

Seja Bem Vindo!

# **Curso**

# **Mecânica Automotiva**

Carga horária: 55hs



## **Conteúdo Programático:**

Estrutura Geral dos Veículos

Sistemas de Direção

Sistema de Freios

Motores à Explosão

Sistema de Lubrificação

Sistema de Arrefecimento

Sistema de Transmissão e Embreagem

Suspensão

Amortecedor

Eletricidade

Motor de Partida

## Estrutura Geral dos Veículos

De uma maneira geral, todos os veículos são constituídos pelos mesmos elementos. Tem-se, em quase todos os tipos, um chassi, que é o suporte do veículo; uma cobertura para conduzir os passageiros ou carga, que se chama carroçaria; um conjunto moto-propulsor constituído, por um motor e transmissão de movimento, que é capaz de criar a energia para deslocar o veículo.

Outros elementos com certas funções básicas, seguem: todo veículo deve ter um sistema de direção, que é capaz de fazê-lo deslocar-se para onde se deseja; deve possuir ainda um sistema de suspensão, para não transmitir aos passageiros ou carga as oscilações do veículo, quando passar em terreno irregular.

Existem mais elementos ainda, que serão apresentados à medida que o assunto for se desenvolvendo. Iremos encontrar, por exemplo, as rodas e pneus, o sistema de freios, o câmbio, e assim por diante.

### CHASSI

O chassi é o suporte do veículo. É sobre ele que se montam a carroçaria, o motor, a ele se prendem as rodas, sendo a própria estrutura do veículo.

Em geral, é constituído por duas longarinas de aço, paralelas, com um "X" ou travessas, no meio.

O X ou barra melhora a resistência à torção. É importante que o chassi resista bem a torção, para impedir que a carroçaria também se torça: isto levaria a movimentos das portas, podendo até abri-las.

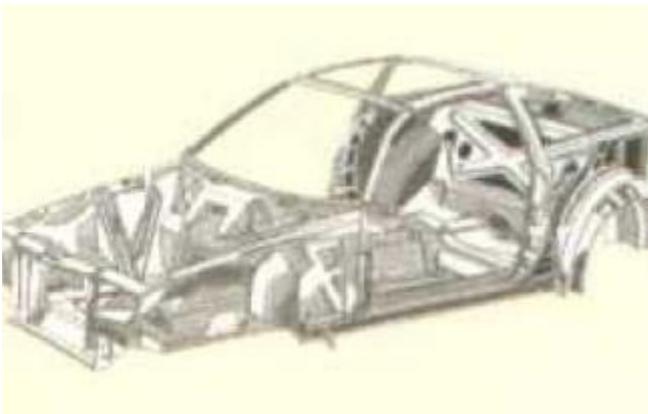
Normalmente, nos veículos com chassi, este recebe todos os esforços a que fica sujeito o veículo. A carroçaria é apenas o elemento de cobertura, para abrigar os passageiros. Nos veículos monoblocos, todo o conjunto trabalha. Os esforços são suportados, simultaneamente, pelo chassi e pela cobertura.



Chassi tem o mesmo significado que suporte, estrutura. Sempre que se monta uma máquina, ou um instrumento, o suporte sobre o qual é montado o conjunto recebe o nome de chassi.

Esse sistema encontra, hoje, larga aplicação, inclusive em diversas marcas de caminhões. Alguns modelos de veículos não possuem um chassi propriamente dito. A própria carroçaria se une ao plano do assoalho formando um único conjunto. Essas estruturas são chamadas, por isso, de monoblocos e a carroçaria é construída de maneira tal que recebe todos os esforços suportando os pesos, durante o movimento do veículo.

A estrutura do monobloco de um veículo pode ser vista na figura abaixo:



### **Solução Tradicional**

Existem dois processos para se montar a estrutura dos veículos. Um deles é o que vem sendo utilizado há mais tempo; pode-se dizer que é o processo tradicional, pois já

aparecia em carroças e carruagens, muito tempo antes de se inventar o automóvel. O outro processo veremos adiante.

Esta montagem consiste de um chassi que suporta todo o conjunto.

Da mesma maneira, em se tratando de automóveis, é necessário que se pense numa estrutura para suportar todo o conjunto de carroçaria, motor, caixa de mudanças, eixo traseiro e dianteiro.

Basicamente, quase todos os chassis são construídos com duas travessas de aço ao longo do veículo, fixadas por meio de várias travessas menores, perpendiculares. Todas as travessas são rebitadas entre si, de maneira que formam uma única estrutura sólida.

O chassi apóia-se sobre os dois eixos: dianteiro e traseiro. Na parte dianteira, montam-se o motor e a caixa de mudanças; na parte traseira, montam-se o diferencial e o tanque de combustível.

Com essa distribuição, os fabricantes conseguem um bom equilíbrio de pesos: metade do peso, mais ou menos, fica sobre o eixo dianteiro, e a outra metade, sobre o eixo traseiro.



Os esforços que o chassi sofre, quando o veículo está andando, são violentos e, por isso, ele deve ter um formato que seja resistente.

As longarinas e travessas de aço são fabricadas com chapa de aço bastante grossas, que são pré-moldadas numa prensa e ficam com o formato de um "U". O formato em "U" é utilizado para que as longarinas e travessas adquiram, assim, maior resistência.

O chassi não deve movimentar-se (torcer) nem permitir que a carroçaria se movimente. Se isso acontecer, logo surgirão pontos fracos, as dobradiças ficarão folgadas, podendo gerar ruídos. O chassi de construção mais simples é o do tipo paralelo, no qual todas as vigas são retas. Sua montagem é mais simples. Deste tipo são quase todos os chassis brasileiros.

## **MEDIDAS DO CHASSI**

É muito importante que sejam conhecidas as dimensões do chassi. Em caso de alguma batida que empenhe ou entorte o chassi, ele será restaurado, contanto que se conheçam as suas medidas corretas.

Por isso, sempre que se enfrentar um problema de chassi torto, o primeiro passo é conseguir suas medidas originais, com o auxílio do fabricante ou de um outro veículo igual, em boas condições. Geralmente, as oficinas especializadas nesse tipo de serviço, possuem os manuais necessários para as correções que serão realizadas no chassi a ser recuperado, como também todas as medidas originais.

## **ALINHAMENTO DO CHASSI**

Se após uma pancada o chassi entortar, será necessário que se refaçam suas medidas originais. Um desalinhamento do chassi pode afetar o alinhamento das rodas dianteiras, ocasionando um desgaste mais intenso de vários componentes.

Antes de verificar o alinhamento do chassi, deve-se observar se não apresenta trincas ou partes soltas. Verificam-se todas as conexões rebitadas ou soldadas. Inspeccionam-se as longarinas quanto a empenamento ou torção. As longarinas em forma de "U" são fáceis de serem torcidas.

## **ANÁLISE DAS TRINCAS**

Trincas, e algumas vezes empenamentos, podem surgir por outras causas, que não sejam batidas. Podem surgir trincas por flexão excessiva ou por esforço concentrado. A flexão excessiva ocorre principalmente quando se carrega o veículo com cargas elevadas, ou então mal distribuídas. O veículo, quando se desloca, balança a carga. Todo esse esforço de flexão é suportado pelas longarinas.

## **CHASSI MONOBLOCO**

Ou mais corretamente carroçaria monobloco, pois nele não existe chassi e a carroçaria é construída de maneira tal que recebe todos os esforços suportando os pesos, durante o movimento do veículo. O assoalho, as laterais e o teto da carroçaria são construídos de maneira tal que trabalham como se fossem um único conjunto. A vantagem disso se sente imediatamente no peso, pois uma carroçaria monobloco é bem mais leve.

Não pense, porém, que apenas veículos pequenos utilizam este sistema, sendo usado até em grandes veículos. É o caso de veículos de carga, em que tanto a cabina do caminhão quanto a carroçaria inteira do ônibus são construídas com base neste sistema.

## **CARROCERIA**

É toda a cobertura que proporciona aos ocupantes, a proteção adequada contra sol, chuva, vento, poeira, etc. Pode ser construída separadamente e presa ao chassi, ou pode, como já vimos, formar com o assoalho um conjunto monobloco.



***Marea 2002 - Carroçaria***

A carroçaria é fabricada em chapa de aço, podendo ser uma única peça ou mais de uma, soldadas ou parafusadas entre si. Dentro de uma indústria de automóveis, a carroçaria é construída numa fábrica à parte, que se dedica só a isso.

## **INSTRUMENTOS**

No painel defronte ao motorista se encontra uma série de instrumentos que lhe permitem verificar as condições de operação do automóvel. O maior instrumento é normalmente conhecido por velocímetro. É, na verdade, um aparelho combinado; são dois num só: o indicador de velocidade e, mais abaixo, outro, que indica os quilômetros percorridos pelo carro, chamado odômetro.

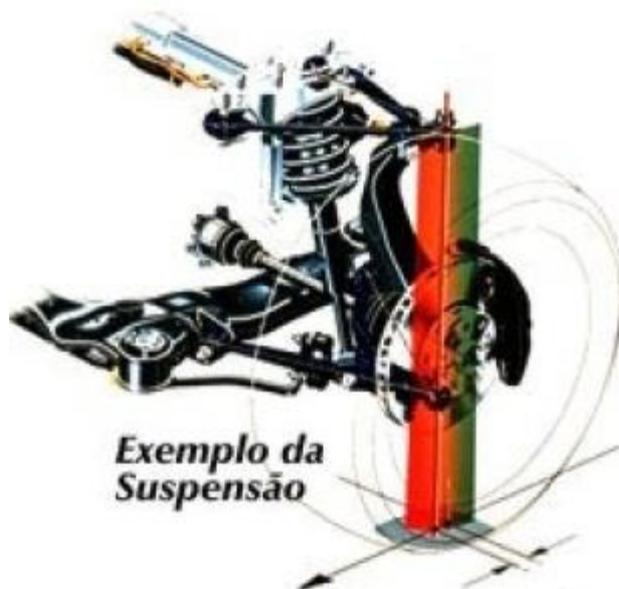


No painel se encontram ainda o indicador de combustível e o de temperatura da água do sistema de arrefecimento. Debaxo do painel se encontram os pedais de embreagem, freio e acelerador.

## **SUSPENSÃO**

Conjunto de peças que impedem a transmissão dos solavancos, que a roda sofre, à carroçaria. É feito por um conjunto de mola e amortecedor. A roda é ligada ao chassi ou a carroçaria. Como a roda é mais leve que o resto do veículo, ao entrar ou sair de um buraco é a roda que vibra e não a carroçaria.

Há molas de vários tipos: a de feixe, como a que usam todos os caminhões; a mola em espiral, usada tanto na suspensão dianteira como traseira; e mista - espiral na frente e feixe atrás. E ainda o tipo de torção, constituído por um feixe de lâminas, mas que por torção.



No eixo dianteiro quase todos os veículos usam suspensão independente. Quando a suspensão não é independente, tem-se um eixo apenas e uma mola em cada roda. Na suspensão independente, em vez de um eixo só, tem-se dois meios-eixos e, na ponta decada um, as rodas. Como resultado, ao passar num buraco, apenas a roda afetada, trepida;a outra não. Esta é a grande vantagem da suspensão independente.

O sistema se completa por um amortecedor, cuja função é amortecer as oscilações que a mola criou. Se não houvesse amortecedor, a carroçaria oscilaria para cima e para baixo, e essas oscilações demorariam para acabar. Graças ao amortecedor, essas oscilações diminuem rapidamente, melhorando as condições de conforto dos passageiros.

## **Sistemas de Direção**

A parte do veículo mais importante, do ponto de vista de segurança é considerada, por quase todos os técnicos, como o sistema de direção. Qualquer falha neste sistema, por menor que seja, em geral, acarreta sérios problemas ou danos para os ocupantes.

Nos primeiros automóveis inventados, a direção era bastante simples parecendo-se mais com um guidão de bicicleta do que com o sistema de direção que conhecemos atualmente.

Mas, à medida que a técnica foi evoluindo e cada vez mais os veículos foram ficando mais velozes o sistema de direção foi se aperfeiçoando, até atingir o grau de precisão que existe hoje em dia.

Um bom sistema de direção é vital. Deve ser fácil de ser operado, caso contrário, logo cansará o motorista, colocando-o em risco de algum acidente. O sistema também deve ser capaz de amortecer os choques das rodas, não transmitindo-os aos braços do motorista.

Deve ainda contribuir para amortecer as vibrações das rodas dianteiras.

### **Engrenagem - Sistema Convencional**

A função básica da direção é transformar o movimento de rotação da coluna de direção, num movimento de vaivém para as rodas. Isto é cumprido essencialmente por duas peças: um parafuso sem-fim e um setor dentado (as quais podem ser vistas na figura 1) Essas duas peças ficam no interior de uma carcaça chamada caixa de direção, que possibilita a lubrificação das engrenagens e, ao mesmo tempo, constitui uma proteção contra poeira. Quando a coluna de direção gira, gira também o parafuso sem-fim. Ele é um dispositivo que possui uma rosca semelhante às roscas dos parafusos.

### **Direção Hidráulica**

Tradicionalmente, nos veículos pesados, tem-se usado um sistema de direção que reforce o movimento do motorista. Têm sido empregados sistemas a ar comprimido, mecanismo eletrônico, direções hidráulicas.

Este último sistema foi o que mostrou melhores resultados e é o que tem sido usado mais largamente. Mais recentemente passou também a ser empregado em veículos mais leves, em alguns casos como item opcional.

Evidentemente o sistema possui um custo mais elevado e, por isso, tem sido reservado aos veículos pesados, tais como caminhões, e aos veículos de luxo, onde o que importa é o conforto.

O princípio é bastante simples. Um sistema com óleo sob pressão exerce a maior parte do esforço necessário para girar as rodas. A pressão do óleo é aplicada pelo sistema, justamente no instante em que o motorista vira o volante da direção.

No sistema de direção hidráulica há uma bomba que continuamente está operando e que fornece a pressão hidráulica, quando desejada.

Há uma válvula especial que se abre ou fecha, quando se gira o volante. Ao abrir, ela permite que o óleo sob pressão seja aplicado a um pistão que, por sua vez, aciona a barra de direção.

A bomba de óleo é acionada ,através de uma correia, pelo próprio motor. Da bomba saem duas tubulações, uma que leva o óleo até a caixa de direção e outra que o traz de volta. Na caixa de direção estão incluídas a caixa propriamente dita e a válvula.

Enquanto isso o motor está funcionando, a bomba cria pressão no óleo. As posições da válvula é o que determinam por onde deve caminhar o óleo e qual o efeito que ele vai exercer.

O corpo da válvula possui internamente três câmaras. Em cada câmara há um orifício.

As duas câmaras externas são ligadas ao reservatório de óleo e a câmara central está ligada à bomba.

O sistema é montado de maneira tal que, mesmo em caso de acidente e perda do óleo, ainda assim a direção possa funcionar. Passando então a funcionar manualmente, como os sistemas comuns de direção.

Todos os sistemas hidráulicos, em caso de acidente, se transformam em sistemas convencionais e o veículo pode continuar a trafegar até que se possa pará-lo para o conserto.

## **Sistema de Freios**

Os elementos que interessam na segurança do veículo são vários, mas quando se fala de segurança o item que logo vem em mente são os freios. O motor é um item de segurança quando analisado pelo ponto de vista de que, quanto melhor for a sua aceleração, mais facilmente será ultrapassado um veículo na estrada e, portanto, menos tempo ficará em posição insegura.

A suspensão também é importante para que o veículo conserve a sua estabilidade. De modo análogo, um chassi rígido e uma carroçaria com aerodinâmica permitem um melhor desempenho do veículo. Todavia, os freios são os elementos mais importantes.

Eles são projetados de maneira que dêem ao veículo uma capacidade de desaceleração várias vezes maior que sua capacidade de aceleração. Porém, mesmo com essa capacidade alta de desaceleração, ainda assim o veículo percorre certa distância, antes de parar por completo.

Podemos citar duas razões porque isto ocorre: Em primeiro lugar, o motorista não freia o carro no mesmo instante em que vê o perigo. Sempre há uma reação atrasada. Em segundo lugar, como o carro está a certa velocidade, mesmo depois de aplicado o freio, ele desloca-se por certa distância até parar. Logo a distância percorrida pelo veículo desde o momento que é visto o perigo até o carro parar, é a soma dos dois casos acima.

## **Funcionamento dos freios**

Os freios funcionam através de um sistema de mangueiras flexíveis e pequenos tubos de metal, por onde circula o fluido. É esse líquido, com alta resistência ao calor (ponto de ebulição em torno dos 260 graus centígrados), que transmite a pressão exercida no pedal até a roda, gerando atrito necessário para pará-las.

As rodas dianteiras exigem pressão maior para serem imobilizadas (é nessa parte que se encontra o peso do carro nas freadas). Ali, o atrito se dá entre as pastilhas de freio e os discos que se movimentam junto com as rodas. Nas traseiras, a fricção é entre as lonas de freios e os tambores. Como essas peças do sistema de freio são muito importantes para o pleno funcionamento do mesmo, se algumas dessas peças se mostra desgastada numa revisão, troque-a por uma nova imediatamente.

## **Comando Hidráulico**

Para compreender o funcionamento dos freios modernos, é preciso que se entenda o funcionamento do comando hidráulico.

Uma única pessoa consegue frear um veículo, mesmo sendo ele pesado. No entanto, para conseguir fazer esse veículo andar, é preciso de um motor com uma razoável potência.

O funcionamento do comando hidráulico baseia-se no fato de que, quando se comprime um fluido (usa-se óleo na maioria da vezes), a sua pressão estende-se a todos os lugares onde ele se encontra.

Quando se baixa o pistão pequeno, o óleo fica sob pressão e, como a pressão, se propaga por todo o óleo, ele chega até o pistão grande e o empurra para cima. O pistão pequeno precisa descer bastante, para que uma boa quantidade de óleo seja empurrada para o cilindro grande. Em consequência, o pistão grande será empurrado para cima. Porém ele se desloca pouca coisa, porque o volume de óleo que foi empurrado do cilindro pequeno para o grande ficará distribuído ao longo de um pistão bem maior e, portanto, a sua ação de deslocamento será pequena.

## **Freios a disco**

Dia a dia, os sistemas de freios vão se aperfeiçoando. Atualmente, atingiu-se um alto nível de perfeição, no qual para obter força elevada para comprimir as sapatas não é problema. O maior inimigo dos freios, na situação atual, é o calor gerado.

Tanto é que o próprio material usado nos freios vem sendo alterado, procurando-se eliminar o algodão, e usando-se nas "lonas" quase somente amianto, arame e um plástico para colar os dois (sob calor). Consegue-se, assim, um material mais resistente

ao calor, se bem que com menor coeficiente de atrito. O menor coeficiente de atrito pode ser compensado por freios que criem forças maiores, nas sapatas.

Ainda assim, o calor constitui sério problema. Seu principal inconveniente, em relação aos materiais empregados, atualmente, é o fato de diminuir o coeficiente de atrito. Resulta disso que, numa freada muito forte e prolongada, as "lonas" se aquecem demasiado e perdem eficiência.



Por essa razão, os fabricantes procuraram partir para tipos de freios que pudessem ser resfriados mais rapidamente.

Um freio que pode ser mantido mais frio será um freio mais eficiente. A ele se pode aplicar mais força, sem que se perca rendimento.

Por outro lado, o aluno deve estar lembrado de que o atrito dos freios não pode ser superior ao dos pneus com o solo.

Porém, é possível utilizar-se pneus largos, com maior aderência. Isto possibilita o uso de freios mais eficientes.

Mas, como a resistência das "lonas" ao calor é limitada pelos materiais que se usam, encontra-se aqui outro obstáculo para que se consiga que os freios brequem melhor.

Você pode perceber, assim, a série de obstáculos que enfrentam os fabricantes – resistência ao calor, força, atrito, ventilação, pneus, etc. – para conseguirem obter bons freios. Na situação atual de materiais, força, atrito, os fabricantes acharam uma saída no aumento da ventilação dos freios. Freios ventilados não aquecem tanto. Mas como ventilar? A solução achada foi aumentar a área de frenagem. Surgiram, daí, os **freios a disco**.



Funcionam eles de maneira semelhante aos freio de uma bicicleta, que é constituído por duas sapatas laterais. Quando se aperta a alavanca de freio no guidão, as sapatas são pressionadas contra a roda. A área de atrito é relativamente pequena, apenas do tamanho tamanho da sapata. A área de ventilação é grande, pois é constituída pela roda inteira. Não que no caso das bicicletas haja necessidade de ventilação; não é o caso. Fazemos tais observações somente pelo fato de serem importantes, no caso dos automóveis.

Basicamente, o sistema usado nos automóveis é o mesmo; difere apenas no fato de que, em vez de comando mecânico, eles possuem comando hidráulico.

Sobre o eixo da roda, há um disco de aço (daí o nome de freio a disco), contra o qual são empurradas duas sapatas, por ação de dois cilindros de freios comandados da mesma maneira que o sistema de freio convencional, isto é, pela pressão criada no fluido hidráulico por meio de um cilindro mestre ligado ao pedal de freio.

De cada lado do disco há uma "lona", que é comprimida pelos pistões dos cilindros.

Envolvendo os cilindros, existem dois anéis de borracha, um para recuperação do pistão e outro para evitar a fuga de óleo. A explicação do funcionamento dos dois logo será vista.

Os dois conjuntos aparecem no interior de uma caixa, que se monta sobre o disco, ou melhor, o disco gira no seu interior. Quando se pisa no pedal de freio e se cria pressão no fluido hidráulico, os pistões comprimem as lonas contra o disco. Quando se alivia o pedal, acaba a pressão e os pistões retornam a sua posição, de maneira tal que as "lonas" fiquem apenas esfregando levemente contra o disco, sem entretanto, se desgastarem.

O elemento que faz os pistões retornarem a sua posição, depois de retirada a pressão do fluido hidráulico, é o anel de recuperação, em parte auxiliado pelo anel de vedação. Alguns veículos possuem apenas um anel de borracha, fazendo a ação simultânea de vedação e recuperação.

Quando se estabelece a pressão no fluido e este empurra o pistão, o anel de borracha deforma-se. Ao desaparecer a pressão do fluido, o anel de borracha empurra de volta o pistão. Como o curso do pistão é pequeno, esta deformação é suficiente para movimentá-lo.

## O ABS como item de segurança

A maior vantagem do ABS é o seu princípio e seu funcionamento, ou seja, o antitravamento das rodas nas frenagens de emergência. Em todas situações, o motorista poderá "pisar" fundo no freio, com a máxima força, sem que haja o travamento das rodas. A segurança do condutor aumentará e a vida útil dos pneus se prolongará, pois os próprios pneus não serão arrastados sobre o solo.

Os sensores de rotação nas rodas informam a unidade de comando se haverá o travamento (bloqueio) de uma das rodas ou mais. A unidade (módulo) de comando impedirá este bloqueio, dando um conjunto de sinais ao comando hidráulico, que regulará a pressão do óleo de freio individualmente, em cada roda.

Assim, o motorista poderá frear o veículo ao máximo, sem que trave as rodas, proporcionando assim, uma boa dirigibilidade com tranquilidade e segurança. O ABS permite que se aplique o freio com o máximo de força sobre o pedal ao contornar uma curva em alta velocidade mesmo com a pista molhada ou escorregadia, mantendo o total controle do veículo. Considerado pelos técnicos, o ABS é um importantíssimo avanço tecnológico rumo a segurança total dos condutores de veículos.

## Motores à Explosão

Para ir pra escola, pra se divertir, pra fazer compras, pra viajar... Hoje em dia, principalmente para quem mora nas grandes cidades, o carro já virou uma necessidade.

Mas nem sempre foi assim. No século XIX, (até o ano de 1896, mais ou menos) o automóvel era considerado simplesmente um "brinquedinho caro". E não era pra menos!



Quem utilizaria um veículo de locomoção que andava com a velocidade de 10 ou 15 Km por hora? Pra você ter uma idéia do quanto esses automóveis eram lentos, compare: nós devemos andar, sem a menor pressa, numa velocidade de uns 4 km/h.



Enquanto isso, a população utilizava o trem como principal meio de transporte coletivo. Ainda sem pensar em transformar a "engenhoca" num meio de transporte que facilitasse a vida das pessoas, os primeiros trabalhos realizados na busca de um veículo que funcionasse com um motor foram realizados no século XVIII.

O primeiro a andar por meio de sua própria energia foi criado em 1769 pelo francês Nicolas Cugnot. A invenção era, no mínimo, esquisita!



Imagine só: um trator de três rodas, movido a vapor, que era usado para arrastar canhão. A velocidade? Ele andava a, aproximadamente, 4 km por hora. O trator não conseguia rodar muitos metros de uma vez. Ele tinha de parar para acumular vapor. Só então, voltava a funcionar.

Alessandro Dantas, no século XIX foi desenvolvido o motor de combustão interna. O princípio foi o mesmo utilizado pela pólvora, invenção do século XVII. Funcionava assim: o combustível queimava no interior de um cilindro fechado com bases móveis, os chamados êmbolos ou pistões. O combustível utilizado para estes motores de combustão interna foi desenvolvido a partir do carvão.

1860- francês Etienne Lenoir- construiu o primeiro motor de combustão interna "importante". Funcionava assim: na extremidade de um cilindro é injetado um gás. Em seguida, este gás é injetado na outra extremidade. Por causa das explosões provocadas pela centelha elétrica, o êmbolo é jogado de uma extremidade à outra. Uma haste, ligada neste êmbolo e no volante, faz o volante girar.

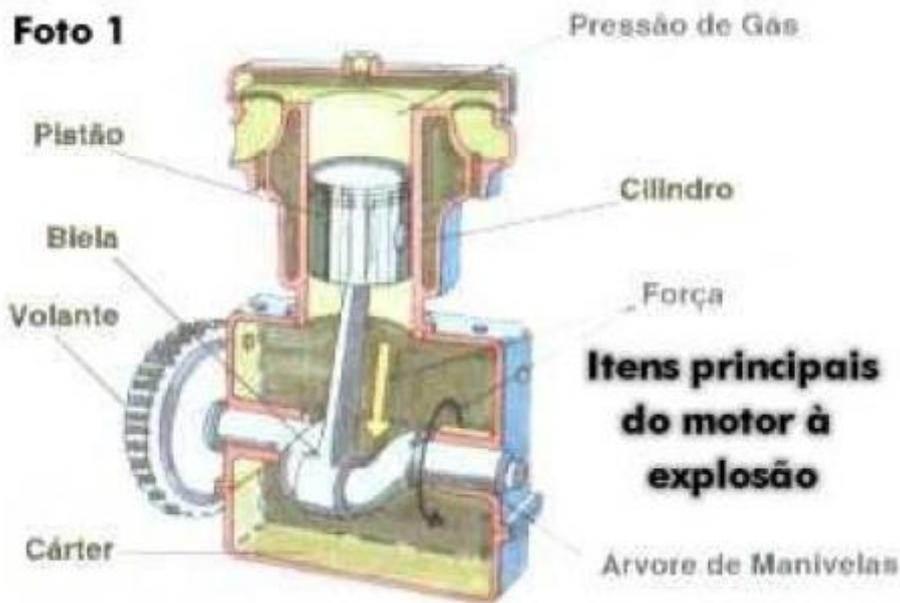
O princípio dos quatro tempos, utilizado até hoje pela maioria dos automóveis, foi desenvolvido em 1876 pelos alemães. Então, vamos conhecer como funciona os motores a explosão e seus acessórios.

## Motores a Explosão

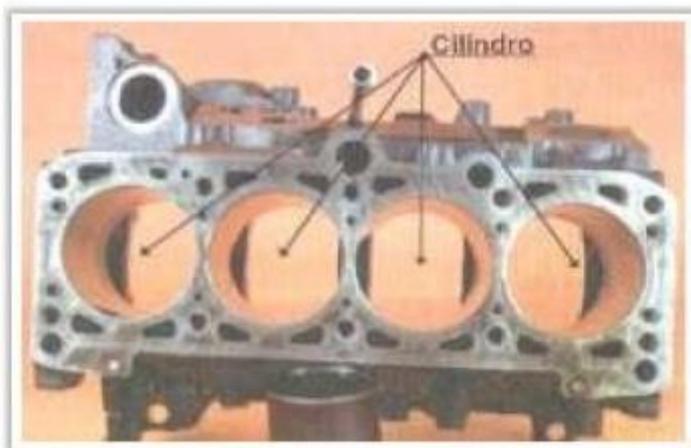
Para facilitar as explicações será visto, inicialmente, um motor com um só cilindro. Não é o normal. Apenas alguns tipos de motores têm um só cilindro: motoneta, motocicleta, motor de popa. O normal é ter vários cilindros.

Entretanto, a explicação torna-se mais clara e, uma vez entendido o motor de um cilindro, será bem mais fácil compreender a derivação do motor com vários cilindros, que iremos fazer posteriormente. Teremos, então, uma repetição, nos vários cilindros, do que ocorre num deles.

O motor é constituído, essencialmente, pelas peças indicadas na foto abaixo:



O corpo do motor é um bloco de ferro fundido com um "buraco" de forma cilíndrica, no seu interior. Esse "buraco" recebe o nome de Cilindro (foto 2). Dentro do cilindro desloca-se o pistão, cujo movimento é subir e descer (foto 3). Atravessado no pistão, há um pino que fica numa haste chamada biela. (foto 5).



**Foto 2 - Cilindro do motor**

Quando o pistão sobe e desce, a biela o acompanha. Na outra extremidade, a biela se prende a um eixo que tem a forma de uma manivela. O nome correto dessa peça é **árvore de manivelas**, vulgarmente conhecida por **virabrequim** (foto 6). Quando o pistão sobe e desce, a biela o acompanha e obriga a árvore de manivelas a virar, da mesma maneira que uma manivela.

No seu movimento de subida e descida, o pistão passa por dois pontos extremos durante o seu curso: o ponto mais alto e o ponto mais baixo. Nesses pontos, ele inverte o seu movimento e, por isso, são dois pontos onde a sua velocidade é nula. Costuma-se chamar a esses dois pontos de Ponto Morto Superior (PMS) e Ponto Morto Inferior - PMI.



Quando o pistão se encontra no PMS, a biela também está para cima e a árvore de manivelas, por sua vez, também está voltada para cima. Quando o pistão vem para o PMI, a biela desce e a árvore de manivelas vira, de maneira a ficar para baixo.

Obs.: O Ponto Morto Superior e o inferior do pistão não tem nada a ver com o Ponto Morto do Câmbio, conforme será visto mais tarde.

A árvore de manivelas vira sobre dois mancais. Num dos seus extremos há uma roda pesada de ferro, que se chama volante. A sua função é manter uniforme o movimento da árvore de manivelas evitando os trancos. Na parte superior do cilindro existem dois orifícios, que são abertos ou fechados por duas válvulas. Uma é a válvula de admissão; outra, a válvula de escapamento.

Ainda aí, na parte superior, perto das duas válvulas existe uma pequena peça, a vela, cuja função é fazer saltar, no momento adequado, uma faísca, que vai incendiar o combustível.

## O Motor de quatro tempos

Todos os motores funcionam pelo mesmo princípio: queimando combustível, formam-se gases em grande quantidade. Aparece uma pressão grande sobre o pistão, que o empurra para baixo e força o virabrequim a virar.



Entretanto, existem várias maneiras pelas quais se pode obter esse efeito: motor de quatro tempos, motor de dois tempos, motor diesel, etc.

Existe também um motor chamado Wankel, de sistema rotativo, o qual descreveremos mais detalhadamente no decorrer do curso. Os motores que funcionam com o processo chamado "quatro tempos" são os mais comuns, no mundo inteiro. São conhecidos também como "**motores Otto**", porque foram imaginados, pela primeira vez, por um engenheiro alemão chamado Nicolás Otto.

### **Primeiro tempo - Admissão :**

O pistão se encontra no ponto morto superior e começa a descer. Por um mecanismo especial – o eixo comando de válvulas -, abre-se a válvula de admissão. Continuando a descer, o pistão aspira, através da válvula de admissão, a mistura de ar + combustível. A mistura continua entrando até que o pistão chegue ao ponto morto inferior. Quando o pistão chega ao ponto morto inferior, a válvula de admissão se fecha. O cilindro está agora totalmente cheio de mistura ar + combustível. Mas o pistão continua a movimentar-se, e agora vai subir. Para que o motor funcione, ele deve executar quatro fases bem características, enquanto o pistão sobe e desce.

### **Segundo tempo - Compressão:**

O pistão sobe desde o ponto morto inferior até o superior. As duas válvulas ficam fechadas.

Conseqüentemente, a mistura de ar e combustível é comprimida, até ser reduzida apenas ao volume compreendido entre o ponto morto superior e a parte superior do cilindro (cabecote).

Como resultado da compressão, a mistura se aquece e as moléculas de combustível ficam mais próximas das moléculas de ar. Os dois fatos melhoram a combustão. Durante o primeiro tempo, o pistão percorreu uma vez o seu curso e, durante o seu

segundo tempo, novamente; o pistão percorreu, portanto, duas vezes o seu curso. Enquanto isso, o virabrequim deu uma volta.

### **Terceiro tempo - Explosão:**

Quando a mistura ar + combustível está fortemente comprimida dentro do cilindro, a vela faz saltar uma faísca bem no meio da mistura. Esta se incendeia. Formam-se os gases da explosão, que empurram violentamente o pistão para baixo, uma vez que as duas válvulas estão fechadas e por aí não podem escapar os gases. O pistão inicia então o seu movimento descendente, até o ponto morto inferior.

### **Quarto tempo - Escapamento:**

O pistão sobe novamente desde o ponto morto inferior até o superior. Mas durante este curso abre-se a válvula de escapamento. O pistão, subindo, expulsa todos os gases resultante da explosão que se encontram dentro do cilindro. É a fase de escapamento dos gases. Quando o pistão atinge o PMS, fecha-se a válvula de escapamento, e assim, o ciclo recomeça.

## **ÁRVORE DE MANIVELAS**

Na linguagem comum entre os mecânicos, fala-se em virabrequim. O nome certo, entretanto, é Árvore de Manivelas. Tecnicamente, árvore é uma barra que vira e exerce esforço. Na linguagem comum também se costuma chamar de “eixo”. Durante este curso, usaremos a linguagem comum.

Estudaremos o “eixo-piloto” e o "eixo traseiro”. O virabrequim é uma peça muito importante. Fica submetida a esforços muito grandes e deve funcionar bem, tanto em alta como em baixa rotação. Em cada manivela é ligada uma biela. Entre as manivelas ficam os munhões. Os munhões são as peças que se apóiam nos mancais.

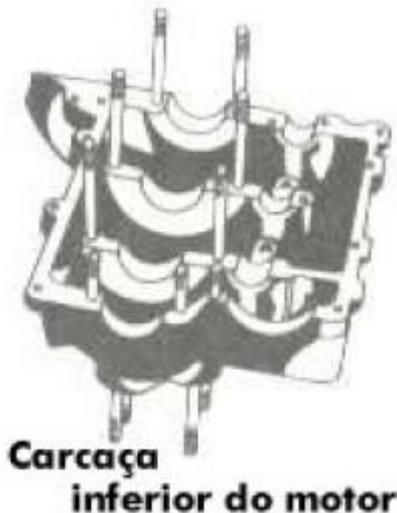


**Exemplo de munhões**

Os mancais são lubrificadas, de tal maneira que o virabrequim praticamente “flutua” num banho de óleo. Raramente, um virabrequim quebra; os aços usados hoje em dia são

resistentes e duráveis. É muito difícil de ser fabricado, por causa da sua forma irregular. Os virabrequins modernos trabalham em rotação muito elevada, normalmente até 7000 rpm, e, em carros esportes, até 8.500 rpm.

Por isso, se não estiverem muito bem equilibrados, o motor começa a trepidar e forçar os mancais. Os virabrequins são equilibrados por máquinas especiais.



Nos primeiros motores era uma peça simples, na qual se procurava apenas o efeito de manivela. Por isso, o virabrequim tinha a formade um ZIGUEZAGUE. Posteriormente, os engenheiros verificaram que o virabrequim, nessas condições, dava muito “tranco”, cada vez que o cilindro estava no tempo de combustão. Imaginaram então um prolongamento nos suportes da manivela, de maneira a funcionarem como contrapeso.

Os mancais são dois ainda, um em cada extremidade. As manivelas são duas, uma em oposição à outra, porque, num motor de dois cilindros, se procura fazer com que um cilindro esteja no tempo de expansão, quando outro se encontra no tempo de compressão.

Isso também é um recurso para diminuir os trancos do motor. Atualmente, não existe mais nenhum automóvel com motor de um cilindro, nem mesmo dois. O normal é automóvel com quatro, seis ou oito cilindros. Os motores com um ou dois cilindros são reservados a motocicletas, barcos ou máquinas estacionárias do tipo bombas d’água, serra, etc..., e máquinas para serem usadas onde não há eletricidade.

Na figura acima, mostra-se a carcaça inferior do motor onde se apóia o virabrequim.

Na primeira cavidade se encaixam as engrenagens do comando de válvulas. Na segunda e terceira cavidades, encaixam-se as manivelas correspondentes às bielas, duas em cada cavidade.

A diferença básica entre os virabrequins é o número de mancais. O primeiro virabrequim tem sete mancais de apoio, o segundo quatro e o terceiro apenas três. Quanto maior o número de mancais, tanto mais dividido fica o esforço que eles suportam, podendo, por isso, ser menores e ter vida mais longa.

Por outro lado, quanto menor o número de mancais, tanto mais barato fica o motor, desde a economia que se faz no número de mancais, como no formato do virabrequim, que é mais simples, e o do bloco do motor, que também é mais simples.

## **Volante**

Numa das extremidades do virabrequim há um disco de ferro; é o volante. À primeira vista, parece não haver grande importância nesta peça. Mas dela dependem a aceleração suave do motor.

Sem o volante, o motor não funciona corretamente. Quando o cilindro queima a mistura e empurra o pistão para baixo, também está dando um impulso ao volante. Por sua vez, essa energia, que o volante acumula, ele devolve ao próprio pistão, quando este se encontra no tempo de compressão. Com isso, o motor opera de maneira mais suave.

Quanto maior for o peso do volante, tanto mais suave será o funcionamento do motor. Por outro lado, quanto mais pesado o volante, tanto mais devagar responde o motor, quando se precisa aumentar a sua rotação. Diz-se então que a sua aceleração é baixa.

Essa é a razão pela qual os motores de automóveis de corrida têm volantes mais leves, para que respondam mais depressa a aceleração que se deseja imprimir ao motor. Em compensação, nas baixas rotações, esses motores funcionam de maneira bastante irregular.

Os motores para automóveis de passeio, pelo contrário, dispõem de volante mais pesado, porque, apesar de se querer uma boa aceleração, é importante um funcionamento silencioso do motor.

## **SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO**

O sistema de alimentação do motor a explosão é composto pelo tanque de combustível, carburador e coletor de admissão.



O tanque é um reservatório de combustível, tendo no seu interior uma bóia que comanda um sistema elétrico indicado no painel do combustível.

A bomba de combustível, puxa o combustível do tanque aocarburador. Este por sua vez, prepara a mistura explosiva, enquanto o coletor se encarrega de distribuir a mistura aos cilindros.

Cada componente realiza um trabalho muito importante e que merece ser comentado. Antes, porém, é preciso ressaltar que atualmente o motor a explosão é alimentado por dois tipos de combustível: álcool e gasolina.

O motor a álcool e à gasolina estão equipados com componentes próprios no sistema de alimentação, em função da corrosão causada por cada tipo de combustível.

Quando o combustível é a álcool, as peças são tratadas por processos químicos contra corrosão, recebendo revestimento interno no tanque, bomba e carburador bicromatizado.

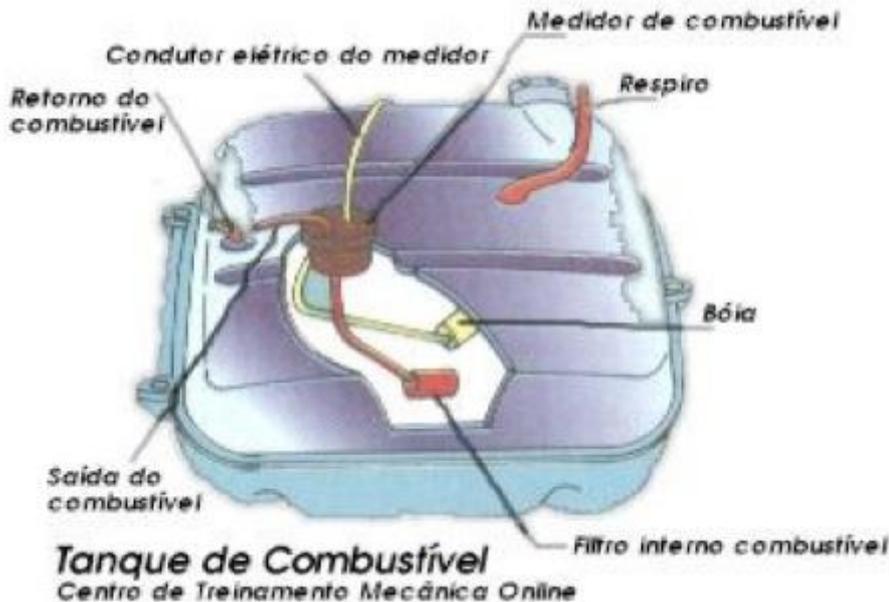
Isto é identificado pela cor e brilho diferentes da cor e aspecto tradicionais das mesmas peças para gasolina. Em geral, o tanque de combustível fica colocado em posição oposta a do motor. Quando o motor fica na frente, o tanque fica atrás; quando o motor fica atrás, o tanque é colocado na frente. A razão disso é uma melhor distribuição de pesos sobre o veículo, para se conseguir maior estabilidade.

O tanque, quando cheio, pesa aproximadamente a metade do motor. Colocando-se em posição oposta, conseguimos uma melhor estabilidade. Em alguns veículos, por exemplo, o motor fica atrás e o tanque de combustível ficava na frente.

Em outros tipos de veículo, ao contrário, o tanque ficava atrás e o motor na frente.

Entre o tanque e a bomba há um cano fino (espécie de condutor) que serve de ligação, por dentro do qual circula o combustível. O combustível vem do tanque por dentro desse cano, passa pelo filtro, pela bomba e vai para o carburador. Aí chegando, o combustível se mistura com o ar que através do filtro de ar, e os dois juntos, através do coletor de admissão vão até o cilindro.

## **Tanque de Combustível**



Embora pareça simples, o tanque de combustível é uma peça muito bem idealizada, sendo projetada em função do espaço que o modelo do veículo proporciona. Dessa forma, o tanque de combustível de um determinado tipo de veículo, não se adapta em outro, devido ao seu formato e sua capacidade cúbica, além de apresentar um acabamento interno diferente, segundo o combustível a ser armazenado.

Atualmente os tanques são confeccionados em um tipo de plástico especial e trabalhados para evitar evaporação do combustível. Bomba de combustível elétrica.

Através da corrente elétrica da bateria, ela funciona automaticamente ao ser dada a partida. Tal bomba faz parte dos veículos com injeção eletrônica.

A bomba elétrica ou de pistão tem duas câmaras, de aspiração e de expiração, ligadas entre si ou por um cilindro, dentro do qual se move um êmbolo. Fabricado em material magnetizável, o êmbolo trabalha em movimento alternado pelas ações de uma mola e de uma bobina alimentada pela bateria; uma pequena válvula, colocada na extremidade do lado de aspiração do pistão, abre-se e fecha-se alternadamente, regulando o fluxo de enchimento.

Quando o combustível alcança o nível máximo da cuba do carburador, a bóia fecha a válvula de agulha e a pressão aumenta no tubo de entrada até fazer o pistão parar. Assim que baixa o nível da cuba, a válvula de agulha do carburador se abre, a pressão no tubo de entrada da bomba diminui, a mola empurra o pistão para cima e a bomba recomeça a funcionar.

### **Filtro de combustível**

A gasolina (ou qualquer outro tipo de combustível) que chega até o motor deve ser rigorosamente pura. Qualquer sujeira que exista, por menor que seja, pode ser um sério obstáculo ao bom funcionamento do motor.

O carburador tem seus cálibres com medida tão precisa e são tão pequenos que a mesmouma pequena impureza pode ser um elemento de obstrução. E qualquer pequena obstrução num dos cálibres é suficiente, muitas vezes, para impedir a passagem de combustível, e o motor não funcionar.

Para se conseguir uma boa limpeza do combustível, colocam-se filtros no seu trajeto. É costume colocar-se filtros no tanque de combustível e próximo à entrada da bomba. Em geral, o filtro da bomba é constituído por uma rede em forma de copo, ficando ela imersa em outro copo maior, de vidro.

## SISTEMA DE ESCAPAMENTO



À primeira vista, pode parecer que o sistema de escapamento não envolve maiores complexidades técnicas. Sua concepção, no entanto, exigiu muitos anos de pesquisa para que ele exercesse adequadamente suas diversas funções.

Em primeiro lugar, o escapamento deve oferecer uma via de escape aos gases residuais do motor.

Deve, também, atenuar o ruído das ondas sonoras produzidas pelos gases que saem do motor sob alta pressão. E, finalmente, quando bem regulado, o sistema de escapamento pode estimular a rápida saída dos gases queimados no motor.

O combustível vem do tanque e é aspirado pela bomba, que o envia à cuba do carburador.

Por outro lado, o ar passa pelo filtro e vai para o carburador. Aí os dois se encontram e se misturam.

Seguem então para o motor, através de dutos que são conhecidos pelo nome de coletor. A rigor esse nome não é o correto, porque a palavra coletor significa "alguma coisa que coleta, que reúne". Mas, assim como tantos outros, é o nome pelo qual é conhecida essa peça. A sua função é distribuir, em partes iguais, para todos os cilindros, a mistura do

carburador. O coletor recebe a mistura do carburador por sua parte central e a distribui igualmente para os quatro cilindros.



Os coletores de admissão são projetados de maneira que a mistura não tenha preferência por um cilindro ou por outro.

As dificuldades apresentadas para a mistura caminhar devem ser iguais, para evitar que um cilindro receba mais combustível do que outro.

O coletor de admissão é montado sempre por cima do coletor de escapamento. A razão disso é que o calor dos gases de escapamento ajuda a vaporizar o combustível, antes de entrar no cilindro, resultando daí uma melhoria na combustão. O aluno deve saber que quando estudamos carburação, assinalamos a importância de ter o combustível bem vaporizado antes de entrar no cilindro.

### **Escapamento e silencioso**

Os gases queimados que saem dos cilindros devem ser eliminados e isto é feito por meio de um cano de escapamento ligado ao coletor de escapamento. O cano de escapamento solta os gases queimados atrás do veículo, para não incomodar os seus ocupantes. Por isso, ele passa por baixo da carroçaria e vai até a parte traseira do veículo. Nos veículos com motor atrás, o cano de escapamento é mais curto.

O **silencioso** é uma peça utilizada ao longo do cano de escapamento, para amortecer os ruídos próprios da explosão e escapamento dos gases. Isso é conseguido por uma distribuição adequada de canos furados dentro de uma câmara. Quando os gases de escapamento passam por aí, expandem, mas o conjunto funciona como um colchão de ar. Compensando as expansões e as contrações. Resulta disso um funcionamento mais silencioso.

O sistema de escapamento conduz os gases residuais quentes do motor. Após atravessar o coletor de escape, a tubulação e o silenciador, esses gases são lançados na atmosfera pelo tubo traseiro.

O coletor de escape leva os gases queimados dos dutos de escape para a tubulação. Num típico motor de quatro cilindros, o coletor tem a forma de um garfo de quatro pontas.

Existem modelos cujos pares de tubos se unificam, resultando em dois tubos que também se unem depois, o que permite um melhor fluxo do gás.

O silenciador, ao impedir a passagem, desviar ou absorver algumas das ondas sonoras mais penetrantes, reduz a um nível aceitável os ruídos gerados pela descarga dos gases queimados, desde os dutos de escape da câmara de combustão. O tubo traseiro permite, por sua vez, liberar a saída desses gases, para longe do carro.

### A utilização do catalisador

Atualmente, tem sido questionada a ação do catalisador nos veículos, no mundo todo. O dilema gira em torno dos gases não poluentes liberados pelos catalisadores; segundo cientistas, esses gases têm um outro problema. Um deles: as reações químicas realizadas no catalisador produzem CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) ou gás carbônico, cujo acúmulo na atmosfera causa o "efeito estufa".

O catalisador mais moderno hoje disponível em qualquer país europeu (Obs: na Europa é onde se encontra a gasolina de melhor qualidade) reduz em 75% as emissões de Óxido de Nitrogênio (NOX), um dos causadores de chuva ácida, e corta até 95% de monóxido de carbono, que ataca o sistema respiratório e Hidrocarbonos (HC), elemento cancerígeno. Mas não consegue evitar o efeito estufa, o aquecimento da atmosfera.

Segundo técnicos da área, o catalisador só funciona bem a partir de 300° C a 800° C. A rapidez com que ele esquenta depende das condições momentâneas da temperatura ambiente, ou seja, pode variar muito, entre dois e dez minutos, por exemplo. Cabe a cada montadora, a cada cientista e a cada engenheiro trabalhar em função disto. O caminho é este.

### Porque os catalisadores são necessários?

Além dos produtos primários - dióxido de carbono e a água, a queima de combustíveis fósseis, com ar, produz poluentes como monóxido de carbono (CO), Hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NOx) e dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>). Nos motores diesel existem ainda os particulados finos de material sólido (fuligem diesel), que contaminam a atmosfera se não forem eliminados.



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 colméia cerâmica ou metálica serve apenas como material-suporte.

A colméia cerâmica consiste de corderita. Este material de magnésio - alumínio - sílica, é distinguido particularmente pela sua alta resistência à temperatura. A colméia metálica consiste de uma liga especial, à 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**.

### **Conversor catalítico**

O termo conversor catalítico designa genericamente um reator metálico instalado no sistema de escapamento. Este reator, de aço inoxidável, contém o catalisador propriamente dito, que é constituído de uma colméia cerâmica ou metálica (monólito) impregnada com substâncias ativas.

Essa colméia 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 4 campos de futebol. Externamente, o monólito é envolvido por uma manta amortecedora à protegê-lo contra vibrações e choques.

### **Qual é o princípio do catalisador dos carros?**

Os catalisadores instalados nos automóveis são dispositivos que diminuem os níveis de emissão de gases poluentes. Basicamente, o catalisador dos carros é composto por uma cerâmica, muito parecida com uma colméia de abelhas, por onde os produtos da combustão passam. Esta cerâmica está impregnada com compostos contendo paládio, nióbio e outros metais nobres, que aliados ao calor gerado pela combustão, provocam várias reações.

A utilização de combustíveis adulterados pode provocar a degradação do catalizador, conhecida como "envenenamento". Antigamente era comum adicionar compostos contendo chumbo à gasolina para melhorar o desempenho do automóvel, mas esta prática foi proibida, pois além de ser nociva ao ser humano também danifica o catalisador. Um problema da gasolina brasileira é a presença de muitos compostos com enxofre, que também diminui a vida útil do catalisador (cerca de 7 anos).

## **Sistema de Lubrificação**



A gasolina e os óleos lubrificantes são obtidos do petróleo. Na verdade, do petróleo retiram-se muitas substâncias além de apenas a gasolina e os óleos. São tantos os produtos derivados do petróleo que dificilmente poderíamos imaginar o mundo moderno sem ele.

Derivam dele centenas de produtos químicos, desde os solventes, tais como o querosene, benzina e outros, até os produtos com os quais se fazem vários plásticos (por exemplo, o etileno). Os países industrializados têm uma indústria petroquímica (química de petróleo) bastante avançada, sendo mesmo esta indústria uma característica dos países desenvolvidos. É considerada como indústria pesada.



As refinarias de petróleo são também indústrias enormes, ocupando milhares de pessoas na sua operação e elevadas importâncias de dinheiro. Todo esse complexo nasceu com o automóvel e foi ele o principal motivo de se explorar o petróleo. A indústria petroquímica nasceu depois, já como uma característica do aumento padrão de vida dos países ricos.

O petróleo é retirado do fundo da terra. A explicação que se dá hoje em dia para a existência de petróleo é que, nesses locais, existiram outrora matérias orgânicas que poderiam ser desde vegetais até animais; estes, pelos movimentos da Terra, acabaram soterrados e submetidos a enorme pressão, dando origem, posteriormente, ao petróleo.

Hoje em dia, para se retirar o petróleo do local em que se encontra, é preciso perfurar profundamente a terra, às vezes por vários quilômetros.

Há vários tipos de petróleo, alguns são pretos, outros verde-escuros, outros têm uma coloração marrom. A cor depende da origem do petróleo. Há alguns tipos que são mais indicadas para se extrair óleos e graxas.

**Destilação:** na verdade, o petróleo é uma mistura de vários produtos químicos. Se aquecermos o petróleo, à medida que a temperatura vai subindo, um de cada vez, esses produtos químicos irão se vaporizando. Nas refinarias de petróleo, usa-se essa propriedade para se fabricar os derivados. À medida que cada um vai se vaporizando, retira-se o gás correspondente, resfriando-o em seguida, para se transformar em líquido dessa maneira separam-se todos os seus componentes. A gasolina é o primeiro produto a transformar-se em gás, quando o petróleo é aquecido. O seguinte é o querosene. O último produto, o mais pesado, é o asfalto, que se utiliza na pavimentação de ruas.

Há vários tipos de gasolina, conforme a sua composição química. A gasolina é uma mistura de hexana, heptana, octana, nonana, decana e undecana. Conforme a quantidade maior ou menor de um desses componentes, tem-se uma gasolina melhor ou pior que outra.

### **Propriedades dos lubrificantes**

As finalidades dos lubrificantes são principalmente duas: diminuir o atrito e refrigerar as partes aquecidas pelo atrito. Devem evitar também o contato de metal contra metal, o que só acarreta desgastes e aquecimentos e, ainda, a corrosão e os depósitos. Para desempenhar essas funções, os lubrificantes devem possuir certas propriedades, que veremos a seguir, das quais a mais importante é a viscosidade.

Na verdade, apesar dos anos de pesquisa, não se descobriu até hoje uma propriedade pela qual se possa medir o valor lubrificante de um óleo. Porém, a medida das várias propriedades em conjunto permite classificar o óleo.

**Viscosidade** - É a medida da resistência que um óleo opõe ao movimento. Varia com a temperatura: quanto maior a temperatura, tanto mais diminui a viscosidade. A resistência que o óleo opõe ao movimento depende da velocidade com que as peças se deslocam: quanto mais depressa as peças se deslocam, tanto maior é a resistência que o óleo opõe.

Existem muitos processos para se medir a viscosidade de um óleo e são conhecidos pelos nomes: Saybolt (usado nos Estados Unidos), Redwood (usado na Inglaterra) e Engler (usado na Europa). O mais conhecido, porém, é o que classifica os óleos pela numeração SAE (Society of Automotive Engineers).

A classificação SAE representa uma faixa de viscosidades para uma dada temperatura, viscosidades que são medidas pelo processo Saybolt. O processo Saybolt consiste em medir o tempo que certa quantidade de óleo, mantida a certa temperatura, leva para passar por um orifício de diâmetro determinado. A viscosidade depende da temperatura. Certo óleo que tenha uma determinada viscosidade a certa temperatura, terá outra, em outra temperatura. Quanto maior a temperatura, tanto menos viscoso será o óleo.

Ainda que tenha a mesma viscosidade, dois óleos podem ser diferentes, um porque sua viscosidade varie bastante com a temperatura e outro porque tenha uma qualquer que seja a temperatura. Tudo depende da origem do petróleo, do qual foi extraído, e do processo de fabricação. Estes últimos óleos, isto é, cuja viscosidade é praticamente constante, independentemente da temperatura, são óleos muito modernos e têm grandes aplicações.

### **A viscosidade do óleo e o motor**

Com a evolução dos motores, o seu aperfeiçoamento tem obrigado os fabricantes de lubrificantes pesquisas intensas, para produzir óleos capazes de atuar nas novas solicitações.

Da mesma maneira, também o aperfeiçoamento dos óleos tem permitido aos fabricantes irem constantemente melhorando seus motores. Hoje em dia, é comum ouvir-se falar em óleos para 10.000 quilômetros.

Existe sempre uma viscosidade adequada para um determinado motor. Deve sempre usar-se aquele indicado pelo fabricante do veículo, porquanto foi o óleo testado. À medida que surgirem desgastes entre o cilindro e o pistão e se sentir uma diminuição na potência, será permitido utilizar-se um óleo mais grosso. Um óleo mais viscoso diminui as fugas de gases pela folga entre pistão e cilindro, mas tem influência sobre o torque e a potência do motor, diminuindo os dois, porque após mais resistência ao movimento das peças.



A viscosidade adequada para um motor é determinada experimentalmente. A regra é usar um com a menor viscosidade possível dentro da gama de 10 a 50 SAE e que dê um consumo satisfatório de óleo. Se a viscosidade for muito baixa, notar-se-á o aparecimento de lubrificante queimado nos gases de escapamento. Por outro lado, quando não se nota o vestígio de gases queimados nos gases de escapamento, deve-se desconfiar de que a parte superior do cilindro não está sendo lubrificada. Quando se utiliza um óleo mais viscoso, o consumo diminui pelo fato de dar melhor ação de vedação. Algumas vezes, porém, pode ocorrer o contrário: aumenta-se o consumo. Isso se deve a um atraso no escoamento através dos orifícios (se forem muito pequenos) do pistão, dessa maneira, o óleo expõe-se mais à temperatura da câmara de combustão e queima mais.

Uma vez atingida a temperatura de regime, os óleos trabalham praticamente com a mesma viscosidade, qualquer que seja a sua, originalmente. Isso ocorre porque um óleo mais viscoso trabalha em temperatura mais elevada, em virtude do atrito interno entre suas moléculas. Esta conclusão aplica-se mais a mancais do que à lubrificação entre cilindro e anéis.

# Sistema de Arrefecimento

## Introdução

Arrefecimento foi o nome que os técnicos acharam mais adequado, substituindo o usado antigamente, ou seja, "sistema de resfriamento". Ainda hoje é mais comum usar-se o nome refrigeração, em vez de arrefecimento. E por ser mais comum, também será para nós, neste curso, o nome preferido. Entretanto, fica o aluno mais uma vez alertado para o nome correto: arrefecimento.

Todos os motores precisam ser resfriados, porque durante o seu funcionamento se aquecem. O combustível, ao queimar-se, gera calor e a câmara de combustão fica quente. Em consequência, todos os componentes do motor ficam quentes e precisam ser resfriados. Se não são resfriadas, as peças se aquecem, aumentam de tamanho e não funcionam como deveriam.

Por exemplo, se o cilindro não for resfriado, não haverá passagem de calor para fora; em razão disso, o pistão se dilata e se prende a ele, porque a folga fica muito reduzida (dilatação do pistão). É comum, quando o motorista não é uma pessoa precavida e não observa a temperatura da água de refrigeração, os pistões "agarrarem" no cilindro. Diz-se, então, que o motor "engripou" ou "fundiu".

Como já tivemos oportunidade de assinalar, a temperatura dentro do cilindro, no instante da combustão, pode chegar até a mais do que 1.000°C. Daí já se vê a necessidade do resfriamento. O único elemento que existe em abundância na natureza, em condições de ser aproveitado para o resfriamento dos motores, é o ar. Na maioria das vezes, entretanto, não é o ar que resfria diretamente o motor; existem carros que são resfriados a ar porém, os mais comuns são os carros cujo motor é resfriado por água, sendo a água, por sua vez, resfriada pelo ar.

Sempre no processo final é o ar o elemento que fica com o calor retirado do motor.

## Motores refrigerados a água

Em geral, os motores são refrigerados a água. A água é um elemento bastante eficiente para a retirada de calor de um sistema. Os motores pequenos não utilizam resfriamento a água, por questões econômicas. Realmente, como se verá logo a seguir, nos motores resfriados a ar economiza-se radiador e bomba de água, tubulações, etc.



Como nos motores pequenos é importante a economia, costuma-se fazê-los resfriados a ar, para economizar esses elementos. Por outro lado, um motor grande dificilmente conseguirá ser resfriado pelo ar. A quantidade de calor a ser retirada é tão grande que o sistema que funciona melhor é o de resfriamento a água.

Mas, há exceções a essa regra, pois existem motores de avião que são construídos com resfriamento a ar, em primeiro lugar porque a velocidade em que eles se deslocam é tão grande que o ar se torna um bom refrigerante; e em segundo lugar porque, se fossem resfriados a água, em caso de algum acidente com o sistema de resfriamento se colocariam em perigo inúmeras vidas.

Muitas vezes, também, se usa resfriamento a ar em motores grandes, para o caso de tanques de guerra que precisam deslocar-se em terrenos onde há falta de água. No resfriamento a água, esta circula ao redor de todas as peças que interessa resfriar retirando assim, o seu calor.

Dessa maneira, as peças se esfriam e a água se aquece. Em seguida, a água é levada até o radiador onde cede seu calor para o ar, que é obrigado a passar pela colméia do radiador, aí retirando calor da água.

A água circula por dentro do motor, para fazer o resfriamento interno.

A água entra em contato com o cilindro e todas as peças que se aquecem, resfria essas partes e, por sua vez, se aquece. Em seguida, caminha para o radiador por uma mangueira que existe na parte de cima do motor. Entra no radiador, que é todo formado por colméias, como veremos logo a seguir. Um ventilador que gira adicionado por uma correia acoplada a uma polia, no virabrequim, faz o ar passar pela colméia em alta velocidade, daí retirando calor.

O ventilador vira de maneira que puxa o ar. O ar entra pela frente do carro, pela grade do radiador, passa pelo radiador e resfria a água que se encontra no seu interior. O ar se aquece, mas, apesar de estar quente, ainda pode ser aproveitado para resfriar o próprio bloco do motor. A água que se encontra dentro do radiador se esfria e, como a água fria é mais pesada que a água quente, ela desce e vai parar no fundo do radiador. Ai outra mangueira liga o radiador ao motor. A água fria segue por sua mangueira e retorna ao motor, para novamente esfriá-lo. E assim por diante, repetindo-se tudo de novo. O sistema tem alguns aperfeiçoamentos adicionais que iremos descrevendo gradativamente, à medida que esta lição for se desenvolvendo.

Na parte inferior do radiador existe uma pequena válvula, cuja finalidade é esvaziar o radiador toda vez que for necessário fazer um reparo ou trocar a água, se porventura estiver muito suja. Existe também, em alguns motores, um bujão para quando se quiser retirar toda a água aí existente. Essas válvulas estão representadas e recebem o nome de bujão de esgotamento, isto é, para esgotar (esvaziar) o radiador e o bloco do motor.

Procura-se resfriar as partes mais aquecidas, normalmente próximas das peças móveis e da área de combustão. Todas essas câmaras estão em comunicação entre si, de maneira que a água circula por todas elas.

Sempre o movimento da água é de baixo para cima, porque a água quente é mais leve que a água fria. Aliás, este é um fato fácil de constatar: coloque um copo com leite morno sobre uma mesa e deixe-o descansar durante alguns minutos. Depois, tome-o; sentirá perfeitamente que no começo o leite é mais quente e vai se tornando frio à medida que se esvazia o copo, o que comprova que o leite quente estava em cima e o frio, embaixo.

O radiador é ligado ao motor por duas mangueiras feitas de lona com borracha. São bastante grossas para permitir uma circulação livre da água. Se o cano fosse fino, a água teria mais dificuldade para passar e o revestimento se faria com maior dificuldade também.

Saindo da parte superior, existe um pequeno tubo que desce ao longo do radiador, até aparecer por baixo dele. Trata-se do "ladrão", como é conhecido, e se destina a deixar escapar qualquer excesso de água que porventura exista no radiador, quando se enche ou quando a água ferve.

A temperatura normal da água dentro do radiador, é de 85°C a 90°C, mas algumas vezes, se o motor funcionar em condições deficientes, com falta de refrigeração, ou então numa subida muito forte, ou num dia muito quente a água ferve, formam-se vapores, que aumentam a pressão dentro do radiador. Se não houver um orifício qualquer por onde possa sair o excesso de pressão, o radiador correrá o risco de explodir e perder toda a água de refrigeração. Para impedir isso, é preciso deixar um orifício por onde o excesso de vapor tenha caminho para fora. Costuma-se dizer que é um orifício de "alívio", porque alivia a pressão, ou então, que é um tubo fino que desce ao longo do radiador até a sua parte inferior. O vapor ou a água em excesso escorre por ele e cai no chão, embaixo do veículo, sem perigo para as pessoas.

Na figura, vê-se a circulação de água no radiador, passando em seguida para o bloco do motor para refrigerar todo o sistema. Quanto maior a velocidade do veículo, maior a dissipação do calor.

## **Radiador**



O radiador é um trocador de calor. É constituído por uma porção de cavidades. Por dentro passa a água quente e por fora o ar. O ar está frio e esfria a água. Os radiadores são constituídos em diversos estilos, mas a única diferença que existe mesmo é o tipo de célula de água que se utiliza. Sempre a água passa por um lado da célula e o ar, pelo outro.

Temos um tipo de radiador chamado colméia (ninho de abelha), nome que recebeu por causa do seu formato. Outro tipo de radiador é o que é constituído por tubos com aletas.

Os tubos de água passam através de uma série de lâminas, denominadas aletas. Em geral, o mecânico de automóvel não é solicitado para fazer reparos complexos no radiador. Esses reparos exigem equipamentos especiais para trabalho com chapa de metal, tais como solda a oxigênio, ferro de soldar, medidor de pressão e tanque.

A rigor, não se trata de serviço difícil, mas exige um equipamento que não compensa a uma oficina ter, a menos que exista bastante serviço relacionado com seu emprego. Convém, por isso, nesses casos, entregar o serviço a uma oficina especializada, que só trabalhe com esse tipo de serviço e que, por conseguinte, tenha todo o equipamento necessário.

### **Termostato**

Pelo que temos descrito até agora, no que se refere a carburação e resfriamento do motor, o aluno já verificou que há uma temperatura boa para o motor trabalhar. Se o motor se superaquece, há risco de "engripamento". Se o motor está frio, a carburação não se processa adequadamente e a combustão não é boa. Quando o motor trabalha na temperatura certa, tudo transcorre normalmente e o rendimento é satisfatório.

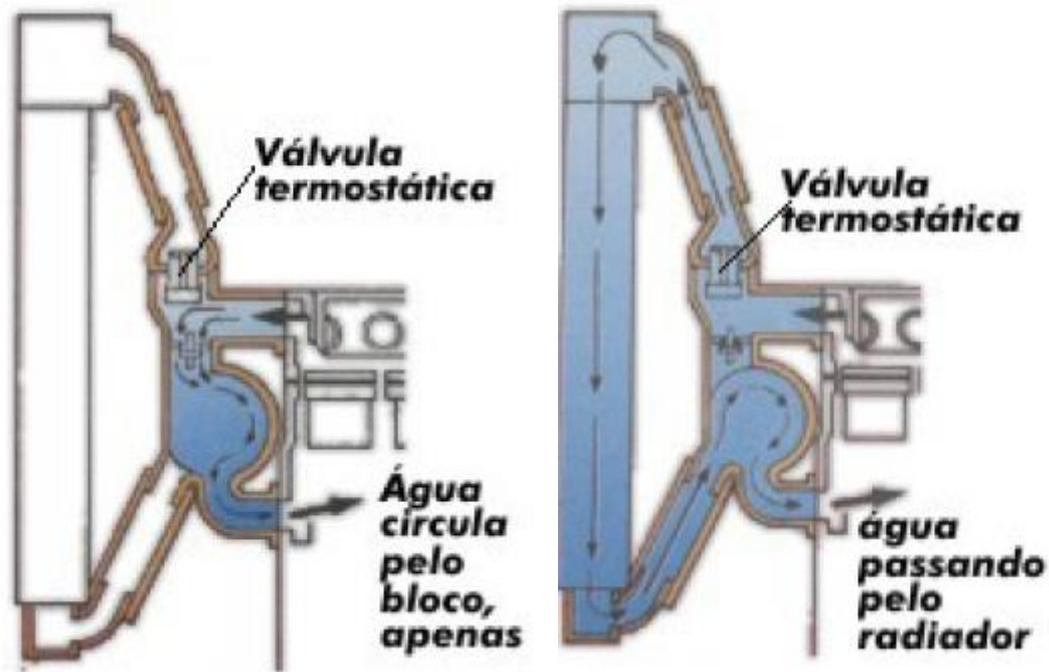
No que se refere ao resfriamento, um aperfeiçoamento adicional que se faz é colocar as peças no circuito de refrigeração. Sua finalidade é controlar melhor a temperatura da água, para que ela trabalhe o mais possível na temperatura desejada. Essa peça se chama termostato (ou válvula termostática), nome que significa "temperatura estabilizada". Na verdade, ele não mantém a temperatura invariável, mas permite a variação numa faixa de temperaturas boas para o motor.

O termostato opera principalmente quando a água de resfriamento está muito fria. Nesse caso o termostato fecha a passagem de água que vai para o radiador e obriga a água a voltar para o motor. Resultado: a água não será resfriada; pelo contrário, será aquecida mais depressa. Quando a temperatura da água atinge o valor desejado, o termostato abre a passagem do radiador. A água então vai para o radiador, onde é resfriada, e a temperatura se mantém.

O termostato consiste basicamente de uma sanfona e uma válvula. Quando dizemos sanfona é porque a peça possui mesmo esse formato, como o de um acordeon, que pode esticar e encolher, conforme entre ou saia ar. Dentro do termostato existe um líquido, que se vaporiza quando a temperatura da água atinge o valor desejado.

Por exemplo, existe termostato no qual está marcado o número 70. Significa que esse termostato abre quando a temperatura da água está por volta desse valor (68°C a 72°C) e deve estar totalmente aberto, quando a temperatura atinge 78°C. Um termostato marcado com número 80 significa que abre por volta desse valor (78°C a 82°C) e deve estar totalmente aberto, quando a temperatura atinge 90°C. Quando a temperatura atinge o valor a que nos referimos, o líquido que está dentro da sanfona vaporiza, ou seja, se torna vapor.

Como resultado, a sanfona se estica e abre a válvula que dá passagem a água. Mais tarde, quando se desligar o motor e a água tornar a esfriar-se, o vapor dentro do termostato novamente virará líquido e a sanfona encolherá, fechando a passagem da água.



No circuito da água, quando ela está fria. O termostato fecha a passagem para o radiador e a água volta para o motor, onde se aquece novamente. O termostato não abre a passagem enquanto a temperatura da água não atinge o valor bom de funcionamento do motor.

Uma vez atingida a temperatura ideal de trabalho do motor, o termostato abre a passagem para o radiador e fecha a passagem de retorno. A água então é obrigada a seguir para o radiador, onde é resfriada, mantendo-se então na temperatura desejada.

Para testar um termostato, coloque-o dentro de um recipiente com água a 17°C, aproximadamente. Agite a água, para que a temperatura fique uniforme. O termostato deve estar então completamente fechado. A seguir, aqueça-o num banho até a temperatura indicada no próprio termostato. Agite a água, para que a temperatura fique uniforme. O termostato deve estar então completamente aberto. Se o termostato não comportar adequadamente, substitua-o por um novo, com as mesmas características.

## **Sistema de Transmissão e Embreagem**

### **CONCEITOS , DIAGNOSE E REPARAÇÃO**

#### **Introdução**

Todo o desempenho do veículo está diretamente ligado ao sistema de engrenagens do câmbio. O prazer ao guiar, a capacidade de aceleração, a potência em velocidades de cruzeiro, passam pelas relações de transmissão. O sistema de transmissão leva às rodas motrizes a energia desenvolvida pelo motor para que o veículo entre em movimento.

Em 1895, os irmãos Lanchester lançaram o eixo de transmissão; na mesma década, lançaram a caixa de mudanças de engrenagens planetárias e o eixo cardan. No início do século, Sturtevant, nos EUA, lançou a transmissão automática.

Na década de 20, surgiram as primeiras caixas sincronizadas e as primeiras embreagens automáticas com comando à depressão do motor. Em 1936, a FIAT lançou o Topolino 500 com câmbio de quatro marchas sincronizadas.

Para ilustrar o que foi dito, vamos fazer o nosso veículo circular a 100 Km/h @ 4000 rpm, as rodas estarão aproximadamente a 1000 rpm; logo não poderíamos ligar o motor às rodas diretamente.

O meio de fazer a potência necessária (potência é energia em sua forma de utilização) chegar até as rodas motrizes, foi incorporar uma redução por engrenagens na transmissão final, ao mesmo tempo alterando a direção do movimento em 90° com o eixo da roda (chamado de torque cônico o elemento de redução final). Geralmente a redução está bem próxima da razão de 4:1, isto quer dizer que enquanto o eixo motor dá quatro voltas, o eixo das rodas dá somente uma.

O torque varia com a rotação do motor, e o máximo torque é alcançado em torno da metade, ou um pouco mais acima das rotações máximas, após o que começa a cair rapidamente. Daí um processo ou dispositivo que converta e amplifique o torque produzido - a caixa de câmbio ou de velocidades ou de mudanças ou gear box.

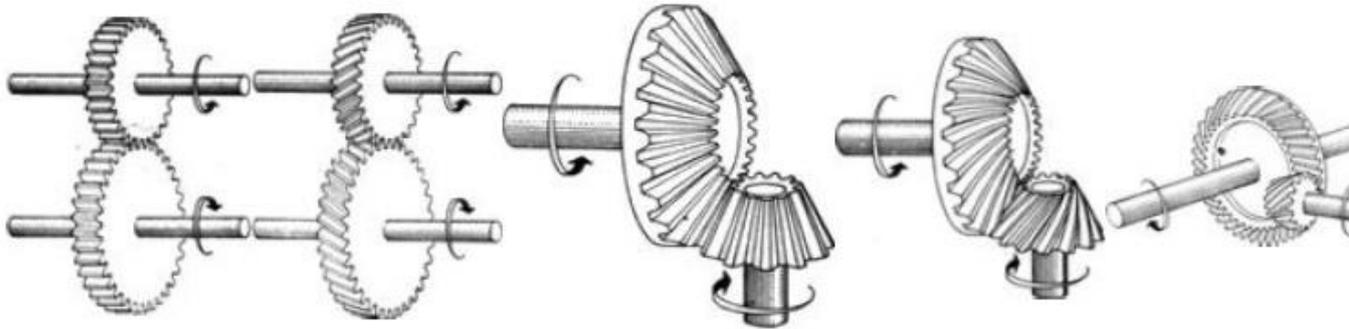
O sistema de transmissão é composto pela embreagem, caixa de velocidades, diferencial, semi-árvores, homocinéticas e rodas.

**Engrenagens** - as engrenagens têm como objetivo efetivar transformações de movimento, que são: direção e velocidade. Toda e qualquer engrenagem pode ser encarada como uma alavanca múltipla com um único ponto de centro. Quanto maior o braço da alavanca tanto maior será o movimento conseguido.

### **Classificação das engrenagens:**

- a) engrenagens planas diretas;
- b) engrenagens helicoidais - os dentes são cortados em curva, permitindo que um dente engrene com outro antes que o anterior esteja desengrenado;
- c) engrenagens espirais;
- d) engrenagens de dupla espiral;
- e) engrenagens cônicas - os dentes são retos, porém cortados sobre peças cônicas. São empregados sempre que há necessidade de mudar o sentido da transmissão.
  - e.1) retas;
  - e.2) helicoidais

f) engrenagem hipóide - assemelham-se às engrenagens cônico-helicoidais, porém o pinhão ou eixo motor se situa abaixo do eixo acionado (a coroa). Com esta montagem, consegue-se diminuir o diâmetro do seu alojamento. Muito utilizada em diferenciais.



As engrenagens, estas maravilhas mecânicas, executam tarefas com extrema precisão, hora alterando a força, hora alterando a velocidade. Para facilitar a compreensão, utilizaremos o exemplo da bicicleta, que transporta uma pessoa com velocidade maior do que seria conseguida com suas pernas. Isso acontece porque a corrente e as marchas fazem girar a roda traseira mais depressa do que o movimento dos pedais.

**Relação do câmbio ou transmissão** - o torque e a rotação produzida pelo motor, não são suficientes e adequados para transmissão direta para as rodas. Fatores como carga, velocidade do veículo e elementos externos que ofereçam resistência (aclives, declives, o are etc.) nos obrigam a pedir auxílio à caixa de câmbio ou, simplesmente, caixa de velocidade, que nada mais é do que uma caixa de relações variáveis às diferentes solicitações de carga.

A relação entre o número de dentes que se ajustam uns aos outros é denominada "relação de engrenagens ou de transmissão". Se uma engrenagem tem duas vezes o número de dentes da outra, a relação é de 2:1.

A relação de transmissão é o fator que determina o torque e a relação de saída em uma transmissão por engrenagens. É calculada da seguinte forma:  $R = \frac{n.^{\circ} \text{ de dentes da engrenagem movida}}{n.^{\circ} \text{ de dentes da engrenagem motora}}$ .

A engrenagem que aciona é denominada motora (motriz ou condutora) e a outra, movida (conduzida). A engrenagem conduzida sempre é deslocada em direção contrária à da condutora. Para se obter a mesma direção coloca-se uma engrenagem entre a motora e a movida. O nome da engrenagem interposta é reversora (apesar de alguns autores utilizarem nomes de engrenagem livre ou parasita).

A caixa de mudança deve proporcionar ao condutor/usuário os seguintes requisitos:

1. Variar a redução, objetivando variar as relações de redução (torque) e desmultiplicação (potência em velocidade cruzeiro).
2. Permitir o ponto neutro.
3. Inverter o sentido de rotação (marcha à ré).

Diante do exposto, podemos concluir que:

a) relação de redução - é aquela em que se multiplica o torque de entrada e diminui a rotação. A engrenagem motora é menor que a movida.

b) relação de desmultiplicação - é a relação em que eleva-se a rotação e reduz-se o torque.

A engrenagem motora é maior que a movida.

Voltando à nossa bicicleta hipotética do exemplo, contemos o número de dentes da coroa e o número de dentes do pinhão traseiro. Dividindo-se o total de dentes do pinhão pelo número de dentes da coroa, teremos a nossa relação de transmissão.

Exemplificando: pinhão = 10 dentes coroa = 40 dentes  $R = 10 / 40 = 1 / 4$  Marcha alta: na qual a roda traseira gira 4 vezes para 1 volta da coroa = 1 pedalada. Tem 4 vezes mais velocidade e apenas  $\frac{1}{4}$  da força aplicada sobre o pedal (baixo torque). Em marcha baixa, por exemplo  $R = 1 / 2$ , a velocidade é menor mas ganha-se em força. Marchas altas servem para terrenos planos e as marchas baixas para as ladeiras.

**O Câmbio propriamente dito** - A potência de um motor endotérmico aumenta na razão direta da velocidade (rpm) até alcançar a velocidade de regime, o que ocorre, dependendo do tipo de motor, a partir de 2000 rpm até 5500 rpm.

O câmbio deve proporcionar condições ao veículo para vencer as resistências de rolagem, do ar, do solo, do atrito dos pneus e o peso do veículo. Por isso o torque deve variar de acordo com estas resistências. Desta forma, se o usuário estiver desfrutando de toda a potência do motor ou até  $\frac{3}{4}$  dela, numa estrada plana, e deparar-se com uma subida, não haverá condições para continuar na mesma velocidade pois o esforço de subir consumirá boa parte da potência do motor. Neste momento, embora com uma queda sensível na velocidade, precisamos de uma potência maior. Precisamos lançar mão de um dispositivo que permita ao motor manter a máxima velocidade enquanto as rodas se deslocam com velocidade reduzida. Este dispositivo é a caixa de câmbio. Para facilitar a vida do usuário, os câmbios modernos possuem, para assegurar uma mudança ágil e silenciosa, engrenagens deslizantes de engrenamento constante e com luvas sincronizadoras que facilitam os engates das marchas e igualam os movimentos rotacionais internos.

A caixa de mudança realiza três funções distintas:

a) permite um desligamento entre os eixos motor e transmissor, possibilitando ao motor funcionar com o veículo parado;

b) permite aumentar ou diminuir a potência do motor por meio de engrenagens;

c) permite inverter a marcha sem alterar o sentido de rotação do motor. Sua posição de montagem e localização é entre a caixa seca de embreagem e o cardan, para os veículos mais antigos, com montagem de conjunto motopropulsor clássica. Nos veículos mais modernos, onde a figura do diferencial foi incorporada ao conjunto do câmbio, fica entre as semi-árvores. A alavanca seletora é o elemento de ligação entre o usuário e o

mecanismo interno. Através dela é possível interromper os movimentos (ponto morto ou neutro), reverter a marchas(marcha à ré) e modificar o torque e/ou a potência.

A caixa de mudanças é composta basicamente de três eixos paralelos, assim discriminados:

- a) eixo primário ou piloto ou eixo motor
- b) eixo secundário ou transmissor
- c) eixo intermediário ou trem de engrenagens ou carretel.

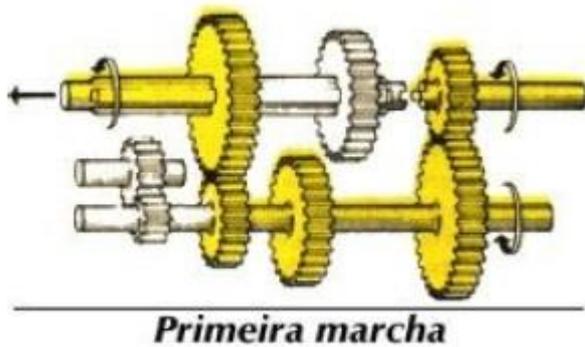
A entrada do movimento proveniente do motor, através da embreagem, é acolhida pelo eixo primário, sendo este movimento fornecido ao eixo secundário e transmitido às rodas motrizes. O eixo secundário está colocado no mesmo alinhamento do eixo primário. No secundário são montadas as engrenagens móveis.

Através da alavanca seletora o usuário pode buscar os seguintes movimentos:

- a) primeira marcha - força
- b) segunda marcha - força
- c) terceira marcha - rotações intermediárias
- d) quarta marcha - velocidade cruzeiro
- e) quinta marcha - velocidade de cruzeiro e economia de combustível, baixo torque
- f) marcha à ré - reversão do movimento
- g) ponto morto - interrupção do movimento.

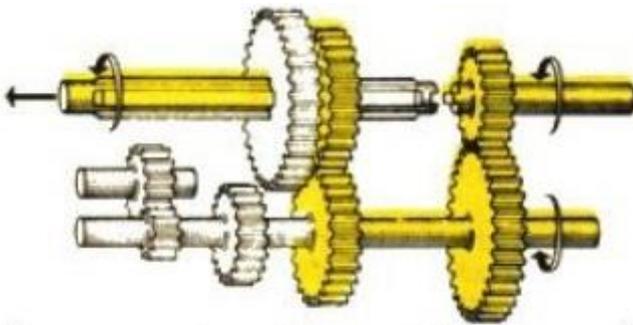
O comportamento das engrenagens:

- a) primeira marcha - o eixo intermediário encontra-se engrenado com a engrenagem móvel do eixo transmissor. Temos a entrada de movimento P movimento recebido P movimento transmitido. Devido a engrenagem do eixo intermediário ser de diâmetro menor, o eixo transmissor girará com menor velocidade do que a fornecida pelo motor.



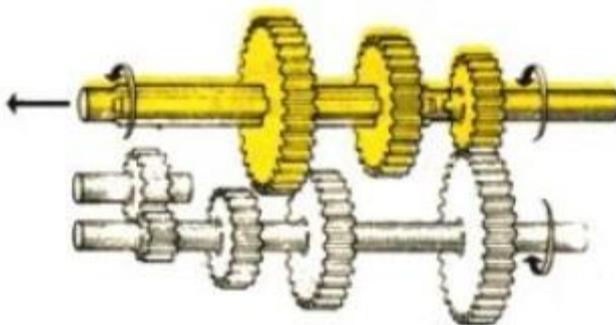
**Primeira marcha**

b) segunda marcha - a ligação é feita entre a maior engrenagem do carretel com a maior engrenagem do eixo transmissor.



**Segunda marcha**

c) terceira marcha - nos veículos mais antigos, esta velocidade era chamada de "prize direta", pois o eixo motor engrenava diretamente com o eixo transmissor, operando como se os eixos estivessem rigidamente ligados. Nos veículos com caixa de quatro velocidades à frente, a terceira é a intermediária entre a prize direta e a marcha de força. Funciona como opção de retomada, proporcionando mais agilidade.



**Terceira marcha**

d) quarta marcha - é uma relação de desmultiplicação, ou seja, a velocidade da árvore de manivela é inferior à da árvore de transmissão, reduz a rotação do motor e mantém a velocidade inalterada. Estas características proporcionam boa economia de combustível e redução do desgaste interno do motor. Para obtenção destes índices, seu engrenamento deve ser realizado acima de 50 Km/h.

e) ponto morto - o eixo primário transmite o seu movimento ao intermediário (carretel) que não é repassado ao secundário, pois não há engrenagens móveis em contato. Somente giram o primário e o carretel, não havendo transmissão de movimento.

### ***Posição relativa das engrenagens***



***Situação: Ponto Morto***

**Lubrificação** - as engrenagens, mancais, luvas e anéis sincronizadores necessitam de lubrificação. Hoje o profissional e usuário devem atentar que para cada caso há um tipo de óleo específico, calculado em função da temperatura de trabalho, do tipo de engrenagens e do tipo de serviço executado. Respeitar as informações do manual do proprietário e as orientações dos manuais de serviço, são obrigações do usuário e do reparador, respectivamente.

**Embreagem** - Assim como as caixas de câmbio, os conjuntos de embreagem sofreram pequenas evoluções que muito contribuíram para o aumento do conforto e prazer ao dirigir. Por serem componentes com vida útil relativamente longa, muitas vezes são esquecidos no cronograma de manutenção preventiva. Sua localização e posição de montagem é entre a caixa de mudanças e o volante do motor.

Sua função é ligar e desligar o motor do sistema de transmissão de forma suave e progressiva. A ligação entre o motor e a caixa de mudanças é realizada quando o disco de embreagem é comprimido pelo platô de encontro ao volante do motor, pelo sistema de comando de acionamento. Pertence ao grupo dos órgãos de comando e transmissores de movimento.

A embreagem é o sistema de ligação entre o motor e o câmbio. Fica alojada no interior da caixa seca e fixada ao volante do motor através de parafusos. Interliga o movimento do motor ao câmbio através do eixo piloto ou primário. O comando de ligação entre ambos se dá através da carga aplicada ao pedal de embreagem; este acionamento, geralmente via cabo de aço, já começa a ser substituído pelo acionamento hidráulico, pelo grau de conforto e precisão que oferece ao usuário. No acionamento hidráulico, um ou dois pequenos cilindros mestres encarregam-se de fazer a pressão de acionamento até o garfo de embreagem e deste até o platô, via rolamento de encosto (colar).

Quando o motor está embreado, as rotações da árvore de manivelas são transmitidas ao câmbio e daí às rodas, movimentando o veículo. Quando desembreado, é desligado o movimento da árvore de manivelas.

O conjunto de embreagem pode ser dividido em:

- a) disco de fricção
- b) disco ou placa de pressão - platô
- c) rolamento de encosto - colar
- d) garfo de acionamento

**Dimensionamento da embreagem** - Existe uma embreagem para cada tipo de veículo. O seu projeto deve obedecer as exigências da montadora e do mercado. Os itens a seguir definirão o projeto:

- a) peso máximo (com carga) do veículo
- b) potência e torque do motor
- c) relação das marchas do câmbio
- d) tipo de utilização
- e) relação do diferencial
- f) raio dos pneus

De posse dos dados acima, o fabricante do conjunto calcula as cargas, escolhe o material de fricção e dimensiona a carga do pedal, com o objetivo de que a transmissão seja suave e progressiva até o câmbio e deste aos demais órgãos da transmissão.

Podemos enumerar as qualidades de um bom projeto de embreagem:

- 1º) transmitir o torque do motor para o câmbio sem deslizamento (sem patinação);
- 2ª) eliminar vibrações torcionais durante a partida e em condição de marcha lenta, amortecendo-as;
- 3ª) possibilitar trocas de marcha de modo suave, sem solavancos.

Tipos de embreagem:

- a) embreagem simples - tipo monodisco a seco
- b) embreagem bidisco - dois discos a seco
- c) embreagem dupla
- d) embreagem multidisco - composta por uma série de discos metálicos colocados lado a lado

e) embreagem cônica

f) embreagem hidráulica

**Tipos de acionamento e componentes** - Atualmente tem sido muito comum para o reparador confundir o acionamento hidráulico com a embreagem hidráulica, que são coisas distintas. O acionamento é fator primordial para a manutenção do conforto durante toda a vida útil do conjunto. Segue abaixo a relação de esforço dos tipos de acionamento:

a) embreagem com acionamento do platô puxado (pull):  $R = 1 / 6$  (veículos pesados)

b) embreagem com acionamento do platô empurrado (push):  $R = 1 / 5$  (veículos passeio e alguns comerciais)

É importante lembrar que ao se acionar a embreagem - aplicação de carga - e a desembreagem existe um tempo de três segundos até a total imobilidade do disco.

**O disco de embreagem** - Duas características do disco devem ser observadas durante a manutenção: se possui amortecimento torcional no cubo e o tipo de revestimento empregado (cuidado com a peça pirata). A composição básica do disco de embreagem é (sem asbestos): rayon, borracha, resinas, partículas de cobre, tudo isto misturado com materiais orgânicos. Hoje temos alguns modelos no mercado com o revestimento a base de amianto cresotila, opcional por motivos ambientais.

O revestimento pode ser construído de três formas e cada tipo tem uma aplicação específica:

a) revestimento moldado;

b) revestimento enrolado;

c) revestimento trançado.

Em veículos de alto desempenho, são aplicados discos ceraméticos, onde seu coeficiente de atrito aumenta com a temperatura, proporcionam acionamento mais duro e só devem ser aplicados em veículos de elevado torque e potência.

Os discos de embreagem podem ser:

a) rígido;

b) com amortecimento torcional.

O platô é chave da ligação entre o motor e o câmbio. Hoje, a maioria dos veículos sai equipada com o platô do tipo simples, que pode ser:

- a) platô de molas helicoidais (em desuso);
- b) platô de mola membrana/diafragma, o popular chapéu chinês.

O platô de mola membrana é muito resistente às altas rotações, possui construção compacta, reduzida altura da carcaça estampada e oferece grande conforto ao usuário (maciez no acionamento).

**Sintomas e Diagnose** - os sistemas de comando e acionamento merecem atenção especial durante a manutenção, embora geralmente sejam relegados ao segundo plano; são grandes responsáveis pelo correto funcionamento da embreagem.

O projeto de comando é na maioria das vezes de responsabilidade da montadora; as especificações e orientações de manutenção devem ser respeitadas durante a montagem. Os itens mais comuns na rotina de manutenção são:

- a) rolamento de encosto - deve girar livremente, sem trancos na pista e deslizar com suavidade sobre a guia.
- b) guia do rolamento - não deve ter riscos e calosidades na área de contato com o rolamento de encosto (colar), pois acarretará resistência no pedal.
- c) cabo de embreagem - quando acionado deve correr livre no conduíte (capa). Nada de "amaciar o cabo", curvas acentuadas devem ser evitadas, deve ser montado buscando o caminho mais reto possível, sem curvas acentuadas (salvo especificação da montadora, caso dos veículos VW - ar).
- d) O mecanismo de comando é formado por garfos, tirantes ou varões que deslocam luvas sincronizadoras (montadas entre as engrenagens de velocidade), devendo ter seu movimento livre e lubrificado. Os comandos não devem permitir que as marchas escapem (conjunto retém nos garfos internos e no trambulador).
- e) pedal e pedaleira - todas as articulações devem ser lubrificadas. Deve ser observado o tipo de material do embuchamento, antes da aplicação do lubrificante. Buchas de Nylon, poliamida, celeron ou qualquer outro material sintético, aplicar grafite em pó ou spray; buchas de bronze, aplicar lubrificante mineral.
- f) Platô e disco de embreagem não produzem rangidos. Os rangidos encontram-se no sistema de acionamento e/ou por falta de lubrificação do garfo e suas buchas.
- g) Os ruídos provocados por rolamentos no sistema de embreagem são três: rolamento do eixo primário do câmbio, rolamento de encosto (colar) e rolamento da ponta do primário (quando existir).
- h) garfo e articulações - examinar quanto a folgas e desgastes irregulares na área de contato com o colar. Substituir o embuchamento caso sejam encontradas folgas.

i) Observe atentamente as condições da catraca de regulagem automática, se estiverem avariadas, travadas ou desgastadas, enforcam o platô.

j) **Cuidado!** Não exagerar na lubrificação do eixo primário (excesso de graxa);

k) rolamento de encosto - nunca deverá ser lavado ou tentar engraxá-lo. Caso apresente ruídos, substitua. Cuidado com as peças piratas!

Antes e durante a troca, alguns procedimentos devem ser observados:

a) Ao montar o conjunto disco-platô, aperte os parafusos de fixação em cruz ou X, de forma gradual, sempre respeitando o torque recomendado pelo fabricante.

b) Observe o retentor do eixo piloto (primário). Vazamentos podem chegar até o disco de embreagem

c) Observe se o garfo de debreagem movimenta-se livremente e sem folgas, se não há folgas nos pontos de contato do mesmo com o colar.

d) Observe se não há vazamentos de óleo do motor, pela junta do cárter ou pelo retentor da árvore de manivelas, para o interior da caixa seca.

e) Observe a superfície do volante do motor quanto a trincas, riscos, marcas de superaquecimento. Alguns fabricantes recomendam a retífica da área de contato com o disco, outros somente a substituição. De qualquer maneira, caso seja retificado, o volante deve manter as características dimensionais originais, i.é., deve ser retrabalhada a superfície de fixação do platô, para que se mantenha a mesma relação de altura original.

f) Ao montar uma nova embreagem, observe a centralização do conjunto motopropulsor. Durante a montagem, nunca deixe o câmbio apoiado sobre o cubo do disco (durante o encaixe do câmbio).

g) Monte o platô pré-acionado. Esta recomendação é fundamental para o sucesso do serviço! Basta um fio de vela e uma prensa hidráulica: apoiando o platô sobre uma superfície plana e com auxílio de uma chave de encaixe maior que 41mm (pito ou cachimbo, de acordo com o regionalismo), acionar o platô e inserir um fio de vela entre a mola membrana e a placa depressão (deixando uma ponta para puxar depois de apertado no volante do motor!). O encaixe do conjunto será mais fácil, com menos chances de erros e redução no tempo da tarefa.

h) O cabo de acionamento pode transmitir as vibrações do motor para a carroçaria, causando desconforto. Para que isto não ocorra, os cabos são confeccionados com "dampers" de borracha para absorção destas vibrações. Na hora de ajustagem da altura do pedal de embreagem, nada de aplicar "calços e complementos" para dar curso ao pedal, isto poderá comprometer e trazer vibrações ao funcionamento.

## **PRINCIPAIS PROBLEMAS**

### Trepidação:

- a) cabo de embreagem sem movimento livre;
- b) platô que sofreu queda;
- c) deformação do platô na hora da montagem, por aperto incorreto;
- d) bucha e/ou rolamento do primário grimpado;
- e) superfície do disco com resíduos de óleo ou graxa;
- f) verificar coxins do motor e/ou transmissão;
- g) superaquecimento da placa de pressão;

### Embreagem não separa:

- a) cubo do disco grimpado no eixo piloto (primário);
- b) disco incorreto, superfície com espessura acima do especificado;
- c) folga do pedal (curso morto) acima do especificado (> do que 20/30 mm);
- d) alavancamento do garfo de acionamento com folga excessiva;
- e) oscilação do disco muito acentuada.

### Patinação:

- a) revestimento desgastado;
- b) revestimento oleado
- c) carbonização do disco;
- d) carga do platô inferior ao especificado.

### Dificuldade de engate:

- a) mola de retorno deformada, por queda ou uso indevido;
- b) estriado do primário danificado por erro de montagem;
- c) oxidação das estrias do primário, dificuldade em liberar o disco;
- d) revestimento oxidado;
- e) molas de amortecimento axial deformadas durante a montagem (apoiar o câmbio no cubodo disco durante a montagem).

Acionamento pesado:

- a) cabo ou haste de acionamento da embreagem desgastados ou desalinhados;
- b) guia do rolamento de encosto arranhada;
- c) superfície do volante do motor necessitando de retífica;
- d) rolamento de apoio do primário desgastado;
- e) garfo empenado;
- f) próximo ao fim da vida útil do disco-platô, há um aumento de força para o acionamento do pedal de aproximadamente 50%.

**Conforto** - buscando otimizar e oferecer algo mais ao usuário, foram incorporados alguns itens de conforto e segurança ao conjunto de embreagem. Por volta dos anos 80, algumas montadoras passaram a oferecer itens de conforto aos veículos mais simples e populares, popularizando implementos que só eram disponibilizados em veículos de categoria superior.

**Comando hidráulico** - o esforço muscular da perna esquerda em vencer as resistências mecânicas somente era minimizado nos veículos topo de linha, os automóveis mais sofisticados. Com a competição acirrada dos últimos anos no seguimento popular todos foram buscar algo mais a oferecer. Uma delas foi a suavização do acionamento da embreagem através de um comando hidráulico. Este dispositivo é composto de um cilindro mestre com reservatório de fluido e um cilindro escravo acoplado ao garfo de acionamento.



A substituição do conjunto de acionamento mecânico trouxe inúmeras vantagens para os usuários, tais como:

- a) conforto;
- b) precisão nos engates;
- c) economia de espaço;
- d) a transmissão da força pelo líquido não sofre interferências, ao passo que a ligação mecânica torna-se cada vez mais complicada nos ínfimos espaços de cofre de motor.

Contra sua aplicação apenas o fator custo produtivo, um pouco mais elevado que o sistema convencional. Quanto à manutenção, é idêntica à realizada em freios hidráulicos.

**Embreagem automática com Comando Eletrônico** -em produção no veículos nacionais, FIAT Palio Citymatic e o DAIMLER-CHRYSLER Classe A, que incorporaram este dispositivo de conforto. O princípio básico de funcionamento é o de acionamento automático, sem intervenção do motorista. Gostaria de ressaltar que já tivemos veículos produzidos em solo verde-amarelo com sistema similar, eram os DKW dos anos 60, com o sistema SAXOMATIC, produzidos pela Fitchel&Sachs para motores de pequena cilindrada.

Era constituída de um servo sistema eletro-pneumático, tecnicamente é uma servo embreagem a vácuo (depressão) que encarregava-se de acionar o platô ao iniciar o movimento da alavanca, através de um complexo sistema de válvulas à depressão e solenóides de controle do sistema é dosada a entrada de pressão atmosférica e toda atuação do sistema, em estrada e trânsito urbano.

As variantes deste sistema são: o sistema Ferlec (fabricada pela FERODO) de acionamento elétrico, Smith-Jaeger, de acionamento eletromagnético, comando hidráulico do Citroën DS-19.

Desde o início dos anos 80, na Europa, SAAB, RENAULT, PEUGEOT/CITRÖEN, NISSAN, já aplicam o recurso da embreagem com acionamento remoto, com a eletrônica embarcada, tudo ficou mais fácil e confiável, tamanhos foram reduzidos e as antigas idéias atualizadas. O sistema LUK EKM (Elektronisches Kupplungs Management), é monitorado por um módulo de comando e troca informações através de um barramento de dados, via protocolo binário/inteface CAN, que através de sensores ligados à injeção/ignição, aos pedais do acelerador e freio, alavanca seletora, porta do motorista (se está fechada) e o freio de estacionamento, monitoram todas as intervenções realizadas pelo usuário, impedindo até mesmo atos que possam comprometer a segurança dos passageiros (como sair com uma marcha alta, porta aberta, por exemplo).



**Servomotor de acionamento do garfo LUK**

Em linhas gerais, o sistema opera com sensores que podem ser óticos/infrared, indutivos ou do tipo hall ligados a alavanca, que interpretam a vontade do condutor em fazer a mudança de marcha, um MCE, que avalia estas informações em conjunto com a central de injeção, por meio de barramento de dados - CAN - Controlled Area Network, comandando pequenos motores elétricos. Ao ser iniciado o movimento da alavanca do câmbio, os sensores lêem a intenção do motorista e, através da interface CAN, é transmitido um comando para um motor elétrico acionar o garfo. Detalhe, o sistema é autoajustável.

Em caso de manutenção, o conjunto platô/disco é idêntico ao da versão convencional. Este sistema mantém o gostinho de trocar as marchas como num câmbio manual, sem o desconforto de pisar no pedal da esquerda. Dá para encarar o trânsito com mais humor!

**Tiptronic** - é um tipo de transmissão automática, com recursos sofisticados de eletrônica, que permite ao motorista optar por trocas de marchas manuais ou

automáticas. Inicialmente desenvolvido pela PORSCHE (Tiptronic é marca registrada da PORSCHE) em conjunto com a ZF ( o modelo de câmbio ZF 4HP22, sua estréia aconteceu no Porsche 911 Carrera 4, em 1998. Possui acionamento através de borboletas montadas atrás do volante ou na própria alavanca seletora no console, proporcionou uma revolução no conceito de transmissão automática.

O sistema possui um moderno conversor de torque que possibilita ao condutor (piloto creio ser o termo mais adequado!) guiar normalmente em D - drive ou optar pela troca manual, bastando para isso deslocar para a direita a alavanca seletora e escolher a programação: N -normal, privilegiando o baixo consumo; ou S - sport, objetivando o máximo desempenho, desfrutando ao seu gosto, do prazer de fazer as trocas de marcha. No console ou nas borboletas existem os sinais de "+" e "-" que representam as marchas ascendentes e descendentes, respectivamente.

Este sistema, através de monitoramento eletrônico constante, mantém-se em conexão com os demais sensores da injeção/ignição, ABS/ASR, corrigindo e aprendendo o modo de guiar do motorista/piloto.

Ao selecionar a marcha, o sistema avalia os parâmetros de rotação, a programação (N ou S), sensor de posição de borboleta, rotação e velocidade, aceleração linear e lateral, escolhendo a melhor relação e o momento adequado para trocar as marchas. Sempre com muita segurança, para que não haja excesso de rotação e a segurança do usuário não seja comprometida.

Outras montadoras já possuem sistemas similares, AUDI e VW (ambas com tecnologia cedida pela PORSCHE), ALFA ROMEO, BMW, CHRYSLER, FERRARI, MERCEDES, dentre outras, já oferecem este plus aos seus sofisticados clientes.



Particularmente no modelo BMW M3, o câmbio adotado é um semi-automático seqüencial, que na verdade é uma transmissão manual, com comandos eletro-hidráulicos de alta pressão e com alavanca no console central. Parece um câmbio manual, mas seu funcionamento é automático. empurrando-se a alavanca para trás, marchas para cima; empurrando a alavanca à frente, comanda-se a redução. É um sistema um pouco mais lento que os oferecidos pela PORSCHE E FERRARI. Com os veículos de Maranello, o sistema foi desenvolvido na F1 355 de 1997, em conjunto com a Magneti-Marelli e levou 10 anos até se tornar confiável e estrear nas pistas. Batizado de Selespeed, buscou fundamento nos câmbios da CITRÖEN, especificamente o modelo DS dos anos 60, com comando hidráulico. Também é uma transmissão manual de seis velocidades com acionamento hidráulico de alta pressão (não é uma transmissão automática!). Possui ainda embreagem eletrônica e monitoramento integrado da central de injeção, com três opções de programação: totalmente automático, esportivo e semi-automático, todos vinculados ao controle limitador de rotações e ao comando da suspensão ativa, garantindo

esportividade, estabilidade e/ou conforto. O sistema utilizado pela FERRARI conseguiu englobar as vantagens do câmbio automático e do manual em um só conjunto.

Por fim, outra variável do que já foi acima explanado, será lançada pela OPEL (braço europeu da General Motors) no renovado Corsa. Batizado de EASYTRONIC, é uma caixa manual, mecânica e seqüencial e não semi-automática como os apresentados acima.

**Continuously Variable Transmission - CVT** - criado nos anos 50, com o nome de VARIOMATIC, pelo holandês Van Doorne, na prática equipara-se ao câmbio automático por não necessitar de trocas de marchas manuais; inicialmente equipou os veículos DAF holandeses, popularizando o conceito mundo afora.

Basicamente pode ser assim definida: de acordo com a aceleração, um sistema centrífugo acoplado a polias cônicas, de larguras variáveis, altera a largura das duas polias (primária e secundária) simultaneamente. À medida em que as laterais de uma polia se afastam, a correia aprofunda-se em seu sulco; com as laterais mais próximas, a correia desliza superficialmente, com movimentos contínuos e opostos, alterando a relação de transmissão, chamado de relação infinita. Quando os discos estão separados ao máximo, as correias descrevem uma pequena circunferência perto do centro da polia. À medida que diminui a separação entre os discos, a correia descreve uma circunferência maior, esta ação é realizada em função dos pesos centrífugos. Com esse movimento, as polias variam o diâmetro de atuação da correia, alterando a relação de transmissão, resultando em infinitas combinações a partir dos diâmetros pré-estabelecidos pelo conjunto das polias.

De acordo com a aceleração imposta pelo condutor, um sistema hidropneumático comanda a largura das duas polias, ajustando a relação de transmissão para as exigências do usuário.

Numa velocidade elevada, em estrada por exemplo, reduzirá a separação entre os discos da polia primária, aumentando a circunferência descrita pela correia, o que equivale a uma marcha alta. Com auxílio pneumático, corrige-se a ação dos contrapesos centrífugos, modificando sua atuação ou simplesmente interrompendo-a.

Seu grande problema era a baixa confiabilidade das correias, hoje com o auxílio da NASA, desenvolveu-se uma correia metálica, reforçada com anéis de aço de alta resistência, proporcionou a resistência que faltava, permitindo sua aplicação em veículos de qualquer potência.



Várias montadoras apostam no sucesso da transmissão continuamente variável. FORD, FIAT, NISSAN e AUDI já oferecem

modelos com esta opção de transmissão; dos compactos aos médios existem opções de compra no velhocontinente. Um destaque merecido deve ser dado aomodelo AUDI A 6, com motorização V6 e mais de 190 cv, desponta na categoria dos sedans de alto luxo, incorporando esta opção de transmissão consegue acelerar mais rápido do que o modelo equivalente com transmissão manual/mecânica.

Batizada de MULTITRONIC CVT e utilizando uma nova tecnologia construtiva nas correias - elos chatos de placa - , parece ter proporcionado a tão sonhada confiabilidade ao produto. É esperar para ver!

**Câmbio automático** - assim como no câmbio mecânico, o propósito é o mesmo, criar as mais diversas possibilidades para adequar a força produzida pelo motor às exigências do condutor,com a vantagem de fazer isto de forma automática e sempre no melhor momento. Sua maior desvantagem é o fato de consumir mais do que o mesmo veículo com câmbio convencional, devido as perdas hidráulicas, pois parte da potência (de 5 a 10 %) do motor é desviada para mover o sistema hidráulico do câmbio e do conversor de torque.

O conversor de torque faz o papel da embreagem, um dosador da passagem do torque produzido no motor aos mecanismos e válvulas internas do câmbio automático (como se o condutor estivesse soltando a embreagem lentamente). Nos veículos mais modernos, com o auxílio da eletrônica embarcada, é possível bloquear o conversor de torque já a partir da segunda marcha engrenada (sua utilização é primordialmente no momento da saída) e repassar o torque produzido pelo motor de forma eletro-mecânica.

## Suspensão

A suspensão do carro é constituída por um conjunto de peças, mas, em geral, acostuma-se designar por esse nome apenas as molas e amortecedores.

A rigor, entretanto, são todos os elementos que permitem ao veículo transitar por estradas ruins e reduzir todo o balanço que daí resultaria, de maneira que o seu interior se torne agradável para os seus passageiros, e conveniente para o transporte de carga.Assim sendo, a suspensão seria constituída pelos pneus e estofamento contribuem pouco para a suspensão e, além disso, as suas funções são outras, reservamos a denominação de suspensão para as molas e amortecedores.

As asperezas da estrada são absorvidas pelos pneumáticos. Por mais perfeita que seja uma estrada, asperezas de um centímetro são inevitáveis. Os pneus absorvem completamente estas irregularidades, e as molas nem chegam a senti-las. Quando as irregularidades do terreno são maiores, passam a trabalhar as molas e amortecedores.

As molas e amortecedores são montados sobre as rodas, as quais balançam mais que a carroçaria. As rodas e os seus eixos são muito mais leves do que a carroçaria, o motor, etc.,e, nessas condições, a carroçaria já, por si própria, oscila muito menos do que as rodas. Só pela diferença de peso já se tem, portanto, um bom amortecimento das oscilações na carroçaria.

## **MOLAS E AMORTECEDORES**

Antes de mais nada, vamos entender bem o funcionamento das molas e amortecedores, porque isto sempre traz alguma confusão entre os que iniciam na mecânica de automóveis.

A mola serve para transformar as irregularidades do terreno em oscilações. Quando o veículo passa por um buraco, a sua carroçaria oscila. Se não houvesse molas, a carroçaria também cairia com um tranco, no buraco. As molas servem, então, para criar as oscilações.

Os amortecedores têm por função amortecer as oscilações. Eles fazem com que as molas voltem rapidamente a sua posição anterior. Sem os amortecedores, a carroçaria ficaria oscilando muito tempo. Com o amortecedor, ela oscila pouco e retorna logo a sua posição. Os dois - mola e amortecedor - são ligados aos mesmos lugares, pois como já se disse, a função do amortecedor é reduzir as oscilações da mola.

### **CARACTERÍSTICAS**

Apesar de existirem vários tipos de molas, como já se irá mostrar, todos eles, entretanto, executam a mesma função. Por isso, de certa maneira, suas características são semelhantes. O aço de que elas são fabricadas deve ser bastante flexível e resistente, para que elas possam ser flexionadas e resistir suficientemente aos esforços que surgem. Tecnicamente se diz que o aço de baixa resiliência, logo ele ficaria deformado, não voltaria à sua antiga forma e deixaria de funcionar como mola.

A mola exerce outra função, além de fazer o veículo oscilar, quando passa em buracos. Ela deve também manter as rodas alinhadas em relação ao chassi ou carroçaria. Se o aço das molas não for bom e ela, por causa disso, se entortar um pouco, as rodas poderão sair do alinhamento. E se isso acontecer, seguramente as condições para se dirigir o veículo ficarão bem ruins. O veículo deixará de ter segurança. Pelo fato de o aço da mola ter boa resiliência, sempre o eixo dianteiro mexerá um pouco, isto é, poderá sair da sua posição, mas logo voltará a ela. Isso não tem grande influência no alinhamento, contanto que não sejam ultrapassados certos limites.

O eixo traseiro também não deve sair do seu alinhamento, pois isso vai trazer esforços sobre a transmissão, juntas, cardã, etc. Melhor dizendo, os eixos podem sair de sua posição, contanto que não ultrapassem certos limites. A todos esses esforços longitudinais e transversais as molas deverão ser capazes de resistir.

### **SUSPENSÃO INDEPENDENTE**

Temos considerado sempre, em nossos estudos, as duas rodas de um eixo presas a ele e funcionando como uma única unidade. Durante muitos anos este foi o sistema utilizado, herança que era do sistema empregado nas carroçarias e de onde nasceram, evidentemente, os primeiros automóveis.

Com a necessidade crescente de melhorar o conforto dos passageiros e da carga transportada, foram sendo procuradas outras soluções, sendo hoje bastante usada a suspensão independente, principalmente a dianteira. Na suspensão traseira, isso nem sempre acontece. Mostra-se o que acontece com os dois tipos de suspensão: de eixo rígido e de rodas independentes.

Na suspensão de eixo rígido, o eixo atravessa a carroçaria de ponta a ponta e se prende às rodas.

Na suspensão dianteira, tem-se um suporte central. De cada lado do suporte se prendem dois braços, que são articulados no suporte e nas rodas. Quando o veículo trafega em estrada plana, o comportamento dos dois tipos de suspensão é o mesmo. Porém, quando deve vencer um obstáculo, a suspensão independente tem um comportamento superior. Apenas a roda se desloca, permanecendo a carroçaria na sua posição. Ao deslocar-se, a roda permanece sempre paralela a si mesma e, por isso, não altera o funcionamento dos outros elementos de suspensão a direção.

Praticamente, todos os veículos modernos têm suspensão dianteira independente. As vibrações de uma roda não passam para outra, a carroçaria joga menos, as rodas permanecem mais em contato com o solo. Resulta daí que o veículo se torna mais confortável e mais seguro.

## **Amortecedor**

Quando o veículo passa por obstáculo, as molas têm a função de evitar os trancos, transformando-os em oscilações suaves da carroçaria, onde se encontram os passageiros ou a carga. Porém, as oscilações, na maioria das vezes, são maiores que a amplitude dos trancos. Além de se tornarem incômodas, passam a ser um meio de insegurança do veículo.

Os amortecedores têm por função reduzir a um mínimo possível essas oscilações, de maneira que os passageiros não tenham sensação de desconforto e que as molas retornem rapidamente a sua posição normal de trabalho. Todos os veículos possuem amortecedores funcionando pelo princípio hidráulico. Antigamente, havia também amortecedores que funcionavam por um sistema de fricção, mas não se usam mais, hoje em dia.

O efeito de amortecimento é obtido fazendo-se o fluido hidráulico, que existe no interior do amortecedor e que é um óleo especial, passar por uns orifícios. Esses orifícios têm tamanho controlado, de maneira tal que o óleo encontra dificuldade para passar por eles. Esta dificuldade se transforma em controle sobre as oscilações das molas.

## **VERIFICAÇÃO DE UM AMORTECEDOR**

A comparação entre um amortecedor usado e um novo pode dar uma impressão falsa, porque um novo é sempre mais duro. Para testar rigorosamente um amortecedor, o serviço deve ser feito com uma máquina especial, que, entretanto, é muito cara. A apreciação manual pode prestar várias informações úteis.

Se o amortecedor apresentar qualquer dos defeitos seguintes, deverá ser substituído:- haste do pistão empenada;- fixação (olho) desgastada;- vazamento na vedação;- corpo amassado.

Para verificação do seu estado interno, faz-se a prova manual da seguinte maneira:

Segura-se o amortecedor verticalmente, com um eixo através do seu olho inferior e um tubo fixo no olho superior. Deve-se movimentá-lo 8 ou 10 vezes, para cima e para baixo, em todo seu percurso. A resistência deverá ser constante.

## **Eletricidade**

### **A Matéria**

Uma pergunta que sempre preocupou o homem foi a seguinte: Como se constitui a matéria? E em busca desta resposta vem o homem até hoje fazendo descobertas sucessivas, cujas aplicações na nossa vida têm sido de grande aproveitamento.

As tentativas para responder essa pergunta começaram a ser feitas vários séculos antes de Cristo, se bem que naquele tempo poucas conquistas tecnológicas tenham sido alcançadas. Entretanto, há trezentos anos atrás, alargaram-se as pesquisas no campo tecnológico e científico, para no último, século, verificar-se as enormes aplicações desses estudos, na vida moderna.

Após a Segunda Guerra Mundial, houve um explosão no desenvolvimento tecnológico e hoje dificilmente passa um dia sem que um novo acervo tenha sido integrado à vida moderna.

Os primeiros a se preocuparem com a resposta àquela pergunta - como se constitui a matéria? - foram alguns filósofos gregos que viveram séculos antes de Cristo. Esses filósofos tinham a preocupação de responder a pergunta em termos de especulação, de pura filosofia mesmo. Não tinham a preocupação de, a partir da resposta, construir um mundo científico, como é o nosso hoje. As suas dúvidas constituíram fundamentalmente no seguinte tipo de raciocínio: se eu tomar um bastão de madeira e dividi-lo ao meio, ficarei com dois pedaços, menores que o original. Até aí nada de especial. Porém, eles continuavam o raciocínio: se novamente tomar uma metade dos bastão e dividi-la ao meio, ficarei com dois pedaços, menores ainda, e assim sucessivamente. O aluno já percebeu o que se pretendia, desenvolvendo esse tipo de pensamento. Pois bem: surgiram daí as primeiras idéias sobre a constituição da matéria. Perguntava-se, então: Até que ponto é possível dividir ao meio o bastão de madeira? Inicialmente, um obstáculo surgia, que era a dificuldade em dividir ao meio um pedaço que já fosse muito pequeno. Mas para os filósofos, ou para qualquer um que se preocupe em saber como se constitui a matéria, não deve ser obstáculo uma simples dificuldade material. Podemos continuar com o raciocínio, teoricamente, e sempre imaginar a divisão ao meio. Até onde podemos dividir?

A conclusão a que se chegou, naquele tempo, e que de certa maneira até hoje aceitamos, é a de que poderíamos dividir até certo ponto. Chegaríamos então a uma determinada partícula, um determinado pedacinho de madeira, que não poderia mais ser dividido ao meio. Seria este a menor parte da matéria, o elemento constituinte da matéria. Todos as

substâncias seriam constituídas por agrupamento dessas partículas. Conforme o agrupamento, resultariam as substâncias ou suas formas.

Havia, naquele tempo, também, alguns filósofos que contestavam essas afirmativas. Para eles, poderíamos ir dividindo sempre a matéria e nunca chegaríamos ao fim. Isso já era mais difícil de aceitar. De fato, foge um pouco à nossa capacidade de compreensão a idéia de que a matéria seja formada por coisas que, no fundo, não existiriam, porque nunca se poderia chegar até elas.

Conforme o aluno pode sentir, a preocupação era meramente de ordem filosófica, sem onsequência técnica ou científica alguma. Realmente, nenhuma das duas teorias resultou em algum aparelho ou dispositivo que facilitasse a vida do homem. Hoje em dia, o homem continua ainda procurando a resposta. Não se chegou a nenhuma resposta definitiva. Ora a resposta mais adequada parece ser a de que toda substância se constitui de uma porção de partículas, todas justapostas entre si; ora a resposta mais do que determinado quantidade de energia que, reunida se comporta como um conjunto único, com as características de matéria, como a conhecemos.

Conforme o tipo de fenômeno que se estuda, uma ou outra solução é a que melhor se adapta. Futuramente, encontrarmos uma resposta que atenda às duas hipóteses, através da mesma explicação. Para a eletricidade, a teoria que melhor explica é a de que a matéria é formada por várias partículas justapostas entre si; essas partículas são chamadas de moléculas.

As moléculas, portanto são as menores partículas de que se constituem as substâncias. Por exemplo: Sal, a água, o ar são formados por moléculas. Tomamos três exemplos diferentes entre si: um é de uma matéria sólida, outro de matéria líquida, outro de matéria gasosa. Os exemplos foram tomados de forma proposital, para mostrar que, independente do estado da matéria, ela é sempre constituída por moléculas. Entretanto, a moléculas de sal, e esta, por sua vez, é diferente das moléculas de ar. Podemos, portanto, dizer que toda substância é formada por moléculas, se bem que diferentes entre si.

## **A Eletricidade**

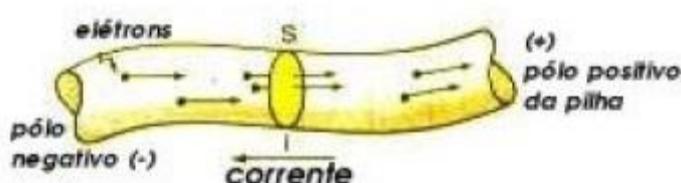
A comparação que acabamos de fazer já não pode, entretanto, ser feita em termos de carga elétrica. O elétron praticamente não tem massa, quando comparado a um núcleo, porém a carga elétrica do elétron é igual a do próton. Melhor explicando, a eletricidade que os elétrons carregam é igual a dos prótons; a diferença está em que os prótons carregam eletricidade positiva, enquanto os elétrons, eletricidade negativa.

De maneira mais correta, dizemos que os elétrons têm carga elétrica negativa, enquanto os prótons têm carga elétrica positiva. Dizemos, também, que eles têm cargas de sinais opostos.

As cargas elétricas de nomes opostos se atraem. Se colocássemos um elétron próximo de um próton, os dois atraíam, um para o outro. Como, entretanto, o próton é mais pesado, ele quase não sai do lugar; o elétron é que caminha ao seu encontro. Quando os

dois se encontrarem, um irá neutralizar a carga do outro; resultará portanto, uma partícula sem carga; é o neutrão. É essa força de atração que mantém os elétrons girando em torno do núcleo. Se por acaso o elétron parasse de girar, ele seria atraído para o núcleo, contra o qual se chocaria.

Quando se estuda a eletricidade, são os elétrons que mais interessam. O núcleo não tem muita importância. Mesmo assim, não são todos os elétrons que interessam. Há alguns elétrons que estão fortemente presos ao núcleo: são os que giram bem próximo a ele.



Porém, outros elétrons, que giram mais afastados, não estão assim tão preso ao núcleo. Às vezes, estes escapam de um átomo e pulam para outro átomo vizinho. São chamados, por isso, de elétrons livres. Estes elétrons são os que interessam para a eletricidade. Quando os elétrons livres passam de um átomo para outro, temos uma corrente de elétrons. É a própria corrente elétrica. Pode-se até fazer uma comparação entre a corrente elétrica e uma correnteza de água, tal comparação não pode ser levada muito longe, porque são coisas completamente diferentes: uma é resultado do movimento de elétrons livres, outra é resultado do movimento de moléculas de água. Aliás, voltaremos a esse exemplo, ainda, quando formos estudar melhor a corrente elétrica e a chamada "lei de Ohm".

## Condutores e Isolantes

Todas as substâncias são formadas por átomos. Assim sendo, o aluno poderia perguntar porque razão todas elas não são condutoras de eletricidade. É que, apesar de todas as substâncias serem formadas por átomos, nem todas possuem aqueles átomos adequados. Daí surge a pergunta: e quais são os átomos adequados? Em resposta, são aqueles que possuem elétrons livres. Aqui é que está a grande diferença. Em algumas substâncias, mesmo os últimos elétrons estão fortemente presos a uma órbita, de tal maneira que não conseguem passar de um átomo para outro. Estas substâncias são, por isso, consideradas materiais isolantes, isto é, não permitem a passagem de eletricidade. Entretanto, aqueles materiais que possuem o (ou os) elétron mais externo fracamente preso na sua trajetória são bons **condutores** de eletricidade, porque o elétron tem a possibilidade de escapar de um átomo e pular para outro vizinho. Estão nesse caso, os materiais em geral. São bons condutores de eletricidade, por exemplo: cobre, ferro, prata, alumínio, etc... Uns são melhores condutores do que outros; é o caso do cobre, que é melhor condutor que o ferro, embora os dois sejam condutores. O mesmo ocorre com as substâncias **isolantes**: umas são melhores que as outras. São bons isolantes elétricos as seguintes substâncias: vidro, cerâmica, plástico, papel, borracha, etc.

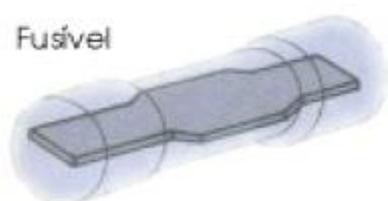
Na verdade, não podemos fazer uma divisão das substâncias em duas partes: aquelas que são condutores e aquelas que não são. Existe uma variação completa de umas para outras. Gradativamente, existe uma substância que é sempre pior condutora do que a outra. Isso segue uma escala, até chegar a substância que não são tão boas condutoras.

Mesmo as substâncias conhecidas como mais isolantes, em certas condições deixam passar um pouco de eletricidade.

Entre os chamados bom condutores e os chamados maus condutores, existe um conjunto de substâncias que não são nem condutores e nem isolantes. São os chamados **semicondutores**. Encontram larga aplicação, hoje em dia, na eletrônica moderna, pois servem de base para a fabricação de transistores e diodos. Pertencem a este grupo as seguintes substâncias: silício, germânio, selênio e outros compostos.

Costumamos, pois, classificar as substância em três classes: **condutoras, semicondutoras e isolantes**. Conforme dissemos não existem apenas três grupos de substâncias, mas sim substâncias que gradativamente são melhores ou piores que outras. Entretanto, por comodidade de classificação é que se faz a divisão acima.

## Fusíveis



Quase todos os veículos possuem fusíveis. Os fusíveis são pequenas peças que se destinam a proteger os circuitos elétricos. Consiste de um pequeno tubo dentro do qual existe uma pequena placa, geralmente fabricada de chumbo. Ele é instalado no próprio circuito que se quer proteger. Por exemplo, digamos que queremos proteger o circuito da lanterna traseira de um carro. A bateria tem um dos pólos ligados à carroçaria e do outro pólo sai um fio que vai até a frente do veículo, local onde, geralmente, ficam os fusíveis (cada circuito tem um). Daí, retorna outro fio, que vai até a lanterna traseira, e finalmente da lanterna sai outro fio, que é ligado à carroçaria, fechando, pois, o circuito.

Na verdade, o fusível é uma peça pequena, com apenas um ou dois centímetros de comprimento. Se, por um motivo qualquer, um dos fios descascar, haverá perigo de ele encostar na carroçaria; se isso ocorrer, os elétrons, em vez de seguir para a lanterna, irão preferir este novo caminho, porque é menor a resistência por aí. Entretanto, a resistência é tão pequena que a corrente fica altíssima, resultando daí um superaquecimento do fio; algumas vezes, chega ao ponto de derreter completamente o plástico ou até mesmo incendiá-lo. Quando isso ocorrer, todo o veículo correrá perigo de incêndio. Aí é que entra em ação o fusível.

Se a corrente fica muito alta, antes de derreter o plástico ou trazer qualquer dano ao veículo, a pequena placa que existe no interior do fusível derreterá e interromperá o caminho da corrente elétrica.

Muitas vezes o fusível derrete, porque houve um curto-circuito momentâneo ou um defeito qualquer. Basta então substituí-lo, para que tudo volte ao normal. Outras vezes, porém, mesmo substituindo o fusível, persiste o defeito e o novo fusível também

derrete. Nesses casos, não basta apenas substituir o fusível. Deverá ser procurada a causa e eliminada diretamente, sem o quê nunca se conseguirá sanar a dificuldade. Muitas vezes, os defeitos nos fios são tão generalizados que é necessária uma troca completa de toda a instalação elétrica.

### **Os instrumentos de medida básicos**

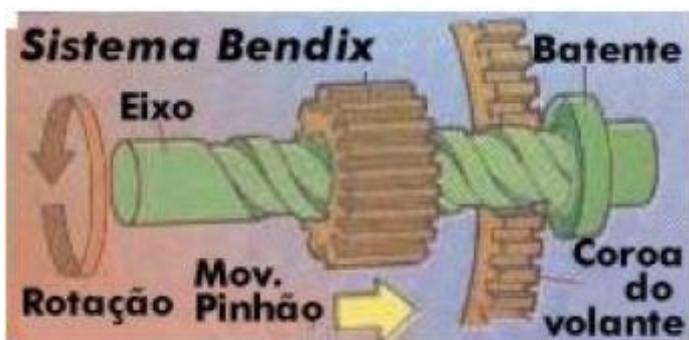
Para se efetuar os testes elétricos num veículo são os seguintes:

Voltímetro - medidor de tensão ou voltagem.

Amperímetro - medidor de corrente elétrica.

Ohmímetro - medidor de resistência elétrica (resistência do elemento condutor. Em geral, o eletricitista utiliza um conjunto dotado de amperímetro e voltímetro aplicáveis aos testes de condução de corrente (ligação do circuito) e de tensão de alimentação.

## **Motor de Partida**



Na lição anterior, já estudamos os princípios básicos de eletricidade e magnetismo, os quais iremos aplicar agora. É basicamente natural que o aluno tenha encontrado alguma dificuldade para compreender todos eles, como é o caso de muitos outros. Entretanto, agora é uma boa oportunidade para recapitular a lição anterior.

Lembre-se de que, basicamente os princípios de funcionamento de um motor são os mesmos que os de um gerador. Há muito pouca diferença em motor e gerador. A construção é semelhante, porém o funcionamento é diferente.

Enquanto o motor recebe energia da bateria e a transforma em energia mecânica para acionar o motor, o gerador recebe energia mecânica do motor e a transforma em energia elétrica, que fornece à bateria. Teoricamente, um motor pode transformar-se em um gerador. Na prática, isso nem sempre é possível, porque alguns detalhes construtivos podem impedir. Mas existem algumas máquinas que já são fabricadas propositalmente para servirem de motores ou geradores. Obs: Em corrente alternada, isso não acontece.

### **Finalidade do motor de partida**

O motor de partida serve para colocar o motor em movimento; é um elemento auxiliar deste.

### **Princípios básicos do motor**

Como você deve estar lembrado, sempre que dois campos magnéticos estão próximos um do outro, há uma atração ou repulsão entre eles. Se um fio de cobre se encontra no interior de um campo magnético, nada acontece com ele, até que se faça passar uma corrente elétrica. Quando passar a corrente elétrica, irá formar-se um campo magnético formado por ela. Esse campo magnético vai agir com o outro campo magnético que já existia e, como resultado, o fio de cobre irá agora deslocar-se. Ele irá deslocar-se pela direita, até uma posição que os dois campos magnéticos fiquem afastados entre si e já não consigam criar uma força suficientemente forte para continuar o movimento do fio. Não é possível aproveitar sempre a ação dos dois campos. Aproveita-se durante algum tempo; a seguir eles se tornam fracos e de aproveitamento inadequado.

### **Dispositivo de engrenamento**

O dispositivo de engrenamento é um conjunto de peças que fica sobre o prolongamento do eixo do induzido, cuja função é transmitir o movimento do eixo do induzido para o motor do veículo, fazendo-o girar.

A transmissão do movimento é realmente feita pelo pinhão, que se engrena com a coroa do volante, como já vimos. Porém, esse engrenamento tem algumas características especiais ou, digamos, dificuldades, que obrigam uma construção especial do dispositivo de engrenamento.

A dificuldade principal é que normalmente o pinhão deve ficar desligado da coroa e só se dar o engrenamento durante a partida. Tão logo o motor "pegue", o pinhão deve novamente desligar-se da coroa, para evitar que o motor do veículo arraste o motor de partida a uma rotação muito elevada para ele, que, como já vimos, poderia até danificá-lo.

São vários os sistemas que foram empregados com essa finalidade, destacamos: "O Sistema Bendix".

**SISTEMA "BENDIX"**: Tem esse nome porque foi inventado e patenteado pela firma americana Bendix Corporation. É também conhecido pelo nome de engrenamento por inércia, porque é feito aproveitando a inércia do pinhão. Inércia (tendência que tem um corpo para manter o seu movimento). Se um corpo está parado, é preciso que apliquemos uma força sobre ele, para que entre em movimento. Se o corpo está em movimento, é preciso que apliquemos uma força sobre ele, para pará-lo. Como exemplo, temos o seguinte: se um carro, está parado, precisamos que o seu motor faça força; para tirá-lo do lugar. Se o carro está em movimento, é preciso uma força para que ele pare. Essa força é obtida pisando no freio do carro ou deixando o próprio ar frear o veículo, mas sempre alguma força é necessária que se aplique.

O sistema "Bendix" aproveita a inércia do pinhão. Ele é constituído por um eixo que tem a forma de um parafuso e sobre este parafuso pode correr o pinhão, como se fosse a sua porca. O pinhão possui por dentro uma rosca igual a do eixo. Nessas condições, podemos girar o pinhão sobre o eixo, como se fosse a rosca de um parafuso.

Agora, imagine o aluno uma situação um pouco diferente: Suponhamos que se gire rapidamente o eixo. Que acontece com o pinhão? Inicialmente, a sua tendência é ficar parado e não girar, por causa da sua inércia. Como a sua rosca interna é bem folgada, isso realmente acontece. Porém, por causa da rosca, ele é empurrado para um dos lados. Se o eixo girar o pinhão irá deslocar-se para a direita. O seu movimento continua até ele encostar numa arruela que se encontra no fim do eixo, que se denomina batente. Ao chegar aí, porém, não podendo mais continuar seu movimento, é obrigado a girar junto com o eixo. Agora, o pinhão está engrenado e ao mesmo tempo preso ao eixo. Em consequência, o movimento do eixo será transmitido a coroa do volante, obrigando-a a girar. Porém, no instante em que o pinhão encosta no batente e é obrigado a girar a coroa, ele leva um violento tranco. Para evitar que esse tranco seja transmitido ao motor de partida, o eixo deste é ligado ao eixo do sistema "Bendix" por uma mola em espiral bastante forte. O tranco fica então amortecido e a partida menos violenta.

O motor de partida faz girar o seu eixo, o qual se liga ao eixo rosqueado do "Bendix", por meio de uma forte mola espiral (mola do "Bendix"). Portanto, o eixo do induzido não é o eixo do "Bendix". São separados, mas ligados pela mola do "Bendix". Esta mola se prende aos parafusos 1 e 2. Quando o eixo do induzido gira, obriga o eixo do "Bendix" a girar, também. Porém, graças a coroa, o tranco não é transmitido ao motor de partida. A mola funciona como uma junta elástica. Depois que o motor "pegou", este passa a girar mais depressa do que o motor de partida. Por conseguinte, o pinhão gira mais depressa disso, o pinhão agora se desloca para a esquerda, desligando-se da coroa do volante.

### **Recapitulando, temos:**

- 1- Ligando-se a chave de partida, o motor de partida gira.
- 2- Pela inércia, o pinhão é jogado para a frente, até engrenar com a coroa do volante.
- 3- Nesse instante, há um tranco, que é atenuado pela mola do Bendix.
- 4- O motor de partida faz girar o motor do veículo, até este "pegar".
- 5- Depois que "pegou" ele gira mais depressa que o motor de partida.
- 6- O pinhão é então jogado de volta para a sua posição inicial.

O sistema "Bendix", pela sua simplicidade e bom funcionamento, tem sido um dos mais utilizados no mundo inteiro, a tal ponto que as próprias peças receberam o nome do fabricante. Ainda hoje é comum encontrar-se mecânicos que chamam o pinhão do motor de partida de "Bendix". Mesmo em outros sistemas o nome "Bendix" permaneceu.

