

Truck Training - The finest automotive learning

Caminhões, Ônibus • Treinamento Técnico • Unidade  
Volante de Treinamento (UVT)

Participante • 10/2023 • X0522



Este documento destina-se somente para propósitos de treinamento. Os exercícios executados não podem ser simplesmente implementados na prática. A legislação específica dos países, suas normas e especificações devem sempre ser observadas.

Os documentos de treinamento não estão sujeitos aos atuais serviços de atualização. Ao trabalhar no veículo, sempre utilize as ferramentas para oficinas mais atualizadas (ex.: EPC net, pontos importantes relacionados a reparos na rede, DAS, ferramentas especiais) fornecidos pelo fabricante para o veículo em questão.

© 2016 Direitos autorais da Daimler AG Editora: Global Training

Este documento, incluindo todas suas partes, é protegido pelas leis de direitos autorais. Qualquer processamento ou uso requer um consentimento prévio por escrito por parte da Daimler AG. Isto é aplicável, em particular, à cópia, distribuição, alteração, tradução, microfilmagem e armazenamento e/ou processamento em sistemas eletrônicos, incluindo bancos de dados e serviços online.

Nota: O termo “funcionário” refere-se sempre tanto a membros do sexo feminino quanto a membros do sexo masculino da equipe.





# Índice

1.	Mercedes-Benz no Mundo .....	1
1.1	História .....	1
1.2	Evolução do logotipo .....	2
1.3	Truck Training - Centro de Treinamento Campinas .....	3
1.4	Estrutura de Treinamento .....	3
1.5	Instrutores certificados .....	3
1.6	TTT - Training the Trainer .....	4
1.7	UVT Unidades Volantes de Treinamento + Treinamento de Operação .....	4
2.	Identificação de Produtos .....	6
2.1	Modelo .....	7
2.2	Versão .....	7
2.3	Número de Identificação do Veículo VIN .....	8
2.4	Número de Construção (Baumuster) .....	9
3.	Concettos Basicos de Fisica .....	10
3.1	Trem de Força .....	10
3.2	Motor-Cilindrada .....	10
3.3	Relação de compressão .....	11
3.4	Potência .....	12
3.5	Motor de Combustão Interna .....	13
3.6	Combustão .....	14
3.7	Tempos do motor .....	14
3.8	Coordenação do êmbolo .....	15
3.9	Motor em linha .....	15
3.10	Sistemas do Motor .....	16
3.11	Distribuição Energética do Motor .....	16
4.	Motores OM 924 e OM 926 Euro 6 .....	17
4.1	Componentes do Motor OM 924 e OM 926 EURO 6 .....	17
5.	Motores OM 460 LA EURO 6 .....	28
5.1	Componentes do Motor OM 460 LA Euro 6 .....	28

---

6. Freios Auxiliares Inteligentes .....	35
6.1 Válvula do Estrangulador constante .....	36
7. Rede de Bordo .....	38
7.1 Arquitetura Eletrônica .....	38
7.2 Processamento de Informações CAN .....	39
8. Sistema de Pós Tratamento.....	41
8.1 Catalisador SCR.....	45
8.2 Catalisador de oxidação Diesel .....	47
8.3 Filtro de partículas Diesel.....	47
8.4 Filtros DPF DOC .....	48
8.5 Módulo ACM .....	49
8.6 Sensores de Temperatura do Conversor Catalítico .....	50
8.7 Sensor de temperatura dos gases de escape na antes do catalisador de oxidação diesel (B67) .....	51
8.8 Sensor de temperatura dos gases de escape após catalisador de oxidação diesel .....	52
8.9 Sensor de temperatura dos gases de escape após o filtro de partículas diesel.....	53
8.10 Sensor de temperatura dos gases de escape após o catalisador SCR .....	54
8.11 Sensor Nox.....	55
8.12 Sensor de NOX de pós-tratamento dos gases de escape .....	56
8.13 Sensor de NO <sub>x</sub> na saída da unidade de pós-tratamento dos gases de escape .....	57
8.14 Sensor de Pressão Diferencial .....	58
8.15 Liquid Only .....	60
8.16 Bomba de AdBlue® .....	62
8.17 Dosador de Arla.....	64
8.18 Injetor de combustível no tubo de escape.....	66
9. Fases de Regeneração dos Gases de Escape .....	67
9.1 Regeneração passiva .....	67
9.2 Regeneração ativa .....	67
9.3 Regeneração manual.....	68
9.4 Bloqueio da regeneração do filtro de partículas diesel:.....	68
9.5 Lâmpada OBD.....	69
9.6 Classificação de falhas.....	70
9.7 Limitadores de Torque e Velocidade.....	72

---

10. Embreagem .....	73
10.1 Atuador de embreagem .....	73
10.2 Sensor de curso da embreagem .....	74
11. Caixas Automatizadas Power Shift 3 .....	77
11.1 Transmissão G190/6 e G210/6 .....	81
11.2 Trambulação com sistema de auxílio pneumático de engate -Medidas básicas .....	82
11.3 Trambulação por cabos (Trambulador vertical) .....	84
12. Eixos.....	85
12.1 Eixo Dianteiro .....	85
12.2 Eixo Traseiro.....	85
12.3 Eixo Dianteiro VO4.....	86
12.4 Eixo Traseiro HO4 .....	88
12.5 Função do Eixo Traseiro: .....	90
12.6 Componentes do eixo traseiro : .....	91
12.7 Conceito de funcionamento do diferencial.....	92
12.8 Cálculo da relação de redução.....	93
13. Analise preventiva e Ajustes.....	94
13.1 Troca de óleo eixo traseiro .....	94
13.2 Analisar e verificar as pré cargas dos rolamentos do pinhão e da coroa:.....	94
13.3 Verificar a folga dos rolamentos da coroa através do parafuso deencosto da coroa .....	95
13.4 Remover e instalar a semi-árvore traseira .....	95
13.5 Início de desmontagem e montagem do pinhão .....	96
13.6 Montagem do Pinhão (HL/HO).....	97
13.7 Ajuste da pré-carga dos rolamentos do pinhão (HL/HO) .....	98
13.8 Determinar a profundidade básica do pinhão (HL – HO).....	99
13.9 Folga entre dentes coroa e pinhão e ajuste da pré-carga dos rolamentos da caixa satélites dos eixos (HL e HO) .....	100
13.10 Montagem e instalação do bloqueio transversal (HD).....	102
13.11 Desmontagem da tampa do diferencial longitudinal HD 7 e HD 8.....	103
13.12 Desmontagem do pinhão eixo HD 7 e HD 8 .....	103
13.13 Montagem do pinhão eixo HD 7 e HD 8 (AR35.30-B-0459B).....	104
13.14 Verificar a profundidade básica do pinhão HD 7e HD 8.....	105
13.15 Verificar a pré carga dos rolamentos do pinhão HD7 e HD8 .....	108



---

13.16 Determinar a medida de montagem do pinhão HL7.....	109
13.17 Regulagem de folga entre dentes (HL 7 / HD 7 e HD 8)(AR35.30-B-0475.fm).....	111
13.18 Regulagem da pré carga dos rolamentos da coroa (HD7 e HD8 / HL7) .....	112
13.19 Face de contato ideal entre dentes.....	113
13.20 Ajuste do parafuso de encosto da coroa .....	115
13.21 Ajuste da Folga do Cubo de Roda .....	116
<b>14. Eixos Traseiros R440, RT440, R300, RT300, R 390.....</b>	<b>117</b>
14.1 Nomenclatura.....	117
14.2 Remover o eixo cardân do flange do pinhão.....	118
14.3 Troca de óleo eixo traseiro .....	118
14.4 Remover e instalar a semi-árvore traseira .....	118
14.5 Remover berço (porquinho) do diferencial .....	119
14.6 Profundidade básica do pinhão R 390 (HL 6) .....	120
14.7 Determinar a espessura da arruela distanciadora sem o pinhão.....	122
14.8 Determinar a pré carga dos rolamentos do pinhão .....	123
14.9 Verificação da Pré Carga dos rolamentos do pinhão.....	125
14.10 Folga entre dentes e ajuste da pré-carga dos rolamentos da coroa epinhão.....	126
14.11 Verificar o contato entre dentes.....	127
14.12 Regulagem da folga do cubo.....	130
<b>15. Eixo Traseiro R440 + NFD .....</b>	<b>132</b>
15.1 Novo Eixo Traseiro R440 + NFD.....	132
15.2 Remover o flange do pinhão (AR35.30-W-0473CH) .....	133
15.3 Instalar o retentor do pinhão (AR35.30-W-0472-01CH).....	133
15.4 Instalar o flange de acionamento no pinhão (AR35.30-W-0472-02CH) .....	135
15.5 Eixo Traseiro RT440 + DLT (Titulo 2) .....	137
<b>16. Freios Pneumaticos .....</b>	<b>138</b>
16.1 Massa e Peso .....	138
16.2 Alavanca e torque .....	139
16.3 Conceitos Básicos de Pascal.....	140
16.4 Conceitos básicos de pneumática.....	142
16.5 Sistemas.....	142
16.6 Circuitos .....	142

16.7 Componentes interligados no sistema de freio .....	143
16.8 Função do Sistema de frenagem.....	144
16.9 Evolução dos Freios .....	144
<b>17. Nomenclatura de Válvulas .....</b>	<b>144</b>
17.1 Normas e Identificações .....	144
17.2 Prescrições de Construção .....	145
17.3 Tabela de Identificação de Valvulas .....	145
17.4 Simbologia Pneumática .....	146
17.5 Diagrama de Válvulas .....	146
17.6 Valvula 3/2 vias .....	147
17.7 Valvula 3/3 vias .....	147
17.8 Identificação do circuito pneumático .....	148
17.9 Intepretação das linhas de comando.....	149
<b>18. Componentes do Sistema Pneumatico .....</b>	<b>150</b>
18.1 Compressor.....	150
18.2 Processador de AR APU.....	151
18.3 Componentes da APU.....	151
18.4 Valvulas de Controle e Distribuição.....	152
18.5 Válvula de proteção de quatro circuitos.....	154
18.6 válvula protetora de quatro vias.....	156
18.7 Filtro Secador de ar comprimido.....	157
18.8 Válvula Rele.....	158
18.9 Válvula do freio de serviço .....	161
18.10 Diagnóstico no Circuito do Freio de Serviço .....	162
18.11 Válvula de descarga rápida da pressão .....	163
18.12 Valvula de frenagem ALB .....	164
18.13 Válvula do freio de estacionamento .....	166
18.14 Válvula de comando do reboque.....	167
<b>19. Consumidores de Frenagem .....</b>	<b>170</b>
19.1 Cilindro de freio combinado Tristop .....	170
19.2 Tambor de Freio .....	172
19.3 Lonas de freio.....	173



---

19.4 Freios a disco .....	174
20. Freios Complementares e Auxiliares.....	175
20.1 Sistema antibloqueio ABS.....	175
20.2 Atuação do ABS.....	177
20.3 Freio Retardador.....	178
21. Funções Adicionais.....	180
21.1 Tecla de controle do ABS.....	180
21.2 Veículos com tração total .....	180
21.3 Tecla de controle ASR.....	180
21.4 Funções hill holder.....	181
21.5 Controle de tração (ASR) .....	183
21.6 Gerenciamento e Controle (ASR) .....	183
22. Novas Tecnologias.....	185
22.1 Global ABS.....	185
22.2 Nova Valvula de Regeneração APU .....	187
22.3 Unidade Eletrônica de Processamento de Ar Comprimido.....	190
22.4 Sistema Eletrônico de Freios EBS (Electronic Brake System) .....	197
22.5 Transmissor do valor de frenagem .....	197
23. Regulador automático de freio.....	207
23.1 Regulador Automático do Freio Pneumático .....	207
23.2 Ajustar a pressão da válvula de segurança Wabco.....	208
23.3 Desmontar.....	209
23.4 Valores de regulagem do secador de ar e regulador de pressão.....	209
23.5 Valores para regular as válvulas protetoras e limitadora .....	210
23.6 Montar	210
24. Freio a Disco.....	211
24.1 Funcionamento e Manutenção.....	211
24.2 Vista explodida .....	211
24.3 Remover, verificar e instalar as pastilhas de freio .....	212
24.4 Substitua todos os guarda-pó defeituosos. ....	213
24.5 Inspeção das condições do disco de freios .....	214
24.6 Instalar as pastilhas de freio.....	214

---

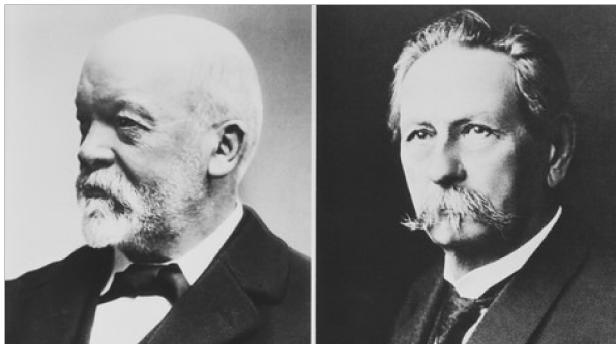
24.7 Substituição dos guarda-pós e buchas dos pinos guia .....	216
24.8 Substituição dos guarda-pós do parafuso de regulagem.....	219
24.9 Pinça de Freios .....	220
24.10 Substituições das pastilhas de freio .....	221
24.11 Montar as pastilhas do freio .....	223
24.12 Substituir a bucha guia de borracha.....	224



## 1. Mercedes-Benz no Mundo

### 1.1 História

A Mercedes-Benz do Brasil é herdeira de um rico passado de pioneirismo, no qual a determinação de inovar sempre e de abrir novos caminhos do conhecimento constitui um desafio permanente. Esse passado mais do que ser motivo de justo orgulho, é sobretudo o elemento inspirador que orienta as decisões da empresa e a dirige para o futuro.



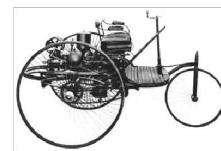
A história teve início há mais de um século, na Alemanha, e traduz o primeiro capítulo da motorização veicular no mundo. Os protagonistas, Gottlieb Daimler e Karl Benz construíram paralelamente os primeiros automóveis motorizados do mundo. O pioneirismo desses homens fez com que colecionassem outras conquistas como a construção do primeiro ônibus, do primeiro caminhão com motor a gasolina e do primeiro caminhão a Diesel do mundo. Do trabalho iniciado por Daimler e Benz, na Alemanha, resultou a formação em 1926 da Daimler-Benz AG.



F2009x0074.jpg



F2009x0075.jpg



1886 - "Primeiro veículo Benz motorizado e Patenteado"



O primeiro caminhão do mundo construído em 1896 por Daimler e Maybach, na Alemanha. &

Em novembro de 1998, Daimler-Benz e Chrysler fundem suas operações e, dessa transformação nasce a DaimlerChrysler AG, detentora de marcas como: Mercedes-Benz, Chrysler, Dodge e Jeep.

No Brasil, dentro da estratégia de integração da empresa no grupo DaimlerChrysler mundial, a Mercedes-Benz do Brasil S.A. se transformou em DaimlerChrysler do Brasil Ltda, em dezembro de 2000. No País, a empresa possui unidades em São Bernardo do Campo (SP), Campinas (SP) e Juiz de Fora (MG), e no Centro Empresarial - CENESP (SP). Em setembro de 2007, com a venda da Chrysler, a fusão foi desfeita e mundialmente passou a ser chamar Daimler e no Brasil Mercedes-Benz.

A marca Mercedes foi registrada em 1902.

Surgiu de uma referência a Mercedes Jellinek, filha de Emil Jellinek, cliente fiel de Gottlieb Daimler. O nome Mercedes identifica os carros encomendados por Jellinek, um entusiasta do automobilismo que se consagrou a partir das vitórias obtidas nas pistas.



Com a fusão das empresas Daimler-

Motoren-Gesellschaft e Benz & Cia., em 1926 uniram-se também as duas marcas: a estrela de três pontas, que identificava os produtos Mercedes fabricados por Daimler, e a coroa de louros, que caracterizava os de Benz.



"

'

(



"

)



\*+

Assim originou-se a Mercedes-Benz, que é hoje uma marca automotiva de sucesso e prestígio em todo o mundo.

## 1.2 Evolução do logotipo



1902



1903



1909



1909



1916



1921



1926



1933



Mercedes-Benz

1989



Mercedes-Benz

2008



Mercedes-Benz

2010 (Atual)



Mercedes-Benz

2010 (Atual)

### 1.3 Truck Training - Centro de Treinamento Campinas

O Centro de Treinamento da Mercedes-Benz do Brasil, localizado em Campinas, possui 12 salas de aula, 01 auditório e 01 estúdio de TV para as gravações e cursos on-line. Essa estrutura ocupa uma área de 3.100m<sup>2</sup>, possui ainda um Centro de Preparação de Veículos com 600 m<sup>2</sup> para apoio aos treinamentos.

Toda esta estrutura é utilizada para capacitar mão-de-obra da Rede de Concessionários de Veículos Comerciais Mercedes-Benz, como também Clientes Frotistas do Brasil e Exterior.

Foco:

- Treinamento Técnico
- Treinamento Gerencial
- Treinamento de Produtos Remanufaturados
- Treinamento Administrativo
- Treinamento de Sistemas
- Treinamento de Vendas
- Treinamento Pós-Venda
- Treinamento de Operação
- UVT - Unidades Volantes de Treinamento



### 1.4 Estrutura de Treinamento

São realizados anualmente mais de 1.900 eventos, envolvendo um público superior a 18 mil participações entre concessionários, clientes frotistas e colaboradores, principalmente das áreas de vendas e pós-venda.

Em 2000 foi reconhecido mundialmente pela sua excelência e elevado nível de qualidade em seus treinamentos recebendo o título de Global Training.

### 1.5 Instrutores certificados

Para manter um time de profissionais especializado e sempre em sintonia com a filosofia da Daimler AG, o Centro de Treinamento Campinas adota o Programa Internacional de Certificação de Instrutores, coordenado pelo Global Training da Alemanha.



## 1.6 TTT - Training the Trainer

Para manter todos os nossos instrutores sempre atualizados anualmente é realizado um evento mundial chamado "TtT - Training de Trainer". Esta é a certeza de contar com os melhores profissionais.



## 1.7 UVT Unidades Volantes de Treinamento + Treinamento de Operação

A empresa também dispõe de Unidades Volantes de Treinamento e de Unidades Volantes de Operação rodando por todo o Brasil oferecendo suporte de pós treinamento para clientes Frotistas e Concessionários.

O objetivo é aperfeiçoar os conhecimentos de quem já passou pelos Centros de Treinamento da Empresa, reforçando práticas de operação do veículo, utilização de peças genuínas e a aplicação das ferramentas adequadas para a desmontagem e montagem de componentes/agregados como também a necessidade da manutenção preventiva



## 1 Mercedes-Benz no Mundo

### 1.7 UVT Unidades Volantes de Treinamento + Treinamento de Operação



1.5 UVT – Unidades Volantes de Treinamento + Treinamento de Operação



## 2. Identificação de Produtos

A Mercedes-Benz fabrica seus produtos dentro de uma grande variedade de modelos, tipos e versões, identificados por diferentes siglas e números.

Estas codificações são aplicadas nas plaquetas de identificação dos veículos e agregados, e nas literaturas técnicas e promocionais.

Os diferentes modelos de produtos Mercedes-Benz são identificados por números e letras que denominamos DESIGNAÇÃO COMERCIAL.

Cada letra ou número da “DESIGNAÇÃO COMERCIAL” tem um significado que define o TIPO, MODELO e a VERSÃO do veículo.

Chamamos de MODELO uma série de veículos que têm o mesmo Peso Bruto Total (PBT).

Exemplos de designação comercial:

O 500 RSD	OH 1418
2544	LK 2638
Modelo 2638 6x4 alinha os seguintes veículos, todos com 31.500 kg de PBT.	

Um mesmo modelo pode apresentar mais de um TIPO de veículo, segundo a finalidade a que se destina. Assim, para o modelo 2638 temos os tipos:

L	Chassi com cabina semiavançada
LK	Chassi com cabina semiavançada com tomada de força
LS	Chassi com cabina semiavançada cavalo mecânico

Cada tipo oferece uma ou mais VERSÕES de distância entre eixos. No modelo 2638 o tipo:

L	tem versão 55 significando: 5.500 mm distância entre eixos
LK e LS	tem versão 42 significando: 4.200 mm distância entre eixos

## 2.1 Modelo

No caso dos caminhões e chassi para ônibus, o MODELO é composto por três ou quatro algarismos, e tem o seguinte significado: 16 34

Os primeiros dois algarismos (16) indicam o peso bruto total (PBT) admissível no veículo, em toneladas, e os dois últimos algarismos (34) indicam aproximadamente a potência do motor que equipa o veículo em CV DIN. (Acrescentar sempre um zero ao final - 340 CV).

Diferente dos caminhões, o grupo numérico que identifica o modelo dos ônibus, não representa características técnicas.

No caso dos ônibus, o grupo numérico que identifica o modelo é composto de três algarismos, tendo o seguinte significado: 5 00

O primeiro algarismo (5) é convencional de fábrica, e os dois últimos algarismos (00) constituem o número de ordem (projeto) da fábrica.

## 2.2 Versão

Na designação comercial de caminhões e chassi para ônibus, os números que aparecem no final do modelo, separados por barra, indicam aproximadamente à distância entre eixos; aparecendo somente na literatura.

Versão	Distância entre eixos (mm)	
31	3.150	<b>1620/54</b>
36	3.600	<b>54</b> => 5.400 mm de distância entre eixos
37	3.700	
42	4.200	
45	4.500	
48	4.830	
51	5.170	

No caso dos ônibus, as letras que aparecem após o grupo numérico que identifica o modelo, têm os seguintes significados:

- Exemplo: O 500 RSD - Ônibus Rodoviário com suspensão pneumática e terceiro eixo.

Tipo	Designação	Tipo	Designação
R	Rodoviário	M	Multi Uso
S	Suspensão Pneumática	G	Gás Natural
D	Terceiro Eixo	OF	Chassi para ônibus motor frontal
U	Urbano - Low Entry (piso baixo)	OH	Chassi para ônibus motor traseiro
L	Suspensão pneumática no Chassi	LO	Chassi de caminhão para ônibus categoria leve (motor frontal)
A	Articulado		



## 2.3 Número de Identificação do Veículo VIN

### Significado do número do chassis

Atendendo a resolução 659/85 de 30/10/1985, do CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito), a partir de 01/04/1986, a Mercedes-Benz implantou o número “VIN” (Número de Identificação do Veículo). O VIN é composto por 17 dígitos regidos pela norma SAE e no Brasil pela norma ABNT onde, na décima posição, encontra-se o ano de fabricação do veículo.

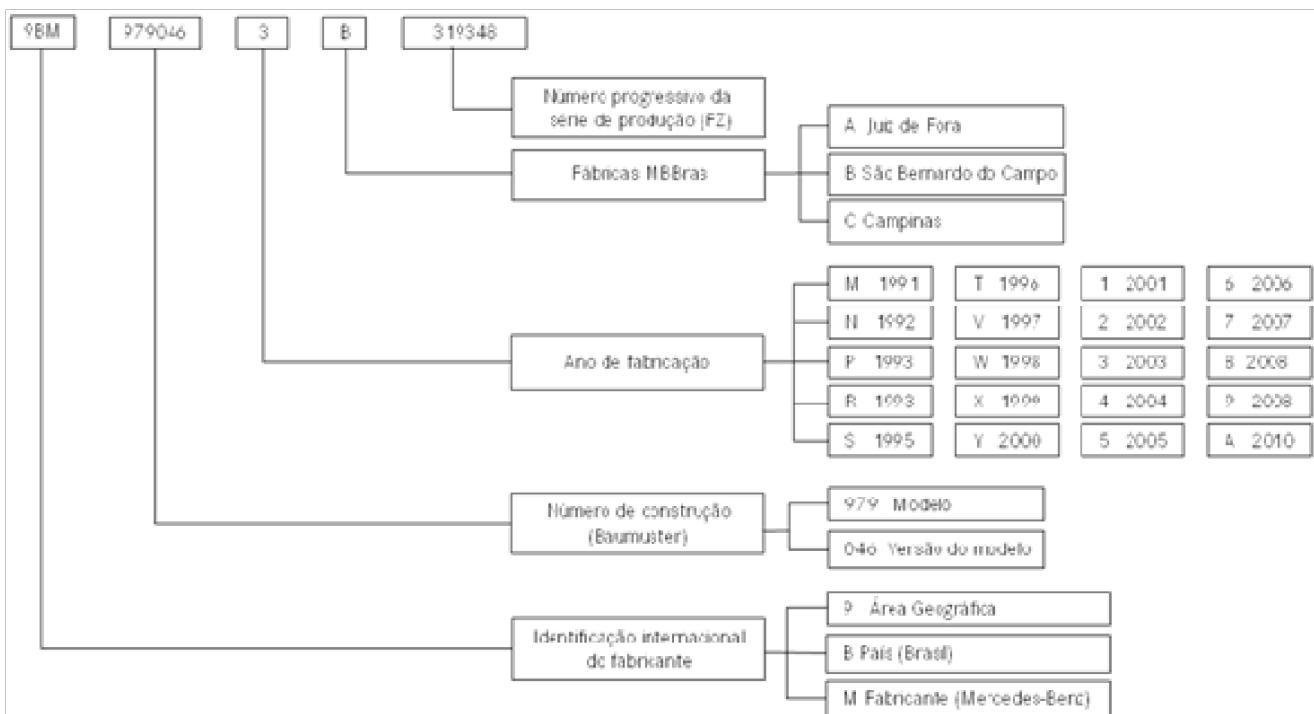
A utilização do ano de fabricação do veículo não acarretava problemas até o ano de 2000, pois conforme a norma utilizava-se de letras e estas não interferiam na interpretação da documentação.

Com a utilização da última letra do alfabeto em 2000, iniciou-se a utilização de números a partir do número 1, para o ano de 2001, 2 para o ano de 2002 e assim consecutivamente. Com isso a documentação de Pós-Venda (EPC) começou a identificar esta posição do número VIN como o lado da direção do veículo e a selecionar as peças ou da direção à esquerda para os veículos 2001, ou da direção à direita para os veículos 2002.

A solução veio em se ter um número com as especificações necessárias para atender as necessidades da fábrica, que é hoje o nosso FIN, onde 1 é direção esquerda e 2 direções direita. Após o número que condiz com a direção do veículo, encontra-se a letra da fábrica “D” aplicada a todos os veículos 9BM maior que 1000.001, produzidos a partir de 1993 em São Bernardo do Campo. Os veículos produzidos na fábrica de Campinas são identificados com a letra “C”.

Além da identificação do modelo de um veículo comercialmente, para efeito legal a Mercedes-Benz como as demais montadoras de veículos automotivos, gravam o número do chassis que está no documento do veículo, na estrutura do veículo.

Exemplo:



**2.4****Número de Construção (Baumuster)**

	Designação Comercial	Número de Construção (Baumuster)
Veículo	3344	938.472
Motor	OM 457 LA	457.931
Caixa de Mudanças	G240-16	715.727
Eixo Dianteiro	VL4/55 D75	739.391
1º Eixo Traseiro	HD7/057 DGS-13	740.893
2º Eixo Traseiro	HD7/057 DS-13	740.892

**Nomenclatura de Motores**

M366 LAG	
M	Motor
366	Modelo do Motor
L	Turbocooler (radiador de ar)
A	Turbocompressor
G	Gás



Série 450

\*457918821496\*

OM 904 LA	
O	Ciclo diesel
M	Motor
904	Modelo do Motor
L	Turbocooler (radiador de ar)
A	Turbocompressor



?&lt;122

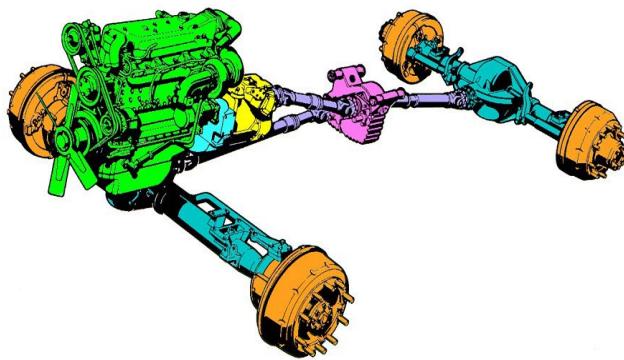
E123/36 45 0E



### 3. Concettos Basicos de Fisica

#### 3.1 Trem de Força

Denomina-se Trem de Força o conjunto responsável pela tração do veículo, desde o motor, passando pela embreagem, caixa de mudanças, árvore de transmissão (carda) e eixo traseiro. No trem de força, a transmissão tem por finalidade adequar o torque do motor à velocidade do veículo em função das condições de operação.



Nos veículos pesados e extrapesados, a disponibilidade de diferentes relações de redução (número de marchas) é maior, justamente para facilitar a adequação, permitindo explorar melhor a faixa de torque do motor. Alguns modelos possuem, além das reduções proporcionadas pela caixa de mudanças, outras possibilidades de redução, tais como: caixa intermediária ou de transferência e eixo traseiro com duas velocidades.

#### 3.2 Motor-Cilindrada

Cilindrada é o volume ou espaço deslocado pelo embolo do PMS para o PMI, ou seja, é a quantidade de aspirada pelo êmbolo.

$$V = 3,14 \times r^2 \times h \times n$$

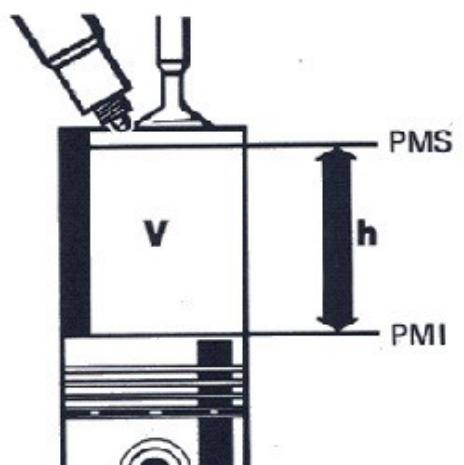
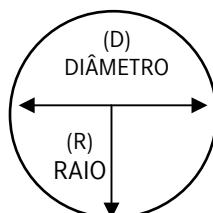
V = cilindrada

$R^2$  = raio do cilindro ao quadrado  
 $n$  = número de cilindros  
 $h$  = curso do êmbolo  
(PMS ao PMI)

Sendo: PMS= Ponto morto superior

PMI = Ponto morto inferior

$\Pi$  = letra grega. Pronúncia “PI” = 3,1416



### 3.3 Relação de compressão

Relação de compressão é a relação volumétrica entre o volume total ( $V$ ) e o volume da câmara de combustão ( $v$ ) com o Pistão em PMS.

$$T = \frac{V}{v}$$

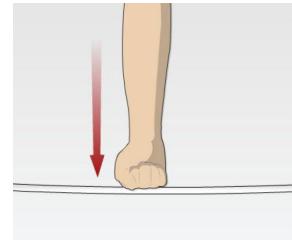
$T$  = Razão de compressão  $V$  = Volume do cilindro  $v$  = Volume da câmara de combustão

$$v = V \div (T-1)$$



### Força

Força é toda causa capaz de produzir ou alterar o movimento de um corpo. É utilizado o Newton (N) para se medir.

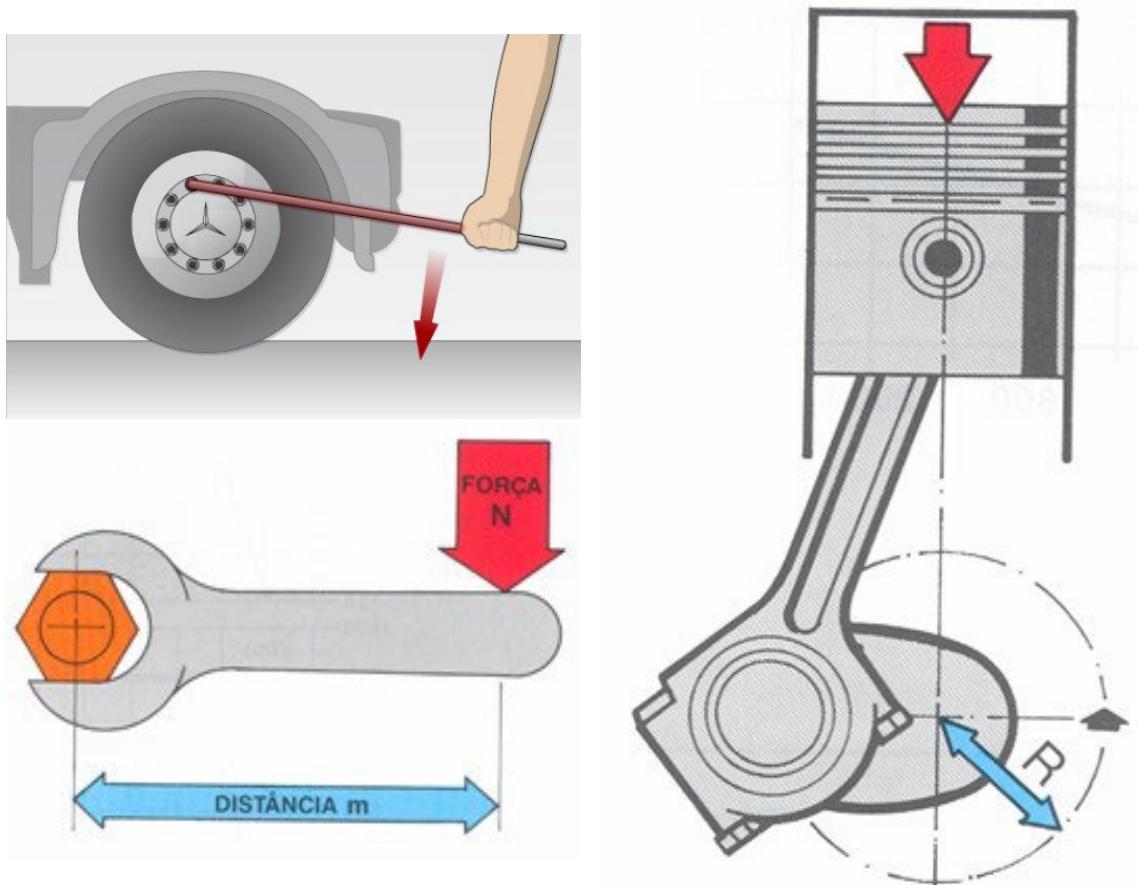


### Torque

Torque é o momento de uma força em relação a um ponto.

Pode ser calculado pela fórmula:

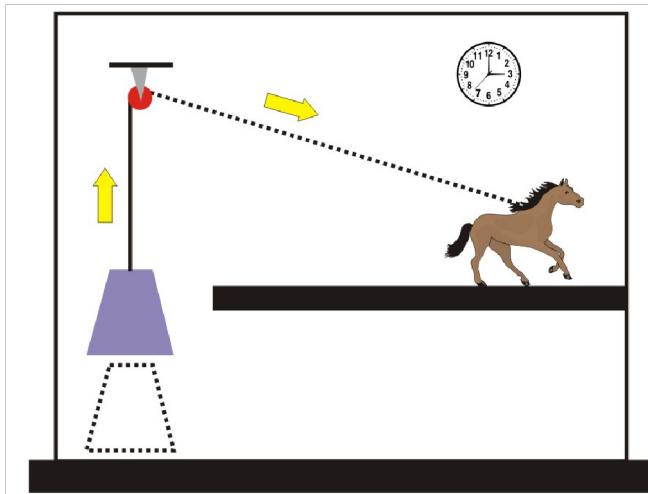




### 3.4 Potênciia

Potênciia é todo trabalho realizado por um corpo, em um determinado período.

Para que uma caixa fosse deslocada a uma distância de 10m, aplicando-se uma força de 100N, foi gasto um tempo de 5s.



Portanto foi aplicado um potênciia de 200Watts (W)  
 $; F \cdot K$

Por ser o Watt (W) uma medida de dimensão pequena para a utilização em mecânica automotriz, é utilizado o Quilowatt (KW).

**3.5****Motor de Combustão Interna**

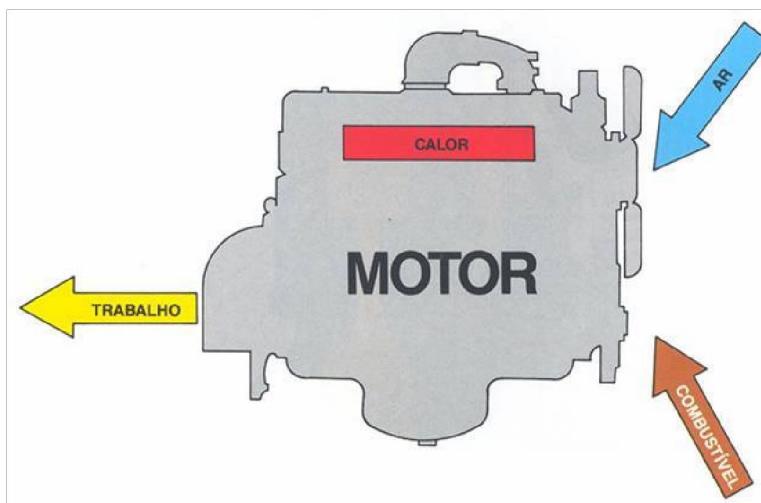
Responsável pela geração da força necessária para movimentar o veículo.

O motor de combustão interna é uma máquina que transforma energia térmica em energia mecânica.

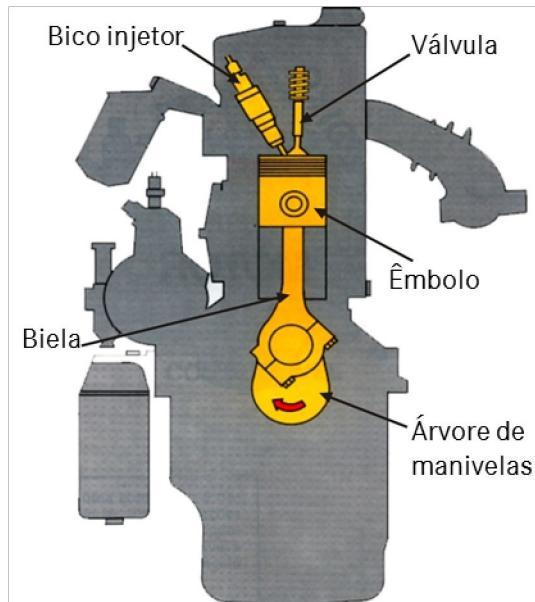
Quer dizer, o movimento de suas partes móveis é provocado pela queima de um combustível, que ocorre no interior de uma câmara de combustão.

O combustível é enviado para esta câmara por um sistema de alimentação. As partes móveis do motor em funcionamento estão submetidas a atrito e calor, razão pela qual devem ser constantemente lubrificadas e arrefecidas. E para que entrem em funcionamento é necessário dar-lhes um arranque inicial, por meio de um motor de partida, que está conectado ao sistema elétrico do

veículo.



Para processar a transformação de energia, o embolo (pistão) do motor é submetido a quatro fases distintas que deram origem ao termo 4 tempos, estudaremos a seguir:



### 3.6 Combustão

Combustão - Comumente chamada de fogo, a combustão é uma reação química caracterizada pela sua instantaneidade e, principalmente, pelo grande desprendimento de luz e calor.

Para iniciar uma combustão é necessário adequar em proporções adequadas, três elementos fundamentais que são: ar, combustível e calor/pressão, formando assim o triângulo do fogo.



### 3.7 Tempos do motor

Tempo Admissão.

Com a movimentação da árvore de manivelas, o embolo se desloca do ponto morto superior (PMS) até o ponto morto inferior (PMI).

Neste período a válvula de admissão é mantida aberta, permitindo assim a entrada do ar para dentro do cilindro.

Tempo Compressão.

A árvore de manivelas gira. Durante o curso do êmbolo do PMI ao PMS, as válvulas permanecem fechadas e o ar existente no interior dos cilindros é forçado a ocupar um espaço bem menor, ficando comprimido.

Essa compressão eleva a temperaturas e antes que o êmbolo atingir o seu PMS, inicia-se a injeção de combustível. Em consequência, o calor do ar inflama o combustível pulverizado.

Tempo Trabalho

Com a queima do combustível, gera-se uma grande quantidade de calor e este aumenta a pressão dos gases. As válvulas permanecem fechadas e a pressão resultante aplicada sobre o êmbolo, faz com que o mesmo seja empurrado do PMS para o PMI.

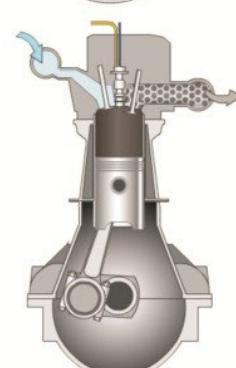
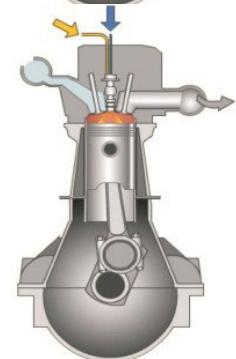
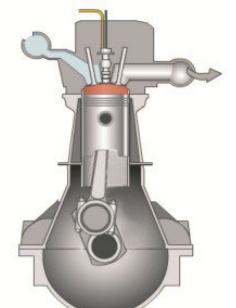
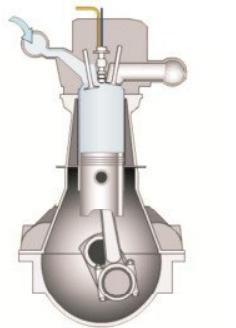
Em consequência, a árvore de manivelas também é forçada a girar. Dos quatro tempos do motor este é o tempo que gera força motriz.

Tempo - Escape.

Escapamento ou Exaustão

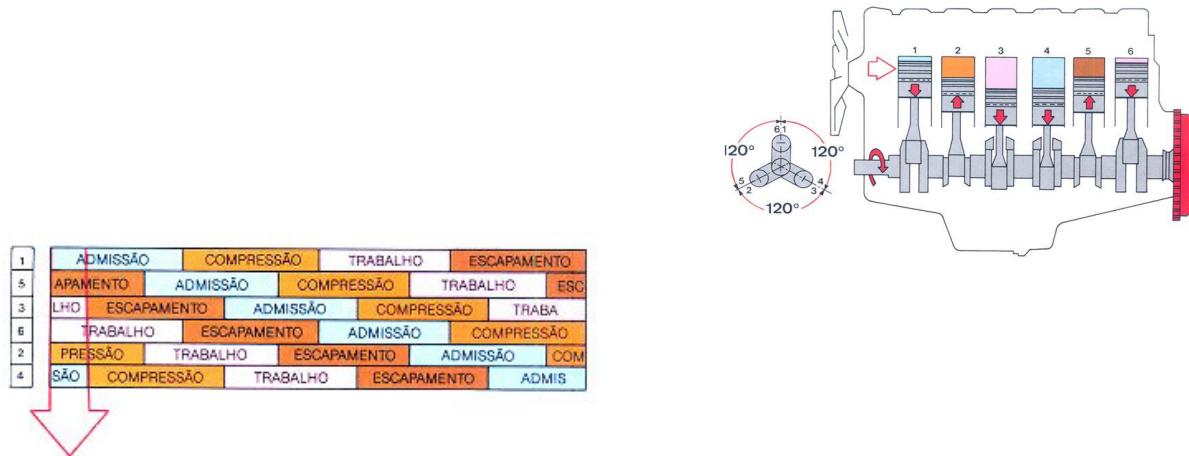
Nesse período, a válvula de escapamento é mantida aberta e o êmbolo se desloca do PMI para o PMS, expulsando os gases queimados. Logo em seguida, inicia-se um novo ciclo motor, que começa novamente pelo 1º tempo motor (Admissão).

A árvore de manivelas gira, completando assim 2 voltas para realizar um ciclo completo do motor.



### 3.8 Coordenação do êmbolo

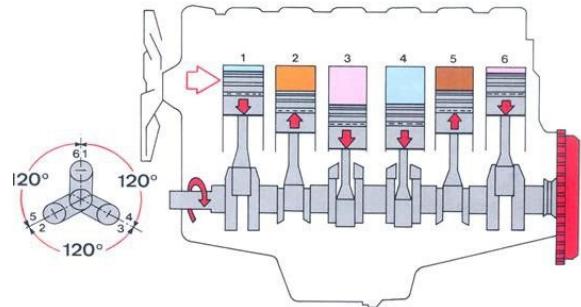
A perfeita coordenação dos êmbolos resulta em rotação continua e uniforme da árvore de manivelas.



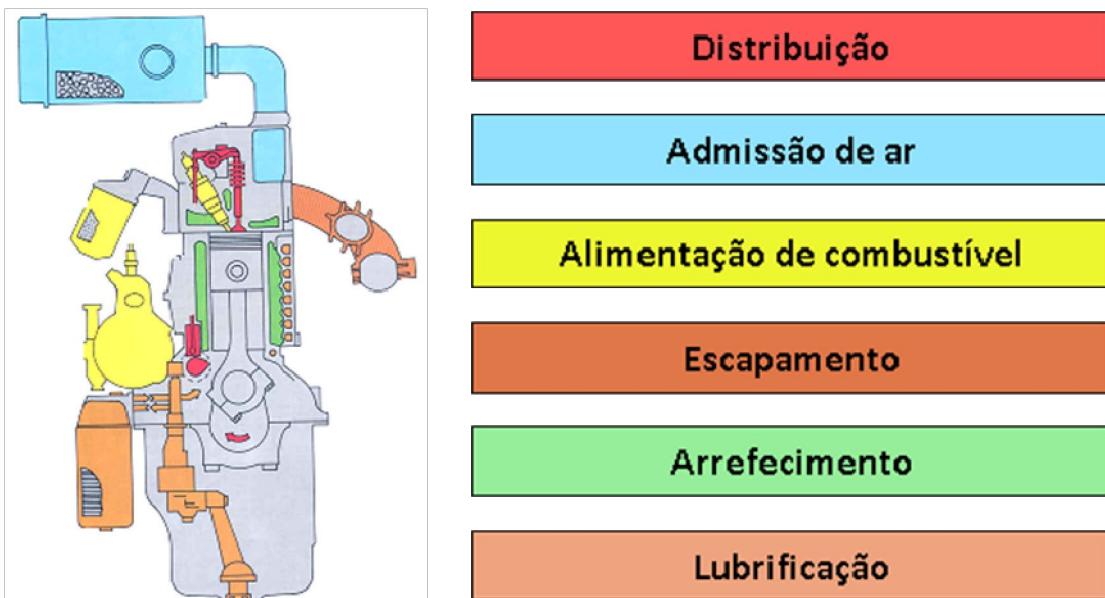
### 3.9 Motor em linha

- Disposição dos Êmbolos
- Comprido e mais pesado
- Torque mais uniforme, devido à sobreposição das sucessivas combustões
- Bom equilíbrio mecânico, reduz as vibrações
- Árvore de manivelas assentada em 4 a 7 apoios, com grande resistência e evitando a flexão

Nesse tipo de árvore de manivelas o ângulo de injeção ocorre a cada  $120^\circ$  em motores de 6 cilindros.

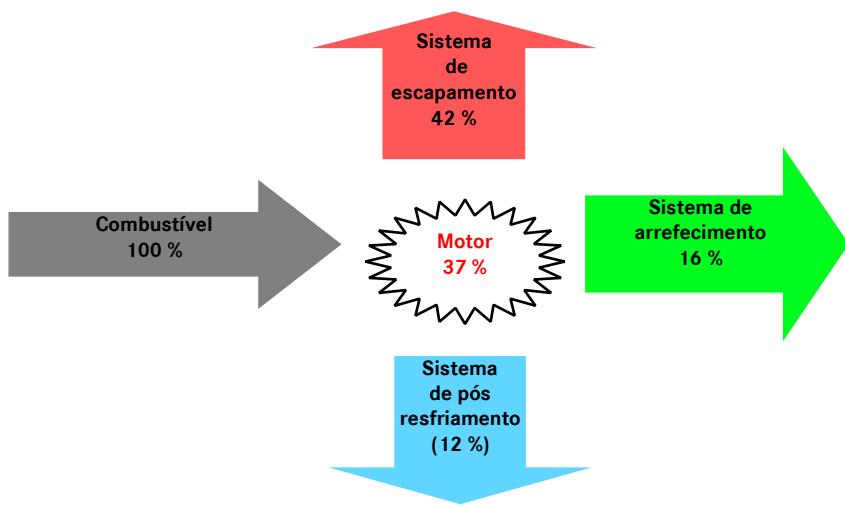


### 3.10 Sistemas do Motor



### 3.11 Distribuição Energética do Motor

Como podemos ver abaixo, de toda a energia produzida pelo combustível somente 37% é aproveitada e o restante é desperdiçado pelo escapamento, sistema de pós-resfriamento e sistema de arrefecimento do motor.



## 4. Motores OM 924 e OM 926 Euro 6

Os motores OM 924 LA e OM 926 LA estão disponíveis nos para Caminhões e Ônibus e suas características principais podem ser:

- Motor Longitudinal de 4 cilindros vertical em linha alimentado com 4 tempos a Diesel
- Bloco do motor fundido com ligas especiais e possui uma configuração que confere grande rigidez e resistência às solicitações térmicas e mecânicas ao qual é submetido.
- Construção compacta do bloco do motor e utilizam as camisas dos cilindros do tipo Secas.
- Cabeçote possui duas de admissão, uma de escapamento, e uma válvula adicional de Top Brake
- Gerenciamento eletrônico do motor e Unidade injetora individual com controle eletrônico,
- Turbo alimentador com válvula Waste Gate e pós resfriador cooler

Em todos os motores da série 900 LA encontramos o exclusivo sistema Top-Brake, que em conjunto com o tradicional freio motor proporcionam grande eficiência de frenagem o que significa menor desgaste dos componentes do sistema de freios do veículo.

### 4.1 Componentes do Motor OM 924 e OM 926 EURO 6

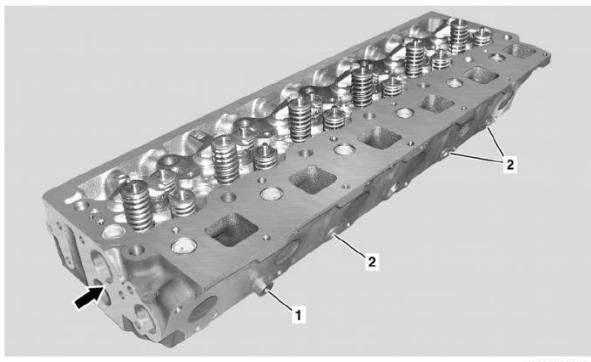
#### Cabeçote do motor

O cabeçote é compacto com 3 válvulas no cabeçote de cada cilindro duas válvulas de admissão e uma válvula de escapamento e 1 válvula adicional com TOP BRAKE o acionamento é realizado por cavalete individual que deslocam as duas válvulas de admissão ao mesmo tempo procedimento igual para válvula de escapamento

Na parte traseira do cabeçote de cilindro, o selo (seta) foi substituído por um flange de saída de líquido de arrefecimento para montagem da válvula solenoide que permite o aquecimento do circuito e do tanque de Arla 32. Na lateral do cabeçote de cilindro, as tampas foram parcialmente substituídas por luvas rosqueadas (1).

O suporte da dosadora de Arla 32 está fixado nessas luvas rosqueadas (1). Os outros orifícios nas laterais do cabeçote de cilindro foram vedados por plugues rosqueados (2).

Os cabeçotes de cilindro nos motores OM 924 e OM926 foram convertidos para ferro fundido para ter maior resistência às maiores pressões de ignição.

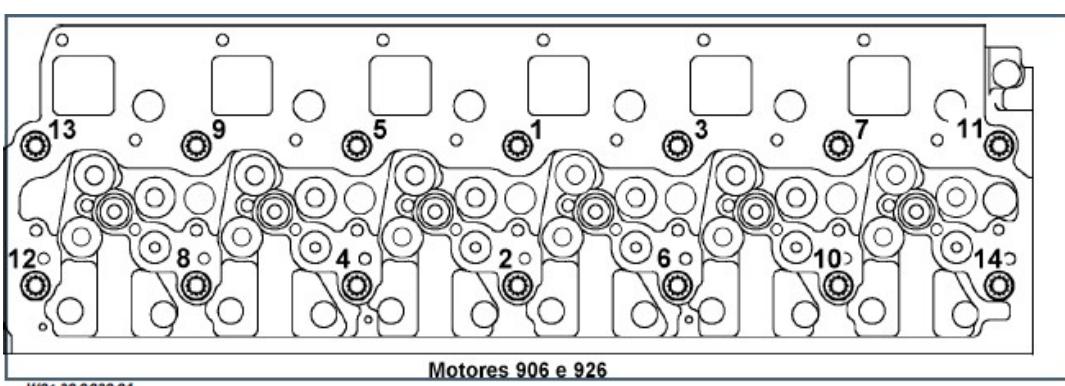
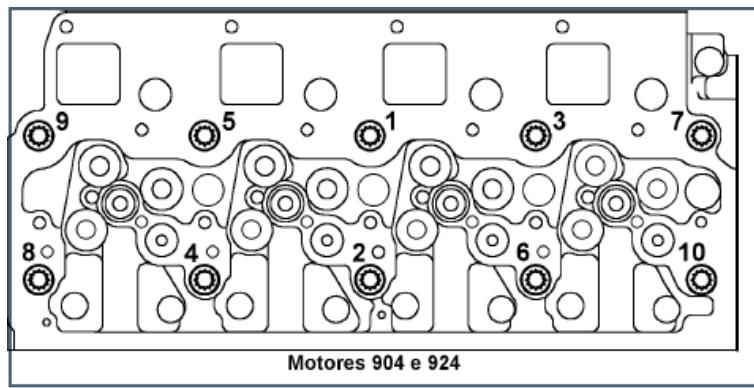
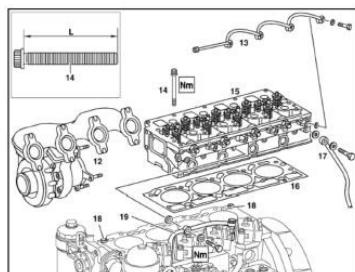


W01.30-1080-75



Para soltar os parafusos do cabeçote seguir a sequência contraria do aperto e utilizar parafusos novos e usados no mesmo cabeçote

Ao instalar os parafusos do cabeçote olear a face de encosto e a rosca dos mesmos com óleo de motor e apertar os parafusos seguindo a sequência conforme a figura e tabela abaixo



#### Procedimentos

- Para soltar os parafusos do cabeçote seguir a sequência contraria do aperto
- Não utilizar parafusos novos e usados no mesmo cabeçote
- Ao instalar os parafusos do cabeçote olear a face de encosto e a rosca dos mesmos com óleo de motor
- Apertar os parafusos seguindo a sequência conforme a figura e tabela abaixo

## 4.1 Componentes do Motor OM 924 e OM 926 EURO 6

BA01.30-B-1002-01C	Parafuso do cabeçote	Motor 924 e 926
	1° Etapa de aperto	20 Nm
	2° Etapa de aperto	70 Nm
	3° Etapa de aperto	170 Nm
	4° Etapa de aperto	280 Nm
	5° Etapa de aperto	90 ° graus
	6° Etapa de aperto	90 ° graus

## Conicidade do Cabeçote

Confira o achatamento da superfície de vedação do cabeçote de cilindro por meio de uma inspeção visual.

Na área das linhas, coloque uma régua sobre os orifícios de líquido de arrefecimento (WZ), na superfície de vedação do cabeçote de cilindro. Verifique o achatamento da área de vedação em X, somente na face. Conforme figura ao lado:



W01.30-1043-81

Se houver uma folga sob a régua na superfície de vedação do cabeçote de cilindro, a superfície de vedação do cabeçote de cilindro deve ser retificada ou o cabeçote de cilindro deve ser substituído.

Durante a retífica, as seguintes observações devem ser seguidas:

Somente execute a retífica de superfície se um desvio não permitível no achatamento foi medido na direção longitudinal

A remoção de material do cabeçote de cilindro não deve ultrapassar a altura global permitível do cabeçote de cilindro, “altura mínima”.

Somente retifique a superfície de vedação de cabeçote de cilindro por equipamentos adequados.

-A qualidade da superfície de vedação do cabeçote de cilindro deve ser mantida sempre.



### **Junta do cabeçote**

Na junta de cabeçote de cilindro, os elementos de vedação de elastômero nos seguintes orifícios foram feitos com a dimensão (X):

Lado da pressão de óleo lubrificante

Retorno de óleo lubrificante

Suprimento de líquido de arrefecimento

Retorno de líquido de arrefecimento

A vedação entre o cabeçote de cilindro e o bloco do motor foi aperfeiçoada, com os elastômeros de maior volume na junta de cabeçote.

Além disso, foi vulcanizada na passagem do líquido de arrefecimento WZ uma blindagem contrafogo, isto é uma proteção adicional para o elemento de vedação de elastômero em caso de possíveis vazamentos de gás na junta de cabeçote do cilindro.

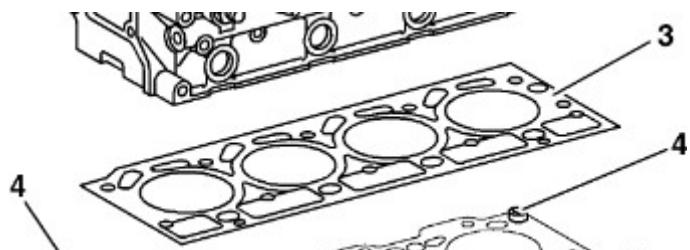
OD - Alimentação de óleo lubrificante sob pressão.

OR - Retorno de óleo lubrificante

WR - Retorno de líquido de arrefecimento

WZ - Alimentação do líquido de arrefecimento

X - Dimensão diâmetro externo do anel de vedação da camisa (4) foi aumentado para melhorar a adaptação da camisa de cilindro (2) no bloco do motor.



A = Líquido de arrefecimento

B = Óleo lubrificante sob pressão.

C = Hastes de comando

D = Parafusos do cabeçote

E = Óleo lubrificante retorno

Maior resistência corrosão, um menor desgaste e maior confiabilidade na instalação da camisa de cilindro junto ao bloco do motor.

Examine as superfícies de contato ao redor dos orifícios do cabeçote de cilindro à procura de microfissuras.

#### 4.1 Componentes do Motor OM 924 e OM 926 EURO 6

Se existirem microfissuras, a altura (H) do cabeçote de cilindro deve ser medida após a remoção de material.

(Somente em cabeçotes sem tratamento térmico por indução)

Se for removido muito material e a medição ficar abaixo do valor mínimo, o cabeçote de cilindro deve ser substituído.

Os parafusos do cabeçote de cilindro devem ser substituídos sempre que estiverem fora do especificado. Lubrifique ligeiramente os parafusos do cabeçote de cilindro na superfície do anel, na rosca e a haste usando óleo lubrificante do motor.

#### Pistões do motor OM 924 e OM 926

Novos êmbolos foram modificados no motor OM 924 e OM 926 para atender aos valores de emissões e alta temperatura de combustão do motor, com isso um novo tratamento foi realizado no topo do pistão.

Para a montagem correta do pistão no motor seguir as recomendações conforme orientações:

Insira o anel de pistão (4) na camisa de cilindro (3) e insira um calibrador de folga, após faça a verificação se a folga está dentro do valor determinado (seta).



---

4.1 Componentes do Motor OM 924 e OM 926 EURO 6

Use somente anéis do motor novos no caso de reparação do motor e observe a posição de instalação a marca "TOP" deve apontar para cima na direção da coroa do pistão.

Após a montagem do pistão no cilindro gire o virabrequim até que o pistão e o anel sejam inseridos no cilindro e analise a posição do anel raspador de óleo no pistão.

Se necessário, segure a camisa de cilindro (3).

Instalação do pistão na camisa de cilindro

Lubrifique ligeiramente os pistões e os anéis de pistão com óleo de motor.

Gire a extremidade do anel raspador de óleo de modo que ele aponte para o lado curto da extremidade maior da biela.

Lubrifique ligeiramente o interior do conjunto da luva e o anel de retenção com óleo lubrificante, coloque-o sobre os anéis de pistão e os pistões e prenda-os com um parafuso recartilhado. O anel de retenção do conjunto da luva deve apontar na direção da biela. A alça do conjunto da luva deve apontar para o lado curto da extremidade maior da biela.

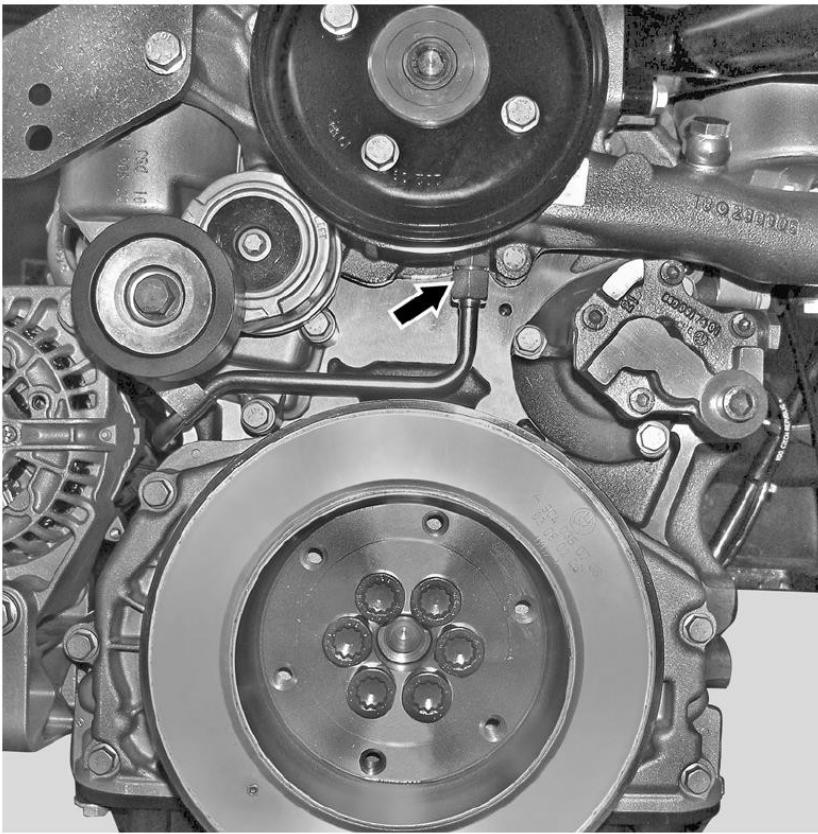
Insira a biela e o pistão na camisa de cilindro até que o anel de retenção do conjunto da luva se assente no corte do anel raspador de óleo e o conjunto da luva esteja na camisa de cilindro. Se necessário, gire o virabrequim.

Pressione o pistão par dentro da camisa de cilindro e retire o conjunto de luva.

É necessária nova cinta de compressão do pistão:

### **Bomba de Líquido de arrefecimento**

Um adaptador rosqueado para conexão da linha de retorno do circuito de líquido de arrefecimento utilizado para o aquecimento do circuito e tanque de Arla 32 é aparafusada na parte inferior da bomba de líquido de arrefecimento.

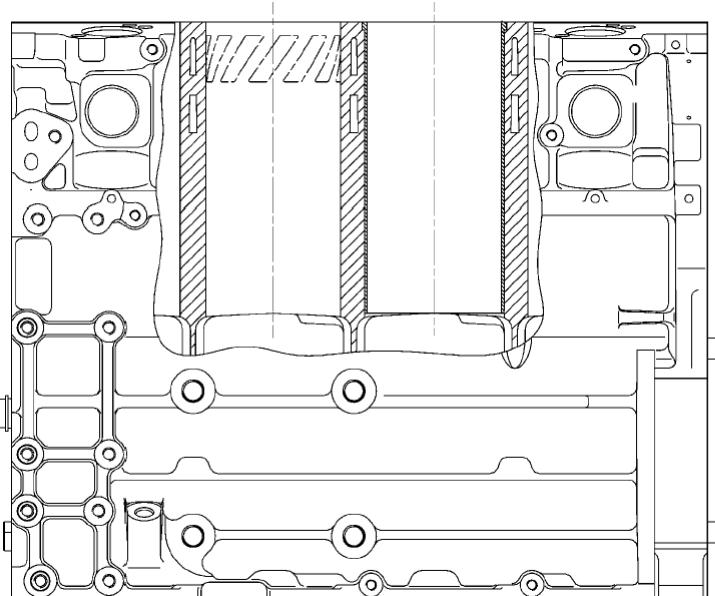


W20.10-1041-82

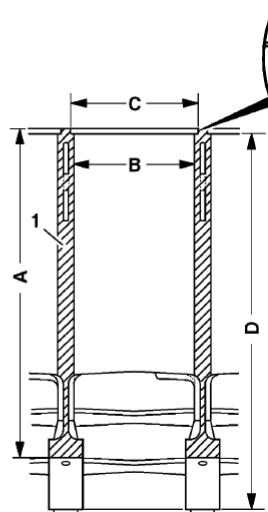
### Camisa de cilindro

O controle dimensional da projeção da camisa de cilindro interfere diretamente na compressão do motor, assim a medição da projeção da camisa de cilindro no bloco motor é muito importante e muito simples.

As camisas de cilindro podem ser substituídas em caso de reparo. Para isso, o bloco do motor deve ser redimensionado para posicionar as novas camisas de cilindro.

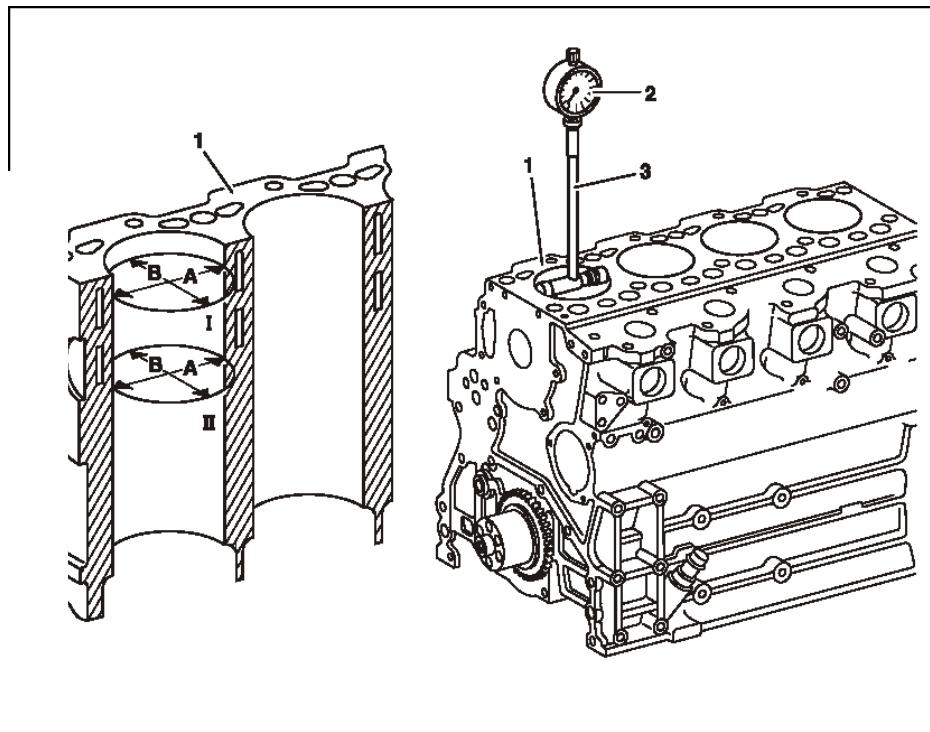


N01.40-2032-11



## 4.1 Componentes do Motor OM 924 e OM 926 EURO 6

BE01.40-B-1001-02C	Ovalização e conicidade no cilindro/desvio do percurso do cilindro (encamisado e não encamisado)	Motor 924 e 926 Euro 6
Condição	Valores máximo admissível	Valores
Normal	Tolerância A	0,012 mm



W01.40-0034-06

Em um motor, foi verificado o desgaste excessivo dos cilindros. Assumindo a dimensão básica, foram determinados os seguintes resultados de medições e transferidos para a tabela.

A tabela

Abaixo informa os valores de do diâmetro interno do cilindro

BE01.40-B-1001-02C		Motor 924 e 926 Euro 6
Condição	Valores e variantes de Tolerância	Valores
Normal	Tolerância A	105,985...105,991
Normal	Tolerância B	105,992...106,00
Normal	Tolerância C	106,009...106,015

BE01.40-B-1001-02C	Diâmetro interno do cilindro, acabamento	Motor 924 e 926 Euro 6
Condição	Valores e variantes de Tolerância	Valores
Reparo I	Tolerância A	106,285...106,291

## 4.1 Componentes do Motor OM 924 e OM 926 EURO 6

Reparo I	Tolerância B	106,292...106,308
Reparo I	Tolerância C	106,309...106,315
BE01.40-B-1001-02C	Diâmetro interno do cilindro, acabamento	Motor 924 e 926 Euro 6
Condição	Valores e variantes de Tolerância	Valores

Reparo II	Tolerância A	106,585...106,591
Reparo II	Tolerância B	106,592...106,608
Reparo II	Tolerância C	106,609...106,615

BE01.40-B-1001-02C	Diâmetro interno do cilindro, acabamento	Motor 924 e 926 Euro 6
Condição	Valores e variantes de Tolerância	Valores
Reparo III	Tolerância A	106,885...106,891
Reparo III	Tolerância B	106,892...106,908
Reparo III	Tolerância C	106,909...106,915

Superfície cinza fosca, padrão bruni mento visível, cilindro seco, sem resíduos de óleo, sem áreas brilhantes ou áreas que refletem o bruni mento. Não deve haver marcas de queimadura ou raias nos cilindros ou camisas.

Pequenos riscos individuais, não são críticos.

O padrão de bruni mento é mais ou menos reconhecível de maneira clara no cilindro. Em diversos pontos do anel de pistão, o padrão de bruni mento pode estar parcialmente erodido.

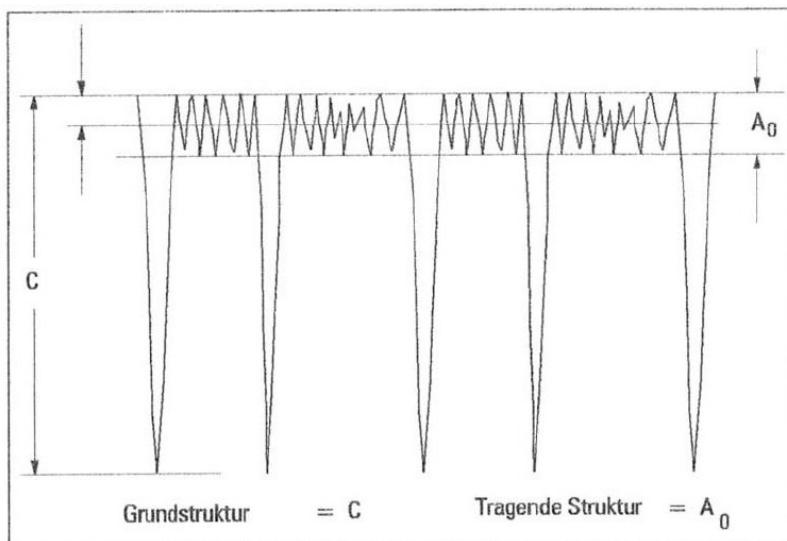
A camisa de cilindro ou o bloco do motor podem ser usados novamente.

O perfil em faixa (setas) na parte superior do cilindro surge devido ao endurecimento por indução na produção do bloco do motor e isso é uma condição normal.

Quanto maior a vida útil do motor, menos visível se torna o padrão de faixas.



## Brunimento da camisa



GT01\_10\_0013\_C11

### Vantagens:

- Redução no consumo de óleo
- Maiores capacidades de vedação
- Aperfeiçoamento nas características de funcionamento
- Redução da perda de potência por atrito

Pré-brunimento, bruni mento intermediário (bruni mento básico da estrutura) e bruni-mento sobreposto.

Na primeira fase de trabalho, ou pré- bruni mento, as flutuações de qualidade de mandrilagem são niveladas.

De consistente deve ser estipulada para o bruni mento da estrutura básica.

Na segunda fase de trabalho, uma forma adicional do aperfeiçoamento do cilindro é obtida, que gera a estrutura básica C.

Na terceira fase de trabalho, também conhecida como bruni mento de platô, os picos de superfície e a estrutura básica C são desgastados em alguns segundos e os pequenos platôs, é formada a estrutura A0, com pequenas diferenças de altura entre pico e vale alta porcentagem de área de contato.

O desgaste de material depende da pré-usinagem, geralmente varia entre 0,04 e 0,1 mm.

#### 4.1 Componentes do Motor OM 924 e OM 926 EURO 6

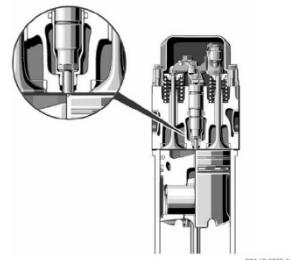
##### Bicos Injetores

Os bicos injetores dos motores OM 924 e OM 926 LA equipados

Com uma luva térmica de proteção desde o início de sua

Produção e o anel da luva térmica de proteção também atua

Como luva térmica de vedação.



Para assegurar a vedação perfeita, a luva térmica de proteção deve ser substituída sempre que o conjunto de suporte do bico injetor for removido, da mesma forma que os anéis Oring de vedação.

A luva térmica de proteção do bico injetor já foi modificada, ela é mais curta que a anterior.

Somente está luva térmica de proteção modificada (mais curta) pode ser instalada em reparos.

Para evitar danos, deve ser usada uma nova ferramenta de montagem, com número de peça 906 589 03 63 00 na instalação

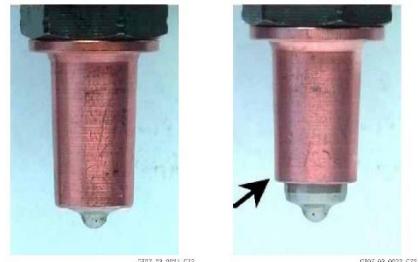
##### 3.9 Bicos Injetores

A nova ferramenta de montagem consiste nas luvas de montagem anteriores e na nova luva de montagem (plástico preto); ela substitui a ferramenta de montagem anterior, de número de peça 906 589 00 63 00. A nova luva de montagem também pode ser usada em todos os motores.

A nova luva de pressão, ferramenta nº 906 589 03 63 01, também pode ser solicitada como peça separada ou usada em conjunto com a bucha fêmea da atual ferramenta de montagem.

A luva térmica de proteção e vedação do bico injetor nos motores acima foi modificada.

A luva térmica de proteção e vedação modificada reduziu sua dimensão, de 19,4 mm para 17,4 mm.



## 5. Motores OM 460 LA EURO 6

Os motores OM 460 LA estão disponíveis nos caminhões e ônibus e suas características principais podem ser:

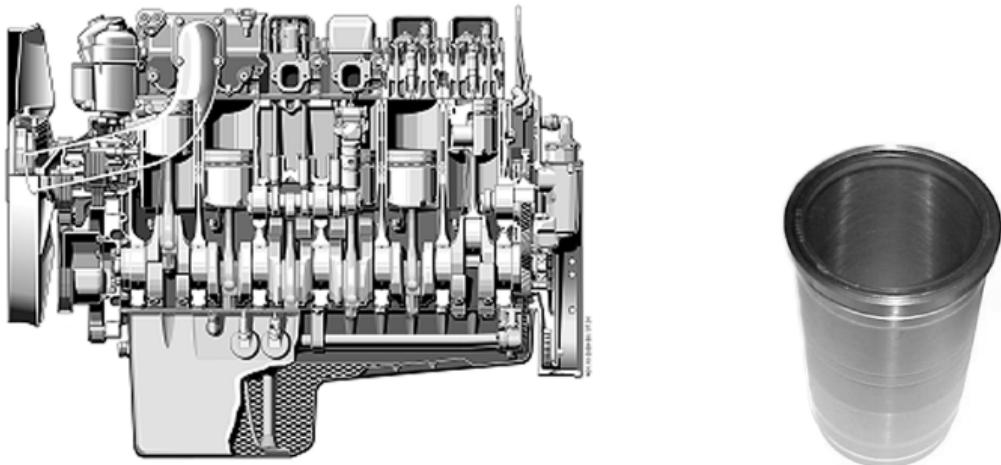
- O bloco do Motor OM 460 LA Euro 6 é fundido com ligas especiais e possui uma configuração que confere grande rigidez e resistência às solicitações térmicas e mecânicas ao qual é submetido.
- Construção compacta do bloco dos Motor OM460 LA Euro 6 que utilizam as camisas nos cilindros do tipo úmidas.
- Os cabeçotes são individuais e possuem duas válvulas de admissão e duas válvulas de escapamento, apesar das quatro válvulas por cilindro.
- Em todos os Motores OM 460 LA Euro 6 encontramos o exclusivo sistema Top-Brake, que em conjunto com o tradicional freio Motor e proporcionam grande eficiência de frenagem o que significa menor desgaste dos componentes do sistema de freios do veículo
- Gerenciamento eletrônico do motor e Unidade injetora individual com controle eletrônico,
- Turbo alimentador com válvula Waste Gate e pós resfriador cooler

### 5.1 Componentes do Motor OM 460 LA Euro 6

#### Bloco do Motor

O bloco do Motor do OM 460 LA Euro 6 é fundido com ligas especiais e possui uma configuração que confere grande rigidez e resistência às solicitações térmicas e mecânicas ao qual é submetido.

Construção compacta do bloco dos Motor utilizam as camisas nos cilindros do tipo úmidas.



#### Cabeçote do Motor

Os cabeçotes são individuais e possuem duas válvulas de admissão e duas válvulas de escapamento, apesar das quatro válvulas por cilindro o funcionamento das mesmas é muito simples, pois utilizam um cavalete que deslocam as duas válvulas do mesmo tipo por igual.

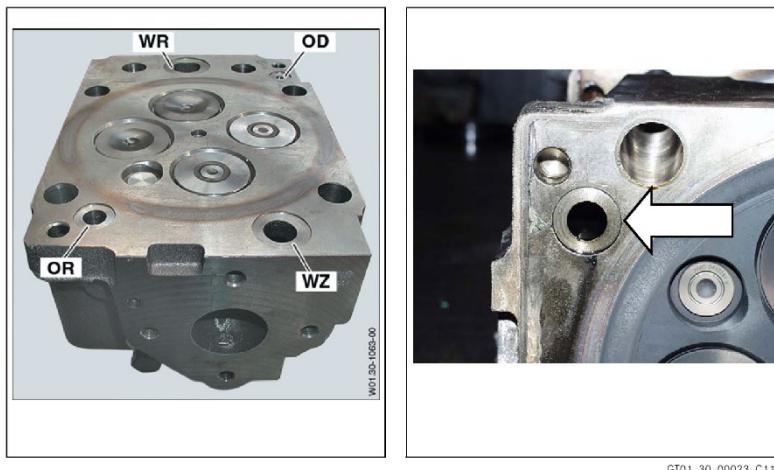
## 5.1 Componentes do Motor OM 460 LA Euro 6

Em todos os Motores OM 460 LA Euro 6 encontramos o exclusivo sistema Top-Brake, que em conjunto com o tradicional freio Motor e proporcionam grande eficiência de frenagem o que significa menor desgaste dos componentes do sistema de freios do veículo

Os Motores OM 460 LA possuem um cabeçote de cilindro modificado e dessa forma, uma nova junta de cabeçote de cilindro com elastômero de maior volume e espessura.

Foram feitos os seguintes orifícios na base do cabeçote do cilindro com superfícies escareadas com profundidade de 1,0 mm:

- Lado da pressão de óleo lubrificante (OD)
- Retorno de óleo lubrificante (OR)
- Suprimento de líquido de arrefecimento (WZ)
- Retorno de líquido de arrefecimento (WR)

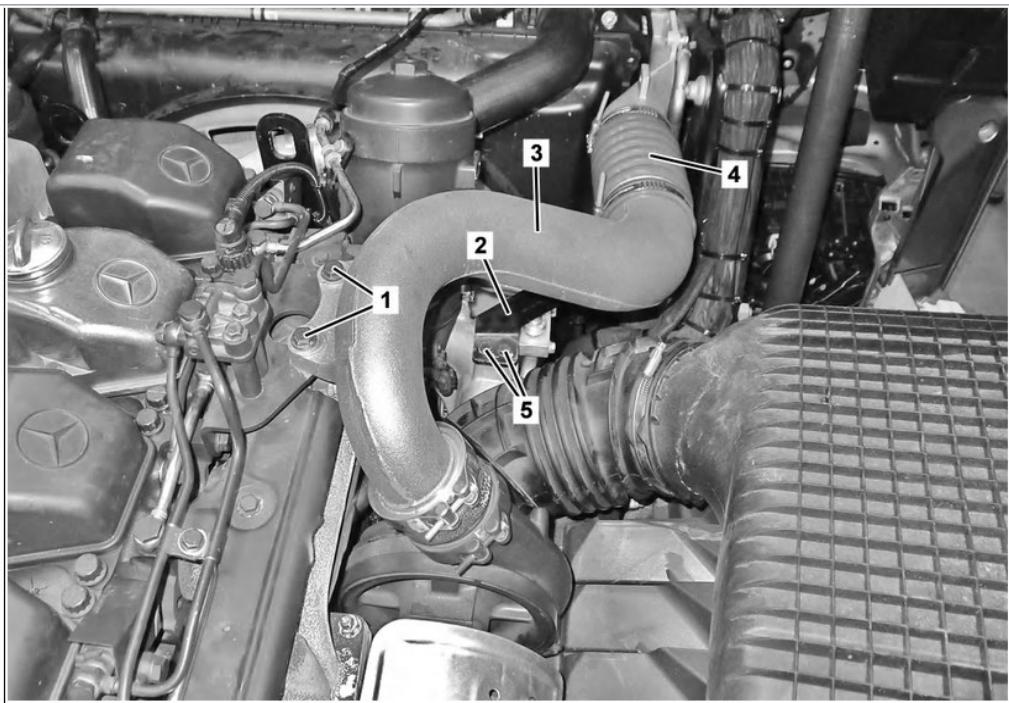


### Turbo Alimentador de Ar

A turbina tem a função de aumentar o volume e pressurizar o ar favorecendo a homogeneidade da mistura, devido à forte agitação provocada pela pressão e velocidade do ar no cilindro melhorando o rendimento da combustão do motor.



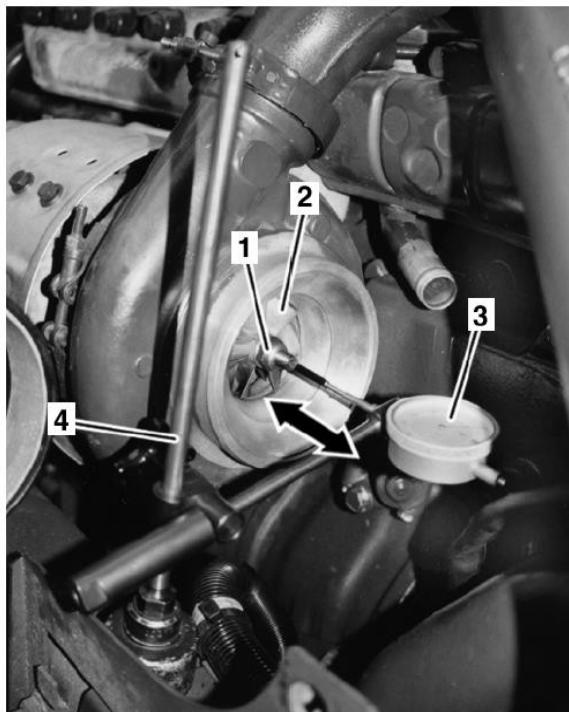
## 5.1 Componentes do Motor OM 460 LA Euro 6



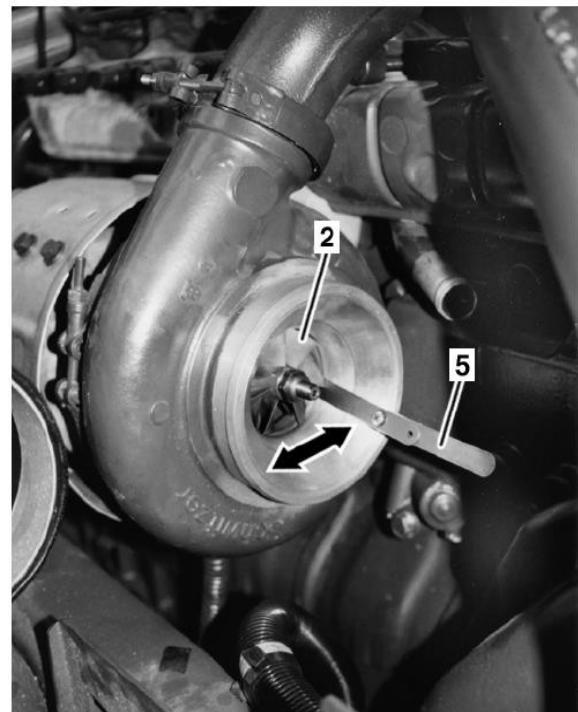
O ar admitido pelo filtro de ar é direcionado ao turbo compressor e o ar pressurizado se direciona aos pós resfriador de ar (Cooler) através dos condutores, mangueiras e coletores.

Sensores de Pressão e de Temperatura monitoram o Ar para otimizar a combustão no motor. A falha neste sensor pode ser visualizada no Star Diagnoses ou no Painel de Instrumentos através do Código da Falha.

O circuito de alimentação conta com o Radiador de Ar (cooler) no qual sua função é abaixar a temperatura do Ar proveniente da turbina para melhor aproveitamento da combustão do Motor.



W09.40-1042-02

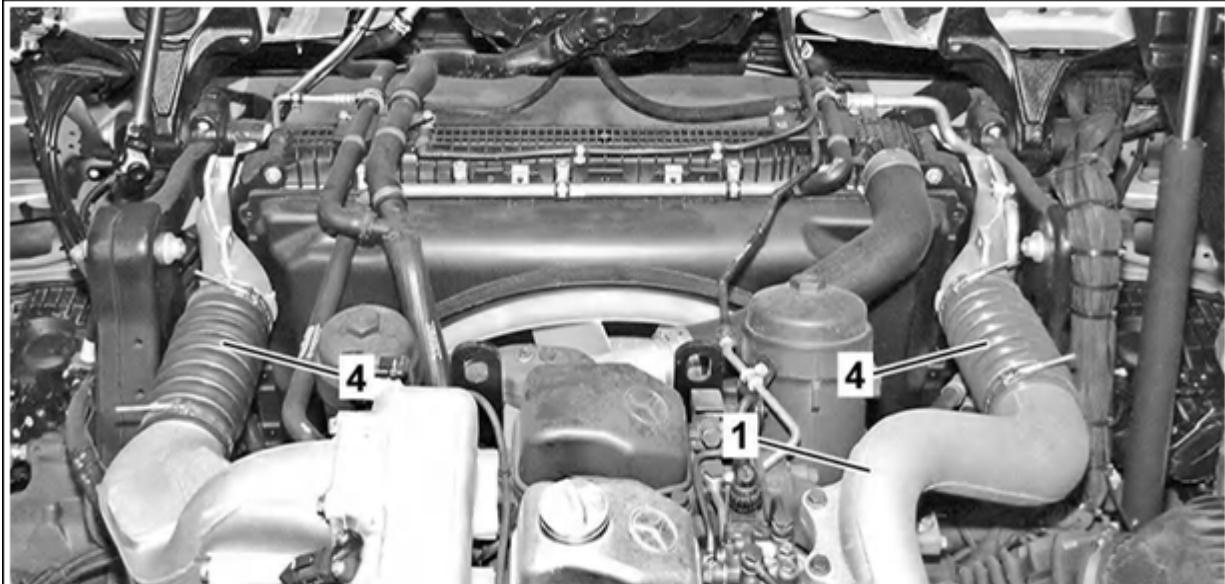


W09.40-1043-02

## 5.1 Componentes do Motor OM 460 LA Euro 6

A turbina trabalha com pressão de ar e necessita de óleo do Motor serve para o resfriamento e lubrificação dos componentes, no entanto valores de medição Axial e Radial podem ser verificados de acordo com o procedimento de manutenção

Teste de estanqueidade e comprovação das mangueiras do radiador comprovam o funcionamento ideal do turbo compressor



## Legenda

- 1 – Tubulação de Ar de Alimentação
- 2 – Tubulação de Ar de Sobre Alimentação

Fatores importantes para diagnóstico:

- Radiador limpo e desobstruído
- Apertos das Mangueiras de Entrada e Saída do Radiador
- Pressão de Ar nas Mangueiras e Coletores
- Teste de Estanqueidade



## Alimentação de Ar

Dica: A mangueira vermelha circula Pressão Quente e pode apresentar vazamentos devido à pressão e temperatura elevada, a mangueira preta circula Pressão Fria e pode encolher se faltar pressão.

**Sensor de Pressão e Sobre Alimentação de Ar**

O sensor de pressão e de temperatura do ar de sobre alimentação no tubo de ar de sobre alimentação (B111) se encontra no tubo de ar de sobre alimentação no lado esquerdo do Motor.

Através do sensor de pressão e temperatura do ar de sobre alimentação no tubo de ar de sobre alimentação (B11) o módulo de comando do gerenciamento do Motor (MCM) (A4) apura a pressão atmosférica e a temperatura do ar de combustão aspirado ou sobrealimentado.



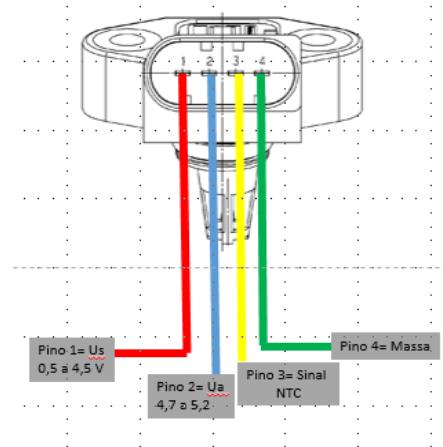
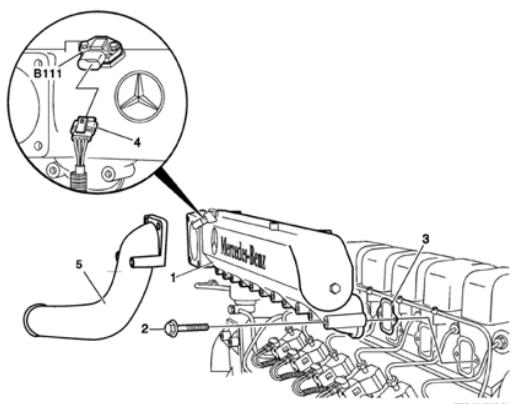
## 5.1 Componentes do Motor OM 460 LA Euro 6

Na ponta do sensor de pressão e de temperatura do ar de sobre alimentação no tubo de ar de sobre alimentação (B608) encontra se uma resistência NTC.

NTC é a abreviação para coeficiente negativo de temperatura ("Negative Temperatura Coeficiente") e significa que a resistência elétrica se reduz com a elevação da temperatura.

O ar que flui pelo sensor influencia o comportamento do sensor dependendo da sua temperatura o elemento de medição na ponta do sensor registra o valor da resistência elétrica, então o módulo de comando do gerenciamento do Motor MCM deriva a temperatura correspondente por meio da resistência elétrica.

A pressão correspondente para diagnóstico do Motor OM 460 LA Euro 6 em marcha lenta deve ser de aproximadamente 0,9mbar Psa.

**Legenda**

- 1 – Coletor de Admissão
- 2 – Parafusos
- 3 – Junta
- 4 – Conector
- 5 – Tubo coletor
- B111 - Sensor de Sobre alimentação

**Círcuito de Alimentação de Ar (O2)**

A baixa pressão de turbina devido a fugas de ar ou folgas excessivas no eixo rotor pode apresentar falhas nos cilindros ou baixo rendimento de potência do Motor.

As mangueiras de alimentação de ar e pressão ar no radiador podem indicar um diagnóstico visual se apresentar deformações.

O sensor de pressão atmosférica no coletor de escape deve sempre ter como referência o valor encontrado da atmosfera local no momento da leitura.

TT\_47\_00\_031016\_FA

**Círcuito de alimentação de combustível**

Os Motores OM 460 LA Euro 6 com gerenciamento eletrônico visam sobretudo alcançar níveis menores de emissão de poluentes, atendendo às leis de nacionais e internacionais de preservação ambiental, mecânica mais simples, aliando os benefícios da nova tecnologia de controle de injeção com redução de custos.



## 5.1 Componentes do Motor OM 460 LA Euro 6

Os Motores com gerenciamento eletrônico funcionam com um sistema de alimentação de combustível controlado eletronicamente o mecanismo básico é conhecido como sistema BOMBA – TUBO – BICO e consiste numa unidade injetora por cilindro, interligada ao bico injetor através de uma pequena tubulação de alta pressão.

Os elementos alojados na unidade injetora são:

- Injetor
- Câmaras de pressão
- Descarga de combustível
- Válvula de controle de vazão
- Eletroímã de acionamento

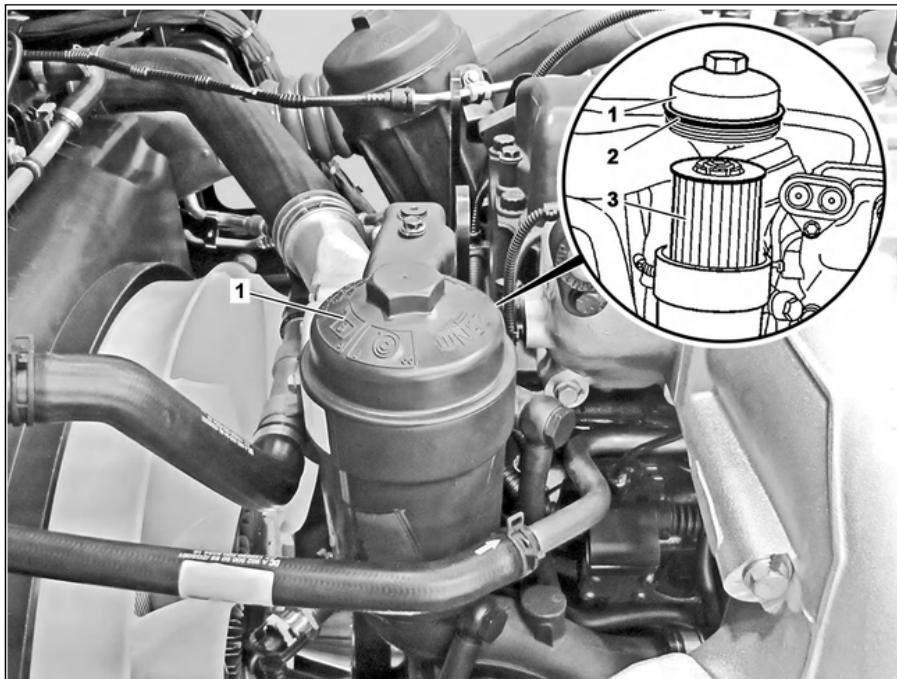
Estes são responsáveis pelo aumento da pressão e controle do volume de injeção de combustível que é conduzido ao bico e distribuído, de forma atomizada, na câmara de combustão.

#### **Carcaça do filtro de combustível do Motor**

Os componentes da carcaça do filtro de combustível são responsáveis para manter a pressão de combustível, além de filtrar e direcionar o fluxo aos dutos de galeria do motor alimentando seus componentes conforme a representação gráfica do circuito de combustível.

Os seguintes componentes estão disponíveis na carcaça do motor.

- 1 – Válvula de drenagem do filtro de combustível
- 2 – Ventilação permanente



#### **Legenda**

- 1 – Tampa Roscada
- 2 – Anel de Vedação
- 3 – Elemento Filtrante





## Sangria do Circuito de Combustível

Aplicar força no sangrador da bomba de sangria até gerar pressão no circuito de combustível.

Dar partida no Motor e deixar em funcionamento por aproximadamente 1 min, o sistema de combustível sangra automaticamente as bolhas de ar.

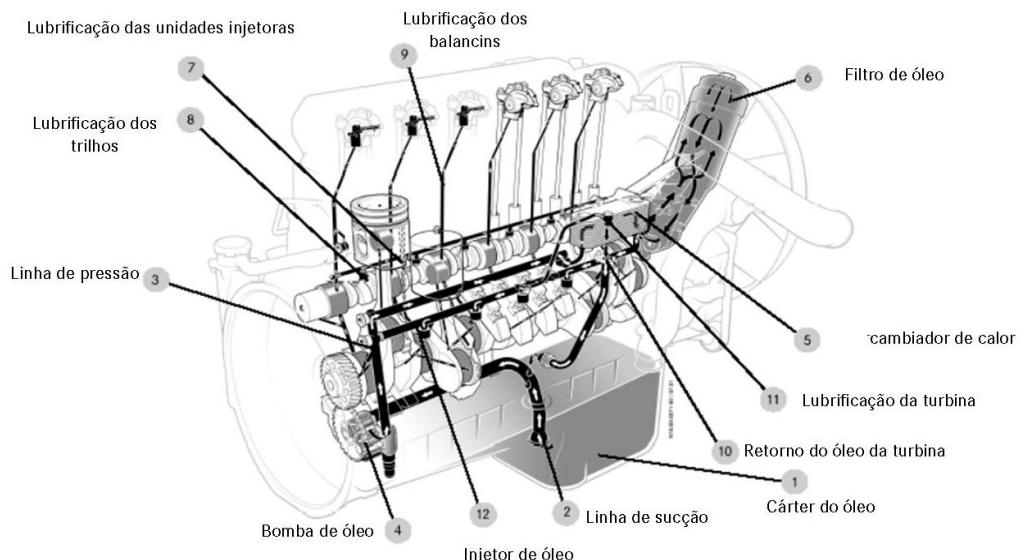
Verificar a estanqueidade do circuito e da caneca de filtro de combustível após o funcionamento.

## Círculo de Lubrificação Motor

As peças móveis dos Motores são submetidas a atrito e geram calor necessitando continuamente de lubrificação entre as superfícies de contato.

A primeira função desse óleo é lubrificar os componentes, em seguida dissipar o calor, vedar, limpar, remover as partículas geradas por desgaste em locais de atrito, mantendo a limpeza e troca de calor eficientes.

Em função das exigências dos óleos lubrificantes bem como seu incremento determina-se o período de troca, cada vez mais é utilizado óleos sintéticos ou semissintéticos e de aditivos.



## Importante

O recipiente do filtro de óleo do Motor possui válvulas de alívio da pressão, escoamento e by pass para lubrificar com intensidade a pressão e o volume de ar.

Canais de óleo obstruídos no motor podem além de danificar o sistema são antes alertados via painel de instrumentos com pop-ups de alerta.

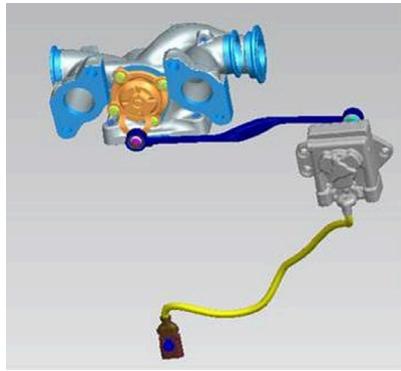
TT\_47\_00\_031016\_FA



## 6. Freios Auxiliares Inteligentes

Nos motores Euro 6 foi desenvolvido um novo gerenciamento eletrônico para acionamento das válvulas de controle do Freio Motor em conjunto com o Top Brake, este novo controle é monitorado agora pelo módulo de comando do Motor MCM,

A válvula de controle inteligente EGF Y621 localizado no coletor de saída dos gases de escape provoca a recirculação de gases do escape para a atmosfera e atua controlando a variação de abertura em ângulos da abertura da borboleta (flap) pelo módulo de comando MCM e com isso o atuador Y621 foi adicionado ao sistema de escape para monitorar a eficiência de frenagem do veículo.



Aumentando assim a eficiência e a agilidade no controle de frenagem do veículo devido ao novo gerenciamento eletrônico dos Motores Euro 6.

O “flap” da válvula do freio motor pneumático tradicional usado para frenagem do motor foi substituído por um atuador remoto inteligente (controlador eletrônico de posição)

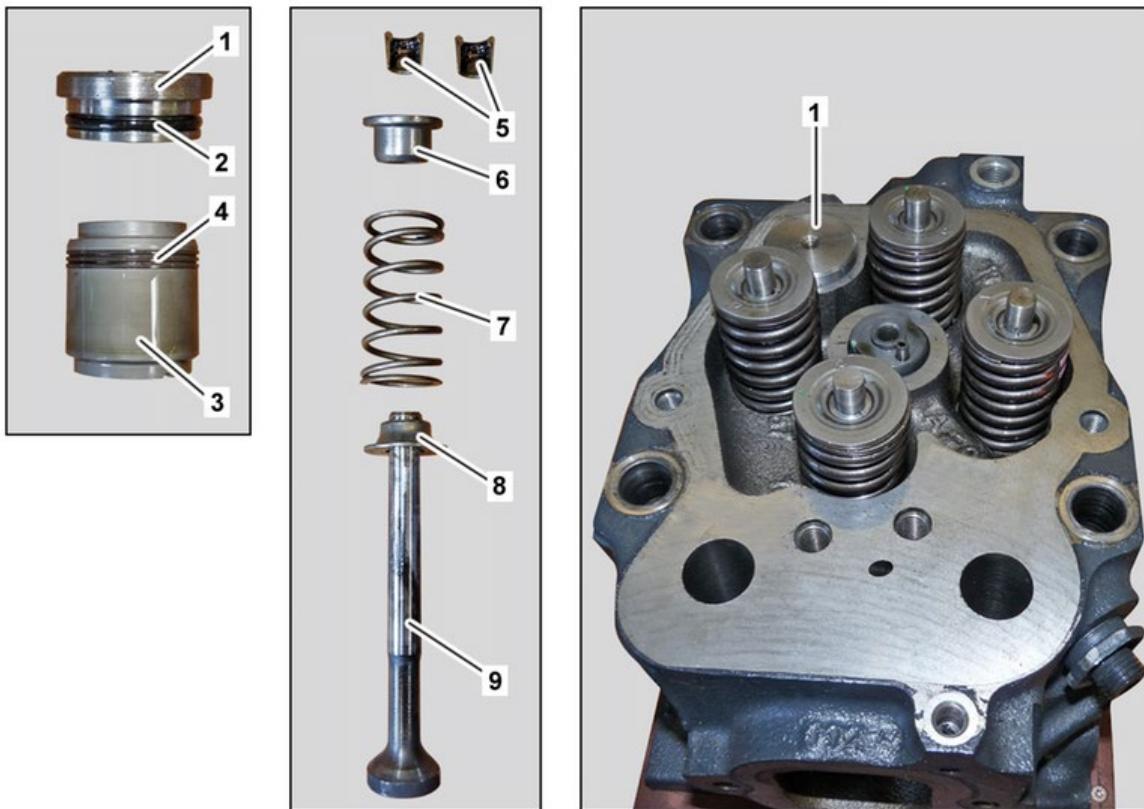


Nos motores Euro 6 foi desenvolvido um novo gerenciamento eletrônico para os atuadores dos flaps e das válvulas Top Brake, realizado agora com a integração da rede CAN dos módulos de comando do Motor MCM, do Veículo CPC e da Transmissão TCM.

## 6.1 Válvula do Estrangulador constante

O sistema de freio Motor é do tipo borboleta de pressão dinâmica, montado no sistema de escapamento. Quando a borboleta do freio motor se fecha, gera uma contrapressão no sistema de escapamento contra a qual os êmbolos têm que efetuar o trabalho de exaustão no 4º. tempo do motor resultando na frenagem do Motor atuando com parceria da válvula TOP Brake.

Durante os ciclos de funcionamento do Motor de 4 tempos, o ar expulso do cilindro é comprimido no coletor de escape estando a borboleta na posição fechada, assim o ar deverá vencer a resistência do cilindro o que provoca desaceleração do veículo.



No motor OM 460 LA Euro 6 que trabalha pelo princípio de quatro tempos, durante o tempo de compressão a pressão de compressão do motor se alivia por meio de uma válvula adicional montada no cabeçote, como consequência se reduz o trabalho de descompressão no tempo de expansão (trabalho), deste modo o êmbolo não se acelera em seu movimento descendente.

Basicamente a diferença entre a borboleta de escape e o estrangulador constante é que estas atuam durante o tempo de Compressão/Escape.

Com o freio Motor aplicado, os estranguladores constantes no cabeçote estão abertos e a borboleta no sistema de escapamento atua em ângulos de fechamento sendo monitorada eletronicamente pela válvula EGF de acordo com as informações eletrônicas do modulo do motor.

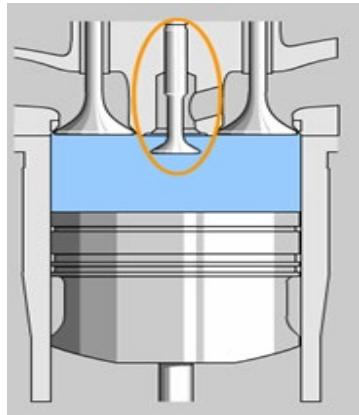
No 2º tempo do Motor (compressão), durante o rápido movimento ascendente dos êmbolos, a quantidade de ar expelida através dos estranguladores existentes no coletor de escapamento é pequena, de forma que a compressão desejada não é comprometida significativamente. Somente uma fração de ar comprimido é expelida através dos estranguladores constantes.

No início do 3º tempo (expansão) é o responsável pela considerável redução na pressão atuante sobre os êmbolos, com consequente redução de trabalho de expansão.

### 6.1 Válvula do Estrangulador constante

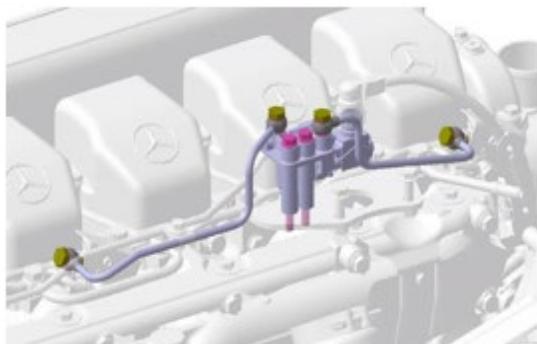
Os Motores equipados com freio Motor e Top Brake com a expansão do ar consideravelmente reduzida a diferença entre os trabalhos de compressão e de expansão é muito maior, resultando em um ganho significativo de potência de frenagem do Motor.

Assim, a elevada potência de frenagem do freio Motor com Top Brake é consequência da resistência pneumática encontrada pelos êmbolos durante os tempos de compressão e escapamento do Motor.



Nos motores OM 460 LA Euro 6 foi desenvolvido um novo gerenciamento das válvulas de Top Brake, realizado agora com o módulo de comando do Motor MCM.

Como podemos observar na figura a cada conjunto de 3 cilindros temos uma válvula de descarga que por sua vez também auxilia no gerenciamento da troca de marchas do veículo quando utilizado câmbios automatizados aumentando a eficiência e a agilidade no controle do gerenciamento do Motor.



#### Válvula Top Brake



A válvula adicional do Top Brake deve ser inspecionada nas manutenções do Motor e se caso o Motor apresentar falhas nos cilindros ou baixo rendimento de potência do Motor

Caso a válvula do Top Brake apresente deficiência na vedação do cabeçote o Motor pode sofrer variação na taxa de compressão.

TT\_47\_00\_031016\_FA

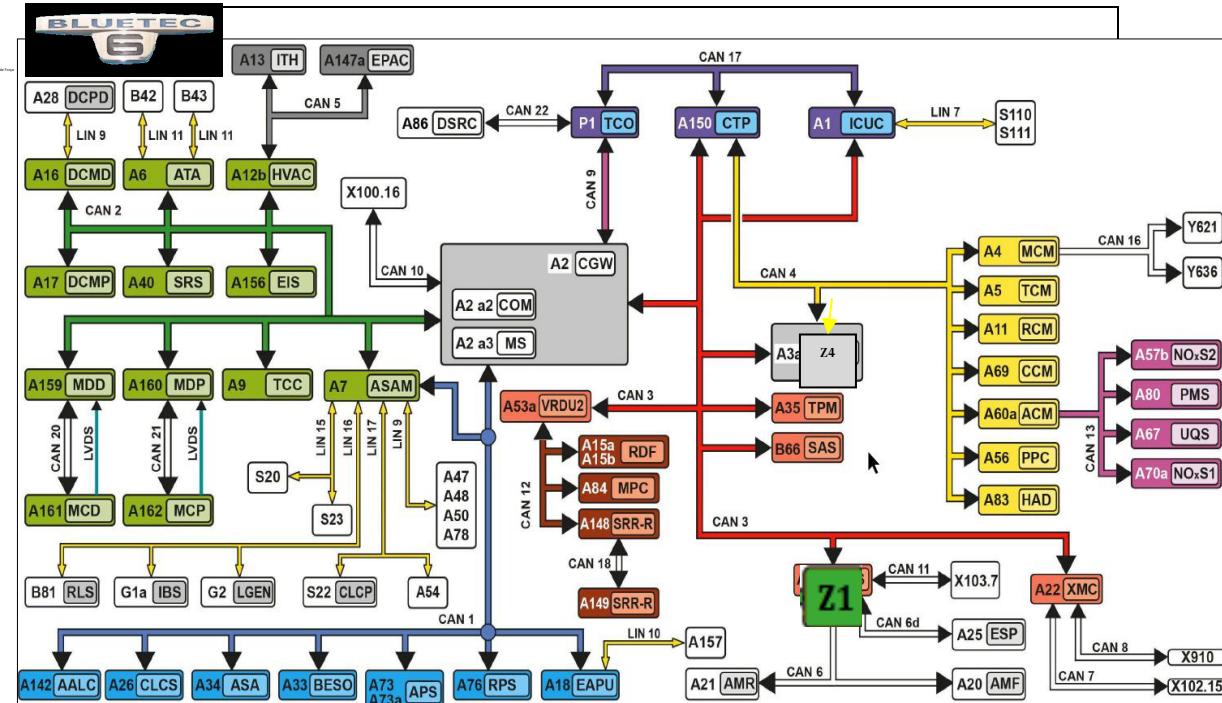
Como podemos observar na figura a cada conjunto de 3 cilindros temos uma válvula de descarga. Que por sua vez também auxilia no gerenciamento da troca de marchas do câmbio automatizado.



## 7. Rede de Bordo

### 7.1 Arquitetura Eletrônica

A arquitetura eletrônica para ônibus EURO 6 contém os módulos de controle atuando com o sistema CAN\_BUS o objetivo é trocar informações de modo mais rápido e confiável através de poucos cabos. As informações dos sistemas de barramento BUS ocorre de modo bidirecional, ou seja, cada modulo de comando trabalha como emissor e como receptor conforme o diagrama abaixo.



Legenda

Código	Descrição	Código	Descrição
<b>A1</b>	Modulo de Comando ICUC	<b>A57b</b>	Eletrônica NOX, Saída do sensor de unidade de pós tratamento dos gases de escape
<b>A2</b>	Modulo de Comando gateway central CGW	<b>A67</b>	Aparelho dosador do Arla 32
<b>A2 a2</b>	Modulo de controle do sistema de manutenção COM	<b>A70</b>	Eletrônica NOX, entrada do sensor de unidade de pós tratamento dos gases de escape
<b>A2 a3</b>	Modulo de controle do sistema de manutenção MS	<b>A80</b>	Modulo Bomba Arla 32
<b>A3</b>	Modulo de Comando do veículo (CPC 5)	<b>S23</b>	Alavanca multifuncional direita LIN 15
<b>A4</b>	Modulo de Comando do Motor OM 460 LA Euro 6 OM 460 LA Euro 6 OM 460 LA Euro 6 MCM	<b>S110</b>	Grupo de teclas multifuncional do volante direita
<b>A5</b>	Módulo de comando de controle do câmbio (TCM)	<b>S111</b>	Grupo de teclas multifuncional do volante esquerda
<b>A7</b>	Modulo de Comando do modulo de registro e ativação do sinal ASSAN	<b>Y621</b>	Posicionado de recirculação dos gases de escape
<b>A10</b>	Módulo de comando do Freio Eletrônico (EBS)	<b>Y636</b>	Posicionado dos gases de escape no turbo

## 7.2 Processamento de Informações CAN

<b>A11</b>	Módulo de comando do controlador do retarder (RCM)	<b>CAN 1</b>	CAN do veículo
<b>A12</b>	Módulo de comando da calefação HVAC	<b>CAN 3</b>	CAN do Chassi
<b>A15</b>	Módulo de comando do Sensor da roda dianteira RDF	<b>CAN 4</b>	CAN do Motor OM 460 LA Euro 6 OM 460 LA Euro 6 OM 460 LA Euro 6
<b>A18</b>	Módulo de comando da EAPU	<b>05X04</b>	Tomada de Diagnóstico
<b>A1</b>	Módulo de comando do Suspensão (NR)	<b>Z1</b>	CAN com ponto de ligação adicional em estrela Z3
<b>A22</b>	Módulo de comando SAM funções adicionais XMC	<b>CAN 6</b>	Freios
<b>A25</b>	Módulo de comando do controle de estabilidade (ESP)	<b>CAN 9</b>	CAN Telemática
<b>A26</b>	Módulo de comando da regulagem de nível CLCS	<b>CAN 12</b>	CAN Radar
	Módulo de comando do Eixo Direcional (ZL)	<b>CAN 13</b>	CAN Nox
<b>A35</b>	Módulo de comando da pressão dos pneus TPM	<b>CAN 16</b>	CAN Motor OM 460 LA Euro 6 OM 460 LA Euro 6 OM 460 LA Euro 6 Pós tratamento
<b>A53</b>	Módulo de comando do Radar (VRDU)	<b>CAN 22</b>	CAN Tacógrafo
<b>A60</b>	Módulo de comando do Sistema de Regeneração ACM	<b>LIN 7</b>	LIN grupo de teclas
<b>A 73</b>	Modulo de comando da direção APS	<b>Z4</b>	Ponto estrela CAN Trem de força
<b>A78</b>	Modulo de comando Alimentação de tensão RPS		

**7.2 Processamento de Informações CAN**

O modulo de controle do Motor estão interligados com seus respectivos módulos de comando do trem de força e todos os módulos de comando do subsistema CAN-BUS.

O modulo responsável pelo controle do veículo (CPC5) está localizado na central elétrica do veículo e o modulo de controle do Motor MCM fica na lateral do Motor.

Todos os dados específicos do Motor ficam armazenados na ECU de controle do Motor as condições de operação do Motor são analisadas através de diferentes sensores e os resultados são avaliados pelo modulo e a injeção controlada de acordo com a necessidade do Motor como o torque específico e baseado nos registros de performance armazenados.

O módulo de comando CPC5 recebe os dados relevantes do veículo e determina suas condições de funcionamento este recebe os comandos do condutor do veículo, poderia ser, por exemplo o acionamento do pedal do acelerador, do freio de serviço, do freio do Motor ou da embreagem.

O módulo de comando CPC5 também utiliza esse sistema para determinar o torque necessário do motor e enviar essa informação ao modulo do motor MCM como sendo o torque especificado do Motor.

A Comunicação entre os módulos CPC5 e MCM é feita através da CAN 4, tendo como referência que todos os outros módulos de comando do veículo são conectados ao CPC5 através da CAN-BUS.



O atuador eletrônico do pedal do acelerador transmite dois sinais PWM (Modulação de Largura de Pulso). O ciclo resultante na saída corresponde à posição do pedal do acelerador, correspondente, portanto, à velocidade desejada pelo condutor do veículo.

Quando o ciclo resultante (1) altera sua aceleração, o controle de direção reconhece que a condição de aceleração em marcha lenta foi alterada e solicita o torque especificado do Motor (2) correspondente.

O torque máx. Disponível do Motor (3), por sua vez, é determinado pelo MCM (mapa-controlado) e permanentemente transmitido ao CPC5 através do CAN BUS.

Esse torque é restrito pelo registro de dados do sistema eletrônico de controle do Motor sendo, portanto, dependente da respectiva designação de modelo.

As condições reais de operação detectadas nesse momento através dos sensores também podem ser fatores restritivos.

O torque especificado de saída (2) poderá então ficar limitado às posições máximas da configuração inicial do controle de direção. Isso pode vir a ser uma restrição externa (4), aplicada através da CAN na forma de um controle de derrapagem na aceleração (ASR) ou intervenção pelo controle ABS. Uma restrição de sobreposição também poderá ser ajustada no controle de direção através dos parâmetros ativos programados (EX: vmax).

O torque real atual (5) (valor calculado) é aplicado pelo controle do Motor para o controle da direção à linha CAN.

## 8. Sistema de Pós Tratamento

### Definição

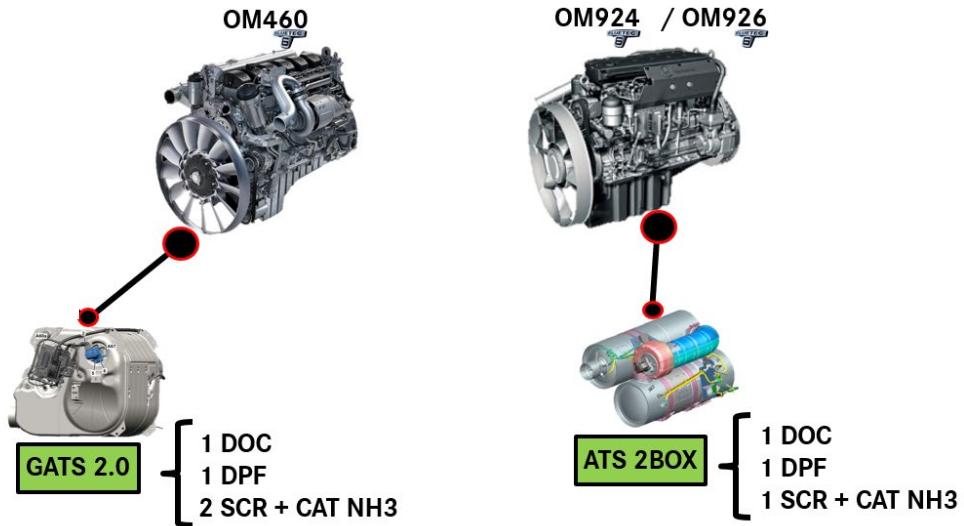
Para atender às regulamentações de emissões dos Ônibus Mercedes-Benz EURO 6, um sistema de controle de emissões baseado na tecnologia SCR (Redução Catalítica Seletiva) e o sistema DOC/DPF para Regenerações de gases de escape para veículos a diesel.

Com a norma EURO 6 é atendida a todas as montadoras e passa a valer em todos os veículos comerciais a partir de janeiro 2023 no Brasil.

Com a introdução da norma PROCONVE P8 (EURO 6) no Brasil, foram necessárias algumas alterações nos motores propulsores e no sistema de pós-tratamento de gases de escape para que os limites estabelecidos na norma referente aos elementos provenientes da combustão, elementos evaporativos e sólidos sejam controlados e atendidos pela nova especificação.

Para o mercado Brasil teremos 2 sistemas que irão compor o sistema de pós-tratamento de gases de escape que são eles:

- ATS 2Box
- GATS 2.0

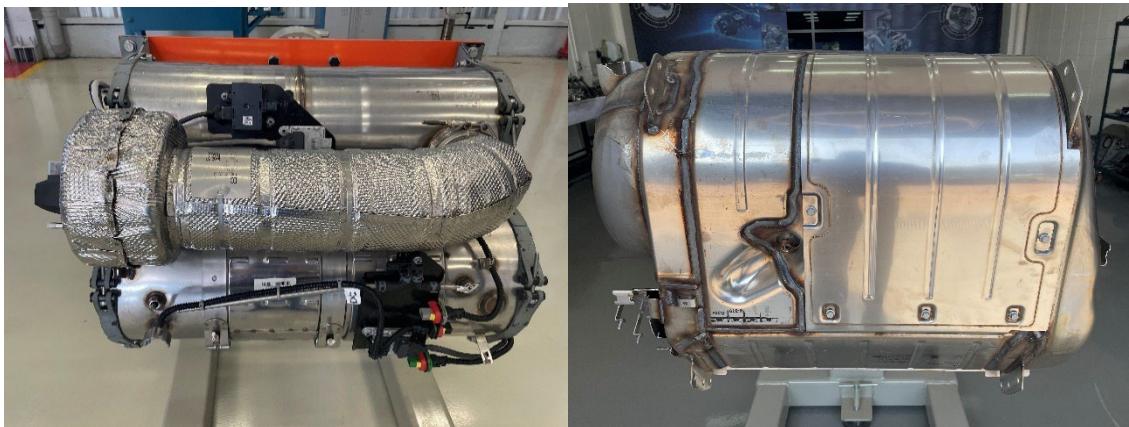


Ambos os sistemas, possuem a mesma finalidade e possuem os mesmos componentes internos, que são:

- DOC – Catalisador de Oxidação Diesel
- DPF – Filtro de Partículas Diesel
- Tubo de mistura
- SCR – Redutor Catalítico Seletivo
- ASC – Catalisador Seletivo de Amônia

Todos esses componentes, possuem um papel fundamental para que os elementos evaporativos e sólidos sejam controlados de forma efetiva.





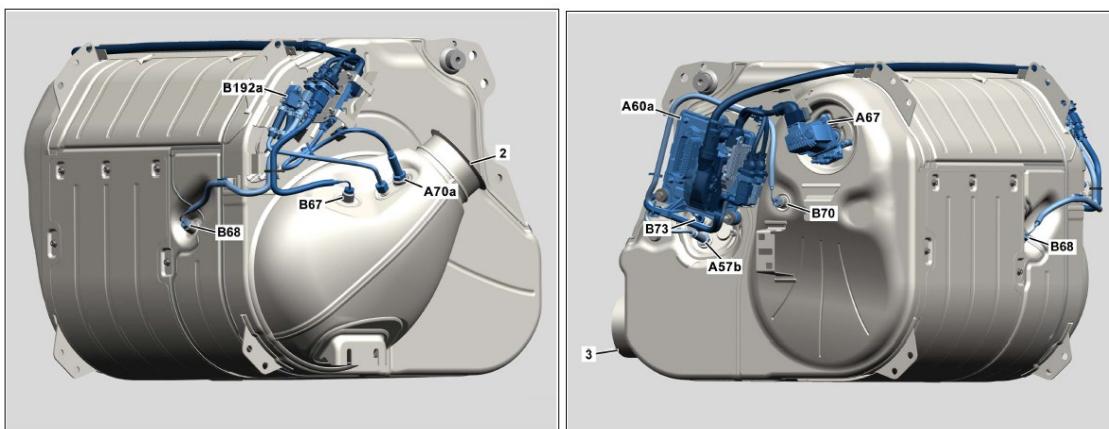
ATS 2Box

GATS 2.0

Para cada família de motores, teremos uma aplicação de um dos catalisadores acima:

A unidade de pós-tratamento dos gases de escape é montada no lado direito do veículo e consiste em:

- Catalisador de oxidação de diesel (DOC)
- Filtro de partículas Diesel (DPF)
- Catalisador SCR
- Catalisador ASC



Unidade de pós-tratamento dos gases de escape Euro VI GATS 2.0

<b>1</b>	Unidade pós-tratamento dos gases de escape GATS 2.0
<b>2</b>	Tubo de entrada
<b>3</b>	Tubo de saída
<b>A70a</b>	Sensor NOx entrada do catalizador
<b>A67</b>	Sensor de temperatura antes do DOC
<b>A68</b>	Sensor de temperatura após o DOC

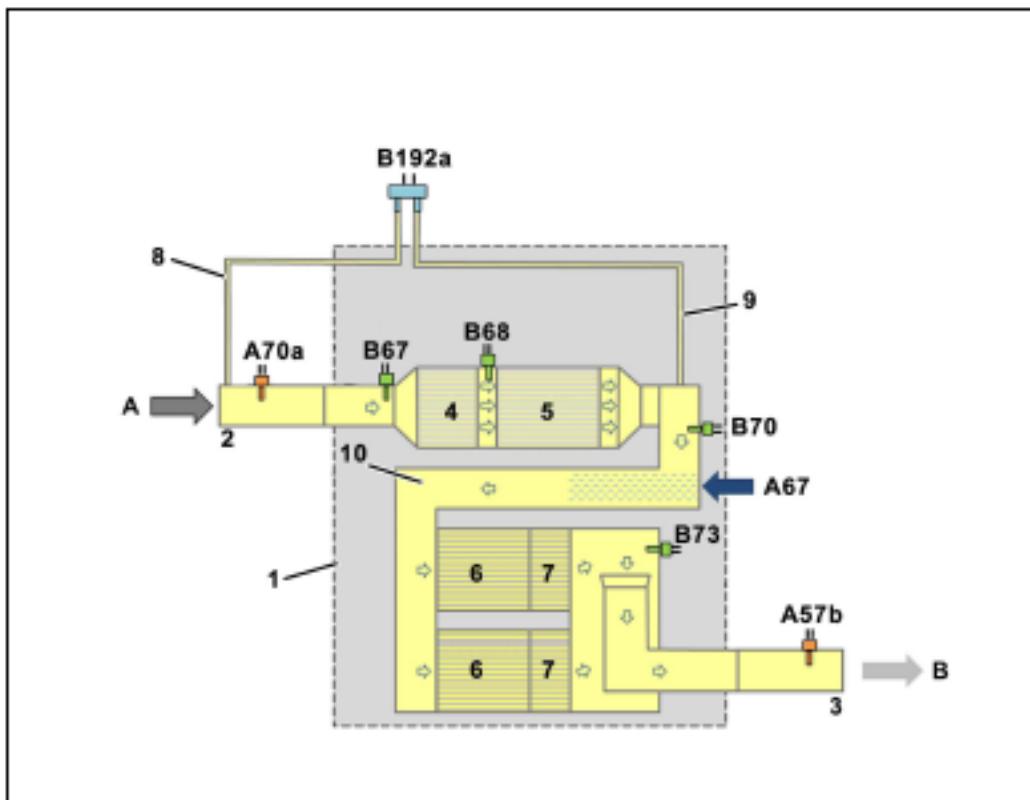
## 7.2 Processamento de Informações CAN

<b>A192a</b>	Sensor de pressão diferencial DPF (Delta P)
<b>A67</b>	Dosificador de AdBlue®
<b>A60a</b>	Unidade de controle do sistema de pós-tratamento ACM
<b>A57b</b>	Sensor NOx saída do catalizador
<b>B70</b>	Sensor de temperatura após o DPF
<b>B73</b>	Sensor de temperatura após o SCR

O pós-tratamento dos gases de escape ocorre através de:

- Catalisador de oxidação de diesel (DOC)
- Filtro de partículas Diesel (DPF)
- Redução catalítica seletiva (SCR) com catalisador contra emissões de amônia (ASC)

Devido à complexa redução dos gases de escape que ocorre devido a várias reações químicas consecutivas, os gases de escape ainda têm uma temperatura elevada ao sair da unidade de pós-tratamento dos gases de escape. Por esta razão, são oferecidos diferentes tipos de saída de gases de escape, dependendo do uso do veículo.



Função de pós-tratamento dos gases de escape GATS 2.0



A regulação e o monitoramento do pós-tratamento dos gases de escape são realizados pela unidade de controle de gerenciamento do motor (MCM) e pela unidade de controle de pós-tratamento dos gases de escape (ACM).

Após ligar o motor, a unidade de controle de gerenciamento do motor (MCM) verifica e habilita o estado de prontidão do sistema de pós-tratamento dos gases de escape.

<b>1</b>	Unidade pós-tratamento dos gases de escape
<b>2</b>	Tubo de entrada
<b>3</b>	Tubo de saída
<b>4</b>	DOC
<b>5</b>	DPF
<b>6</b>	SCR
<b>7</b>	ASC
<b>8</b>	Sensor de pressão diferencial antes do DOC
<b>9</b>	Sensor de pressão diferencial após o DPF
<b>10</b>	Tubo de mistura Adblue
<b>A</b>	Entrada dos gases de escape
<b>B</b>	Saída dos gases de escape

A tecnologia SCR permite a redução de níveis de óxido de nitrogênio (NOx) e particulados de diesel. Nesse processo, os Motores comerciais Mercedes-Benz Euro 6 está habilitado a emitir menos particulados por meio de uma combustão otimizada, enquanto o óxido de nitrogênio é reduzido por um conversor catalítico ao sair do Motor

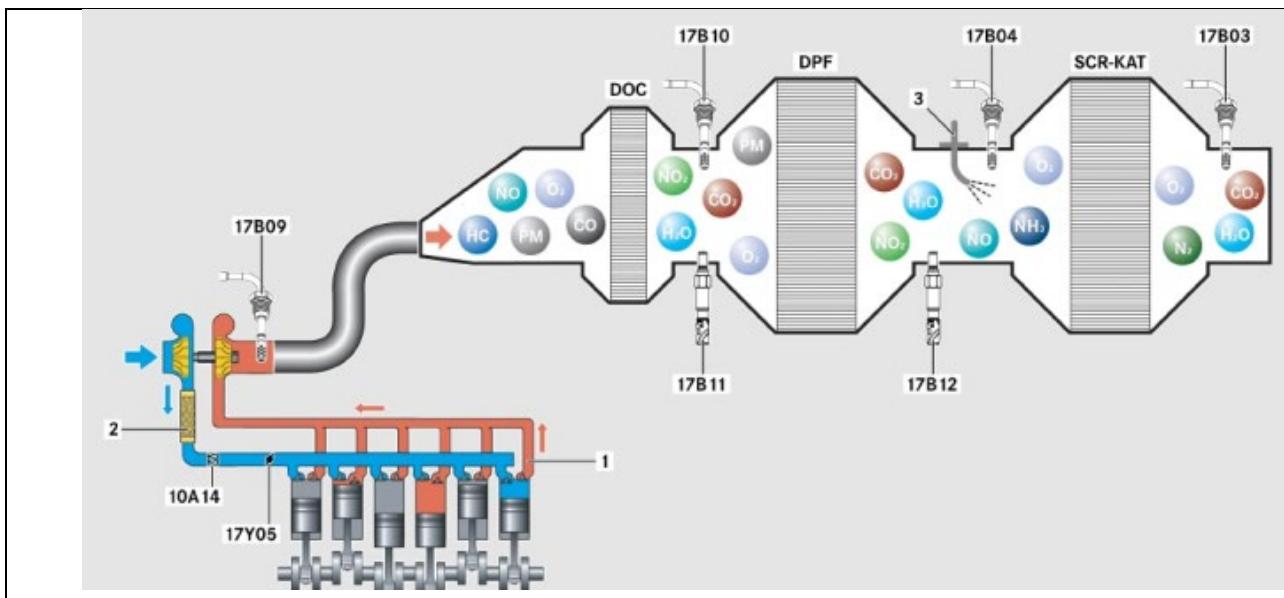
Os óxidos de nitrogênio são de tal forma reduzidos com o uso dessa tecnologia esse tipo de redução de poluentes é feito sem a necessidade de aditivos.

Nos Catalizadores de oxidação diesel (DOC) se elimina parte dos hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO) e monóxido de nitrogênio (NO) com ajuda de oxigênio, e nesse processo forma-se dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), assim o gás de escape pré-tratado passa pelo filtro de partículas diesel.

O gás de escape segue seu caminho através do tubo de hidrólise onde é injetado com AdBlue e convertido em amônia (NH<sub>3</sub>).

No catalisador SCR (SCR-KAT) as moléculas de óxido de nitrogênio (NO, NO<sub>2</sub>) colidem com as moléculas de amônia (NH<sub>3</sub>), liberando energia na forma de calor. Como os produtos da reação química apenas nitrogênio (N<sub>2</sub>) e vapor de água (H<sub>2</sub>O) permanecem,

## 8.1 Catalisador SCR



A tecnologia BlueTec para Motores Euro 6 a Diesel atende as normas EURO 6 com as seguintes informações:

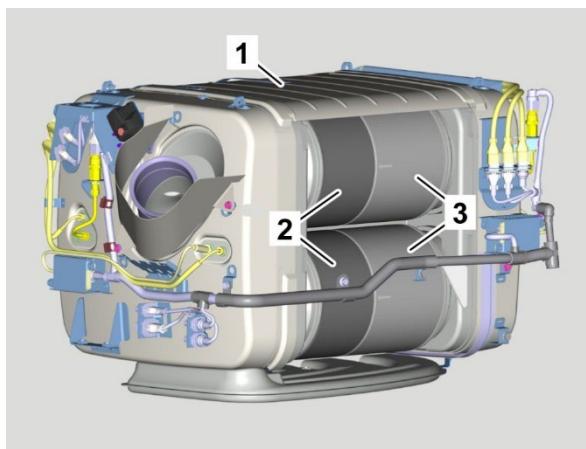


- Um Motor de alta eficiência
- Um sistema de Redução Catalítica Seletiva (SCR)
- Desenvolvimento avançado
- Aumento do pico de pressão
- Maior eficiência
- Redução do NOx com um conversor catalítico SCR
- Agente redutor AdBlue armazenado separadamente
- Adequado à norma EURO 6

## 8.1 Catalisador SCR

O catalisador SCR está localizado na unidade de pós-tratamento dos gases de escape após o filtro de partículas diesel e forma uma unidade com o catalisador de oxidação de amônia.

Catalisador SCR e ASC



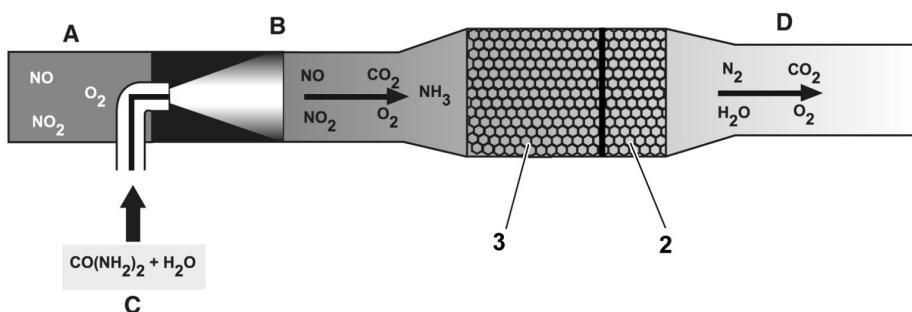
<b>1</b>	Unidade pós-tratamento dos gases de escape
<b>2</b>	Catalisador ASC
<b>3</b>	Catalisador SCR

Os óxidos de nitrogênio (NOX) gerados durante a combustão são reduzidos a nitrogênio não tóxico (N2) e água (H2O) no catalisador SCR.

No catalisador de oxidação de amônia, as partículas de amônia, que não participam da reação no catalisador SCR, são convertidas em nitrogênio (N2) e água (H2O).

O catalisador SCR e o catalisador contra emissão de amônia consistem em dois elementos de catalisador cilíndricos com uma carcaça cilíndrica comum. Para obter as reações químicas desejadas, os catalisadores e seus elementos cerâmicos são revestidos com vários metais preciosos, como titânio, tungstênio, platina e vanádio.

O catalisador SCR é fixado na unidade de pós-tratamento dos gases de escape sem que seja possível a sua separação. Todos os outros componentes podem ser substituídos quando necessário.



Esquema simplificado do funcionamento do catalisador SCR

<b>2</b>	Catalisador de oxidação de amônia
<b>3</b>	Catalisador SCR
<b>A</b>	Gás de escape (do DPF)
<b>B</b>	Gás de escape (do DPF)
<b>C</b>	AdBlue®
<b>D</b>	Gás de escape (produto)

Depois de sair do filtro de partículas diesel, os gases de escape pré-limos passam pelo tubo de mistura (seção de hidrólise). A quantidade de AdBlue® que foi calculada pela unidade de controle de pós-tratamento dos gases de escape é injetada neste tubo de mistura.

O AdBlue® no fluxo de gás de exaustão quente é primeiro convertido em amônia (NH3), que é então conduzido para o conversor catalítico SCR.

Nos corpos alveolares do catalisador SCR, óxidos de nitrogênio (NOx) colidem com amônia (NH3). Ao fazer isso, o calor é liberado e a amônia (NH3) reage com os óxidos de nitrogênio (NOx) para se tornar

## 8.2 Catalisador de oxidação Diesel

nitrogênio ( $N_2$ ) e água ( $H_2O$ ) (redução catalítica seletiva). Esta reação não ocorre até que o catalisador SCR tenha atingido uma temperatura de serviço de 250°C.

Após o catalisador SCR, antes de sair da atmosfera, os gases de escape passam pelo catalisador contra as emissões de amônia. Lá, a amônia ( $NH_3$ ) não consumida ( $NH_3$ ) reage, devido à platina na superfície da cerâmica, com o oxigênio restante ( $O_2$ ) do gás de exaustão para se tornar nitrogênio ( $N_2$ ) e água ( $H_2O$ ). Além disso, algumas das poucas moléculas de  $NO_x$  existentes são transformadas em monóxido de nitrogênio (NO) e água ( $H_2O$ ).

## 8.2 Catalisador de oxidação Diesel

A superfície do catalisador é revestida com platina e paládio. O revestimento também é chamado de camada de oxidação.



Catalisador de oxidação diesel (DOC)

Os gases de escape do coletor de escape passam primeiro pelo catalisador de oxidação do diesel na unidade de pós-tratamento dos gases de escape. Neste catalisador, os hidrocarbonetos (HC) e monóxido de carbono (CO) existentes são convertidos em dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e água ( $H_2O$ ). Da mesma forma, uma parte do monóxido de nitrogênio (NO) é oxidada para convertê-lo em dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ).

## 8.3 Filtro de partículas Diesel

O filtro de partículas diesel é colocado em uma fileira atrás do catalisador de oxidação do diesel, nesta estrutura de filtro poroso as partículas são separadas e recolhidas por adesão.

Devido à alta eficiência do filtro de partículas diesel aproximadamente 90% da massa de partículas e aproximadamente 95% da quantidade de partículas podem ser retidas.



Estrutura do filtro de partículas diesel

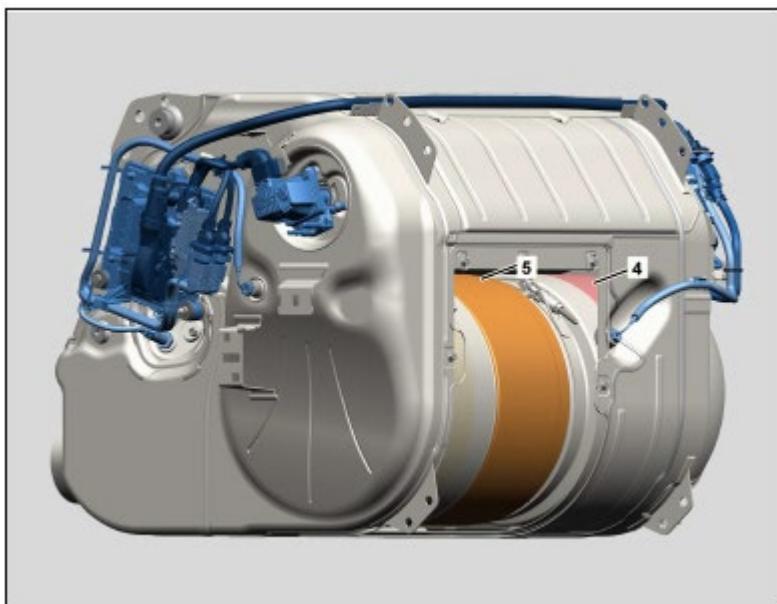
TT\_14\_40\_016942\_FA



O filtro de partículas diesel é composto por um elemento filtrante cilíndrico e um revestimento de chapa metálica o elemento filtrante é um bloco monolítico, cerâmico e poroso composto de carbeto de silício (SiC).

A superfície do filtro é revestida com platina e paládio. Isso ajuda a regeneração passiva e evita o entupimento rápido do filtro. Os canais dos elementos filtrantes têm uma seção maior no lado de admissão do que no lado de escape. Como resultado, obtém-se uma contrapressão mais baixa dos gases de escape, uma superfície filtrante maior, uma grande capacidade de acumulação de cinzas de óleo e, portanto, intervalos de manutenção prolongados para o filtro de partículas diesel.

Para garantir a limpeza e a vida útil do filtro de partículas diesel, uma regeneração é ativada em determinados intervalos de tempo pela unidade de controle de gerenciamento do motor (MCM).



**Disposição DOC e DPF no GATS 2.0**

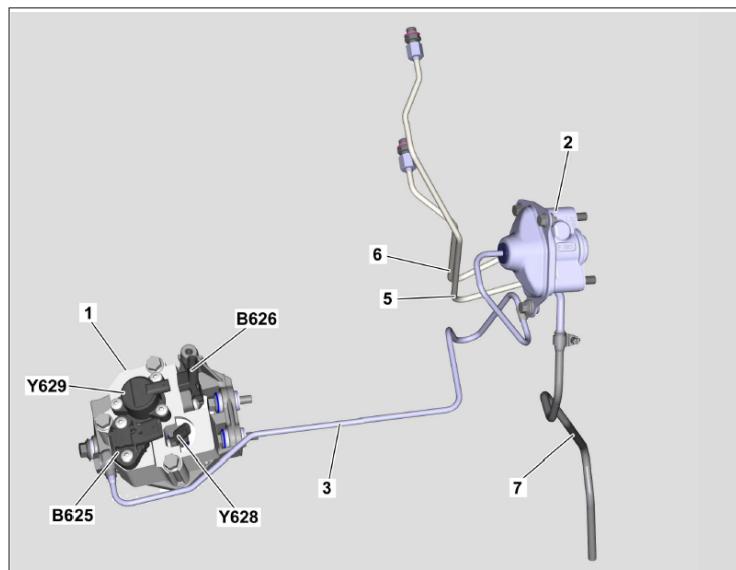
4	Catalizador de Oxidação Diesel (DOC)
5	Filtro de Partículas Diesel (DPF)

## 8.4 Filtros DPF DOC

Para que seja possível a regeneração do filtro de partículas diesel (DPF) o sistema de pós-tratamento dos gases de escape necessita de um sistema que permita que ocorra a combustão de forma controlada no catalizador DPF queimando todo o material particulado retido pelos poros do filtro.

Para tal função, temos o dosador de combustível, que disponibiliza a quantidade necessária de combustível para injeção de combustível no tubo de gases de escape durante a regeneração do DPF.

Sua função é monitorada pela unidade de controle ACM que informa os valores fornecidos pelos sensores medir a necessidade da regeneração do DPF o modulo ACM solicita a unidade de controle MCM o bloqueio ou abertura do combustível para que o combustível do circuito de baixa pressão chegue ao componente dosador. Desta forma, a quantidade calculada de combustível diesel chega à tubulação de alimentação da unidade dosadora. Para que haja um controle preciso da quantidade de combustível a ser injetado na regeneração do DPF, o sistema conta com 2 sensores de pressão, que ajudam a integrar no cálculo o tempo de abertura da válvula injetora.



- |             |   |
|-------------|---|
| <b>1</b>    | <i>Dosador de combustível diesel</i>              |
| <b>2</b>    | <i>Unidade injetora para a regeneração do DPF</i> |
| <b>3</b>    | <i>Tubulação de combustível</i>                   |
| <b>5</b>    | <i>Tubulação do líquido de arrefecimento</i>      |
| <b>6</b>    | <i>Tubulação do líquido de arrefecimento</i>      |
| <b>7</b>    | <i>Tubulação de fuga</i>                          |
| <b>B625</b> | <i>Sensor de pressão do combustível (saída)</i>   |
| <b>B626</b> | <i>Sensor de pressão do combustível (entrada)</i> |
| <b>Y628</b> | <i>Válvula dosadora de combustível</i>            |
| <b>Y629</b> | <i>Válvula de fechamento do combustível</i>       |

## 8.5 Módulo ACM

O módulo de comando ACM processa e transmite os sinais através do barramento CAN para o módulo de comando do motor MCM que controla o gerenciamento eletrônico. O modulo ACM recebe os sinais analógicos através dos sensores e converte-os em sinais digitais CAN (Rede do Controlador de Área), transmitindo esses sinais convertidos ao módulo de comando de controle do Motor na forma de mensagens cíclicas de status, assim estes sinais são processados e enviados ao CAN para toda arquitetura eletrônica,

Além disso, fornece a tensão de alimentação para os sensores e recebe os sinais dos sensores para o acionamento dos atuadores.

O módulo de comando ACM realiza a leitura e os sinais dos seguintes sensores:

- Sensor ascendente de temperatura do conversor catalítico
- Sensor descendente de temperatura do conversor catalítico
- Sensor combinado de pressão e saturação do filtro DPF
- Sensor de temperatura intermediário do conversor catalítico
- Sensor NOx com módulo de comando via barramento CAN

## 8.6 Sensores de Temperatura do Conversor Catalítico

- Sensor Partículas com módulo de comando via barramento CAN
- Bomba AdBlue®

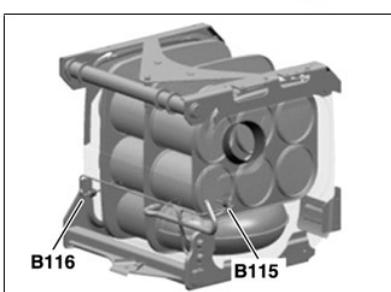
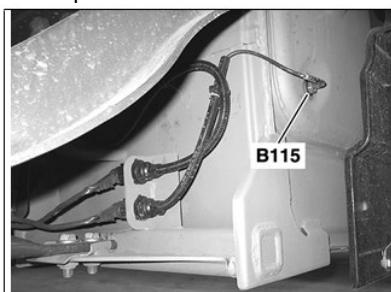
Após o desligamento da ignição o módulo de comando ACM continua ativo enquanto o módulo de comando de controle do Motor continua transmitindo suas mensagens e na realização da purga do sistema é necessário o aguardo da finalização do processo de limpeza.

Importante:

No caso de motor da série OM 924 e OM 926 não desligar a chave geral do veículo enquanto a lâmpada de advertência ao lado da bateria estiver acessa.

## 8.6 Sensores de Temperatura do Conversor Catalítico

O sensor de temperatura está localizado nos catalizadores e integrado ao conversor



catalítico.

Versão 225L

N14.00-2064-01

N14.00-2063-01

Os sensores de temperatura enviam a temperatura encontrada ao módulo ACM e sua mensagem é codificada e transmitida através do barramento CAN até o módulo de comando.

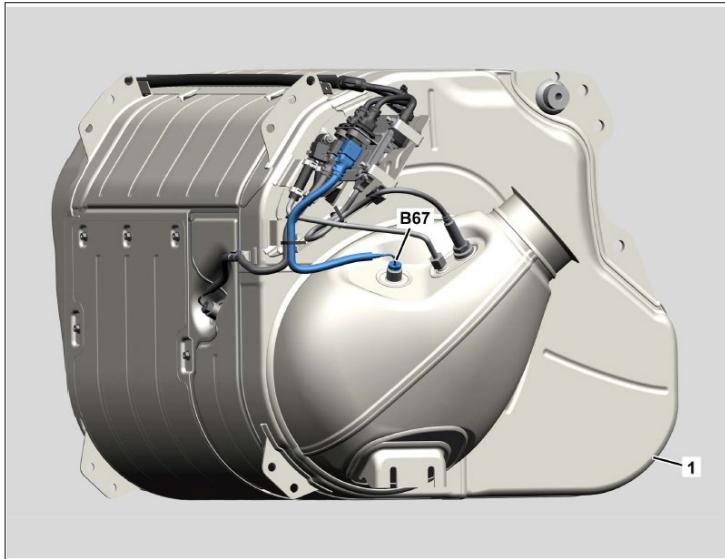
Quando a temperatura necessária ao controle de emissões é atingida (acima de aprox. 200°C), o módulo de controle pode iniciar o processo de regeneração dos gases dependendo de outros fatores como:

- Temperatura do Catalizador
- Quantidade de gases provenientes da combustão
- Posição pedal acelerador
- Torque e rotação do motor

## 8.7 Sensor de temperatura dos gases de escape na antes do catalisador de oxidação diesel (B67)

A unidade de controle de pós-tratamento dos gases de escape determina pelo sensor de temperatura dos gases de escape na frente do catalisador de oxidação diesel a temperatura dos gases de escape na câmara de reversão em frente ao catalisador de oxidação do diesel.

O sensor de temperatura dos gases de escape na frente do catalisador de oxidação diesel é composto por uma caixa de aço inoxidável equipada com um resistor PTC como elemento de medição.

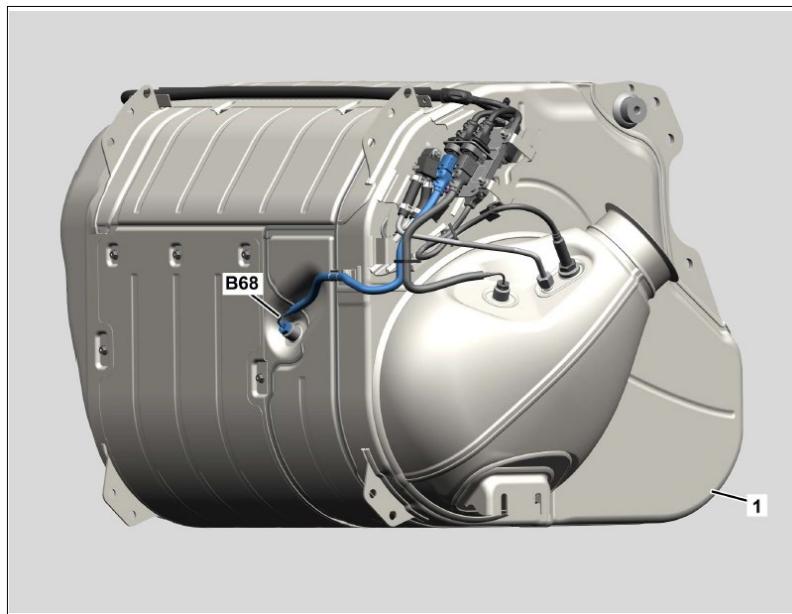


1	Unidade de pós-tratamento dos gases de escape
B67	Sensor de temperatura antes do DOC



## 8.8 Sensor de temperatura dos gases de escape após catalisador de oxidação diesel

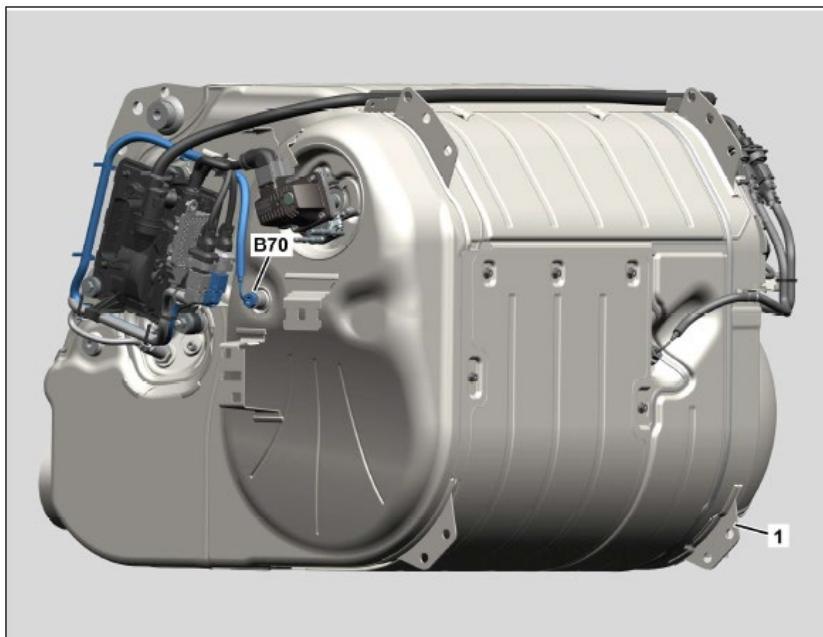
A unidade de controle de pós-tratamento dos gases de escape determina a temperatura dos «gases de escape após os catalisadores de oxidação do diesel» através do sensor de temperatura gases de escape após o catalisador de oxidação do diesel. A estrutura e a função do sensor de temperatura são idênticas às do sensor de temperatura dos gases de escape na frente do catalisador de oxidação diesel.



<b>1</b>	Unidade de pós-tratamento dos gases de escape
<b>B68</b>	Sensor de temperatura após do DOC

## 8.9 Sensor de temperatura dos gases de escape após o filtro de partículas diesel

Por meio do sensor de temperatura dos gases de escape após o filtro de partículas diesel, a unidade de controle ACM registra a temperatura do fluxo dos gases de escape. Este sensor tem como função também, registrar um aumento de temperatura divergente ao parâmetro fornecido pelo sensor de temperatura do SCR, ajudando assim o sensor de pressão diferencial, deduzir que há um possível entupimento do DPF, solicitando assim a regeneração do mesmo.



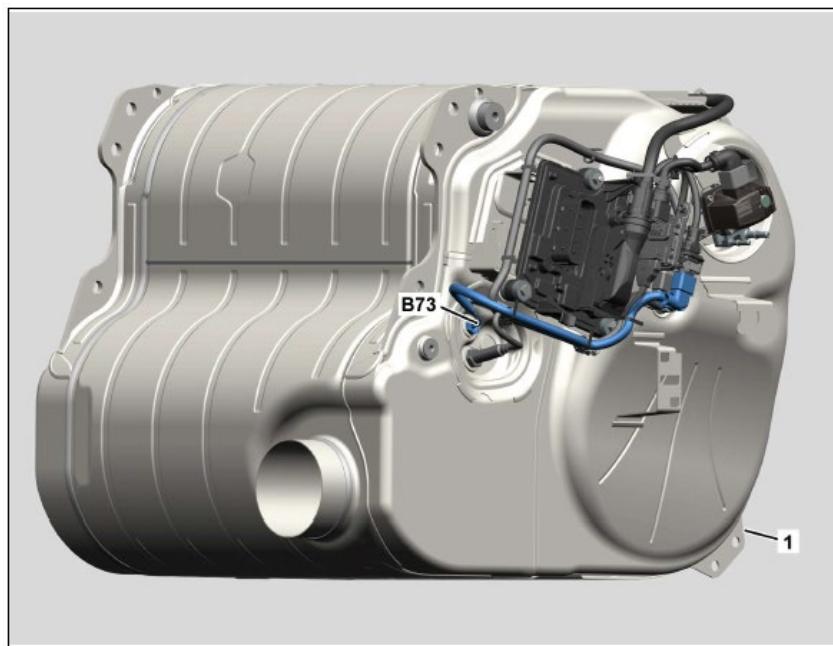
<b>1</b>	Unidade de pós-tratamento dos gases de escape
<b>B70</b>	Sensor de temperatura após o DPF



## 8.10 Sensor de temperatura dos gases de escape após o catalisador SCR

**8.10 Sensor de temperatura dos gases de escape após o catalisador SCR**

Por meio do sensor de temperatura dos gases de escape após o catalisador SCR, a unidade de controle ACM registra a temperatura do fluxo dos gases de escape. Este sensor tem como função também, registrar um aumento de temperatura ou queda muito divergente em relação ao sensor de temperatura do DPF, com isso, deduzir que há um possível entupimento do DPF, solicitando assim a regeneração do mesmo.



<b>1</b>	Unidade de pós-tratamento dos gases de escape
<b>B73</b>	Sensor de temperatura após o SCR

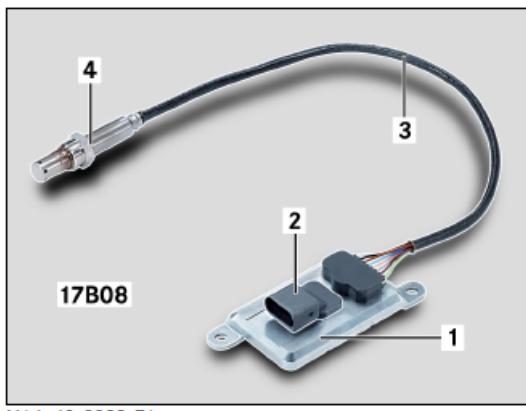
## 8.11 Sensor Nox

O sensor de NOx está localizado diretamente no conversor catalítico e pode ser posicionado em diferentes posições dependendo da versão do conversor catalítico.

A legislação prevê o monitoramento permanente do teor de óxido de nitrogênio (NOx) no gás de escape para todos os veículos comerciais, por essa razão, todos os veículos BlueTec são gradualmente equipados com sensores NOx e pequenos excessos de valores NOx são indicados por um indicador de luz no cluster de instrumentos, quando ocorre excessos de valores NOx um valor predeterminado também resulta em uma limitação do torque do Motor.

Esta é uma norma legal que deve ser respeitada por todos os fabricantes de veículos.

O módulo de comando ACM com conexão CAN fica localizado próximo ao sensor NOx.



17B08 Sensor de NOx com unidade de controle

1 Unidade de controle sensor NOX

2 Conexao Eletrica

3 Cabo Eletrico

4 Sensor

O sensor NOx é aparafusado do lado de fora para a câmara de saída do catalisador de redução ou o tubo de escape da saída do catalisador de redução. A unidade de regulação do sensor NOx é fixada em um suporte separado.

Ambos os componentes são inseparavelmente ligados por um cabo elétrico e juntos formam o sensor NOx com unidade de controle.

O sensor NOx é responsável para registrar a concentração de NOx no gás de escape e monitorar os valores de limite de emissão prescritos pela legislação. O sensor NOx representa a própria sonda de medição, enquanto a unidade de controle eletrônico do sensor NOx é responsável para calcular os valores de NOx.

O sensor NOx possui um elemento de aquecimento integrado que serve para atingir rapidamente a temperatura de funcionamento necessário para processos químicos que ocorrem no interior do catalisador.

O cabo elétrico entre o sensor e a unidade de escurecimento tem um comprimento definido que não deve ser modificado.



Funcionamento do sensor de NO<sub>x</sub>

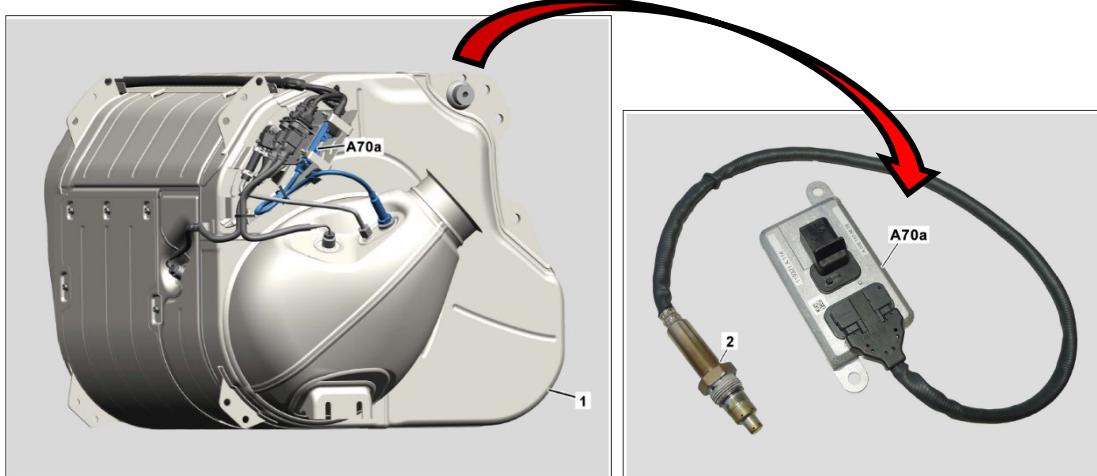
<b>3</b>	Sonda de medição (corpo de cerâmica)
<b>5</b>	Câmara
<b>6</b>	Elemento de aquecimento
<b>7</b>	Canal de referência
<b>8</b>	Câmara
<b>Ip0</b>	Corrente elétrica de bombeamento (eletrodo da bomba principal)
<b>Ip1</b>	Corrente elétrica de bombeamento (eletrodo da bomba auxiliar)
<b>Ip2</b>	Corrente elétrica da bomba (eletrodo de medição)

O «sensor de NO<sub>x</sub> na entrada da unidade de pós-tratamento dos gases de escape» é montado do lado de fora na câmara em frente ao catalisador de oxidação diesel. Ele mede a concentração de óxido de nitrogênio nos gases de escape na frente do conversor catalítico e é projetado de forma semelhante a um sensor lambda de banda larga. O sensor contém os mesmos elementos básicos que a chamada de bombeamento de oxigênio. A parte frontal é constituída por uma caixa metálica com aberturas e um corpo cerâmico no interior que permite a passagem do gás e é feito de óxido de zircônio. A unidade de controle «do sensor de NOX de entrada da unidade de pós-tratamento dos gases de escape» é fixada por um suporte à unidade de pós-tratamento dos gases de escape. Ambos os componentes formam uma unidade.

O corpo cerâmico possui em ambos os lados da superfície eletrodos feitos de uma fina camada de platina. A sonda de medição está em contato com o ar externo graças a um canal de referência. A caixa metálica protege o corpo cerâmico contra possíveis danos mecânicos e grandes oscilações de temperatura.

Para alcançar a temperatura de serviço necessária de aprox. 800°C, «sensor de NO<sub>x</sub> de entrada da unidade de pós-tratamento de gases de escape » é aquecido eletricamente pela unidade de controle «sensor de NO<sub>x</sub> de entrada da unidade de pós-tratamento de gases de escape».

## 8.13 Sensor de NOx na saída da unidade de pós-tratamento dos gases de escape

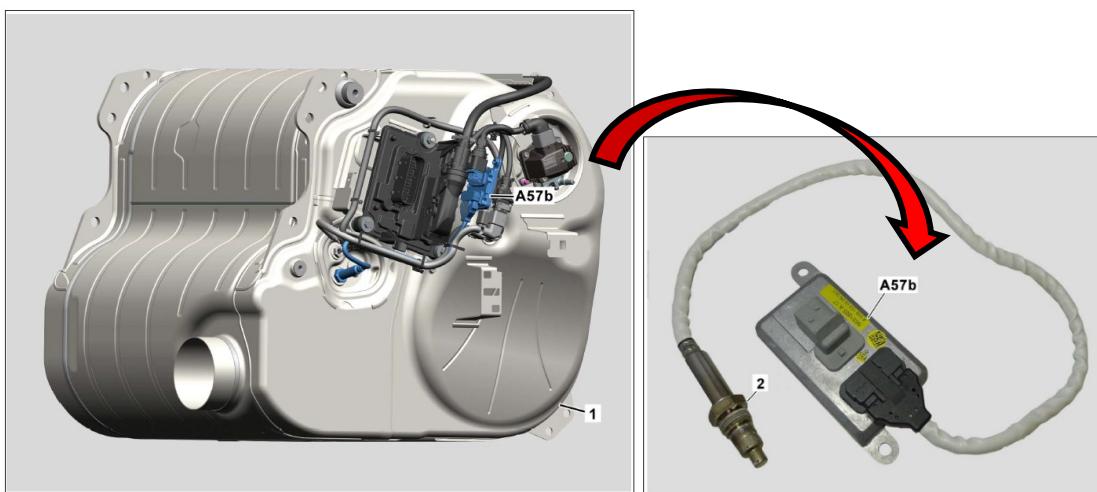


<b>1</b>	Unidade de pós-tratamento dos gases de escape
<b>A70a</b>	Sensor NOx de entrada do catalisador

**8.13 Sensor de NOx na saída da unidade de pós-tratamento dos gases de escape**

A unidade de controle do «sensor de NO<sub>x</sub> de saída da unidade de pós-tratamento de gases de escape e o sensor de NO<sub>x</sub> de saída da unidade de pós-tratamento de gases de escape» são montadas do lado de fora na câmara de investimento atrás do catalisador contra emissão de amônia. Ambos os componentes formam uma unidade.

A estrutura e o funcionamento são idênticos aos do sensor NO<sub>x</sub> de admissão da unidade de pós-tratamento dos gases de escape e da unidade de controle do sensor NO<sub>x</sub> de admissão da unidade de pós-tratamento dos gases de escape.

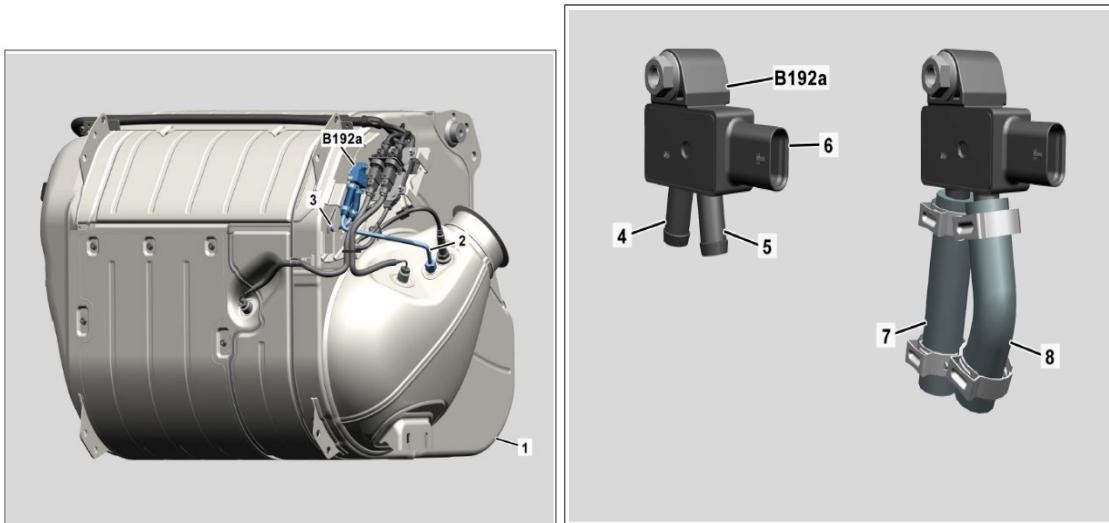


<b>1</b>	Unidade de pós-tratamento dos gases de escape
<b>A57b</b>	Sensor NOx de saída do catalisador



## 8.14 Sensor de Pressão Diferencial

Sensor de pressão diferencial dos gases de escape na frente do catalisador de oxidação diesel e após o filtro de partículas diesel (B192a)



Sensor de pressão diferencial dos gases de escape na frente do catalisador de oxidação diesel

<b>1</b>	Unidade pós-tratamento dos gases de escape
<b>2</b>	Tubo de pressão antes do DOC
<b>3</b>	Tubo de pressão após o DPF
<b>4</b>	Conexão de pressão do sensor
<b>5</b>	Conexão de pressão do sensor
<b>6</b>	Conector
<b>B192a</b>	Sensor de pressão dos gases de escape na frente do catalisador de oxidação diesel

O sensor de pressão «gás de escape na frente do catalisador de oxidação diesel» é montado do lado de fora na câmara de reversão na frente do catalisador de oxidação diesel. Ele registra a pressão dos gases de escape na câmara de reversão em frente ao catalisador de oxidação do diesel.

A carcaça de aço inoxidável do sensor contém um corpo de base no qual estão dois eletrodos. O eletrodo interno é o eletrodo de medição, enquanto o eletrodo externo é o eletrodo de referência. Acima dele está uma membrana cerâmica sensível à pressão, ou seja, o eletrodo oposto comum que é submetido à pressão dos gases de escape. Esta constelação funciona de acordo com o princípio de um condensador de placas. O princípio de medição é baseado na mudança de capacidade.

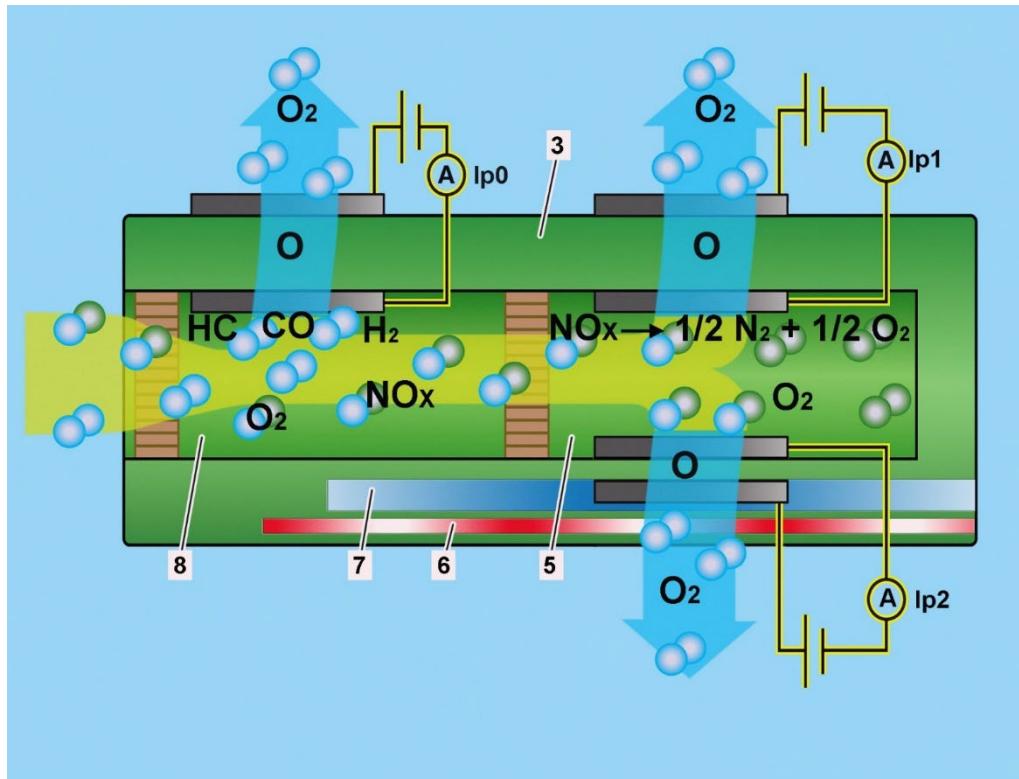
Dentro do sensor há uma membrana com um lado voltado para a pressão atmosférica e o outro voltado para a pressão da caixa de gases de escape. Ambos os lados são separados um do outro. Se a pressão dos gases de escape aumenta, a deflexão do diafragma e, portanto, a resistência interna do diafragma muda. Um circuito integrado inteligente transforma essa variação de resistência em tensão. Desta forma, a unidade de controle ACM pode deduzir a pressão dos gases de escape.

O sensor de pressão após do filtro de partículas diesel está localizado na frente no sentido de marcha e tem a função de medir a pressão dos gases de escape após do filtro de partículas diesel. Com base

## 8.14 Sensor de Pressão Diferencial

nas duas pressões disponíveis, a unidade de controle ACM calcula a diferença de pressão e aplica a regeneração ativa no caso de uma diferença de pressão excessiva.

A estrutura interna e o modo Trabalho são idênticos ao sensor de pressão na frente do catalisador de oxidação.

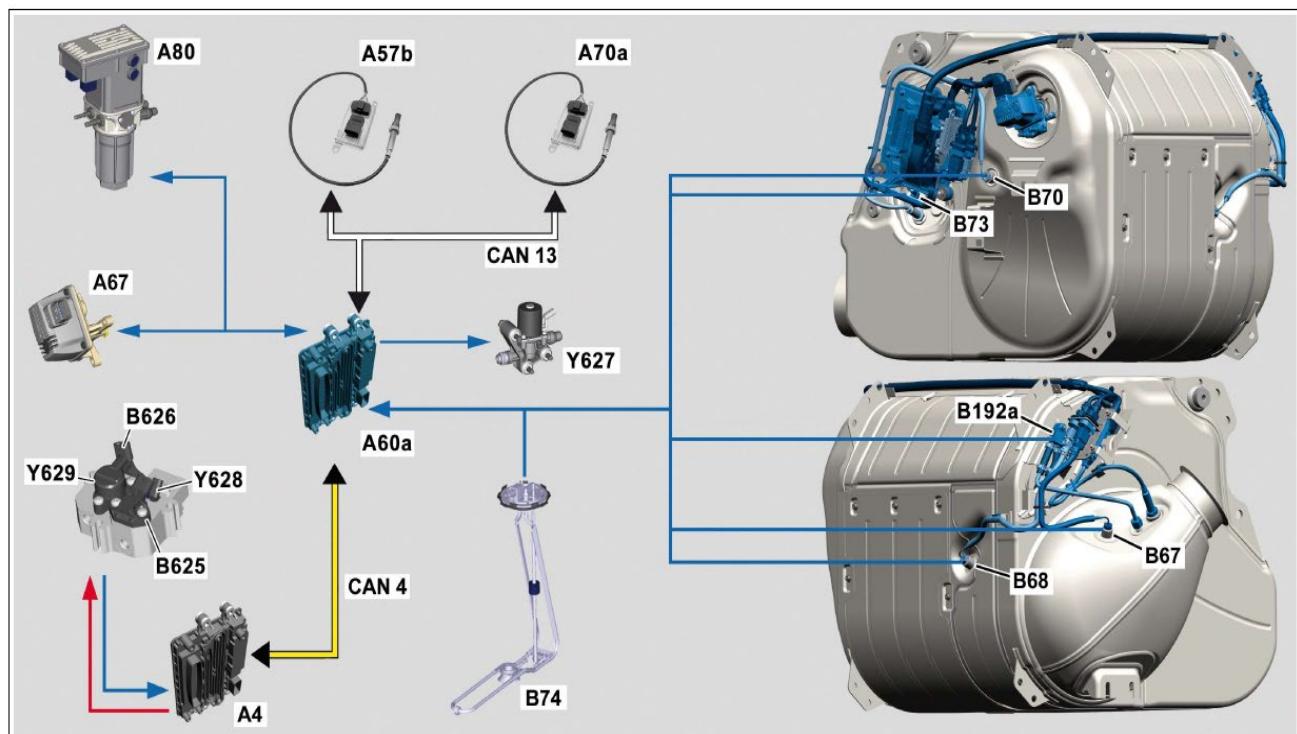


## 8.15 Liquid Only

Para atender aos requisitos da legislação Euro VI e às exigências dos clientes de consumo mínimo de combustível foram desenvolvidos novos motores e um novo sistema de pós-tratamento dos gases de escape.

Os motores foram otimizados para atingir um consumo mínimo, os novos sistemas de pós-tratamento dos gases de escape são responsáveis para diminuir as partículas e óxidos de nitrogênio.

### Estrutura e funcionamento do sistema SCR



Interligação eletrônica - representado: Code U2G (caixa dos gases de escape)

A4	Módulo de comando da unidade de controle do motor (MCM)	B74	Sensor de nível de abastecimento/sensor de temperatura do AdBlue®
A57b	Saída do sensor e de NOx eletrônico da unidade de pós-tratamento dos gases de escape	B192a	Sensor de pressão diferencial e unidade de pós-tratamento dos gases de escape
A60a	Módulo de comando do pós-tratamento dos gases de escape (ACM 3.0)	B625	Sensor de pressão do combustível (saída)
A67	Aparelho dosador AdBlue®	B626	Sensor de pressão do combustível (entrada)
A70a	Entrada do sensor e de NOx eletrônico da unidade de pós-tratamento dos gases de escape	Y627	Válvula eletromagnética do líquido de arrefecimento aquecimento do AdBlue®
A80	Módulo da bomba do ARLA32	Y628	Válvula dosadora de combustível
B67	Sensor de temperatura dos gases de escape antes do catalisador por oxidação diesel	Y629	Válvula de fechamento do combustível
B68	Sensor de temperatura dos gases de escape após o catalisador de oxidação de diesel	CAN 4	CAN acionamento
B70	Sensor de temperatura dos gases de escape após o filtro de partículas de diesel	CAN 13	CAN do NOx
B73	Sensor de temperatura dos gases de escape após o catalisador SCR		

## 8.15 Liquid Only

A unidade de controle da gestão do motor (MCM) (A4) e a unidade de controle do pós-tratamento dos gases de escape (ACM) (A60) monitoram e controlam as funções básicas de todo o sistema de pós-tratamento dos gases de escape. Após a partida do motor, uma rotina de autoteste é iniciada na qual a prontidão do sistema de pós-tratamento dos gases de escape é consultada.

Após a autorização do sistema de pós-tratamento dos gases de escape, a unidade de controle ACM (A58) é ativada pela unidade de controle de pós-tratamento dos gases de escape (ACM). A unidade de controle ACM (A58) conecta a bomba de alimentação (M25). A bomba de alimentação (A58) aspira o AdBlue® do reservatório de AdBlue® e o conduz ao dispositivo de dosagem de AdBlue® através da linha de entrada AdBlue®.

O AdBlue® não é continuamente injetado no fluxo dos gases de escape e é devolvido ao reservatório de AdBlue® através da linha de retorno do AdBlue®. Esta circulação é feita de forma permanente, independentemente da injeção de AdBlue®.

Isso resulta em refrigeração circulante que protege a unidade de dosagem AdBlue® (A67), localizada diretamente ao lado da unidade de pós-tratamento dos gases de escape, de possíveis danos devido ao superaquecimento.

O gás de escape chega ao catalisador SCR após passar pelo catalisador de oxidação do diesel (DOC) e pelo filtro de partículas diesel (DPF). Os óxidos de nitrogênio são enviados no gás de escape e para redução dos gases ocorre dose precisa de AdBlue adicionada ao gás de exaustão, que se decompõe no fluxo de gás de escape quente reagindo em amônia e dióxido de carbono. A amônia reage com o monóxido de nitrogênio e dióxido de nitrogênio no catalisador, convertendo-se em nitrogênio e água.

A unidade de controle de gerenciamento do motor (MCM) calcula a quantidade de AdBlue® que é injetada no fluxo de gases de escape para redução de NO<sub>x</sub>, se for necessário injetar AdBlue®, a unidade de controle de gerenciamento do motor (MCM) envia informações sobre o início e a quantidade de injeção para a unidade de controle de pós-tratamento dos gases de escape (ACM) (A60).

A unidade de controle de pós-tratamento dos gases de escape (ACM) (A60) processa os dados recebidos e, em seguida, ativa o módulo da bomba. A unidade de controle do motor calcula o tempo de injeção e o volume de injeção e ativa a unidade de dosagem AdBlue® (A67). O dosador de AdBlue® (A67) injeta o AdBlue® após o filtro de partículas diesel no fluxo de gases de escape. O AdBlue® é misturado com o gás de escape pré-limpo e ligado com monóxido de carbono (CO) a amônia (NH<sub>3</sub>) e ao dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). A amônia (NH<sub>3</sub>) chega com os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) que foram gerados durante a combustão no catalisador SCR, transformando em amônia (NH<sub>3</sub>) e os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) são convertidos em nitrogênio (N<sub>2</sub>) não tóxico e vapor d'água (H<sub>2</sub>O).

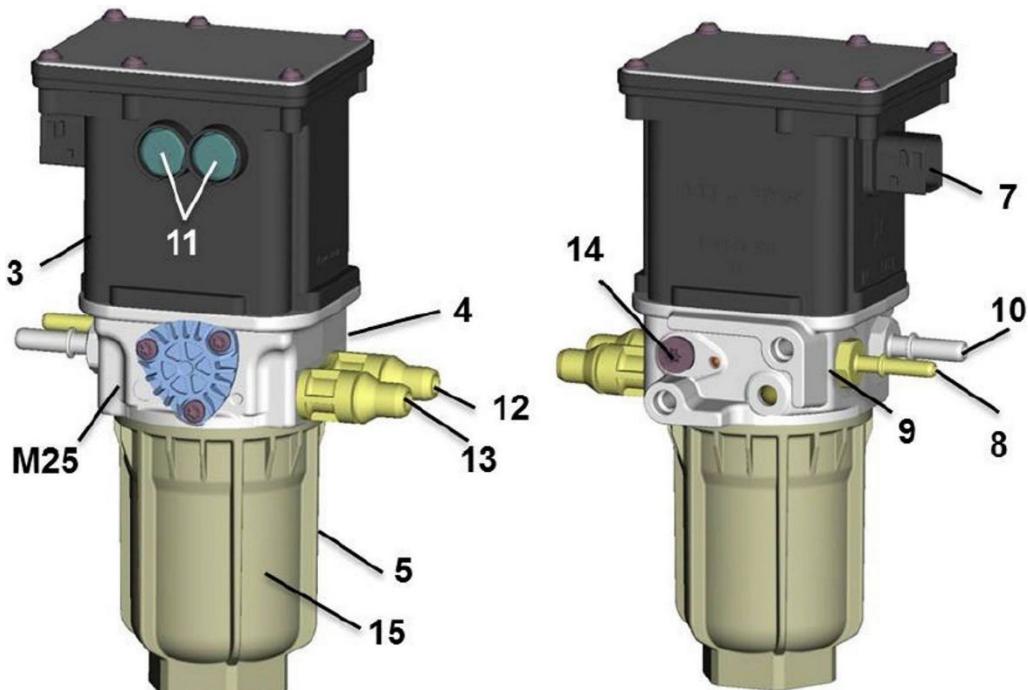
O gás de escape flui do catalisador SCR para o catalisador e a amônia (NH<sub>3</sub>) não consumida é oxidada com o oxigênio (O<sub>2</sub>) existente para convertê-lo em nitrogênio (N<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O).

O funcionamento da unidade de pós-tratamento dos gases de escape é monitorado e regulado eletronicamente por meio de sensores de pressão, temperatura e NO<sub>x</sub>. As falhas são memorizadas no sistema de diagnóstico de bordo (OBD).



## 8.16 Bomba de AdBlue®

O módulo da bomba é fixado na parte interna do membro da estrutura do lado direito com um suporte localizado próximo à unidade de pós-tratamento de escape.



Módulo da bomba de AdBlue FLO TT\_00\_00\_049270\_FA

<b>3</b>	Caixa de componentes eletrônicos
<b>4</b>	Corpo de emenda
<b>5</b>	Carcaça do filtro
<b>6</b>	Ligaçāo elétrica (comunicação com o dosador AdBlue®)
<b>7</b>	Conexão elétrica (comunicação com a unidade de controle de pós-tratamento dos gases de escape (ACM))
<b>8</b>	Entrada de AdBlue®
<b>9</b>	Filtro de sucção (abertura da malha 190 µm)
<b>10</b>	Saída de AdBlue®

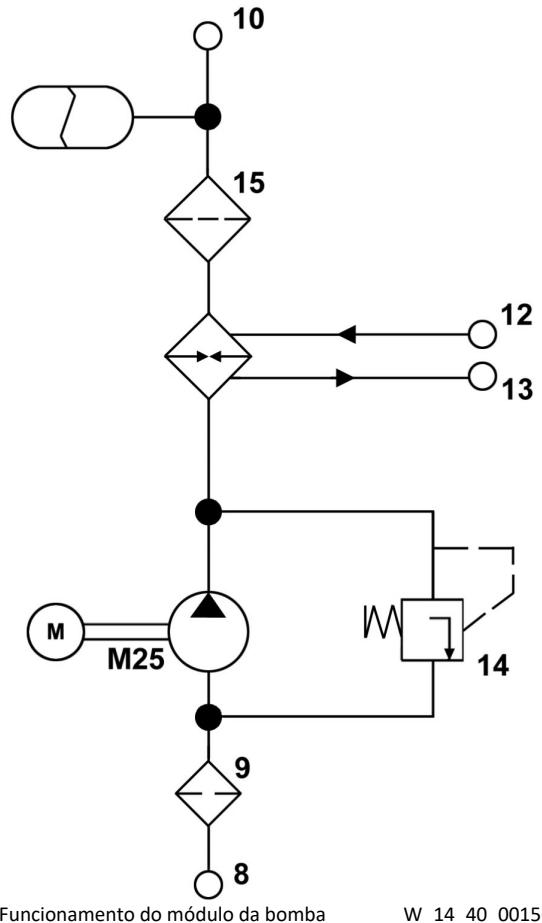
<b>11</b>	Válvulas de extração de ar
<b>12</b>	Entrada de líquido de refrigeração
<b>13</b>	Saída de líquido de refrigeração
<b>14</b>	Válvula limitadora de pressão
<b>15</b>	Filtro principal (abertura de malha 20 – 30 µm)
<b>A58</b>	Unidade de controle SCR
<b>M25</b>	Bomba de alimentação SCR

## 8.16 Bomba de AdBlue®

O módulo de bomba extrai AdBlue® do reservatório de AdBlue®, que é filtrado e bombeado para o dispensador de AdBlue® (A67). A duração da injeção e a vazão são calculadas na unidade de controle SCR (A58).

A partir dos motores Euro 6 existe um novo módulo de bomba AdBlue® modificado (A80) que não possui mais a unidade de controle SCR. A duração da injeção e a vazão de injeção são assumidas pela unidade de controle ACM.

### Função



<b>8</b>	Entrada de AdBlue®
<b>9</b>	Filtro de sucção
<b>10</b>	Saída de AdBlue®
<b>12</b>	Entrada de líquido de refrigeração
<b>13</b>	Saída de líquido de refrigeração
<b>14</b>	Válvula limitadora de pressão
<b>15</b>	Filtro principal
<b>M25</b>	Bomba de alimentação SCR

Após a partida do motor, a unidade de controle de pós-tratamento dos gases de escape ativa a unidade de controle ACM (A58) no módulo de bomba. A unidade de controle ACM (A58) conecta a bomba de alimentação ACM (M25). A bomba de alimentação ACM (M25) extraí o AdBlue® do



reservatório de AdBlue® que é conduzido com uma pressão de serviço de aproximadamente 10 bar para o dosador de AdBlue®.

O módulo de bomba fornece continuamente AdBlue e que não é necessário refrigera o dispensador de AdBlue® e passa pela linha de retorno para voltar ao reservatório de AdBlue®.

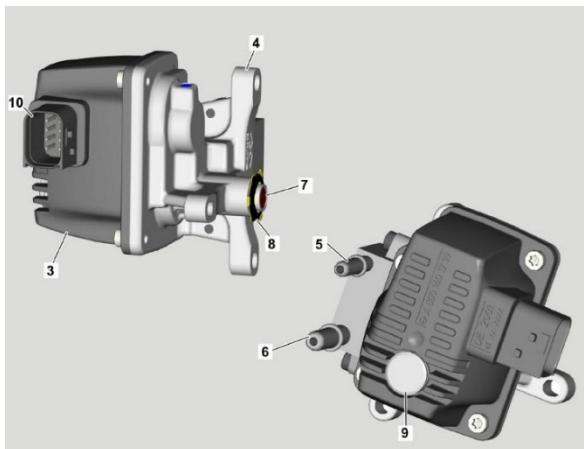
Uma válvula de alívio de pressão mecânica com uma pressão de abertura de aprox. 12 bares evitam que, em caso de anomalia, a instalação seja danificada.

## 8.17 Dosador de Arla

O dosador de AdBlue® (A67) é montada na frente da unidade de pós-tratamento dos gases de escape.

O dosador de AdBlue® (A67) contém os seguintes componentes:

- Um bico de injeção
- Um sensor de pressão
- Um sensor térmico
- Um elemento de aquecimento PTC



Dosador de AdBlue® W\_14\_40\_001566\_FA

<b>3</b>	Caixa (plástico)	<b>7</b>	Bico de injeção
<b>4</b>	Corpo base (aço inoxidável)	<b>8</b>	Junta
<b>5</b>	Entrada de AdBlue®	<b>9</b>	Válvula de ventilação
<b>6</b>	Saída de AdBlue® (retorno)	<b>10</b>	Conexão elétrica

O dosador de AdBlue® (A67) injeta a quantidade de AdBlue® que foi calculada pelas unidades de controle de gerenciamento do motor (MCM) (A4) e pós-tratamento dos gases de escape (ACM) (A60).

O dosador AdBlue® (A67) é constantemente alimentado pelo AdBlue® a uma pressão operacional de aprox. 10 bares desde o arranque do motor.

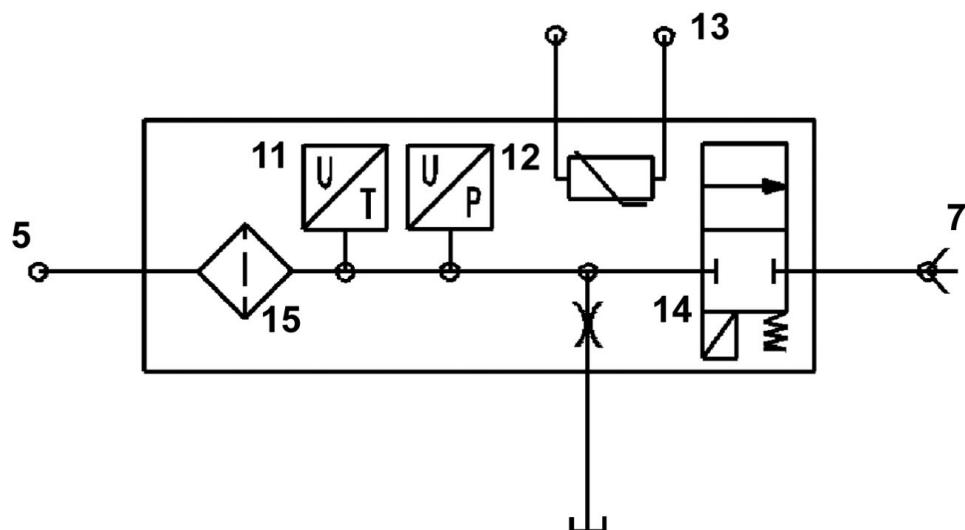
Devido ao fluxo circulante de AdBlue®, a unidade de dosagem de AdBlue® (A67) é refrigerada o resfriamento é essencial para evitar danos causados pelas temperaturas da caixa de escapamento,

## 8.17 Dosador de Arla

que podem ser altas em alguns casos. A refrigeração não deve ser interrompida com o motor em funcionamento. O AdBlue® que não foi necessário para a injeção retorna ao reservatório de AdBlue® através do tubo de retorno.

Devido à modificação da construção, estes dispensadores de AdBlue® têm uma linha característica de dosagem diferente, pelo que ao renovar os dispensadores de AdBlue antigos são necessários trabalhos adicionais.

- O código K0 (perímetro da unidade de dosagem AdBlue® D4) deve ser inserido no VeDoc.
- Depois de inserir o código K0, o status do software na unidade de controle ACM deve ser alterado. Isso configura o software do módulo de bomba para a linha característica de dosagem modificada (consulte SI14.40-W-0030A).



Funcionamento do dispensador AdBlue®

W\_14\_40\_001567\_FA

<b>5</b>	Entrada de AdBlue®	<b>13</b>	Elemento de aquecimento Válvula de injeção
<b>7</b>	Bico de injeção	<b>14</b>	
<b>11</b>	Sensor térmico	<b>15</b>	
<b>12</b>	Sensor de pressão		

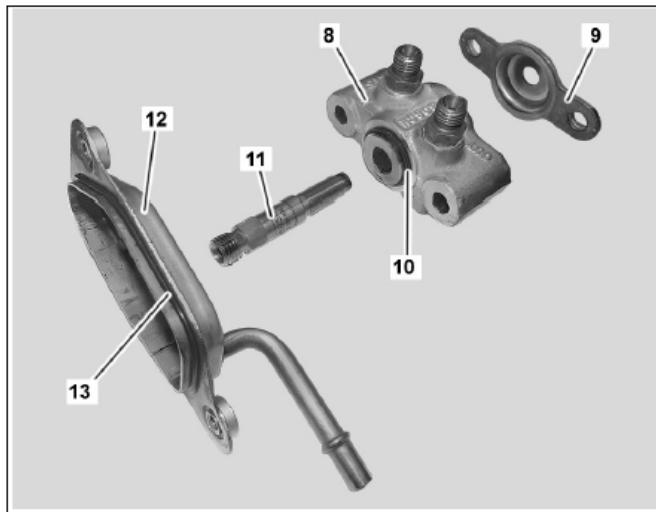
O arrefecimento da unidade de dosagem AdBlue® (A67) é mantido durante um determinado período após a parada do motor. Isso ocorre porque a unidade de pós-tratamento dos gases de escape pode ser exposta a altas temperaturas também após o motor ter parado. A unidade de dosagem de AdBlue® (A67) recebe dados sobre a quantidade atualmente necessária de AdBlue® da unidade de controle de pós-tratamento dos gases de escape ACM (A60). O sensor de pressão e o sensor de temperatura integrados medem a pressão e a temperatura do AdBlue®. Isso permite calcular o tempo correto de abertura da válvula de injeção para a quantidade necessária de AdBlue®. A válvula de injeção é ativada em intervalos temporizados e injeta o AdBlue® finamente atomizado diretamente na seção de hidrólise da unidade de pós-tratamento dos gases de escape.



## 8.18 Injetor de combustível no tubo de escape

Para que a dosadora de combustível realize o controle da passagem de combustível para ocorrer a regeneração do filtro de partículas DPF e efetive a injeção de combustível no sistema de escape, a válvula conta com o injetor de combustível. Através do injetor ocorre a injeção correta da quantidade de combustível disponibilizado pela dosadora de combustível para regeneração do DPF.

Para que não ocorra a pré-combustão no interior do injetor de combustível, devido as altas temperaturas no tubo de escape, o injetor de combustível é arrefecido pelo líquido de arrefecimento do motor, através de uma conexão de entrada e saída no injetor.



- 8 Adaptador de refrigeração
- 9 Parte inferior da carcaça
- 10 Anel de vedação
- 11 Bico injetor
- 12 Recipiente de blindagem
- 13 Vedaçāo

## 9. Fases de Regeneração dos Gases de Escape

As partículas de fuligem são separadas e recolhidas na estrutura porosa do filtro de partículas diesel por adesão. Devido às propriedades dos poluentes, são necessários dois processos de regeneração, que ocorrem em diferentes faixas de temperatura.

### 9.1 Regeneração passiva

A regeneração passiva ocorre em serviço de condução normal. O gás de escape passa primeiro pelo catalisador de oxidação do diesel, neste momento os hidrocarbonetos (HC) e o monóxido de carbono (CO) existentes são convertidos em dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), da mesma forma uma parte do monóxido de nitrogênio (NO) é oxidada para convertê-lo em dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ).

No filtro de partículas diesel localizado após o DOC o dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) reage com partículas de fuligem (hidrocarbonetos) para se tornar monóxido de nitrogênio (NO) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) quando as temperaturas estão acima de 250 °C os depósitos são removidos e o sistema é regenerado.

Para obter uma regeneração completa do filtro de partículas diesel, além da regeneração passiva, é necessária uma regeneração ativa.

### 9.2 Regeneração ativa

Para a regeneração ativa, a temperatura dos gases de escape na frente do catalisador de oxidação do diesel deve ser superior a 260 °C. Para atingir a temperatura operacional necessária o combustível é adicionamente injetado no fluxo de gases de escape. O combustível se difunde com os gases de escape e reage no catalisador de oxidação do diesel. Como resultado a temperatura do gás de exaustão aumenta para cerca de 600°C e as partículas de fuligem e carbono no catalisador de oxidação retardada do diesel queimam.

A duração da regeneração ativa é variável e ajustada de acordo com a distância percorrida desde a última regeneração e a diferença de pressão entre o sensor de pressão dos gases de escape na frente do filtro de partículas diesel (B37) e o sensor de pressão dos gases de escape atrás do filtro de partículas diesel (B38).

Dependendo das condições de funcionamento do veículo deve ser feita uma distinção entre a regeneração ativa durante o percurso e com o veículo parado (regeneração manual). Para atingir e manter a temperatura dos gases de escape necessária mesmo com o veículo parado a unidade de controle regula o gerenciamento do motor na regeneração manual ativa.

A unidade de controle de pós-tratamento dos gases de escape (ACM) registra a carga atual do filtro de partículas diesel por meio de valores de temperatura e pressão dos seguintes sensores:

- Sensor de pressão dos gases de escape na frente do catalisador de oxidação diesel (B37)
- Sensor de pressão dos gases de escape atrás do catalisador de oxidação diesel (B38)
- Sensor de temperatura dos gases de escape na frente do catalisador de oxidação diesel (B67)
- Sensor de temperatura dos gases de escape atrás do catalisador de oxidação diesel, acima (B68)
- Sensor de temperatura dos gases de escape atrás do catalisador de oxidação diesel, abaixo (B69)
- Sensor de temperatura dos gases de escape atrás do filtro de partículas diesel (B70)



Com base nestes valores, a unidade de controle de pós-tratamento dos gases de escape (ACM) pode reconhecer o estado de carga do filtro de partículas diesel e se necessário iniciar uma regeneração ativa através da unidade de controle da gestão do motor (MCM).

### 9.3 Regeneração manual

Antes de iniciar o processo de regeneração manual certifique-se de que o veículo não está sobre um local seguro. Além disso, não deve haver materiais inflamáveis nas proximidades do escapamento.

Durante o processo de regeneração, o veículo não deve ser deixado sem vigilância, para que o processo de regeneração possa ser interrompido.

A regeneração manual só deve ser realizada quando informado no painel de instrumentos.

A regeneração manual só pode ser realizada nas seguintes condições.

- Motor na temperatura de serviço
- Veículo parado
- Freio de estacionamento aplicado
- . Mantenha o botão de regeneração pressionado por pelo menos três segundos
- Tomada de força não acionada
- Câmbio em ponto morto
- O condutor deve ser avisado no painel de instrumentos para efetuar a regeneração (indicação do filtro de partículas diesel)
- NENHUMA falha relevante dos gases de escape na unidade de controle MCM ou ACM

### 9.4 Bloqueio da regeneração do filtro de partículas diesel:

Para evitar um aumento da temperatura dos gases de escape em locais que oferecem riscos (p. ex. em postos de gasolina e refinarias) uma regeneração automática pode ser inibida pelo interruptor.

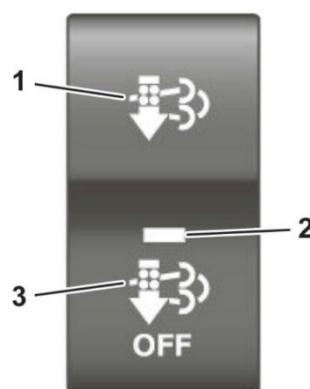
Com o interruptor acionado, o LED acende e é possível que o filtro fique coberto com excesso de fuligem, isso é anunciado pelo conceito usual de escalação e exibição.

O bloqueio da regeneração do filtro de partículas diesel é documentado e armazenado na memória de falhas.

A regeneração bloqueada do filtro de partículas diesel é mantida com a ignição LIGADA e/ou DESLIGADA e não é desativado automaticamente.

A desativação do bloqueio de regeneração só pode ser feita através do interruptor.

Empurre o interruptor para baixo novamente, o LED se apaga. O bloqueio de regeneração ativado só é exibido através do LED no interruptor.



Tecla de regeneração TT\_14\_40\_013110\_FA

## 9.5 Lâmpada OBD

Além disso, o botão de regeneração de partículas diesel é usado. As seguintes possibilidades estão disponíveis:  Regeneração manual (1)  Bloqueio manual da regeneração automática (3), o LED acende quando a regeneração é bloqueada (2)	<b>1</b>	Iniciar regeneração manual
	<b>2</b>	LED
	<b>3</b>	Bloquear a regeneração

## 9.5 Lâmpada OBD

### Símbolos e lâmpadas

O conceito de exibição de falhas na versão Euro VI foi modificado nos seguintes pontos:

- Conceito de exibição do painel de instrumentos

Além das indicações para o filtro de partículas diesel, a função da lâmpada Mil (Lâmpada de Indicação de Mau Funcionamento) também foi alterada.

Classificação nas classes de falha A B1, B2, C

As avarias do pós-tratamento dos gases de escape são classificadas em três categorias:

- A para o valor limite dos gases de escape de 1,5 g/kWh excedido
- B para o valor limite dos gases de escape de 1,5 g/kWh
- B1 o valor limite dos gases de escape de 1,5 g/kWh pode ser excedido
- B2 o valor limite dos gases de escape de 1,5 g/kWh não é excedido
- C o comportamento dos gases de escape não é influenciado

Se as emissões de substâncias nocivas ultrapassarem os valores-limite OBD (diagnóstico de bordo), o excesso é detectado como um mau funcionamento do sistema de redução de emissões e as respectivas lâmpadas de controle de gás localizadas no painel de instrumentos acendem intermitente ou permanentemente.

O sistema de redução de emissões consiste em pós-tratamento dos gases de escape, realimentação dos gases de escape e preparação da mistura do motor.

O regulamento Euro VI envolve múltiplas modificações. Ao ligar a ignição, o estado do sistema de redução de emissões já é indicado. Dependendo da avaria e da duração das emissões de escape excessivas, a conhecida redução de torque é complementada por uma limitação de velocidade.

A lâmpada de controle de diagnóstico do motor pode ser ativada nos seguintes estados

- Ignição LIG. E motor OFF, para verificação de lâmpadas
- O motor está funcionando, para indicar uma falha relevante para os gases de escape



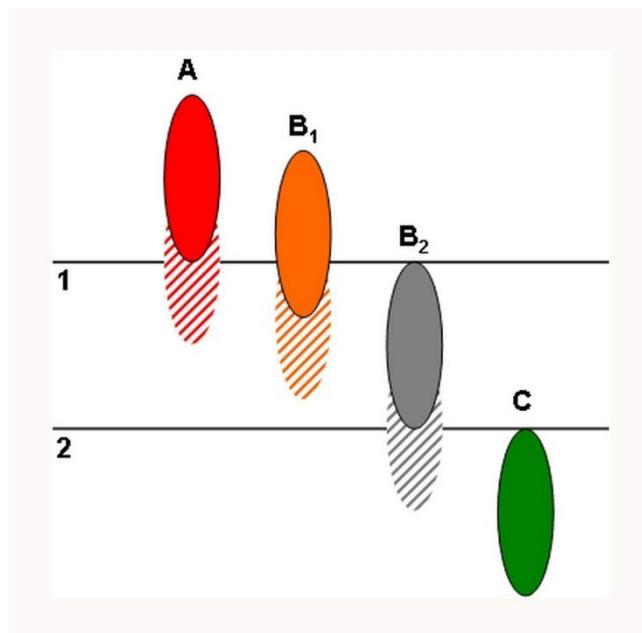
- O teste de lâmpadas no Euro VI, desde a ignição até a partida do motor, pode ser dividido em três fases:

- Exibição do escopo de funções da lâmpada de controle de diagnóstico do motor (MI)
- Indicador de prontidão do sistema OBD (prontidão, disponibilidade para teste)
- Indicação da presença de uma falha OBD e seu efeito no comportamento dos gases de escape

A verificação da lâmpada na Euro VI não indica se há uma falha ou como isso afeta a capacidade operacional do caminhão. Esta verificação deve ser utilizada preferencialmente para verificações de tráfego pelas autoridades.

## 9.6 Classificação de falhas

A classificação das falhas depende do impacto da avaria nos gases de escape.



Classificação de falhas TT\_14\_40\_016271\_FA

<b>1</b>	Valor limite do gás de escape excedido
<b>2</b>	Valor limite dos gases de escape para certificação
<b>A</b>	A falha faz com que o valor limite dos gases de escape seja excedido

<b>B1</b>	A falha pode fazer com que o valor limite dos gases de escape seja excedido
<b>B2</b>	A falha não faz com que o valor limite dos gases de escape seja excedido
<b>C</b>	A falha não faz com que o valor limite dos gases de escape para certificação seja excedido

#### 9.6 Classificação de falhas

Além disso, falhas que impedem o monitoramento de outras falhas OBD são classificadas como falha B1 ou B2, p. ex., sensor de temperatura do líquido de refrigeração.

O conceito de exibição para o motorista foi completamente desvinculado do conceito de exibição do sistema OBD.

Comportamento da lâmpada de controle de diagnóstico

Tipos de lâmpada de controle de diagnóstico do motor em funcionamento

- Iluminação breve sem interrupções
- Acende por 15 segundos após a partida do motor
- Indica uma falha classe B2 ou B1 ativa por menos de 200 h ou uma falha classe A que não está mais ativa.
- Iluminação contínua sem interrupções
- Acende durante a manutenção do motor
- Indica uma falha classe A ou B1 que não foi corrigida por mais de 200 horas
- Comportamento da lâmpada de controle de diagnóstico do motor no caso da classe C
- A lâmpada de controle de diagnóstico do motor não indica falhas de classe C.

O conceito de exibição da mensagem de aviso no painel de instrumentos nos veículos Euro VI para o motorista não depende do sistema OBD.

As mensagens correspondentes são exibidas no visor como resultado das seguintes fontes de erros no sistema de pós-tratamento dos gases de escape:

- Nível de enchimento do reservatório de AdBlue®
- Qualidade de AdBlue®
- Consumo insuficiente de AdBlue®
- Interrupção da injeção de AdBlue®
- Falha de componente dos componentes OBD monitorados
- Falha no sistema AGR

As mensagens de aviso ao motorista têm as seguintes propriedades:

- Consistem em um alarme visual que avisa o motorista da falha detectada e confirmada
- Não podem ser desativadas automaticamente sem primeiro remover a causa da ativação
- Não podem ser interrompidas automaticamente por um momento em que seja necessário exibir outras mensagens de aviso relevantes para a segurança

As repercuções das falhas no pós-tratamento dos gases de escape dividem-se em três categorias:

- Mensagens no painel de instrumentos
- Limitação de torque do motor
- Limitação de velocidade



## 9.7 Limitadores de Torque e Velocidade

As falhas de classe A são indicadas como uma mensagem de aviso vermelha no sistema de informação do motorista.

A ativação da limitação de torque ocorre nas seguintes condições:

- Nível de enchimento do reservatório AdBlue® inferior a 2,5%
- Existe uma falha confirmada por mais de 10 horas
- Parada do veículo ( $v = 0 \text{ km/h}$ )

Mesmo que o limitador de torque tenha sido ativado a condução ainda é possível a desativação da limitação de torque nas seguintes condições:

- Nível de enchimento suficiente do reservatório AdBlue®
- Identificação de solução de falha
- Detecção de regulador de marcha lenta motor

A ativação da limitação de velocidade ocorre nas seguintes condições:

- Nível de enchimento do reservatório de AdBlue® «vazio»
- Existe uma falha confirmada por mais de 20 horas
- Tanque de combustível reabastecido
- Nova partida do motor ou funcionamento do motor por mais de 8 horas (o que ocorrer primeiro)

A desativação da limitação de velocidade ocorre nas seguintes condições:

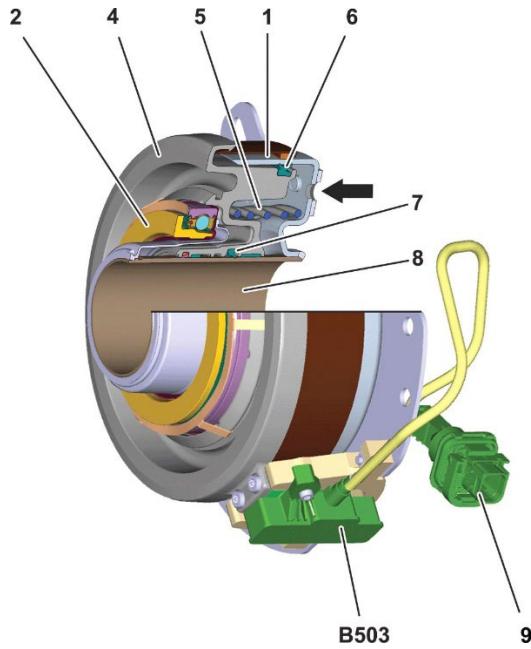
- Nível de enchimento suficiente do reservatório AdBlue®
- Identificação de solução de falha
- Ignição LIG.
- Partida do motor

Redefinição de falhas somente será realizado via XENTRY e informações no VeDoc

## 10. Embreagem

### 10.1 Atuador de embreagem

A embreagem é acionada por um atuador central localizado na caixa primaria transmissão, o atuador central da embreagem é acionado pela unidade de controle eletrônico da transmissão (TCM) e as válvulas solenoides que estão acopladas no atuador da caixa de mudanças automatizada.



Atuador central da embreagem W\_25\_20\_001109\_FA

<b>1</b>	Atuador central da embreagem	<b>7</b>	Anel de vedação
<b>2</b>	Rolamento de desengate	<b>8</b>	Bucha piloto
<b>4</b>	Êmbolo	<b>9</b>	Conector elétrico
<b>5</b>	Mola de pré-carga	<b>B504</b>	Sensor de curso da embreagem
<b>6</b>	Anel de vedação	<b>Seta</b>	Orifício de alimentação de ar

Quando a embreagem é acionada o êmbolo do atuador central da embreagem é pressurizado pelo ar comprimido através do orifício de entrada e move o conjunto para frente alterando a rotação do eixo piloto. Nesse processo o mancal de liberação da embreagem pressiona as molas de disco isso eleva o platô da embreagem pressionado a mola e liberando o disco de embreagem neste caso a embreagem se abre.

O êmbolo é vedado contra a bucha piloto por dois vedadores. Quando a embreagem não é acionada, o rolamento de atuação da embreagem é submetido a uma carga contínua mínima a partir das molas de pré-carga e pressionado contra as molas de disco. Isso evita ruídos dos mancais.

O sensor de curso da embreagem é preso ao mancal central de liberação da embreagem. A unidade de controle da transmissão (TCM) utiliza a informação para determinar indutivamente a posição do atuador central da embreagem.

#### Função

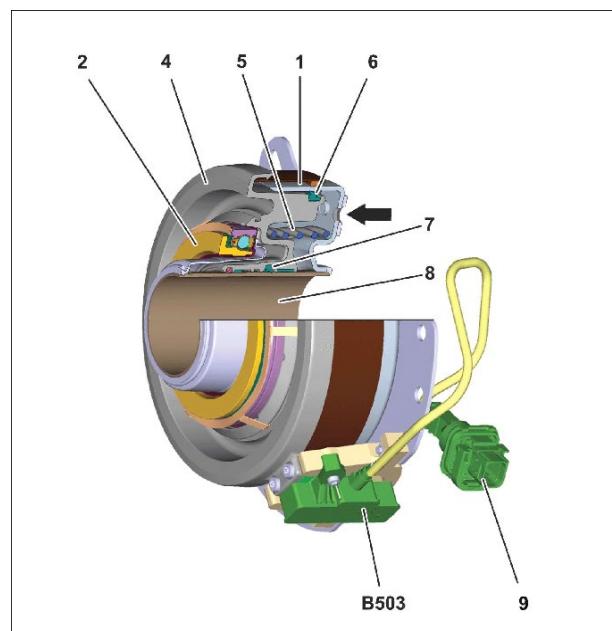
O colar central pneumático da embreagem (1) aciona as linguetas de membrana da placa de pressão da embreagem.

## 10.2 Sensor de curso da embreagem

Colar central pneumático da embreagem

1. Rolamento de desengate
2. Pistão
3. Mola de carga inicial
4. Anel de vedação
5. Anel de vedação
6. Bucha de guia
7. Conexão elétrica

B503      Sensor de curso da embreagem

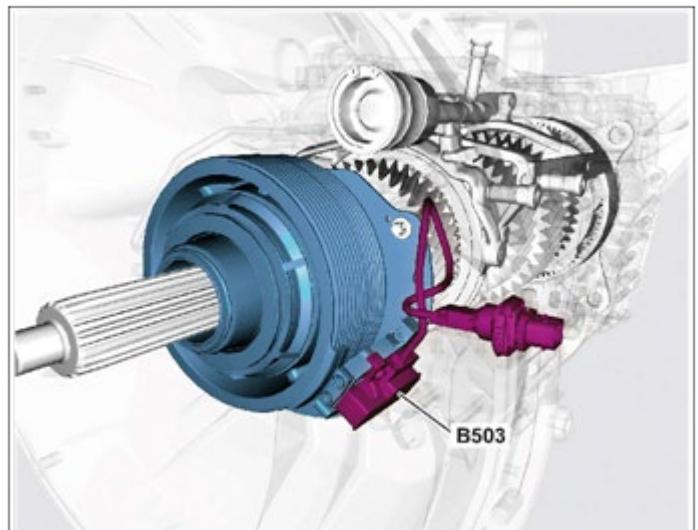


## 10.2 Sensor de curso da embreagem

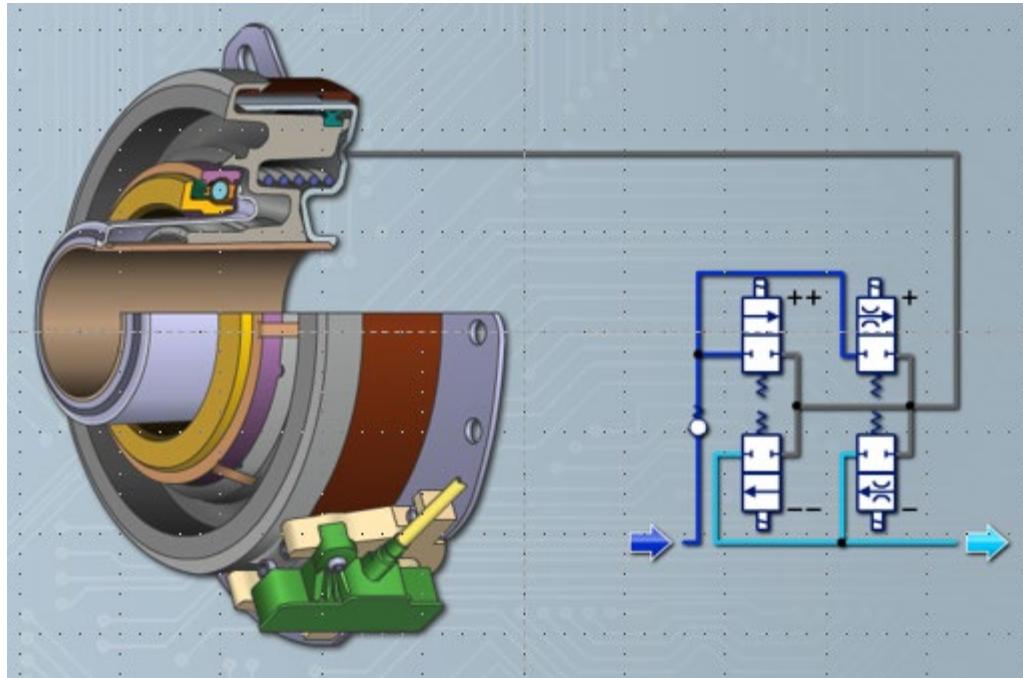
O sensor de curso da embreagem (B503) está parafusado no dispositivo pneumático central de acionamento da embreagem.

Através do sensor de curso da embreagem (B503) o módulo de comando da caixa de mudanças (TCM) (A5) registra a posição do dispositivo pneumático central de acionamento da embreagem.

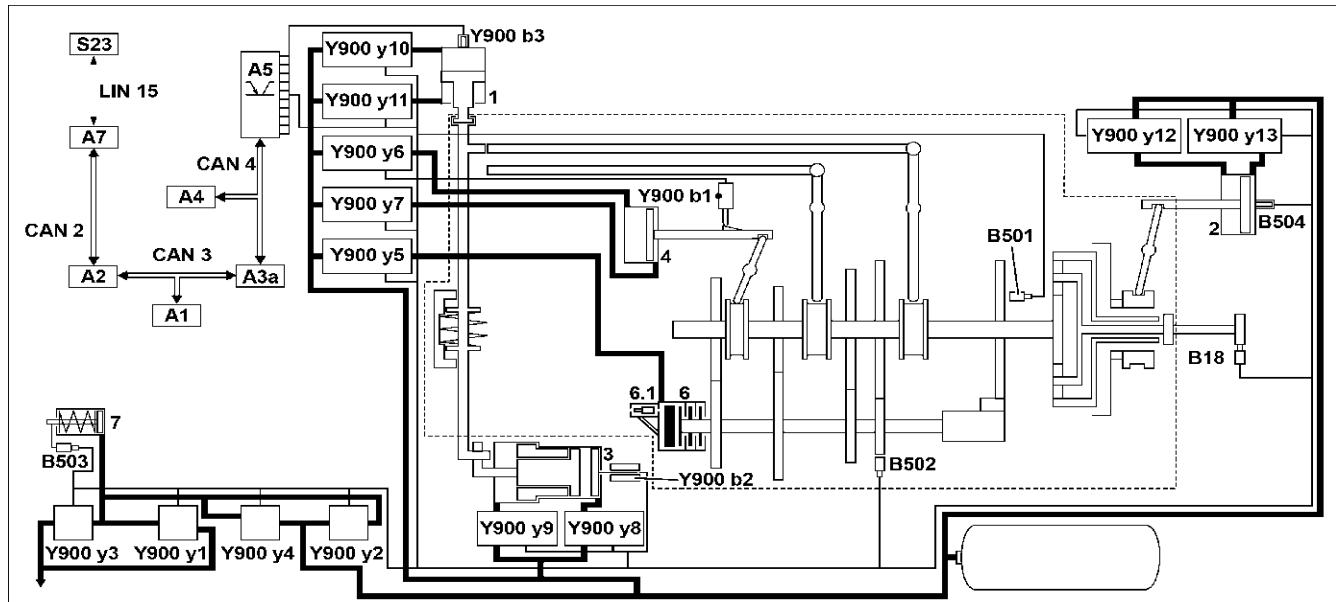
O sensor de curso da embreagem (B503) é um sensor de medição sem contato, cujas bobinas internas são ativadas por um imã permanente internamente o sensor de curso da embreagem (B503) gera através da eletrônica de avaliação um sinal de modulação por largura de pulsos (PWM), o qual é lido pelo módulo de comando da caixa de mudanças (TCM) (A5).



### Diagrama de Funcionamento



### Diagrama de funcionamento dos circuitos elétricos, pneumáticos e mecânicos



W26.21-A003-0

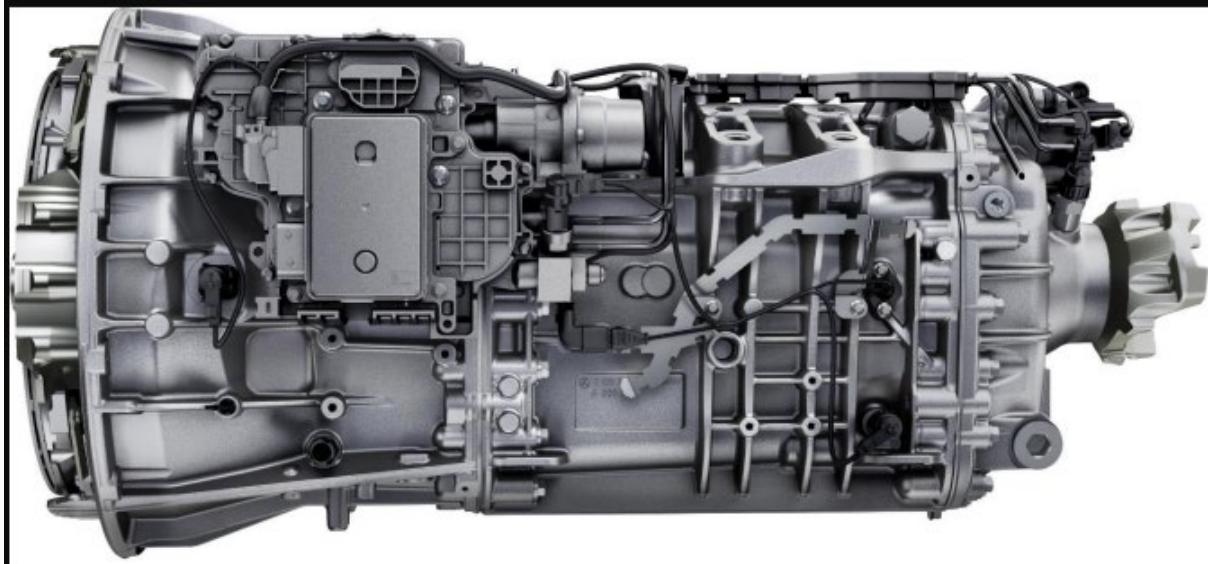
1	Cilindro de seleção	CAN 4	CAN acionamento
2	Cilindro do grupo multiplicador	LIN 15	ASAM-LIN 1
3	Cilindro de marcha	S23	Alavanca multifuncional direita
4	Cilindro do grupo split	Y900 b1	Sensor de curso do grupo Split
6	Freio da árvore intermediária	Y900 b2	Sensor de curso cilindro da marcha
6.1	Válvula mecânica de respiro	Y900 b3	Sensor de curso do cilindro do grupo
7	de marcha	Y900 y1	Válvula eletromagnética para fechar
	Colar central pneumático da embreagem	Y900 y2	Embreagem
A1	lentamente a		Válvula eletromagnética para
	Módulo de comando do instrumento combinado		

			10.2 Sensor de curso da embreagem
A2	abrir lentamente a (IC) Módulo de comando do gateway central (CGW) rapidamente a	Y900 y3	embreagem Válvula eletromagnética para fechar
A3a	Módulo de comando do controle do veículo (CPC5) válvula	Y900 y4	Embreagem abrir rapidamente o acoplamento da
A4	Módulo de comando da unidade de controle do motor Y900 y5 do freio das árvores (MCM)	Y900 y5	Eletromagnética Válvula eletromagnética intermediárias
A5	Módulo de comando do comando da caixa de desengatar o grupo split mudanças automáticas (TCM)	Y900 y6	Válvula eletromagnética para
A7	Módulo de comando do módulo de registro e engatar o grupo split ativação do sinal Advanced (ASAM)	Y900 y7	Válvula eletromagnética para
B18	Sensor de rotação, caminho e velocidade desengatar o cilindro da	Y900 y8	Válvula eletromagnética para
B501	Sensor de rotação da árvore secundária cilindro da	Y900 y9	Marcha Válvula eletromagnética para engatar o
B502	Sensor de rotação da árvore intermediária desengatar o cilindro de	Y900 y10	Marcha Válvula eletromagnética para
B503	Sensor de curso da embreagem	Y900 y11	Grupo de marcha Válvula eletromagnética para engatar o cilindro de grupo de marcha
B504	Sensor de curso do grupo multiplicador	Y900 y12	Válvula eletromagnética para engatar o grupo multiplicador
CAN 2	CAN compartimento interno	Y900 y13	Válvula eletromagnética para desengatar o grupo multiplicador
CAN 3	CAN chassis		

Abreviação	Designação	Abreviação	Designação
Y900 y3	Válvula eletromagnética de fechamento rápido da embreagem	Y900 y9	Válvula eletromagnética do cilindro de engate, Marchas ímpares
Y900 y4	Válvula eletromagnética de abertura rápida da embreagem	Y900 y10	'Válvula eletromagnética do cilindro de seleção, Posição 1
Y900 y5	Válvula eletromagnética do freio da árvore intermediária	Y900 y11	'Válvula eletromagnética do cilindro de seleção, Posição 2
Y900 y6	Válvula eletromagnética do grupo divisor, alta	Y900 y12	Válvula eletromagnética do grupo multiplicador Baixo (Low)
Y900 y7	Válvula eletromagnética do grupo divisor, Baixa	Y900 y13	Válvula eletromagnética do grupo multiplicador Alto (High)
Y900 y8	Válvula eletromagnética do grupo divisor, Baixa		

## 11. Caixas Automatizadas Power Shift 3

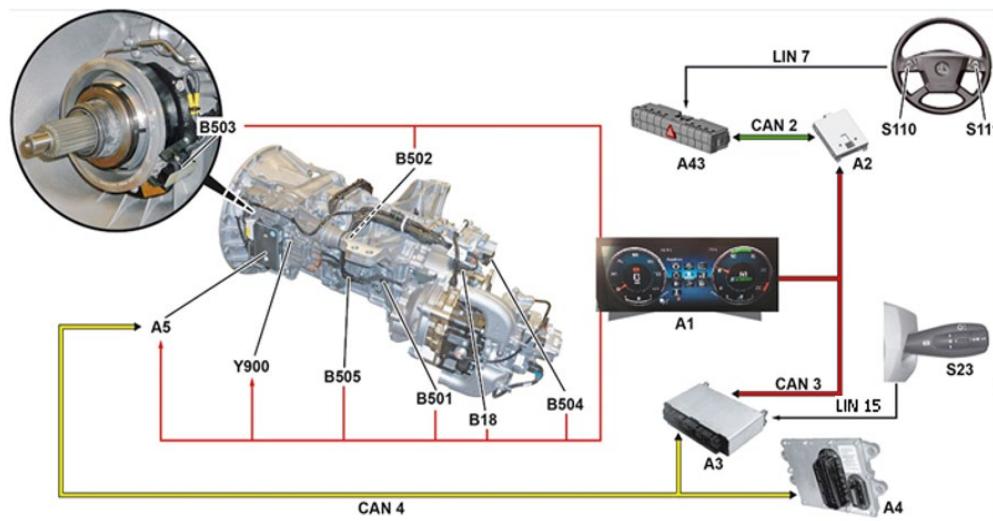
O novo sistema de Transmissão Automatizada PowerShift 3 proporciona maior conforto no engate de marchas tanto para desengatar ou engatar as marchas, a embreagem atua independente de maneira totalmente automatizada. Possibilita a conversão para caixa de mudanças manual e automatizada com base na tecnologia das caixas de mudanças Mercedes-Benz PowerShift. O acionamento da embreagem é executado por um atuador central do conjunto de embreagem acionado pneumáticamente.



A transmissão da nova caixa automatizada da Mercedes-Benz PowerShift 3 recebeu algumas alterações para proporcionar melhorias no sistema da transmissão, maior segurança e melhor eficiência na troca de marchas.

### Componentes

- Atuador da Embreagem centralizado
- Engrenagem Solar com conceito Torque-Free
- Bomba de óleo e freio da arvore intermediaria acopladas na mesma peça
- Carter e Peneira de óleo na transmissão
- Grupo Planetário sem a presença de sincronizadores e com desaceleração dos movimentos
- Atuador central de Engates (Y900) acionado pneumáticamente
- Unidade de controle eletrônico da transmissão (TCM)
- Unidade de controle eletrônico do veículo (CPC)
- Grupos de teclas do volante de direção
- Alavanca de comando multifuncional da direita
- Modo de condução Ecoroll



W\_26\_21\_001121\_FA

<b>A1</b>	Unidade de controle do painel de instrumentos (ICUC)	<b>B505</b>	Sensor de temperatura do óleo da caixa mudanças automatizada
<b>A2</b>	Unidade de controle Gateway central (CGW)	<b>CAN 2</b>	CAN do interior
<b>A3</b>	Unidade de controle do veículo (CPC)	<b>CAN 3</b>	CAN do quadro
<b>A4</b>	Unidade de controle do motor (MCM)	<b>CAN 4</b>	CAN do trem de força
<b>A5</b>	Unidade de controle da transmissão (TCM)	<b>LIN 15</b>	LIN da alavanca de comando multifuncional da direita
<b>A43</b>	Unidade de controle do painel de interruptores modular (MSF)	<b>LIN 7</b>	LIN do grupo de teclas
<b>B18</b>	Sensor de distância do curso e de velocidade (velocímetro)	<b>S23</b>	Alavanca de comando multifuncional da direita
<b>B501</b>	Sensor de rpm da árvore secundária	<b>S110</b>	Grupo de teclas do volante de direção multifuncional da esquerda
<b>B502</b>	Sensor de rpm da árvore intermediária	<b>S111</b>	Grupo de teclas do volante de direção multifuncional da direita
<b>B503</b>	Sensor de curso da embreagem	<b>Y900</b>	Atuador da caixa de mudanças
<b>B504</b>	Sensor do curso do grupo multiplicador		

### Estratégia de Engate

A tarefa da estratégia de mudanças de marcha é determinar a marcha ideal conforme cada condição de operação. Baseado em vários fatores de entrada nas unidades de controle o software e logaritmos de cálculo são usados para calcular a marcha ideal para cada situação. Os mapas de características nos quais se baseia o cálculo de engate das marchas, visa melhor desempenho do veículo e podem ser diagnosticados via Star Diagnoses em Valores Atuais.

Os seguintes fatores são envolvidos nesta estratégia para o Controle de Gerenciamento da transmissão do Veículo:

- Posição do pedal do acelerador
- A massa atual do veículo
- Inclinação do veículo em relação a estrada (nível acima/nível abaixo)
- Modo de condução ativado
- Marcha real engatada
- Condição atual da transmissão (manual/automatizado)



## 10.2 Sensor de curso da embreagem

- Modelo do motor agregado no veículo
- Condição do Piloto automático (Ativado/não Ativado)

Informações são necessárias para determinar a marcha ideal.

Estes fatores são por exemplo:

- Velocidade do veículo
- Torque do motor
- Velocidade do motor
- Rotação de saída da caixa de mudanças

### Acionamento de engate de marchas



### Mudança para marchas superiores

De marcha ímpar para marcha par (ex. 1 <sup>a</sup> para 2 <sup>a</sup> marcha)	De marcha par para marcha ímpar (ex. 2 <sup>a</sup> para 3 <sup>a</sup> marcha)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1) Redução do torque do motor</li> <li>• 2) Abrir a embreagem e aliviar o trem de força</li> <li>• 3) Mudança do grupo divisor</li> <li>• 4) Fechamento da embreagem</li> <li>• 5) Aumentar a reserva de torque do motor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1) Redução do torque do motor</li> <li>• 2) Abrir a embreagem e aliviar o trem de força</li> <li>• 3) Desengate a marcha (posição neutra)</li> <li>• 4) Mudança do grupo divisor</li> <li>• 5) Opere o freio da árvore intermediária <ul style="list-style-type: none"> <li>– a) Freando a árvore intermediária para ajustar a rpm entre a árvore intermediária e a secundária</li> </ul> </li> <li>• 6) Engate a marcha</li> <li>• 7) Fechamento da embreagem</li> <li>• 8) Aumentar a reserva de torque do motor</li> </ul>

Quando estiver passando de 6<sup>a</sup> para a 7<sup>a</sup> marcha, o grupo multiplicador também é mudado além de mudar a engrenagem e o grupo divisor.



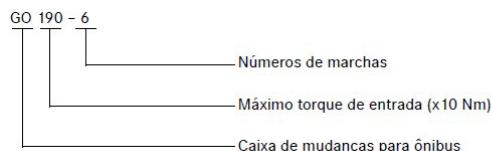


### Mudança para marchas inferiores

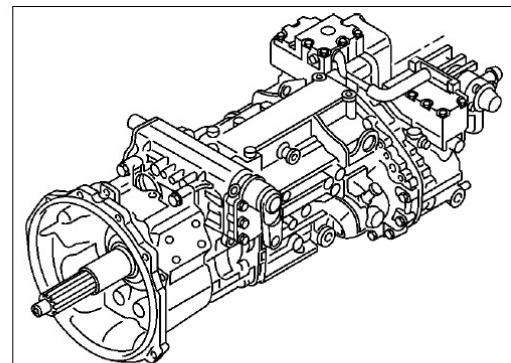
De marcha ímpar para marcha par (ex. 3 <sup>a</sup> para 2 <sup>a</sup> marcha)	De marcha par para marcha ímpar (ex. 8 <sup>a</sup> para 7 <sup>a</sup> marcha)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1) Redução do torque do motor</li> <li>• 2) Abrir a embreagem e aliviar o trem de força</li> <li>• 3) Desengate a marcha (posição neutra)</li> <li>• 4) Mudança do grupo divisor</li> <li>• 5) Fechamento da embreagem</li> <li>• 6) Aumento da velocidade do motor <ul style="list-style-type: none"> <li>– a) Ajuste da rpm entre a árvore secundária e a intermediária</li> </ul> </li> <li>• 7) Engate a marcha</li> <li>• 8) Aumentar a reserva de torque do motor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1) Redução do torque do motor</li> <li>• 2) Abrir a embreagem e aliviar o trem de força</li> <li>• 3) Mudança do grupo divisor</li> <li>• 4) Fechamento da embreagem</li> <li>• 5) Aumentar a reserva de torque do motor</li> </ul>

Quando estiver passando de 7<sup>a</sup> para a 6<sup>a</sup> marcha, o grupo multiplicador também é mudado além de mudar a engrenagem e o grupo divisor.

## 11.1 Transmissão G190/6 e G210/6



**GO 190 - 6/8,2-1** 0500R/1636/59  
0500RS/1636/30  
0500RSD/2036/30

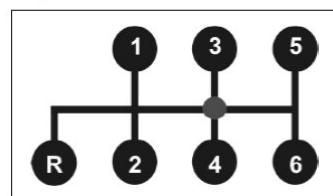


### Relação de redução

Primeira	8,2	- 0-500 R (1636/59)
Segunda	4,6	- 0-500 R (1632/59)
Terceira	2,8	- 0-500 RS (1636/30)
Quarta	1,8	- 0-500 RSD (2336/30)
Quinta	1,2	
Sexta	1,0	
Ré	7,7	

### Aplicações

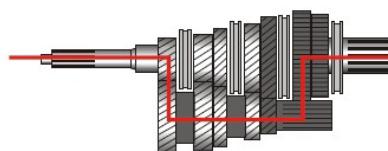
### Diagrama de marchas



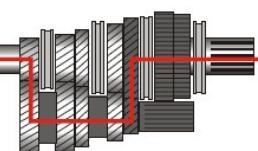
### Volume de abastecimento

(11,5 litros sem retarder / 13,5 litros com retarder)

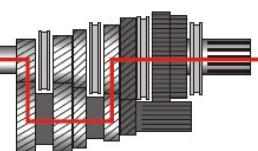
1<sup>a</sup> marcha



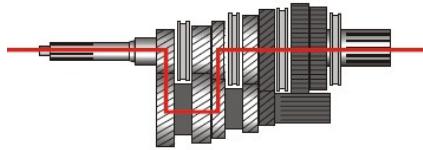
2<sup>a</sup> marcha



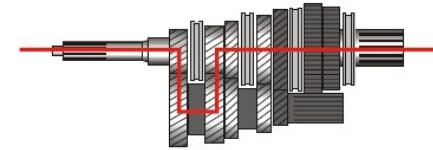
3<sup>a</sup> marcha



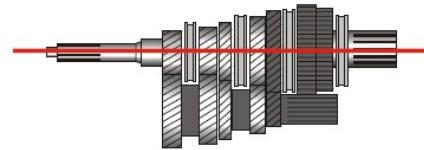
4<sup>a</sup> marcha



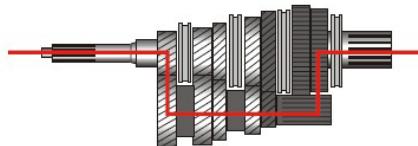
5<sup>a</sup> marcha



6<sup>a</sup> marcha

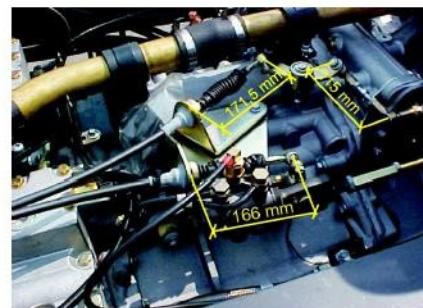


Marcha à ré



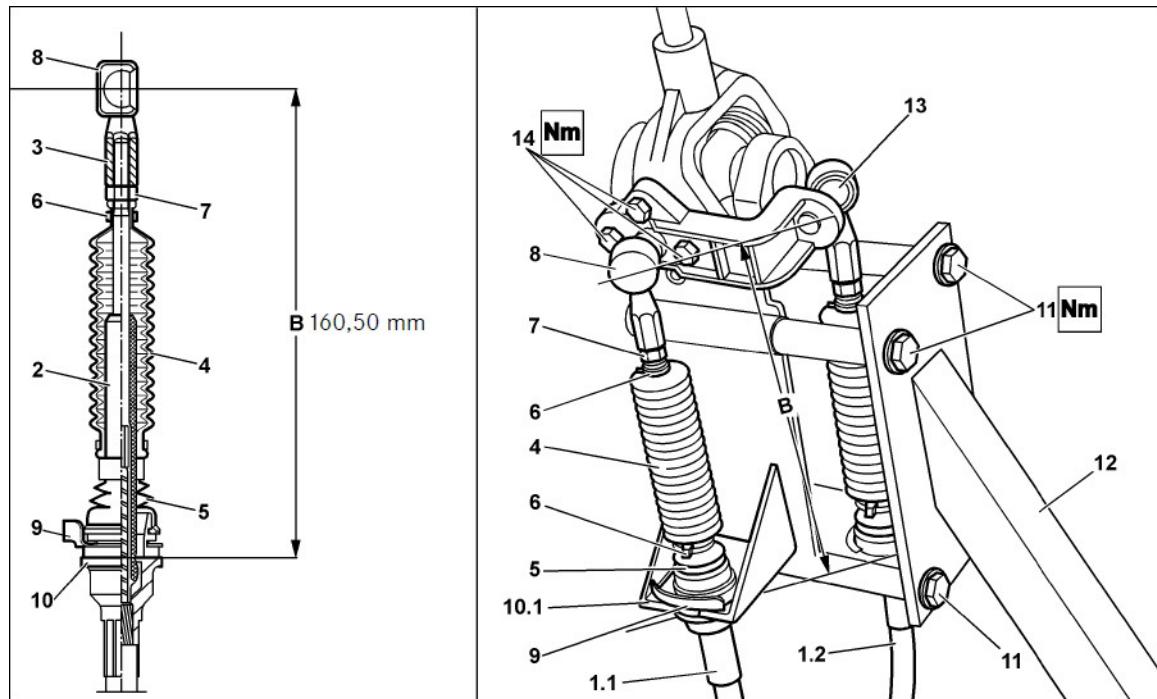
## 11.2 Trambulação com sistema de auxílio pneumático de engate - Medidas básicas

As medidas contidas nesta página podem ser utilizadas como referência de montagem e/ou ajustes, podendo ser alteradas para mais ou para menos.

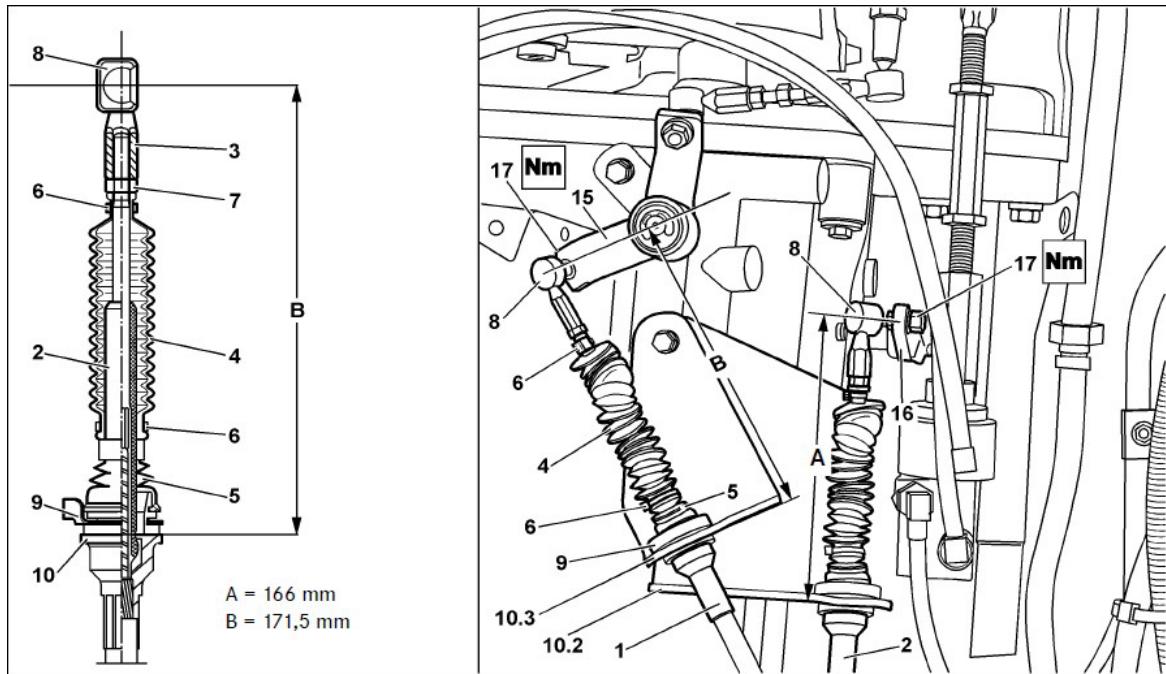


Remover e instalar os cabos de comando

#### Veículos 634.011/061 com câmbio 714.124



6.3 Remover e instalar os cabos de comando

**Veículos 634.011/061 com câmbio 714.124****Veículos 634.011/061 com câmbio 714.124**

- 1 Cabo de engate montado na caixa de mudanças (tarja amarela)
- 2 Cabo seletor das marchas montado na caixa de mudanças
- 1.1 Cabo seletor das marchas montado no trambulador da alavanca (tarja amarela)
- 1.2 Cabo de engate das marchas montado no trambulador da alavanca
- 2 Capa de proteção dos cabos em toda a sua extensão
- 3 Extremidades roscadas dos cabos para regulagem
- 4 Protetores sanfonados (maiores): um em cada extremidade
- 5 Protetores sanfonados (menores): colocados no lado das fixações dos cabos
- 6 Braçadeiras plásticas de fixação dos protetores sanfonados (duas em uma extremidade)
- 7 Porcas de regulagem dos cabos nos terminais
- 8 Terminais de articulação (um em cada extremidade; não usam trava elástica).
- 9 Travas de fixação dos cabos nos suportes, no trambulador e na caixa de mudanças.
- 10 Batentes de fixação nas capas dos cabos (servem como medida de referência para regulagem)
- 10.1 Suportes de apoio e fixação dos cabos no trambulador da alavanca
- 10.2 Suporte de fixação do cabo seletor das marchas na caixa de mudanças
- 10.3 Suporte de fixação do cabo de engate das marchas na caixa de mudanças
- 11 Parafusos de fixação do trambulador com a alavanca de mudanças
- 12 Suporte de fixação do trambulador com a alavanca na estrutura do veículo
- 13 Rótula esférica da articulação do terminal do cabo de engate das marchas no trambulador
- 14 Parafusos de fixação da alavanca de articulação dos cabos no trambulador
- 15 Alavanca de ligação do cabo de engate na caixa de mudanças
- 16 Alavanca de ligação do cabo de seleção na caixa de mudanças
- 17 Porcas autotravantes de fixação dos pinos com as rótulas esféricas nas alavancas de seleção e engate na caixa de mudanças
- B Medida de regulagem nas duas extremidades de cada cabo (medidas iguais no trambulador da alavanca e na caixa de mudanças nos dois cabos, de seleção e de engate).
- C Medida de referência para montagem dos terminais de articulação nas extremidades dos cabos, no trambulador e na caixa de mudanças.



### 11.3 Trambulação por cabos (Trambulador vertical)

Denominação	Medidas de cabos existentes		Veículos 634.011/061 com caixas de mudanças 714.124
Temperatura de trabalho dos cabos	Graus °C		-40 a +100o C
Denominação			Veículos 634.011/061 com caixas de mudanças 714.124
Porcas autotrvantes de fixação do trambulador no suporte	Nm	M8	20 a 22
Parafusos de fixação da peça de acionamento dos cabos à	Nm	M10	53 a 62
Peça de alojamento da alavanca de mudanças	Nm	M10	53 a 62

#### Graxas e lubrificantes

Denominação - Graxa conforme DBL 6811.00.20 - Classe 266.2

Trocar o óleo da caixa de mudanças - Dados Técnicos

#### Carcaça na caixa de mudanças

Denominação				Caixa de mudanças 714.124
Bujões de abastecimento e escoamento do óleo na caixa de mudanças	Sextavado	Nm	50	
	Torx	Nm	60	
Bujão do filtro de óleo na caixa de		M38X1,5	Nm	60

#### Caixas de mudanças de acionamento manual

Denominação				Caixa de mudanças 714.124
Óleo para engrenagens	Quantidade de abastecimento	Litros	11,5	
	Com Retarder R 115 E	Litros	13,5	

#### Graxas e lubrificantes

Denominação - Óleo lubrificante SAE 80 para transmissões Classe MB 235/ E 235,5



## 12. Eixos

### 12.1 Eixo Dianteiro

#### Nomenclatura dos Eixos

**VL 4 / 39 D C - 7,1**

**VL** Eixo dianteiro para caminhões

**VO** Eixo dianteiro para ônibus

**AL** Eixo dianteiro com tração

**4** Série de construção

**39** Execução

**D** Freio pneumático

**C** Freio a disco

**L** Suspensão pneumática

**B** Suspensão metálica

**S** Bloqueio do diferencial

**7,1** Carga máxima admissível sobre o eixo em toneladas

### 12.2 Eixo Traseiro

#### Nomenclatura dos Eixos

**HL 7/025 DC - 13**

**HL** Eixo traseiro com tração para caminhão com 2 eixos

**HD** Eixo traseiro para caminhão com 3 eixos, 2 traseiros tracionados

**HO** Eixo traseiro para ônibus monobloco

**NR** Eixo traseiro sem tração (3º Eixo)

**HH** Eixo traseiro para ônibus com motor traseiro

**7** Série de construção

**25** Execução

**D** Freio pneumático

**Z** Diferencial com reduzida

**G** Com árvore de transmissão passante

**C** Freio a disco

**S** Bloqueio do diferencial

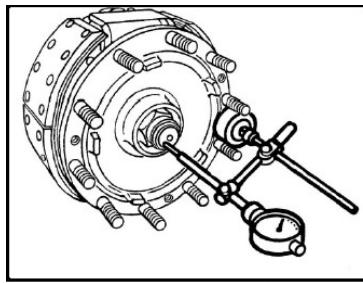
**L** Suspensão pneumática

**13** Carga máxima admissível sobre o eixo em toneladas

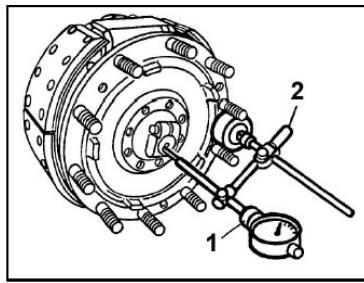


## 12.3 Eixo Dianteiro VO4

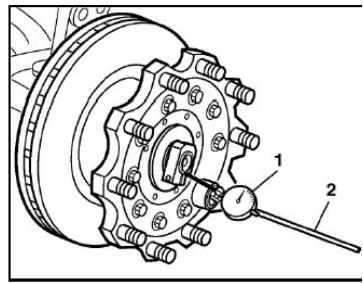
Eixos dianteiros 732.792/796/797; 739.395/396/397



B33.20-0004-01



B33.20-0005-01



B33.20-0006-0

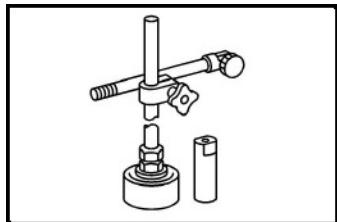
1 Relógio comparador

2 Porta relógio comparador

	Ajustar		
1	Colocar a porca e apertá-la	Ao apertar a porca-trava girar continuamente o cubo da roda e comum martelo de cobre aplicar algumas batidas no cubo para assentar os rolamentos. Porca-castelo (VL 3) Porca com colar (VL 3) Porca com parafuso trava (VL 3/35 DC, VL/VO 4).	BA33.20-B-1001-01 B BA33.20-B-1002-01 B BA33.20-B-1004-01 B
2	Afrouxar a porca até obter uma pequena folga axial perceptível		
3	Instalar o suporte do comparadorno cubo da roda, colocar o comparador e apoiar o apalpador sobre a face frontal da ponta de eixo. Ajustar o indicador a zero com uma tensão prévia de 1 mm	Suporte do comparadorComparador	363 589 02 21 00 001 589 53 21 00 BE33.20-B-1006-01 B
4	Deslocar axialmente o cubo da roda e verificar a folga axial dos rolamentos indicada no comparador	A folga axial é obtida apertando ou afrouxando a porca.	
5	Montar a arruela dentada de travamento na porca com colar Apertar o parafuso trava da porca	Somente eixos VL 3 Somente eixos VL 3 / 35 DC e VL 4	BA33.20-B-1005-01 B
6	Montar o anel-trava na ranhura da ponta de eixo	Somente eixos VL 3 Nos eixos com porca-castelo, travá-la com um contrapino adequado.	

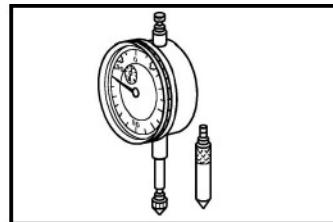
**Valores de comprovação guia de roda, cubo**

Número	Denominação	Eixos 732.708/731/798/799	Eixos 732.700	Eixos 732.702 à 752
BE33.20-B-1006-01B	Folga axial mm dos rolamentos do cubo	0,02 ... 0,06	0,02 ... 0,06	0,02 ... 0,06
Número	Denominação	Eixos 732.705/717/723/739 /751/759/760/796	Eixos 733.894	Eixos 739.3 VL4/9 D-7, VL4/9 DL-7
BE33.20-B-1006-01B	Folga axial dos rolamentos do cubo mm	0,02 ... 0,06	0,02 ... 0,04	0,02 ... 0,04
Número	Denominação	Eixos 739.3 VL4/10 D7	Eixos 739.3 VL4/37 DL6,5	Eixos 739.3 VO4/13 D(L)7
BE33.20-B-1006-01B	Folga axial dos rolamentos do cubo mm	0,02 ... 0,04	0,02 ... 0,04	0,02 ... 0,04
Número	Denominação	Eixo dianteiro 732.793/794/796/795	Eixo dianteiro 739.3	Eixo dianteiro 732.792/797
BA33.20-B-1001-01B	Porca-castelo antes do ajuste	Nm	-	-
BA33.20-B-1002-01B	Porca com colar	Nm	-	-
BA33.20-B-1004-01B	Porca com parafuso trava	Nm	180 ... 200	240
BA33.20-B-1005-01B	Parafuso trava	Nm	55 ... 65	55 ... 65



363 589 02 21 00

Suporte do comparador



001 589 53 21 00

Comparador

## 12.4 Eixo Traseiro HO4

Regular a folga dos rolamentos no cubo de roda traseiro

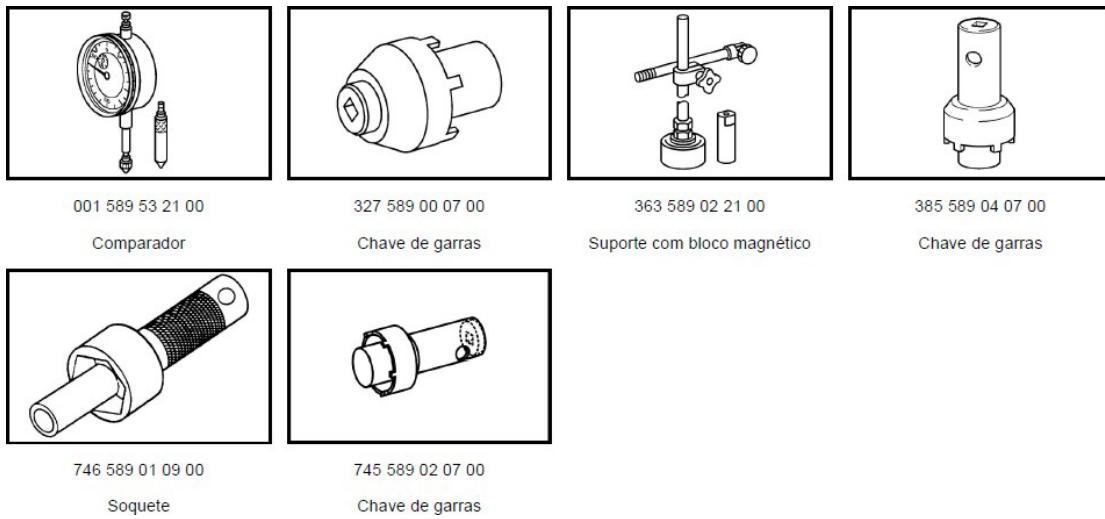
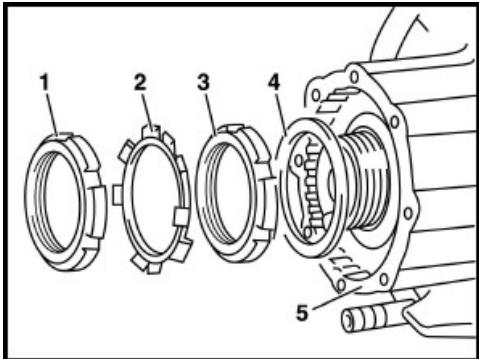
### Cubo de Roda

Número	Denominação	Eixo traseiro 740.3/6/7/8	Eixo traseiro 743.0...3; 743.40/41/43/48 /49; 743.453	Eixo traseiro 746.971...979/980/982/ 983/990/991/994/997; 746.86...89/96
BE35.20-B- 1001-02A	Folga axial dos rolamentos dos cubos de roda mm	0,01 ... 0,03	0,02 ... 0,04	0,02 ... 0,04
Número	Denominação			Eixo traseiro 772.110
BE35.20-B-1001- 02A	Folga axial dos rolamentos dos cubos de roda mm			0,02 ... 0,04

Número	Denominação	Eixo traseiro 740.6, 740.7		
BA35.20-B-1001-06A	Porca ranhurada externa do cubo de roda Nm			550
BA35.20-B-1005-06A	Porca ranhurada interna do cubo de roda Nm			300
Número	Denominação	E. Tr. 743.0...2	E. Tr. 742.8, 745.5/9, 746.875	E. Tr. 746.971...976 /982/983/9 91/994/997; 746.876/882
BA35.20-B- 1001-06B	Porca ranhurada interna	1 <sup>a</sup> Etapa Nm	300	300
		2 <sup>a</sup> Etapa Angular	- 45°	- 45°
				- 120°
BA35.20-B- 1002-06B	Porca ranhurada externa	M52 Nm	-	-
		M62 Nm	-	-
		M75 Nm	350...400	-
		M80 Nm	-	-
		M85 Nm	-	350...400
Número	Denominação	E. Tr. 746.96	E. Tr. 772.110	
BA35.20-B-1001-06C	Porca ranhurada interna	1 <sup>a</sup> Etapa Nm	350	300
		2 <sup>a</sup> Etapa Angular	- 120°	- 45°
BA35.20-B-1002-06C	Porca ranhurada externa	M52 Nm	350...400	350...400

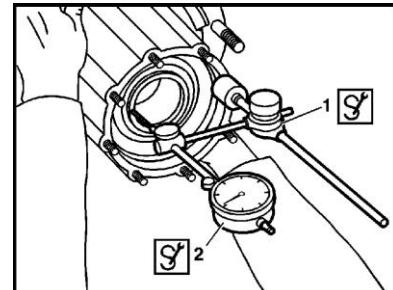


## 12.4 Eixo Traseiro HO4

**Regulagem**

1. Porca externa
2. Chapa-trava
3. Porca interna
4. Arruela de encosto
5. Cubo de roca

- Instalar a porca interna (3) e simultaneamente girar o cubo (5).
- Aplicar no cubo (5) algumas batidas com um martelo de bronze.
- Apertar a porca (3, n ) com o momento de força especificado e soltá-la no ângulo prescrito.



- Instalar uma nova chapa-trava (2) e apertar a porca externa (1, n ) com o momento de força prescrito.
- Instalar o suporte do comparador (1, l) e o relógio comparador (2, l ).
- Mover o cubo para fora e para dentro e verificar a folga axial. Se for necessário corrigir afolga axial.
- Confirmar novamente a folga axial; se estiver correta, dobrar as bordas da chapa-trava sobre as duas porcas.

Indicações para a avaliação da face de contato entre dentes para acionamento entre o pinhão e a coroa.



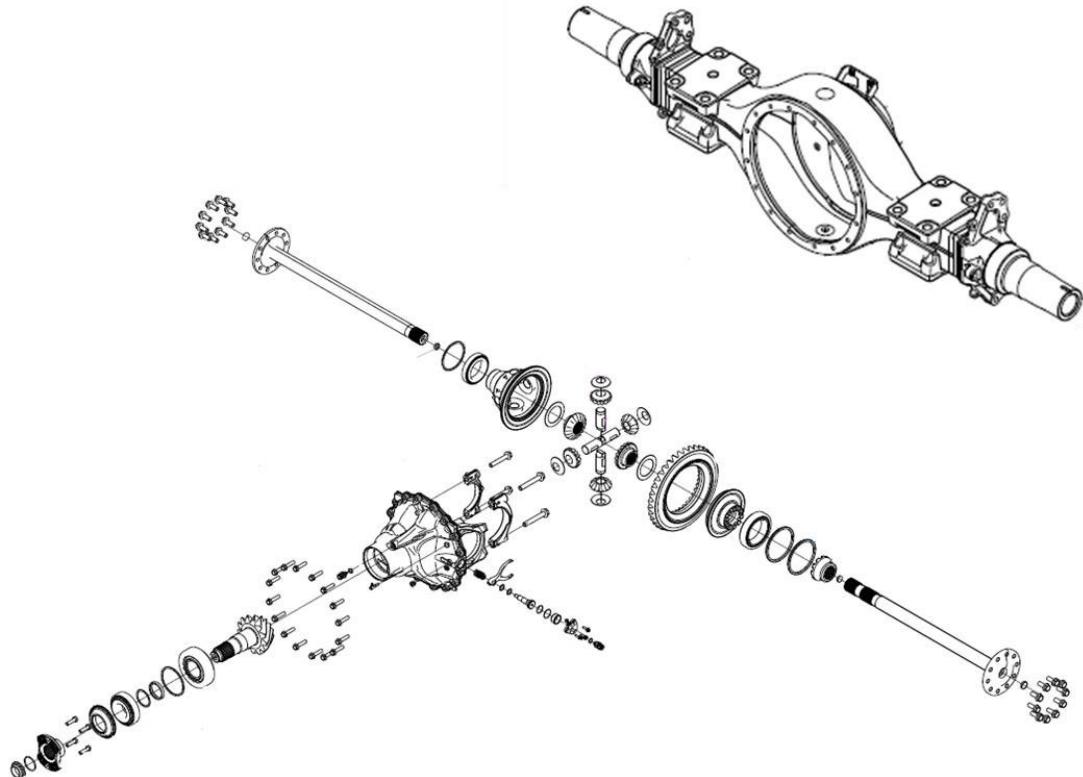
O eixo traseiro tem como função:

- Suportar o peso do veículo;
- Multiplicar o torque para as rodas;
- Transferir o movimento linear de rotação, da árvore de transmissão para as semi-árvores;
- Diferenciar a velocidade entre as rodas de tração sob certas circunstâncias (ex: em uma curva).



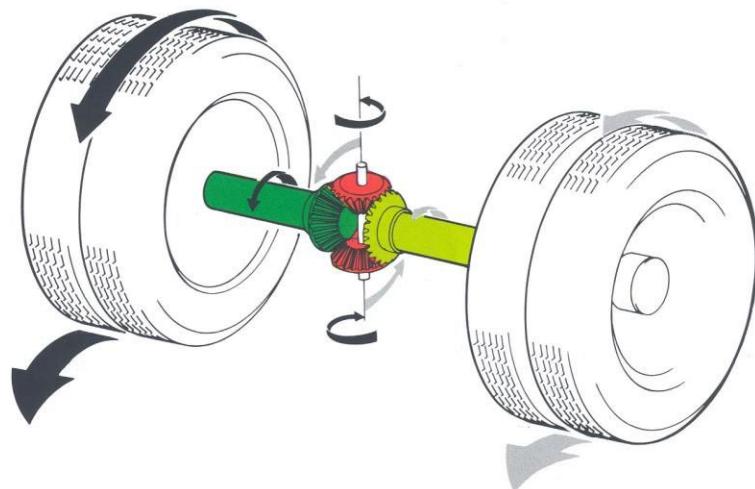
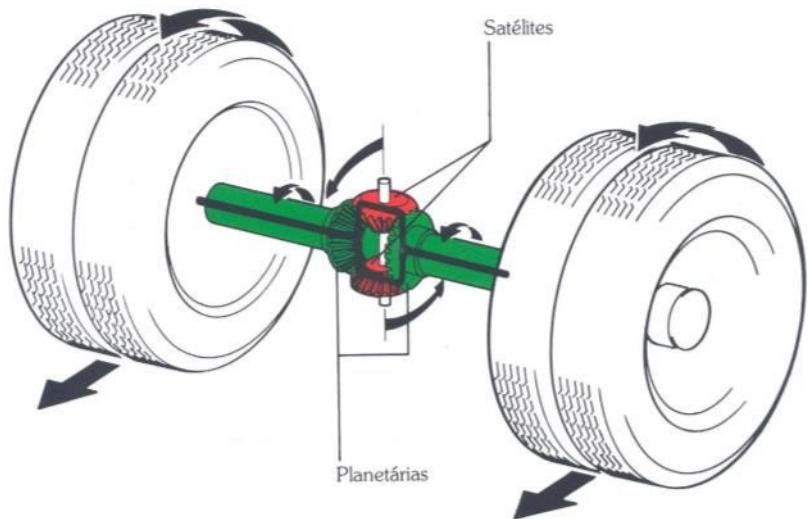
## 12.6 Componentes do eixo traseiro :

- Carcaça do diferencial;
- Cubo da roda;
- Semi-árvore;
- Flange de Acoplamento;
- Parafuso de regulagem de encosto da coroa.



## 12.7 Conceito de funcionamento do diferencial

O diferencial é um dispositivo mecânico, onde o pinhão engrena à coroa, de modo que quando ela gira, move consigo a caixa de satélites e planetárias rigidamente ligada a ela, fazendo com que as engrenagens satélites sejam arrastadas. Como elas engrenam em forma de cunha com as planetárias, estas e as respectivas semi-árvores terão as rotações iguais e no mesmo sentido da coroa, enquanto o veículo estiver andando em linha reta. No entanto, se uma roda oferece resistência maior que a outra, o conjunto de satélites e planetárias entra em ação da seguinte maneira: desde que haja diferença de tração ou de resistência, as planetárias giram as velocidades diferentes, de modo que as engrenagens satélites são obrigadas a se moverem em seu próprio eixo, compensando a diferença. Assim, os dentes dos satélites, se deslocam sobre os dentes das planetárias e o conjunto já não funciona como se fosse rígido.



## 12.8 Cálculo da relação de redução

A relação de redução é o fator que determina o torque e a rotação de saída em uma transmissão por engrenagens. O cálculo da redução é feito da seguinte forma:

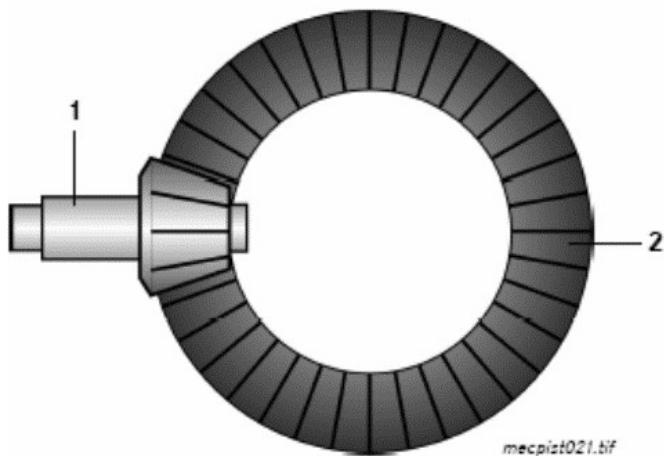
Relação de redução = nº de dentes da engrenagem movida (coroa)

Nº de dentes da engrenagem motora (pinhão) para uma coroa de 41 dentes e um pinhão de 14 dentes, temos:

Relação de redução = 41/14

Relação de redução = 2,928 => 2,928:1

Na aplicação deste par coroa e pinhão, o torque vai ser multiplicado e a rotação reduzida 2,928 vezes.



1	Pinhão (engrenagem motora)
2	Coroa (engrenagem movida)



## 13. Analise preventiva e Ajustes

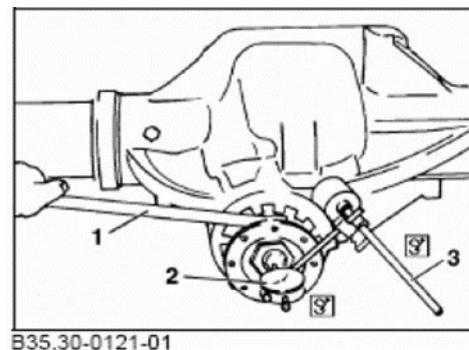
### 13.1 Troca de óleo eixo traseiro

Antes de drenar o óleo do eixo traseiro, temos que limpar em volta dos bujões de abastecimento e drenagem de óleo (Drenar o óleo ainda quente), observar se no óleo encontra-se com limalhas ou pedaços de materiais que se desprenderam de alguma parte interna do eixo, podendo causar danos ao eixo traseiro.

A análise de óleo é uma das mais importantes ferramentas da manutenção preditiva, permitindo avaliações rápidas e precisas sobre a condição do eixo traseiro. A partir da análise, verifica-se o desgaste de peças móveis e a presença de substâncias contaminantes, promovendo a ampliação do tempo de vida útil do eixo.

### 13.2 Analisar e verificar as pré cargas dos rolamentos do pinhão e da coroa:

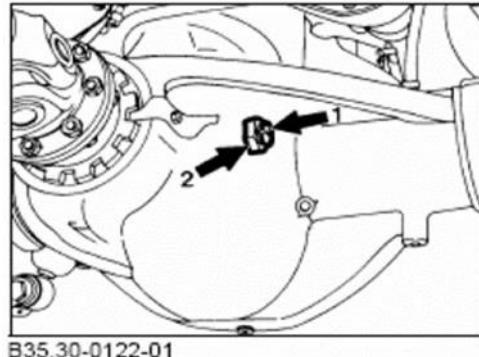
- Remover o eixo cardã.
- Fixar o suporte do comparador nacarcaça do eixo traseiro de tal modo que o apalpador do comparador apoie na face frontal do pinhão.
- Ajustar o comparador a zero com 2 mm de pré-carga.
- Com uma alavanca (1) apropriada, forçar o pinhão para fora e observar no comparador. Não deve existir folga axial perceptível no pinhão.
- Sendo constatada folga axial, mesmo que seja mínima, será necessário remover o pinhão para regular o momento de atrito dos rolamentos.



13.3 Verificar a folga dos rolamentos da coroa através do parafuso de encosto da coroa

### 13.3 Verificar a folga dos rolamentos da coroa através do parafuso de encosto da coroa

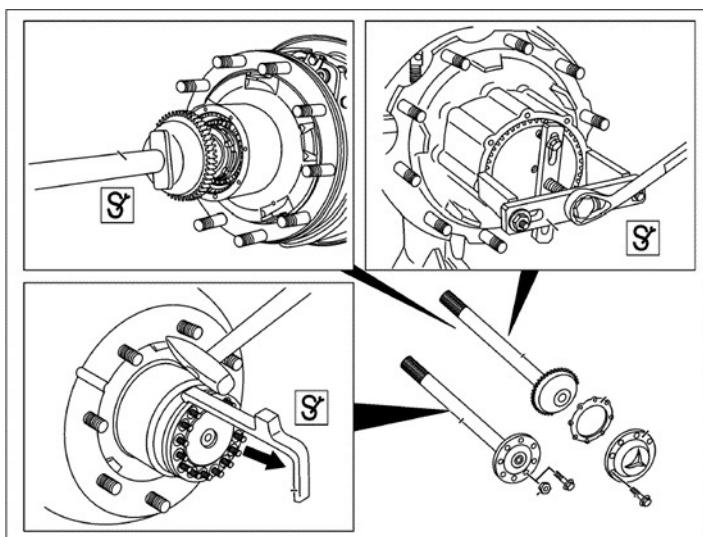
- Soltar um pouco a contra porca. Segurar a contra porca e enroscar o parafuso de encosto até a pastilha deslizante encostar na coroa.
- O encosto da pastilha na coroa é perfeitamente perceptível pelo aumento da resistência para girar o parafuso de encosto.
- A seguir continuar girando o parafuso de encosto. Se após a pastilha deslizante haver encostado na coroa o parafuso se continuar avançando será indicação segura que existe folga nos rolamentos da caixa de satélites, sendo necessário ajustá-los.



Obs.: somente eixos que possuam parafusos de encosto da coroa.

### 13.4 Remover e instalar a semi-árvore traseira

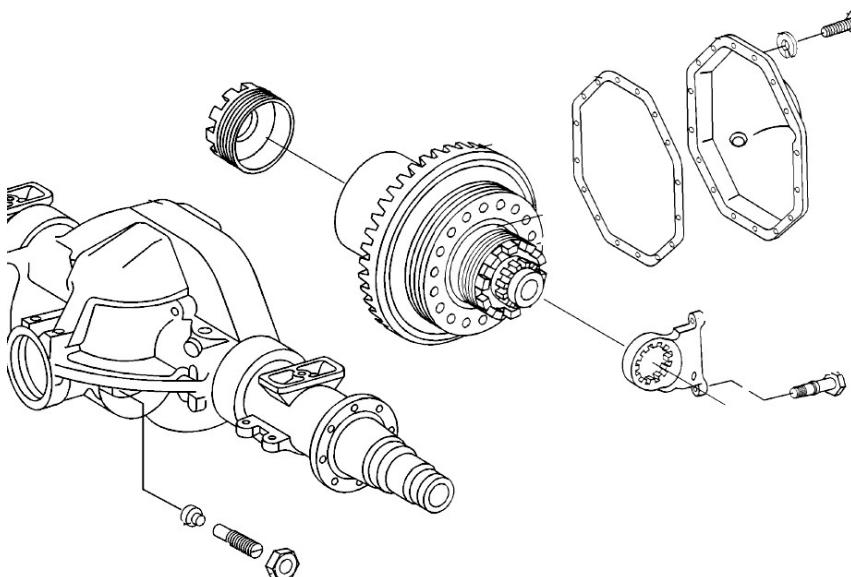
Antes de efetuar qualquer reparo ou retirada do conjunto coroa com o diferencial, devemos retirar as semi-árvore.



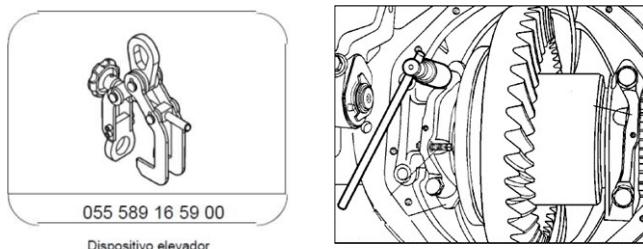
Remover tampa do diferencial (AR35.30-B-0464C.fm)



## 13.5 Início de desmontagem e montagem do pinhão

**Soltar os parafusos da capa do mancal**

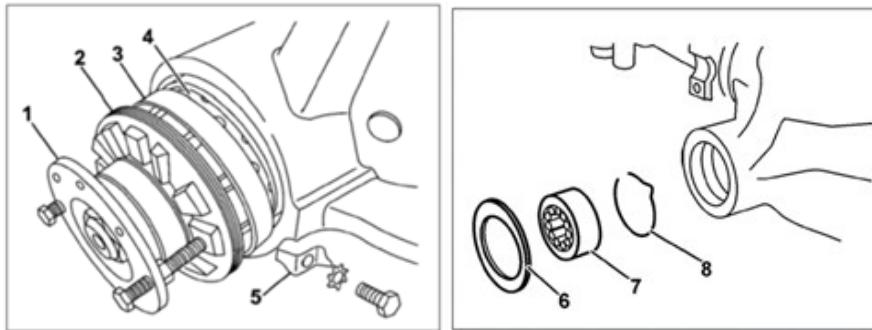
Para retirar o conjunto coroa e diferencial, suspender com a ferramenta 055 589 16 59 00,inclinando-a para que o mesmo possa deslizar ao longo do suporte do rolamento do pinhão.

**13.5 Início de desmontagem e montagem do pinhão****Desmontagem do Pinhão (HL/HO)**

- 1 Flange de acoplamento
- 2 Anel rosado
- 3 Rolamento de roletes cônicos (externo)
- 4 Anel bipartido
- 5 Chapa-trava
- 6 Arruela compensadora
- 7 Rolamento de roletes cilíndricos
- 8 Anel trava

Para retirar o conjunto pinhão, devemos utilizar a ferramenta (de acordo com o modelo de eixo), para soltar o anel rosado do pinhão, afastando o pinhão golpeando na extremidade interna com um mandril de metal macio. Não esquecer de instalar dois parafusos no flange de acoplamento de modo a prender o anel rosado contra a capa do rolamento externo, impedirá que o anel bipartido não caia de dentro da carcaça.

## 13.6 Montagem do Pinhão (HL/HO)

**13.6 Montagem do Pinhão (HL/HO)**

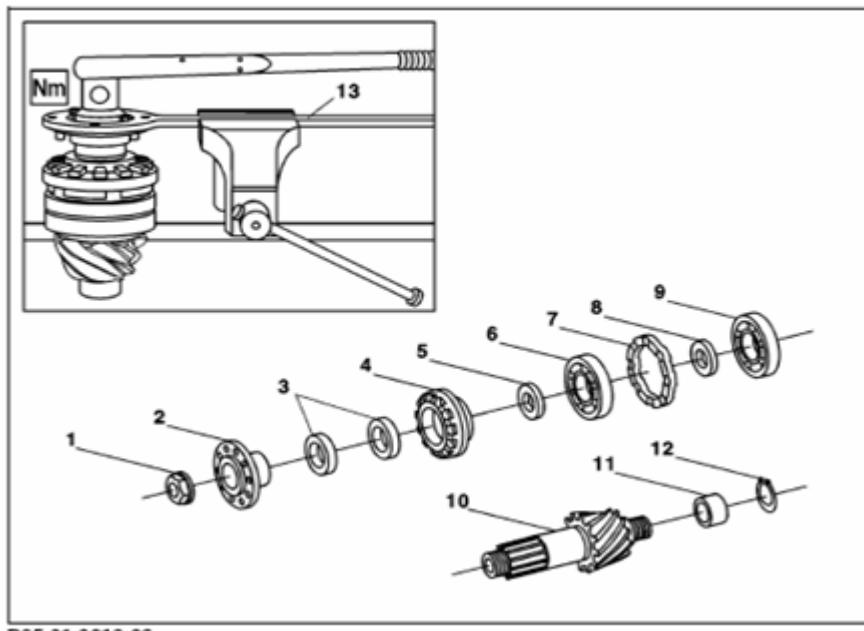
- Montar o rolamento de roletes cilíndrico aquecido a uma temperatura aproximadamente 80°C na ponta do pinhão, e travar com anel-trava correspondente.
- Em seguida, montar os rolamentos de roletes cônicos aquecidos da mesma maneira, conforme descrição acima.

Os mesmos devem ser colocados, separados por uma arruela distanciadora.

**Obs.:** Nos eixos H L5, o rolamento mais largo deve ser montado junto aos dentes do pinhão.

Ferramentas HL2/ HL4

Ferramentas HL5



- Colocar o anel de encosto. Montar sob pressão o retentor sobre o anel rosado com auxílio de um mandril apropriado.
- Encher com graxa o espaço existente entre o lábio guarda-pó e o lábio vedador do retentor.
- Colocá-los em seguida sobre o rolamento externo de roletes cônicos.
- Instalar cuidadosamente nas estrias do pinhão, o flange de acoplamento até encostar no anel de encosto, e enroscar a porca com colar. Com auxílio da chave de imobilizadora presa ao flange, fixar o conjunto do pinhão e rolamentos em uma morsa, e apertar a porca com colar com o torque de aperto prescrito. Travar a mesma, punctionando o colar na ranhura do pinhão.

**Aperto da porca de fixação do flange do pinhão:**

## 13.7 Ajuste da pré-carga dos rolamentos do pinhão (HL/HO)

HL 2 -M32 - 300Nm

HL 4- M40 - 360Nm HL

5- M40 - 360Nm HL

7- M32 - 300Nm HL

8- M32 - 300Nm

### 13.7 Ajuste da pré-carga dos rolamentos do pinhão (HL/HO)

Após travada a porca, escolher o anel bipartido necessário, sendo que os mesmos devem ser introduzidos justos, mas sem demasiada pressão. Esse anel é utilizado para se obter a pré-carga correta dos rolamentos de roletes cônicos, o qual é adquirido em incrementos de 0,02 mm.

Ele possui uma ranhura diametral mais profunda para facilitar a separação.

Separado o anel selecionado, introduzir as duas metades entre os rolamentos por meio de leves batidas com martelo plástico ou de alumínio.

Verificar a rotação livre dos mesmos.

Girando manualmente as capas externas dos dois rolamentos em conjunto com o anel bipartido já colocado, deve se sentir uma média e uniforme resistência, a qual deve ser medida com auxílio da ferramenta especial de controle nº 98 354 589 01 21 00 fixada sobre o flange de acoplamento.

Nessa operação é determinado o momento de atrito dos rolamentos sem considerar o impulso inicial.

**OBS.:** Caso o momento de atrito seja maior ou menor que o valor requerido, instalar um anel bipartido de espessura maior ou menor respectivamente, até obter o valor do atrito prescrito.

#### Momento de Atrito dos Rolamentos do Pinhão:

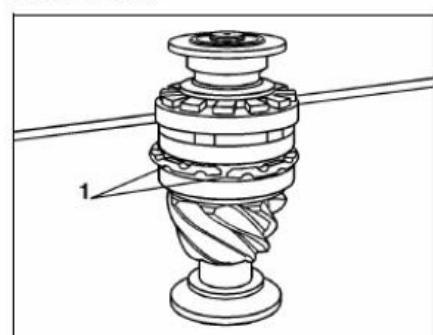
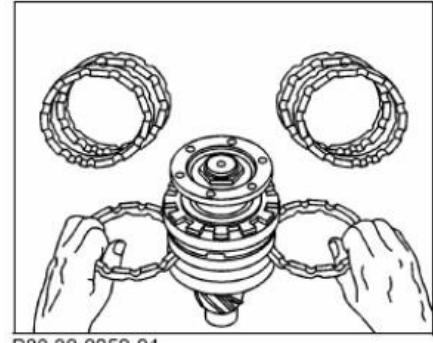
HL 2 – 14 – 35 Nm – 1,4 – 3,5 mkgf

HL 4- 14 – 42 Nm – 1,4 – 4,2 mkgf

HL 5 – 14 – 42 Nm – 1,4 – 4,2 mkgf

HL 7 – 14 – 35 Nm – 1,4 – 3,5 mkgf

HL 8 - 11 – 22 Nm – 1,5 – 2,2 mkgf



**Tabela de Aperto dos Parafusos do Mancal da Coroa**

Mod. Eixo	Ø da Posca	Torque
HD4/HL4	M18   M16	380 a 400Nm   220 a 230Nm

## 13.8 Determinar a profundidade básica do pinhão (HL - HO)

HLS		
HL7   HD7		280N
HL8	M-22x4,5	220Nm + > 90°

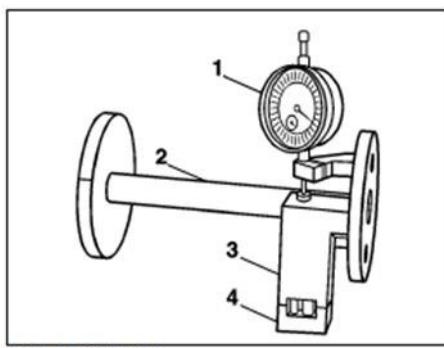
Nota: Favor consultar o WIS para mais detalhes.

### 13.8 Determinar a profundidade básica do pinhão (HL - HO)

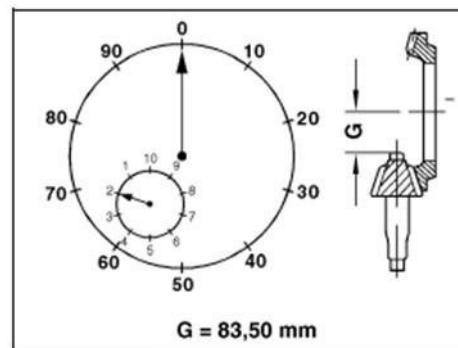
A instrução a seguir foi efetuada em eixos traseiros com profundidade básica do pinhão de 83,50 mm e serve como roteiro de trabalho para eixos com as profundidades básicas de 65,40mm e 108 mm

Instalar o relógio comparador (1) com o prolongador no dispositivo (2) sem fixá-lo.

Fixar no dispositivo de regulagem (3) o padrão de 83,50 mm (4) e ajustar a escala do relógio com uma tensão prévia de 2 mm.

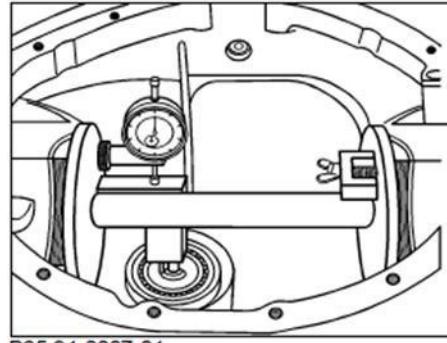


B35.31-0006-01



B35.30-0071-01

Exemplo:  $G = 83,50 \text{ mm}$  - Medida básica do pinhão



B35.31-0007-01

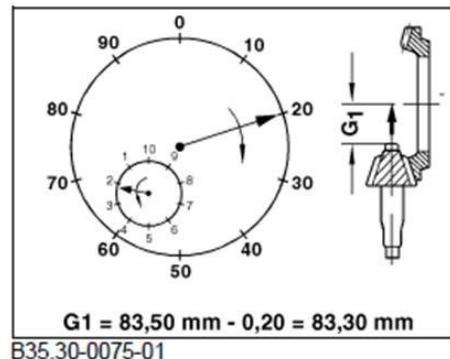
Instalar o dispositivo de regulagem nos mancais da carcaça de modo que a ponta de centragem esteja apoiada no furo centralizado do pinhão e a ponta apalpadora na superfície mais elevada do mesmo. Girar radialmente o dispositivo para um lado e para o outro até encontrar o ponto onde a escala do comparador indique o menor ponto.

Verificar a medida básica observando a divergência do valor indicado na coroa.



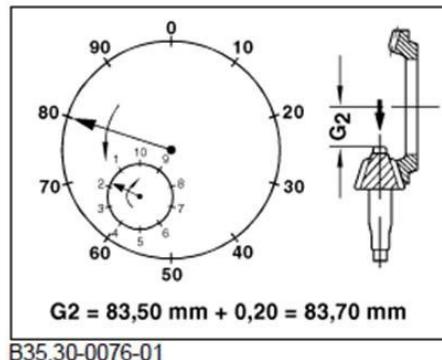
13.9 Folga entre dentes coroa e pinhão e ajuste da pré-carga dos rolamentos da caixa satélites dos eixos (HL e HO)

Exemplo:  $G1 = 83,50 \text{ mm} - 0,20 = 83,30 \text{ mm}$



Exemplo:  $G1 = 83,50 \text{ mm} - 0,20 = 83,30 \text{ mm}$  |

Medida negativa



Verificar a divergência da profundidade básica gravada na ponta do pinhão ou na face externada coroa, observando a divergência do valor indicado na coroa.

Exemplo:  $98,00\text{mm} - 0,20 = 97,80(\text{G1})$

$98,00\text{mm} + 0,20 = 98,20(\text{G2})$

Profundidade básica  $98,00 \text{ mm}$  Divergência indicada na coroa  $-0,20 \text{ mm}$

Medida básica para regulagem do pinhão (G1)  $97,80\text{mm}$

Remover novamente o conjunto do pinhão do seu alojamento e retirar ou adicionar arruelas compensadoras segundo a medida obtida na verificação e a seguir reinstalá-lo em seu alojamento.

### 13.9 Folga entre dentes coroa e pinhão e ajuste da pré-carga dos rolamentos da caixa satélites dos eixos (HL e HO)

Apertar os anéis roscados até que os rolamentos girem sem folga ou pré-carga. A coroa deverá girar facilmente, com uma pequena folga entre dentes.

Apertar firmemente os anéis roscados e ao mesmo tempo girar a coroa (aplicar alguns golpes firmes, com um martelo de cobre, sobre a capa do mancal e na lateral da coroa).

Montar a base magnética com o relógio comparador.

Efetuar a medição da folga entre dentes do conjunto coroa e pinhão, em quatro pontos desfasados  $90^\circ$ .

Na posição de menor folga, deslocar axialmente o diferencial até obter uma folga entre dentes, abaixo da menor folga prescrita.

Para não alterar o ajuste dos rolamentos, soltar um anel roscado e apertar o outro na mesma proporção.

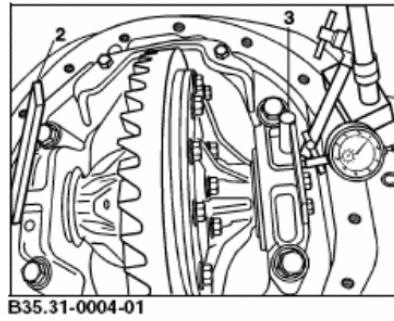
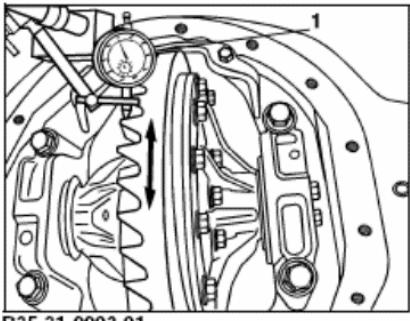
13.9 Folga entre dentes coroa e pinhão e ajuste da pré-carga dos rolamentos da caixa satélites dos eixos (HL e HO)

Apertar os parafusos da capa do mancal, do lado oposto aos dentes da coroa, com o momento de força prescrito.

Fixar a ferramenta 354 589 00 21 00 na capa do mancal, já apertado, de modo que a sua “bandeira” permaneça paralela à coroa.

Instalar, a ferramenta 363 589 02 21 00, com um comparador, de modo que o apalpador domesmo esteja apoiado, em ângulo reto, na “bandeira”.

Ajustar o comparador a zero “0”, com uma pré carga de 1 mm.



- Girar continuamente a coroa e simultaneamente apertar o anel rosado do lado dos dentes da coroa, até que o comparador indique uma pré-carga de:

0,03 a 0,05 mm, para eixos traseiros da série 4 e 5.

Obs.: Em rolamentos usados, procurar manter no limite inferior e no caso de rolamentos novos, no limite superior.

Apertar nesta posição os parafusos da capa do mancal do lado dos dentes da coroa, com o momento de força prescrito.

Girar novamente a coroa, sendo que agora o comparador deverá indicar uma pré-carga de 0,04 a 0,07 mm, para os eixos da série 4 e 5.

Verificar novamente a folga entre dentes do conjunto coroa e pinhão. Caso a mesma não se encontre dentro dos valores prescritos, repetir o processo de regulagem.

### **VERIFICAR O CONTATO ENTRE DENTES (AR35.30-B-0475-02<sup>a</sup>).**

#### **Ajuste do parafuso de apoio da capa do mancal**

Regular o parafuso de apoio da capa do mancal de modo que, após o aperto da contraporca, o relógio comparador indique um deslocamento da capa do mancal de 0,005 a 0,02 mm.

Retirar o suporte com o relógio.

Colocar as chapas - travas dos anéis roscados e apertar os respectivos parafusos.

Aperto de parafusos dos mancais principais:

HL4 - M 16 220 a 230 Nm e M 18 320 Nm

HL5 - M 18 220 a 230 Nm (auto travante) HL5 - M 18 320 Nm (simples)

Folga entre dentes coroa e pinhão:



## 13.10 Montagem e instalação do bloqueio transversal (HD)

HL 4 – 0,20 a 0,28 mm (todos)

HL 5 – 0,25 a 0,35 mm

Obs.: Conferir contato entre dentes da mesma forma que nos eixos da série 4 e 5.

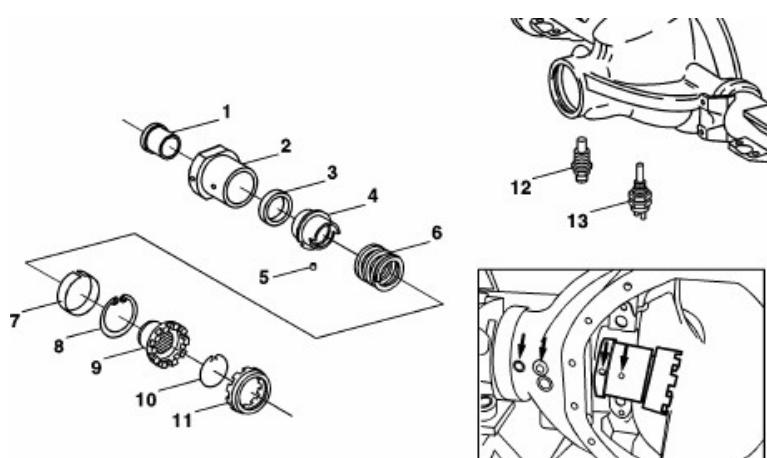
### 13.10 Montagem e instalação do bloqueio transversal (HD)

- Após introduzir sob pressão, a bucha no cilindro de comando, o retentor e o pino guia, fixara luva de engate numa morsa e colocar o anel trava, a mola helicoidal e o anel distanciador no êmbolo. Em seguida introduzir o êmbolo na luva de engate, girando e comprimindo lateralmente a mola helicoidal.
- Feito isso, introduzir o êmbolo no cilindro de comando, observando para que o pino guia fique alinhado com a ranhura do embolo.
- Em seguida comprimir previamente a mola helicoidal, com auxílio de um extrator apropriadoe instalar o anel trava na ranhura do cilindro de comando.
- Instalar o conjunto de bloqueio lateral na carcaça do eixo traseiro, observando o alinhamento do orifício da conexão automática.

Obs.: Antes de colocar a conexão não esquecer de instalar o anel de vedação na extremidade do mesmo.

- Finalmente, comprimir o anel trava e ao mesmo tempo pressionar o acoplamento de garras colocando na extremidade da caixa de satélites, até que o anel trava encaixa na ranhura do mesmo.
- Regular a folga entre os dentes da luva de engate e do acoplamento de garras para regulagem do interruptor de pressão.

**Folga 0,5 mm**

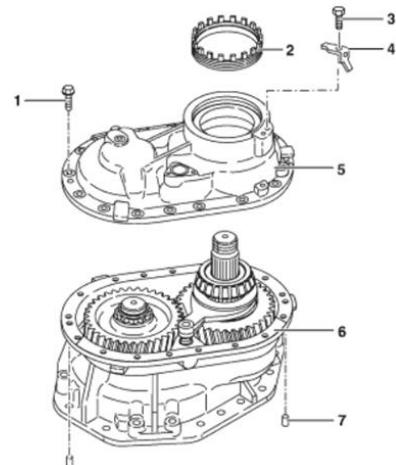


<b>1</b>	Bucha	<b>8</b>	Anel-trava
<b>2</b>	Cilindro de comando	<b>9</b>	Luva de engate
<b>3</b>	Vedador do êmbolo	<b>10</b>	Anel-trava
<b>4</b>	Êmbolo	<b>11</b>	Acoplamento de garras
<b>5</b>	Pino-guia	<b>12</b>	Interruptor de pressão
<b>6</b>	Mola	<b>13</b>	Conexão pneumática
<b>7</b>	Anel distanciador		

]

### 13.11 Desmontagem da tampa do diferencial longitudinal HD 7 e HD 8

- 1 Parafuso
- 2 Anel rosqueado
- 3 Parafuso de segurança
- 4 Chapa de segurança
- 5 Tampa do diferencial longitudinal
- 6 Carcaça do diferencial longitudinal
- 7 Pino de ajuste



Antes de desmontar o pinhão do eixo HD 7 e HD 8, temos que retirar a tampa do diferencial longitudinal, para que tenhamos acesso ao pinhão.

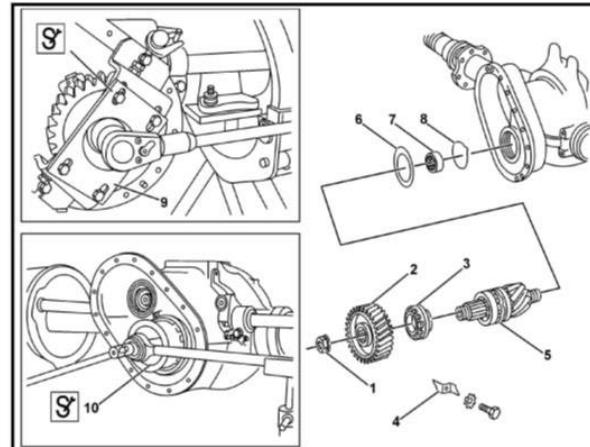
Para isso temos que soltar a flange do diferencial;

Remover a trava do anel e o anel roscoado (2) bem como os parafusos da tampa;remover os pinos de ajuste (7) para baixo;

Remover a tampa (5) do diferencial longitudinal.

### 13.12 Desmontagem do pinhão eixo HD 7 e HD 8

- 1 Porca com colar
- 2 Engrenagem do pinhão
- 3 Anel roscoado
- 4 Chapa-trava
- 5 Conjunto pinhão
- 6 Arruela compensadora
- 7 Pista externa - rolamento de rolos cilíndricos
- 8 Anel-trava
- 9 Dispositivo de bloqueio
- 10 Chave de garras

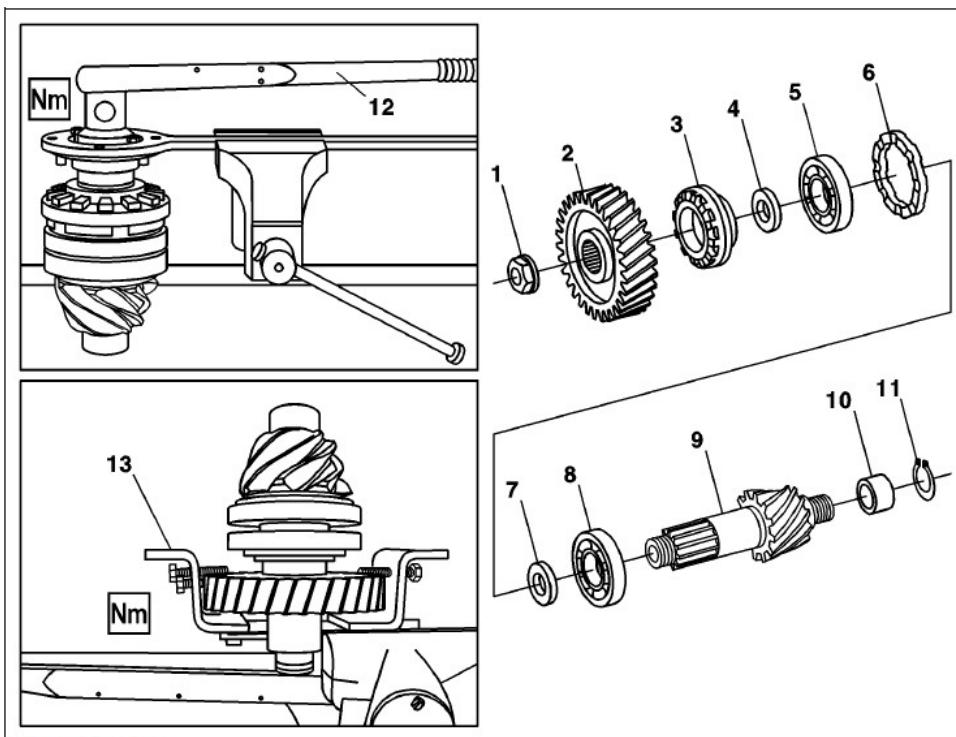


Para retirar a porca com colar, travar a engrenagem do pinhão através do dispositivo de bloqueio 395 589 01 63 00, após soltar a porca, retirar a engrenagem do pinhão com o extrator convencional. Utilizar a chave de garras para soltar o anel roscoado do pinhão, tomando cuidado para o anel bipartido não cair dentro do canal de lubrificação do eixo, batendo firmemente na extremidade do pinhão com um mandril macio



### 13.13 Montagem do pinhão eixo HD 7 e HD 8 (AR35.30-B-0459B)

#### Multiplicador-4X1



B35.31-0011-06

1 Porca com colar	8 Rolamento de roletes cônicos
2 Engrenagem do pinhão	9 Pinhão
3 Anel rosado	10 Pista do rolamento de roletes cilíndricos
4 Anel de encosto	11 Anel trava
5 Rolamento de roletes cônicos	12 Chave de imobilização
6 Arruela bipartida	13 Dispositivo de bloqueio
7 Arruela distanciadora	

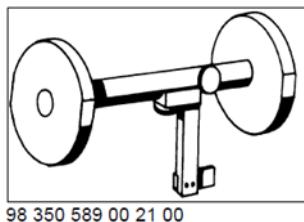
**Tabela de Aperto dos Parafusos do Mancal da Coroa**

Mod. Eixo	Ø da Rosca	Torque
HD4/HL4	M18   M16	380 a 400Nm   220 a 230Nm
HLS		
HL-7   HD-7		280N
HL8	M-22x4,5	220Nm + > 90°

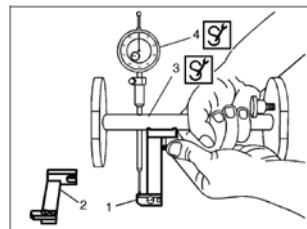
**Nota:** Favor consultar o WIS para mais detalhes.

### 13.14 Verificar a profundidade básica do pinhão HD 7e HD 8

Cada conjunto de coroa e pinhão possui medidas de montagem para obter um contato perfeito entre os dentes. Devido à tolerância de fabricação, a medida diverge geralmente da medida básica padrão. Esta divergência encontra-se gravada na face oblíqua da coroa, poderá ser positiva ou negativa em relação à medida básica padrão.



Dispositivo de ajuste



B35.30-0012-01

Tem-se:

G = Medida básica

G1=Medida negativa

G2=Medida positiva

Instalar relógio comparador com o prolongador (4) no dispositivo de ajuste (3) sem fixá-lo.

Fixar no dispositivo de ajuste (3) o padrão correspondente (1) ou (2) e ajustar a escala do comparador com pré-carga de 2mm.

(1) Padrão para 103mm

(2) Padrão para 106mm

Valores de comprovação do diferencial, coroa e pinhão

Número	Denominação			Eixos 740
BE35.31-B-1002-03A	Pinhão --Profundidade básica do pinhão	i=29/15	mm	103
		i=29/17	mm	103
		i=27/18	mm	103
		i=28/21	mm	103
		i=29/24	mm	106
		i=26/24	mm	106
		i=29/25	mm	106
	--Espessura das arruelas compensadoras		mm	0,10
			mm	0,15
			mm	0,20
			mm	0,35
			mm	0,50
			mm	1,00
			mm	1,50

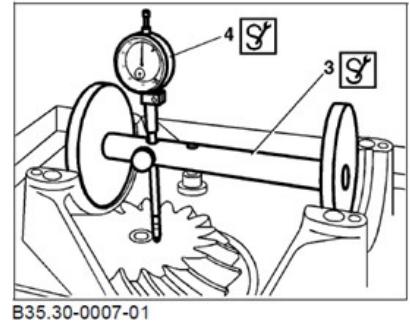
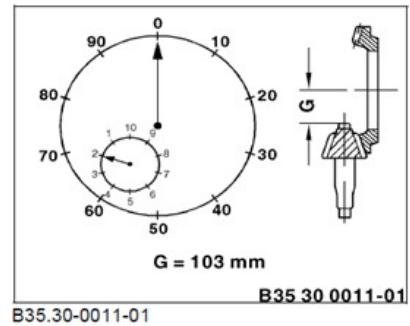


## 13.14 Verificar a profundidade básica do pinhão HD 7e HD 8

Exemplo: G=103mm - Medida básica do pinhão

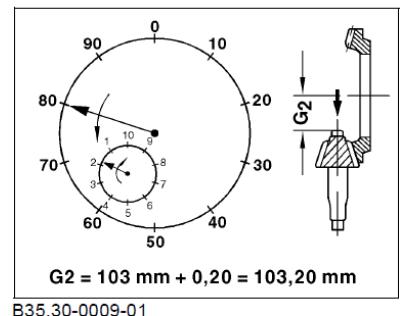
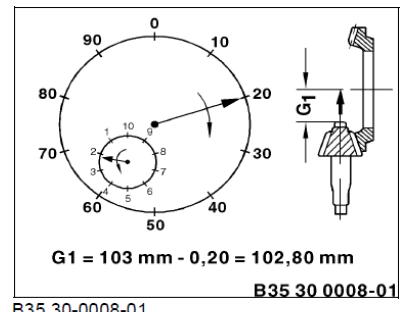
Instalar o dispositivo de ajuste nos mancais da carcaça do porta-diferencial de modo que o apalpador esteja em ângulo reto na superfície frontal do pinhão. Girar redialmente o dispositivo (para um lado e para o outro) até encontrar o ponto onde a escala do comparados indicar o menor ponto.

Verificar a medida básica observando a divergência do valor indicado na cora.



Exemplo:  $G_1 = 103\text{mm} - 0,20 = 102,80 \text{ mm}$  (medida negativa)

Exemplo:  $G_2 = 103\text{mm} + 0,20 = 103,20 \text{ mm}$  (medida positiva)



## 13.14 Verificar a profundidade básica do pinhão HD 7e HD 8

Determinar a pré carga do rolamento do pinhão HD7 e HD8

A espessura dos discos distanciadores determina o momento de atrito dos rolamentos cônicos.

Posicionar o rolamento de roletes cônicos externo (1) sobre a flange do acoplamento (3) e posicionar a carcaça do pinhão (2) sobre o rolamento de roletes cônicos externo (1).

Posicionar o rolamento de roletes cônicos interno (4) na carcaça do pinhão (2).

Determinar e anotar a medida “A” entre a face frontal interna do rolamento de roletes cônicos interno (4) e a face frontal do rolamento de roletes cônicos externo.

Determinar e anotar a medida “B” entre o colar do rolamento de roletes cônicos interno (1) e a face externa do tubo distanciador (6).

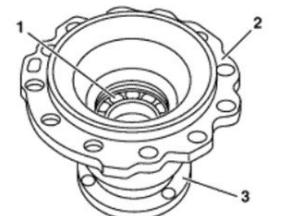
PARA coroa de  $\varnothing$  300 mm

Determinar e anotar a medida “B” entre o colar do eixo (seta) e a superfície de apoio do rolamento de roletes cônicos no pinhão (5).

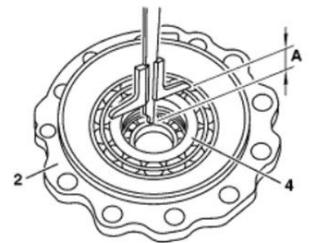
PARA coroa de  $\varnothing$  233 mm

Espessura “E” do disco distanciador: medida “A” – medida “B” = “C”

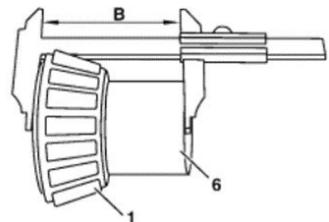
A espessura “E” do disco distanciador deve ser o valor nominal indicado na tabela menor que a medida “C”



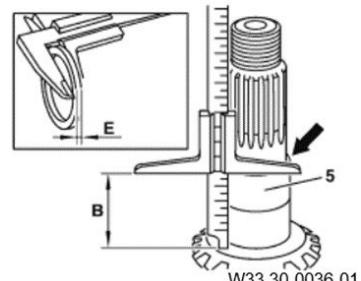
W33.30-0034-01



W33.30-0035-01



W35.30-0005-01



W33.30-0036-01



## 13.15 Verificar a pré carga dos rolamentos do pinhão HD7 e HD8

**13.15 Verificar a pré carga dos rolamentos do pinhão HD7 e HD8**

Instalar o flange de acoplamento até que o mesmo encoste no rolamento, e apertar a porca com colar com torque de aperto prescrito, com auxílio de uma chave de imobilização fixar no flange.

O próximo passo a ser dado, é determinar o momento de atrito dos rolamentos, com dispositivo de controle.

Prender o conjunto em uma morsa, conforme a figura, e determinar o momento de atrito sem considerar o impulso inicial.

Obs.: Caso o momento de atrito seja maior ou menor que o prescrito, desmontar novamente o pinhão e substituir a arruela de regulagem por uma de espessura menor ou

maior respectivamente.

Após constatado que o momento de atrito está correto, remover o dispositivo e flange de acoplamento. Introduzir os retentores na porta retentora com mandril apropriado.

Obs.: Encher com graxa o espaço entre os dois retentores e entre o lábio guarda pó e olábio vedador do retentor externo. Montar o porta-retentores com massa de vedação,sob pressão na carcaça do pinhão. Em seguida montar o flange de acoplamento no pinhão, lubrificando com óleo para engrenagens a superfície de atrito do mesmo nosretentores.

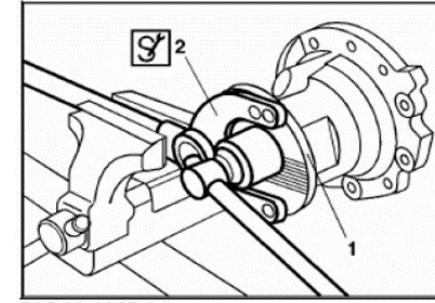
Apertar a porca com colar, e travá-la punctionando o colar na ranhura do pinhão.

Porca de fixação da engrenagem de acionamento do pinhão (M55) – 800 a 900 Nm Momento de atrito nos rolamentos do pinhão - 2,3 Nm

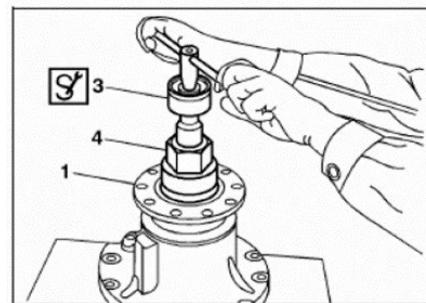
**Remover a carcaça do pinhão e instalar a carcaça do pinhão**

- 1 Carcaça do pinhão
- 2 Arruela distanciadora
- 3 Carcaça do conjunto diferencial
- 4 Parafusos

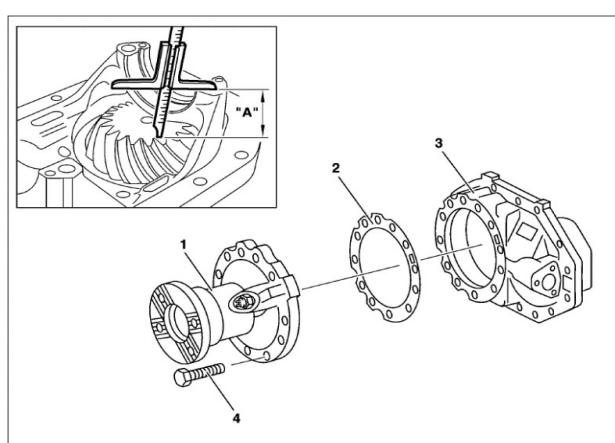
"A" Medida de instalação



B35.30-0067-01

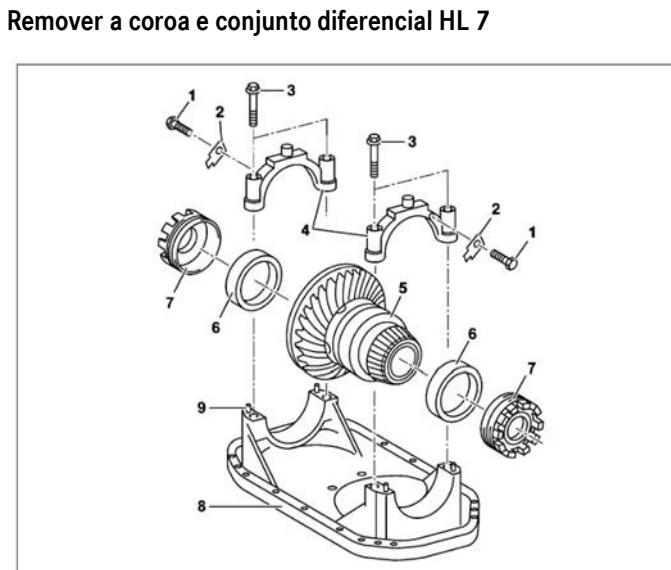


B35.30-0006-01



7.32

## 13.16 Determinar a medida de montagem do pinhão HL7

**13.16 Determinar a medida de montagem do pinhão HL7**

Montar o pinhão na carcaça com alguns calços apertando a porta pinhão a carcaça com o torque prescrito.

Cada conjunto de coroa e pinhão possui medidas de montagem para obter um contato perfeito entre os dentes. Devido à tolerância de fabricação, a medida diverge geralmente da medida básica padrão.

Esta divergência encontra-se gravada na face oblíqua da coroa, poderá ser positiva ou negativa em relação à medida básica padrão.

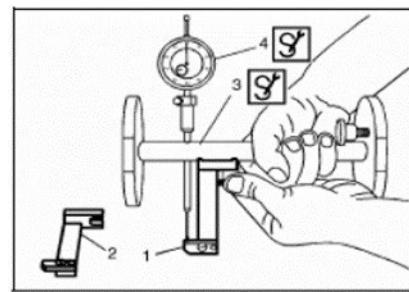
Tem-se:

$G$  = Medida básica  
 $G_1$  = Medida negativa  
 $G_2$  = Medida positiva

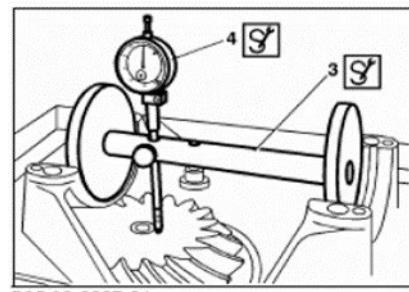
Instalar o relógio comparador com o prolongador (4) no dispositivo de ajuste (3) sem fixá-lo.

Fixar no dispositivo de ajuste (3) o padrão correspondente (1) ou (2) e ajustar a escala do comparador com pré-carga de 2 mm.

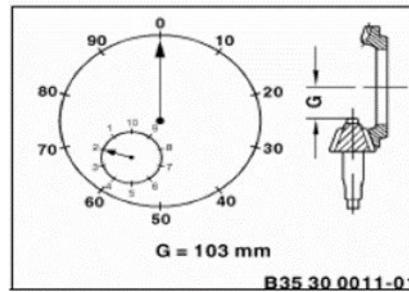
Exemplo:  $G = 103 \text{ mm}$  – Medida básica do pinhão



B35.30-0012-01



B35.30-0007-01



B35.30-0011-01



## 13.16 Determinar a medida de montagem do pinhão HL7

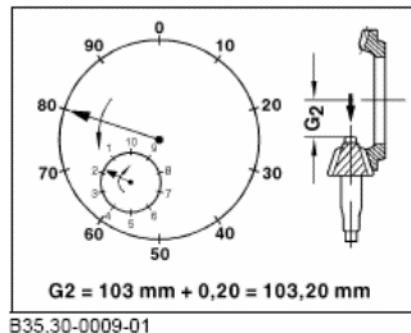
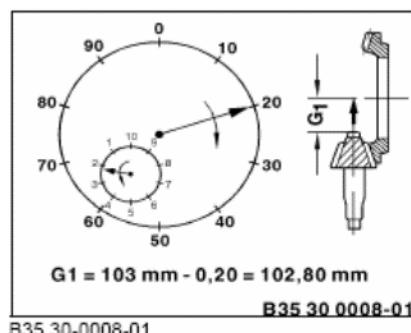
Instalar o dispositivo de ajuste nos mancais da carcaça do porta-diferencial de modo que o apalpador esteja em ângulo reto na superfície frontal do pinhão. Girar radialmente o dispositivo(para um lado e para o outro) até encontrar o ponto onde a escala do comparador indicar o menor ponto.

Verificar a medida básica observando adivergência do valor indicado na coroa.

A correção da divergência será feita através da colocação de arruelas compensadoras colocadas entre a carcaça do porta-diferencial e do alojamento do pinhão.

Exemplo:  $G1 = 103 \text{ mm} - 0,20 = 102,80 \text{ mm}$ (medida negativa).

Exemplo:  $G2 = 103 \text{ mm} + 0,20 = 103,20 \text{ mm}$  (medida positiva).



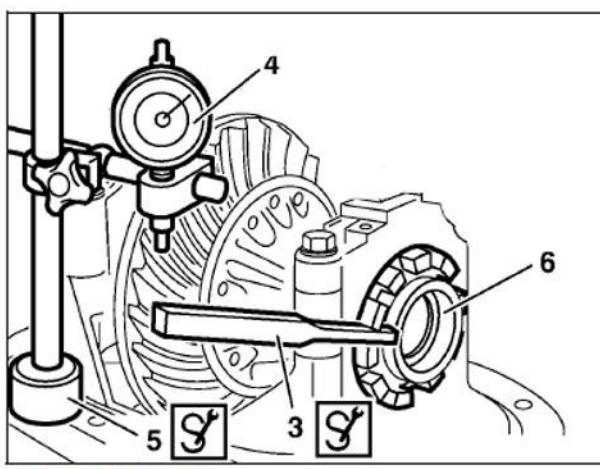
### 13.17 Regulagem de folga entre dentes (HL 7 / HD 7 e HD 8)(AR35.30-B-0475.fm)

- Olear levemente os alojamentos dos rolamentos, na carcaça e nos mancais, a fim de facilitar o deslocamento axial do diferencial durante a desmontagem.
- Instalar cuidadosamente o conjunto diferencial na carcaça do eixo.
- Instalar os anéis roscados, até encostarem nos rolamentos da caixa satélite.
- Montar a capa do mancal observando a correta coincidência dos fios de rosca do anel roscado, na carcaça e na capa do mancal.
- Colocar os parafusos e apertá-los com metade do torque especificado de modo que os anéis roscados ainda possam ser girados.
- Apertar os anéis roscados até que os rolamentos girem sem folga ou pré-carga. A coroa deve girar facilmente, com uma pequena folga entre dentes.
- Apertar firmemente os anéis roscados e ao mesmo tempo girar a coroa, aplicar alguns golpes firmes, com um martelo de plástico, sobre a capa do mancal e na lateral da coroa.
- Soltar os anéis roscados e, a seguir, tornar a apertá-los até encostá-los suavemente.
- Montar a base magnética com o relógio comparador.
- Efetuar a medição da folga entre dentes do conjunto coroa e pinhão, em quatro pontos defasados 90°.
- Na posição de menor folga, deslocar axialmente o diferencial até obter uma folga entre dentes, aproximadamente igual à maior folga prescrita.
- Para não alterar o ajuste dos rolamentos, soltar um anel roscado e apertar o outro na mesma proporção.

**Aperto dos parafusos dos mancais:** 380 – 400Nm (HD4/HL4-M18)

**Folga entre dentes do conjunto coroa e pinhão:** - 0,30 - 0,41 mm

**Parafusos dos**



## 13.18 Regulagem da pré carga dos rolamentos da coroa (HD7 e HD8 / HL7)

**13.18 Regulagem da pré carga dos rolamentos da coroa (HD7 e HD8 / HL7)**

O gabarito padrão tem duas finalidades, confirmar a medida de montagem dos pinos dos man-cais do conjunto coroa e pinhão, e dos orifícios do alojamento de apoio no corpo do eixo.

- Colocar o dispositivo de regulagem da pré-carga (1) com o relógio comparador sobre o gabarito padrão (2).

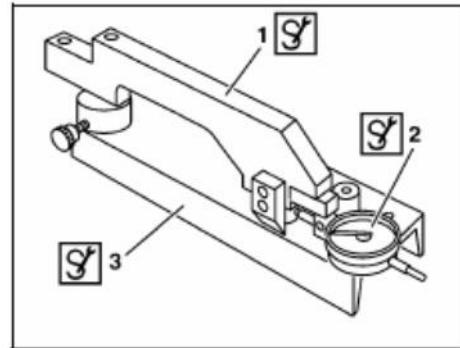
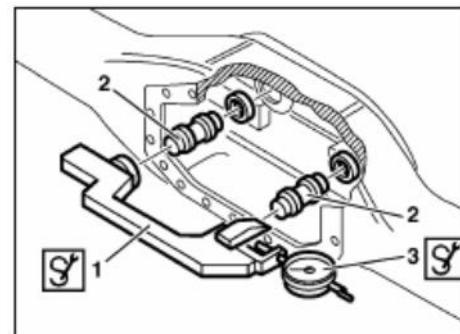
O dispositivo de regulagem poderá ser regulado nas correspondentes dimensões:

**Com coroa de 233 mm = 234 mm**

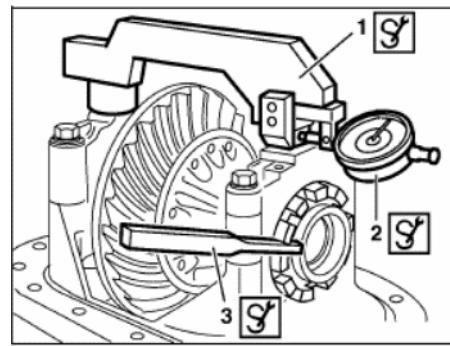
**Com coroa de 300 mm = 270 mm**

- Com o dispositivo (1) devidamente regulado, colocá-lo sobre os pinos das capas dos mancais e apertar levemente o parafuso de fixação (X).
- Girar várias vezes a coroa até que o valor indicado no comparador permaneça constante. O valor indicado poderá variar entre -0,10 a +0,04 mm em relação ao valor padrão ajustado.
- Apertar o anel rosado (girando a coroa) dolido dos dentes da coroa, até que o valor indicado pelo relógio comparador seja no mínimo 0,05 mm maior que o ajustado no gabarito padrão.
- Apertar os parafusos do mancal do lado dos dentes da coroa e comprovar o valor no comparador. Este não poderá ser superior a 0,08 mm.
- Obtida então a medida desejada, verificar novamente a folga entre os dentes do conjunto coroa e pinhão.
- Remover o suporte como relógio comparador e colocar as chapas-trava nos anéis rosados.

**Obs.: Conferir contato entre dentes da coroa e pinhão**



B35.30-0059-01



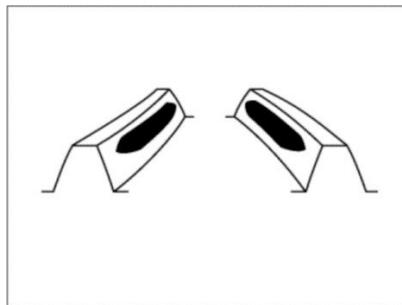
B35.30-0057-01

## 13.19 Face de contato ideal entre dentes

### **Tipo todos (Caminhões e Ônibus)**

Executar teste de carga (coroa freada).

Na prática normalmente não é alcançada uma face tão ideal de contato entre dentes. O importante é que a face de contato entre os dentes não entre em contato com nenhuma superfície do dente na borda exterior do dente.



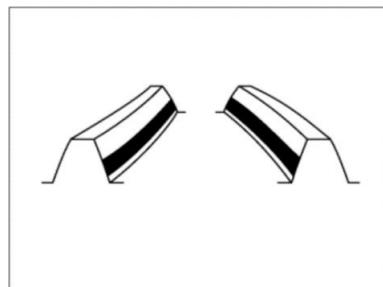
### **Face de contato entre dentes na base do flanco do dente**

#### **Causa**

A medida de instalação do pinhão é muito pequena.

#### **Recurso auxiliar**

Ampliar a medida de instalação entre o pinhão e a coroa. Instalar uma arruela distanciadora mais forte para o pinhão e repita o teste de folga nos flancos do dente, se necessário, instalar uma nova folga nos flancos do dente.



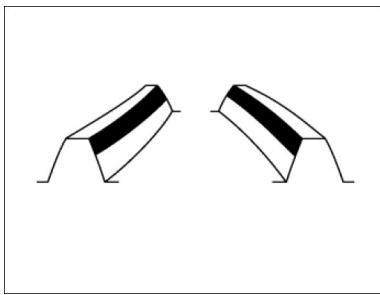
### **Face de contato entre dentes no cabeçote do flanco do dente**

#### **Causa**

A medida de instalação do pinhão é muito grande.

#### **Recurso auxiliar**

Diminuir a medida de instalação entre o pinhão e a coroa. Instalar uma arruela distanciadora mais fina para o pinhão e repita o teste de folga nos flancos do dente, se necessário, instalar uma nova folga nos flancos do dente.



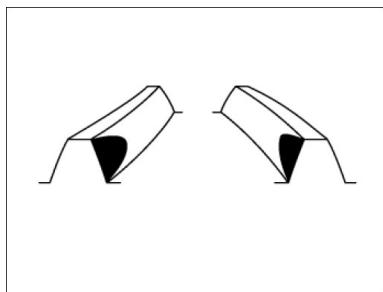
### Face de contato entre dentes no ângulo

#### Causa

O ajuste de folga nos flancos do dente é muito grande.

#### Recurso auxiliar

Colocar a coroa mais perto do pinhão, girando o anel rosulado e repetir o teste da folga nos flancos do dente, se necessário, instalar uma nova folga nos flancos do dente.



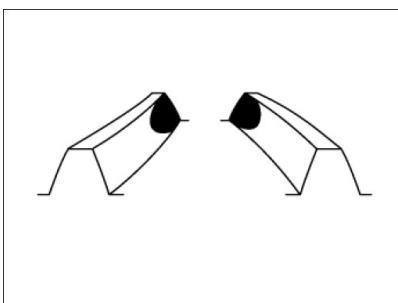
### Face do contato entre dentes na extremidade

#### Causa

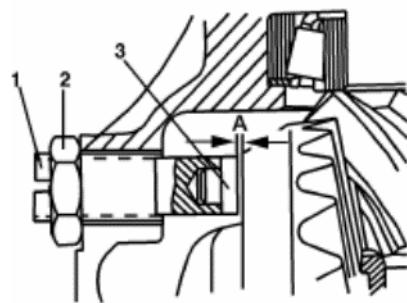
O ajuste da folga nos flancos do dente é muito pequeno.

#### Recurso auxiliar

Afastar a coroa do pinhão, girando o anel rosulado e repetir o teste da folga nos flancos do dente, se necessário, instalar uma nova folga nos flancos do dente.



## 13.20 Ajuste do parafuso de encosto da coroa



1 Parafuso de regulagem

2 Contraporca

3 Pastilha deslizante

**13.20 Ajuste do parafuso de encosto da coroa**

Montar o parafuso de encosto da coroa, observando o valor de ajuste. Apertar o parafuso de encosto até encostar na coroa em seguida soltar o parafuso 1/8 de volta, esse retorno representaria uma folga de 0,187 mm.

Montar o parafuso de encosto da coroa, observando o valor de ajuste. Apertar o parafuso de encosto até encostar na coroa em seguida soltar o parafuso 1/6 de volta para eixos da série 4 com coroa de 368 mm e voltar 1/8 de volta para eixos 4 e 5 com coroa de 410 mm.

Valores de comprovação do diferencial, coroa e pinhão

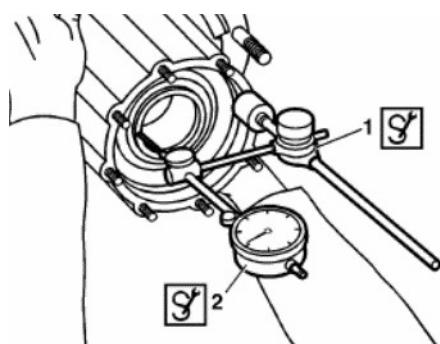
Número	Denominação	Eixos 741.930, 741.931, 743.0, 743.1, 743.2, 743.3	Eixos 743.4	Eixos 746.890, 746.891	Eixos 746.980, 746.982, 746.983
BE35.31-B-1004-03C	Folga entre o parafuso de encosto e a coroa	mm 0,187	0,187	0,187	0,187
	Retorno do parafuso de encosto	voltas 1/8	1/8	1/8	1/8

Valores de comprovação do diferencial, coroa e pinhão

Número	Denominação	Eixos 745.0	Eixos 742.8, 745.5, 745.9, 746.8, 746.97	Eixos 741.914, 741.918, 746.990, 746.991, 746.994
BE35.31-B-1004-03C	Folga entre o parafuso de encosto e a coroa	mm 0,25	0,25	0,25
	Retorno do parafuso de encosto	voltas 1/8	1/8	1/8



### 13.21 Ajuste da Folga do Cubo de Roda



- 1- Montar o cubo no eixo, apertar a porca ranhurada interna com a chave de garras e ao mesmo tempo girar o cubo para ambos os lados, aplicar algumas batidas firmes com um martelo plástico na face frontal. Este procedimento tem por finalidade o assentamento dos rolamentos.
- 2- Apertar a porca ranhurada interna com o torque especificado e girar o cubo novamente em ambos os sentidos. Em seguida apertar novamente com o torque e girar o cubo em ambos os sentidos.
- 3- Afrouxar a porca ranhurada interna 120º assegurando que existe folga axial.
- 4- Fixar o suporte do comparador com o relógio no cubo de roda de modo que o prolongador permaneça apoiado na face do eixo regulado na escala zero “0” com alguma pré-carga.
- 5- Verificar a folga axial do cubo de roda indicada pelo relógio comparador. A folga deverá ficarem torno de 0,18, após apertar a segunda porca com o torque prescrito, comprovar novamente a folga que deverá estar entre 0,02 e 0,04 mm. Caso não tenha encontrado está folga regular novamente soltando ou apertando a porca interna.
- 6- Travar a porca ranhurada dobrando a chapa-trava em cima das ranhuras da porca externa.

Aperto da porca ranhurada externa do cubo - 200 a 350 Nm

HL 2 = interna 350 Nm e volta 120 graus / externa= 350 – 400 Nm

HL 4 = interna 200 Nm e volta 120 graus / externa= 200 – 250 Nm

HL 5 = interna 350 Nm / externa= 350 - 400 Nm

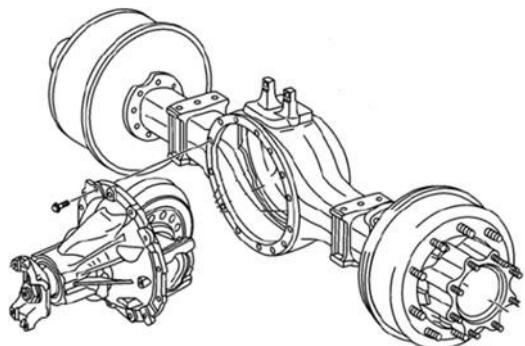
HL/HO 7 = interna 300 Nm e volta 120 graus / externa= 350 – 400 Nm HL 8 = 550 Nm

## 14. Eixos Traseiros R440, RT440, R300, RT300, R 390

### 14.1 Nomenclatura

Eixos Novos

7.39



#### **RT 440 - 10 A/C 22,5**

22,5 = 22.5"

19,5 = 19.5"

/C= Freio a ar disco

/S= Freio a ar tambor

/H= Freio Hidráulico com disco

A= Suspensão a Ar

I= Suspensão Independente

Capacidade de Carga do Eixo= 10ton

Diâmetro da Coroa= 440 mm

R= Eixo Traseiro – caminhão com 2 eixos (4X2)

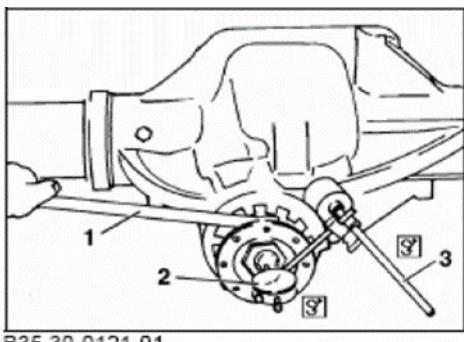
RT= Eixo Traseiro Tandem – caminhão com 3 eixos (6X4)RO=

Eixo Traseiro Ônibus – para ônibus

**Analizar e verificar antes da desmontagem**



## 14.2 Remover o eixo cardân do flange do pinhão



- Fixar o suporte do comparador na carcaça do eixo traseiro de tal modo que o apalpador do comparador apoie na face frontal do pinhão.
- Ajustar o comparador a zero com 2 mm de pré-carga.
- Com uma alavanca (1) apropriada, forçar o pinhão para fora e observar no comparador. Não deve existir folga axial perceptível no pinhão.
- Sendo constatada folga axial, mesmo que seja mínima, será necessário remover o pinhão para regular o momento de atrito dos rolamentos.

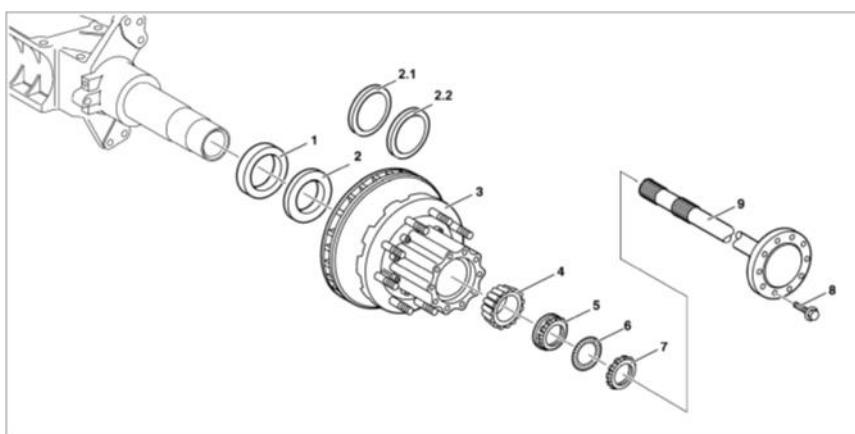
## 14.3 Troca de óleo eixo traseiro

Antes de drenar o óleo do eixo traseiro, temos que limpar em volta dos bujões de abastecimento e drenagem de óleo (Drenar o óleo ainda quente), observar se no óleo encontra-se com limalhas ou pedaços de materiais que se desprenderam de alguma parte interna do eixo, podendo causar danos ao eixo traseiro.

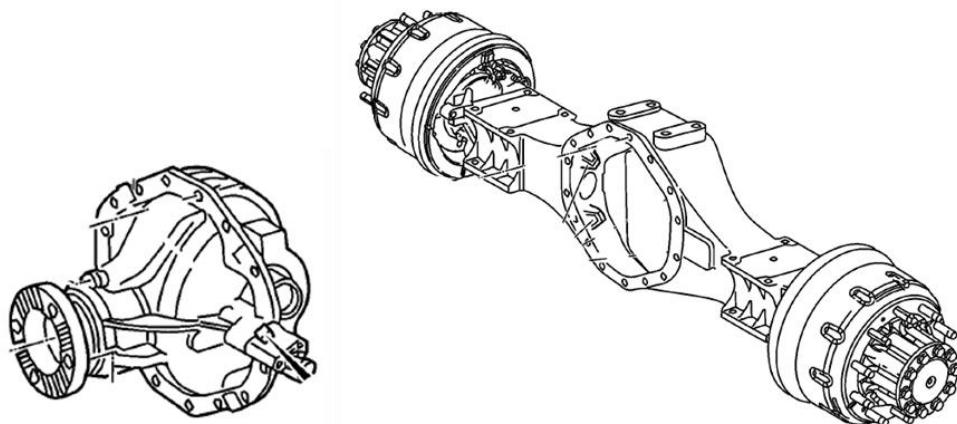
A análise de óleo é uma das mais importantes ferramentas da manutenção preditiva, permitindo avaliações rápidas e precisas sobre a condição do eixo traseiro. A partir da análise, verifica-se o desgaste de peças móveis e a presença de substâncias contaminantes, promovendo a ampliação do tempo de vida útil do eixo.

## 14.4 Remover e instalar a semi-árvore traseira

Antes de efetuar qualquer reparo ou retirada do conjunto coroa com o diferencial, devemos retirar as semi-árvores.



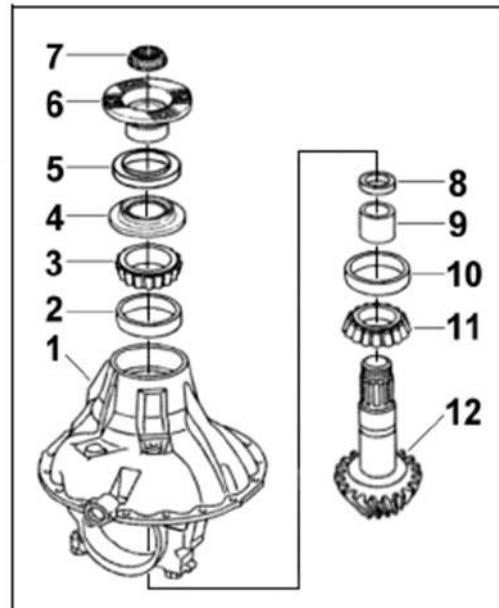
## 14.5 Remover berço (porquinho) do diferencial



Remover o pinhão R 390 (HL 6) (AR35.30-B-0458GA)

Representado no eixo traseiro 741.710

- 1 Carcaça do diferencial
- 2 Pista do rolamento de roletes cônicos (externo)
- 3 Rolamento de roletes cônicos (externo)
- 4 Retentor radial
- 5 Defletor
- 6 Flange
- 7 Porca com colar
- 8 Arruela distanciadora
- 9 Bucha distanciadora
- 10 Pista do rolamento de roletes cônicos (interno)
- 11 Rolamento de roletes cônicos (interno)
- 12 Pinhão



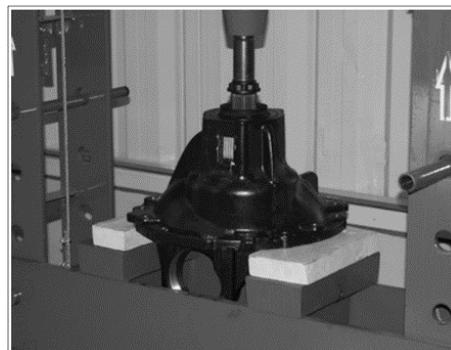
B35.30-0164-02

Para remover o pinhão, instalar a porca com coluna rosca do pinhão a fim de proteger a rosca do pinhão e evitar a queda.

Colocar a carcaça do conjunto diferencial sobre uma prensa e extraí-lo do pinhão.

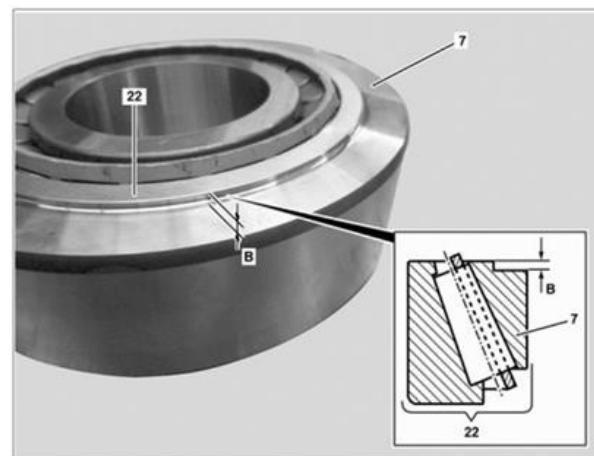
Remover o retentor radial e o rolamento de roletes cônicos.

Com o pinhão fora da carcaça, examinar os rolamentos de roletes cônicos quanto a desgaste e danos e substitui-los se necessário.



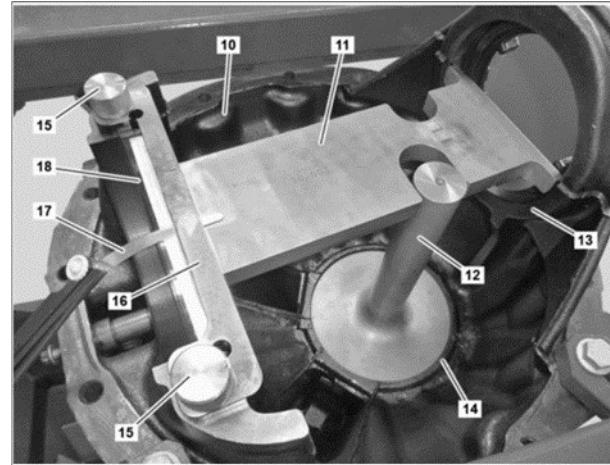
## 14.6 Profundidade básica do pinhão R 390 (HL 6)

Para verificar se o pinhão está na profundidade correta temos que efetuar a medição do rebaixo fresado no anel externo do rolamento novo, caso seja substituído e anotar a medida "A".



O gabarito de medição 746 589 00 21 00 é constituída dos seguintes componentes:

- Carcaça do eixo (10)
- Ponte de medição (11);
- Calibre de diâmetro (12);
- Suportes dos mancais (13, 18);
- Recepção na carcaça do eixo (14);
- Parafusos (15);
- Arco de medição (16);
- Calibre de Lâminas (17);



Introduzir na carcaça do eixo (10) o calibre de diâmetro (12) na recepção (14) para o rolamento interno de rolos cônicos (22).

Introduzir a ponte de medição (11) nos suportes mancais (13, 18), de tal forma que o calibre dediâmetro (12) engrene em uma das reentrâncias da ponte de medição (11).

Posicionar o arco de fixação (16) com os parafusos (15) na carcaça do acionamento do eixo(10).

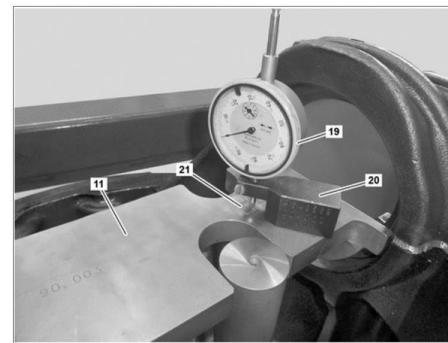
Introduzir o calibre de lâmina 0,3 mm (17) no centro entre a ponte de medição (11) e o arco de fixação (16) e apertar os parafusos (15).

O calibre de lâmina 0,3 mm (17) prensado evita um deslocamento horizontal acidental da ponte de medição (11) nos suportes mancais (13,18).

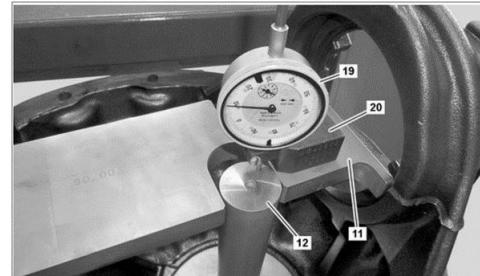
## 14.6 Profundidade básica do pinhão R 390 (HL 6)

Colocar o relógio comparador (19) com o suporte do relógio comparador (20) na ponte de medição (11) de tal forma que a ponta do relógio comparador encoste com uma leve tensão preliminar no ponto de medição (21) da ponte de medição (11).

Colocar a escala do relógio comparador (19) em “0”.



Deslocar o suporte do relógio comparador (20) com o relógio comparador (19) na ponte de medição (11) de tal forma que aponta do relógio comparador encoste no calibre de diâmetro (12).



O calibre de diâmetro (12) corresponde a medida construtiva básica do pinhão. O ponteiro do relógio comparador (19) pode se movimentar de “0” para a direita ou para a esquerda.

Se o ponteiro do relógio comparador (19) se movimentar a direita do “0”, isso significa que a medida construtiva básica do pinhão foi ultrapassada.

Se o ponteiro do relógio comparador (19) se movimentar a esquerda do “0”, isso significa que a medida construtiva básica do pinhão passou a um nível inferior.

A partir disso resulta um cálculo variável para a esquerda MEDIDA E, onde será necessário adicionar uma arruela de compensação.

Para o cálculo da medida da arruela de compensação, observe os exemplos:

Antes de efetuar os cálculos da arruela de compensação temos que observar alguns detalhes: Se o valor lido se encontrar a direita de “0” no relógio, anotar como Medida “B”

Se o valor lido se encontrar a esquerda de “0” no relógio, anotar como Medida “C”

Se o valor lido se for “0”, não executar nenhum passo ou trabalho, a medida se encontra “OK”.

### **Exemplo 1:**

Caso o valor lido se encontra a direita de “0”, anotar o valor como Medida B: 2,10 mm (Medida A) - 0,06 mm (Medida B) = 2,04 mm (Medida E)

A medida E, necessita uma arruela mais fina que a arruela da Medida A.



## 14.7 Determinar a espessura da arruela distanciadora sem o pinhão

**Exemplo 2:**

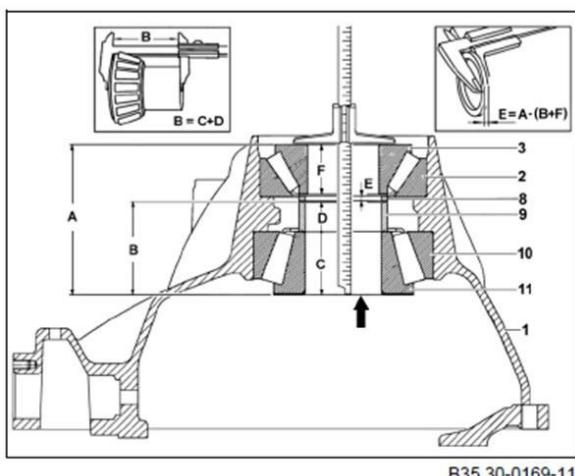
Caso o valor lido se encontra a esquerda de “0”, anotar o valor como Medida “C”. 1,75 mm (Medida A) + 0,07 mm (Medida C) = 1,82 mm (Medida E)

A medida E, necessita uma arruela mais grossa que a arruela da Medida A.

Medida “A” – Medida “B” = Medida E

Ou Medida “A” + Medida “C” = Medida “E”

## 14.7 Determinar a espessura da arruela distanciadora sem o pinhão



B35.30-0169-11

- Instalar as pistas externas (2, 11) dos rolamentos. Efetuar a medição sem a arruela distanciadora (8) e a bucha (9).
- Instalar os rolamentos de roletes cônicos (3, 11).
- Medir e anotar a cota “A” entre as faces externas dos rolamentos de roletes cônicos (3, 11).
- Para efetuar a medição será necessário um apoio para o paquímetro (seta).
- Medir e anotar a cota “B” através da somatória das cotas “C” e “D”.
- A cota “D” é altura da bucha distanciadora (9). A cota “C” é altura do rolamento de roletes cônicos (11).  
gt\_
- Para determinar a cota “E”, subtrair da cota “A” (passo 2) a somatória da cota “B” (passo 3)mais a cota “F”.
- A cota “F” é altura do rolamento de roletes cônicos (3). A espessura da arruela distanciadora (8) é determinada pelo valor da cota “E” menos o valor indicado para a pré-carga dos rolamentos do pinhão.

## 14.8 Determinar a pré carga dos rolamentos do pinhão

A espessura das arruelas compensadoras determina o momento de atrito (pré-carga) dos rolamentos de roletes cônicos dopinhão.

Colocar os rolamentos de roletes cônicos na caixa de engrenagens para o eixo traseiro, em seus respectivos alojamentos.

Medir a distância “A” entre ambas as pistas e anotar a medida.

Medir e anotar a medida “B” entre a face dorolamento de roletes cônicos interno e a face externa da bucha.

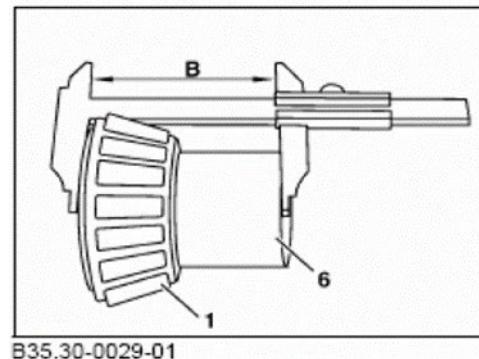
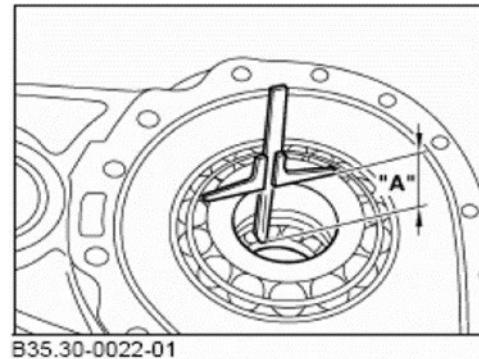
Calcular a medida “E”, espessura das arruelas compensadoras para.

Medidas disponíveis das arruelas de ajuste de pré carga (com incrementos de ???):

HL 1 (R?????) de 1,26 a 2,00 mm

HL 2 (R?????) de 1,20 a 1,94 mm

HL 7 (R?????) de 4,1 a 4,2 e 4,3 a 5,1.



A medida “E” é resultante da operação  $E = A - B$  e proporciona um ajuste sem folga, sem momento de atrito.

Para obter o momento de atrito prescrito dos rolamentos do pinhão, selecionar uma arruela compensadora 0,10 mm para eixos HL 1, 2 e 7, menor que a espessura obtida na operação.

Momento de atrito do pinhão:

### Instalar o pinhão

Aquecer o rolamento de roletes cônicos (11) com o auxílio de um soprador térmico a uma temperatura de aproximadamente 80°C e instalar sobre o pinhão (12).

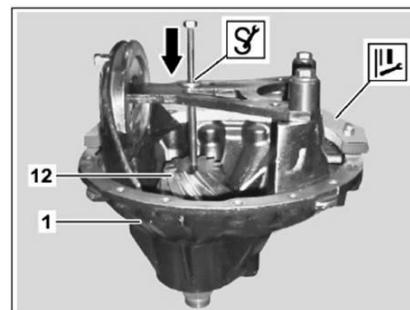
Verificar o correto assentamento do rolamento de roletes cônicos (11) sobre o pinhão (12), se necessário, reassentar o rolamento de roletes cônicos

(11) utilizando um mandril apropriado.

Instalar o pinhão (12) na carcaça do conjunto diferencial (1) olear o rolamento de roletes cônicos

(11) antes de instalar na carcaça do B35.31-0027-01

conjunto diferencial (1).



B35.31-0027-01



## 14.8 Determinar a pré carga dos rolamentos do pinhão

Imobilizar o rolamento de roletes cônicos (11) com o pinhão (12) na carcaça do conjunto diferencial (1), com o auxílio do dispositivo de fixação.

Encostar levemente o rolamento de roletes cônicos (11) sobre sua pista externa apertando o fuso rosado do dispositivo de fixação sobre o pinhão.

Não utilizar dispositivo pneumático para apertar.

Pois no caso de esforços excessivos sobre os roletes do rolamento de roletes cônicos (11) poderá ocorrer danos.

Girar a carcaça do conjunto diferencial (1).

Aquecer o rolamento de roletes cônicos (3) com o auxílio de um soprador térmico a uma temperatura de aproximadamente 80°C e instalar sobre o pinhão (12).

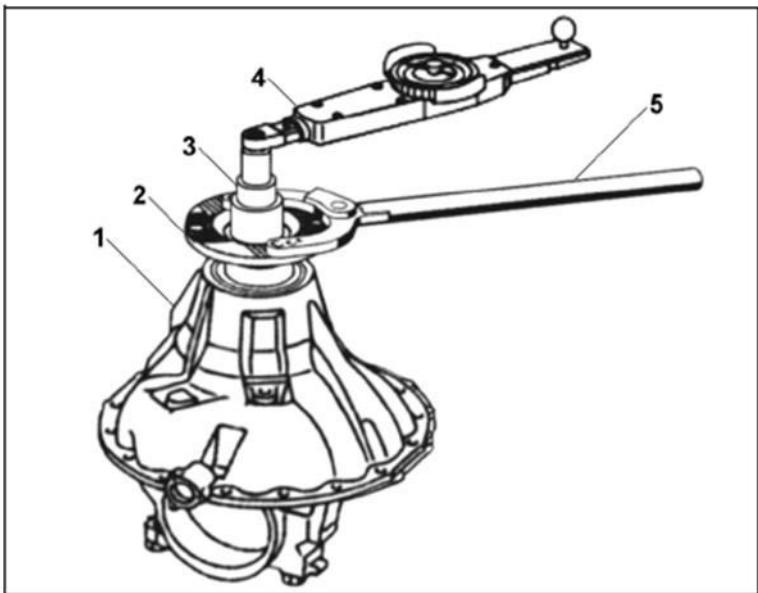
Olear o rolamento de roletes cônicos (3) antes de instalar na carcaça do conjunto diferencial(1).

Verificar o correto assentamento do rolamento de roletes cônicos (3) sobre pinhão (12), se necessário, utilizar um mandril apropriado.



B35.31-0022-02

## 14.9 Verificação da Pré Carga dos rolamentos do pinhão

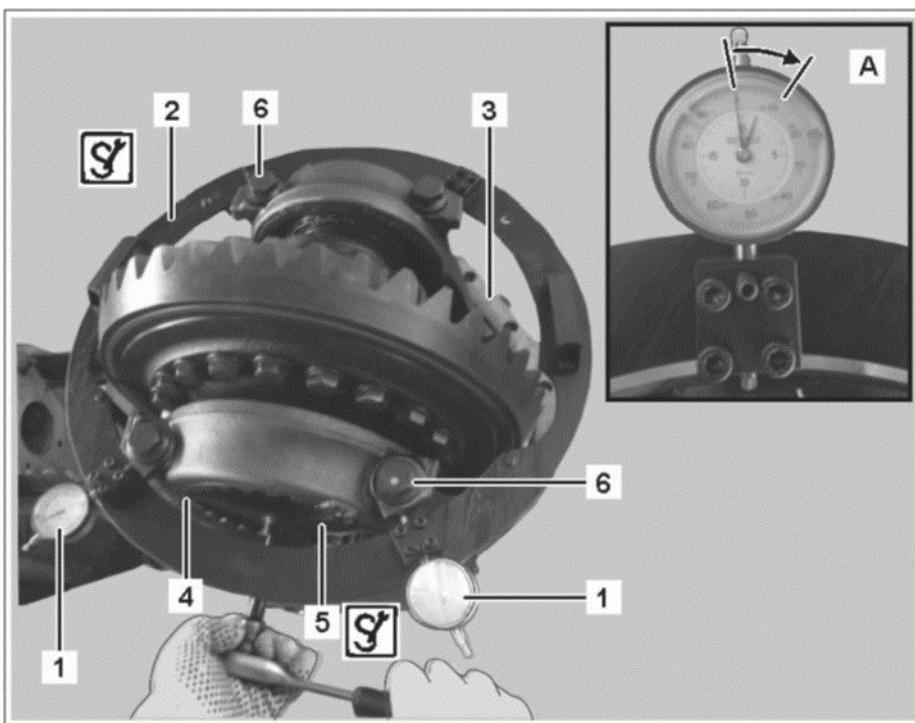


B35.30-0171-11

- Instalar a chave imobilizadora I no flange de acionamento (2).
- Instalar a chave dinamométrica I com o soquete (3) na porca com colar que fixa o flange de acionamento (2).
- Girar manualmente a chave dinamométrica I no mínimo três voltas, ao mesmo tempo efetuar leitura do momento de atrito.
- Caso o momento de atrito seja maior ou menor que o valor prescrito, desmontar novamente o pinhão e colocar uma arruela distanciadora respectivamente maior ou menor. Repetir a operação a partir do passo 1 até obter o valor prescrito.
- A espessura da arruela distanciadora é fornecida com 1,60mm com incrementos de 0,01mm até 2,62mm no máximo.
- Procurar obter um momento de atrito menor no caso de rolamentos usados, devido ao assentamento ter-se completado e um momento de atrito maior no caso de rolamentos novos onde o assentamento ainda não ocorreu.
- Travar a porca com o colar. (7).



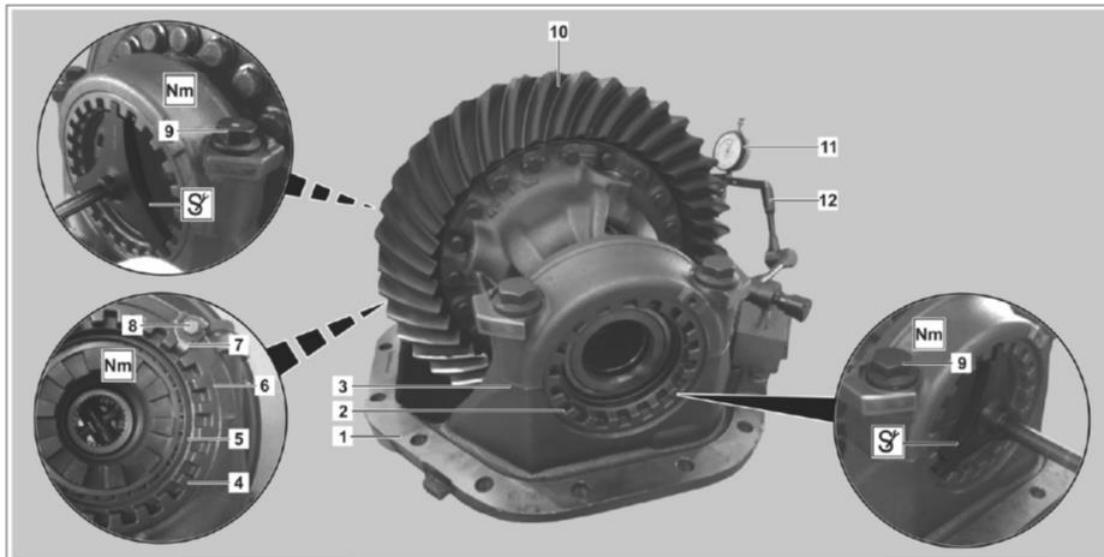
## 14.10 Folga entre dentes e ajuste da pré-carga dos rolamentos da coroa e pinhão

**14.10 Folga entre dentes e ajuste da pré-carga dos rolamentos da coroa epinhão**

- Antes de iniciar o procedimento de regulagem da pré-carga dos rolamentos de roletes cônicos com o dispositivo de ajuste (2), ajustar a medida de montagem do conjunto diferencial.
- Apertar os parafusos (6) da capa do mancal com o torque prescrito (1º etapa).
- Instalar o dispositivo de ajuste (2) com os relógios comparadores (1) sobre a superfície plana da carcaça do conjunto diferencial (3).
- Observar o correto posicionamento do dispositivo de ajuste (2) sobre a superfície plana da carcaça do conjunto diferencial (3).
- Na instalação do dispositivo de ajuste, poderá ocorrer uma pequena variação no ponteiro do relógio comparador, isto devido às deformações nos mancais B35.31-0080-11 ou na carcaça do conjunto diferencial. Pequenas variações são aceitáveis.
- Apertar alternadamente os anéis roscados (4) com as respectivas chaves de garras (5) até obter nos relógios comparadores (1) o valor da pré-carga (A) dos rolamentos do diferencial.
- Deixar no menor valor nominal indicado para a pré-carga (A), para que após o torque final(2ª etapa) dos parafusos (6) da capa do mancal, o valor nominal não seja excedido.
- Girar a coroa algumas vezes para acomodação dos rolamentos de roletes cônicos e observar se ocorreu alguma variação na pré-carga nos relógios comparadores (1). Se necessário, corrigir ajustando os anéis roscados (4) novamente.
- Apertar os parafusos (6) da capa do mancal com o torque prescrito (2ª etapa).
- Medir novamente a pré-carga dos rolamentos de roletes cônicos.
- O valor encontrado deve estar dentro do valor nominal indicado. Se o valor nominal não for alcançado, soltar os parafusos (6) repetir as operações a partir do passo 1.
- Remover o dispositivo de ajuste (2) e verificar o valor da folga dos flancos dos dentes no conjunto diferencial.

## 14.11 Verificar o contato entre dentes

- Se o valor nominal da folga dos flancos dos dentes no conjunto diferencial for excedida, soltar os anéis roscados (4) e os parafusos (6) e repetir as operações a partir do passo 1.
- Instalar as travas de segurança e apertar os parafusos de trava dos anéis roscados (4).

**14.11 Verificar o contato entre dentes****Valores de comprovação e ajuste do diferencial do eixo traseiro**

<b>Número</b>	<b>Denominação</b>	<b>Eixo traseiro 741.710</b>
BE35.30-N-1001-01G	Folga entre os dentes da coroa dentada	mm 0,25...0,33
BE35.30-B-1001-03C	Pré-carga dos rolamentos	mm 0,10...0,20
	Rolamentos de roletes cônicos novos	mm 0,10...0,15
	Rolamentos de roletes cônicos usados	

1	Carcaça do conjunto diferencial	7	Trava de segurança
2	Anel roscado	8	Parafuso (trava de segurança)
3	Capa do mancal	9	Parafuso (capa do mancal)
4	Anel roscado	10	Coroa dentada
5	Rolamento de roletes cônicos	11	Relógio comparador
6	Capa do mancal	12	Suporte do relógio comparador

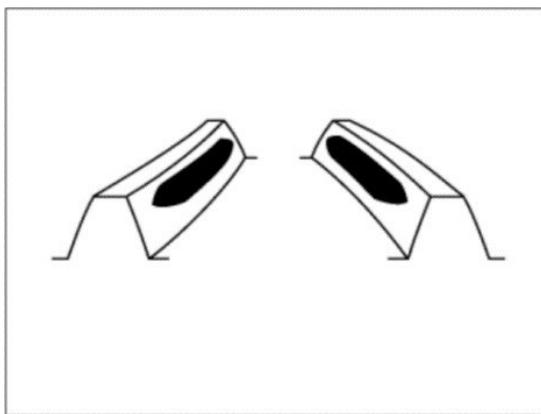


### Face de contato entre dentes ideal

#### Tipo todos (Caminhões e Ônibus)

Executar teste de carga (coroa freada).

Na prática normalmente não é alcançada uma face tão ideal de contato entre dentes. O importante é que a face de contato entre os dentes não entre em contato com nenhuma superfície do dente na borda exterior do dente.



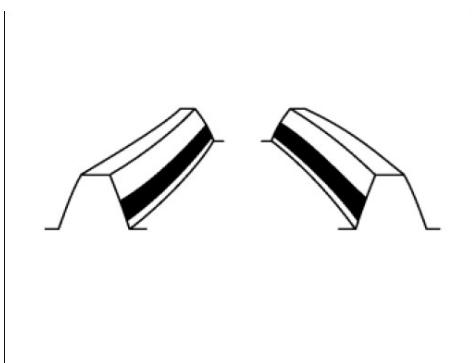
### Face de contato entre dentes na base do flanco do dente

#### Causa

A medida de instalação do pinhão é muito pequena.

#### Recurso auxiliar

Ampliar a medida de instalação entre o pinhão e a coroa. Instalar uma arruela distanciadora mais forte para o pinhão e repita o teste de folga nos flancos do dente, se necessário, instalar uma nova folga nos flancos do dente.



### Face de contato entre dentes no cabeçote do flanco do dente

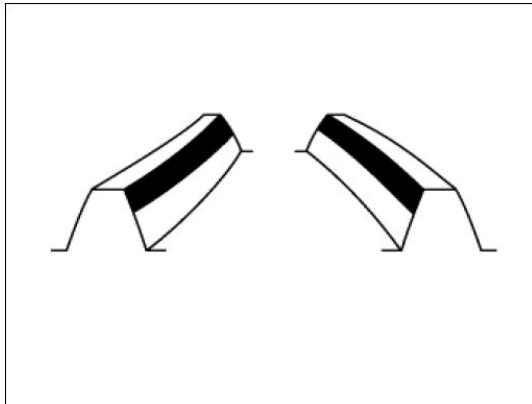
#### Causa

A medida de instalação do pinhão é muito grande.

14.11 Verificar o contato entre dentes

**Recurso auxiliar**

Diminuir a medida de instalação entre o pinhão e a coroa. Instalar uma arruela distanciadora mais fina para o pinhão e repita o teste de folga nos flancos do dente, se necessário, instalar uma nova folga nos flancos do dente.



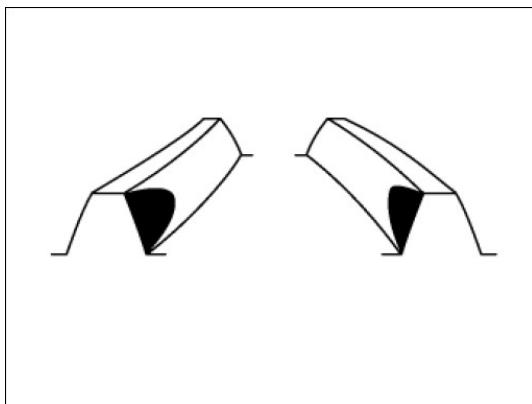
**Face de contato entre dentes no ângulo**

**Causa**

O ajuste de folga nos flancos do dente é muito grande.

**Recurso auxiliar**

Colocar a coroa mais perto do pinhão, girando o anel rosado e repetir o teste da folga nos flancos do dente, se necessário, instalar uma nova folga nos flancos do dente.



**Face do contato entre dentes na extremidade**

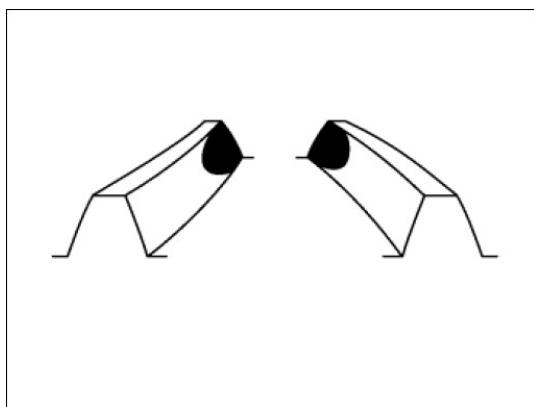
**Causa**

O ajuste da folga nos flancos do dente é muito pequeno.



**Recurso auxiliar**

Afastar a coroa do pinhão, girando o anel rosado e repetir o teste da folga nos flancos dodente, se necessário, instalar uma nova folga nos flancos do dente.



## 14.12 Regulagem da folga do cubo

Fixar o suporte do comparador com o relógio comparador e o prolongador no cubo campana.

Colocar o relógio comparador com aproximadamente 1 mm de tensão prévia sobre a semi-árvore e ajustar a zero a escala de medição do comparador.

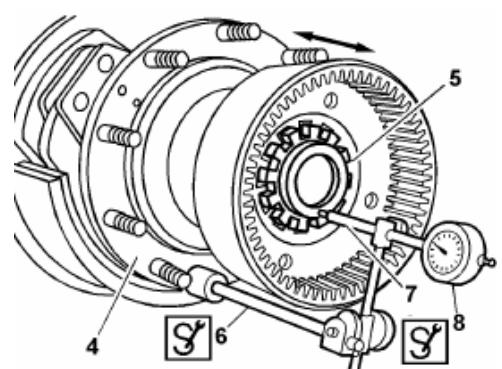
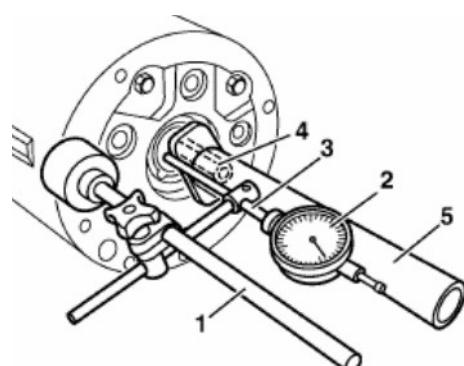
Mover de um lado para o outro a semi-árvore com a ferramenta apropriada, comprovando assim a folga axial.

Folga axial da engrenagem solar (montada na semi-árvore) 0,1 - 0,5

Regular a folga axial acrescentando ou removendo os calços correspondentes. 0,10 - 0,20 - 0,50 - 0,80 - 1,00 - 1,50

Nos casos em que o cubo foi removido:

- Após ter instalado o cubo no eixo, apertar a porca ranhurada interna com a chave de garras e ao mesmo tempo girar o cubo para ambos os lados, aplicar algumas batidas firmes com um martelo plástico na face frontal. Este procedimento tem por finalidade o assentamento dos rolamentos.
- Apertar a porca ranhurada interna com o torque especificado e girar o cubo novamente em ambos os sentidos. Em seguida apertar novamente com o torque e girar o cubo em ambos os sentidos.
- Afrouxar a porca ranhurada interna 120° assegurando que existe folga axial.
- Fixar o suporte do comparador no cubo de roda. Colocar o relógio comparador de modo que o



14.12 Regulagem da folga do cubo

prolongador permaneça apoiado na face do eixo regulado na escala zero “0” com alguma pré-carga.

- Verificar a folga axial do cubo de roda indicada pelo relógio comparador. A folga deverá ficar em torno de 0,25 a 0,28 mm, após apertar a segunda porca com o torque prescrito, comprovar novamente a folga que deverá estar entre 0,01-0,043mm.
- Caso não tenha encontrado esta folga regular novamente soltando ou apertando a porca dianteira.
- Travar a porca ranhurada dobrando a chapa-trava em cima das ranhuras da porca externa.

**Porcas ranhuradas externa do cubo de roda: 550 Nm**

**Porcas ranhuradas interna do cubo de roda: 300 Nm**



## 15. Eixo Traseiro R440 + NFD

### 15.1 Novo Eixo Traseiro R440 + NFD

Neste eixo traseiro é utilizado um novo desenvolvimento, processo de usinagem e montagem, oferecendo uma maior resistência e durabilidade ao conjunto. A coroa e carcaça do diferencial, agora passam a ser soldados.

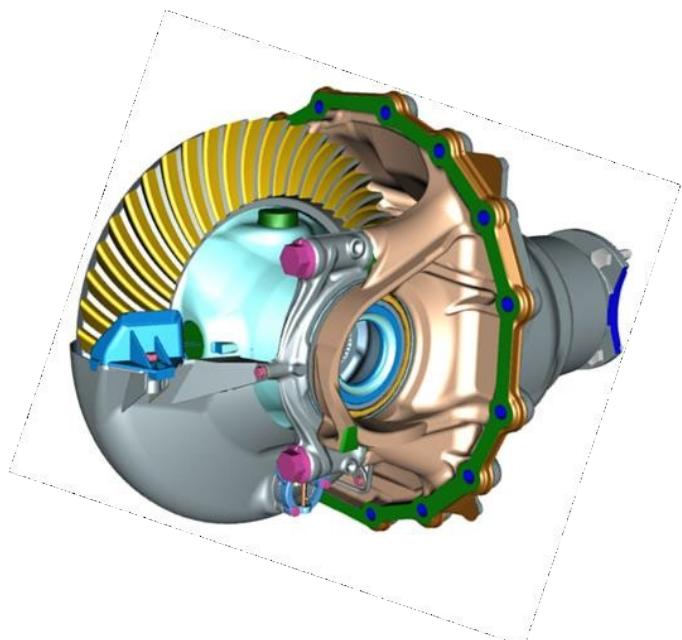
Foi desenvolvido novos rolamentos, que em conjunto com o novo óleo lubrificante (MB 235.31), aumenta a eficiência e reduz o consumo de combustível, juntamente com sistema ALM (Active Lubrification Management) e seu nível de óleo lubrificante reduzido.

Técnica aplicada:

- Controle ativo da lubrificação (ALM) (menor quantidade de óleo com menor necessidade de arrefecimento);
- Engrenagens com novo processo de usinagem;
- Conjunto de carcaça de diferencial e coroa com solda a laser (sem parafusos); oferecendo maior robustez;
- Rolamentos otimizados.

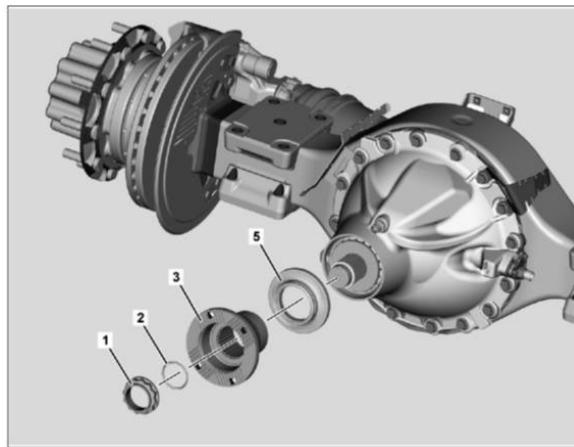
Nesta nova geração de eixo, conseguimos obter um aumento da eficiência energética em 1,5%, redução de peso em 108 Kg e um aumento na durabilidade deste eixo.

A introdução dos eixos traseiros FE (FE = Fuel Efficiency), visa melhorar os níveis de eficiência e redução no consumo de combustível, mas isso só pode ser alcançado com o novo óleo de acordo com a especificação MB 235.31.



## 15.2 Remover o flange do pinhão (AR35.30-W-0473CH)

- 1 Porca com ressalto
- 2 O-Ring
- 3 Flange de acionamento
- 5 Anel de vedação retentor

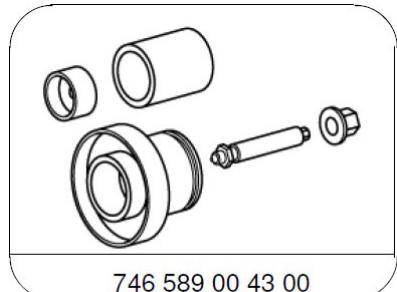


Remover a árvore de transmissão do flange de acionamento do eixo traseiro.

Destrarvar a porca com ressalto e retirar completamente a trava da porca a fim de quenenhum rebarba da porca não danifique a rosca do pinhão ao soltar.

Remover a flange de acionamento com o extrator e o anel O-ring de vedação do eixo.

## 15.3 Instalar o retentor do pinhão (AR35.30-W-0472-01CH)



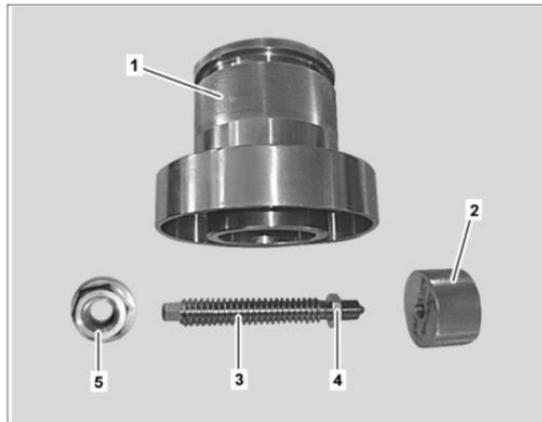
Ferramenta de instalação



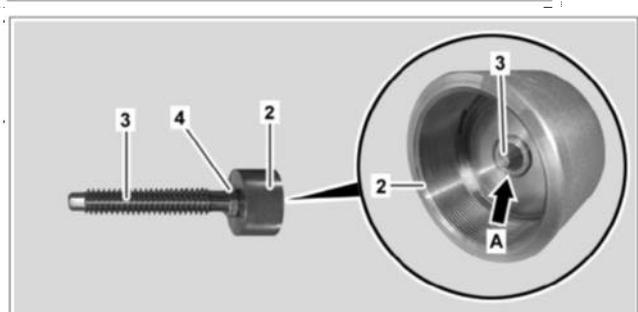
## 15.3 Instalar o retentor do pinhão (AR35.30-W-0472-01CH)

Para a instalação do anel de vedação retentor utilizar as seguintes ferramentas individuais do jogo da ferramenta de instalação:

- Peça de pressão (1), com o número final 01
- Luva de montagem (2), com o número final 02
- Fuso de pressão (3), com o número final 03
- Contraporca (4)
- Bucha rosada (5), com o número final 05



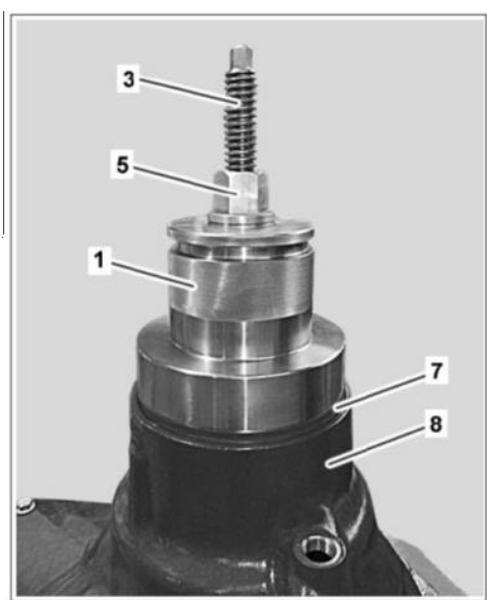
Aparafusar o fuso de pressão (3) até o terminal roscado (A) na luva de montagem (2) e nesta posição travar com a contraporca (4).



Colocar a peça de pressão (1) no anel e vedação retentor (7) sobre o fuso de pressão (3).

Nisto, não empurrar a peça de pressão (1) e o anel de vedação retentor (7).

Aparafusar a bucha rosada (5) até o encosto na peça de pressão (1) sobre o fuso de pressão (3).

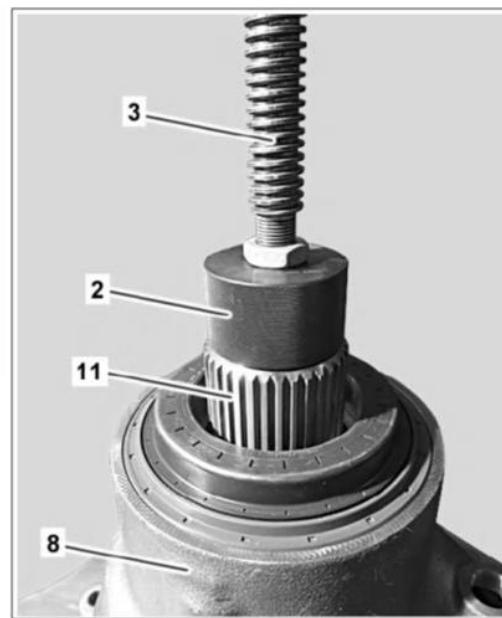


## 15.4 Instalar o flange de acionamento no pinhão (AR35.30-W-0472-02CH)

Pressionar o anel de vedação retentor (7) até o encosto na carcaça de acionamento do eixo (8), com isso, girar a bucha roscada (5) no sentido horário e nisto apoiar de encontro o fuso de pressão (3).

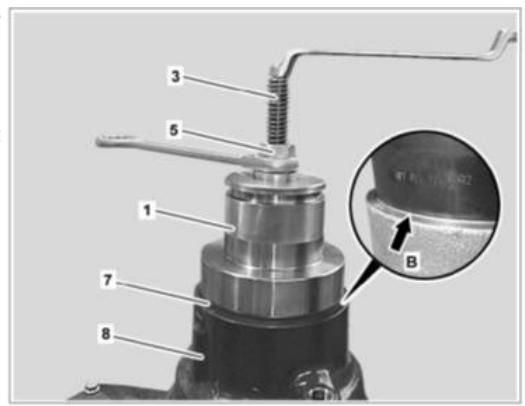
Observar a finalização homogênea (B) do anel de vedação retentor (7) na carcaça de acionamento do eixo (8).

Desaparafusar a bucha roscada (5) e remover a peça de pressão (1).



Não remover a luva de montagem (2) com fuso de pressão (3) do eixo do pinhão (11) na carcaça de acionamento do eixo (8).

Elas serão utilizadas para a instalação do flange de acionamento.



## 15.4 Instalar o flange de acionamento no pinhão (AR35.30-W-0472-02CH)

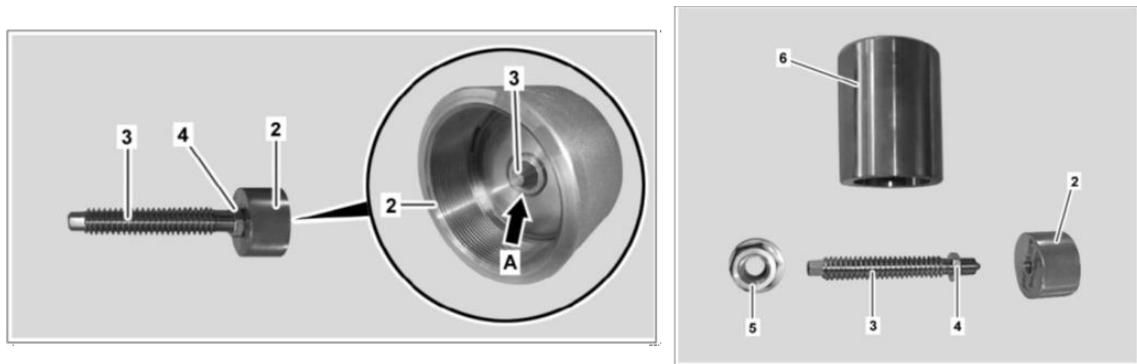
No eixo traseiro 746.301 no Tipo 963, 964, com Code A2X (Eixo traseiro com lubrificação ativa, regulada) com Code U3I (Código de parametrização, padrão NFD).

Para a instalação do flange de acionamento (flange do cardã) utilizar as seguintes ferramentas do jogo de ferramentas:

- Luva de montagem (2)
- Fuso de pressão (3)
- Contraporca (4)
- Bucha roscada (5)
- Peça de pressão (6)



## 15.4 Instalar o flange de acionamento no pinhão (AR35.30-W-0472-02CH)



Somente quanto a ferramenta ainda não estiver montada. Aparafusar o fuso de pressão (3) até terminal da rosca (A) na luva de montagem (2) e travar nessa rosca (A) na luva de montagem

(2) e travar nessa posição com a contraporca (4).

Somente quanto a ferramenta ainda não estiver instalada.

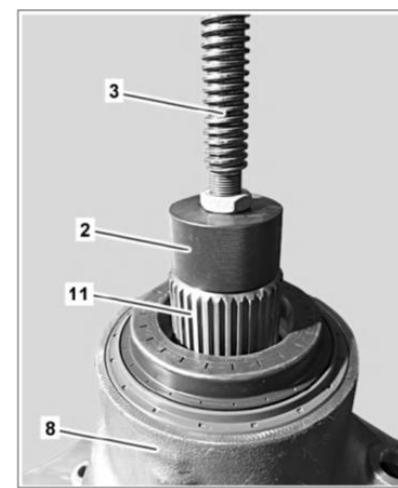
Aparafusar a luva de montagem (2) com fuso de pressão (3) até o encosto no eixo do pinhão (11) na carcaça de acionamento do eixo (8) e soltar novamente a luva de montagem

(2) em 1/4 de volta.

Aparafusar a luva de montagem (2) com fuso de pressão (3) até o encosto no eixo do pinhão (11) na carcaça de acionamento do eixo (8) e soltar novamente a luva de montagem

(2) em 1/4 de volta.

Colocar o flange de acionamento (9) no eixo do pinhão (11) na carcaça de acionamento do eixo (8).

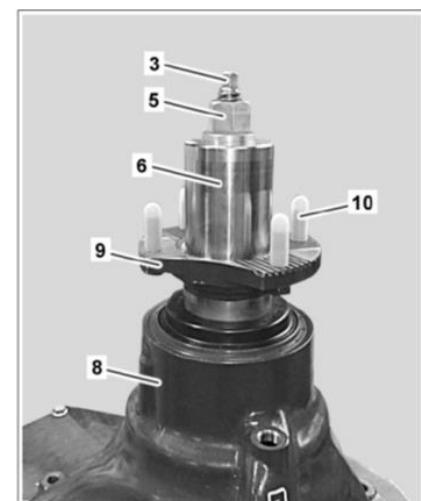


Colocar de pressão (6) sobre o fuso de pressão (3) no de acionamento (9)

Aparafusar a bucha roscada (5) até o encosto a peça de pressão (6) sobre o fuso de pressão (3).

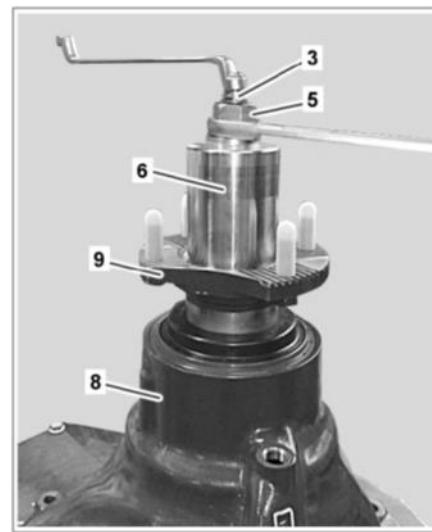
Instalar os parafusos (10) para a árvore de transmissão no flange de acionamento (9) e proteger contra a queda.

Após montar sob pressão o flange de acionamento (9) não será mais possível a colocação dos parafusos (10).



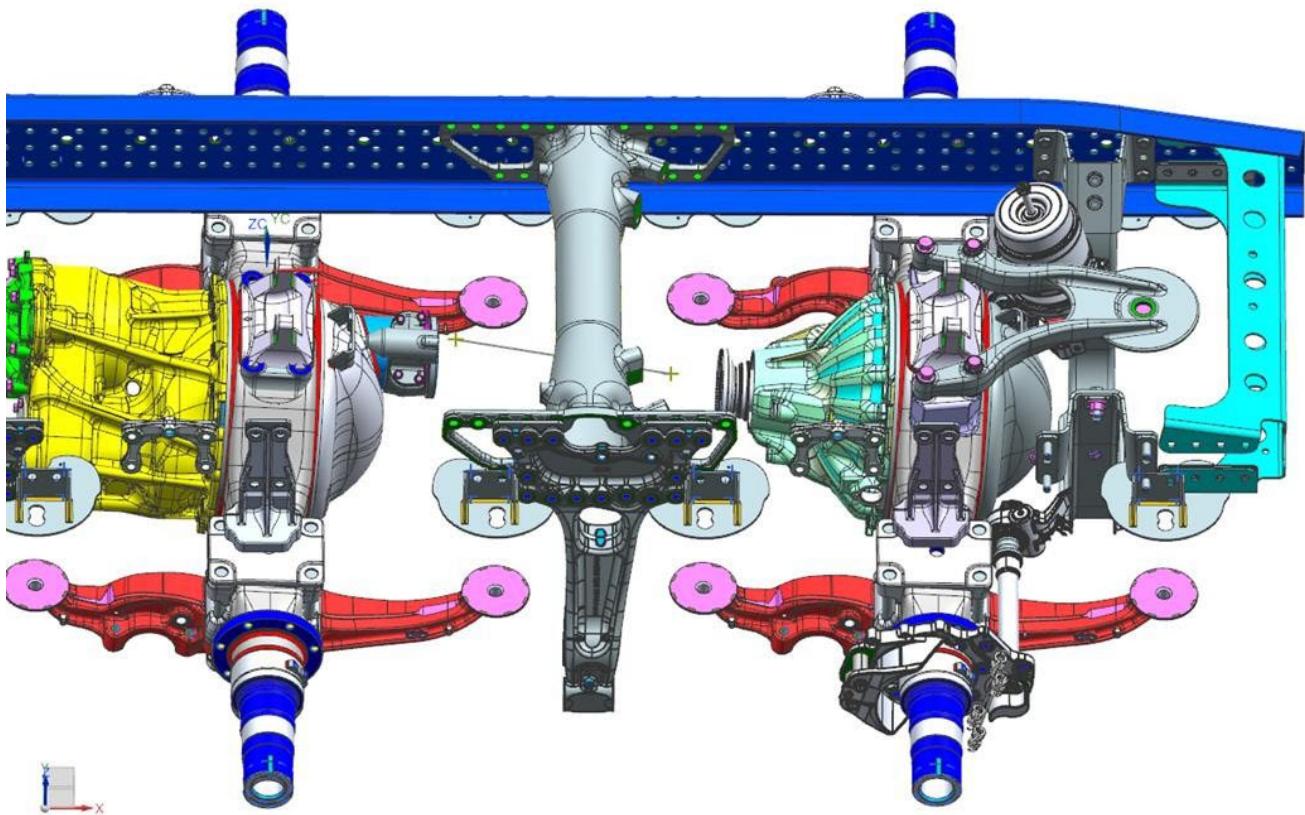
Montar sob pressão o flange de acionamento (9) até o anel de vedação do pinhão (11) na carcaça de acionamento do eixo (8), para isso girar a bucha rosada (5) no sentido horário e nisto apoiar de encontro o fuso de pressão (3).

Desaparafusar a bucha rosada (5), retirar a peça de pressão (6) e remover a luva de montagem (2) com fuso de pressão (3).



## 15.5 Eixo Traseiro RT440 + DLT (Título 2)

DLT=Disconnect & Liftable Tandem Axle



## 16. Freios Pneumaticos

Todos os veículos dispõem de um determinado sistema de freios, o qual tem a função de diminuir a velocidade do veículo ou pará-lo por completo. Força de frenagem, desaceleração e massa.

Força de frenagem é a força que provoca a desaceleração do veículo quando o freio é atuado. Outros fatores podem gerar um efeito de frenagem, como as forças de atrito do trem de força, força de resistência do ar, aclives, etc., estas não serão consideradas aqui.

A força de frenagem é transferida dos pneus para a piso. A máxima força transferível dos pneus para o piso depende, entre outras coisas, da qualidade da superfície do piso (coeficiente de atrito).

Freio é um transformador de energia. Nos veículos temos a transformação da energia cinética em calor. Isto consiste em colocar em contato partes solidárias ao veículo (pastilhas e lonas) com partes fixas a roda (discos e tambor).

Tipos de acionamentos:

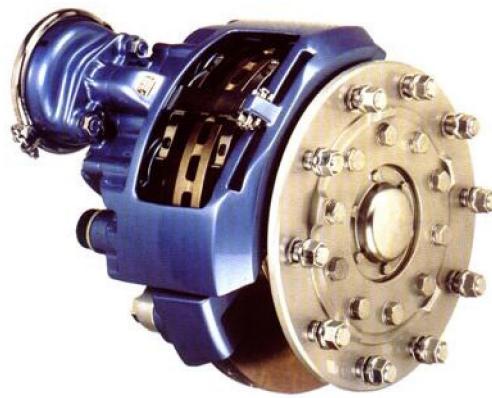
Freios de Serviços

Mecânicos.

Hidráulico.

Hidrovácuo.

Hidro servo pneumático.



F2009x0378.jpg

### 16.1 Massa e Peso

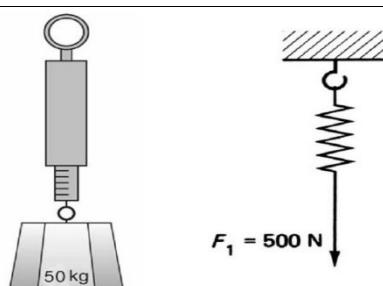
O conceito de massa é uma das propriedades físicas da matéria, pode ser entendida como uma expressão de sua inércia ou ainda como a quantidade de matéria que compõe um corpo.

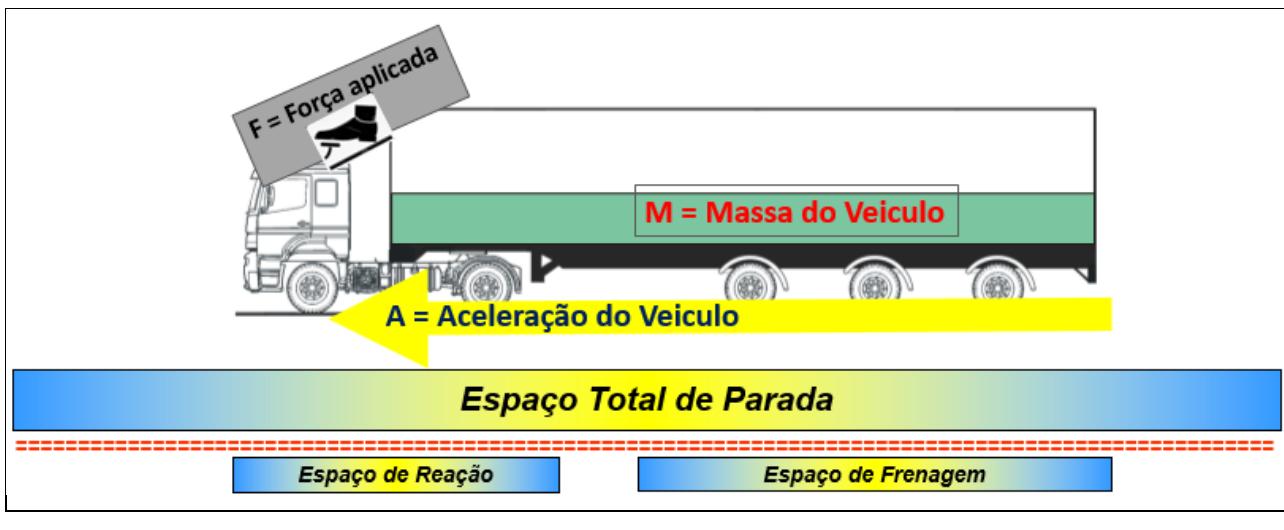
A massa de um corpo pode ser definida como uma expressão de sua inércia ou como a quantidade de matéria que compõe esse corpo.

Uma de suas definições é a inércia, que mede sua resistência à aceleração, que surge a partir da aplicação de uma força. A massa dos corpos também determina quão intensa é a atração gravitacional existente entre elas.

O peso é uma força exclusivamente atrativa que é exercida entre os corpos que possuem massa, toda massa gera o seu próprio campo gravitacional, e esse campo é responsável por atrair outras massas por intermédio da força peso.

As mais variadas forças são usadas em mecânica, a força é exercida em um corpo sólido poderá também produzir deformação, aceleração ou uma contra força igual exercida pelo corpo.





$$\text{Força} = \text{Massa} \times \text{Aceleração} \quad F = m \times a$$

A unidade de força "SI" derivada é o Newton (N).

Uma força é determinada principalmente pelo ponto de aplicação - tamanho - direção da linha de ação.

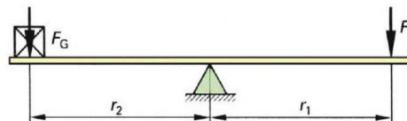
A força é representada graficamente usando-se a linha de setas. A magnitude da força resulta do comprimento ou espaço a ser projetado para frenagem, dependendo da força de referência selecionada.

Caso a força seja transmitida e distribuída conforme sua direção a magnitude das sub-forças será representada graficamente usando-se o paralelogramo de força.

A força de aceleração ou gravitacional é de  $= 9,81 \text{ m/s}^2$  atua na superfície da terra.

## 16.2 Alavanca e torque

A alavanca tem dois braços e um ponto de apoio. Se o ponto de apoio estiver entre ambas as forças é uma alavanca de dois lados. Com uma alavanca de um lado único, o ponto de apoio está no final da alavanca. As duas forças criam um torque nos dois braços da alavanca. Uma alavanca está em equilíbrio se o torque no sentido anti-horário for igual ao torque no sentido horário. Em física todos os corpos sobre os quais uma força causa um efeito de rotação são alavancas, ex.: barra de elevação, engrenagem. O efeito rotacional é chamado de "torque". O torque aumenta juntamente com a força e com o comprimento do braço da alavanca.



*TT\_00\_00\_014483\_FA*

$$\text{Torque} = \text{Força} \times \text{braço de alavanca} \quad M = F \times r$$



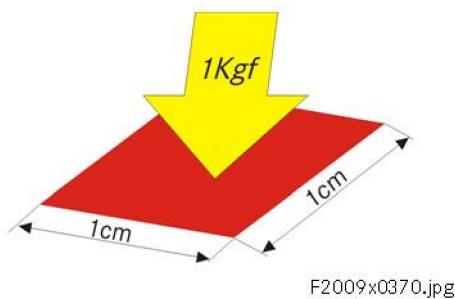
### 16.3 Conceitos Básicos de Pascal

É o resultando dá uma força aplicada sobre uma área, ou seja:

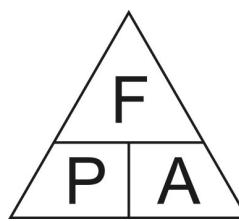
Conforme o exemplo, temos 1 Kgf/cm<sup>2</sup>, logo:

$$\text{Pressão} = \frac{1 \text{ kgf}}{1 \text{ cm}^2} = 1 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$



Embora algumas literaturas ainda expressem pressão em "Kgf/cm<sup>2</sup>", a unidade é o "bar", sendo :  $1 \text{ Kgf/cm}^2 \approx 1 \text{ bar}$



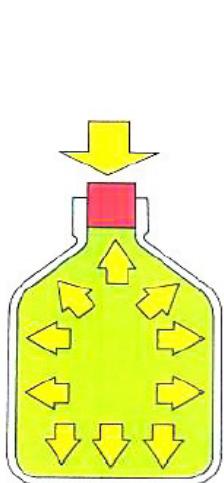
P=Pressão

F=Força

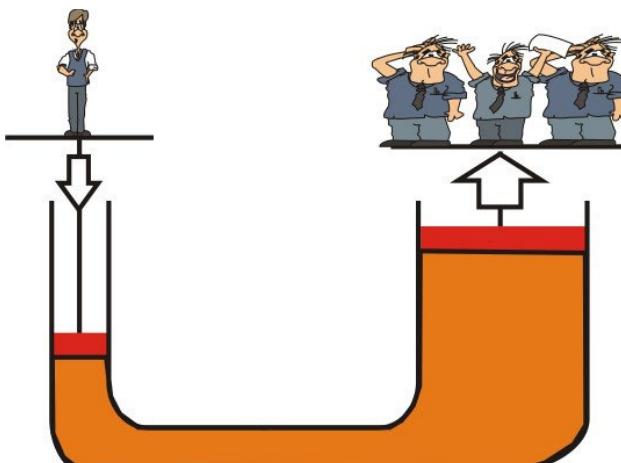
A=Área

É o estudo das características e uso dos fluídos, que podem transmitir e multiplicar forças e modificar movimentos.

Veja o que acontece quando é exercida uma força sobre a rolha da garrafa na figura ao lado. Quando ocorre o contato da rolha com o fluido, mantendo a força sobre a rolha é criada uma pressão em todos os sentidos.



F2009x0372.jpg

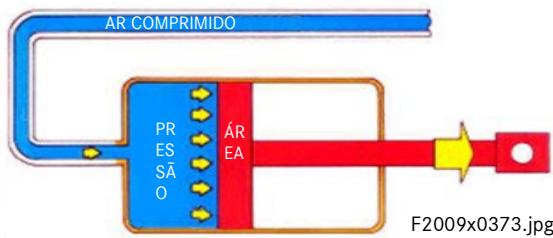


F2009x0371.jpg

O princípio hidráulico de multiplicação de forças é utilizado nos sistemas de freios para diminuir o esforço físico e transmitir forças para acionar as sapatas de freio.

#### Pneumática

O ar sobre pressão, ou ar comprimido, pode ser utilizado no acionamento de vários mecanismos.



Nos sistemas de freios, o ar comprimido é utilizado para facilitar a operação tornando-o mais leve e é empregado normalmente em veículos de carga.

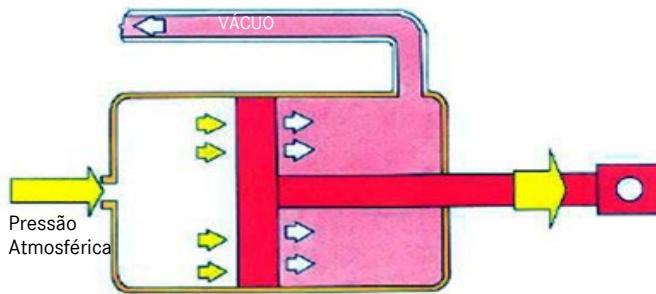
$$\text{Se: } P^{\text{ressão}} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}} \quad \text{Logo: } \text{Pressão} \times \text{Área} = \text{Força}$$

### Vácuo

O vácuo também é utilizado no acionamento do mecanismo como o freio.

O efeito do vácuo atuando de um dos lados do diafragma, que está submetido na sua outra face à pressão atmosférica, auxilia a aplicação do freio.

Porém como a pressão atmosférica é limitada, o sistema exige diafragmas de grande área.

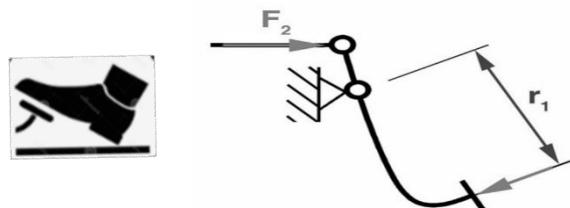


A unidade de medidas SI derivada para o torque é o Newton metro (Nm).

O resultado do torque fica aparente, por exemplo, quando se está apertando um parafuso com uma chave, e com manivelas, registros, engrenagens etc. A força sempre é exercida em um braço de alavanca; para os rotores esse é o raio efetivo.

$F$  = força aplicada em um ponto.

TT\_00\_00\_014484\_FA



## 16.4 Conceitos básicos de pneumática

Pneumático é aquilo que é relativo ao ar ou às máquinas com funcionamento por ar comprimido.

A pneumática é a ciência que estuda os sistemas mecânicos de compressão de ar sua origem vem do termo em latim *pneuma* que significa sopro de ar.

Pneumática é uma subdivisão da mecânica, que foca o comportamento da compreensão dos gases e para que aconteça o perfeito funcionamento necessitamos compreender as seguintes definições:

- O que são os sistemas?
- O que é um circuito?

## 16.5 Sistemas

Sistema é um conjunto de elementos interdependentes de modo a organizar e gerenciar todo um processo, do latim *sistema*, o sistema é um conjunto ordenado de elementos que se encontram interligados e que interagem entre si. O conceito é utilizado tanto para definir um conjunto de conceitos como objetos reais dotados de organização.

Um sistema real, no entanto, é uma entidade material formada por componentes organizados que interagem de tal forma que as propriedades do conjunto não se podem deduzir por completo das propriedades das partes (denominadas propriedades emergentes).

Um sistema pode classificar-se como físico (como um computador) ou também como abstrato (como um software de computador).

A Teoria Geral de Sistemas, por sua vez, é o estudo interdisciplinar que procura as propriedades comuns a estas entidades.

Em física temos o Sistema Internacional de Unidades (SI), que é utilizado internacionalmente e serve para definir sete grandezas básicas como o metrô (M), o quilograma (KG), ampere, mole, kelvin, segundo e candela. E essas servem como referência, ou seja, delas variam as demais unidades existentes.

Os sistemas reais compreendem trocas de energia, informação ou matéria com o seu entorno, sendo uma definição que envolve um ou mais variáveis definidos como:

- Gerencial
- Processual
- Automação

## 16.6 Circuitos

Círculo é a trajetória percorrida entre um ponto a outro, normalmente tendo como objetivo final ao ponto de partida, sua origem, do latim *circuitos*, é um termo com múltiplos significados.

Pode ser usado para se referir ao trajeto de componentes fechados ou abertos que se encontra dentro de um perímetro qualquer, um circuito, é a interconexão de dois ou mais componentes que contém uma trajetória fechada.

Os circuitos podem classificar-se segundo o tipo de sinal, o tipo de configuração, o tipo de regime ou o tipo de componentes

### 16.7 Componentes interligados no sistema de freio

A representação gráfica do circuito recebe o nome de diagrama ou esquema. Essa representação apresenta os componentes do circuito com pictogramas uniformes de acordo com certas normas, juntamente com as interconexões (sem que estas correspondam com os espaços físicos).

A palavra circuito está associada com o que é cíclico (em forma de ciclo) o que contorna que acontece em movimentos periódicos.

Esses componentes podem estar interligados por resistências, fontes, interruptores, condutores ou cabos e consumidores.

O circuito se define pela sua origem conforme os exemplos:

- Pneumático
- Elétrico
- Hidráulico
- Automação
- Eletrônico
- Informática

### 16.7 Componentes interligados no sistema de freio

Componente é aquilo que faz parte da composição de um todo. Trata-se de elementos que, através de algum tipo de associação ou contiguidade, dão lugar a um conjunto uniforme.

Um componente eletrônico é um dispositivo que é uma parte constituinte de um circuito. O habitual é estes componentes estarem ligados entre si através de soldaduras ao circuito impresso.

No caso dos circuitos eletrônicos, é importante distinguir entre os componentes e os elementos.

Noutras circunstâncias, componentes e elementos podem utilizar-se como sinônimos.

O sistema de freio necessita de componentes interligados constituindo um circuito e depende das seguintes informações:

<i>Sistema</i>	<i>Círculo</i>
<i>Sistema de alimentação de energia</i>	<b>Gerador de Energia Compressor de AR</b>
<i>Controlador ou Distribuidor de frenagem</i>	<b>Válvulas de Controle e Distribuição Válvulas Pneumáticas</b>
<i>Dispositivo de transmissão</i>	<b>Condutores Pneumáticos Tubos e Mangueiras</b>
<i>Atuador da força de frenagem</i>	<b>Consumidores de frenagem Membranas Tambor/Disco</b>
<i>Reservatórios.</i>	



## 16.8 Função do Sistema de frenagem

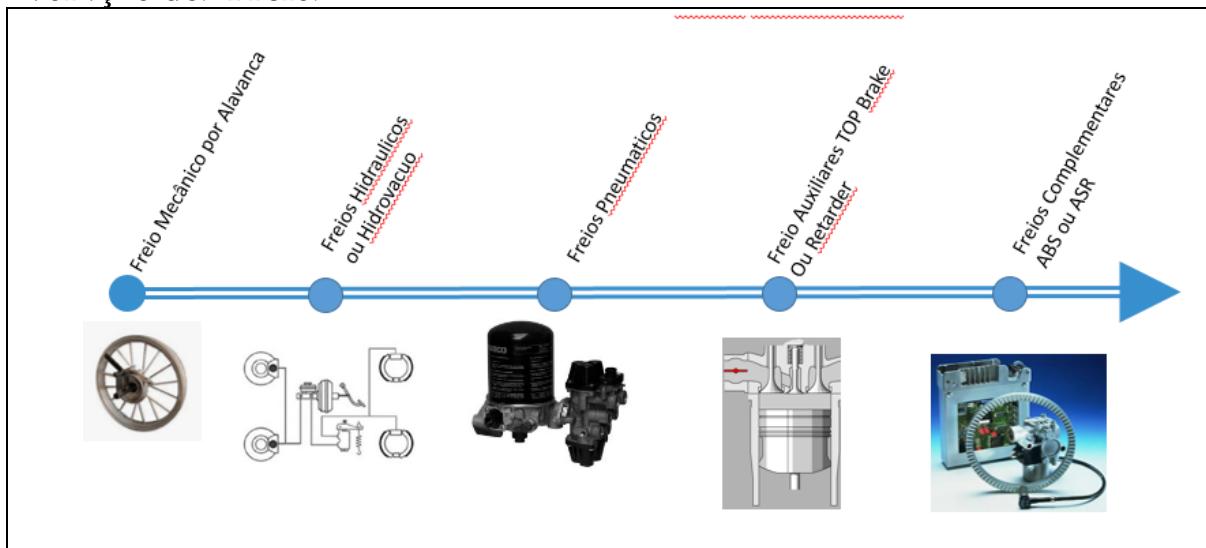
A roda constituiu-se em uma das mais importantes invenções, pois nos permitiu transportar cargas, que estavam além da capacidade humana. Com a roda em movimento se tornou óbvia a necessidade da criação de um sistema para diminuir a velocidade o que fez surgir então os primeiros sistemas de freios.

Os freios de um veículo têm como função retardar, parar, ou diminuir o movimento do veículo, através de uma energia cinética que é convertida em calor durante o processo de frenagem.

Força de frenagem é a força que provoca a desaceleração do veículo quando o freio é atuado.

Outros fatores podem gerar um efeito de frenagem como, por exemplo as forças de atrito. A força de frenagem é transferida dos pneus para a estrada/piso. A máxima força transferível dos pneus para o piso depende, entre outras coisas, da qualidade da superfície do piso/estrada (coeficiente de atrito) mas não da área de contato dos pneus no solo, se comparados dois veículos com o mesmo peso.

## 16.9 Evolução dos Freios



## 17. Nomenclatura de Válvulas

### 17.1 Normas e Identificações

A leitura de um diagrama pneumático ou identificação das válvulas pneumáticas, normalmente são utilizados os símbolos pneumáticos a serem empregados. As normas usuais de simbologia são ABNT NBR 8896 e seguintes, DIN 24300 e ISO 1219. A norma DIN ISO 6786 tem a finalidade de identificar os pórticos das válvulas, cilindros, que equipam os veículos com sistemas de freio pneumático.

As características essenciais para identificação destas válvulas são os pórticos desses produtos identificados por números ou dígitos seguindo as seguintes informações:

- A identificação é através de números e não por letras, o objetivo é evitar a interpretação errada das letras, importante observar que a norma é válida para todos os países que atendem a Norma.
- Os números identificados nos pórticos devem fornecer informações quanto a respectiva função daquele pórtico no produto e no sistema de freio.
- As identificações dos pórticos consistem em números no máximo de dois dígitos.

## 17.2 Prescrições de Construção

- O primeiro dígito se refere a identificação de controle das válvulas pneumáticas de acordo com a norma DIN, como por exemplo, 1, 2, 3, 4.
- O segundo dígito se refere a circuitos de freios com aplicação de acordo com os veículos Mercedes-Benz, como por exemplo, 21, 22, 23, 24, 25 e 27.

As numerações são identificadas nos pórticos das válvulas, também são aplicadas em outras válvulas e sistemas de freios, valido por exemplo no sistema de freio hidráulico.

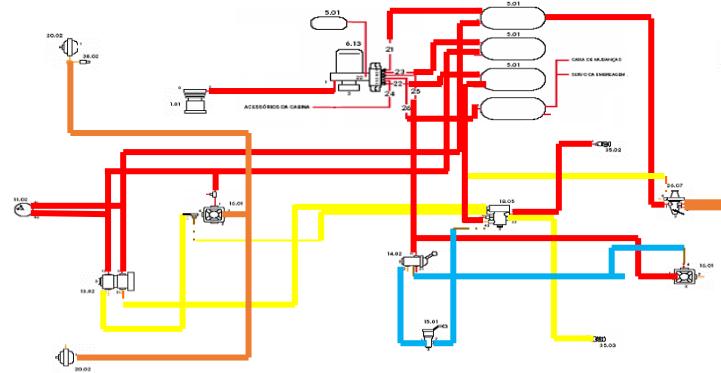
## 17.2 Prescrições de Construção

Os sistemas de freio estão sujeitos a prescrições de construção e ação específicas. Os fabricantes de veículos devem construir os sistemas de freio conforme estas especificações.

Os veículos devem possuir dois sistemas de freio independentes entre si ou um sistema de freio com dois dispositivos operacionais independentes entre si, cada um dos quais capazes de atuar caso o outro falhe. Os dispositivos operacionais independentes entre si devem atuar em superfícies de frenagem diferentes através de meios de transmissão separados, que, no entanto, podem se encontrar no mesmo tambor/disco de freio.

Se a força de frenagem for gerada por meio do controle de reserva de energia, deverão estar disponíveis pelo menos dois acumuladores de energia totalmente independentes entre si, cada um deles com um dispositivo de transmissão próprio também independente. Cada uma das reservas de energia deve possuir um dispositivo de alerta. Nos casos em que for possível frear mais de duas rodas, os circuitos de freio devem ser divididos de forma que, no mínimo, mais duas rodas que não estejam do mesmo lado do veículo possam ser freadas.

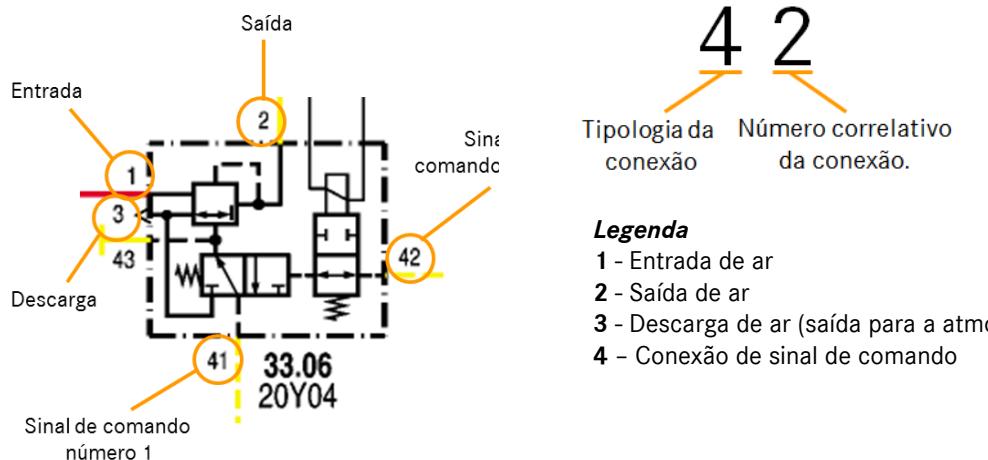
## 17.3 Tabela de Identificação de Valvulas



Nomenclatura DIN Valvulas		Nomenclatura Circuito de Freio Mercedes-Benz	
1	Entrada de AR	21	Circuito de Freio Traseiro
2	Saida de AR	22	Circuito de Freio Dianteiro
3	Descarga ou Atmosfera	23	Circuito de Freio do Estacionamento
4	Sinal Pneumatico	24	Circuito Auxiliar ou Acessorios
7	Conexão oleo lubrificante do compressor	25	Circuito de Freio do Estacionamento ou Reboque

9	Conexao do liquido de Arrefecimento Compressor	26	Circuito Auxiliar ou Acessorios
---	--	----	---------------------------------

## 17.4 Simbologia Pneumática



Pórticos	Identificação	Norma	Função
1	Entrada de ar da válvula	DIN	O ar será admitido
2	Saída de ar da válvula	DIN	O ar será liberado
3	Descarga de ar	DIN	Aliviar a pressão do circuito
41	Sinal de comando para circuito traseiro	Circuitos	Comandar as válvulas do circuito traseiro
42	Sinal de comando para circuito dianteiro	Circuitos	Comandar as válvulas do circuito dianteiro

## 17.5 Diagrama de Válvulas

A simbologia pneumática representa a válvula com informação detalhada sobre o seu funcionamento e atuação.

Os símbolos mostram como as válvulas são acionadas, o número de posições, os fluxos de ar e o número de portas de conexão.

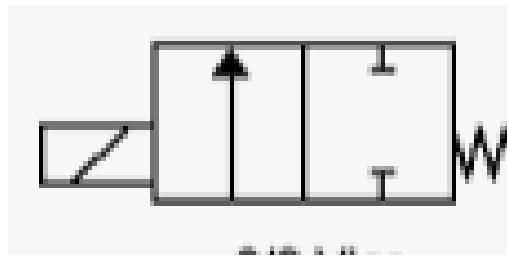
O design e a função dos circuitos pneumáticos e hidráulicos estão claramente representados nos diagramas dos circuitos.

As Válvulas Pneumáticas Direcionais são representadas por quadrados com setas em seu interior, os quadrados indicam a quantidade de posições que a válvula possui, já as setas indicam as ligações internas da válvula nas determinadas posições.

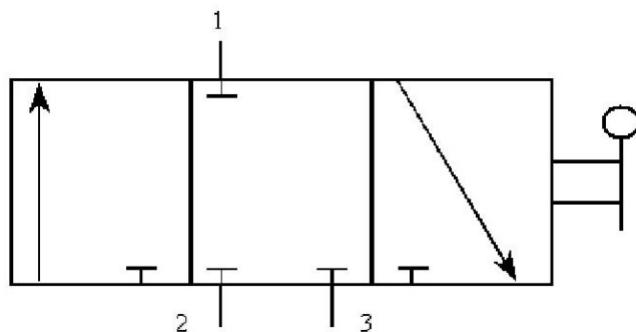
Vale lembrar que as setas não necessariamente indicam o sentido do fluxo

Símbolos do diagrama do circuito (exemplos):

Válvula de 3 três conexões e de 2 posições de mudança

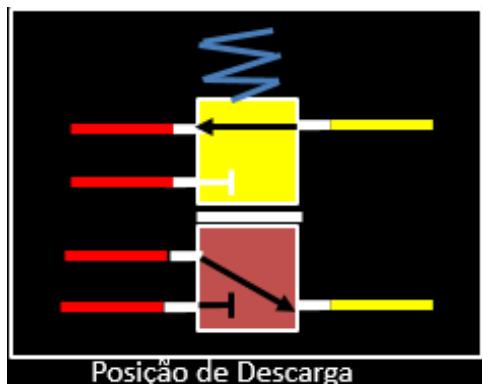
**17.6 Valvula 3/2 vias**

Válvula de 3 três conexões e de 3 posições de mudança

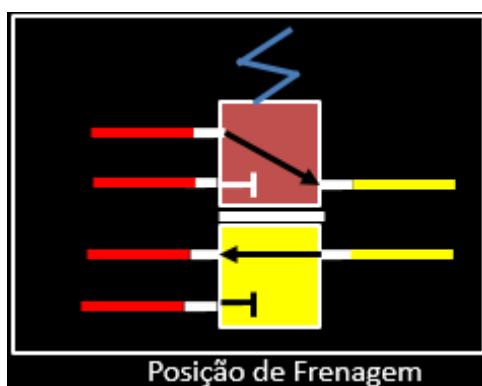
**17.7 Valvula 3/3 vias**

A ilustração abaixo representa uma válvula de mudança para um cilindro de operação de atuação simples.

As posições correspondentes do êmbolo da válvula de mudança variam conforme a pressao e atuaçao do embolo.



- 1)Conexão com o cilindro de operação
- 2)Tubo de pressão
- 3)Tubo de retorno



- 1)Conexão com o cilindro de operação
- 2)Tubo de pressão
- 3)Tubo de retorno



As válvulas 3/2 vias possuem 3 portas (1 entrada e 2 saídas) e duas posições, as 3 portas possibilitam que a válvula alterne entre dois circuitos, por exemplo fazendo o ar passando de um lado para o outro em um pistão pneumático, fazendo com que ele encha ou esvazie.

A Válvula Pneumática é diferente da Válvula Solenoide de processo, pois a Válvula Pneumática é um tipo de solenoide eletromecânico que quando energizado por eletricidade, abre uma válvula sob uma pressão de ar positiva ou negativa, acionando o cilindro ou atuador sob algum nível de pressão.

As válvulas pneumáticas possuem tipos de abertura pneumática ou elétrica, neste caso usamos o exemplo de válvula Normalmente Aberta, requer ar pressurizado para fechar, liberando a pressão do sistema quando a pressão do ar for removida, garantindo maior proteção para os componentes do sistema de alta pressão.

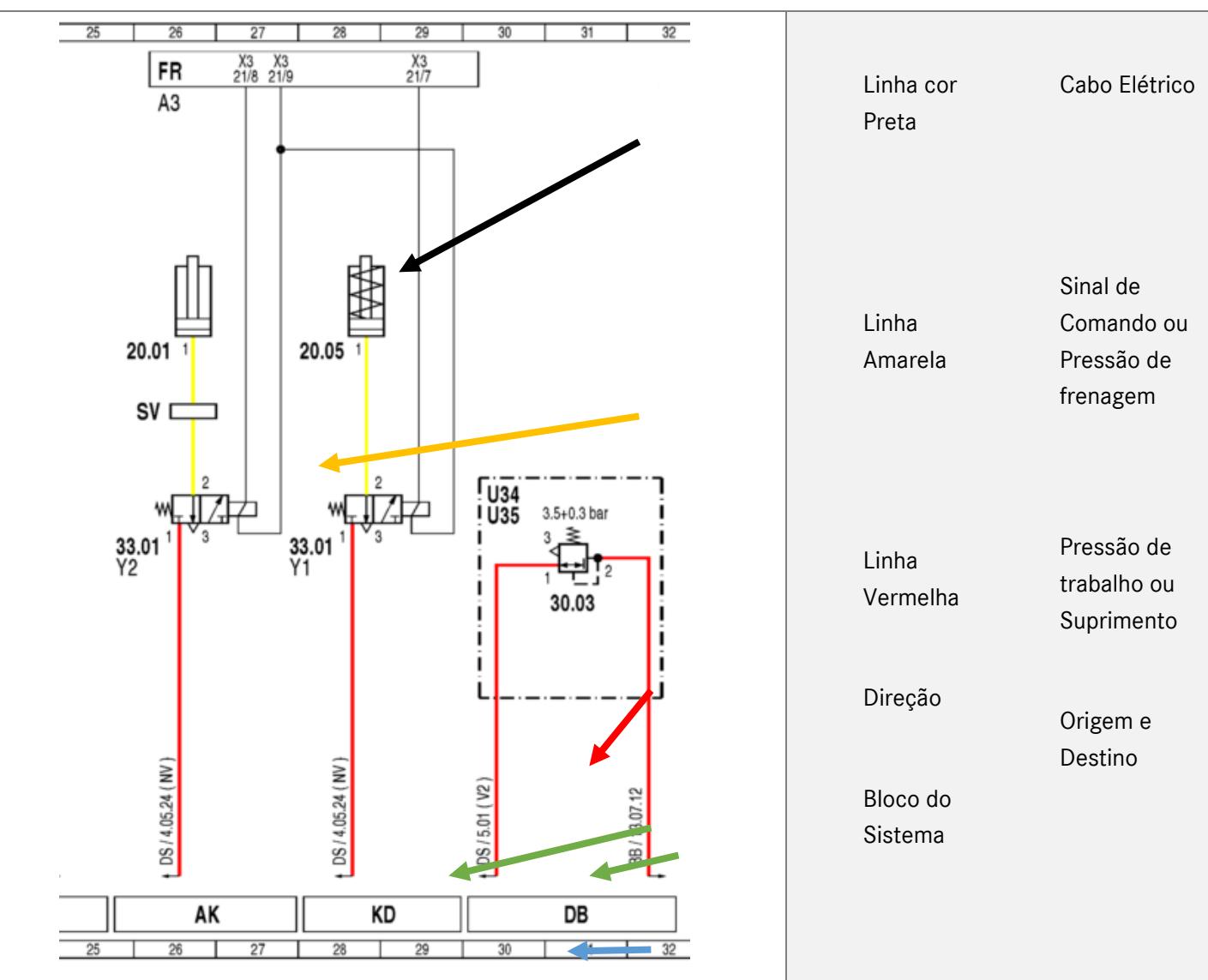
Quando a válvula trabalha Normalmente Fechada o processo é inverso e requer ar para abrir a válvula.

## 17.8 Identificação do circuito pneumático

Círculo Pneumático

Descrição

Identificação



Nos diagramas funcionais ou circuitos pneumáticos dos veículos Mercedes-Benz estão disponíveis para consultar no WIS, sendo que é possível encontrar os variados modelos dos

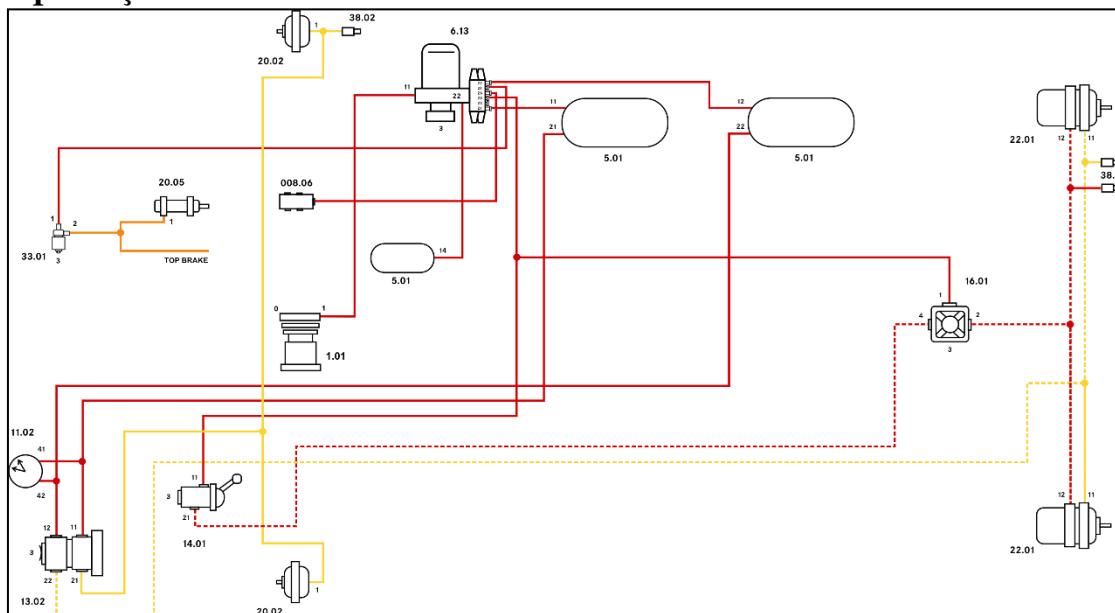
## 17.9 Intepretação das linhas de comando

sistemas de freio.

A interpretação do diagrama funcional depende da correta leitura das legendas no esquema pneumático basta seguir as informações da tabela abaixo:

Sistema de freio	Referência no diagrama funcional
Geração de ar comprimido	Bloco de sistema DE
Controlador ou Distribuidor de ar Comprimido	Bloco de Sistema DS
Sistema de freio permanente	Bloco de sistema AK
Sistema de freio de serviço	Bloco de sistema BB
Sistema de freio auxiliar	Bloco de sistema KD
Sistema de freio de estacionamento	Bloco de sistema FB
Controle de frenagem do 1º Eixo	Bloco de sistema 1A
Controle de frenagem do 2º Eixo	Bloco de sistema 2A
Controle de frenagem do 3º Eixo	Bloco de sistema 3A
Controle de frenagem do Reboque	Bloco de sistema AS

## 17.9 Intepretação das linhas de comando



Legenda



## 18. Componentes do Sistema Pneumatico

### 18.1 Compressor

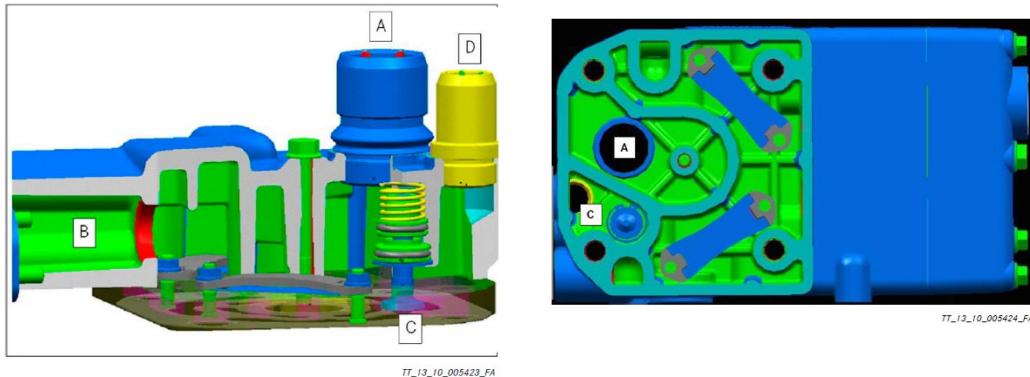
O compressor é um gerador de pressão com um ou dois cilindros e alimenta o sistema com ar comprimido. Ele é acionado por correias em V ou engrenagens de motores automotivos e está em movimento constantemente.

Os trabalhos práticos podem ser executados no compressor para a inspeção de sua função como, o controle do acionamento, as conexões das linhas de óleo, água e ar.

Estes itens mencionados não devem apresentar vazamento ou anomalias, também é importante inspecionar a potência de alimentação.

Compressor APR (Advanced Power Reduction)

A partir da aplicação dos motores Euro 5, um novo cabeçote é usado no compressor. Ao atingir a pressão de desligamento no sistema de ar comprimido, o compressor pode ser “desligado” através da ligação de uma válvula adicional (válvula APR). Desta forma, a potência de alimentação às peças grandes é reduzida e o consumo de combustível pode ser baixado.



<b>A</b>	Conexão de aspiração
<b>B</b>	Conexão de pressão

<b>C</b>	Válvula APR
<b>D</b>	Conexão do gás residual

## 18.2 Processador de AR APU

### Definição APU

O processador de ar integrado denominado APU integra diversos componentes em um conjunto responsável para regular a pressão de ar, filtrar e evitar o congelamento de ar do circuito e distribuir ordenadamente a pressão, além de controlar o envio com segurança aos circuitos de freios e acessórios do veículo com segurança e prioridades.

Processador APU

A – ar

P – Processador

U – Unidade

O conjunto se subdivide em:

- Regulador de Pressão
- Filtro Secador
- Válvula de Quatro Circuitos



## 18.3 Componentes da APU

### Elemento Secador de Ar.

Responsável por retirar a umidade e as impurezas existentes na atmosfera ou vindas do compressor aumentando a durabilidade de todas as válvulas dos circuitos pneumáticos.

### Reguladora de pressão.

Integrada ao conjunto do secador de ar tem por função regular a pressão máxima do circuito dependendo do veículo pode ser de 10 ou 12 Bar, entretanto possui uma válvula de segurança que se abre quando estabilizar a pressão nos portos do sistema pneumático.

### Válvula protetora de 4 circuitos.

Com possibilidade de até 6 vias possui válvulas limitadoras de pressão incorporadas permitindo que a pressão proveniente do regulador de 10 bar seja liberada priorizando os freios de serviço traseiro e dianteiro. Na sequência os demais circuitos do freio de estacionamento e acessórios ou auxiliares mantendo a pressão de trabalho. Além da limitadora de pressão, possui também válvulas de retenção com a finalidade de reter o ar existente no circuito de freio sem defeito, toda a vez que ocorrer uma falha em outro circuito.

### Válvula de segurança.

As APU's modernas possuem uma válvula de segurança que despressuriza o reservatório de ar do freio de estacionamento quando houver um vazamento no freio de serviço traseiro.



## 18.4 Valvulas de Controle e Distribuição

### Regulador de pressão

O regulador de pressão é um componente do sistema de ar comprimido que controla a pressão de funcionamento do circuito e gerencia a pressão de corte (máxima) e a pressão de desligamento (mínima).

Possui uma valvula de controle para proteger o sistema contra a sobre pressão e também possui uma conexão de ar comprimido para trabalhos externos, por exemplo, para encher os pneus ou para preencher o sistema de uma fonte externa.

Acoplado ao regulador de pressão o secador de ar (filtro) protege o circuito de humidades e contaminações oriundas do compressor ou do próprio ar, além de evitar o congelamento do circuito.

### Funcionamento

Na fase de abastecimento do sistema pneumático o ar vindo do compressor flui para a câmara de admissão através da conexão (1).

Alguma condensação preliminar de água pode ocorrer neste instante sendo coletada e enviada à válvula (d) através do orifício (c).

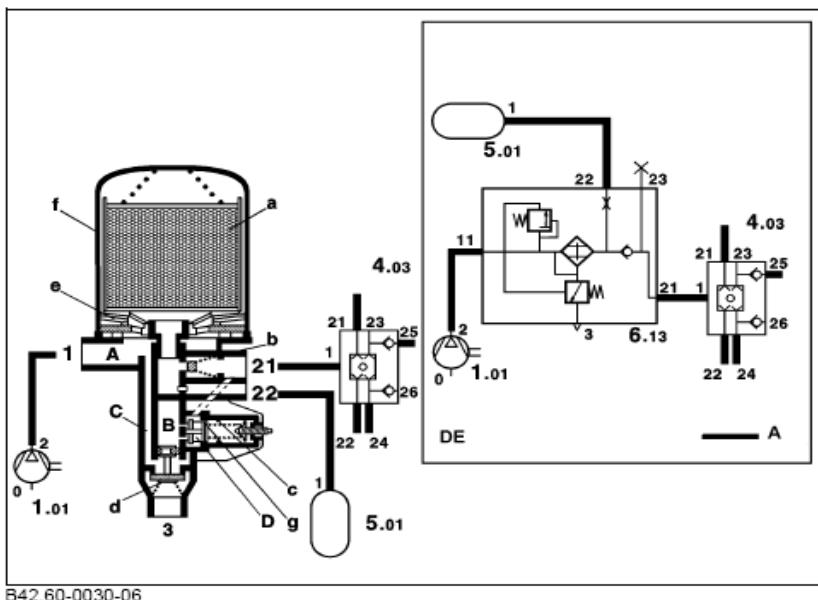
O ar atravessa o pré-filtro (e) que está dentro da carcaça do secador de ar, passa pela câmara (f) e o elemento secante (a). Ao infiltrar-se no filtro secante a umidade existente no ar comprimido é extraída e o ar flui pela saída (21), depois de passar pela válvula de retenção

Através do orifício (c) o ar comprimido vai para a conexão (22), que está conectada ao reservatório de regeneração.

Quando a pressão do sistema pneumático chega ao limite máximo, a pressão existente na câmara (D) (que está constantemente pressurizada pelo ar da conexão (21)) vence a resistência da mola que atua no diafragma (d), descarregando o ar através da descarga (exaustão) (3).

Neste estágio, o ar existente no reservatório de regeneração retorna pela conexão (22) retirando a umidade do elemento secante (a), pois a pressão atuante na câmara (f) e nos canais (A) e (C) é inferior à pressão existente no reservatório de regeneração.

## 18.4 Valvulas de Controle e Distribuição



Legenda

Identificação	Descrição
a	Elemento filtro secador Ar
b	Válvula de retenção
c	Orifício de passagem ou ligação de ar
d	Válvula de descarga
e	Válvula pré-filtro
f	Câmara de ar
g	Diafragma de ar
1.01	Compressor de Ar
4.03	Válvula protetora de quatro circuito
5.01	Reservatório de Regeneração
A	Pressão de Alimentação Ar contínuo

Devido à aplicação do Veículo o circuito do regulador de pressão pode ocorrer algumas alterações no sistema de freio. Uma característica para reconhecer o sistema de regulador de pressão de 10 bar ou de 12 bar dependendo da aplicação do veículo é a válvula protetora de quatro vias que se diferencia significativamente das existentes nos sistemas de ar comprimido de 10 ou 12 bar.

Importante consultar a ficha de dados do veículo com os determinados Codes de venda ou realizar consultas no WIS para o diagnóstico correto.



## 18.5 Válvula de proteção de quatro circuitos

A válvula protetora de quatro circuitos distribui o ar comprimido para os quatro circuitos pneumáticos do veículo (eixo dianteiro, eixo traseiro, estacionário, e circuitos auxiliares).

Protege a pressão dos circuitos preservando e mantendo a prioridade na segurança de frenagem do veículo, em caso de queda de pressão no circuito com avaria.

Prioriza a pressão e a segurança nos circuitos de freio de serviço traseiro (1) e dianteiro (2).



### Funcionamento

Pressurizando a abertura dos circuitos 21 e 22.

O ar proveniente do secador flui para a câmara (a) dos circuitos 21 e 22, originando pressão na parte inferior do diafragma (1), a qual aumenta gradualmente até alcançar o valor da pressão de abertura estabelecida.

Simultaneamente a pressão inicia uma passagem pelos orifícios (b) e (c), abrindo a válvula de retenção (2) e já iniciando a passagem do ar para os circuitos 21 e 22, pressurizado o êmbolo (3) até alcançar a pressão de abertura.

Atingindo a pressão de abertura, a válvula se abre forçando a resistência da mola (5) onde o diafragma (1) deixa o ar fluir para os circuitos 21 e 22, pressurizado o êmbolo (3) contra a força da mola (4).

Pressurizando a abertura dos circuitos 23, 24, 25 e 26.

O ar então flui através do orifício (d), passando pela válvula limitadora (7) que se encontra aberta, pressurizado a câmara (e).

A pressão aumenta gradativamente até alcançar o valor de abertura estabelecida, fluindo então para os circuitos 23, 24, 25 e 26.

### Controle e Prioridades dos porticos

As válvulas de alívio disponibilizadas na válvula atuam priorizando a segurança de acordo com as pressões determinadas e ajustadas pelo fabricante.

Pressão de abertura: é a pressão na qual uma válvula de alívio se abre em um dispositivo completamente esvaziado.

A conexão 1 é preenchida + a conexão 2 está sem pressão, assim que é detectada pressão na conexão 2, a pressão de abertura (medida na conexão 1) estará atingida.

Pressão de fechamento (pressão estática de segurança): é a pressão na qual uma válvula de alívio se fecha em função de um vazamento e, desta forma, oferece proteção.

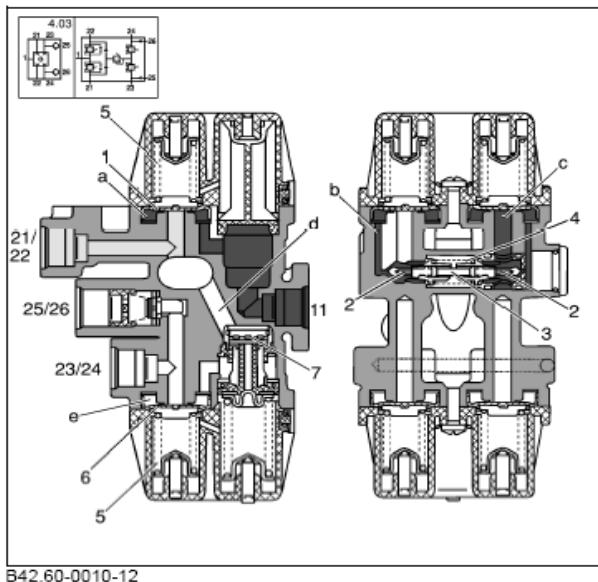
A conexão 2 perde ar; a pressão (medida na conexão 1), na qual a válvula se fecha, é definida como pressão estática de segurança.

Pressão dinâmica de segurança: é a pressão na qual uma válvula de alívio se fecha em função de um vazamento apesar da continuação da alimentação e, desta forma, oferece proteção.

## 18.5 Válvula de proteção de quatro circuitos

Exemplo:

O compressor está em operação, ocorre um vazamento na conexão 2. A válvula irá proteger. Devido ao fato da alimentação continuar, a válvula se abre e novamente se fecha devido ao vazamento. É originada uma dinâmica da válvula, o que faz com que haja uma pressão mais baixa - comparada com a pressão estática de segurança - na conexão 1.



B42.60-0010-12

Identificação	Descrição
1	Diafragma
2	Válvula de Retenção
3	Embolho
4	Mola
5	Mola
6	Diafragma
7	Válvula Limitadora
11	Alimentação
21	Círculo 1
22	Círculo 2
23	Círculo 3
24	Círculo 4
25	Círculo Auxiliar Reboque
26	Círculo Acessórios

A função principal da válvula protetora de quatro vias é a função de proteção para impedir a perda de ar comprimido.



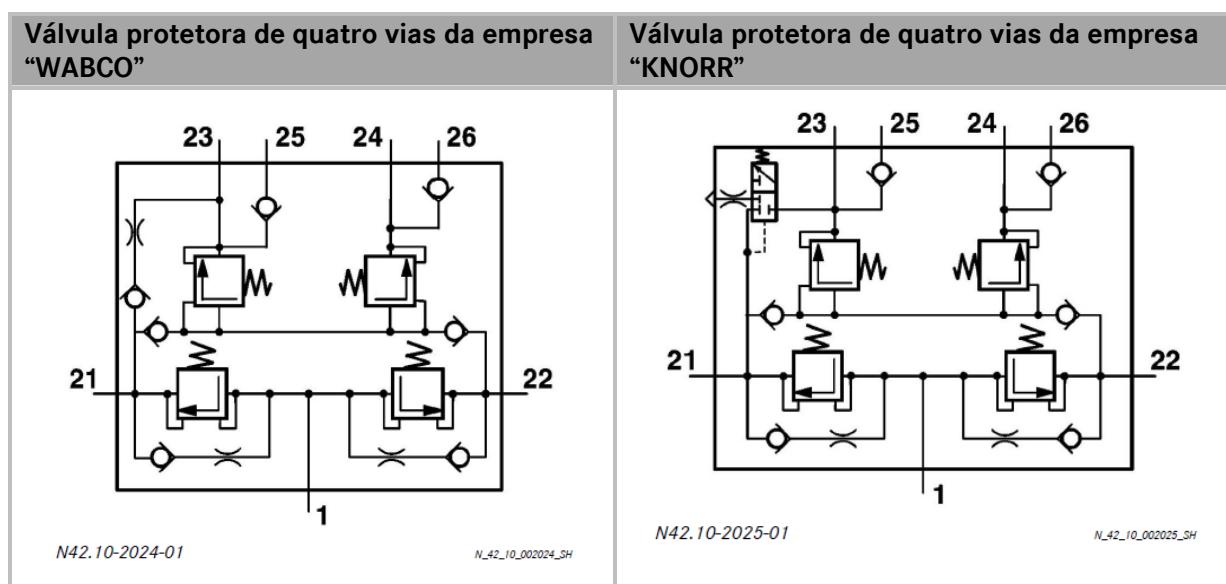
## 18.6 válvula protetora de quatro vias

As prescrições da regulamentação especificam: quando a pressão de reserva nos circuitos de freio de serviço não for mais suficiente para uma ação residual de frenagem, o freio de estacionamento não pode mais ser liberado. Dizendo de outra forma, isto significa:

Em caso de perda total de ar no circuito de reserva 1 com o veículo desligado e freio de estacionamento acionado, a liberação deste último não deve ser possível.

## 18.6 válvula protetora de quatro vias

A válvula protetora de quatro vias com relação à segurança de funcionamento também deve ser executada no âmbito das verificações especificadas legalmente. Neste contexto, devem ser consideradas as pressões de segurança especificadas.



Inspecione a válvula e a pressão pneumática da válvula protetora de quatro vias com o manômetro no veículo e com o documento disponibilizado no WIS para comparações e análises importante os valores podem ser alterados de acordo com o Veículo.

Determine o número de documento da instrução de trabalho para a inspeção do controle de limite de pressão da válvula protetora de quatro vias.

Pontos de medição para conexões de teste com uso do manômetro deve ser conectado para a inspeção do controle de limite de pressão.

Pontos de medição
Conexão 21 na válvula protetora de quatro vias
Conexão 22 na válvula protetora de quatro vias
Conexão 23 na válvula protetora de quatro vias
Conexão 24 na válvula protetora de quatro vias
No cilindro combinado do acumulador de mola
No terminal de acoplamento vermelho apenas no freio do reboque
Reserva de pressão constante

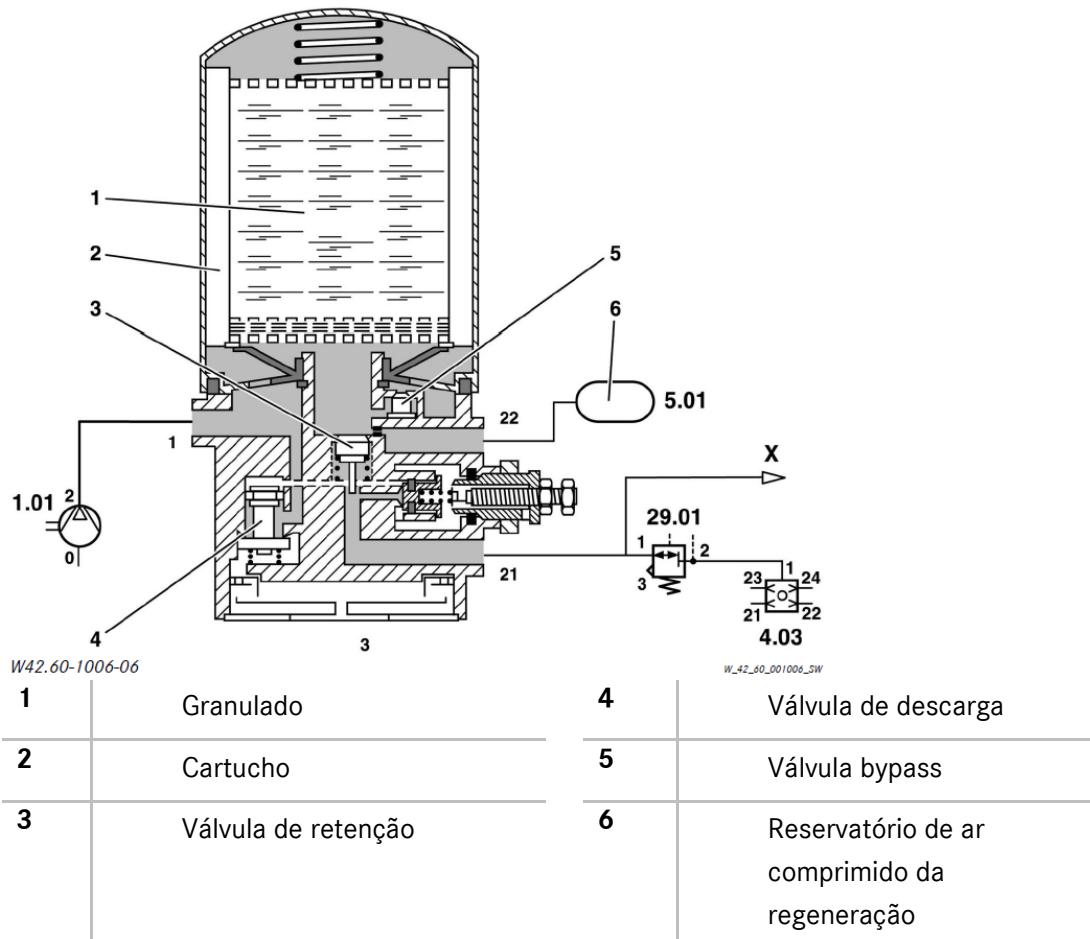
## 18.7 Filtro Secador de ar comprimido

Os secadores de ar comprimido têm a função de reter a umidade do ar alimentado pelo compressor. Neste processo, realiza-se apenas uma remoção relativa da umidade. Isto significa: "o ar não é totalmente secado pelo secador de ar comprimido". Em determinadas circunstâncias, pode ocorrer a precipitação de mais água.

Funcionamento:

Na fase de abastecimento do sistema pneumático, o ar vindo do compressor flui para a câmara de admissão. Pode ocorrer neste instante uma condensação preliminar de água sendo coletada e enviada à válvula, então o ar atravessa o pré-filtro dentro da carcaça do secador de ar, e chega ao elemento secante. Ao infiltrar-se no filtro secante a umidade existente no ar comprimido é extraída e o ar flui pela saída do filtro, entao o ar comprimido vai para o reservatório de regeneração.

Quando a pressão do sistema pneumático chega ao limite máximo o ar existente no reservatório de regeneração retorna retirando a umidade do elemento secante



Nota:

Em uma umidade relativa do ar de 100 % e uma temperatura do ar de 50°C, a proporção de quantidade de vapor de água corresponde a aprox. 90 g em 1 m<sup>3</sup> de ar aspirado. Se a temperatura a quantidade de ar aspirado cair para 30°C, aprox. 60 g são precipitados. Isto corresponde a 0,06 l de água.





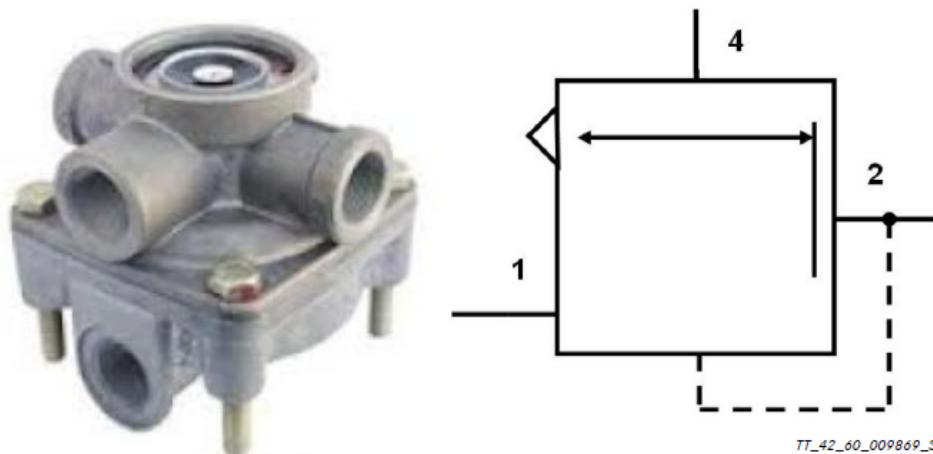
Para que seja alcançada uma boa eficiência, a temperatura de entrada do ar comprimido que flui para dentro do secador de ar comprimido não deve ultrapassar 65°C.

Consultar o prazo de troca do filtro de acordo com a Ficha de Manutenção do Veículo.

## 18.8 Válvula Rele

A válvula relé é um componente essencial do sistema de freio pneumático. A função da válvula é ampliar o armazenamento e alimentação do ar comprimido nos reservatórios de ar e deve bloquear o retorno contra perda de ar para os consumidores conectados. Quando a válvula de alívio é usada como controle de limite de pressão a proteção se realiza na pressão em que a válvula abre (pressão de abertura).

As válvulas reles funcionam com auxílio de válvulas de alívio com maior eficiência e liberação de ar controlando a velocidade e intensidade da passagem de ar.



TT\_42\_60\_009869\_SH

A Válvula relé também está integrada em outros componentes, portanto, a compreensão do modo de funcionamento é importante.

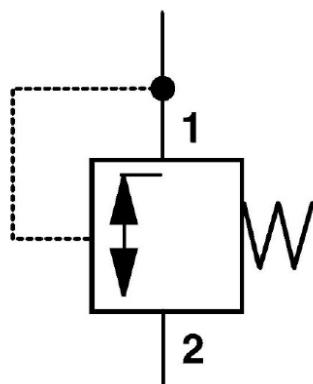
As válvulas reles também funcionam como válvulas de alívio e são necessárias quando a reserva de ar comprimido nos reservatórios de ar comprimido deve ser protegida contra perda de ar (defeito) para os consumidores conectados. As válvulas de alívio também podem ser usadas para priorizar o armazenamento e alimentação do ar comprimido. Quando a válvula de alívio é usada como controle de limite de pressão, a proteção se realiza na pressão em que a válvula abre (pressão de abertura).

Existem as seguintes válvulas de alívio:

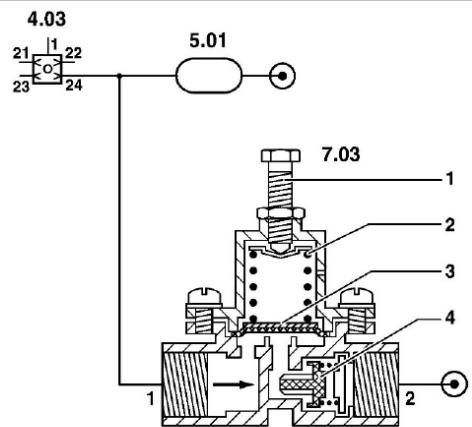
- sem fluxo de retorno (s.f.)

## 18.8 Válvula Rele

- com fluxo de retorno (c.f.)
- com fluxo de retorno limitado (f.l.)

**Válvulas de alívio sem fluxo de retorno**

N\_42\_10\_002080\_SH



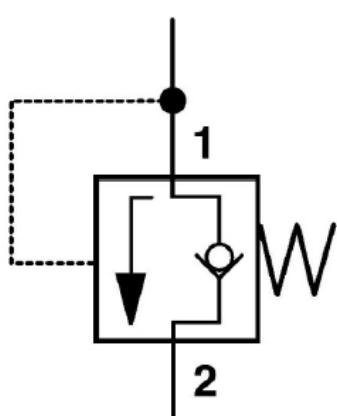
N\_42\_10\_002048\_SW

1	Parafuso de ajuste
2	Mola
3	Membrana
4	Válvula de retenção

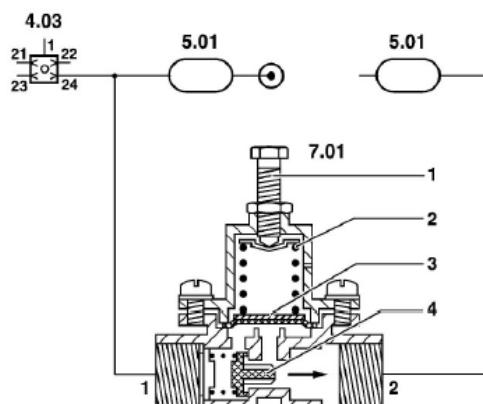
As válvulas de alívio sem fluxo de retorno são instaladas em caso de consumidores secundários que não devem se influenciar mutuamente durante o consumo de pressão.

Modo de funcionamento:

Quando a pressão na conexão 1 atinge a pressão de abertura, o ar comprimido flui para a conexão 2 através da válvula de retenção. Em caso de queda de pressão na conexão 1, a válvula de retenção se fecha e protege a pressão.

**Válvulas de alívio com fluxo de retorno**

N\_42\_10\_002079\_SH



N\_42\_10\_002051\_SW

1	Parafuso de ajuste
2	Mola
3	Membrana
4	Válvula de retenção

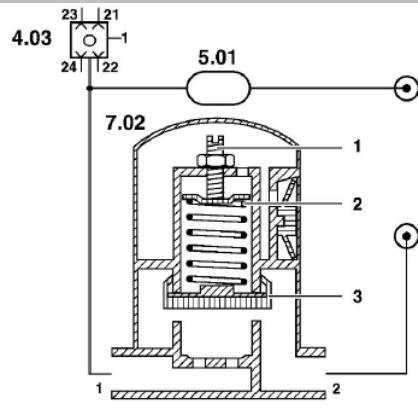
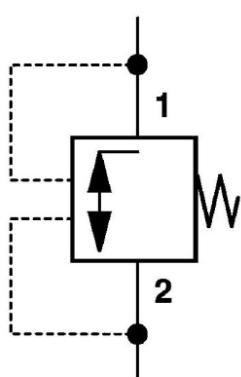


As válvulas de alívio com fluxo de retorno são usadas principalmente quando deve ser atingida uma rápida prontidão operacional com volumes ligados sequencialmente.

Modo de funcionamento:

O reservatório de pressão conectado na conexão 1 é preenchido primeiro. Quando a pressão de abertura é atingida, a válvula se abre e agora, através da conexão 2, é possível preencher o outro reservatório de ar comprimido. Durante o consumo de pressão, a pressão pode retornar da conexão 2 para a conexão 1 através da válvula de retenção.

### Válvulas de alívio com fluxo de retorno limitado



1	Parafuso de ajuste
2	Mola
3	Êmbolo

As válvulas de alívio com fluxo de retorno limitado são usadas quando as pressões de dois circuitos de pressão ou consumidos devem ser protegidas uma em relação à outra.

Modo de funcionamento:

Na pressão de serviço, a válvula está totalmente aberta. Se a pressão em uma das duas conexões cair, irá ocorrer uma equalização de pressão em ambas as conexões até o fechamento da válvula. Depois disto, os dois circuitos de pressão estão separados um do outro. Em caso de perda total de pressão na conexão 2, a pressão na conexão 1 se reduz até a pressão de fechamento.

## 18.9 Válvula do freio de serviço

A válvula moduladora ou válvula pedal proporciona ao veículo uma frenagem gradual e proporcional ao esforço exercido sobre o pedal do freio, através da pressurização independente de cada circuito do freio. A válvula está integrada no sistema de duplo circuito, de forma que, em caso de falha em um circuito, o outro continue funcionando normalmente.

Controla todo processo por estágios precisos a pressão de frenagem nos cilindros, membrana dos freio de serviço e controle do freio do reboque, além de comandar a pressão de ar para antecipação de frenagem dos eixos do caminhão.

### Funcionamento

I-Posição de marcha neste momento a válvula está em repouso :



As câmaras dos circuitos (11) e (12) encontram-se pressurizadas com o ar dos reservatórios dos circuitos do freio de serviço, por meio das conexões 11 e 12. Os cilindros do freio comunicam-se com a atmosfera através das conexões 21 e 22, dos assentos das válvulas e da conexão (3).

II-Aplicação do freio neste momento é aplicado o pedal de freio:

Ao ser acionado o pedal do freio, a haste é pressionada para baixo contra a ação da mola. O êmbolo movimenta-se para baixo fechando o assento da válvula e abrindo a passagem de ar para a próxima câmara, por esta abertura, o ar comprimido flui da câmara para os cilindros de freio do eixo traseiro passando pela conexão (21). Simultaneamente, o ar comprimido passa pelo orifício atuando sobre o êmbolo, o qual fecha o assento da válvula por essa abertura o ar comprimido flui para os cilindros do freio do eixo dianteiro, passando pela conexão 22.

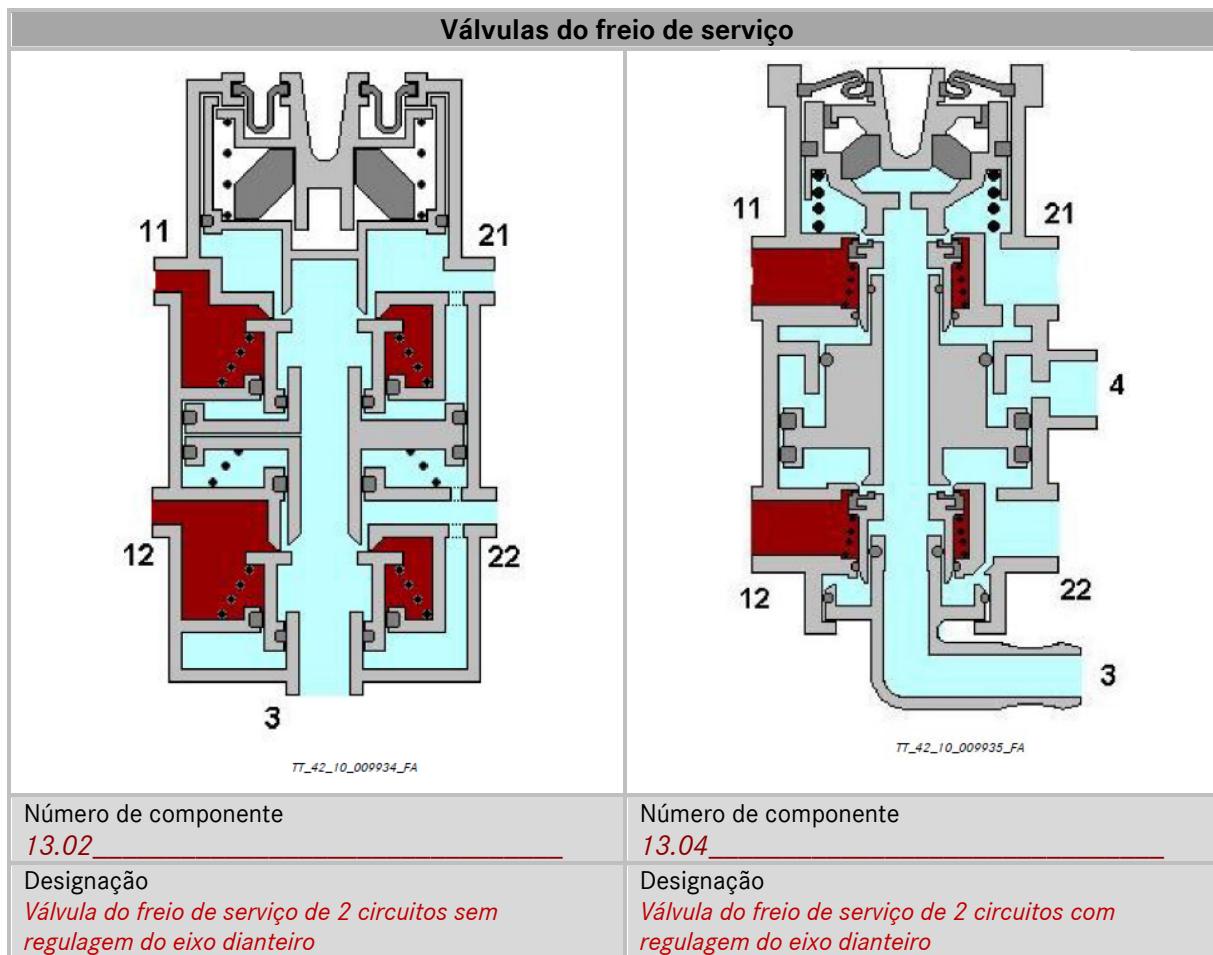
III-Posição de equilíbrio neste momento o pedal está estacionado:

Devido ao crescimento da pressão de ar nos cilindros de freio do eixo traseiro o êmbolo movimenta-se para cima, contra a ação da mola até que o assento da válvula se feche e, portanto, não haja mais saída de ar nos cilindros de freio do eixo dianteiro e, através dos orifícios na câmara processa-se um aumento de pressão até que sobe sobre o êmbolo, assim as forças se equilibram e o assento da válvula se fecha. A válvula se encontra na posição de equilíbrio, a qual persiste até que a força atuante sobre o pedal do freio, e consequentemente sobre a haste seja aumentada ou diminuída. A existência dos orifícios possibilitam que a pressão de ar atuante nos cilindros do freio atuem sob os corpos da válvula fazendo com que suas molas de retorno possam ser construídas de forma a oferecer pequena resistência e, portanto, a alta sensibilidade da válvula, quando se opera a baixas e médias pressões.

IV-Desaplicação do freio neste momento o pedal é liberado :

Aliviando-se os freios, o êmbolo movimenta-se até sua posição superior, por ação da mola e da pressão existente na câmara abrindo o assento da válvula permitindo que o ar dos cilindros do freio traseiro e das câmaras escorre para a atmosfera, pela conexão 3. Analogicamente o êmbolo é deslocado para cima pela pressão da câmara abrindo o assento da válvula e permitindo a passagem de ar dos cilindros do freio dianteiro para a atmosfera, pela conexão 3.





## 18.10 Diagnóstico no Circuito do Freio de Serviço

Havendo ocorrência de defeito nas vedações, não mais é garantido o funcionamento independente dos dois circuitos da válvula. Por esta razão, existe no êmbolo (6) um canal (7), o qual permite, em caso de defeito nestas vedações, que o ar escoe pela conexão 3 de maneira audível.

### Falha no circuito I

Ao ser acionado o pedal do freio, o corpo da válvula (5) desloca o êmbolo (6) para baixo, iniciando o ciclo de frenagem do circuito II.

Por ação da pressão existente na câmara (d), o êmbolo (6) é deslocada para cima juntamente com o êmbolo (4), contra as forças da mola (1) e da mola de borracha (2), até ser atingido o ponto de equilíbrio. O circuito II funciona, portanto normalmente, estando o circuito I inoperante.

### Falha no circuito II

O funcionamento do circuito I não é influenciado pelo circuito II.

O circuito II permanece sem reação.

Caso de um reparo no sistema de freio com inverção das tubulações de ar comprimido nas conexões 11 + 12 podem alterar o funcionamento dos freios de serviço.

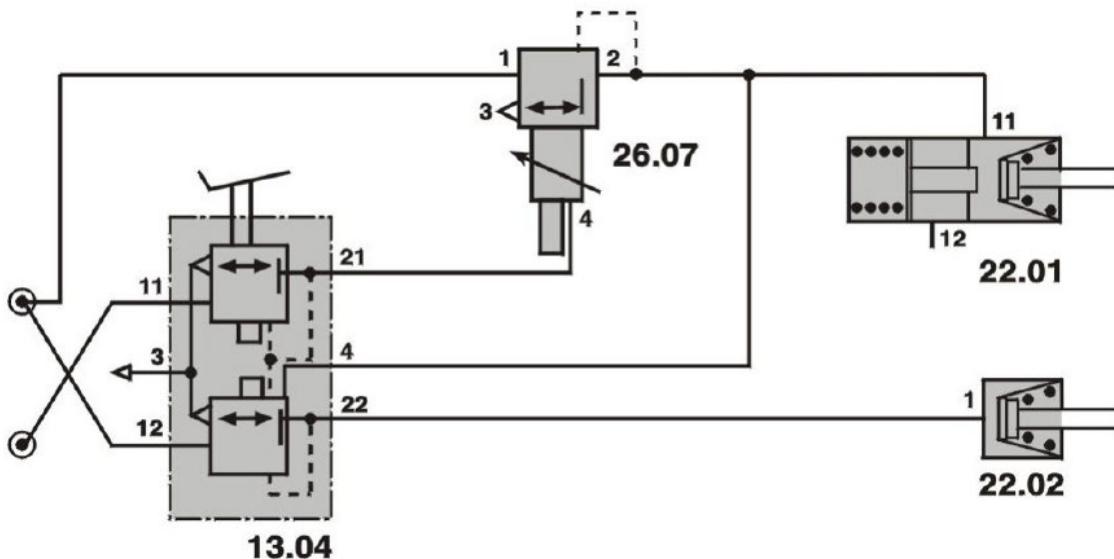
Possíveis pontos de medição disponíveis com conexões de teste no veículo para uso do manômetro para ser conectado na inspeção das pressões de serviço.

## 18.11 Válvula de descarga rápida da pressão

**Ponto de medição**

- Conexão de teste do circuito 1
- Conexão de teste do circuito 2
- Conexão de teste do circuito 3
- Conexão de teste do circuito 4
- Na conexão de enchimento dos pneus
- No terminal de acoplamento vermelho
- Reserva de pressão constante

Na figura abaixo o procedimento de instalação dos condutores estão corretamente instalados nos pórticos de comando e os cilindros de freio recebem pressão e a antecipaçao esta trabalhando corretamente, veja o exemplo abaixo representando o processo de frenagem.



N\_42\_60\_002015\_SW

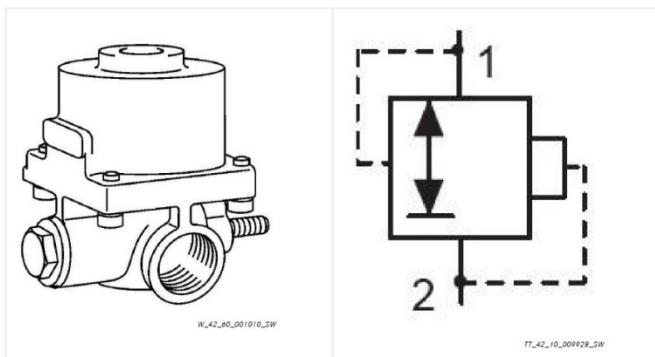
<b>Situação</b>	<b>Pressão no processo de frenagem</b>	
	<b>Eixo dianteiro</b>	<b>Eixo traseiro</b>
Círculo V1		
Círculo V2		

**18.11 Válvula de descarga rápida da pressão**

As válvulas de relação de pressão geralmente são instaladas no eixo dianteiro para reter correspondentemente a pressão de frenagem na faixa de frenagem parcial (não se aplica a sistemas de freio Telligent). A retenção de pressão realiza-se conforme a curva característica em um decurso com picos. Fora da faixa de retenção de pressão, o controle da pressão de frenagem realiza-se em relação da pressão controlada em 1:1.



## 18.12 Valvula de frenagem ALB



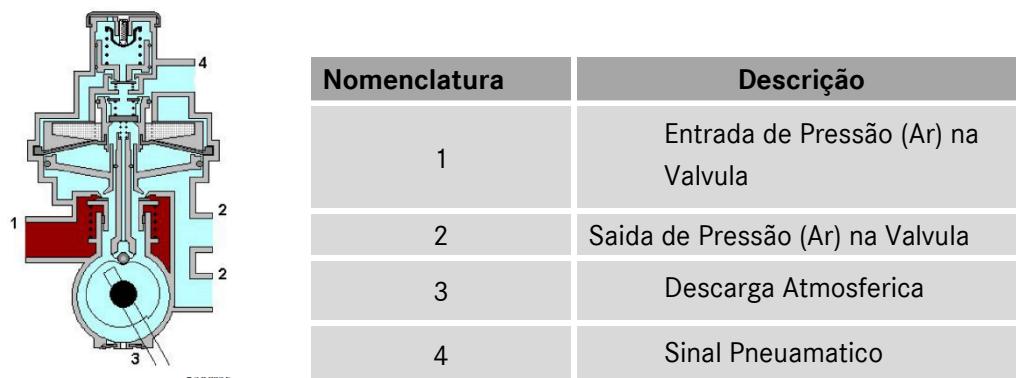
## 18.12 Valvula de frenagem ALB

A válvula de controle de carga possibilita o controle da força de frenagem em função da carga no veículo, a tarefa desta válvula é similar a valvula relé, visto que foi acrescentado uma haste que controla a pressão para o enchimento de forma mais rápido e libera a descarga de ar mais rápido proporcionando mais segurança no momento da frenagem.

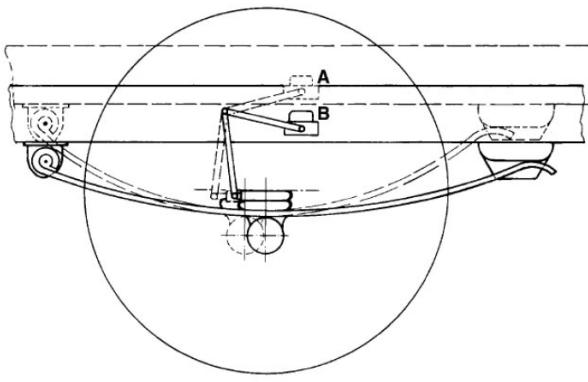
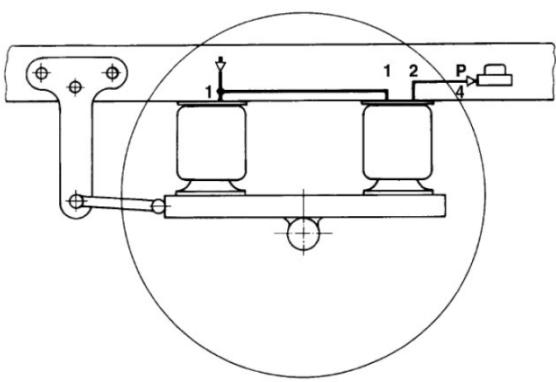
O regulador pode ser usado no controle da pressão em veículos com suspensão mecânica ou pneumática.

A suspensão mecânica possui uma válvula de controle mecânico com uma haste de acionamento variando a pressão de saída de scordo com a força de frenagem nãos eixos/rodas.

A suspensão pneumática possui uma válvula de pistao interno, que por meio da pressão nos foles da suspensão pneumática controla a pressão de frenagem através de sensores ou controladores de altura na suspensao através do curso da mola.



As válvulas ALB regulagem da força de pressão instaladas nos Caminhões estesas valvulas são comutadas por ar pneumático, porem seu controle ocorre de forma mecânica através da haste de controle ou por pressão no embolo interno da válvula pneumática de acordo com a aplicação do Veiculo.

Regulador de força de frenagem para veículos com suspensão de aço	Regulador de força de frenagem para veículos com suspensão pneumática
	
Regulador estático de força de frenagem	Regulador dinâmico de força de frenagem
Os reguladores estáticos de força de frenagem não alteram mais a pressão de frenagem aplicada no início da frenagem.	Na frenagem, durante o deslocamento de carga dos eixos, os reguladores dinâmicos de força de frenagem alteram a pressão de frenagem aplicada no início da frenagem. Este regulador de força de frenagem é usado nos caminhões da Mercedes-Benz.

### Funcionamento

Quando a conexão ou portico 4 é pressurizada, o ar comprimido flui através da válvula ALB que está aberta para o canal de sinal interno na valvula, pressurizando a câmara acima da membrana .

Simultâneamente o pistão é pressurizado e empurrado para baixo. Com o movimento do êmbolo para baixo e a válvula de admissão é aberta. Com a abertura da válvula de admissão o ar que entra na conexão 4 flui para a câmara abaixo da membrana pressurizando a área superior do êmbolo deslocando-o para baixo. Com o deslocamento do êmbolo a válvula de admissão é aberta deixando fluir a pressão existente na conexão ou portico1 para a conexão ou portico 2 encerrando assim o ciclo de comando.

Na condição do veículo sem carga a haste de acionamento posiciona o came para a posição máxima inferior, empurrando para cima a haste. Mesmo com o aumento da pressão na conexão), automaticamente ocorre uma redução de pressão proporcional nas saídas da válvula (conexão 2). Isto ocorre porque o êmbolo que está acoplado ao êmbolo, levanta-se e desencaixa-se do espaçador montado no corpo da válvula .

Nesta condição a área ativa da membrana é maior do que a área do êmbolo. Agora uma pressão menor basta para levantar a membrana juntamente com o êmbolo, fechando a válvula de admissão .

A pressão existente na câmara aciona o êmbolo para baixo, abrindo-o e assim, deixa fluir a pressão existente na conexão para as conexões e consequentemente para os cilindros do freio do eixo traseiro.



## 18.13 Válvula do freio de estacionamento

Quando o veículo é carregado até o seu limite de carga (carga máxima), a haste é levantada ainda mais pelo came. O ar comprimido que entra pela conexão (4) durante a frenagem desloca o êmbolo para baixo e após um curso relativamente pequeno, o ar é liberado para a câmara através da válvula que está aberta. Dessa forma, a membrana juntamente com o êmbolo são novamente levantados, encaixando completamente o êmbolo no espaçador, fazendo com que a área ativa da membrana se apóie no espaçador, ficando assim neutralizada a contra-força.

Com plena pressão na câmara, o êmbolo é forçado para baixo abrindo a válvula, fazendo com que o ar flua da conexão para as conexões atuando os cilindros de freio.

Para instalar as válvulas no veículos conectar o engate rápido do condutor de ar 1 no pórtico 1 da válvula, em seguida conectar os engates rápidos dos condutores de ar 2 no pórticos 2 da válvula se atentar que existe duas saídas, em seguida conectar o engate rápido de ar 4 no pórtico 4 da válvula para receber o sinal do freio.

Realizar a inspeção visual do sistema e teste a estanqueidade da válvula com auxilio dos manômetros e seguindo a orientação dos documentos no WIS.

Acionando a válvula pedal para gerar pressão no circuito de sinal pneumático até o manômetro instalado no pórtico 1 atingir a pressão de 8.5 bar.

Adicionar o manômetro 2 no pórtico 2 com a válvula pedal aplicado e atingir a pressão de 8.5 bar, após acionar a haste da válvula ALB na posição 1 e variar ate a posição 2 varias vezes, caso não seja possível despressurizar a válvula quando movimentado a haste.

Verificar vazamentos no pórtico de exaustão e áreas de junção do corpo das valvulas. Caso ocorra vazamento nas condições acima verificar a necessidade da substituição do jogo de reparo e ou peças sobressalentes.

### 18.13 Válvula do freio de estacionamento

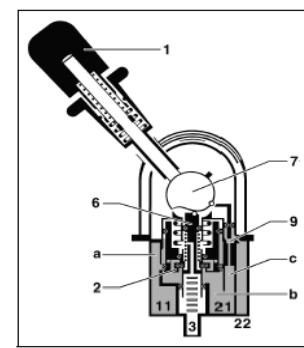
A válvula do freio de estacionamento atua modulando o freio de estacionamento de acordo com a pressão pneumática no sistema de freio de estacionamento nos pórticos 23 ou 25 atuando nos cilindros com mola tristop.

#### Funcionamento

##### I - Posição aberta (freio desaplicado)

Ao acionarmos a alavanca (punho) (1) na posição de freio desaplicado, a haste (6) é acionada de baixo para cima pelo ressalto do came (7). Nesta posição, a haste (6) encosta na válvula de entrada (2) fechando a descarga (exaustão) (3) e abrindo a passagem do ar comprimido da conexão (11) para a conexão (21) pressurizando os cilindros de estacionamento.

Simultâneamente o ar comprimido contido na conexão (21) flui para a câmara (b) chegando até a câmara (c), passa pelo orifício central da válvula (10) fluindo para a conexão (22), consequentemente a conexão (43) da válvula distribuidora (18.05) é pressurizada, desaplicando o freio do reboque.

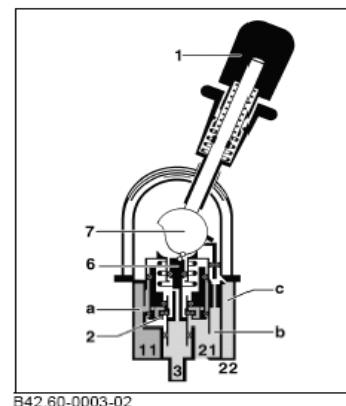


## 18.14 Válvula de comando do reboque

## II - Posição intermediária (freio de emergência)

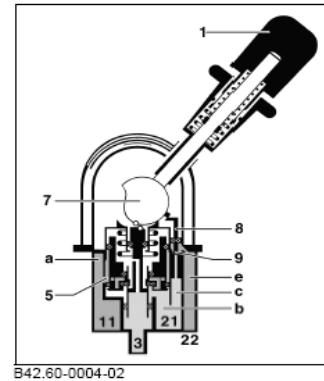
Nesta posição ocorre a pressão controlada nas conexões (21) e (22) que depende do ângulo de acionamento da alavanca (punho) (1).

Quando a alavanca (1) é acionada para uma pressão intermediária a haste (6) desce acompanhando o movimento do came (7) e consequentemente a pressão existente nas câmaras (b) e (c) as quais são descarregadas. Desta forma, a válvula (2) mantém fechada a passagem do ar da câmara (a) para as câmaras (b) e (c). O comando manual encontra-se agora numa posição de equilíbrio com uma pressão reduzida nas conexões (21) e (22).



## III - Posição fechada (freio aplicado)

Acionando a alavanca (punho) (1) para a posição de freio aplicado, onde ocorrerá o seu travamento, a haste (6) é desacionada devido ao movimento do came (7). Com o movimento da haste (6) a força do ar comprimido contido na câmara (a) empurra a válvula (2) para baixo fechando a passagem do ar comprimido da câmara (b) e (c). Assim a pressão existente na conexão (21) é descarregada totalmente pela descarga (exaustão) (3), atuando as molas dos cilindros de estacionamento. Consequentemente um ressalto no came (7) aciona o êmbolo (8) para baixo fechando a descarga (3) e abrindo a válvula de admissão (9).



Nesta condição, o ar comprimido que entra na conexão (11) e na câmara (a) também pressuriza a câmara (e) e ao encontrar a válvula (9) aberta flui para a conexão (22) pressurizando a conexão (43) da válvula distribuidora (18.05), desaplicando o freio do reboque.

## 18.14 Válvula de comando do reboque

A válvula de comando do reboque encontra-se disponível no cavalo mecânico ou veículos que necessitam de complementos para engate (reboque).

Localizada na área central do veículo ou próxima da quinta roda é responsável por controlar através de dois circuitos a pressão de frenagem das carretas ou veículos atrelados, através do freio de serviço e também através de um circuito do freio de estacionamento.

## Função

- Controle de frenagem do reboque, acionado pelo freio de serviço do veículo e ativação de antecipação de frenagem do reboque.
- Controle do sistema de freio do estacionamento do reboque e válvula de freio secundária.
- Fornecimento de ar comprimido ao sistema de freio do reboque.
- Válvula de admissão em caso de defeito na linha de freio, garantindo que os freios do reboque respondam rapidamente dentro do prazo estabelecido.
- Operação de frenagem de emergência no reboque em caso de queda de pressão na linha de alimentação.
- Possibilitar regulagens para antecipação de frenagem no início de frenagem para o reboque.



**Nomenclatura Valvula Reboque**

<b>11</b>	Pressao de Alimentação V3
<b>21</b>	Saida de Alimentação V3 para acoplamento (mao de amigo vermelha)
<b>22</b>	Saida de Sinal do freio de serviço para acoplamento (mao de amigo amarela)
<b>41</b>	Pressao de Sinal Pneumatico do Freio de Serviço portico 21
<b>42</b>	Pressao de Sinal Pneumatico do Freio de Serviço portico 22
<b>43</b>	Pressao de Alimentação Pneumatico da valvula de Estacionamento (valvula auxiliar da carreta)

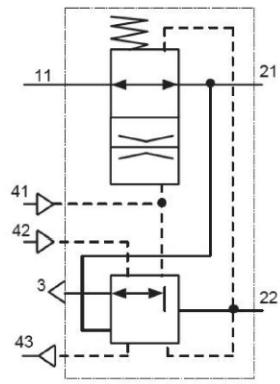
**Funcionamento****Posição de carregamento**

Na condição sem pressão, o êmbolo de comando é mantido na posição inferior devido a ação da força da mola. Durante o enchimento do reservatório de ar, o ar comprimido que chega ao pórtico 11 da válvula de 2/2 vias, pressuriza a câmara levantando o êmbolo de comando contra a força da mola.

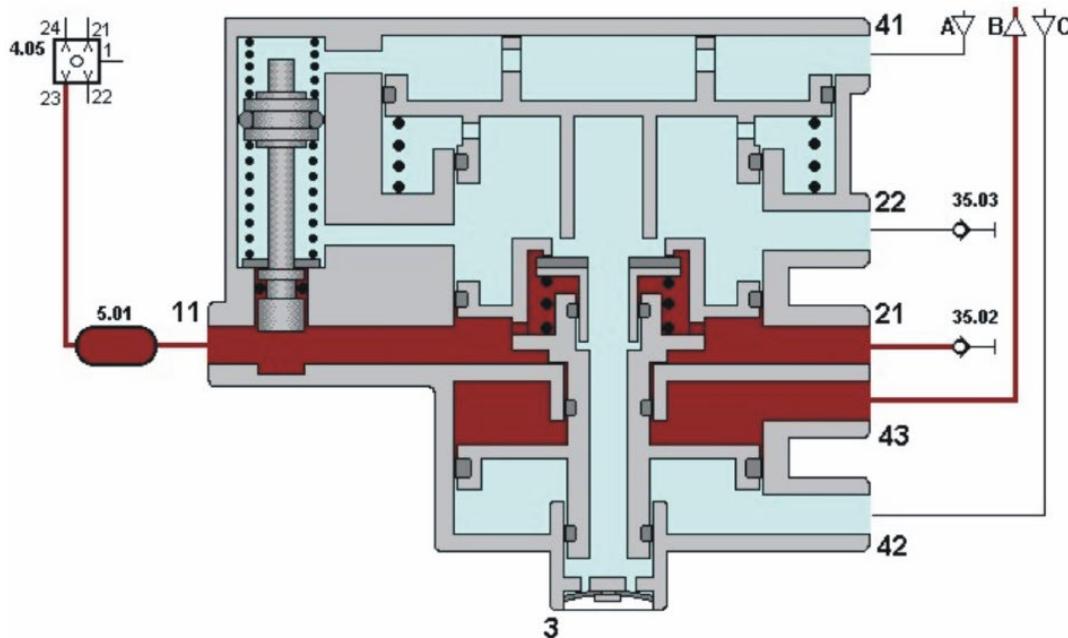
O ar comprimido proveniente do pórtico 11, flui através do orifício para a câmara pressurizando o pórtico 21 e consequentemente a cabeça do acoplamento de alimentação do reboque (35.02) mao de amigo vermelha.

Do mesmo modo o ar comprimido existente na câmara, levanta o êmbolo abrindo a válvula de admissão fechando a descarga.

A pressão da câmara flui para a câmara pressurizando o pórtico 22 e consequentemente a cabeça do acoplamento de sinal para o reboque (35.03).

**Diagrama e estrutura da válvula do reboque**

## 18.14 Válvula de comando do reboque



TT\_42\_10\_008514\_FA

Ao acionar a válvula do freio de serviço, a válvula de comando do reboque deve responder imediatamente com uma pressão de reação máxima de 0,2 bar.

Procedimento em caso de ruptura da tubagem de freio (conexão 22) para o veículo de reboque. Após a ruptura da tubagem do freio e a subsequente frenagem de emergência se executam os procedimentos de regulagem do processo de frenagem. Em decorrência da ausência da pressão de apoio no lado de mola da válvula de segurança de ruptura (AS) (tubo à conexão 22 sem pressão), a válvula de segurança de ruptura (AS) comuta para a posição de estrangulamento. A pressão de reserva da conexão 11 é retida mediante a válvula de estrangulamento na válvula de segurança de ruptura (AS) e não é mais transmitida à válvula de relé.

A pressão na conexão 21 é drenada por meio da válvula de relé (RV), ainda aberta em decorrência da pressão de controle, e por meio da conexão 22 (ruptura) e, portanto, a válvula de frenagem do reboque no veículo de reboque inicia também a frenagem de emergência do veículo de reboque. Se o freio operacional é solto depois de uma resultante frenagem completa, então a válvula de segurança de ruptura (AS) comuta na posição de passagem por causa da pressão de controle faltante.

A pressão de reserva iminente na conexão 11 é direcionada novamente para a conexão 21. Ao mesmo tempo, válvula de relé (RV) comuta por causa da pressão de controle faltante para posição de exaustão. A conexão 22 é drenada através da conexão 3 e a válvula do freio para o reboque solta o freio de roda no veículo de reboque.



## 19. Consumidores de Frenagem

### 19.1 Cilindro de freio combinado Tristop

Quando o condutor aplica força no pedal de freio o ar comprimido flui para o cilindro combinado ou a membrana de freio deslocando a haste que atua sobre efeito de alavanca empurrando a pinça do freio resultando na pressão de frenagem.

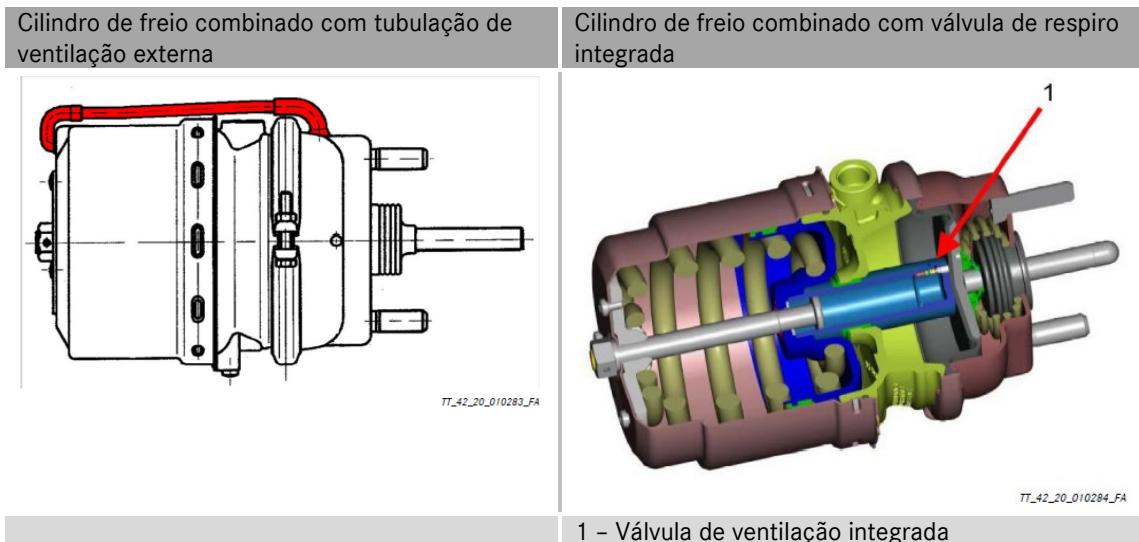
A força transmitida através do excêntrico desloca a haste atuando nas pastilhas de freios ou lonas criando uma pressão sobre o tambor de freio ou discos de freio gerando a força de frenagem após ter vencido a folga entre as pastilhas e o disco (tambor/lonas) resultando na pressão de frenagem.

Quando aliviada a pressão do freio, as molas de pressão no cilindro (Tristop) impulsionam as peças envolvidas na câmara de pressão empurrando a haste criando uma força no excêntrico e freando as rodas do veículo.

Os cilindros de diafragma atuam somente com pressão aplicada nos freios de serviço gerando a força de frenagem para o conjunto dos freios e atuando no conjunto Tambor/Disco.

Os cilindros de mola reforçada atuam com a pressão limitada do freio de estacionamento e geram a força de travamento no freio de estacionamento empurrando as molas a posição de contração preenchendo toda câmara de ar neste momento o veículo está em posição de marcha.

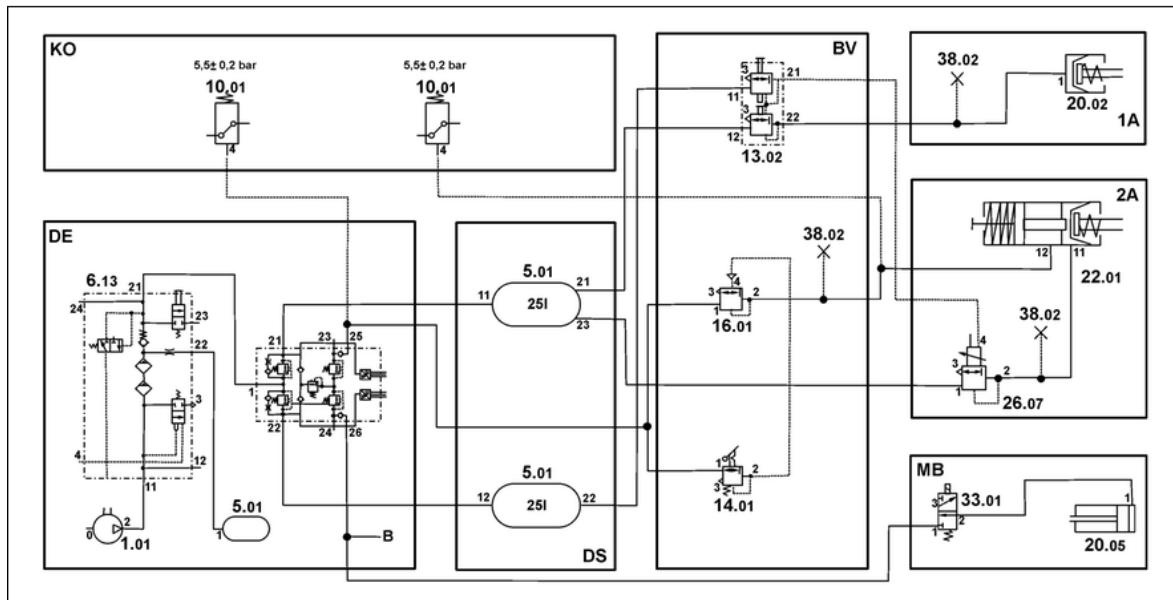
O cilindro de freio combinado possui válvula de respiro integrada que está incorporado na eliminação de ar da tubulação de ventilação externa.



A válvula de ventilação interna está integrada no êmbolo do acumulador de mola. Aberta, ela liga a câmara da mola com a câmara sem pressão do freio de serviço e impede o acúmulo de pressão na câmara da mola quando o êmbolo da mola se move. Isto é importante para uma pequena pressão de liberação. Com o freio de serviço acionado, a válvula de ventilação integrada se fecha a partir de uma pressão de aprox. 1,5 bar para que ocorra um rápido acúmulo de pressão na parte da membrana do cilindro.

## 19.1 Cilindro de freio combinado Tristop

Diagrama do circuito do freio de estacionamento



Identificação	Descrição	Identificação	Descrição
a	Pressao de Frenagem	BV	Grupo de Valvulas de Acionamento
b	Pressao de Serviço	8.01	Valvulas de Retençao
c	Pressao de Comando		Valvula de Pedal de Freio
d	Circuito Hidráulico	14.01	Valvula de Freio de Estacionamento
e	Vacuo de Alimentaçao	1A	Grupo do Eixo Dianteiro
DE	Grupo Gerador de Energia	20.02	Cilindro diafragma
1.01	Compressor de Ar	38.02	Tomada de Teste
20.01	Valvula Reguladora de Pressão	2A	Grupo do Eixo Traseiro
4.03	Valvula protetora de quatro circuitos	22.01	Cilindro Combinado Tristop
5.01	Reservatorio de AR	26.03	Regulador da Força de Frenagem ALB
8.01	Valvula de Retenção	38.02	Tomada de Teste
XX	Sensor de Pressão	MB	Grupo do Freio Motor

DS	Grupo controlador de Pressão e Reservatorios	20.05	Cilindro Pneumatico
5.01	Reservatorios	33.01	Valvula Eletropneumatica
6.01	Valvula de Dreno		
KO	Grupo de Luzes indicadoras, manômetros e interruptores de pressão		
9.01	Luzes indicadoras		
10.01	Interruptores de Pressão		
11.02	Manometros de Pressao		

## 19.2 Tambor de Freio

Os Freios a tambor são mecanismos de expansão que atuam internamente nas rodas e são utilizados principalmente nas rodas traseiras e dianteiras dos veículos comerciais.

### Modelo e funções

O tambor de freio é montado e ajustado nos rolamentos do cubo de roda e quando o veículo entra em movimento as lonas de freio são responsáveis para gerar a força de atrito entre a sapata e o tambor de freio que estão localizados no interior do freio a tambor gerando força de atrito e assim diminuir a velocidade do veículo. O conjunto é montado na ponta de eixo da roda e permanece fixo.

Durante o processo de frenagem as sapatas de freio e as guarnições são pressionadas contra o tambor do freio pelo dispositivo de fixação, gerando o atrito necessário. A força de atrito pode ser gerada nos veículos comerciais por uma pressão de ar (pneumática) e por um regulador automático acoplado a um eixo de torção de modo a gerar força sobre as lonas de freio.

Um elemento de junção, por exemplo, um cilindro de roda de ação dupla, ressalto-“S”, cunha ou alavanca é utilizado no freio para bloquear as sapatas do freio. Cada sapata possui um ponto fixo ou um ponto de apoio, por exemplo, buchas e suporte. Ao conduzir o veículo à frente ou em marcha à ré, o freio apresenta o mesmo efeito, porém com um menor efeito de serviço.

## 19.3 Lonas de freio

O efeito de frenagem é melhorado do servo em ambos os sentidos de deslocamento.

O tanto



efeito do freio é o mesmo durante o deslocamento, para frente quanto em marcha a ré.

Propiedades	Material
Alta resistencia ao desgaste	Ferro Fundido
Estabilidade dimensional	Aço Fundido
Boa condução Termica	Composto de fundição de liga com ferro fundido

O tambor de freio deve ser montado centralizado e sem irregularidades ou ovalização. A superfície de contato do freio é torneada com certa rugosidade.

### 19.3 Lonas de freio

As Lonas de freio são componentes que integram o sistema de freio a tambor. Estão localizadas dentro do tambor também chamadas de sapatas de freio nas rodas traseiras e dianteiras dos veículos.

As lonas têm a função de receber toda a força de atuação do cilindro excentrico e gerar pressão sobre as lonas contra o tambor.

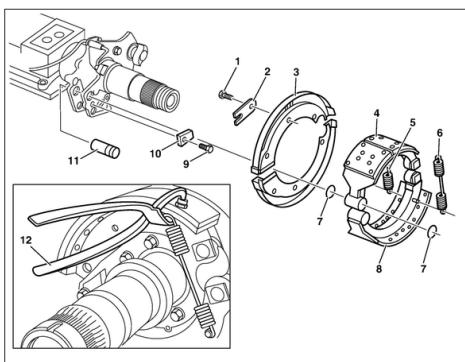
A sua rigidez se deve a uma seção e elas são moldadas a partir de uma liga de metal leve ou feita de chapa de aço. Na extremidade, elas têm uma superfície de contato para o cilindro de roda ou ressalto "S".

A guarnição é composta de material gerador de alta fricção para prevenção de escorregamento nos freios a tambor a guarnição é fixada ou colada na sapata de freio.

A guarnição de fricção deve possuir as seguintes propriedades:

- Alta resistência ao calor, força mecânica e vida útil elevada,
- Fator de fricção constante a altas temperaturas e velocidades de frenagem,
- Conservar suas características na presença água e poeira,
- Não apresentar vitrificação em altas cargas térmicas.
- Excipientes como óxido de ferro, mica ou óxido de alumínio,
- Lubrificantes em pó, grafite e trissulfureto de antimônio.





As guarnições de freio são resistentes a temperaturas de até aproximadamente 800 °C:

## 19.4 Freios a disco

O freio a disco possui movimento puramente mecânico com pinças flutuantes ou fixa. Os pistões encontram-se na pinça do freio deslizando axialmente sobre pinos guia montados na carcaça de freio que abrange a uma parte do disco de freio pressionando as guarnições contra o disco de freio durante a frenagem.



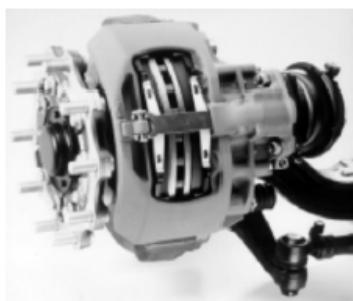
O freio a disco consiste em um disco preso ao cubo de roda, sobre o qual ficam montadas pinças com as pastilhas de freios, quando o pedal é acionado, a pinça se fecha, pressionando o disco. A pinça de freio é parafusada ao cubo de roda sustentando todo conjunto de pinça de freio que envolve o disco.

Existe no sistema de freios a disco uma distinção onde os êmbolos trabalham em uma pinça apoiados em guias de suporte no eixo fixo do conjunto

É constituída por um invólucro de duas peças, contém um ou dois cilindros de freio que se encontram na forma de pares de frente uns para os outros e contêm os pistões de freio com selagem, anel, capa de proteção e anel de aperto. Os cilindros de freio estão conectados através de canais.

Durante a frenagem, os pistões empurram os cilindros de freio contra as guarnições de freio.

Como resultado elas são pressionadas contra o disco de freio em ambas os lados.



Nota:

Os discos de freios possuem medidas de espessura e devem ser verificados de acordo com os prazos de manutenção de cada veículo ou a cada troca de pastilhas de freio.

## 20. Freios Complementares e Auxiliares

### 20.1 Sistema antibloqueio ABS

#### Norma Obrigatoriedade do ABS

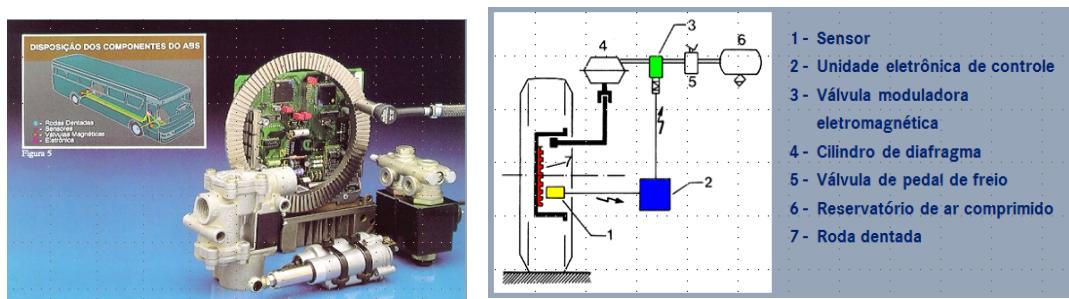
Para os veículos com primeiro licenciamento a partir de 1.1.1991, há a obrigatoriedade de ABS. O ABS tem a tarefa de impedir um bloqueio permanente das rodas durante o processo de frenagem e, desta forma, garantir a dirigibilidade do veículo, ou seja, manter este último controlável.

#### Definição

Os sistemas antibloqueio de freios, também conhecidos como ABS, são utilizados em sistemas de frenagem hidráulicos e também nos sistemas de freios a ar para regular a eficiência de frenagem.

As válvulas solenóides são controladas pelo módulo de comando eletrônico em três fases de controle, acumulando, mantendo e reduzindo a pressão. Elas previnem o travamento das rodas.

O sistema ABS atua regulando a força de frenagem que age nos tambores de freio, propiciando uma redução global do número de rotações das rodas fazendo com que o escorregamento permaneça na faixa de 10 a 30 por cento melhorando o aproveitamento do coeficiente de aderência.



#### Funcionamento do ABS

Com base no número de canais de controle e sensores, dois sistemas são utilizados para a maioria dos veículos, dispostos por sensores e moduladores:

Sistema de 4 canais (cada roda é ativada individualmente) com 4 sensores e divisão de circuito do freio do eixo dianteiro/traseiro ou diagonal. Durante o processo, as rodas dianteiras são controladas individualmente, e as rodas traseiras baseadas no princípio de seleção baixa. Os dois módulos de comando do eixo traseiro são ativados em conjunto para este propósito. Com o princípio baixo selecionado, a pressão de freio para as rodas de um eixo é determinada pela roda com menor aderência ao solo.

Sistema de 3 canais com 3 ou 4 sensores e divisão de circuito de freio dianteiro/traseiro. As rodas dianteiras são controladas individualmente. As rodas traseiras são ambas controladas através de um módulo de comando baseado no princípio de seleção baixa.

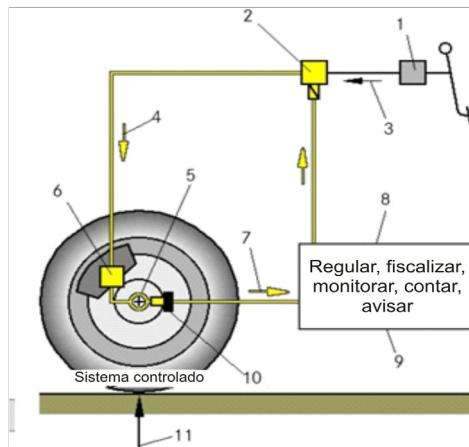
Durante a maioria das aplicações de freio existe pouco deslizamento o ABS não está ativado o tempo todo. O circuito de controle do ABS é ativado apenas em casos de frenagem forçada, onde há maior risco de travamento da roda e assim evita o deslizamento das rodas.

No caso de deslizamento, a velocidade da roda em contato com o solo e a velocidade circunferencial do centro das rodas são diferentes. Se uma roda está girando livremente não haverá deslizamento.



Caso uma roda seja travada durante a frenagem enquanto o veículo ainda estiver em movimento, o deslizamento aumentará para seu valor máximo de 100%.

O controle ABS é ativado durante o deslizamento da roda entre 8 e 35%, uma vez que é possível transmitir as melhores forças de frenagem e ainda possuir estabilidade lateral e velocidades menores do que 6 km/h, o ABS é geralmente inativo.



TT\_00\_00\_019765\_FA

1. Cilindro mestre
2. Válvula solenóide
3. Variável de referência
4. variável controlada
5. Anel de pulso
6. Cilindro do freio
7. Variável controlada
8. Nódulo de comando eletrônico
9. Regulador
10. Sensor de rpm
11. Fator de interferência

Sinais de tensão são gerados em cada sensor de rotação nas rodas pelo pulso de anel de rotação com a roda por meio de indução. O número de pulsos corresponde à velocidade da roda e é encaminhada para a unidade de controle eletrônico. A unidade de controle eletrônico utiliza processos de lógica para determinar a chamada velocidade de referência a partir dos pulsos dos sensores de roda. Isso corresponde aproximadamente a velocidade do veículo com o máximo de conexão de fricção. Por constante comparação dos pulsos da roda com os pulsos de referência, a unidade de controle determina a aceleração ou desaceleração de cada roda e utiliza isso para calcular a derrapagem.

Durante a frenagem, a derrapagem de uma roda e sua tendência ao bloqueio aumenta. Quando a unidade de controle reconhece que uma roda está bloqueada, então a Central trabalha a válvula solenóide correspondente a uma pressão crescente para manter a pressão de entrada. A pressão do freio então não se altera. Se a tendência de bloqueio aumenta posteriormente, então o sistema muda para reduzir a pressão. A pressão do freio diminui. Caso a roda esteja agora acelerada e reduzir a derrapagem, o sistema muda para manter a pressão novamente. Caso a derrapagem diminua e fique abaixo de um certo valor, o sistema alterna a frenagem para permitir uma maior pressão novamente.

## 20.2 Atuação do ABS

A pressão do freio aumenta novamente, a derrapagem aumenta e o jogo começa novamente. O ciclo de controle é repetido apenas quando o freio é acionado. A frequência de controle aqui é de 6 a 10 ciclos por segundo, variando de veículo por veículo.

Importante :

O sistema ABS é um dispositivo adicional de segurança no veículo, ou seja o veículo permanece com sistema de freio convencional normalmente, contando com o ABS como elemento ou freio complementar.

## 20.2 Atuação do ABS

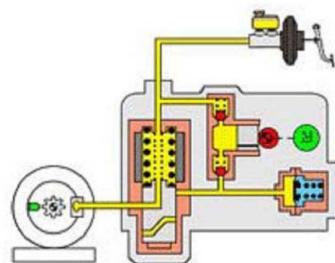
A válvula eletromagnética ABS do eixo dianteiro lado esquerdo (Y1) e a válvula eletromagnética ABS do eixo dianteiro lado direito (Y2) será utilizada para o comando da pressão do freio do eixo dianteiro.

Se as válvulas eletromagnéticas ABS (Y1, Y2) não estiverem energizadas a pressão aplicada na alimentação de ar no pórtico 1 sera transmitida diretamente para a saída de ar no pórtico 2.

Se a válvula eletromagnética de entrada EV (Valvula eletromagnética Entrada de Tensao) for energizada a mesma comulta para a posição de bloqueio de ciclo. A válvula magnética de saída AV (Valvula eletromagnética Saída de Tensao) também rece tensão e comulta a posição de passagem (de ciclo fixo). A pressão aplicada na alimentação de energia (1) não será mais transmitida para a saída de energia (2) e a pressão já regulada na saída de energia (2) será drenada através da válvula eletromagnética de saída (AV) e a conexão a atmosfera (3), a pressão será removida. Se a válvula eletromagnética de saída (AV) não for mais energizada, ela permanece na posição inicial (posição de bloqueio). A pressão atuante na saída de energia (2) será mantida (não é aumentada nem diminuída).

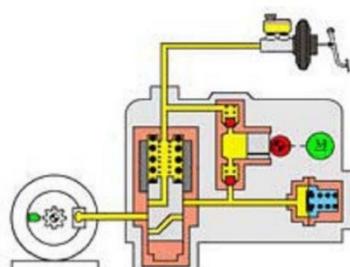
Com a aplicação do freio de serviço a liberação de ar passa pela válvula do ABS e controlado pelo módulo de comando atua em 3 etapas :

- Acumulo de Pressao
- Manter a pressão
- Reduzir a Pressão

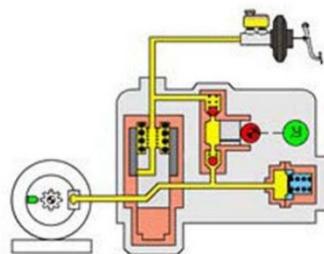


Acúmulo de pressão

TT\_00\_00\_014394\_FA



Mater a pressão TT\_00\_00\_014393\_FA



Redução de pressão TT\_00\_00\_014393\_FA

### Vantagens

- A estabilidade lateral e a estabilidade de condução são mantidas, reduzindo, portanto, o risco de derrapagem.
- O veículo permanece sob controle e pode, portanto, evitar situações indesejáveis de instabilidade
- A melhor distância de frenagem possível pode ser alcançada em terrenos normais com boa aderência.
- As "marcas de frenagem" nos pneus são evitadas, uma vez que nenhuma das rodas é travada. Isso é benéfico em termos de desgaste dos pneus.

## 20.3 Freio Retardador

O retarder ou retardador, consiste em um importante componente de freio auxiliar. Instalado na transmissão, tem a função de transformar a energia cinética do veículo no momento da desaceleração em energia hidráulica que será aproveitada para ajudar a frear o veículo.

Este princípio de funcionamento é denominado hidrodinâmico, além da elevada capacidade de frenagem, o fato de estar instalado na saída da caixa de mudanças, mantém a ação de freio mesmo com a caixa de mudanças em ponto morto.

Os conceitos e demais considerações que aqui estudaremos poderão ser aplicados em qualquer um dos modelos de retarder citados, pois as diferenças ficam limitadas a alguns detalhes construtivos e do sistema de acionamento utilizado.

O princípio básico de funcionamento é o mesmo utilizado em acoplamento hidráulico (conhecido também como embreagem hidráulica) ou conversores de torque. O retarder do tipo hidrodinâmico se constitui de um elemento móvel e um fixo, montados próximos um ao outro.

O elemento móvel é denominado rotor e o fixo de estator, o rotor é impulsionado pela árvore de transmissão do veículo e o estator está fixado à carcaça do retarder. O meio utilizado para transmitir o movimento (no caso do acoplamento hidráulico) ou para frear (no caso do retarder) é o hidráulico.



### 20.3 Freio Retardador

Quando o retarder é acionado, um determinado volume de óleo é pressionado na pequena folga existente entre o rotor e o estator ( câmara de trabalho ), devido a rotação do rotor o óleo será direcionado pela força centrifuga ao estator, que por sua vez, redireciona o óleo de volta ao rotor. Este movimento circular do óleo ocorre em todas as câmaras existentes formadas pelas “palhetas” do rotor e do estator.

Quanto maior a quantidade de óleo em circulação e a velocidade do rotor, mais intenso será o fluxo hidráulico nas câmaras. O choque e a consistência deste fluxo de óleo, provoca uma resistência ao movimento do rotor. Como o rotor está ligado de algum modo a árvore de transmissão do veículo, ocasionará o efeito de frenagem desejado. Através do sistema de comando, pode-se graduar a intensidade de frenagem em vários estágios, manualmente ou automaticamente.

O atrito provocado pelo fluxo hidráulico gera muito calor. Este por sua vez não consegue se dissipar apenas pela carcaça do retarder, razão pela qual é empregado um trocador de calor, que utiliza o líquido de arrefecimento do motor para arrefecimento do fluido hidráulico.



## 21. Funções Adicionais

### 21.1 Tecla de controle do ABS

As rodas freadas com freios permanentes, por exemplo, freio motor e retarder, devem ser garantidas contra bloqueio por meio do sistema ABS. No início do processo de controle ABS, os freios permanentes são automaticamente desligados. Quando o processo de controle ABS é concluído, os freios permanentes que se mantêm acionados durante o controle ABS se ligam novamente. Se as rodas apresentarem tendência ao bloqueio devido à operação do freio permanente, este estado é detectado pelo ABS e o sistema desliga temporariamente o freio permanente ou os retarders são desligados gradualmente.

### 21.2 Veículos com tração total

Desligamento da trava longitudinal: durante o processo de controle ABS, a trava longitudinal é temporariamente desligada na caixa de transferência para desacoplar os eixos individuais de acordo com a técnica de controle.

Desligamento ABS em veículos com tração total: durante a condução em terrenos difíceis, onde tanto a trava transversal como a trava longitudinal são necessárias, o motorista pode acionar o interruptor que desliga a função do controle ABS. A luz de alerta ABS se acende, o monitoramento dos componentes ABS é mantido.



### 21.3 Tecla de controle ASR

Caso o sistema eletrônico reconheça uma roda, entre as rodas motrizes girando quando em declive, aceleração ou durante a operação de acionamento, uma intervenção no freio e/ou no circuito de controle do motor ocorre por meio do controle ASR. Freando especificamente uma roda em rotação, a outra roda do eixo de direção é capaz de transmitir a força de direção ideal especificada por meio do valor de atrito. Evita que as rodas patinem. O sistema de controle de tração (ASR) atua para evitar ou reduzir o deslizamento das rodas motrizes ao iniciar a marcha do veículo ou ao acelerar.

O sistema de controle de tração pode ser desativado para possibilitar a condução do veículo em condições fora de estrada, em vias cobertas de neve ou lama, ou em outras condições críticas nas quais a sua atuação pode prejudicar a demanda de potência do motor.

## 21.4 Funções hill holder



Desligamento ASR em veículos com tração total: durante a condução em terrenos difíceis, onde tanto a trava transversal como a trava longitudinal são necessárias, o motorista pode acionar o interruptor que desliga a função do controle ASR. A luz de alerta ASR se acende, porém neste momento os componentes de envolvidos não operam até o veículo atingir a velocidade superior a 30 km/h e retomar o funcionamento normalmente.

## 21.4 Funções hill holder

O bloqueio contra o deslocamento auxilia na saída do veículo em aclives ou declives, impede que o veículo se desloque e permite um arranque sem solavancos. Se o bloqueio contra deslocamento estiver ligado, ele permanecerá assim mesmo depois de uma parada intermediária ou após o desligamento do motor.

Entretanto, para ativar a função, as condições de ativação deverão ser cumpridas.

Hill Holder ou Bloqueio contra Deslocamento



Interrupter do hill holder

TT\_54\_25\_006908\_FA

Ligar o bloqueio contra o deslocamento

Pressione a extremidade superior do interruptor neste momento o bloqueio contra o deslocamento estará ligado, mas não estará ativo o sistema emitirá um aviso sonoro 1,5 s antes de desativar o bloqueio.

Ativar o bloqueio contra o deslocamento

Para ativar o bloqueio contra deslocamento, as condições de ativação a seguir deverão ser cumpridas:

- bloqueio contra deslocamento ligado;
- ignição ligada;
- veículo parado;
- freio de serviço acionado;



- parada do veículo sem intervenção do ABS;
- freio de estacionamento liberado;
- ABS não foi desligado através da tecla/ interruptor "ABS off", quando disponível;
- pressão dos reservatórios de ar do freio de serviço superior a 6 bar.
- veículo engatado (marcha a frente ou à ré);
- não há falha no ABS

Quando a função estiver ativa para impedir o deslocamento do veículo, a indicação estará acesa no painel de instrumentos

Desativar o bloqueio contra o deslocamento:

Para desativar o bloqueio contra o deslocamento, ao menos uma das condições abaixo deverá ser cumprida:

- pedal do freio de serviço liberado;
- pedal do acelerador pressionado;
- função bloqueio contra deslocamento desativada ao pressionar a extremidade inferior do interruptor:
- freio de estacionamento acionado;
- ignição do veículo desligada. Ao desativar o bloqueio contra o deslocamento a indicação apaga.

Se o pedal do freio de serviço for liberado completamente com o bloqueio ativo, o sistema emitirá um aviso sonoro 1,5 s antes de desativar o bloqueio.

Para desligar o bloqueio contra o deslocamento pressione a extremidade inferior do interruptor.

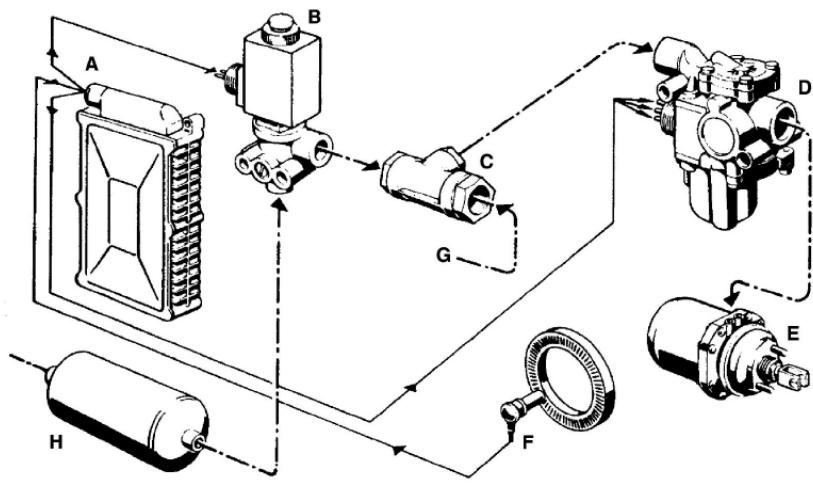
Importante

Porém, tome cuidado porque a pressão de frenagem pode não ser suficiente para segurar o veículo na rampa.

## 21.5 Controle de tração (ASR)

### Componentes e função do ASR

Na partida com diferentes coeficientes de fricção nas rodas do eixo de tração (split  $\mu$ ), a roda com o coeficiente de fricção (valor  $\mu$ ) mais baixo gira em falso. O ASR detecta a diferença significativa de rotação e freia a roda girando em falso. Através da função de frenagem de uma única roda e com a ajuda da engrenagem diferencial, é usada a transmissão de força mais elevada na roda com o coeficiente de fricção mais alto para a partida.



W42.40-1001-06

W\_42\_40\_001001\_SW

<b>A</b>	Eletrônica ABS/ASR	<b>E</b>	Cilindro de freio
<b>B</b>	Válvula de frenagem diferencial (válvula eletromagnética de 3/2 vias)	<b>F</b>	Rotor do sensor e sensor
<b>C</b>	Válvula de duas vias	<b>G</b>	Pressão de frenagem do ALB
<b>D</b>	Válvula eletromagnética do ABS	<b>H</b>	Reservatório de ar comprimido

## 21.6 Gerenciamento e Controle (ASR)

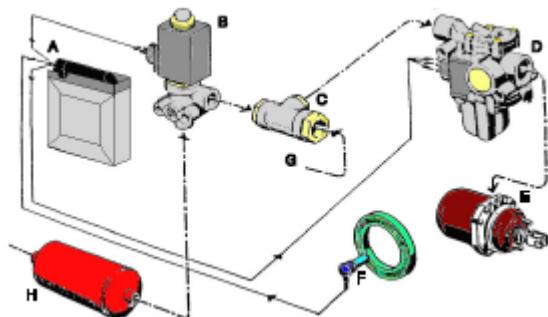
Ao detectar o patinação de uma das rodas de tração, a unidade eletrônica envia um sinal de comando para a válvula diferencial de acionamento do freio e para a válvula moduladora da roda correspondente. Estas acionam o cilindro de membrana, fazendo com que a roda seja parcialmente freada. Com isto, consegue-se que o torque necessário para a propulsão do veículo seja transferido para a roda traseira oposta, através do diferencial.

A patinação é detectada após a ultrapassagem de uma determinada rotação da roda, equivalente à velocidade de 4 Km/h, em comparação com a roda dianteira oposta. A partir do veículo parado, esta diferença resulta da soma de duas velocidades:

- 2 Km/h para reconhecimento da roda em movimento
- 2 Km/h para reconhecimento da diferença de velocidades

Com o veículo em movimento os valores são diferentes, para evitar-se que o sistema entre em ação ao trafegar-se normalmente em curvas.





- A - Unidade eletrônica
- B - Válvula diferencial
- C - Válvula Bidirecional
- D - Válvula Moduladora
- E - Cilindro de Freio (Tristop)
- F - Roda Dentada e sensor
- G - Ar proveniente da Válvula Pedal
- H - Reservatório Pneumático

Como já visto, para que haja um melhor aproveitamento do coeficiente de atrito, é necessário que o escorregamento permaneça na faixa de 10 até 30 por cento. Numa frenagem, a porcentagem de escorregamento é calculada pela diferença entre a velocidade do veículo e a velocidade da roda, dividida pela velocidade da roda e a velocidade do veículo. Numa aceleração, o escorregamento é calculado pela diferença entre a velocidade da roda e a velocidade do veículo, dividido pela velocidade da roda. Ou seja, numa aceleração, a fórmula para cálculo do escorregamento, é a seguinte:

O sistema ASR (Sistema Anti-deslizante) faz com que, numa aceleração, o escorregamento mantenha-se na faixa de 10 à 30 por cento, permitindo-se:

- Maior aproveitamento das rotações do motor
- Menor desgaste dos pneus
- Maior facilidade de condução do veículo
- Menor esforço no conjunto diferencial do eixo propulsor por falta de lubrificação adequada.

## 22. Novas Tecnologias

### 22.1 Global ABS

O pacote de válvulas do eixo traseiro Global ABS com ASR e ESP com Code G41H está instalado em um suporte no lado interno da longarina direita do chassi na área atrás do eixo motriz.

O sistema de freios pneumáticos convencionais que possuem o sistema ABS equipado com a nova válvula Global ABS agrupados numa única válvula o ABS e a válvula rete.

Com a disponibilidade do Code G41H a válvula Global ABS, também oferece os sistemas ESP, e ASR.

O módulo é acoplado a unidade da válvula da roda direita e da roda esquerda do eixo traseiro e outro conjunto de válvula para o eixo dianteiro que são alimentados por pressão de ar contínuo através da válvula rete no porto 1.

A Válvula Global ABS pode ser equipada de acordo com os Codes :

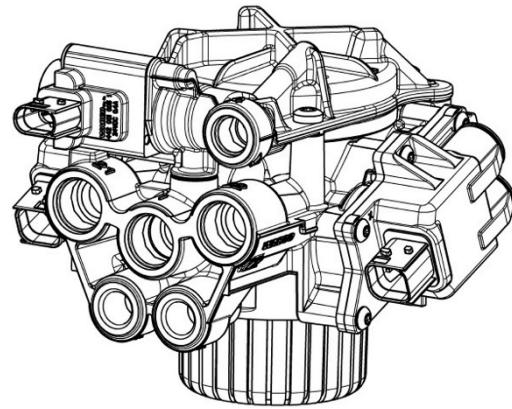
- O veículo equipado sem o Code G41H não possui ESP
- O veículo equipado com Code G41H disponível ESP

O pacote de válvulas do eixo traseiro ABS, ASR e ESP regula a pressão do freio no eixo traseiro, além de controlar Distribuição Eletrônica de Frenagem (EDB) o sistema de distribuição eletrônica da força de frenagem

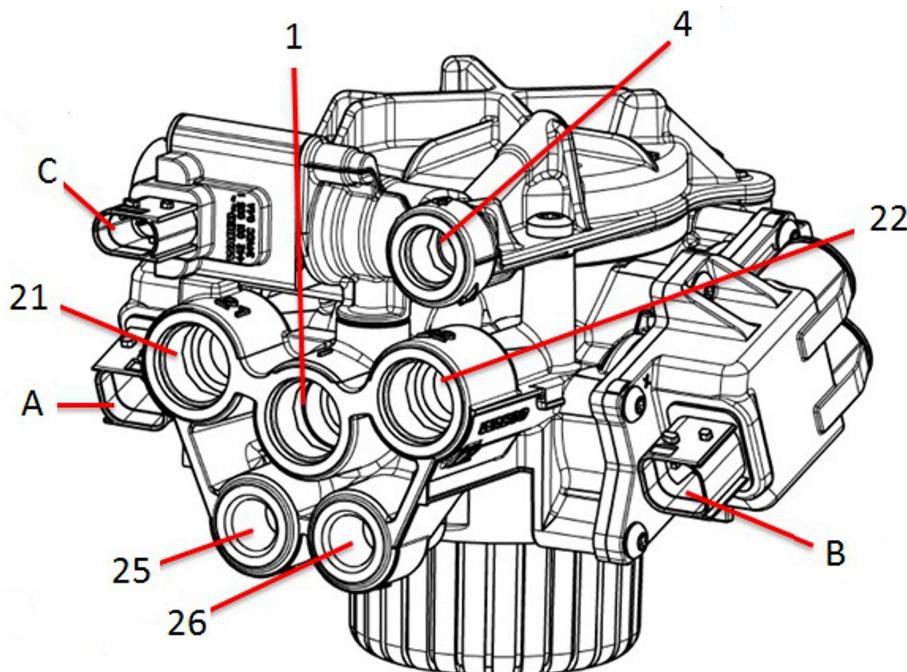
#### Funcionamento

Se na conexão de comando (4) existir pressão, a válvula relé (RV) muda de acordo com essa pressão para a posição de passagem e a pressão do ar de reserva que atua na alimentação de energia (1) é transmitida como pressão do freio através da válvula eletromagnética ABS do eixo traseiro lado esquerdo (Y3) e da válvula eletromagnética ABS do eixo traseiro lado direito (Y4) até a saída de energia (21, 22). Se as válvulas eletromagnéticas de entrada (EV) são energizadas, as esmas alternam para a posição de bloqueio (com ciclo fixo). As válvulas eletromagnéticas de saída (AV) são igualmente energizadas e alternam para a posição de passagem (com ciclo fixo). A pressão do freio aplicada não será mais transmitida para a saída de energia (21, 22) e a pressão do freio já regulada na saída de energia (21, 22) é drenada através das válvulas eletromagnéticas de saída (AV) e as conexões atmosférica (31, 32) (regulagem ABS). Se as válvulas eletromagnéticas de saída (AV) não são mais energizadas as mesmas permanecem na posição inicial (posição de bloqueio). A pressão do freio iminente nas saídas de energia (21, 22) não é aumentada nem diminuída.

Se a válvula eletromagnética ASR e ESP® (Y53) é energizada, ela vai para a posição de passagem. A pressão do ar de reserva iminente na alimentação de energia (1) atua com isso na válvula de duas vias (WV). A válvula de duas vias (WV) irá em seguida para a posição de passagem e conduz a pressão do ar de reserva para a válvula relé (RV) e evita simultaneamente, através de uma válvula de retenção, de que a pressão do ar de reserva seja conduzida através da conexão de comando (4) para a tubulação da pressão de comando. A válvula relé (RV) muda de acordo com essa pressão para a posição de passagem e a pressão do ar de reserva que atua na alimentação de energia (1) é transmitida como pressão do freio através da válvula eletromagnética ABS do eixo traseiro lado esquerdo (Y3) e da



válvula eletromagnética ABS do eixo traseiro lado direito (Y4) até a saída de energia (21, 22). As válvulas eletromagnéticas de entrada (EV) e as válvulas eletromagnéticas de saída (AV) da válvula eletromagnética ABS do eixo traseiro lado esquerdo (Y3) e da válvula eletromagnética ABS do eixo traseiro lado direito (Y4) não serão energizadas e permanecem em sua posição inicial. Se a válvula eletromagnética ASR e ESP® (Y53) não é mais energizada, então ela, por causa da força da mola de retorno, retorna para a posição inicial. A saída de energia da válvula eletromagnética ASR e ESP® (Y53) será drenada através da conexão atmosfera (32) e a pressão do ar de reserva iminente será retida na alimentação de energia (1) da válvula eletromagnética ASR e ESP® (Y53).



Unidade de válvulas ABS Global com ESP

TT\_00\_00\_049296\_FA

<b>1</b>	Alimentação de ar comprimido, circuito 1	<b>26</b>	Conexão fechada
<b>4</b>	Sinal Pneumático Freio de Serviço	<b>A</b>	Válvulas electomagnéticas ABS Direita
<b>21</b>	Saida de ar para o Cilindro de freio do eixo traseiro	<b>B</b>	Válvulas electomagnéticas ABS Esquerda
<b>22</b>	Saida de ar para o Cilindro de freio do eixo traseiro	<b>C</b>	Válvulas electomagnéticas ESP
<b>25</b>	Conexão fechada		
<b>26</b>	Conexão fechada		

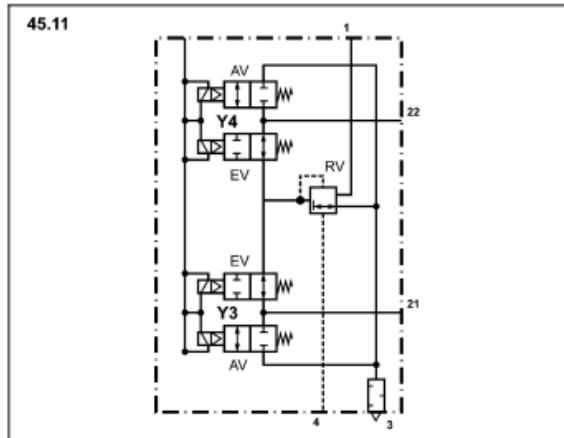
## 22.2 Nova Valvula de Regeneração APU

Diagrama de funcionamento da válvula Global ABS sem a intervenção do controle ESP e com a intervenção do controle ESP

## Global ABS sem CODE ESP

**Componentes e conexões pneumáticas, representado pacote de válvulas do eixo traseiro ABS (45.11) (em veículos com Code G4H (caixa de transferência VG 1000-3W/1,61-0,98 permanente))**

- 1 Alimentação de energia (pressão do ar de reservado freio de serviço do eixo traseiro)
- 3 Conexão à atmosfera (alívio da pressão)
- 4 Conexão de comando (pressão de comando)
- 21 Saída de energia (pressão do freio ao cilindro do freio combinado)
- 22 Saída de energia (pressão do freio ao cilindro do freio combinado)
- 45.11 Pacote válvula do eixo traseiro ABS
- Y3 Válvula eletromagnética ABS do eixo traseiro esquerda
- Y4 Válvula eletromagnética ABS do eixo traseiro direita
- AV Válvula eletromagnética de saída
- EV Válvula eletromagnética de entrada
- RV Válvula relé

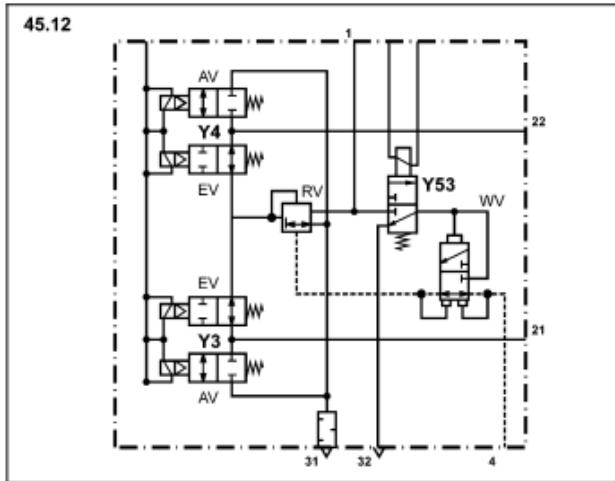


W42.25-1389-11

## Global ABS com CODE ESP

**Componentes e conexões pneumáticas, representado pacote de válvulas do eixo traseiro ABS com ASR e ESP® (45.12) (em veículos sem Code G4H (caixa de transferência VG 1000-3W/1,61-0,98 permanente))**

- 1 Entrada de energia (pressão de reserva - sistema de freio de serviço eixo traseiro)
- 4 Conexão de comando (pressão de comando)
- 21 Saída de energia (pressão do freio ao cilindro do freio combinado)
- 22 Saída de energia (pressão do freio ao cilindro do freio combinado)
- 31 Conexão à atmosfera (alívio da pressão)
- 32 Conexão à atmosfera (alívio da pressão)
- 45.12 Pacote válvula do eixo traseiro ABS com ASR e ESP®
- Y3 Válvula eletromagnética ABS do eixo traseiro esquerda
- Y4 Válvula eletromagnética ABS do eixo traseiro direita
- Y53 Válvula eletromagnética ASR e ESP®
- AV Válvula eletromagnética de saída
- EV Válvula eletromagnética de entrada
- RV Válvula relé
- WV Válvula de duas vias (com duas válvulas de retenção)



W42.25-1390-11

A válvula Global ABS quando o veículo possui o sistema ESP envia sinal ao módulo ESP e no módulo está montado um sensor de aceleração e o sensor de guinada lateral para gravar a dinâmica laterais do veículo. Através da fonte de alimentação de 4 polos conectores (24 V) e a interface CAN para a unidade de controle ABS realizando a comunicação entre os módulos.

Desta maneira este módulo está protegido e pode ser descartado a montagem incorreta.

## 22.2 Nova Valvula de Regeneração APU

O Secador de Ar Customer Value WABCO Air Processing Units foi desenvolvido para satisfazer as exigências crescentes em relação ao processamento de ar para o sistema de freios pneumáticos nos caminhões.

Integrado a funcionalidade de válvulas de proteção e ao secador de ar inteira os multi circuitos pneumáticos do veículo uma solução com maior eficiência e economia na distribuição de ar ao circuito.



Possui características de duas válvulas de limitação de pressão opcionais e duas variantes de regeneração disponíveis usando ar do sistema e uma válvula de expurgo acoplado a própria válvula.

Opcional integrado sensor de alta pressão otimiza o desempenho dos sistemas de frenagem de caminhões e reduz a necessidade de manutenção. Com um design modular que reduz o trabalho necessário para a manutenção.

Válvula de proteção de secadora e multi-circuito em um produto para reduzir custos de instalação, utilizando uma solução inovadora de cartuchos para permitir intervalos de serviço estendidos.

O processamento de ar para sistemas de frenagem é fabricado a partir de materiais de alta qualidade, eles são projetados para durar e são rigorosamente testados.

A informação importante para a secagem de ar, assim como pressão de linha, rotação do motor, tempo de operação do motor, velocidade em estrada e temperatura ambiente é coletada pelo sistema elétrico do veículo.

A pressão de linha é ajustada individualmente através do sistema elétrico do veículo na faixa de 8,5 bar a 12,5 bar.



Processador APU



Válvula de Regeneração

Regeneração ocorre a partir do volume de reserva do sistema, isto é, não é necessário um reservatório de regeneração.

Regenerações intermediárias ocorrem durante longos ciclos de suprimento, a ECU do veículo as identifica e então inicia uma regeneração intermediária para garantir uma

Ótima secagem durante todo o ciclo de suprimento.

Ciclo de regeneração adaptado, estendido ou mesmo múltiplas regenerações em intervalos intermediários podem ser usados para compensar um longo ciclo de suprimento.

A regeneração depois da parada do motor é possível, deste modo minimiza o risco descongelamento do condensado na exaustão do secador de ar.

#### Funcionamento

Para secadores de ar com sistema de regeneração integrada o ar para regeneração é oriundo dos sistemas de freios dos circuitos 21 e 22 existentes no veículo, sendo assim o reservatório em separado não se faz mais necessário.

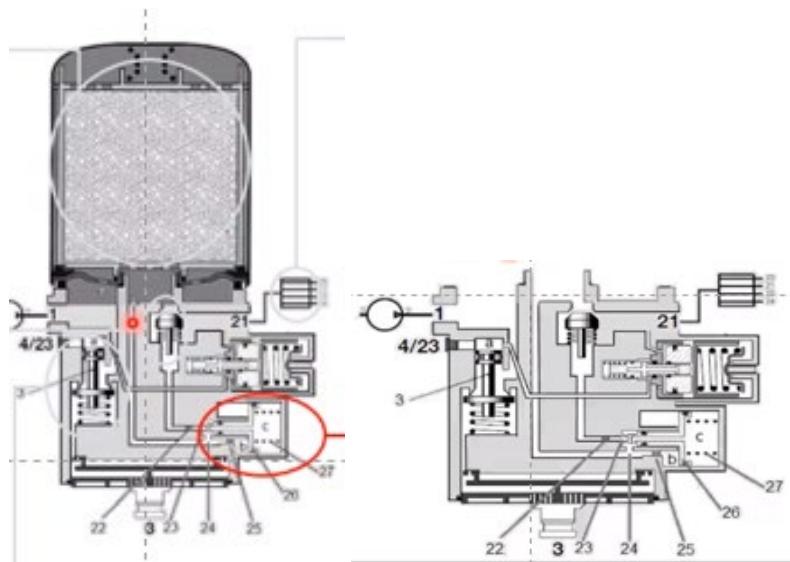
## 22.2 Nova Valvula de Regeneração APU

Durante a fase de carregamento a galeria de ar é preenchida através da passagem controlada 25 neste momento o pistão preenche a galeria comprimindo a mola liberando a passagem de ar. O regulador de pressão permitirá que a pressão chegue a te o valor da regulagem utilizando o conceito Cut-Out, quando a pressão atinge a pressão de regulagem o Cut-Out inicia a fase de regeneração descarga.

O regulador de pressão comanda a abertura de válvulas de exaustão preenchendo a galeria e nessa hora a diferença de pressão permite o início da regeneração do filtro.

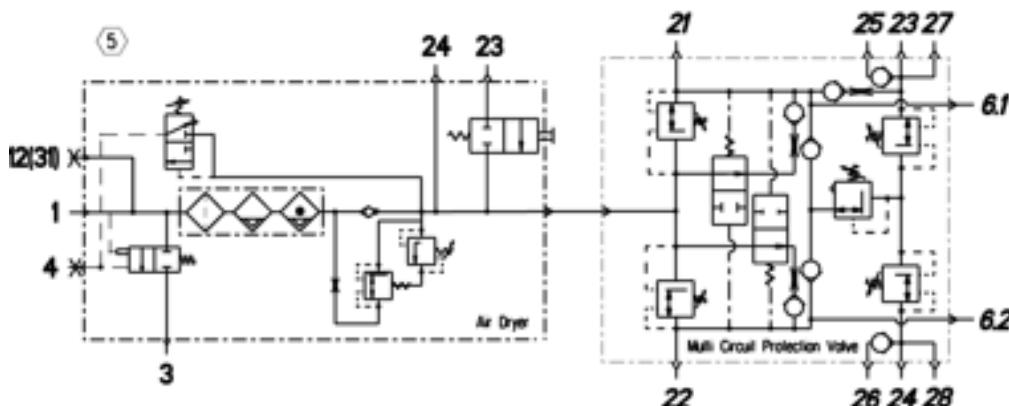
O ar para regeneração flui das saídas do circuito 21 e passa pelo giclé do circuito 22 fazendo o caminho contrário no secador de ar levando o ar para a atmosfera comandando a válvula de exaustão. Nesta a pressão na galeria de ar é reduzida e o pistão é empurrado pela mola até a passagem de ar fechar para concluir a fase de regeneração do ar.

Assim que a pressão do sistema atinge o valor de rearne Cut-Out e Cut-In é chamado de faixa de comutação ou range de trabalho, renovando o ciclo de regeneração sem reservatório externo.



Filtro secador sem Reservatório Externo

Diagrama Funcional



Designação de conexão	Denominação
1	Entrada do Compressor de Ar
21	Pressão do circuito 21 para Regeneração
22	Pressão do circuito 22 para Regeneração
3	Descarga de ar para atmosfera
4	Comutação Alívio Pressão Compressor
12/31	Entrada/Saida de pressão externa
21	Circuito de Freio Traseiro
22	Circuito de Freio Dianteiro
23	Circuito de Freio Estacionamento
24	Circuito de Freio Auxiliar Motor/SCR
25	Circuito de Freio Estacionamento/Reboque
26	Circuito de Freio Auxiliar Embreagem/Transmissão
27	Interruptor de Pressão
28	Interruptor de Pressão
6.1	Sensor de Pressão
6.2	Sensor de Pressão

### Generalidades

Controle nas reduções das regenerações, mantendo somente as descargas necessárias, o processo, reduz ao mínimo a regeneração melhorando a eficiência do estado do cartucho.

O desligamento do compressor provoca incondicionalmente a regeneração mantendo o melhor desempenho de secagem dos filtros, através de regenerações intermediárias executadas quando o estado do cartucho indicar uma possível redução do desempenho de secagem.

Otimização do sistema de regeneração para drenar o secador de ar e regenerar o cartucho melhorando o tempo de vida útil dos componentes e maior monitoramento para o condutor.

## 22.3 Unidade Eletrônica de Processamento de Ar Comprimido

(Electronic Air-Processing Unit - EAPU)

### Vantagens

A utilização da EAPU oferece as seguintes vantagens:

- Menor peso do veículo através da redução do número de reservatórios de ar comprimido;
- Redução no consumo de combustível, em razão do controle nos fluxos de trabalho do compressor;

### 22.3 Unidade Eletrônica de Processamento de Ar Comprimido

- Melhoria dos tempos de resposta para o controle de nível da suspensão;
- Maior disponibilidade de ar comprimido para a operação da embreagem e controle da transmissão;
- Substituição do secador de ar de câmara dupla por um controle de regeneração inteligente;
- Integração da válvula de transbordo para suspensão pneumática;
- Possibilidade de diagnóstico com XENTRY;
- Comunicação com o veículo através da integração na rede CAN;

#### Localização

Nos ônibus rodoviários, a EAPU está localizada na parte traseira do chassi, do lado esquerdo, um pouco à frente do motor.

Nos caminhões, a EAPU está localizada no lado esquerdo do chassi atrás do motor/Cambio

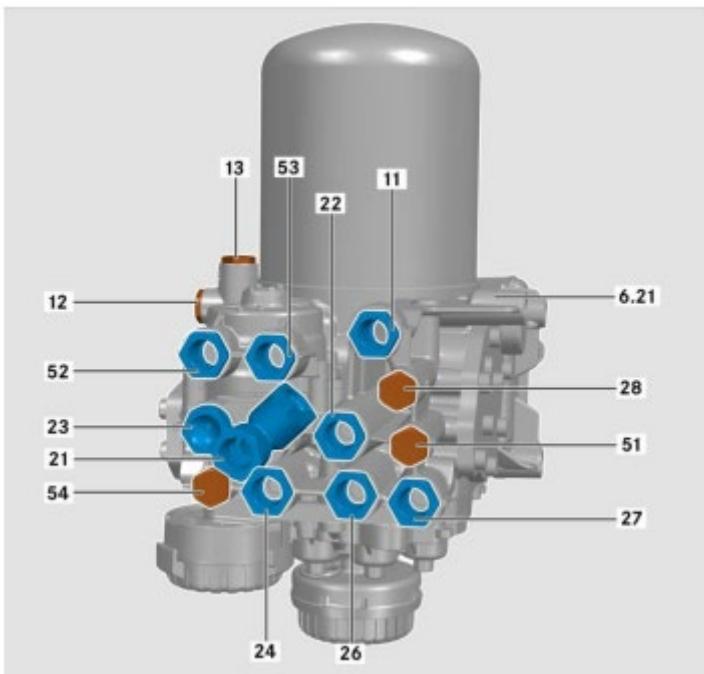


#### Componentes da EAPU

A EAPU combina os seguintes componentes em uma unidade:

- Secador de ar comprimido;
- Regulador de pressão;
- Válvula de proteção;
- Válvula de alívio de pressão para suspensão pneumática;
- Sensores de pressão para os circuitos de pressão dos circuitos de frenagem do eixo dianteiro e do eixo traseiro;
- Sensores de pressão para outros circuitos de pressão (dependendo da versão);
- O tratamento de ar comprimido, o controle de pressão e, em parte, as funções de retenção de pressão são reguladas e controladas eletronicamente;
- Comando eletrônico do freio de estacionamento;



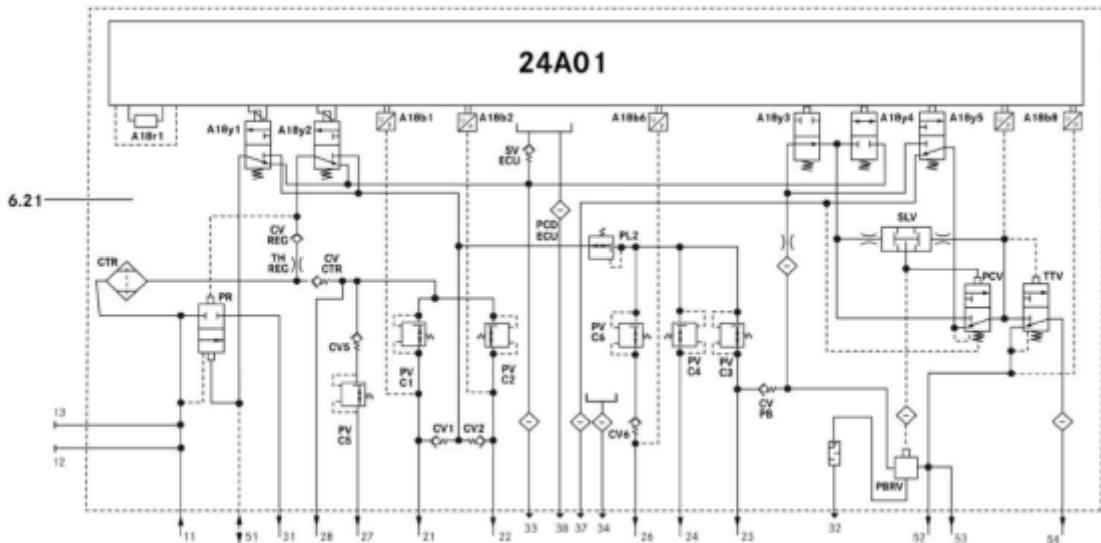


EAPU – Unidade de Processamento de Ar Comprimido

Conexões pneumáticas:

- 11 Entrada - Compressor de Ar Comprimido
  - 12 Entrada - Sem utilização
  - 13 Entrada - Sem utilização
  - 21 Saída para o circuito de freio do eixo traseiro;
  - 22 Saída para o circuito de freio do eixo dianteiro;
  - 23 Saída - Sem utilização
  - 24 Saída para consumidores secundários;
  - 26 Saída para o comando da caixa de mudanças e acionamento da embreagem;
  - 27 Saída para a suspensão pneumática;
- 3.3 Componentes e conexões
- 28 Saída - sem utilização
  - 51 Controle do compressor
  - 52 Freio de estacionamento do eixo traseiro 1 (4X2);
  - 53 Freio de estacionamento do eixo traseiro 2 (6X2);
  - 54 Sem utilização

Esquema Pneumático da Unidade Eletrônica de Processamento de Ar Comprimido EAPU



### Circuitos e Componentes da EAPU:

24A01 Unidade Eletrônica de Controle da Unidade de Tratamento de Ar Comprimido EAPU

A18b1 Sensor de pressão do circuito de freio do eixo traseiro

A18b2 Sensor de pressão do circuito de freio do eixo dianteiro

A18b6 Sensor de pressão do controle da embreagem e do controle do câmbio

A18b8 Sensor de Pressão do freio de estacionamento

A18r1 Elemento de aquecimento

A18y1 Válvula solenoide de pré-controle

A18y2 Válvula solenoide de regeneração

A18y3 Válvula solenoide

A18y4 Válvula solenoide

A18y5 Válvula solenoide

CV 1 Válvula de retenção do circuito de freio do eixo traseiro

CV 2 Válvula de retenção do circuito de freio do eixo dianteiro

CV 5 Válvula de retenção de suspensão pneumática

CV 6 Válvula de retenção do controle da embreagem e do controle do câmbio

CV PB Válvula de retenção do freio de estacionamento

CVCTR Válvula de retenção do cartucho

CVREG Válvula de retenção da regeneração

### 3.4 Generalidades

CTR Cartucho (secador de ar)

PBRV Válvula Relé do Freio de Estacionamento

PCDECU Elemento de Compensação de Pressão da Unidade de Controle Eletrônico



PCV Válvula de Controle de Pressão

PL2 Limitador de pressão do circuito de controle da embreagem e controle da caixa de velocidades

PR Válvula de saída (regulador de pressão)

PV C1 Válvula de segurança do circuito de freio do eixo traseiro

PV C2 Válvula de segurança do circuito de freio do eixo dianteiro

PV C3 Válvula de segurança do circuito de freio do reboque (sem efeito para ônibus)

PV C4 Válvula de segurança do circuito de consumidores secundários

PV C5 Válvula de segurança do circuito da suspensão pneumática

PV C6 Válvula de segurança controle da embreagem e controle da caixa de velocidades

SLV Válvula de múltiplas vias

THREG Estrangulador da regeneração

TTV Válvula de teste do reboque (sem efeito para ônibus)

31 Descarga de ar principal (conexão do silenciador)

32 Descarga de ar da válvula relé do freio de estacionamento (conexão do silenciador)

33, 34, 37 e 38 Descargas de ar secundárias

Generalidades

O sistema de alimentação de ar comprimido consiste essencialmente na unidade eletrônica de processamento de ar comprimido (EAPU) (6.21) de segunda geração e dos correspondentes reservatórios de ar comprimido. A EAPU é uma unidade mecatrônica compacta na qual estão agregados a secagem do ar comprimido, a regulagem de pressão, o sistema de proteção dos circuitos de ar comprimido e o sistema eletrônico de comando. Na segunda geração aperfeiçoada da unidade eletrônica de processamento de ar (EAPU) está integrado adicionalmente o

Comando eletrônico do freio de estacionamento.

Baseado na regulagem de pressão dinâmica e economizadora de energia, a unidade eletrônica de processamento de ar (EAPU) oferece como principal benefício a economia de combustível com consequente redução nos níveis de emissões.

Comando eletrônico do freio de estacionamento

Para o acionamento do freio de estacionamento é utilizado, na unidade eletrônica de processamento de ar (EAPU) de segunda geração, somente o módulo de comando da alavanca do freio de estacionamento (ePBC), o qual envia um sinal eletrônico para unidade eletrônica de processamento de ar (EAPU) através do LIN-BUS. Dentro da unidade eletrônica de processamento de ar (EAPU), válvulas eletromagnéticas são ativadas de tal forma, que o freio de estacionamento executa os comandos do motorista.

Redução da quantidade de reservatórios de ar comprimido

### 22.3 Unidade Eletrônica de Processamento de Ar Comprimido

Por meio do aumento no nível de pressão para 12,5 bar nos reservatórios de ar comprimido, torna-se possível armazenar um maior volume de ar e com isso, de acordo com a configuração do veículo, reduzir o número de reservatórios instalados.

Importante: Para os cilindros dos freios continua sendo enviada a pressão máxima de 10 bar. Esta pressão é limitada pelo sistema eletrônico de freios (EBS).

#### Gerenciamento inteligente da regeneração

Devido ao gerenciamento inteligente da regeneração, não é mais necessário o reservatório de ar comprimido de regeneração. O ar comprimido necessário para a regeneração é retirado dos reservatórios de ar comprimido dos circuitos de freio.

Importante: A pressão nos reservatórios de ar comprimido dos circuitos de freio é levemente reduzida pela regeneração. Isto não significa nenhuma falha de função ou vazamento.

Elevada disponibilidade de ar comprimido para o comando da caixa de mudanças e da embreagem

O sistema de proteção e sensoriamento do armazenamento de ar ocorrem separadamente dos outros consumidores secundários. Através de um reservatório de ar comprimido separado para a caixa de mudanças é garantida uma maior disponibilidade de ar comprimido para os processos de mudança de marcha e para o comando da embreagem.

#### Secagem de ar comprimido otimizada

Através do gerenciamento inteligente de regeneração ocorre uma secagem otimizada do ar. Uma regeneração pode, dependendo do estado de operação, também ocorrer com a ignição desligada.

#### Regime de desaceleração

Em um regime de desaceleração (descida de serra, por exemplo), a unidade eletrônica de processamento de ar (EAPU) muda para a fase de alimentação, mesmo que a pressão de comutação não tenha sido alcançada. Isto faz com que os reservatórios sejam carregados em condições favoráveis para a economia de combustível e consequente redução nos índices de emissões;

#### Capacidade de Diagnóstico

A EAPU está integrada à arquitetura do veículo através do CAN 1 (CAN do Exterior) e é diagnosticável. Podem ser acessados o número da unidade de controle, os valores reais, as ativações e a memória de falhas. A característica e o desempenho do compressor de ar (1.10) também são registrados e avaliados. A unidade eletrônica de processamento de ar (EAPU) se comunica na arquitetura eletrônica do veículo com os seguintes componentes:

#### Função



- Módulo de comando gateway central (CGW);
- Módulo de comando de controle do veículo (CPC5);
- Módulo de comando de gerenciamento do motor (MCM);
- Módulo de comando da caixa de mudanças (TCM);
- Módulo de comando do sistema eletrônico de freios (EBS);
- Módulo de comando da regulagem de nível (CLCS);
- Módulo de comando do painel de instrumentos (ICUC);
- Módulo de comando da alavanca do freio de estacionamento (ePBC) por meio do LIN-BUS;

#### Função

O compressor, acionado mecanicamente pelo motor, gera o ar comprimido. Este circula para resfriamento pela tubulação do compressor para resfriamento antes de alcançar a unidade eletrônica de processamento de ar (EAPU). O ar comprimido é filtrado e seco pelo cartucho de secagem de ar comprimido. Em seguida é realizada a distribuição para os circuitos de freio e para os consumidores secundários e quando equipado, para o circuito da suspensão pneumática. As pressões nos circuitos de ar comprimido são monitoradas pelos sensores de pressão e eventuais falhas são comunicadas ao motorista através do módulo de comando da tela do painel de instrumentos. Em caso de um circuito de ar comprimido com vazamento, a unidade eletrônica de processamento de ar (EAPU) protege os circuitos de ar comprimido ainda intactos contra o circuito defeituoso. A unidade eletrônica de processamento de ar (EAPU) comanda e regula todas as funções de forma correspondente às suas prescrições configuradas e com auxílio de informações disponibilizadas pelos sensores de pressão internos e pelos componentes interligados.

Se, devido a falhas, diversas informações não estiverem disponíveis, o módulo de comando da unidade eletrônica de processamento de ar (EAPU) adota um valor substituto estabelecido ou ainda o último valor vigente dependendo do tipo de falha. Através das saídas (21 até 24 e 26 até 27) o ar comprimido flui para os reservatórios e respectivamente para os diversos circuitos de ar comprimido do veículo.

Importante: Ajustes mecânicos na unidade eletrônica de processamento de ar (EAPU), não são permitidos por razões de responsabilidade do produto! Em caso de defeito, a unidade deve ser substituída.

Importante: A legislação de alguns países exige que seja realizada uma inspeção periódica no sistema de proteção dos circuitos pneumáticos do veículo.

Embora tal exigência não seja integralmente aplicada no mercado brasileiro, documentos disponíveis no WIS podem ser utilizados para guiar a execução de testes e comprovações com o intuito de direcionar a um diagnóstico preciso da EAPU.

Para descartar inferências errôneas ao testar a retenção de pressão na EAPU, a sequência dos procedimentos de teste deve ser sempre seguida

## 22.4 Sistema Eletrônico de Freios EBS (Electronic Brake System)

### Vantagens

A utilização do sistema EBS traz benefícios à fábrica, ao cliente e às oficinas:

- Sobre o ponto de vista da fábrica, existem menos componentes a serem instalados durante a montagem na linha de produção, mesmo quando comparados com o sistema BS2 utilizado nos Ônibus rodoviários Euro V.

A redução no número de componentes proporciona um reduzido custo com estoque e controle logístico; menos tempo na montagem do sistema e altaqualidade de produção devido à redução no número de variáveis e à menor quantidade de componentes instalados de forma incorreta. Além disso, serve de base para a aplicação de todos os demais sistemas de segurança disponíveis atualmente no âmbito de uma condução segura, tais como o ABA5 e o ESP;

Sob a óptica do cliente, o sistema é confiável e altamente seguro (em razão da redundância, dos rápidos tempos de resposta durante as frenagens e da longa experiência da MercedesBenz com a utilização do sistema); proporciona acionamentos confortáveis e precisos (em razão da eletrônica) e reduz o tempo de parada para manutenção, quer seja pelas possibilidades de diagnóstico, quer seja pelo controle de desgaste que permite manutenções programadas em intervalos maiores de quilometragem;

- Tendo em vista as oficinas, o sistema EBS proporciona a vantagem de ampliar as possibilidades de diagnóstico por meio de passos de testes pré-definidos no Equipamento de Diagnóstico, possuir uma arquitetura clara de funcionamento e apresentar métodos de reparação e de ajustes simplificados;

### Componentes do EBS

O sistema de freios EBS utiliza-se de diversos componentes que realizam uma variedade de tarefas, que têm por finalidade regular os procedimentos de frenagem. Os componentes do sistema de freios EBS estão relacionados a seguir. A utilização da literatura de serviço MercedesBenz pode complementar o seu entendimento acerca do conteúdo e auxiliá-lo na fixação de conhecimento

## 22.5 Transmissor do valor de frenagem

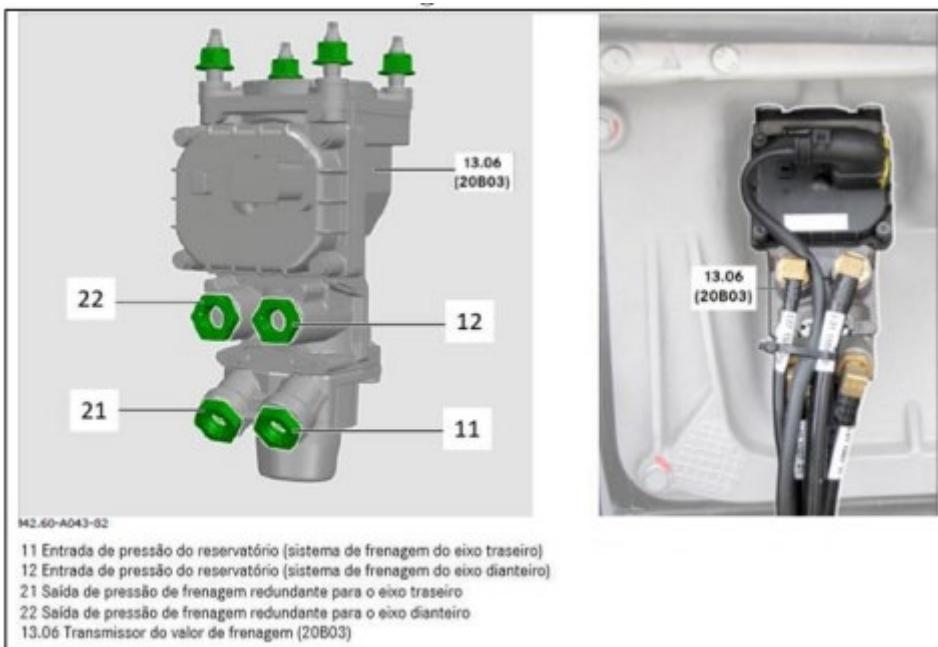
O transmissor do valor de frenagem (20B03) está instalado no lado do motorista, pelo lado externo do veículo, na parede frontal, região dos pedais. Assim como no sistema anterior BS2, o sensor do valor de frenagem é constituído de uma parte pneumática e de uma parte elétrica e possui as seguintes funções:

Captar a intenção de frenagem do motorista por meio do curso do pedal e conversão da intenção de frenagem em sinais elétricos para a unidade de controle EBS.

- Iniciar o acionamento das luzes de freio;
- Regular a pressão de frenagem redundante correspondente ao curso do pedal de freio, para

o eixo dianteiro, para o eixo traseiro e para a válvula de controle do reboque em caso de uma eventual falha eletrônica;

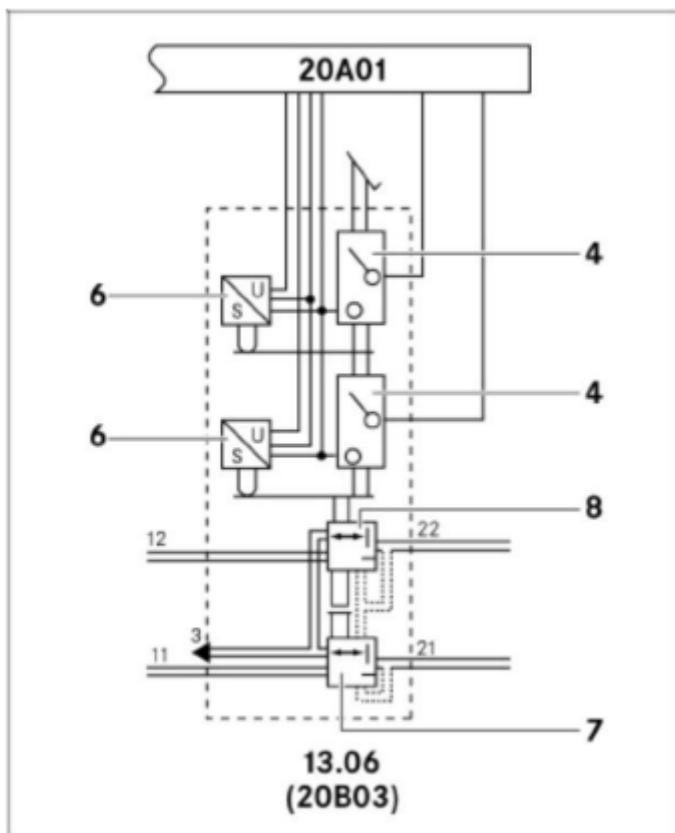




Novidade: As conexões pneumáticas agora estão dispostas de maneira diferente à qual estamos acostumados a ver até então, ou seja, agora as conexões 12 e 22 (círculo do freio dianteiro) estão posicionadas na parte superior da válvula e as conexões 11 e 21 (círculo do freio traseiro) estão agora posicionadas na parte inferior da válvula. Vejamos o porquê:

Participantes mais atentos e experientes podem se recordar que em válvulas anteriores, a disposição do circuito traseiro acima e do circuito dianteiro na parte inferior da válvula se faz relevante para garantir que sempre haverá uma pequena antecipação de frenagem no eixo traseiro (aproximadamente 0,2bar) com a intenção de manter a distribuição de frenagem equilibrada.

Tal informação é verdadeira, no entanto, no sistema de freios EBS esta antecipação é realizada de maneira eletrônica. Agora o transmissor do valor de frenagem, em caso de falha no sistema EBS (redundância) envia primeiramente pressão pneumática para o eixo dianteiro 22. O acionamento do circuito 21 para o eixo de tração ocorre mecanicamente com uma pequena defasagem de tempo e com uma redução de pressão de 1,5:1, tais diferenças de tempo e de pressão garantem uma frenagem estável e segura mesmo que o sistema apresente falhas eletrônicas.



3 Descarga de ar para a atmosfera (escape)

4 Interruptor da luz de freio

6 Sensor de curso do pedal de freio

7 Válvula relé com acionamento mecânico (círculo de frenagem do eixo traseiro)

8 Válvula relé com acionamento mecânico (círculo de frenagem do eixo dianteiro)

11 Entrada de pressão do reservatório (sistema de frenagem do eixo traseiro)

12 Entrada de pressão do reservatório (sistema de frenagem do eixo dianteiro)

21 Saída de pressão de frenagem redundante para o eixo traseiro

22 Saída de pressão de frenagem redundante para o eixo dianteiro e reboque

20A01 Módulo Eletrônico EBS

20B03 Sensor do valor de frenagem

Mais informações podem ser obtidas através do sistema de documentação técnica de oficina, o WIS.

Modulador do Eixo Dianteiro

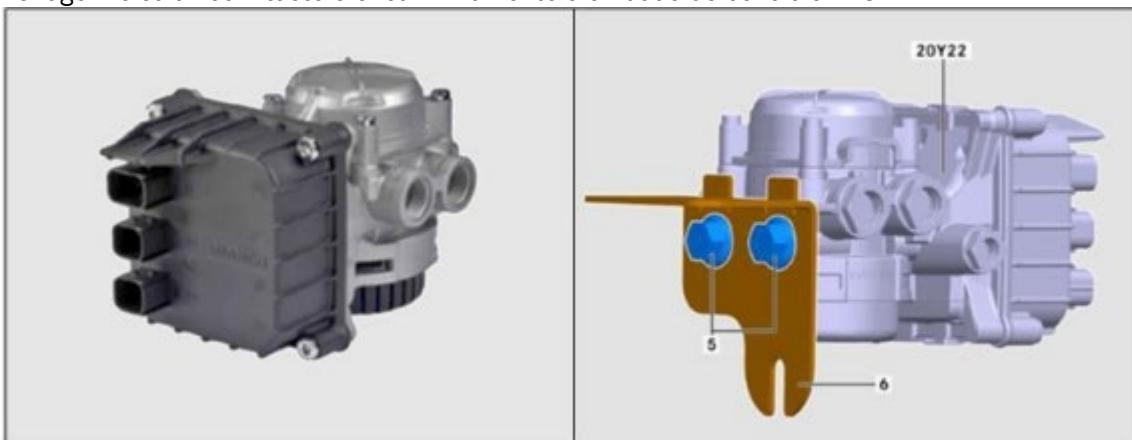
O modulador do eixo dianteiro (20Y22) está instalado, em um suporte da longarina transversal

do chassi. Assim como outros componentes do sistema de freios, o modulador do eixo dianteiro é constituído de uma parte pneumática e de uma parte elétrica e possui as seguintes funções:

- Registrar a pressão real do freio com a ajuda do sensor de pressão e compará-la com o valor pré-definido pela unidade de controle EBS (20A01), com o resultado correspondente, a eletrônica do modulador do eixo dianteiro (20Y22) pode realizar o processo de regulação;



- Retenção da pressão de frenagem redundante com o controle de frenagem eletrônico intacto.
- Isto significa que, diferente do que existia no sistema BS2, também não está instalada nenhuma válvula de redundância como um componente adicional;
- Registrar o valor atual da pressão de frenagem aplicada durante o processo de frenagem eletronicamente regulado;
- Realização de diagnósticos do sistema;
- Comunicação com a unidade de controle EBS através do CAN dos Freios;
- Captação dos sinais dos sensores de rotação nas rodas do eixo dianteiro com o controle de frenagem eletrônico intacto e encaminhamento à unidade de controle EBS



Modulador do Eixo Traseiro

Caso o veículo seja 4X2, terá apenas 1 modulador responsável pela frenagem do eixo de tração que é o 20Y23, já, se for um veículo 6X2 ou 8x2 além do modulador 20Y23, também terá mais um modulador para o eixo de arraste que será o modulador 20Y24. Portanto, ambos os lados do eixo traseiro possuem regulagens individuais de pressão.

Ao acionar o pedal de freio, o transmissor do valor de frenagem do EBS (20B03) mede o curso do pedal e o comunica à unidade de controle (20A01). A unidade de controle (20A01) transmite a desaceleração teórica necessária via bus CAN ao modulador do eixo de tração (20Y23) e ao modulador do eixo auxiliar (20Y24). O modulador do eixo (20Y23/20Y24) controlam a pressão de frenagem nos cilindros combinados do eixo de tração e nos cilindros de membrana do eixo de arraste. Os sensores de rotação transmitem aos moduladores do eixo um aviso de confirmação sobre o efeito de frenagem obtido e o resbalamento das rodas. Esta resposta é utilizada, em conjunto com a posição do pedal de freio, pela unidade de controle (20A01) e pelos moduladores dos eixos 20Y22, 20Y23/20Y24 e se converte em uma desaceleração teórica do veículo.

À exemplo de outros componentes do sistema de freios, os moduladores dos eixos são constituídos de uma parte pneumática e de uma parte elétrica e possuem as seguintes funções:

## 22.5 Transmissor do valor de frenagem

- Retenção da pressão de frenagem redundante com o controle de frenagem eletrônico intacto. Assim como no sistema BS2, a válvula de redundância está integrada ao modulador;
- Registrar o valor atual da pressão de frenagem aplicada durante o processo de frenagem eletronicamente regulado;
- Realização de diagnósticos do sistema;
- Comunicação com a unidade de controle EBS através do CAN dos Freios;
- Captação dos sinais dos sensores de rotação das rodas com o controle de frenagem eletrônico intacto e encaminhamento à unidade de controle EBS.

Informação 1: Não existe CAN de redundância entre o(s) modulador(es) do(s) eixo(s) traseiro(s) (20Y23/20Y24) e o modulador do eixo dianteiro (20Y22).



## Programa de estabilidade ESP

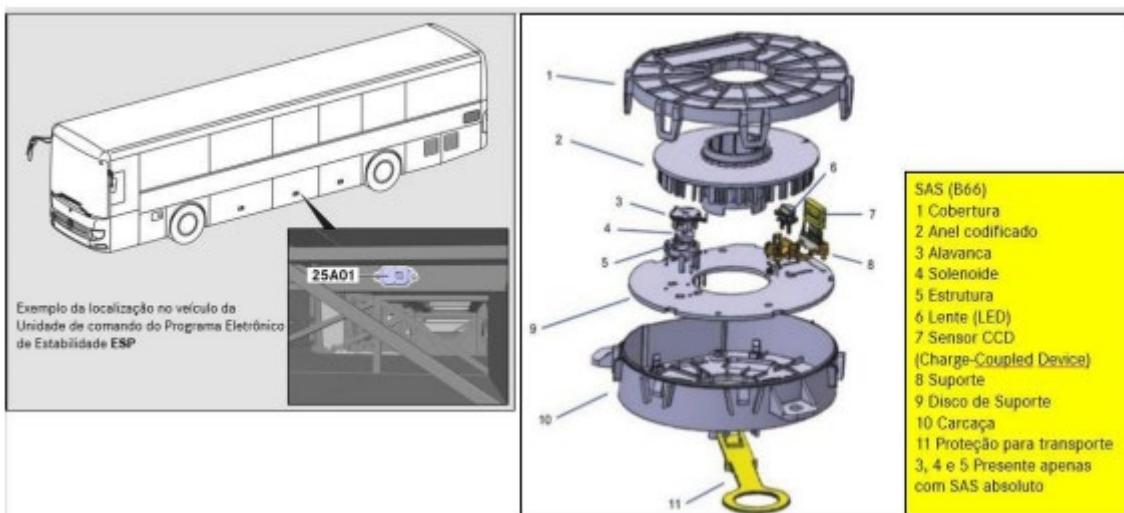
## Generalidades

Veículos que possuem ESP® são equipados adicionalmente com a unidade de controle ESP (25A01) instalada na travessa da longarina do chassi (local determinado pela fábrica e que não pode ser alterado), a qual inclui internamente um sensor de aceleração transversal (ou lateral) e um sensor de ângulo de giro sobre o próprio eixo vertical do veículo (também conhecido como sensor de guinada). Além da unidade de controle ESP, se faz necessária também a presença do sensor de ângulo do volante SAS (25B01) – Steering

Wheel Angle Sensor, instalado na coluna de direção. O ESP® é ativado apenas em velocidades acima de 20km/h e o sistema não é capaz de interferir

em marcha ré ou com falhas no sistema EBS.





O Programa Eletrônico de Estabilidade (ESP®) auxilia o condutor a manter o controle sobre o veículo em situações de marcha críticas, como podem ocorrer em um percurso com curvas ou em caso de manobras evasivas bruscas. Com uma intervenção concreta e exatamente dosificada no sistema de freios de serviço e uma redução no torque do motor se evita a derrapagem e se restabelece a estabilidade direcional do veículo. A eletrônica do ESP registra constantemente os movimentos do veículo e os compara em frações de segundo, com o ângulo de orientação do volante. Se o sistema detecta uma situação crítica, ocorre automaticamente uma intervenção no sistema de freios e no motor. São freadas determinadas rodas individualmente é reduzido o torque do motor para reestabelecer a direção de marcha correta. O ESP® proporciona um notável ganho de segurança em situações de condução extremas, como por exemplo manobras de direção bruscas ou em percursos com curvas. O ESP® é capaz de incrementar a estabilidade direcional em todas as situações de direção e um efeito secundário é o aumento do conforto de condução.

#### Unidade de controle ESP®

A unidade de controle do ESP está montada próximo ao centro gravidade do veículo.

#### Função:

A unidade de controle ESP (25A01) monitora permanentemente o comportamento de marcha do veículo e detecta estados de marcha nos quais se iniciam uma instabilidade. A unidade de controle ESP está equipada com potentes microprocessadores, um sensor do valor de giro do veículo ao redor do eixo vertical e um sensor de aceleração transversal. Aqui são introduzidos todos os valores reais procedentes dos sensores do veículo. Por sua vez, os processadores compararam o estado real do veículo com os valores permitidos teoricamente. Nos casos em que os valores reais se aproximam ou mesmo ultrapassam os valores teóricos máximos permitidos, uma intervenção ESP é solicitada através do CAN responsável à unidade de controle EBS que é a unidade quem determina em qual roda e com qual intensidade as ações de frenagem devem ocorrer, assim como é responsável por enviar as solicitações de redução no torque do motor à unidade de controle do veículo CPC5

#### Sensor de ângulo do volante SAS

Existem dois sensores diferentes de ângulo do volante (SAS):

## 22.5 Transmissor do valor de frenagem

- O SAS básico indica o ângulo relativo do volante;
- O SAS avançado indica o ângulo absoluto do volante.

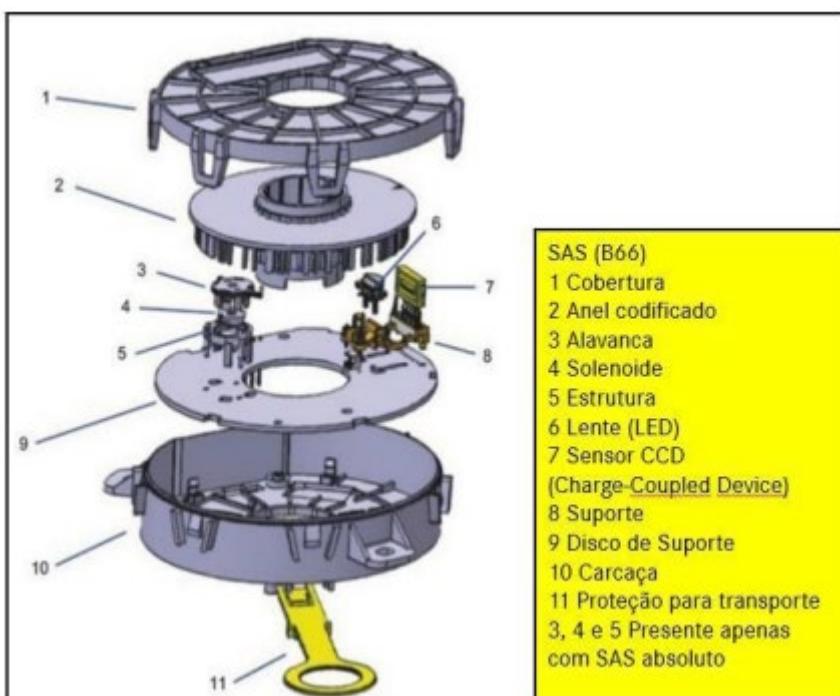
No que tange ao ângulo do volante e ao medidor de rotações, ambos os sensores se comportam de modo igual. O sensor relativo do ângulo do volante não foi, contudo, projetado para armazenar o último estágio de voltas do volante e providenciar a atualização da rotação do volante com tensão de alimentação (borne 15 desligado) desligada. Isso é necessário para o correto

## Sensor de ângulo do volante SAS

funcionamento das luzes de curva (caso o veículo seja equipado com essa função) pois a posição correta do volante de direção precisa ser armazenada com a "Ignição DESLIGADA".

## Funcionamento:

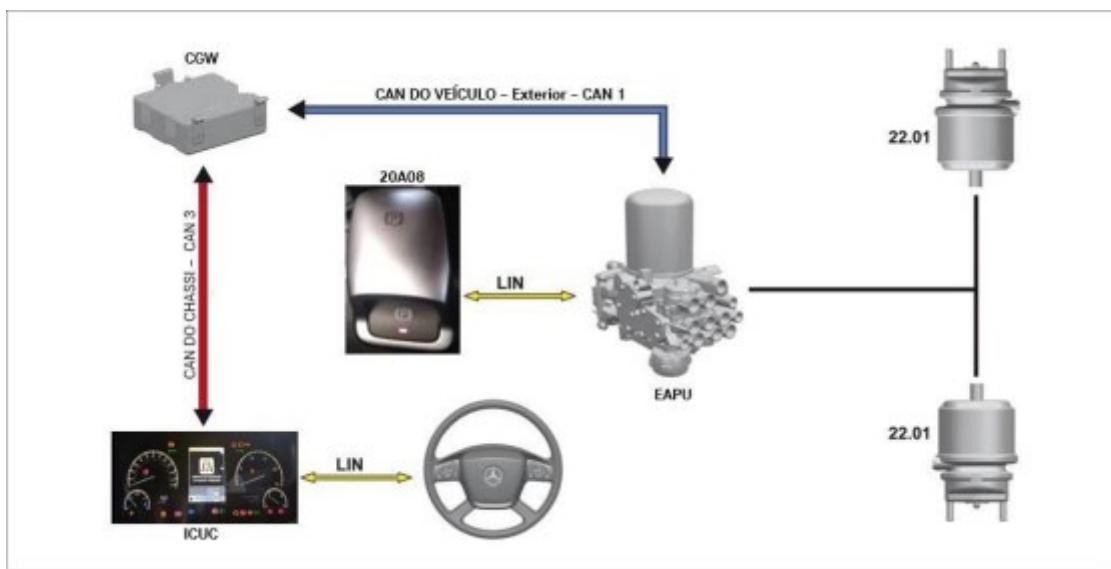
Quando o volante de direção é girado, o anel codificado (2) gira ao mesmo tempo. As partes de cobertura e os vãos movem-se entre a lente (6) e o sensor CCD (7). Uma luz de LED na lente (6) ilumina o sensor CCD (7), e tal luz é interrompida pelas partes de cobertura e vãos do anel codificado. As partes de cobertura e os vãos possuem tamanhos diferentes, o que permite ao sensor CCD detectar o ângulo atual do volante de direção (princípio de um código de barras). Um contador interno também conta as voltas completas do volante.



Assim que o barramento CAN é “despertado”, o sensor de ângulo do volante recebe um comando da unidade de controle CGW para executar um autoteste. Se este estiver livre de falhas, o sensor de ângulo do volante fornece o valor do ângulo atual em mensagens através CAN 3 CAN do Chassi a cada 10 ms, com uma precisão de 0,2°. Adicionalmente, um medidor interna conta as voltas completas do volante (superiores a 360°).



## Freio de Estacionamento EPB



### 22.01 Cilindro de freio combinado

(CGW) Módulo de comando do gateway central

(EAPU) Unidade Eletrônica de Processamento do Ar Comprimido

(ICUC) Painel de instrumentos

(20A08) Módulo de comando da alavanca do freio de estacionamento

CAN 1 CAN do Exterior.

CAN 3 CAN do Chassi.

LIN

#### Generalidades

O freio de estacionamento eletrônico é um novo sistema de controle, que substitui a tradicional válvula pneumática do freio de estacionamento no interior da cabine. O freio de estacionamento eletrônico é agora ativado através do módulo de comando 20A08 que por sua vez se comunica com Unidade Eletrônica de Processamento do Ar Comprimido (EAPU) por meio de comunicação LIN. Válvulas eletromagnéticas integradas à EAPU aumentam ou diminuem a pressão de ar nos circuitos do freio de estacionamento sem que para isso sejam necessárias válvulas pneumáticas externas.

Quando comparado ao sistema anterior, o freio de estacionamento eletrônico apresenta as seguintes vantagens:

- Comando simplificado através da combinação de alavanca e interruptor;
- Eliminação das respectivas tubulações de ar comprimido no interior da cabine;
- Possibilidade da integração de novas funções, como por exemplo, ativação e liberação automáticos do freio de estacionamento;

Funções:

As seguintes funções podem agora ser ativadas pelo sistema:

## 22.5 Transmissor do valor de frenagem

- Liberação e travamento manual do freio de estacionamento;
- Liberação e travamento automático do freio de estacionamento;
- Frenagem auxiliar;
- Modo de oficina.

## Liberação e travamento manual do freio de estacionamento

A liberação manual do freio de estacionamento ocorre quando o motorista aciona primeiro o pedal do freio de serviço e em seguida pressiona a tecla "P" no módulo de comando da alavanca do freio de estacionamento até que o LED da tecla se apague. O travamento manual do freio de estacionamento ocorre quando o motorista puxa a alavanca do módulo de comando da lavanca do freio de estacionamento até o limite máximo ou quando a tecla "P" é pressionada e o LED se acende.

Importante: O freio de estacionamento é travado apenas quando a velocidade do veículo for inferior a 5 km/h.

## Liberação automática do freio de estacionamento

O freio de estacionamento é liberado automaticamente ao acionar o pedal do acelerador se as condições abaixo forem todas atendidas:

- Ignição ligada;
- Motor em funcionamento;
- Alavanca seletora de marchas na posição "D" ou "R";
- Ausência de mensagem de erro no display, como por exemplo, pressão do freio de estacionamento baixa.

## Acionamento automático do freio de estacionamento

O freio de estacionamento será acionado automaticamente quando o veículo estiver parado e uma das seguintes condições ocorrer:

- Ignição desligada ou;
- Porta do motorista aberta (a ativação desta função depende do encarroçador)

Dica de Diagnóstico 1: em caso de redundância do freio de serviço, não haverá o sinal correspondente do transmissor do valor de frenagem de que o pedal de freio de serviço foi acionado, não permitindo então que ocorra a liberação manual do freio de estacionamento. Neste caso, a liberação automática descrita no capítulo 7.2.2 ocorrerá normalmente.

Dica de Diagnóstico 2: Em uma eventual falha do sistema de comunicação LIN entre a alavanca do freio de estacionamento e a EAPU o sistema reagirá das seguintes maneiras:

■ Veículo em movimento: o freio de estacionamento será aplicado automaticamente nos termos do capítulo 7.2.3 quando o veículo for parado e a ignição desligada. Portanto, não será acionado involuntariamente com o veículo em movimento, porém a função de emergência



da alavanca não estará disponível;

¶ Veículo estacionado e freio de estacionamento aplicado: a liberação automática do freio de estacionamento descrita no capítulo 7.2.2 não irá ocorrer. Sendo assim, o veículo permanecerá imobilizado até que a falha seja solucionada;

#### Modo de Oficina

O sistema pode ser colocado em um modo especial nomeado modo de oficina. Neste modo, todos os sistemas de acionamento e de liberação automáticos descritos anteriormente são desativados. Sendo assim, o modo de oficina deve ser utilizado durante todos os trabalhos de manutenção ou de reparo que envolvam a remoção das rodas por questões de segurança.

Para ativar o modo de oficina basta pressionar a tecla "P" e desligar a ignição simultaneamente. Estando ativado, na próxima vez que a ignição for ligada uma indicação será exibida na tela do painel de instrumentos.

O modo de oficina poderá ser desativado pelo XENTRY Diagnoses ou de maneira automática quando o veículo ultrapassar a velocidade de 30 km/h.

Importante: A ativação do modo de oficina é de fundamental importância para a SEGURANÇA do técnico que estiver trabalhando no veículo. Não deixe de alertar todos os seus colegas de trabalho! Converse com seu superior imediato e verifiquem a possibilidade de implementar processos seguros para esta operação.

Quando a pressão no cilindro combinado (medida pelo sensor interno de pressão na EAPU) for inferior a 6,5 bar, a luz indicadora do freio de estacionamento se acenderá na tela do painel de instrumentos.

## 23. Regulador automático de freio

### 23.1 Regulador Automático do Freio Pneumático

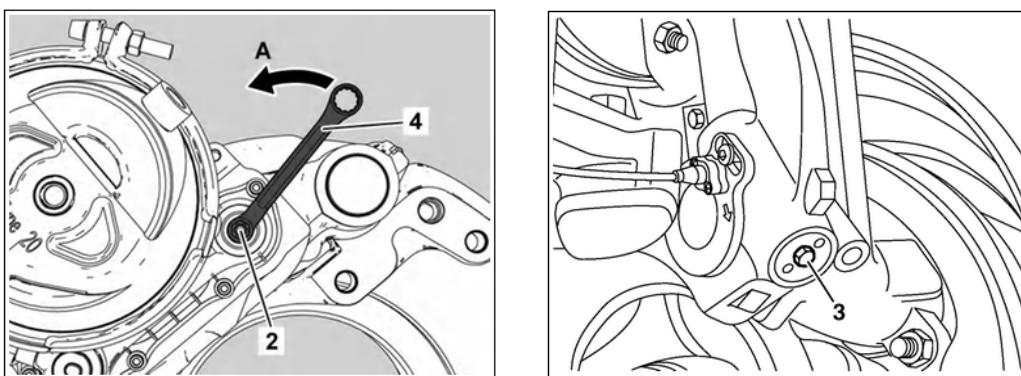
Os ajustadores automáticos de freio mantém a folga entre as guarnições (lonas) de freio dentro de valores previamente fixados. Este sistema requer apenas uma regulagem inicial por ocasião da substituição das guarnições (lonas) das sapatas de freio.

Após a troca de lonas e montado o tambor de freio, gira-se o sextavado do ajustador automático de freio no sentido horário até que as lonas se encostem ao tambor de freio.

Abrir a folga entre as lonas e o tambor, girando novamente o sextavado de  $\frac{3}{4}$  a 1 volta no sentido horário. Este é um pré-ajuste da folga. Em seguida fazer algumas aplicações de freio antes de liberar o veículo.

Nestas aplicações de freio, o ajustador automático de freio fará o ajuste da folga para o valor especificado.

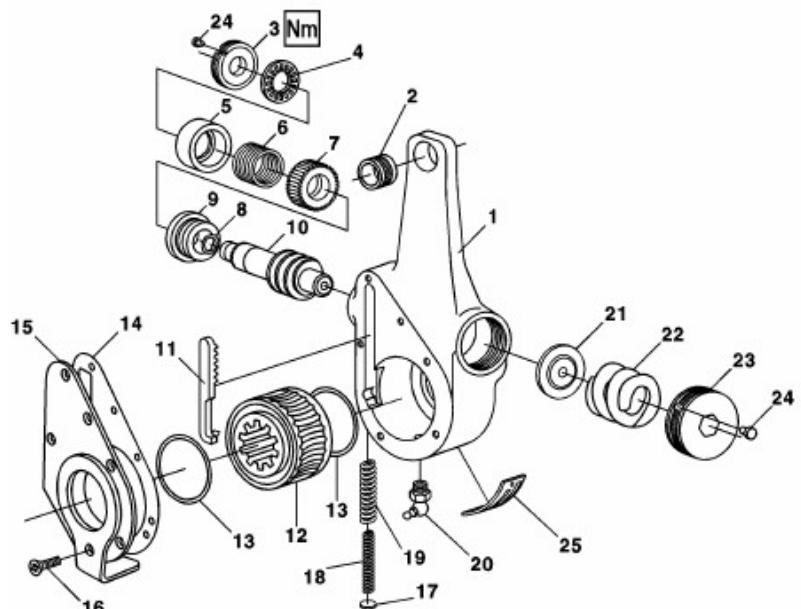
Veículos equipados com ajustadores mecânicos onde o freio é muito solicitado, requerem regulagem e verificação das espessuras das lonas em intervalos mais freqüentes que os indicados nos planos de manutenção. É importante observar que a regulagem do freio das rodas deve ser efetuada somente com os tambores de freio em temperatura ambiente. Antes de regular o freio verificar o desgaste das guarnições (lonas) das sapatas de freio.



## 23.2 Ajustar a pressão da válvula de segurança Wabco

**Regulador automático Haldex**

1. Carcaça
2. Bucha
3. Tampa rosada dianteira
4. Rolamento axial de agulhas
5. Anel de acoplamento
6. Mola de bloqueio
7. Engrenagem
8. Anel de vedação
9. Mancal
10. Sem-fim
11. Cremalheira
12. Coroa
13. Anel de vedação
14. Junta
15. Unidade de comando
16. Parafusos
17. Tampa expansiva
18. Mola
19. Mola
20. Graxeira
21. Arruela de encosto
22. Mola helicoidal
23. Tampa rosada traseira
24. Rebite
25. Placa de identificação



B42.15-0005-06

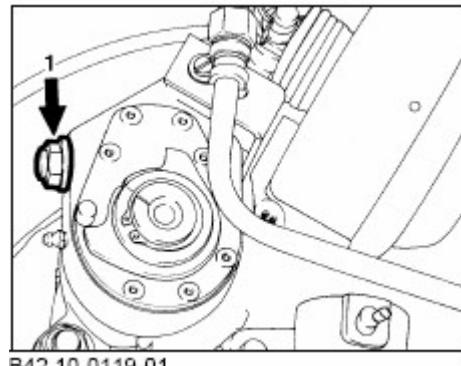
Reparar o regulador automático de  
freio

8.3

**23.2 Ajustar a pressão da válvula de segurança Wabco**

Efetuar o ajuste na bancada de teste.

1. Pressurizar o sistema.
2. Apertar o parafuso (33).
3. Remover a arruela de retenção (10) e o protetor de borracha (9).
4. Ajustar a pressão da válvula de segurança movimentando comum alicate de pontas o guia da mola (8) até que ocorra a descarga pela válvula com a pressão determinada.
5. Ajustar a pressão de descarga do regulador soltando o parafuso (33).
6. Instalar a arruela de retenção (10) e o protetor de borracha (9).

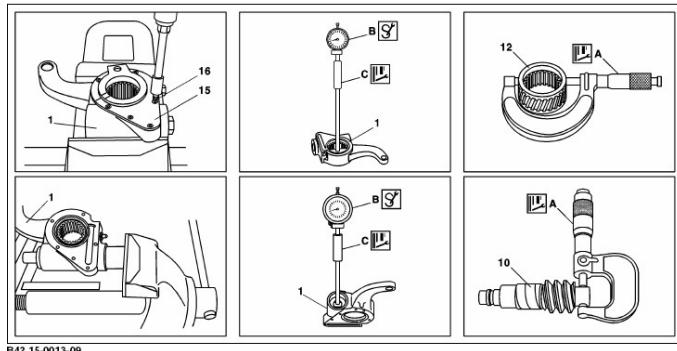


B42.10-0119-01

Testar o funcionamento e regular a válvula de segurança. Acionar a válvula FN1 até o manômetro 1 atingir 14,5 bar. Soltar lentamente o acento da mola (porca com 4 furos) da válvula de segurança, até liberar o ar contido no secador. Desativar a válvula FN1 até os manômetros 1 e 3 tingirem 0 (zero) bar e o manômetro 4 atingir a 4,5 bar (redução máxima depressão 3 bar).

Abrir a torneira 4 até o manômetro 4 atingir 0(zero) bar e fechá-la. Caso a pressão do manômetro 4 estabelecer uma diminuição de pressão maior que 3 bar, verificar o anel de vedação da válvula de retenção (pórtico 21 do secador de ar), o diafragma e a válvula do parafuso de reguem do regulador de pressão e sujeira nas áreas de vedação do corpo e movimentação dos êmbolos.

### 23.3 Desmontar



- 1 Soltar os parafusos (16) de fixação da unidade de comando (15) e removê-la
- 2 Remover a cremalheira (11) comprimindo as molas (18) e (19)
- 3 Remover a tampa expansiva (17) e extrair as molas (18) e (19)
- 4 Remover a tampa rosada traseira (23), a mola helicoidal (22) e a arruela de encosto (21)
- 5 Remover a tampa rosada dianteira (3) e o rolamento de agulhas (4)
- 6 Soltar o acoplamento unidirecional (5),(6) e (7) e deslocar o mancal (9), retirando o sem fim (10)
- 7 Remover a coroa (12) e os anéis de vedação (13)

#### Diâmetro máximo do alojamento da carcaça do regulador automático

Para a coroa	62,20 mm
Para o sem fim	16,15 mm
Diâmetro mínimo da coroa do regulador automático	61,87 mm
Diâmetro mínimo do sem fim, lado de apoio na carcaça	15,90 mm

### 23.4 Valores de regulagem do secador de ar e regulador de pressão

Pressão do circuito de alimentação da bancada de teste Wabco/Knorr 15 bar

Pressão aplicada no pôrtico 1 para teste de estanqueidade Wabco/Knorr 10 / 12 bar

#### Regulador de pressão com APU de abertura 10 bar Wabco/Knorr

Pressão de abertura	9,8 – 10,2 bar
Pressão de fechamento	8,7 – 9,3 bar
Pressão máxima de serviço	13 bar
Pressão de abertura da válvula de segurança	14,5 – 17,0 bar
Vazamento admissível	menor ou igual a 10 cm <sup>3</sup> /min

#### Regulador de pressão com APU de abertura 12 bar Wabco/Knorr

Pressão de abertura	11,7 a 12,5 bar
Pressão de fechamento	10,2 a 10,8 bar
Pressão máxima de serviço	15 bar
Pressão de abertura da válvula de segurança	14,0 – 18,0 bar
Vazamento admissível	menor ou igual a 10 cm <sup>3</sup> /min



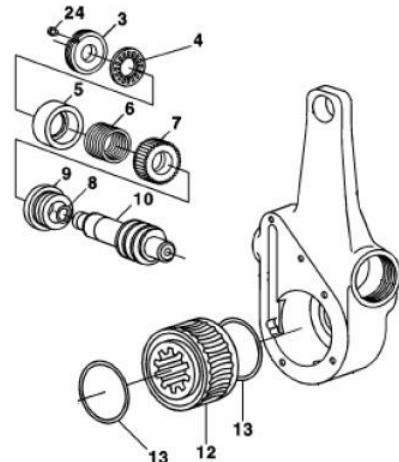
## 23.5 Valores para regular as válvulas protetoras e limitadora

**23.5 Valores para regular as válvulas protetoras e limitadora**

Pressão no circuito de alimentação da bancada	11,8 – 12,2 bar
Pressão durante teste de estanqueidade	10,0 bar
Pressão de abertura Wabco/Knorr circuito 21 e 22	8,7 – 9,0 bar
Pressão de abertura Wabco / Knorr circuito 23,24,25 e 26	7,2 – 7,5 bar
Limitadora de pressão Wabco/Knorr 23, 24,25 e 26	8,1 – 8,5 bar
Pressão de fechamento estático (sem compensação de perdas e “0” bar no circuito defeituoso)	
Wabco / Knorr 21 e 22	7,0 bar
Wabco 23, 24, 25 e 26	4,5 bar
Knorr 23, 24, 25 e 26	5,5 bar
Pressão de abertura da válvula de segurança ligada entre os circuitos 21 e 23 daprotetora	4,5 bar

**23.6 Montar**

- Substituir as peças pertencentes ao jogo de reparo.
- Montar a coroa (12) juntamente com os anéis de vedação (13) na carcaça (1)
- A coroa (12) deve ser montada com o colar orientado para cima.
- Montar o sem-fim (10) devidamente lubrificado na carcaça (1), comprovar o seu livre movimento, girando-o até que a coroa (12) tenha dado uma volta completa
- Prensar o mancal até que a sua aba encoste na carcaça.
- Montar o conjunto de peças do acoplamento unidirecional (5), (6) e (7) devidamente lubrificadas na carcaça (1)
- Exercer pressão até que as peças do conjunto se encaixem.
- Instalar o anel de vedação (8) na ranhura do sem-fim (10) e após fixar com graxa o rolamento axial de agulhas (4) na tampa rosada (3), a instalar na carcaça (1)
- Utilizando o ferramental especial, aplicar na tampa rosada (3) o torque prescrito, comprovar a livre movimentação do sem-fim (10).



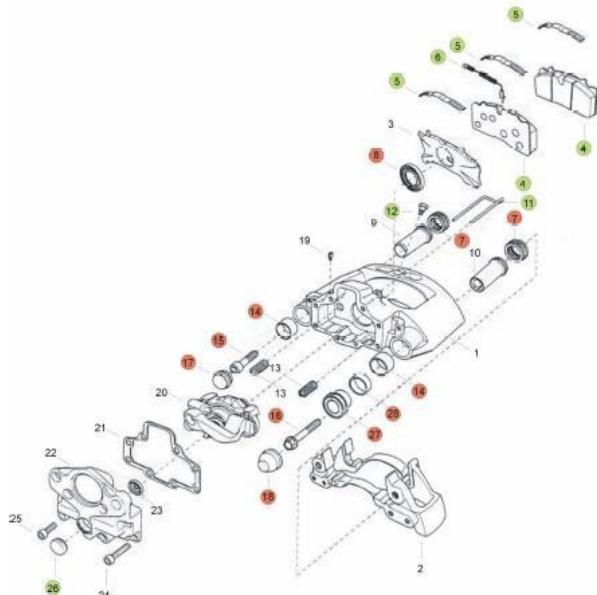
Tampa rosada dianteira do regulador automático	Nm	50
Graxa conforme DBL 6804 – Classe 267.0		

## 24. Freio a Disco

### 24.1 Funcionamento e Manutenção



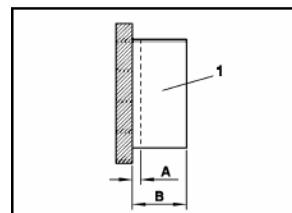
### 24.2 Vista explodida



#### Verificar as espessuras das pastilhas e o estado dos discos de freio

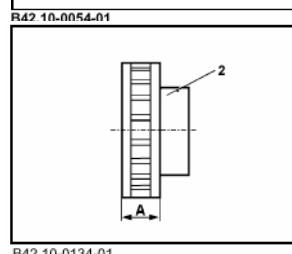
1 - Pastilha do freio

A - Espessura mínima do revestimento da pastilha 2,0 mm  
B - Espessura original do revestimento da pastilha 19,0 mm



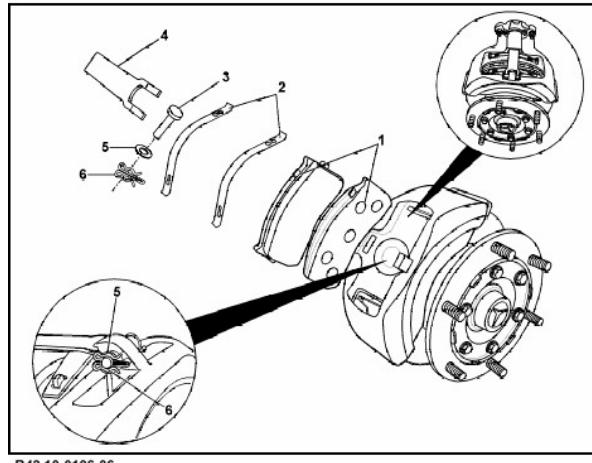
2 - Disco de freio

A - Espessura do disco de freio novo 35,00 mm  
Espessura do disco de freio mínimo aceitável 28,00 mm  
Diâmetro externo do disco 335,00 mm



## 24.3 Remover, verificar e instalar as pastilhas de freio

- 1 Pastilhas de freio
- 2 Molas de fixação das pastilhas de freio
- 3 Pino- trava
- 4 Chapa- trava
- 5 Arruela lisa
- 6 Contrapino



Soltar o contrapino (6) e remover a arruela lisa (5) e o pino- trava (3). a Remover o contrapino com cuidado pois a chapa trava (4) está tensionada contra as molas de fixação (2).

Remover as pastilhas de freio (1). Remover das pastilhas de freio (1) as molas de fixação (2).

As pastilhas de freio devem ser substituídas sempre que as guarnições apresentem as seguintes condições:

- Atingirem a espessura mínima especificada devido a desgaste e indicada pelos sensores.
- Houver desgaste desigual.
- Estiverem contaminadas com óleos, graxa ou líquido de freio.

Sempre que for necessário substituir as pastilhas devido a uma das causas acima mencionadas, instalar as mesmas em conjuntos completos formado por quatro peças.

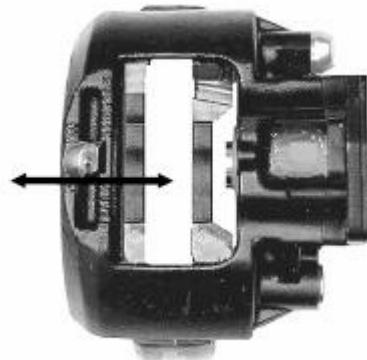
Se for necessário remover pastilhas para depois reinstala-las, as mesmas devem ser identificadas quanto ao seu local de montagem para que ocupem a mesma posição no ato da instalação.

- Limpe e elimine todos os vestígios de oxidação, nas faces de encosto nas pastilhas de freio e na guia da placa de pressão intermediária. Cuidado para não danificar os guarda-pós
- Deslize a pinça de freios na direção do cilindro (seta), para examinar as polainas 5 e 10, os pinos de guia 8 e 9 e o parafuso de regulagem 21, quanto a desgaste e a avarias (fig. 14).

24.4 Substitua todos os guarda-pó defeituosos.

#### 24.4 Substitua todos os guarda-pó defeituosos.

- Deslize a pinça de freio ao longo de todo seu curso sobre os pinos guias e verifique a livre movimentação da mesma (fig. 15). Se o deslocamento for difícil, substitua os embuchamentos e os guarda-pó dos pinos guia.



- Impeça a rotação do parafuso de regulagem, mantendo uma chave de fenda encaixada na fenda (seta), durante o teste e enquanto gira o elemento hexagonal 22 do mecanismo de regulagem (fig. 16)
- Avance o dispositivo de regulagem 22, na direção do disco de freio, girando o elemento hexagonal do mecanismo no sentido anti-horário, com uma chave estrela 8 mm, verificando a facilidade da movimentação.
- Depois de verificar o funcionamento do mecanismo de regulagem, retorne totalmente o parafuso girando o elemento hexagonal no sentido horário.

Obs.: O torque exigido para retornar o parafuso de regulagem se a maior que aquele que foi exigido para avançar o parafuso em direção ao disco.



##### Cuidado

Não sobrecarregue o elemento hexagonal 22 do mecanismo de regulagem. Não use uma chave fixa. Depois de encaixar a chave estrela na porca de regulagem, certifique-se de que há espaço suficiente para que o elemento hexagonal possa ser girado durante a verificação do funcionamento do mecanismo!

- Acione o freio ligeiramente algumas vezes e verifique se o mecanismo de regulagem se ajusta automaticamente. A chave irá girar cada vez que o freio for acionado.

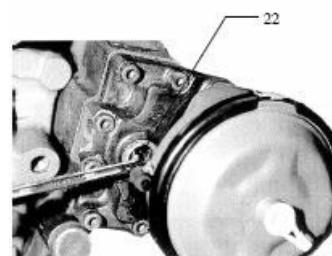


Figura 16

Figura 17



## 24.5 Inspeção das condições do disco de freios

**24.5 Inspeção das condições do disco de freios**

Examine os discos de freios quanto a rachaduras, às condições das superfícies de atrito e ao limite máximo de desgastes.

A = Fissura = permitível

B = Trincas radiais de 0,5 mm (largura e profundidade) no máximo = permitível.

C = Desnívelamento inferior a 1,5 mm = permitível

D = Trincas atravessando a área de atrito = não permitível  
A = Superfície de atrito

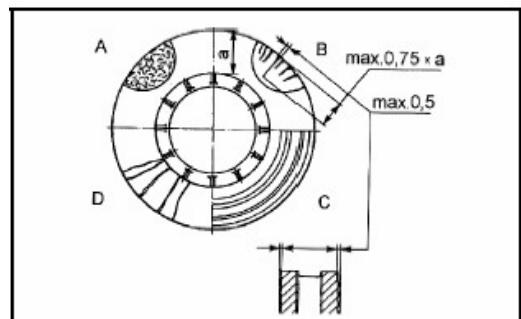


Figura 18

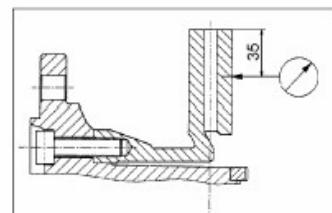


Figura 19

Verificação do empenamento do disco de freio:

Monte um relógio comparador na carcaça do freio.

Com o disco instalado, meça o empenamento girando o cubo de roda conforme ilustrado na figura 19. O limite de empenamento é de 0,15 mm

Se o empenamento ultrapassar o limite, retifique /ou substitua o disco de freio.

**24.6 Instalar as pastilhas de freio**

- Deslize a pinça de freio para o lado, até que haja espaço suficiente, entre o lado de acionamento e o disco, para inserir as pastilhas de freios.
- Insira a placa de pressão intermediaria 19 na pinça defreio e encaixa no rasgo do parafuso de regulagem 21 (fig. 20)

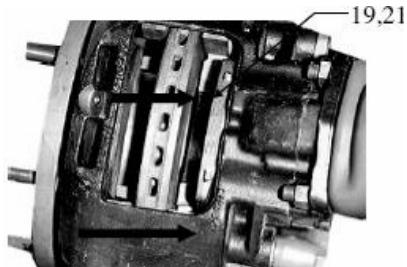


Figura 20



### Cuidado

A placa de pressão intermediaria deverá aceitar entre as superfícies de encosto do suporte, com o pino da placa encaixada na fenda do parafuso de regulagem. De outra forma, seria prejudicado o funcionamento do mecanismo de regulagem! Para obter-se o alinhamento garantido, no entanto que o guarda-pó não fique torcido!

- Insira a nova pastilha de freio 36 com o novo sensor de desgaste e a nova mola retentora 37, no lado de acionamento (fig. 21)
- Deslize a pinça de freio na direção da roda, até que a pastilha de freio entre em contato com o disco de freio.

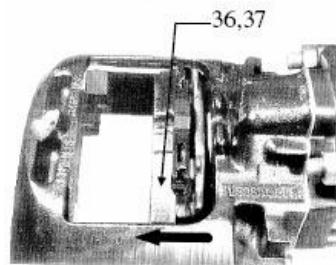


Figura 21

## 24.6 Instalar as pastilhas de freio

- Inserir a nova pastilha de freio 35 com o novo sensor de desgaste e a nova mola retentora 37, no lado da roda (fig. 22).
- Encoste as duas pastilhas no disco de freio, girando o elemento hexagonal da porca de regulagem 22, estabeleça a folga girando  $\frac{1}{4}$  de volta a porca do mecanismo de regulagem (fig. 22).

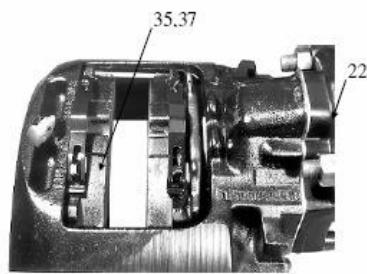


Figura 22

Obs.: O elemento hexagonal deverá ser girado no sentido anti-horário, para encostar napastilha de freio no disco. Não instale o arco retentor das pastilhas, antes de regular a folga.

- Coloque a nova mola retentora 37 na placa de pressão intermediaria 19 (fig.23)
- Insira o novo arco retentor das pastilhas de freio, pressionando-o de forma que o ressalto das molas se encaixe no arco.

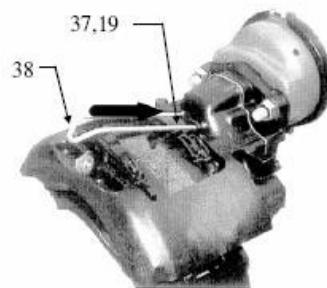


Figura 23

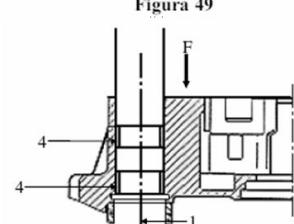
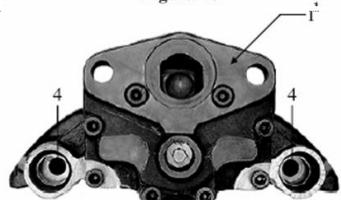
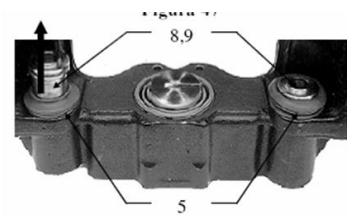
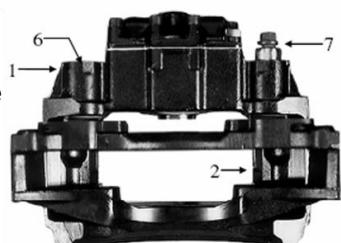
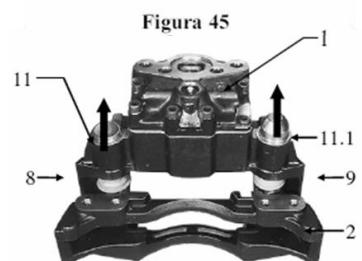
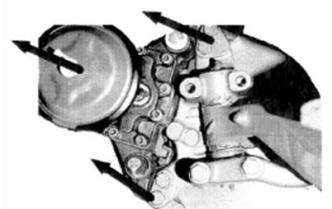


## 24.7 Substituição dos guarda-pós e buchas dos pinos guia

- Retire as pastilhas de freio
- Retire o cilindro da pinça de freio, soltando as porcas do cilindro com a chave estrela 24 mm (fig.45).
- Desmonte a pinça juntamente com o suporte, retirando-as do eixo com chave estrela 17 mm (fig.45).
- Para desmontar a pinça de freio 1 do suporte 2, retire os tampões 11 e 11.1 utilizando uma chave de fenda (fig.46)
- Solte o parafuso sextavado 6 e 7 com chave 14 e 17 respectivamente, separando a pinça 1 do suporte de freio 2 (fig.47).
- Retire os pinos 8 e 9 da pinça de freio e retire os guarda-pó 5 do canal de alojamento (fig.48)
- Meça o diâmetro das buchas 4.

Observação: Substitua todas as buchas, mesmo que apenas uma delas apresente diâmetro.

- Apoie a pinça de freio sobre uma superfície rígida, com a abertura voltada para cima, para sacar as buchas (fig. 50)
- Retire todas as buchas (4) dos alojamentos, utilizando ferramenta adequada (fig.50)
- Limpe os alojamentos das buchas.



## 24.7 Substituição dos guarda-pós e buchas dos pinos guia

- Monte a bucha até que a face da ferramenta enoste na superfície da pinça de freio, ( $L=28,5 - 0,6$  mm) fig. 51 (pinocurto e longo).
- Encaixe as buchas e os espaços intermediários.
- Aplique Loctite 5910 durante a montagem do anel, bucha,tampa no alojamento do guia longo existente na pinça de freio (Ver vista explodida fig. 18,27 e 28)
- Aplique graxa na parte inferior dos guarda-pós (5) e montá-los nos canais existentes na pinça de freio. (1). Fig.54

Atenção: Certifique que os guarda-pós estejam bemassentados e sem nenhuma deformação quando montados na pinça de freio.

- Aplique graxa na superfície deslizante dos pinos guiascurto (8) e longo (9). Fig.55.
- Insira os pinos guia (8) e (9) na pinça de freio (1). Até queos mesmos encaixem nos guarda-pós (5).

Atenção: O pino guia longo (9) está localizado na entrada do disco de freio. O outro pino guia curto (8) está localizado na saída do freio. As extremidades dos pinos guias e suporte de freio (2) devem estar limpas esem graxa.

- Coloque o suporte (2) na pinça de freio (1), encaixando os pinos guia (8,9) nos canais existentes no suporte (2). Fig. 56
- Monte os novos parafusos (6 e 7) nos pinos guia curto (8)e longo (9) na pinça de freio (1). Fig.56
- Rosqueie os parafusos no suporte de freio, usando chave 14 e 17 mm com o torque de 340 Nm.

Atenção: Certifique-se que os guarda-pós não sejam danificados durante a montagem. Monte primeiro o parafuso do pino guia longo (9), e depois o parafuso do pino curto (6). Se os pinos guias (8,9) montados no suporte (2) estiverem frouxos, use novos parafusos. (6 e7).

- Montar as tampas (1 e 12) na pinça de freio (1). Fig. 57

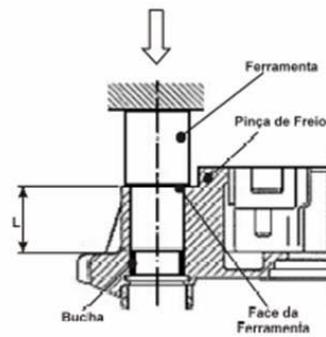


Figura 51

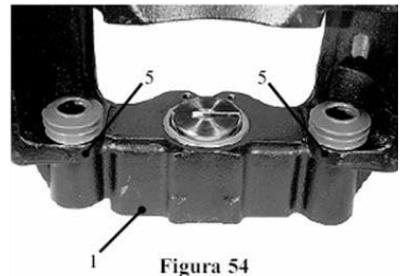


Figura 54

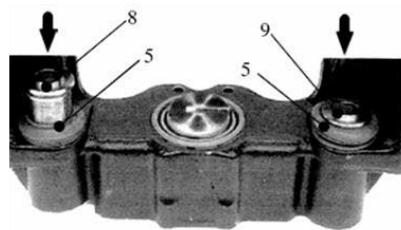


Figura 55

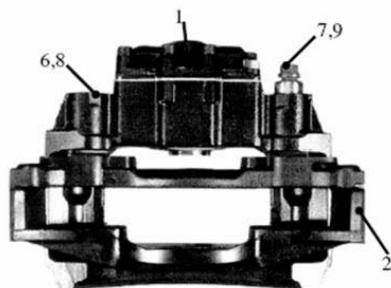


Figura 56

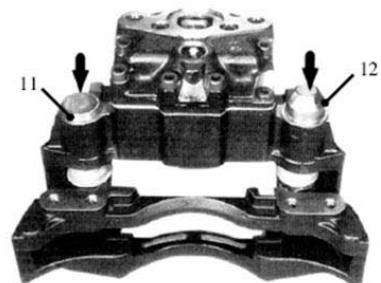


Figura 57

## 24.7 Substituição dos guarda-pós e buchas dos pinos guia

**Atenção: Não se esqueça que depois de montar a tampa (11) no freio a disco (3 buchas), aplicar Loctite 5910 na região interna da tampa (12) e montar a mesma na pinça de freio (1) já com bucha e anel. Fig.57**

**Abra o guarda-pó (5) montado nos canais dos guias curto e longo para tirar a diferença de pressão existente.**

- Movimente a pinça de freio algumas vezes para frente e para traz, sobre os pinos guia (8) e (9). Verificar a livre movimentação da pinça (Fig.57a)
- Monte o freio sobre o disco de freio solidário com o eixo. Aperte os parafusos sextavados com o torque específico.
- Instale as pastilhas de freios e regule a folga.
- Antes de reinstalar o cilindro de freio, limpe a flange de montagem na pinça de freio e lubrifique o encaixacôncavo (seta) existente na alavanca de freio (Fig. 59)
- Reinstale o cilindro e aperte com o torque de 160Nm.

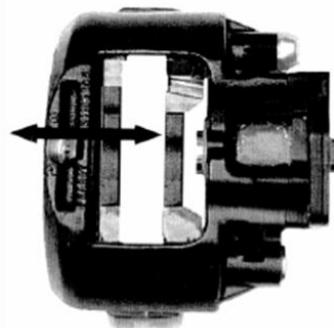


Figura 57a

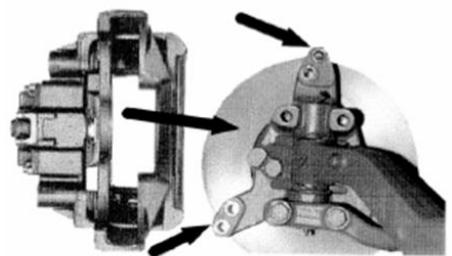


Figura 58

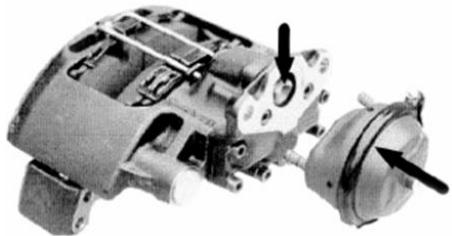


Figura 59

**Cuidado: depois de instalar o cilindro na posição correta, certifique-se de que os furos de respiro inferior, voltados para baixo, estão abertos! Todos os outros furos deverão estar fechados.**

## 24.8 Substituição dos guarda-pós do parafuso de regulagem

- Remova as pastilhas e empurre manualmente a pinça de freio para o lado de acionamento.
- Retire o guarda-pó (10) para fora do canal de alojamento do parafuso de regulagem (21) Fig.62.
- Retire o guarda-pó do alojamento existente na pinça de freio, usando uma chave de fenda.
- Examine a rosca do parafuso de regulagem.

**Observação:** Reinstale temporariamente a pastilha do lado da roda, de forma que o parafuso de regulagem não possa ser desrosqueado totalmente do mecanismo de regulagem. Retire a pastilha de freio depois de examinar a rosca do parafuso.

- Evite que o parafuso de regulagem gire. Desenrosque o parafuso de regulagem aproximadamente 30 mm, girando o elemento hexagonal no sentido anti-horário, com uma chaveestrela de 8 mm (fig.63).
- Examine a rosca quanto a corrosão e avarias, enquanto desenrosca o parafuso. Se houver avarias, substituir o mecanismo de regulagem.
- Depois do exame, lubrifique a rosca e rosqueie parcialmente o parafuso de regulagem, no sentido horário.
- Limpe o alojamento do guarda-pó (10) (seta) existente na pinça de freio, ilustrada sem o parafuso de regulagem na figura ao lado.
- Encaixe o novo guarda-pó (10) sobre o parafuso de regulagem. Centralize a ferramenta de instalação sobre o guarda-pó (10) e pressione o mesmo para dentro do alojamento existente na pinça de freio.
- Encaixe o guarda-pó (10) no canal de alojamento correspondente no parafuso de regulagem (21)

**Observação:** Certifique-se de que o lábio do guarda-pó se encaixe perfeitamente sem nenhuma dobra no canal do parafuso de regulagem.

- Instale as pastilhas de freio e regule a folga.



Figura 61

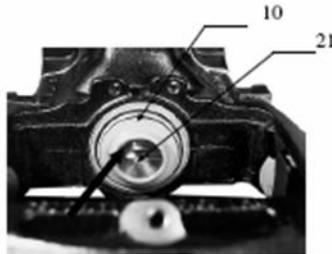


Figura 62



Figura 63

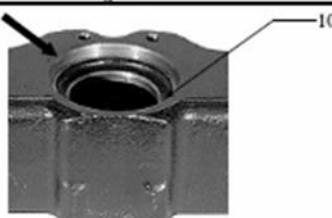


Figura 64

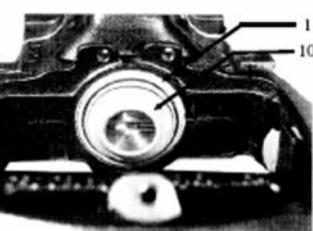


Figura 65

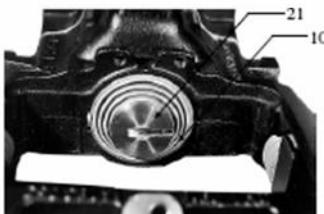
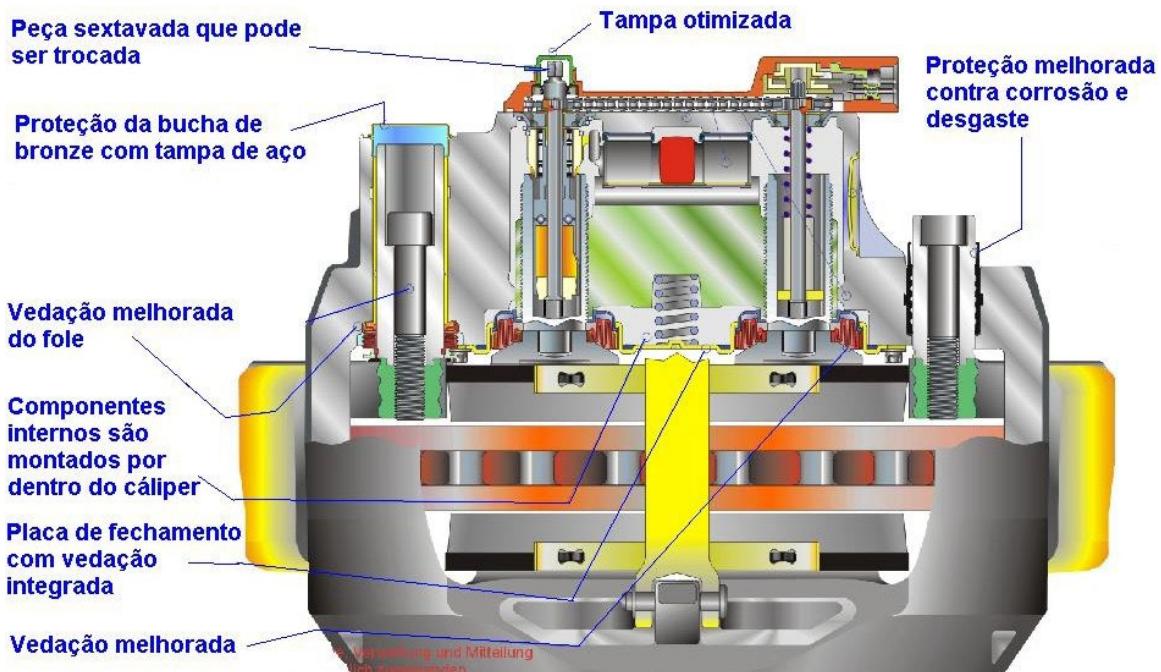


Figura 66

## 24.9 Pinça de Freios



## 24.10 Substituições das pastilhas de freio

### Desmontar pastilhas do freio

Tirar rodas e desmontar o pino elástico (26) e a arruela (45), esticar o suporte da pastilha do freio (11) com uma chave de fenda e forçar o pino (44) para fora; examinar o suporte da pastilha do freio (12) contra corrosão e substituir eventualmente.

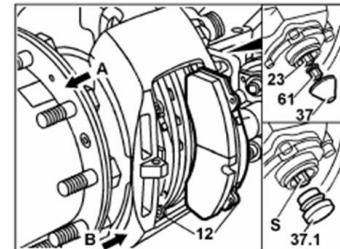
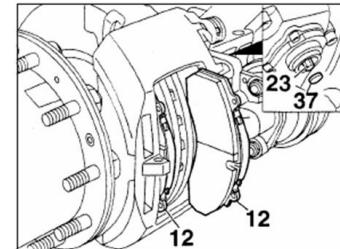
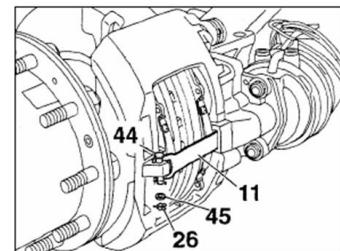
No sextavado do ajustador (23) recuar o tubo rosqueado contra o relógio até que as pastilhas do freio posam ser retiradas (a embreagem de segurança contra torque excessivo no ajustador gera um ruído de estalo). Prensar pastilha interna do freio (12) em direção ao cilindro de freio. Retirar as pastilhas (12) do encaixe.



#### Observações

**Em pinças com tampa de borracha peça (37):** Nunca se deverá girar o ajustador (23) sem o adaptador (61) e sem que este esteja bem encaixado. Se o torque de retorno exceder o torque máximo admissível o adaptador (61) quebrará. Tentar novamente com o adaptador novo (sem uso). Se o adaptador quebrar pela segunda vez, a pinça deverá ser substituída desde que se confirmem os danos no mecanismo.

**Em pinças com tampa de plástico peça (37.1):** Não sobrecarregar ou danificar o ajustador de 8 mm. Usar somente uma chave estrela de 8 mm em bom estado ou um soquete com encaixe de 1/4 com comprimento de alavanca não maior que 100 mm. Não danificar o sextavado e não aplicar um torque superior a 16 Nm. No caso de quebrar o sextavado do ajustador deverá ser substituída a pinça completa.



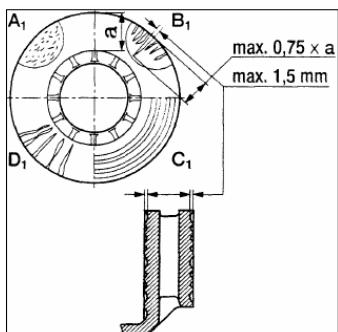
### Examinar discos de freios



## 24.10 Substituição das pastilhas de freio

Em cada troca de pastilha do freio examinar se o disco do freio apresenta ranhuras e trilhas de assentamento.

A figura mostra as possíveis apresentações da superfície do disco de freio:



- A1= Formação de teia de rachaduras é admissível;
- B1= Ranhuras correndo para o centro de máx. 1,5mm (espessura e profundidade) é admissível;
- C1= Ondulações da superfície do disco com até 1,5mm são admissíveis;
- D1= Ranhuras passantes não são admissíveis;
- a= Largura do anel.

### Observações

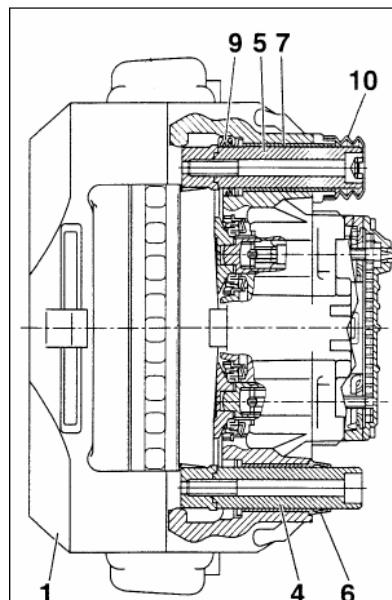
- Na situação da superfície A1 até C1 o disco do freio pode continuar a ser usado até alcançar o valor máximo do desgaste de B= 37 mm.
- Normalmente os discos de freio da KB são isentas de manutenção, isto é, não requerem torneamento na substituição das pastilhas.
- Somente em alguns casos excepcionais o torneamento se apresenta como sensato para aumentar a superfície de sustentação das pastilhas no período de amaciamento, como por exemplo na apresentação de sulcos profundos em toda a superfície. Por razões de segurança, a espessura mínima para o torneamento foi fixada em 39 a 40 mm.
- Além disso, devem ser observados as indicações do fabricante para o torneamento dos discos de freio.

### Examinar as selas e testar sistemas e guia

Deve ser possível movimentar manualmente (sem ferramenta) a sela do freio (1) através de todo o curso (> 30 mm) por cima das peças guia (5) e (7) respectivamente (4) e(6).

A bucha guia (5) está vedada com o fole (9) e a tampa do fole (10). As peças (9) e (10) não podem apresentar rachaduras ou danos. Controlar o assento impecável.

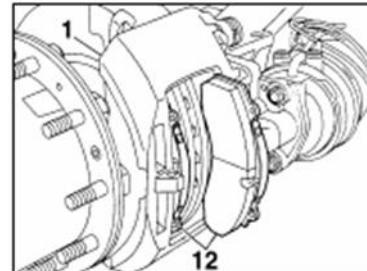
Eventualmente vedar a sela do freio com o “jogo de vedação para guia de deslize” ou consertar a sela do freio através do “jogo de guia e vedação”.



## 24.11 Montar as pastilhas do freio

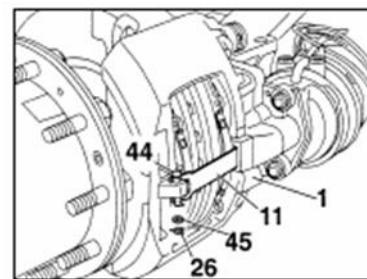
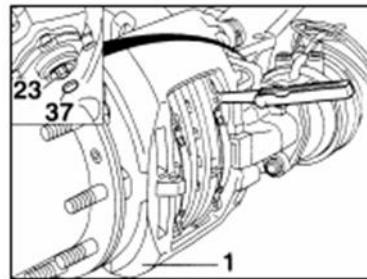
**Antes da montagem das pastilhas do freio, o freio deve ser retrocedido por completo. Limpar o poço das pastilhas do freio.**

- Empurrar a sela do freio (1) em direção ao lado externo do veículo e encaixar a pastilha externa (12).
- Em seguida, empurrar a sela outra vez para o lado internodo veículo e encaixar Pastilha interna (12)
- Eventualmente ligar indicador de fim de desgaste.



### Ajustar a folga

- Para efetuar estas operações, liberar inicialmente com as ferramentas adequadas a pastilha do suporte dentro do poço das pastilhas.
- A fim de ajustar a folga, colocar inicialmente o calibre apalpador entre a peça de pressão e a chapa do suporte da pastilha e ajustar a folga do ajustador (23) através de aperto (no sextavado) no sentido do relógio para 0,7mm.
- Para verificação, colocar o calibre de lâmina entre a peça de pressão e a chapa do suporte da pastilha e medir a folga.
- Montar a tampa (37).
- Encaixar o suporte da pastilha (11) na ranhura da sela do freio (1) e estender com chave de fenda até que o pino (44) possa ser colocado na furação.
- Montar pino (44) e arruela (45) e segurar com pino elástico (26).
- Após o acionamento do freio de serviço, o eixo da roda deve poder ser movimentado manualmente como freio aliviado. Corrigir eventualmente a folga.
- Montar as rodas (de acordo com o fabricante).

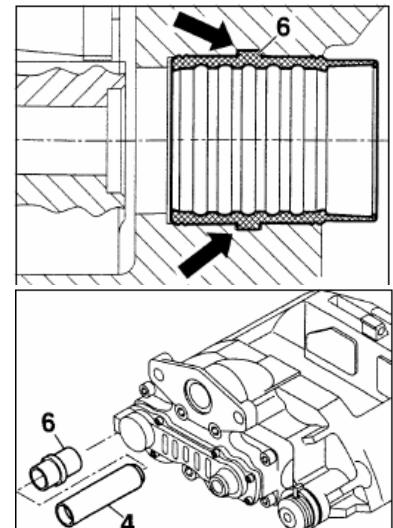


## 24.12 Substituir a bucha guia de borracha

- Desmontar bucha guia (4).
- Prensar a luva guia (6) para fora do furo.
- Examinar furação contra corrosão, limpar e eventualmente tratar com anticorrosivo.

**Observação:** Existem duas execuções de bucha guia (curta e comprida).

- Untar bucha guia por dentro e por fora com graxa verde Syntheso GL EP1.
- Apertar a nova bucha guia na cinta e introduzi-la no foropelo lado de dentro da sela do freio.
- Introduzir a bucha guia (6) até que a cinta da bucha guia (6) se encaixe nos ressaltos (setas) da furação segurando contra deslocamento.
- Montar a bucha guia e o fole.
- Montar a sela do freio.
- Observação:
- Apertar os parafusos com 285+25 Nm e testar a sela do freio contra fácil deslocamento.



### Atenção

A graxa branca contendo óleo mineral não deve ser usada de forma alguma na bucha guia. Somente graxa verde (sem óleo mineral) deve ser usada!

**Observação:** No jogo de reparo está incluído uma nova bucha guia (curta) e uma novoparafuso cilíndrico.