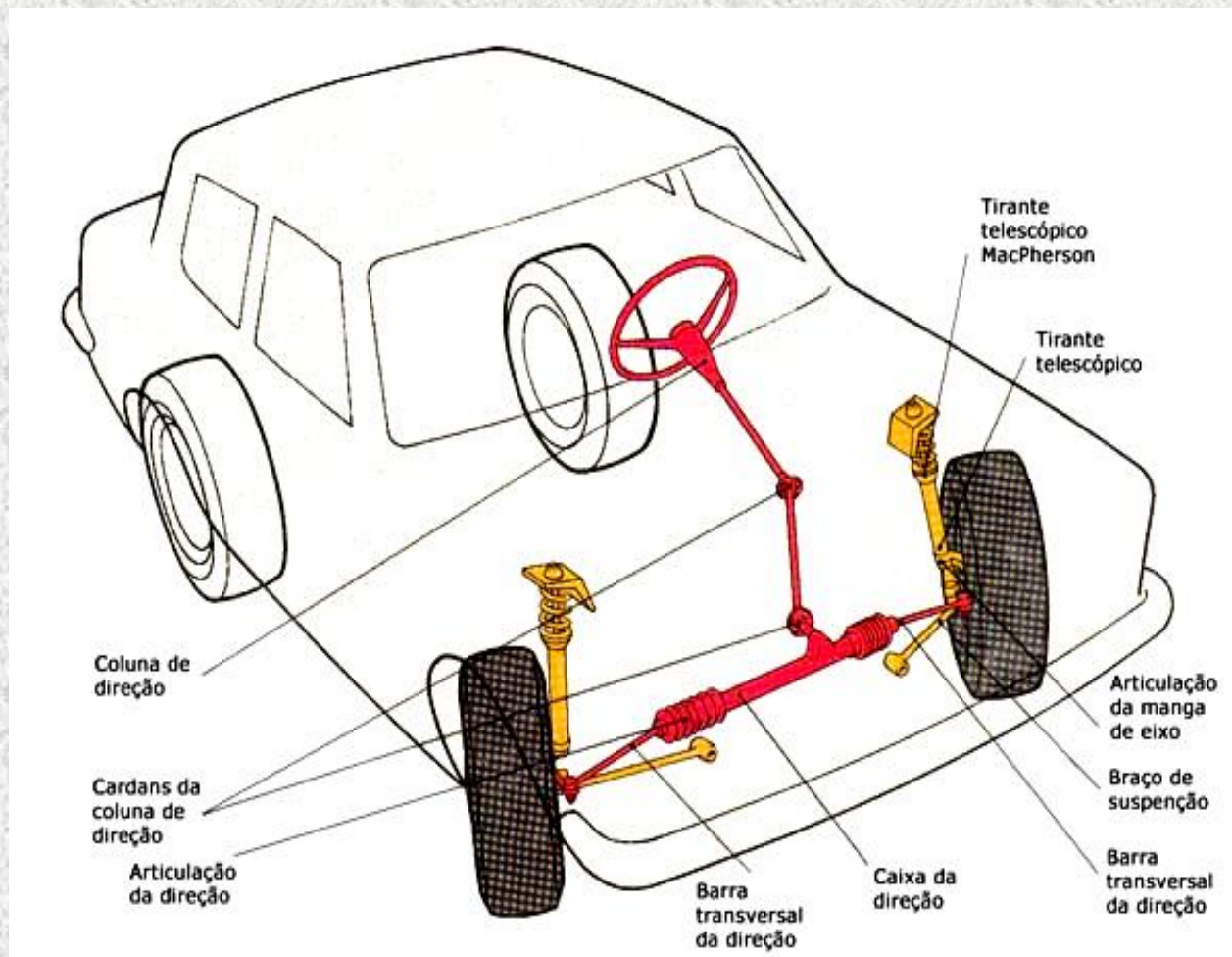


Sistema de Direção

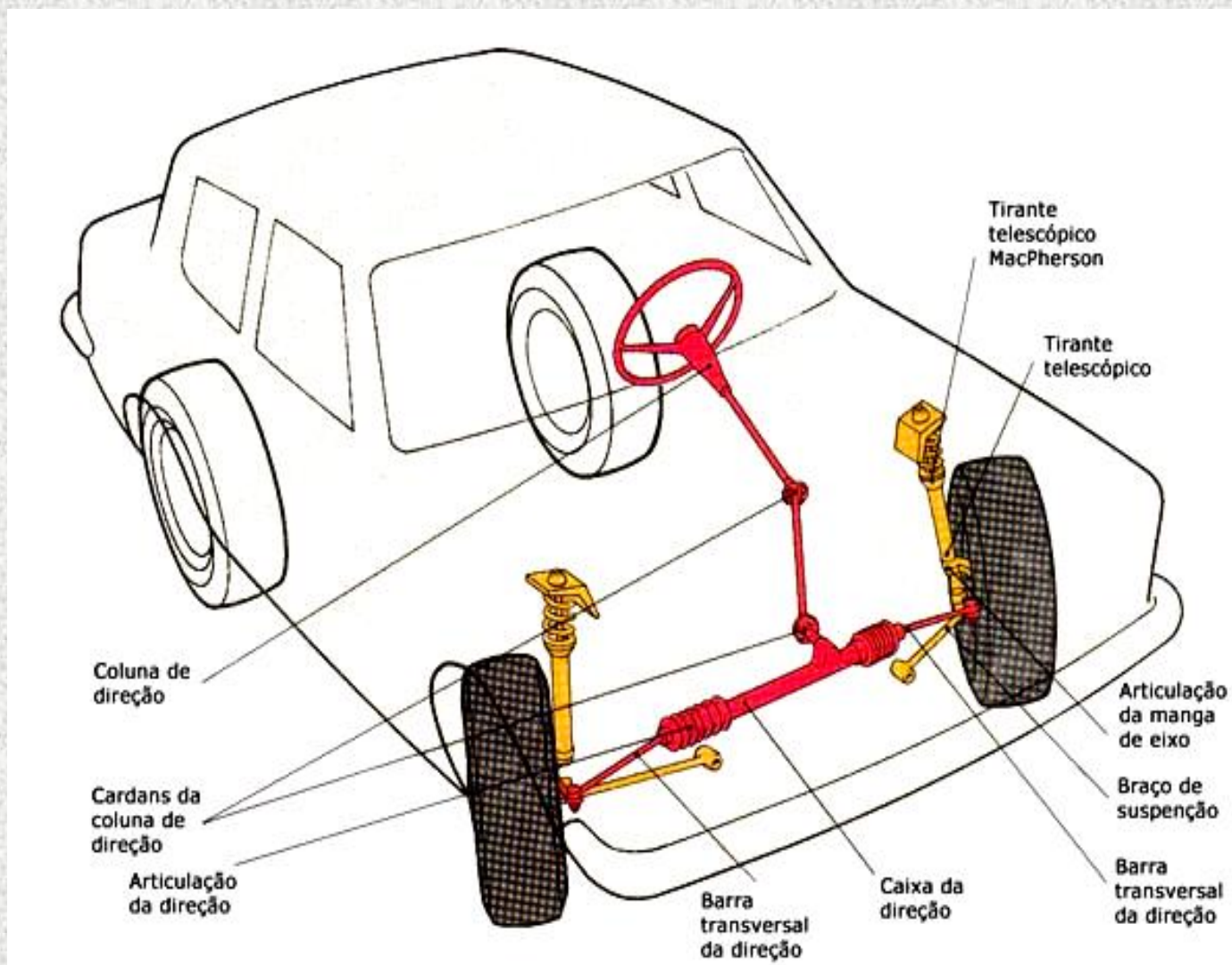


Profº Nubas

Introdução

- Nos primeiros automóveis inventados, a direção era bastante simples parecendo-se mais com um guidão de bicicleta, era um sistema por meio de alavancas, contudo, exigia do motorista um esforço muito grande ao realizar as manobras. Com o passar dos tempos, os veículos foram aumentando o peso e a velocidade tornando necessária uma direção mais leve e precisa. Atualmente, o sistema é constituído por eixos, barras e articulações ligados entre si conforme figura abaixo..

Sistema de Direção



Como Funciona

- A função básica do sistema de direção é transformar o giro do volante em um movimento lateral das rodas dianteiras, definindo a trajetória do veículo. Na ilustração abaixo podemos ver a ação dos mecanismos da direção e através da descrição dos movimentos dos mesmos, entender seu funcionamento

Mecanismo da Direção

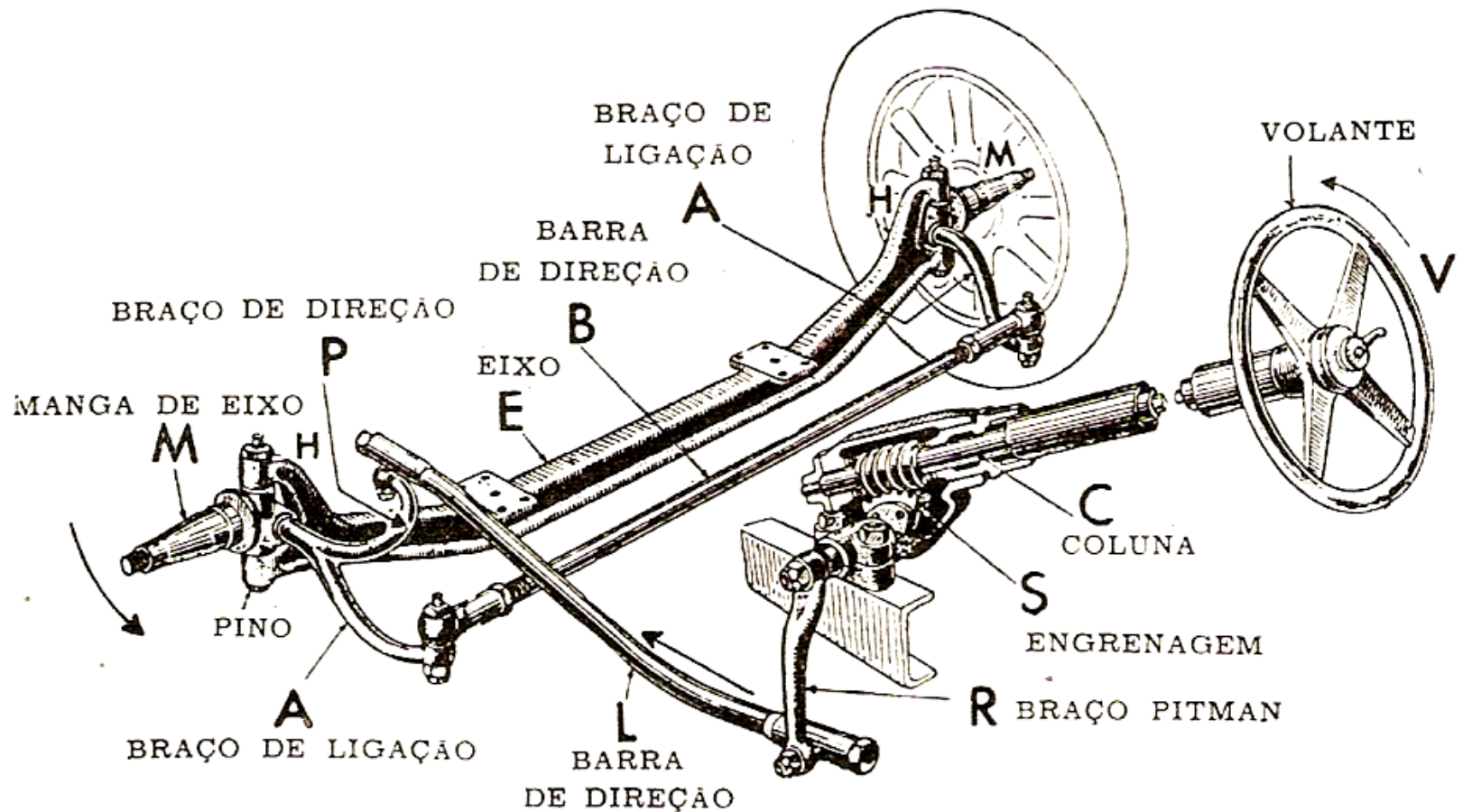


Fig. 639. Mecanismo da direção

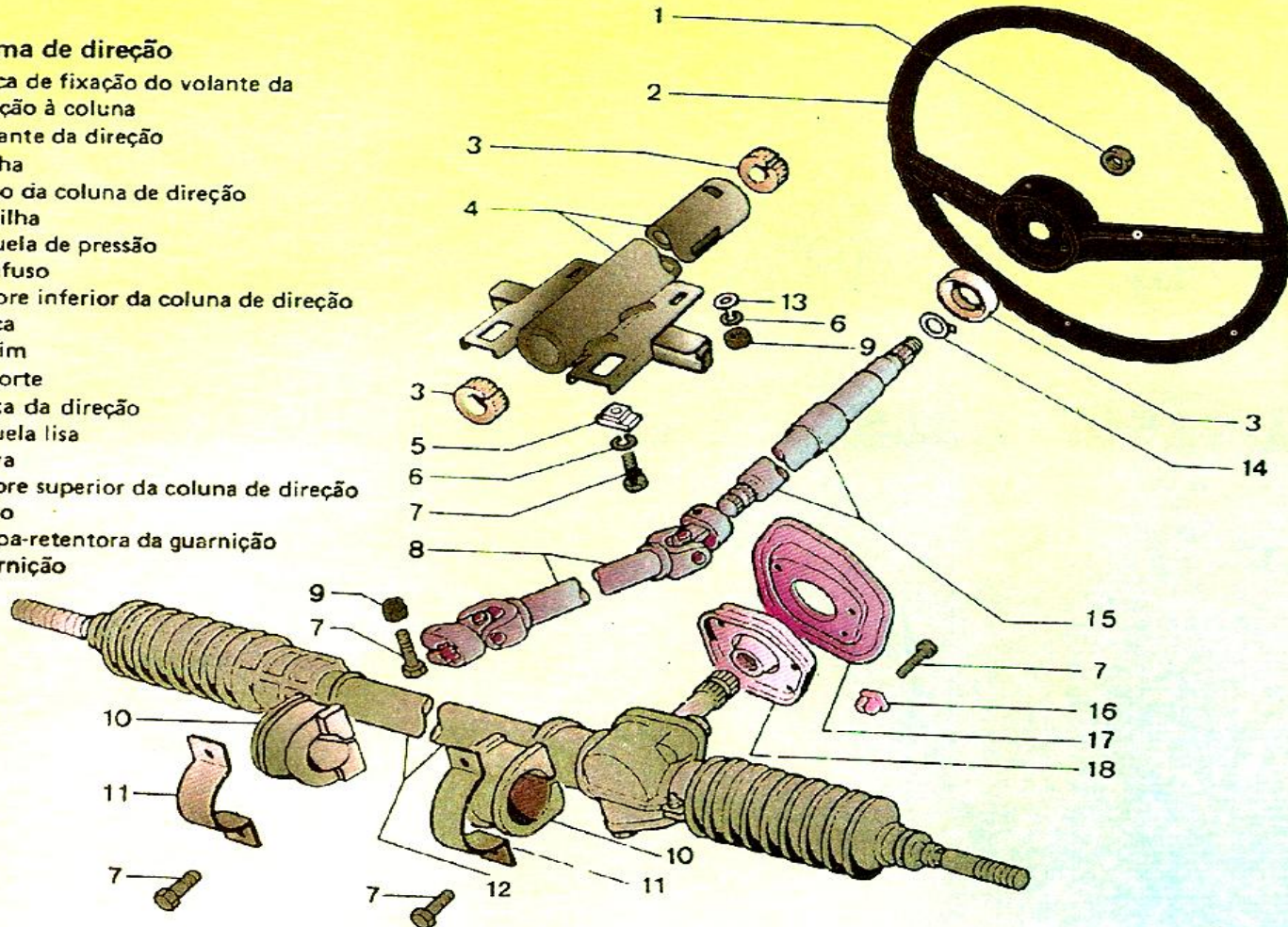
Componentes do Sistema

- O sistema de direção é composto por alguns componentes ou conjunto de componentes (conforme figura abaixo) que formam um sistema simples, que comandados pelo volante, permitem orientar as rodas dianteiras (direcionais) na direção pretendida. As rodas traseiras seguem a trajetória das rodas dianteiras.

Componentes do Sistema

Sistema de direção

1. Porca de fixação do volante da direção à coluna
2. Volante da direção
3. Bucha
4. Tubo da coluna de direção
5. Presilha
6. Arruela de pressão
7. Parafuso
8. Árvore inferior da coluna de direção
9. Porca
10. Coxim
11. Suporte
12. Caixa da direção
13. Arruela lisa
14. Trava
15. Árvore superior da coluna de direção
16. Calço
17. Chapa-retentora da guarnição
18. Guarnição



Volante

- O primeiro componente do sistema de direção é o volante, que permite, através do comando do motorista o movimento giratório que será levado até a caixa de direção. Existem muitos tipos de volantes de direção, clássicos, esportivos e os futuristas.

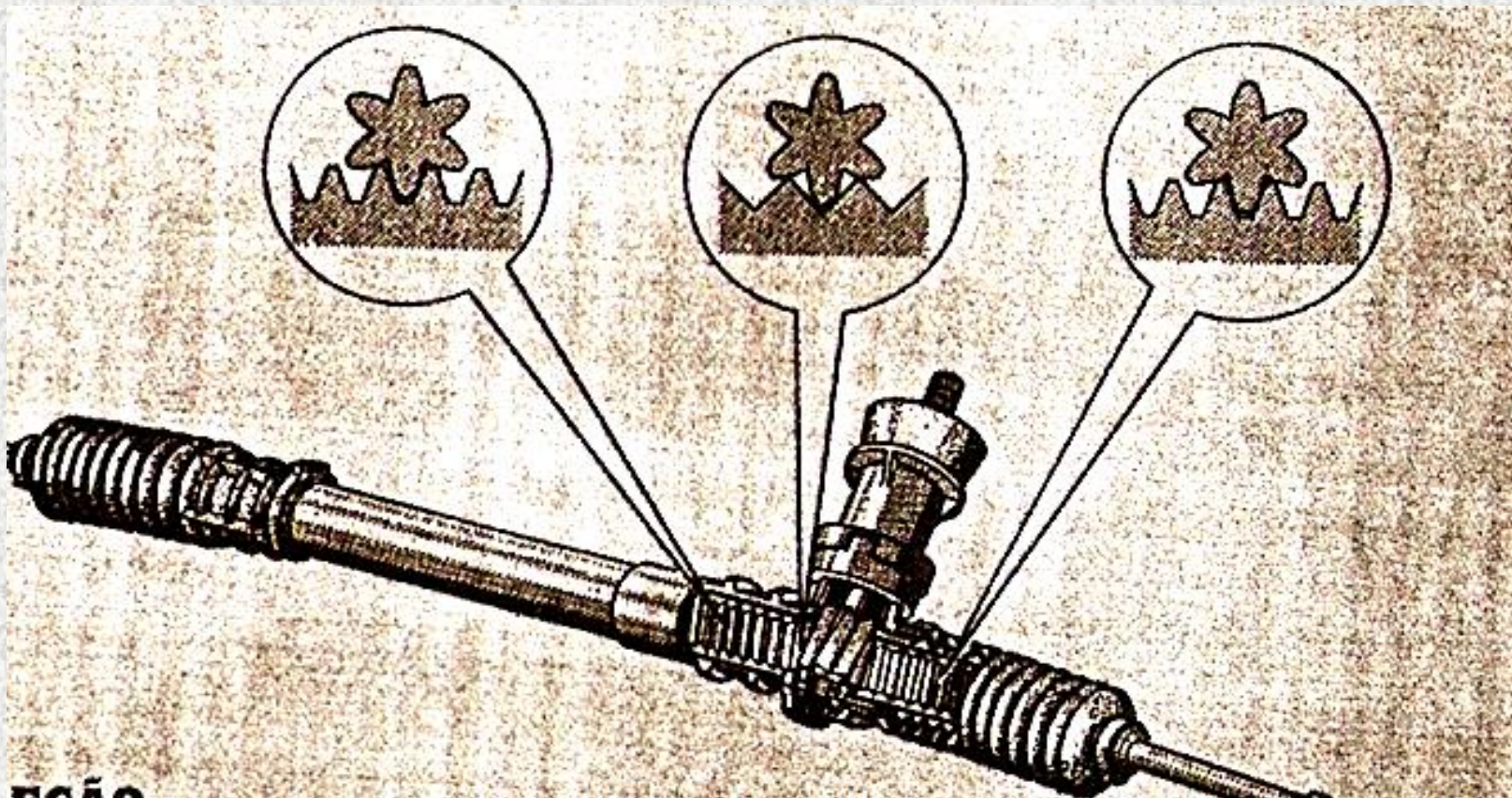
Volante



Direção de Relação Variável

- Alguns carros têm direção de relação variável, que usa um conjunto de pinhão e cremalheira com dentes de passo diferentes no centro e nas extremidades. Isso torna a resposta do carro mais rápida ao iniciar uma curva (a cremalheira está mais próxima do centro) e também reduz o esforço necessário nas proximidades dos limites de esterçamento das rodas.

Direção de Relação Variável



Coluna de Direção

- A coluna de direção pode ser inteiriça ou bipartida, dependendo do ângulo de posição do volante e caixa de direção. Alguns automóveis apresentam uma coluna de direção ajustável. A parte superior, onde se encontra o volante, pode ser deslocada telescopicamente para cima e para baixo e, em alguns casos, pode ser inclinada para se adaptar à estrutura e posição do motorista.

Coluna de Direção



Caixa de Direção

- Caixa de direção é um dispositivo (formada por um conjunto de elementos) que recebem a rotação de giro do volante por intermédio da coluna de direção e transforma esta rotação de giro no movimento linear das rodas (em relação a vertical). A ilustração abaixo mostra um típico exemplo de caixa de direção.

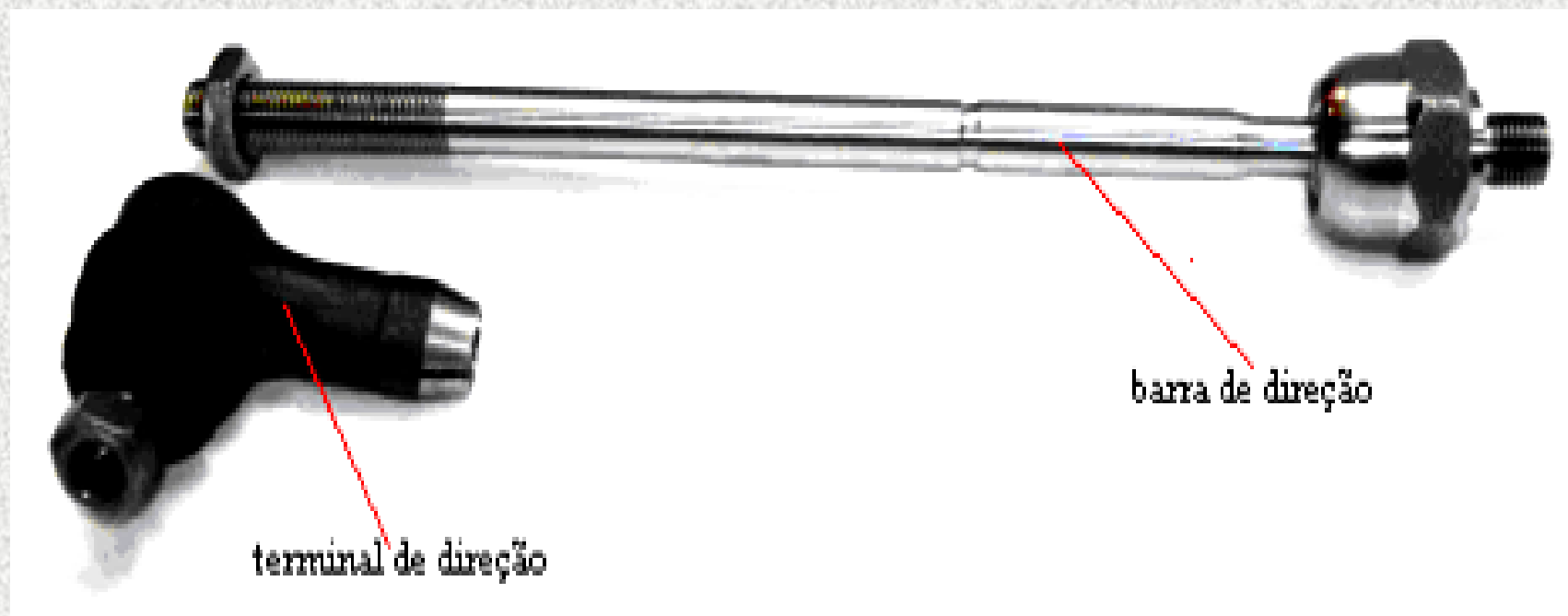
Caixa de Direção



Barras de Direção

- As barras de direção são componentes que saem da caixa de direção em direção as rodas, são articuláveis para acompanhar a suspensão e são envoltas por uma coifa de proteção para evitar contaminantes que ataquem as superfícies e elementos internos da caixa de direção. Os terminais de direção são ligados nos montantes das rodas. Estes componentes são articuláveis e se parecem com um pivô da suspensão

Barras de Direção

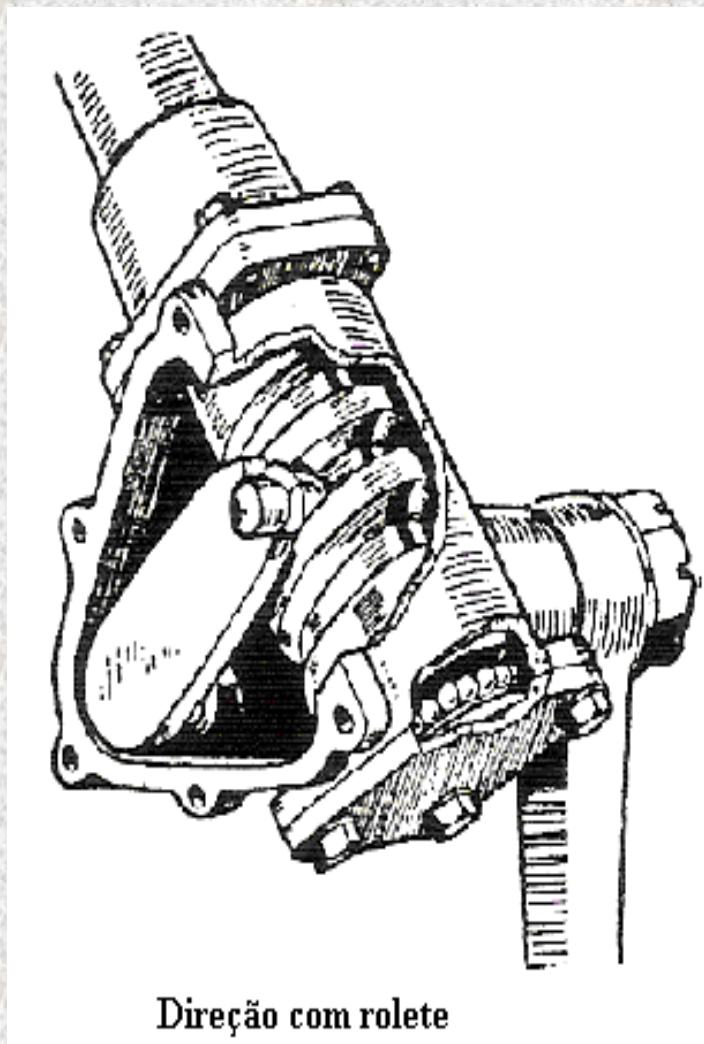


Tipos de Sistema de Direção

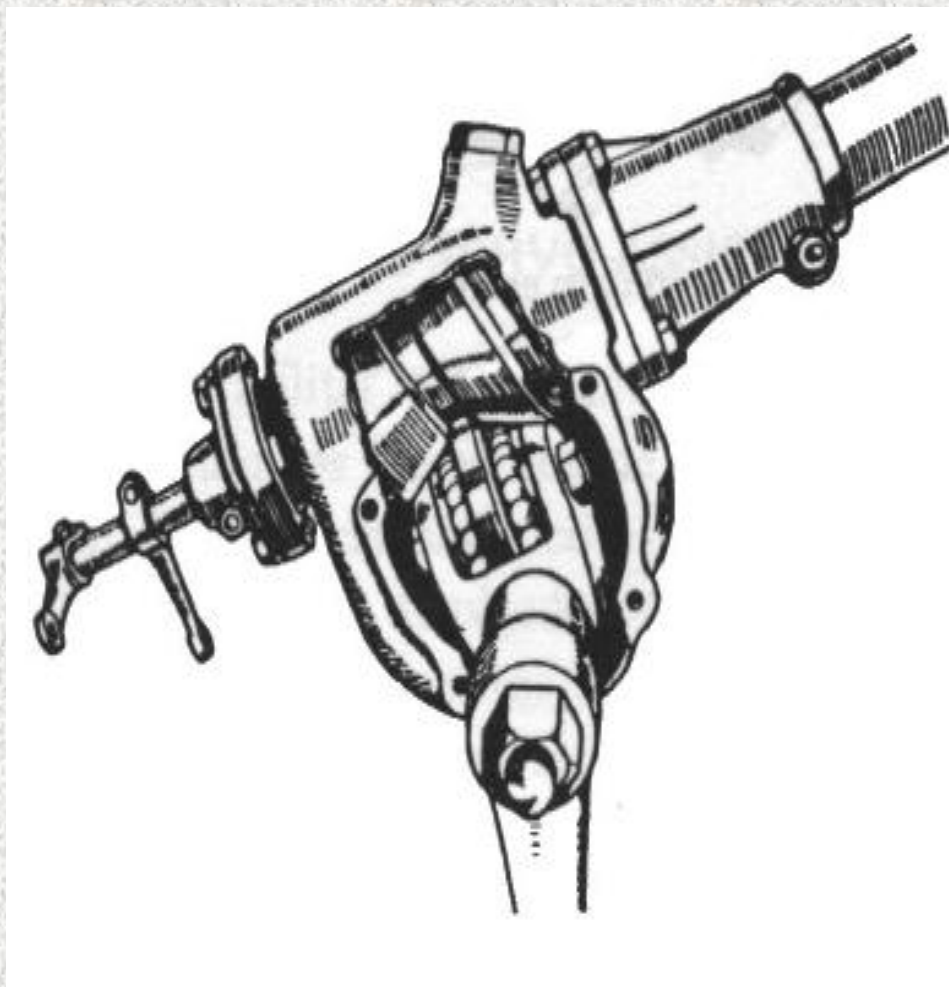
- Basicamente existem três tipos de sistema de direção, um mecânico, um mecânico hidráulico e um mecânico elétrico. No sistema mecânico podemos distinguir caixas de direção formada por um setor de direção e uma rosca sem-fim, combinados entre si de três formas distintas : rolete / roldana, engrenagem (dentado) e esferas recirculantes.

.

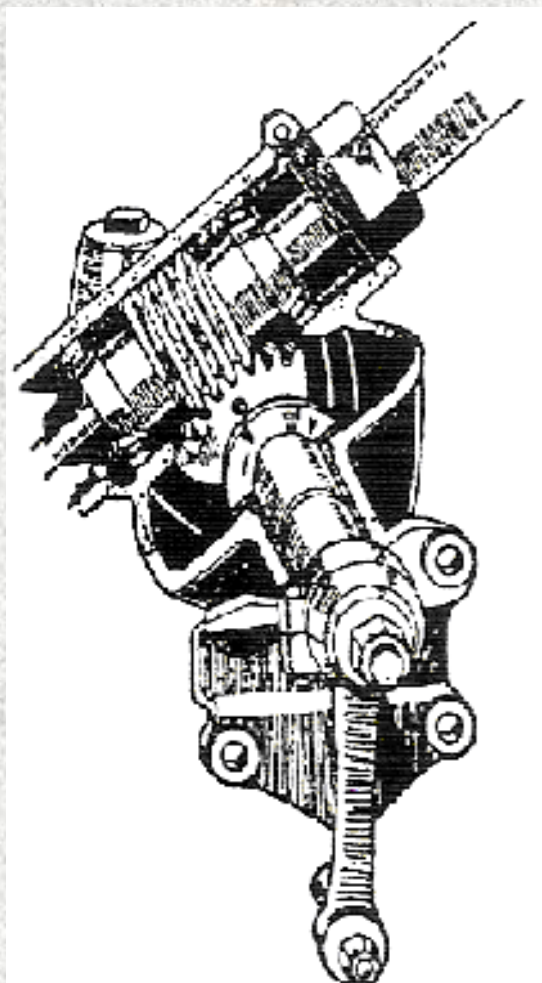
Direção com Rolete



Direção com Rolo



Direção com Setor Dentado

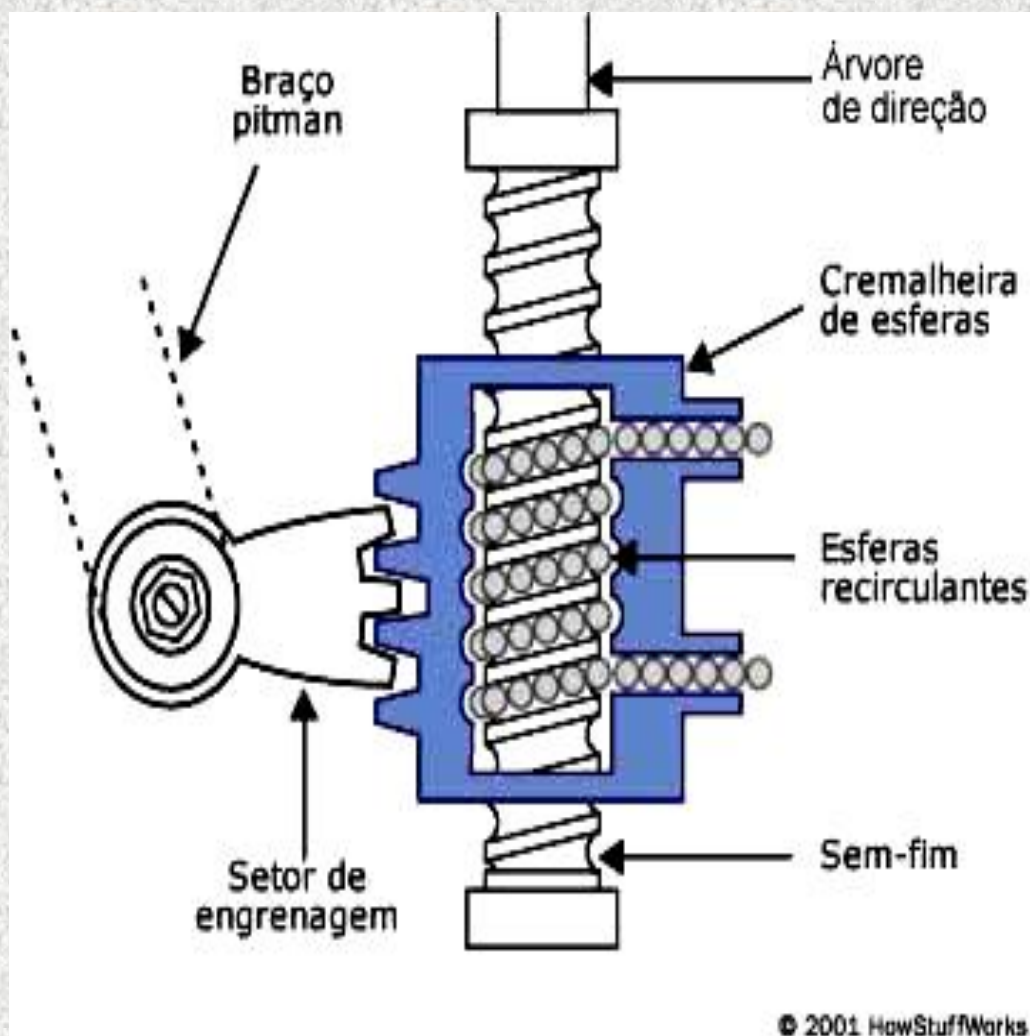


Direção com setor dentado

Direção com Esferas Recirculantes

- O mecanismo por esferas recirculantes contém uma engrenagem sem-fim. Imaginemos a engrenagem em duas partes. A primeira parte é um bloco de metal com furo rosqueado. Esse bloco possui dentes de engrenagens em seu lado externo, os quais se acoplam na engrenagem que movimenta o **braço pitman**

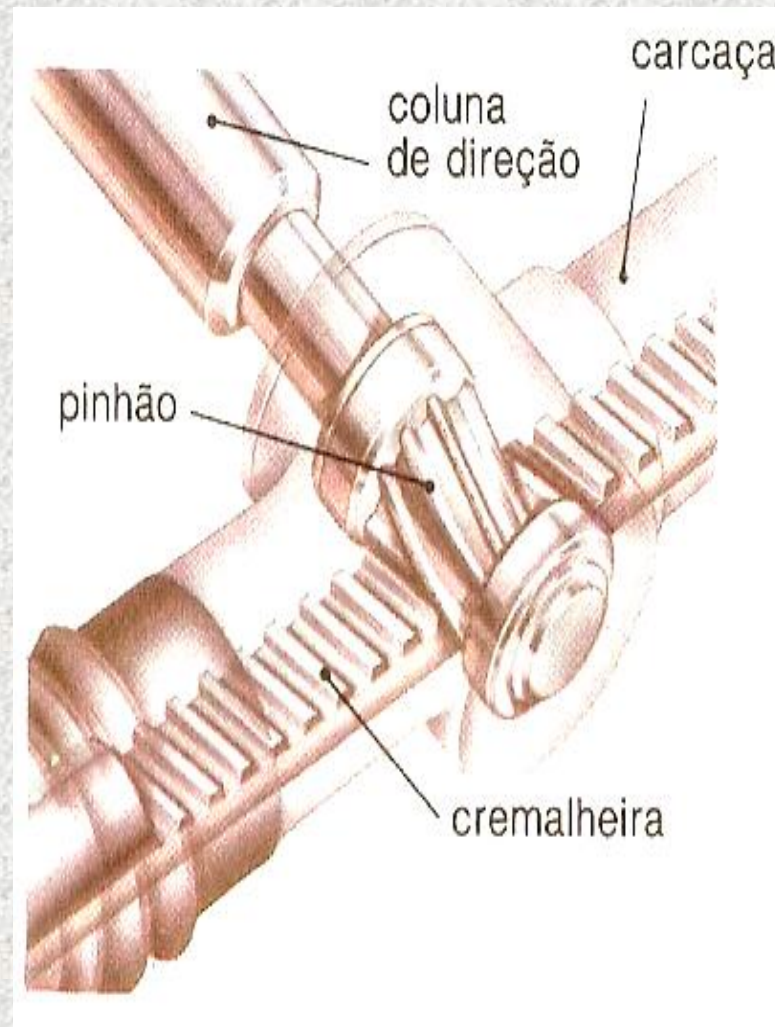
Direção com Esferas Recirculantes



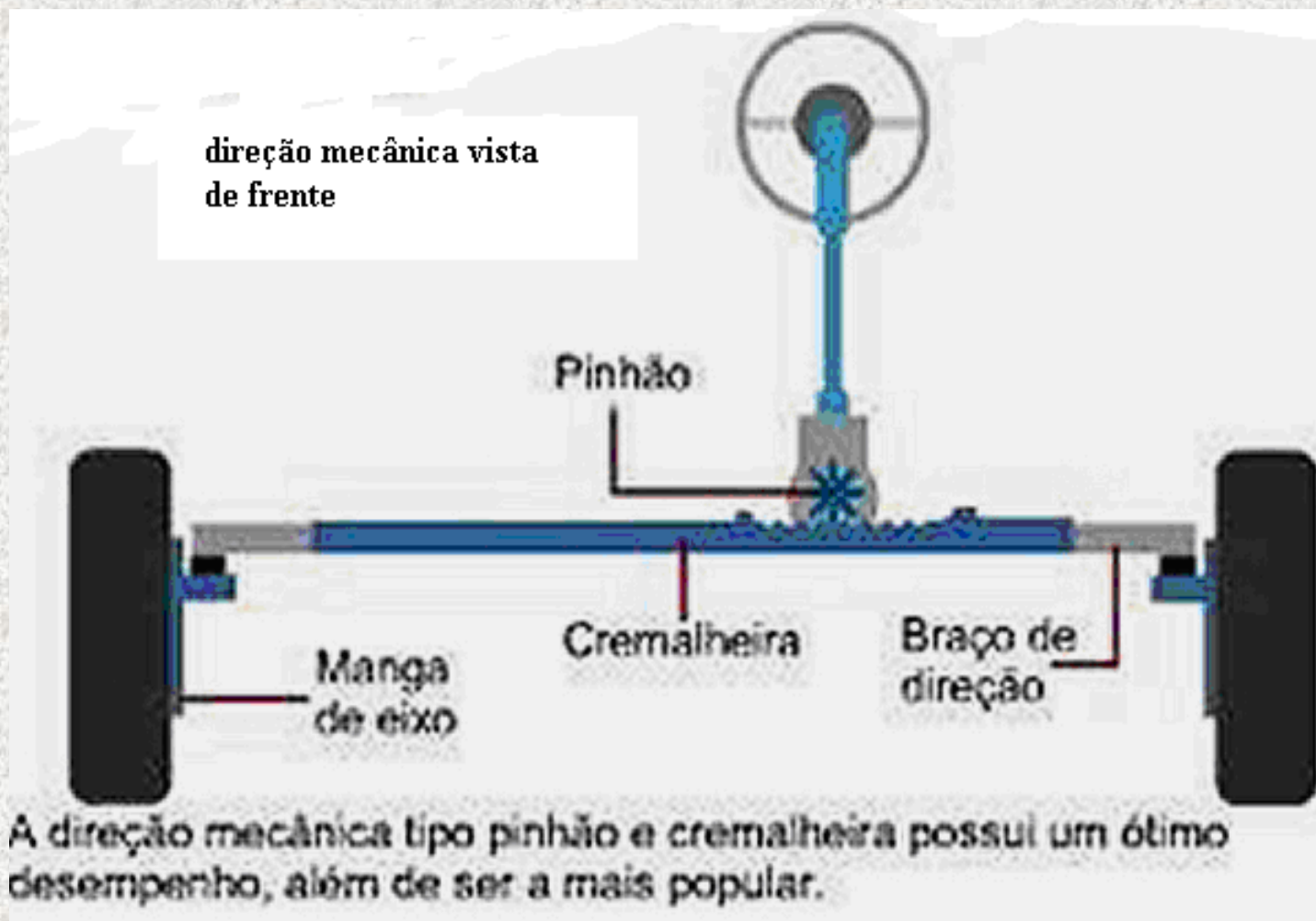
Sistema Pinhão Cremalheira

- Este sistema possui menor quantidade de componentes do que o de rosca sem-fim. Por isso, é mais resistente ao desgaste e à criação de folgas na direção, o que torna o conjunto mais confiável. Na base da coluna de direção, os dentes de uma pequena engrenagem (o pinhão) juntam-se aos da cremalheira (uma longa barra com dentes usinados).

Sistema Pinhão Cremalheira



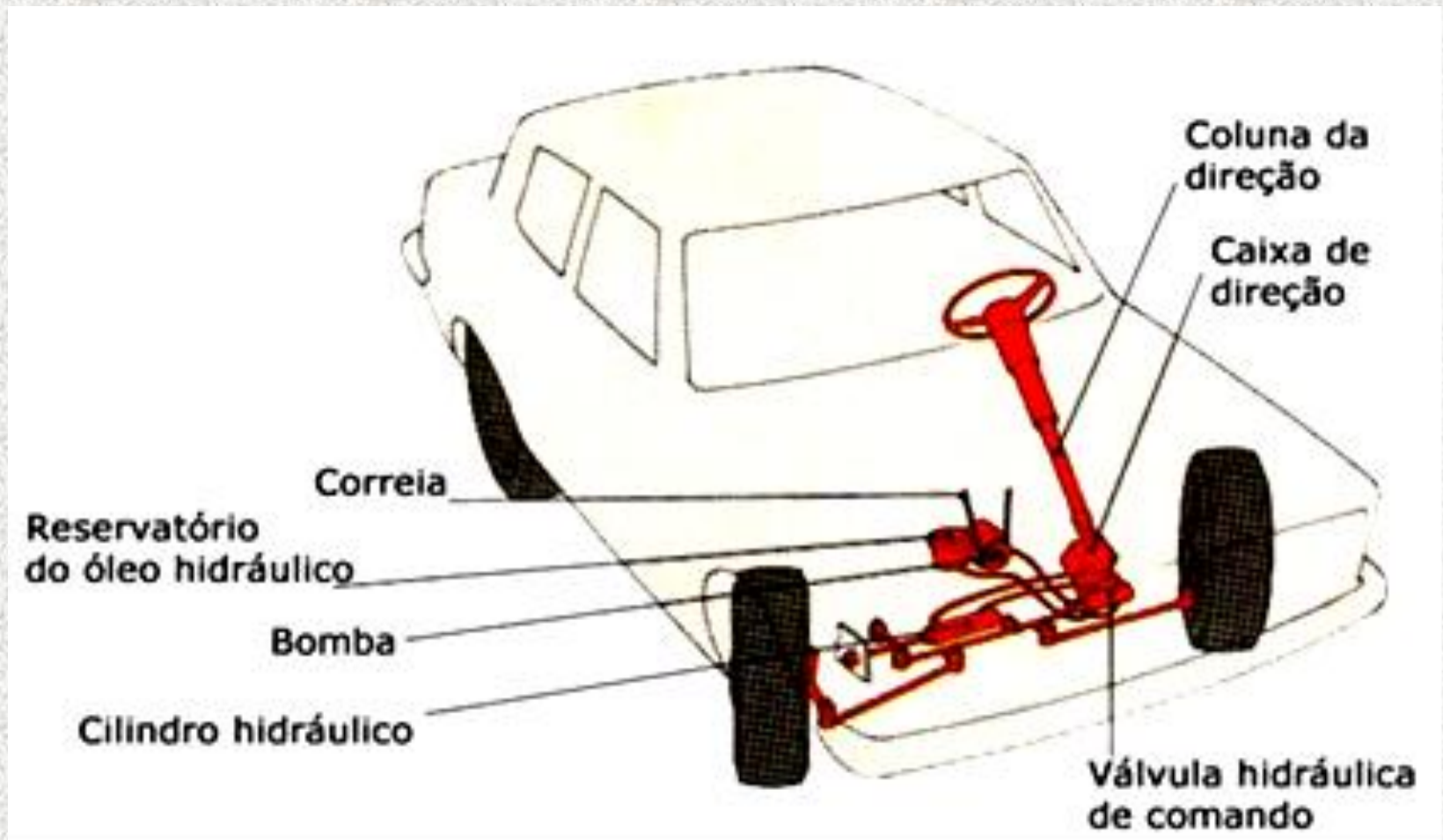
Sistema Pinhão Cremalheira



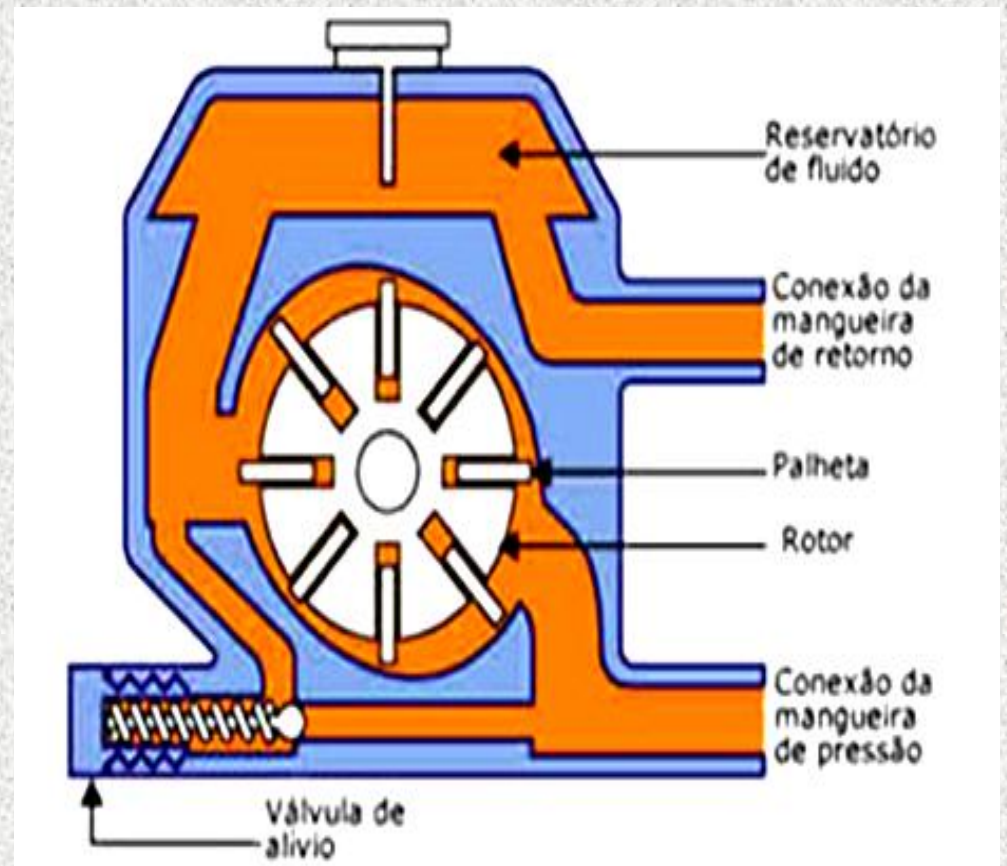
Direção Hidráulica

- A direção hidráulica, ou direção assistida, foi inventada nos Estados Unidos e utilizada pela primeira vez pela montadora Chrysler, em 1951, com o nome original de Hydraguide. De lá até os dias de hoje as montadoras têm inserido esse tipo de recurso em mais e mais automóveis, e atualmente praticamente todos os carros têm pelo menos a opção de possuírem o recurso disponível.
-

Direção Hidráulica



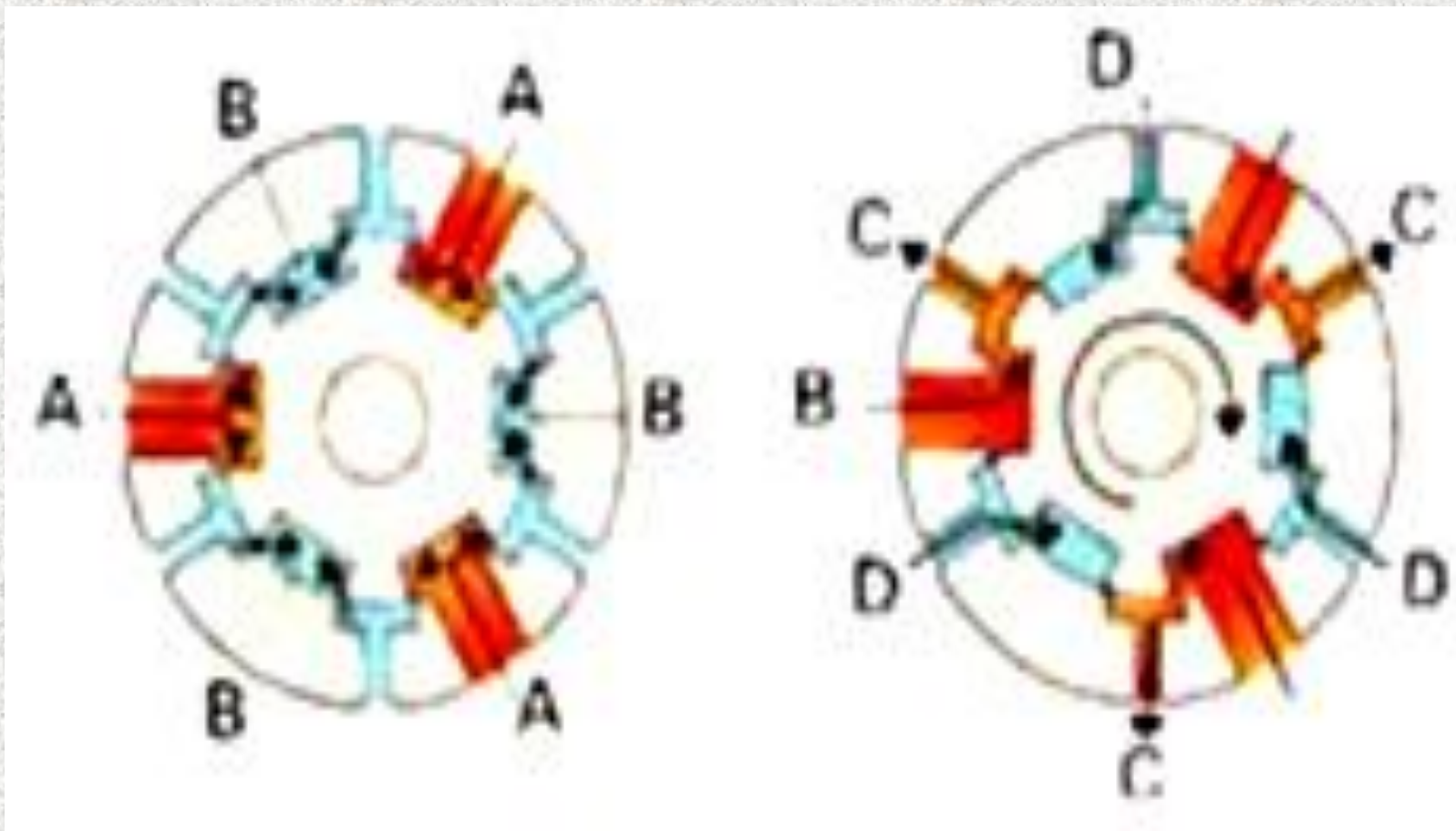
Bomba Hidráulica



Válvula de Controle Rotativo

- As válvulas que controlam esse sistema serão então acionadas pelo movimento rotacional do volante ou pela deflexão das rodas do veículo. Dessa forma, quando o volante dá o comando a válvula escolhe um lado de acordo com a necessidade indicada por esse movimento. A partir daí, os cilindros recebem fluido ou têm vazão de fluido, pressionados por um êmbolo de pressão, compensando a força necessária para cada lado do movimento que direciona o carro.

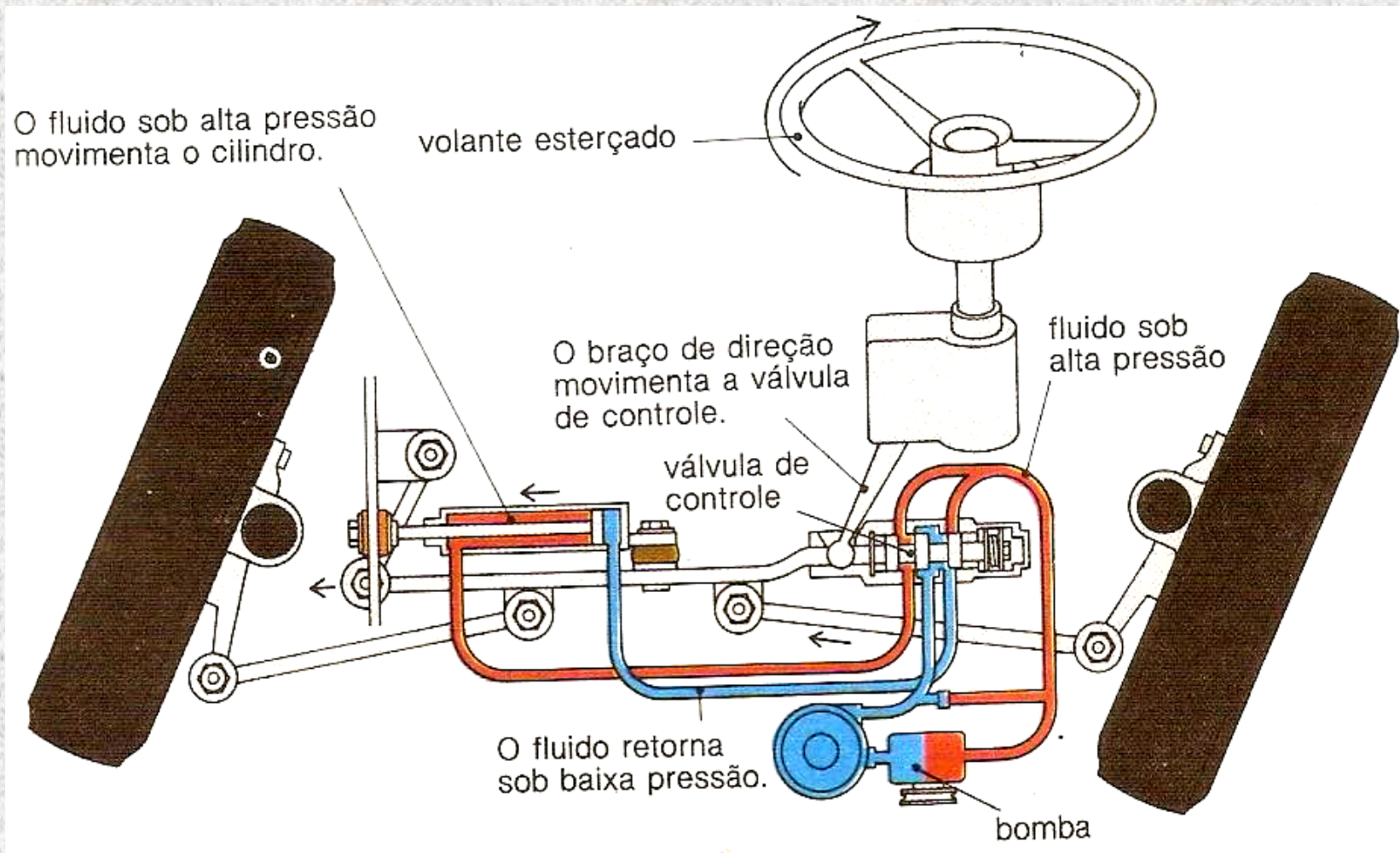
Válvula de Controle Rotativo



Funcionamento do Sistema

- A bomba é ativada pelo motor do carro, diretamente da extremidade traseira do gerador – nesse caso a bomba fica presa, por meio de parafusos, na parte posterior do gerador, ou por uma correia de acionamento que opera ligada a polia do virabrequim. A bomba faz com que o fluido passe através de um duto para a válvula de controle. Essa válvula “sente” o lado para o qual o volante está sendo girado e imediatamente manda o fluído para um dos dois tubos a ela conectados, e ligados também, cada um deles, a extremidades diferentes do cilindro hidráulico

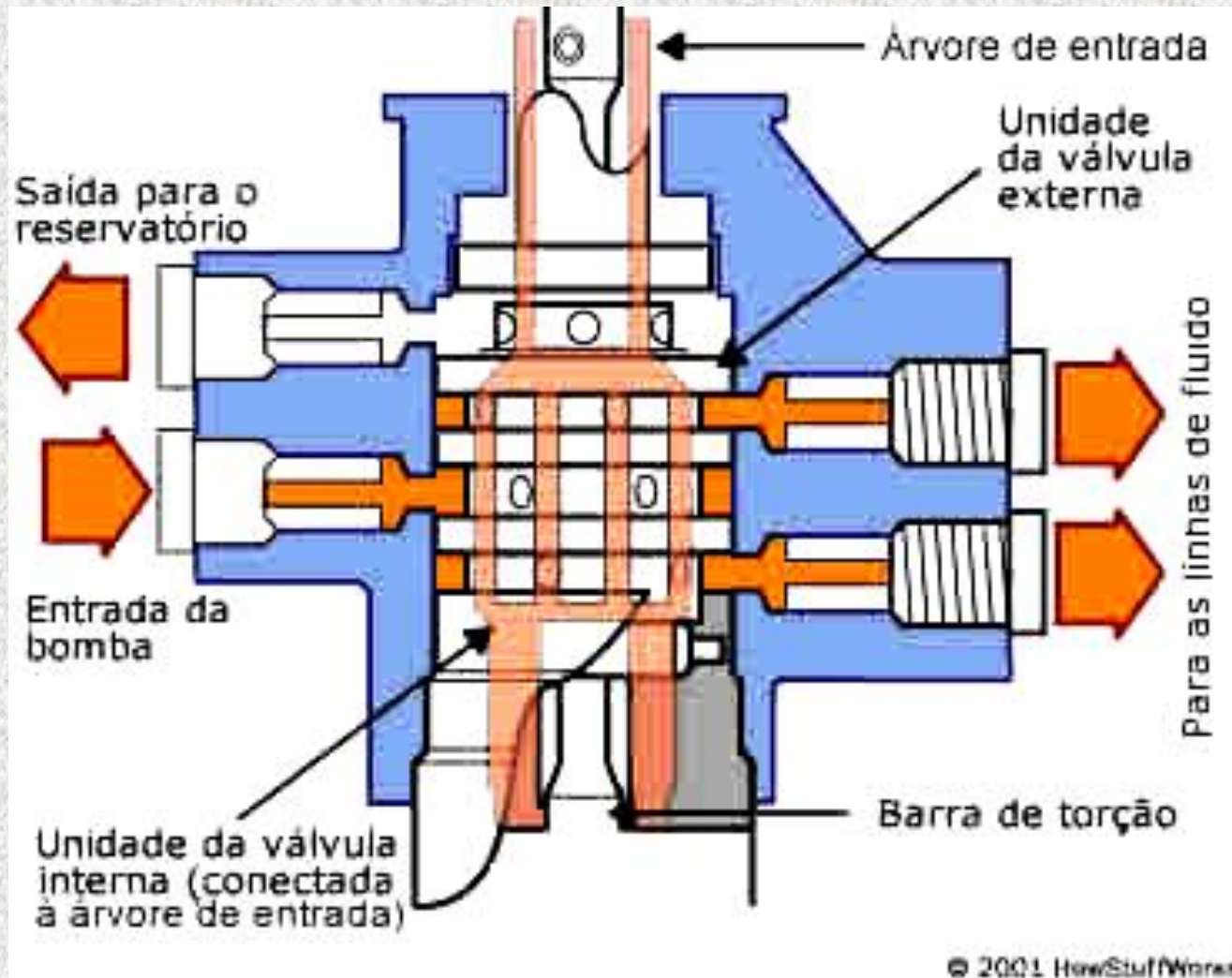
Funcionamento do Sistema



Funcionamento do Sistema – Válvula

- A entrada a partir da árvore de direção forma a parte interna de um conjunto de válvula-carretel. Ela também se conecta à extremidade superior da barra de torção. A parte inferior da barra de torção se conecta à parte externa da válvula-carretel. A barra de torção também gira a saída da engrenagem de direção, se conectando ao pinhão ou a engrenagem sem-fim, dependendo do tipo de direção do carro.

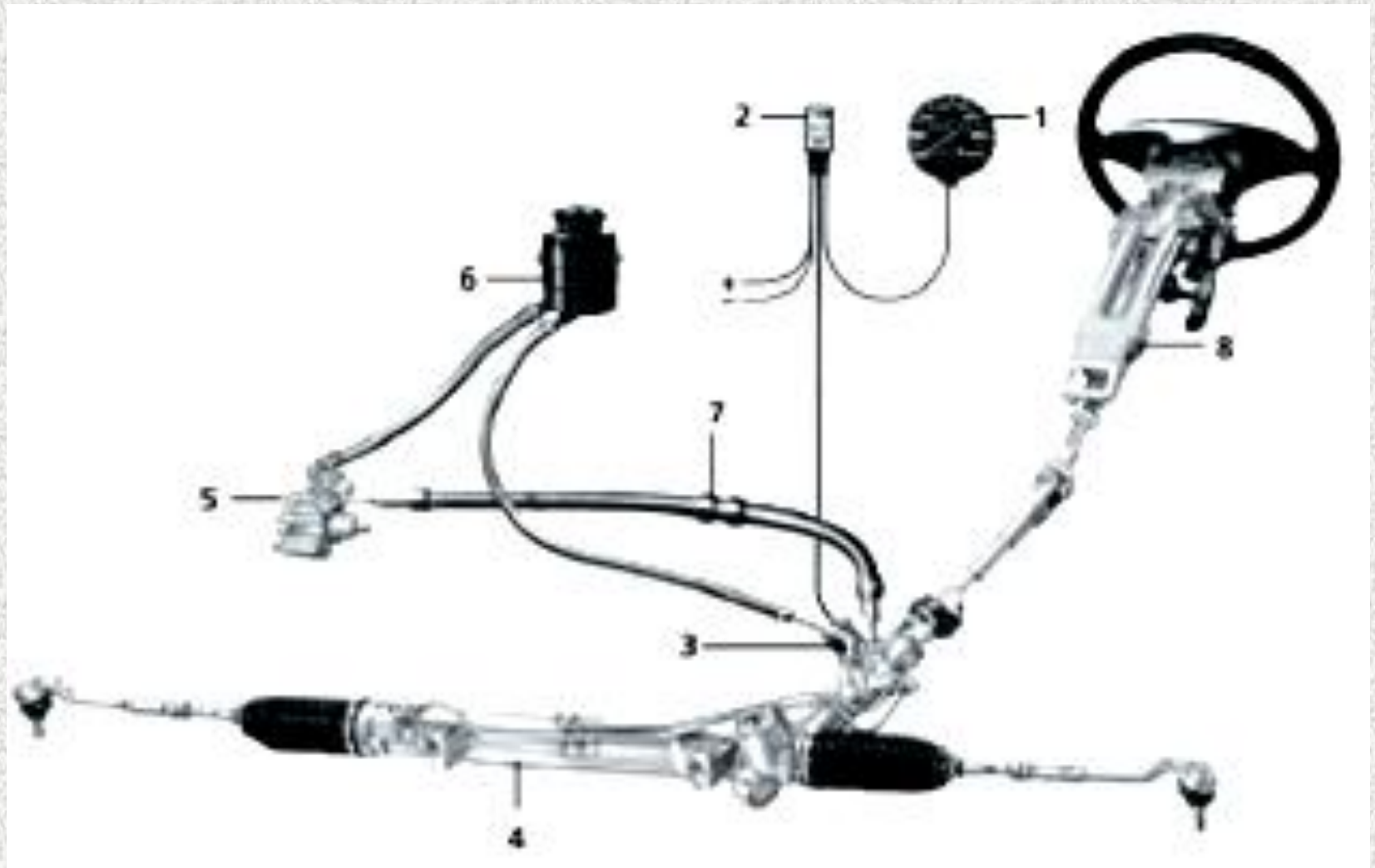
Funcionamento do Sistema – Válvula



Sistema - EHSP

- O sistema de direção eletro-hidráulica – EHSP (Electric Hydraulic Power Steering) possui o mesmo princípio de funcionamento do sistema de direção hidráulica que é realizado por meio de um motor elétrico de corrente contínua, controlado eletronicamente. Desse modo, o módulo consegue controlar toda a operação da bomba e por consequência, a pressão do sistema e sua atuação na caixa de direção.

Sistema - EHSP



Como Funciona

- O sistema inicia a sua operação após receber da ECU um sinal de ignição e um sinal do alternador do veículo. O controle é feito por velocidade e consumo da corrente elétrica, em resposta ao torque aplicado no volante que provoca o fechamento do conjunto pinhão e válvula rotativa do mecanismo. Esta ação causa um aumento no torque do eixo da bomba hidráulica que é movida pelo motor elétrico.

Como Funciona

- Ao movimentar o volante, o **sistema** eletrônico registra uma determinada resistência ao esterçamento e, imediatamente, envia um sinal para o motor elétrico elevando sua rotação para, aproximadamente, 3300 rotações por minuto. O MC, neste momento, comanda o modo de assistência máxima, fazendo com que haja pressão e fluxo hidráulicos necessários para o perfeito funcionamento do **sistema** , oferecendo maior auxílio ao condutor

Características do sistema

- Quando comparado com o sistema hidráulico convencional podemos destacar as seguintes características :
- Baixo consumo de potência do motor, Facilidade de partida do motor do veículo, Seus vários modos de operação, Todo o **sistema de direção** eletro-hidráulica é fornecido por uma única empresa, Reduzido o tempo de remoção e instalação do componente, Gerência eletrônica completa

Sistema de Direção Elétrica

A direção elétrica foi lançada em 1999 e nos primeiros anos o sistema de assistência elétrica já representava 4% das vendas, contra 30% em 2011. A projeção dos especialistas no setor é de que os carros com esse tipo de direção superem os 50% em 2015, em decorrência das legislações de redução de emissões de gases de efeito estufa em todo o mundo

Sistema de Direção Elétrica



Sistema de Direção Elétrica

- A direção elétrica é totalmente independente do motor, dispensa bomba hidráulica, fluído e todas as correias que fazem a bomba de óleo funcionar, comum nos carros com direção assistida hidráulicamente. Ainda é visto como ecologicamente correto, pois não utiliza o óleo e também minimiza os ruídos

Direção Elétrica – Como Funciona

- O condutor aplica um torque ao volante no sentido de girá-lo e um sensor óptico especial armazena a finalidade do condutor em realizar uma curva, a velocidade angular de giro do volante o ângulo, o sentido de giro e comunica-se com a central eletrônica do sistema.
- O funcionamento básico do sistema é idêntico ao EHSP .

Alinhamento da Direção

- Quando um veículo está sendo projetado, faz-se necessário estabelecer um conjunto de regras que definam as medidas entre eixos e ângulos de inclinação das rodas o qual podemos denominar geometria da suspensão, mais conhecido como Alinhamento de Direção ou Rodas.
-

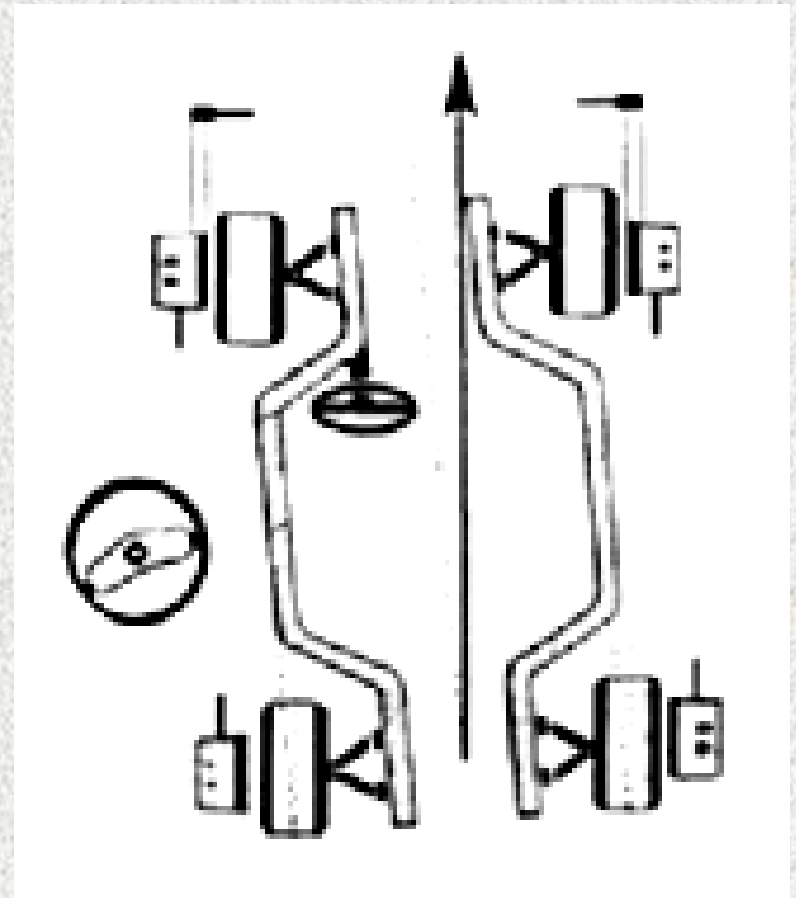
Alinhamento da Direção



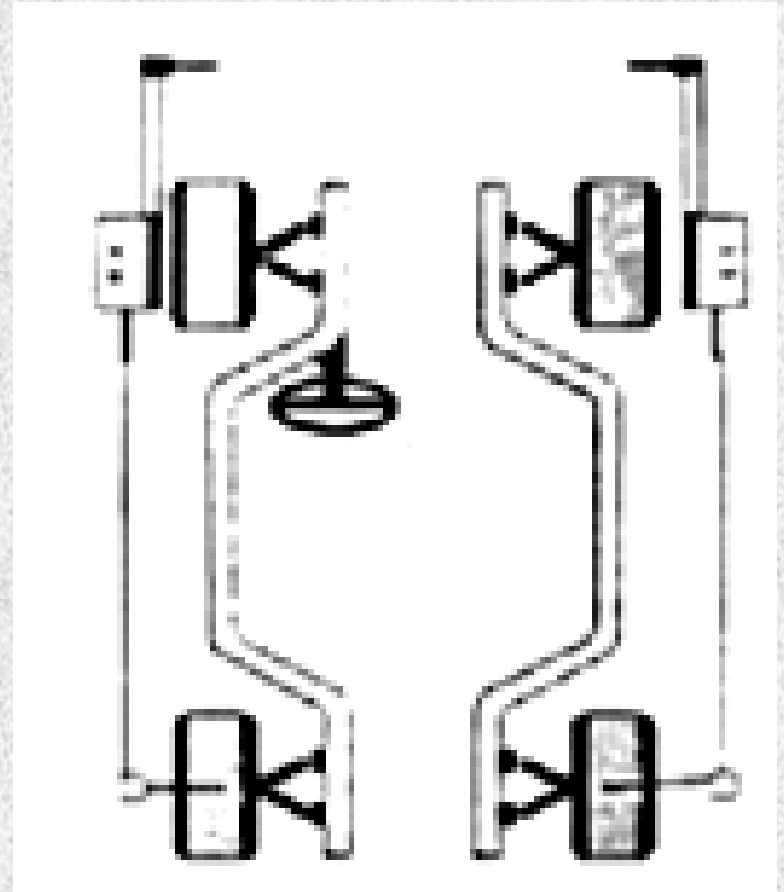
Alinhamento da Direção

- O alinhamento é especificado pelo fabricante do veículos a fim de oferecer uma maior eficiência de rolamento, melhor dirigibilidade e otimização do grau de esterção. Este alinhamento pode ser realizado tendo como regra três métodos distintos ou seja: Alinhamento das rodas dianteiras baseado na linha geométrica central; Alinhamento das rodas dianteiras baseado na linha direcional e Alinhamento total nas quatro rodas.

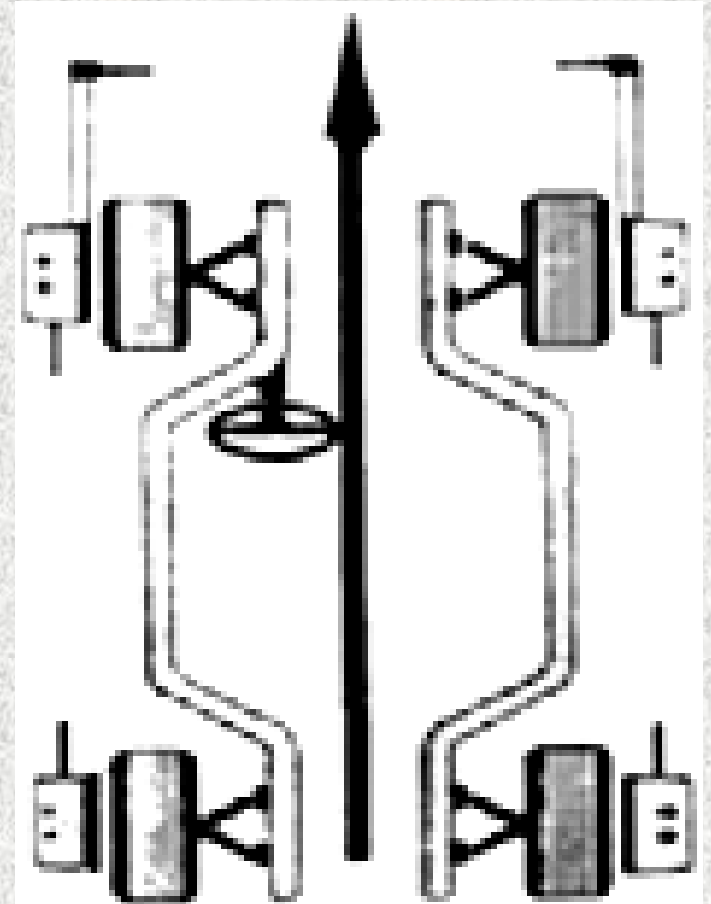
Alinhamento das Rodas Dianteiras Baseado na Linha geométrica Central



Alinhamento das Rodas Dianteiras Baseado na Linha Direcional



Alinhamento Total nas Quatro Rodas



Aparelhos para Medição

- Os aparelhos de medição da geometria podem ser do tipo mecânico (mais antigo), ótico, a laser e computadorizado com relatório impresso. Todos os aparelhos tem condições de propiciar bons resultados, e o fator mais importante é ter um profissional treinado para o uso adequado do equipamento, conhecendo-se os ângulos corretos de cada veículo

Ótico



Laser



Computadorizado



Camber

- O camber é determinado pela inclinação da parte superior da roda, para dentro ou para fora do veículo, em relação a um plano vertical. O camber pode ser; positivo, negativo ou desigual. Este ângulo contribui com a aderência e estabilidade do carro em determinadas situações

Camber

Cambagem

0° -



NEGATIVA

+ 0°



POSITIVA

Quando fazer a cambagem

- Para saber quando seu carro precisa da cambagem, vá até a frente do veículo e observe o ângulo de inclinação dos pneus. Por estarem parados, eles devem ficar o mais próximo possível da cambagem nula, ou seja, 90° , e um lado não pode estar mais inclinado que o outro. Se verificar algum problema, leve o veículo ao local de reparação, mas cuidado com o método que será utilizado na reparação.

Ferramenta Hidráulica

- A aplicação de ferramenta hidráulica de forma não recomendada (ver figura seguinte), deve ser evitada pois esta ferramenta se fixa ao cubo da roda e sua utilização pode causar graves danos ao rolamento da roda, que em alguns casos passa a “roncar”, logo que o veículo sai da oficina ou algum tempo depois.

Ferramenta Hidráulica

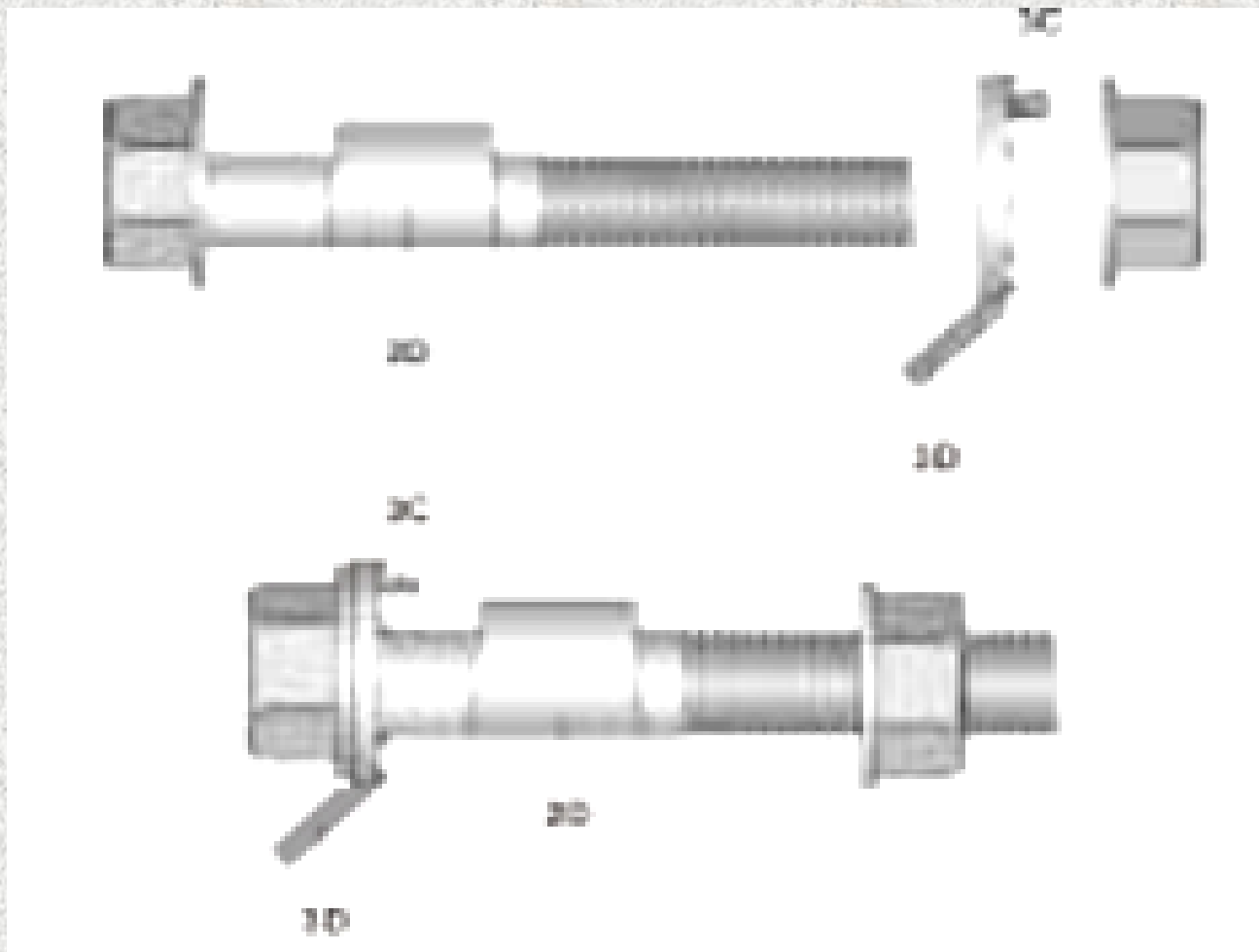
- Não existe um controle de torque para o uso do pistão hidráulico e assim sendo nenhum profissional pode comprovar teoricamente a capacidade de controle da força aplicada



Correção da Cambagem

- Fazer uso dos dispositivos (parafusos especiais para correção da cambagem), figura seguinte , que permitem mudança no ângulo da cambagem em até $1^{\circ}45'$, para positivo ou negativo (dependendo do veículo) pela substituição do parafuso superior em suspensões que usam amortecedores com dois parafusos na base (Mc Pherson). Ilustração abaixo

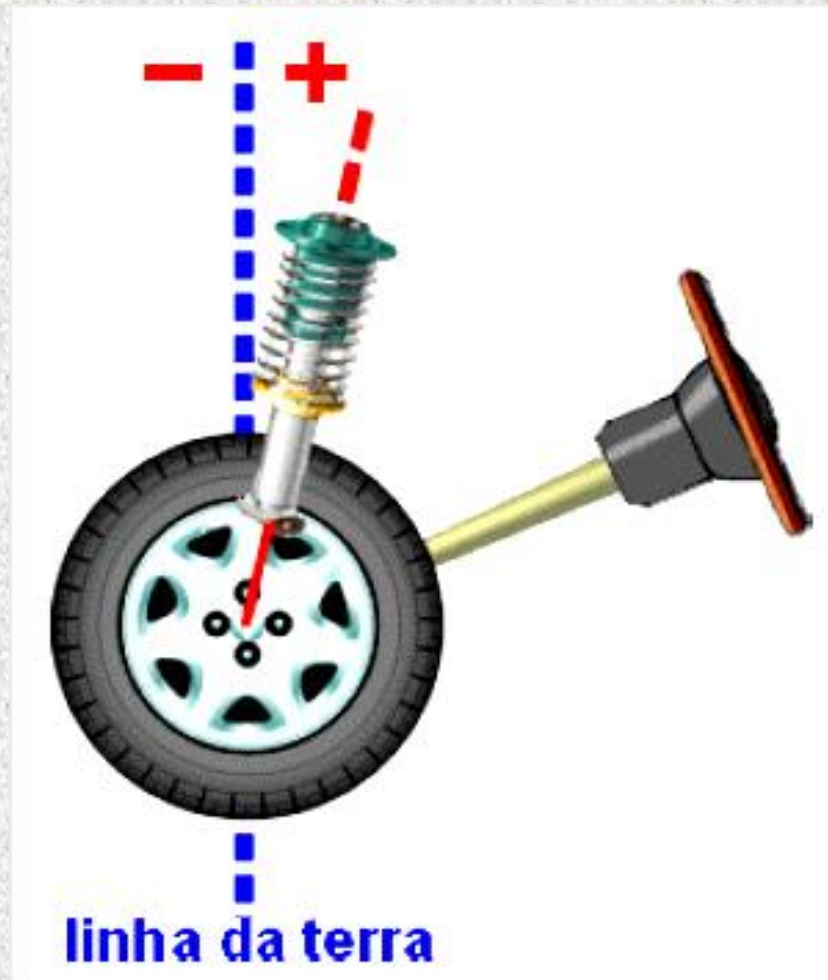
Correção da Cambagem



Caster

- O caster é um dos fatores determinantes para a estabilidade direcional do veículo sem que se tenha a necessidade de corrigir sua trajetória, e o valor do ângulo resulta em diferentes respostas do veículo. O ângulo de caster é o ângulo do pino mestre em relação à linha vertical que passa pelo centro da roda olhando-se o veículo de lado

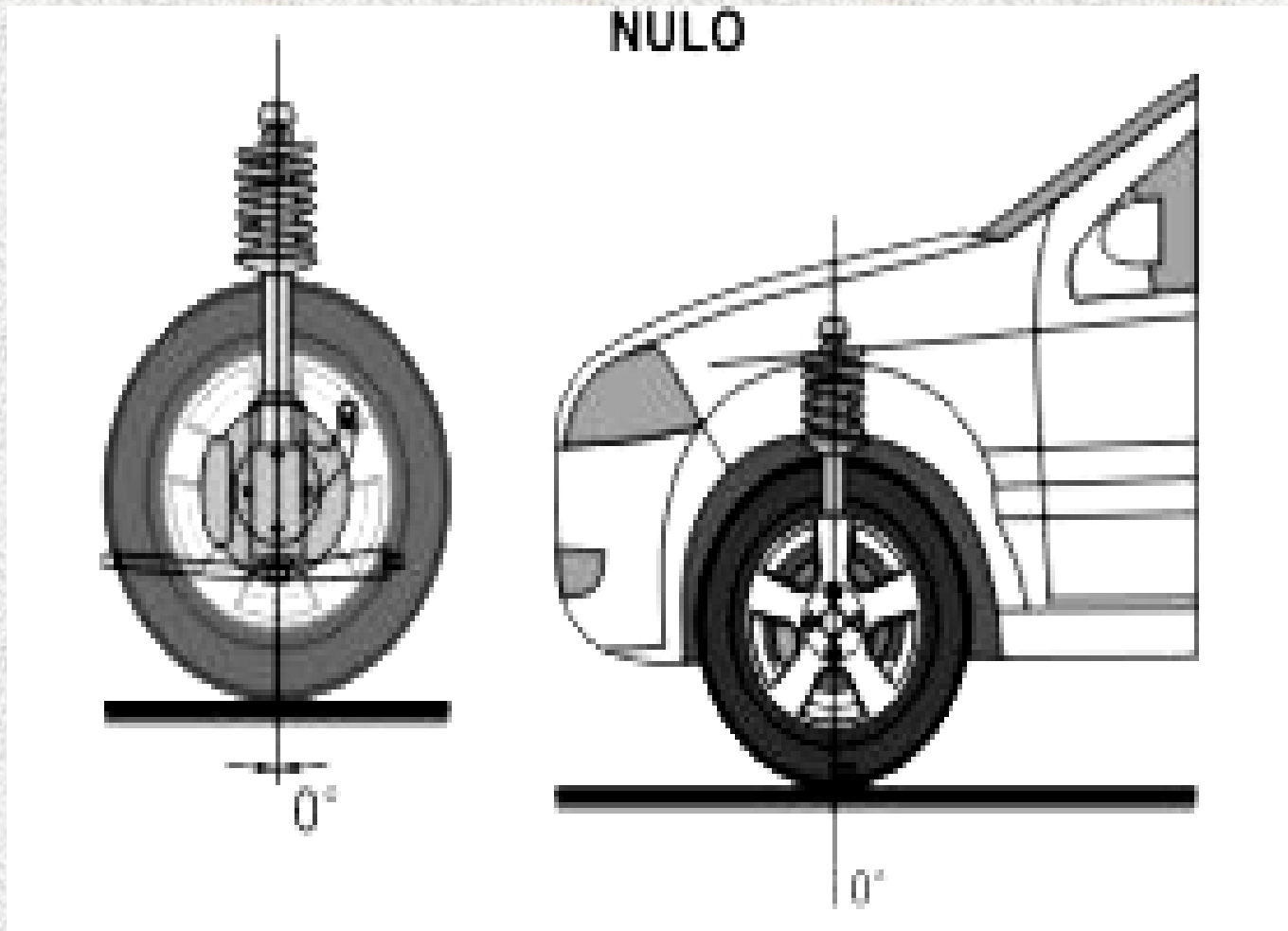
Caster



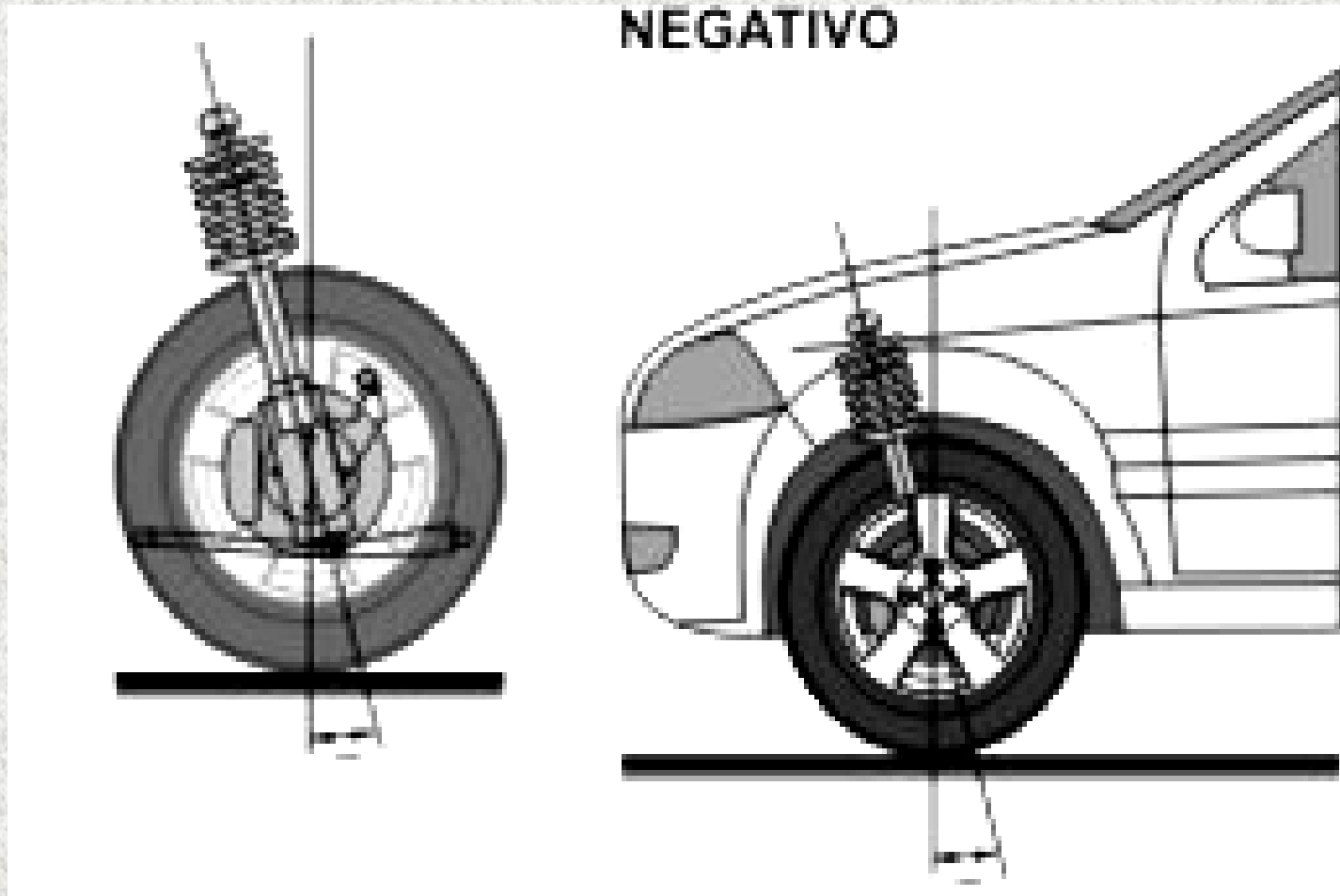
Tipos de Caster

- O objetivo do caster é acertar a inclinação do eixo de giro em relação ao centro da roda. Esta regulagem é fundamental para manter o veículo estável em linha reta. O caster pode ser: positivo, nulo (zero) ou negativo , ou seja:

Caster Nulo



Caster Negative

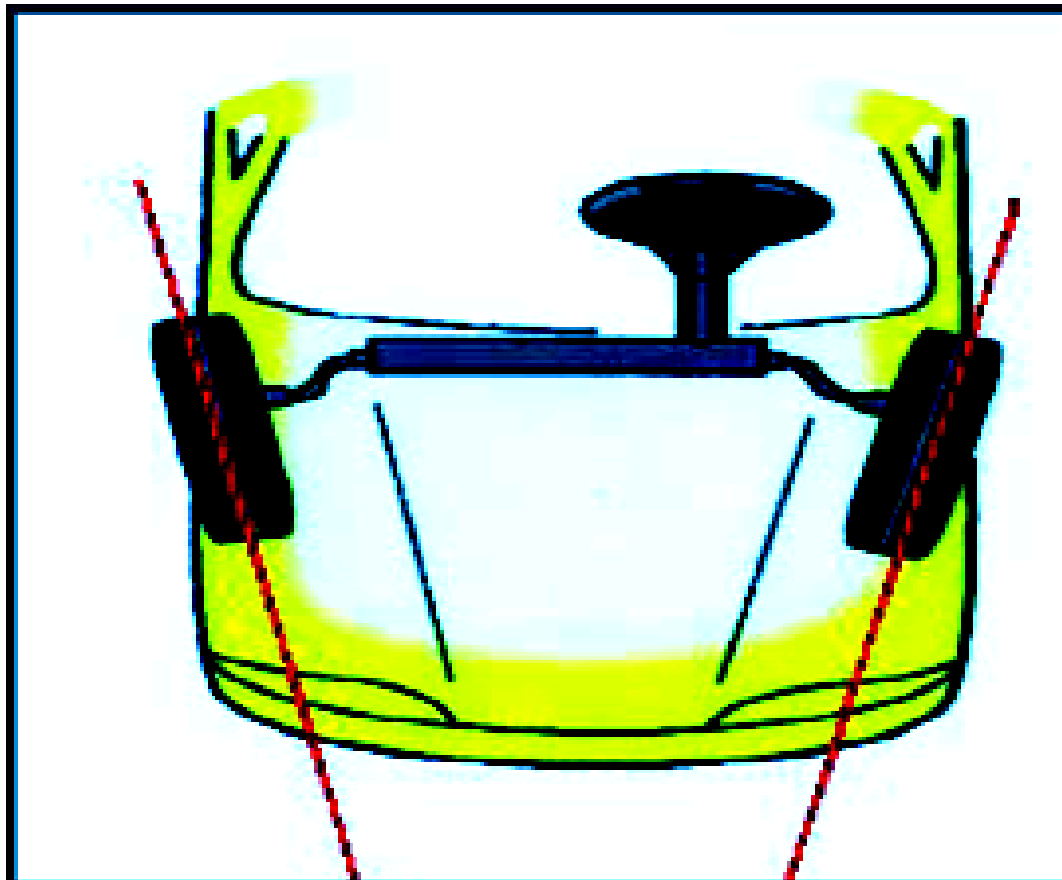


Convergência / Divergência

- Convergência é o ângulo formado entre o eixo longitudinal do veículo e a linha mediana das rodas. A convergência é positiva (toe-in), quando as linha medianas das rodas convergem para a parte dianteira do veículo e negativa (toe-out), quando as duas linhas medianas tendem a se encontrar atrás do veículo. Neste caso , fala-se de divergência.

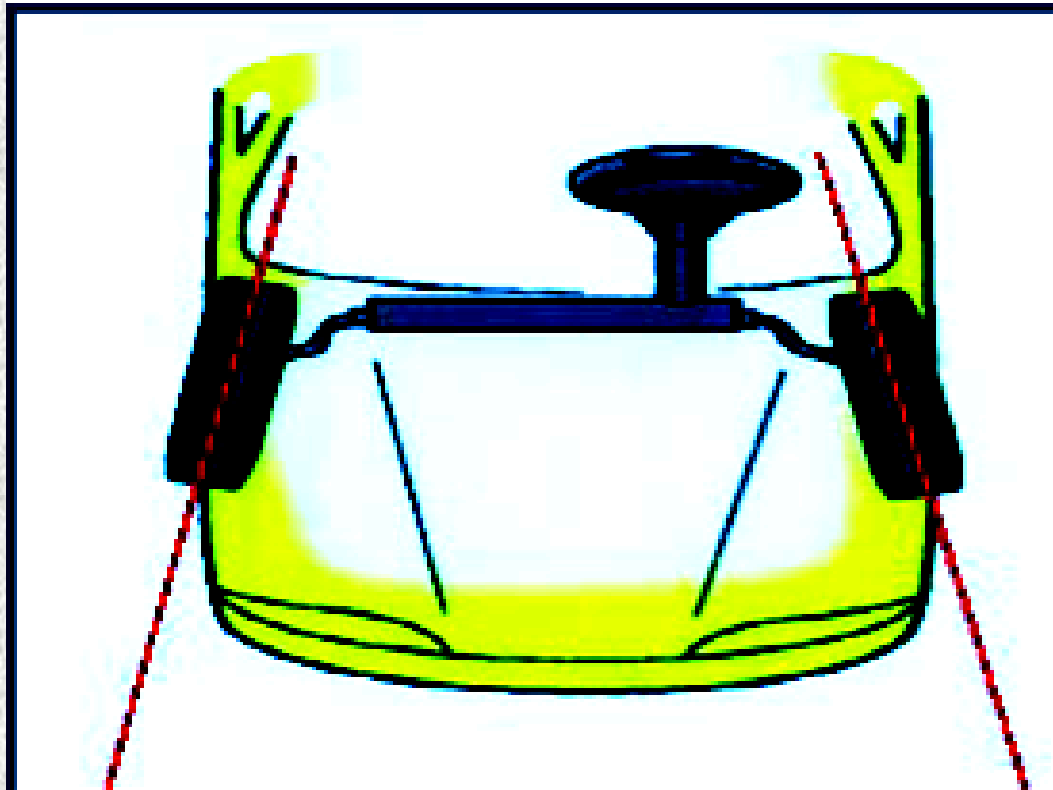
Convergência

Ângulo Convergente



Divergência

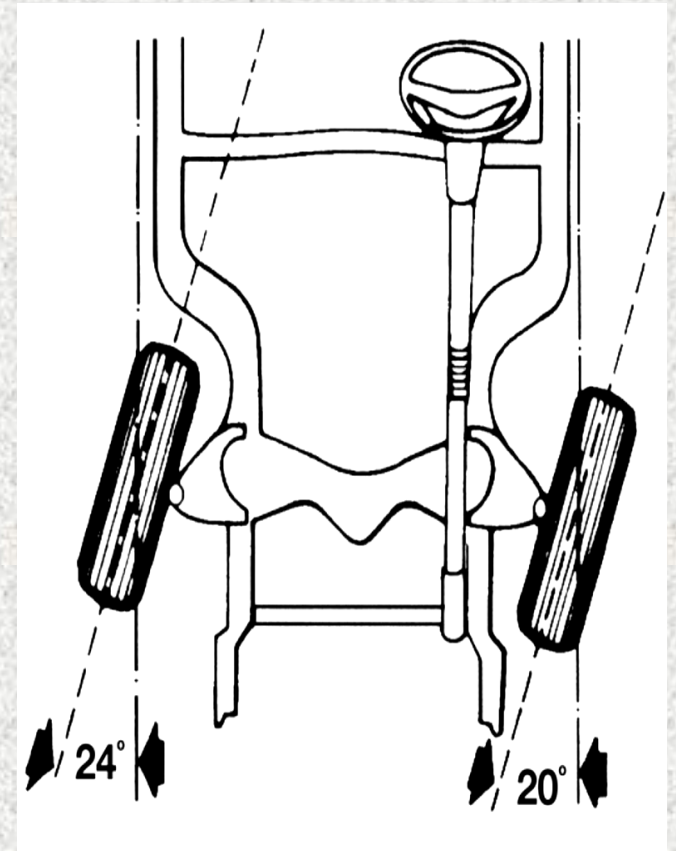
Ângulo Divergente



Divergência nas Curvas

- Para fazer uma curva, a roda interna (com relação a traseira) deverá esterçar mais do que a externa, a fim de produzir a necessária divergência para efetuar esta curva com segurança, Após efetuar a curva, esta situação de divergência deve cessar, retornando ao paralelismo especificado. Se o ângulo de giro especificado para uma roda interna estiver fora das recomendações, todos os pneus do veículo sofrerão um desgaste excessivo nas curvas, em consequência do arrasto a que são submetidos.

Divergência nas Curvas



Balanceamento de Rodas

- O balanceamento de rodas consiste em equilibrar (compensar) o excesso ou má distribuição de massas no conjunto pneu e aro. Um veículo que apresenta uma vibração na carroçaria a uma velocidade acima dos 60 Km/h pode ter como causa o desbalanceamento das rodas traseiras, sendo que nas mesmas condições de dirigibilidade se a vibração for sentida no volante de direção, teremos um provável desbalanceamento nas rodas dianteiras.

Balanceamento de Rodas

- Em geral uma roda completa sempre possui certos desequilíbrios, que se traduzem em vibrações, afetando o desgaste do pneu e o conforto, além de reduzir a vida útil dos rolamentos, amortecedores, elementos da suspensão e direção do veículo. Estes desequilíbrios são reparados através de duas formas: balanceamento estático e balanceamento Dinâmico ou Local

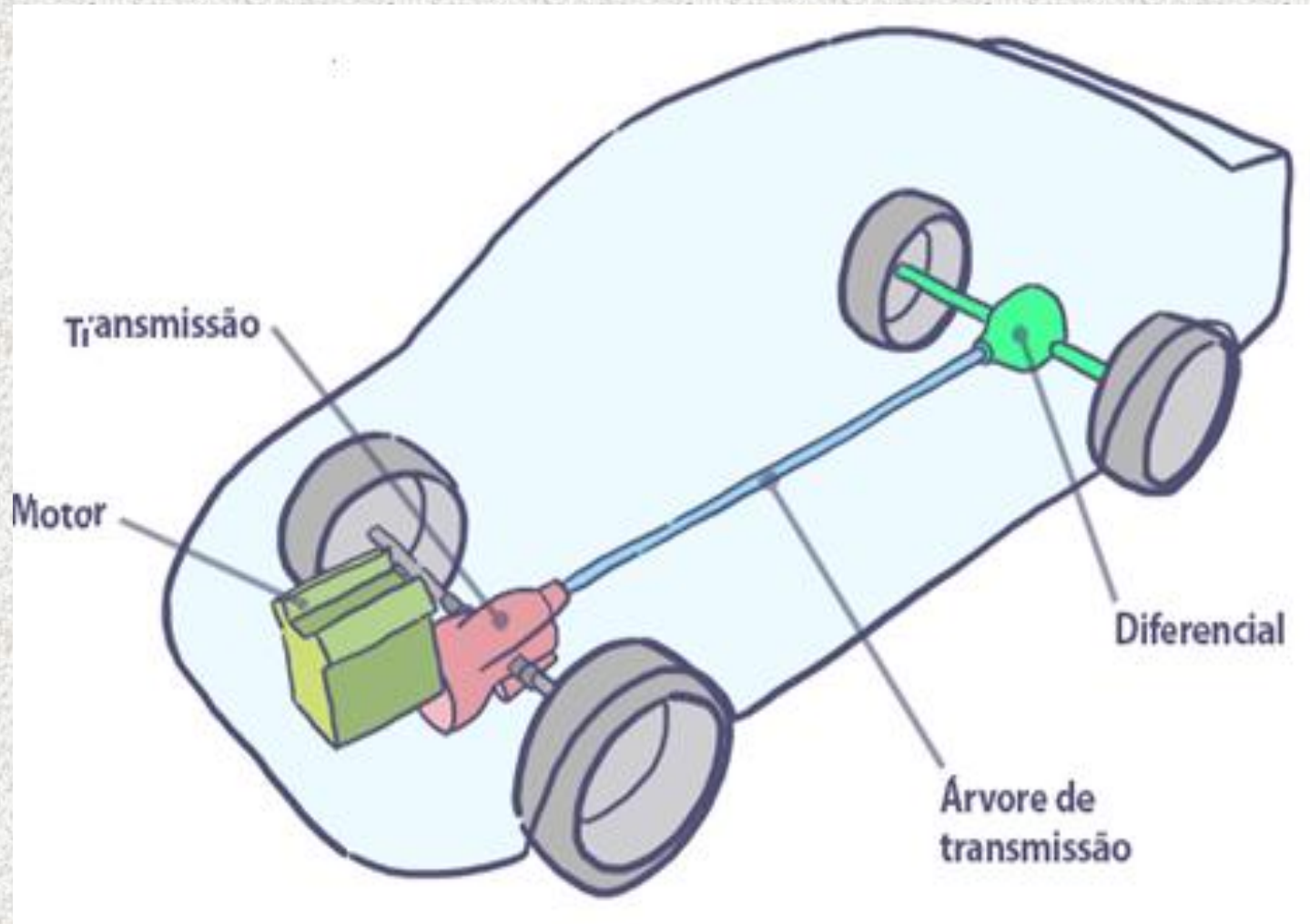
Balanceamento Estático



Balanceamento Dinâmico ou Local



Sistema de Transmissão



Sistema de Transmissão

- O motor é a fonte de energia dos veículos. Se for à combustão, como na maioria dos automóveis, caminhões e o ônibus, ele transforma o calor produzido na queima do combustível em uma força capaz de movimentar suas rodas. Mas sozinho ele não consegue sair do lugar.

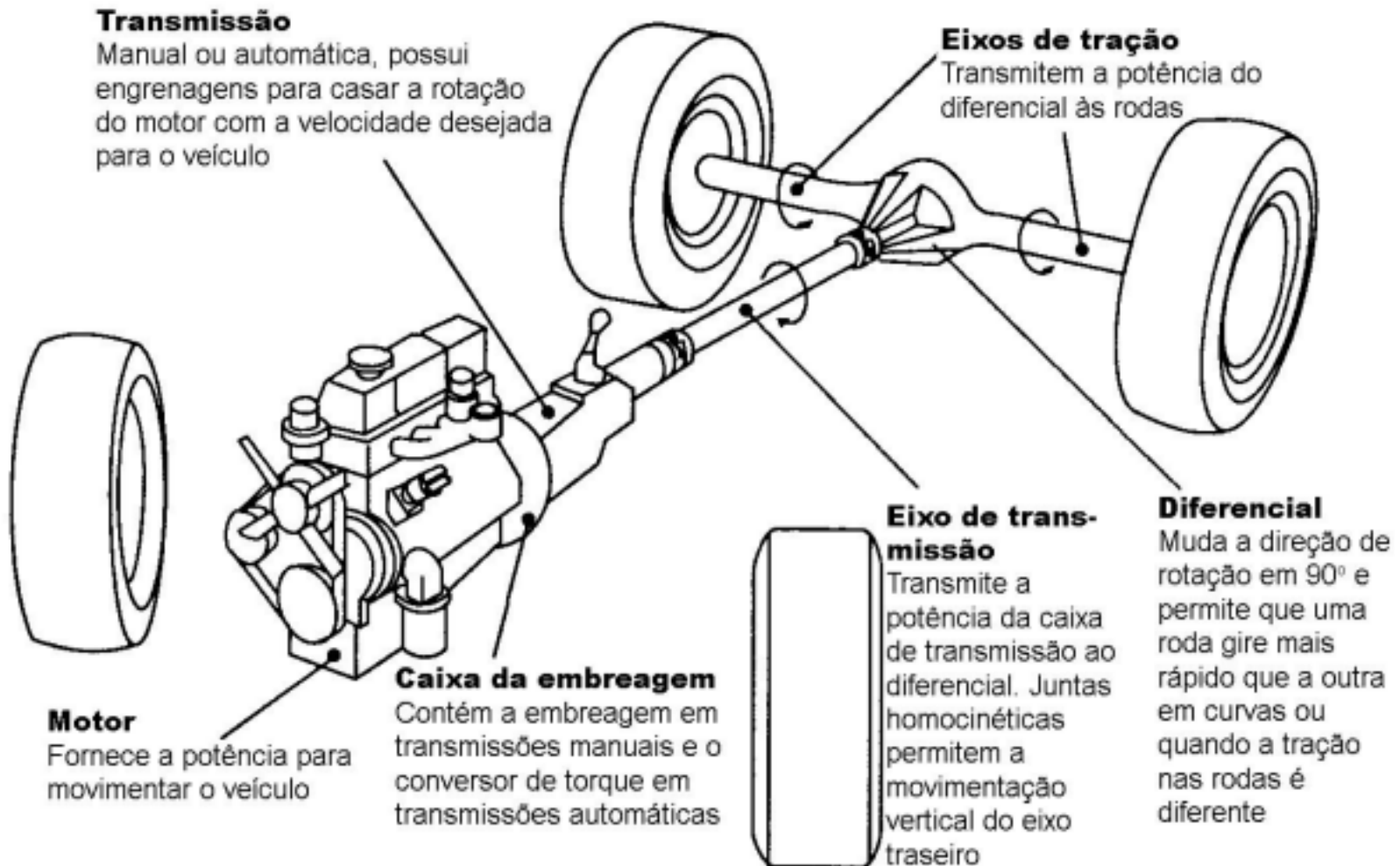
Sistema de Transmissão



Sistema de Transmissão

- O sistema de transmissão de um carro é constituído por três componentes: o motor, a transmissão e as rodas. Isso inclui a embreagem, eixo de transmissão, juntas homocinéticas, diferencial , eixos e o cambio do carro.

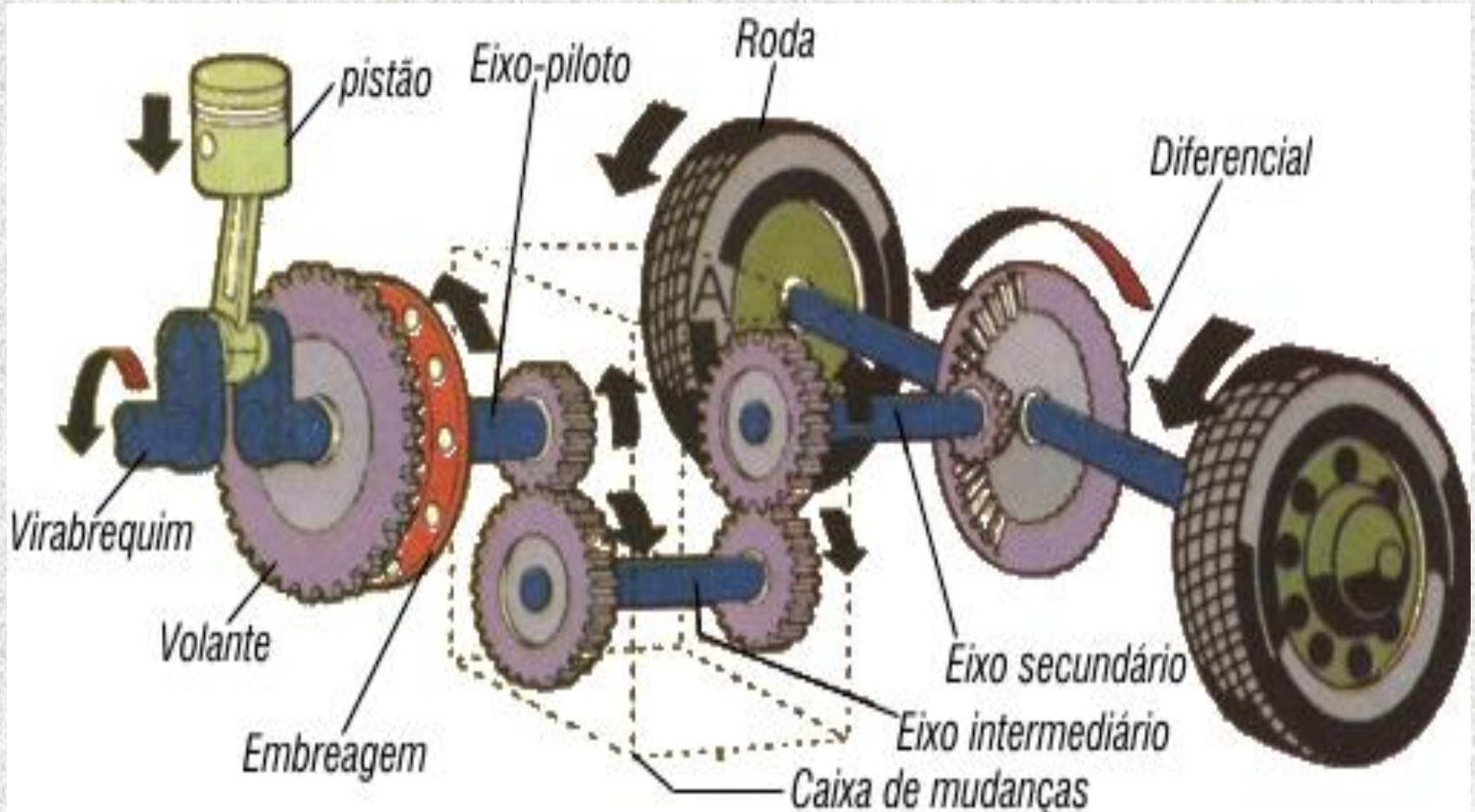
Sistema de Transmissão



Transmissão de Torque

- O motor gera a força necessária para movimentar a si ao conjunto de transmissão e o veículo. A força do motor primeiramente é transmitida ao volante do motor. O volante do motor possui uma massa pesada para promover a cinética entre o intervalo de tempo das explosões do cilindro. Em uma das faces esta a pista de transmissão de força que vai fazer contato com a embreagem e daí por diante continuar transmitindo a força do motor até as rodas.

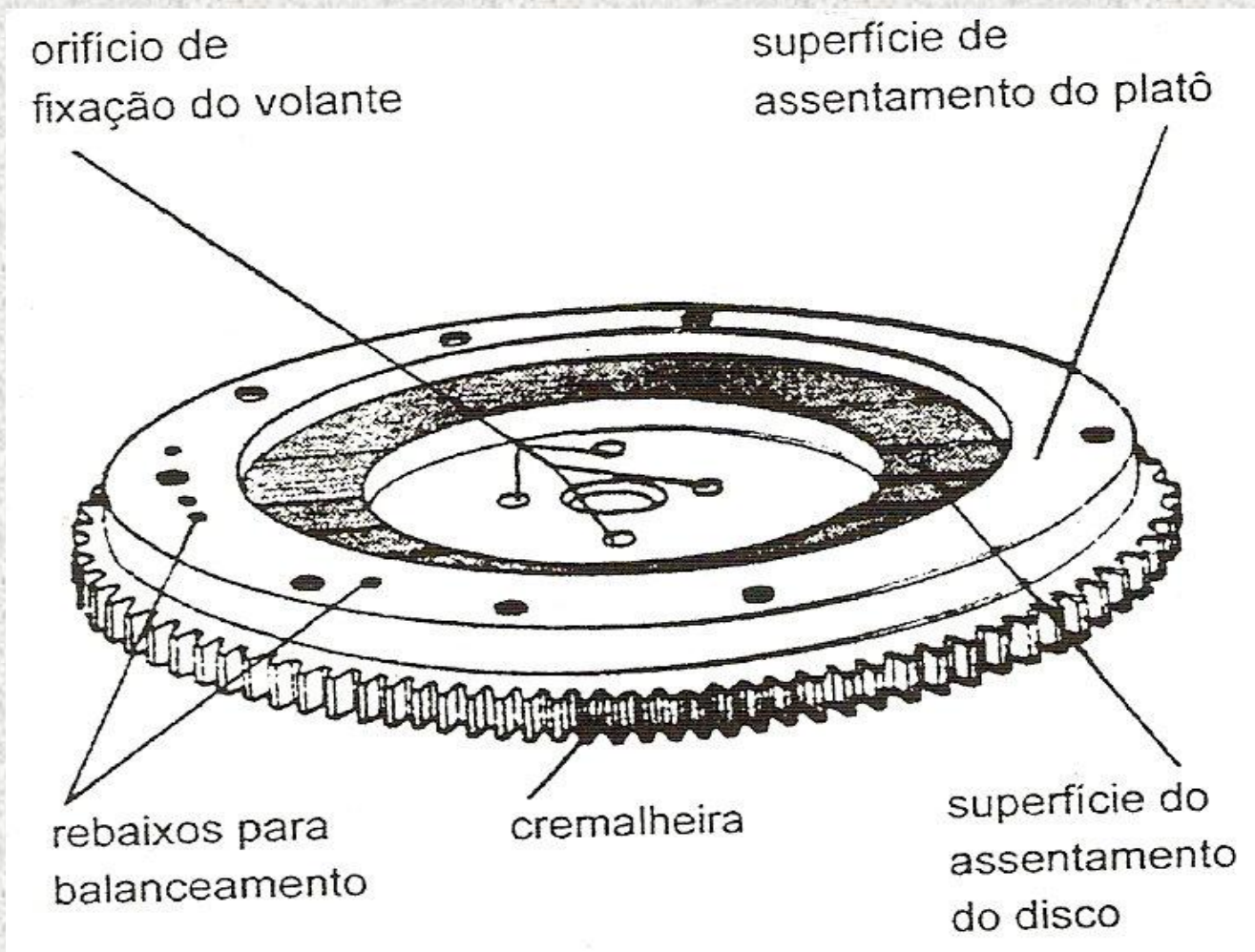
Transmissão de Torque



Volante do Motor

- A rotação do virabrequim não é uniforme porque no cilindro ocorre uma sucessão de fases úteis e fases de repouso. Para torná-la mais homogênea possível para reduzir a aceleração e a desaceleração, emprega-se o volante. O volante do motor é um disco pesado confeccionado em aço ou ferro fundido. É balanceado na fábrica por meio de remoção de material

Volante do Motor



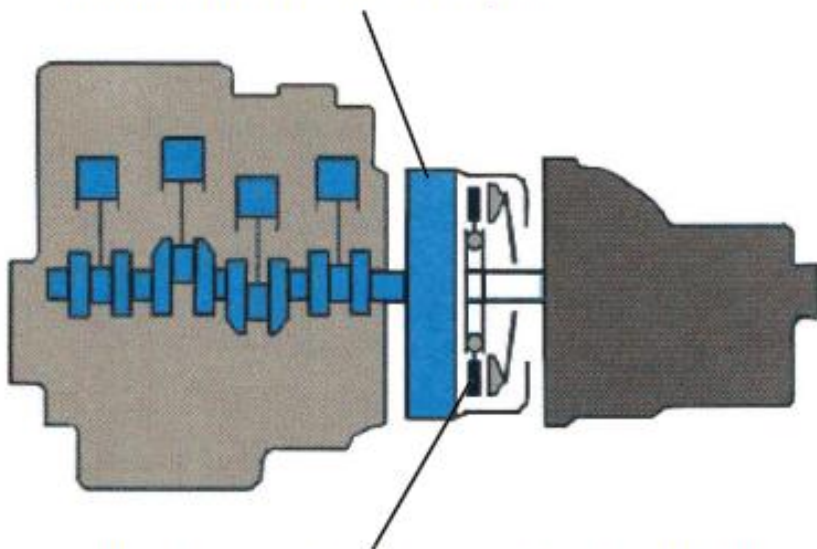
Funções do Volante do Motor

- As funções do volante do motor são as seguintes:
- a - Início de funcionamento do motor,
- b - Compensação dos tempos improdutivos
- c - acoplamento com a Embreagem
- Como a caixa de mudanças transmite esse torque as rodas motrizes do veículo, a embreagem funciona como o dispositivo que desacopla o motor das rodas motrizes.
-

Atuação do Volante Comum

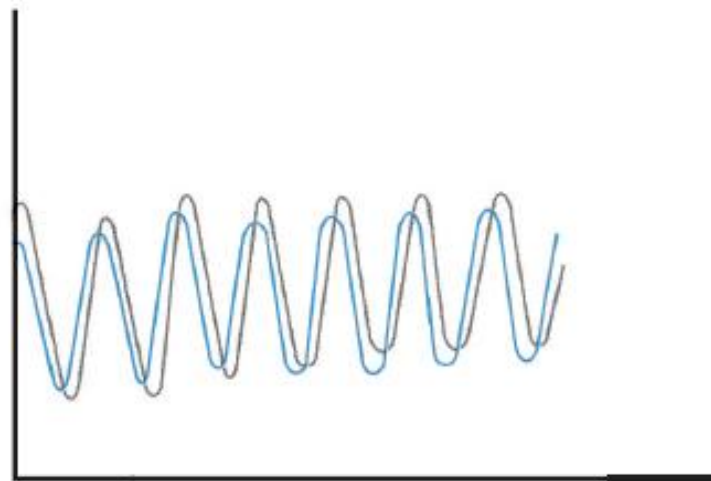
ESTRUTURA CONVENCIONAL DE VOLANTE E EMBREAGEM

Volante de inércia com embreagem



Disco de embreagem com amortecedor torcional

OSCILAÇÕES NO MOTOR E CÂMBIO NO REGIME MARCHA-LENTA



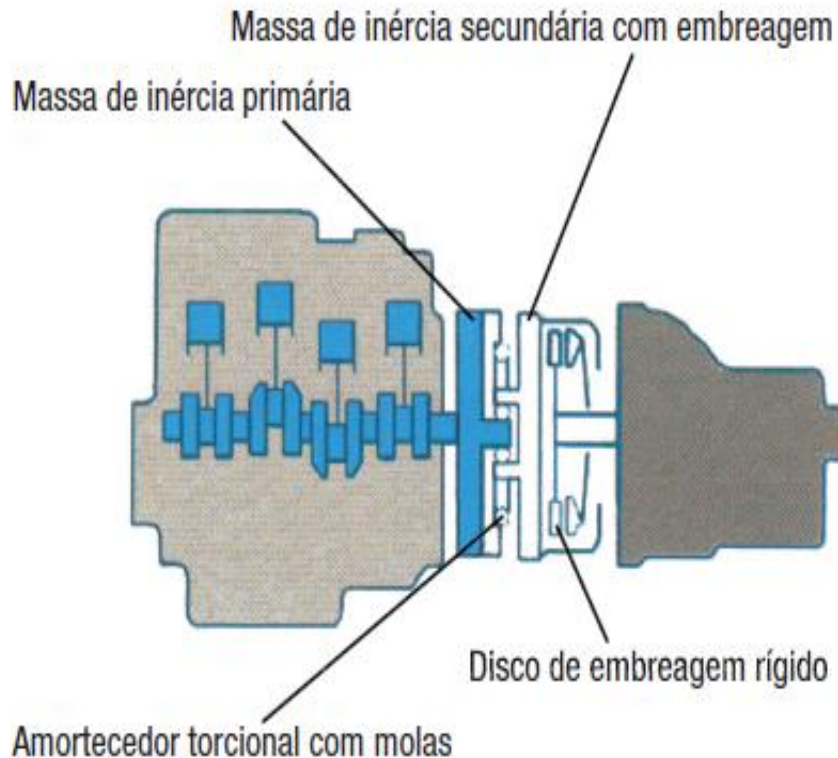
— Oscilações geradas pelo motor
— Oscilações do sistema de transmissão

Volante Bi-Massa

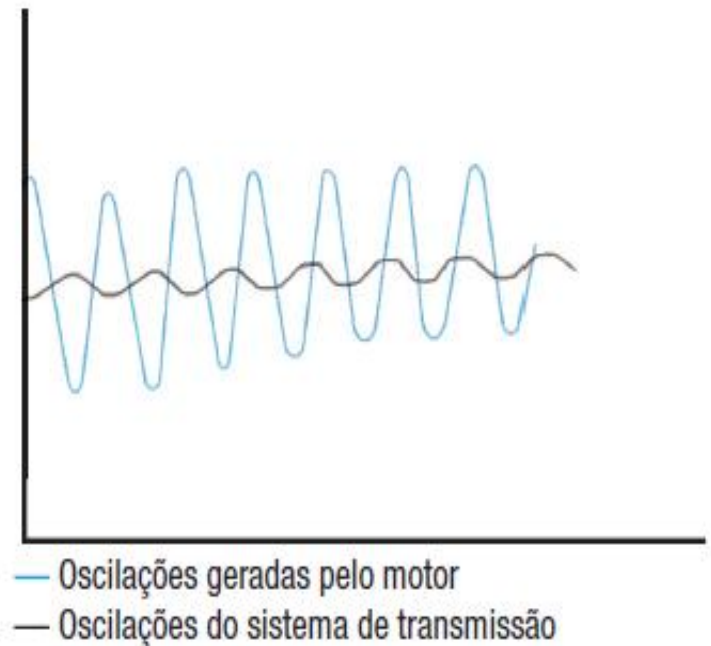
- O volante bi-massa tem por função eliminar as vibrações produzidas pelo motor. O volante Bi-Massa se caracteriza por apresentar sua massa de inércia dividida em duas partes. Uma parte denominada massa de inércia primária que está solidária ao torque de inércia das massas do motor e a outra parte que é denominada massa de inércia secundária que está solidária aos componentes do sistema de transmissão. Essas duas massas são unidas ao volante, através de um sistema de amortecedor com molas.

Atuação do Volante Bi-Massa

VOLANTE BI-MASSA



OSCILAÇÕES NO MOTOR E SISTEMA DE TRANSMISSÃO NO REGIME DE MARCHA-LENTA



Vantagens do Volante Bi-Massa

- As vantagens do volante Bi-massa são:
-
- - elevado conforto de condução,
- - absorção de vibrações do conjunto moto-propulsor,
- - absorção de ruídos,
- - redução do consumo de combustível por suavizar a utilização do motor nos regimes mais baixos de rotação,
- - menor desgaste nos sincronizadores.

Sistema de Embreagem

- O sistema de embreagem tem por finalidade, “ligar” e “desligar” a transmissão de movimentos do motor para a caixa de mudanças (câmbio), possibilitando assim, unir suavemente um motor em rotação a uma transmissão que não está girando ou está em rotação diferente, através do controle da patinagem entre eles.

Sistema de Embreagem



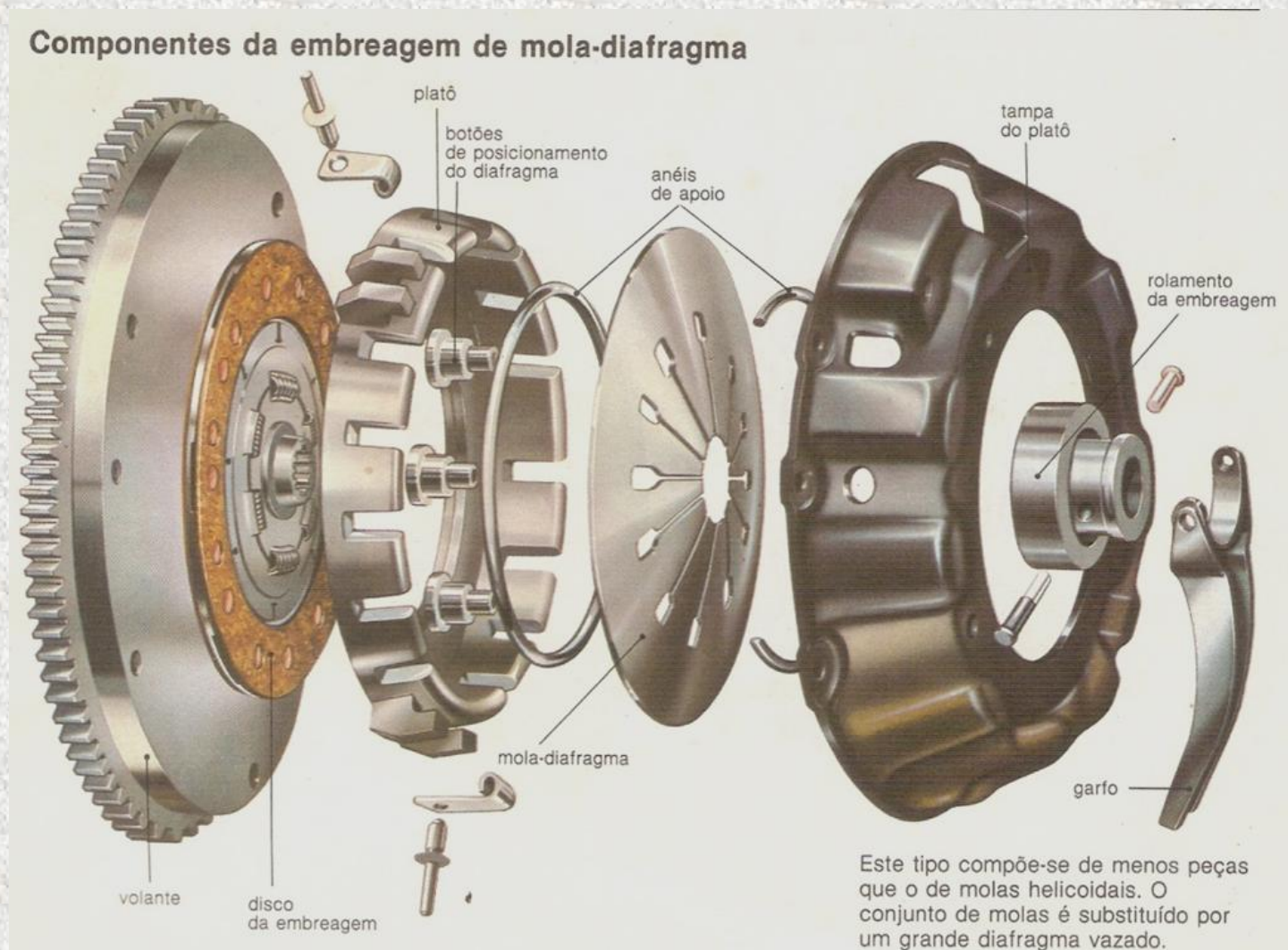
Embreagem - Atrito

- Para entender como uma embreagem funciona, precisamos conhecer um pouco sobre o atrito, que é a medida do quanto é difícil fazer um objeto deslizar sobre o outro. O atrito é causado por picos e vales que existem em toda a superfície, mesmo as mais lisas apresentam picos e vales microscópicos. Quanto maiores forem, mais difícil será fazer o objeto deslizar. A embreagem funciona devido ao atrito entre o platô de embreagem, por meio da sua placa de pressão, e o volante do motor.

Tipos de Embreagem

- Há uma grande variedade de embreagens, ou seja, embreagem de disco (monodisco), embreagem de diafragma, embreagem multidisco, embreagem cônica embreagens hidráulicas, etc.
- Trataremos neste capítulo da embreagem de mola-diafragma .

Embreagem de mola-diafragma



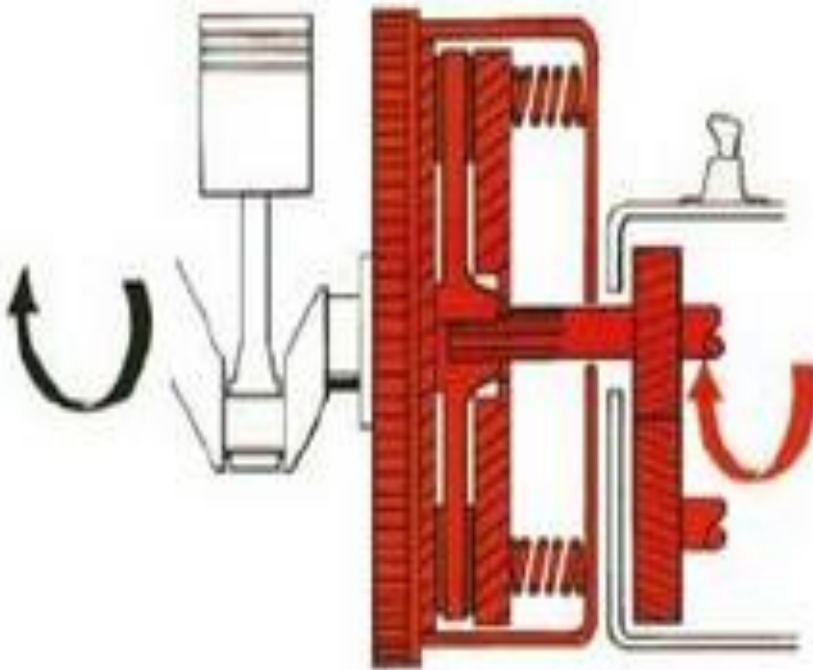
Funcionamento da Embreagem

- **Embreado**

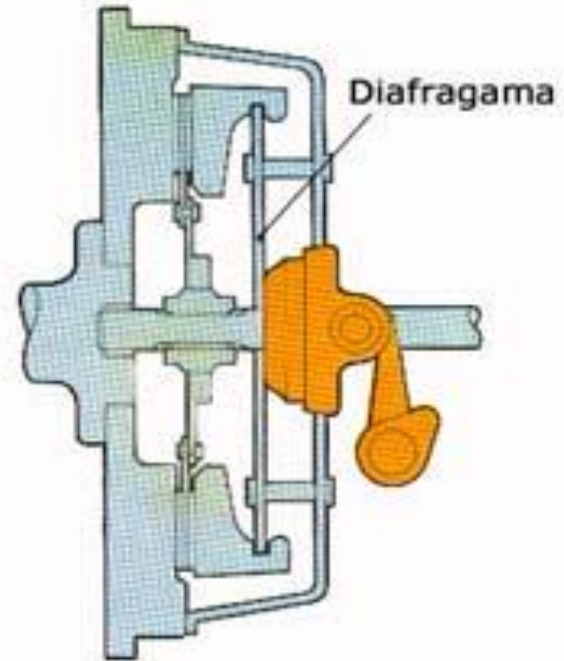
Quando o pé está fora do pedal (1. embreado), a (s) mola (s) empurram a placa de pressão contra o disco de embreagem, que por sua vez é pressionado contra o volante. Isso liga o motor a árvore de entrada (árvore piloto) do câmbio, levando-os a girar na mesma velocidade

Funcionamento da Embreagem

1. EMBREADO



COMO ATUA O DIAFRAGMA



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

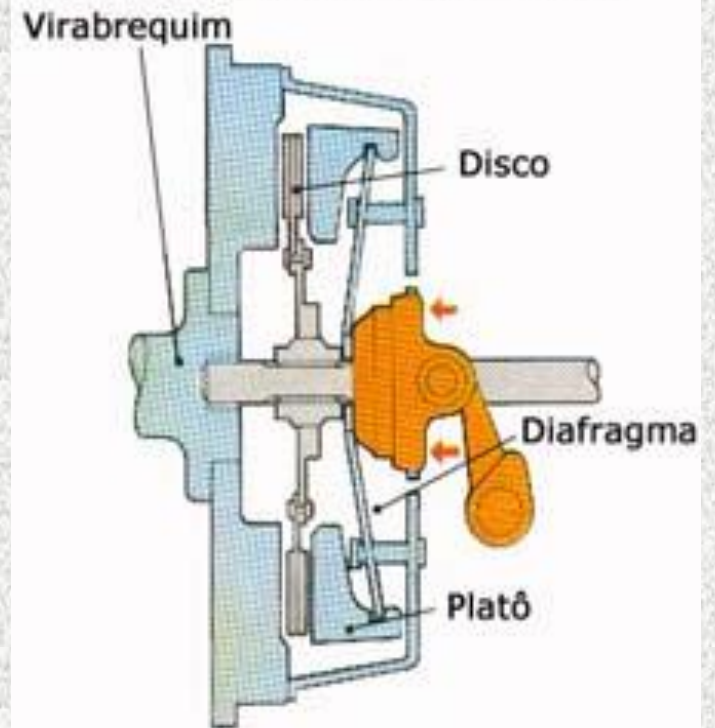
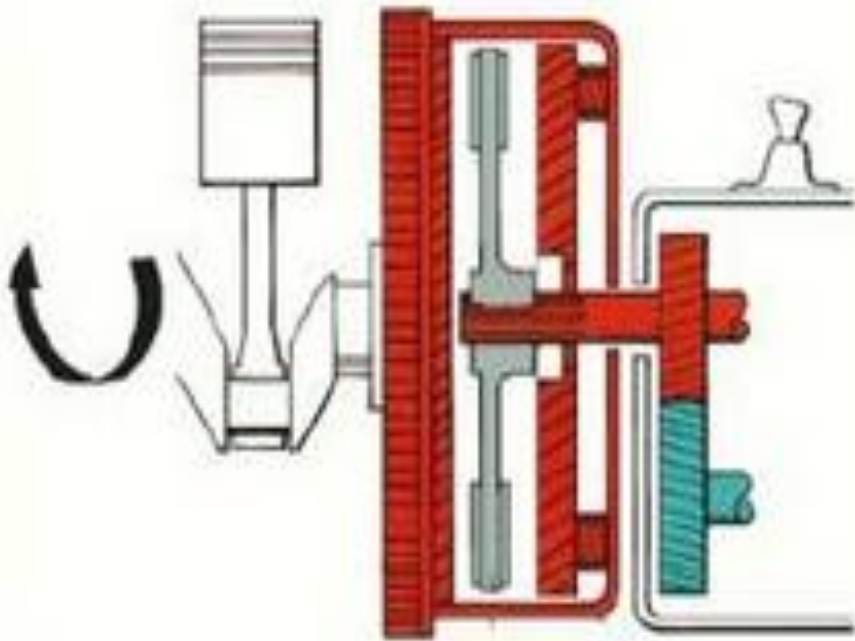
Funcionamento da Embreagem

- **Debreado**

Em paradas ou troca de marcha onde se pisa no pedal a placa de pressão é movimentada contra as molas liberando disco:(debreado).

Funcionamento da Embreagem

2. DEBREADO

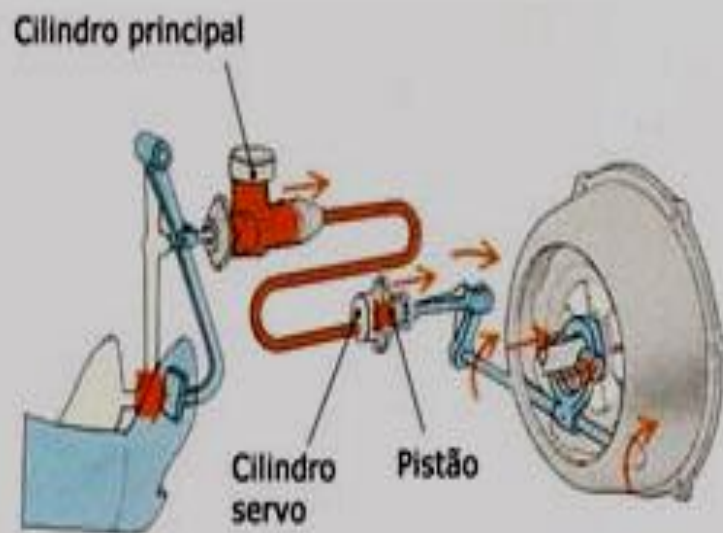


DESEMBREADO. O anel de impulso faz flectir o diafragma, liberando assim o platô

Acionamento da Embreagem

- Quando acionamos o pedal da embreagem, um sistema de alavancas acionado por meio de um cabo ou por meio de pressão hidráulica, empurra o rolamento da embreagem contra a parte central da membrana do platô, que atua como uma alavanca retirando a pressão do disco (afastando a placa de pressão do platô). Como o disco fica sem pressão, o mesmo ficará livre do volante, estabelecendo-se o corte da transmissão.

Acionamento da Embreagem



No sistema hidráulico, a pressão do pedal força o óleo a penetrar no cilindro servo, o qual aciona o garfo.

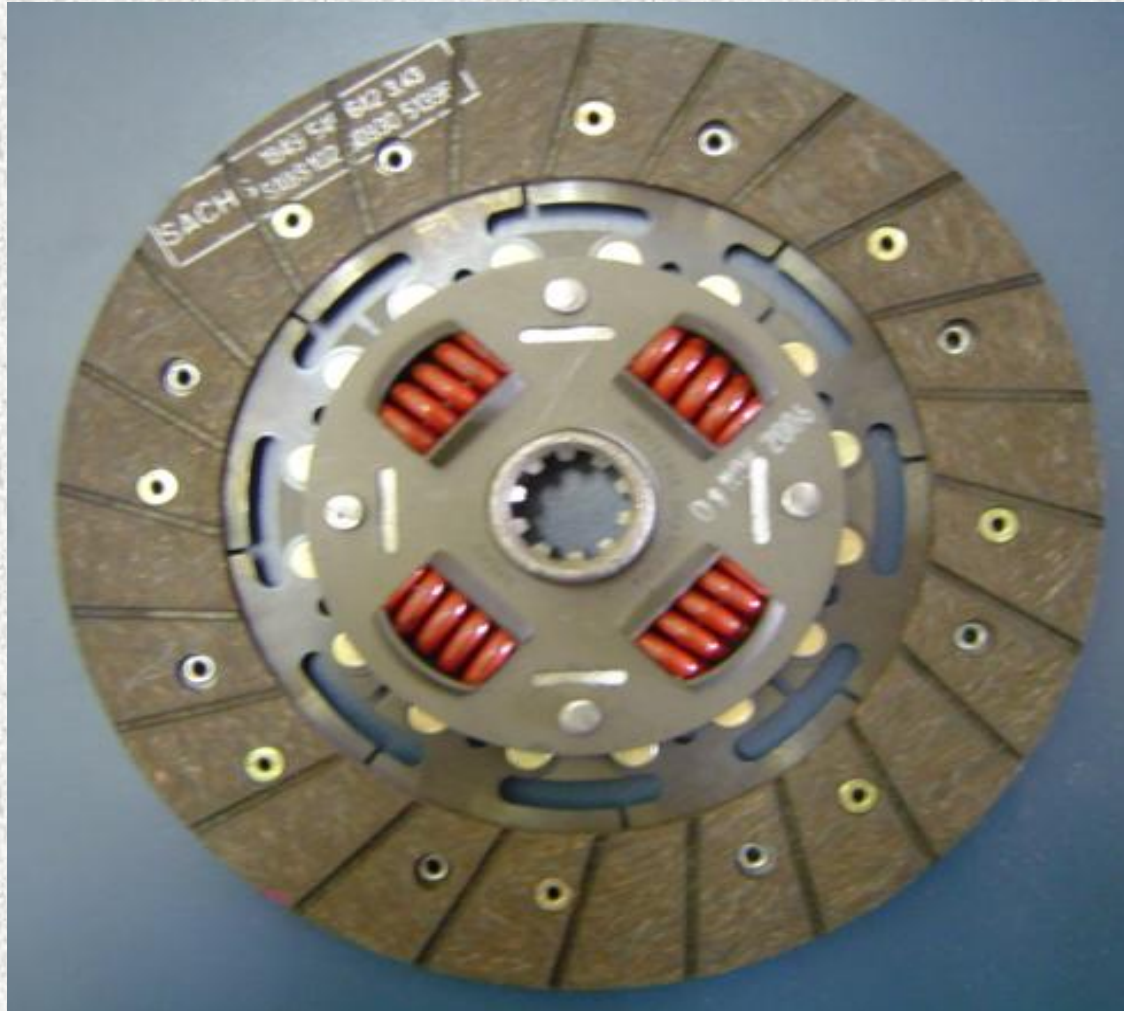


No sistema mecânico, o pedal está ligado à embreagem por meio de tirantes, alavancas ou cabo.

Disco de Embreagem

- O disco de embreagem é o principal elemento de ligação do motor à caixa de câmbio. Transmite a potência do motor para a caixa de câmbio e, através dos demais órgãos de transmissão, para as rodas, permitindo a movimentação do veículo. Há dois tipos de disco de embreagem: rígido e com amortecedor de torção.

Disco de Embreagem



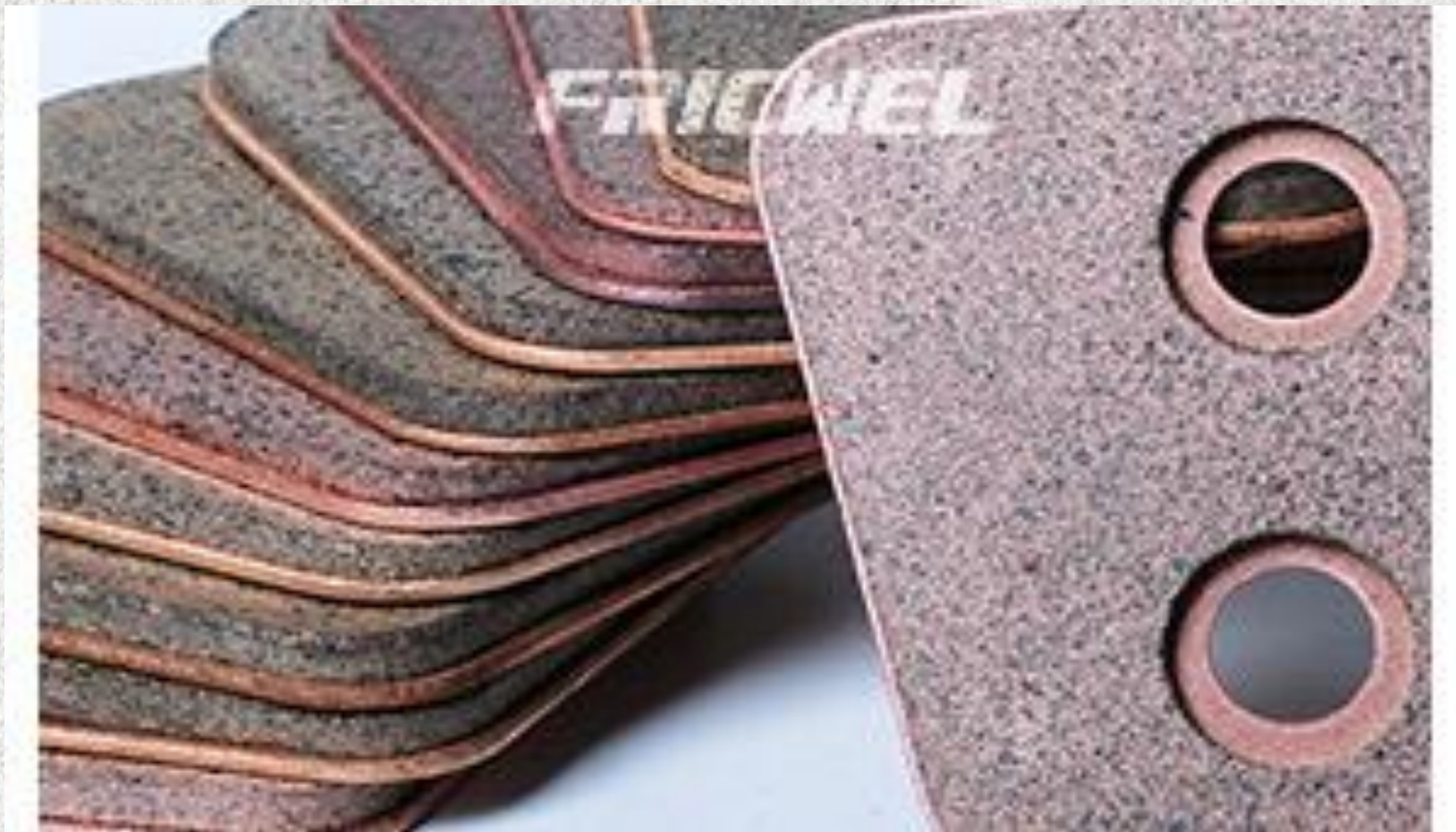
Disco de Embreagem

- Na sua forma mais simples, o disco rígido é constituído de um cubo estriado (que desliza sobre o eixo piloto do câmbio), um disco de arraste, dois revestimentos responsáveis pelo atrito entre o volante do motor e a placa de pressão do platô e rebites. Em um estágio um pouco mais moderno, pode também ser construído com molas segmento entre os revestimentos, que são responsáveis pela suavidade da partida do veículo.

Revestimento Orgânico



Cerâmica / Cobre



Cerâmica / Hierro



Carbono



Platô

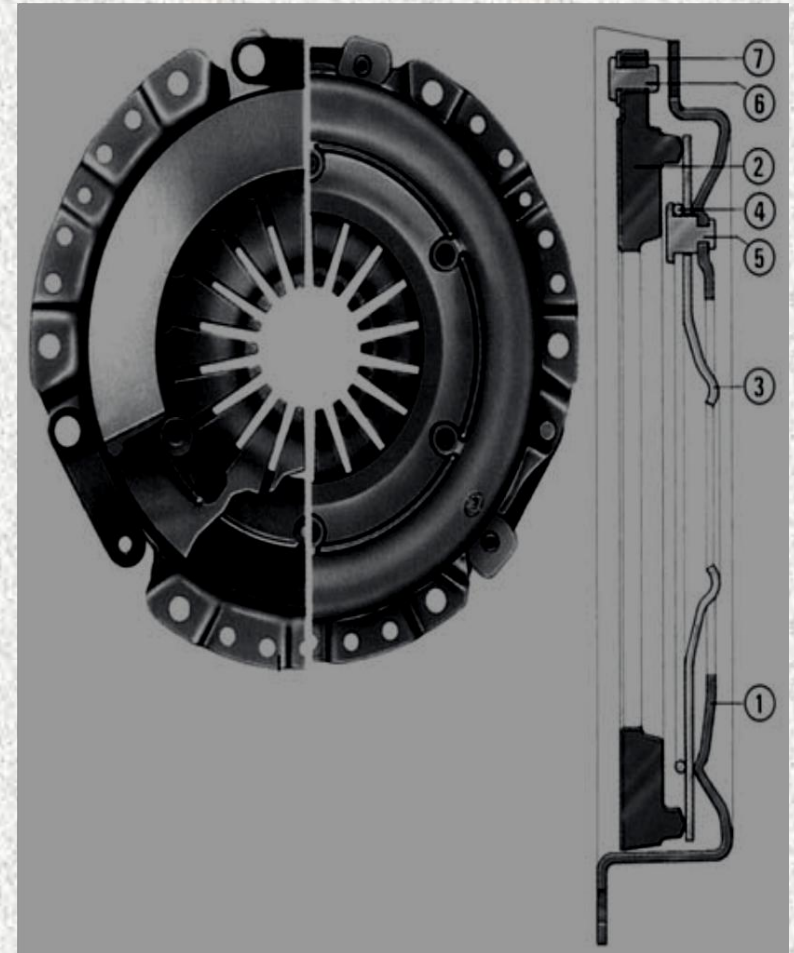
- O coração da embreagem é uma peça chamada platô, que vai aparafusada no volante. Entre o platô e o volante está o disco, que possui material de atrito nas duas faces. O platô consiste basicamente de uma placa de pressão (que pressiona o disco) e uma mola tipo diafragma, muito conhecida por “chapéu chinês” por se parecer realmente com um

Chapéu Chinês



Componentes do Platô

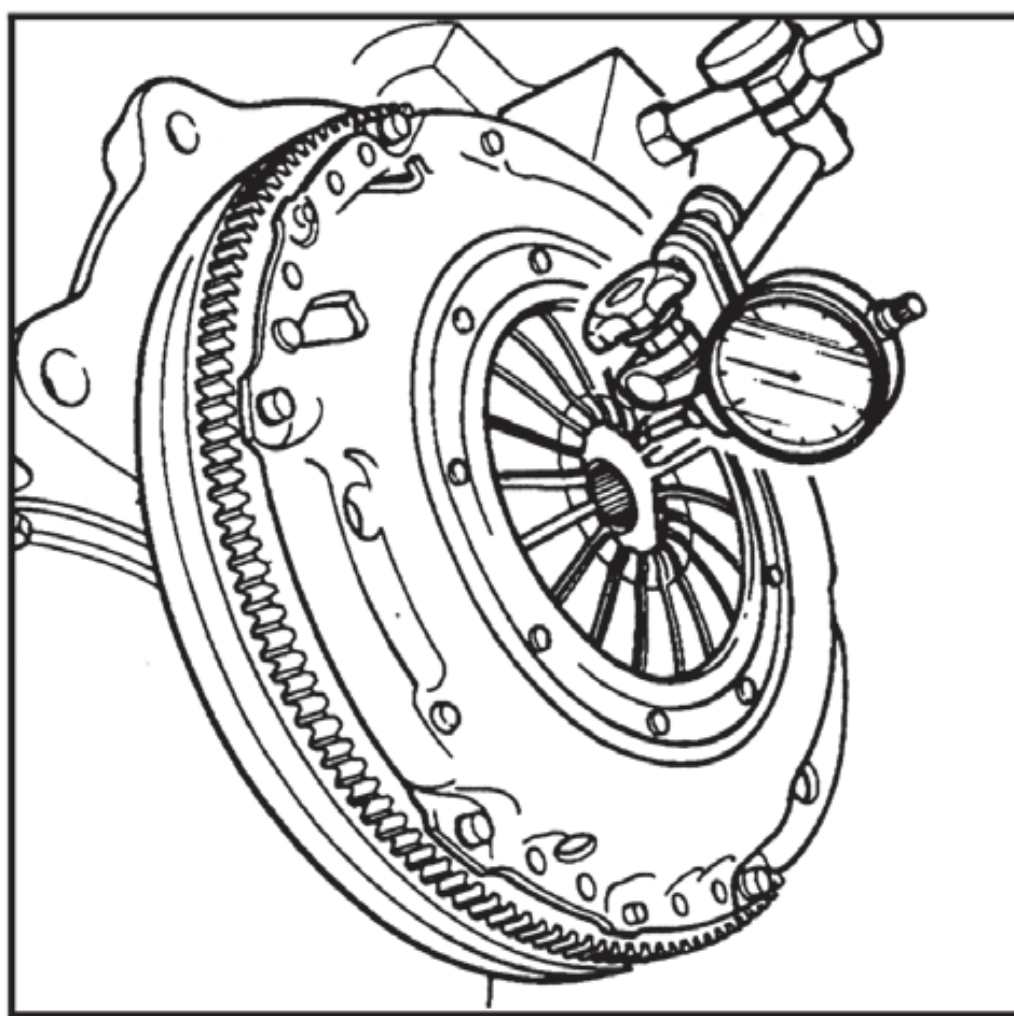
- Componentes
-
- 1 – tampa da carcaça
- 2 – placa de pressão
- 3 – mola membrana
- 4 – anel de apoio
- 5 – rebite distanciador
- 6 – rebite da mola-chapa
- 7 – mola chapa
-



Montagem - Platô

- Quando o platô é montado sem o cuidado da distribuição da carga da mola- membrana, um “dedo” fica mais alto do que o outro. A diferença máxima entre o “dedo” mais alto e o mais baixo, não deve ultrapassar 0,8 mm (soma dos valores obtidos a direita e a esquerda do no relógio centesimal).

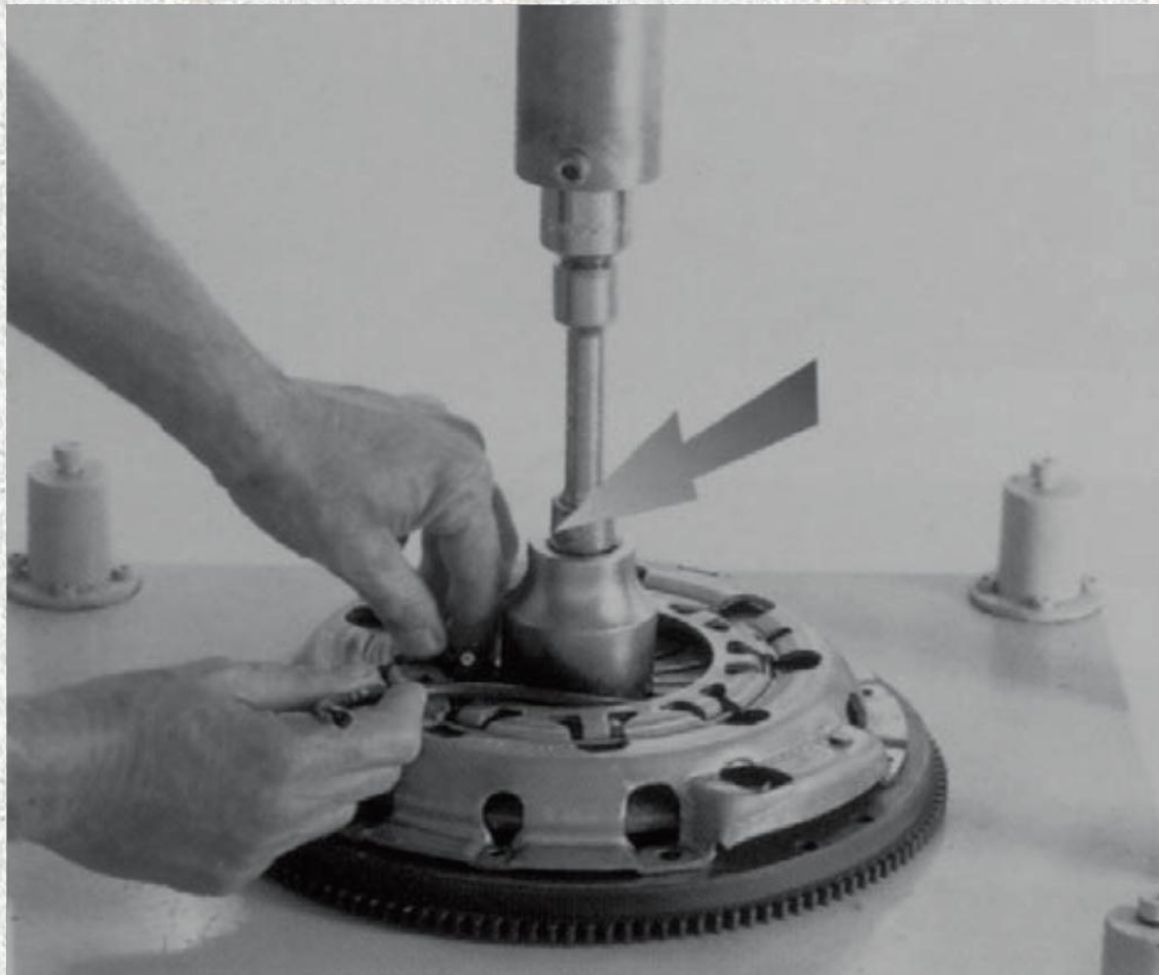
Montagem - Platô



Montagem - Platô

- Em geral, o problema acontece quando se aperta o platô no volante, empenando o componente. Uma metodologia simples e prática para evitar que isso ocorra, é montar o platô acionado, colocando-se um cabo de vela entre o diafragma e a carcaça, o que pode ser feito em uma prensa. Para isto, apóie o platô num volante do motor e preense a mola membrana por igual.

Montagem - Platô



Garfo

- O garfo permite que o movimento de acionamento da embreagem (que é transmitida do pedal ao garfo por cabos ou por um cilindro hidráulico) movimente o rolamento de liberação da embreagem (colar).



Garfo de embreagem