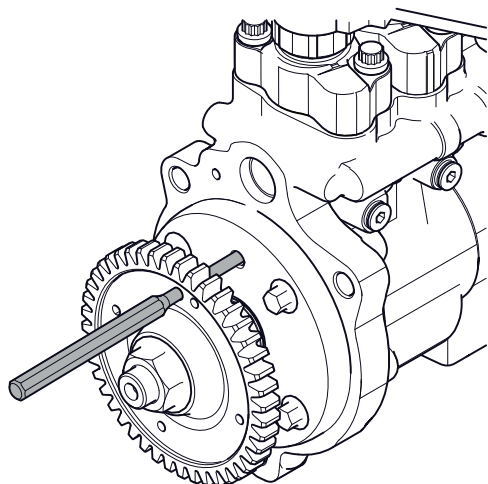


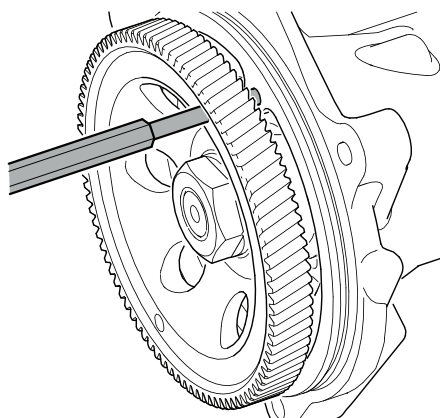
03-01 Bomba de alta pressão

Função - Requisitos de funcionamento e alinhamento da bomba de alta pressão, motores de 13 litros

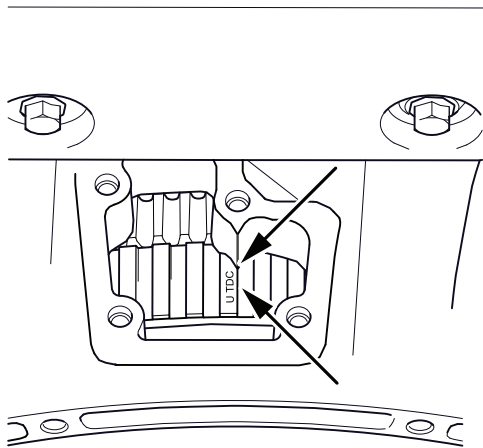
Se o alinhamento correto não for alcançado durante a instalação, a válvula medidora ativa da entrada de combustível poderá, do contrário, fechar na hora errada (o EMS assume a posição do volante). A válvula deve fechar na posição exata abaixo do movimento ascendente do pistão para obter capacidade suficiente para regular de forma adequada a pressão do acumulador. Se o alinhamento for incorreto, um código de falha poderá ser gerado e problemas de desempenho poderão acontecer.



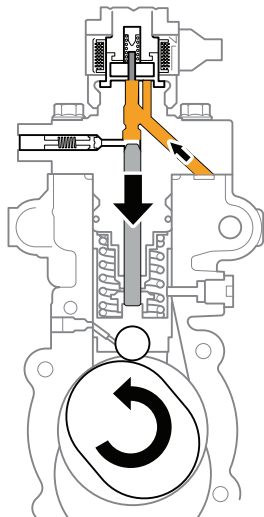
Bloco DC13 ger. 3



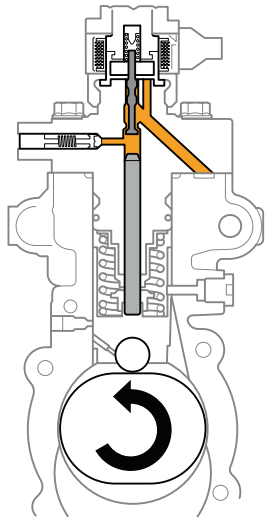
Bloco DC16 ger. 3



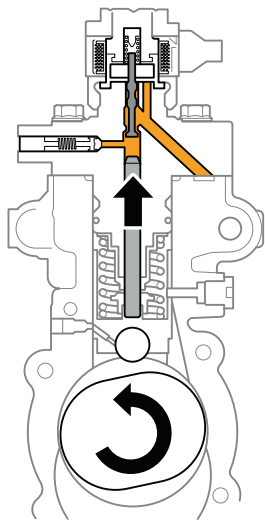
Posicionamento do volante



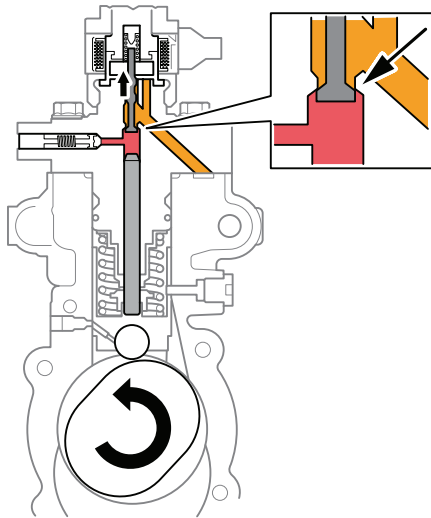
Êmbolo da bomba descendo. A câmara da bomba enche de combustível através da válvula de admissão aberta.



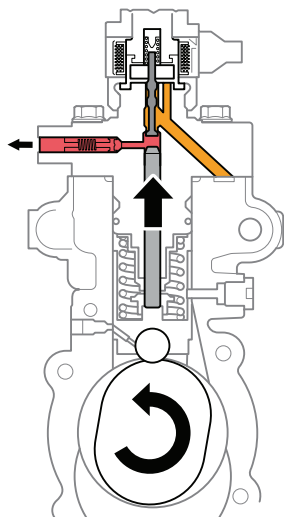
O êmbolo da bomba está no ponto morto inferior e começa a se mover para cima.



O êmbolo da bomba começa a se mover para cima. O combustível flui de volta através da válvula de admissão aberta

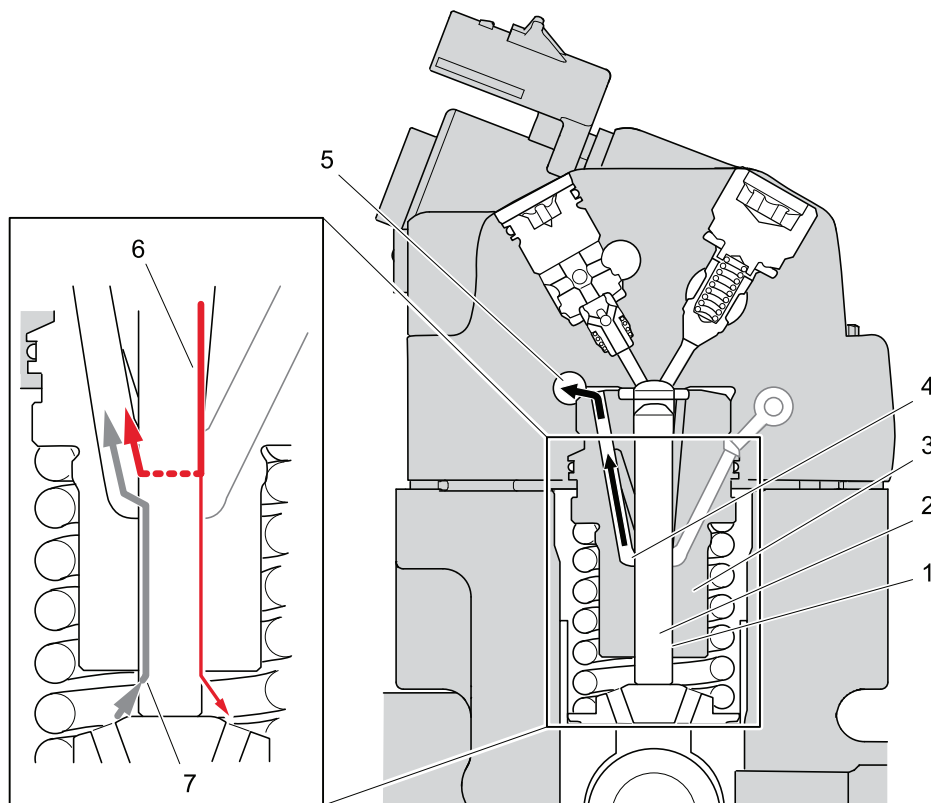


O bombeamento é controlado pela ECU. A corrente é enviada para a válvula solenoide e a válvula de admissão começa a fechar. A posição de fechamento da válvula (ângulo do came) depende de quanto combustível deve ser bombeado para o acumulador. O fechamento da válvula pode ser controlado totalmente desde o êmbolo da bomba no BDC até o TDC quando o êmbolo da bomba se move para cima.



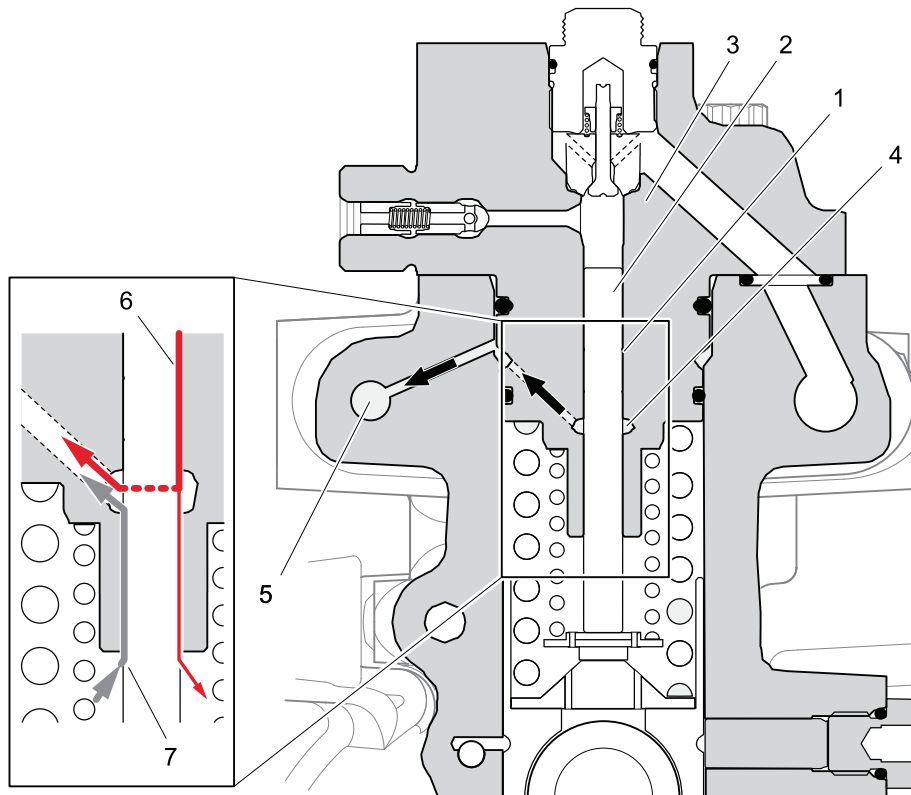
Válvula de admissão fechada. A pressão acumula na câmara da bomba e a válvula de escape para o acumulador se abre. O combustível é bombeado para o acumulador. Após o TDC, a válvula de admissão reabre e a bomba enche com combustível novo.

Função - Interface entre o combustível e o óleo lubrificante na bomba de alta pressão



A ilustração mostra um design mais antigo da bomba

- | | |
|---|---|
| 1. Abertura entre o pistão e o cabeçote do cilindro | 4. Área para coletar qualquer vazamento |
| 2. Pistão | 5. Duto de drenagem |
| 3. Cabeçote do cilindro | 6. Vazamento de combustível |
| | 7. Vazamento de óleo lubrificante |



A ilustração mostra um design mais novo da bomba

- | | |
|---|---|
| 1. Abertura entre o pistão e o cabeçote do cilindro | 4. Área para coletar qualquer vazamento |
| 2. Pistão | 5. Duto de drenagem |
| 3. Cabeçote do cilindro | 6. Vazamento de combustível |
| | 7. Vazamento de óleo lubrificante |

Quando a bomba de alta pressão está operando, uma pequena quantidade de combustível e de óleo lubrificante vaza na abertura (1) entre o pistão (2) e o cilindro (3).

O pistão encaixa-se no cabeçote do cilindro de modo a diminuir ao máximo o tamanho da abertura (1). Isso assegura que o mínimo de óleo lubrificante vaze para o combustível e o mínimo de combustível vaze para o óleo lubrificante.

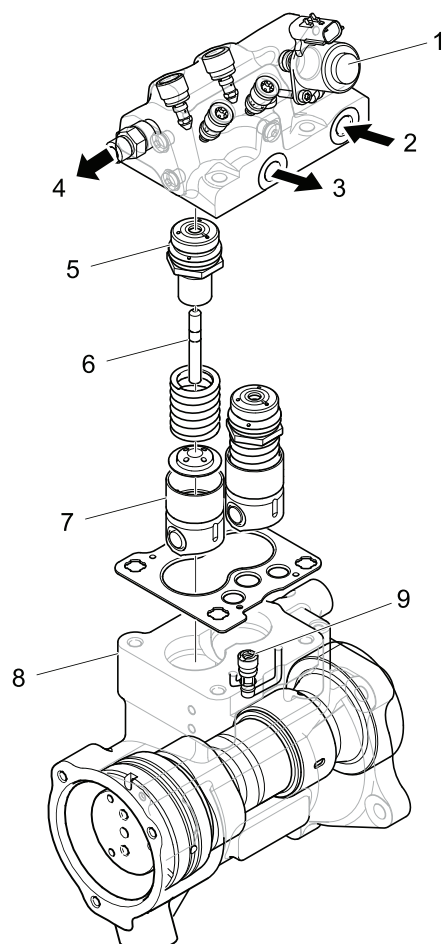
O óleo lubrificante e o combustível que ainda entrar na abertura (1) são coletados no duto de drenagem (5) e encaminhados de volta para o duto de retorno e para o tanque de combustível.

Uma parte bem pequena do vazamento de combustível (6) será forçada além da câmara (4) até o óleo lubrificante, dependendo das condições de operação.

O óleo lubrificante vazando (7) que entra na abertura (1) é importante para a lubrificação do pistão (2) e cilindro (3).

Função - Bomba de alta pressão, motores de 9, 13 e 16 litros [XPI]

Função



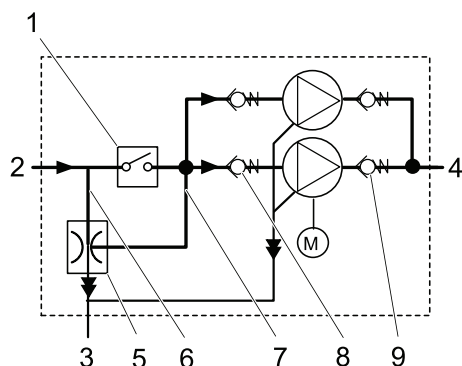
A ilustração mostra uma bomba de pressão alta com 2 cilindros da bomba para motores de 9 e 13 litros. O motor de 16 litros é equipado com uma bomba de alta pressão similar, mas com 3 cilindros da bomba.

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. Válvula medidora da entrada de combustível | 5. Cilindro da bomba |
| 2. Admissão (combustível do filtro a pressão alta) | 6. Êmbolo da bomba |
| 3. Retorno aos filtros | 7. Rolete |
| 4. Para o acumulador | 8. Carcaça da bomba |
| | 9. Carcaça do venturi |

A bomba de alta pressão é acionada pela árvore de manivelas do motor. A bomba de alta pressão tem uma válvula medidora da entrada de combustível que regula o fluxo de combustível nela. Os pistões nos cilindros da bomba de alta pressão flutuam, o que significa que se movem somente quando o combustível é encaminhado para dentro da bomba de alta pressão. Quando o combustível é encaminhado para dentro da bomba de alta pressão, os êmbolos são empurrados para baixo pelo combustível. Quando o eixo de

comando da bomba de alta pressão gira, os êmbolos são pressionados para cima e o combustível é bombeado em direção ao acumulador. Quando a bomba de alta pressão não recebe combustível, por exemplo, durante a frenagem com o freio motor, os êmbolos permanecem nas suas posições superiores até receber novo combustível. A bomba de alta pressão tem válvulas de retenção que evitam o fluxo de combustível no sentido incorreto.

Fluxo de combustível através da bomba de alta pressão



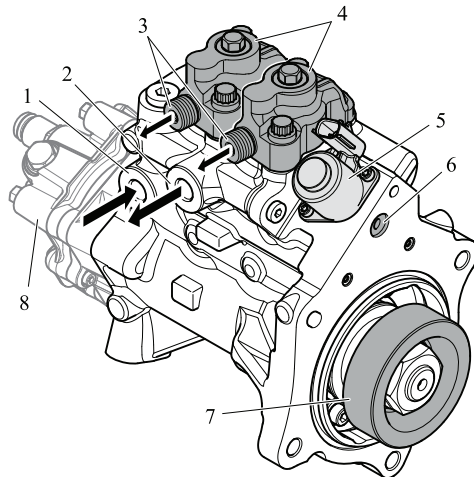
1. Válvula medidora da entrada de combustível
2. Admissão (combustível do filtro a pressão alta)
3. Retorno aos filtros
4. Para o acumulador
5. Carcaça do venturi
6. Força de fluxo para a carcaça do venturi
7. Vazamento na válvula medidora da entrada de combustível
8. Válvula de admissão
9. Válvula de escape

Quando o motor está operando, a bomba de alta pressão aumenta a pressão de combustível para 500 - 2.400 bar, dependendo do modo de operação do motor. O combustível pressurizado é encaminhado para o acumulador em uma tubulação de alta pressão.

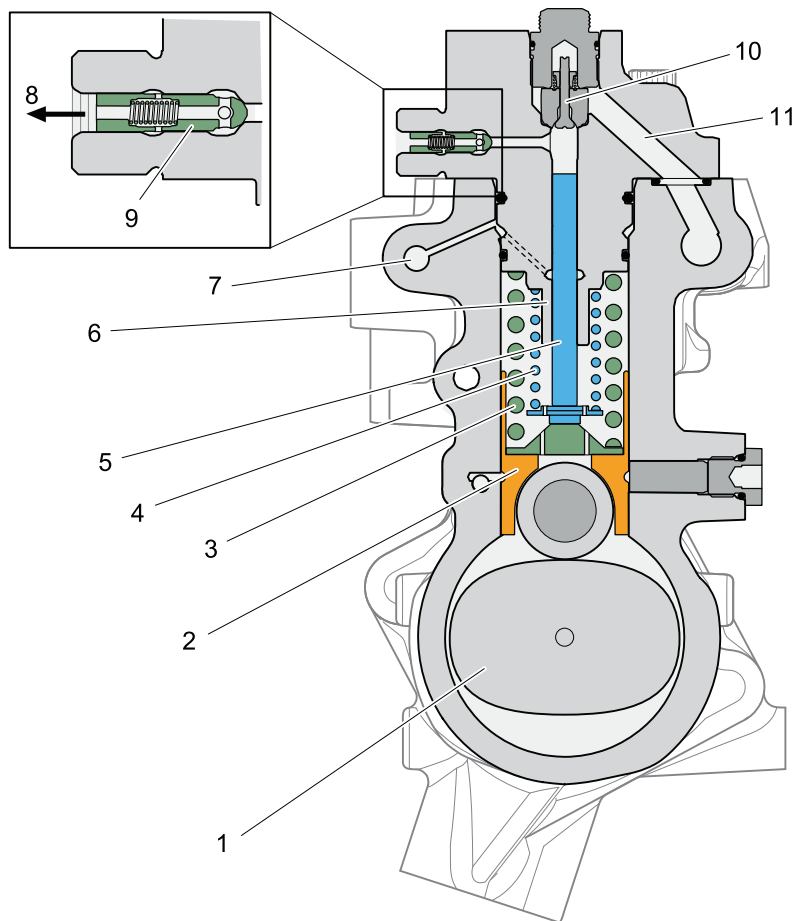
A válvula medidora da entrada de combustível regula a quantidade de combustível para a bomba de alta pressão através de um sinal proveniente do sistema de controle do motor. Um pouco do combustível é encaminhado através da carcaça do venturi e atua como força de fluxo para a carcaça do venturi; veja o item 6 acima. Sendo assim, qualquer vazamento na válvula medidora da entrada de combustível pode ser sugado via carcaça do venturi de volta para os filtros; veja o item 7 acima. Desta maneira, um eventual vazamento na válvula medidora da entrada de combustível quando ela é fechada, por exemplo durante a frenagem com freio motor, não é empurrado via válvula de admissão e bombeado para o acumulador.

Função - Bomba de alta pressão, motores de 9 e 13 litros [XPI]

Função



1. Admissão (combustível do filtro a pressão alta)
2. Combustível de retorno para tanque de combustível
3. Para o acumulador
4. Cabeçote do cilindro x 2
5. Válvula medidora da entrada de combustível
6. Entrada de óleo
7. Engrenagem
8. Bomba de alimentação



- | | | |
|-----------------------------------|---|--|
| 1. Eixo de comando com dois cames | 6. Cilindro da bomba | 10. Válvula de admissão do ICV (válvula de retenção) |
| 2. Rolete | 7. Duto de retorno | 11. Duto de entrada de combustível, válvula de medição |
| 3. Mola do rolete | 8. Para o acumulador | |
| 4. Mola do pistão | 9. Válvula de saída OCV (válvula de retenção) | |
| 5. Pistão | | |

A bomba de alta pressão é acionada pela árvore de manivelas do motor via engrenagem de transmissão. Quando o eixo de comando girar a bomba de alta pressão, o rolete é pressionado contra o eixo de comando pela mola do rolete (3) e o pistão é pressionado para baixo pela mola do pistão (4) de modo que o pistão segue o movimento do rolete e do eixo de comando. Os cames do eixo de comando são posicionados de modo que quando um pistão esteja na posição superior, o outro pistão está na posição inferior. Quando a válvula de medição de entrada de combustível é aberta e o eixo de comando estiver girando, entra combustível na câmara acima do pistão, quando o pistão estiver se movendo para baixo. Conforme o eixo de comando continuar a girar, o pistão é pressionado para cima e o combustível é bombeado para fora sob alta pressão para o acumulador. Quando a válvula de medição da entrada do combustível estiver fechada e a

bomba de alta pressão não receber nenhum combustível, por exemplo, durante a frenagem do motor, os pistões continuam a seguir o movimento do rolete e do eixo de comando.

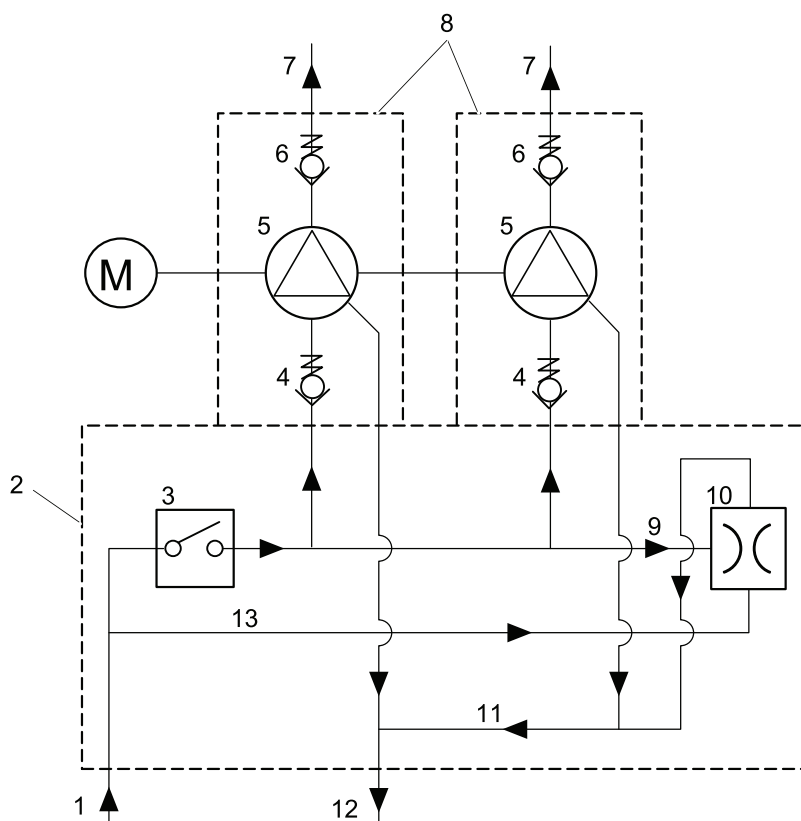
A bomba de alta pressão tem uma válvula medidora da entrada de combustível que regula o fluxo de combustível nela. A válvula de medição de entrada de combustível é controlada pelo sistema de gestão do motor.

A vantagem de usar duas molas, ou seja, a mola do rolete (3) (uma mola maior que pressiona o rolete para baixo no eixo de comando) e a mola do pistão (4) (uma mola mais fina que pressiona o pistão para baixo de modo que o pistão siga o rolete) é que a bomba de alta pressão não será danificada se um pistão ficar preso, porque o pistão não poderá ser pressionado para baixo com a força da mola maior.

As válvulas de entrada e saída são válvulas que impedem que o combustível passe para o lado errado.

Existem duas arruelas de pressão entre a engrenagem e a carcaça da bomba que são usadas para fixar o mancal de apoio em posição na bomba de alta pressão.

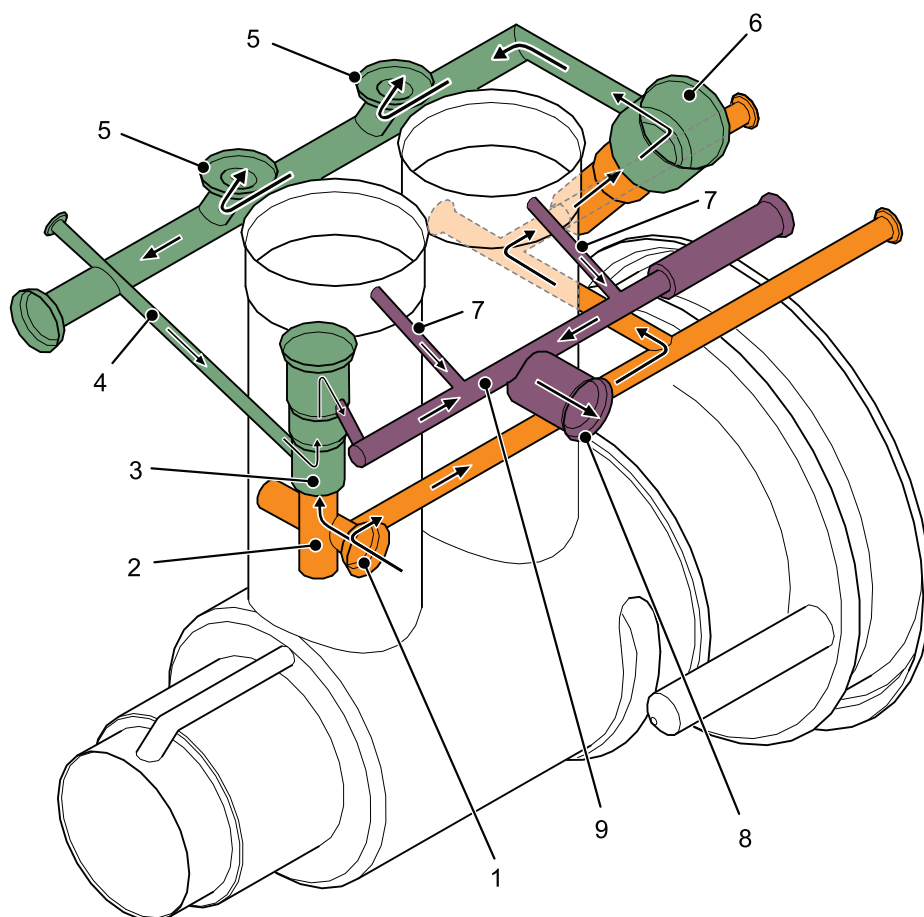
Fluxo de combustível na bomba de alta pressão



- | | | |
|---|---|---|
| 1. Admissão
(combustível do
filtro a pressão alta) | 6. Válvula de saída
OCV (válvula de
retenção) | 11. Duto de retorno |
| 2. Carcaça da bomba | 7. Para o acumulador | 12. Combustível de
retorno para tanque
de combustível |
| 3. Válvula medidora da
entrada de
combustível (IMV) | 8. Cabeçotes do
cilindro | 13. Fluxo de potência
para a válvula
venturi |
| 4. Válvula de admissão
do ICV (válvula de
retenção) | 9. Vazamento na
válvula medidora da
entrada de
combustível | |
| 5. Elemento da bomba | 10. Válvula venturi | |

O diagrama de estrutura de tópicos acima mostra o fluxo de combustível na bomba de alta pressão. Para entender melhor o fluxo do combustível ao longo da bomba de alta pressão, o fluxo de combustível ao longo da carcaça de bomba, o cabeçote da bomba e a válvula venturi estão descritos abaixo.

Fluxo de combustível na carcaça da bomba



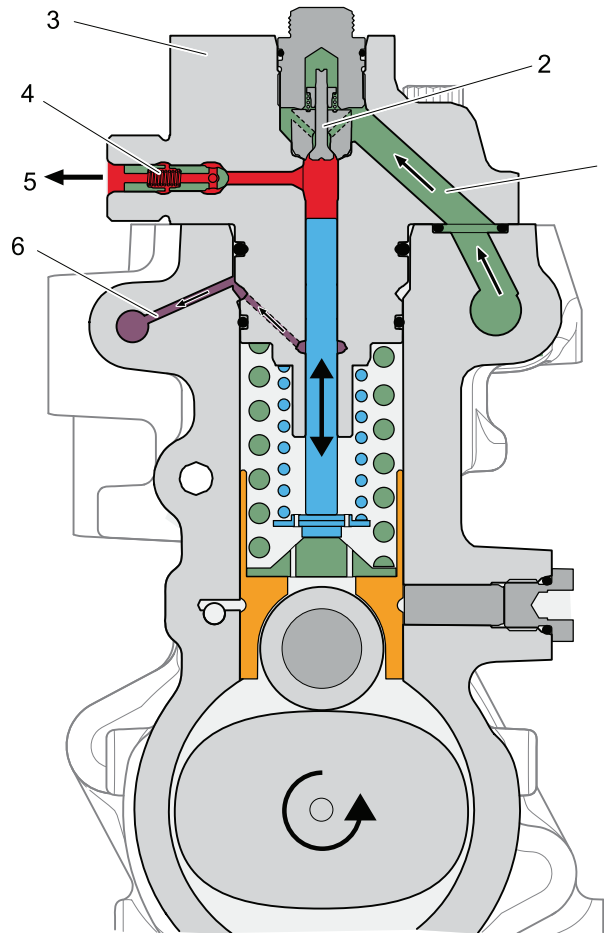
1. Entrada (união com filtro grosso)
2. Fluxo de potência para a válvula venturi
3. Válvula venturi
4. Vazamento de combustível a partir da válvula de medição da entrada de combustível
5. Combustível para os cabeçotes do cilindro
6. Válvula medidora da entrada de combustível
7. Canal de drenagem dos cabeçotes do cilindro
8. Combustível de retorno para tanque de combustível
9. Duto de retorno

O combustível é levado para a bomba de alta pressão através da admissão (1). A união na admissão possui um filtro grosso embutido que protege a bomba de alta pressão contra partículas que entraram no sistema depois dos filtros de combustível. Na carcaça da bomba, o fluxo de combustível é dividido em dois dutos conforme descrito abaixo:

- Combustível para a válvula medidora da entrada de combustível (6) que controla a quantidade de combustível da bomba de alta pressão para o acumulador. O combustível da válvula medidora da entrada de combustível é, então, levado aos cabeçotes de cilindro através dos dutos (5).
- Combustível para a válvula venturi (3). O combustível atua como fluxo de potência para a válvula venturi. Um vácuo é criado no duto (4) para que o combustível vazado da entrada de combustível da válvula de medição (6) de medição pode ser retirado.

O combustível de retorno da válvula venturi (3) e o combustível drenado dos cabeçotes de cilindro (7) é coletado em um duto de retorno comum (9) e conduzido de volta para o tanque de combustível pela saída (8).

Fluxo de combustível no cabeçote do cilindro



1. Combustível a partir da válvula de medição da entrada de combustível
2. Válvula de admissão do ICV (válvula de retenção)
3. Cabeçote do cilindro
4. Válvula de saída OCV (válvula de retenção)
5. Saída para o acumulador
6. Canal de drenagem dos cabeçotes do cilindro

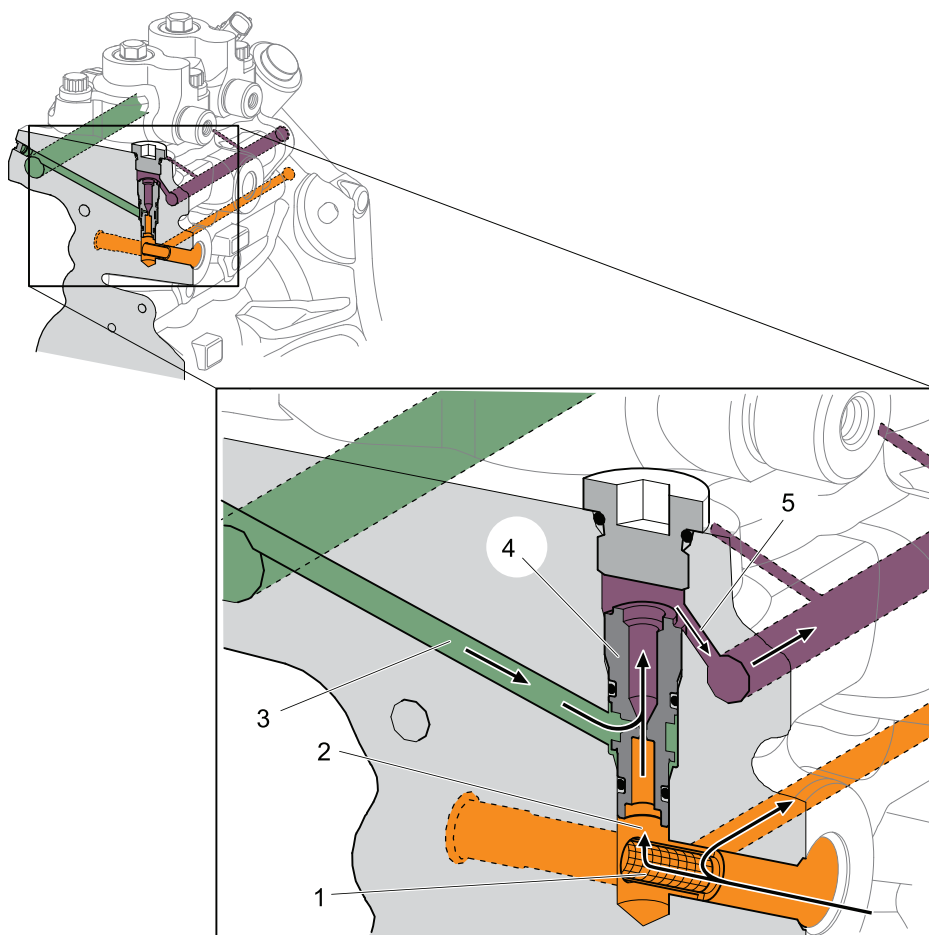
O combustível da válvula medidora da entrada de combustível é direcionado para os dois cabeçotes de cilindro (3) por meio das válvulas de admissão (2). As válvulas de admissão são válvulas de retenção com uma pressão de abertura de aproximadamente 0,5-1 bar. Quando a válvula de medição de entrada de combustível fecha, a pressão diminui no duto (1) e as válvulas de admissão se fecham.

Nos cabeçotes de cilindro (3), a pressão de combustível é aumentada para um valor entre 500 e 2.400 bar, dependendo do modo de funcionamento do motor. O combustível pressurizado é direcionado por meio das válvulas de saída (4) e das duas saídas da bomba de alta pressão (5) para o acumulador. As válvulas de saída são válvulas de retenção com uma pressão de abertura de aprox. de 10 bar.

O combustível não será bombeado para o acumulador se o motor não precisar de combustível, porque as válvulas de entrada e de saída são válvulas de retenção acionadas por moia e o combustível vazado da válvula de medição de entrada de combustível e drenado quando a válvula de medição é fechada.

O canal de drenagem (6) impede que o combustível seja pressionado para baixo no óleo lubrificante entre o pistão e furo. O combustível drenado é conduzido de volta para o tanque com o resto do combustível de retorno da bomba de alta pressão.

Fluxo de combustível na válvula venturi



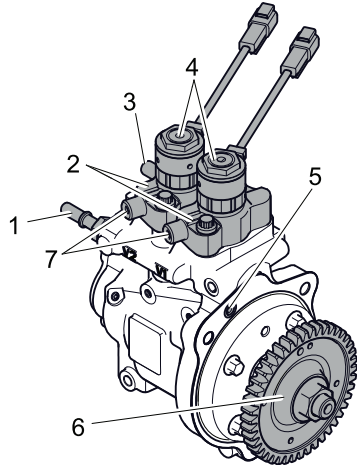
1. Filtro grosso na entrada
2. Fluxo de potência da válvula venturi
3. Vazamento de combustível a partir da válvula de medição da entrada de combustível
4. Válvula venturi
5. Porta para o dreno comum da bomba de alta pressão

A válvula venturi (4) drena vazamentos da válvula medidora da entrada de combustível quando ela está fechada. Isso é para evitar que o combustível vazado, que seria coletado entre a válvula de medição da entrada do combustível e as válvulas de entrada do cabeçote do cilindro, seja pressionado nos cabeçotes do cilindro e bombeado para o acumulador.

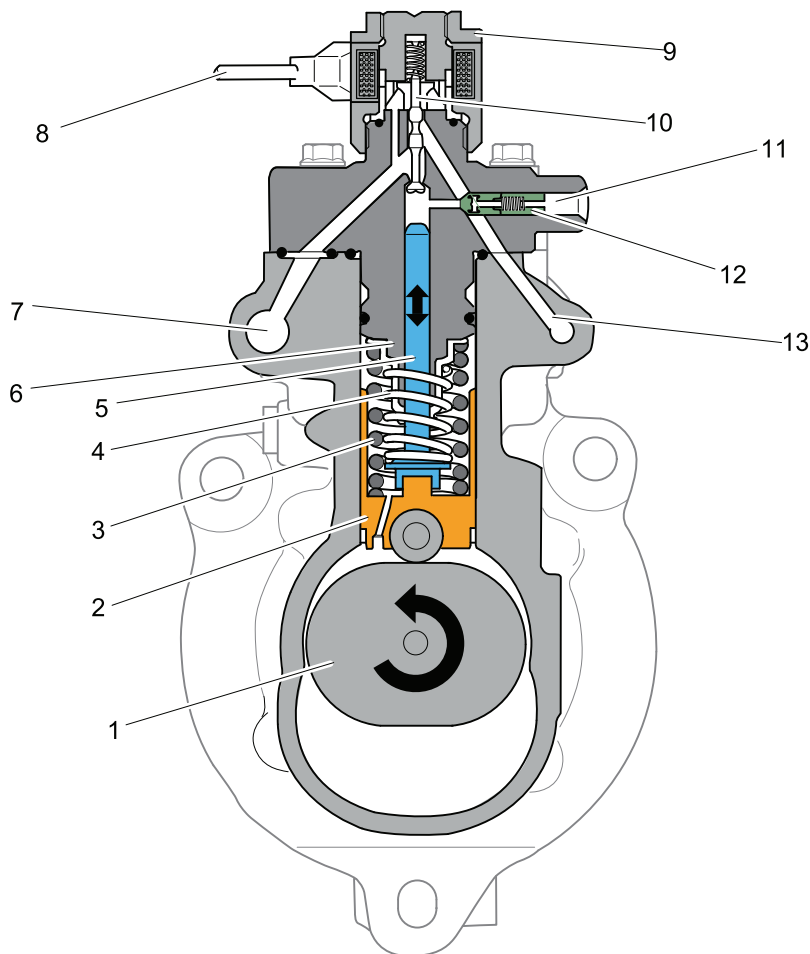
A potência do fluxo da válvula venturi (2) cria um vácuo no duto (3) no local em que o combustível vazado é sugado para dentro da válvula venturi e é conduzido, junto com a potência do fluxo, pelo duto (5) até o canal de drenagem comum da bomba de alta pressão e, de lá, para o tanque de combustível.

Função - Bomba de alta pressão, motores de 13 litros

Função



1. Admissão (combustível do filtro a pressão alta)
2. Cabeçote do cilindro x 2
3. Combustível de retorno ao tanque de combustível
4. Estator
5. Admissão de lubrificante
6. Engrenagem com marcação de posição
7. Saída do combustível para o acumulador



- | | | |
|-------------------------------------|--|--|
| 1. Eixo de comando com duas câmaras | 7. Entrada de admissão do filtro de combustível | 11. Para o acumulador |
| 2. Rolete | 8. Chicote de cabos | 12. Válvula de saída OCV (válvula de retenção) |
| 3. Mola do rolete | 9. Cabeçote do cilindro | 13. Duto de retorno |
| 4. Mola do pistão | 10. Válvula medidora da entrada de combustível ativa | |
| 5. Pistão | | |
| 6. Cilindro da bomba | | |

A bomba de alta pressão é acionada pela árvore de manivelas do motor via engrenagem de transmissão. Quando o eixo de comando da bomba de alta pressão do eixo de comando gira, o rolete é pressionado contra o eixo de comando pela mola do rolete (3) e o pistão é pressionado para baixo pela mola do pistão (4), de modo que o pistão siga o movimento do rolete e do eixo de comando. Os cames do eixo de comando são posicionados de modo que quando um pistão esteja na posição superior, o outro pistão está na posição inferior. Quando a válvula medidora da entrada de combustível é aberta e o eixo de comando estiver girando, o combustível entra na câmara acima do pistão para que o pistão se mova para baixo. Conforme o eixo de comando continuar a girar, o pistão é pressionado para cima e o combustível é bombeado para fora sob alta pressão para o acumulador. Quando a válvula medidora da entrada de combustível é fechada, os pistões continuam seguindo o rolete e o movimento do eixo de comando; a pressão na câmara da bomba aumenta até que, finalmente, a válvula de escape se abre e o combustível segue para o acumulador.

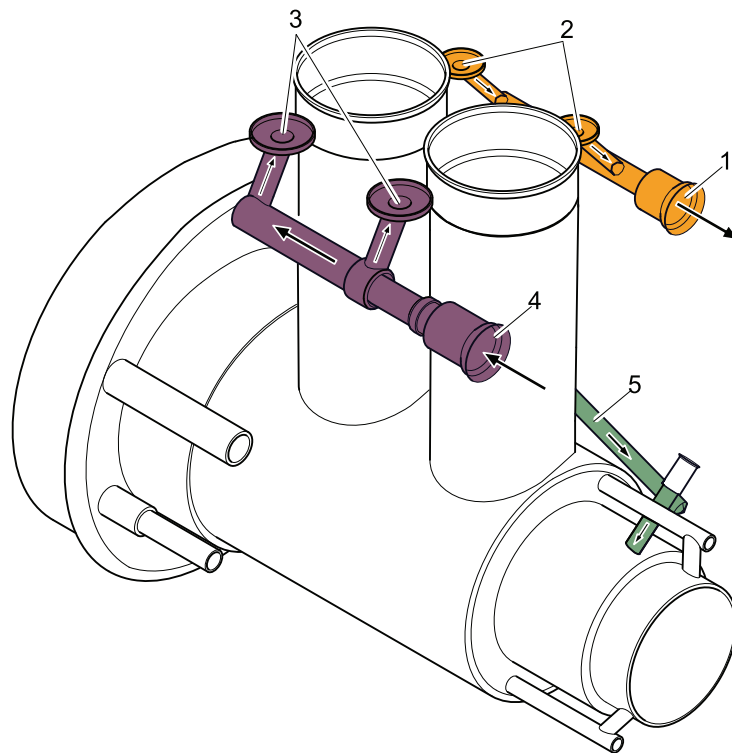
A vantagem das molas duplas, ou seja, a mola do rolete (3) e a mola do pistão (4) é que, se o pistão emperrar, danos à bomba de alta pressão serão evitados, porque o pistão não será pressionado para baixo pela mola do rolete.

As válvulas de saída são válvulas de retenção que impedem que o combustível passe para o lado errado.

Existem 2 arruelas de pressão entre a engrenagem e a carcaça da bomba que são usadas para fixar o mancal de apoio em posição na bomba de alta pressão.

Fluxo de combustível na bomba de alta pressão

Fluxo de combustível na carcaça da bomba



1. Combustível de retorno ao tanque de combustível
2. Combustível de retorno dos cabeçotes do cilindro
3. Combustível para os cabeçotes do cilindro
4. Entrada (união com filtro grosso)
5. Duto de lubrificante (porta para o óleo)

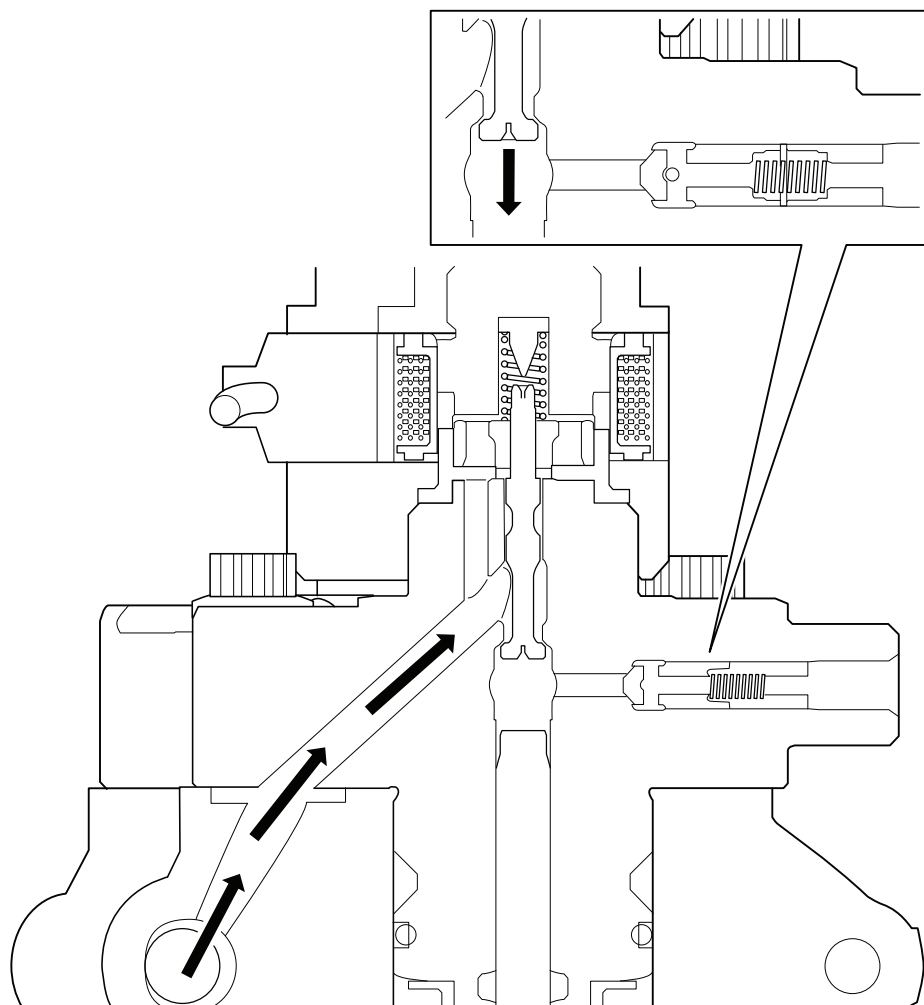
O combustível é levado para a bomba de alta pressão por admissão (4). A união na admissão possui um filtro grosso embutido que protege a bomba de alta pressão contra partículas que entraram no sistema depois dos filtros de combustível. O fluxo do combustível nos cabeçotes do cilindro (3) continua na carcaça da bomba.

O combustível de retorno dos cabeçotes do cilindro é direcionado em dutos de retorno (2) através da saída (1) de volta para o tanque de combustível. O óleo entra pelo duto de lubrificante (5) e lubrifica a bomba de alta pressão.

Válvula medidora da entrada de combustível ativa

Uma válvula medidora da entrada de combustível ativa é uma válvula elétrica que controla a quantidade de combustível adicionada ao elemento da bomba na bomba de alta pressão. Uma bomba de alta pressão consiste em um ou mais elementos da bomba. Cada elemento da bomba consiste em uma válvula e um êmbolo da bomba. O êmbolo da bomba é acionado por um came. A velocidade do came é proporcional à rotação do motor. A válvula deve estar sincronizada com a posição da câmara.

Abrir válvula medidora da entrada de combustível ativa

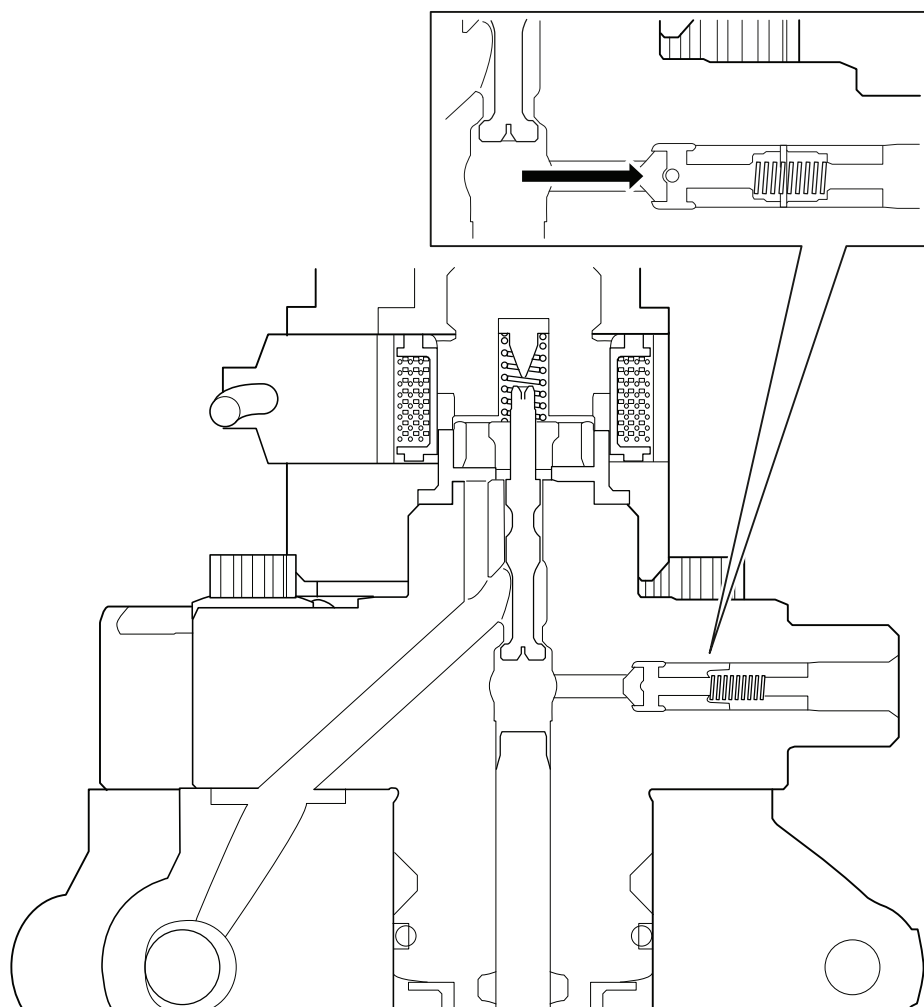


A válvula medidora da entrada de combustível ativa é aberta quando é desenergizada.

Após ser aberta, o combustível flui do circuito de baixa pressão na câmara acima do êmbolo da bomba no elemento da bomba.

A válvula de escape ao acumulador é fechada porque a pressão no elemento da bomba permanecerá baixa enquanto a válvula medidora da entrada de combustível estiver aberta.

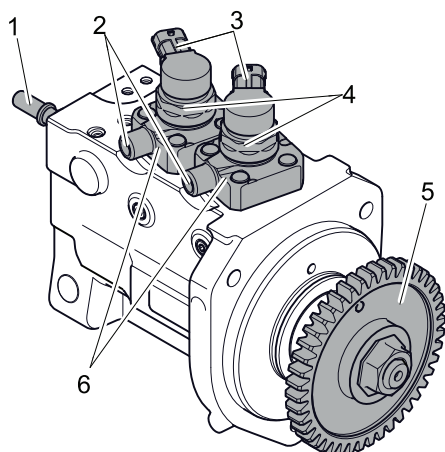
Válvula medidora da entrada de combustível ativa fechada



Se a válvula medidora da entrada de combustível ativa estiver energizada, a válvula será fechada e o combustível não poderá mais retornar ao circuito de baixa pressão. Quando o êmbolo do tubo sobe, a pressão na câmara acima do êmbolo da bomba aumenta. Se a pressão for suficientemente alta, o combustível sairá através da válvula de escape até o acumulador.

Função - Bomba de alta pressão, motores de 13 litros

Função



1. Admissão (combustível do filtro a pressão alta)
2. Saída do combustível para o acumulador
3. Conector para a válvula medidora da entrada de combustível.
4. Estator
5. Engrenagem com marcação de posição
6. Cabeçote do cilindro

A bomba de alta pressão é acionada pela árvore de manivelas do motor via engrenagem de transmissão. Quando o eixo de comando da bomba de alta pressão gira, o rolete é forçado contra o eixo de comando pela mola do rolete e o pistão é forçado para baixo pela mola do pistão, de modo que o pistão siga o movimento do rolete e do eixo de comando. Os came do eixo de comando são posicionados de modo que quando um pistão esteja na posição superior, o outro pistão está na posição inferior. Quando a válvula medidora da entrada de combustível é aberta e o eixo de comando estiver girando, o combustível entra na câmara acima do pistão para que o pistão se mova para baixo. Conforme o eixo de comando continuar a girar, o pistão é pressionado para cima e o combustível é bombeado para fora sob alta pressão para o acumulador. Quando a válvula medidora da entrada de combustível é fechada, os pistões continuam seguindo o rolete e o movimento do eixo de comando; a pressão na câmara da bomba aumenta até que, finalmente, a válvula de escape se abre e o combustível segue para o acumulador.

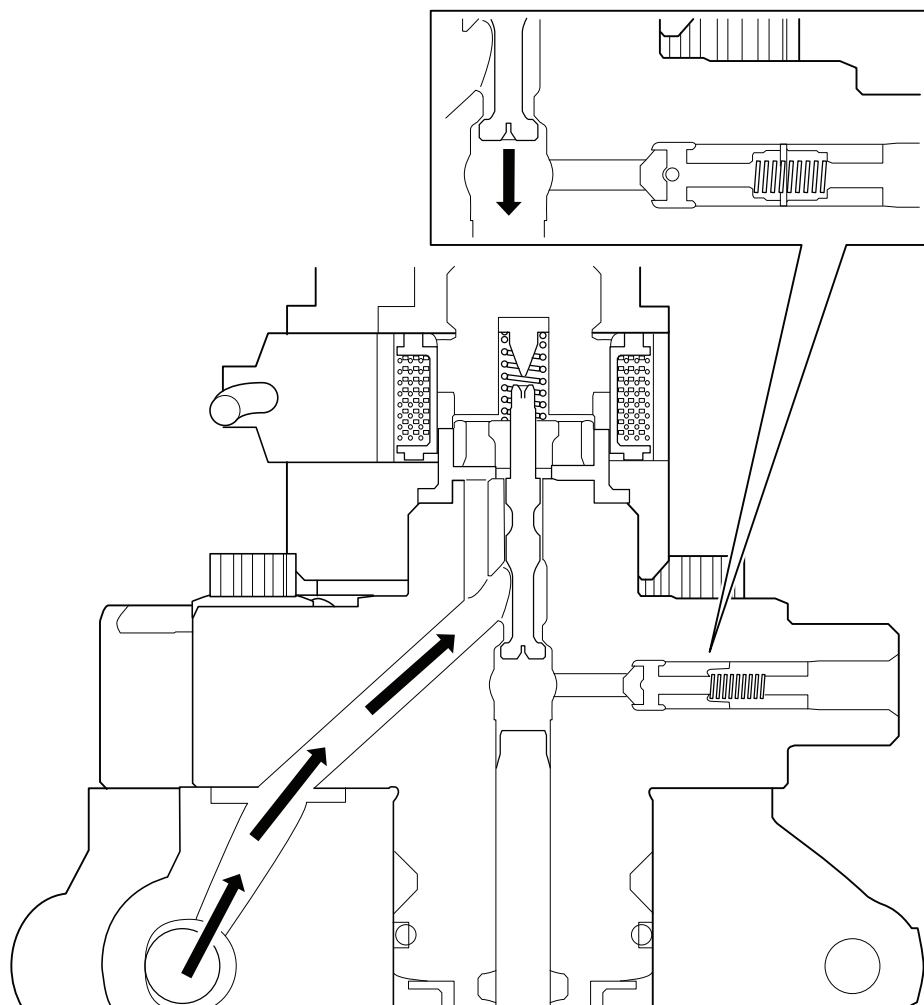
A vantagem das molas duplas, ou seja, a mola do rolete e a mola do pistão é que, se o pistão emperrar, danos à bomba de alta pressão serão evitados, porque ele não será forçado para baixo pela mola do rolete. As válvulas de saída são válvulas de retenção que impedem que o combustível passe para o lado errado. Existem 2 arruelas de pressão entre

a engrenagem e a carcaça da bomba que são usadas para fixar o mancal de apoio em posição na bomba de alta pressão.

Válvula medidora da entrada de combustível ativa

Uma válvula medidora da entrada de combustível ativa é uma válvula elétrica que controla a quantidade de combustível adicionada ao elemento da bomba na bomba de alta pressão. Uma bomba de alta pressão consiste em um ou mais elementos da bomba. Cada elemento da bomba consiste em uma válvula e um êmbolo da bomba. O êmbolo da bomba é acionado por um came. A velocidade do came é proporcional à rotação do motor. A válvula deve estar sincronizada com a posição da câmara.

Abrir válvula medidora da entrada de combustível ativa

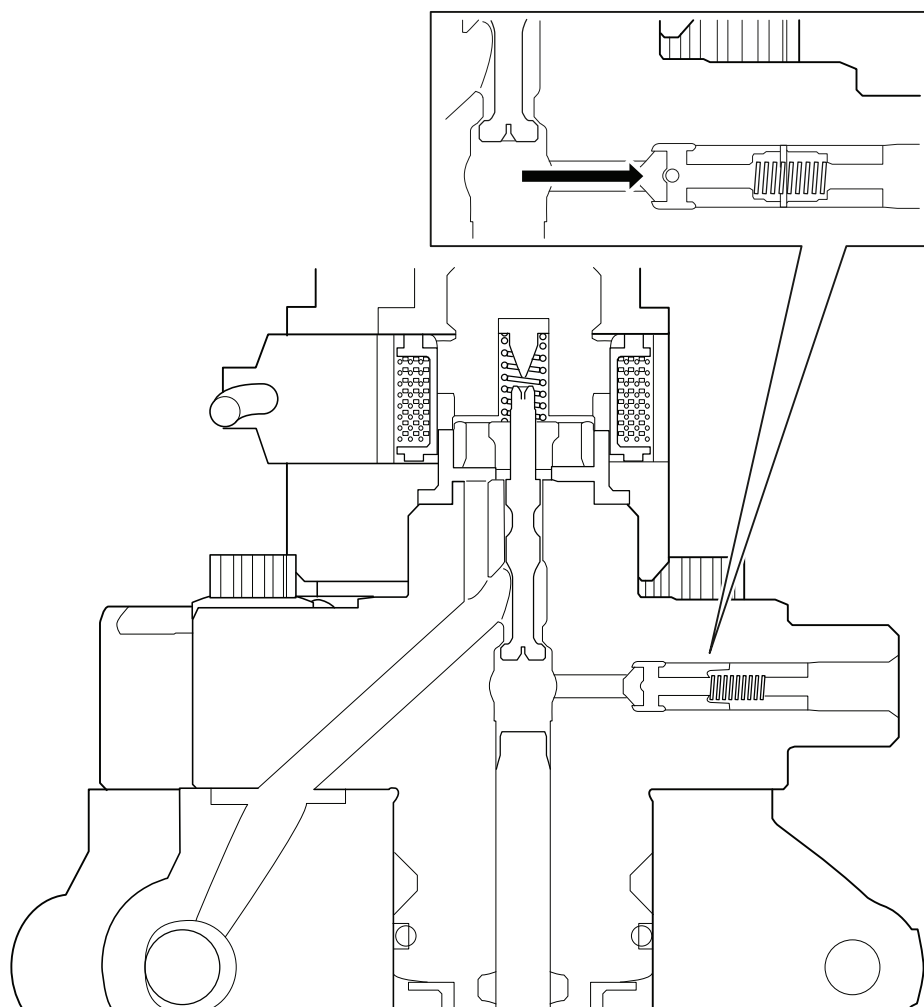


A válvula medidora da entrada de combustível ativa é aberta quando é desenergizada.

Após ser aberta, o combustível flui do circuito de baixa pressão na câmara acima do êmbolo da bomba no elemento da bomba.

A válvula de escape ao acumulador é fechada porque a pressão no elemento da bomba permanecerá baixa enquanto a válvula medidora da entrada de combustível estiver aberta.

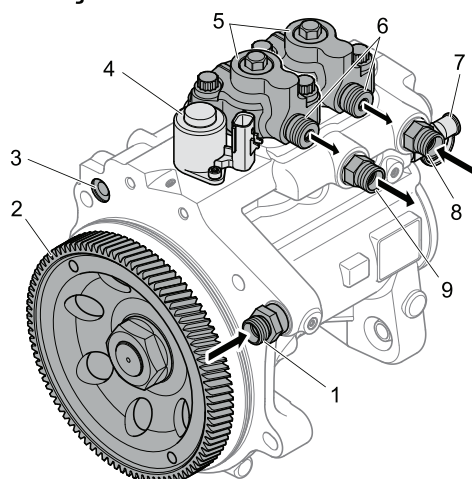
Válvula medidora da entrada de combustível ativa fechada



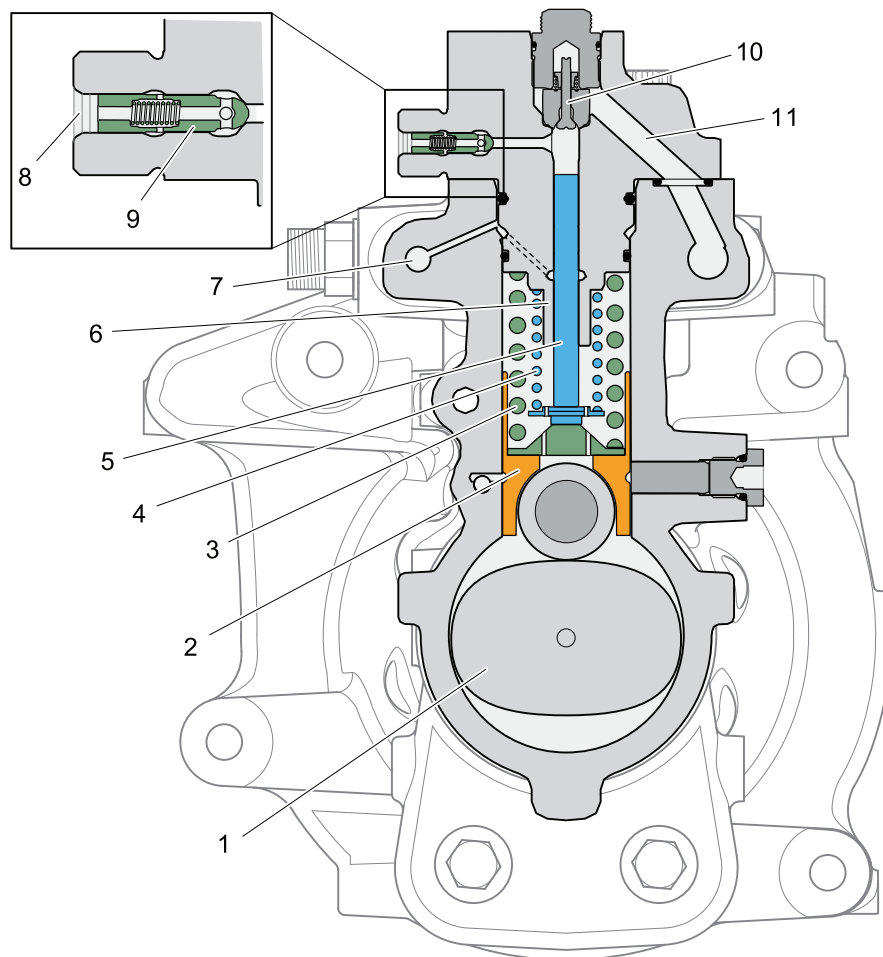
Se a válvula medidora da entrada de combustível ativa estiver energizada, a válvula será fechada e o combustível não poderá mais retornar ao circuito de baixa pressão. Quando o êmbolo do tubo sobe, a pressão na câmara acima do êmbolo da bomba aumenta. Se a pressão for suficientemente alta, o combustível sairá através da válvula de escape até o acumulador.

Função - Bomba de alta pressão, motor de 16 litros [XPI]

Função



1. Admissão (combustível do filtro a pressão alta)
2. Engrenagem com marcação de posição
3. Entrada de óleo
4. Válvula medidora da entrada de combustível
5. Cabeçote do cilindro x 2
6. Para o acumulador
7. União da tomada de diagnóstico/sangria
8. Retorno de combustível da válvula de segurança do acumulador
9. Combustível de retorno para tanque de combustível



- | | | |
|-----------------------------------|---|--|
| 1. Eixo de comando com dois cames | 6. Cilindro da bomba | 10. Válvula de admissão do ICV (válvula de retenção) |
| 2. Rolete | 7. Duto de retorno | 11. Duto de entrada de combustível, válvula de medição |
| 3. Mola do rolete | 8. Para o acumulador | |
| 4. Mola do pistão | 9. Válvula de saída OCV (válvula de retenção) | |
| 5. Pistão | | |

A bomba de alta pressão é acionada pela árvore de manivelas do motor via engrenagem de transmissão. Quando o eixo de comando girar a bomba de alta pressão, o rolete é pressionado contra o eixo de comando pela mola do rolete (3) e o pistão é pressionado para baixo pela mola do pistão (4) de modo que o pistão segue o movimento do rolete e do eixo de comando. Os cames do eixo de comando são posicionados de modo que quando um pistão esteja na posição superior, o outro pistão está na posição inferior. Quando a válvula de medição de entrada de combustível é aberta e o eixo de comando estiver girando, entra combustível na câmara acima do pistão, quando o pistão estiver se movendo para baixo. Conforme o eixo de comando continuar a girar, o pistão é pressionado para cima e o combustível é bombeado para fora sob alta pressão para o acumulador. Quando a válvula de medição da entrada do combustível estiver fechada e a

bomba de alta pressão não receber nenhum combustível, por exemplo, durante a frenagem do motor, os pistões continuam a seguir o movimento do rolete e do eixo de comando.

A bomba de alta pressão é sincronizada com o motor, ou seja, a engrenagem da bomba de alta pressão fica em uma posição que deve ser mantida em relação às engrenagens de transmissão. A sincronização permite uma operação mais suave e com menos ruído. As bombas de alta pressão bombeiam quatro vezes por revolução do motor. Com essa configuração, os pulsos amortecem um ao outro e o motor roda mais silencioso e suave.

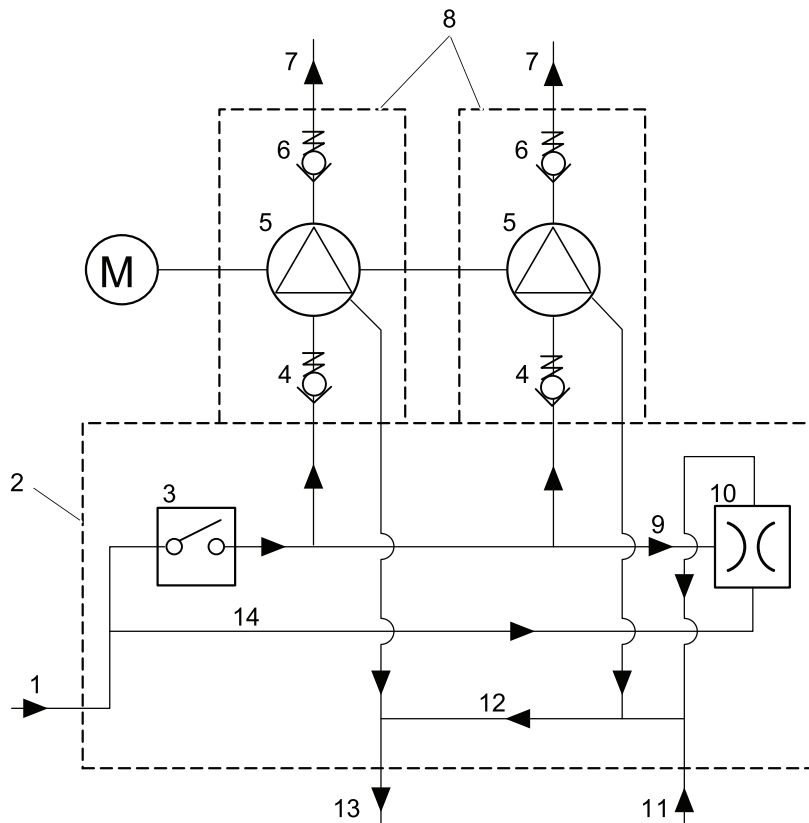
A bomba de alta pressão tem uma válvula medidora da entrada de combustível que regula o fluxo de combustível nela. A válvula de medição de entrada de combustível é controlada pelo sistema de gestão do motor.

A vantagem de usar duas molas, ou seja, a mola do rolete (3) (uma mola maior que pressiona o rolete para baixo no eixo de comando) e a mola do pistão (4) (uma mola mais fina que pressiona o pistão para baixo de modo que o pistão siga o rolete) é que a bomba de alta pressão não será danificada se um pistão ficar preso, porque o pistão não poderá ser pressionado para baixo com a força da mola maior.

As válvulas de entrada e saída são válvulas que impedem que o combustível passe para o lado errado.

Existem duas arruelas de pressão entre a engrenagem e a carcaça da bomba que são usadas para fixar o mancal de apoio em posição na bomba de alta pressão.

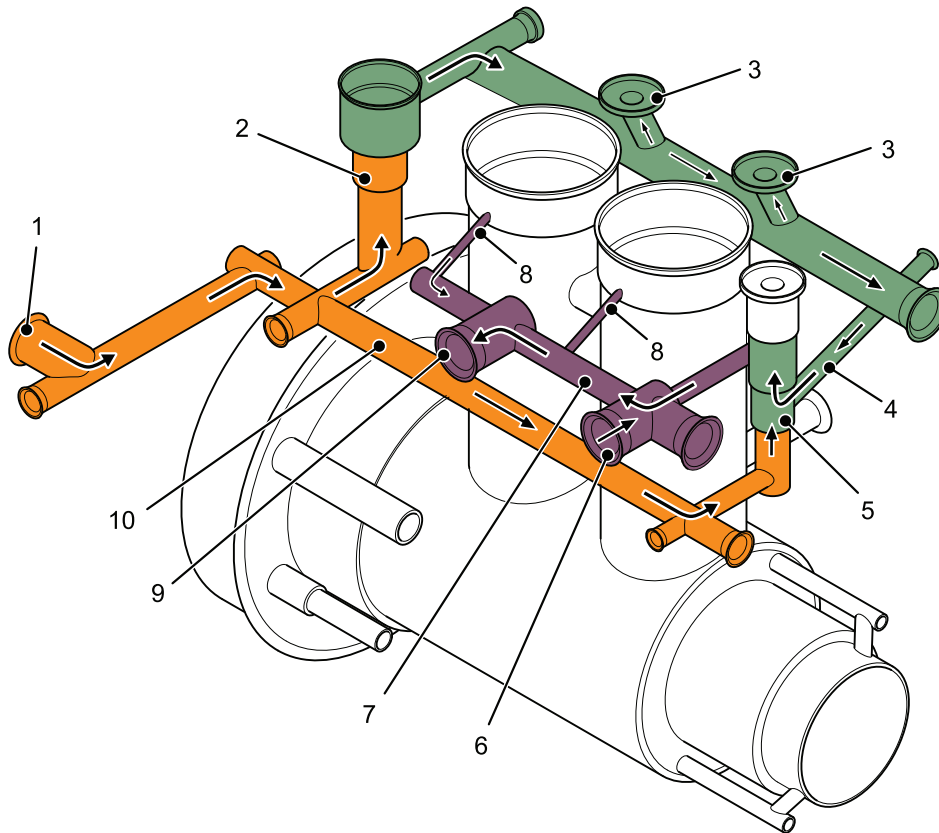
Fluxo de combustível na bomba de alta pressão



- | | | |
|---|---|---|
| 1. Admissão
(combustível do
filtro a pressão alta) | 6. Válvula de saída
OCV (válvula de
retenção) | 11. Retorno de
combustível da
válvula de segurança
do acumulador |
| 2. Carcaça da bomba | 7. Para o acumulador | 12. Duto de retorno |
| 3. Válvula medidora da
entrada de
combustível (IMV) | 8. Cabeçotes do
cilindro | 13. Combustível de
retorno para tanque
de combustível |
| 4. Válvula de admissão
do ICV (válvula de
retenção) | 9. Vazamento na
válvula medidora da
entrada de
combustível | 14. Fluxo de potência
para a válvula
venturi |
| 5. Elemento da bomba | 10. Válvula venturi | |

O diagrama de estrutura de tópicos acima mostra o fluxo de combustível na bomba de alta pressão. Para entender melhor o fluxo do combustível ao longo da bomba de alta pressão, o fluxo de combustível ao longo da carcaça de bomba, o cabeçote da bomba e a válvula venturi estão descritos abaixo.

Fluxo de combustível na carcaça da bomba



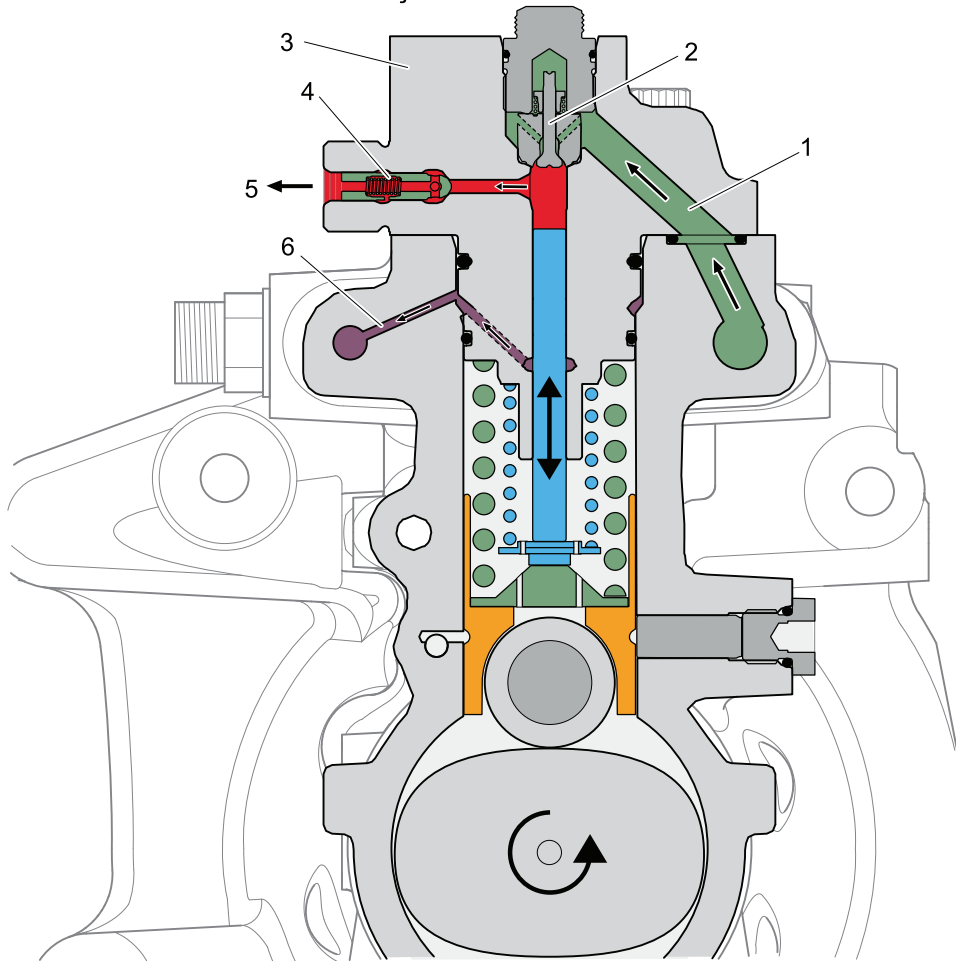
- | | |
|--|---|
| 1. Entrada (união com filtro grosso) | 6. Retorno de combustível da válvula de segurança do acumulador |
| 2. Válvula medidora da entrada de combustível | 7. Duto de retorno |
| 3. Combustível para os cabeçotes do cilindro | 8. Canal de drenagem dos cabeçotes do cilindro |
| 4. Vazamento de combustível a partir da válvula de medição da entrada de combustível | 9. Combustível de retorno para tanque de combustível |
| 5. Válvula venturi | 10. Fluxo de potência para a válvula venturi |

O combustível é levado para a bomba de alta pressão através da admissão (1). A união na admissão possui um filtro grosso embutido que protege a bomba de alta pressão contra partículas que entraram no sistema depois dos filtros de combustível. Na carcaça da bomba, o fluxo de combustível é dividido em dois dutos conforme descrito abaixo:

- Combustível para a entrada de combustível, válvula de medição (2) que controla a quantidade de combustível da bomba de alta pressão para o acumulador de medição. Combustível da válvula de medição da entrada de combustível é então levado aos cabeçotes de cilindro através dos dutos (3).
- Combustível para a válvula venturi (5). O combustível atua como fluxo de potência para a válvula venturi. Um vácuo é criado no duto (4) para que o vazamento de combustível da válvula de medição da entrada de combustível (2) possa ser retirado.

O combustível de retorno da válvula de segurança do acumulador (6), o combustível de retorno da válvula venturi (5) e o combustível drenado dos cabeçotes de cilindro (8) são coletados em um duto de retorno comum (7) e conduzidos de volta para o tanque de combustível pela saída (9).

Fluxo de combustível no cabeçote do cilindro



1. Combustível a partir da válvula de medição da entrada de combustível
2. Válvula de admissão do ICV (válvula de retenção)
3. Cabeçote do cilindro
4. Válvula de saída OCV (válvula de retenção)
5. Saída para o acumulador
6. Canal de drenagem dos cabeçotes do cilindro

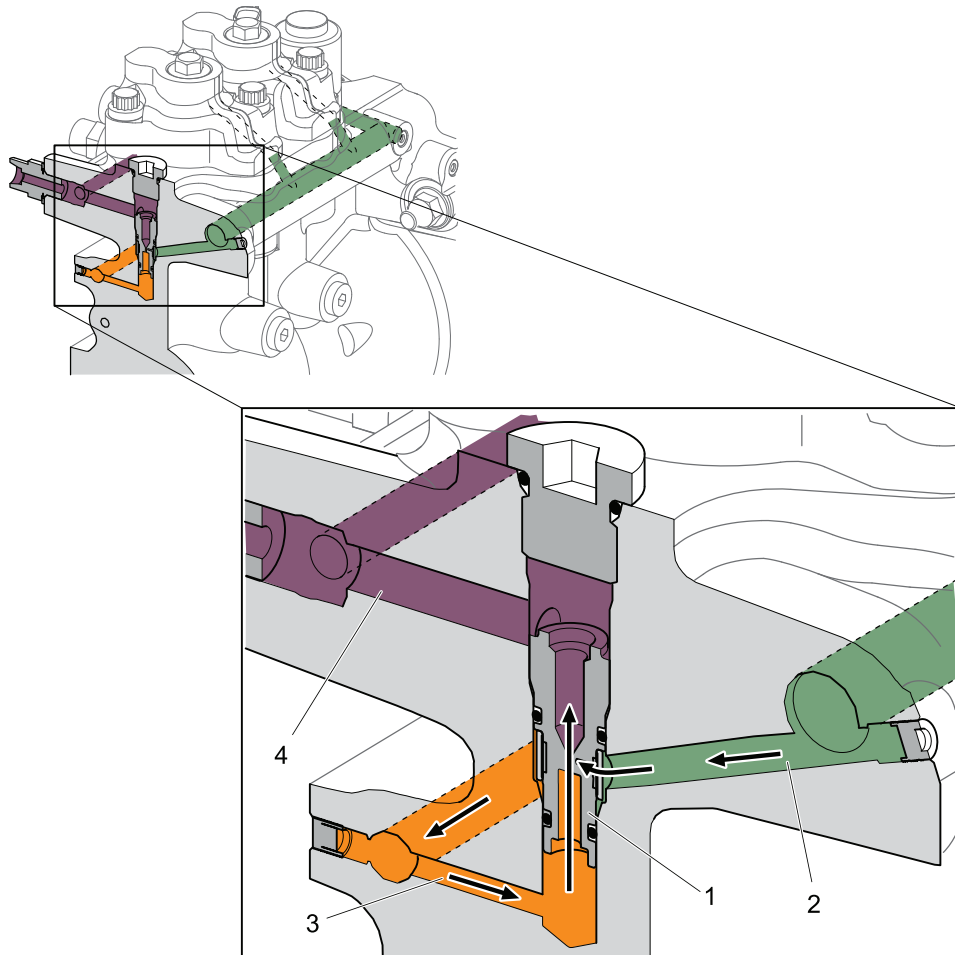
O combustível da válvula medidora da entrada de combustível é direcionado para os dois cabeçotes de cilindro (3) por meio das válvulas de admissão (2). As válvulas de admissão são válvulas de retenção com uma pressão de abertura de aproximadamente 0,5-1 bar. Quando a válvula de medição de entrada de combustível fecha, a pressão diminui no duto (1) e as válvulas de admissão se fecham.

Nos cabeçotes de cilindro (3), a pressão de combustível é aumentada para um valor entre 500 e 2.400 bar, dependendo do modo de funcionamento do motor. O combustível pressurizado é direcionado por meio das válvulas de saída (4) e das duas saídas da bomba de alta pressão (5) para o acumulador. As válvulas de saída são válvulas de retenção com uma pressão de abertura de aprox. de 10 bar.

O combustível não será bombeado para o acumulador se o motor não precisar de combustível, porque as válvulas de entrada e de saída são válvulas de retenção acionadas por mola e o combustível vazado da válvula de medição de entrada de combustível é drenado quando a válvula de medição é fechada.

O canal de drenagem (6) impede que o combustível seja pressionado para baixo no óleo lubrificante entre o pistão e furo. O combustível drenado é conduzido de volta para o tanque com o resto do combustível de retorno da bomba de alta pressão.

Fluxo de combustível na válvula venturi



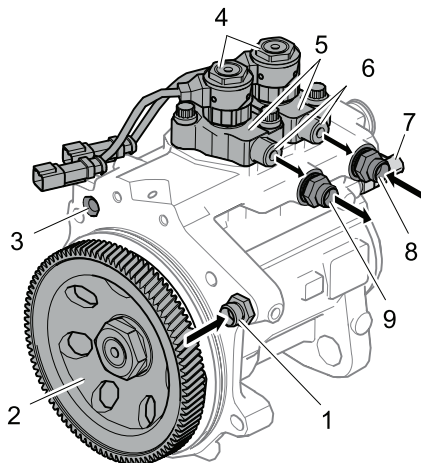
1. Válvula venturi
2. Vazamento de combustível a partir da válvula de medição da entrada de combustível
3. Fluxo de potência da válvula venturi
4. Porta para o dreno comum da bomba de alta pressão

A válvula venturi (1) drena vazamentos de combustível a partir da válvula de medição da entrada de combustível quando estiver fechado. Isso é para evitar que o combustível vazado, que seria coletado entre a válvula de medição da entrada do combustível e as válvulas de entrada do cabeçote do cilindro, seja pressionado nos cabeçotes do cilindro e bombeado para o acumulador.

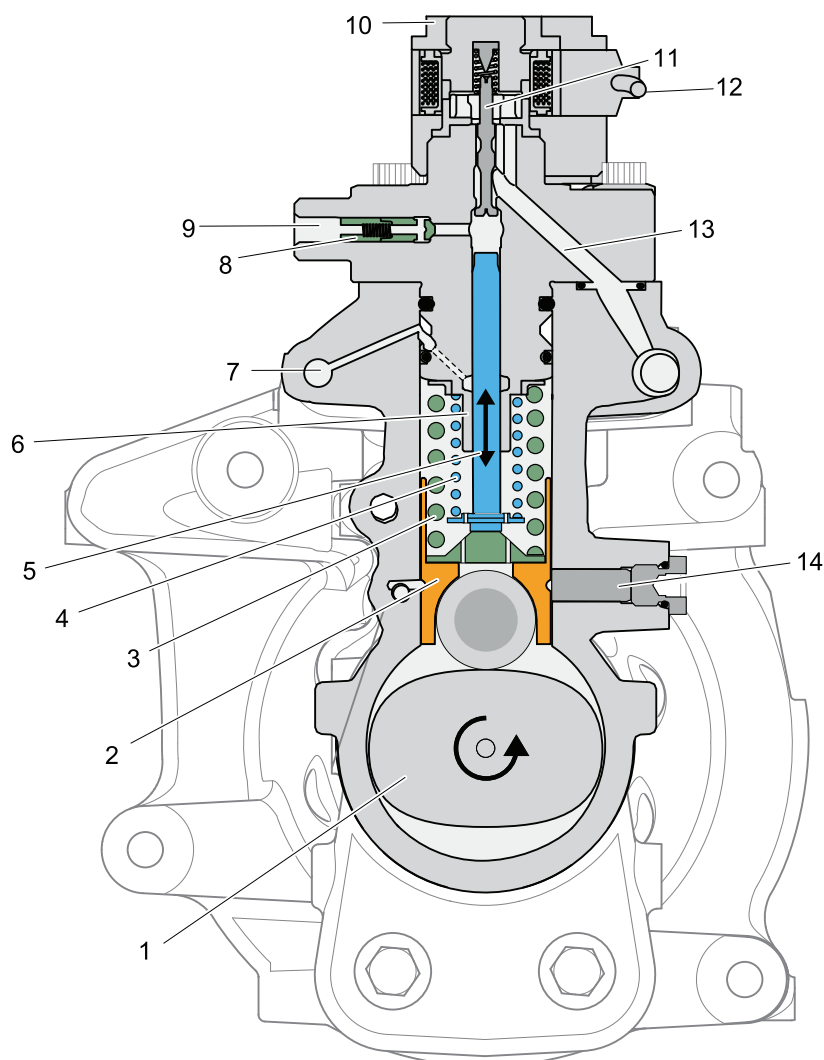
A potência do fluxo da válvula venturi (3) cria um vácuo no duto (2) onde o combustível vazado é sugado para dentro da válvula venturi e é conduzido, junto com a potência de fluxo, pelo duto (4) até a drenagem comum da bomba de alta pressão e, de lá, para o tanque de combustível.

Função - Bomba de alta pressão com V220 e V221, motor de 16 litros [XPI]

Função



1. Admissão (combustível do filtro a pressão alta)
2. Engrenagem com marcação de posição
3. Entrada de óleo
4. Válvula medidora da entrada de combustível x 2
5. Cabeçote do cilindro x 2
6. Saída do combustível para o acumulador
7. União da tomada de diagnóstico/sangria
8. Combustível de retorno da válvula de segurança do acumulador
9. Combustível de retorno ao tanque de combustível



- | | | |
|-----------------------------------|--|--|
| 1. Eixo de comando com dois cames | 6. Cilindro da bomba | 10. Porca do estator |
| 2. Tucho do rolete | 7. Duto de drenagem | 11. Válvula medidora da entrada de combustível ativa |
| 3. Mola do rolete (exterior) | 8. Válvula de escape (válvula de retenção) | 12. Cabo |
| 4. Mola do pistão (interior) | 9. Para o acumulador | 13. Duto da bomba de alimentação |
| 5. Pistão | | 14. Pino-guia para rolete |

A bomba de alta pressão é acionada pela árvore de manivelas do motor via engrenagem de transmissão. Quando o eixo de comando da bomba de alta pressão do eixo de comando gira, o rolete é pressionado contra o eixo de comando pela mola do rolete (3) e o pistão é pressionado para baixo pela mola do pistão (4), de modo que o pistão siga o movimento do rolete e do eixo de comando. Os cames do eixo de comando são posicionados de modo que quando um pistão esteja na posição superior, o outro pistão está na posição inferior.

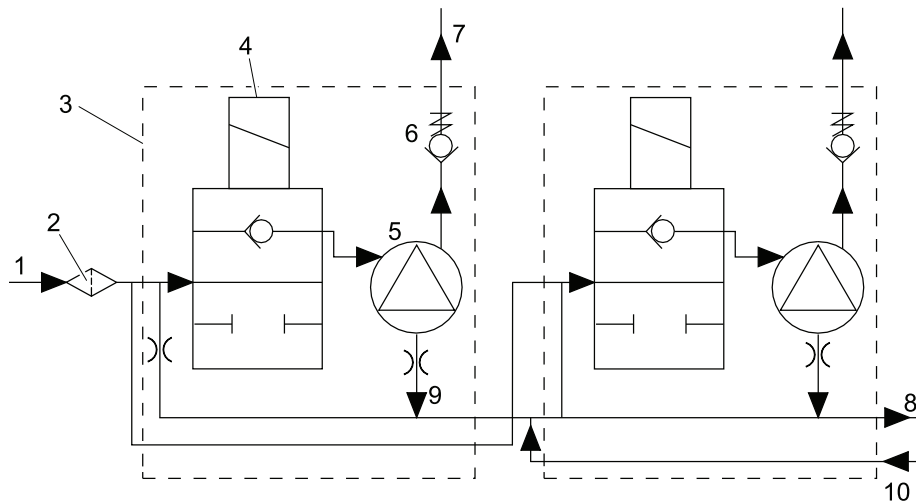
Quando a válvula medidora da entrada de combustível é aberta e o eixo de comando estiver girando, o combustível entra na câmara acima do pistão para que o pistão se mova para baixo. Conforme o eixo de comando continuar a girar, o pistão é pressionado para cima e o combustível é bombeado para fora sob alta pressão para o acumulador. Quando a válvula medidora da entrada de combustível é fechada, os pistões continuam seguindo o rolete e o movimento do eixo de comando; a pressão na câmara da bomba aumenta até que, finalmente, a válvula de escape se abre e o combustível segue para o acumulador.

A vantagem das molas duplas, ou seja, a mola do rolete **(3)** e a mola do pistão **(4)** é que, se o pistão emperrar, danos à bomba de alta pressão serão evitados, porque o pistão não será pressionado para baixo pela mola do rolete.

As válvulas de saída são válvulas de retenção que impedem que o combustível passe para o lado errado.

Existem duas arruelas de pressão entre a engrenagem e a carcaça da bomba que são usadas para fixar o mancal de apoio em posição na bomba de alta pressão.

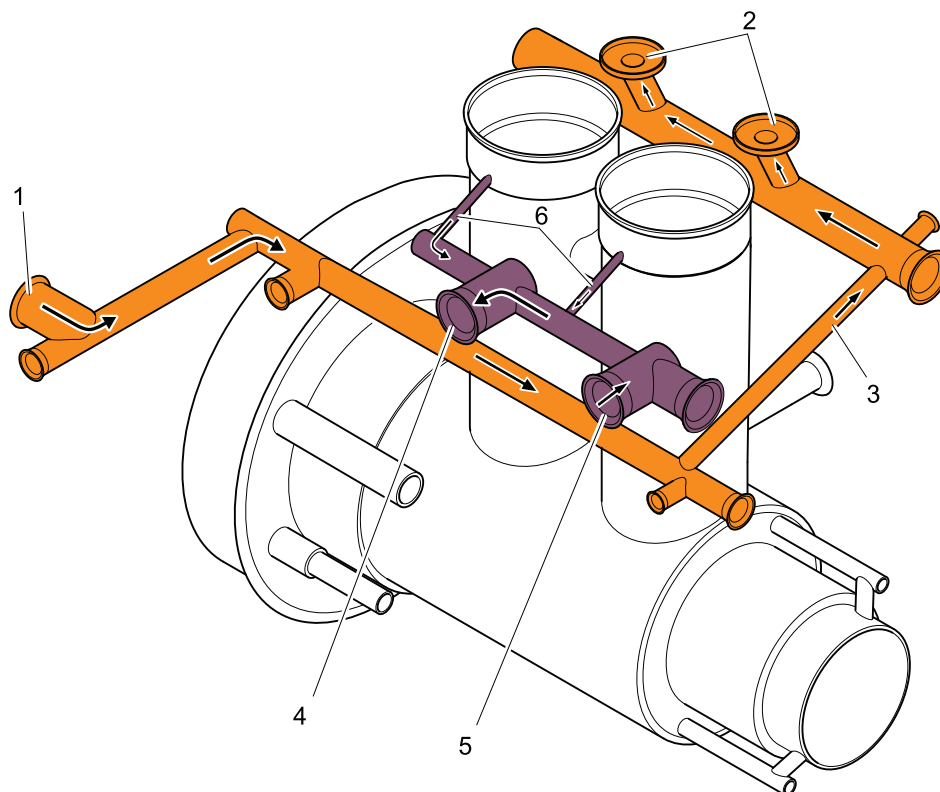
Fluxo de combustível na bomba de alta pressão



1. Admissão (combustível do filtro a pressão alta)
2. Filtro de combustível grosso
3. Carcaça da bomba
4. Válvula medidora da entrada de combustível ativa
5. Elemento da bomba
6. Válvula de escape (válvula de retenção)
7. Para o acumulador
8. Combustível de retorno ao tanque de combustível
9. Vazamento do cilindro da bomba e pistão
10. Combustível de retorno da válvula de segurança do acumulador

O diagrama de estrutura de tópicos acima mostra o fluxo de combustível na bomba de alta pressão. Para entender melhor o fluxo do combustível ao longo da bomba de alta pressão, o fluxo de combustível ao longo da carcaça da bomba e o cabeçote da bomba estão descritos abaixo.

Fluxo de combustível na carcaça da bomba

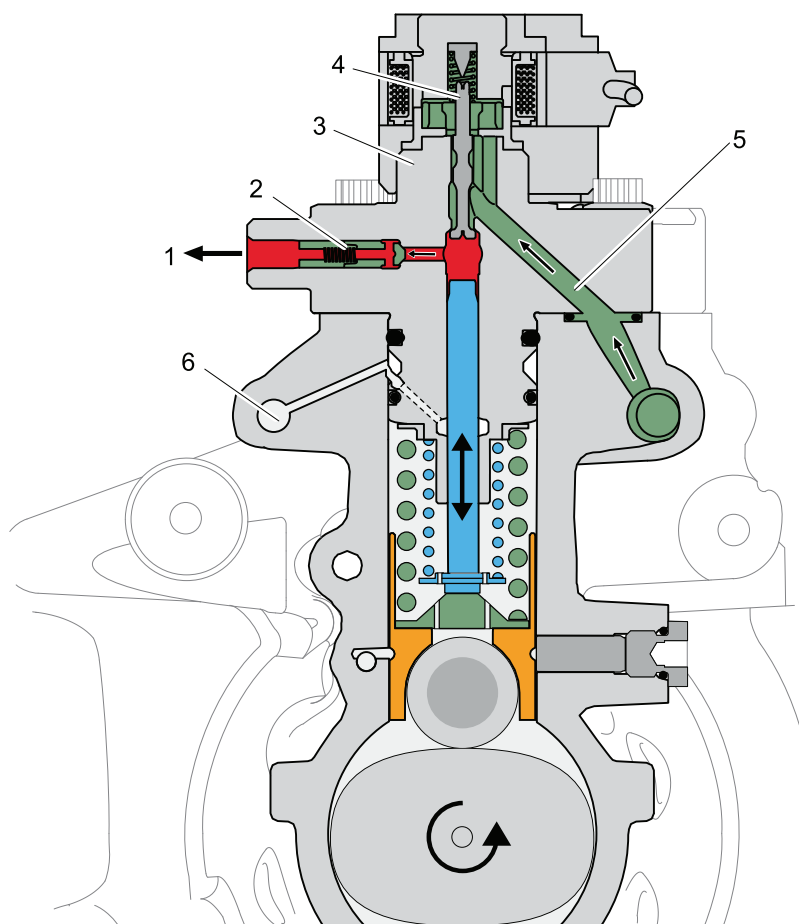


1. Entrada (união com filtro grosso)
2. Combustível para os cabeçotes do cilindro
3. Fluxo dos cabeçotes de cilindro auxiliar
4. Combustível de retorno ao tanque de combustível
5. Combustível de retorno da válvula de segurança do acumulador
6. Canal de drenagem dos cabeçotes do cilindro

O combustível é levado para a bomba de alta pressão por admissão **(1)**. A união na admissão possui um filtro grosso embutido que protege a bomba de alta pressão contra partículas que entraram no sistema depois dos filtros de combustível. O fluxo do combustível nos cabeçotes do cilindro **(2)** continua na carcaça da bomba.

O combustível de retorno da drenagem dos cabeçotes do cilindro é alimentado em dutos de retorno **(6)** através da saída de volta para o tanque de combustível.

Fluxo de combustível no cabeçote do cilindro



1. Saída para o acumulador
2. Válvula de escape (válvula de retenção)
3. Cabeçote do cilindro
4. Válvula medidora da entrada de combustível ativa
5. Combustível do tanque de combustível
6. Duto de drenagem

O combustível é alimentado pela válvula medidora da entrada de combustível (4) e é levado ao cabeçote do cilindro (3).

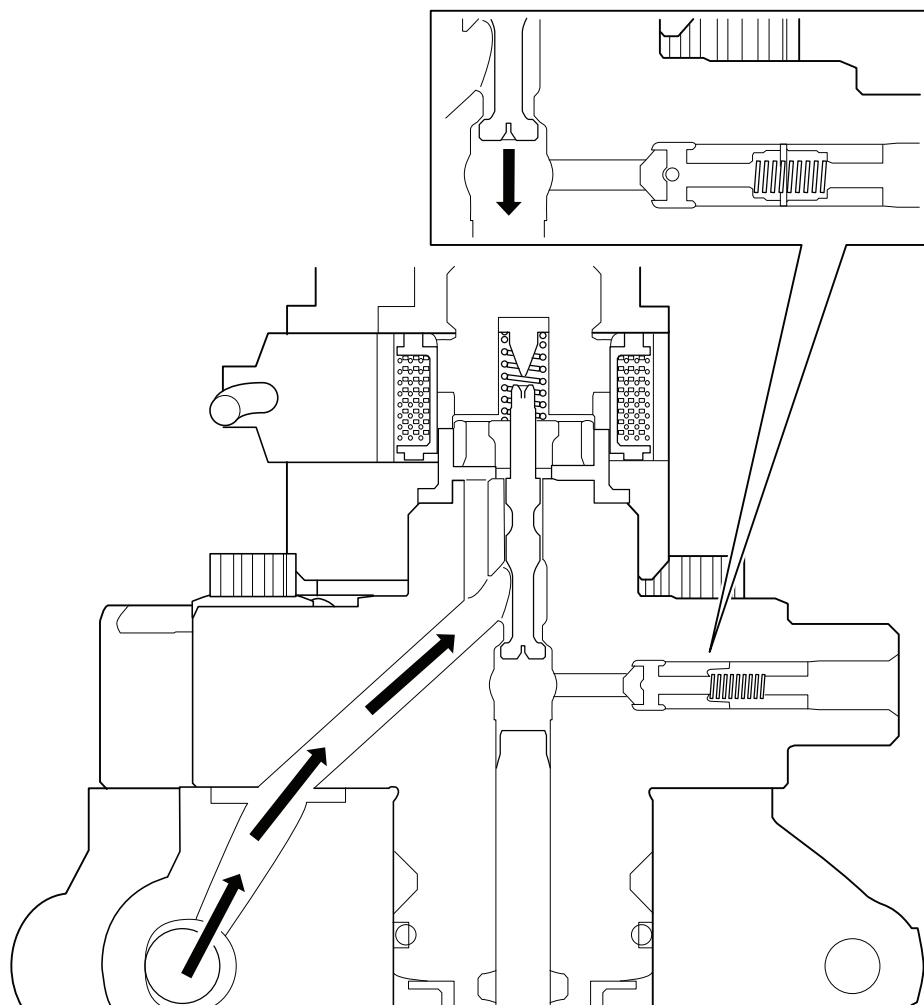
Nos cabeçotes do cilindro (3), a pressão do combustível aumenta entre 500 e 2.400 bar, dependendo do modo de funcionamento do motor. O combustível pressurizado é alimentado pelas válvulas de escape (2) e pelas duas saídas da bomba de alta pressão (1) para o acumulador. As válvulas de saída são válvulas de retenção com uma pressão de abertura de aprox. de 10 bar.

Quando a válvula medidora da entrada de combustível estiver fechada, o combustível não poderá mais retornar ao circuito de baixa pressão. Quando o êmbolo da bomba sobe, a pressão na câmara acima do êmbolo da bomba aumenta. Se a pressão for suficientemente alta, o combustível fluirá através da válvula de escape até o acumulador.

Válvula medidora da entrada de combustível ativa

Uma válvula medidora da entrada de combustível ativa é uma válvula elétrica que controla a quantidade de combustível adicionada ao elemento da bomba na bomba de alta pressão. Uma bomba de alta pressão consiste em um ou mais elementos da bomba. Cada elemento da bomba consiste em uma válvula e um êmbolo da bomba. O êmbolo da bomba é acionado por um came. A velocidade do came é proporcional à rotação do motor. A válvula deve estar sincronizada com a posição da câmara.

Abrir válvula medidora da entrada de combustível ativa

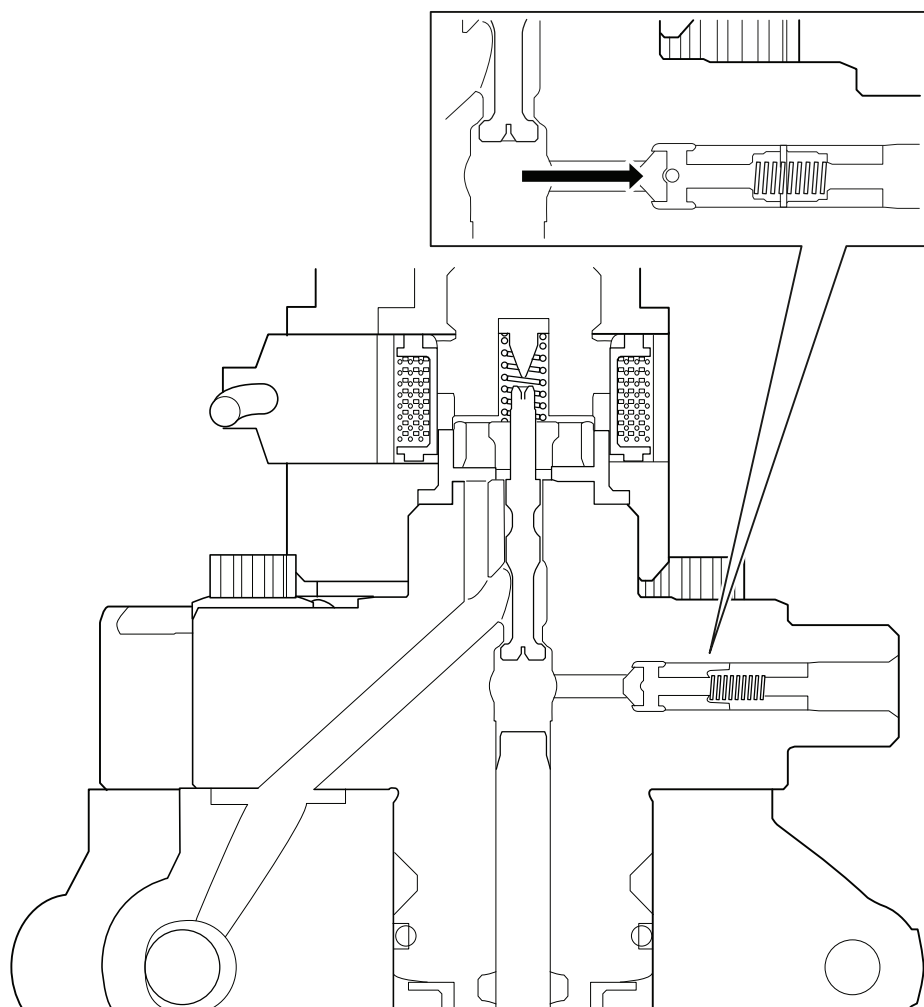


A válvula medidora da entrada de combustível ativa é aberta quando é desenergizada.

Após ser aberta, o combustível flui do circuito de baixa pressão na câmara acima do êmbolo da bomba no elemento da bomba.

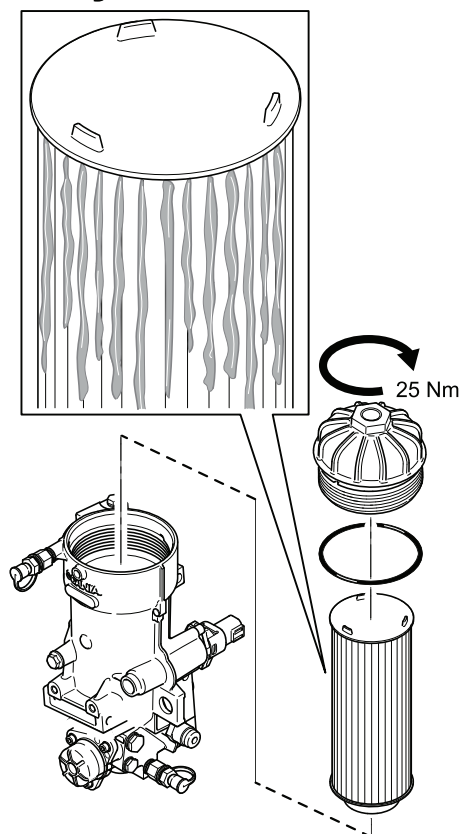
A válvula de escape ao acumulador é fechada porque a pressão no elemento da bomba permanecerá baixa enquanto a válvula medidora da entrada de combustível estiver aberta.

Válvula medidora da entrada de combustível ativa fechada



Se a válvula medidora da entrada de combustível ativa estiver energizada, a válvula será fechada e o combustível não poderá mais retornar ao circuito de baixa pressão. Quando o êmbolo do tubo sobe, a pressão na câmara acima do êmbolo da bomba aumenta. Se a pressão for suficientemente alta, o combustível sairá através da válvula de escape até o acumulador.

Função - Problemas de partida em condições de frio

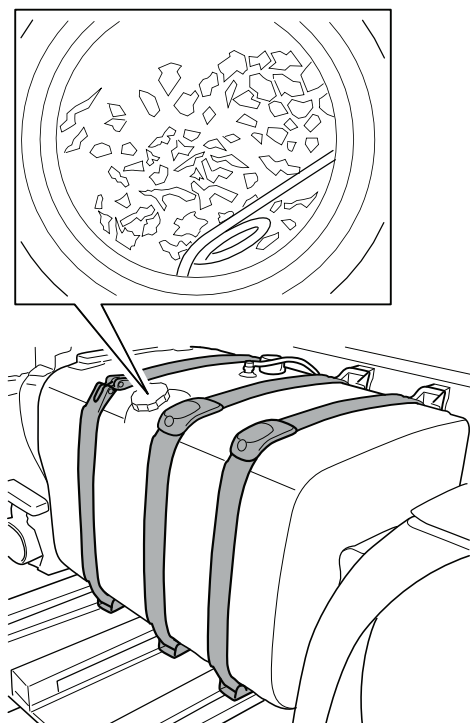


Quando tempo frio, o diesel pode cristalizar como parafina, o que rapidamente obstrui o filtro.

Quando tempo frio, o diesel pode cristalizar como parafina, o que rapidamente obstrui o filtro. O motor pode, então, não ser ligado. Na pior das hipóteses, isso pode ocorrer com $+5^{\circ}\text{C}$, dependendo da qualidade do diesel. A qualidade varia, e um diesel de inverno bom não deve cristalizar até atingir temperaturas abaixo de -30°C .

A mistura de biodiesel (FAME) aumenta o risco de cristalização.

Reabastecer com combustível de uma qualidade apropriada é essencial, mas muitas vezes é difícil saber a qualidade do combustível a ser alimentado. A dica é reabastecer na mesma zona climática, a qual a partida de frio do veículo ocorre.



A cristalização pode ser vista sob a tampa de abastecimento como flocos finos na camada superficial.

A cristalização pode ser vista sob a tampa de abastecimento como uma aglutinação fina na camada superficial. O motor pode dar partida, mas vai parar logo porque o filtro ficará obstruído.

Um aquecedor de combustível pode aumentar a temperatura em aprox. 5°C. Isso não é o suficiente se o tanque estiver cheio de diesel para um clima de verão. Quando o filtro obstruir, deve ser substituído. O aquecedor de combustível não é capaz de dissolver a parafina que foi criada ali.

Se o motorista foi surpreendido pelo frio e não tem certeza se o veículo está abastecido com combustível adequado para tais condições, o veículo deve ser estacionado em uma garagem aquecida. Uma solução de emergência é evitar a troca de motor. Um aquecedor de combustível deve, obviamente, ser utilizado para aprimorar margens.

CFPP — A temperatura na qual o filtro é obstruído.

CFPP, Cold filter plugging point, o ponto de entupimento de filtro no frio é a temperatura mais baixa, na qual uma certa quantidade de combustível diesel ainda atravessará a filtração padrão em um tempo específico em certas condições sob resfriamento. CFPP é demonstrado em graus Celsius (°C).

Diesel para inverno

EN 590 define seis classes de diesel para zonas de clima temperado de A a F.

Na Europa Central e Ocidental, o diesel para inverno deve cumprir os requisitos da classe F do começo de dezembro até o final de fevereiro. Durante o período de transição (normalmente de outubro a abril), devem ser cumpridos os requisitos de uma classe mais baixa.

CFPP — Combustível adequado para um clima temperado

Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F
+5°C	0°C	-5°C	-10°C	-15°C	-20°C

Diesel para Ártico

EN 590 define cinco classes de diesel para zonas climáticas árticas de 0 a 4.

Em países escandinavos, o diesel de inverno deve atender os requisitos de classe 2.

CFPP — Combustível adequado para um clima ártico

Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
-20°C	-26°C	-32°C	-38°C	-44°C