

Motores Térmicos

8° Semestre

4° ano

Aula 18 - Bombas Injetoras e Injetores

Introdução

Bombas Injetoras em Linha

Bombas Injetoras Rotativas

Injetores

Sistema de Régua Comum

Aula 18 - Bombas Injetoras e Injetores

Até muito recentemente, a maioria dos motores de ignição por compressão eram equipados com uma bomba injetora em linha ou rotativa. A bomba em linha é semelhante, na sua construção básica, à bomba produzida por Robert Bosch, há mais de cinquenta anos atrás, mas a bomba rotativa é agora a mais comumente usada.

Aula 18 - Bombas Injetoras e Injetores

O custo inicial da bomba rotativa relativamente baixo, juntamente com o seu projecto muito compacto, faz com que este tipo de bomba seja mais atraente para muitos fabricantes. Dois tipos de bombas rotativas são normalmente usados em motores de ignição por compressão de veículos ligeiros, nomeadamente as bombas Lucas e Bosch.

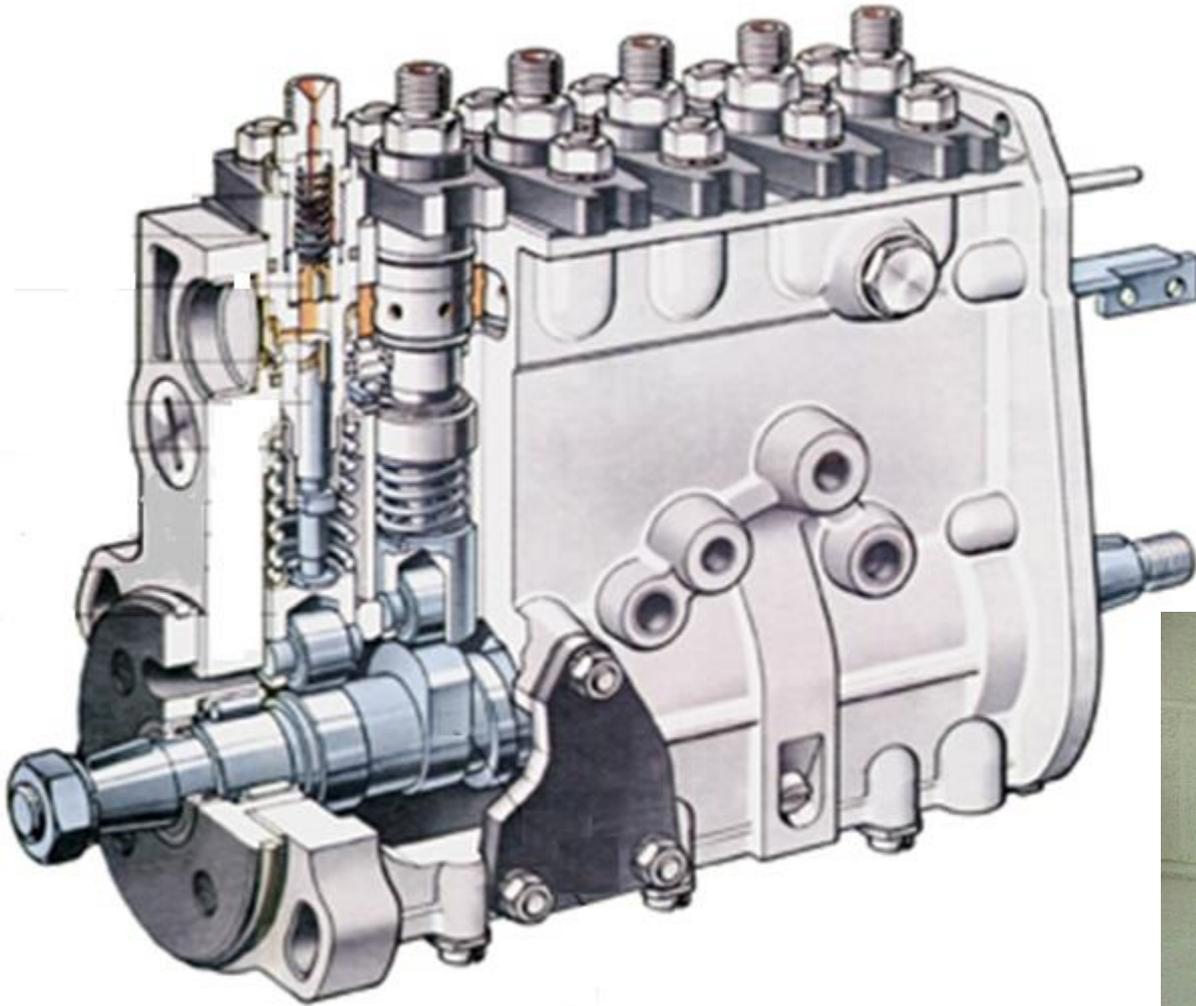
Aula 18.1 - Bombas Injetoras em Linha

Na maioria dos motores Diesel, utiliza-se uma bomba em linha dotada de um pistão para cada cilindro e accionada por uma árvore de Cames que impulsiona o combustível quando o êmbolo motor (pistão) atinge o ponto de início de injeção, no fim do tempo de compressão.

A bomba compreende:

- ▶ Par mergulhador;
- ▶ Controle do Pistão;
- ▶ Sistema de Accionamento do Êmbolo;
- ▶ Válvula de Pressão.

Aula 18.1 - Bombas Injetoras em Linha



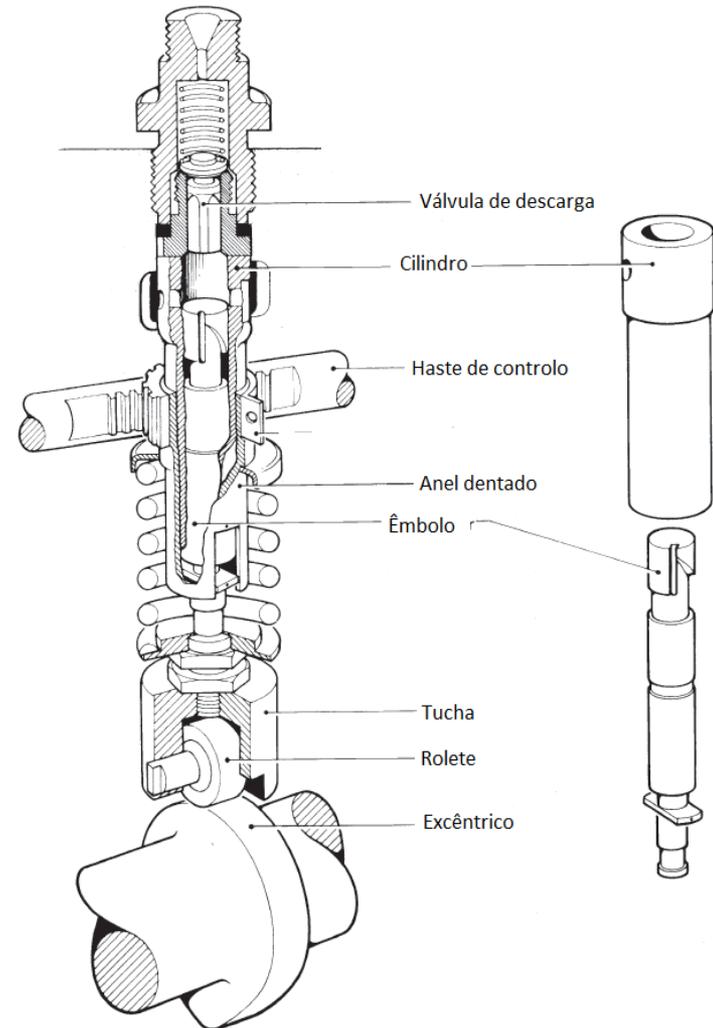
18.1.1 Par Mergulhador

O Par Mergulhador consiste num êmbolo de aço que se movimenta num curso alternado dentro de um cilindro de aço feitos com um grande ajustamento. O êmbolo é, em parte, maquinado em forma de **uma hélice de controlo e tem uma ranhura vertical**. Uma entrada e saída no cilindro, comunicam-se com uma galeria alimentada a partir do tanque de combustível. A rotação parcial do êmbolo em torno do seu eixo, varia a saída de combustível desde o zero (quando o motor está parado), até ao máximo para o arranque. Entre esses limites consegue-se uma alimentação de combustível variável, para atender à potência e à velocidade do motor.

18.1.1 Par Mergulhador

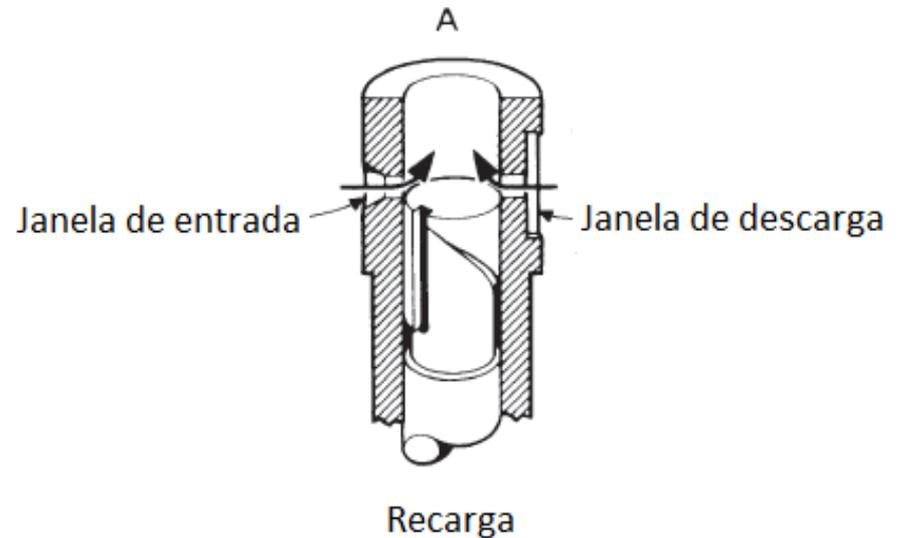
Na figura ilustra-se a construção de um par mergulhador que é colocado dentro da bomba.

O funcionamento do par mergulhador é apresentado a seguir:



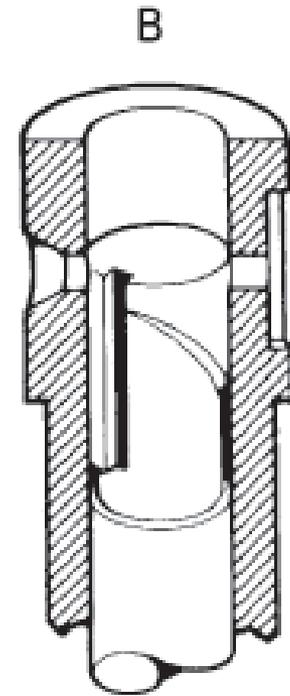
18.1.1 Par Mergulhador

A - Quando o êmbolo está em Ponto Morto Inferior, a depressão na câmara do par mergulhador faz com que haja entrada de combustível por ambas as janelas.



18.1.1 Par Mergulhador

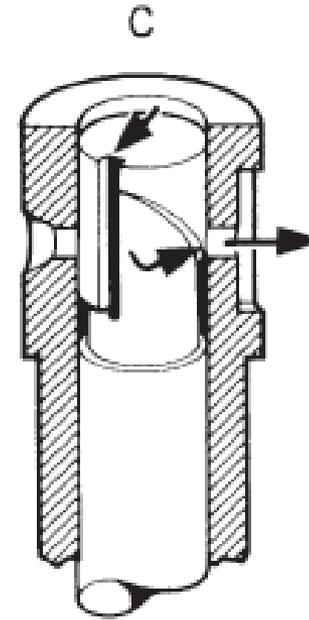
B - A posição, conhecida como "ponto de fecho da porta", é geralmente considerado como o ponto teórico de injeção. Ambas as janelas encontram-se fechadas, de modo que o êmbolo ascende aumentando a pressão do combustível para se produzir a injeção.



Saída cortada

18.1.1 Par Mergulhador

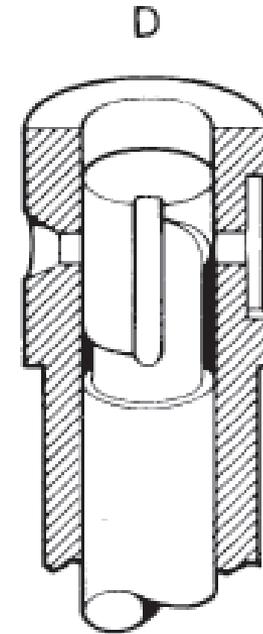
C – A injeccção termina quando a ponta da hélice descobre a janela de saída. A pressão é aliviada pelo combustível que passa para baixo pela ranhura vertical, e em torno da cintura do êmbolo e para fora pela janela de saída.



Fim da Injeccção
(Potência máxima)

18.1.1 Par Mergulhador

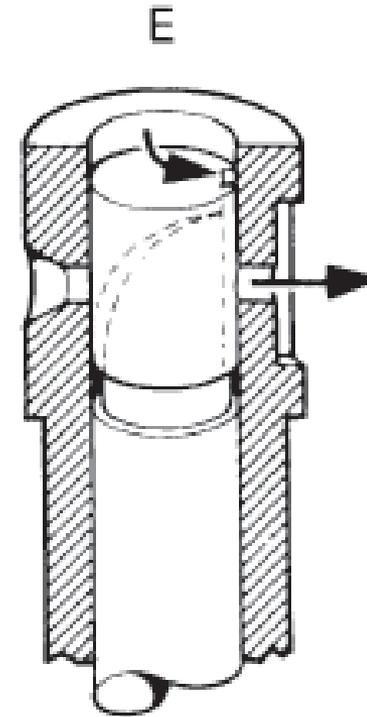
D - A rotação do êmbolo faz com que a hélice desobstrua a janela de saída mais cedo ou mais tarde, para debitar mais ou menos combustível, respectivamente.



Fim da Injecção
(Potência mínima)

18.1.1 Par Mergulhador

E - Rodar o êmbolo de forma que a ranhura vertical coincida com a janela de saída significa que a janela vai permanecer aberta e portanto, nenhum combustível vai ser debitado no motor e deste modo o motor pára.

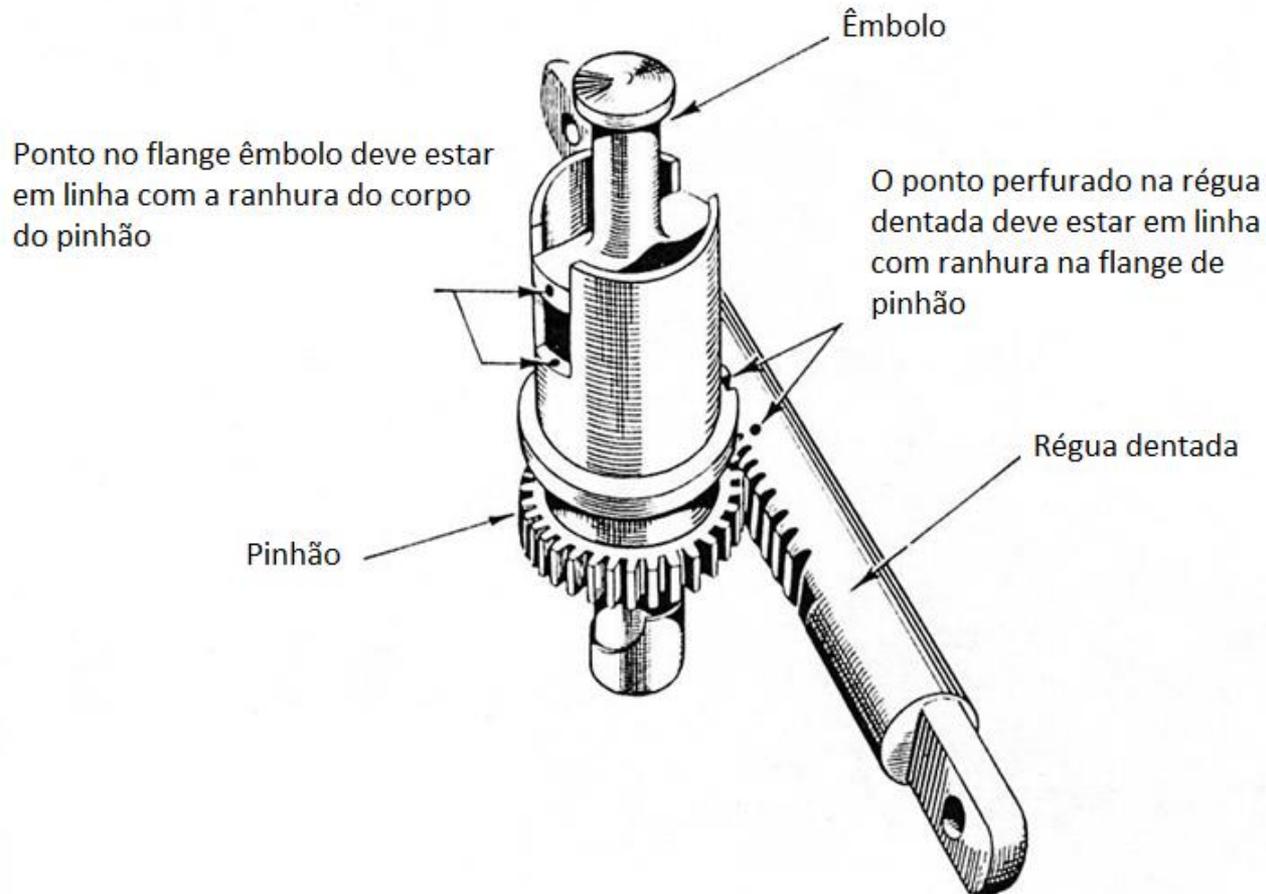


Posição de Paragem

18.1.2 Controle do Pistão

São encaixadas duas orelhas no êmbolo, em fendas, numa luva de controle, sobre a qual é fixado um quadrante dentado. Este quadrante engrena numa cremalheira que se chama régua dentada, que percorre todo o comprimento da bomba. Ao movimentar-se a régua dentada em relação à manga, a saída de cada elemento pode ser calibrada ou equalizada.

18.1.2 Controle do Pistão



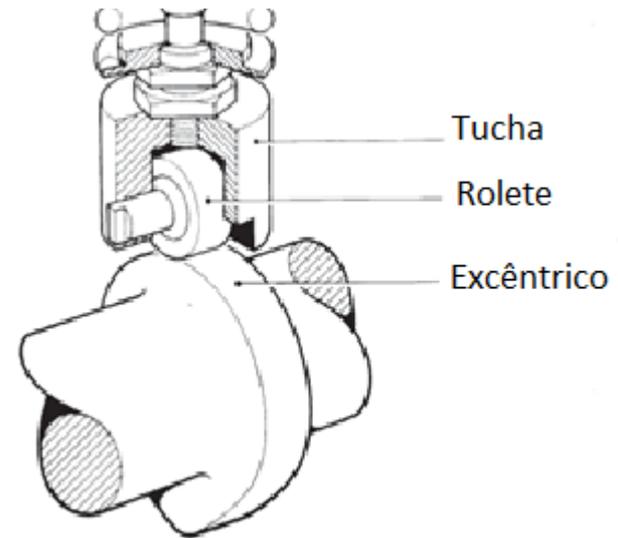
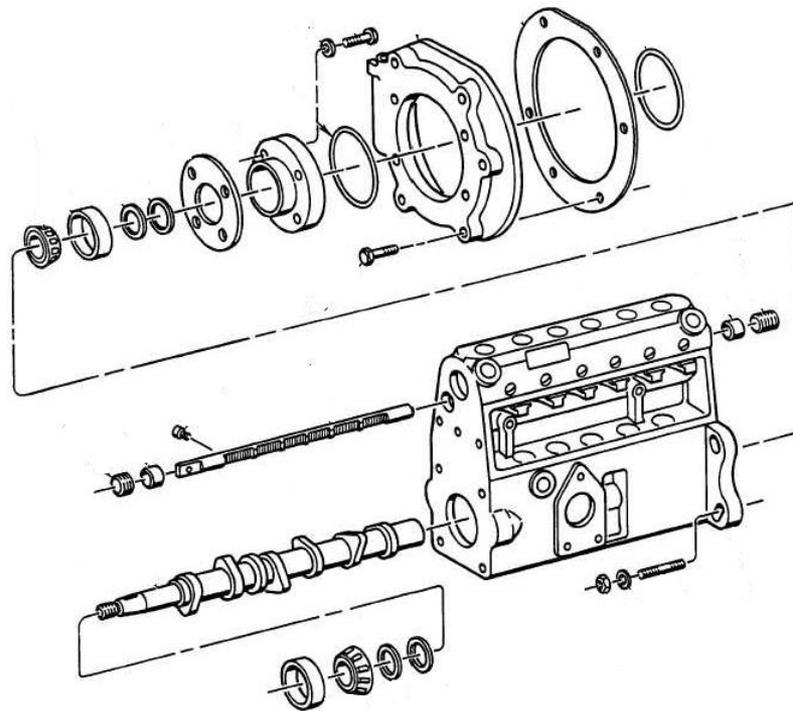
18.1.3 Sistema de Accionamento do êmbolo

Os excêntricos são produzidos simetricamente, de forma a proporcionarem uma ordem de ignição do motor apropriada. Eles agem sobre um rolete e uma tucha. Um parafuso de ajustamento ou calço entre a tucha e o êmbolo permite que o tempo do início da injeção de um elemento em relação aos outros possa ser variado.

Um motor de quatro cilindros tem um ângulo de fase (o intervalo entre as injeções) de: $360^\circ / \text{Número de cilindros} = 360^\circ / 4 = 90^\circ$.

A operação para definir esse ângulo é conhecida como graduação.

18.1.3 Sistema de Accionamento do êmbolo



18.1.4 Válvula de Pressão

A válvula desempenha duas funções:

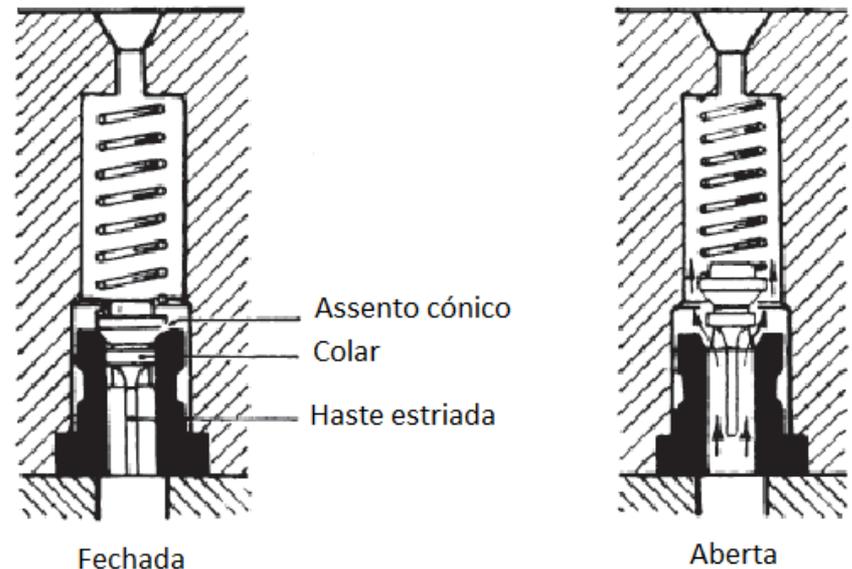
- ▶ 1. A sede cónica actua como uma válvula de não-retorno, impedindo o retorno do combustível do tubo de alta pressão, quando a janela de saída se abre;
- ▶ 2 Na abertura da janela de descarga a pressão no injector cai rapidamente em relação à pressão de entrada da bomba provocando um encerramento rápido do injector. A montagem de uma válvula de não-retorno, consegue reter pressão na tubagem de alta pressão enquanto o injector ainda está aberto.

18.1.4 Válvula de Pressão

A pressão na tubagem de alta pressão só pode ser aliviada pelo combustível que continua a passar pelo injector a uma pressão decrescente, resultando neste último gotículas de combustível que fazem com que a combustão seja incompleta, a formação de carbono, de fumo nos gases de escape e o alto consumo de combustível.

18.1.4 Válvula de Pressão

O colar por baixo da sede cónica actua como um pistão, e retira uma pequena quantidade de combustível a partir da tubagem de alta pressão quando a válvula é fechada, fazendo com que haja uma queda de pressão rápida necessária para assegurar um corte rápido da injeção.



18.1.5 Regulador de Rotação

As pressões mais elevadas do gás nos cilindros dos motores que funcionam segundo o ciclo Diesel, geralmente exigem componentes mais robustos do que os utilizados em motores do ciclo Otto. A resistência dos elementos normalmente é melhorada através do aumento das dimensões dos componentes, mas isso também aumenta o peso e leva a danos no motor, se a velocidade for superior a um determinado valor, que é regido pela relação resistência/peso dos componentes.

18.1.5 Regulador de Rotação

A rotação de um motor de ignição por compressão costuma variar mesmo que se mantenha fixa a posição da alavanca de comando da bomba injectora. Com a posição da alavanca de comando em marcha lenta, por exemplo, a rotação do motor pode cair até que ele pare ou pode aumentar indefinidamente.

O aumento excessivo da velocidade de um motor que funciona segundo o ciclo Diesel, pode trazer consequências graves, pois as massas deste são maiores que as de um motor do ciclo Otto e com maior tendência a desarvorarem.

18.1.5 Regulador de Rotação

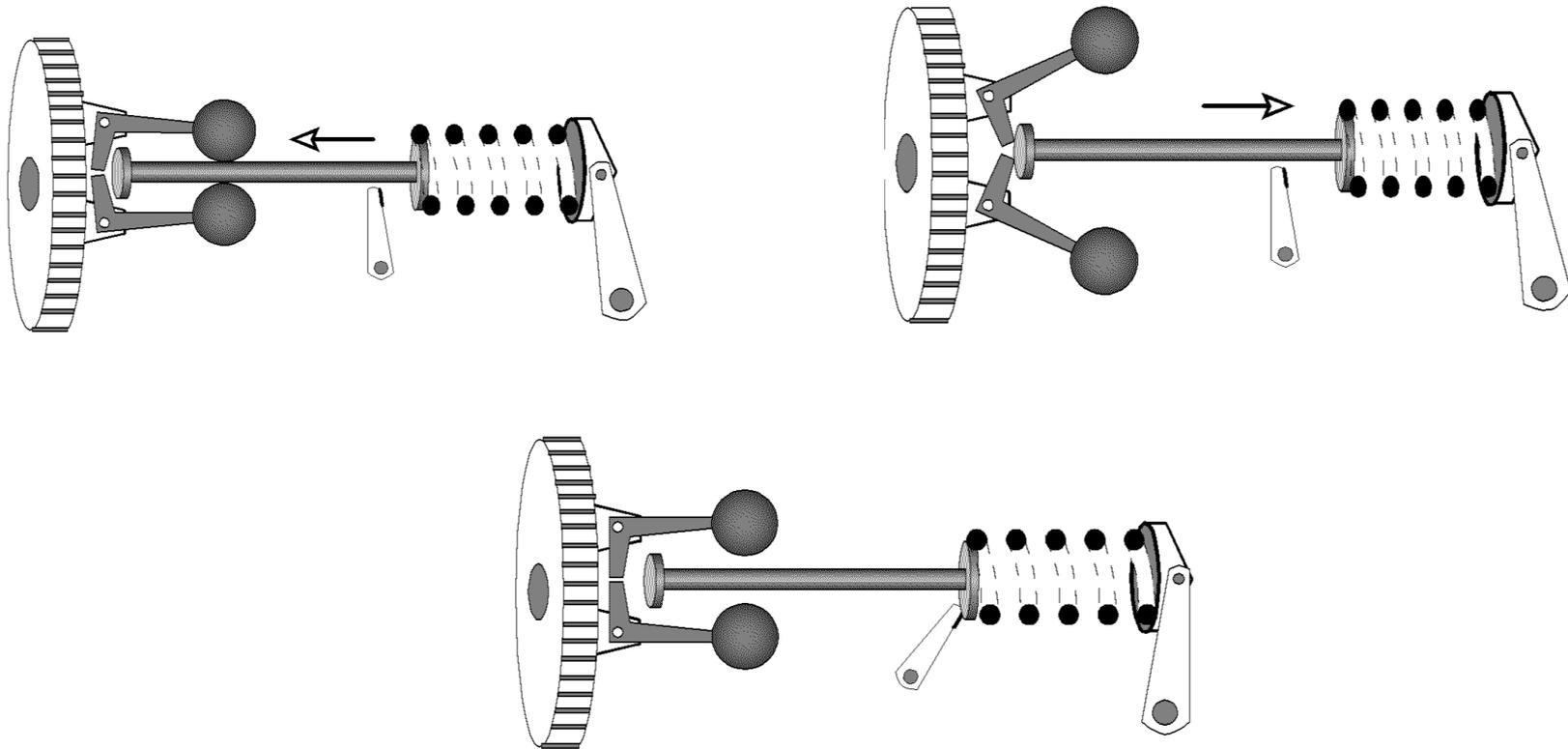
O regulador de rotação é um dispositivo necessário para se manter o motor em rotação estável, em qualquer posição da alavanca de comando.

Existem reguladores de rotação que actuam em todos os regimes de funcionamento do motor e também existem reguladores que actuam em marcha lenta e em plena carga. Para uso veicular são mais comuns os reguladores que actuam em marcha lenta e em plena carga, pois, em cargas intermediárias o próprio motorista faz o controle de rotação, ou velocidade, alterando a posição da alavanca de comando da bomba através do acelerador. Os reguladores mais comuns são os mecânicos, a vácuo ou pneumáticos.

18.1.5.1 Governador Mecânico

O tipo de regulador mecânico representado esquematicamente na figura é um governador de marcha lenta e de velocidade máxima, que é frequentemente usado em motores de veículos pesados. É montado na extremidade da bomba injetora, e é constituído por dois contrapesos, que são rodados pelo veio de comando da bomba. Molas exercem força no sentido de fora para dentro sobre os contrapesos e manivelas ligam cada contrapeso à extremidade inferior de uma alavanca de flutuação. A extremidade superior da alavanca encontra-se ligada à régua dentada e o centro está montado sobre um excêntrico, o qual é rodado pelo pedal do acelerador.

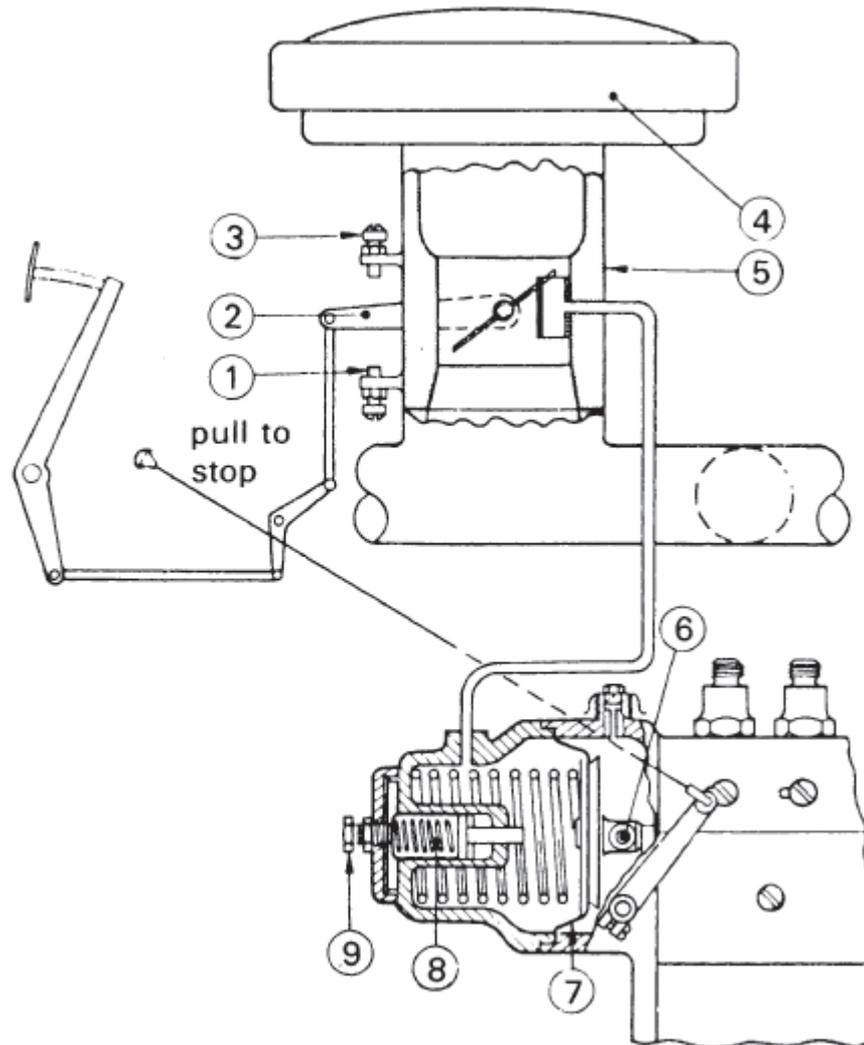
18.1.5.1 Governador Mecânico



18.1.5.2 Governador Pneumático

As bombas em linha que equipam motores ligeiros de IC, geralmente usam o tipo de governador de toda a gama de velocidades. Mantendo o pedal do acelerador numa posição fixa, o regulador por sua vez mantém uma velocidade constante até ao ponto em que a carga sobre o motor for demasiado grande. Na figura apresenta-se a construção principal deste tipo de governador. Um diafragma de mola, ligado à régua dentada, é montado de forma a vedar uma câmara, que está ligada por um tubo a um tubo de Venturi que se encontra na conduta de admissão. Uma válvula de borboleta, montada na garganta do Venturi, encontra-se ligada directamente ao pedal do acelerador.

18.1.5.2 Governador Pneumático



- 1-Limitador de velocidade máxima
- 2- alavanca de controlo do Venturi
- 3- Limitador do ralenti
- 4-Filtro de ar
- 5-Tubo de Venturi
- 6-Haste de controlo
- 7-Diafragma
- 8-Mola auxiliar do ralenti
- 9-Parafuso auxiliar de ajuste de marcha lenta

18.1.5.3 Governadores hidráulicos

Este tipo de governador é usado nas bombas em linha onde as velocidades em marcha lenta são suaves e velocidades lentas de ralenti são exigidos (por exemplo, para os autocarros), mas o seu alto custo tende a limitar o seu uso. Uma bomba de óleo do tipo de engrenagem, accionada a partir da extremidade do eixo de comando da bomba, fornece óleo através de diversas válvulas para operar um êmbolo ligado à régua dentada.

Aula 18.2 - Bombas Injetoras Rotativas

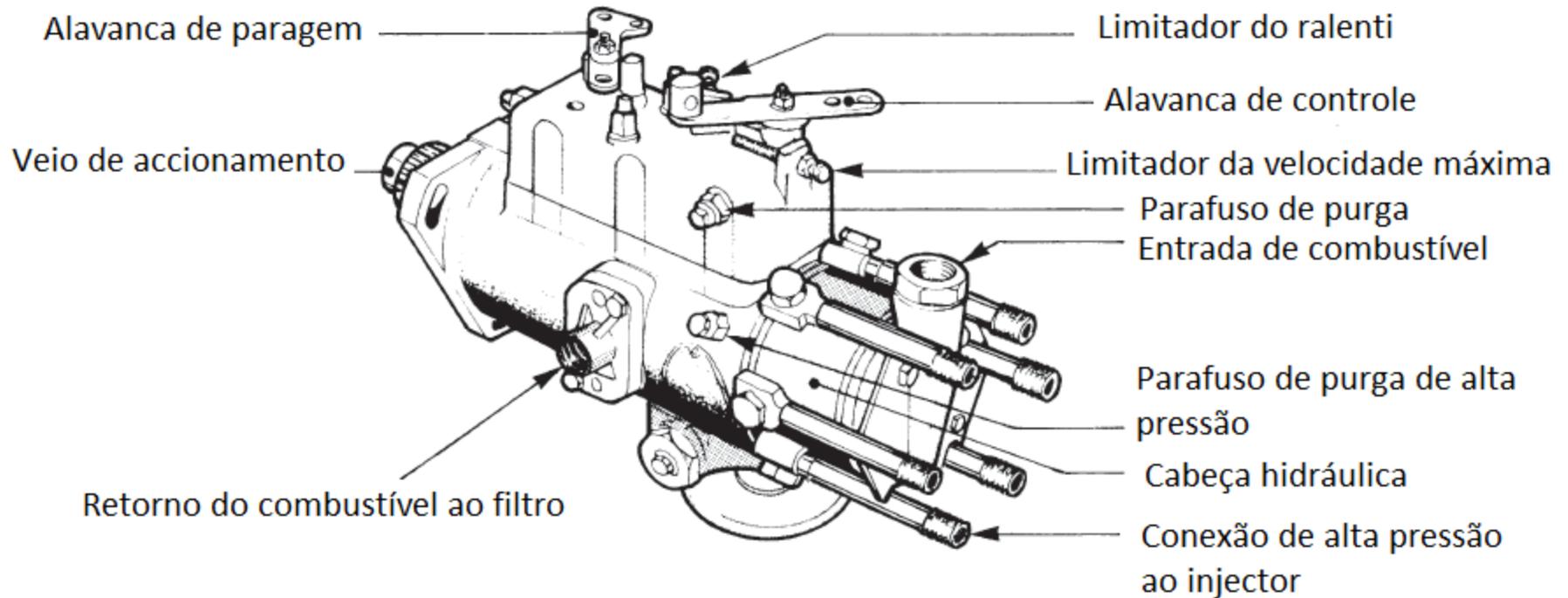
Os motores Diesel na sua maioria, utilizavam bombas em linha dotadas de um pistão para cada cilindro e accionadas por uma árvore de cames que impulsiona o combustível quando o êmbolo motor (pistão) atinge o ponto de início de injeção, no fim do tempo de compressão. Mais recentemente as bombas injetoras rotativas ganharam espaço por serem mais baratas e mais compactas.

Aula 18.2 - Bombas Injectoras Rotativas

A seguinte figura mostra uma bomba rotativa do tipo DPA de um motor de seis cilindros. Conectada ao motor por um flange e accionada por um eixo estriado, esta unidade assemelha-se a um distribuidor usado num motor a gasolina; linhas de combustível de alta pressão que vão aos injectores ocupam os lugares dos cabos Alta Tensão.

Um único elemento, uma unidade de bombeamento de êmbolos opostos, fornece combustível para qualquer tipo de motor de quatro, seis ou mais cilindros.

Aula 18.2 - Bombas Injectoras Rotativas



Aula 18.2 - Bombas Injetoras Rotativas



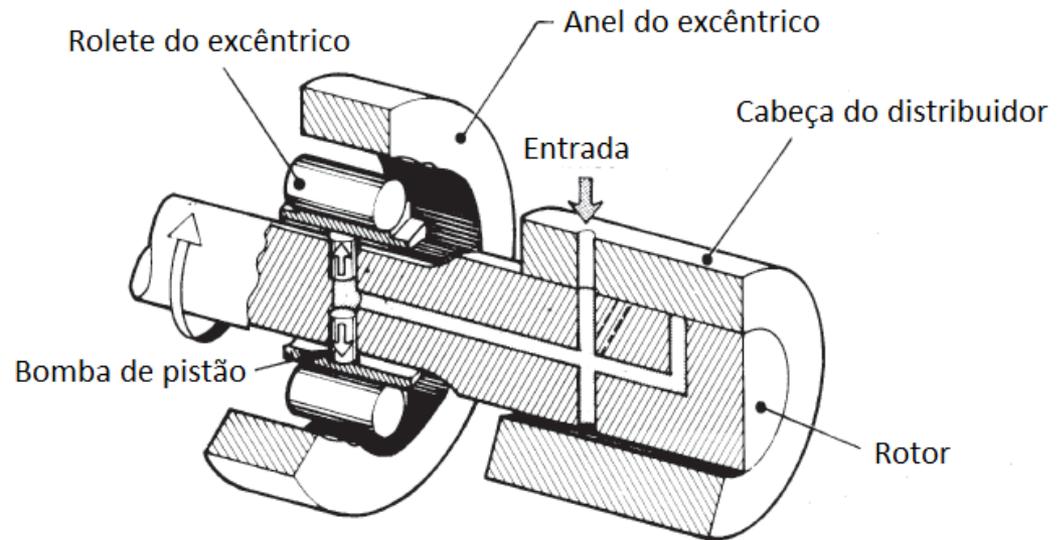
Aula 18.2 - Bombas Injetoras Rotativas

Com exceção do excêntrico e do número de janelas de saída, as outras partes são iguais para todos os tipos de motores, independentemente do número de cilindros. Operado por um excêntrico não rotativo, um único elemento fornece uma saída correctamente faseada e equilibrada de combustível numa gama muito grande de velocidade.

A unidade de bombagem, consiste de dois êmbolos montados num rotor, o qual se transforma numa cabeça hidráulica fixa. Janelas na cabeça e no rotor alinham-se em determinadas posições o que permite que o fluxo de combustível se mova, tanto para dentro como para fora.

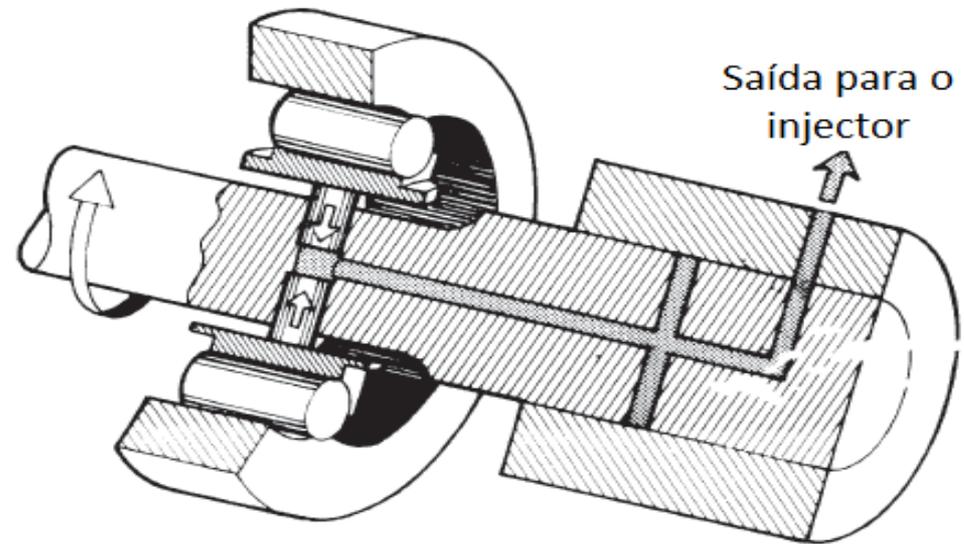
Aula 18.2 - Bombas Injetoras Rotativas

A figura mostra a janela de entrada aberta. A pressão de uma bomba de transferência, montada na extremidade da bomba principal dirige combustível pelo centro do rotor para forçar a saída dos êmbolos.

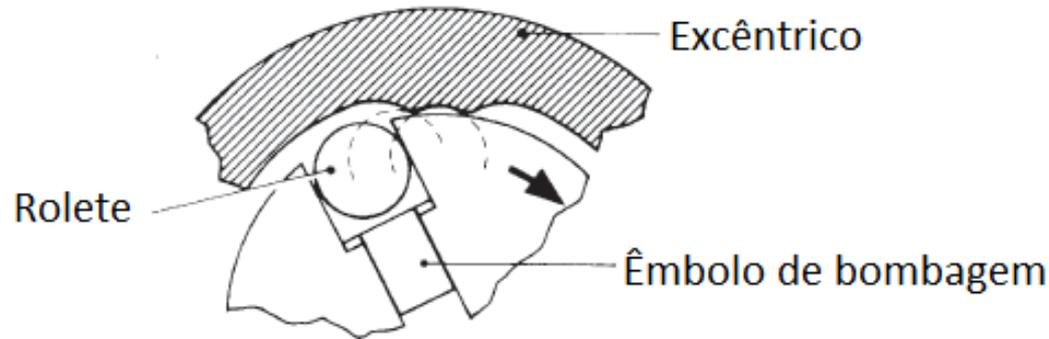


Aula 18.2 - Bombas Injetoras Rotativas

A figura mostra a janela de saída descoberta o que permite que o excêntrico force os êmbolos em simultâneo a descarregar o combustível para o injetor.



18.2.1 Excêntrico em forma de anel



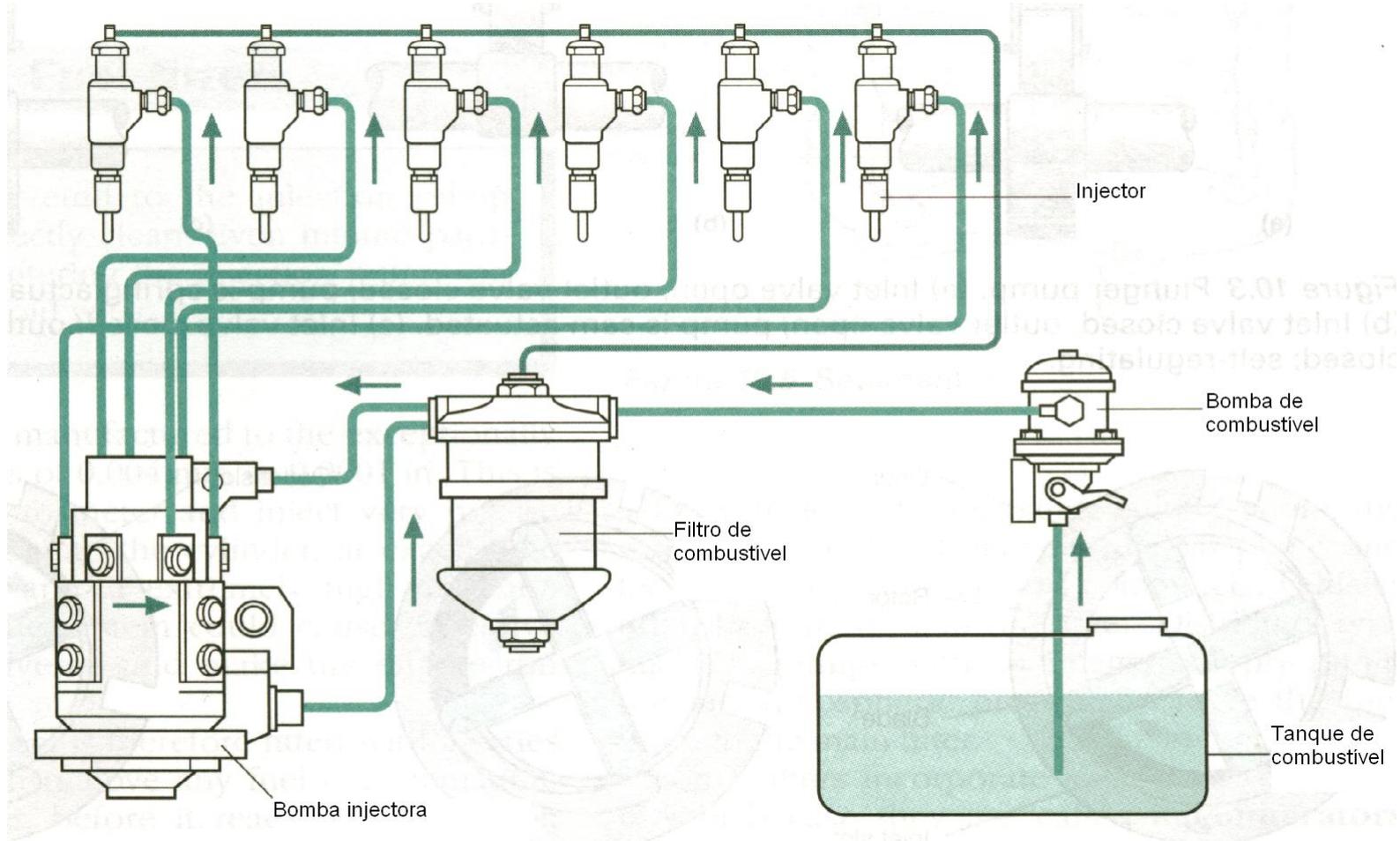
O gotejar é eliminado por meio do uso de um excêntrico especial que para o fornecimento de combustível de forma abrupta. No fim de cada curso de bombagem, o rolete que opera o êmbolo de bombagem, de repente se desloca para fora e faz cair a pressão de bombeamento.

Este arranjo de retracção elimina a necessidade de uma válvula de saída.

18.2.2 Sistema de alimentação de combustível

A seguinte figura mostra um sistema típico de alimentação de combustível. Uma bomba de alimentação, fornece combustível através de um filtro, para uma bomba de transferência de palhetas deslizantes que dirige o combustível através de uma válvula de medição controlada pelo utente, para o rotor. A pressão da bomba de transferência é limitada por uma válvula de regulação, e o combustível que escapa do elemento de bombagem, retorna ao filtro, depois da lubrificação dos elementos de trabalho.

18.2.2 Sistema de alimentação de combustível



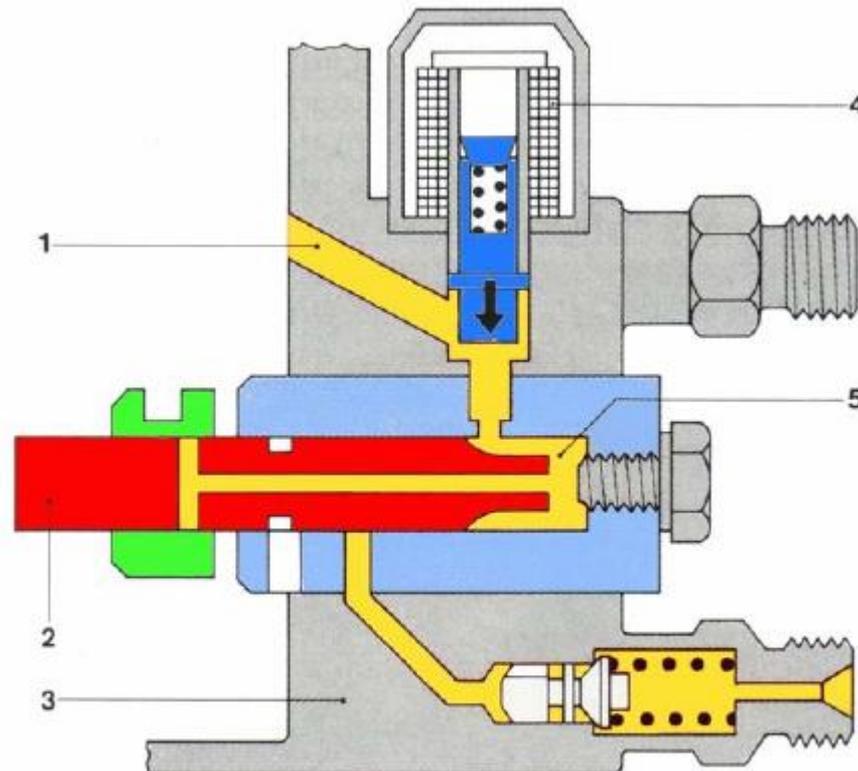
18.2.3 Dispositivo de paragem eléctrico

O dispositivo de paragem da bomba rotativa pode ser accionado por corrente eléctrica. Quando se gira a chave de ignição a solenóide é excitada e faz o êmbolo subir libertando a passagem de combustível para a câmara de alta pressão.

Quando a chave de ignição é girada no sentido contrário (desligar) corta-se a corrente eléctrica que alimenta o solenóide e a mola empurra o êmbolo para baixo fechando a passagem de gasóleo para dentro da câmara de alta pressão.

Devido ao seu princípio de trabalho de auto-inflamação o motor do ciclo Diesel pode ser parado pela interrupção da alimentação do combustível

18.2.3 Dispositivo de paragem eléctrica



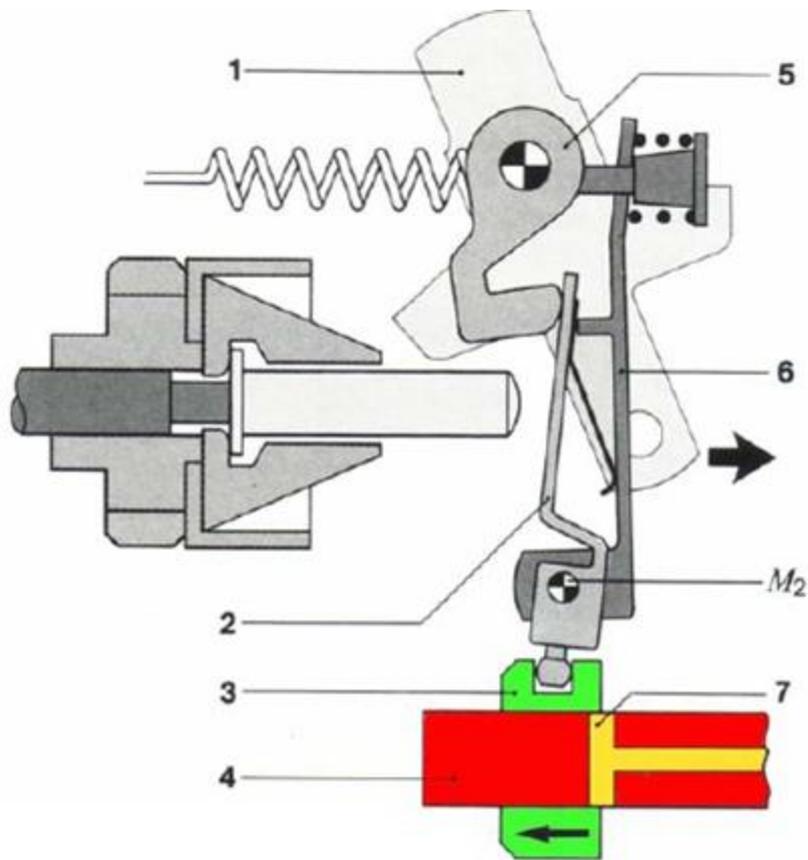
- 1. Orifício de entrada
- 2. Êmbolo distribuidor
- 3. Cabeça distribuidora
- 4. Electroímã
- 5. cavidade de alta pressão

18.2.4 Dispositivo de paragem mecânico

O dispositivo de paragem da bomba rotativa também pode ser do tipo mecânico. Neste caso o conjunto regulador se move fazendo com que o taco retroceda até a sua posição máxima abrindo o orifício de escape do pistão distribuidor fazendo o que nenhuma quantidade de combustível seja injectado.

Depois do motor se desligar pela interrupção da alimentação de combustível, o conjunto de alavancas volta a fechar o orifício de escape do pistão distribuidor preparando o motor para o próximo arranque.

18.2.4 Dispositivo de paragem mecânico



1. Alavanca de paragem exterior
 2. Alavanca de arranque
 3. Deslizamento de regulação
 4. Êmbolo distribuidor
 5. Alavanca de paragem interior
 6. Alavanca de sujeição
 7. Orifício de controle
- M_2 – Eixo de rotação

18.2.5 Dispositivo de aceleração

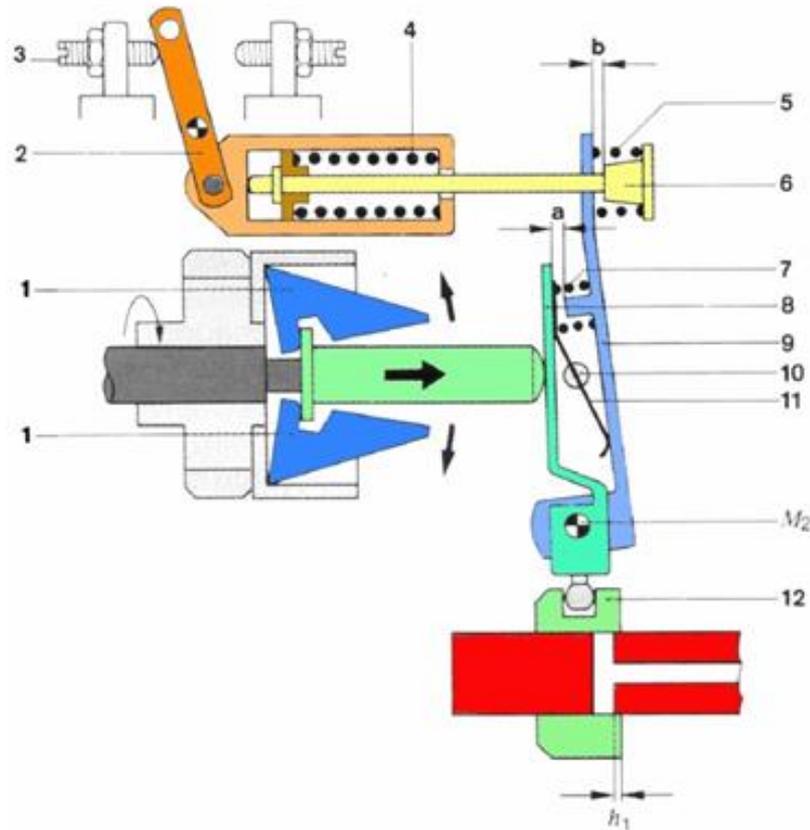
Conforme o condutor pisa o pedal de aceleração o conjunto de alavancas é deslizado para trás empurrando o taco regulador para a frente . Com isso o orifício de escape do pistão distribuidor permanece mais tempo fechado prolongando a injeção de combustível no motor. Um maior volume de combustível aumenta a potência do motor, assim como a rotação e a pressão.

Com a redução da rotação o conjunto regulador se move fazendo com que o taco retroceda. O orifício de escape do pistão distribuidor permanece menos tempo fechado reduzindo a quantidade de combustível injectado.

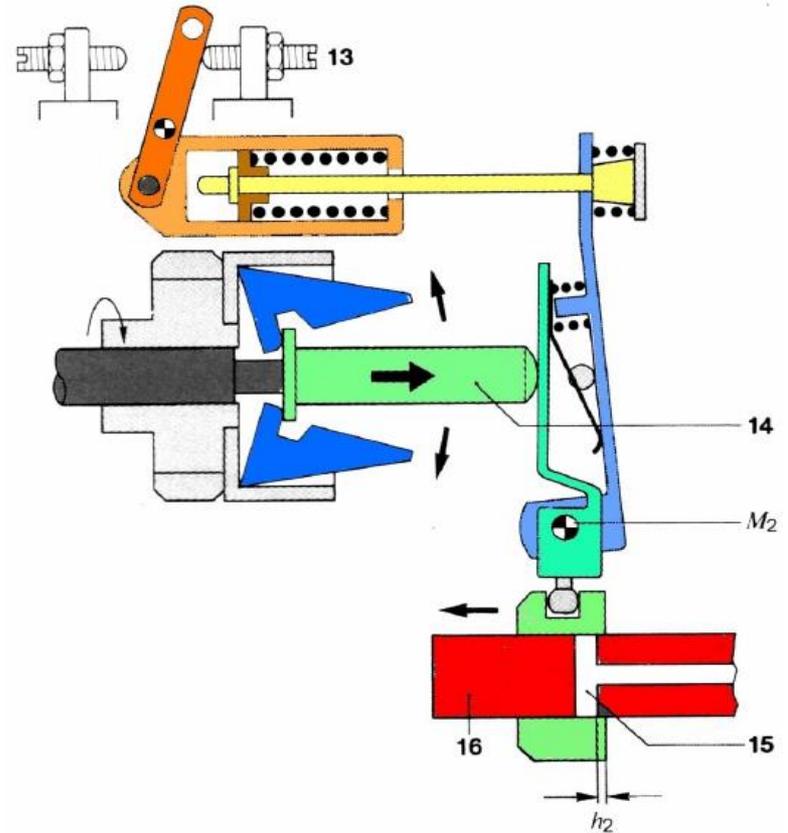
O regulador centrífugo controla a pressão interna da bomba evitando a sua autodestruição.

18.2.5 Dispositivo de aceleração

Posição de Ralenti

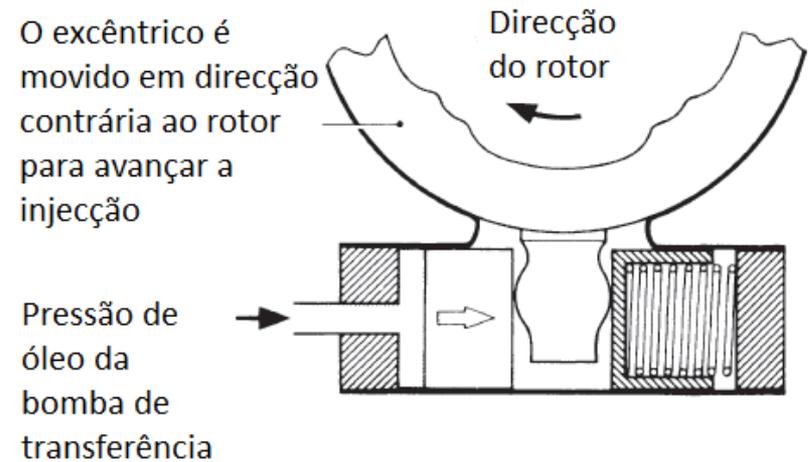


Posição de Plena Carga



18.2.6 Mecanismo de avanço automático

Um mecanismo de avanço automático é fornecido para os motores que têm uma ampla faixa de velocidade. Este é constituído por um êmbolo carregado por mola, que faz rodar o anel de ressalto no sentido contrário ao sentido de rotação da bomba de transferência, quando aumenta a pressão de saída.



18.3 Bico Injector

O objectivo do injector (ou pulverizador) é o de craquear o combustível para o grau necessário (atomizar) e enviá-lo para a câmara de combustão.

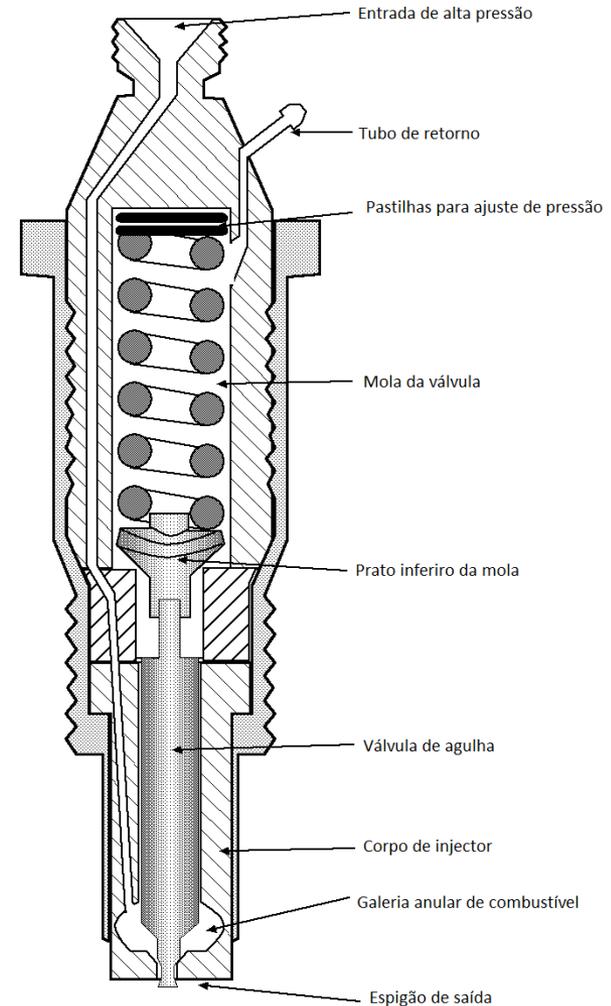
Esta atomização e a penetração na câmara é obtida usando alta pressão para forçar o combustível através de um pequeno orifício.

O sistema é sensível à pressão da bomba - elevando a pressão acima de um valor pré-determinado abre-se a válvula, que permanece aberta até que a pressão desça para um valor inferior àquele.

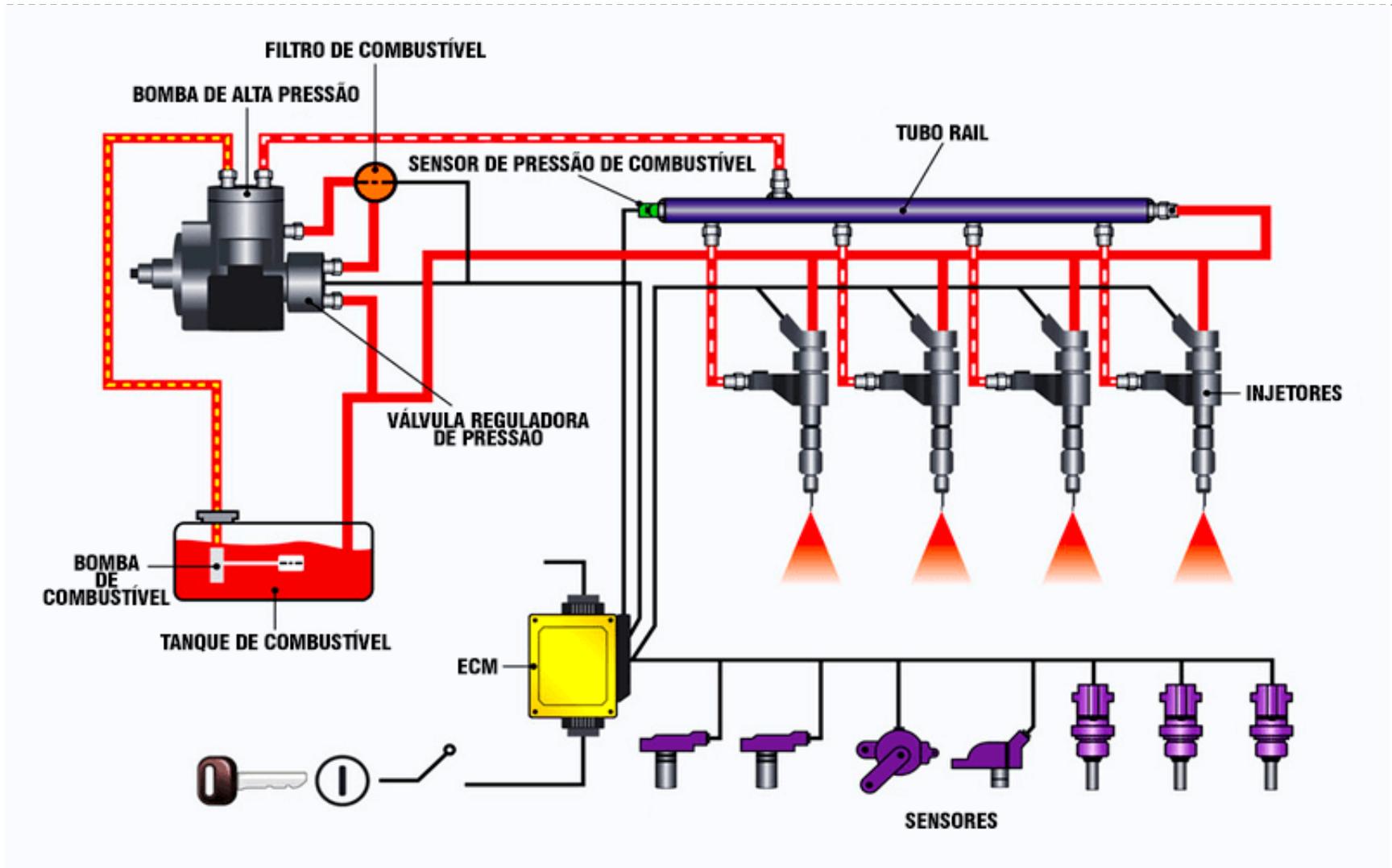
A rápida abertura e fecho da válvula traz vantagens, o que torna este sistema popular.

18.3 Bico Injector

A alta pressão alcançada durante o curso de compressão e o lapso de tempo disponível para o combustível ser injectado na câmara de combustão ditam que devem ser utilizadas pressões muito elevadas. Um injector típico é projectado de modo a injectar a uma pressão acima de 300 bar.



18.4 Sistema de Régua Comum



18.4 Sistema de Régua Comum

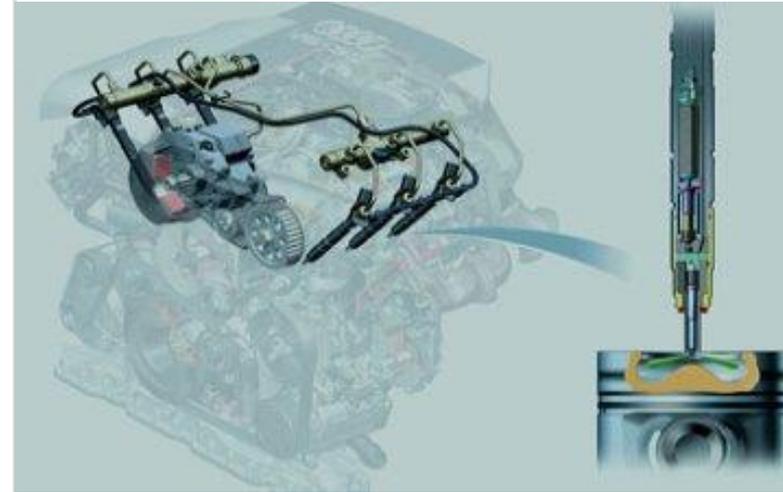
Consiste numa régua de combustível, que funciona como um reservatório de combustível geralmente em forma de tubo. A palavra comum refere-se ao facto de que essa régua de combustível - ou reservatório - fornecer combustível a todos os injectores do motor.



Esse é um contraste técnico com os motores mais antigos, em que a cada injetor era fornecido combustível da bomba de combustível de alta pressão por uma conduta individual.

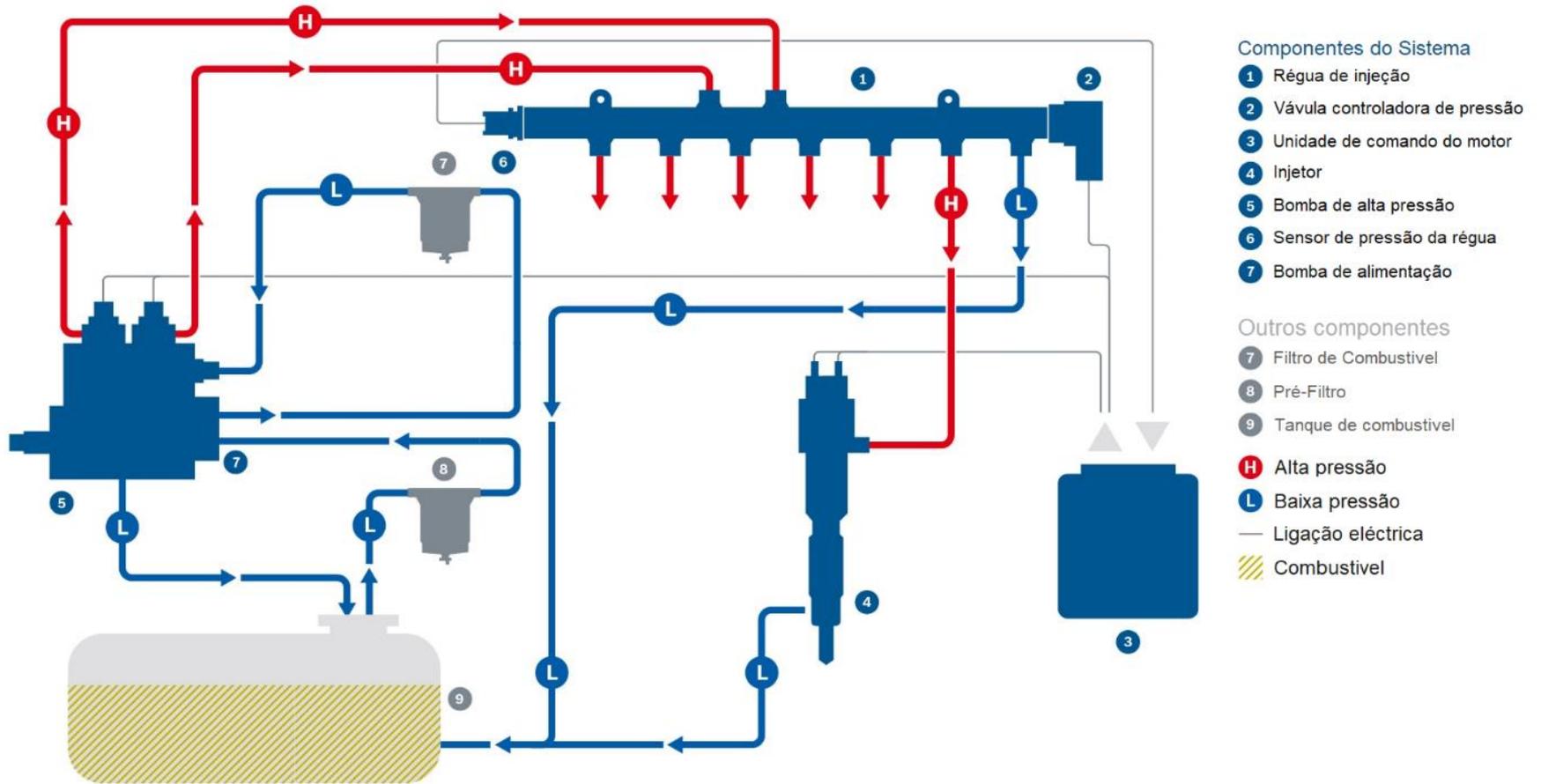
18.4 Sistema de Régua Comum

Num motor em linha, há somente uma régua de combustível, mas nos motores em V, como um V6 ou V8, existem duas réguas, uma para cada banco de cilindros, e são alimentadas pela bomba de alta pressão. A régua comum geralmente está localizada o mais próximo possível dos injectores.



Os sistemas diesel de régua comum usam uma bomba que fornece combustível à régua ou réguas comuns, a pressões extremamente altas; em alguns casos, a mais de 2000 bar.

18.4 Sistema de Régua Comum



18.4 Sistema de Régua Comum

Régua de injeção - Distribui uniformemente e a pressão estável o combustível para os injectores, atenuando picos de pressão.

Válvula controladora de pressão – Limita pressão atingida pela régua de injeção;

Injector – Pulveriza o combustível para dentro da câmara de combustão, atomizando-o;

Bomba de alta pressão – Eleva a pressão do combustível;

Sensor de pressão da régua – Monitora a cada instante a pressão atingida na régua;

Bomba de alimentação – Fornece combustível à pressão adequada para bom funcionamento do sistema de alta pressão;

Pré filtro e Filtro de combustível – Filtra o combustível para a bomba de alimentação e circuito de alta pressão;

Tanque de combustível – Armazena combustível;

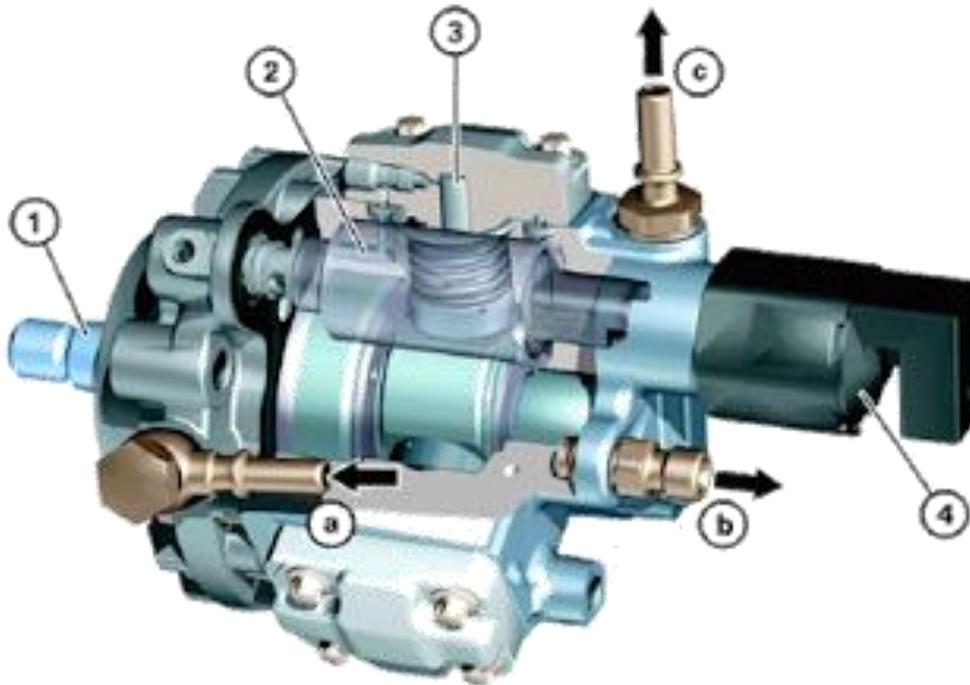
Unidade de comando do motor – Recebe e processa os dados dos vários sensores e actuadores para controlo de todos os componentes.

18.4.1 Bomba de Alta Pressão (DCP)

A Bomba de alta pressão (DCP) é responsável pelo fornecimento de fluxo e volume de combustível sob alta pressão transferido `Régua Comum, alimentando desta forma, os injectores com a quantidade necessária de combustível em todas condições de operação do motor.

A Bomba de Alta Pressão do motor possui três pistões radiais e seu accionamento é feito pela corrente de comando de válvulas. Para auxiliar o enchimento da Bomba de Alta Pressão, é utilizada uma bomba eléctrica instalada entre o tanque de combustível e o filtro de diesel. Essa bomba é fixada no chassi ou ela fica dentro do tanque.

18.4.1 Bomba de Alta Pressão



1- Bomba de transferência interna

02- Válvula Reguladora de Vazão
(VCV)

03- Bomba de alta pressão

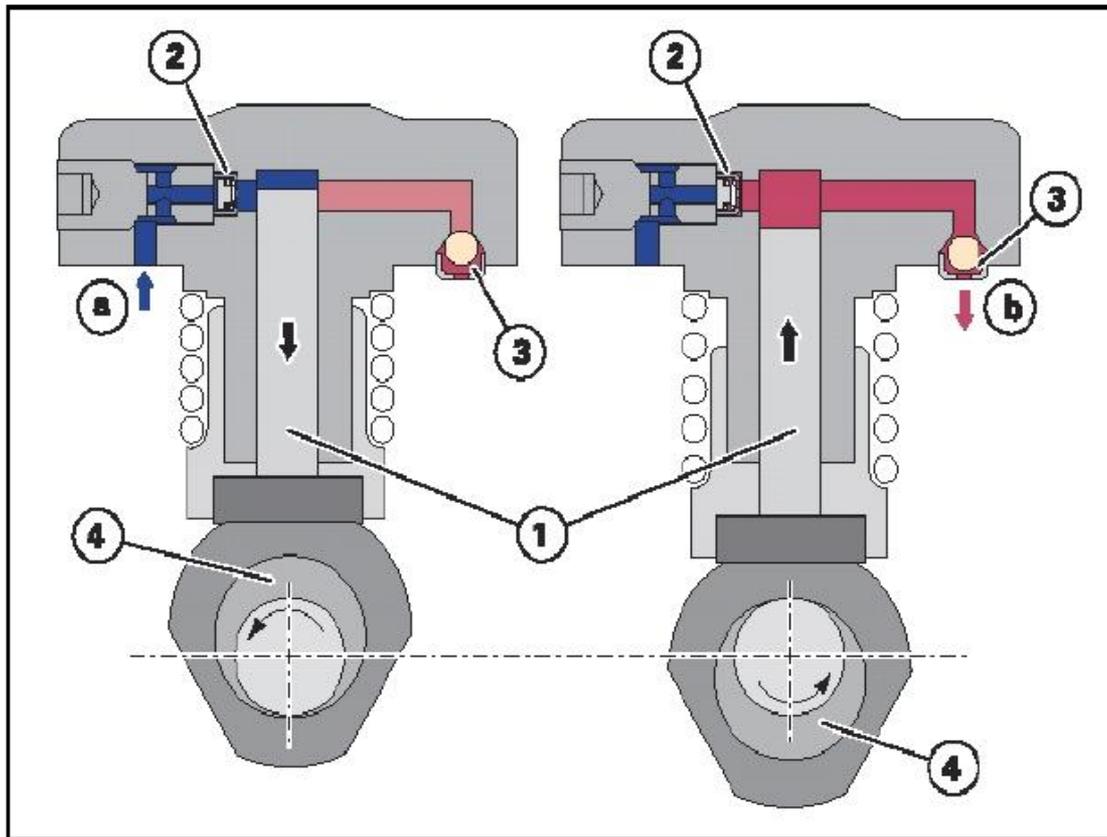
04- Válvula reguladora de Pressão
(PCV)

A- Alimentação de combustível

B- Conexão de alta pressão

C- Conexão de retorno

18.4.1 Bomba de Alta Pressão (DCP)



1. Pistão
 2. Válvula de entrada
 3. Válvula de saída
 4. Came
- a) Entrada de combustível
b) Saída de combustível

18.4.2 Válvula Reguladora de Pressão - PCV

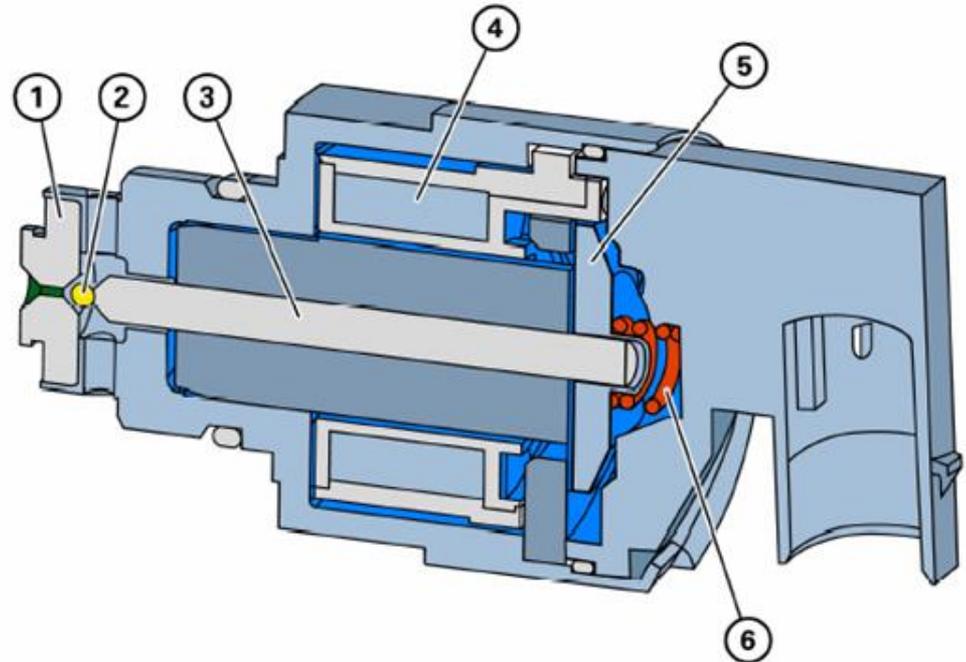
A pressão na Régua Comum é constante apenas para uma determinada faixa de rotações. A aceleração do motor se faz variando a pressão da Régua comum o que, por consequência, faz aumentar a quantidade de gásóleo injectada. Em alguns motores, em marcha lenta, mantém-se a pressão da Régua Comum em 220 bar e em aceleração total essa pressão chega a atingir 1500 bar.

A pressão da Régua Comum é mantida pela Bomba de Alta Pressão, cujo controle é feito pela válvula Reguladora de Pressão PCV

18.4.2 Válvula Reguladora de Pressão - PCV

A válvula reguladora de pressão tem a finalidade de controlar a pressão de saída da bomba de alta pressão.

- ▶ 01- Esfera da válvula
- ▶ 02- Assentamento da válvula
- ▶ 03- Pino
- 04- Solenóide
- 05- Âncora
- 06- Mola

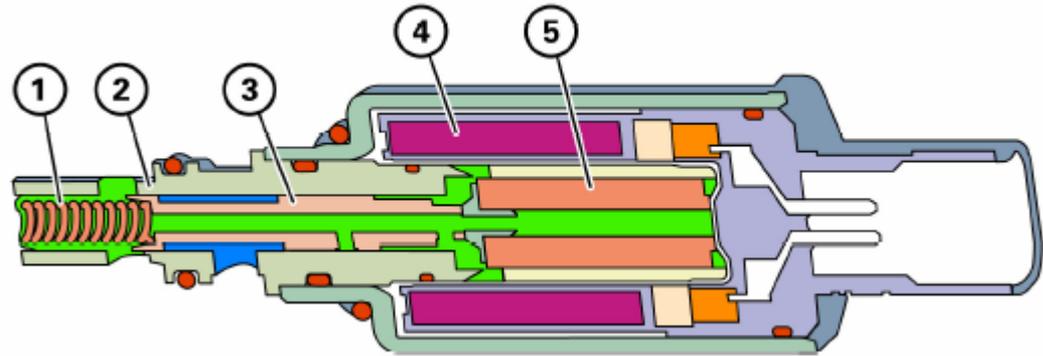


18.4.3 Válvula Reguladora de Vazão - VCV

A válvula VCV, que tem por função controlar o volume de entrada de combustível proveniente da bomba eléctrica e do filtro. A Central manda sinais eléctricos que determinam a abertura dessa válvula controlando o enchimento adequado dos elementos da bomba para atingir a pressão determinada no mapa de injeção. Quanto maior a corrente no solenóide da VCV, maior o fluxo de combustível para os elementos da bomba. Essa válvula tem por objectivo evitar que os elementos de bombeamento funcionem com elevada quantidade de gasóleo em situações que exigem baixa pressão, como na marcha lenta, prolongado a vida útil da bomba e aliviando a força necessária ao seu accionamento.

18.4.3 Válvula Reguladora de Vazão - VCV

A válvula reguladora de vazão tem a função de controlar o fluxo de combustível para a bomba de alta pressão, permitindo desta forma a alimentação exacta da bomba de alta pressão, de acordo com a necessidade do sistema.



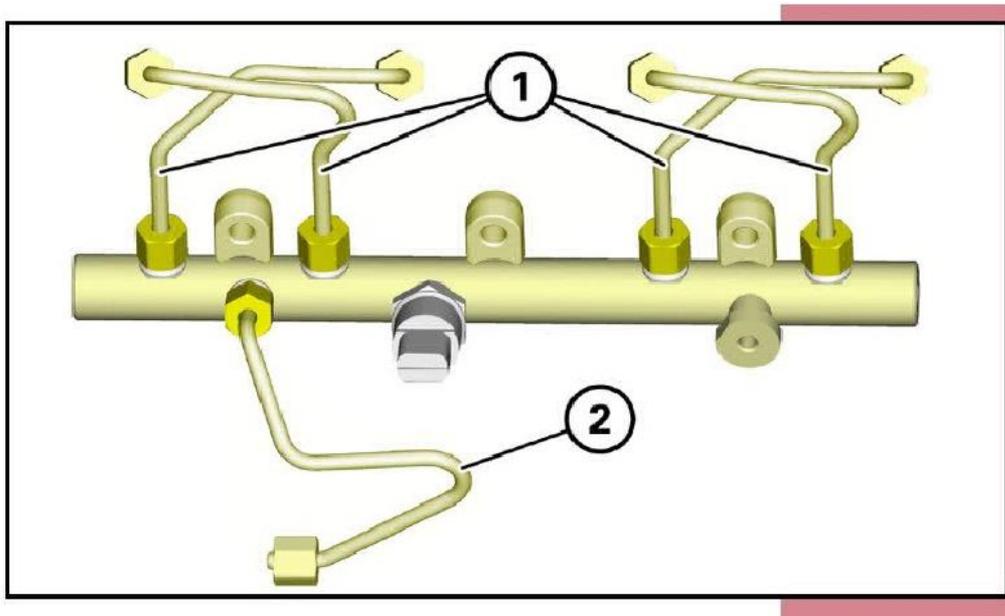
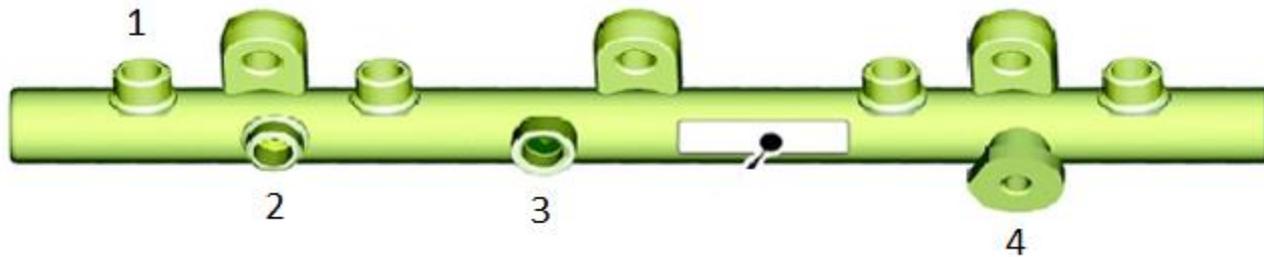
- 01- Mola de compressão
- 02- Bucha
- 03- Pistão
- 04- Solenoide
- 05- Âncora

18.4.4 A Régua Comum

A régua comum opera como um armazenador de alta pressão para o combustível que será transferido através da bomba de combustível (DCP) para alimentar os injectores com a quantidade e pressão necessária de gasóleo para qualquer condição de operação.

Devido à função de armazenamento, são amortecidas todas as oscilações que poderiam ocorrer durante o processo de injeção.

18.4.4 A régua comum



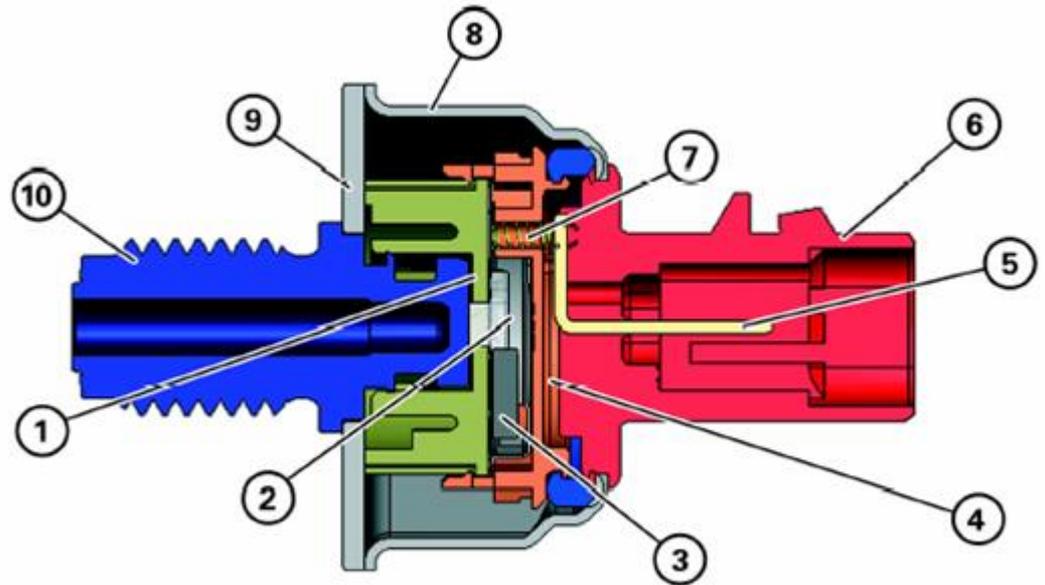
1. Conexões dos tubos de alta pressão para os injectores
2. Conexão do tubos de alta pressão para a bomba
3. Conexão do sensor de pressão
4. Suporte para fixação da linha de retorno

18.4.5 Sensor de Alta Pressão da Régua

O sensor de alta pressão tem a função de medir a pressão do combustível na Régua Comum, enviando um sinal eléctrico a Unidade de Controle Electrónica. Este sinal é utilizado para calcular o tempo de accionamento dos injectores e regular a Válvula Reguladora de Pressão - PCV da bomba. A Central utiliza essa informação para dimensionar o sinal que será enviado à PCV, de modo a manter a pressão programada no mapa de injeção para cada situação específica de aceleração/rotação.

18.4.5 Sensor de Alta Pressão da Régua

- ▶ 01- Membrana
- ▶ 02- Elemento sensor
- ▶ 03- Placa de circuito impresso com electrónica de processamento
- ▶ 04- Tampa protectora
- ▶ 05- Conector
- ▶ 06- Corpo do conector
- ▶ 07- Mola de contacto
- ▶ 08- Carcaça metálica
- ▶ 09- Flange Metálico
- ▶ 10- Conexão de pressão



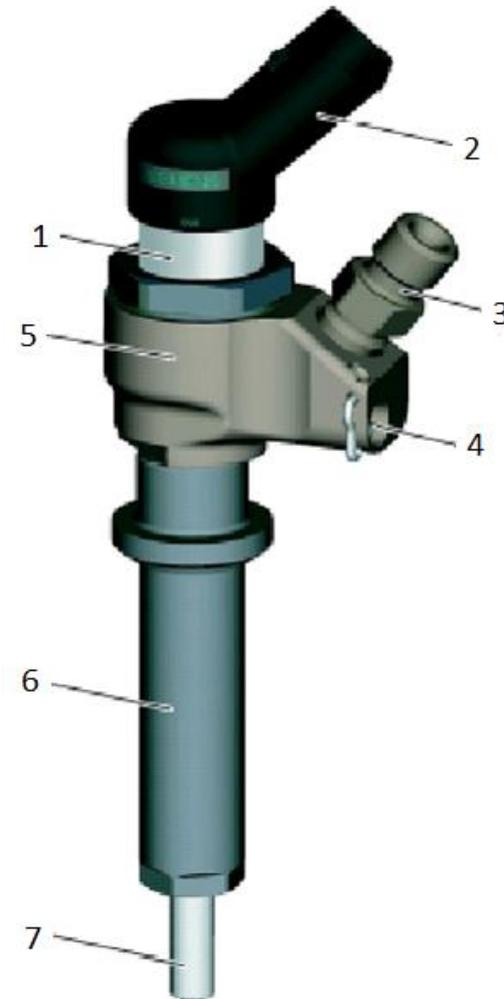
18.4.6 Injector de combustível

Os bicos injectores são do tipo piezoeléctrico e possuem vários furos muito finos, o que possibilita a pulverização do combustível em partículas muito pequenas, favorecendo a queima completa do gasóleo, o que diminui o consumo e o fumo.

Assim como nos sistemas mecânicos, os bicos despejam o excesso de combustível através da linha de retorno. Ocorre que no *common-rail* os bicos são constantemente submetidos à pressão existente na régua comum e qualquer defeito que implique a perda de pressão pelo retorno (má vedação), irá provocar a redução da pressão em todo o circuito de alta pressão, prejudicando o arranque e o funcionamento do motor.

18.4.6 Injetor de combustível

1. Actuador piezo-elétrico
2. Conector eléctrico
3. Conexão de alta pressão
4. Retorno de combustível
5. Cabeça do injetor
6. Porta injetor
7. Elemento injetor



18.4.6 Injetor de combustível

- ▶ 01- Conexão de alta pressão
- ▶ 02- Retorno
- ▶ 03- Conexão eléctrica com a ECU
- ▶ 04- Actuador piezo-elétrico
- ▶ 05- Válvula de pistão
- ▶ 06- Válvula cogumelo
- ▶ 07- Pistão de controle
- ▶ 08- Agulha do injetor
- ▶ 09- Câmara de alta pressão
- ▶ 10- Furos de injeção

