

Retarder, tipo 2

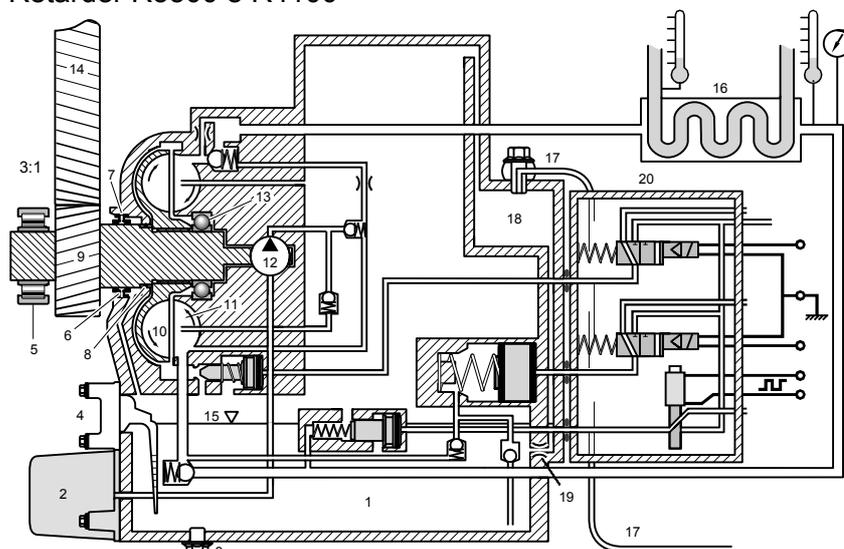
Função

Sistema mecânico

O retarder está disponível em 3 versões diferentes. Retarder 3500, que tem um torque de frenagem de 3.500 Nm com relação de transmissão 3.04, e Retarder 4100, que tem um torque de frenagem de 4.100 Nm com relação de transmissão de 3.26.

O terceiro modelo é o Retarder 4100D, que pode ser desengatado mecanicamente do trem de força para minimizar a perda de torque do retarder, reduzindo assim o consumo de combustível. O R4100D tem um torque de frenagem de 4.100 Nm com relação de transmissão de 3.26.

Retarder R3500 e R4100



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

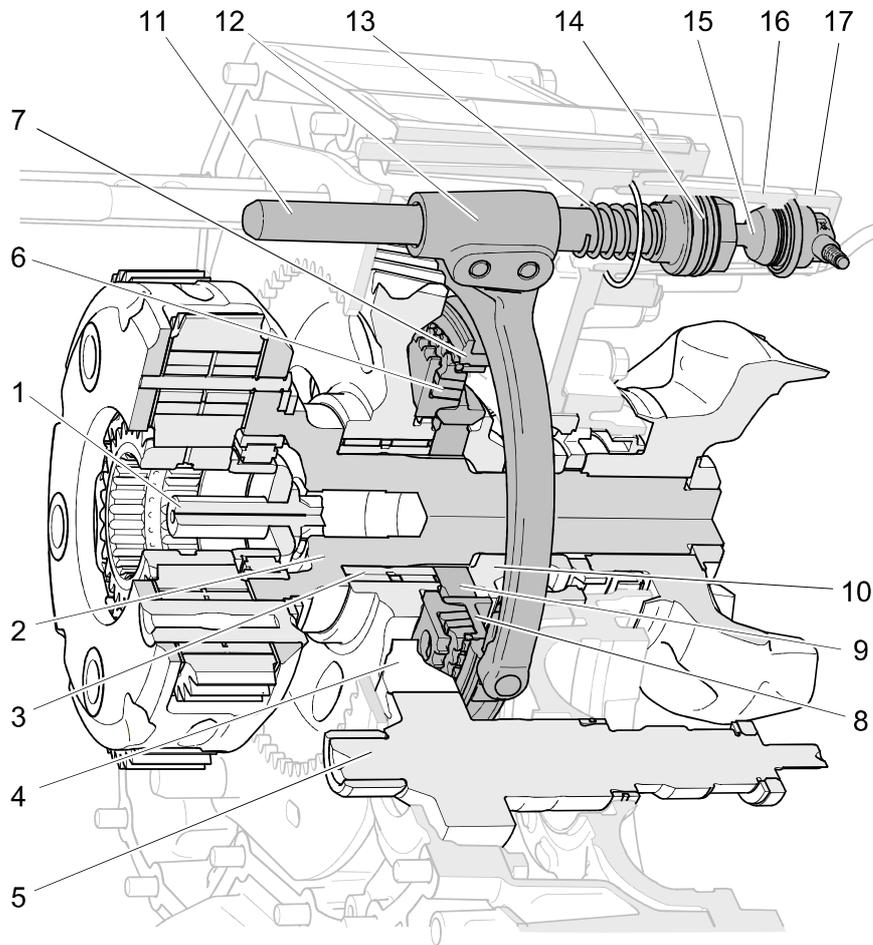
A engrenagem do eixo do retarder (9) é acionada por uma engrenagem (14) no eixo de saída da caixa de mudanças. A velocidade rotacional do eixo do retarder é aumentada por 3,04 ou 3,26 vezes dependendo do modelo do retarder. O eixo se assenta em um rolamento de roletes cilíndrico (5) que é instalado na 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) via um duto. 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 de ventilação é depositado na área (18), retornando para o cárter através de um duto. Há uma válvula de restrição (19) na boca do duto no cárter que previne a entrada do óleo do cárter no duto.

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 solenóide (20) se encontra no lado do radiador de óleo.

Retarder R4100D



1. Parafuso com orifício
2. Eixo de saída
3. Mancal de agulhas e pista
4. Engrenagens do retarder
5. Eixo do retarder
6. Sincronizador com cone de acoplamento
7. Luva de engate e mola de arame
8. Acionador externo
9. Acionador interno
10. Anel espaçador
11. Haste da caixa de mudanças
12. Garfo de troca de marchas
13. Mola de retorno
14. Pistão com anel de vedação-O e faixa-guia
15. Sensor de posição
16. Cilindro de comando
17. Tampa

O retarder R4100D pode ser mecanicamente engatado ao trem de força e desengatado do trem de força. O retarder é mecanicamente engatado ao eixo de saída da caixa de mudanças via engrenagem do retarder, eixo do retarder (5) e uma engrenagem (4) no eixo de saída. As engrenagens que acionam o eixo do retarder têm uma relação de transmissão de 3.26 para fazer o eixo virar mais rapidamente.

Em caixas de mudanças com desativação do retarder, a carcaça do mancal é aumentada para acomodar a operação da desativação do retarder. A operação consiste em ativar o retarder e desativar o retarder.

Em caixas de mudanças com desativação do retarder, a engrenagem (4) está assentada em um mancal de agulhas (3) no eixo de saída (2). Quando o retarder é desativado, a engrenagem do retarder é desengatada mecanicamente do eixo de saída, podendo girar independentemente do eixo de saída. O mancal de agulhas é lubrificado com óleo proveniente da árvore secundária via um orifício no parafuso (1) e flui para o mancal de agulhas através de dutos de óleo no eixo de saída e pista do mancal de agulhas (3).

A engrenagem do retarder é engatada ao eixo de saída da caixa de mudanças via a luva de engate com mola de arame (7), o que aumenta a velocidade e sincroniza a engrenagem e a velocidade de rotação do eixo através de um sincronizador (6). Em seguida, a luva é mecanicamente conectada à engrenagem e ao eixo.

Quando o retarder vai ser ativado, a válvula solenoide da unidade de comando é ativada. A válvula solenoide abre e permite a entrada da pressão de ar máxima no cilindro de comando (16) atrás do pistão (14). A força da mola de retorno (13) é então excedida e a

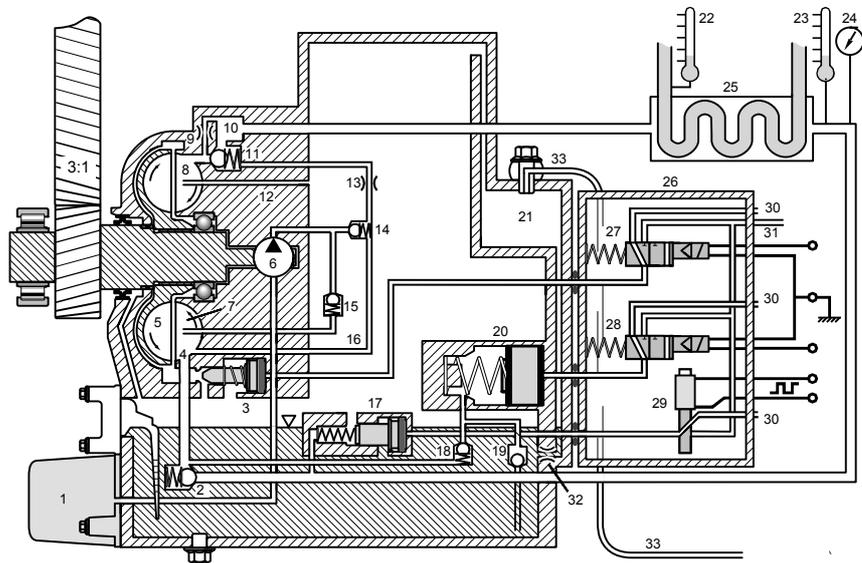
luva de engate é empurrada para frente através da haste da caixa de mudanças (11) e do garfo de troca de marchas (12).

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. No extremo do cilindro há um sensor de posição (15), que se mantém posicionado por uma tampa (17). 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.

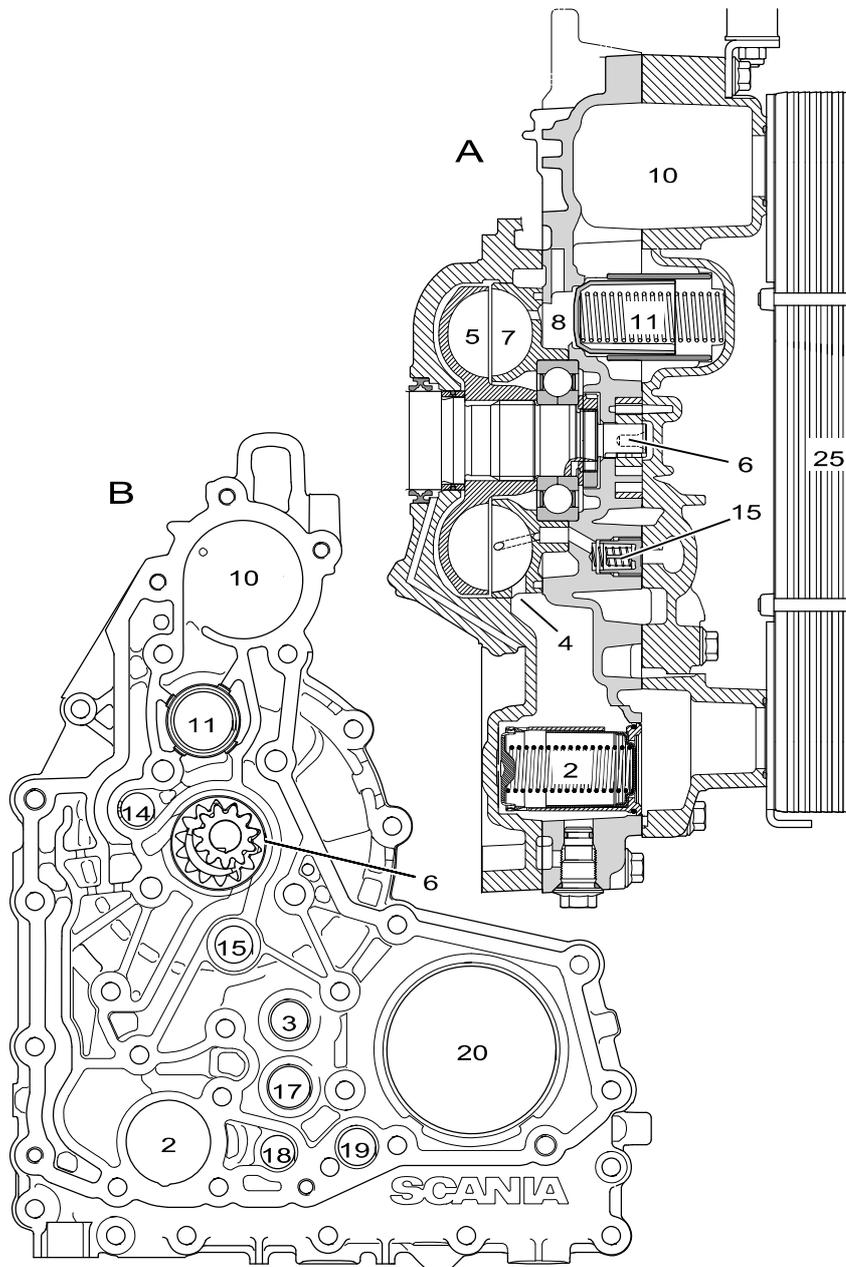
Função

Sistema hidráulico



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

30. 3 drenos de ar separados
31. Fornecimento de ar comprimido para bloco de válvulas solenoide
32. Válvula de restrição que impede que o óleo no cárter de óleo chegue até o duto de ar
33. Duto de ar

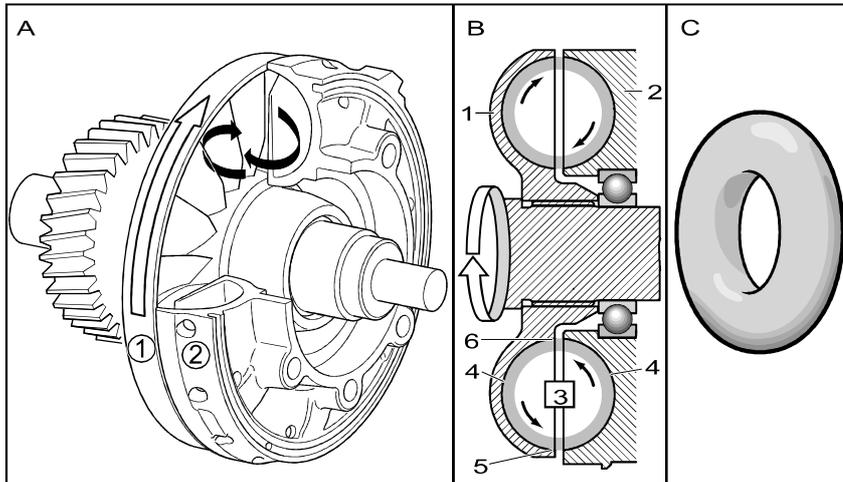


A numeração é a mesma do diagrama hidráulico acima.

- A – Rotor visto pela lateral
- B – Rotor visto por trás

Função

Estator e rotor



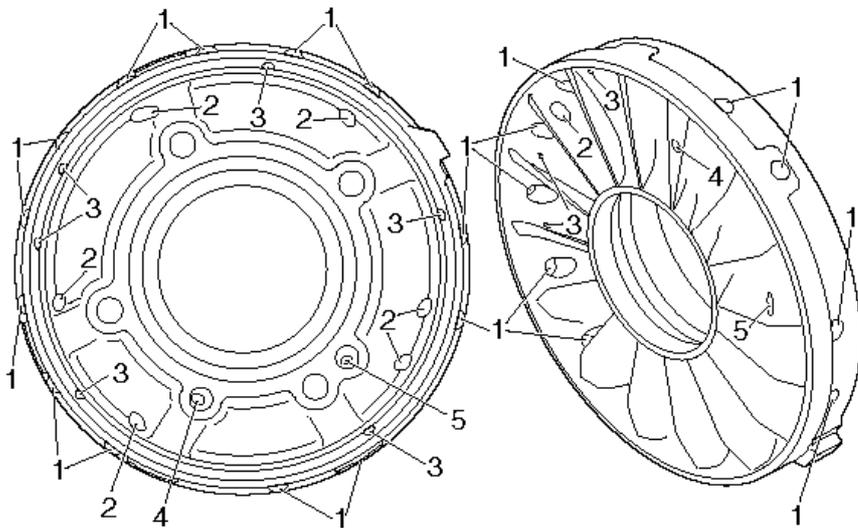
O retarder é instalado com um rotor (1) e um estator (2). Eles têm lâminas inclinadas a aprox. 45° em relação ao plano de rotação (veja a figura A). Juntos eles formam uma área circular (3) (veja a figura B) que é chamada de anel cilíndrico.

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. O fluxo do diâmetro interior ao diâmetro exterior do rotor também fornece redução de torque.

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 alta velocidade do óleo provoca fricção contra todas as paredes e superfícies das lâminas onde ele toca e isso provoca o aquecimento do 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

1. Entrada do anel cilíndrico (item 4 no diagrama hidráulico abaixo)
2. Saída do anel cilíndrico (item 8 no diagrama hidráulico abaixo)
3. Redução da perda de torque (item 16 no diagrama hidráulico abaixo)
4. Entrada do bomba para o anel cilíndrico (item 15 no diagrama hidráulico abaixo)
5. Esvaziamento do anel cilíndrico (item 12 no diagrama hidráulico abaixo)

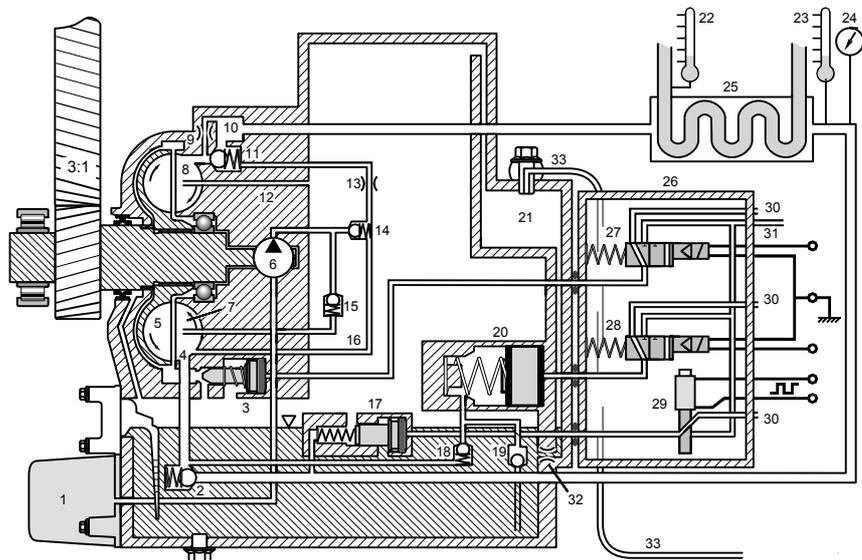
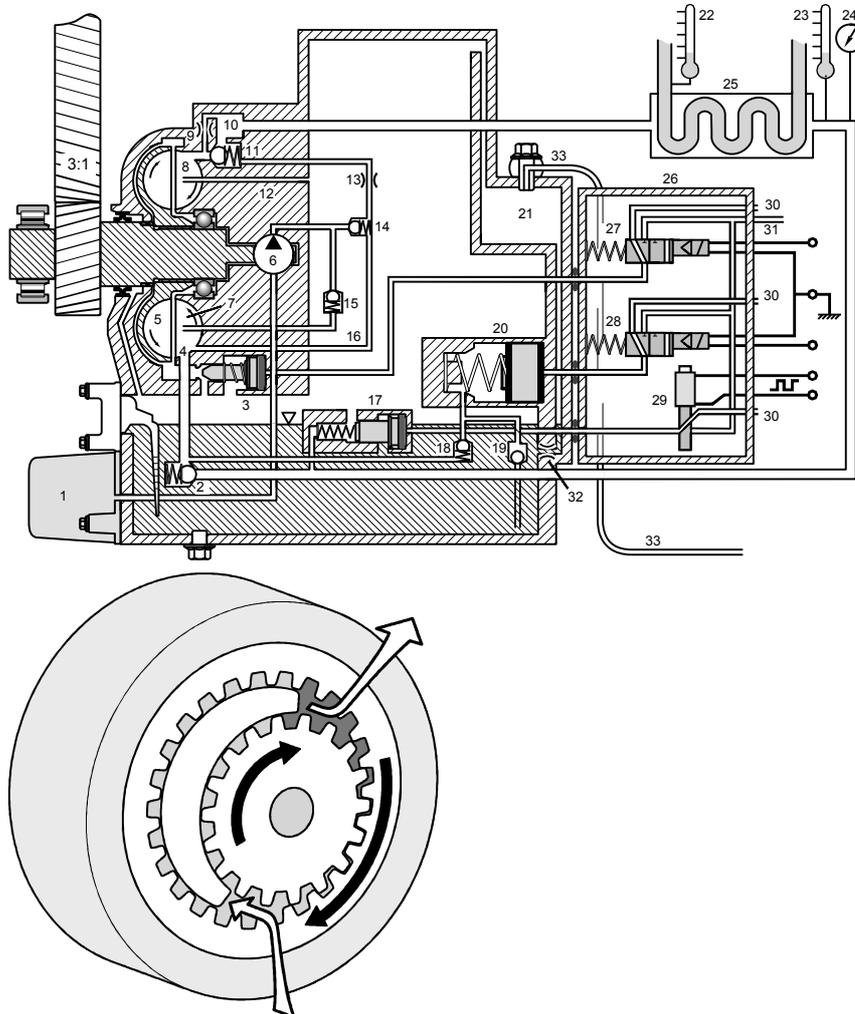


Diagrama hidráulico

Função

Bomba e filtro

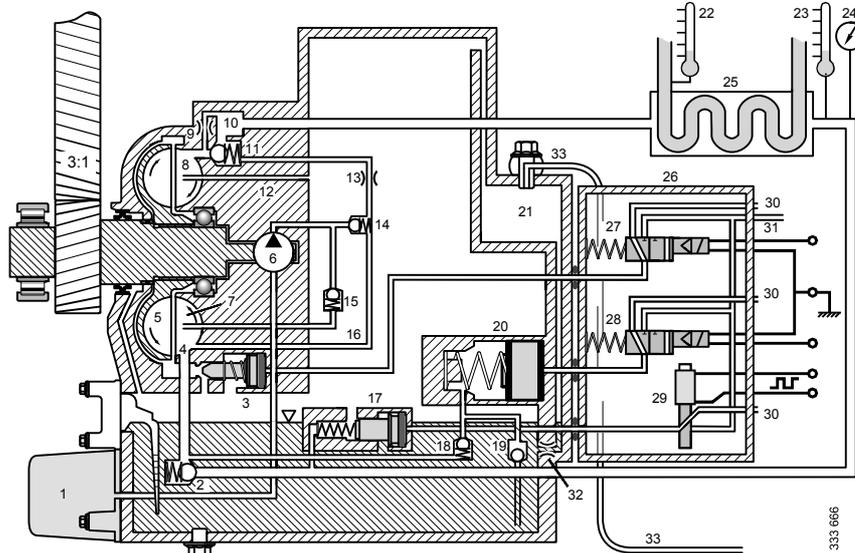


A bomba de óleo (6) é uma bomba de engrenagem interna. Um rotor interno com engrenagem externa aciona uma engrenagem externa que está posicionada excêntrica e tem engrenagens internas. Onde a distância entre os dentes das engrenagens é maior, um separador, desenhado como meia-lua, cria uma vedação entre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

A bomba empurra o óleo para fora para o circuito do retarder através de uma das 2 válvulas de retenção (14) e (15). O caminho do óleo é explicado nas seções: **Posições de trabalho do retarder, Retarder passivo, Ativação do retarder e Frenagem e controle de torque.**

Função

Circuito com válvulas



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: Posições de funcionamento do retarder: "Retarder passivo", "Desativação do retarder".

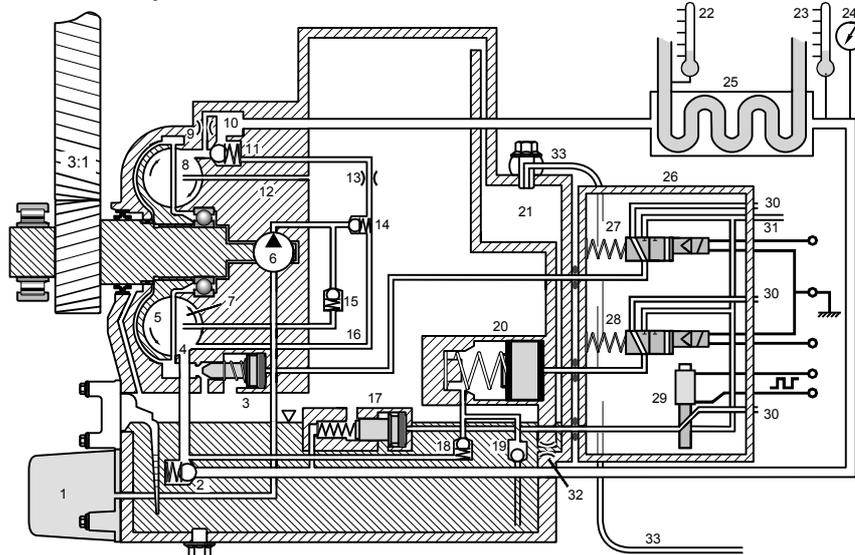
Acumulador de óleo

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: Posições de funcionamento do retarder: "Ativação do retarder". Quando o retarder é ativado, 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 de 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 reenchido com óleo a partir do cárter via 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.

Função

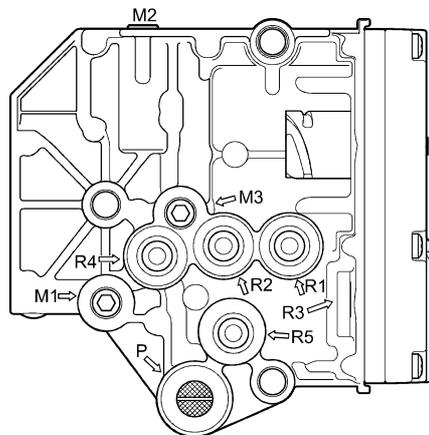
Sistema pneumático



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).

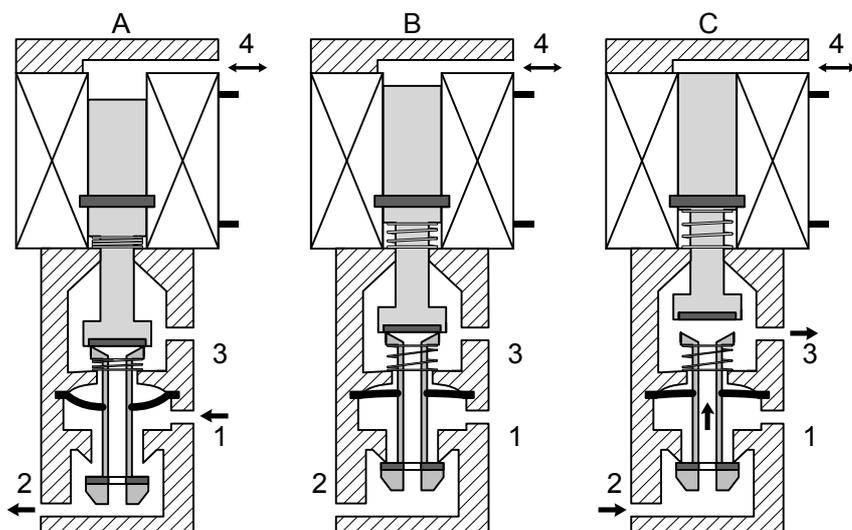
As válvulas são ativadas por uma unidade de comando elétrica. A válvula proporcional é abastecida com uma corrente de até aproximadamente 400 mA. Quanto mais alta a corrente, maior a pressão de ar obtida. Todas as 3 válvulas estão abertas enquanto estão na posição de repouso a fim de drenar o ar para 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=Conexão de teste, pressão da válvula proporcional
- M2=Conexão de teste, pressão do ar para a válvula de segurança
- M3=Conexão de teste, pressão do ar para o acumulador
- R1-R5=Dreno/ventilação



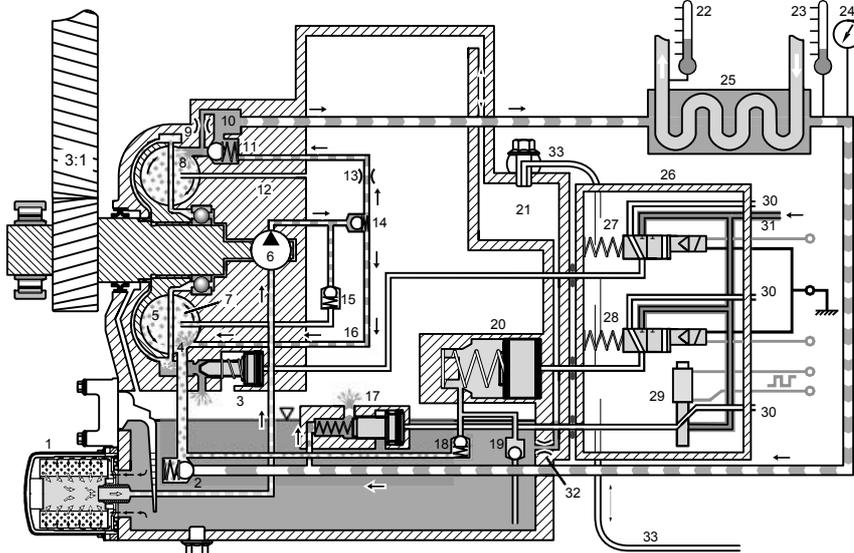
1. Fornecimento de ar comprimido através de P
2. Conexão para a válvula reguladora
3. Drenagem do ar via R2
4. Ventilação via R5

Posições de funcionamento da válvula proporcional:

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

Função

Posições de funcionamento do retarder: Retarder passivo



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.

O cárter de óleo (6) bombeia o óleo para as duas válvulas de retenção (14) e (15). A válvula de retenção (14) se abre quando está em sua pressão de abertura mais baixa, de aproximadamente 0,5 bar. A válvula de retenção (15) se abre somente a 4 bar e então fica fechada nessa posição, impedindo assim que o óleo entre no anel cilíndrico no ponto errado. Após a válvula de retenção (14), o óleo pode seguir 2 caminhos.

Uma parte do óleo é forçada para dentro do estator através de um duto (16) que termina em alguns 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.

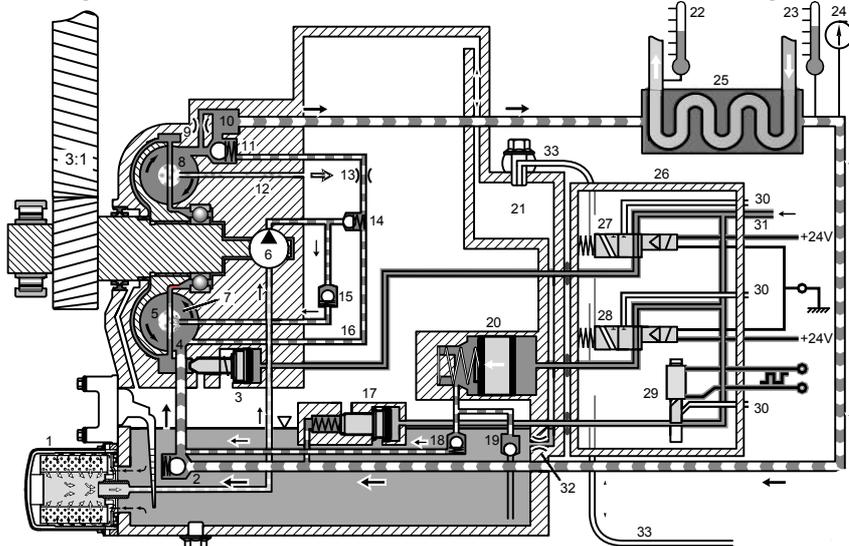
A outra parte do óleo passa por uma válvula de restrição (13) e sai atrás da válvula de saída (11), que está fechada porque a pressão no anel cilíndrico é inferior a 0,2 bar. O fluxo de óleo é distribuído em relação à queda de pressão pelos orifícios de perda de deslizamento através do duto (16) e da válvula de restrição (13). A válvula de restrição é otimizada para um fluxo suficiente de óleo no duto de redução de perda (16) para assim minimizar 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. O circuito é

benéfico porque o óleo fica quente quando o retarder é freado por um tempo. Quando o retarder está passivo, o óleo é arrefecido pelo radiador de óleo.

Todo o óleo que entra no anel cilíndrico flui para fora através da válvula de segurança (3). A válvula de segurança (17) está posicionada bem perto do anel cilíndrico, e o duto na carcaça do retarder que leva o óleo para lá é otimizado de tal forma que o óleo não seja atraído para o fluxo de ar novamente ou cause perdas elevadas de torque.

Quando o retarder é ativado, gera-se bastante calor. Um pouco do ar que se expande após a desativação pode ser forçado para fora através da válvula de restrição (9).

Posições de funcionamento do retarder: Ativação do retardador



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.

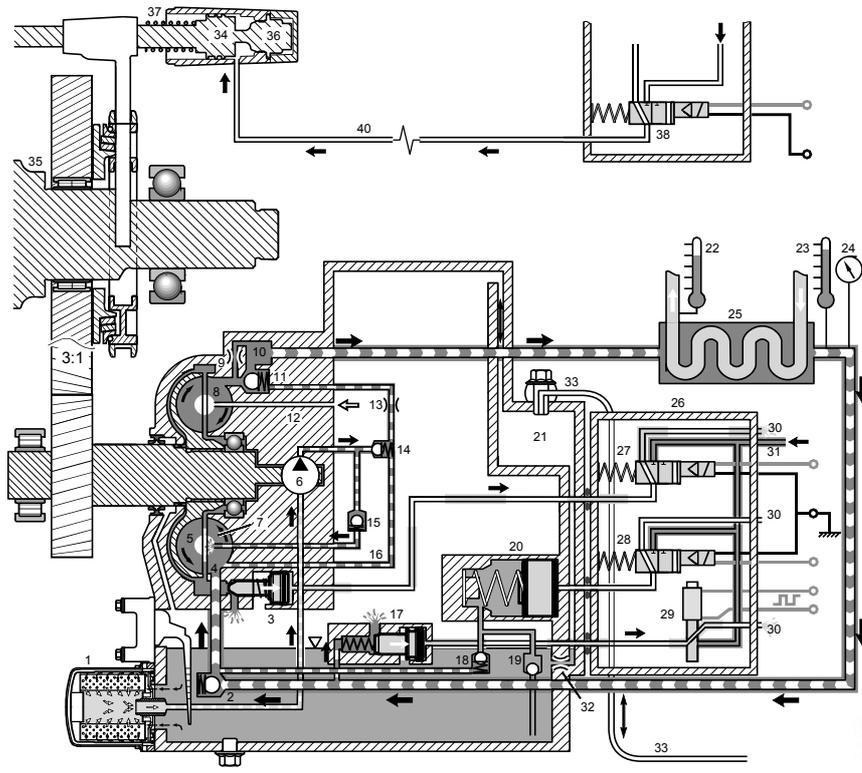
Quando a pressão na bomba está em cerca de 4 bar, a válvula de retenção (15) se abre e começa a admitir a entrada de óleo no centro do anel cilíndrico. Antes disso, a bomba forçou óleo para dentro via a válvula de retenção (14) da mesma forma que no retarder passivo. Quando o rotor cria uma pressão mais alta que a da bomba, além de fluir via o radiador de óleo isso também flui via a válvula de restrição (13) para dentro do duto de redução de perda de torque no anel cilíndrico. Quando a pressão atrás da válvula de retenção (14) é maior do que a da bomba, a válvula se fecha e todo o óleo da bomba passa através da válvula de retenção (15) para o estator. A válvula de retenção (14) então impede que a alta pressão chegue à saída da bomba e, com isso, 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. Como a pressão do óleo está muito alta, não é possível atingir o torque máximo. 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.

Desengate e o engate da desativação do retarder



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

37. Mola

38. Válvula solenoide para o painel de comando

Engate da desativação do retarder

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 (34) 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. Para obter mais informações, consulte a seção **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 abastecido e o líquido de arrefecimento está quente, o retarder é desengatado de acordo com a seção **Desengate da desativação do retarder**.

O seguinte é necessário para engatar o retarder:

1. a pressão no circuito do trem de força exceda 5,5 bar.

Desengate da desativação do retarder

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 o retarder ser desengatado, os seguintes dois requisitos devem ser atendidos:

1. Pressão baixa do óleo do retarder.
2. Atuação da borboleta por alguns segundos.

Quando os dois requisitos são atendidos, o ar atrás do pistão (34) é drenado via válvula solenoide (38) e a mola (37) empurra o painel de comando do modo engatado para o desengatado.

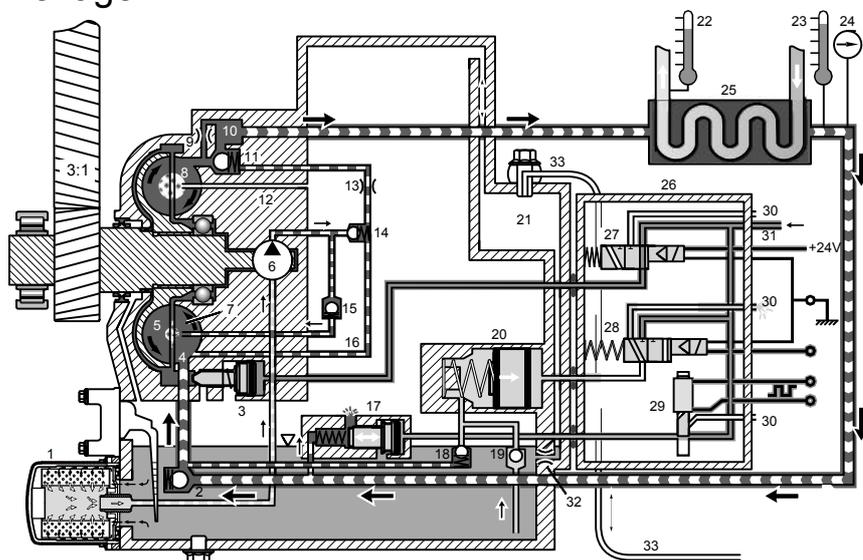
O retarder é desengatado mecanicamente do eixo de saída (35) quando o painel de comando atinge o modo desengatado e é recebida uma confirmação do sensor de posição (36).

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 na próxima vez.

Posições de funcionamento do retarder: Controle de torque e frenagem



Torque constante e rotação do motor constante

Após a ativação do retarder estar completa 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.

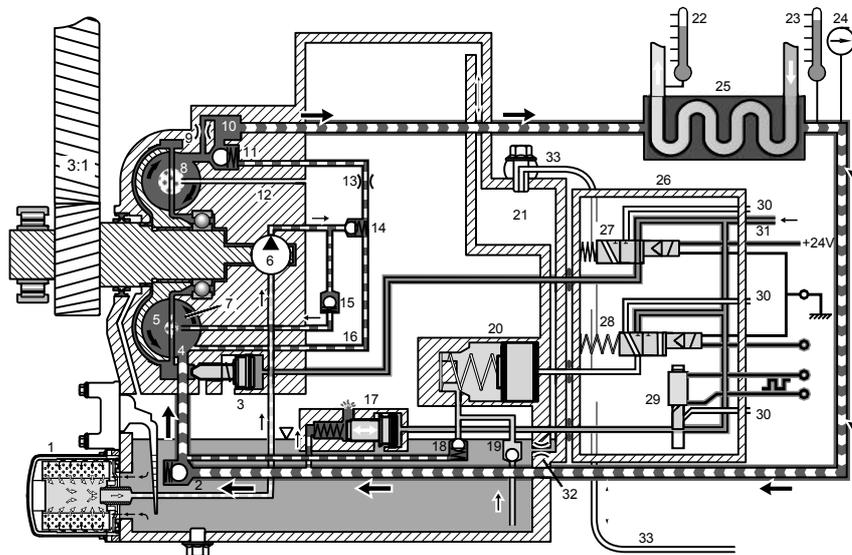
O óleo da bomba então passa, através da válvula de retenção (15), diretamente para o centro do anel cilíndrico via um orifício perfurado em uma lâmina grossa no estator. Consulte a seção **Estator e rotor**. Isso ocorre porque o centro do anel cilíndrico tem a pressão mais baixa e coloca menos pressão 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 se fecha 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.



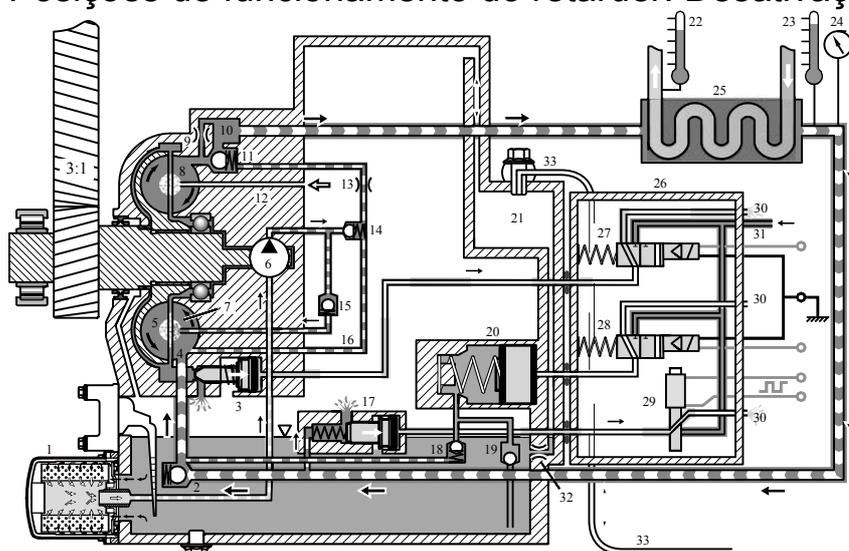
Torque decrescente e rotação constante do motor

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.

Posições de funcionamento do retarder: Desativação do retarder



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.