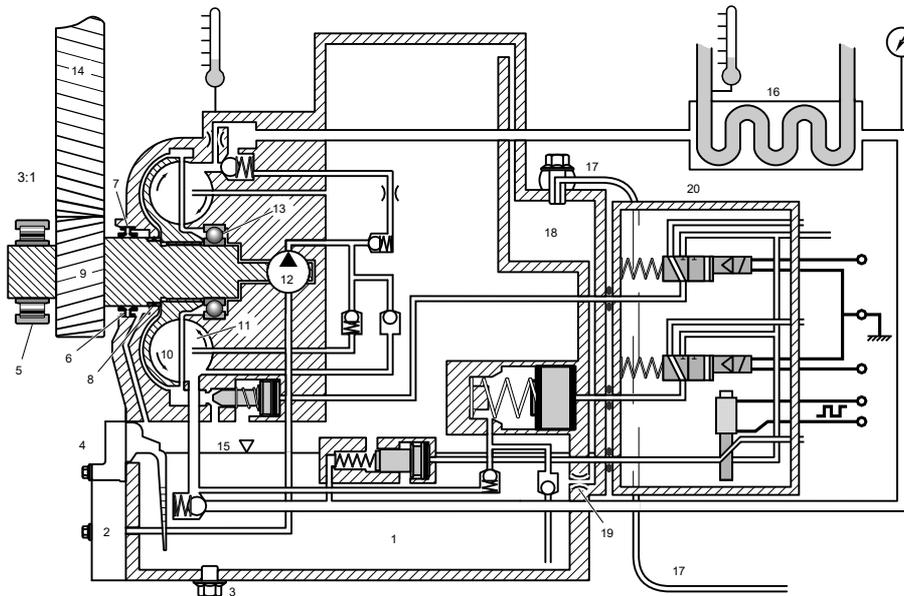


Retarder R4700D

Função - R4700D

Generalidades



- | | | |
|-----------------------------------|--|---------------------------------|
| 1. Cárter de óleo | 8. Vedante para pressão do óleo | 15. Nível de óleo |
| 2. Filtro de óleo | 9. Eixo do retarder | 16. Radiador de óleo |
| 3. Bujão de drenagem | 10. Rotor | 17. Duto de ar |
| 4. Vareta de nível de óleo | 11. Estator | 18. Área de separação de óleo |
| 5. Rolamento de roletes | 12. Bomba de óleo | 19. Válvula de estrangulamento |
| 6. Vedação radial | 13. Rolamento de esferas | 20. Bloco de válvulas solenoide |
| 7. Duto de ar para vedação radial | 14. Eixo de saída da caixa de mudanças | |

A engrenagem do eixo do retarder (9) é acionada por uma engrenagem (14) no eixo de saída da caixa de mudanças. A velocidade de rotação do retarder têm uma relação de transmissão de 3,26. O eixo se assenta em um rolamento de roletes cilíndrico (5) que é instalado na caixa de mudanças e um rolamento de esferas (13) que é instalado na carcaça do retarder.

O rotor (10) é instalado em ranhuras no eixo. O estator (11) é aparafusado na carcaça do retarder. A bomba de óleo (12) é acionada pelo eixo do retarder e também é controlada radialmente por ele. Uma vedação radial (6) fornece uma proteção entre o óleo do retarder e o óleo da caixa de mudanças. A área (7) é ventilada para prevenir uma mudança de pressão entre os anéis de vedação.

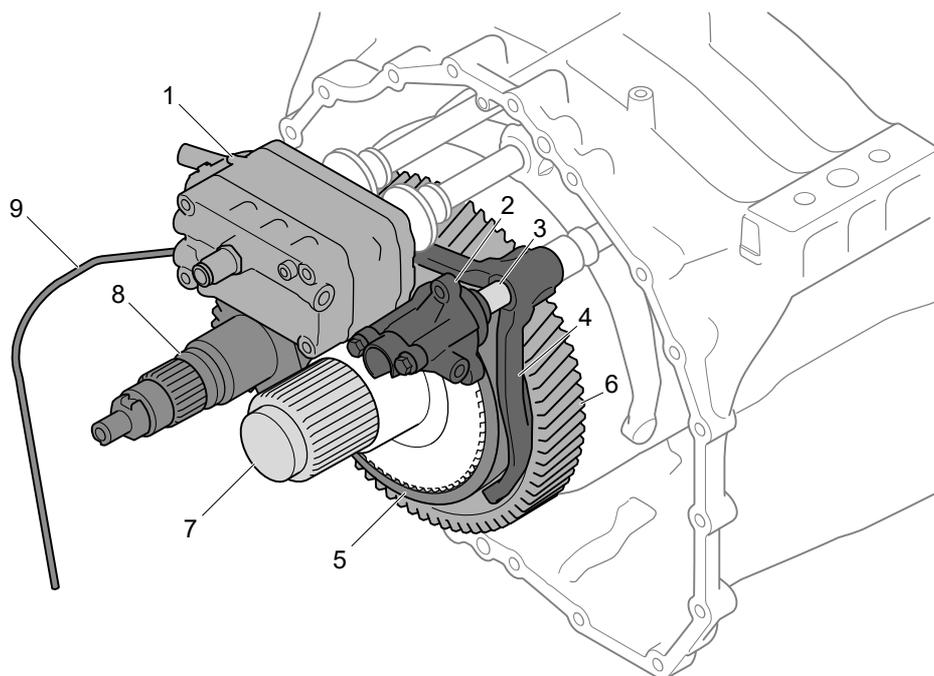
A pressão do óleo do retarder é vedada por uma vedação de pressão do óleo (8) no eixo. Não é, no entanto, completamente lacrada. Eventuais vazamentos serão retornados para o cárter de óleo (1) por um canal. A parte superior do cárter de óleo é ventilada através de um duto de ar (17) na parte traseira do retarder. Qualquer óleo acompanhando o ar ventilação é depositado na área (18) e volta para o cárter por um canal. Há uma válvula de restrição (19) na boca do duto no cárter de óleo que impede que o óleo do cárter de óleo penetre no canal.

O nível de óleo (15) é verificado com uma vareta de nível de óleo angulada (4) colocada na parte superior do retarder em cima do filtro (2). O radiador de óleo (16) que esfria o óleo do retarder é aparafusado diretamente na tampa do cárter de óleo do retarder, que é o elemento da carcaça mais distante no retarder. O bloco de válvulas solenoide (20) se encontra no lado do radiador de óleo.

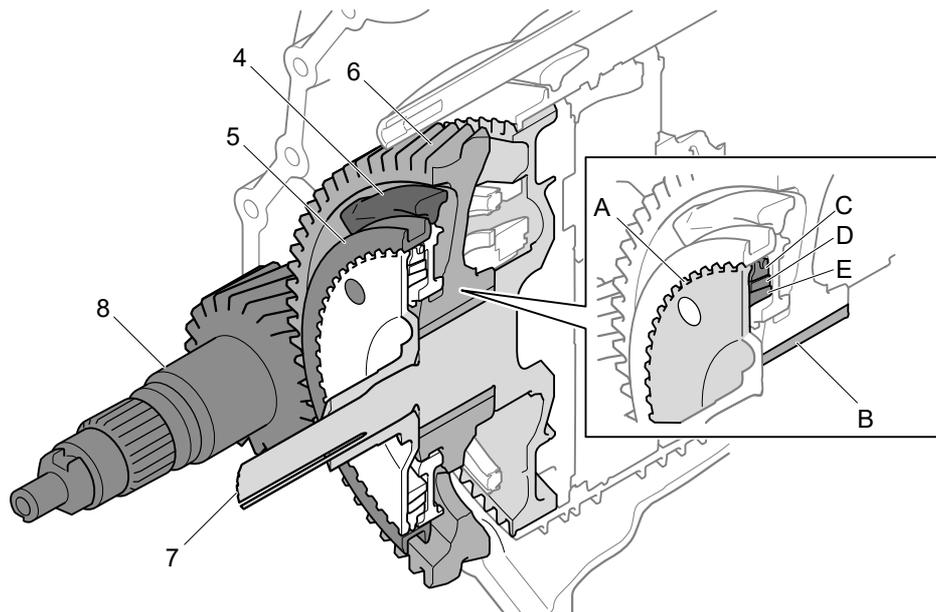
Engate e desengate o retarder

O retarder pode ser engatado e desengatado do eixo de saída da caixa de mudanças. O retarder é engatado mecanicamente com o eixo de saída da caixa de mudanças pela engrenagem do retarder, eixo do retarder e uma engrenagem no eixo de saída.

R4700D



- | | |
|-------------------------------------|---------------------|
| 1. Bloco de válvulas solenoide V111 | 6. Engrenagem |
| 2. Atuador | 7. Eixo de saída |
| 3. Coluna de direção | 8. Eixo do retarder |
| 4. Garfo de troca de marchas | 9. Tubo de sangria |
| 5. Anel de transferência | |



- 4. Garfo de troca de marchas
- 5. Anel de transferência
- 6. Engrenagem
- 7. Eixo de saída
- 8. Eixo do retarder
- A. Disco de acoplamento
- B. Mancal entre eixo de saída e engrenagem
- C. Cone do sincronizador
- D. Cone do sincronizador
- E. Cone do sincronizador

Quando o retarder é ativado, um sinal de controle é enviado ao bloco de válvulas solenoide V111 (1). O ar comprimido é enviado por um canal na carcaça do bloco de válvulas solenoide para o atuador (2). A coluna de direção do atuador (3) com garfo de troca de marchas (4) ativa o mecanismo de sincronização por meio de um anel de transferência (5). Os cones do sincronizador (C, D, E) acelerarão a engrenagem (6) até que a velocidade de rotação seja sincronizada. Isso permite que a engrenagem (6) seja finalmente travada contra o eixo de saída (7) através do disco de acoplamento (A). A engrenagem (6) aciona o eixo do retarder (8). A sangria do atuador é feita pelo tubo de sangria (9).

A engrenagem do retarder está engatada com o eixo de saída da caixa de mudanças pela luva de engate com mola de arame, o que aumenta a velocidade e sincroniza a velocidade de rotação da engrenagem e do eixo por meio de um sincronizador. Em seguida, a luva é mecanicamente conectada à engrenagem e ao eixo.

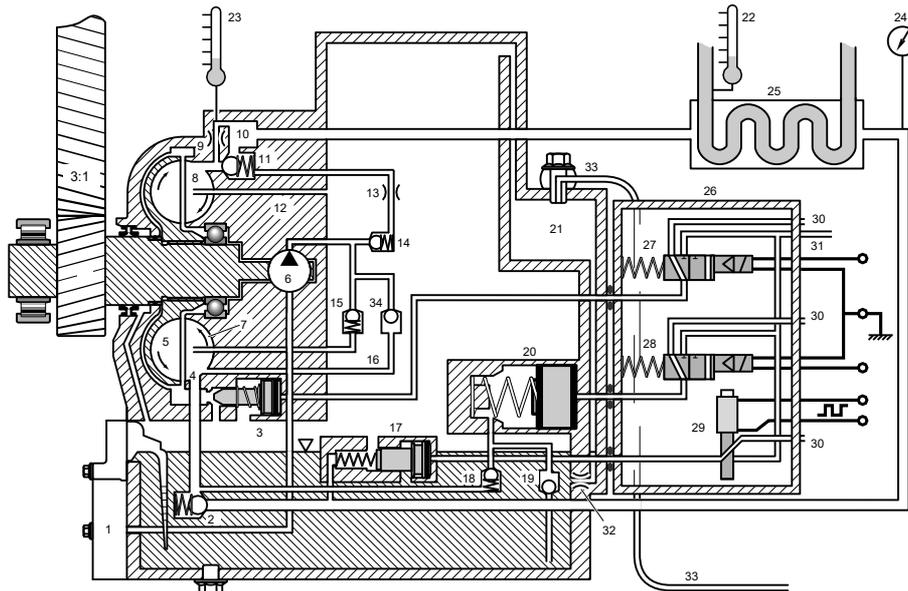
As diferentes velocidades de rotação são sincronizadas e a luva conecta a engrenagem e o eixo. Há um anel de vedação-O no pistão para a vedação e uma faixa-guia que atua como

um mancal do eixo. O óleo que penetra atrás do pistão drena de volta para a caixa de mudanças através de um orifício de drenagem.

O cilindro de comando é aparafusado à carcaça do mancal. Na extremidade do cilindro há um sensor de posição que se mantém posicionado por uma tampa. O sensor de posição é usado para assegurar que o retarder seja engatado mecanicamente antes de começar a frear. O sensor de posição também garante que o retarder seja desengatado antes de ser engatado novamente.

Em altas velocidades do veículo, o retarder pode ser permanentemente engatado, independentemente de ser ou não usado para frenagem. Isso protege os componentes de sincronização de sincronizadores questionavelmente altos.

Sistema hidráulico



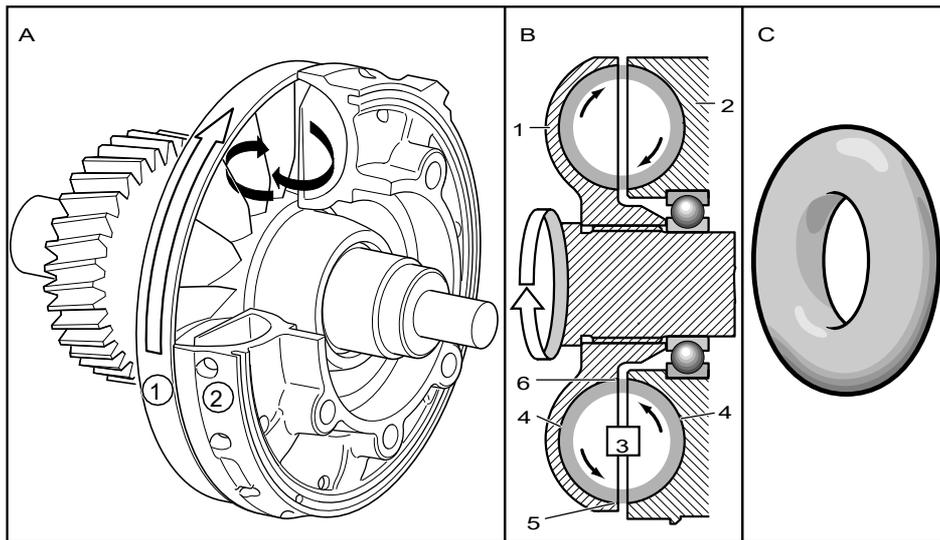
- | | | |
|--|--|--|
| 1. Filtro de óleo | reduzir perdas de torque | 23. Sensor de temperatura de óleo |
| 2. Válvula de retenção no lado de entrada | 14. Válvula de retenção para reduzir a pressão da bomba | 24. Sensor de pressão do óleo |
| 3. Válvula de segurança | 15. Válvula de retenção para assegurar fluxo de óleo a fim de reduzir perdas de torque | 25. Radiador de óleo |
| 4. Entrada ao anel cilíndrico | 16. Duto para redução de perda de torque | 26. Bloco de válvulas solenoide |
| 5. Rotor | 17. Válvula reguladora | 27. Válvula solenoide para válvula de segurança |
| 6. Bomba de óleo | 18. Válvula de saída do acumulador | 28. Válvula solenoide para ativação do acumulador de óleo |
| 7. Estator | 19. Válvula de retenção do acumulador no lado da entrada | 29. Válvula proporcional |
| 8. Saída do anel cilíndrico | 20. Acumulador de óleo | 30. Drenos de ar separados, quatro peças |
| 9. Restrição de ventilação | 21. Área de separação de óleo | 31. Fornecimento de ar comprimido para bloco de válvulas solenoide |
| 10. Amortecimento de pulsação | 22. Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento | 32. Válvula de restrição que impede que o óleo no cárter de |
| 11. Válvula de retenção de escape | | |
| 12. Drenagem do anel cilíndrico | | |
| 13. Válvula de restrição para assegurar fluxo de óleo a fim de | | |

óleo chegue até o
duto de ar
33. Duto de ar

34. Válvula de retenção
para evitar fluxo de

retorno da redução
de perda de torque

Estator e rotor



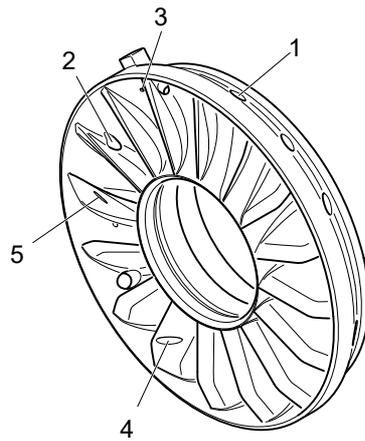
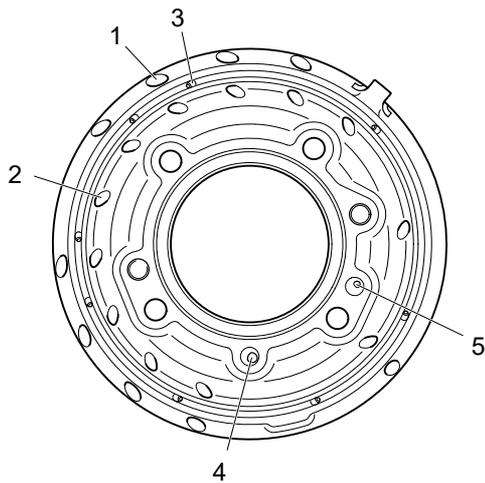
O retarder é instalado com um rotor (1) e um estator (2). Eles têm lâminas inclinadas a aprox. 45° em relação ao plano de rotação (veja a figura A). Juntos eles formam uma área circular (3) (veja a figura B) que é chamada de anel cilíndrico.

Um anel cilíndrico é um corpo matemático cuja aparência numa variante tridimensional comum (veja a figura C) em geral assemelha-se a uma rosquinha (biscoito).

Forçar óleo para dentro do anel cilíndrico quando o rotor está girando faz o rotor lançar óleo para fora contra seu diâmetro externo (5) e, assim, para dentro do estator. O estator usa as lâminas e sua superfície circular (4) para devolver o óleo ao rotor, mas neste caso, para seu diâmetro interno (6). O rotor, portanto, recebe óleo axialmente no seu diâmetro interno e lança o óleo axialmente para o diâmetro externo, só que na direção oposta (veja a figura B). Este redirecionamento de óleo significa que o rotor é exposto a uma força axial para separar o rotor do estator.

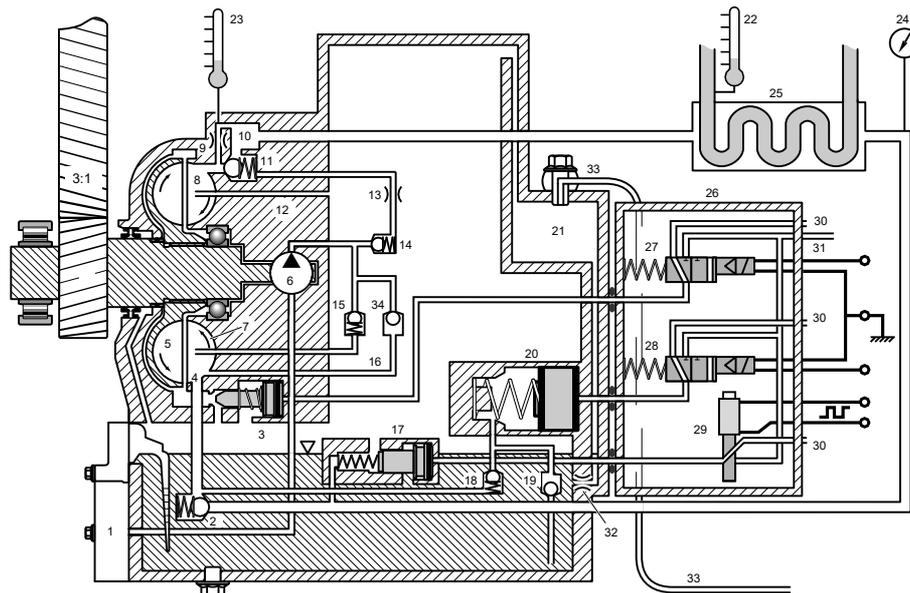
O óleo é então enviado entre o estator e o rotor na direção das lâminas a 45°, o que significa que uma força radial também é aplicada por causa da recombinação do óleo. Essa é a força que fornece o torque de frenagem no rotor.

Portanto, é o fluxo de óleo que fornece uma força de reação e, assim, um torque de frenagem, o que significa que quanto mais alta a velocidade do óleo, maior é o torque. O efeito mecânico na forma de torque e rotação do motor são, por isso, convertidos para agilizar o óleo. A velocidade alta do óleo causa fricção interna e fricção contra as superfícies da lâmina e paredes com as quais entra em contato, o que acontece o óleo. Portanto, é no estator e no rotor que o efeito mecânico é convertido em efeito térmico sob a forma de aquecimento do óleo.



Estator

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Admissão do anel cilíndrico (consulte o item 4 no diagrama hidráulico abaixo) 2. Saída do anel cilíndrico (consulte o item 8 no diagrama hidráulico abaixo) 3. Redução da perda de torque (consulte o item 16 no diagrama hidráulico abaixo) | <ol style="list-style-type: none"> 4. Admissão da bomba para o anel cilíndrico (consulte o item 15 no diagrama hidráulico abaixo) 5. Esvaziamento do anel cilíndrico (consulte o item 12 no diagrama hidráulico abaixo) |
|---|---|



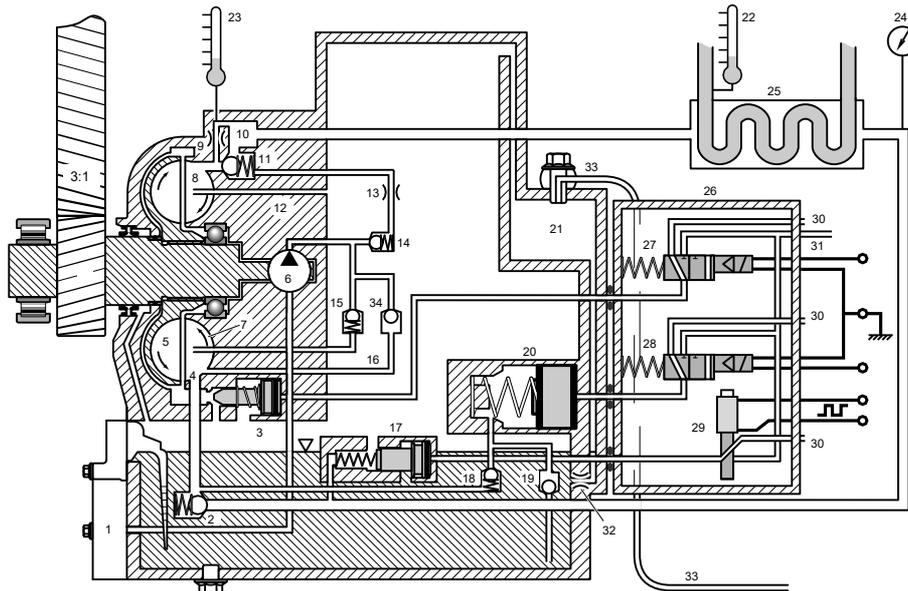
- | | | |
|--|--|--|
| 1. Filtro de óleo | reduzir perdas de torque | 23. Sensor de temperatura de óleo |
| 2. Válvula de retenção no lado de entrada | 14. Válvula de retenção para reduzir a pressão da bomba | 24. Sensor de pressão do óleo |
| 3. Válvula de segurança | 15. Válvula de retenção para assegurar fluxo de óleo a fim de reduzir perdas de torque | 25. Radiador de óleo |
| 4. Entrada ao anel cilíndrico | 16. Duto para redução de perda de torque | 26. Bloco de válvulas solenoide |
| 5. Rotor | 17. Válvula reguladora | 27. Válvula solenoide para válvula de segurança |
| 6. Bomba de óleo | 18. Válvula de saída do acumulador | 28. Válvula solenoide para ativação do acumulador de óleo |
| 7. Estator | 19. Válvula de retenção do acumulador no lado da entrada | 29. Válvula proporcional |
| 8. Saída do anel cilíndrico | 20. Acumulador de óleo | 30. Drenos de ar separados, quatro peças |
| 9. Restrição de ventilação | 21. Área de separação de óleo | 31. Fornecimento de ar comprimido para bloco de válvulas solenoide |
| 10. Amortecimento de pulsação | 22. Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento | 32. Válvula de restrição que impede que o óleo no cárter de |
| 11. Válvula de retenção de escape | | |
| 12. Drenagem do anel cilíndrico | | |
| 13. Válvula de restrição para assegurar fluxo de óleo a fim de | | |

óleo chegue até o
duto de ar
33. Duto de ar

34. Válvula de retenção
para evitar fluxo de

retorno da redução
de perda de torque

Bomba e filtro

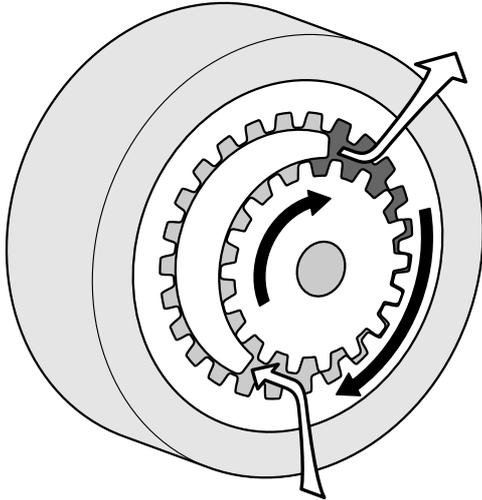


- | | | |
|--|--|--|
| 1. Filtro de óleo | reduzir perdas de torque | 23. Sensor de temperatura de óleo |
| 2. Válvula de retenção no lado de entrada | 14. Válvula de retenção para reduzir a pressão da bomba | 24. Sensor de pressão do óleo |
| 3. Válvula de segurança | 15. Válvula de retenção para assegurar fluxo de óleo a fim de reduzir perdas de torque | 25. Radiador de óleo |
| 4. Entrada ao anel cilíndrico | 16. Duto para redução de perda de torque | 26. Bloco de válvulas solenoide |
| 5. Rotor | 17. Válvula reguladora | 27. Válvula solenoide para válvula de segurança |
| 6. Bomba de óleo | 18. Válvula de saída do acumulador | 28. Válvula solenoide para ativação do acumulador de óleo |
| 7. Estator | 19. Válvula de retenção do acumulador no lado da entrada | 29. Válvula proporcional |
| 8. Saída do anel cilíndrico | 20. Acumulador de óleo | 30. Drenos de ar separados, quatro peças |
| 9. Restrição de ventilação | 21. Área de separação de óleo | 31. Fornecimento de ar comprimido para bloco de válvulas solenoide |
| 10. Amortecimento de pulsação | 22. Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento | 32. Válvula de restrição que impede que o óleo no cárter de |
| 11. Válvula de retenção de escape | | |
| 12. Drenagem do anel cilíndrico | | |
| 13. Válvula de restrição para assegurar fluxo de óleo a fim de | | |

óleo chegue até o
duto de ar
33. Duto de ar

34. Válvula de retenção
para evitar fluxo de

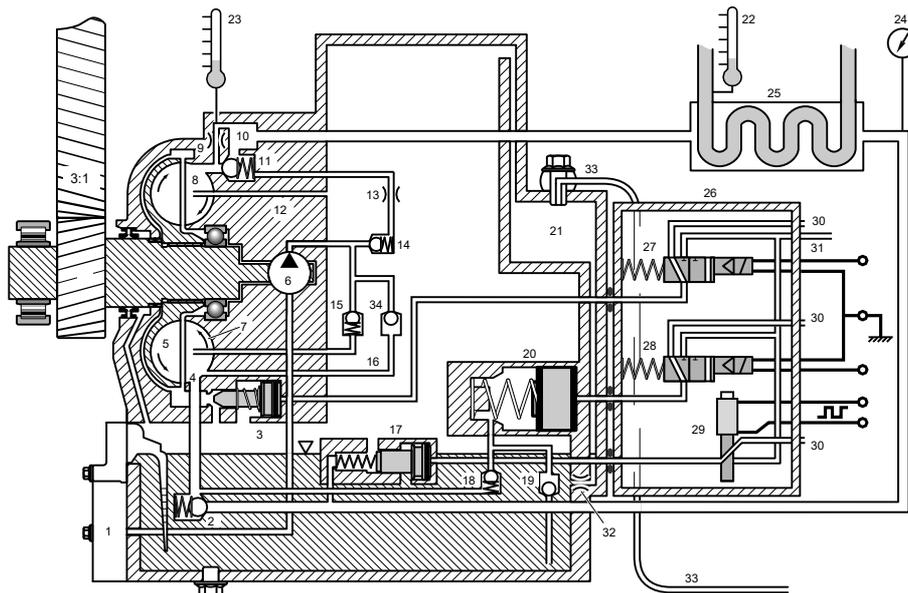
retorno da redução
de perda de torque



A bomba de óleo (6) é uma bomba de engrenagens internas. Um rotor interno com engrenagem externa aciona uma engrenagem externa que está posicionada excêntrica e tem engrenagens internas. Onde a distância entre os dentes das engrenagens é maior, um separador, desenhado como meia-lua, cria uma vedação entre a entrada e saída. A bomba retira óleo do fundo do cárter de óleo através de um filtro (1).

A maioria do óleo sugado pela bomba do cárter de óleo é empurrado para fora do circuito do retarder através de uma das duas válvulas de retenção (14 e 15). O caminho percorrido pelo óleo é explicado na seção *Uso do retarder*.

Circuito com válvulas



- | | | |
|--|--|--|
| 1. Filtro de óleo | reduzir perdas de torque | 23. Sensor de temperatura de óleo |
| 2. Válvula de retenção no lado de entrada | 14. Válvula de retenção para reduzir a pressão da bomba | 24. Sensor de pressão do óleo |
| 3. Válvula de segurança | 15. Válvula de retenção para assegurar fluxo de óleo a fim de reduzir perdas de torque | 25. Radiador de óleo |
| 4. Entrada ao anel cilíndrico | 16. Duto para redução de perda de torque | 26. Bloco de válvulas solenoide |
| 5. Rotor | 17. Válvula reguladora | 27. Válvula solenoide para válvula de segurança |
| 6. Bomba de óleo | 18. Válvula de saída do acumulador | 28. Válvula solenoide para ativação do acumulador de óleo |
| 7. Estator | 19. Válvula de retenção do acumulador no lado da entrada | 29. Válvula proporcional |
| 8. Saída do anel cilíndrico | 20. Acumulador de óleo | 30. Drenos de ar separados, quatro peças |
| 9. Restrição de ventilação | 21. Área de separação de óleo | 31. Fornecimento de ar comprimido para bloco de válvulas solenoide |
| 10. Amortecimento de pulsação | 22. Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento | 32. Válvula de restrição que impede que o óleo no cárter de |
| 11. Válvula de retenção de escape | | |
| 12. Drenagem do anel cilíndrico | | |
| 13. Válvula de restrição para assegurar fluxo de óleo a fim de | | |

33. Duto de ar

34. Válvula de retenção para evitar fluxo de retorno da redução de perda de torque

Visto a partir da saída do anel cilíndrico (8) em direção a sua entrada, há em primeiro lugar uma válvula de retenção grande (11) que abre a aproximadamente 0,2 bar. O óleo flui a seguir para o radiador de óleo (25), seguindo para uma válvula de retenção similar (2) antes de ser forçado para dentro da entrada do anel cilíndrico (4).

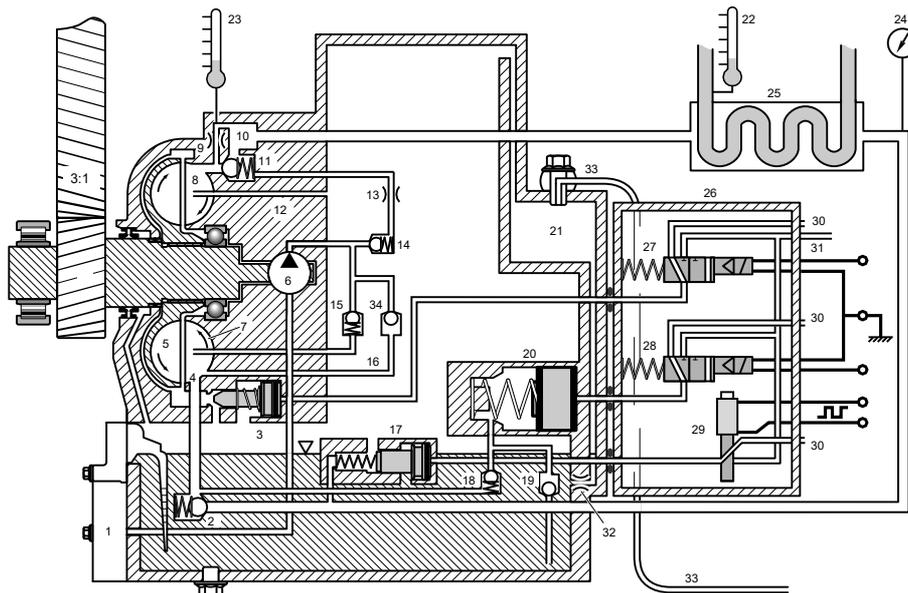
Há um espaço (10) entre a válvula de escape (11) e o radiador de óleo que amortece as pulsações da pressão. A válvula reguladora (17) controla a pressão no retarder. Ela se encontra entre o radiador de óleo e a válvula de retenção no lado da entrada (2). A válvula de retenção (3) trabalha, dentre outras coisas, como uma válvula de descarga extra. A válvula de segurança esvazia o retarder no diâmetro externo do anel cilíndrico. Consulte a seção *Ativação do retarder*.

Acumulador de óleo

O acumulador de óleo (20) integrado no cárter de óleo do retarder força uma quantidade extra de óleo quando o retarder é ativado. Consulte a seção *Uso do Retarder > Ativação do retarder*. Quando o retarder está ativo, a unidade de comando ativa a válvula solenoide (28) que abre e admite a pressão de ar máxima atrás do pistão, a força da mola de retorno é ultrapassada e o óleo é forçado para dentro através da válvula de retenção (18).

A quantidade de óleo que precisa ser forçada para dentro para que o tempo de ativação seja o mais curto possível depende da situação atual da frenagem e da velocidade do veículo. Isso é controlado pela unidade de comando quando ativa a válvula solenoide por diferentes períodos. Quando a ativação da válvula solenoide é interrompida, o ar é drenado para fora pela válvula solenoide. A mola de retorno pressiona o pistão de volta, e o acumulador é enchido com óleo do cárter de óleo através da válvula de retenção (19). Enquanto o acumulador é reabastecido, a válvula de retenção (18) se fecha e impede que o óleo do retarder seja drenado.

Sistema neumático



- | | | |
|--|--|--|
| 1. Filtro de óleo | reduzir perdas de torque | 23. Sensor de temperatura de óleo |
| 2. Válvula de retenção no lado de entrada | 14. Válvula de retenção para reduzir a pressão da bomba | 24. Sensor de pressão do óleo |
| 3. Válvula de segurança | 15. Válvula de retenção para assegurar fluxo de óleo a fim de reduzir perdas de torque | 25. Radiador de óleo |
| 4. Entrada ao anel cilíndrico | 16. Duto para redução de perda de torque | 26. Bloco de válvulas solenoide |
| 5. Rotor | 17. Válvula reguladora | 27. Válvula solenoide para válvula de segurança |
| 6. Bomba de óleo | 18. Válvula de saída do acumulador | 28. Válvula solenoide para ativação do acumulador de óleo |
| 7. Estator | 19. Válvula de retenção do acumulador no lado da entrada | 29. Válvula proporcional |
| 8. Saída do anel cilíndrico | 20. Acumulador de óleo | 30. Drenos de ar separados, quatro peças |
| 9. Restrição de ventilação | 21. Área de separação de óleo | 31. Fornecimento de ar comprimido para bloco de válvulas solenoide |
| 10. Amortecimento de pulsação | 22. Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento | 32. Válvula de restrição que impede que o óleo no cárter de |
| 11. Válvula de retenção de escape | | |
| 12. Drenagem do anel cilíndrico | | |
| 13. Válvula de restrição para assegurar fluxo de óleo a fim de | | |

óleo chegue até o
duto de ar

34. Válvula de retenção
para evitar fluxo de

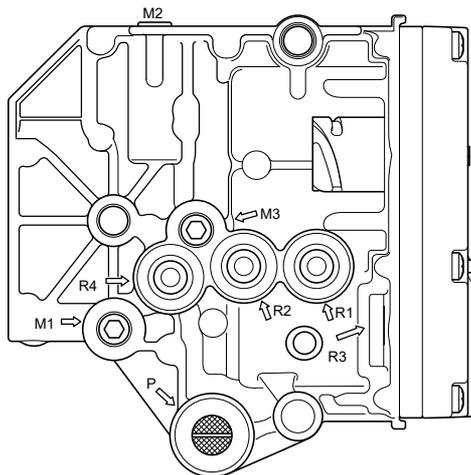
retorno da redução
de perda de torque

33. Duto de ar

O bloco de válvulas solenoide (26) compreende uma válvula proporcional (29) que fornece uma pressão de ar variável entre aprox. 1 e 7 bar à válvula reguladora (17) e 2 válvulas solenoide do tipo liga/desliga. A válvula solenoide (27) controla a válvula de segurança (3), e a válvula solenoide (28) controla o acumulador de óleo (20).

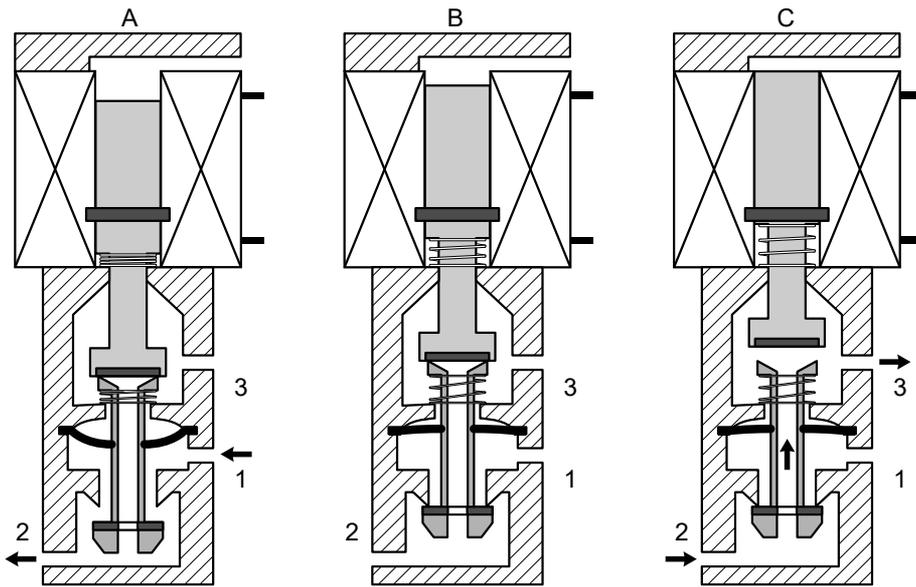
As válvulas são ativadas pela unidade de comando da caixa de mudanças, TMS. A válvula proporcional é abastecida com uma corrente de até aproximadamente 400 mA. Quanto mais alta a corrente, maior a pressão de ar obtida. Todas as 3 válvulas estão abertas enquanto estão na posição de repouso a fim de drenar o ar para a área adjacente através de dutos separados (30) para assim uma não atrapalhar a operação da outra.

O sistema pneumático (31) do veículo fornece ar ao bloco de válvulas solenoide. Esse sistema tem um pano coador instalado na entrada que previne a entrada de partículas nas válvulas. O bloco de válvulas de ar é rosqueado na carcaça do retarder.



Conexões do bloco de válvulas solenoide

- P = Fornecimento de ar comprimido
- M1= Tomada de medição, pressão da válvula proporcional
- M2 = Tomada de medição, pressão do ar até a válvula de segurança
- M3 = Tomada de medição, pressão do ar até o acumulador
- R1–R4 = Drenagem/ventilação

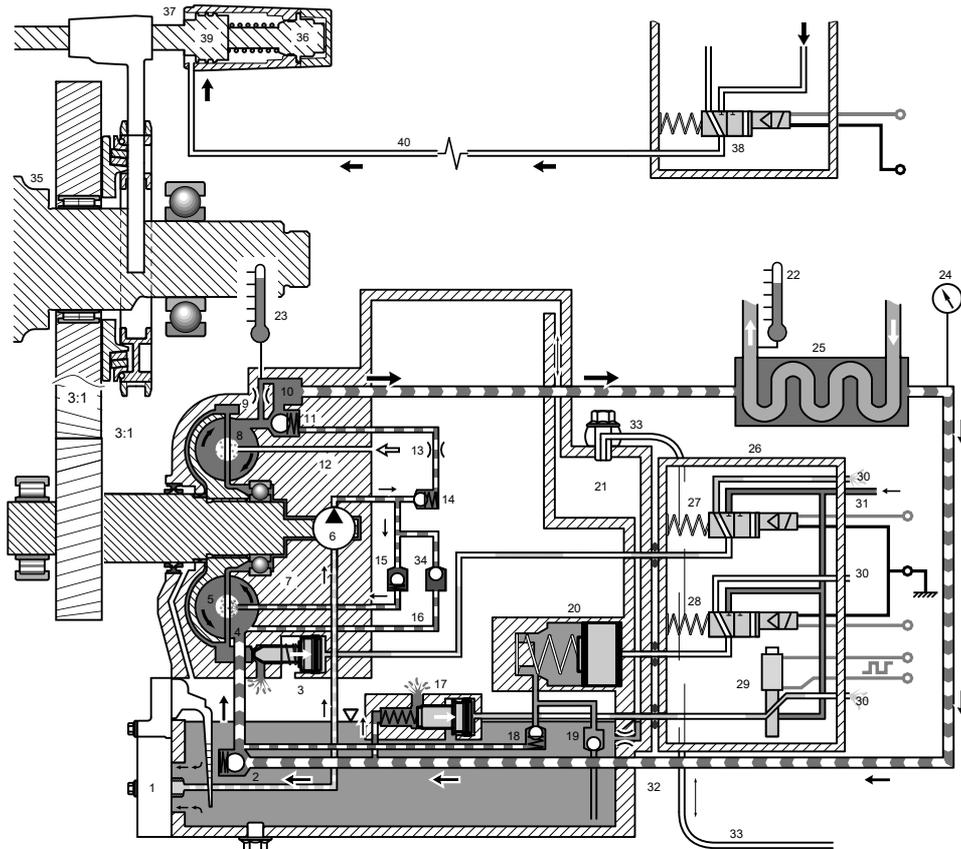


Posições de trabalho da válvula proporcional.

- A. Aumento da pressão/enchimento da válvula reguladora com ar
- B. Posição de balanceamento
- C. Diminuição da pressão/drenagem do ar da válvula reguladora

Uso do retarder

Engate da desativação do retarder



- | | | |
|---|---|--|
| 1. Filtro de óleo | 12. Drenagem do anel cilíndrico | 18. Válvula de saída do acumulador |
| 2. Válvula de retenção no lado de entrada | 13. Válvula de restrição para assegurar fluxo de óleo a fim de reduzir perdas de torque | 19. Válvula de retenção do acumulador no lado da entrada |
| 3. Válvula de segurança | 14. Válvula de retenção para reduzir a pressão da bomba | 20. Acumulador de óleo |
| 4. Entrada ao anel cilíndrico | 15. Válvula de retenção para assegurar fluxo de óleo a fim de reduzir perdas de torque | 21. Área de separação de óleo |
| 5. Rotor | 16. Duto para redução de perda de torque | 22. Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento |
| 6. Bomba de óleo | 17. Válvula reguladora | 23. Sensor de temperatura de óleo |
| 7. Estator | | 24. Sensor de pressão do óleo |
| 8. Saída do anel cilíndrico | | 25. Radiador de óleo |
| 9. Restrição de ventilação | | 26. Bloco de válvulas solenoide |
| 10. Amortecimento de pulsação | | |
| 11. Válvula de retenção de escape | | |

27. Válvula solenoide para válvula de segurança	31. Fornecimento de ar comprimido para bloco de válvulas solenoide	retorno da redução de perda de torque
28. Válvula solenoide para ativação do acumulador de óleo	32. Válvula de restrição que impede que o óleo no cárter de óleo chegue até o duto de ar	35. Eixo de saída
29. Válvula proporcional	33. Duto de ar	36. Sensor de posição
30. Drenos de ar separados, quatro peças	34. Válvula de retenção para evitar fluxo de	37. Mola
		38. Válvula solenoide para o painel de comando
		39. Pistão
		40. Conexão de ar

Normalmente, o retarder é desengatado do trem de força e engatado quando o sistema de controle solicita o torque de frenagem do retarder.

Quando o retarder é desativado, a válvula proporcional (29) é ativada para que a válvula reguladora (17) seja mantida fechada.

Isso é para manter o circuito do óleo abastecido com óleo e reduzir o tempo de ativação até que o torque de frenagem seja obtido.

A válvula solenoide (27) está inativa, portanto, a válvula de segurança (3) está aberta e drena o duto do diâmetro exterior do anel cilíndrico para o cárter de óleo, o que minimiza o momento de inércia durante a ativação.

Quando o sistema de controle solicita torque de frenagem do retarder, a válvula solenoide (38) é ativada para que a pressão total de ar seja liberada ao pistão (39) e o painel de comando inicie a troca do modo desengatado para o engatado. Ao mesmo tempo, a válvula reguladora (17) é aberta pela desativação da válvula proporcional (29).

O retarder é engatado mecanicamente ao eixo de saída (35) quando o painel de comando atinge o modo engatado e é recebida uma confirmação do sensor de posição (36).

Neste ponto, o retarder está engatado, mas está passivo e não freia. Consulte também a seção *Uso do retarder > Ativação do retarder*.

Ao se ligar o veículo após este ter estado parado, o circuito de óleo do retarder está mais ou menos drenado de óleo. Para encher o circuito e preparar o sistema para ativação rápida, o retarder é engatado ao eixo de saída (35) como descrito acima.

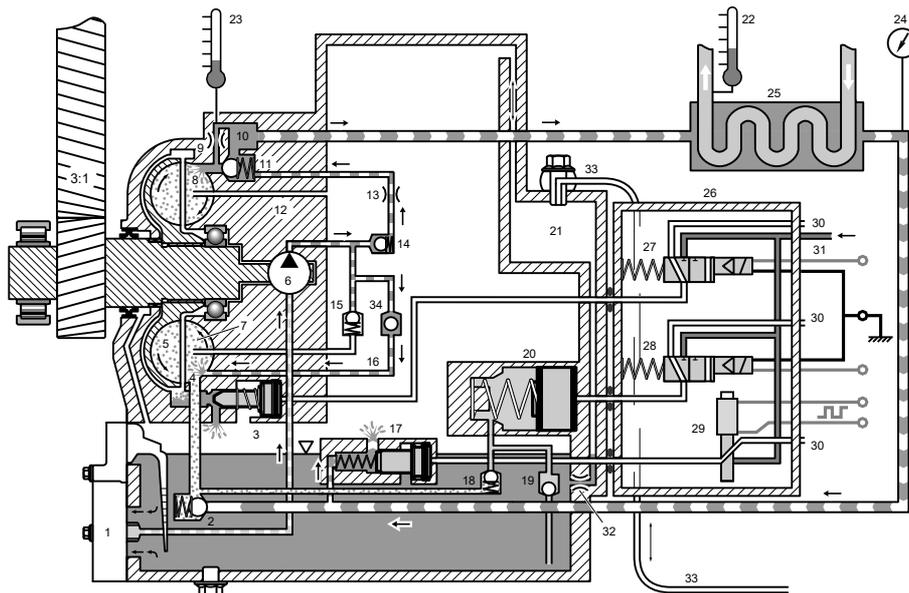
O retarder é, em seguida, engatado, mas fica passivo e a bomba de óleo (6) enche o circuito de óleo. O retarder permanece engatado até que o veículo esteja em movimento por algum tempo e o líquido de arrefecimento esteja quente. Quando o circuito de óleo está cheio e o líquido de arrefecimento está quente, o retarder é desengatado de acordo com a seção *Uso do retarder > Desengate do retarder*.

Em altas velocidades do veículo, o retarder de alguns tipos de veículos pode ser permanentemente engatado, independentemente de ser ou não usado para frenagem. O

procedimento protege os componentes de sincronização do trabalho de sincronização questionavelmente alto.

Para que o retarder seja engatado, a pressão do ar no circuito de trem de força deve ser alta o suficiente.

Retarder passivo, mas engatado



- | | | |
|--|--|--|
| 1. Filtro de óleo | reduzir perdas de torque | 23. Sensor de temperatura de óleo |
| 2. Válvula de retenção no lado de entrada | 14. Válvula de retenção para reduzir a pressão da bomba | 24. Sensor de pressão do óleo |
| 3. Válvula de segurança | 15. Válvula de retenção para assegurar fluxo de óleo a fim de reduzir perdas de torque | 25. Radiador de óleo |
| 4. Entrada ao anel cilíndrico | 16. Duto para redução de perda de torque | 26. Bloco de válvulas solenoide |
| 5. Rotor | 17. Válvula reguladora | 27. Válvula solenoide para válvula de segurança |
| 6. Bomba de óleo | 18. Válvula de saída do acumulador | 28. Válvula solenoide para ativação do acumulador de óleo |
| 7. Estator | 19. Válvula de retenção do acumulador no lado da entrada | 29. Válvula proporcional |
| 8. Saída do anel cilíndrico | 20. Acumulador de óleo | 30. Drenos de ar separados, quatro peças |
| 9. Restrição de ventilação | 21. Área de separação de óleo | 31. Fornecimento de ar comprimido para bloco de válvulas solenoide |
| 10. Amortecimento de pulsação | 22. Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento | 32. Válvula de restrição que impede que o óleo no cárter de |
| 11. Válvula de retenção de escape | | |
| 12. Drenagem do anel cilíndrico | | |
| 13. Válvula de restrição para assegurar fluxo de óleo a fim de | | |

óleo chegue até o duto de ar

33. Duto de ar

34. Válvula de retenção para evitar fluxo de retorno da redução de perda de torque

O retarder está engatado, mas está passivo e não freia. A válvula solenoide (27) está inativa, portanto, a válvula de segurança (3) está aberta e drena o duto do diâmetro exterior do anel cilíndrico para o cárter de óleo. A válvula solenoide (28) está inativa, portanto, o pistão do acumulador de óleo (20) é totalmente reabastecido através da mola de compressão. A válvula proporcional (29) também está inativa e drena ar da válvula reguladora (17). O óleo que circula no sistema vem do radiador de óleo para a válvula de segurança, da qual é drenado para o cárter de óleo.

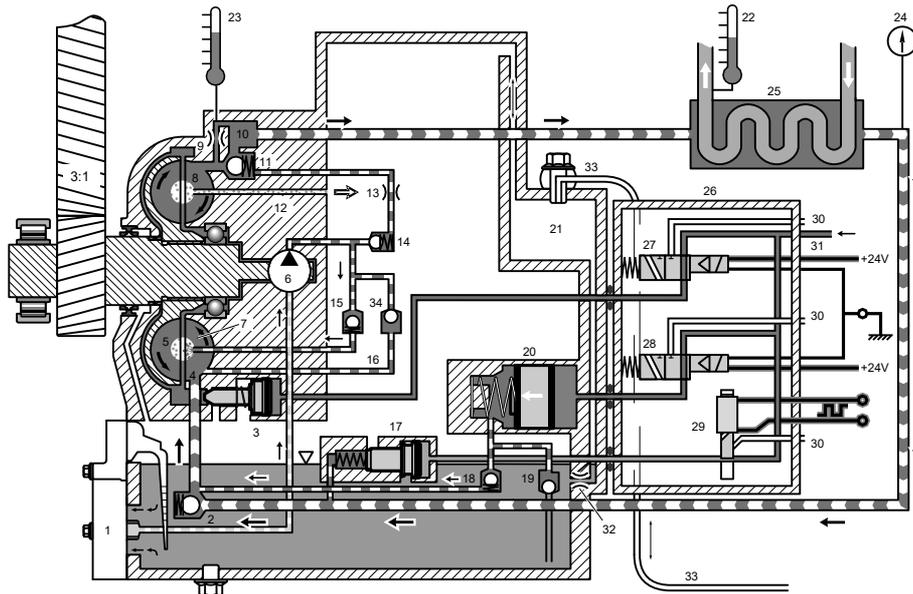
A bomba de óleo (6) bombeia o óleo para as válvulas de retenção (14, 15 e 34). Duas das válvulas de retenção (14 e 34) se abrem quando estão em suas pressões de abertura mais baixas de aproximadamente 0,5 e 0 bar, respectivamente. A outra válvula de retenção (15) se abre somente a 4 bar e, então, fica fechada nessa posição, impedindo que o óleo entre no anel cilíndrico no ponto errado.

Através da válvula de retenção (34), parte do óleo é forçada para dentro do estator através de um canal (16) que leva a pequenos orifícios perfurados na superfície do anel cilíndrico do estator. Consulte a seção Estator e rotor. Isso é feito para reduzir a velocidade do fluxo de ar que pode ser produzido por um estator/rotor com lâminas. Esse efeito é uma perda de energia em virtude do deslizamento/ventilação indesejável e deve ser reduzido o máximo possível. Com a inclusão ideal de pequenos jatos de óleo no fluxo de ar, este se torna baixo o suficiente.

A outra parte do óleo que flui por uma válvula de retenção (14) passa por uma válvula de restrição (13) e sai atrás da válvula de escape (11), que está fechada porque a pressão no anel cilíndrico é inferior a 0,2 bar. O fluxo de óleo é distribuído proporcionalmente à queda de pressão pelo canal (16) com a válvula de retenção associada (34) e a válvula limitadora (13) com a válvula de retenção associada (14). A válvula limitadora (13) é otimizada para que haja fluxo suficiente de óleo no canal de redução de perda (16), o que minimiza as perdas. O restante do óleo flui para trás da válvula de escape (11) através do radiador de óleo (25) e da válvula reguladora (17) para o cárter de óleo.

Todo o óleo que entra no anel cilíndrico flui para fora através da válvula de segurança (3). A válvula de segurança (3) está posicionada bem perto do anel cilíndrico, e o canal na carcaça do retarder que leva o óleo para lá é otimizado de tal forma que o óleo não seja encaminhado para o fluxo de ar novamente ou cause perdas elevadas de torque.

Ativação do retarder



- | | | |
|--|--|--|
| 1. Filtro de óleo | reduzir perdas de torque | 23. Sensor de temperatura de óleo |
| 2. Válvula de retenção no lado de entrada | 14. Válvula de retenção para reduzir a pressão da bomba | 24. Sensor de pressão do óleo |
| 3. Válvula de segurança | 15. Válvula de retenção para assegurar fluxo de óleo a fim de reduzir perdas de torque | 25. Radiador de óleo |
| 4. Entrada ao anel cilíndrico | 16. Duto para redução de perda de torque | 26. Bloco de válvulas solenoide |
| 5. Rotor | 17. Válvula reguladora | 27. Válvula solenoide para válvula de segurança |
| 6. Bomba de óleo | 18. Válvula de saída do acumulador | 28. Válvula solenoide para ativação do acumulador de óleo |
| 7. Estator | 19. Válvula de retenção do acumulador no lado da entrada | 29. Válvula proporcional |
| 8. Saída do anel cilíndrico | 20. Acumulador de óleo | 30. Drenos de ar separados, quatro peças |
| 9. Restrição de ventilação | 21. Área de separação de óleo | 31. Fornecimento de ar comprimido para bloco de válvulas solenoide |
| 10. Amortecimento de pulsação | 22. Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento | 32. Válvula de restrição que impede que o óleo no cárter de |
| 11. Válvula de retenção de escape | | |
| 12. Drenagem do anel cilíndrico | | |
| 13. Válvula de restrição para assegurar fluxo de óleo a fim de | | |

óleo chegue até o duto de ar	34. Válvula de retenção para evitar fluxo de	retorno da redução de perda de torque
33. Duto de ar		

Quando o retarder é ativado, o anel cilíndrico deve ser enchido com óleo para frear. Para conseguir isso, a válvula solenoide (27) libera a pressão de ar máxima para a válvula de segurança (3), que, em seguida, excede a força da mola de compressão e fecha a válvula.

A válvula proporcional (29) então envia uma pressão de ar apropriada entre 1 e 7 bar à válvula reguladora (17) para atingir o torque de frenagem requerido. A força do anel de compressão é então excedida e a válvula (17) é fechada. Uma vez que essas 2 válvulas estiverem totalmente fechadas, o circuito do retarder é fechado e o óleo pode começar a encher a partir da bomba (6). A velocidade das rotações da bomba determina quanto óleo é enchido no anel cilíndrico. Quanto mais óleo for forçado para dentro do anel cilíndrico, mais alta ficará a pressão nos orifícios de entrada e saída. Os orifícios de saída compreendem dutos perfurados no estator. Consulte a seção *Estator e rotor*. O ar retido no anel cilíndrico pode ser retirado através do dreno central do anel cilíndrico (12) ao mesmo tempo.

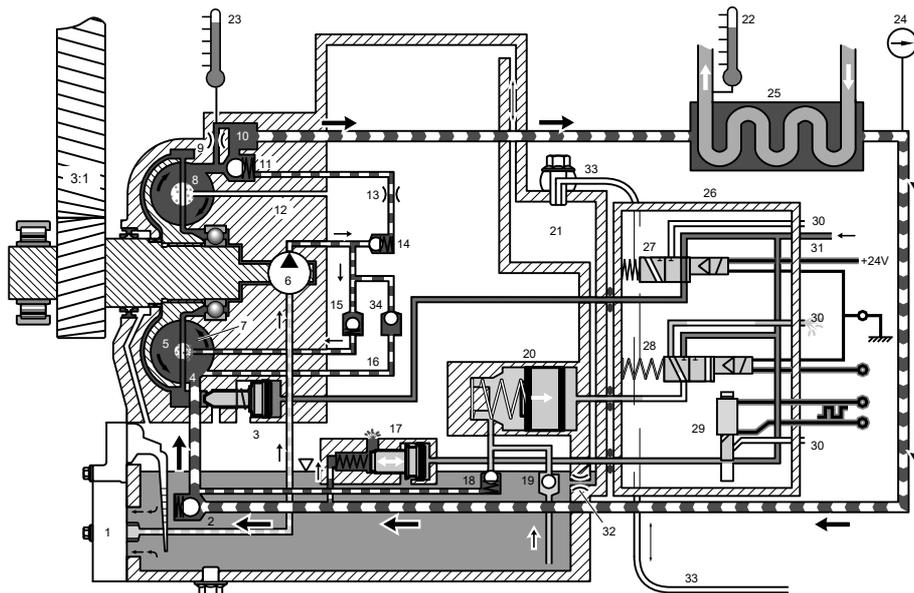
Quando a pressão na bomba está em cerca de 4 bar, a válvula de retenção (15) se abre e começa a admitir a entrada de óleo no centro do anel cilíndrico. Antes disso, a bomba forçou óleo para dentro através das válvulas de retenção (14) e (34) da mesma forma que no retarder passivo. Quando a pressão atrás das válvulas de retenção (14) e (34) é maior do que a da bomba, as válvulas se fecham e todo o óleo da bomba passa pela válvula de retenção (15) até o estator. As válvulas de retenção (14) e (34), então, impedem que a alta pressão chegue à saída da bomba, evitando que a operação da bomba seja interrompida. Quanto mais óleo no anel cilíndrico, maior será a força de reação no rotor e maior será o torque de frenagem obtido.

Quando se obtém equilíbrio entre a pressão de ar solicitada da válvula proporcional, a pressão do óleo na válvula reguladora e a força da mola de retorno, então a válvula reguladora (17) se abre. O fluxo que a bomba de óleo bombeia é, em seguida, despejado no cárter de óleo. Dessa forma, são obtidos pressão e torque de frenagem constantes.

Para acelerar a ativação, especialmente a fluxos baixos da bomba, i.e., velocidades baixas, é forçada uma quantidade adicional de óleo no circuito do retarder com ajuda do acumulador de óleo (consulte também Acumulador de óleo com válvulas). Consulte a seção *Acumulador de óleo*. O óleo mantido no acumulador de óleo é forçado através da válvula de retenção (18) e para dentro do circuito do retarder através da válvula de retenção (2) no lado de admissão e na entrada no estator (4).

Ao se ativar o retarder a um torque mais alto e, com isso, maior pressão do óleo, a pressão acionada pelo ar do acumulador de óleo não é suficiente para encher de óleo o retarder. Isso é aceitável desde que a bomba de óleo encha a última parte até a pressão máxima sem ter um tempo de ativação muito longo. Quando o acumulador de óleo tiver fornecido a quantidade apropriada de óleo, a válvula solenoide (28) desliga para que a pressão de ar no pistão desapareça e a mola pressiona o pistão de volta. O procedimento de ativação pode ser considerado como concluído quando o torque necessário tiver sido atingido.

Controle de torque e frenagem



- | | | |
|--|--|--|
| 1. Filtro de óleo | reduzir perdas de torque | 23. Sensor de temperatura de óleo |
| 2. Válvula de retenção no lado de entrada | 14. Válvula de retenção para reduzir a pressão da bomba | 24. Sensor de pressão do óleo |
| 3. Válvula de segurança | 15. Válvula de retenção para assegurar fluxo de óleo a fim de reduzir perdas de torque | 25. Radiador de óleo |
| 4. Entrada ao anel cilíndrico | 16. Duto para redução de perda de torque | 26. Bloco de válvulas solenoide |
| 5. Rotor | 17. Válvula reguladora | 27. Válvula solenoide para válvula de segurança |
| 6. Bomba de óleo | 18. Válvula de saída do acumulador | 28. Válvula solenoide para ativação do acumulador de óleo |
| 7. Estator | 19. Válvula de retenção do acumulador no lado da entrada | 29. Válvula proporcional |
| 8. Saída do anel cilíndrico | 20. Acumulador de óleo | 30. Drenos de ar separados, quatro peças |
| 9. Restrição de ventilação | 21. Área de separação de óleo | 31. Fornecimento de ar comprimido para bloco de válvulas solenoide |
| 10. Amortecimento de pulsação | 22. Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento | 32. Válvula de restrição que impede que o óleo no cárter de |
| 11. Válvula de retenção de escape | | |
| 12. Drenagem do anel cilíndrico | | |
| 13. Válvula de restrição para assegurar fluxo de óleo a fim de | | |

33. Duto de ar
34. Válvula de retenção para evitar fluxo de retorno da redução de perda de torque

Torque constante e rotação do motor constante

Quando a ativação do retarder tiver concluído e o pistão do acumulador tiver retornado para sua posição de repouso, a válvula reguladora (17) trata do controle de torque controlando a pressão do óleo. Em uma velocidade constante na bomba de óleo (6), o fluxo da bomba é constante e a válvula reguladora fica basicamente parada e aberta ao fluxo da bomba.

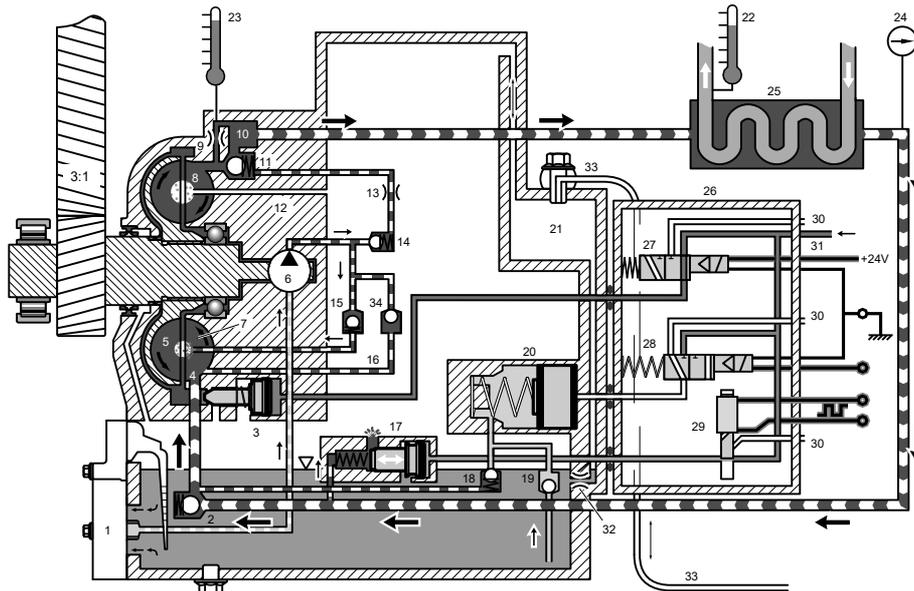
O óleo da bomba então passa, através da válvula de retenção (15), diretamente para o centro do anel cilíndrico via um orifício perfurado em uma lâmina grossa no estator. Consulte a seção *Estator e rotor*. Isso ocorre porque o centro do anel cilíndrico tem a pressão mais baixa e coloca menos pressão na bomba. O óleo drenado para fora na válvula reguladora é resfriado no radiador. Isso significa que o cárter de óleo será aquecido gradualmente até o nível máximo, igual à temperatura do óleo após o radiador.

Torque constante e rotação do motor diminuindo

Se a rotação do motor (velocidade do veículo) diminui, o fluxo de óleo da bomba também diminui. A área de abertura anterior da válvula reguladora agora está grande demais para o fluxo reduzido. Isso significa que um volume maior de óleo fluirá para fora, resultando numa quantidade reduzida de óleo no anel cilíndrico e, conseqüentemente, numa pressão de óleo reduzida. Esse processo cria um desequilíbrio entre a pressão do ar, a pressão do óleo e a força da mola, de modo que a válvula seja fechada ligeiramente para reduzir a área de abertura, assim o torque e a pressão do óleo são mantidos. Tem início um novo estado de equilíbrio no qual a válvula fica um pouco mais fechada.

Torque constante e rotação crescente do motor.

Se a rotação do motor (velocidade do veículo) aumenta, o fluxo de óleo da bomba também aumenta. A válvula reguladora se abre ligeiramente para que o fluxo de óleo aumentado possa passar por ela ao mesmo tempo que mantém a pressão do óleo e, assim, o mesmo torque. Tem início um novo estado de equilíbrio no qual a válvula fica um pouco mais aberta.



- | | | |
|--|--|--|
| 1. Filtro de óleo | reduzir perdas de torque | 23. Sensor de temperatura de óleo |
| 2. Válvula de retenção no lado de entrada | 14. Válvula de retenção para reduzir a pressão da bomba | 24. Sensor de pressão do óleo |
| 3. Válvula de segurança | 15. Válvula de retenção para assegurar fluxo de óleo a fim de reduzir perdas de torque | 25. Radiador de óleo |
| 4. Entrada ao anel cilíndrico | 16. Duto para redução de perda de torque | 26. Bloco de válvulas solenoide |
| 5. Rotor | 17. Válvula reguladora | 27. Válvula solenoide para válvula de segurança |
| 6. Bomba de óleo | 18. Válvula de saída do acumulador | 28. Válvula solenoide para ativação do acumulador de óleo |
| 7. Estator | 19. Válvula de retenção do acumulador no lado da entrada | 29. Válvula proporcional |
| 8. Saída do anel cilíndrico | 20. Acumulador de óleo | 30. Drenos de ar separados, quatro peças |
| 9. Restrição de ventilação | 21. Área de separação de óleo | 31. Fornecimento de ar comprimido para bloco de válvulas solenoide |
| 10. Amortecimento de pulsação | 22. Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento | 32. Válvula de restrição que impede que o óleo no cárter de |
| 11. Válvula de retenção de escape | | |
| 12. Drenagem do anel cilíndrico | | |
| 13. Válvula de restrição para assegurar fluxo de óleo a fim de | | |

33. Duto de ar
34. Válvula de retenção para evitar fluxo de retorno da redução de perda de torque

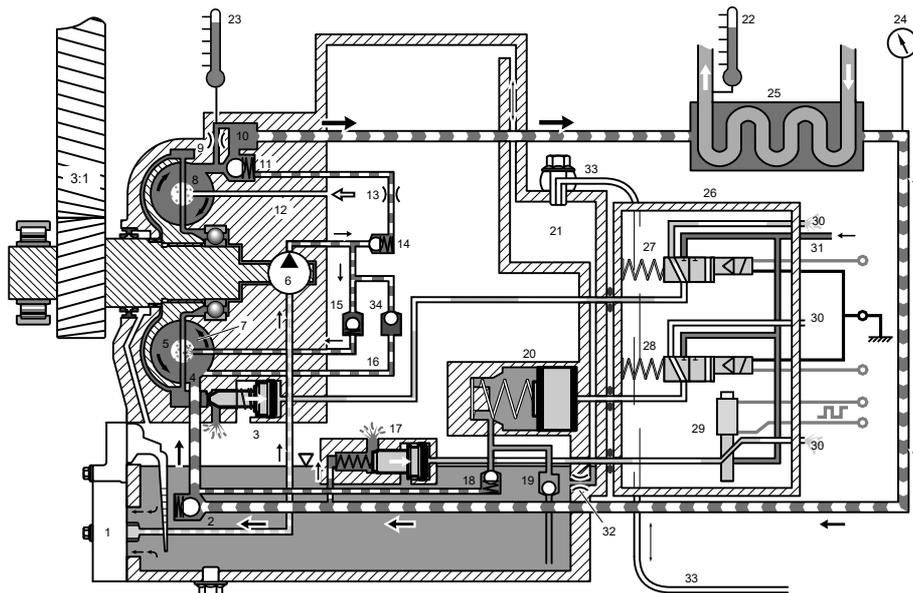
Torque decrescente e rotação constante do motor

Quando a demanda de torque é decrescente, a válvula proporcional (29) reduz sua pressão do ar para a válvula reguladora (17) porque a unidade de comando fornece uma corrente mais baixa. Isso significa que não há equilíbrio na válvula. A pressão do óleo, junto com a força da mola, passa a ser maior do que a pressão do ar. A válvula reguladora abre uma área maior para que possa fluir uma quantidade de óleo maior do que a fornecida pela bomba de óleo. Esse óleo é retirado do anel cilíndrico, que reduz seu fator de enchimento e, portanto, sua pressão e torque. Essa redução de pressão continua até que tenha início um novo estado de equilíbrio na válvula, o que significa uma válvula mais aberta do que antes.

Torque crescente e rotação constante do motor

Quando a demanda de torque é crescente, a válvula proporcional aumenta sua pressão do ar para a válvula reguladora porque a unidade de comando fornece uma corrente mais alta. Isso significa que não há equilíbrio na válvula. A pressão do óleo junto com a força da mola passa a ser menor do que a pressão do ar e a válvula é pressionada contra seu limitador e se fecha. O fluxo da bomba de óleo enche o anel cilíndrico, que aumenta seu fator de enchimento e, portanto, sua pressão e torque. Esse aumento da pressão continua até que a válvula abra uma área grande o suficiente para que tenha início um novo estado de equilíbrio na válvula. Isso significa que a válvula está mais fechada do que antes da mudança.

Desativação do retarder



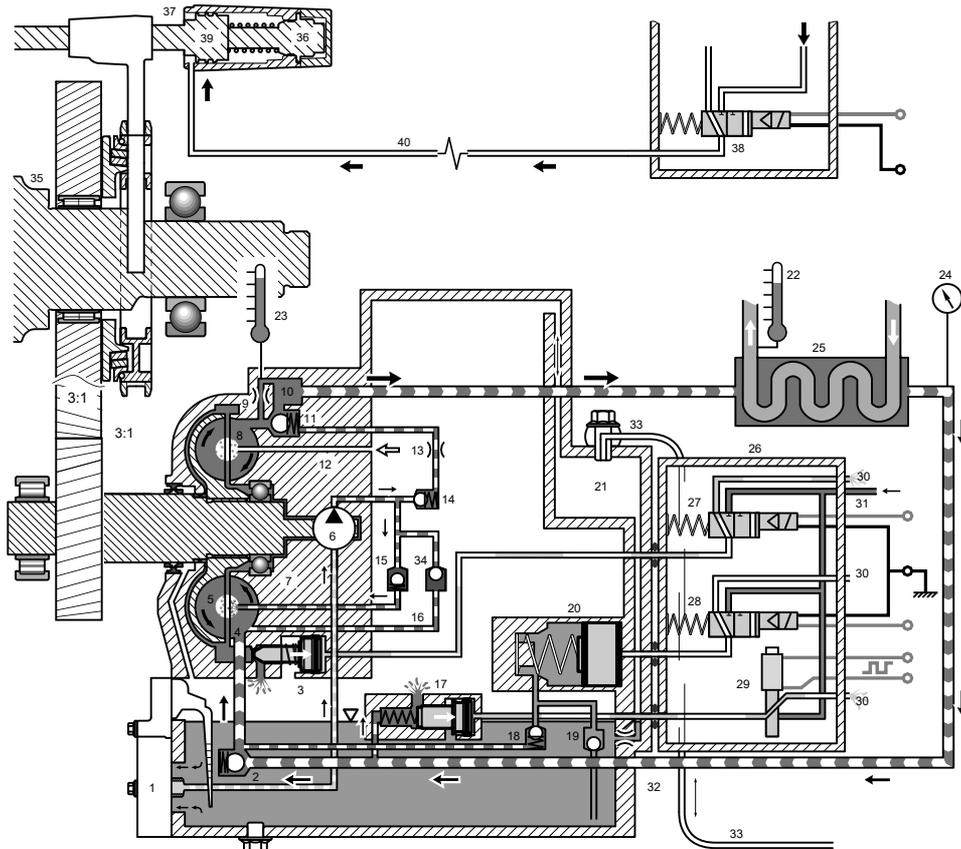
- | | | |
|--|--|--|
| 1. Filtro de óleo | reduzir perdas de torque | 23. Sensor de temperatura de óleo |
| 2. Válvula de retenção no lado de entrada | 14. Válvula de retenção para reduzir a pressão da bomba | 24. Sensor de pressão do óleo |
| 3. Válvula de segurança | 15. Válvula de retenção para assegurar fluxo de óleo a fim de reduzir perdas de torque | 25. Radiador de óleo |
| 4. Entrada ao anel cilíndrico | 16. Duto para redução de perda de torque | 26. Bloco de válvulas solenoide |
| 5. Rotor | 17. Válvula reguladora | 27. Válvula solenoide para válvula de segurança |
| 6. Bomba de óleo | 18. Válvula de saída do acumulador | 28. Válvula solenoide para ativação do acumulador de óleo |
| 7. Estator | 19. Válvula de retenção do acumulador no lado da entrada | 29. Válvula proporcional |
| 8. Saída do anel cilíndrico | 20. Acumulador de óleo | 30. Drenos de ar separados, quatro peças |
| 9. Restrição de ventilação | 21. Área de separação de óleo | 31. Fornecimento de ar comprimido para bloco de válvulas solenoide |
| 10. Amortecimento de pulsação | 22. Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento | 32. Válvula de restrição que impede que o óleo no cárter de |
| 11. Válvula de retenção de escape | | |
| 12. Drenagem do anel cilíndrico | | |
| 13. Válvula de restrição para assegurar fluxo de óleo a fim de | | |

33. Duto de ar
34. Válvula de retenção para evitar fluxo de retorno da redução de perda de torque

Desativação e segurança

Deve ser possível desativar o retarder rapidamente com a maior segurança. O retarder é, por isso, drenado em dois pontos ao mesmo tempo. O ar da válvula reguladora (17) é drenado através da válvula proporcional (29) e o da válvula de segurança (3) através da válvula solenoide (27). Mesmo se uma das válvulas estivesse com defeito, uma delas conseguiria desativar o retarder rápido o suficiente.

Desengate do retarder



- | | | |
|---|---|--|
| 1. Filtro de óleo | 12. Drenagem do anel cilíndrico | 18. Válvula de saída do acumulador |
| 2. Válvula de retenção no lado de entrada | 13. Válvula de restrição para assegurar fluxo de óleo a fim de reduzir perdas de torque | 19. Válvula de retenção do acumulador no lado da entrada |
| 3. Válvula de segurança | 14. Válvula de retenção para reduzir a pressão da bomba | 20. Acumulador de óleo |
| 4. Entrada ao anel cilíndrico | 15. Válvula de retenção para assegurar fluxo de óleo a fim de reduzir perdas de torque | 21. Área de separação de óleo |
| 5. Rotor | 16. Duto para redução de perda de torque | 22. Sensor de temperatura do líquido de arrefecimento |
| 6. Bomba de óleo | 17. Válvula reguladora | 23. Sensor de temperatura de óleo |
| 7. Estator | | 24. Sensor de pressão do óleo |
| 8. Saída do anel cilíndrico | | 25. Radiador de óleo |
| 9. Restrição de ventilação | | 26. Bloco de válvulas solenoide |
| 10. Amortecimento de pulsação | | |
| 11. Válvula de retenção de escape | | |

27. Válvula solenoide para válvula de segurança	31. Fornecimento de ar comprimido para bloco de válvulas solenoide	de redução de torque do fluido de retorno
28. Válvula solenoide para ativação do acumulador de óleo	32. Válvula de restrição que impede que o óleo no cárter de óleo chegue até o duto de ar	35. Eixo de saída
29. Válvula proporcional	33. Duto de ar	36. Sensor de posição
30. Drenos de ar separados, quatro peças	34. Verifique a válvula para evitar a perda	37. Mola
		38. Válvula solenoide para o painel de comando
		39. Pistão
		40. Conexão de ar

Para reduzir o torque de frenagem rapidamente quando a unidade de comando não mais solicita torque de frenagem do retarder, o anel cilíndrico tem o óleo drenado em dois locais ao mesmo tempo.

O ar da válvula reguladora (17) é drenado através da válvula proporcional (29) e o da válvula de segurança (3) através da válvula solenoide (27).

O retarder está então engatado, mas está passivo e não freia.

Para que o retarder seja desengatado, três requisitos devem ser atendidos:

1. Pressão baixa do óleo do retarder.
2. Atuação da borboleta por alguns segundos.
3. A velocidade de rotação do eixo de saída da caixa de mudanças inferior a um valor limite.

Quando os três requisitos forem atendidos, o ar atrás do pistão (39) é drenado pela válvula solenoide (38) e a mola (37) empurra o painel de comando do modo engatado para o desengatado.

O retarder é desengatado mecanicamente do eixo de saída (35) quando o painel de comando atinge o modo desengatado e é recebida uma confirmação do sensor de posição (36).

Para o sincronizador funcionar corretamente, a confirmação de desengate deve ser recebida antes de se iniciar um novo engate.

Quando a confirmação do modo de desengate é recebida, a válvula proporcional (29) é ativada para que a válvula reguladora (17) seja mantida fechada.

Isso é para manter o circuito de óleo abastecido e reduzir o tempo de ativação a fim de receber torque de frenagem quando o retarder for engatado da próxima vez.

Limitação do torque de frenagem

Um sensor de temperatura monitora continuamente a temperatura do líquido de arrefecimento na saída do radiador de óleo do retarder. Se a temperatura do líquido de arrefecimento subir muito, o torque de freio será reduzido para impedir o superaquecimento.

Durante a desregulação de temperatura, o sistema tentará compensar o torque reduzido ativando o freio motor. Dependendo da configuração do retarder, o freio motor pode ser ativado durante a desregulação, mesmo que o interruptor de freio motor esteja na seguinte posição: Desligado.

Para veículos instalados com Opticruise, o retarder pode solicitar reduções de marcha para obter maior fluxo de líquido de arrefecimento, melhor efeito de arrefecimento do ventilador e maior força de frenagem com o freio motor quando necessário.

Solicitação de freio da alavanca do retarder

A alavanca do retarder tem 6 posições, sendo a posição 0 a desengatada.

As cinco posições de frenagem fornecem os seguintes torques de freio:

1. 20% do torque máximo
2. 40%
3. 60%
4. 80%
5. Torque máximo + freio motor + (redução de marcha caso Opticruise)

Explicação das funções:

- Durante a aceleração, a frenagem do retarder é cancelada. Quando a aceleração cessar, o retarder será aplicado de acordo com a posição da alavanca escolhida. Em caminhões sem ABS/EBS, o retarder não será desativado durante a aceleração.
- Se a frenagem do retarder com a alavanca for solicitada e o veículo já estiver acelerando, o retarder será aplicado de acordo com a posição da alavanca. Isso pode ser usado para obter a temperatura de operação normal mais rapidamente.
- A frenagem do retarder com a alavanca cancela a função de controle de cruzeiro no veículo.
- A frenagem do retarder com a alavanca não cancela a frenagem com velocidade constante automática.
- A frenagem do retarder com a alavanca não cancela a frenagem com velocidade constante manual.
- Quando o interruptor do freio motor estiver ligado, o freio motor será aplicado com a alavanca do retarder em todas as posições. Porém, o veículo pode ser configurado de maneira que o freio motor esteja sempre ativado, independentemente da posição do interruptor do freio motor. Veículos com Euro 6 sempre usam uma pequena parte do freio motor para manter o pós-tratamento aquecido, independentemente da posição do interruptor do freio motor. O resultado é um consumo de combustível menor.
- Veículos instalados com Opticruise farão a redução de marcha automaticamente se for necessário obter rotação do motor ideal.
- A advertência do ABS não desativa a função da alavanca do retarder.

Solicitação de freio

Solicitação de freio do pedal do freio

No caso de frenagem com o pedal do freio, o freio da roda e o retarder se misturam se o interruptor para frenagem auxiliar automática na alavanca do Opticruise estiver na posição *ligada*.

Solicitação de freio da frenagem com velocidade constante

A solicitação de freio e o ajuste da velocidade de referência podem ser feitos pelo pedal do freio ou pelo controle de cruzeiro automático.

Solicitação de freio do controle de cruzeiro adaptável

O controle de cruzeiro adaptável aproveita o retarder ao máximo possível, mas também usa o freio da roda para manter a distância do veículo à frente. Ou seja, a condução com controle de cruzeiro adaptável em condições exigentes pode causar aumento do desgaste do freio da roda.