

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA



MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

INJEÇÃO ELETRONICA – BREVE HISTORICO

Porque se desenvolveu o sistema de gerenciamento eletrônico do motor?

- Inicialmente o objetivo era ganho de performance, principalmente, mas devido a questão de custo muito alto, era equipamento destinado apenas a veículos de muito luxo ou veículos de competição.
- Com o passar do tempo os níveis de poluição no aspecto mundial, chegaram a níveis insuportáveis, causando doenças e agredindo o meio ambiente, e é advertido que a utilização de Chumbo Tetra-Etíla causa câncer, podendo dizimar a população mundial.
- No Brasil é criado o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente): cuja atribuição vai muito além do controle da emissões de poluentes veiculares, bem como a Avaliação do impacto ao meio ambiente.

O que isto impactou no meio automotivo?

- Mudança da cultura de ver o meio ambiente, lado financeiro, no processo de desenvolvimento de novos produtos, de acompanhar a evolução das novas tecnologias que foram obrigadas a desenvolver em função das novas exigências das leis, das novas exigências de seus clientes, etc.

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

INJEÇÃO ELETRONICA – OBJETIVO

Teoria da combustão – Características da Mistura Ar X Combustível

Mistura Estequiométrica - apresenta a relação ideal. Possuem uma quantidade de ar capaz de queimar todo o combustível presente. A combustão é teoricamente perfeita.

Mistura Rica - quando a mistura admitida nos cilindros possui menos ar do que o necessário, uma parte do combustível não é queimada. A combustão torna-se incompleta e aumenta o nível de emissão de poluentes.

Mistura Pobre - quando a mistura admitida nos cilindros possui mais ar do que o necessário, todo o combustível é queimada. A combustão torna-se incompleta e aumenta o nível de emissão de poluentes.

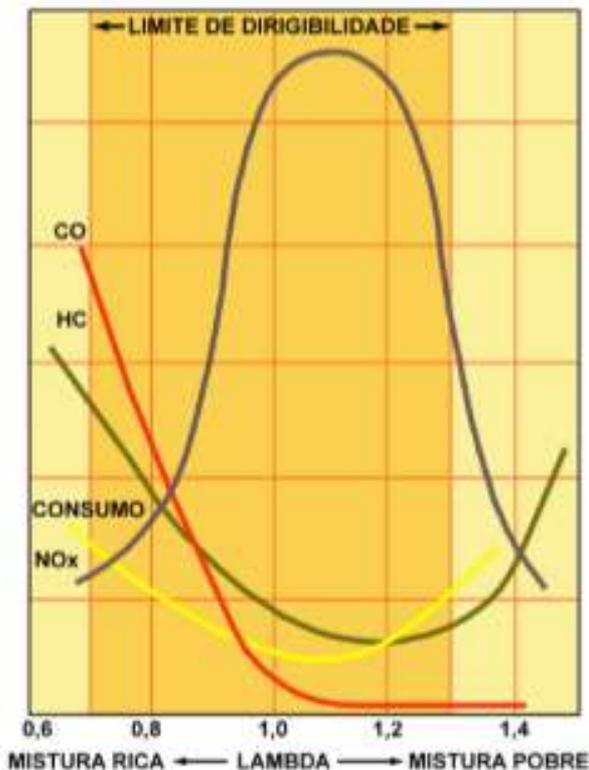
Para sabermos se a mistura está ideal, basta dividirmos a quantidade de mistura aspirada pela quantidade de mistura necessária para que se tenha a relação ideal ou estequiométrica.

$$\text{Lambda } \lambda = \frac{\text{mistura admitida}}{\text{mistura ideal}}$$

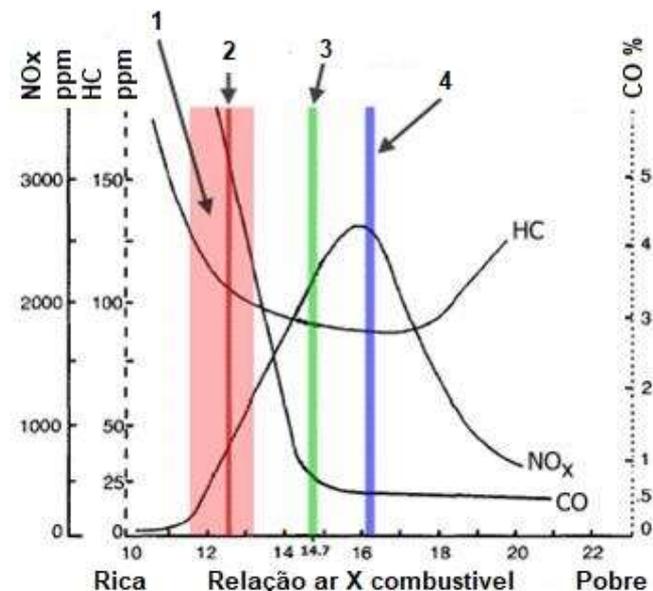
CO = Monóxido de Carbono
HC = Hidrocarboneto
NOx = óxidos de Nitrogênio

Se a relação for menor que um ($\lambda < 1$), a mistura será rica, mais combustível e menos ar e se a relação for maior que um ($\lambda > 1$), a mistura será pobre, mais ar que combustível.

Observe no gráfico que os gases de escapamento variam em função da qualidade da mistura, e quando trabalha dentro da estequiometria do combustível os valores de emissões estão nas condições de melhor compromisso entre eles tres.



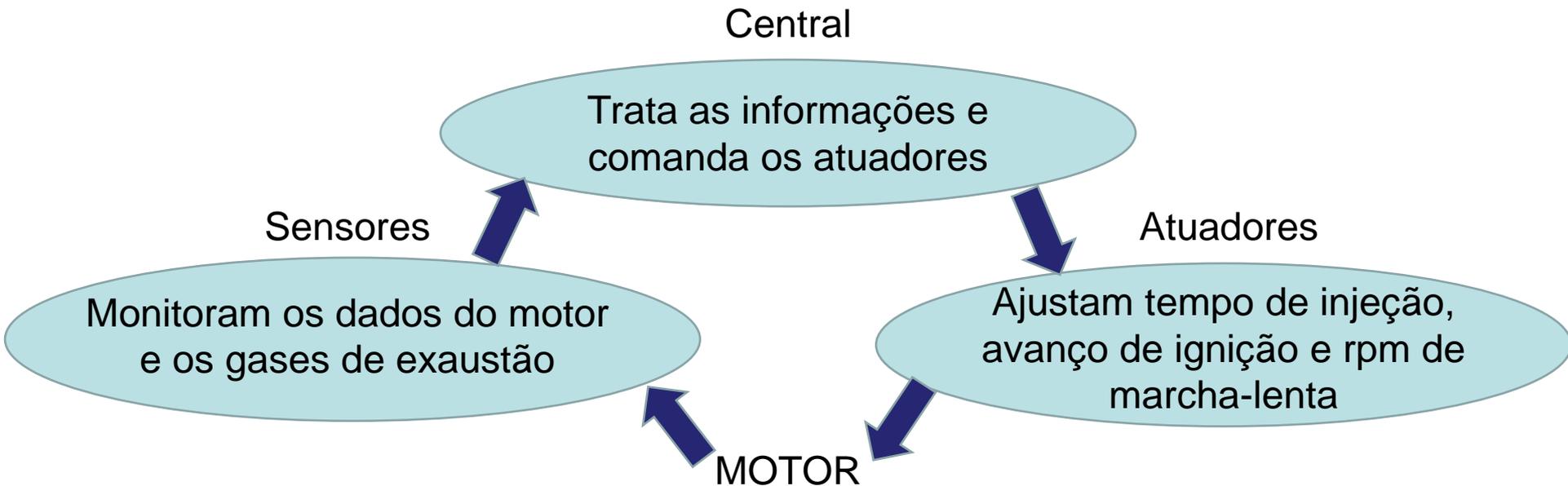
- 1 e 2 – rel. arXcomb para melhores torque e potencia
- 3 – rel. arXcomb Estequiometrica ou $\lambda=1$
- 4 – rel arXcomb para melhor consumo



MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

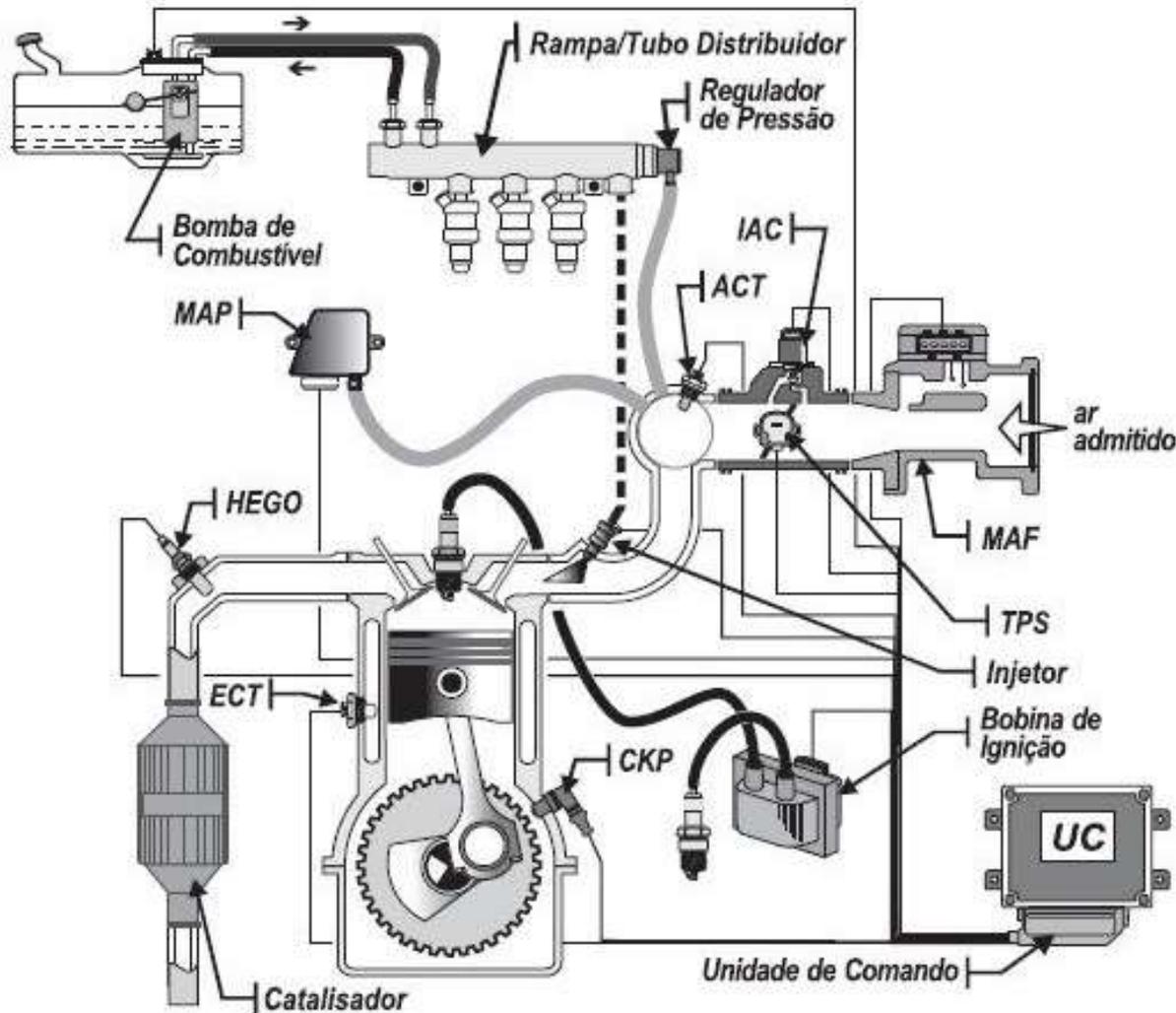
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO – INJEÇÃO ELETRONICA

- Sua principal função é reduzir as emissões de gases poluentes (HC, CO e NOx) emitidas pelo escapamento devido ao funcionamento do motor, cumpre essa função buscando sempre o melhor resultado e conseqüentemente a menor emissão de poluentes possível, esse sistema é chamado de “closed loop”(circuito fechado) onde há uma série de sensores que monitoram os dados do motor e os gases de saída na exaustão, e atua no tempo de injeção, rotação de marcha-lenta e avanço, tendo como base um mapa dentro do módulo que reúne as informações para adequar os parâmetros de funcionamento do motor. Todo esse gerenciamento deve perdurar durante a vida útil do motor e para tanto é imprescindível a correta manutenção do sistema do motor e do veículo como um todo.



MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

INJEÇÃO ELETRONICA ESQUEMATICA



SENSORES

- ECT – Temperatura da água
- CKP – Rotação do motor
- TPS – Posição do acelerador
- MAP – Pressão absoluta do coletor
- ACT – Temperatura do ar admitido
- MAF – Massa de ar admitido
- HEGO – Oxigênio(sonda Lambda)
- VSS – Velocidade do veículo

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

INJEÇÃO ELETRONICA - MÓDULO

- O Módulo da Injeção Eletrônica, conhecido por diversas diferentes siglas (ECU, UC, MCI, Centralina, ECM, etc), é o componente mais importante do sistema de injeção, apesar de não ter a capacidade de trabalhar sozinho é ele que trata todas as informações enviadas pelos sensores, comparando-as às tabelas de funcionamento do motor, que estão na sua memória.
- Após esse tratamento das informações ele envia aos atuadores as informações necessárias para que os mesmos façam as devidas correções trazendo o motor para dentro dos parâmetros pré definidos na fase de desenvolvimento.
- É importante lembrar que o módulo da injeção tem a capacidade de ajustar as tabelas de acordo com o indivíduo (motor) que ele está controlando, costuma-se dizer que o módulo aprende o funcionamento daquele motor específico e a partir daí faz um set up no sistema, isso acontece toda vez que o motor é ligado.
- Por esse motivo que quando é desligada a bateria, o motor apresenta algumas pequenas falhas ao ligar novamente, pois a falta de energia no módulo dá um reset nas informações e ele começa a aprender tudo novamente.

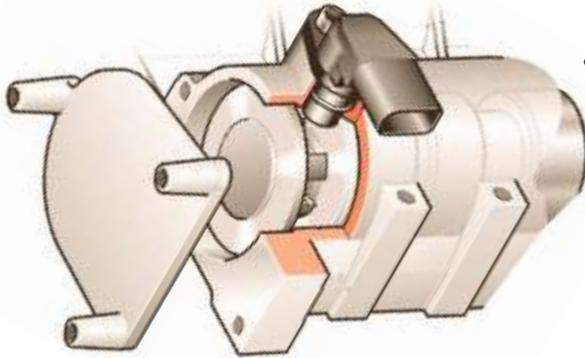
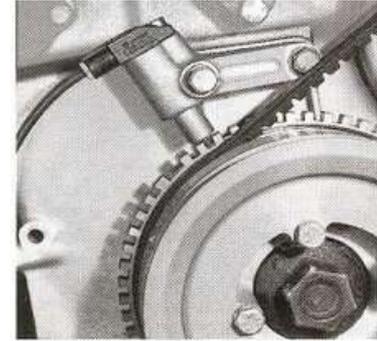
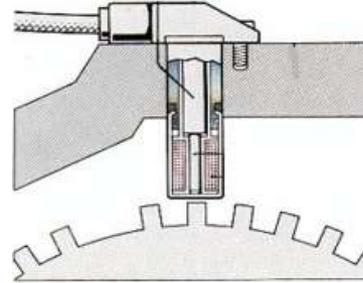


MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

INJEÇÃO ELETRONICA - SENSORES

- Sensor de Rotação

- O sensor de rotação e PMS tem por finalidade informar a Unidade de Comando Eletrônica (U.C.E.), a rotação do motor e o PMS (Ponto Morto Superior) dos cilindros 1 e 4 e também dos cilindros 2 e 3.
- Esse sensor é um dos mais importantes para o sistema de injeção eletrônica.

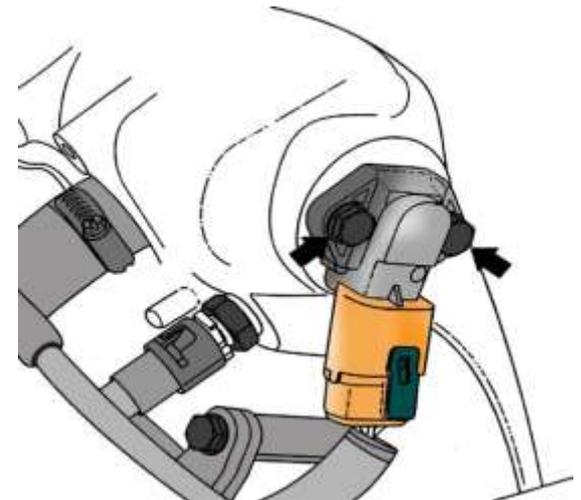


- Sensor de Fase do Comando

- O sensor de fase tem a função de permitir que o módulo possa identificar a posição do comando de válvulas, e em conjunto com as informações do sensor de rotação e PMS, verificar assim o sincronismo do motor.

- Sensor de Pressão do ar de admissão

- A função desse sensor é Indicar as variações de pressão no coletor de admissão, enviando ao módulo um sinal elétrico correspondente a esta variação.
- Com essa informação junto com a rotação e a temperatura do ar o sistema pode calcular com mais precisão a quantidade de combustível necessária para obter uma ótima combustão



MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

INJEÇÃO ELETRONICA - SENSORES

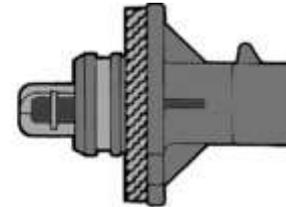
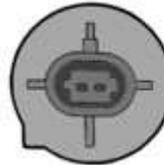
- Sensor de Massa de Ar

- Sua função é medir a quantidade de massa de ar que entra no coletor de admissão através da abertura da borboleta.
- Com essa informação junto com a rotação e a temperatura do ar o sistema pode calcular com mais precisão a quantidade de combustível necessária para obter uma ótima combustão.



- Sensor de Temperatura do Ar de Admissão

- Informa a central a temperatura do ar que entra no motor pelo coletor de admissão.
- Junto com o sensor de pressão do coletor, a central calcula a massa de ar admitida pelo motor e assim determina a quantidade de combustível adequado para uma combustão completa.



- Sensor de Temperatura do Líquido de Arrefecimento

- Esse sensor informa a central a temperatura do líquido de arrefecimento que é igual à temperatura do motor para fazer as devidas adequações.
- Nos momentos mais frios o motor necessita de mais combustível

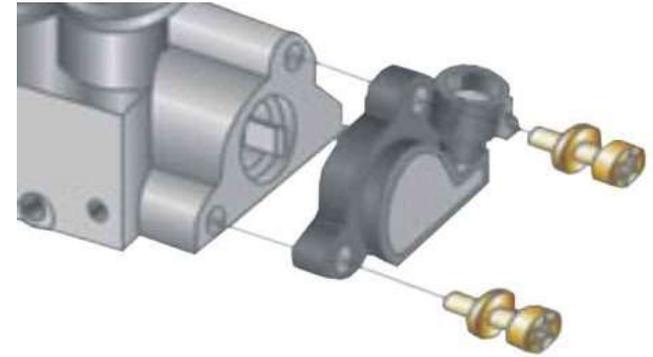


MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

INJEÇÃO ELETRONICA - SENSORES

- Sensor de Posição de Borboleta

- Como o próprio nome indica, a função deste sensor é a de identificar a posição angular da borboleta de aceleração, permitindo à Unidade de Comando Eletrônica (U.C.E.) realizar estratégias específicas para cada posição..



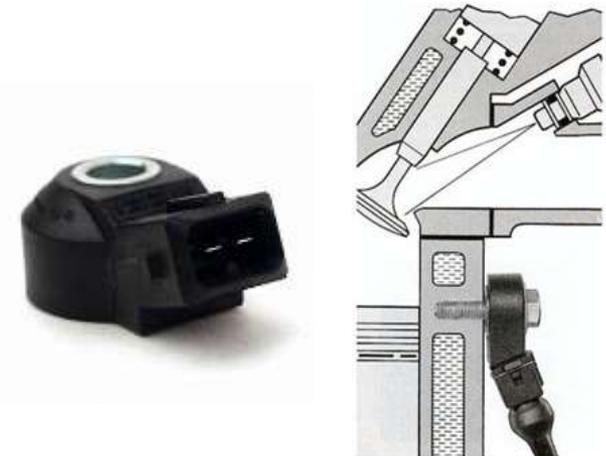
- Sensor de Oxigenio – Sonda Lambda

- Este sensor fica localizado no escapamento do automóvel e informa a central a porcentagem de oxigênio contido nos gases de escape.
- Nos automóveis que podem rodar com mais de um combustível ou com uma mistura entre eles (denominados Flex ou Bicomcombustível) esse sensor é o responsável por identificar o combustível presente no tanque.



- Sensor de Detonação – knock sensor

- A utilização desse sensor permite a central detectar batidas de pino no interior do motor.
- Este sensor é fundamental para a vida do motor, já que os motores modernos trabalham em condições críticas.
- A central debilita (corta potência) temporariamente do motor, para prevenir uma eventual quebra.

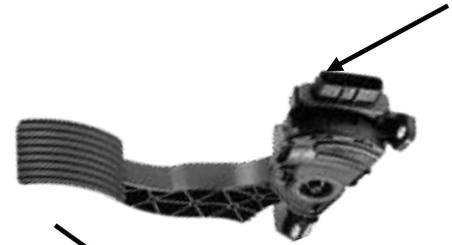


MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

INJEÇÃO ELETRONICA - SENSORES

- Sensor do Pedal do Acelerador

- Sua função é informar ao módulo a intenção do condutor.
- Recebendo a informação da posição do pedal o módulo sabe qual a estratégia correta utilizar de acordo com a vontade do motorista, ou seja, o que ele quer fazer, acelerar, desacelerar, reduzir, deixar em marcha lenta e etc. Presente apenas em veículos com drive by wire



- Sensor de Embreagem

- Sua função é informar o módulo de injeção o acionamento do pedal da embreagem, ele informa quando e quanto do total é acionado.
- Por exemplo: O motorista acionou 10% do pedal, 20%, 50% ou até mesmo 100% do pedal. Essa informação é utilizada para executar estratégias específicas de funcionamento.



- Sensor de Pedal de Freio

- Informa ao módulo de injeção quando o condutor pisa no pedal do freio.
- Essa informação é importante para o módulo saber que o condutor quer parar ou diminuir a velocidade.



- Sensor de Velocidade

- Esse sensor informa o módulo qual a velocidade do veículo, normalmente é montado na carcaça da transmissão.

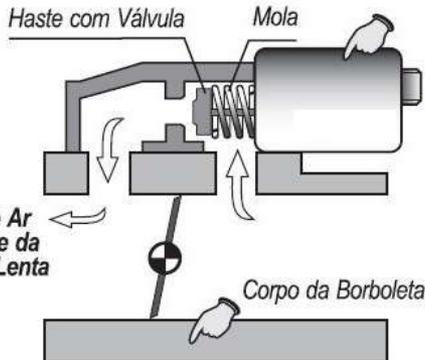
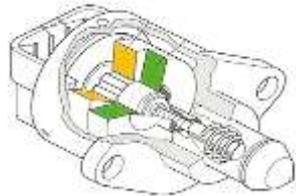


MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

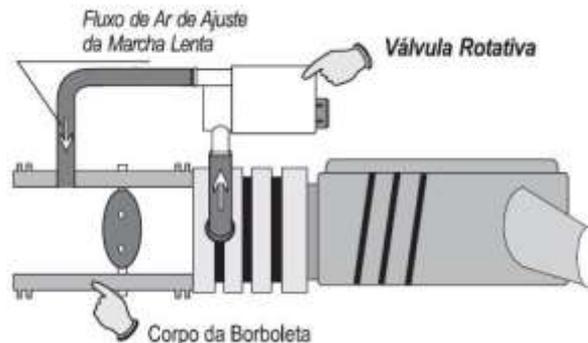
INJEÇÃO ELETRONICA - ATUADORES

- Atuador de Marcha-Lenta
 - O atuador de marcha lenta tem por função controlar a rotação do motor quando este encontra-se em funcionamento e com a borboleta de aceleração fechada (na posição de marcha-lenta com a abertura fixa mínima), mantendo assim a marcha-lenta do motor.
 - Também durante a fase de aquecimento do motor deverá permitir uma estabilização da rotação de marcha lenta num valor mais elevado e durante as desacelerações amortecer a queda de rotação do motor.
 - Tem também a função de corrigir a rotação de marcha-lenta quando da adição de alguma carga ao motor, exemplo ar condicionado.

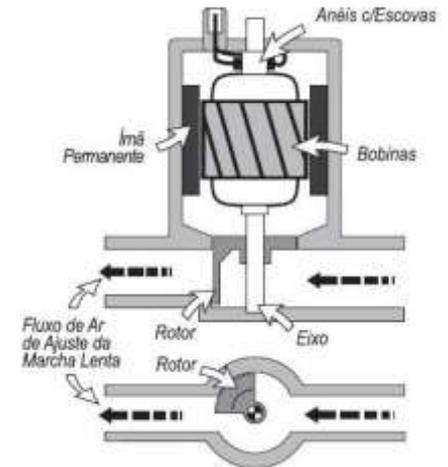
Atuador motor de passo
Trabalha aumentando ou diminuindo a vazão em um by pass no corpo de borboleta



Atuador motor de corrente continua
Trabalha nos dois sentidos abrindo ou fechando a borboleta



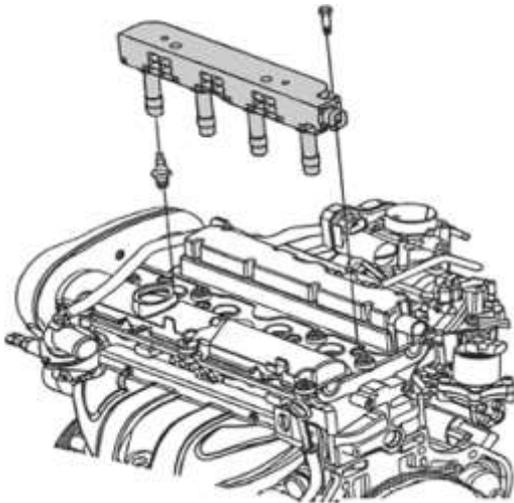
Atuador motor rotativo
Trabalha nos dois sentidos abrindo ou fechando uma janela por onde passa o ar para o motor



MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

INJEÇÃO ELETRONICA - ATUADORES

- Bobina de Ignição
 - É o componente que fornece a centelha para o motor.
 - A bobina de ignição funciona como um transformador, transformando 12V da bateria em alta tensão para a centelha. Nas versões mais antigas havia uma para todos os cilindros e o motor contava com distribuidor, nas versões mais modernas há casos de uma para cada dois cilindros onde uma faísca é descartada. Nos sistemas de última geração há uma para cada cilindro montada diretamente na vela de ignição.

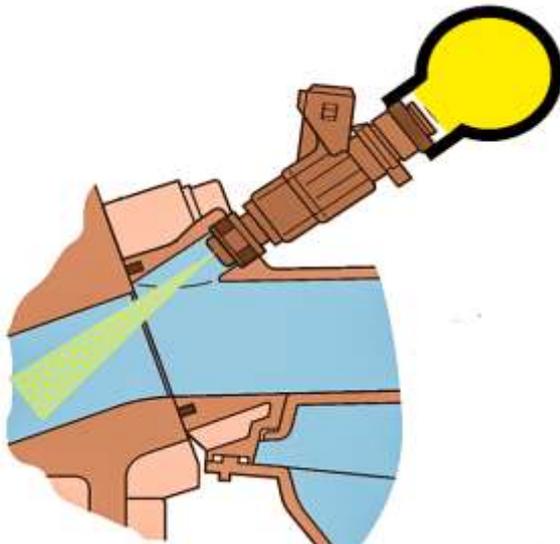


MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

INJEÇÃO ELETRONICA - ATUADORES

- Bico Injetor

- As válvulas injetoras são responsáveis pela injeção de combustível pulverizado no motor, injetando a mistura nos dutos de admissão antes da válvula de admissão. As mesmas são montadas e alimentadas por uma galeria de combustível, também chamada de “fuel rail” que trabalha pressurizada pela bomba de combustível e tem sua pressão regulada pelo regulador de pressão, com valores variando de 2,8 a 4,0 bar, dependendo do fabricante.
- O módulo controla a quantidade de combustível através do tempo que mantêm o injetor aberto (tempo de injeção).
- O número de válvulas no motor determina o tipo de sistema; monoponto (a injeção é feita em um único ponto central) e multiponto (a injeção é feita em cada cilindro individualmente).



Bico Injetor

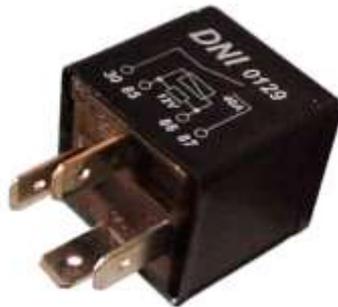


Galeria de combustível ou fuel rail com os bicos injetores montados

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

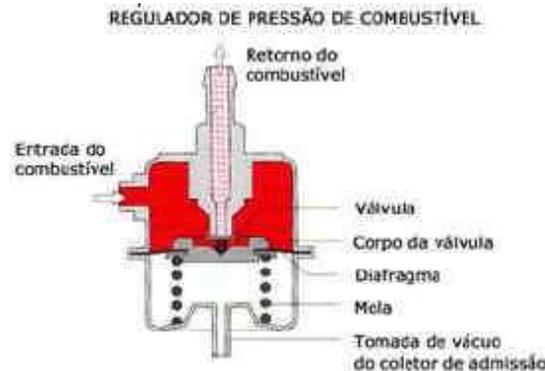
INJEÇÃO ELETRONICA - ATUADORES

- Bomba de combustível e seu relé
 - A bomba é responsável por fornecer o combustível sob pressão as válvulas injetoras.
 - Na maioria dos sistemas é instalada dentro do tanque de combustível do automóvel.
 - Ela bombeia o combustível de forma constante e pressurizada, passando pelo filtro de combustível até chegar aos injetores, garantindo assim que não falte combustível no motor em nenhuma condição de funcionamento.
 - O relé é um dispositivo cuja função é de acionar um atuador através de um sinal enviado pelo módulo de injeção eletrônica.
 - Resumindo; o módulo comanda o relê e o relê liga a bomba de combustível.



- Regulador de pressão

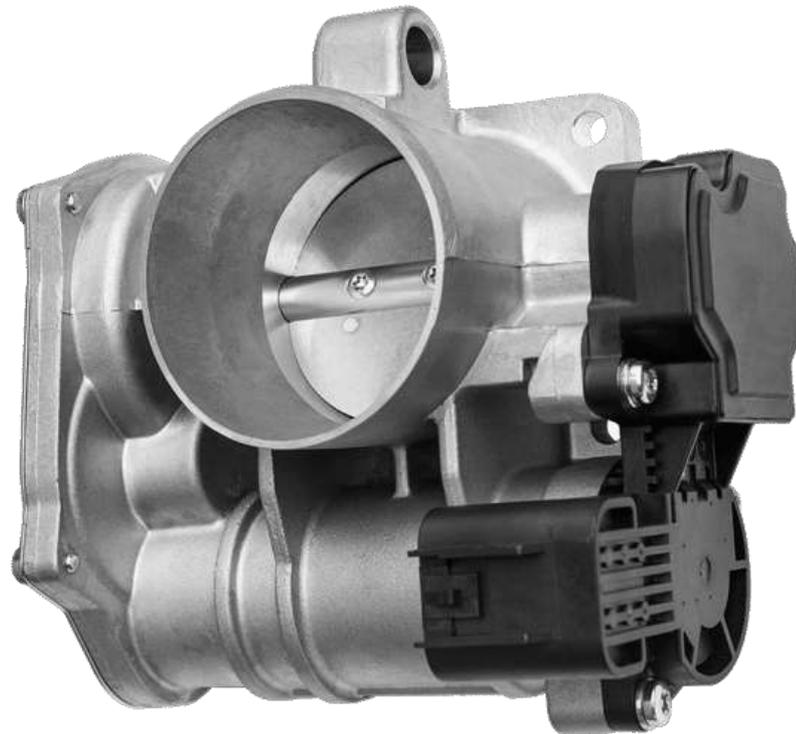
- O regulador de pressão tem a função de manter a pressão do combustível estável no sistema, pode ser montado na galeria de combustível, na linha de combustível ou, como nos sistemas mais atuais, juntamente com a bomba de combustível dentro do tanque.



MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

INJEÇÃO ELETRONICA - ATUADORES

- Corpo de Borboleta
 - O módulo de injeção eletrônica comanda o corpo de borboletas, que por sua vez controla a aceleração do motor, aumentando a vazão do ar admitido pelo motor e controlando assim a rotação de marcha-lenta, nele fica normalmente instalado o atuador de marcha-lenta bem como o sensor de ângulo de borboleta
 - Nos veículos com sistema wireless (comando sem cabo de acelerador), há um sistema com um motor elétrico que tem a função de atuador de marcha lenta e que recebe o sinal do acelerador e aciona a borboleta conforme o comando do usuário para as acelerações normais e do módulo para controle da marcha-lenta.



MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

INJEÇÃO ELETRÔNICA - ATUADORES

- Atuador do comando de válvulas variável
 - O sistema variável de comando das válvulas tem a função de adequar o momento de abertura e fechamento das válvulas de admissão, de acordo com o regime de rotação exigido, beneficiando o torque máximo ou a potência máxima desenvolvida.
 - O módulo de injeção controla a eletroválvula que quando acionada obriga o comando de válvulas a “adiantar” ou “atrasar” o momento de abertura e fechamento de válvulas de admissão do motor, de acordo com a programação do módulo.



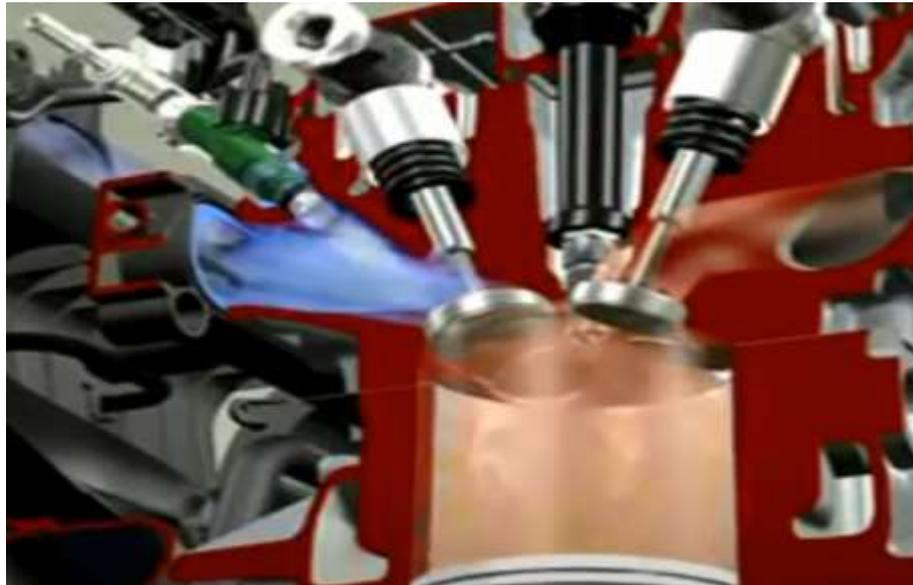
MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

INJEÇÃO ELETRÔNICA DIRETA – GDI(Gasoline Direct Injection)

- Esse sistema de injeção é, na essência, o mesmo sistema que vimos até aqui com todos os mesmos tipos de recursos com suas devidas adequações, porém com duas diferenças principais:
 - O combustível é injetado direto na câmara de combustão;
 - A pressão de trabalho é na casa dos 220 bar.
- Esse sistema permite uma melhor adequação do turbo compressor, o que reflete em termos de possibilidade de redução de cilindrada dos motores sem perda de performance e com um importante ganho de eficiência que se traduz em redução de consumo e emissões.

Injeção Indireta Convencional

No duto de admissão, antes da válvula



Injeção Direta

Na câmara de combustão, depois da válvula



MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA



MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA – DIESEL

- Como já dito anteriormente os motores diesel são motores de ignição espontânea(MIE), o combustível se inflama ao ser pulverizado sob alta pressão(por volta de 350bar) devido a altíssima temperatura em que se encontra o ar dentro da câmara de combustão, essa alta temperatura é obtida pela compressão do ar que faz com que a temperatura aumente.
- Ao contrario do motor de ciclo OTTO no motor diesel não há um sistema de borboleta que dosa a quantidade de ar a ser admitida, o motor irá sempre aspirar o máximo de ar que o sistema de admissão permitir em termos de vazão.
- O controle de aceleração e carga do motor é feito única e exclusivamente pela dosagem de combustível injetado na câmara de combustão, dessa forma não haveria limite de rotação, caso alimentássemos o motor sem controle algum e o motor não falhasse mecanicamente por excesso de rotação. Tanto é que a única forma de parar um motor diesel é cortando a alimentação de combustível.
- Há vários sistemas de alimentação de motores diesel, porém há 2 mais utilizados nos motores mais antigos, quando não havia regulamentação tão apertada de emissões, são eles:
 - Bomba injetora tipo distribuidor ou rotativa;
 - Bomba injetora em linha.
- Nos motores mais modernos que tem que atender os limites de emissões, é utilizado o sistema Common Rail, que é um sistema muito semelhante ao sistema de injeção eletrônica dos motores de ciclo OTTO no seu conceito de funcionamento, respeitando-se as diferenças intrínsecas para atender o motor diesel.
- Nessa aula de hoje iremos abordar a bomba injetora rotativa ou tipo distribuidor.

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

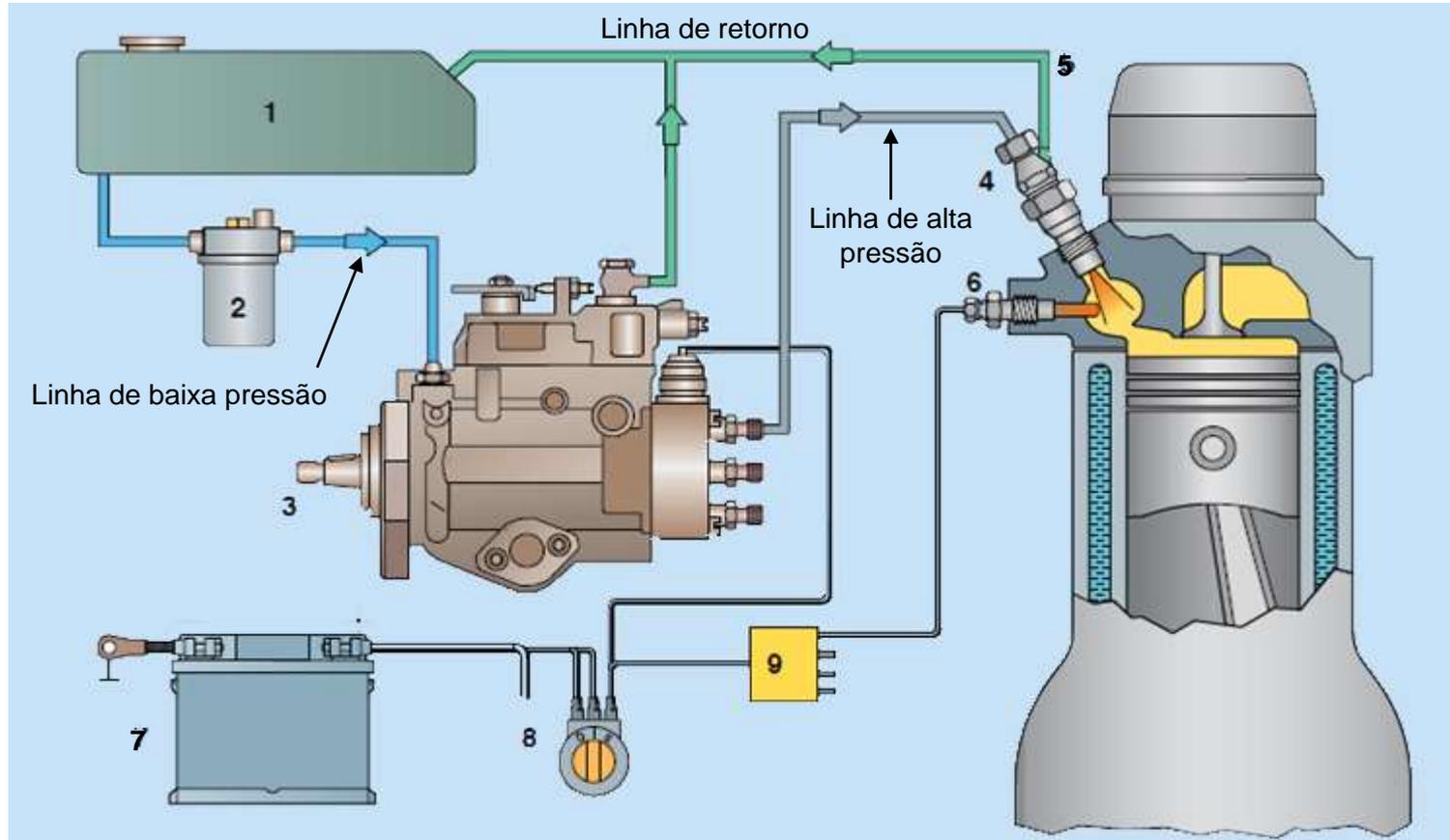
BOMBA INJETORA ROTATIVA

- Além da bomba injetora o sistema de alimentação envolve ainda :
 - Tanque de combustível;
 - Filtros de combustível;
 - Bicos injetores;
 - Tubulação de alta pressão;
 - Regulagem e controle da rotação;
 - Regulagem do início da injeção(quando necessário).
- O processo de combustão depende principalmente da quantidade e da maneira como o combustível é levado para a câmara de combustão. Os principais critérios são:
 - Ponto e duração DA INJEÇÃO;
 - Distribuição do combustível na câmara de combustão;
 - Ponto de início da combustão;
 - Quantidade de combustível injetado X grau de virabrequim;
 - Volume total injetado de acordo com a carga do motor;
- Para o perfeito funcionamento do motor diesel é necessário otimizar a combinação desses fatores de influencia.
- A bomba injetora trabalha acoplada e sincronizada ao comando de válvulas, através de uma correia dentada, corrente ou engrenagem. É feito dessa forma para que a bomba gire na mesma rotação do comando e para que as injeções de combustível aconteçam no momento certo para cada cilindro, da mesma forma que a faísca nos motores de ciclo OTTO. O sentido de giro da bomba depende do motor e seu projeto é adequado a esse sentido de giro.

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA BOSCH

- Sistema da bomba injetora rotativa com regulagem mecânica



- 1 – Tanque de combustível
- 2 – Filtro de combustível
- 3 – Bomba distribuidora rotativa
- 4 – Porta injetor com bico
- 5 – Retorno de combustível

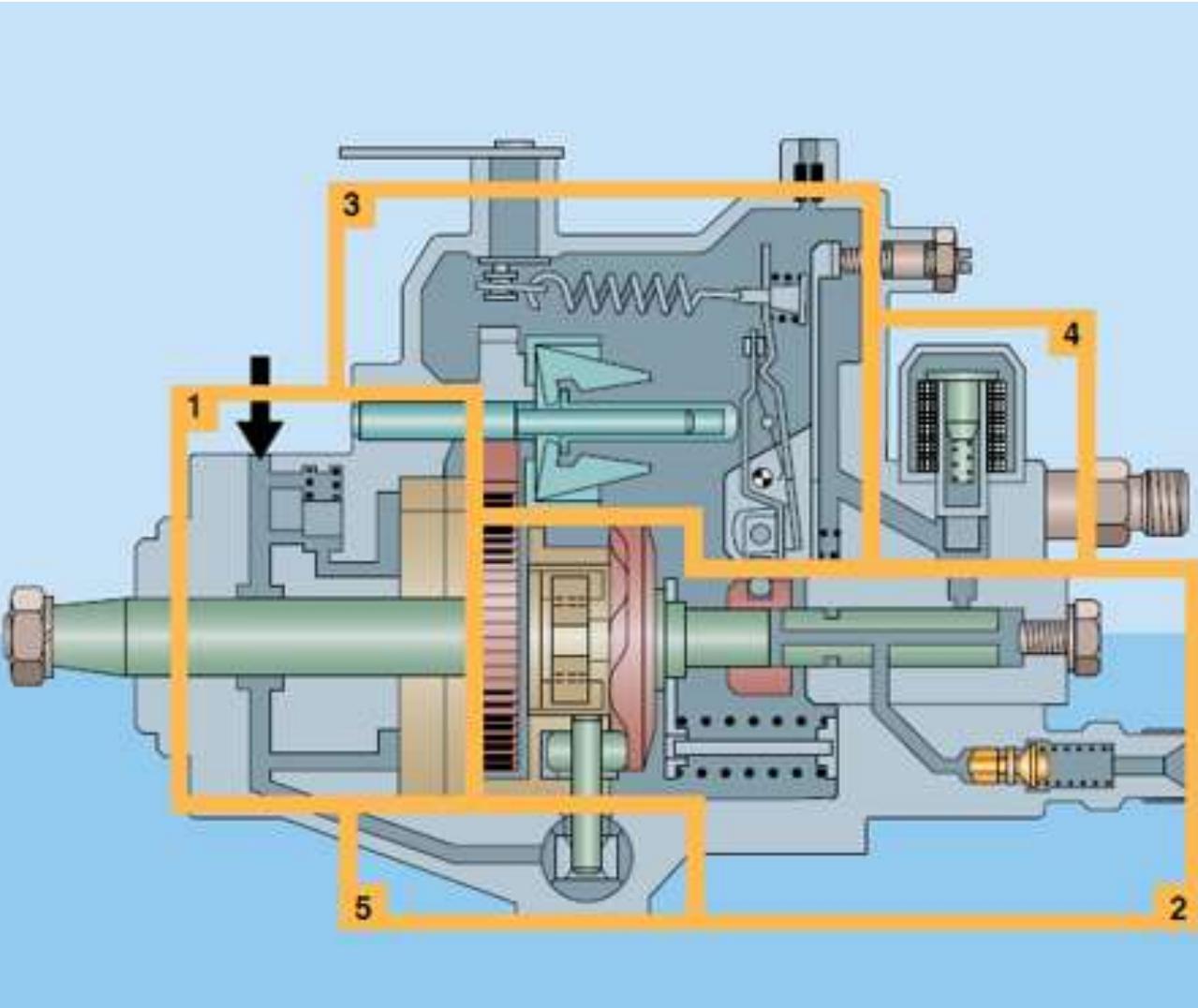
- 6 – Vela de pino incandescente
- 7 – Bateria
- 8 – Chave de ignição
- 9 – Temporizador de pré-aquecimento

Video de funcionamento da bomba <https://www.youtube.com/watch?v=ui2XbMCyae4>

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA

- Sistema da bomba injetora rotativa com regulagem mecânica



Grupos de componentes e suas funções

1 – Bomba alimentadora de palhetas com válvula reguladora de pressão: Aspira combustível do tanque e alimenta a bomba injetora;

2 – Bomba de alta pressão com distribuidor; Produz alta pressão de injeção e distribui o combustível para os cilindros;

3 – Regulador mecânico de rotação: Faz a regulagem da rotação, modifica o volume de débito por meio de dispositivo de regulagem dentro da faixa de regulagem;

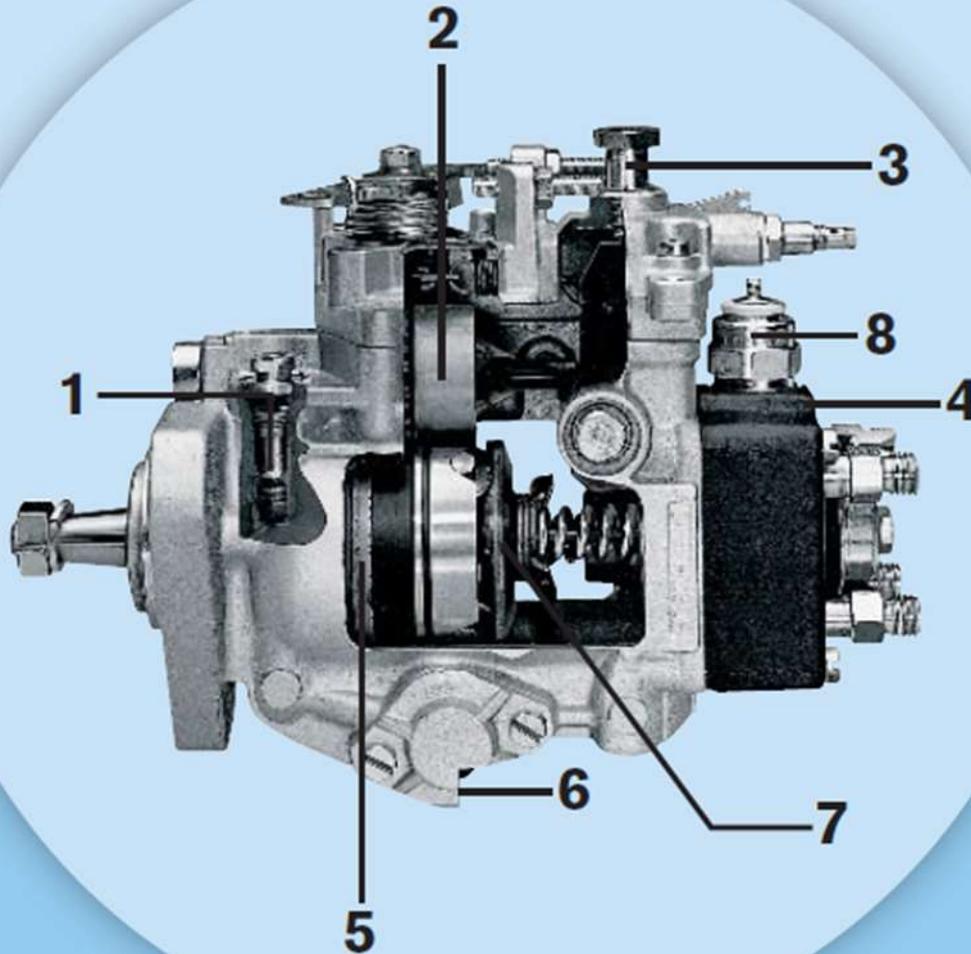
4 – Válvula eletro magnética de parada: interrompe o débito de combustível parando o motor;

5 – Avanço de injeção: regula o avanço da injeção e, em parte, da carga.

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA

- Sistema da bomba injetora rotativa com regulagem mecânica



Localização dos componentes

1 – Válvula reguladora de pressão;

2 – Grupo do regulador de rotação;

3 – Estrangulador;

4 – Corpo do distribuidor com bomba de alta pressão;

5 – Bomba alimentadora de palhetas;

6 – Regulador de injeção;

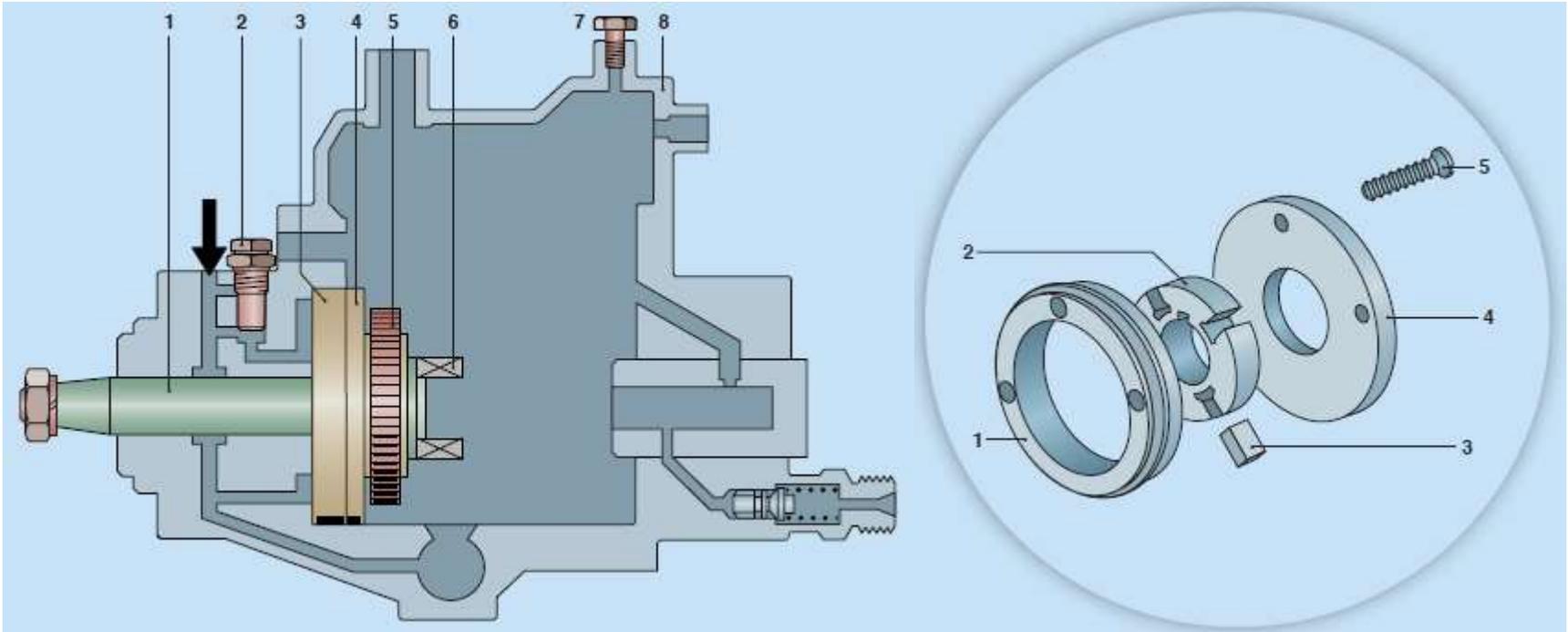
7 – Came de comando;

8 – Válvula eletromagnética de parada.

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA

- Bomba Alimentadora – Baixa pressão



Conjunto da bomba alimentadora de palhetas, válvula reguladora de pressão e estrangulador de retorno:

- 1 – Eixo de acionamento;
- 2 – Válvula reguladora de pressão;
- 3 – Anel excentrico;
- 4 – Anel de apoio;
- 5 – Acionamento do regulador;
- 6 – Garra do eixo de acionamento;
- 7 – Estrangulador de retorno;
- 8 – Carcaça da bomba.

Componentes do conjunto da bomba alimentadora:

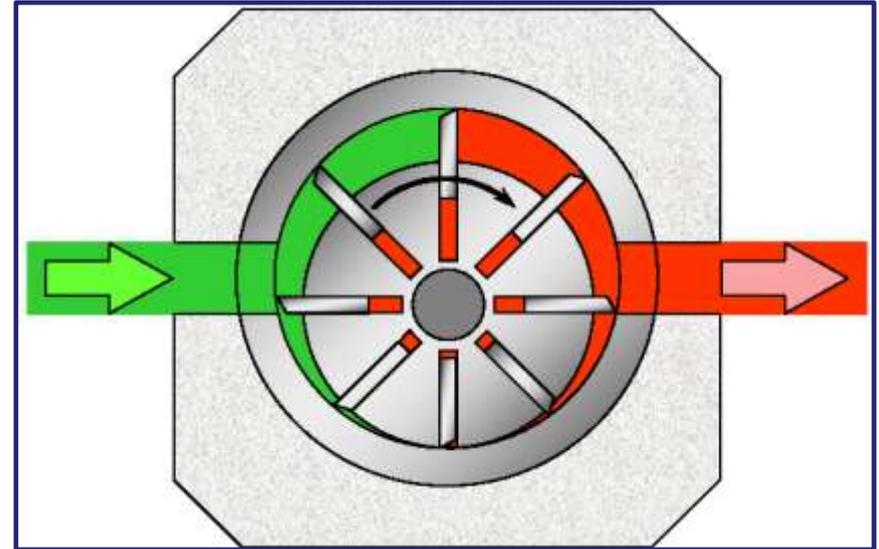
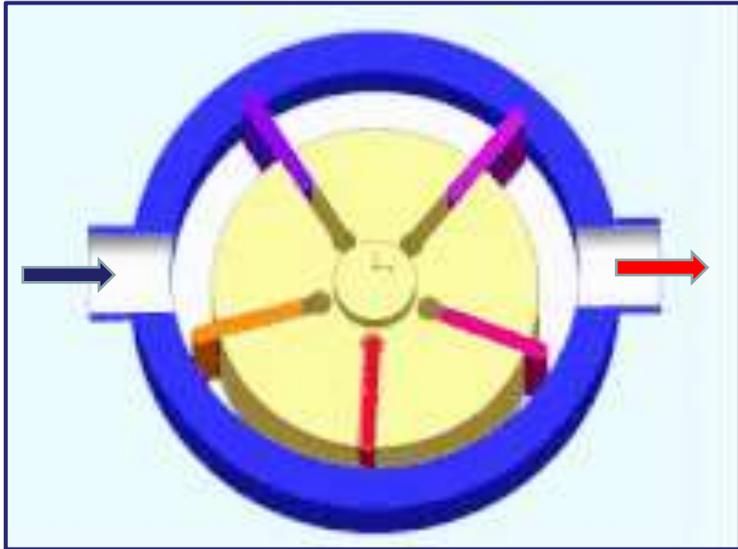
- 1 – Anel excentrico;
- 2 – Disco de palhetas;
- 3 – Palheta;
- 4 – Arruela de fechamento;
- 5 – Parafuso de fixação.

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA

- Bomba Alimentadora – Baixa pressão – Funcionamento

- A bomba alimentadora trabalha ligada ao eixo da bomba injetora, com essa rotação é gerada uma força centrífuga que empurra as palhetas para fora fazendo com que as mesmas fiquem sempre em contato com o anel excêntrico, dessa forma aspirando o diesel do tanque em uma câmara conhecida como “salsicha”. Na sequência o diesel é comprimido até atingir a outra câmara da bomba, conhecida como “rim”, e é injetada na câmara de baixa pressão da bomba injetora.
- A pressão no interior da bomba é proporcional a rotação, e é limitada pela válvula reguladora de pressão que faz recircular o diesel excedente para a admissão da bomba alimentadora, o restante do excedente volta para o tanque através do estrangulado



MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

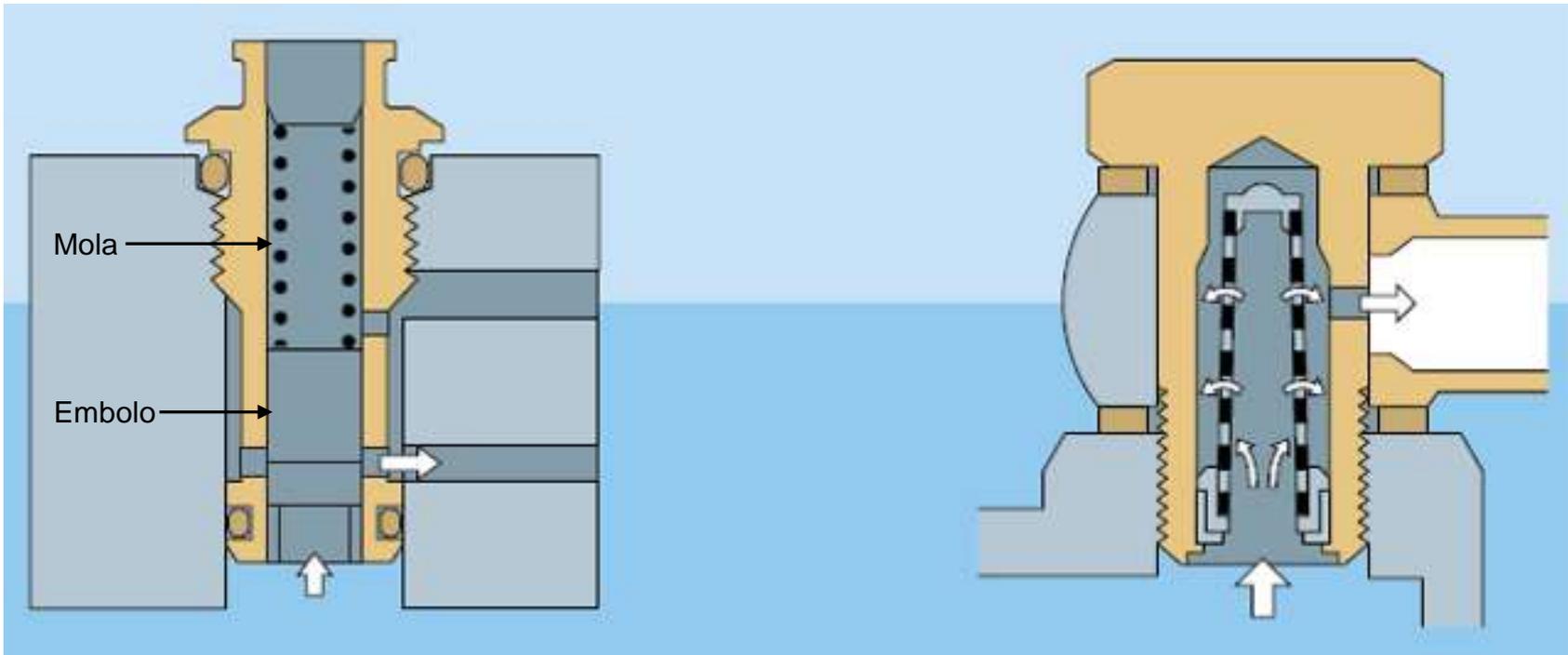
BOMBA INJETORA ROTATIVA

Válvula Reguladora de Pressão

A pressão interna da bomba aumenta com a rotação até um valor que consiga vencer a mola da válvula, a partir daí o embolo da válvula é empurrado liberando a passagem do diesel para a entrada da bomba alimentadora

Estrangulador

Da quantidade de combustível que vai para dentro da bomba injetora, uma parte é enviada aos bicos e o excedente volta para o tanque através do retorno onde está localizado o estrangulador(parafuso oco), garantindo assim o arrefecimento da bomba bem como sangria constante.

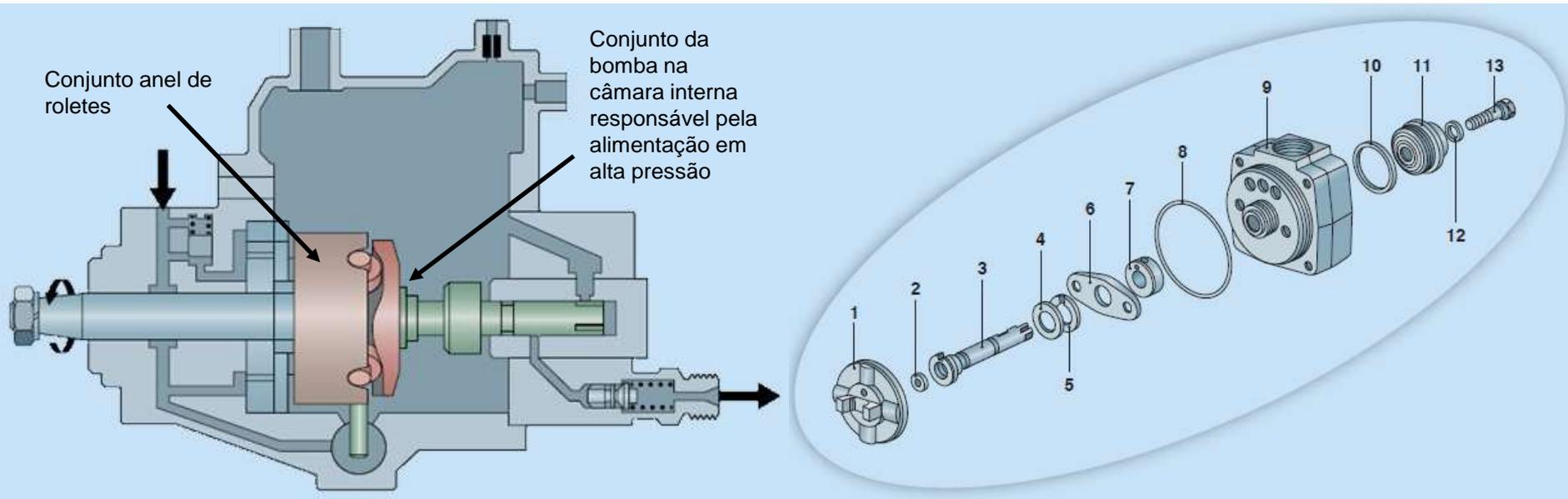


MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA

Bomba de Alta pressão

- Sua função é gerar a alta pressão necessária à injeção e distribuir o combustível para as câmaras de combustão dos cilindros.



Componentes do conjunto da bomba de Alta Pressão alimentadora:

1 – Came de comando;
2 – Arruela de compensação;
3 – Pistão distribuidor;
4 – Arruela de compensação;
5 – Anel de encosto;
6 – Prato de molas;
7 – Bucha reguladora;

8 – Anel de vedação;
9 – Corpo distribuidor/Cilindro de comando;
10 – Anel de vedação;
11 – Bujão central;
12 – Anel de vedação;
13 – Parafuso de sangria.

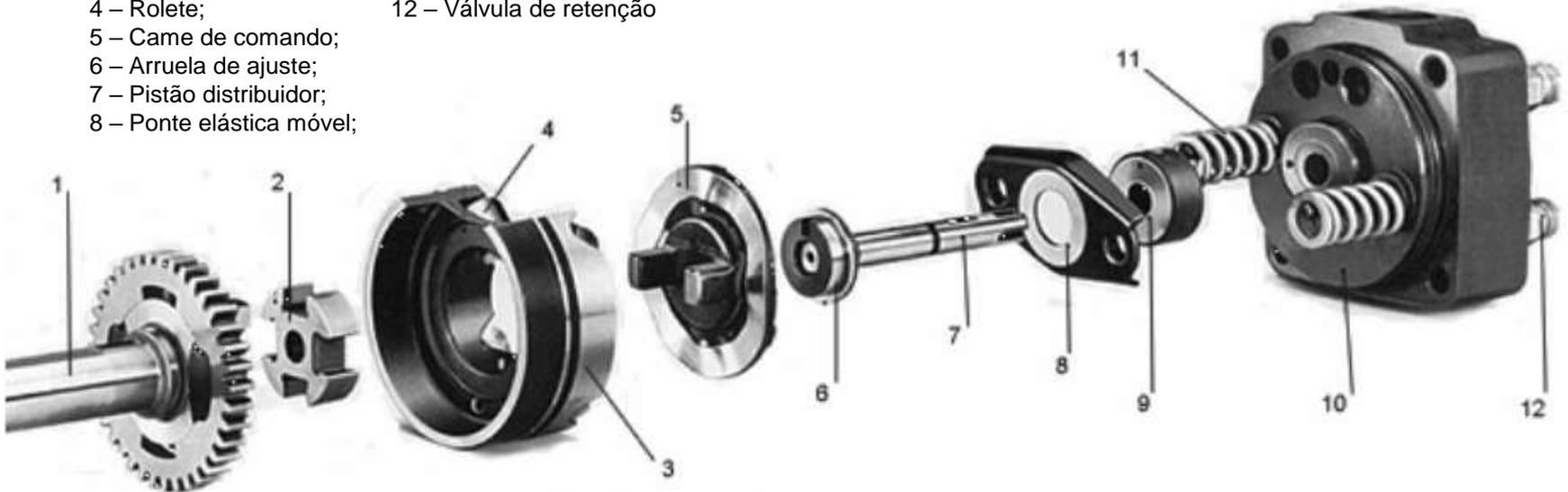
MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA

- Bomba de Alta Pressão – Funcionamento

- O movimento rotativo do eixo de acionamento da bomba é transmitido ao pistão distribuidor por meio de um acoplamento, esse mesmo acoplamento movimenta o came de comando que trabalha sobre o anel de roletes de forma a executar um movimento axial, que é transmitido ao pistão distribuidor.
- O pistão distribuidor executa um movimento rotativo e axial(vai-e-vem). Quando o pistão distribuidor retorna ao PMI(ponto morto inferior)Libera a entrada de Diesel na câmara de alta pressão através de um ods rasgos de alimentação. O pistão distribuidor avança, comprimindo o combustível na câmara de alta pressão até atingir o PMS(ponto morto superior) enviando o combustível para o cilindro da vez, através do porta válvula.
- O conjunto pistão e came de comando são empurrados contra o anel de roletes por duas molas garantindo que sempre estarão encostados, evitando que o came de comando e o pistão distribuidor mudem de posição devido a rotação e/ou força centrífuga.

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 1 – Eixo de acionamento; | 9 – Bucha reguladora; |
| 2 – Acoplamento; | 10 – Corpo distribuidor; |
| 3 – Anel de roletes; | 11 – Molas; |
| 4 – Rolete; | 12 – Válvula de retenção |
| 5 – Came de comando; | |
| 6 – Arruela de ajuste; | |
| 7 – Pistão distribuidor; | |
| 8 – Ponte elástica móvel; | |



MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

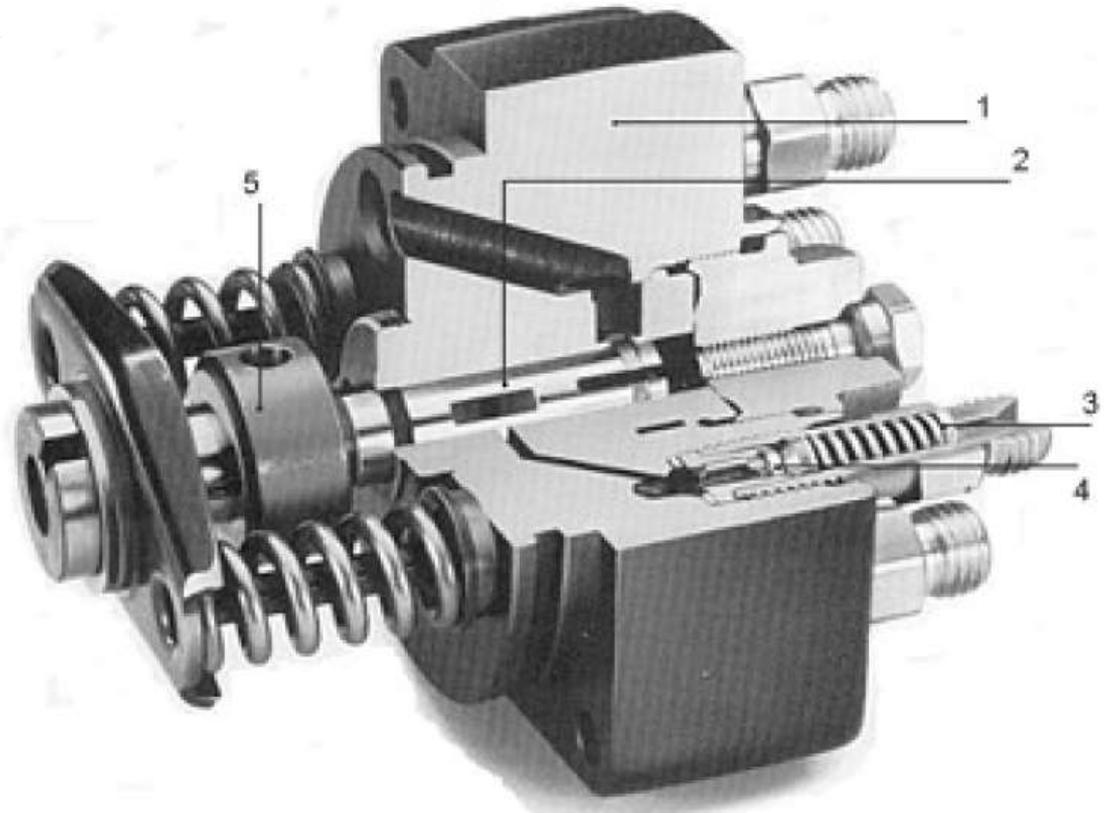
BOMBA INJETORA ROTATIVA

- Bomba de Alta Pressão – Funcionamento

- O came de comando, além da função de acionamento do pistão distribuidor é responsável pela pressão de injeção bem como pela sua duração. Os parâmetros determinantes são o curso e a velocidade de elevação (curva da rampa) do pistão distribuidor.
- Esses dois parâmetros estão diretamente ligados aos detalhes de projeto de cada motor: tipo de câmara de combustão, cilindrada, número de cilindros, etc. Por esta razão cada motor com sua devida configuração demanda o desenvolvimento e cálculo de um came de comando distinto com sua própria curva característica, em função dessas peculiaridades é que cames de comando não são sempre intercambiáveis entre si.

Conjunto de corpo distribuidor e pistão distribuidor

- 1 – Corpo Distribuidor;
- 2 – Pistão Distribuidor;
- 3 – Conector de saída;
- 4 – Válvula de retenção de saída;
- 5 – Bucha reguladora;



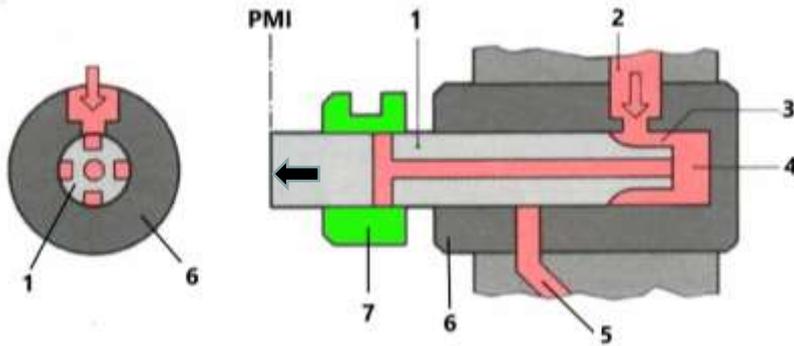
MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA

Bomba de Alta Pressão – Funcionamento

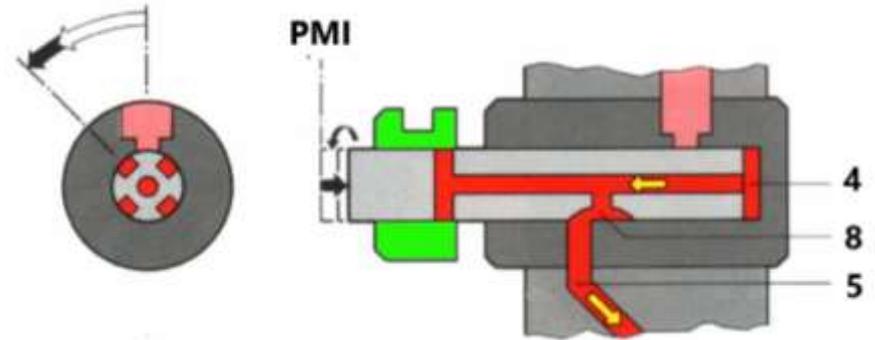
Entrada de Combustível

Com o pistão distribuidor (1) em PMI, o combustível entra na câmara de alta pressão (4), através do canal de entrada (2) e a ranhura de controle (3)



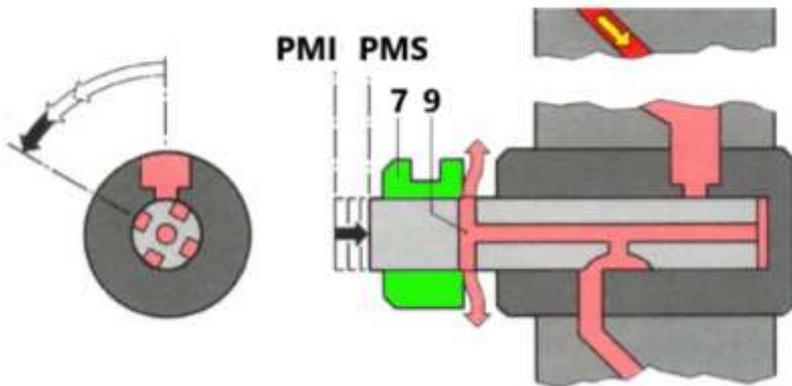
Alimentação de Combustível

Durante o curso de PMI para PMS, o pistão distribuidor fecha o canal de entrada (2), comprimindo a alta pressão o combustível que está na câmara de compressão (4), simultaneamente o giro do pistão (1) faz com que a ranhura de distribuição (8) coincida com a saída de alta pressão do próximo cilindro a ser alimentado (5)



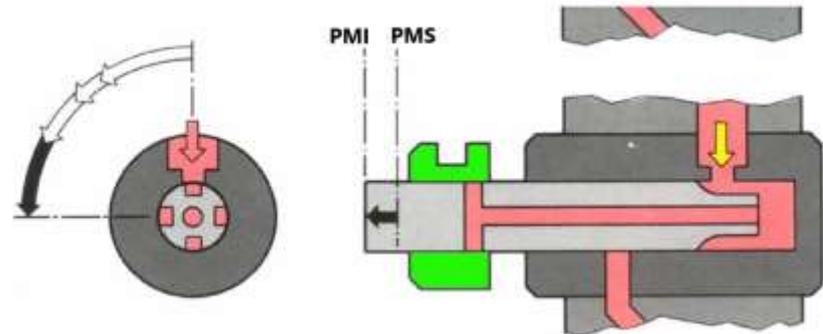
Fim da Alimentação

A alimentação é encerrada quando a bucha reguladora (7) abre os orifícios de descarga (9)



Entrada de Combustível para o próximo Cilindro

Ao retornar ao PMI e com o giro do pistão é fechada a ranhura de distribuição (8) e se abre um canal de entrada (2) para começar novamente o ciclo de injeção da bomba para outro cilindro



MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

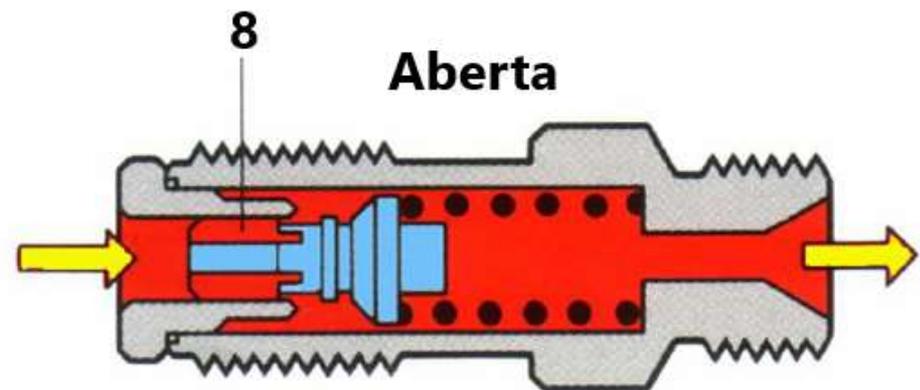
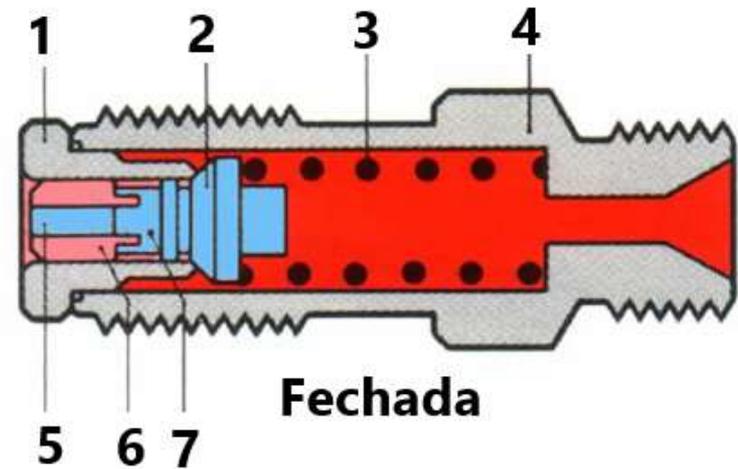
BOMBA INJETORA ROTATIVA

Bomba de Alta Pressão – Funcionamento

Na saída de combustível para os injetores existe uma válvula de retenção de pressão para que a pressão na canalização até o bico injetor seja mantida enquanto aguarda a próxima injeção, evitando assim defasagens devido ao tempo de enchimento dos tubos.

Válvula de retenção de alta pressão

- 1 – Assento da válvula;
- 2 – Sede do embolo da válvula;
- 3 – Mola da válvula;
- 4 – Corpo da válvula de retenção;
- 5 – Haste da válvula;
- 6 – Embolo de descarga;
- 7 – Ranhura radial;
- 8 – Ranhura axial.



MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA

Controle Mecânico da Dosagem de Combustível e Rotação

- Os motores tendem a acelerar por conta própria, para neutralizar esse efeito é usado um mecanismo que regula a rotação através da dosagem de combustível.
- A função completa é manter a rotação dentro de uma faixa pré-estabelecida para não haver risco de segurança para as pessoas e o motor por excesso de rotação e também para garantir uma rotação de marcha lenta adequada ao uso.
- Funções:
- Partida e Regulagem de Marcha Lenta: O mecanismo faz com que o motor de partida e trabalhe em um regime pré-definido e ajustado de rotação.
- Controle do regime máxima rotação: Em caso de regime de plena carga o regulador atua no sistema reduzindo a quantidade de combustível que alimenta o motor limitando assim sua rotação.
- Controle de regimes intermediários: É realizado também pelo regulador que trabalha sempre buscando o equilíbrio entre os componentes do sistema (contra-pesos, molas e alavancas)

Princípio de funcionamento do sistema de controle de rotação

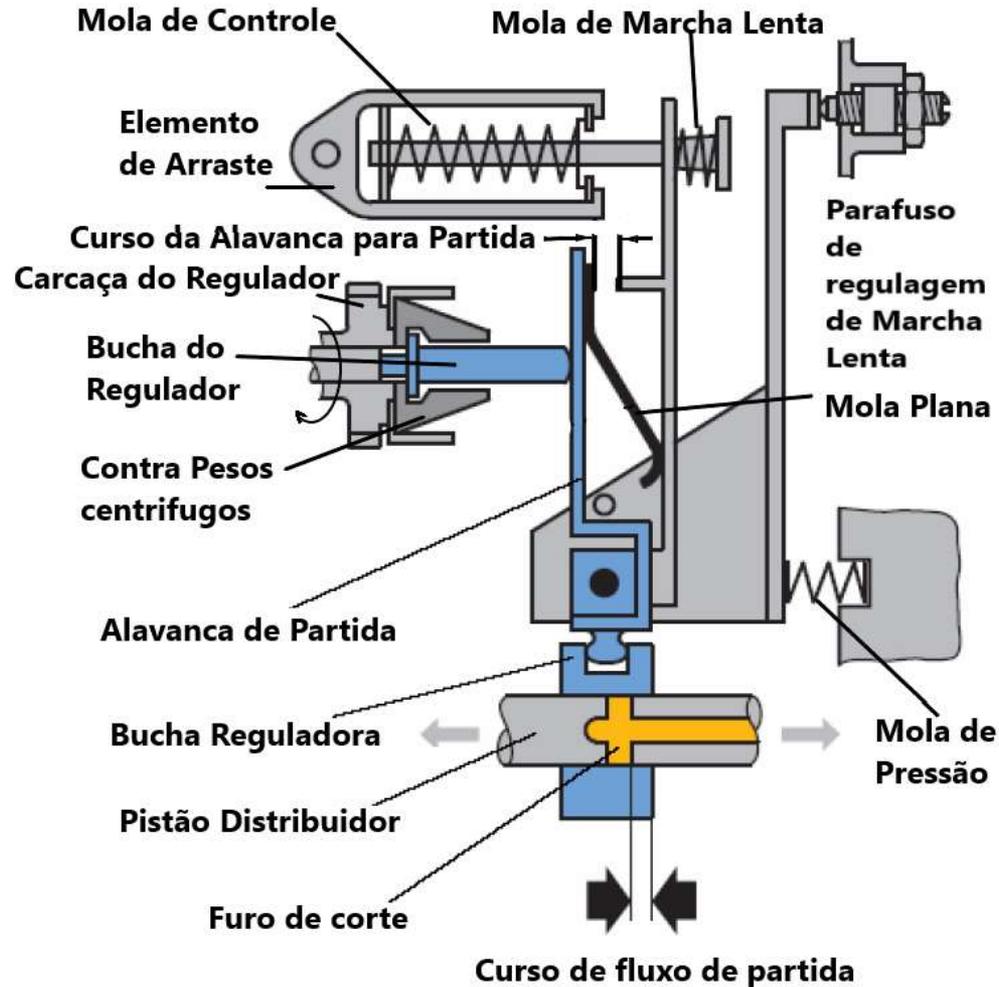
- Os contra pesos centrífugos e sua carcaça, a mola de ajuste e o grupo da alavancas, são movidos pelo eixo de arrasto da bomba. Eles giram no eixo de ajuste solidário ao corpo da bomba. O movimento radial dos pesos centrífugos transmite deslocamento axial para a bucha do regulador, que com sua força e curso define a posição do conjunto regulador.
- O conjunto de alavancas, molas e bucha reguladora transmitem o movimento definido pelo regulador para a bucha controladora que dosa o furo de corte no pistão distribuidor.

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA

Controle Mecânico da Dosagem de Combustível e Rotação - Partida

- Quando motor está desligado, os contra pesos estão totalmente recolhidos e dessa forma a bucha do regulador está em uma posição onde há um curso adicional para a alavanca de partida que impõe a bucha reguladora um curso tal que cobre totalmente o furo de corte do pistão regulador de forma que o débito de combustível é total para os bicos

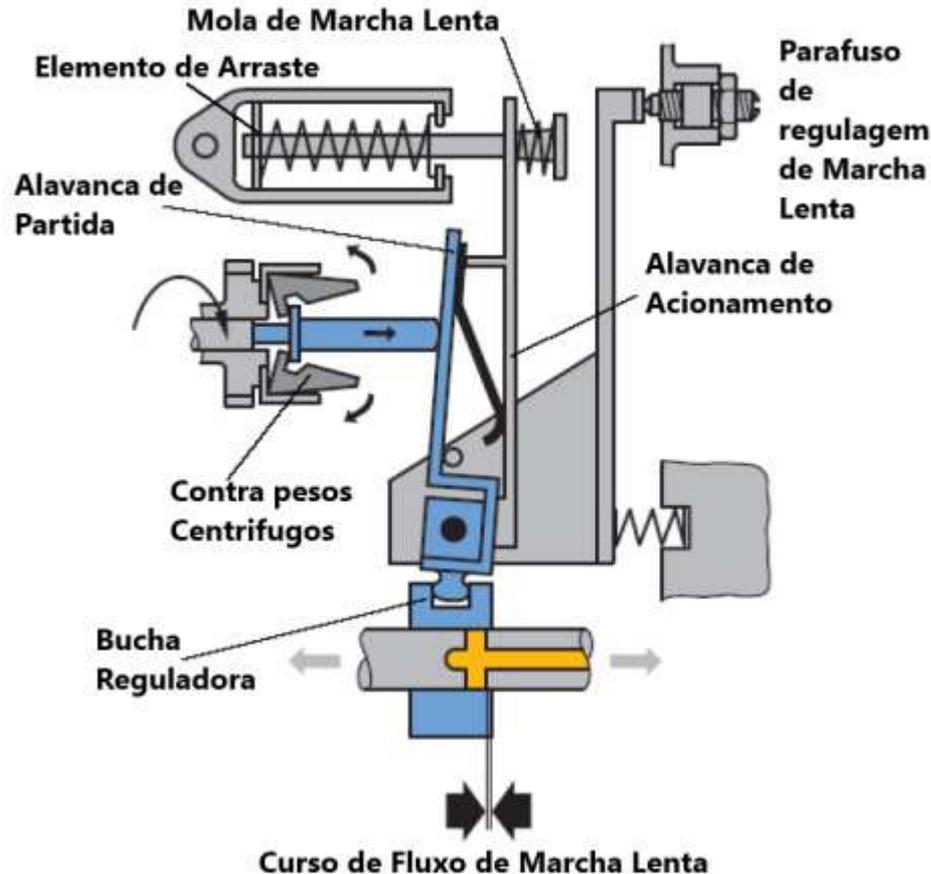


MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA

Controle Mecânico da Dosagem de Combustível e Rotação – Marcha Lenta

- Com o início de funcionamento do motor os contra pesos começam a abrir em função da rotação de tal forma que a bucha do regulador empurra o conjunto de alavancas promovendo um controle do curso de fluxo de marcha lenta deixando passar combustível pelo furo de corte em quantidade suficiente para manter o motor em marcha lenta, essa condição é regulada no para fuso de regulagem de marcha lenta garantindo um rotação mínima para o motor e controlada pela mola da marcha lenta. Lembrando sempre que os parâmetros de quantidade e curva de debito do combustível são definidos pelo perfil do came de comando da bomba.

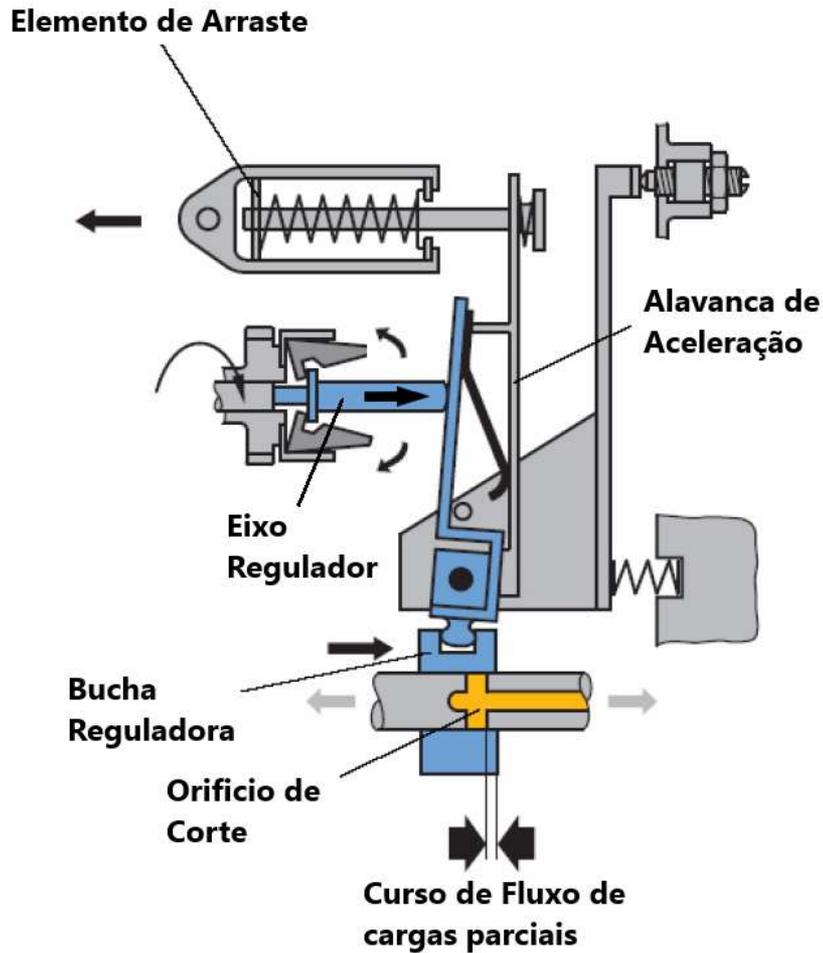


MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA

Controle Mecânico da Dosagem de Combustível e Rotação – Cargas Parciais

- Quando o acelerador é acionado e a mola de marcha lenta já está totalmente comprimida a regulação da rotação é feita pela mola de regulação dentro do elemento de arraste equilibrando o movimento das alavancas com o eixo regulador e impondo a bucha reguladora um curso tal que atende a necessidade do motor para as condições de cargas parciais. Lembrando sempre que os parâmetros de quantidade e curva de débito do combustível são definidos pelo perfil do came de comando da bomba.

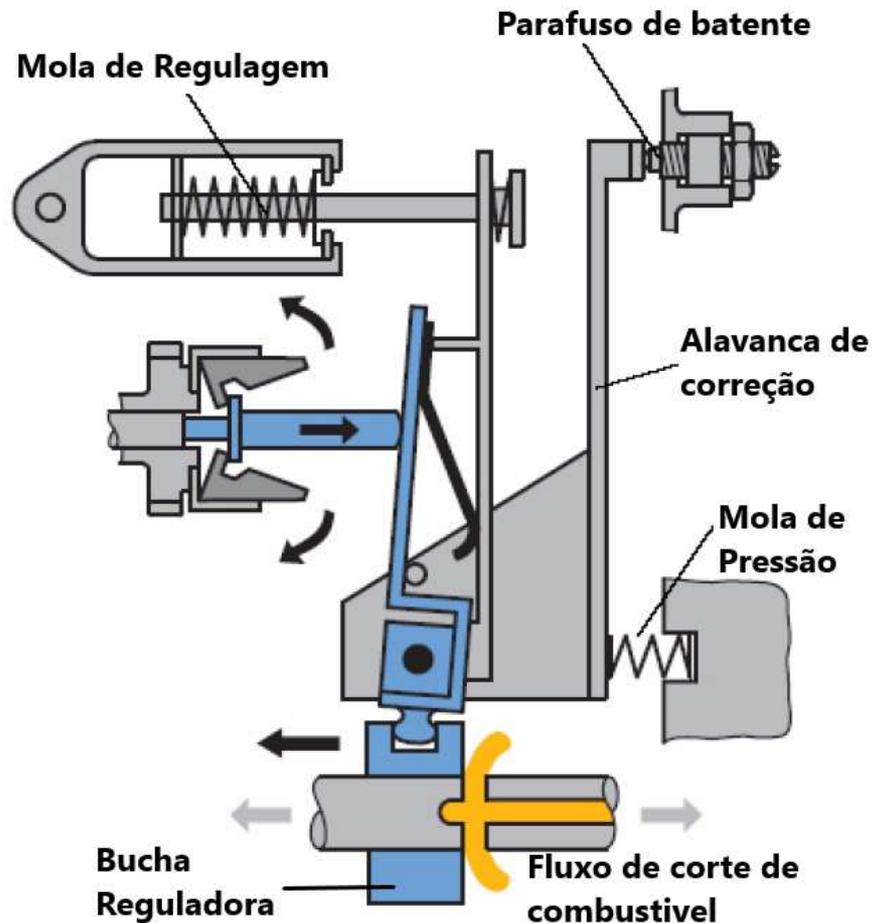


MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA

Controle Mecânico da Dosagem de Combustível e Rotação – Plena Carga

- Quando o acelerador é totalmente acionado a mola de regulagem dentro do elemento de arraste equilibra o movimento das alavancas contra o eixo regulador, que está totalmente avançado, e impõe à bucha reguladora um curso tal que atende a necessidade do motor para as condições de plenas cargas deixando uma grande quantidade de combustível retornar para dentro da bomba. Lembrando sempre que os parâmetros de quantidade e curva de débito do combustível são definidos pelo perfil do came de comando da bomba.



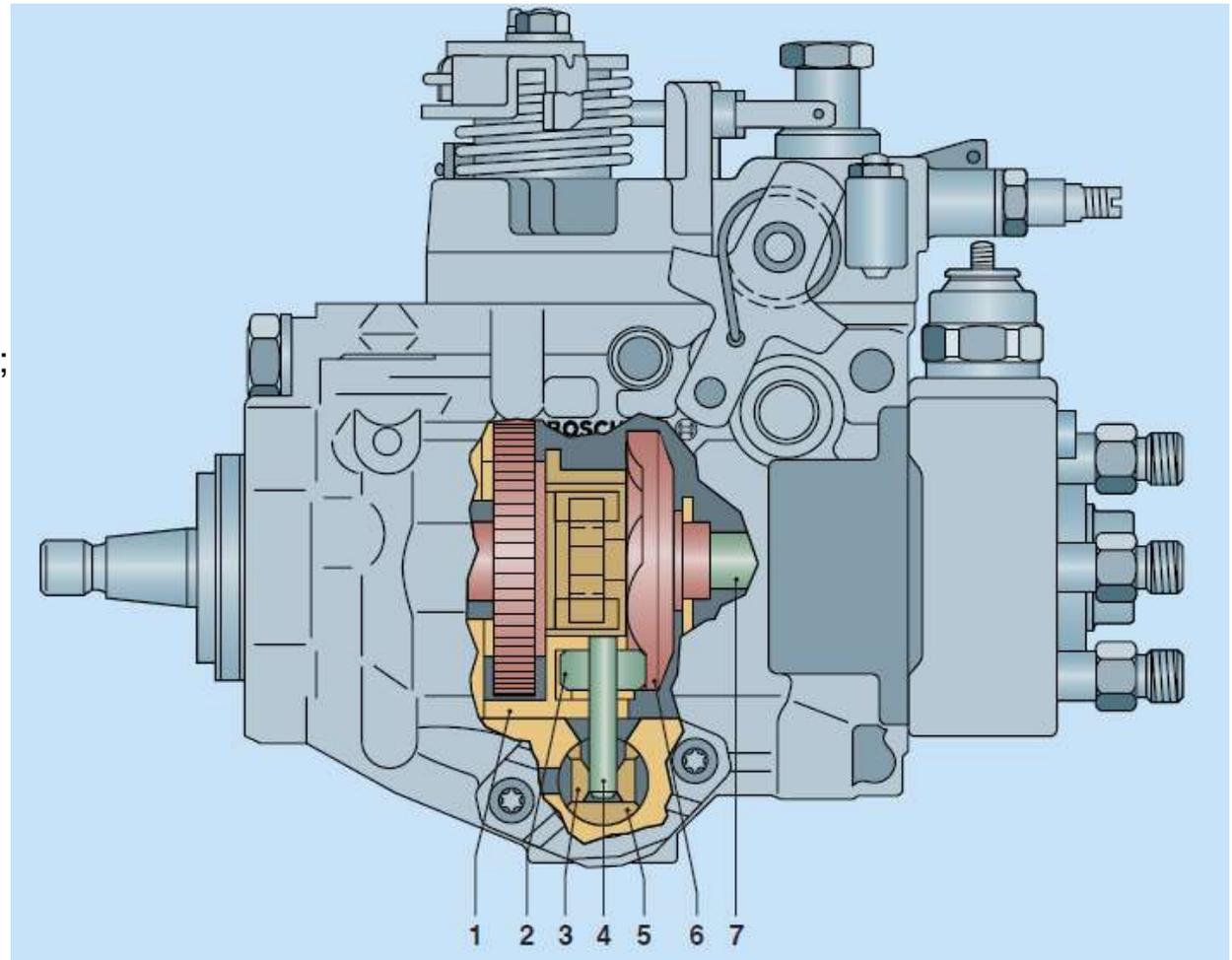
MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA

Sistema de avanço da injeção de combustível

- Como já comentado anteriormente a combustão de diesel passa por uma série de processos que demandam um certo avanço da injeção do combustível para melhor rendimento do motor, esse avanço é proporcionado pelo sistema de avanço da injeção na bomba injetora.
- Esse sistema está disposto como nas figuras a seguir:

- 1 – Porta roletes;
- 2 – Roletes;
- 3 – Bucha corrediça;
- 4 – Pino de arraste;
- 5 – Pistão de avanço da injeção;
- 6 – Came de comando;
- 7 – Pistão distribuidor.

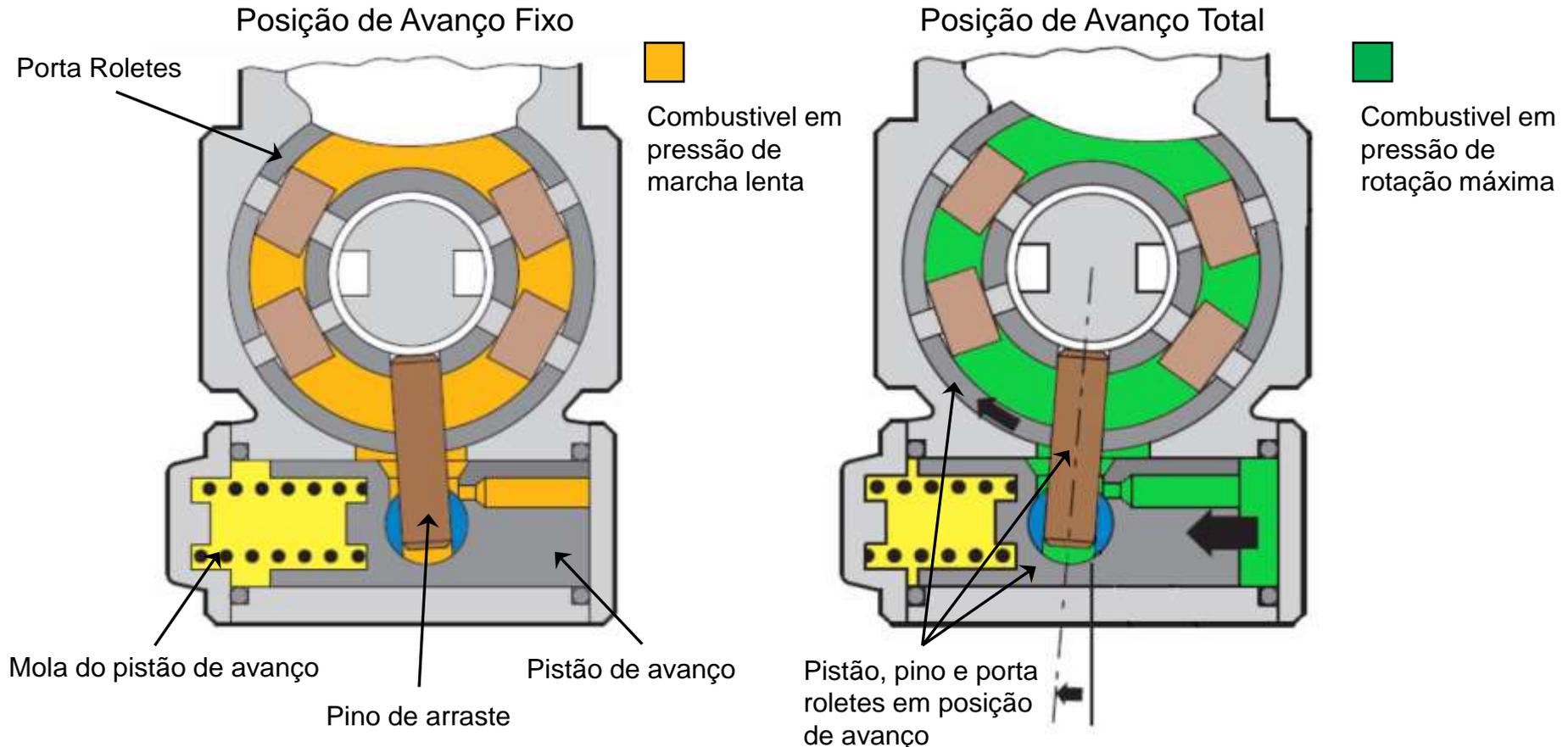


MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA

Sistema de avanço da injeção de combustível

- Conforme a rotação do motor sobe a pressão interna da bomba, gerada pela bomba alimentadora, empurra o pistão de avanço da injeção contra a mola do avanço.
- Atrelado ao pistão está o pino de arraste que é solidário ao porta roletes, com a movimentação do pistão a posição do porta rolete sofre um giro que impõe um avanço em relação ao alinhamento original do pistão distribuidor fazendo com que o combustível seja injetado antes.
- A carga da mola e o diâmetro do pistão do avanço definem a curva de avanço da injeção, curva essa que é definida na fase de calibração do motor.



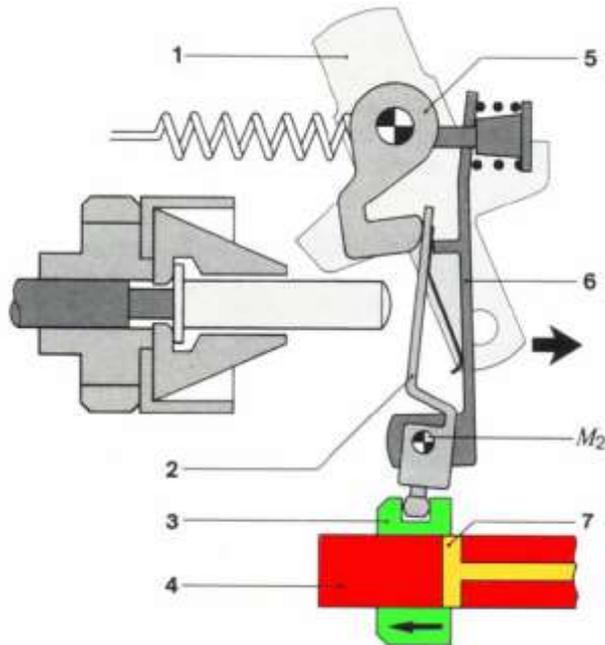
MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA

Sistema de parada do motor – corte de combustível mecânico e elétrico

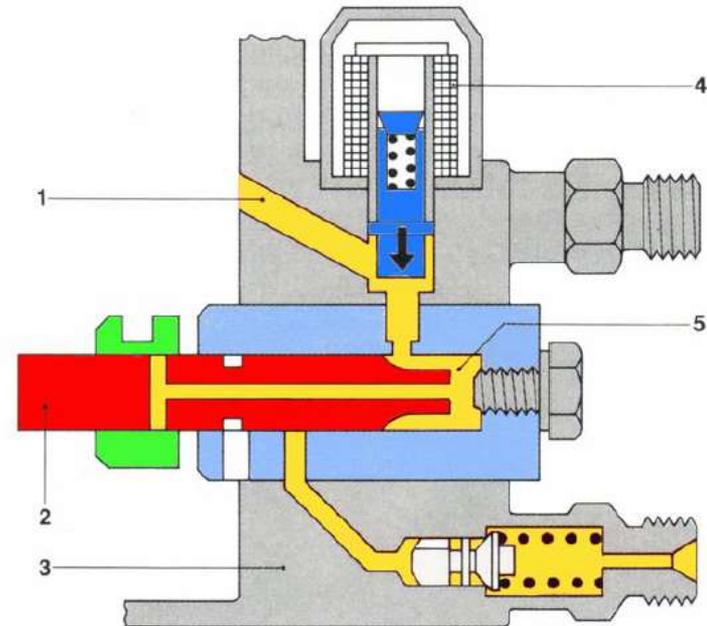
- Como o motor diesel é de combustão espontânea, a única forma de fazê-lo parar de funcionar é cortando o combustível que o alimenta, antigamente esse corte de combustível era feito mecanicamente de forma que um mecanismo de alavancas fazia com que a bucha reguladora ficasse recuada de tal forma que não ia combustível algum para a câmara de alta pressão.
- Nos motores mais modernos, mesmo que injeção mecânica existe um sistema elétrico que corta o combustível não o deixando ir para a câmara de alta pressão.

Sistema Mecânico



- 1 – Alavanca externa de Parada;
- 2 – Alavanca de partida e acionamento da bucha;
- 3 – Bucha Reguladora;
- 4 – Pistão distribuidor;
- 5 – Alavanca interna de parada;
- 6 – Alavanca de regulação;
- 7 – Canal de corte de combustível;

Sistema Elétrico

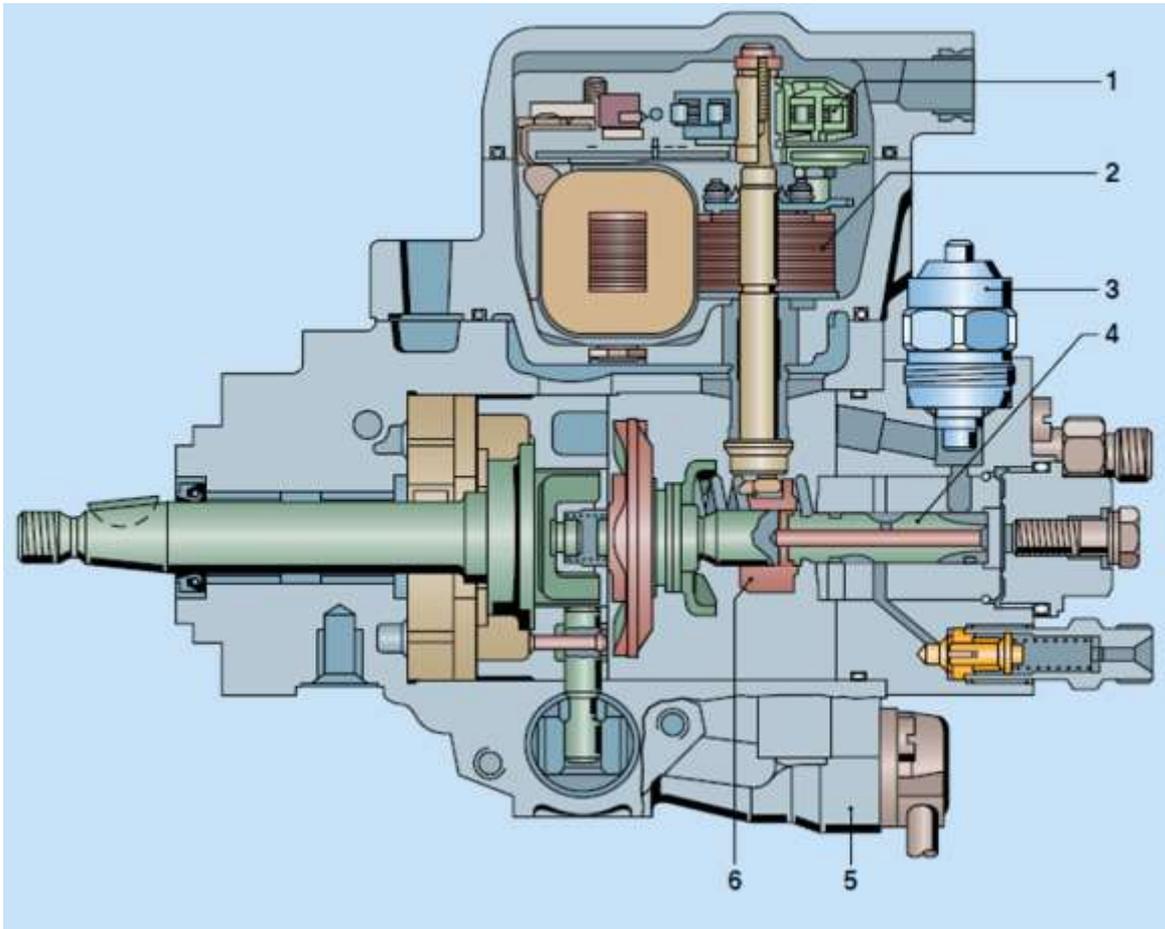


- 1 – Canal de alimentação da câmara de alta pressão;
- 2 – Pistão distribuidor;
- 3 – Corpo distribuidor;
- 4 – Válvula eletromagnética;
- 5 – Câmara de alta pressão;

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA ROTATIVA ELETRONICA

- Essa bomba funciona basicamente da mesma forma que a mecânica, exceto pelo fato de a regulação eletrônica considera requisitos adicionais.
- Por meio de medições elétricas, processamento flexível de dados e circuitos de regulação com atuadores elétricos, ela possibilita também o processamento de fatores que, mecanicamente, não podiam ser considerados. Permite também intercambio de dados com outros sistemas eletrônicos, como controle de tração e comando de cambio automático, integrando outros sistemas do veiculo.



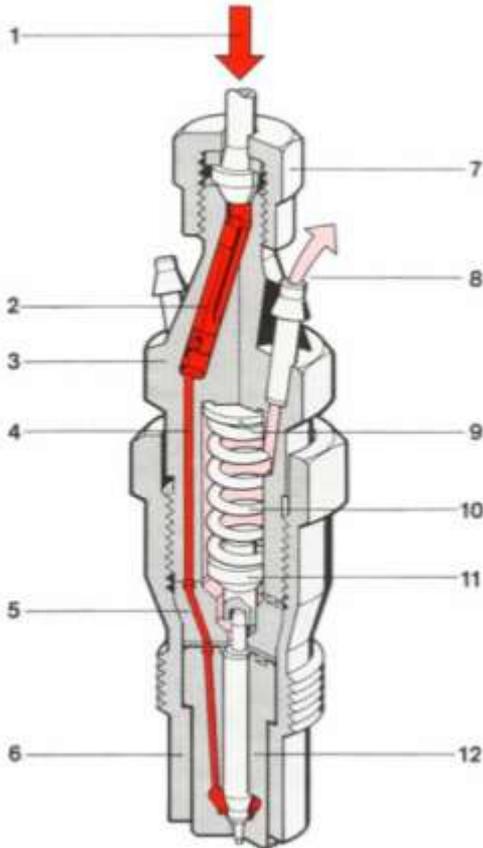
- 1 – Sensor de curso da bucha reguladora;
- 2 – Macanismo atuador magnético de volume de injeção;
- 3 – Válvula eletromagnética de parada;
- 4 – Pistão distribuidor;
- 5 – Válvula magnética para regulação do início de injeção;
- 6 – Bucha reguladora;

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

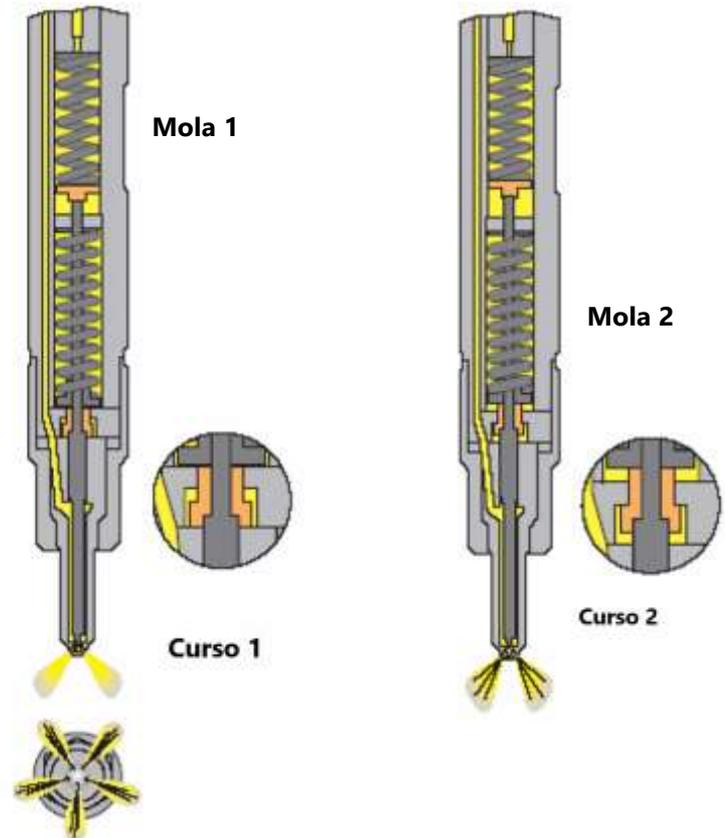
BICOS INJETORES

- Os injetores tem a função de introduzir o combustível na câmara de combustão rápida, precisa e pulverizadamente de acordo com a melhor condição para promover a melhor combustão possível.
- Estão submetidos a elevadas temperaturas, pressões e vibrações, para resistirem a essas condições e apresentarem performance adequada são fabricados sob apertadas classes de tolerâncias e com materiais extremamente nobres.
- Existem diversos tipos distintos de injetores no que diz respeito principalmente à forma como é a ponta do bico, mas todas as versões buscam um único resultado que é a melhor nebulização possível para proporcionar uma condição de combustão adequada.

- 1 – Entrada;
- 2 – Filtro em haste;
- 3 – Corpo do Suporte;
- 4 – Canal de Impulsão;
- 5 – Disco intermediário;
- 6 – Porca de fixação do injetor;
- 7 – Porca de fixação do tubo;
- 8 – Conexão para o retorno;
- 9 – Arruela de ajuste de pressão;
- 10 – Mola de compressão;
- 11 – Parafuso de pressão;
- 12 – Haste com ponta obturadora



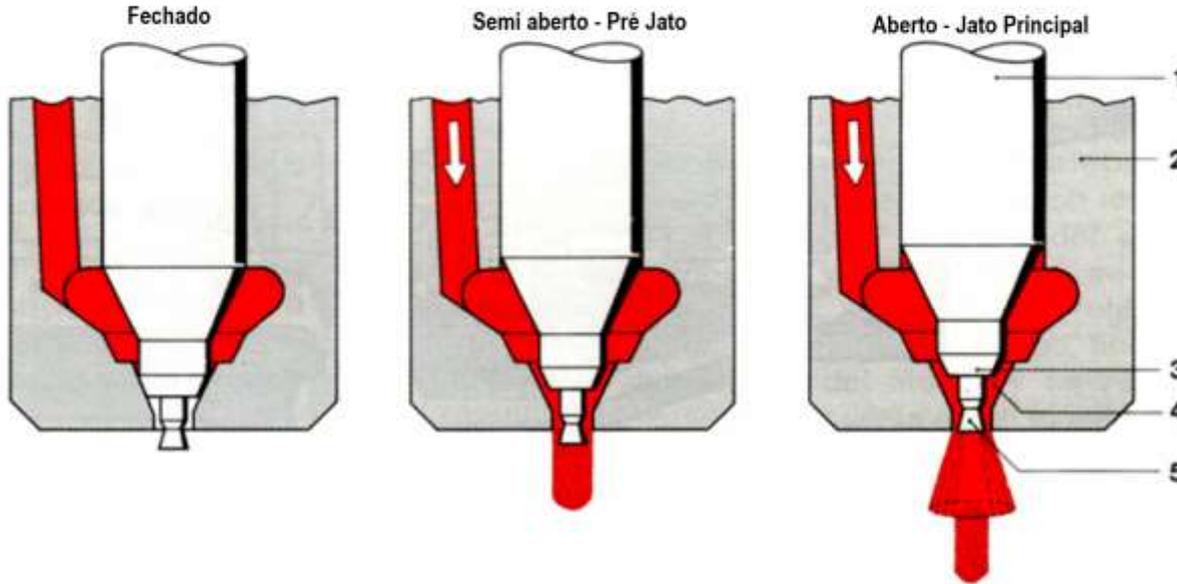
Injetor de duas molas ou dois estágios



MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

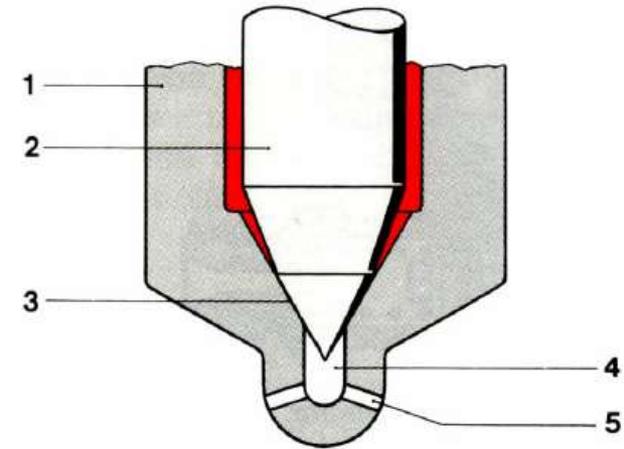
BICOS INJETORES

INJETOR DE PONTA ESTRANGULADORA



1 - Agulha do Injetor 2 - Corpo do Injetor 3 - Cone de impulsão 4 - Camara de Pressão 5 - Obturador do Injetor

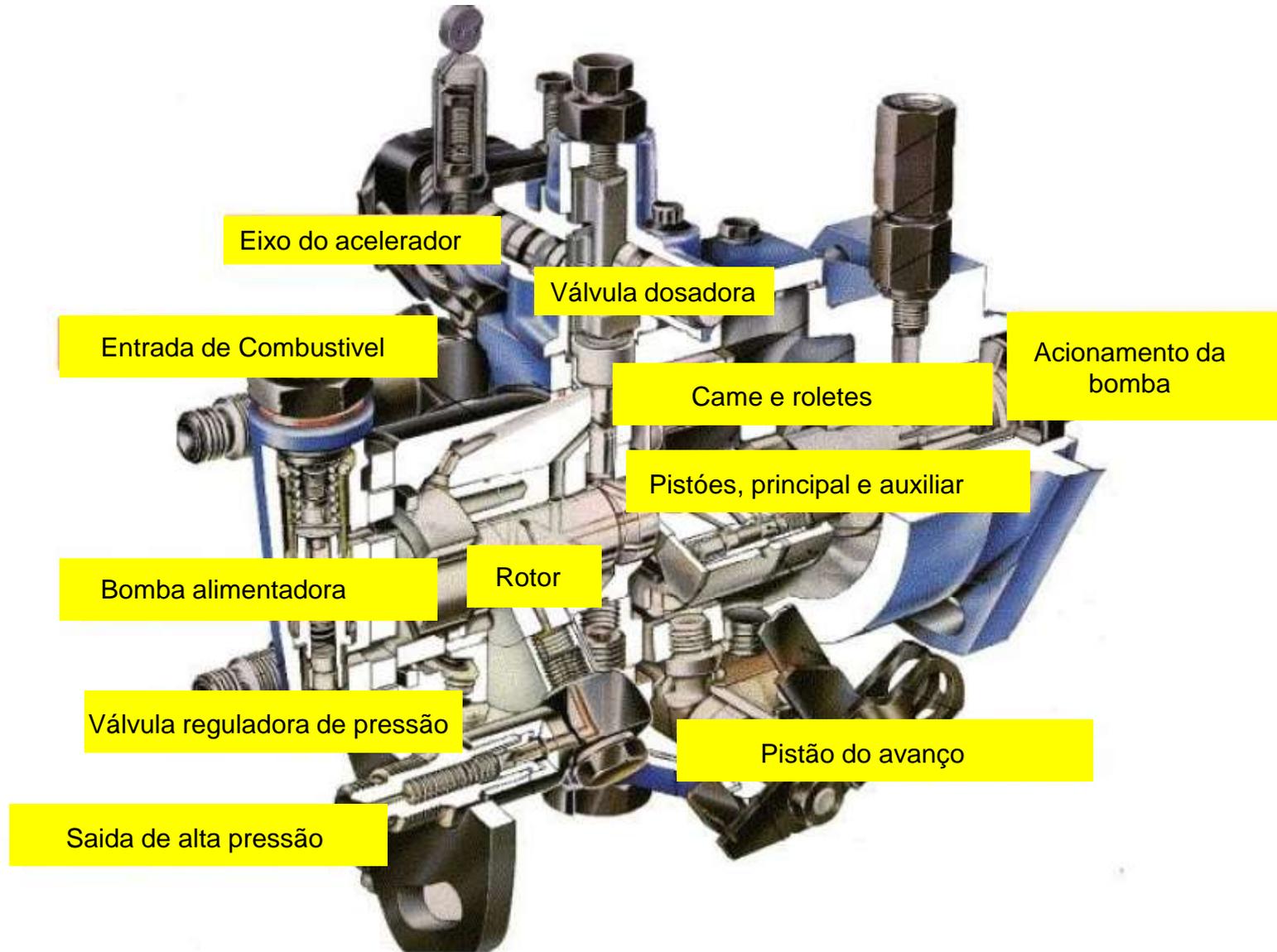
INJETOR DE ORIFÍCIOS



1 - Corpo do injetor;
2 - Agulha do injetor;
3 - Assento do injetor;
4 - Canal cego ;
5 - Furos de pulverização.

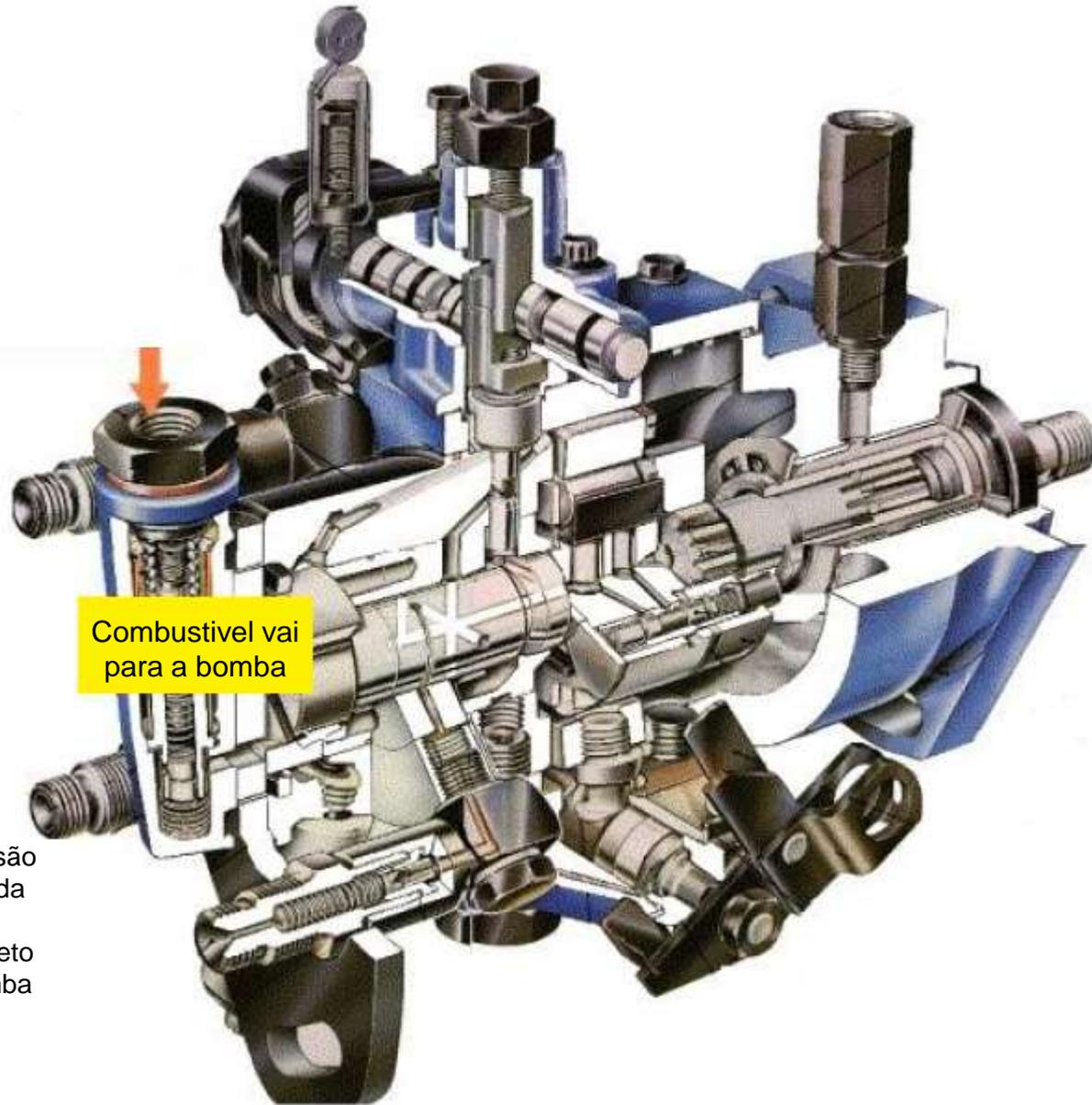
MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA LUCAS CAV



MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA LUCAS CAV

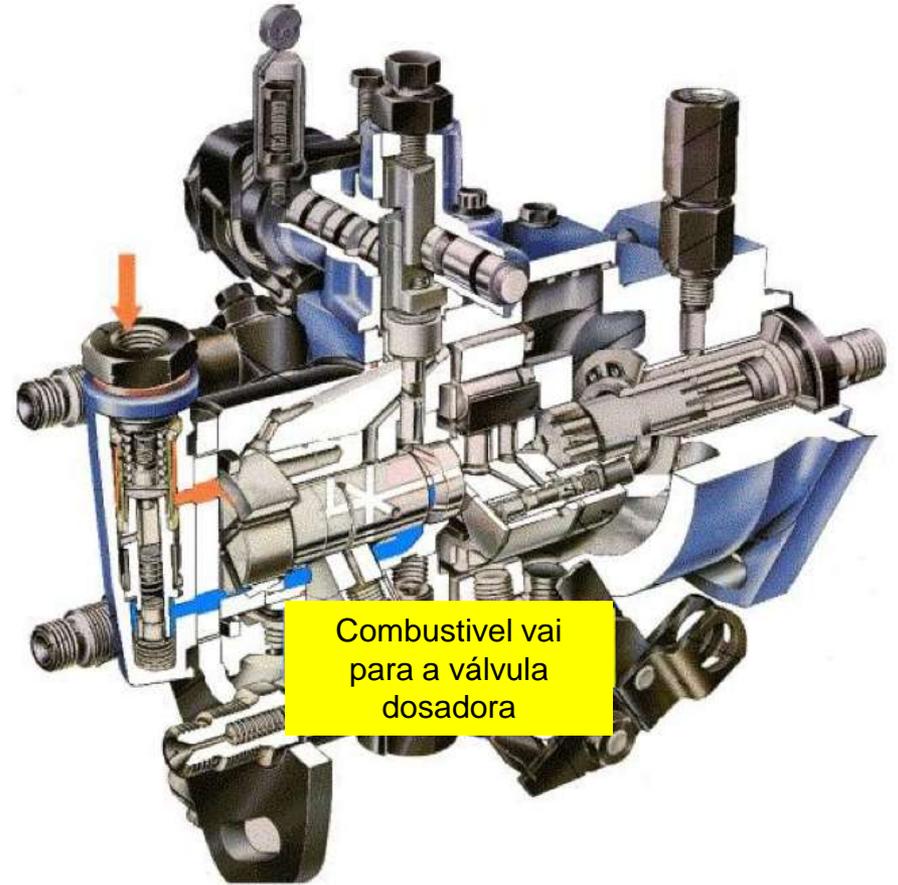
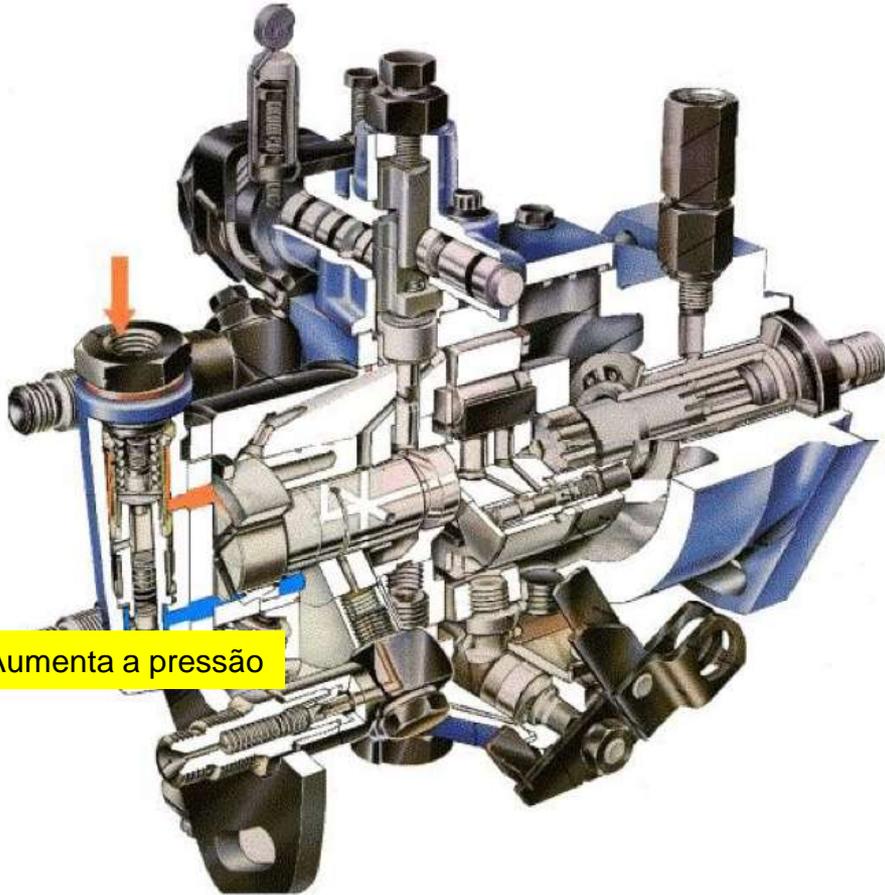


Combustível vai para a bomba

Válvula reguladora de pressão
Controla a pressão interna da bomba;
Permite o combustível ir direto para a parte interna da bomba quando se envhe a bomba manualmente

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

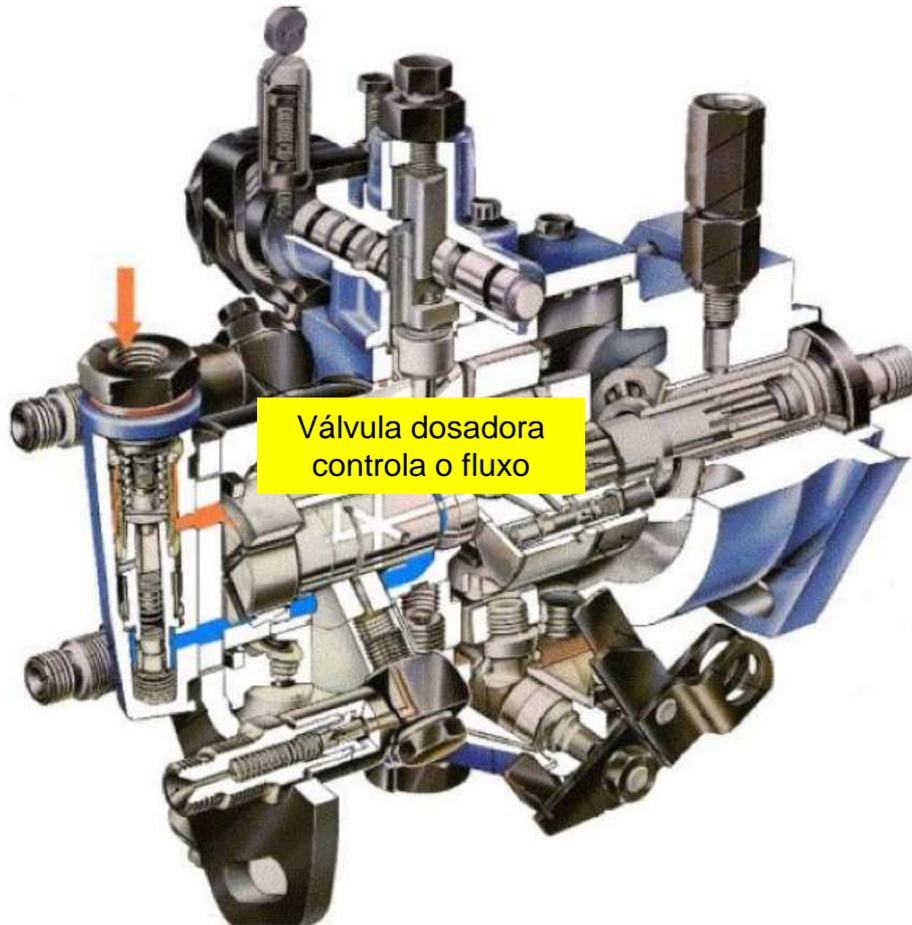
BOMBA INJETORA LUCAS CAV



Conforme aumenta a rotação a bomba alimentadora de palhetas acompanha com o aumento de pressão e a válvula reguladora mantém a pressão em valor pre-definido

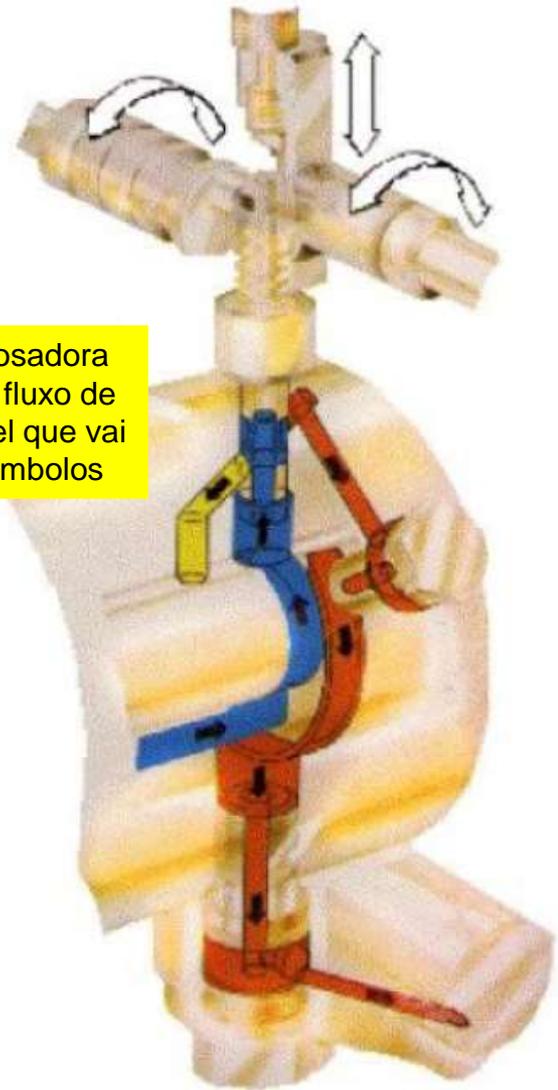
MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA LUCAS CAV



Válvula dosadora
controla o fluxo

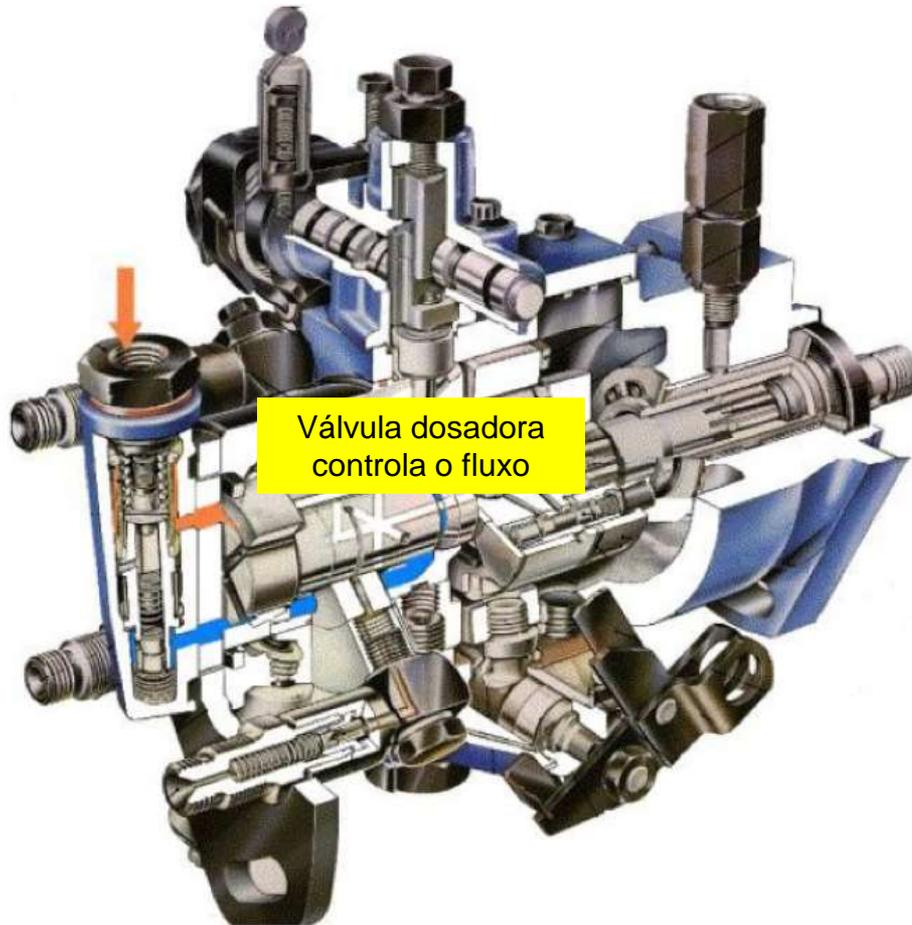
O acelerador aciona a válvula dosadora de tal forma que ela manda mais ou menos combustível para o rotor distribuidor conforme a aceleração



Válvula dosadora
controla o fluxo de
combustível que vai
para os embolos

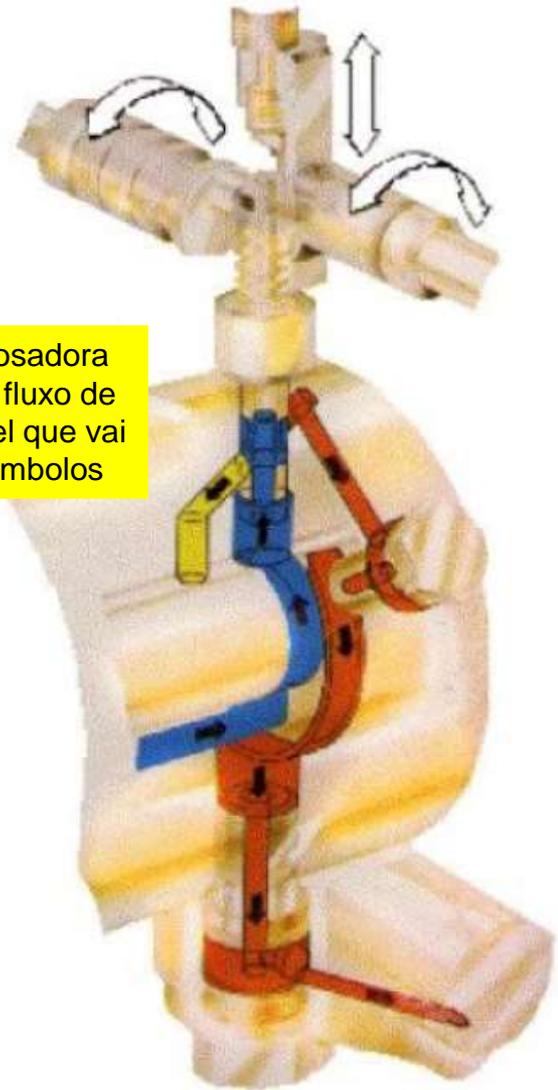
MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA LUCAS CAV



Válvula dosadora
controla o fluxo

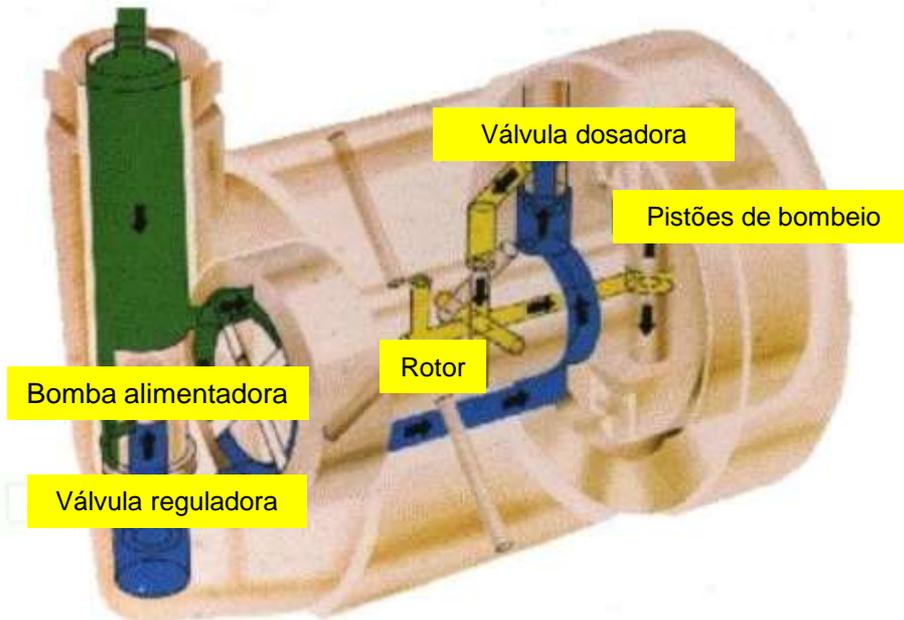
O acelerador aciona a válvula dosadora de tal forma que ela manda mais ou menos combustível para o rotor distribuidor conforme a aceleração



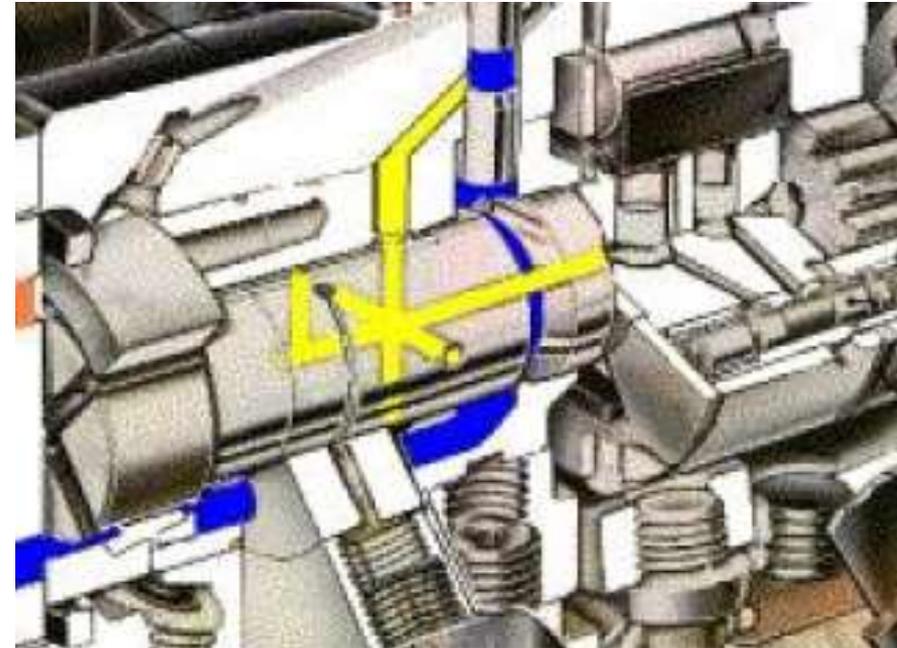
Válvula dosadora
controla o fluxo de
combustível que vai
para os embolos

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA LUCAS CAV



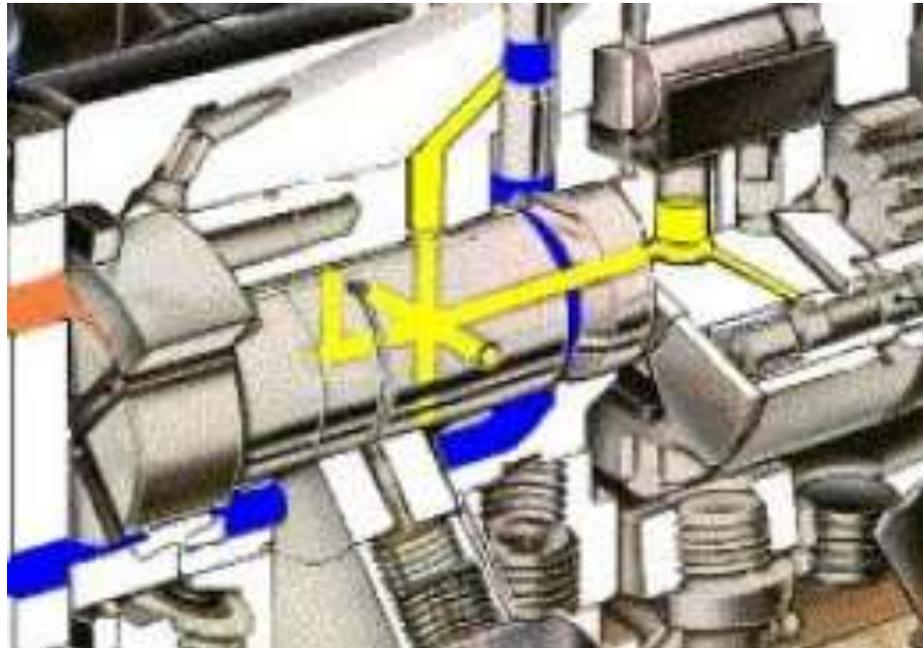
O acelerador aciona a válvula dosadora de tal forma que ela manda mais ou menos combustível para o rotor distribuidor conforme a aceleração



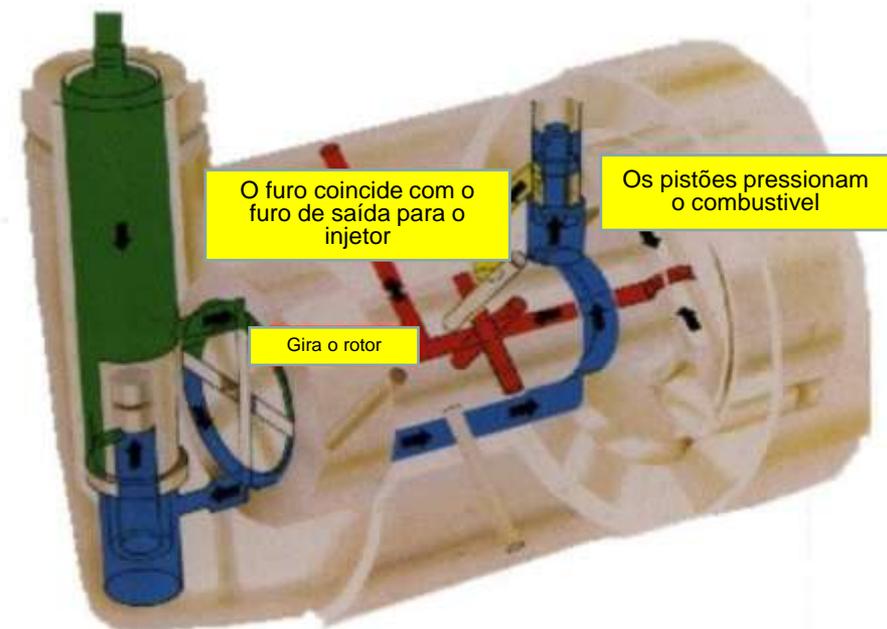
O rotor distribuidor se enche e começa a mandar combustível para os pistões principais ou auxiliares de acordo com o regime do motor

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA LUCAS CAV



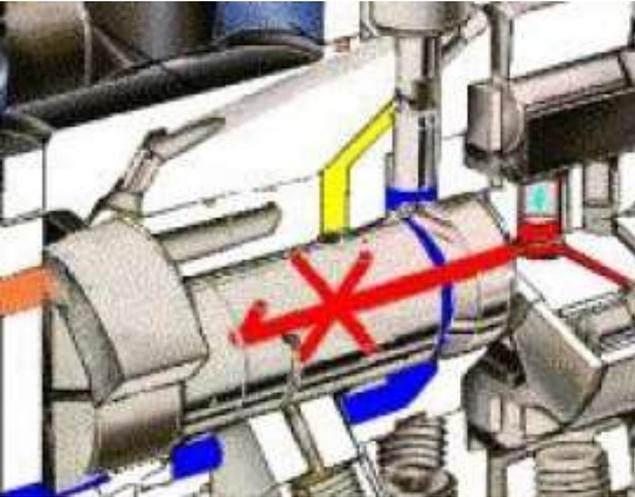
Termina de entrar combustível nos pistões principais apenas, já que a VT está fechada



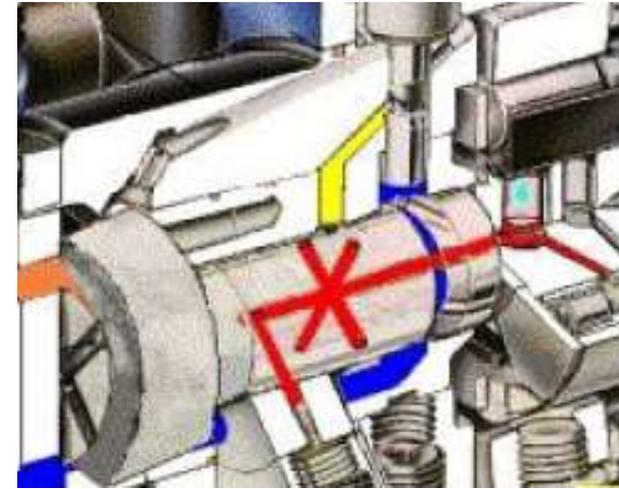
O furo de saída do rotor distribuidor se alinha com o furo de saída para o injetor e os pistões promovem o aumento de pressão para a injeção

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

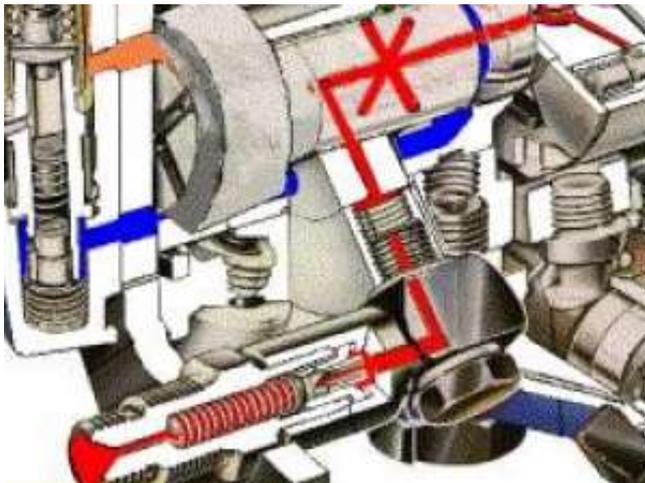
BOMBA INJETORA LUCAS CAV



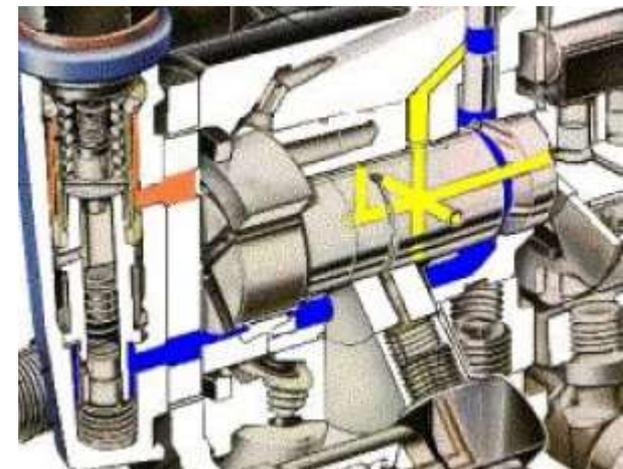
Termina de entrar combustível nos pistões principais apenas, já que a VT está fechada. E os pistões começam a aumentar a pressão em função do anel came.



O furo de saída do rotor distribuidor se alinha com o furo de saída para o injetor e os pistões promovem o aumento de pressão para a injeção.



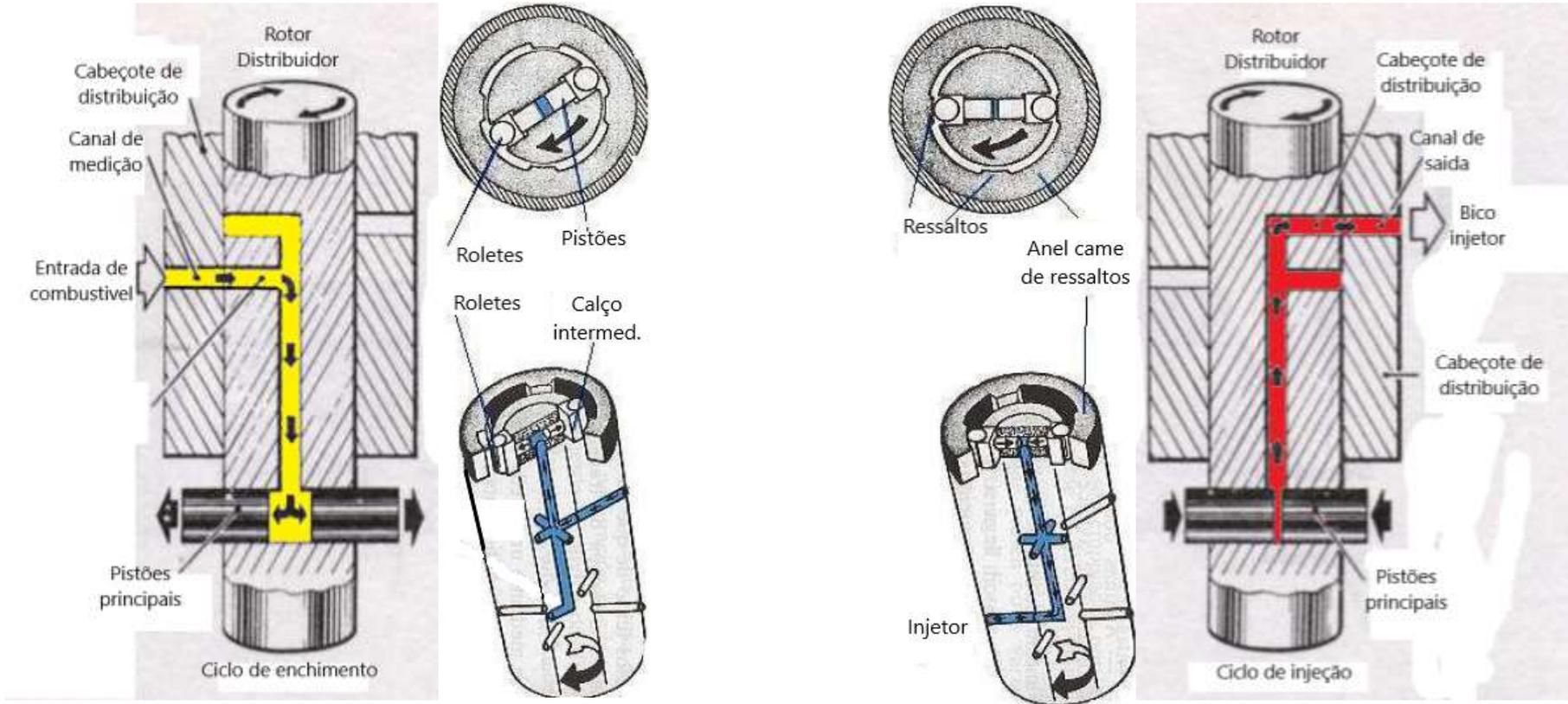
O combustível em alta pressão vence a válvula de retenção na saída para o bico levando o combustível para a combustão.



E começa o ciclo novamente para o próximo cilindro.

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA LUCAS CAV



A válvula dosadora manda a quantidade de combustível para o rotor distribuidor, como o canal de saída não está alinhado com o canal para o injetor, o rotor distribuidor se enche levando o diesel até os pistões principais, os quais conseguem se abrir pois não estão alinhados com os ressaltos do anel came

Quando o furo de saída coincide com o canal para o injetor é o mesmo momento que os roletes sobem nos ressaltos do anel came, pressionando os pistões principais e elevando a pressão ao nível pre-estabelecido

- O anel came de ressaltos é quem define o momento da injeção e a válvula dosadora define a quantidade de combustível a ser injetada, no anel came existem tantos ressaltos quantos o número de cilindros do motor.

MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

BOMBA INJETORA LUCAS CAV

- O avanço da injeção acontece pelo aumento de pressão interna da bomba em função da rotação e da regulação da válvula reguladora de pressão, essa pressão aciona o pistão de acionamento do avanço que arrasta o anel came no sentido de giro contrario ao sentido de rotação da bomba, fazendo com que os roletes subam nos ressaltos antes e conseqüentemente injetando o combustível antes também. Quem define a curva de avanço da injeção é o dimensionamento da mola e do diâmetro do pistão.

