

MOTORES TÉRMICOS

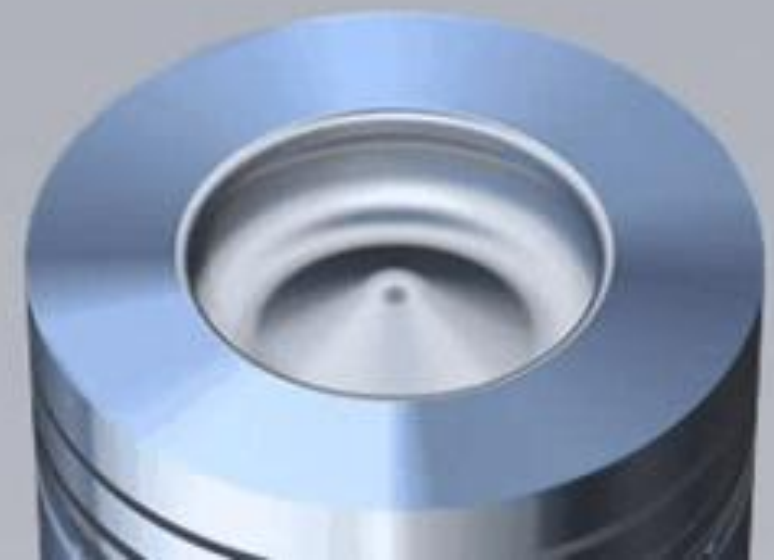
AULA 26 – MCI: INJEÇÃO MOTOR DIESEL

PROF.: KAIO DUTRA



Requisitos do Sistema

- No **motor Diesel**, o combustível deve ser **injetado diretamente na câmara** de combustão, finamente nebulizado à alta pressão (acima de 200 bar, podendo chegar a valores superiores a 2.000 bar), no fim do tempo de compressão e mesmo durante o de expansão.



Requisitos do Sistema

- Os **requisitos** do sistema injetor são:
 - **Dosar a quantidade** correta de combustível em cada cilindro, em função da carga e rotação desejadas.
 - **Distribuir** o combustível, finamente nebulizado, para facilitar sua mistura com o ar.
 - **Iniciar a injeção** no instante correto.
 - **Injetar** o combustível com a **velocidade** de injeção desejada (taxa de injeção).
 - **Dosar** o combustível com **taxas de injeção** adequadas.
 - **Finalizar a injeção** instantaneamente, sem provocar gotejamento ou pós-injeção.



Unidade de Comando Eletrônica

- O acionamento da válvula magnética das unidades injetoras modulares é feito pela unidade de comando eletrônica. Essa unidade recebe todos os sinais vindos dos sensores instalados no sistema tais como os de posição do pedal do acelerador, de rotação e posição do virabrequim do motor, de pressão e temperatura do óleo e da água. Por meio de seus mapas de calibração, define a energização adequada da válvula magnética de forma a promover o início e a duração da injeção otimizada, sincronizada com a posição do pistão do motor.



Bicos Injetores

- Os bicos injetores são componentes de extrema precisão, responsáveis por nebulizar finamente o combustível na câmara de combustão do motor. Quanto melhor for a pulverização, maior será a eficiência térmica do motor.
- Em consequência, se obtém mais economia de combustível com menor emissão de gases poluentes.
- Os bicos de pino são mais utilizados em motores de injeção indireta e têm a vantagem de exigirem manutenção menos frequentes, pois o próprio movimento do pino promove a limpeza dos depósitos. Os bicos de agulha são utilizados em motores de injeção direta por causa da necessidade de melhor nebulização do combustível. Podem ser utilizados um ou mais orifícios de pequeno diâmetro, conhecendo-se casos de 12 furos de 0,2 a 0,3 mm.

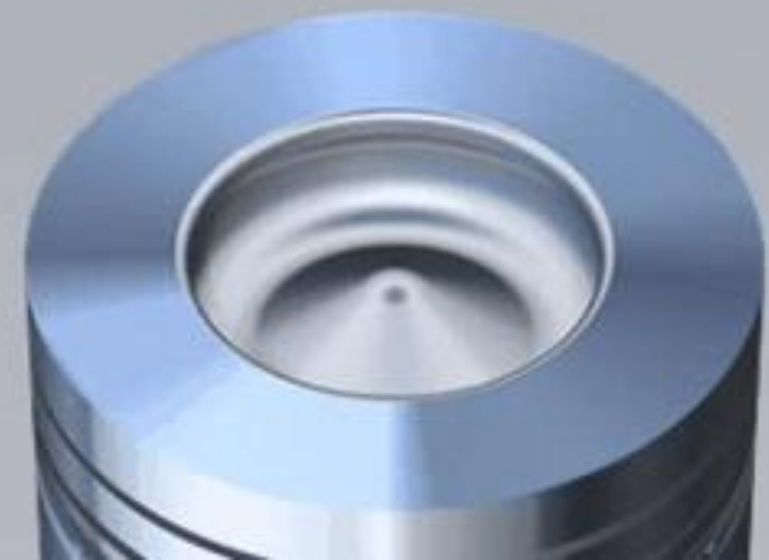


Configurações dos Sistemas

- Para atingir os requisitos, os motores Diesel utilizam um dos seguintes

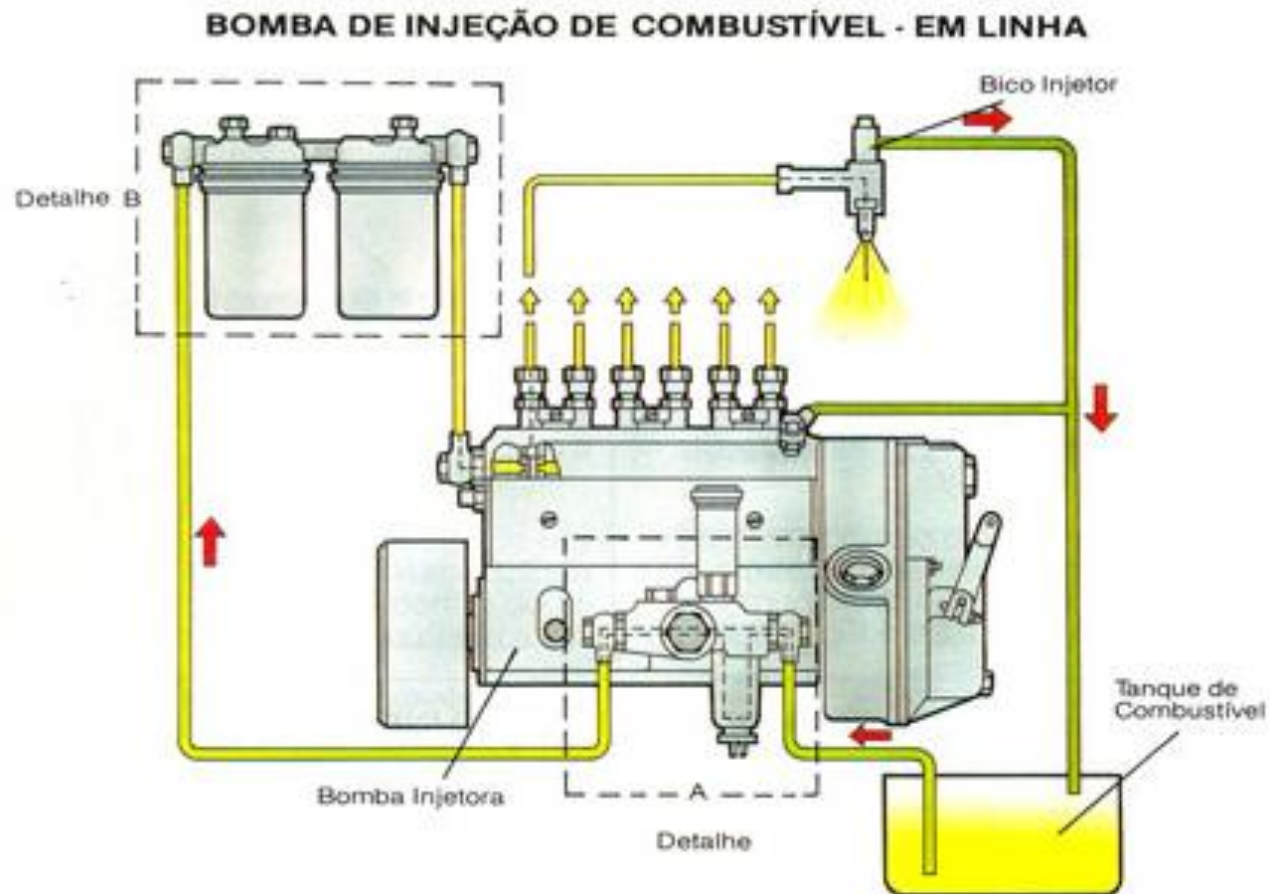
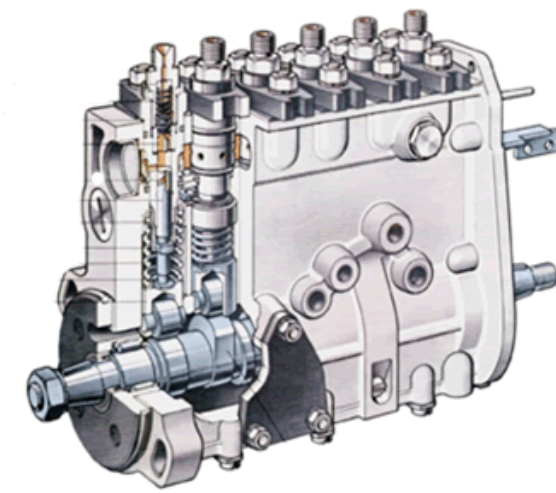
tipos de sistema de injeção:

- **Bomba em Linha:** elementos bombeadores montados conjuntamente numa mesma estrutura que possui um eixo de ressaltos comum para seus acionamentos.
- **Bomba-Tubo-Bico:** Elementos bombeadores associados à linha de injeção e porta-injetor formando conjuntos completos para cada cilindro do motor, acionados por um eixo de ressaltos comum montado no bloco do motor.
- **Bomba-Bico:** Com uma unidade integrada de elemento bombeador e bico injetor para cada cilindro do motor, acionada por eixo de ressaltos montado no cabeçote.
- **Bomba distribuidora ou rotativa:** com regulagem mecânica ou eletrônica que utiliza uma bomba de um único elemento bombeador acoplado a um sistema distribuidor rotativo para dosar o combustível para cada cilindro do motor.
- **Common Rail:** Sistema acumulador que utiliza uma bomba única para a compressão do combustível e elementos dosadores individuais para cada cilindro do motor.



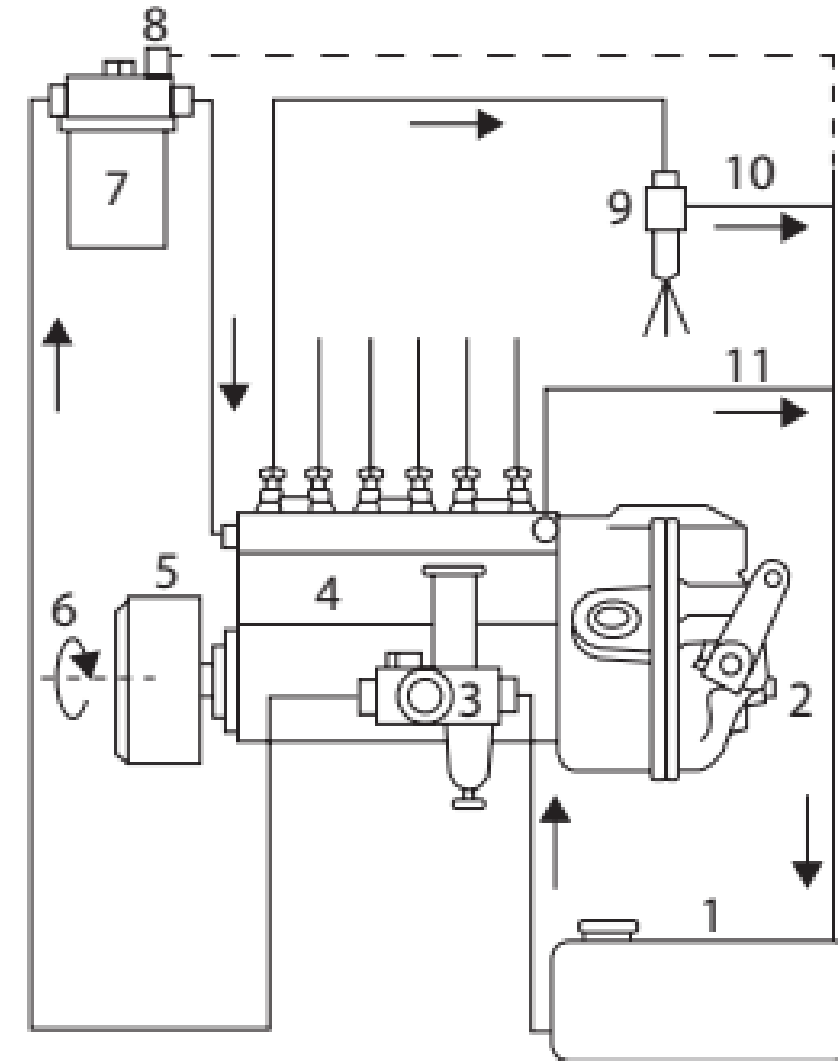
Sistemas de Bomba Em Linha

- É constituído por uma bomba com eixo de ressaltos e um elemento dosador para cada cilindro. Acoplado à bomba injetora fica o regulador de débito e velocidade, disponível nas versões mecânica ou eletrônica.



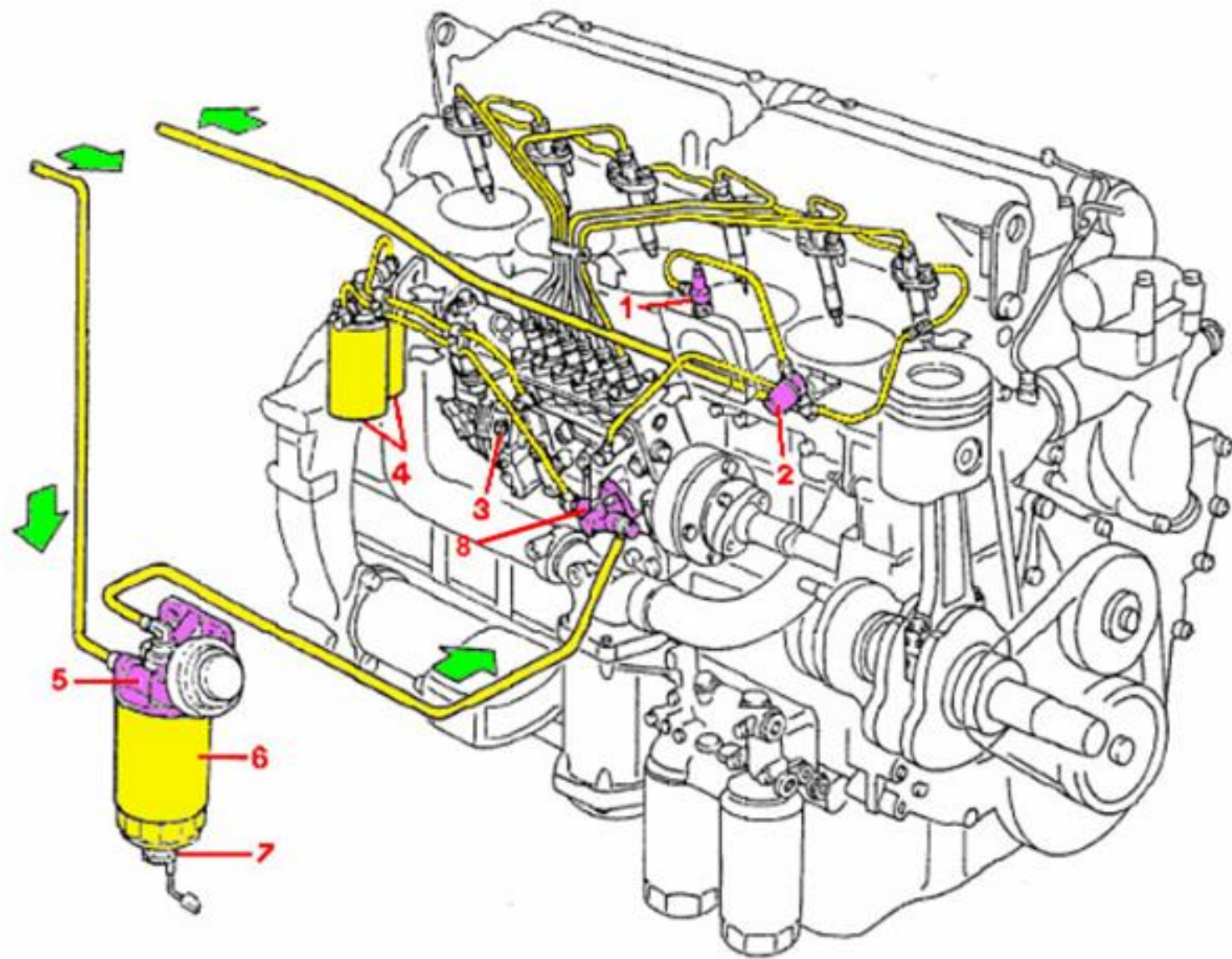
Sistemas de Bomba Em Linha

- O **regulador** (2) é um componente do sistema de injeção que **regula** automaticamente as **condições de injeção** e estabelece a rotação máxima de rotação do motor, evitando a ocorrência de sobrevelocidades. Nele são montadas as alavancas que fazem a interface com o operador do motor-veículo.



Sistemas de Bomba Em Linha

- A **bomba injetora** tem a função de **acrescentar pressão ao combustível** e enviá-lo ao injetor no instante mais oportuno e na quantidade desejada para cada ciclo.

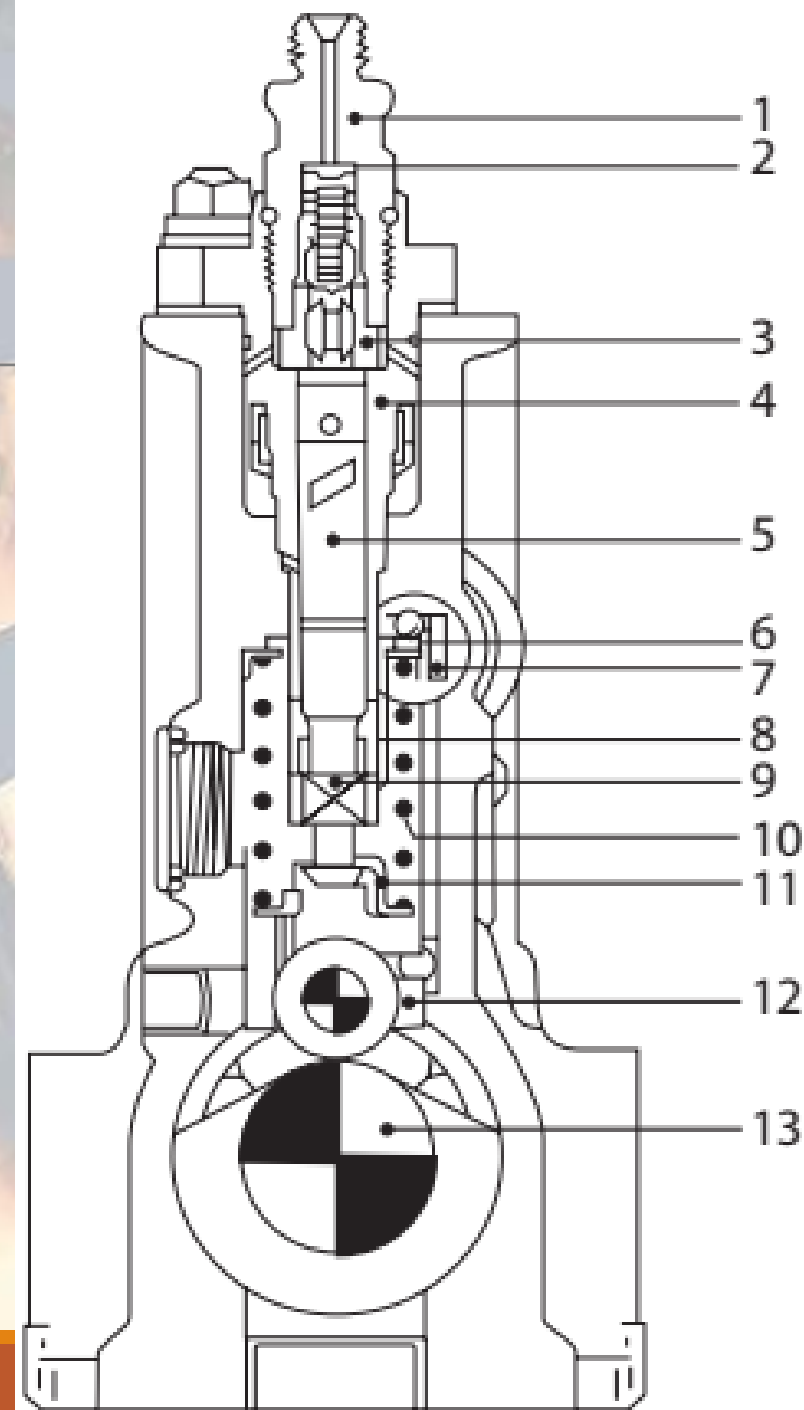


- 1 Glow plug
- 2 Solenoid valve
- 3 Injection pump
- 4 Fuel double filter

- 5 Fuel prefilter mount with Priming-pump
- 6 Fuel prefilter cartridge
- 7 Water outlet tap & Electric water sensor
- 8 Fuel feed pump

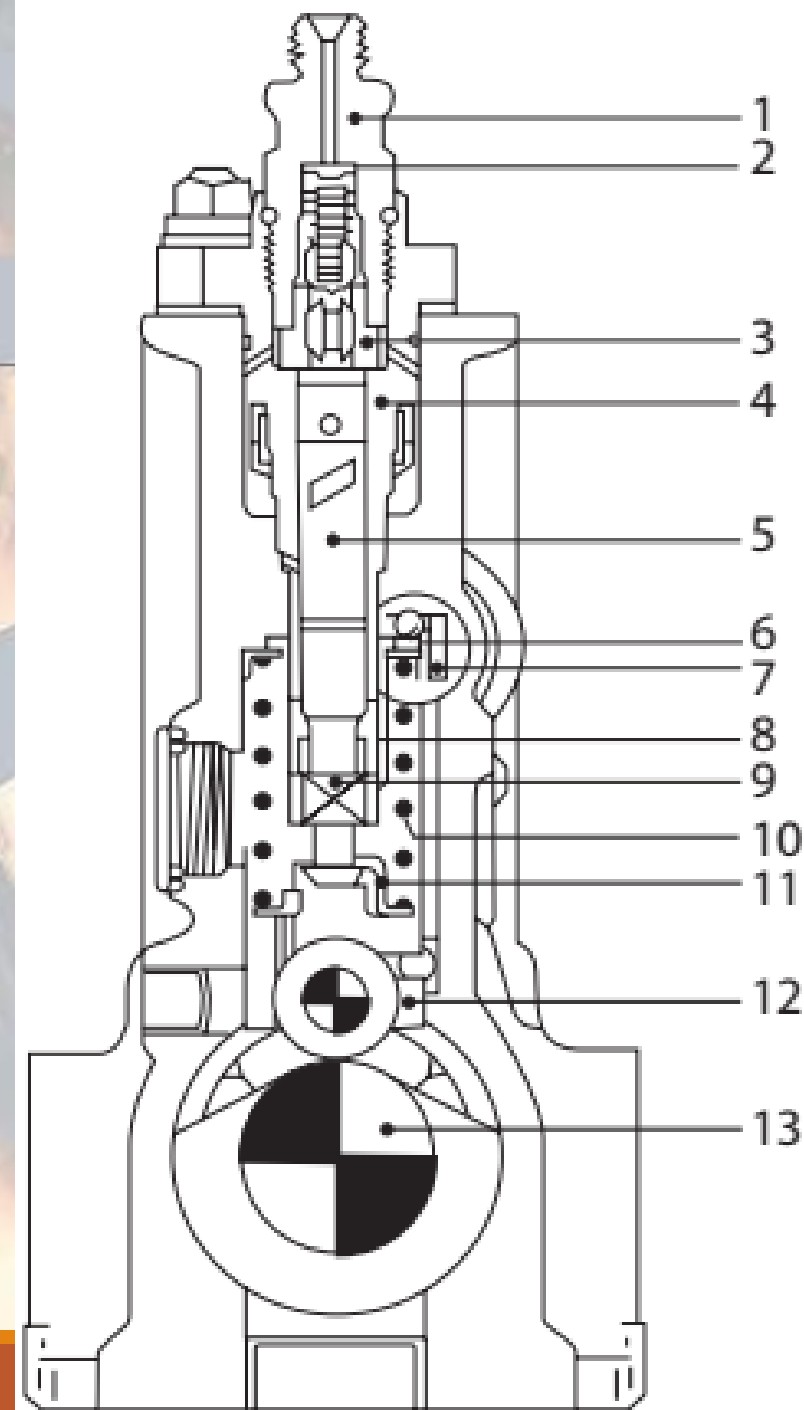
Sistemas de Bomba Em Linha

- O pistão tem um curso constante definido pelo excêntrico (13). Durante o movimento descendente do pistão da bomba, o combustível da galeria, fornecido pela bomba de transferência preenche o volume formado no cilindro (4). Movido pelo excêntrico (13), o pistão ultrapassa o orifício de comando no cilindro (4) e estabelece o escoamento do combustível através da válvula (3) e do porta-válvula (1), dirigindo-o para o injetor.



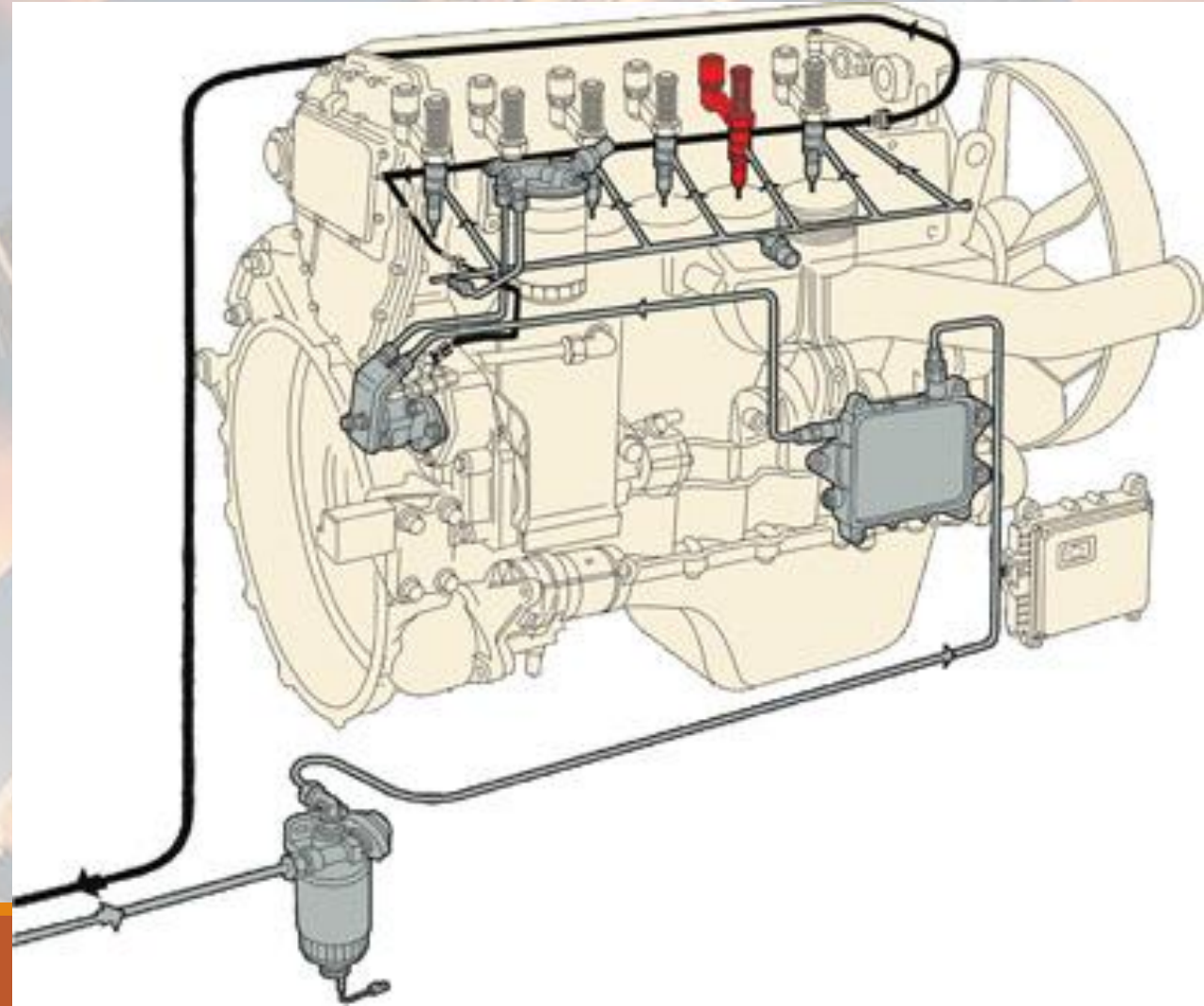
Sistemas de Bomba Em Linha

- Girando o pistão injetor (5) por meio da haste de regulagem ou cremalheira (7), o rasgo helicoidal de controle descobrirá o orifício de comando em posições diferentes de seu curso, variando o débito de combustível.
- A válvula de entrega ou de alívio de pressão (3) tem a função de manter o condutor de injeção cheio de combustível, de tal forma que a injeção resulte praticamente imediata.



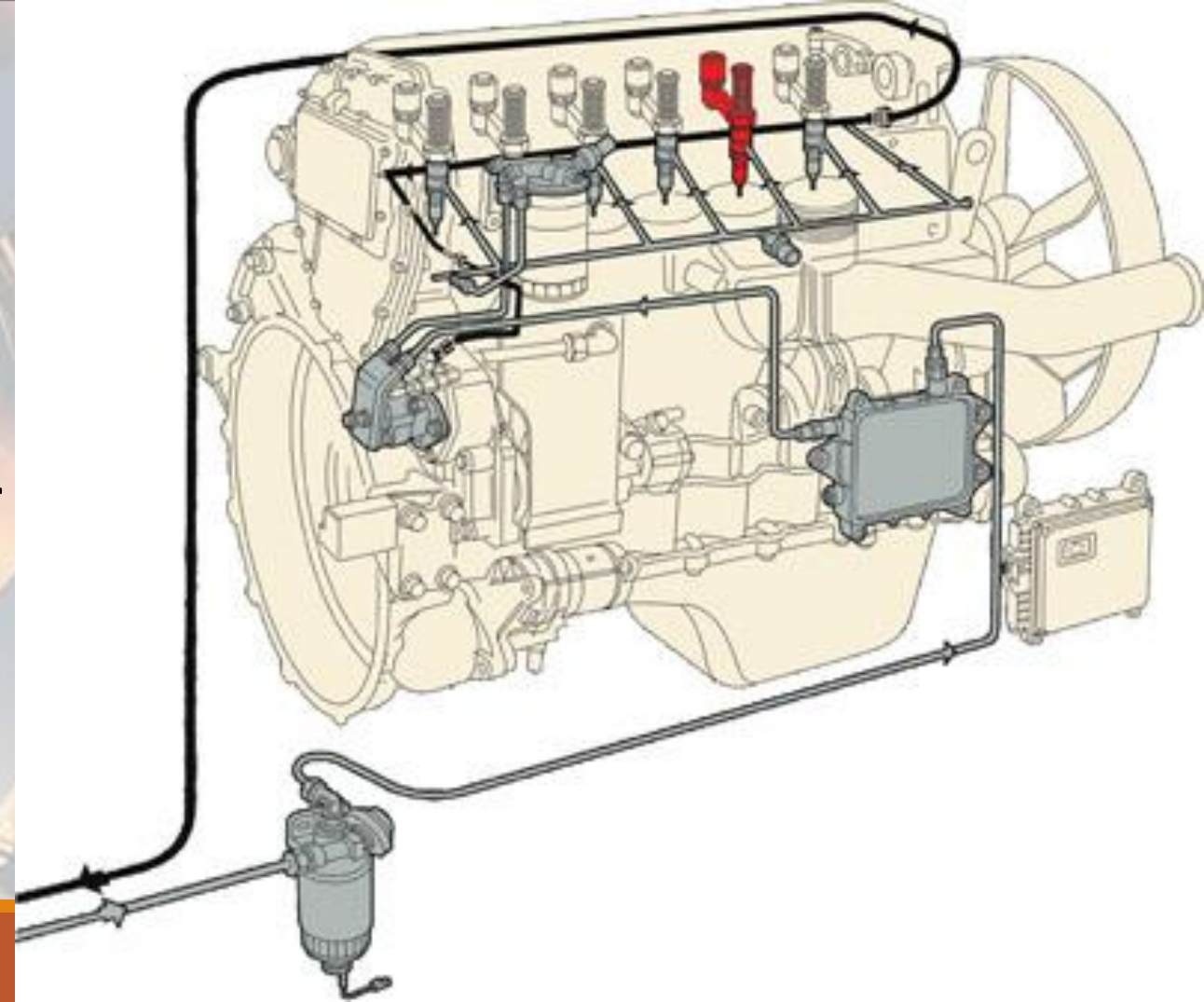
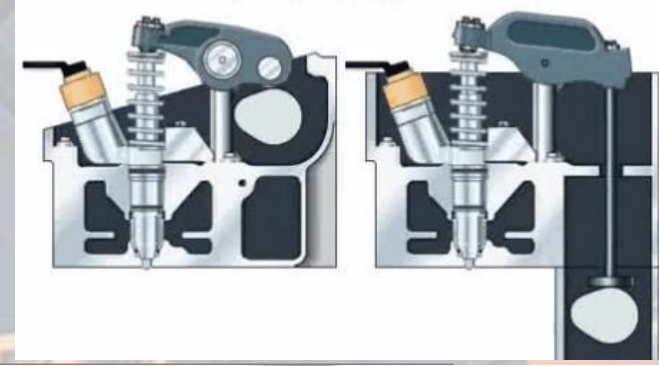
Sistema modular de Bombas Individuais

- Os sistemas modulares de bombas individuais controladas eletronicamente **incluem** as unidades **bomba-bico** e **bomba-tubo-bico**. Esse tipo de sistema modular tem como vantagens a sua **construção robusta e compacta**, facilitando a obtenção de pressões de injeção superiores a 2.000 bar.
- O seu **circuito** de alta pressão é bastante **reduzido**, o que contribui para a obtenção de uma dinâmica de **injeção mais otimizada, alta durabilidade e menores problemas** decorrentes da contaminação do combustível.



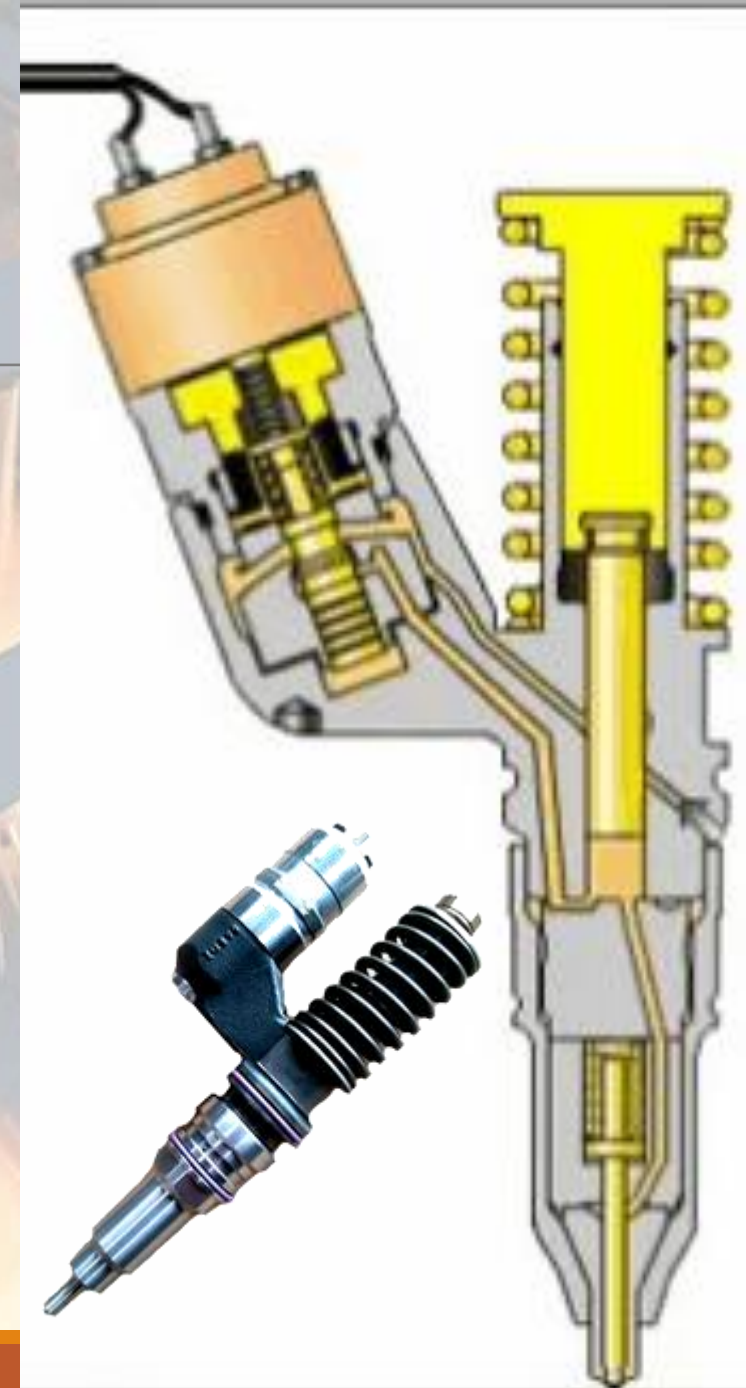
Unidade Injetora Bomba-Bico

- Trata-se de um módulo injetor de um cilindro com bomba de alta pressão, bico injetor e válvula eletromagnética integrados. Sua montagem é feita diretamente no cabeçote sendo acionado por meio de um balancim acionado por um ressalto existente no eixo de comando do motor.



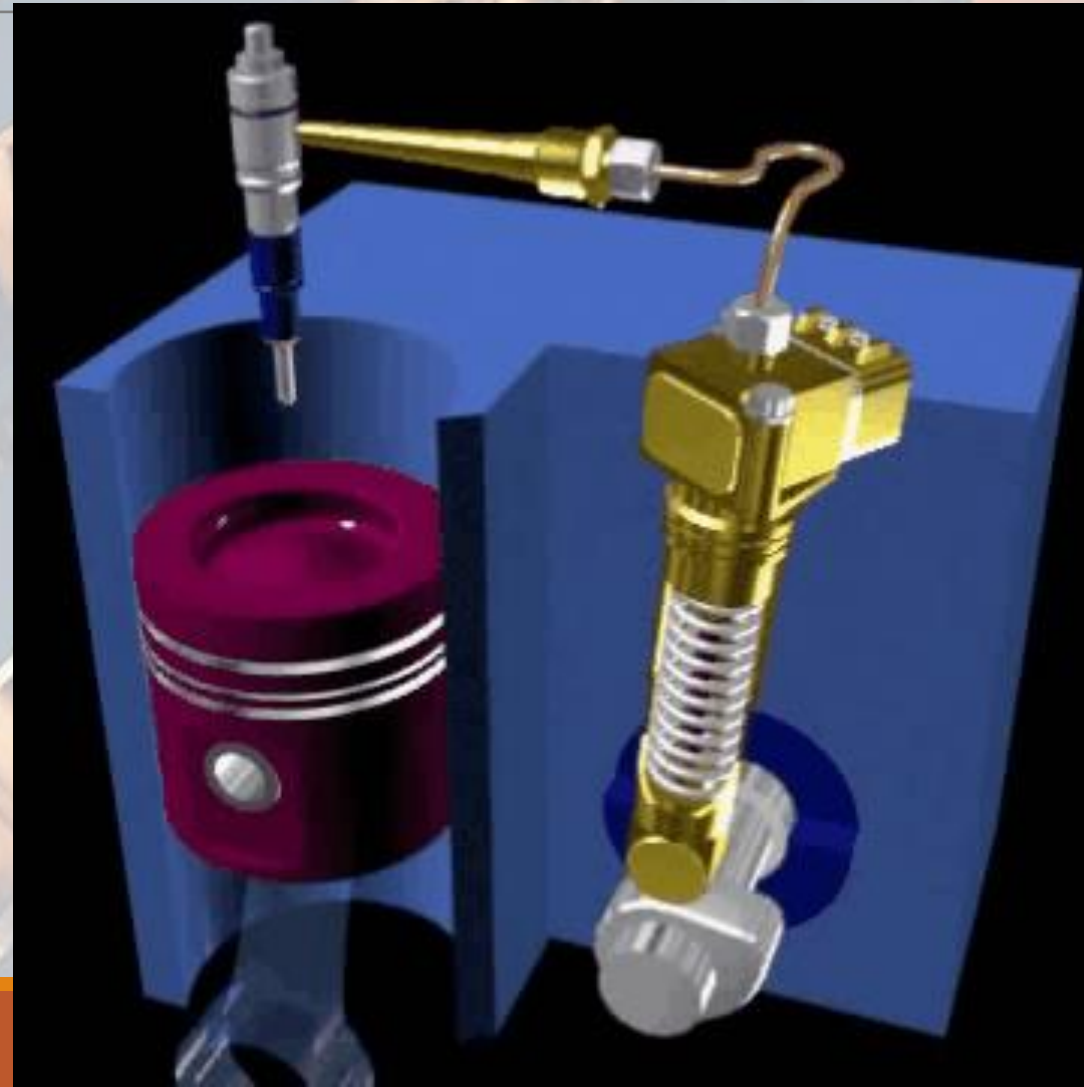
Unidade Injetora Bomba-Bico

- Com a válvula magnética desenergizada, o combustível entra pelo orifício de admissão e flui através dos dutos internos diretamente para o orifício de retorno o que possibilita o enchimento da câmara da bomba durante o curso de retorno do pistão impulsionado pela mola de retorno.
- No ciclo seguinte, com o pistão impulsionado pelo eixo de ressaltos e seu balancim para bombear o combustível e com a energização da válvula magnética, o circuito de retorno se fecha e o combustível à alta pressão é bombeado ao bico. Quando a intensidade da onda de pressão ultrapassa os valores de pré-tensão da mola do bico, o injetor se abre e permite a nebulização do combustível na câmara de combustão do motor. Com a desenergização da válvula, abre-se novamente o canal de retorno de combustível, a pressão de injeção diminui rapidamente e a injeção se encerra.



Unidade Injetora Bomba-Tubo-Bico

- Outro tipo de sistema modular de bombas individuais por cilindro é a unidade bombeadora tipo bomba-tubo-bico. De funcionamento semelhante ao das unidades bomba-bico, ele se diferencia na construção. Nesse caso, o bico e bomba não são integrados num único componente.
- Esse sistema tem a bomba de alta pressão montada no bloco do motor, onde existe também o eixo de comando com os ressaltos de injeção.
- O conjunto porta-injetor, que contém o bico injetor, é montado numa posição centrada no cabeçote do motor. Bomba e injetor são unidos por um curto tubo de alta pressão.



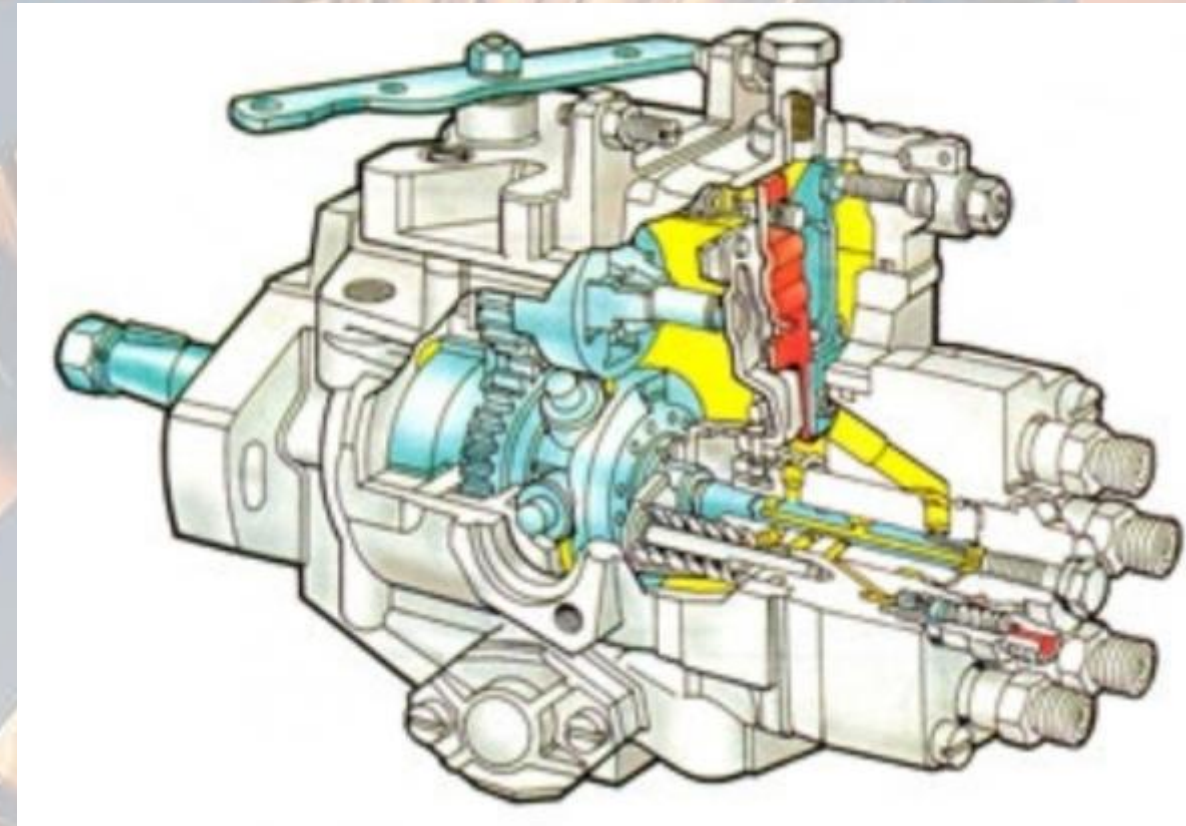
Sistema Distribuidor/Bomba Rotativa

- Essas bombas **compactas** e com um regulador acoplado foram, e ainda são, utilizadas em pequenos tratores e motores de geradores. Sua construção compacta e o fato de serem lubrificadas pelo próprio combustível traz **vantagens de custo**, porém as torna muito **sensíveis** à exposição de **combustível contaminado** e/ou mal filtrado.

<https://www.youtube.com/watch?v= OFr926zdXM&t=1s>

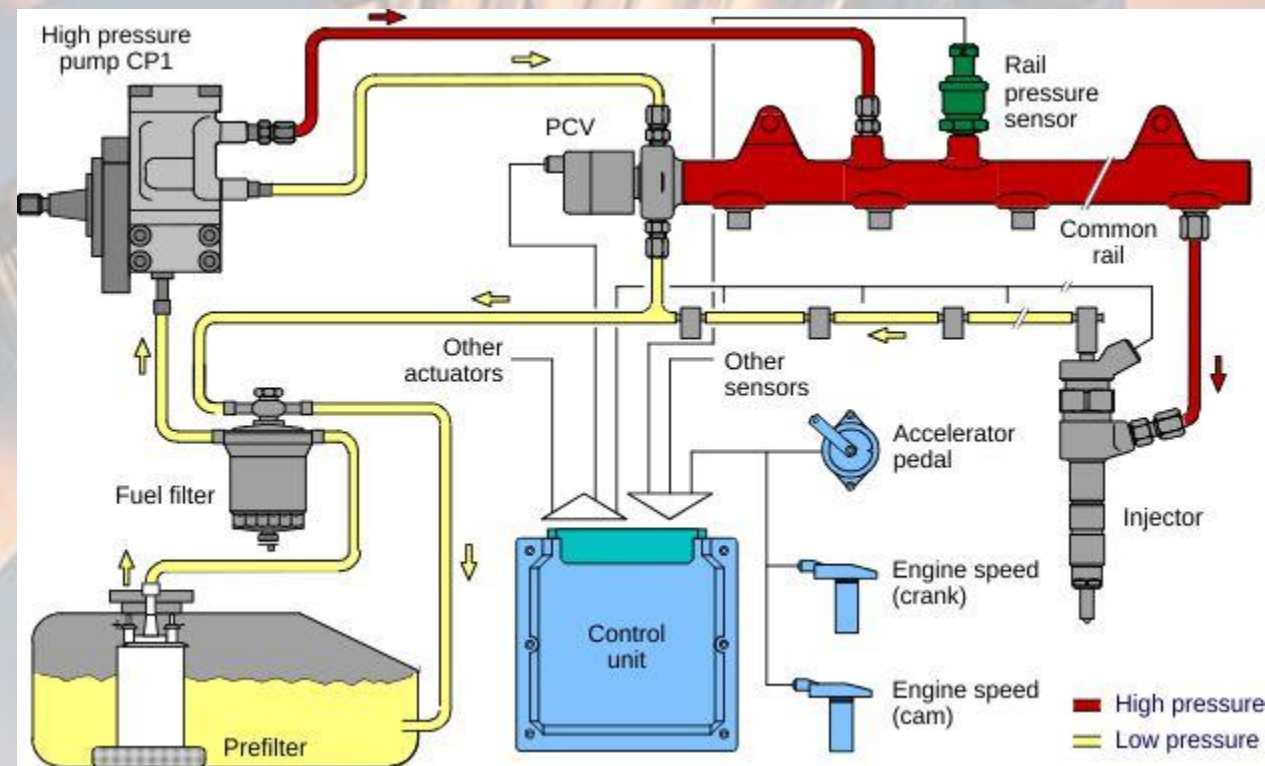
Sistema Distribuidor/Bomba Rotativa

- Nessa bomba injetora, a bomba de transferência (de palhetas) alimenta um distribuidor constituído de um cabeçote hidráulico por meio de uma válvula de medição ou dosadora, que controla o débito em função da carga desejada. O volume existente entre os êmbolos é alimentado por um canal do cabeçote que, ao girar, coloca outro canal de comunicação com os injetores de cada cilindro; simultaneamente os êmbolos são empurrados para o centro, pelo anel excêntrico.



Sistema Acumulador/Common Rail

- A principal vantagem é aliar **alta pressão de injeção**, de mais de 2.000 bar, com a possibilidade de realizar **injeções múltiplas** (pré-injeção, injeção principal e pós injeção) e com flexibilidade para ajustar o início de injeção, de modo a **adaptá-los a cada regime de funcionamento** do motor, realizando essas funções com pequenas tolerâncias e alta precisão durante toda a vida útil.



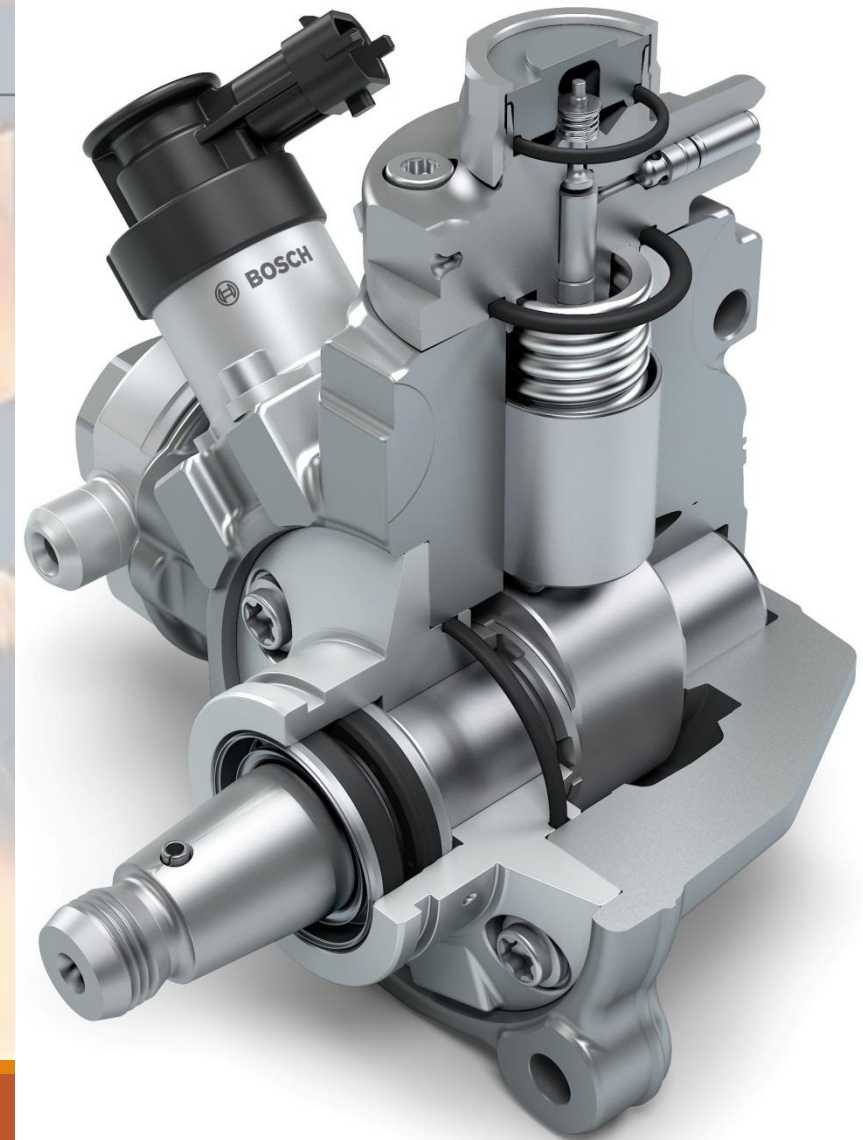
Sistema Acumulador/Common Rail

- O processo de injeção é **comandado pela programação** e mapas armazenados na unidade eletrônica de comando (ECU) que aciona eletricamente cada um dos injetores.
- No sistema de injeção Common Rail, a **produção de pressão e a injeção são fenômenos independentes**. A bomba fornece combustível sobre pressão mesmo em baixas rotações do motor. Por outro lado, o instante e a quantidade de injeção são calculados na unidade de comando eletrônico, e o acionamento elétrico dos injetores permite injeções com precisão, independentemente das tolerâncias dos componentes mecânicos do motor.

Sistema Acumulador/Common Rail

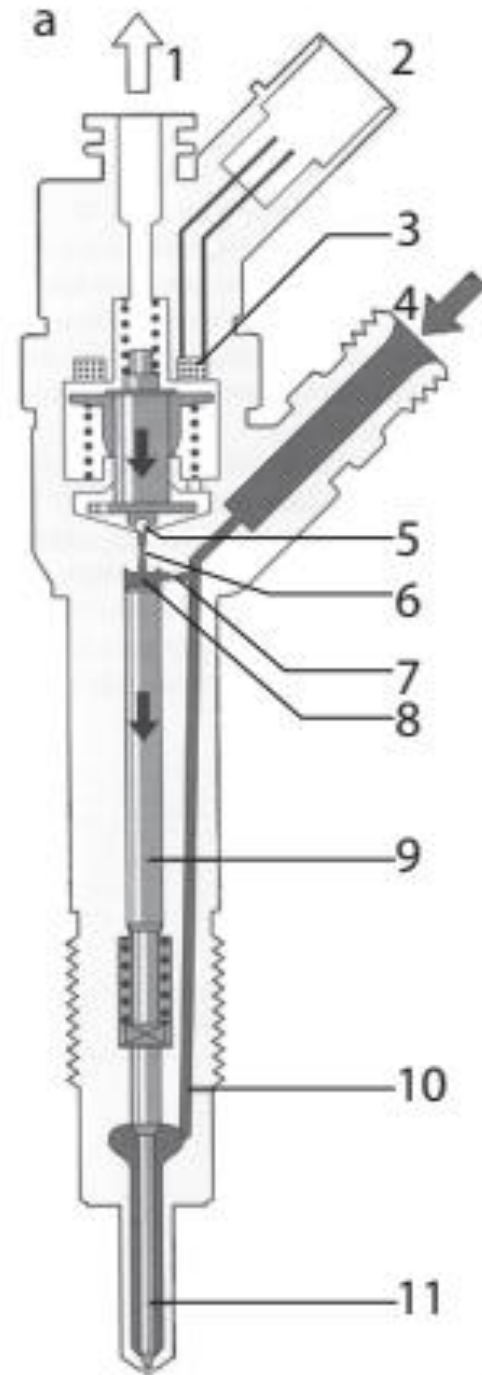
Bomba de Alta Pressão

- A bomba de alta pressão tem a função de disponibilizar **combustível** suficientemente **pressurizado** em todas as faixas de funcionamento e por toda vida útil do motor. Ela é acionada pelo motor por meio de acoplamento, engrenagem, corrente ou correia dentada. A sua lubrificação é feita pelo combustível ou pelo óleo lubrificante do motor.



Sistema Acumulador/Common Rail Injetor

- O instante do início e o volume de injeção são ajustados por intermédio do injetor de comando elétrico. Ele substitui o conjunto injetor (bico e porta injetor) dos sistemas convencionais de injeção Diesel.
- O injetor pode ser dividido em diversos blocos de função, injetor de orifício com agulha do injetor, sistema servo hidráulico, válvula magnética e as ligações pertinentes e canais de combustível.
- O combustível é conduzido da ligação de alta pressão (4) através de um canal (10) para o bico, bem como através do estrangulador de admissão (7) para a câmara de controle da válvula (8). A câmara de controle é ligada ao retorno de combustível (1) através do estrangulador de saída (6), que pode ser aberto pela válvula magnética.



Sistema Acumulador/Common Rail Injetor

- Quando o estrangulador de saída está fechado, predomina a força hidráulica sobre o pistão de comando da válvula, conseqüentemente, a agulha é pressionada no assento e veda o canal de alta pressão em relação ao compartimento do motor. O combustível não pode fluir para a câmara de combustão.
- Na ativação da válvula magnética o estrangulador de saída é aberto. Isso faz com que a pressão na câmara de comando da válvula caia, diminuindo também a força hidráulica sobre o pistão de comando da válvula. Assim que a força hidráulica se apresenta inferior àquela sobre o estágio de pressão da agulha do injetor, a agulha se abre para que o combustível possa passar pelos furos de injeção para dentro da câmara de combustão. A quantidade injetada portanto, será proporcional ao tempo de abertura do bico, e por conseqüência, ao de ativação da válvula magnética.

