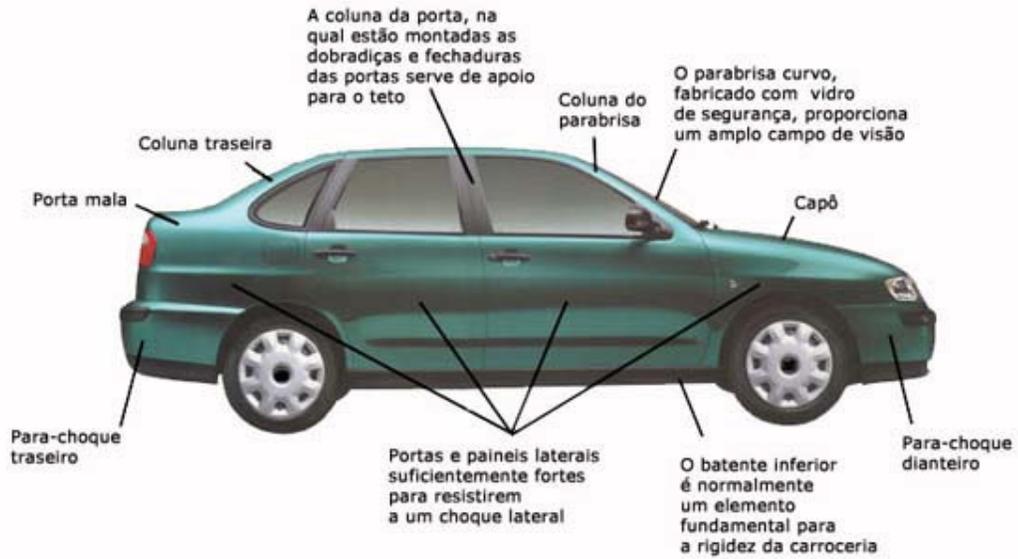
Na sua expressão mais simples um automóvel é uma viga suportada em cada extremidade por rodas, pelo que deve ser suficientemente forte para não dobrar na parte central, isto é, ser resistente à flexão. Um automóvel deve também ser resistente aos esforços de torção impostos pelas irregularidades do pavimento sobre o qual roda e a determinadas cargas, tais como o peso do motor, o impulso das molas e pequenos embates, para que uma estrutura seja resistente, sem ser muito pesada, os materiais que a compõe devem ser utilizados com um máximo de eficiência.

A carroceria deve, contudo, para além de ser resistente, proporcionar espaço para os ocupantes do automóvel e para as bagagens e também proteger aqueles em caso de acidentes. Uma carroceria demasiadamente rígida, absorverá pouca energia resultante do impacto numa colisão, aumentando assim a que é transmitida aos ocupantes do veículo. Por outro lado, uma carroceria demasiadamente fraca pode abater-se sobre estes.

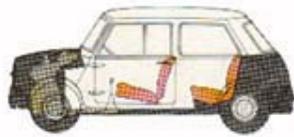
O movimento do automóvel é contrariado pela resistência do ar e dos pneus. A resistência imposta pelo ar aumenta proporcionalmente com o quadrado da velocidade; por exemplo: se a velocidade duplicar, a resistência ao avanço quadruplica, e se a velocidade triplicar, a resistência passa a ser nove vezes maior.

O efeito da resistência do ar poderia ser reduzido caso a carroceria apresentasse a forma de uma gota de água quando cai, forma impraticável devido à limitação do espaço destinado aos ocupantes. Foi necessário encontrar uma solução de compromisso entre essa forma ideal e das carrocerias antigas, com para brisas verticais e faróis exteriores, que opunham uma grande resistência ao avanço.

A carroceria deve proteger os ocupantes contra as inclemências do tempo e também ser resistente a estas. Se a carroceria for de aço, o fabricante tem de evitar não só as zonas onde possa alojar-se umidade, que provocaria a formação de ferrugem, mas também o emprego de determinados metais em contato com o aço, do que resultaria corrosão por ação eletroquímica.



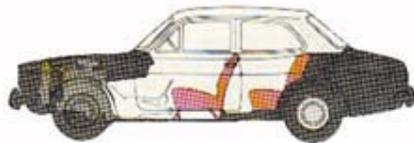
A resistência aos ventos laterais é um fator importante no comportamento de um automóvel na estrada. Um modelo de lados relativamente altos oferece mais resistência e menor segurança na estrada do que um de carroceria mais baixa.



Modelo de pequenas dimensões com motor montado transversalmente e tração dianteira.



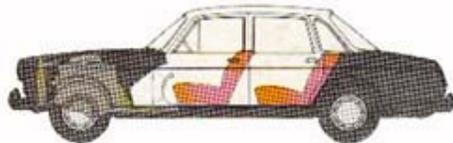
Esportivo com motor no centro. Espaço somente para dois ocupantes.



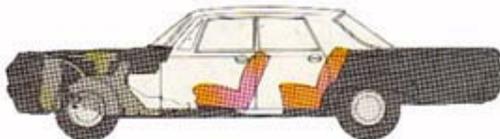
Modelo médio com motor na frente e tração traseira.



Perua com tração e motor na traseira.



Modelo grande europeu, motor na frente.



Modelo grande americano com motor na frente.

A forma básica da carroceria é a de uma cabina fechada, com duas ou quatro portas e um compartimento para bagagem normalmente atrás. Os pick-ups, com amplo espaço para carga, torna-se cada vez mais popular. O automóvel de cinco portas é uma bem sucedida concepção daquele tipo de veículo.

Monobloco

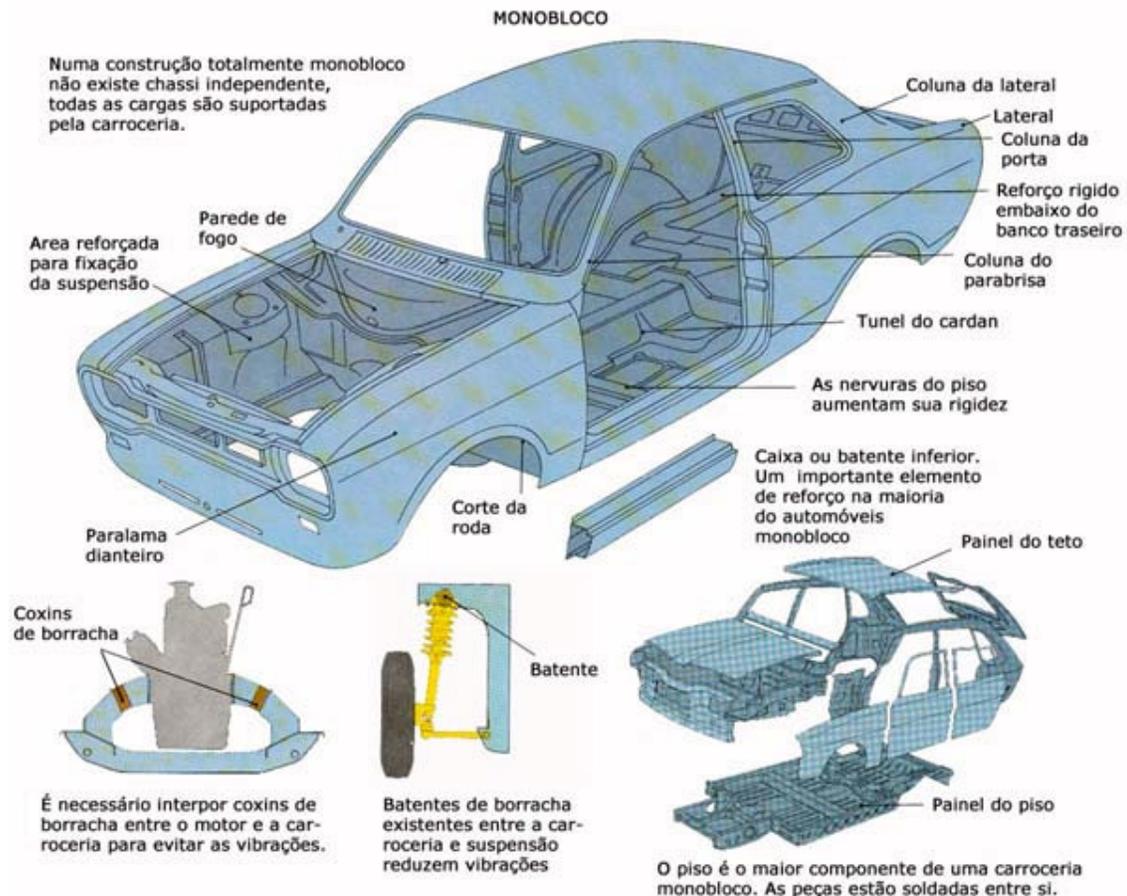
Um automóvel pode ser constituído por um chassi (quadro, ou leito) aparafusado a uma carroceria ou por um chassi e uma carroceria formando uma unidade. O conjunto chassi carroceria, normalmente designado por construção monobloco, é a forma mais generalizada. A principal vantagem deste tipo de construção reside no fato de permitir obter carrocerias mais leves. A construção monobloco apresenta três variantes: totalmente monobloco de armação interior, semi monobloco e monobloco com subestruturas.

A estrutura totalmente monobloco, constituída por peças prensadas soldadas entre si, é muito indicada para automóveis de pequenas e médias dimensões. A sua resistência à flexão resulta, em parte, das longarinas horizontais existentes ao longo das bordas exteriores do piso, entre as rodas da frente e as de trás.

Nos automóveis de motor dianteiro e de tração traseira, a resistência é aumentada pelo túnel do eixo de transmissão existente ao longo do piso. Sob este em alguns modelos são acrescentados reforços. O teto reforça o conjunto por meio das colunas de apoio e painéis laterais que o unem ao piso. a resistência à torção é proporcionada sobretudo pelos anteparos, estruturas reforçadas existentes à frente e atrás do compartimento destinado ao motorista e aos passageiros, e também, em parte, pelo conjunto formado pelos pára-lamas e teto unidos pelas colunas dos para-brisas e laterais.

Uma estrutura totalmente monobloco tem as suas desvantagens – particularmente quanto ao custo de fabricação. Exige investimentos consideráveis em complexa maquinaria de estampagem, que serão apenas justificáveis no caso de uma produção em grande escala. Como neste tipo de construção os painéis fazem parte do conjunto, a reparação dos danos causados por um acidente pode torna-se muito dispendiosa. Toda uma seção da carroceria pode ter de ser cortada e substituída por uma seção muito maior que a danificada.

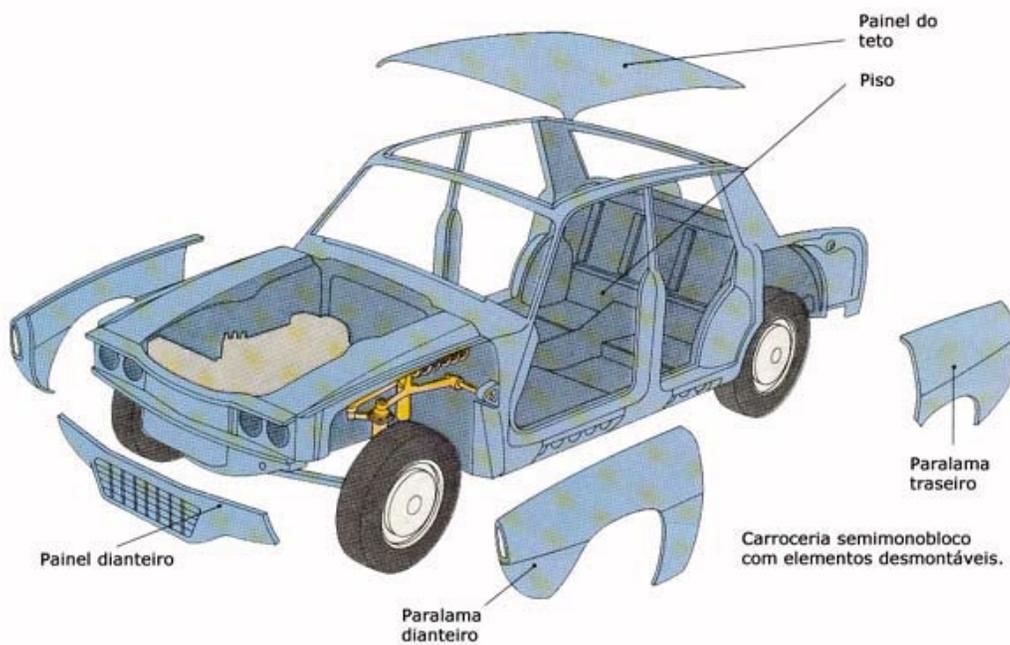
Há ainda o risco de uma batida maior provocar uma distorção na carroceria. Uma outra desvantagem desta construção reside no fato de, nos modelos comuns, a parte de trás ser um tanto mais resistente quanto mais alta for a travessa posterior do porta-malas, o que exige um considerável esforço para carregar e descarregar a bagagem.



Carroceria de armação interior, ou semi monobloco – A carroceria de armação interior, ou semi monobloco, foi introduzida há alguns anos atrás pela Rover, no seu modelo 2 000 tendo sido, desde então, adotada por outros fabricantes de automóveis.

É constituída por uma estrutura básica que compreende o piso, os anteparos, os suportes para o motor, suspensão, as estruturas laterais e o teto, que proporcionam a necessária resistência básica. A esta estrutura são aparafusados os para-lamas, o teto e o painel inferior da frente. Antes da fixação destes elementos e uma vez montadas as rodas e a suspensão, o automóvel pode ser empurrado de um lado para outro – ou mesmo conduzido – sem o risco de ser danificado

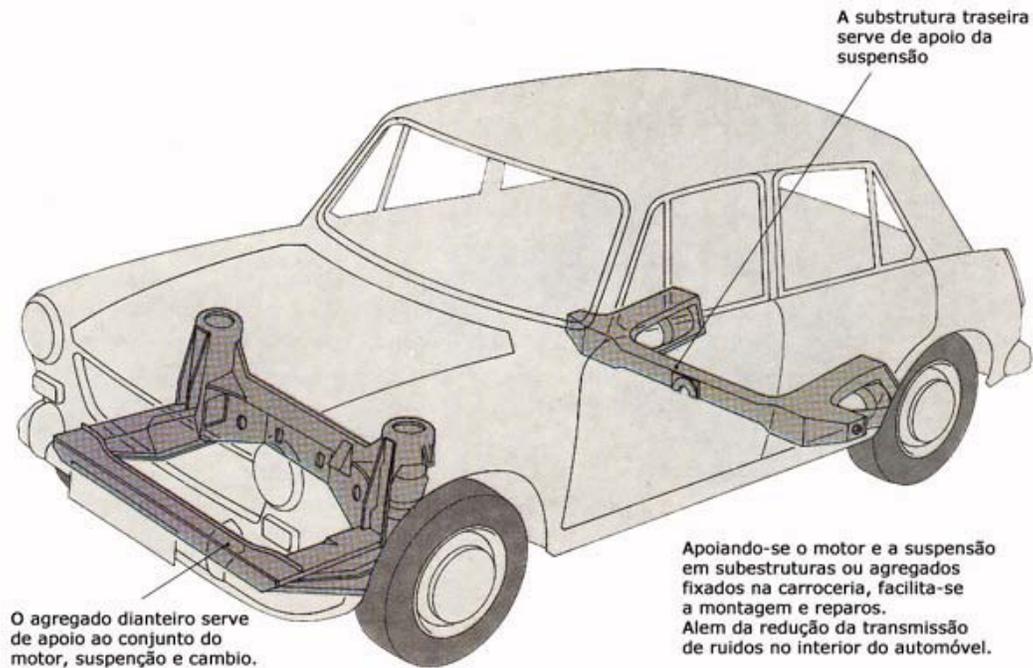
Como os elementos desmontáveis não contribuem para a resistência da estrutura, este tipo de carroceria é um pouco mais pesado do que o de construção totalmente monobloco. Em contrapartida, os elementos desmontáveis são mais fácil e economicamente substituídos quando danificados. Esta forma de construção permite ainda ao fabricante introduzir facilmente pequenas alterações nas linhas do automóvel.



Subestruturas independentes - No fim da década de 1960, verificou-se entre alguns dos maiores fabricantes de automóveis uma tendência para a utilização de subestruturas para suporte de um ou mais dos principais conjuntos mecânicos – o motor, o diferencial e a suspensão. Estas subestruturas são fixas a uma carroceria monobloco simplificada.

Este tipo de construção, embora mais pesado do que o da carroceria totalmente monobloco, apresenta contudo, nítidas vantagens. Como as ligações entre a carroceria e substituídas são flexíveis, a transmissão de ruídos e vibrações é reduzida o que resulta num maior conforto para os ocupantes do automóvel.

Sendo também mais fácil o acesso às peças mecânicas, verifica-se uma redução do tempo exigido pelos trabalhos de manutenção e do custo dos reparos. Este tipo de construção, que pode ser utilizado em automóveis de quaisquer dimensões, simplifica a produção, já que os conjuntos mecânicos podem ser montados separadamente nas suas subestruturas. As modificações nas linhas do automóvel não são, contudo, mais fáceis de introduzir neste tipo de construção do que nas carrocerias totalmente monobloco.



Chassis

O chassi, resistente estrutura de aço que suporta a carroceria e o motor, é ainda de utilização generalizada nos automóveis americanos, apesar de já não fazer parte da maioria dos modelos europeus.

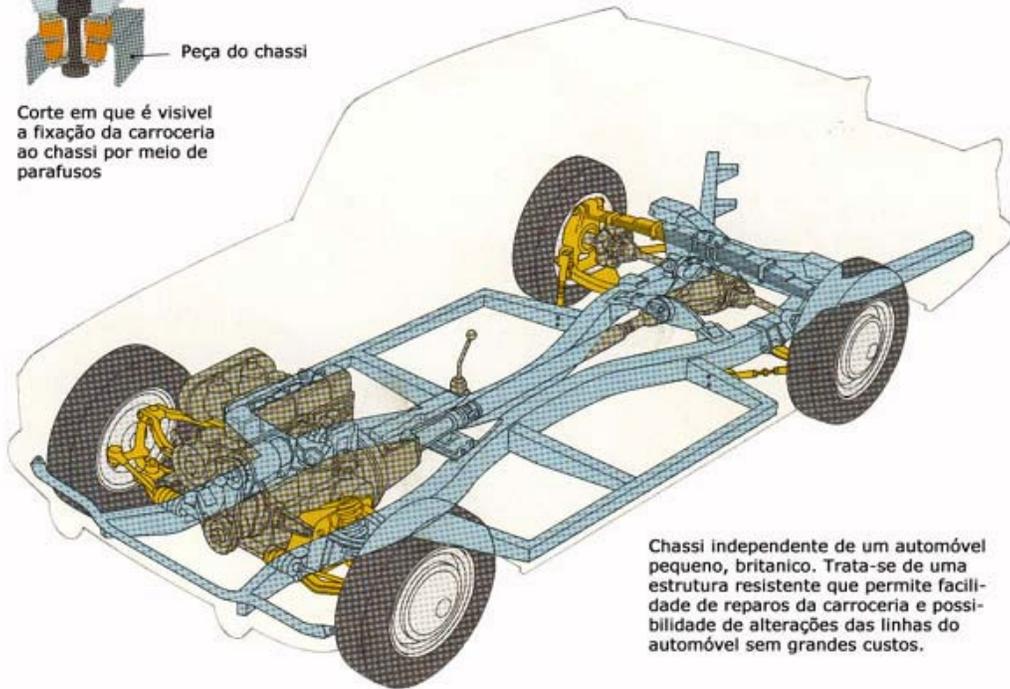
O modelo clássico de chassi, utilizado desde a década de 1930, consiste em longarinas laterais em forma de U, combinadas com reforços transversais em forma de X, que proporcionam uma maior resistência à torção. Atualmente são utilizadas, em geral, seções retangulares para as longarinas laterais e para os reforços transversais em forma de X, o que lhes confere ainda maior resistência. Com estas estruturas o piso tende a ser alto.

Os modelos esportivos da marca Lotus apresentam um chassi em forma de X, de viga central muito alta, enquanto a Volkswagen utiliza um chassi de piso reforçado e plano. Os chassis dos automóveis americanos apresentam, em geral, os elementos resistentes na periferia para que o piso seja baixo. Esta disposição consiste basicamente num retângulo aberto formado por elementos de seção retangular, sendo os lados menores do retângulo fabricado, de modo a aumentar a resistência à torção, que de outra forma seria pequena.

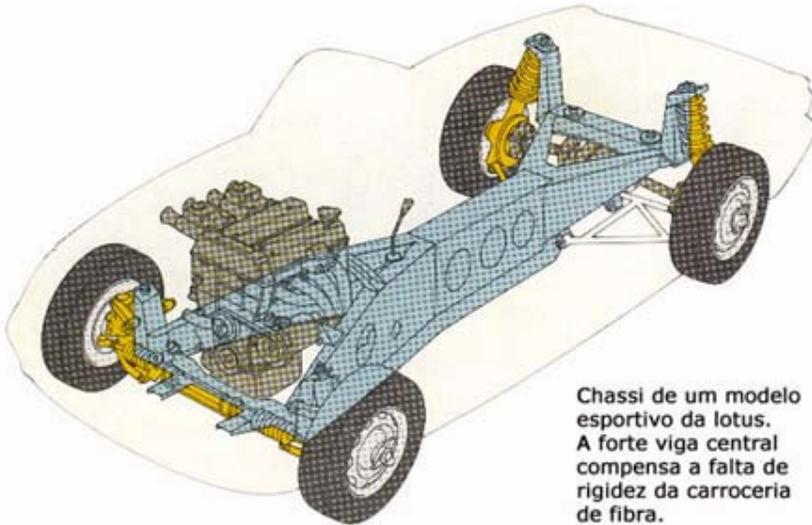
Alguns fabricantes utilizam tubos de aço de grande diâmetro, em vez dos elementos em forma de U ou retangular, já outros soldam um grande número de tubos de pequena seção para conseguir uma estrutura tridimensional leve mais resistente.



Corte em que é visível a fixação da carroceria ao chassi por meio de parafusos

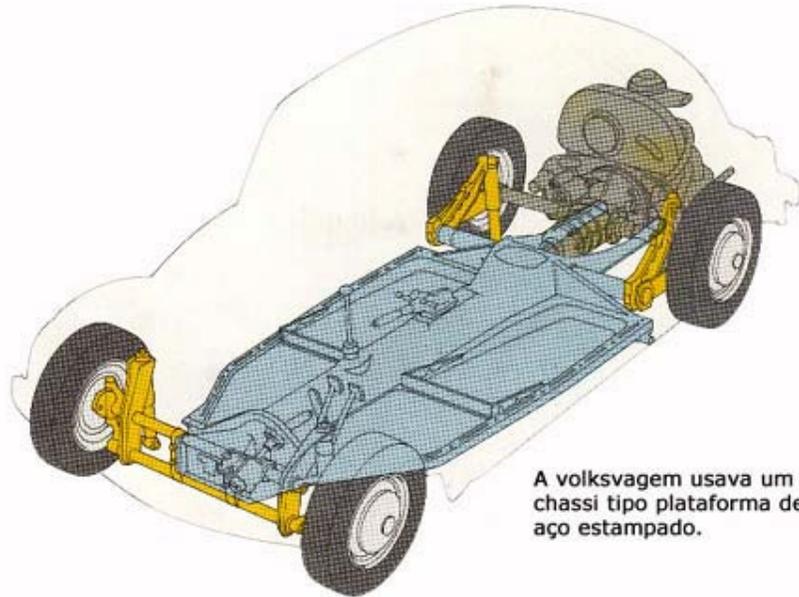


Chassi independente de um automóvel pequeno, britânico. Trata-se de uma estrutura resistente que permite facilidade de reparos da carroceria e possibilidade de alterações das linhas do automóvel sem grandes custos.



Chassi de um modelo esportivo da Lotus. A forte viga central compensa a falta de rigidez da carroceria de plástico reforçada e inclui os suportes onde se apóia a suspensão.

Versão moderna do chassi em X produzido pela Lotus para um dos seus modelos esportivos. A forte viga central compensa a falta de rigidez da carroceria de plástico reforçada e inclui os suportes onde se apóia a suspensão.



A volkswagen usava um chassi tipo plataforma de aço estampado.

A Volkswagen utilizou um chassi tipo plataforma. O piso de aço estampado inclui todos os elementos necessários para proporcionar resistência longitudinal à torção. Este modelo de chassi também permite modificações nas linhas do automóvel.

Materiais da carroceria – O aço é ainda o material mais econômico e eficiente para a produção em série de carrocerias independentes. As peças são prensadas a partir de chapas de aço de diferentes espessuras.

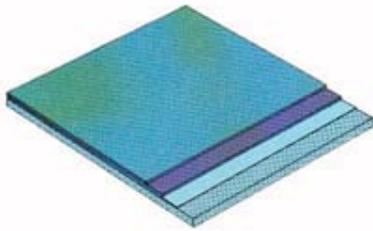
O alumínio, embora tenha um preço mais elevado que o aço, é com frequência utilizado na produção de alguns veículos, já que é de fácil moldagem manual ou pode ser trabalhado em máquinas relativamente simples. É também mais leve que o aço e não oxida. Uma carroceria de alumínio apresenta, contudo, a desvantagem de ser, em geral, menos resistente que uma carroceria de aço.

Cada vez mais são utilizadas as carrocerias de plástico moldado – em geral o plástico é reforçado com fibra de vidro. Plástico utilizado é normalmente a resina de poliestireno ou, às vezes, a resina de epoxietano, de preço mais elevado. Estes materiais têm a propriedade de endurecer com o calor e não amolecer quando novamente aquecidos.

Os plásticos que tendem a amolecer quando submetidos a altas temperaturas são menos rígidos do que os plásticos reforçados com fibra de vidro, embora sejam mais fáceis de moldar. O acrilonitrilo – butadieno – estireno, material resistente e razoavelmente rijo, é utilizado nas tampas dos porta-malas, nas grades, etc. , e poderá vir sê-lo nas carrocerias.

A segurança e a carroceria – Para que ofereça o máximo de segurança, a carroceria deve ser constituída por uma caixa rígida e resistente, destinada ao motorista e aos passageiros rodeado por dois corpos, um anterior e o outro posterior capazes de, amolgando-se progressivamente, absorver a energia da batida em caso de colisão.

A construção monobloco é a que melhor se adapta a este fim, já que permite projetar a carroceria de modo que esta inclua diferentes tipos de seções, umas fortes e outras fracas, conforme for necessário. O chassi formado por numerosos tubos de aço de pequeno diâmetro também proporciona um elevado grau de segurança, já que absorve a energia da batida, ao contrário do chassi rígido, que tende a transmitir grande parte dessa energia aos ocupantes do veículo.

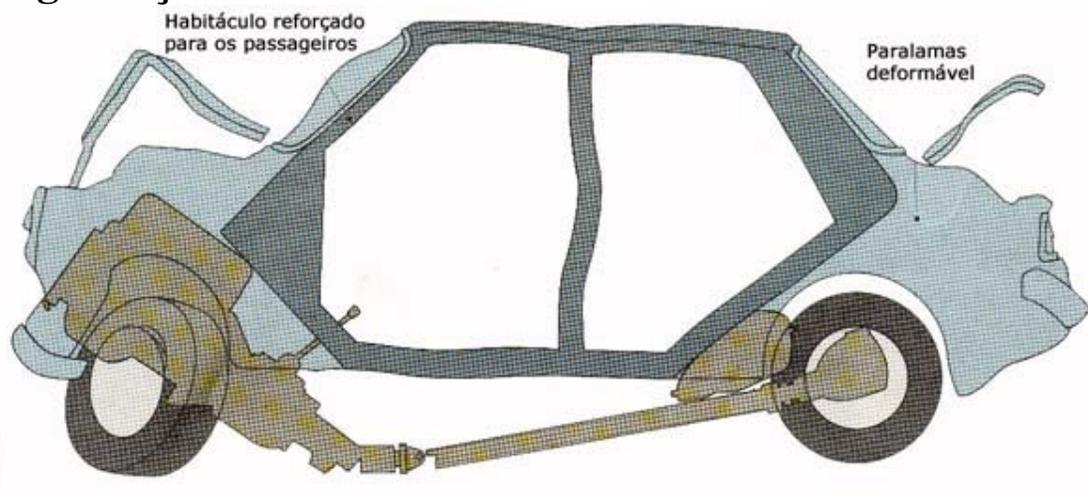


CARROCERIA METÁLICA

É protegida por meio de aplicação de um produto anticorrosão, do primer (fundo) e das camadas de tinta e verniz.

Algumas carrocerias de plástico são mais resistentes do que as metálicas em casos pequenos de choque, uma carroceria de acrílico – nitrilo – butadieno – estireno pode recuperar a sua forma original após uma colisão. A oxidação (aparecimento de ferrugens) constitui um verdadeiro perigo nos automóveis de construção monobloco em aço, especialmente quando se verifica nas partes submetidas a maior tensão. Numerosos acidentes são provocados pela ruptura de uma peça oxidada quando o automóvel circula a grande velocidade, os fabricantes aperfeiçoam constantemente métodos para impedir a oxidação.

Segurança



As carrocerias consistem num habitáculo resistente e rígido, destinado ao motorista e passageiros, em casos de colisão, cedem progressivamente, a fim de absorver energia e diminuir o impacto sobre a caixa central, onde se encontram os ocupantes.

Um automóvel deve ser concebido de modo que as probabilidades de que venha a sofrer um acidente sejam muito reduzidas e também de modo que, caso este ocorra, os riscos dos passageiros ficarem feridos seja reduzido ao mínimo possível. O automóvel deve oferecer ao motorista boa visibilidade e também comodidade para que este não se canse facilmente. Para satisfazer o primeiro requisito deve-se reduzir as dimensões dos pontos de visibilidade nula, como, por exemplo, as colunas, manter os para-brisas sempre limpos de água da chuva ou de sujeira e evitar, mediante a uma boa ventilação, o embaçamento interior dos vidros em tempo frio. A temperatura no interior do automóvel e a renovação do ar também influem na eficácia do motorista, já que tanto o frio como a atmosfera pouco arejada contribuem para a fadiga.

Os bancos, fundamentais para o conforto do motorista e dos passageiros, devem proporcionar um bom apoio para as costas, de forma a permitir uma postura adequada e, numa certa medida, impedir o deslocamento dos ocupantes devido a uma força centrífuga a que estes são submetidos quando o automóvel faz uma curva.

Uma vez sentado, o motorista deve poder observar os diversos instrumentos do painel e alcançar os diferentes comandos sem que seja necessário inclinar-se ou desviar sua atenção da faixa de rodagem. Segundo as normas de segurança, todas as superfícies contra as quais os ocupantes possam eliminar em caso de acidente devem ser almofadados; as colunas da direção não devem deslocar-se demasiadamente para trás em caso de choque frontal e devem absorver o impacto, os diversos interruptores e comandos não devem ser demasiados salientes em relação ao painel e as fechaduras não devem permitir que as portas se abram em decorrência de uma colisão.

Os automóveis atualmente fabricados apresentam também um apoio para a cabeça, que tem a vantagem de evitar lesões no pescoço em caso de choques por trás, embora possa obstruir bastante a visibilidade do motorista nas manobras em marcha ré. Nos últimos tempos tem havido notáveis progressos no domínio dos vidros para o pábrisas e as janelas. O vidro laminado de segurança, resiste melhor à penetração, oferecendo menor perigo.

Os cintos de segurança contribuem significativamente para a segurança, reduzindo os riscos de lesões graves em pelo menos, 50% dos casos de acidentes. De acordo com o Código de Trânsito, todos os automóveis devem estar equipados com os cintos de segurança para o motorista e para os passageiros que constem na sua capacidade de transporte indicado para cada veículo. A lei não exige em alguns países, que os cintos sejam utilizados, havendo assim muitos motoristas que não se beneficiam das suas vantagens principalmente no que se refere a acidentes.

Características que aumentam a segurança de um automóvel

Para reduzir o mínimo possível o perigo de lesões dos ocupantes em caso de um acidente, o interior do automóvel deverá apresentar o menor número possível de saliências agudas nos lados, no teto e no painel. Alguns comandos e interruptores de modelos antigos tornavam-se perigosos, visto serem demasiados salientes. Os rebordos do painel ou do porta-luvas deverão ser almofadados para suavizar a pancada caso o ocupante do automóvel seja projetado para frente, tal como acontece nas frenagens bruscas.

Renovação do ar no interior do veículo - Ao mesmo tempo em que se torna cada vez mais fácil regular a temperatura no interior do automóvel, aperfeiçoa-se também o sistema de ventilação. As entradas de ar fixas situam-se geralmente pôr baixo do pábrisas, enquanto as reguláveis se encontram no painel. A corrente de ar passa sobre as janelas e sai pôr respiros.

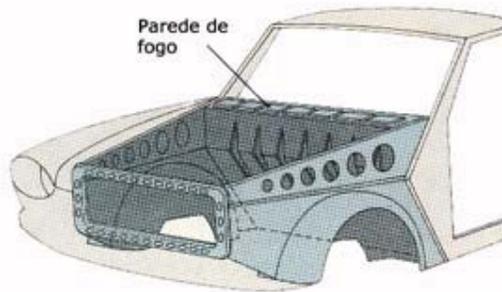
Fechadura das portas - Além das fechaduras das portas normalmente acionáveis pelo interior ou pelo exterior, numerosos automóveis apresentam fechaduras que evitam que as crianças abram as portas pelo lado de dentro.

Num batida mais violenta qualquer ocupante que, pelo o fato de não estar usando o cinto de segurança, seja projetado por uma porta que se abra tem o dobro de probabilidade de sofrer um batida mortal do que outro que não tenha sido projetado. Por conseguinte, uma fechadura que não ceda em caso de colisão proporciona maior segurança a este passageiro.

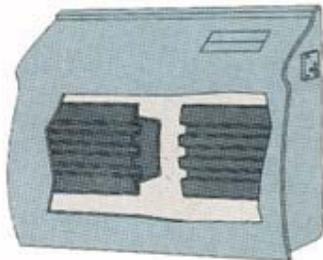
Pormenores que aumentam a segurança do motorista - Alguns dos melhores e mais modernos bancos da frente apresentam um encosto de inclinação regulável. Nos automóveis mais modernos, quando o encosto do banco traseiro pode ser inclinado para frente a fim de permitir o acesso ao compartimento de trás, existe um trinco que o mantém fixo em caso de colisão.

Mecanismo de acionamento dos vidros das janelas - Os fechaduras das portas e as manivelas de acionamento dos vidros devem ser concebidos de modo a não causar ferimentos em caso de acidente. Os vidros devem permanecer nivelados ao serem

acionados, para não empurrarem e não permitirem entrada de ar quando estão levantados.

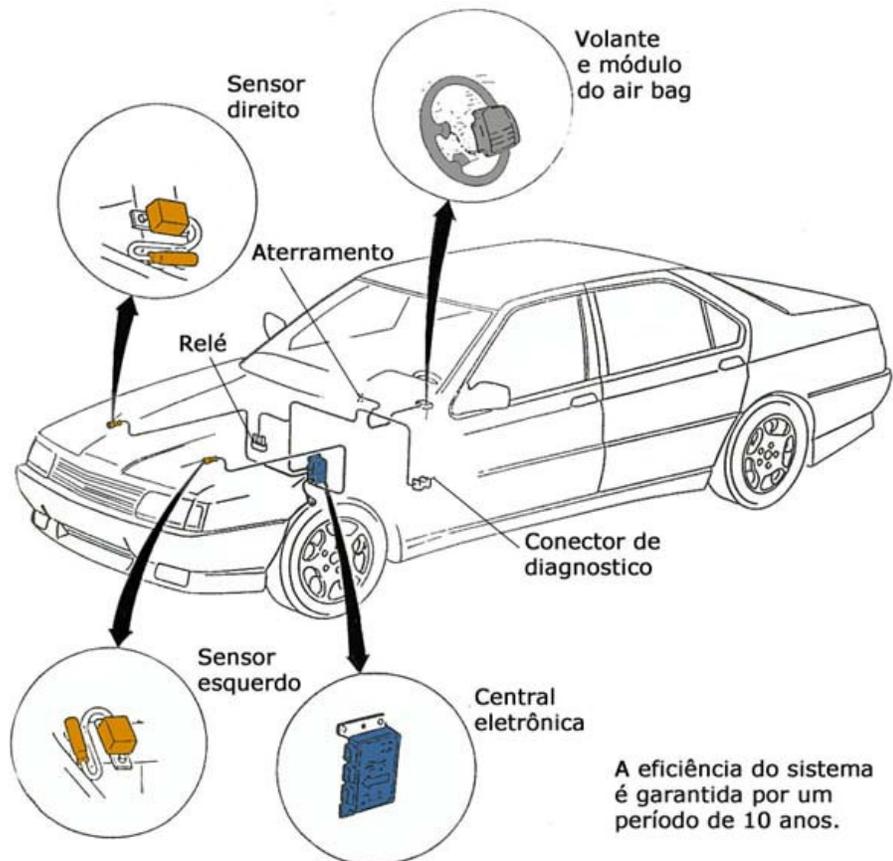


O amassamento progressivo em consequência de uma colisão é um aperfeiçoamento no domínio da segurança.



O corte de uma porta mostra a peça de reforço para proteção em caso de colisão lateral. A peça estende-se a toda a largura da porta.

Airbag



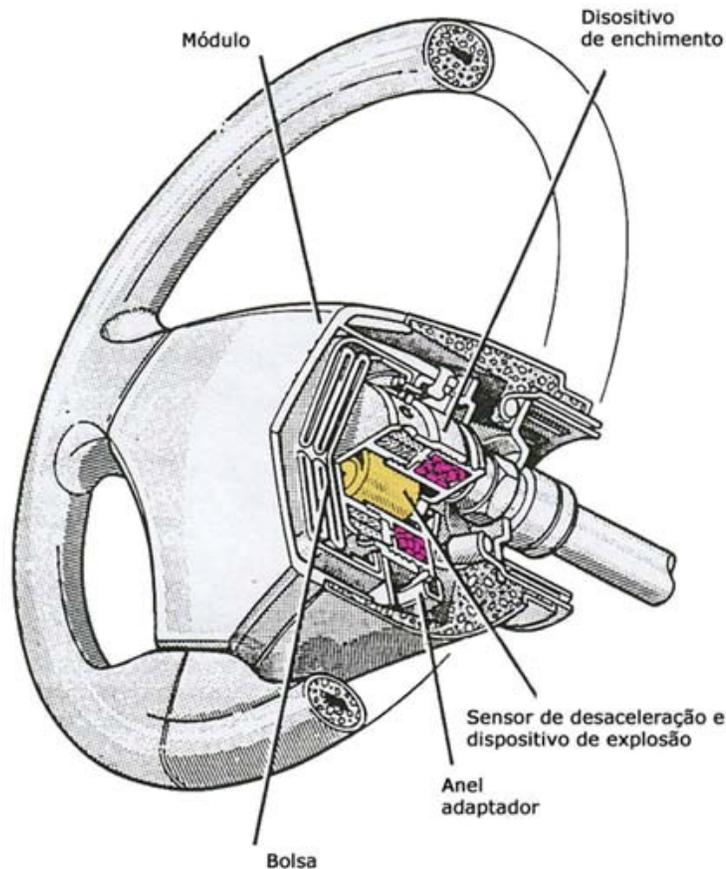
A eficiência do sistema é garantida por um período de 10 anos.

A segurança do condutor foi aumentada adotando, como complemento o cinto de segurança, em alguns veículos, o dispositivo air bag que protege, intervindo instantaneamente em caso de choque frontal, do impacto contra o volante.

O AIR BAG é um dispositivo de segurança constituído por uma bolsa que, em caso de choque frontal, infla-se automaticamente, interpondo-se entre o corpo do motorista e as estruturas do veículo (volante).

A fim de que este dispositivo possa oferecer à máxima segurança, é indispensável que o motorista esteja usando o cinto de segurança com pré tensionador porque, somente neste caso estará garantida a máxima eficiência de intervenção. Um sensor mecânico de desaceleração, calibrado adequadamente, levanta a condição de choque e dispara, através de dois detonadores, a reação de um composto químico que produz azoto. O azoto se encarrega de inflar instantaneamente a bolsa em tecido sintético, alojada no centro do volante do veículo.

O funcionamento do sistema AMSFACEBAG é acionado por um dispositivo que intervém quando o veículo atinge ou supera um limiar de desaceleração estabelecido durante o projeto, que corresponde a um choque frontal a uma velocidade de aproximadamente 18 km/h. Estes parâmetros dependem de diversos fatores, entre os quais o peso do veículo, a estrutura, etc. e, portanto, não são os mesmos para todos os modelos.

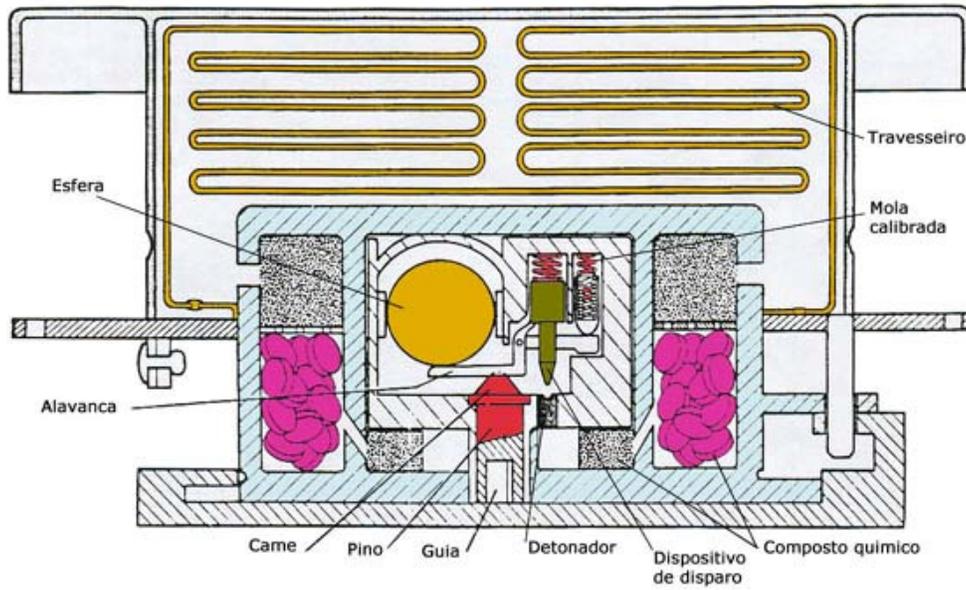


A partir do momento no qual se verifica o choque, ocorre o disparo do sistema de enchimento e a pressão do gás começa a subir gradualmente na bolsa, a qual é ainda retida pela tampa do módulo (constituído pelo recobrimento plástico situado no centro do volante). O corpo do motorista ainda está na posição normal.

A partir do momento do choque, a pressão existente na bolsa sobe até atingir um valor de aproximadamente $3\text{--}4\text{ kg/cm}^2$, com a conseqüente abertura da tampa do invólucro, saída do travesseiro, e o início do enchimento. O corpo do motorista, neste período de tempo, começa a deslocar-se para frente e encontra-se aproximadamente entre a posição normal assumida na direção, e a posição de colisão com a bolsa. No momento em que a bolsa é liberada de seu invólucro, a pressão do gás sobe velozmente pôr causa da rápida expansão da própria bolsa. Em um certo momento, a pressão tende a assumir valores negativos.

A pressão na bolsa reassume valores positivos uma vez que, a partir deste momento, inicia-se o enchimento propriamente dito que colocará a bolsa em condição de expansão máxima. Então dá-se o impacto do corpo do motorista com a bolsa. Na bolsa, a pressão continua a subir, até atingir o seu valor máximo (aproximadamente $0,3\text{--}0,4\text{ kg/cm}^2$), momento em que a cabeça e uma parte do corpo do motorista apóia-se totalmente na bolsa. Em seguida a pressão na bolsa cai, até anular-se.

Dispositivos com módulo de air bag, eletrônico separado do travesseiro, funcionam com dois sensores, localizados no vão do motor normalmente nas laterais, direita e esquerda; trata-se de acelerômetros que tem a função de enviar um sinal à central em caso de desaceleração brusca.



Uma central eletrônica que recebe o sinal dos acelerômetros e envia em tempo real um sinal de intervenção ao módulo air bag propriamente dito.

Um terceiro acelerômetro no interior da central eletrônica tem a função de verificação e controle de forma a impedir o acionamento do dispositivo em caso de choques laterais, solavancos imprevistos ou outras causas acidentais.

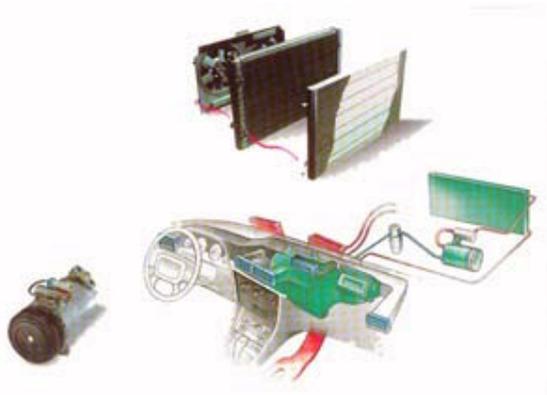
O Módulo air bag, localizado no volante, que contém um cartucho explosivo. A central, após receber o sinal dos sensores, comanda a explosão do cartucho, causando uma reação química que gera um gás que infla a bolsa; a bolsa desinfla expelindo o gás através de furos calibrados adequadamente.

Vida útil dos dispositivos – A eficiência do dispositivo é garantida por um período de 10 anos a partir da primeira instalação, com vencimento gravado na plaqueta colocada no veículo. Ao vencimento desta data, o dispositivo deverá ser ativado e destruído como prescrito pelos regulamentos governamentais vigentes.

Ar condicionado

Um sistema de ar condicionado assegura um maior conforto durante a condução do veículo: arrefecendo o ar sob o efeito de um dia quente, secando o ar e limpando o ar.

Apenas é possível produzir frio, ou seja, arrefecer uma substância, retirando-lhe o calor que ela contém.



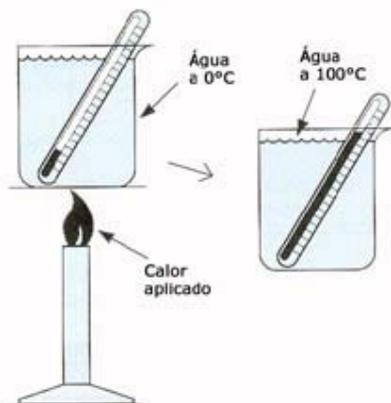
Num veículo, o condicionamento do ar baseia-se numa lei natural de que os líquidos se evaporam quando expostos a um aumento de temperatura ou uma redução da pressão, absorvendo o calor durante este processo. Se este vapor aquecido voltar a ser arrefecido, liberta o calor que tinha absorvido e volta a liquefazer-se. Este processo pode repetir-se tantas vezes quanto se pretenda, de forma a produzir frio continuamente.

Para melhor compreensão do processo que ocorre num sistema de ar condicionado, torna-se necessário, a leitura dos conceitos fundamentais em "fundamentos".

Fundamentos

UMIDADE RELATIVA DO AR

É bem conhecido pelas observações meteorológicas que o ar mais quente pode absorver mais umidade (vapor de água) do que o ar mais frio. Além disso, pode também verificar-se que o ar mais quente que absorveu uma quantidade máxima de vapor de água condensa-se quando arrefecido a uma certa temperatura, formando gotículas de água. Esta temperatura é conhecida por ponto de condensação, altura em que a umidade relativa do ar é de 100%.



A umidade relativa do ar é de grande importância para nosso conforto. Achamos que um nível de umidade do ar inferior a 60% é agradável visto que a umidade libertada pelo corpo humano pode ser facilmente absorvida pelo ar. Se a umidade sobe acima dos 75% achamos que o ar é desagradável em tempo quente, pois o ar não é capaz de absorver mais umidade. Consequentemente, os sistemas de ar condicionado controlam tanto a temperatura como a umidade do ar.

TRANSFERENCIA DE CALOR

A transferência de calor é outro processo físico que se verifica no sistema de ar condicionado. Uma transferência de calor verifica-se sempre que duas substâncias de diferentes temperaturas entram em contato uma com a outra e o calor transfere-se da substância mais quente para a mais fria. Esta troca verifica-se até que seja estabelecido um equilíbrio da temperatura.

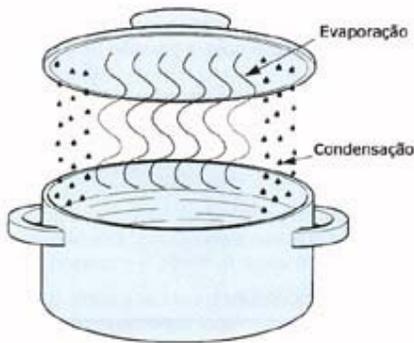
A quantidade do calor transferido mede-se em Joules (J) ou Kilojoules (KJ). A definição é a seguinte: a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de 1 Kg de água para 1°C, é 4,2 KJ.

CALOR LATENTE DE EVAPORAÇÃO E DE CONDENSAÇÃO

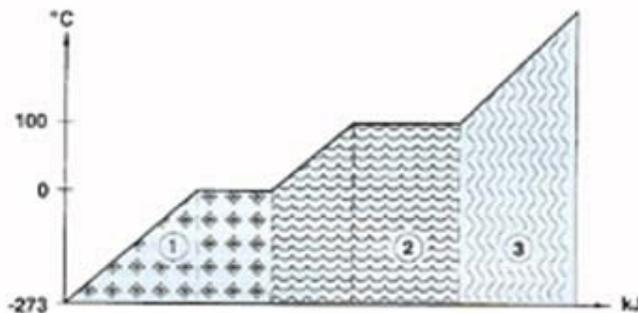
Durante a evaporação e a condensação o calor aplicado é utilizado para converter uma substância líquida numa substância gasosa e não para aumentar a sua temperatura.

Exemplo:

Aquece-se água numa panela, e quando ela começa a ferver, a temperatura atinge 100°C formando o vapor de água. Nesta altura, mesmo que se aplique mais calor, a temperatura da água mantém-se constante nos 100°C. A água aquecida é convertida completamente em vapor, se for aplicado mais calor.



O calor necessário para isto é denominado calor latente de evaporação. Se retirarmos a tampa, podemos ver a condensação do vapor de água na tampa em forma de pequenas gotas de água. A energia térmica contida no vapor é transmitida para tampa e para o ambiente circulante. Todo o aquecimento perdido durante a condensação é denominado calor latente de condensação.

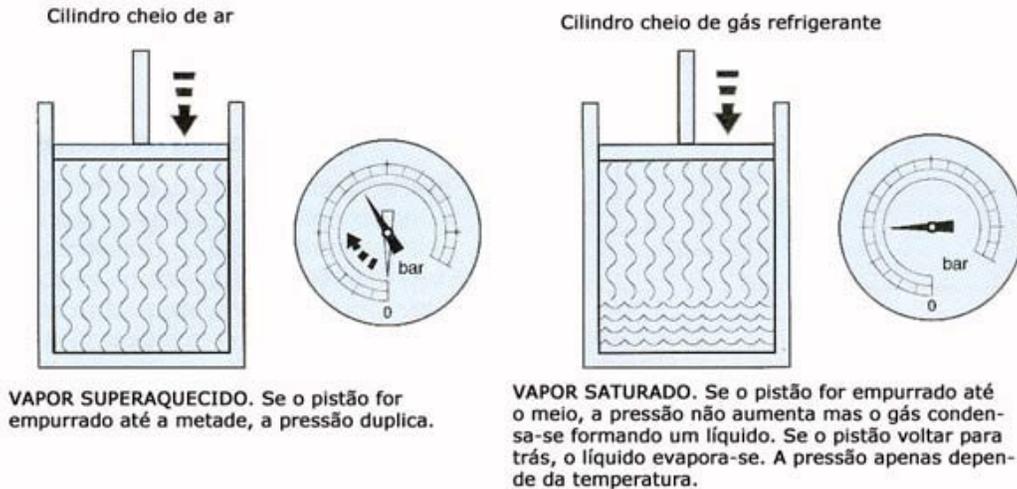


EVAPORAÇÃO E CONDENSAÇÃO À ALTAS PRESSÕES PRESSÃO DO VAPOR

A uma pressão atmosférica normal, a água evapora-se e condensa-se a 100°C. No entanto, esta temperatura depende da pressão exercida sobre o líquido, a

denominada pressão do vapor (por exemplo, a pressão de 5 bar a água apenas ferve a 152°C).

PRESSÃO COMO FUNÇÃO DA ALTERAÇÃO DO VOLUME



VAPOR SATURADO E VAPOR SUPERAQUECIDO

Se a água for levada a ferver num recipiente fechado, forma-se uma nuvem de vapor que aumenta continuamente sobre o líquido até que a pressão do vapor é igual à pressão da água.

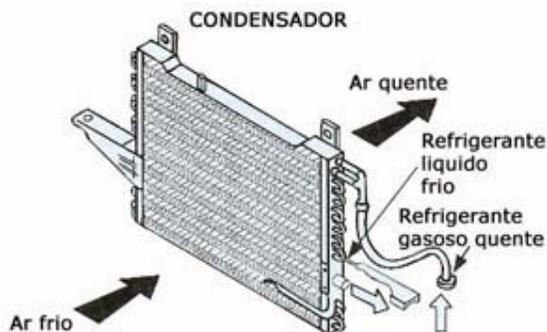
Se a temperatura começar a subir, depois de todo o líquido se ter evaporado, o vapor é designado por vapor superaquecido.

Todos os gases como o ar, o oxigênio ou o dióxido de carbono são efetivamente vapores superaquecidos, ou seja, já não tem ligação com o líquido que os produz. O refrigerante utilizado nos sistemas de ar condicionado, é um vapor saturado – tem uma ligação direta com o líquido que o produziu. EVAPORAÇÃO E CONDENSAÇÃO DO REFRIGERANTE

A água não serve como refrigerante nos sistemas de ar condicionado visto que o seu ponto de ebulição é muito elevado, mesmo a baixas pressões não se obteria qualquer efeito refrigerante quando se evaporasse.

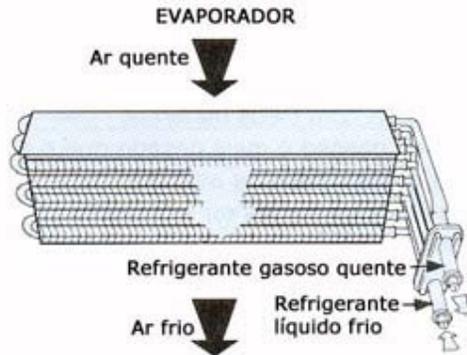
CONDENSAÇÃO

No circuito refrigerante do sistema de ar condicionado, o refrigerante gasoso previamente comprimido e aquecido, passa através de um condensador constituído por numerosas aletas de arrefecimento. O ar exterior mais frio ao passar pelo condensador arrefece o refrigerante de uma forma tão brusca que este se condensa. O calor libertado é absorvido e levado para o ar exterior.



EVAPORAÇÃO

O líquido refrigerante é bombeado a alta pressão para a válvula de expansão e daí injetado e medido em quantidades rigorosas para o evaporador, constituído por um sistema de tubos. A súbita queda de pressão obriga o refrigerante a evaporar e arrefecer, reduzindo a temperatura do evaporador. O calor é retirado do ar que passa sobre o exterior do alojamento do evaporador. Assim, o ar arrefecido entra no interior do veículo.



Refrigerantes

REFRIGERANTE R12

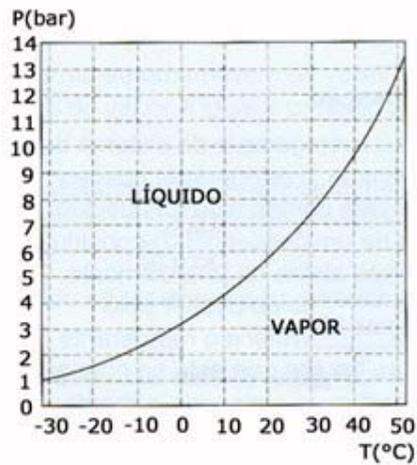
O R12 é um CFC gasoso (fluorcarbono clorado), que tem um ponto de ebulição de $-29,8^{\circ}\text{C}$, à pressão atmosférica ao nível do mar.

O ponto de ebulição depende da pressão, ou seja, o ponto de ebulição aumenta quando a pressão aumenta. A chamada curva da pressão do vapor mostra as pressões e as temperaturas as quais o refrigerante está líquido ou gasoso.

O R12 tem as seguintes propriedades:

- É inodoro (em concentrações inferiores a 20%)
- Não é tóxico (exceto em contato com a chama ou com superfícies quentes)
- Não é inflamável
- Não é explosivo
- Absorve a umidade rapidamente
- É miscível com óleos minerais
- Quando gasoso é mais pesado do que o ar
- Não ataca os metais ou borracha
- É um gás CFC que afeta o ambiente (contém cloro que afeta a camada de ozônio da atmosfera)

CURVA DE PRESSÃO DO VAPOR DO R12



As operações e reparos de serviço feitas em oficinas que não tem equipamento de reciclagem do gás contribui Com o problema de ozônio na atmosfera.

REFRIGERANTE R134a

A partir dos modelos de 1994, foi progressivamente introduzido, o refrigerante R134.

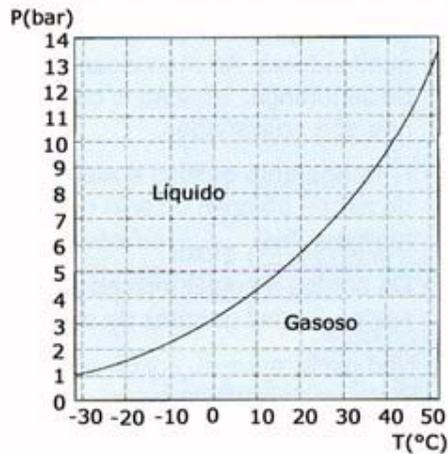
O R134a é um fluorcarboneto gasoso. Ao contrário do R12, é isento de cloro e, portanto, não afeta a camada do ozônio. No entanto o R134a é prejudicial ao meio ambiente, visto contribuir para o efeito estufa.

O 134a e o R12 têm reações similares à temperatura e à pressão, isto é, o R134a é gasoso a pressão normal e apenas se condensa quando arrefecido à temperatura de -26°C . A curva da pressão do vapor mostra as pressões e temperaturas às quais o R134a é líquido ou gasoso.

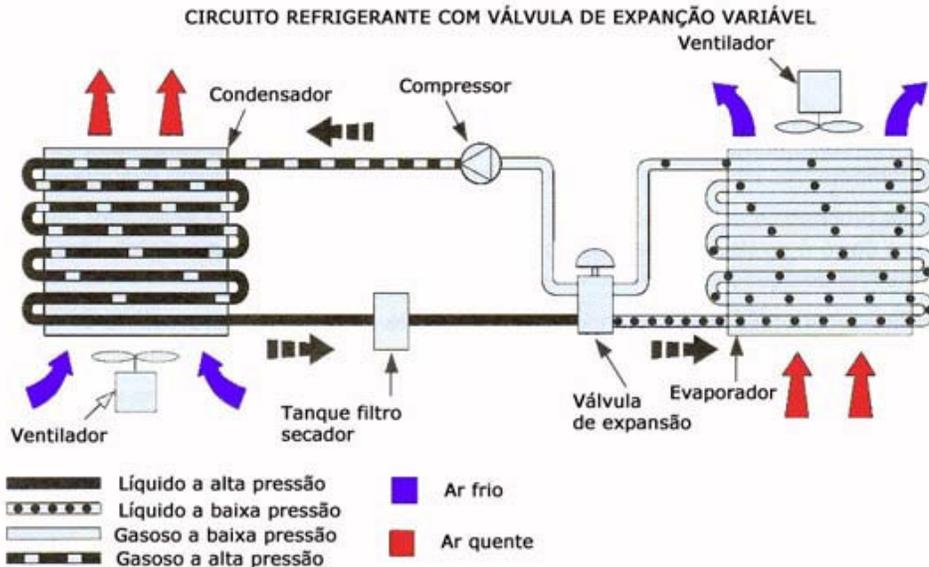
O R134a tem as seguintes características:

- É inodoro
- Não é tóxico em baixas concentrações
- Não é inflamável
- Só é miscível com lubrificantes sintéticos e não com óleos minerais
- Quando gasoso, é mais pesado do que o ar
- Não é explosivo
- Absorve a umidade rapidamente
- Não ataca os metais
- Ataca os tubos e os anéis vedadores utilizado com o refrigerante R12, por isso só devem ser utilizados tubos e vedadores apropriados para o refrigerante R134a.

CURVA DA PRESSÃO DO VAPOR DO R134a



Expansão variável



O circuito refrigerante divide-se em lado de alta pressão e lado de baixa pressão. A evaporação do refrigerante é controlada no lado de baixa pressão, enquanto a condensação é controlada no lado de alta pressão.

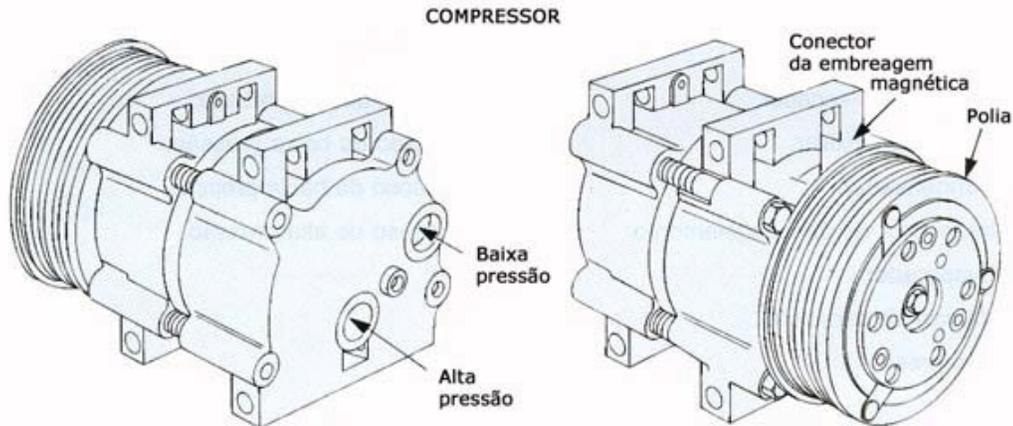
O refrigerante gasoso é induzido e comprimido pelo compressor. Durante este processo é aquecido a uma temperatura entre os 70°C e os 110°C.

O gás quente é então bombeado para o condensador. O condensador é constituído por numerosas aletas de arrefecimento através dos quais passa o gás. O gás refrigerante é arrefecido pela corrente de ar com auxílio da ventoinha auxiliar em certos modelos e condensa-se.

O líquido refrigerante condensado é seguidamente injetado no evaporador em quantidades rigorosamente medidas, através da válvula de expansão, controlada pela pressão e temperatura. Isto origina uma brusca queda de pressão e o líquido evapora-se.

Durante este processo o calor é extraído do ar por meio do evaporador. O ar exterior quente que entra no carro é arrefecido e lançado para o interior através do sistema distribuidor de ar pela ventoinha do aquecimento/ar condicionado. O tanque filtro secador é outro componente importante. Serve como reservatório do refrigerante líquido e ao mesmo tempo, filtra a umidade absorvida pelo refrigerante.

Compressor



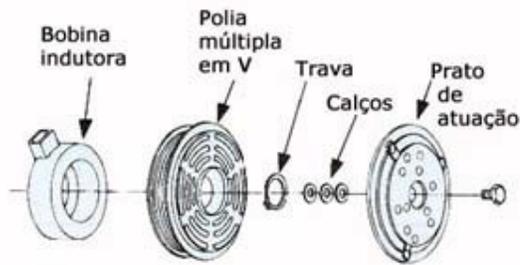
Existem vários tipos e modelos de compressores, mas todos têm as mesmas funções que são aumentar a pressão e a temperatura do gás refrigerante e bombeá-lo.

O compressor aspira o líquido refrigerante do tanque filtro secador (no circuito com válvula de expansão de seção fixa) ou do evaporador (no circuito com válvula de expansão variável) através da ligação de baixa pressão. Em condições ideais, o compressor comprime o gás refrigerante, aproximadamente de 2 para 12-18 bar no processo, aquecendo-o de 0°C até aproximadamente 70°C e 110°C.

Estes valores de pressão e temperatura referem-se a um sistema ideal. Num veículo a baixa pressão encontram-se entre 1, 2 e 3 bar e a alta pressão situa-se entre 14 a 20 bar, em condições extremas. A temperatura do gás refrigerante pode subir até aos 125°C. O gás quente é bombeado para o condensador sob alta pressão, através da ligação da alta pressão.

O compressor é lubrificado com óleo refrigerante especial. Este óleo mistura-se com o refrigerante quando o sistema de ar condicionado funciona. O óleo lubrificante para o refrigerante R12 é um óleo mineral e o óleo para o refrigerante R134a é um óleo sintético.

EMBREAGEM MAGNÉTICA



O compressor é acionado pelo virabrequim através de uma correia e na frente do compressor encontra-se uma embreagem eletromagnética. Logo que é dada a partida no motor, a polia do compressor, roda livre. Quando se aciona o ar condicionado, a corrente passa pela bobina indutora magnetizando-a. Isto atrai o prato de acionamento fixando-o à polia e diretamente ligado ao eixo do compressor, acionando desta forma o eixo do compressor.

Quando a embreagem está ligada, o compressor acelera de acordo com a velocidade do motor. Quando é desligado, a corrente deixa de passar na bobina indutora, o prato afasta-se da polia da correia, parando assim o eixo do compressor. Este processo é completado por molas de retorno.

Condensador

CONDENSADOR

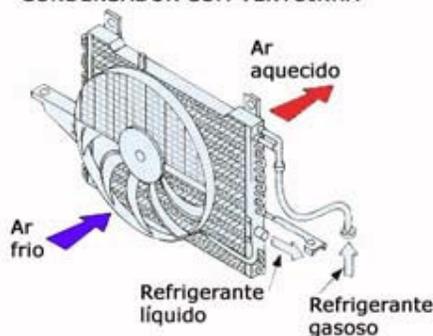
A função do condensador é arrefecer e assim liquefazer o refrigerante gasoso.

O condensador é constituído por uma serpentina ligada a numerosas aletas de arrefecimento.

O compressor bombeia o gás refrigerante quente a uma temperatura entre os 80°C e os 125°C e a alta pressão, para o tubo de entrada no topo do condensador. Quando o gás quente circula através da serpentina, arrefece e condensa-se.

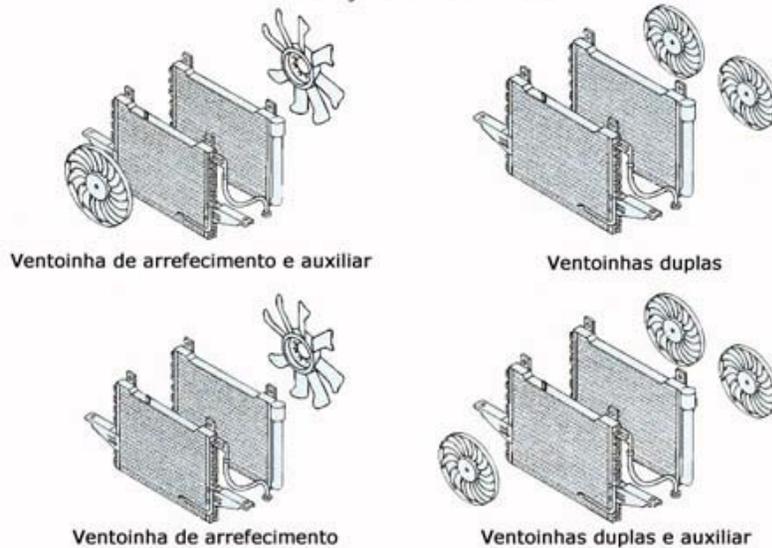
Uma ventoinha é usada para arrefecer o refrigerante mais rapidamente, o calor irradiado pelo condensador é controlado por 1, 2 ou 3 ventoinhas, conforme o sistema e o modelo. Estas ventoinhas são acionadas eletricamente ou por uma correia dependendo do tipo e modelo.

CONDENSADOR COM VENTONHA



O tipo da ventoinha também difere dependendo do modelo. Em todos os modelos a ventoinha é controlada pelo interruptor da ventoinha de arrefecimento com controle térmico no circuito de arrefecimento do motor. O condensador é montado na frente do radiador do veículo.

INSTALAÇÃO DAS VENTOINHAS

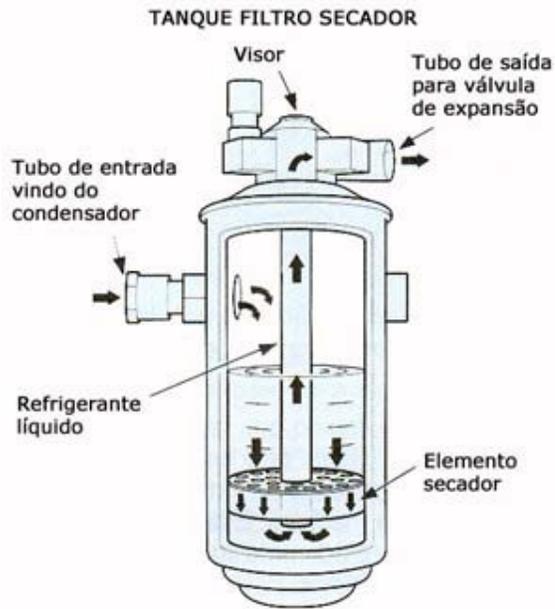


Filtro secador

O refrigerante em alta pressão, passa do condensador através do tubo de admissão no tanque filtro secador. No processo um elemento secador extrai a umidade absorvida e filtra as impurezas. O refrigerante passa por um tubo de elevação para o tubo de saída e depois para a válvula de expansão.

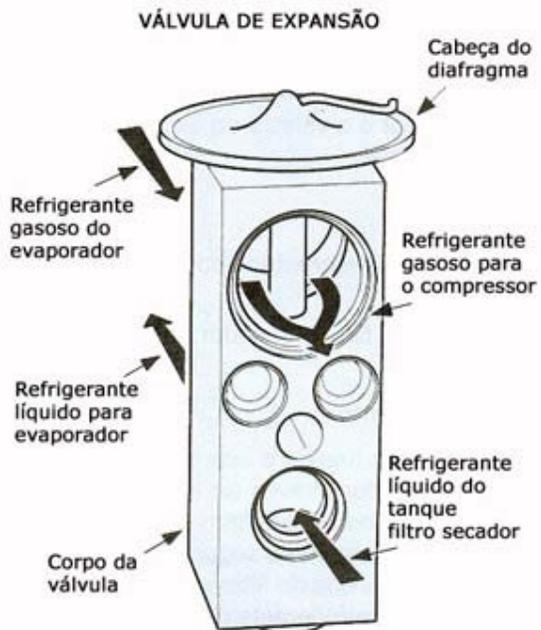
Existe um visor para verificar o fluxo do líquido refrigerante no tubo de saída do tanque filtro secador.

Se o sistema ficar aberto ou com vazamentos por um período maior, o filtro secador deverá ser substituído.



Válvula variável

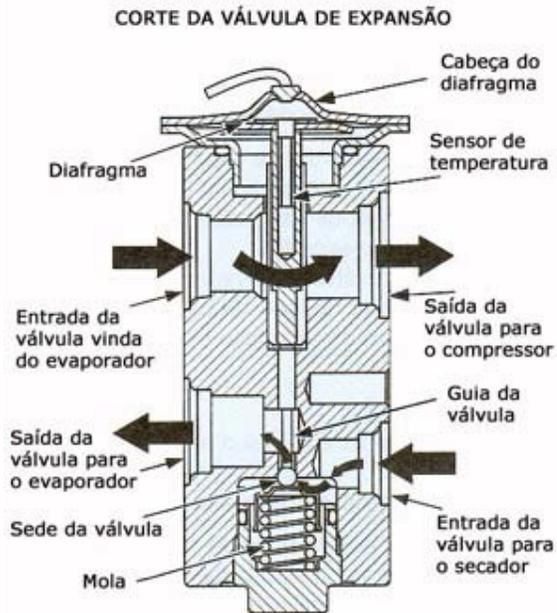
A válvula de expansão é constituída pelo corpo de válvula e a cabeça do diafragma. O refrigerante líquido que vem do tanque filtro secador, circula pelo furo inferior e é injetado no evaporador em quantidades rigorosamente medidas. Esta medição é efetuada pelo refrigerante líquido contido na cabeça do diafragma. O gás refrigerante proveniente do evaporador, circula livremente através do furo superior da válvula de expansão para o compressor.



Em operação o refrigerante líquido vem do tanque filtro secador e circula pela entrada da válvula.

O refrigerante passa pela sede da válvula e depois para o evaporador. A abertura da sede da válvula é regulada pela temperatura do gás circulante do evaporador.

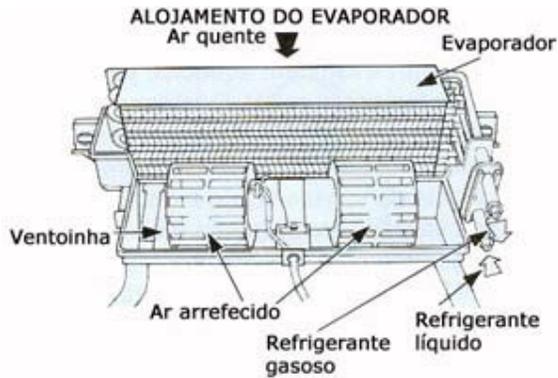
A mola garante apenas o retorno do refrigerante gasoso. Se, por exemplo, a temperatura do gás vinda do evaporador, subir no furo superior da válvula, o refrigerante líquido contido na cabeça do diafragma é também aquecido pelo sensor de temperatura. O refrigerante expande-se e força para baixo a esfera na sede da válvula pôr meio de um diafragma e a guia da válvula de forma a abrir a sede da válvula. Isto aumenta a circulação do refrigerante para o evaporador, que se arrefece e a temperatura do gás circulante desce ainda mais.



Evaporador

O evaporador está localizado dentro do habitáculo do veículo, atrás do ventilador do aquecimento/ar condicionado e funciona como um permutador de calor. É constituído por numerosas serpentinas ligadas por aletas.

O refrigerante dosado pela válvula de expansão ou pela válvula de expansão fixa é injetado no evaporador sob a forma de líquido a baixa pressão. Logo que o refrigerante entra em contato com as paredes internas da serpentina, evapora-se, retirando assim o calor das mesmas. As serpentinas e o conjunto evaporador arrefecem rapidamente. O gás refrigerante é depois aspirado pelo compressor.



O ar que passa através do evaporador, forçado pelo ventilador é arrefecido, seco e lançado para o interior do veículo. No processo, a umidade retirada do ar é lançada contra as palhetas do evaporador e condensa-se. A condensação formada é drenada através de um tubo e lançada para o exterior do veículo. As partículas de poeira, pólen, etc. que se agarram ao evaporador são lavadas simultaneamente. Desta forma o ar é limpo e seco.

Controle eletrônico

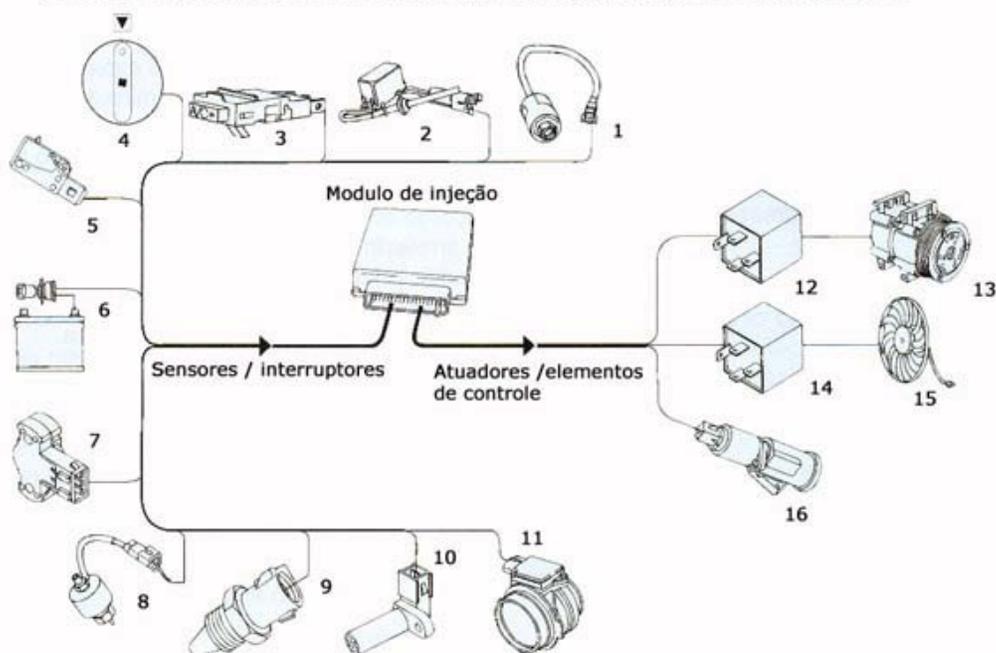
CONTROLE ELETRÔNICO (SISTEMA COM VÁLVULA DE EXPANSÃO DE SEÇÃO VARIÁVEL)

O sistema de ar condicionado não fica ligado apenas por pressionar o interruptor, deixando-o depois em funcionamento contínuo. A embreagem magnética do compressor do ar condicionado, liga-se e desliga-se em intervalos específicos, várias vezes por minuto. Estes intervalos são conhecidos por ciclos da embreagem e dependem de vários fatores:

- Temperatura ambiente: ciclos curtos a elevadas temperaturas do ambiente, maiores ciclos a baixas temperaturas ambiente, o interruptor do ar condicionado desliga-se a temperaturas inferiores a 4 °C.
- Pressão na válvula de alta pressão do sistema de ar condicionado: desliga-se quando a pressão excede um valor máximo especificado.
- Pressão na válvula de baixa pressão do sistema de ar condicionado: desliga-se quando a pressão cai abaixo de um valor mínimo especificado.
- Carga do motor: o sistema de ar condicionado é desligado durante um breve momento quando o motor está funcionando à plena carga.

Rotação de marcha lenta deve ser ajustada pelo módulo de injeção eletrônica, para corresponder a carga extra do motor, quando se liga o ar condicionado. Os sinais de entrada dos sensores da injeção eletrônica são utilizados para isso.

CONTROLE ELETRÔNICO DO SISTEMA COM VÁLVULA DE EXPANSÃO DE SEÇÃO VARIÁVEL



1. Interruptor de controle de pressão
2. Termostato
3. Interruptor do ar condicionado
4. Interruptor da ventoinha de aquecimento
5. Interruptor de aquecimento
6. Interruptor de ignição
7. Sensor da posição da borboleta
8. Sensor de velocidade
9. Sensor de temperatura do líquido do radiador
10. Sensor de fase
11. Sensor de fluxo do ar
12. Relé de corte do ar condicionado
13. Embreagem eletromagnética do ar
14. Relé da ventoinha do arrefecimento
15. Ventoinha do arrefecimento
16. Válvula de controle da marcha lenta

Interruptor de ar

INTERRUPTOR DO AR CONDICIONADO

O interruptor tem como objetivo ligar e desligar o ar condicionado.

Quando se pressiona o interruptor, a alimentação de 12 volts é ligada através do módulo de injeção eletrônica e através do interruptor de descongelamento que se encontra desligado.

O módulo de injeção eletrônica origina o corte de ar condicionado na aceleração a fundo de forma a fechar o circuito. A embreagem do ar condicionado dispõe então de voltagem, o seu interruptor fecha e o sistema fica em funcionamento: porque esta situação altera a carga do motor, o módulo de injeção também ajusta a rotação da marcha lenta do motor.

Ventoinha do aquecimento

INTERRUPTOR DA VENTONINHA DO AQUECIMENTO

Em quase todos os modelos o interruptor da ventoinha do aquecimento é rotativo e com várias posições para selecionar diferentes velocidades de aquecimento/ar condicionado.



Dependendo do modelo do veículo, o ar que vai para o interior do veículo pode ser proveniente do exterior ou recirculado. Nos modelos sem interruptor separado de ar condicionado, liga-se este no botão da ventoinha. O sistema de ar condicionado só pode ser ativado quando a ventoinha está ligada para que o ar arrefecido possa entrar no interior do veículo.

Quando liga-se o interruptor da ventoinha, o circuito de controle do relé da embreagem magnética fecha.

Aceleração a fundo

CORTE DO AR CONDICIONADO NA ACELERAÇÃO A FUNDO

Tem como objetivo desligar o ar condicionado quando o acelerador está totalmente no fundo (pisado) de forma a disponibilizar toda a potência do motor para a aceleração do veículo.

Quando os interruptores do ar condicionado e descongelamento estão ligados, há corrente informando o módulo de injeção eletrônica. Isto ativa o módulo de injeção eletrônica para fechar o circuito de controle do corte do ar condicionado na aceleração a fundo. Quando o acelerador está completamente aberto, com o motor em carga máxima, isto é indicado ao módulo de injeção eletrônica por meio do sensor de posição da borboleta (TPS).

O módulo de injeção eletrônica abre o interruptor no corte e assim interrompe o circuito do trabalho e abre a embreagem magnética no compressor. Este corte funciona apenas por cerca de alguns segundos para não reduzir excessivamente o efeito do ar condicionado.

Controle de pressão

INTERRUPTOR DE CONTROLE DE PRESSÃO

INTERRUPTOR DE CONTROLE DE PRESSÃO



Tem como objetivo proteger o ar condicionado contra pressões excessivamente altas e baixas e também controlar a ventoinha. Fica localizado no topo do tanque secador (apenas nos sistemas de ar condicionado com válvula de expansão de seção variável).

Quando em funcionamento, há três interruptores sensíveis a pressão integrados no interruptor de controle da pressão: dois interruptores de

pressão P1 e P2 cortam a alimentação da corrente á embreagem do compressor se a pressão no tanque filtro secador exceder o valor máximo de cerca de 30 bar ou cair abaixo de um mínimo de cerca de 1,4 bar. Isto para o sistema de ar condicionado se houver uma queda de pressão, por exemplo devido a vazamento em um dos tubos dois refrigerante, ou um aumento de pressão devido, pôr exemplo, a uma avaria na ventoinha de arrefecimento ou ainda a um bloqueio no tubo de alta pressão.

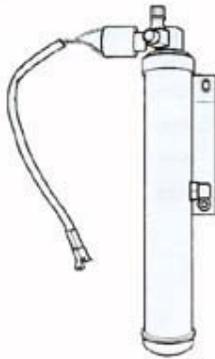
O terceiro interruptor P3 liga a ventoinha do condensador ou a ventoinha de arrefecimento a uma pressão de cerca de 18 bar para ajudar a arrefecimento do liquido refrigerante no condensador.

O interruptor de controle de pressão apenas desliga a ventoinha novamente quando a pressão cai para 14 bar.

CONTROLE

A alimentação de 12 volts para o circuito de trabalho da embreagem do compressor só é ligada enquanto os dois interruptores de pressão P1 e P2 estirem fechados. Se um destes dois interruptores estiver aberto quando a pressão atinge um valor máximo ou mínimo especificado, a alimentação para o interruptor é cortada e a embreagem do compressor desacoplada.

Tanque filtro secador com interruptor de pressão

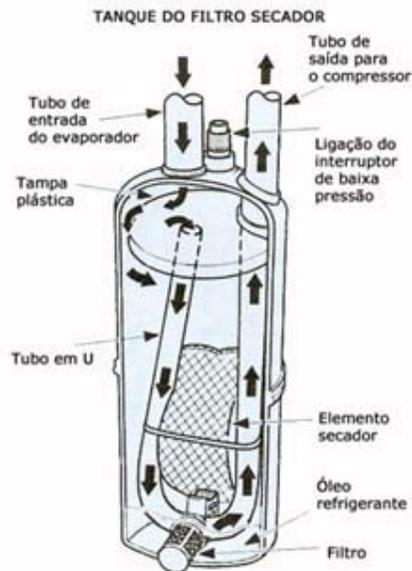


Quando fechado, o terceiro interruptor de pressão liga quando o circuito de controle do relé da ventoinha de arrefecimento é ligado á massa. O interruptor do relé está fechado e assim o circuito de trabalho do relé da ventoinha de arrefecimento fecha e a voltagem da bateria é ligada através da ventoinha de arrefecimento.

Tanque filtro secador

Sua função é atuar como reservatório do refrigerante gasoso, como filtro secador para o refrigerante para proteger o compressor.

Em funcionamento o gás refrigerante passa do evaporador através do tubo de entrada para o acumulador de aspiração secador. Circula ao redor da tampa criando um turbilhão. O elemento secador fixa a umidade absorvida pelo refrigerante. O gás refrigerante junta-se sob a tampa, sendo extraído através da abertura do tubo de saída.

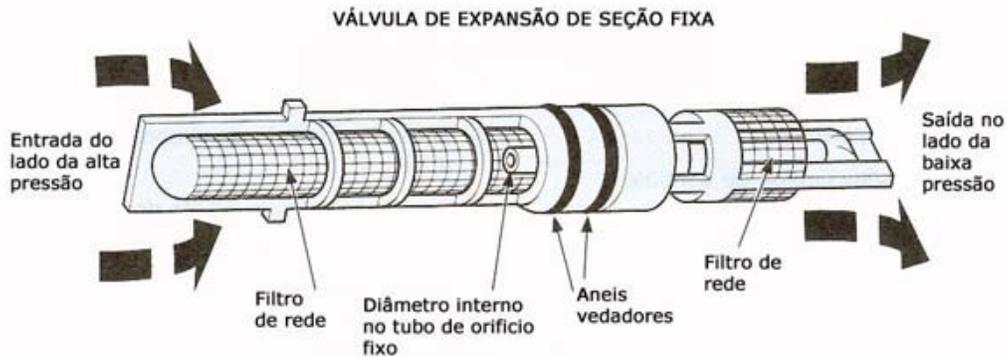


O óleo refrigerante que se encontra no fundo do tanque filtro secador é extraído através do filtro, fixado ao tubo em forma de U e misturado com o gás refrigerante (porcentagem de mistura óleo/gás é de 3% aproximadamente). Isto garante uma lubrificação adequada das peças móveis do compressor.

Válvula fixa

VÁLVULA DE EXPANSÃO DE SEÇÃO FIXA

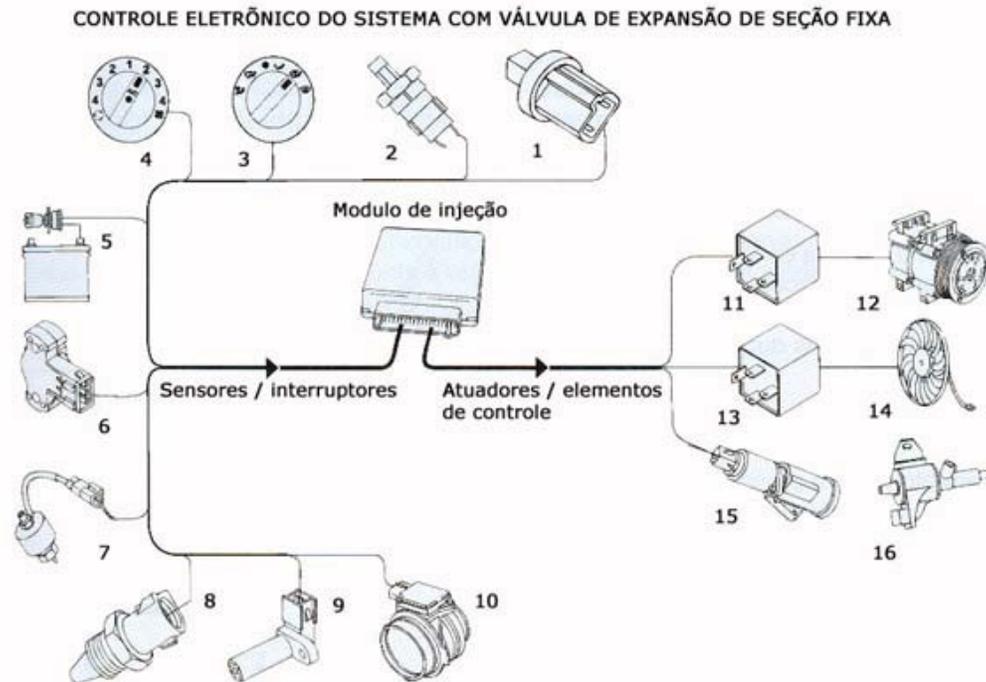
Tem como objetivo regular a quantidade do refrigerante que circula através do evaporador e separar o lado da alta pressão do sistema do lado da baixa pressão. Em funcionamento, o refrigerante líquido circula do condensador a alta pressão para o lado de entrada da válvula de expansão de seção fixa. Dois anéis vedadores, evitam que o refrigerante ultrapasse a válvula de expansão de seção fixa. Dois filtros de rede na entrada e saída da válvula de expansão de seção fixa, limpam o refrigerante de partículas estranhas.



O filtro de rede no lado da saída tem também a função de atomizar o refrigerante numa pulverização ainda mais fina. A quantidade de refrigerante que pode circular através do diâmetro interno da válvula de expansão de seção fixa é sempre determinada pela pressão. Restringe-se assim a quantidade de líquido que passa. O diâmetro interno na válvula de expansão de seção fixa varia de acordo com o modelo do veículo bem como o arrefecimento requerido pelo sistema de ar

condicionado. O diâmetro interno pode ser determinado em função da cor do alojamento da válvula de expansão de seção fixa.

Controle eletrônico



1. Interruptor da embreagem 9. Sensor de referencia
2. Interruptor de alta pressão 10. Sensor de fluxo de ar
3. Interruptor do modo de aquecimento 11. Relé de corte do ar condicionado
4. Interruptor da ventoinha do aquecimento 12. Embreagem do ar condicionado
5. Interruptor da ignição 13. Relé da ventoinha do arrefecimento
6. Sensor da posição da borboleta 14. Ventoinha do arrefecimento
7. Sensor de velocidade 15. Válvula de controle da marcha lenta
8. Sensor da temperatura do ar

Quando o sistema de ar condicionado é ativado, pressionando o interruptor da ventoinha do aquecimento/ar condicionado, o interruptor de alta pressão e o interruptor do funcionamento da embreagem do compressor devem estar fechados. Se a pressão no lado de alta pressão do sistema de ar condicionado excede o valor especificado, o circuito de trabalho do sistema de ar condicionado é desligado pelo interruptor de controle de pressão do ar condicionado. Quando a pressão alcança um valor máximo, o segundo interruptor de pressão no interruptor de alta pressão fecha o circuito de controle do relé do comando eletrônico de alta velocidade da ventoinha de forma a alimentar o motor da ventoinha de ar condicionado pelo relé do comando eletrônico de alta velocidade da ventoinha. Isto aumenta a velocidade da ventoinha de arrefecimento.

Interruptor de alta pressão

INTERRUPTOR DE ALTA PRESSÃO

Fica posicionado no tubo do compressor ao condensador no compartimento do motor e tem como função, proteger o sistema de ar condicionado contra pressões excessivamente altas desligando o compressor e também ligar as ventoinhas duplas na sua máxima velocidade.

O interruptor de alta pressão no circuito da válvula de expansão de seção fixa funciona da mesma forma que o interruptor de controle de pressão no circuito com válvula de expansão: serve para proteger a parte de alta pressão do circuito refrigerante. Se a pressão exceder um valor máximo P2 devido ao fluxo de ar através do condensador estar bloqueado ou a presença de uma obstrução no tubo de alta pressão por exemplo, o interruptor de alta pressão ou o interruptor de controle dos ciclos desliga o compressor.

O compressor não voltará a ser ligado enquanto a pressão não cair novamente para P1. A pressão P3 a velocidade da ventoinha ou das ventoinhas duplas aumenta. O módulo de injeção eletrônica que controla também o ar condicionado, só liga a ventoinha para uma velocidade mais baixa quando a pressão voltar a cair para P4.

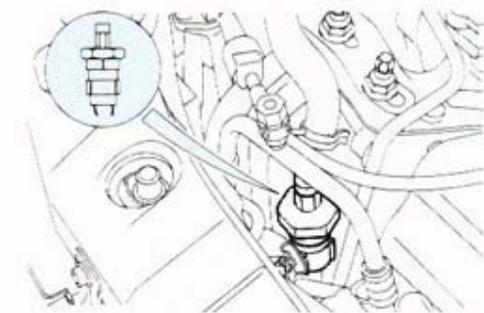
P1 22,4 bar

P2 29.7 bar

P3 22.4 bar

P4 17,2 bar

POSIÇÃO DO INTERRUPTOR DE ALTA PRESSÃO

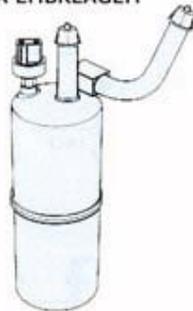


Interruptor de acionamento da embreagem

INTERRUPTOR DE ACIONAMENTO DA EMBREAGEM

Posicionado no topo do filtro secador, tem como finalidade, proteger o evaporador contra a congelação e proteger o sistema de ar condicionado contra uma pressão excessivamente

TANQUE FILTRO SECADOR COM INTERRUPTOR DA EMBREAGEM

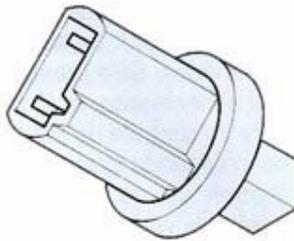


O interruptor de acionamento da embreagem funciona como um interruptor de descongelamento, e liga e desliga a embreagem do compressor.

A pressão e a temperatura no tanque filtro secador e no evaporador são as mesmas. Se a pressão e, portanto, a temperatura no tanque filtro secador baixar, a temperatura no evaporador aproxima-se do ponto de congelamento. O evaporador tende a congelar e perde o seu efeito de arrefecedor. O interruptor da embreagem desliga a embreagem do compressor se a pressão baixar para um valor especificado.

O controle é feito quando se aciona o interruptor da ventoinha do aquecimento/ar condicionado, a corrente de 12 volts só alcança o interruptor do compressor se o interruptor da embreagem estiver fechado. Se a pressão cair abaixo de um valor mínimo, o interruptor abre-se e corta a corrente para a embreagem do compressor.

INTERRUPTOR DA EMBREAGEM

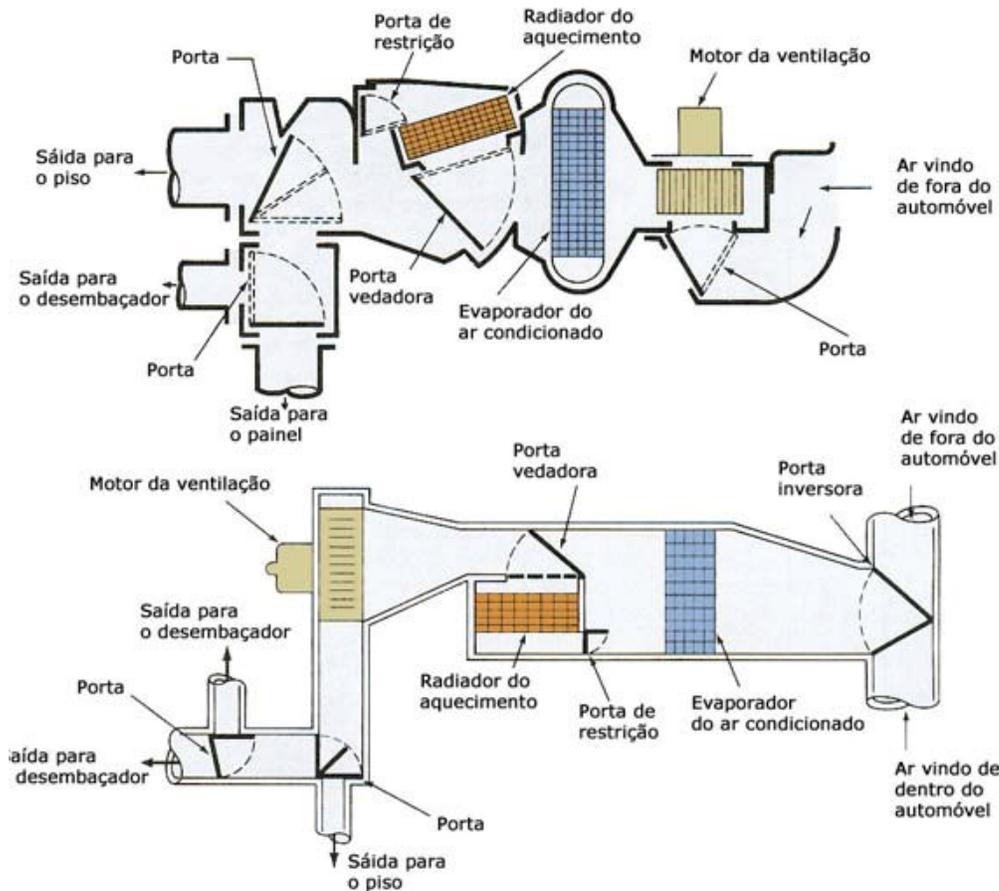


Interruptor de modo

INTERRUPTOR DO MODO DO AQUECIMENTO

Colocando o interruptor do modo de aquecimento na posição defrost. Liga-se o sistema de ar condicionado ou o interruptor da ventoinha do aquecimento/ar condicionado. Isto permite que, quando a umidade do ar no interior do veículo é muito elevada o ar, para desembaçar os vidros, é previamente seco.

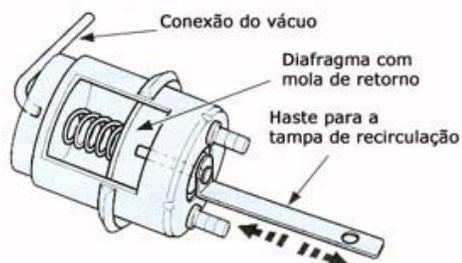
Sistema de vácuo



Os comandos de aquecimento/ar condicionado regulam a mistura com ar quente, exclusão do ar exterior e distribuição do ar através de várias aberturas. Isto faz-se abrindo e fechando a distribuição do ar ou tampas comandadas pôr cabos, motores de controle de vácuo ou motores acionados eletricamente, dependendo do modelo do ar condicionado e veículo.

O motor de controle de vácuo funciona como uma unidade de diafragma de vácuo. Está ligado ao reservatório de vácuo pôr um tubo. Se aplicar o vácuo à conexão do vácuo, do motor de controle, o diafragma e a haste que está ligada, retraem-se. A tampa de recirculação fixada à extensão da haste abre-se.

MOTOR DE CONTROLE DE VÁCUO



O vácuo no reservatório é proveniente do vácuo do motor no coletor de admissão, depois do acelerador, por meio de um tubo.

O vácuo do reservatório mantém-se a um nível constante pôr uma válvula integral de um só sentido, mesmo quando o vácuo do motor desce.