

---

# Eletricidade Veicular

Caixas de Mudanças

---

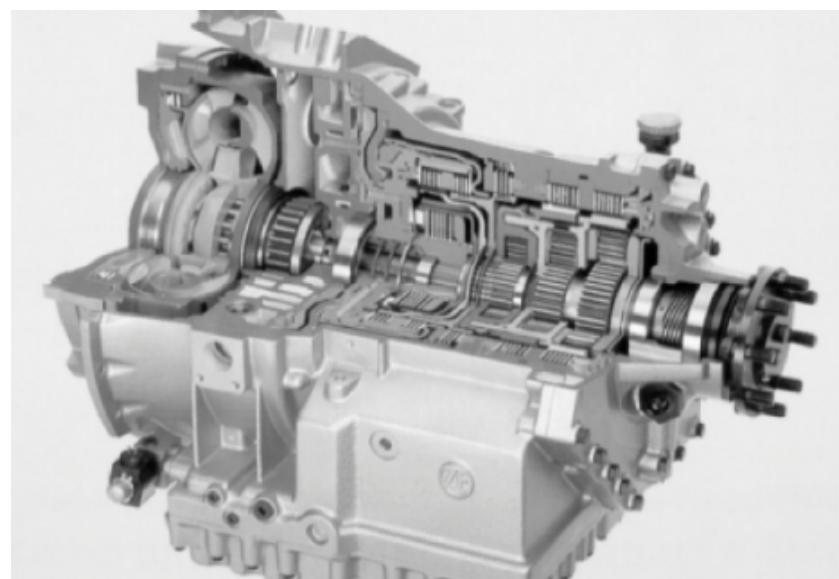
## Caixas de mudanças

Os veículos CBC são equipados com transmissão automática de série para atender as novas exigências de mercado. Vários são os motivos para a aplicação deste tipo de caixa:

- Segurança no transito por dar um maior conforto e exigir menos operações do motorista.
- Suavidade na operação.

Do ponto de vista econômico a transmissão automática exige um investimento inicial maior e em contrapartida um investimento bem menor em termos de manutenção:

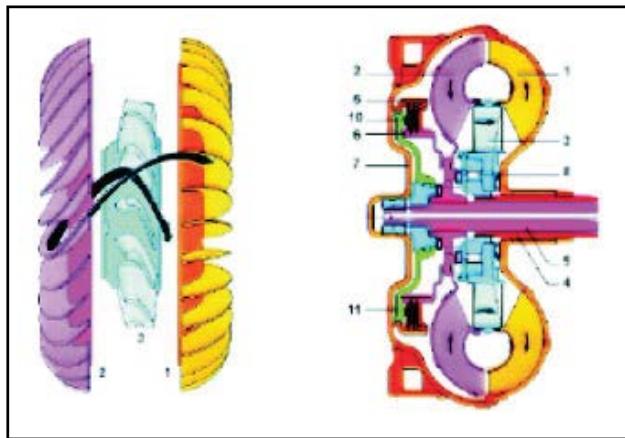
- Baixo consumo de freio pelo fato de que a transmissão automática incorpora um retardador
- Baixo consumo de combustível. ( se a aplicação da transmissão no veículo e a operação for bem feita ).
- Menor desgaste mecânico dos demais agregados por causa da suavidade da operação e ausência de sistema de embreagem.



CBC043.tif

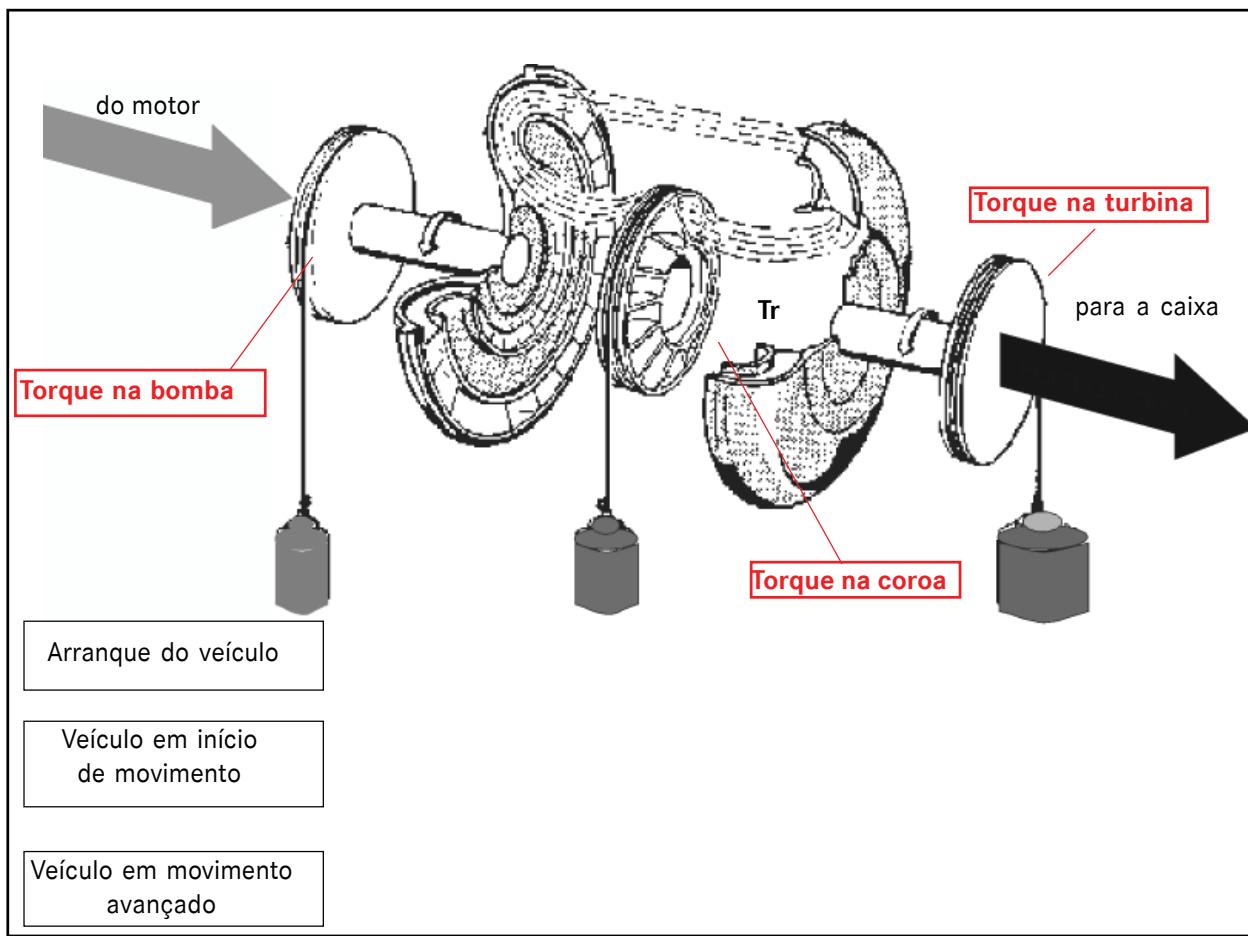
## Conversor de torque

É uma espécie de turbina hidráulica que transfere o torque do motor para a caixa de mudança em uma multiplicação que depende do estado de funcionamento do veículo, por exemplo se o veículo está parado e o motorista deseja arrancar, o torque do motor é multiplicado algumas vezes, se o veículo estiver em movimento constante, o conversor de torque perde a função e será eliminado por um sistema de bloqueio que é chamado de “lockup” e a transmissão da força do motor para a transmissão será feita diretamente.



CBC044.tif

- 1 - Bomba
- 2 - Turbina
- 3 - Coroa
- 4 - Eixo do estator
- 5 - Discos externos
- 6 - Discos internos
- 7 - Carcaça
- 8 - Roda livre
- 9 - Árvore primária
- 10 - Conjunto de discos - lockup
- 11 - Êmbolo



CBC045.tif

## Conjuntos planetários

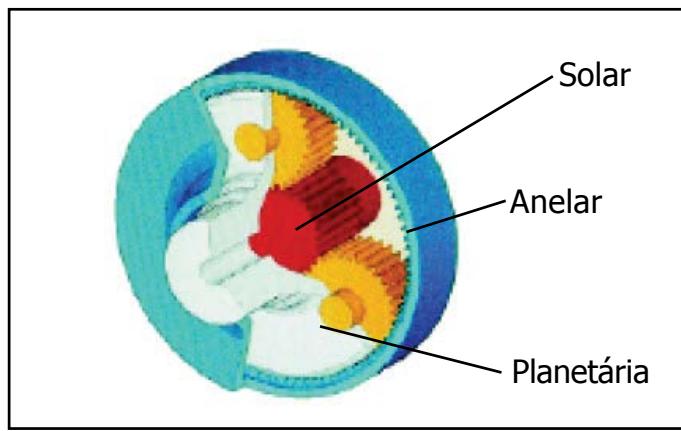
A caixa contém alguns planetários que possibilitam as várias relações de marcha e a inversão do movimento para o caso da marcha a ré, um platenetério é composto de três elementos distintos:

Engrenagem solar

Engrenagem anelar

Engrenagens planetárias

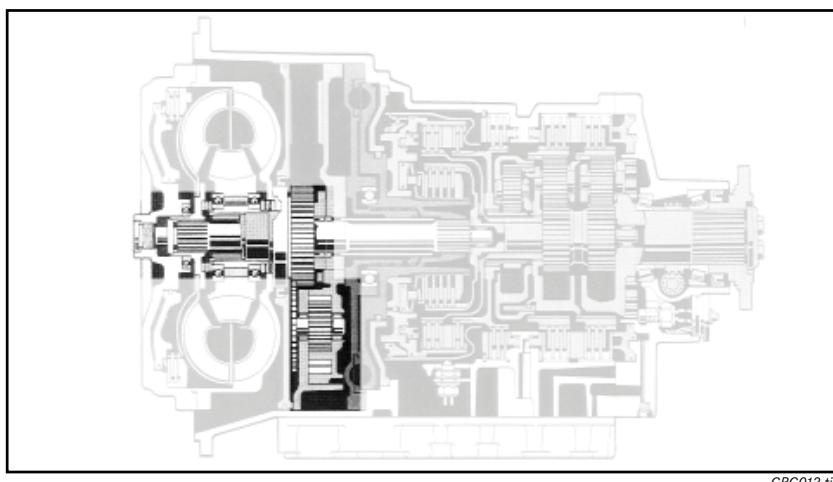
Para fazer a inversão de movimento ou alteração da relação, se opta por fixar um dos componentes por meio de um sistema de embragem múltipla que normalmente é chamado de pacote de lamelas.



CBC046.tif

## Bomba de óleo

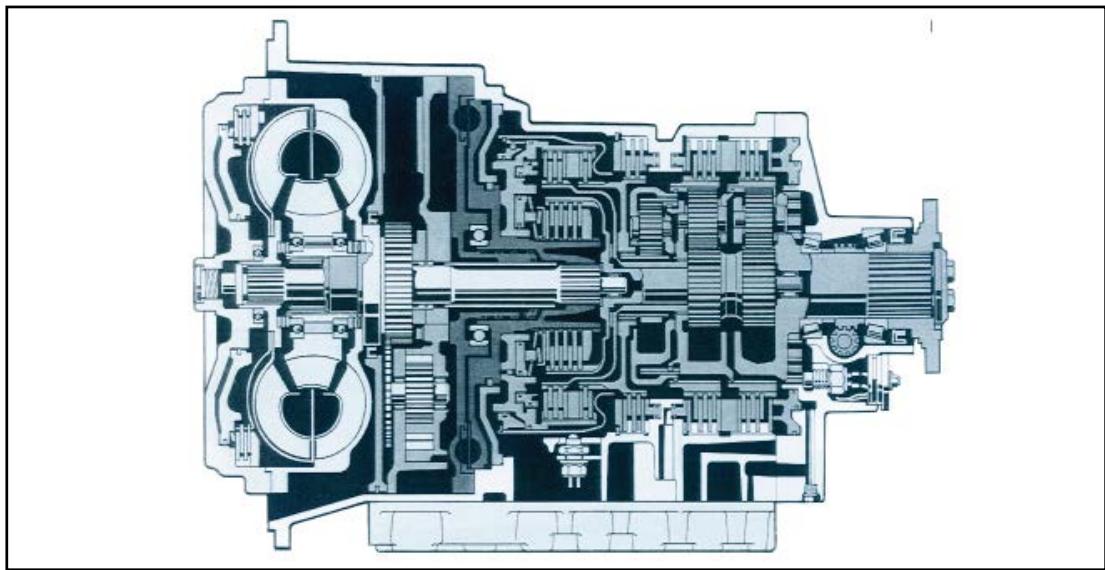
É uma bomba de engrenagem acionada pelo motor responsável por gerar a pressão principal de todo o circuito hidráulico e também de lubrificação, por isso durante o reboque do veículo tem que se tomar o cuidado de remover o cardan para não movimentar peças internas a caixa sem lubrificação.



CBC013.tif

## Pacote de lamelas

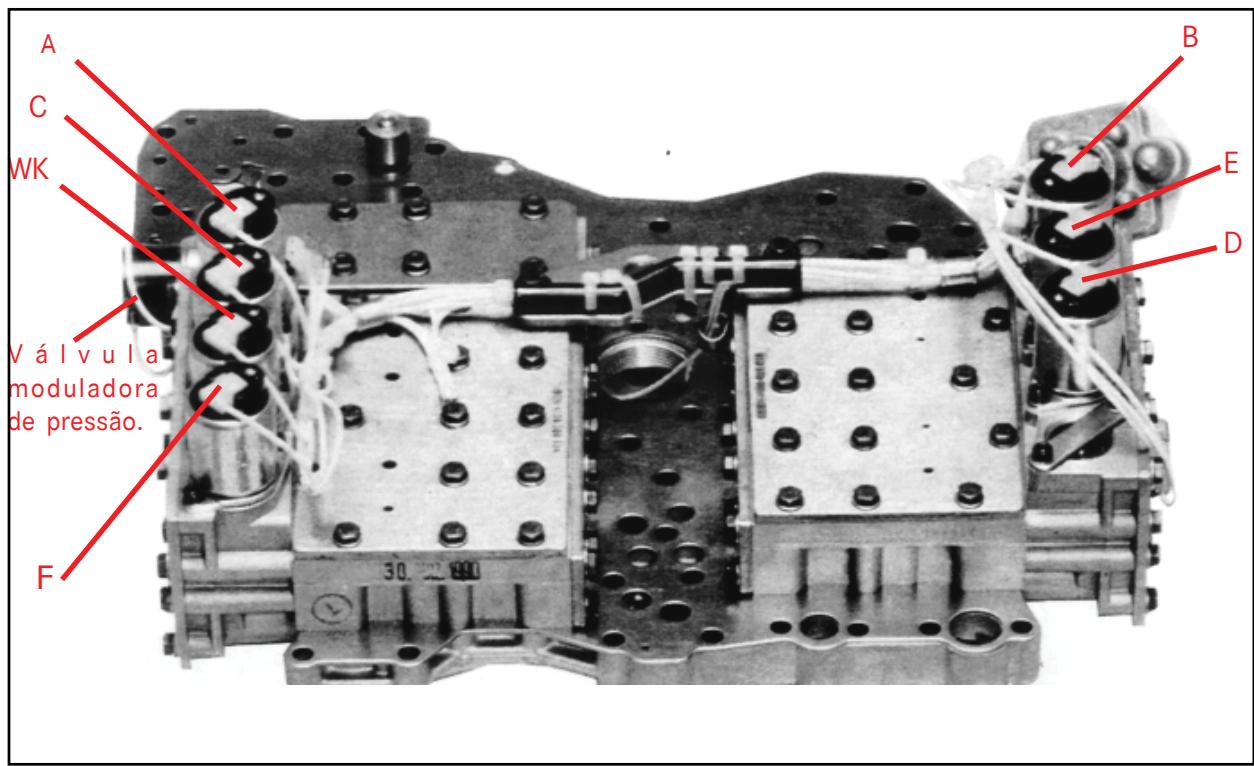
É um pacote de lâminas de aço e material de fricção ( celulose compensado ) dispostos alternadamente. Quando o pacote não está aplicado, as lâminas de fibras giram livremente e as lâminas de aço estão presas à carcaça do câmbio. Quando o pacote está aplicado, uma lâmina é comprimida contra a outra de modo que não haja movimento relativo entre as duas.



CBC015.tif

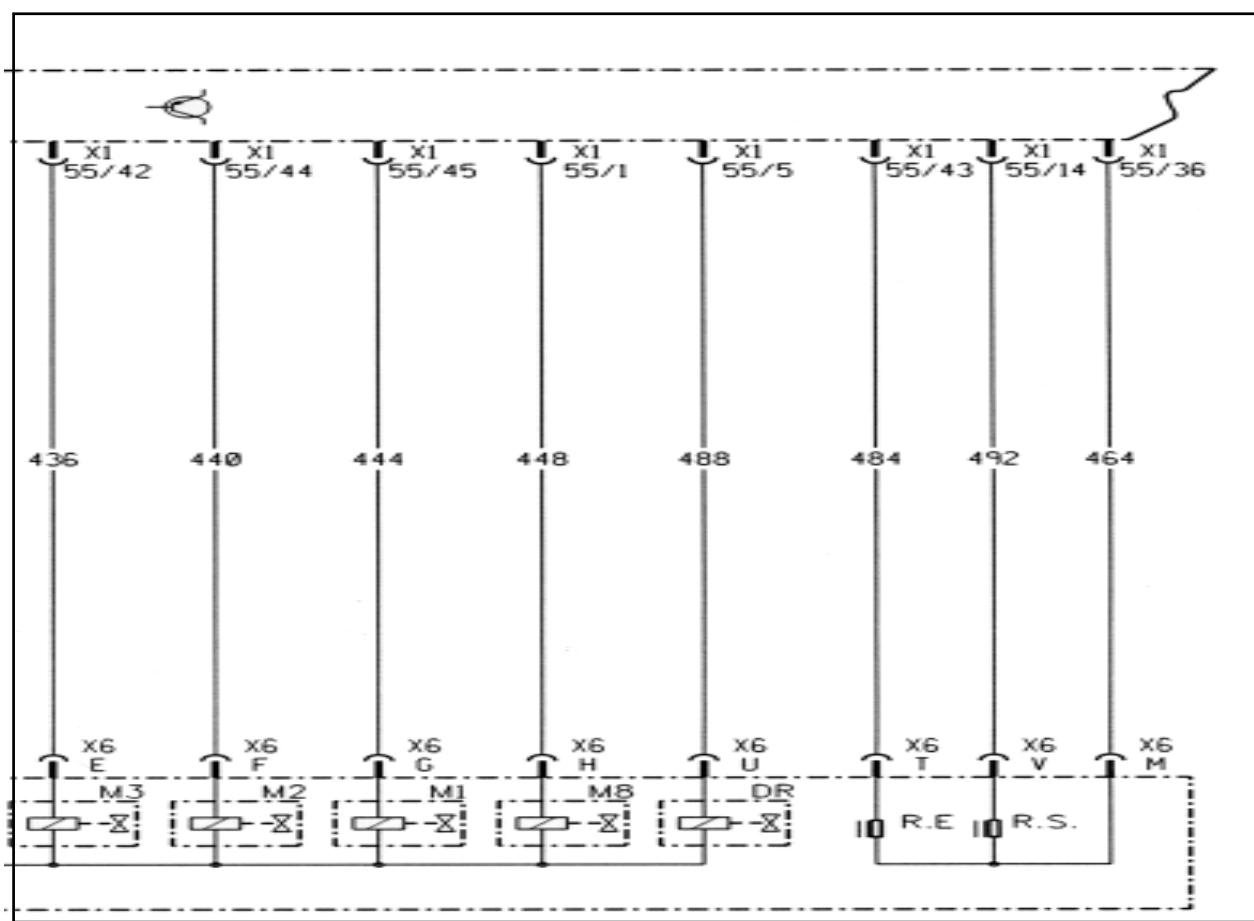
## Bloco de válvulas

É um circuito hidráulico integrado em um bloco de alumínio formado pelos canais de circulação e válvulas de controle as quais podem ser acionadas mecanicamente ou eletronicamente.



CBC047.tif

## Esquema elétrico do bloco de válvulas



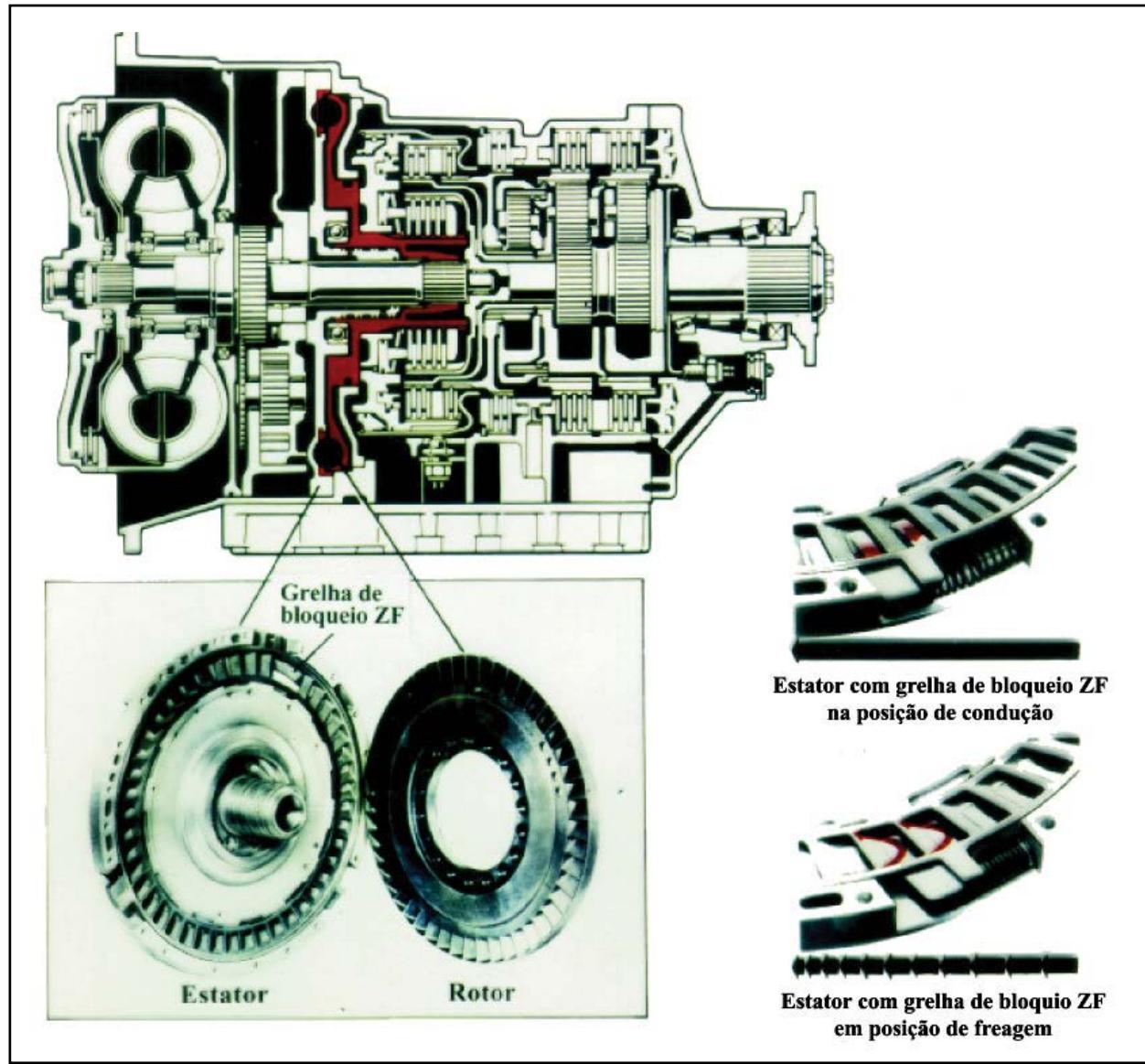
CBC013.emf

Tabela para checagem dos componentes da caixa HP500

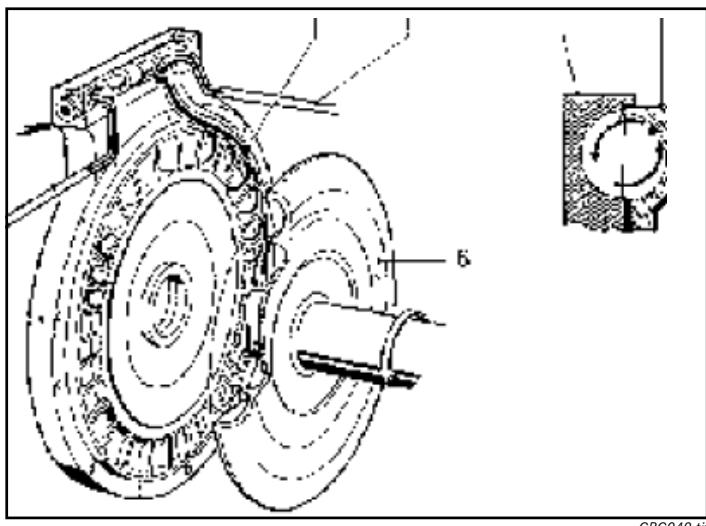
Componente	Função	Terminais no conector de 55 vias	Resistência nominal
Válvula M7	Embreagem A	37 x 3	61 a 74 Ohm
Válvula M6	Embreagem B	37 x 22	61 a 74 Ohm
Válvula M5	Embreagem C	37 x 4	61 a 74 Ohm
Válvula M4	Freio D	37 x 39	61 a 74 Ohm
Válvula M3	Freio E	37 x 42	61 a 74 Ohm
Válvula M2	Freio F	37 x 44	61 a 74 Ohm
Válvula M1	Freio G	37 x 45	61 a 74 Ohm
Válvula DR	Moduladora de pressão	37 x 5	9 - 11 Ohm
Sensor indutivo	Sinal de velocidade de entrada	37 x 43	1000 a 1350 Ohm
Sensor indutivo	Sinal de velocidade de saída	37 x 14	1000 a 1350 Ohm

## Retardador ZF

É um componente hidráulico semelhante ao conversor de torque cuja função é inverter o fluxo de torque fazendo com que este vá do diferencial para a caixa. Nas caixas Voith, o próprio conversor de torque assume a função de retardador. **Retardador é uma palavra que significa o contrário de acelerador.**



CBC048.tif



- 1 - Conexão para entrada do ar de comando
- 2 - Dispositivo regulador da pressão hidráulica
- 3 - Espirais
- 4 - Tubulação de óleo para o trocador
- 5 - Estator
- 6 - Rotor
- 7 - Tubo de óleo procedente do trocador de calor

CBC049.tif

### Funcionamento de um retardador

Na tubulação 7 existe uma pressão hidráulica fixa.

Na entrada de ar 1 está a pressão de controle do torque de frenagem que pode ser 1,2bar (primeiro estágio) ou 3,0bar (segundo estágio).

O estator 5 é semelhante a um rotor de uma bomba hidráulica convencional, porém está fixo na carcaça da transmissão.

O rotor 6 trabalha como uma bomba hidráulica e está ligado ao eixo de saída da transmissão com uma relação de redução que depende da marcha que está engrenada, desta forma durante a frenagem as rodas movimentam o diferencial que movimenta o cardan que movimenta as engrenagens da caixa que movimentam o rotor, assim existe um fluxo de energia cinética das rodas até o rotor do retardador ( energia cinética é a energia dos corpos em movimento ).

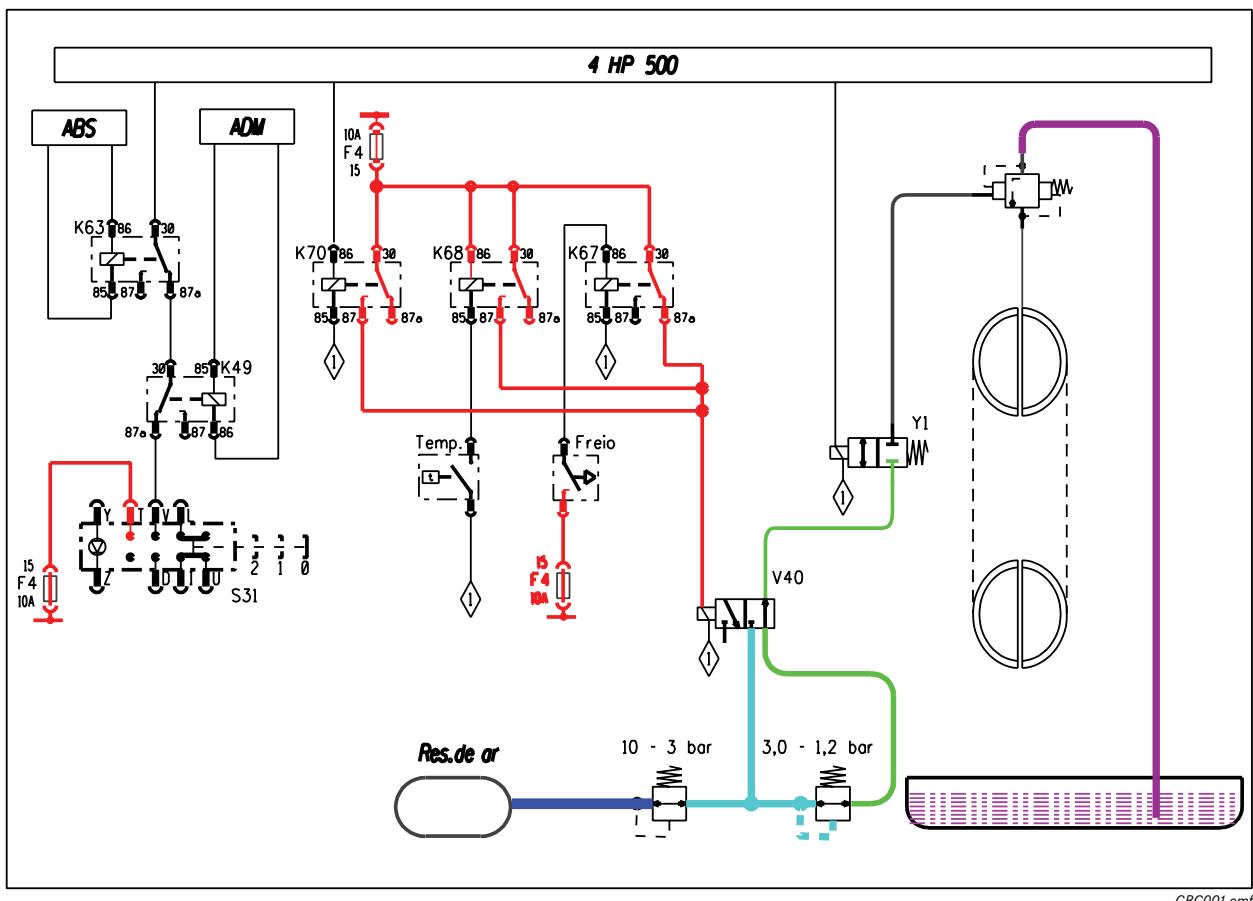
As pás do rotor contém uma quantidade de óleo que depende da capacidade de frenagem regulada, este óleo é arremessado contra as pás do estator 5, então podemos dizer que o óleo ganha a energia cinética que estava no rotor. O óleo com energia cinética atinge o estator mas este está impedido de se movimentar e por isso tem que converter esta energia em energia térmica. Assim a energia cinética que estava nas rodas do veículo foram conduzidas até o estator do retardador e convertida em energia térmica, é um processo muito parecido como freio de serviço convencional onde a energia cinética da roda é aplicada a lona ou pastilha como estas não se movimentam a energia é convertida em energia térmica que vai para o tambor e depois para atmosfera.

### Controle do torque de frenagem

De uma forma geral, o controle do torque de frenagem é feito através da variação da quantidade de óleo que está nas pás do rotor, o que é feito por um circuito eletropneumático.

Pode haver pequenas variações entre transmissões; a ZF aplica uma peça ( grelha ) entre o rotor e o estator que faz com que o estator tenha uma geometria variável, assim quando não está havendo frenagem, o óleo circulante por motivos de lubrificação é desviado para a tubulação de retorno e não exerce nenhum tipo de frenagem, durante a frenagem a grelha gira o dreno é fechado e o óleo é direcionado para o estator, a Voith aplica um sistema onde apenas o volume do óleo é controlada, quando o retardor é interno à caixa, o próprio conversor de torque é utilizado como retardador.

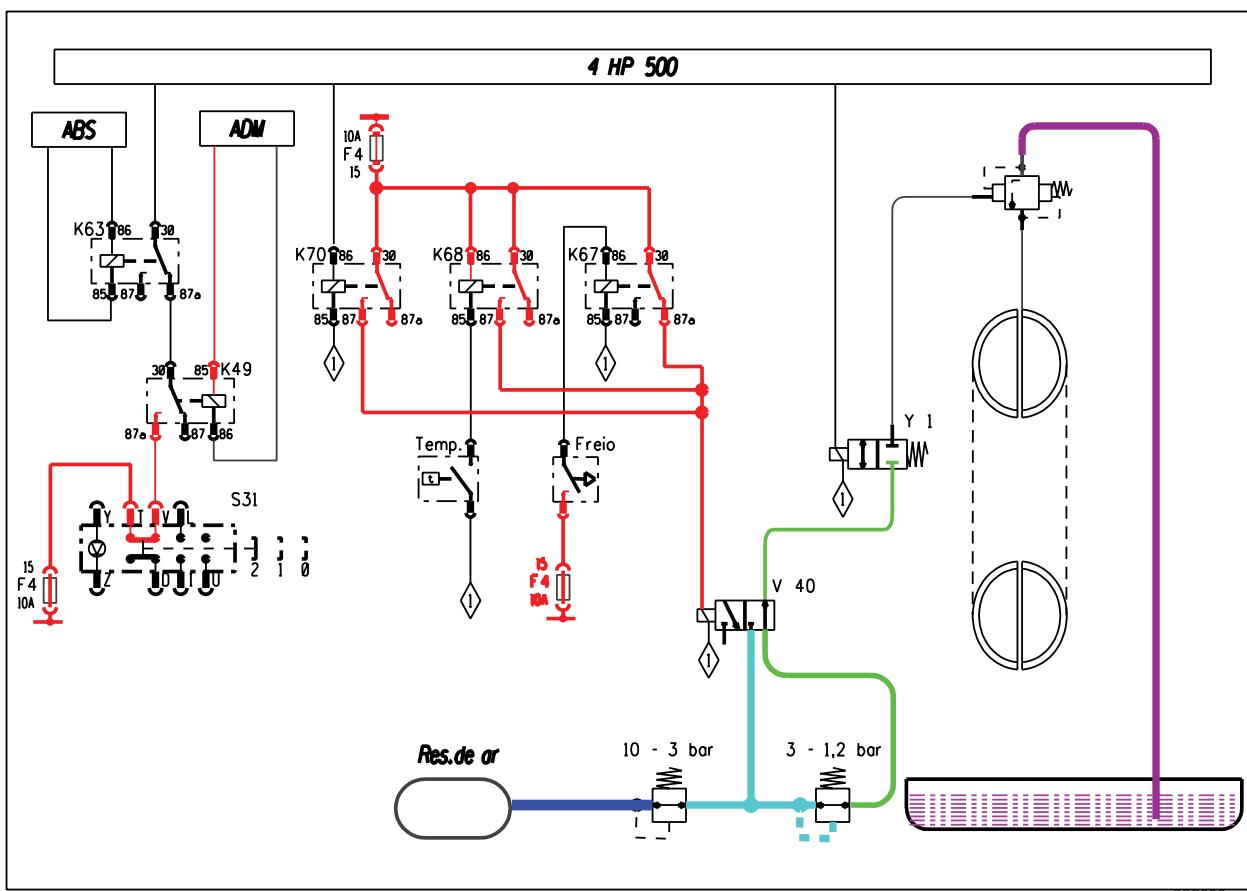
## Interruptor S31 do painel desligado



CBC001.emf

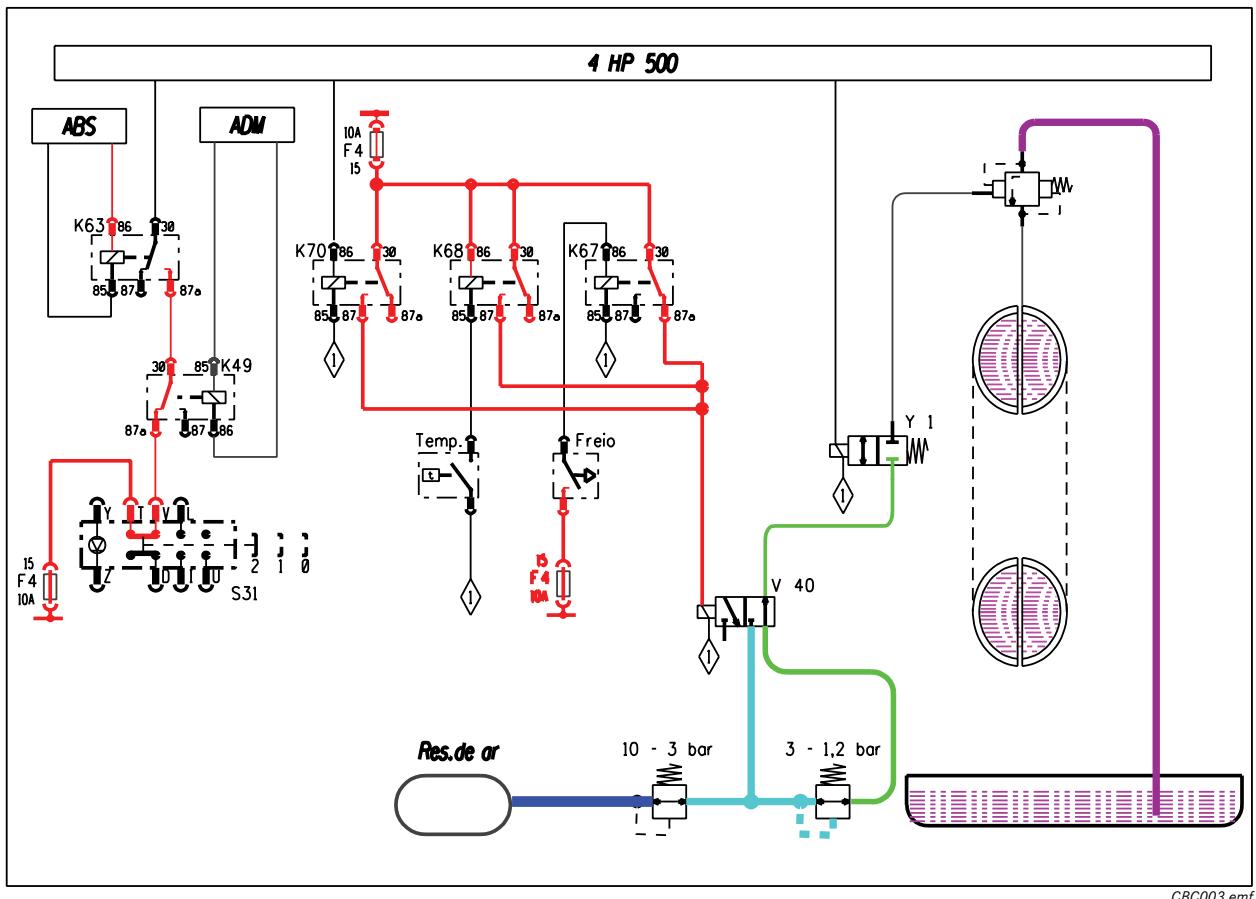
O retardador está fora de operação por opção do motorista.

## Retardador impedido de funcionar pelo ADM



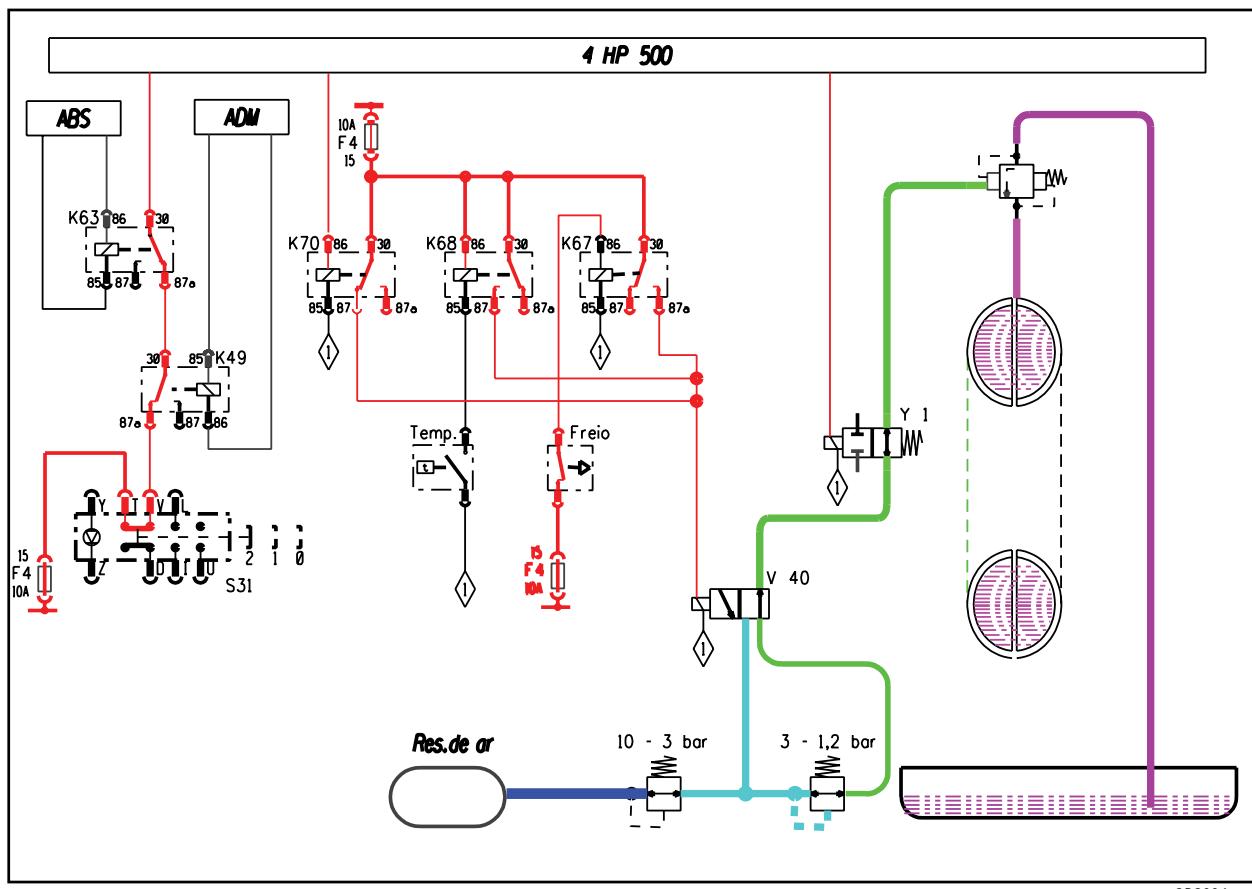
O motorista ligou o retardador mas o ADM impede que ele funcione, pois o acelerador não está na posição de repouso.

## ABS modulando retardador não funciona



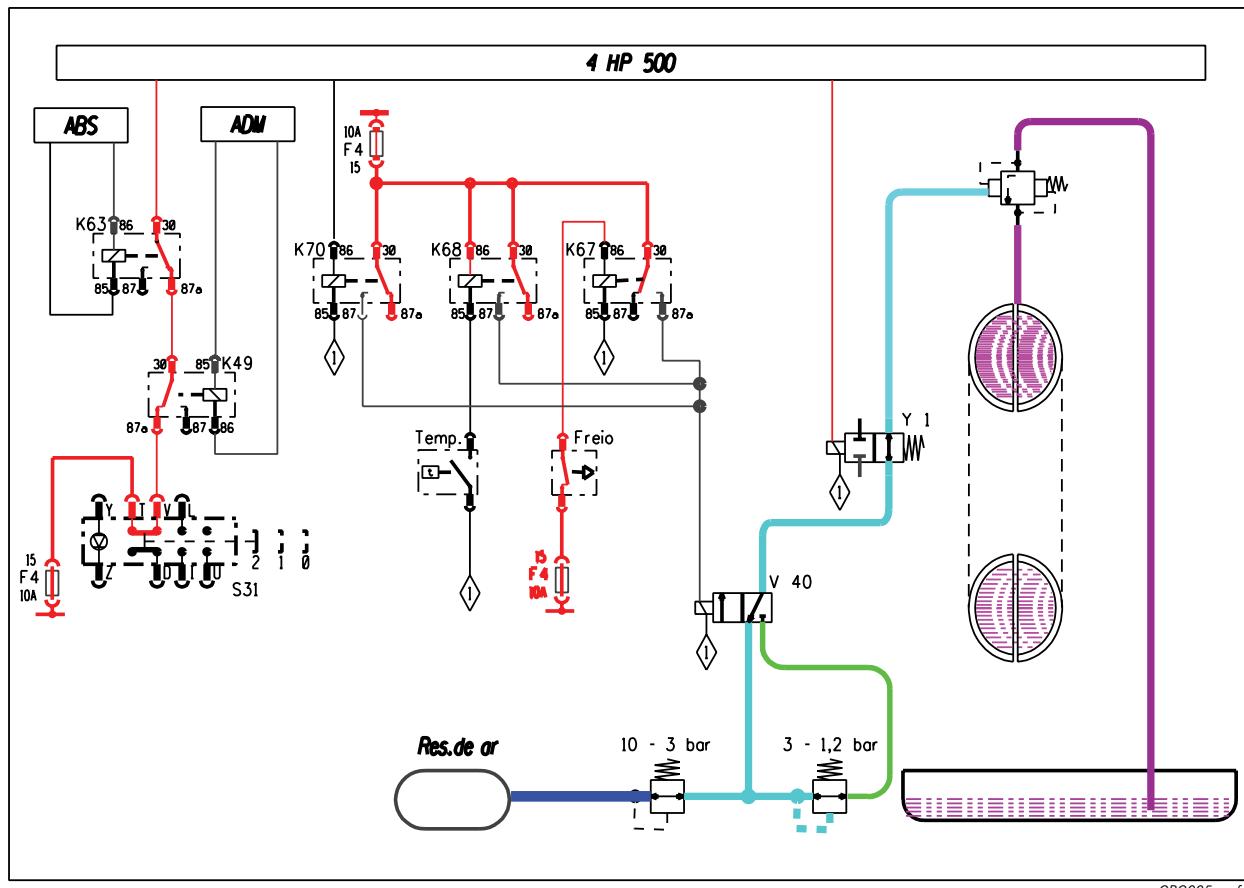
O motorista ligou o retardador mas o ABS impede que ele funcione ligando o rele K63.

## Transmissão em primeira ou segunda marcha



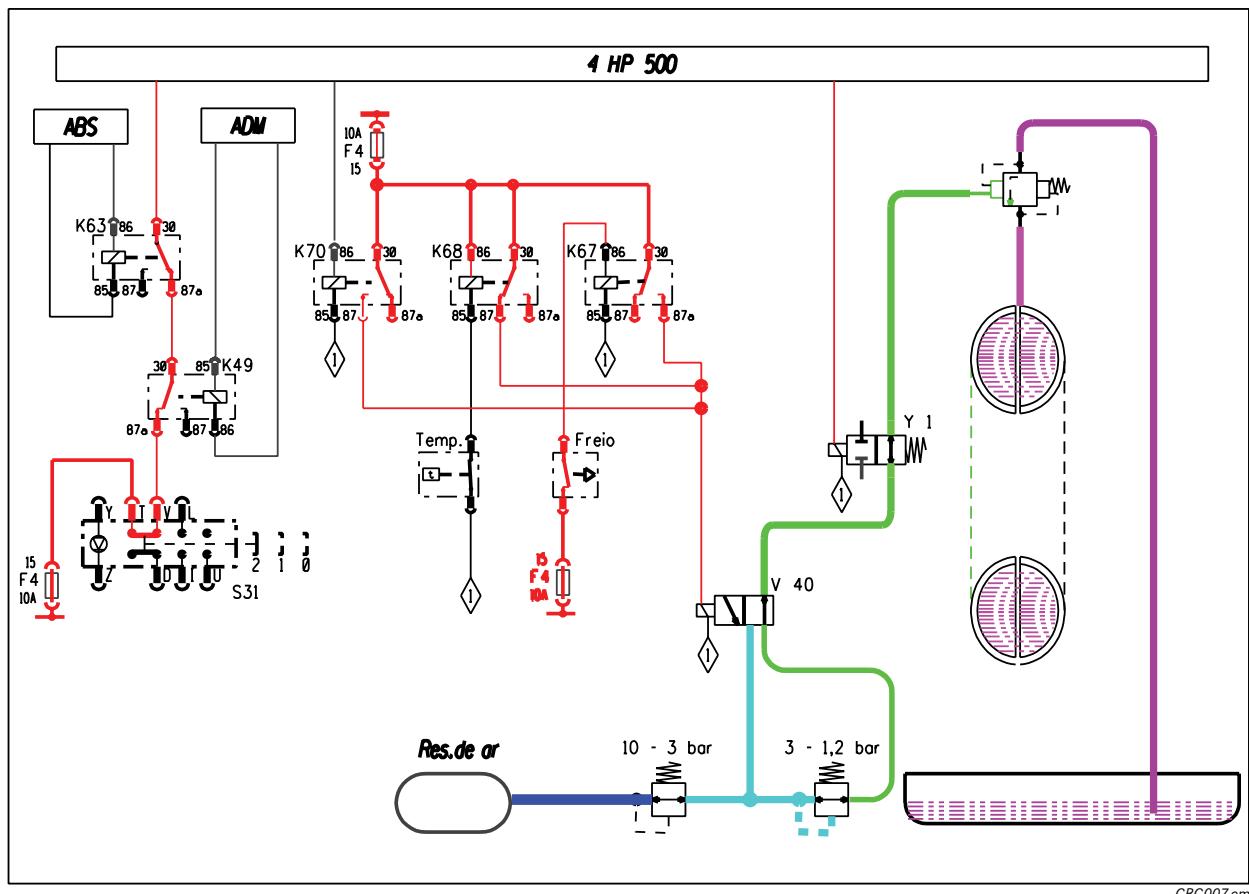
A unidade de controle da transmissão acionou o rele K70 porque está aplicada a primeira ou segunda marcha. Isso acontece porque nestas condições frenagem é muito grande devido a redução das marchas.

## Segundo estágio do retardador ( interruptor de luz de freio ligado )



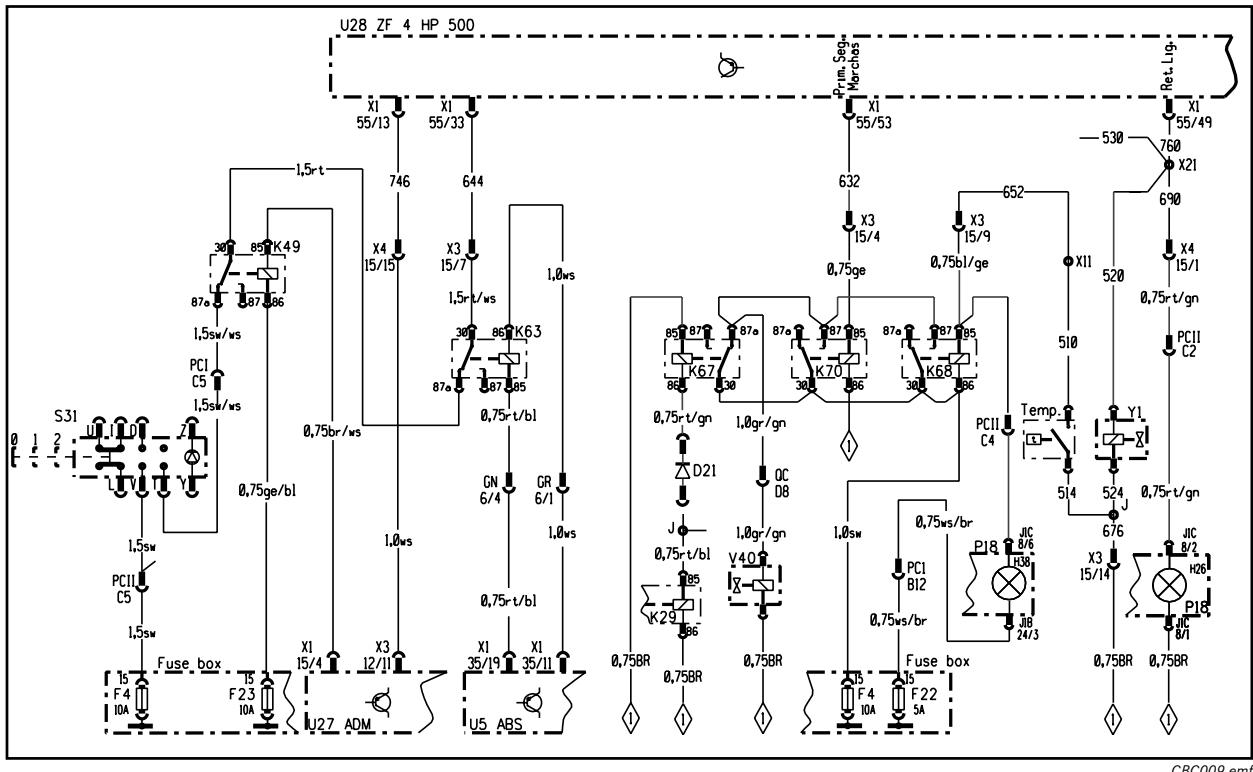
O interruptor da luz de freio é ligado, aciona o rele K67 que desliga a válvula V40, assim uma pressão de frenagem de 3 bar é aplicada no retardador

## Temperatura da transmissão acima de 130°C



O interruptor de temperatura liga o rele K68 que por sua vez liga a válvula redutora de pressão, nestas condições o retardador opera no máximo em primeiro estágio.

## Esquema elétrico do retardador



## H26 Luz indicadora de retardador accionado

Acende sempre que o retardador estiver ligado

### **H38 Luz de aviso superaquecimento da transmissão**

Acende sempre que a temperatura estiver acima de 120°C

## **K49 Rele de desligamento do retardador ( ADM )**

Desliga o retardador quando recebe um sinal do ADM.

## **K63 Rele de desligamento do retardador ( ABS )**

Desliga o retardador quando o ABS está modulando

## K67 Rele de desligamento da válvula de redução de pressão

Aciona o segundo estágio quando o freio de serviço é acionado

## K70 Rele de desligamento do segundo estágio do retardador

Está acionado sempre que a transmissão estiver em primeira ou segunda marcha

## K68 Rele de desliga

Está acionado sempre que a temperatura da transmissão e

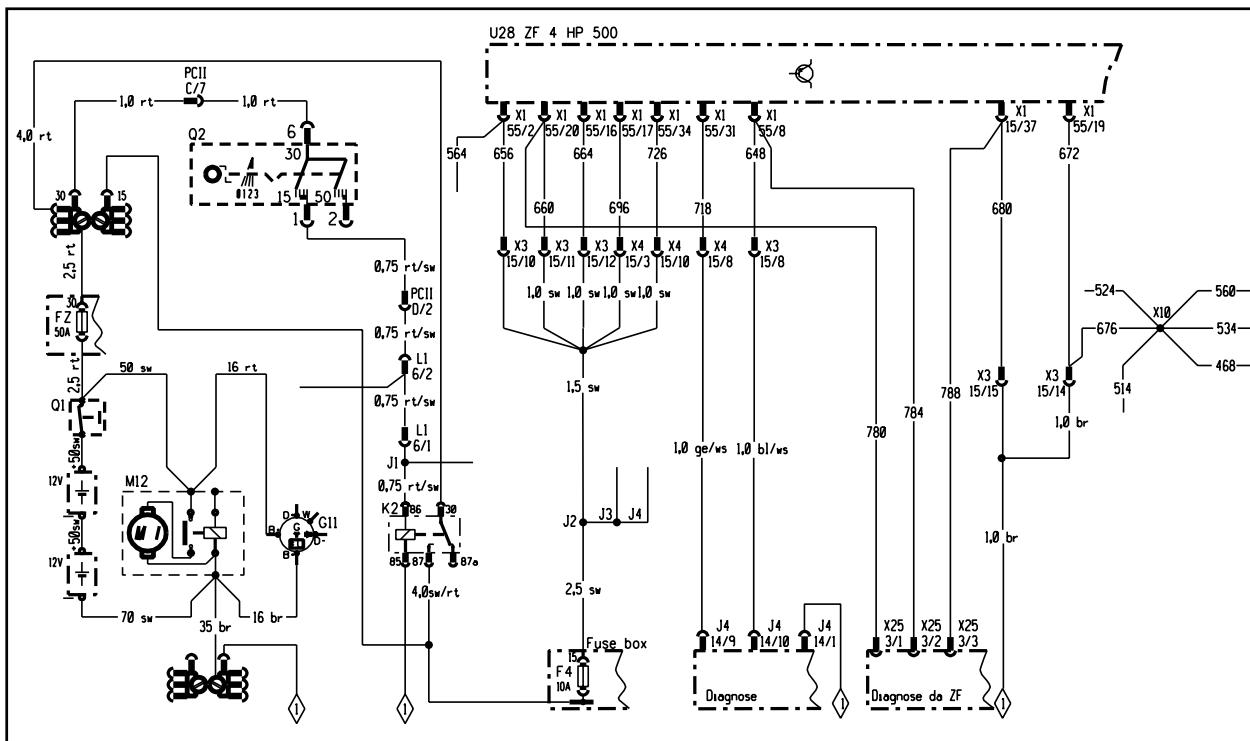
## S31 Tecla no painel

Serve para desligar o retardador em pistas escorregitivas.

## V1 Válvula de controle do retardador

É acionada pela unidade de controle da transmissão

## Esquema elétrico da alimentação da unidade de controle da transmissão e tomada de diagnose



GBG008.emf

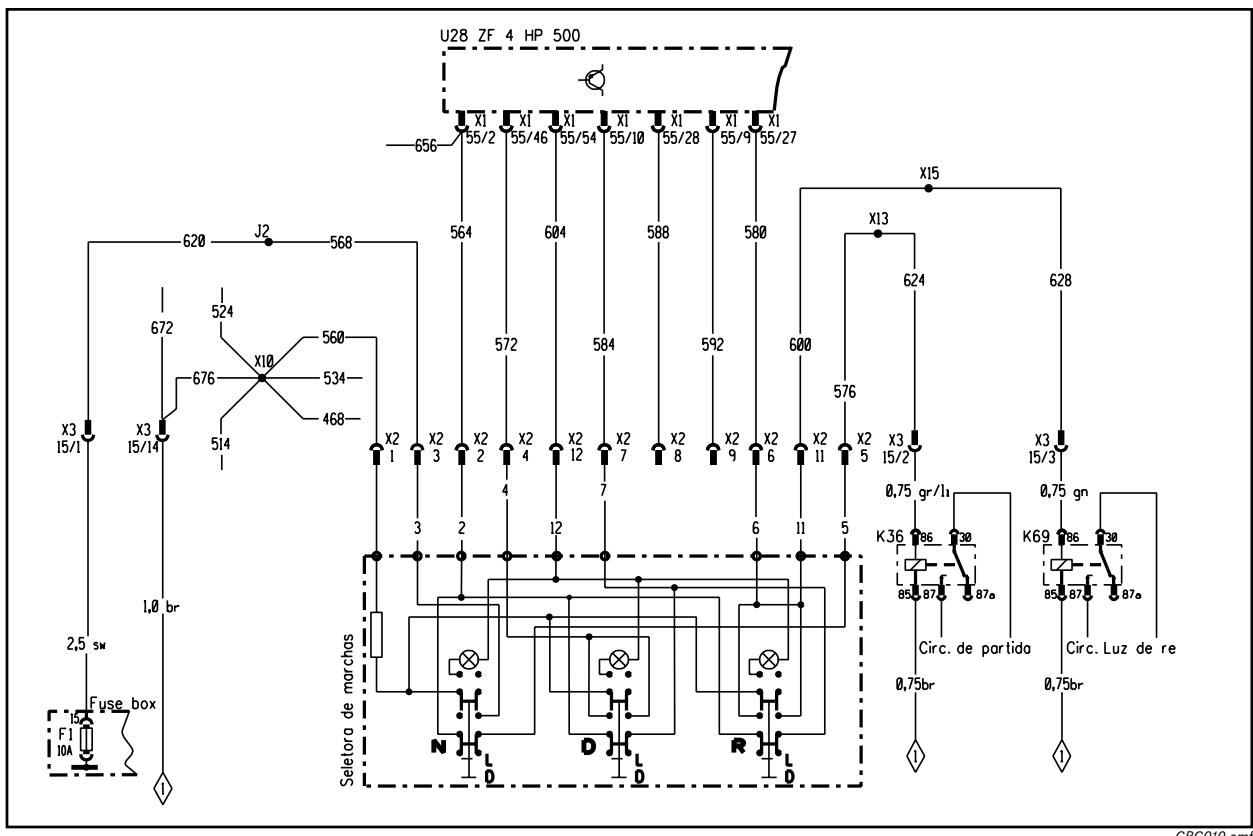
X3 e X4

Conectores de interfaceamento da instalação ZF com o veículo Mercedes Benz.

X25

Tomada de tres vias para diagnose com equipamento ZF.

## Esquema elétrico da seletora de marchas ZF



X3 e X4

Conectores de interfaceamento da instalação ZF com o veículo Mercedes Benz.

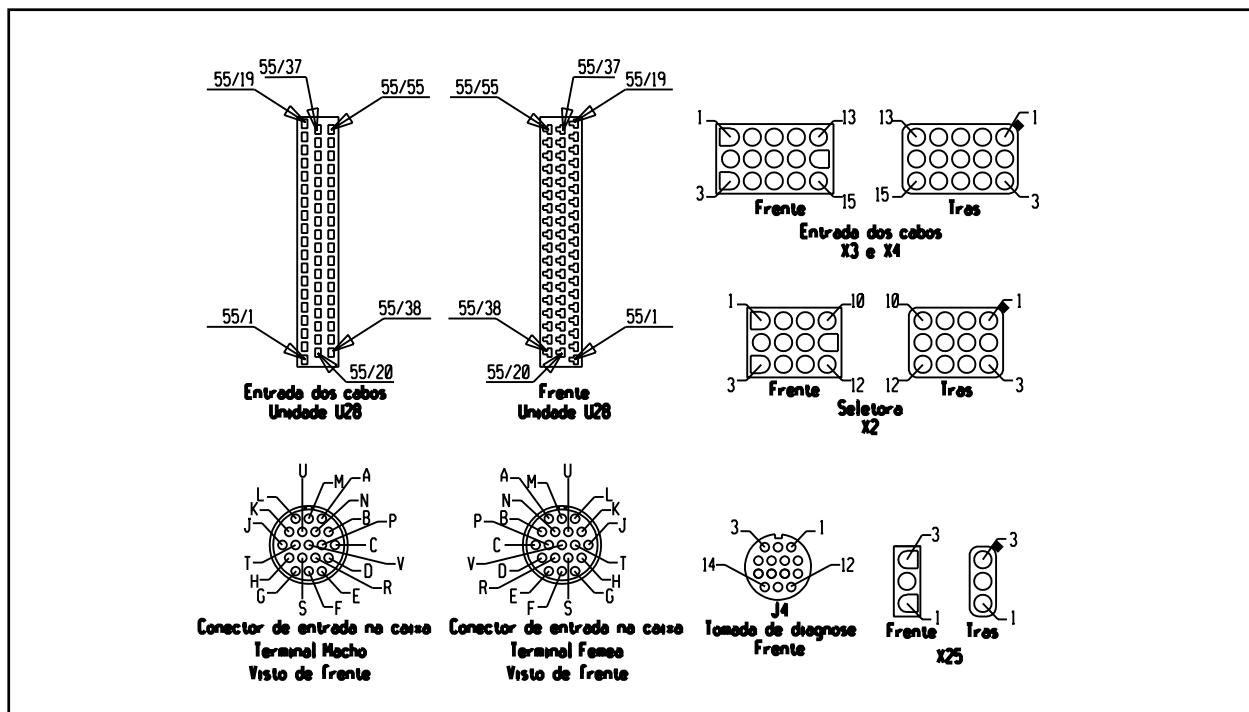
K 36

Rele de bolqueio da partida em situações onde uma marcha esteja engrenada.

K 69

Rele de luzes de marcha a ré.

## Desenhos dos conectores dos chicotes elétricos da transmissão automática ZF



CBC011.emf

## Trocador de calor

É um radiador normalmente do tipo água e óleo sendo que líquido de arrefecimento utilizado é o mesmo do motor.

## Ponto de mudança de marchas

Durante o projeto do veículo, são definidos os pontos de mudança de marcha, para quando se está subindo e para quando se está baixando de marcha, uma vez definidos os pontos, a caixa de mudança determinará o momento de troca de marchas o que pode ser feito hidráulicamente ou mecânicamente. As duas informações mais importantes para determinar que ocorra a mudança de marcha, são a velocidade do veículo e a posição do pedal do acelerador.

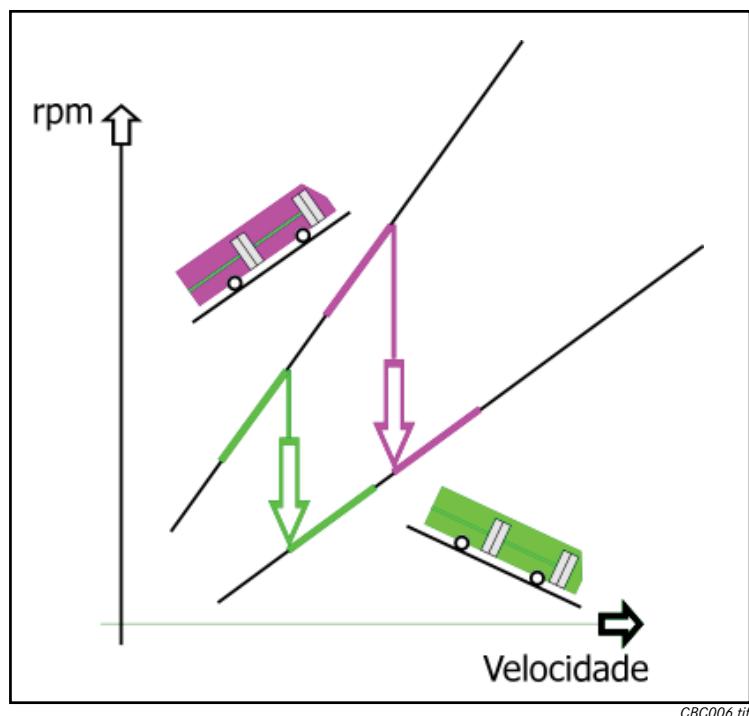
## Velocidade do veículo

A medida que a velocidade do veículo aumenta as marchas vão sendo trocadas automaticamente, a informação de velocidade quase sempre é gerada pela própria caixa de mudanças o que também pode ser feito mecânicamente ou eletronicamente.

## Posição do pedal do acelerador

A posição do pedal do acelerador influí na velocidade em que ocorre a mudança da marcha, ou seja: quanto mais acionado o pedal do acelerador, mais tarde ocorrerá a mudança.

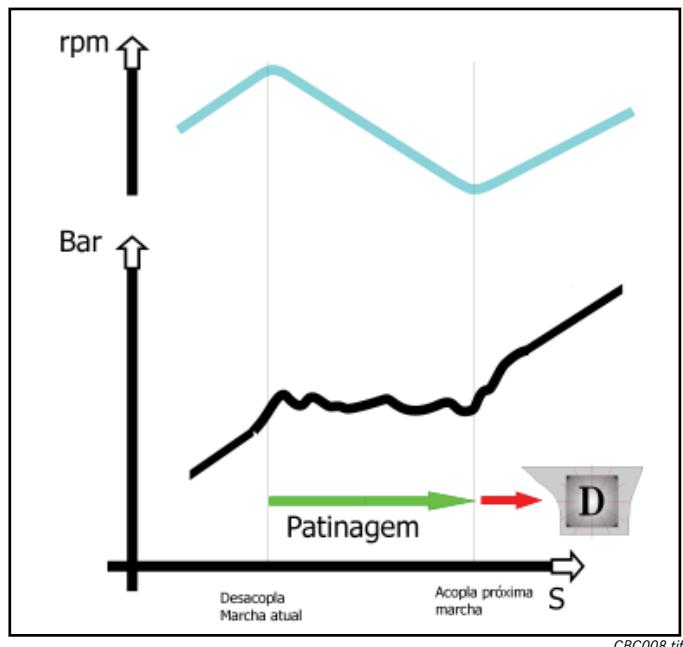
A posição do pedal do acelerador é informada pelo sensor de carga ou pelo módulo de controle do veículo quando este está equipado com motores eletrônicos.



*CBC006.tif*

## Tempo de mudança de marchas

Toda mudança de marcha leva um tempo para acontecer da mesma forma como ocorre em uma mudança de marcha em uma caixa mecânica. O tempo de mudança é muito importante pois influí na suavidade da marcha do veículo e na vida das lamelas de fricção internas a caixa. O tempo de mudança de marcha também é determinado com a velocidade e a posição do pedal do acelerador.



CBC008.tif

## Manutenção preventiva

### Inspeção periódica:

Antes de fazer a inspeção na caixa de mudança, limpe a bem, depois verifique:

- Nível do óleo
- Parafusos soltos
- Vazamento de óleo
- Interferências com articulações e sistemas mecânicos móveis
- Vazamento de ar comprimido
- Tubulações de ar ou de óleo danificadas ou dobradas
- Cabos elétricos danificados ou em atrito com outros componentes
- Conexões elétricas frouxas, sujas ou danificadas
- Juntas universais do cardan
- Regulagem do sensor de carga quando houver

O nível do óleo é muito importante para o funcionamento do conversor de torque, retardador e pacotes de lamelas, alem disso o óleo lubrifica e refrigeria a transmissão. Baixo nível de óleo pode prejudicar o funcionamento e a lubrificação, nível de óleo muito alto pode criar bolhas de ar, vazamento e retardar no tempo de troca de marcha, muitas vezes danificando a caixa.

---

## Tipos de óleo

Verifique sempre o tipo de óleo determinado no manual de lubrificantes da Mercedes Benz. O óleo da transmissão automática não é um óleo lubrificante comum.

## Como verificar o nível de óleo

- Colocar o veículo em nível
- Aplicar o freio de mão
- Colocar a seletora em "N"
- Limpar muito bem o tubo onde está a vareta de medição para que não caia sugeira dentro da transmissão
- Medir o nível do óleo a frio que deve estar um pouco acima do normal quente
- Arrancar o motor e mante-lo em marcha lenta até que o óleo se aqueça
- Medir o nível do óleo, meça sempre duas vezes para aumentar a precisão, caso as duas leituras não sejam consistentes, verifique respiros, orifícios de ventilação e tubo de abastecimento.

## Troca do óleo

Verifique a ficha de manutenção do veículo para intervalos de troca

- Colocar o veículo em nível
- Aplicar o freio de mão
- Colocar a seletora em "N"
- Drenar o óleo em temperatura de operação
- Verifique sempre o óleo drenado quanto a contaminação por partículas sólidas
- Substitua sempre o filtro, anéis de vedação ou juntas se for o caso

## Reboque do veículo

Sempre que for necessário rebocar o veículo com o motor parado, desligue o cardan do veículo pois neste caso a bomba de óleo da transmissão não estará funcionando o que afetará a lubrificação das partes em movimento.

---

### Teste de Stall (simulação de funcionamento do trem de força com carga)

Este deve ser aplicado quando todas as possibilidades de se diagnosticar a causa de baixo desempenho de um veículo já foram aplicadas. Serve para determinar se o problema está na transmissão ou no motor.

- 1.0 Aqueça o óleo da transmissão até atingir a temperatura normal
- 2.0 Afaste as pessoas e objetos do veículo
- 3.0 Aplique o freio de mão
- 4.0 Selecione a tecla D da seletora de marchas
- 5.0 Aplique o freio de serviços, acione o acelerador até o máximo de uma vez e o mantenha acionado até a rotação do motor parar de subir.

*Obs! Esta operação não deve durar mais que 30 segundos ou até que a temperatura do motor atinja o ponto máximo permitido 90°C*

- 6.0 Anote a rotação de estabilização  
Rotação menor significa problema no motor  
Rotação maior significa problema na transmissão
- 7.0 Selecione a tecla N e mantenha a rotação em 1500rpm por pelo menos dois minutos entre cada teste para refrigerar o motor o trem de força

*A rotação de Stall é de 150rpm acima da rotação de torque máximo do motor.  
Para os veículos O500 com ZF HP 500 é de 1800rpm.*

### Para ler os códigos de falhas

Ligue a chave de ignição. Acione uma tecla da seletora de marchas.

Faça uma ponte entre os terminais 1 e 9 da tomada de diagnose por aproximadamente 2s.

Observe as piscadas da tecla acionada:

Lâmpada não se apaga, significa que não existe falhas.

Lâmpada pisca duas vezes, significa que o código vai ser transmitido.

Piscadas longas, significam 10. Piscadas curtas, significam 1.

### Para apagar as falhas

Desligue a chave de ignição.

Faça uma ponte entre os terminais 1 e 9 da tomada de diagnose.

Ligue a chave de ignição.

---

**Tabela de código de falhas para ZF HP 500/590/600**

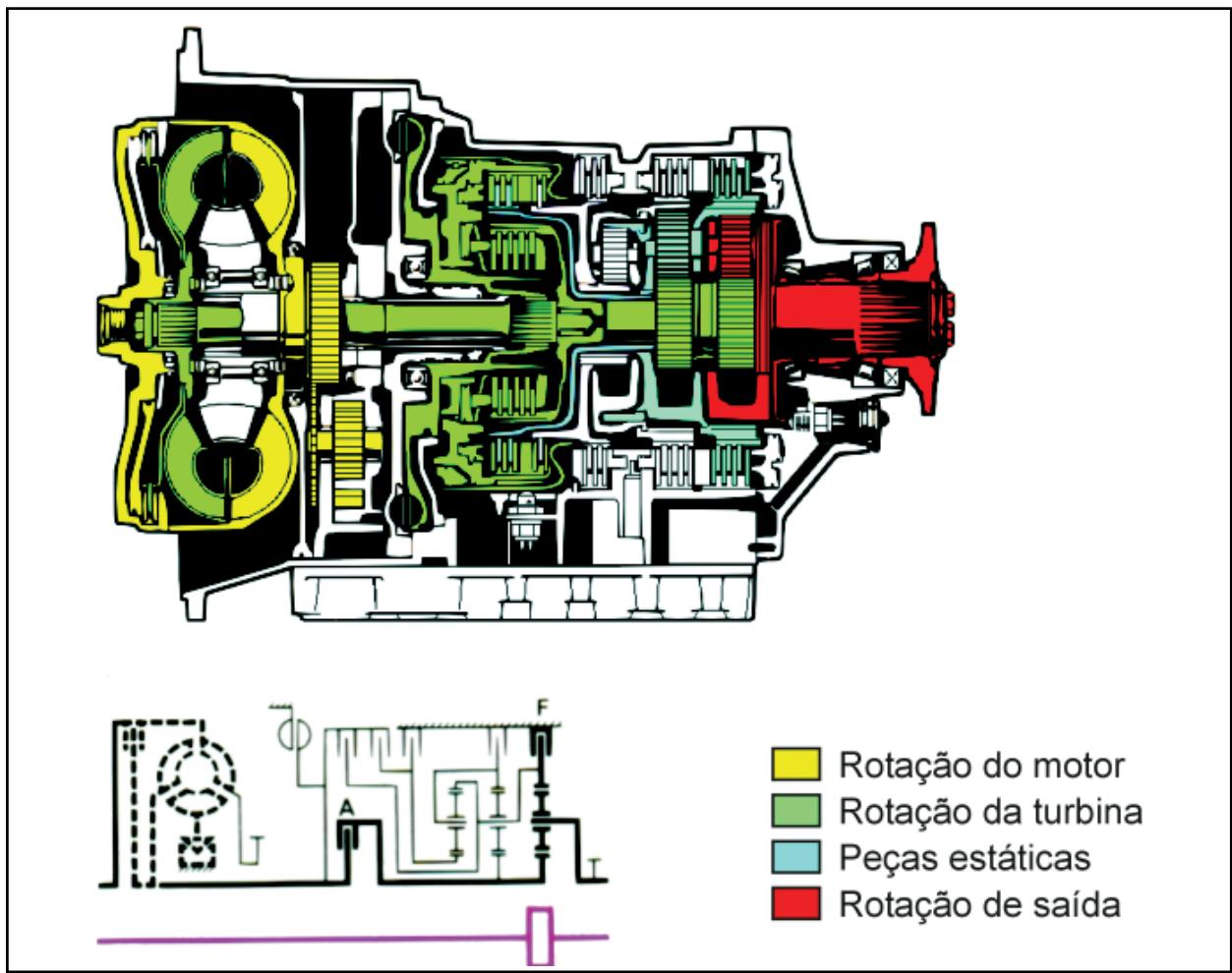
<b>Cod</b>	<b>Causa</b>	<b>Sugestão para reparação</b>
<b>11</b>	Sem indicação de drive	
<b>12</b>	Tempo de mudança de primeira para segunda muito longo	
<b>13</b>	Tempo de mudança de segunda para terceira muito longo	
<b>14</b>	Tempo de mudança de terceira para quarta muito longo	
<b>15</b>	Tempo de mudança de quarta para quinta muito longo	
<b>16</b>	Tempo de mudança de quinta para sexta muito longo	
<b>23</b>	Defeito no emissor de carga	
<b>25</b>	Defeito no sensor de saída	
<b>27</b>	Defeito no sensor da turbina	
<b>31</b>	Curto circuito na eletroválvula G	
<b>32</b>	Curto circuito na eletroválvula F	
<b>33</b>	Curto circuito na eletroválvula E	
<b>34</b>	Curto circuito na eletroválvula D	
<b>35</b>	Curto circuito na eletroválvula C	
<b>36</b>	Curto circuito na eletroválvula B	
<b>37</b>	Curto circuito na eletroválvula A	
<b>38</b>	Curto circuito na eletroválvula WK	
<b>39</b>	Curto circuito na eletroválvula Ret	
<b>40</b>	Curto circuito no sinal do freio motor	
<b>41</b>	Curto circuito na válvula de redução do retarder	
<b>42</b>	Curto circuito no sinal de velocidade	
<b>43</b>	Curto circuito na válvula da tomada de força	
<b>44</b>	Curto circuito na saída de bloqueio de aceleração	
<b>45</b>	Curto circuito no sinal de velocidade	
<b>46</b>	Curto circuito no sinal de indicação de falha	

**Tabela de código de falhas para ZF HP 500/590/600 ( continuação )**

<b>Cod</b>	<b>Causa</b>	<b>Sugestão para reparação</b>
<b>51</b>	Círculo da válvula G aberto	
<b>52</b>	Círculo da válvula F aberto	
<b>53</b>	Círculo da válvula E aberto	
<b>54</b>	Círculo da válvula D aberto	
<b>55</b>	Círculo da válvula C aberto	
<b>56</b>	Círculo da válvula B aberto	
<b>57</b>	Círculo da válvula A aberto	
<b>58</b>	Círculo da válvula WK aberto	
<b>59</b>	Círculo da válvula do retarder aberto	
<b>60</b>	Círculo de saída do freio motor aberto	
<b>61</b>	Círculo da válvula de redução do retarder aberto	
<b>62</b>	Círculo do sinal V1 aberto	
<b>63</b>	Círculo da válvula da tomada de força aberta	
<b>64</b>	Círculo da saída do sinal de bloqueio da aceleração aberto	
<b>65</b>	Entrada de sinal de velocidade aberta	
<b>66</b>	Círculo do indicador de falha aberto	
<b>71</b>	Má regulagem do sensor de carga	
<b>73</b>	Falhano seletor de marchas	
<b>75</b>	Falha na alimentação	
<b>77</b>	Resistência da eletroválvula D1 fora do esperado	
<b>79</b>	Tensão do emissor de carga fora do especificado	

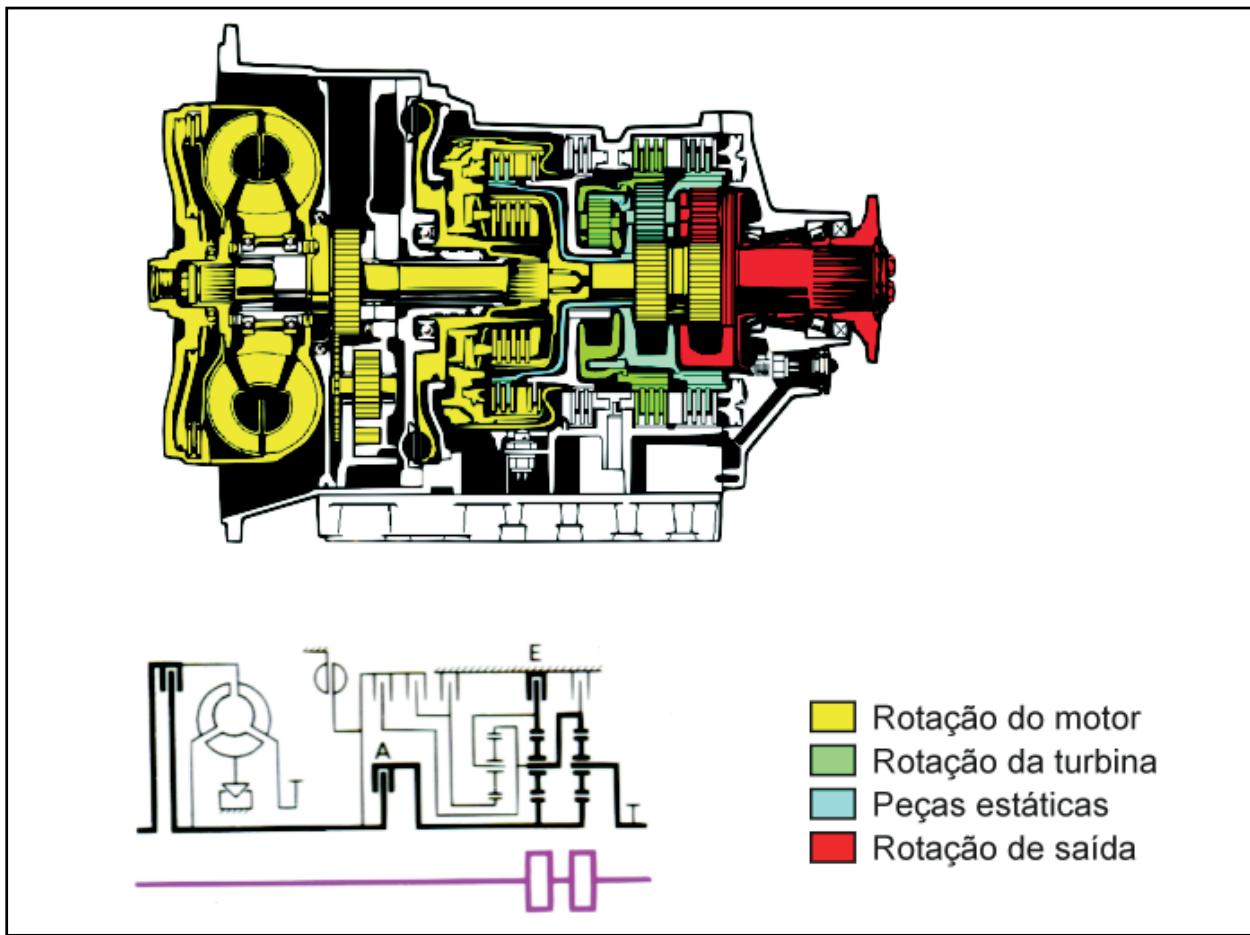
---

## Primeira marcha



---

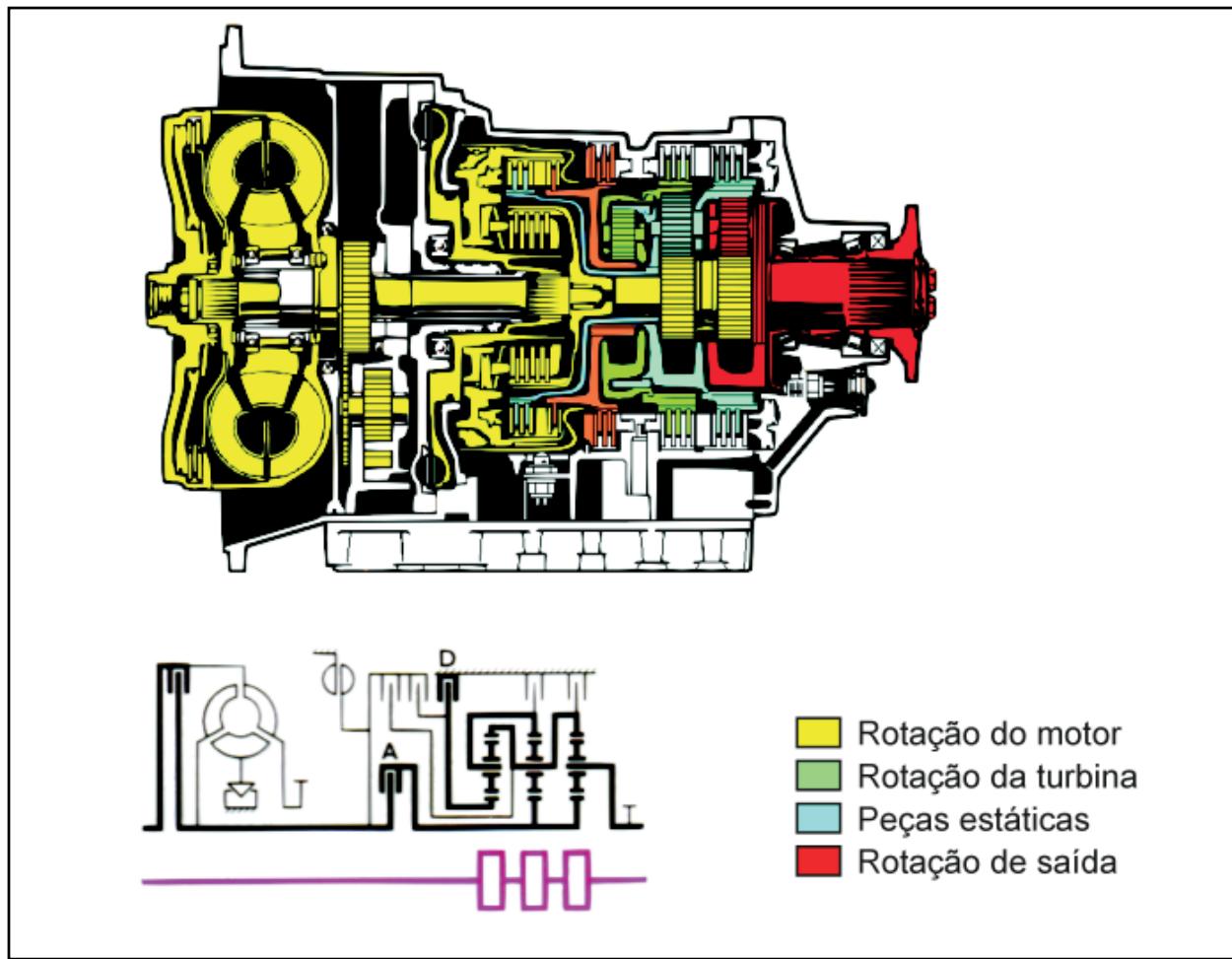
## Segunda marcha



CBC052.tif

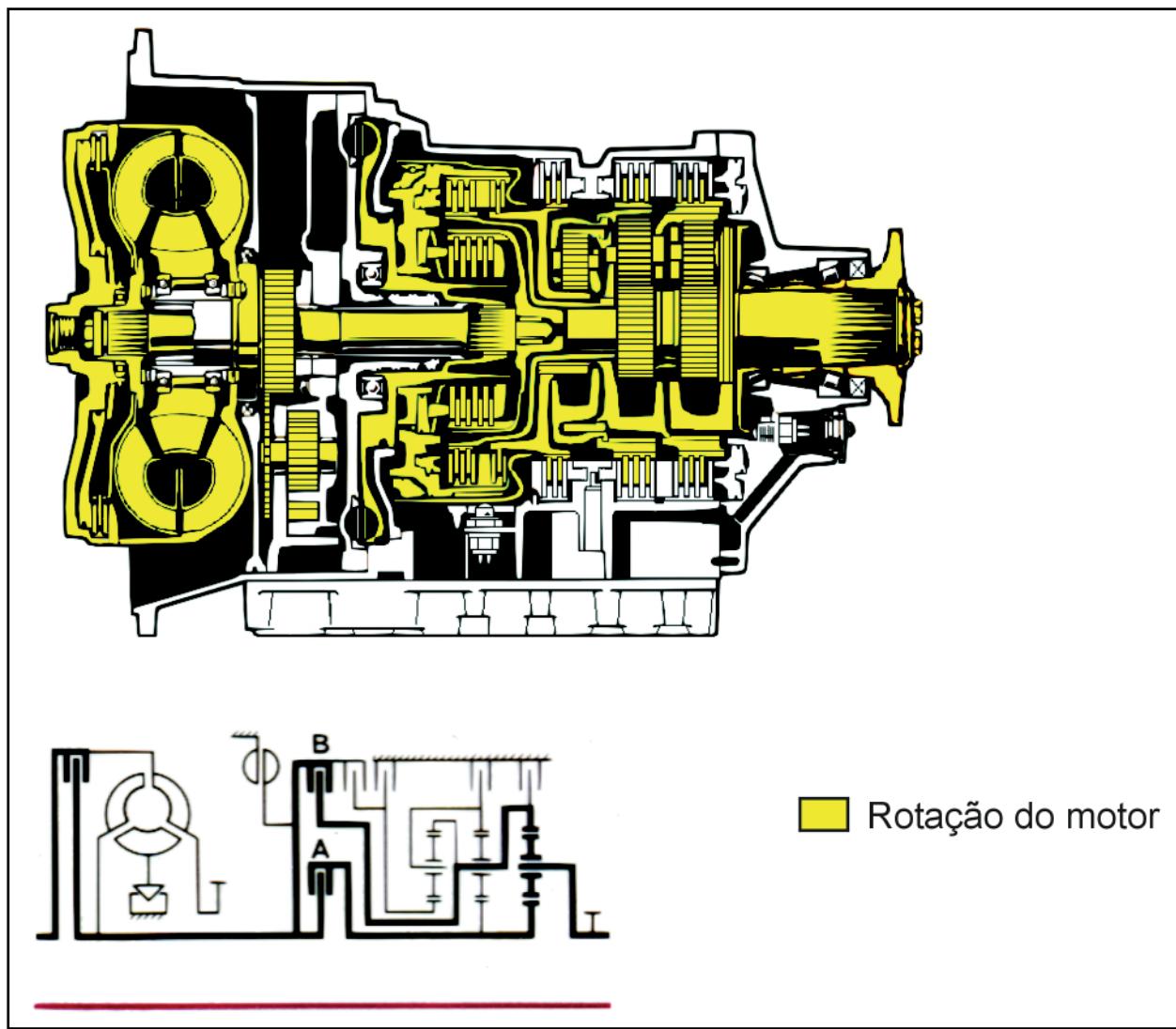
---

### Terceira marcha



---

## Quarta marcha



CBC124.tif

---

## Marcha a ré

