



FORMAÇÃO CONTINUADA

Mecânica

Veículos Leves

Freios ABS

MECÂNICA DE VEÍCULOS LEVES

FREIOS ABS

2007

© 2007. SENAI-SP

Freios ABS

Publicação organizada e editorada pela Escola SENAI “Conde José Vicente de Azevedo”

Coordenação geral	Newton Luders Marchi
Coordenador do projeto	Márcio Vieira Marinho
Organização do conteúdo	Francisco Pacheco Ulisses Miguel
Editoração	Teresa Cristina Maino de Azevedo

SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Escola SENAI “Conde José Vicente de Azevedo”
Rua Moreira de Godói, 226 - Ipiranga - São Paulo-SP - CEP. 04266-060

Telefone (0xx11) 6166-1988

Telefax (0xx11) 6160-0219

E-mail senaiautomobilistica@sp.senai.br

Home page <http://www.sp.senai.br/automobilistica>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
SISTEMA DE FREIOS ABS	7
• Faixa de atuação do sistema antibloqueio ABS	8
• Regulagem com e sem ABS	10
• Visão geral do sistema	11
• Componentes do sistema de freios antibloqueio ABS	13
• Controles realizados pelo sistema ABS	22
• Tipos de freios ABS	27
• Cuidados com o sistema ABS	27
TESTES NO SISTEMA ABS	28
SISTEMA DE FREIOS ABS BOSCH 2S	35
• Esquema elétrico 4S/4K	35
• Esquema esquema elétrico 4S/3K	36
SISTEMA DE FREIOS ABS BOSCH 2E	37
• Componentes	37
• Esquema geral do ABS BOSCH 2E	38
• Esquema hidráulico	39
• Configuração do conector	42
• Código de diagnose	43
• Esquema elétrico	44
• Falhas de componentes do sistema	45
• Procedimento para sangria	53
SISTEMA DE FREIOS ABS BOSCH 5.0, 5.3 E 5.4	57
• Comparação entre os sistemas 2S, 5.0 e 5.4	57
• Sistema de freios ABS BOSCH 5.0	57
• Códigos para diagnose de falhas dos sistemas 5.0 e 5.3	65
• Esquema elétrico A ABS BOSCH 5.0	67
• Esquema elétrico B ABS BOSCH 5.0	68

• Esquema elétrico A ABS BOSCH 5.3	70
• Esquema elétrico B ABS BOSCH 5.3	71
• Procedimento para apagar falhas	73
SISTEMA DE FREIOS ABS BOSCH VARGA 4/4 - F	74
• Esquema para instalação hidráulica do ABS 4/4 - F	74
• Disposição de conectores e pinagem	75
• Esquema elétrico do sistema ABS 4/4 - F	76
• Diagrama de bloco do sistema ABS 4/4 - F	77
• Guia para eliminação de problemas	78
SISTEMA DE FREIOS ABS BOSCH VARGA 1/1 - RABS	106
• Componentes do sistema	106
• Funcionamento do sistema	109
• Falhas no sistema	115
CONTROLE DE TRAÇÃO ASR	122
• Função	122
• Estrutura	122
• Funcionamento do sistema ASR	123
• Versões do sistema ASR	125
DISTRIBUIÇÃO ELETRÔNICA DA FORÇA DE FRENAGEM - EBD	128
• Localização do EBD	129
• Funcionamento	130
• Esquema geral	132
• Vantagens	133
PROGRAMA ELETRÔNICO DE ESTABILIDADE ESP	134
• Limites	134
• Processamento de dados	145
• Circuito de regulação geral e fatores de regulação	147
• Componentes do ESP	158
• Estabilidade de marcha	179
• Sistema de controle e diagnóstico	180
• Glossário do programa eletrônico de estabilidade no veículo	182
REFERÊNCIAS	187

INTRODUÇÃO

O atual desenvolvimento tecnológico do automobilismo permite a criação de veículos potentes, de desempenho excepcional, praticamente isentos de poluição e com sistemas de segurança com nível compatível.

Com o sistema antibloqueio ABS (*Anti-lock Brake System*) consegue-se melhorias significativas com relação ao sistema de freio comum.

Em veículos que não são equipados com o sistema de freios ABS ocorre o travamento das rodas dependendo da intensidade da frenagem e do tipo de piso. Esse travamento muda o comportamento do veículo de acordo com a roda travada:

- roda dianteira - perda de dirigibilidade;
- roda traseira - perda de estabilidade.

Outras melhorias conseguidas com o sistema de freios ABS são:

- otimização da distância da frenagem;
- manobrabilidade ao frear;
- menor desgaste dos pneus.

É importante frisar que o sistema antibloqueio (ABS) é montado sobre o sistema normal de freio do veículo.

SISTEMA DE FREIOS ABS

O sistema antibloqueio (ABS) atua através do controle da pressão do fluido nos circuitos de freio, como se o sistema fosse acionado diversas vezes num curto espaço de tempo, mesmo que o condutor do veículo mantenha o freio acionado de forma uniforme e constante.

O sistema de freios ABS apresenta as seguintes características:

- Pequena alteração no sistema básico de freio.
- Independência funcional, em caso de falha, entre o ABS e o servo freio.
- Alta flexibilidade de montagem.

Este sistema explora a faixa ideal de frenagem, considera o deslizamento e o atrito das rodas em relação ao solo, as acelerações ou desacelerações periféricas e forças laterais das rodas, reações da carroceria, tal como a tendência de girar sobre o seu centro de gravidade em curvas. Na sua parte lógica combinam todas essas variáveis e escolhe a melhor regulação de frenagem em cada situação.

O deslizamento é o movimento relativo entre duas ou mais superfícies de contato. É uma força que se produz ao freiar ou acelerar o veículo. O valor do deslizamento em uma roda que esteja girando livremente sem aceleração ou frenagem é de 0%.

O deslizamento da frenagem é calculado da seguinte maneira:

$$\% \text{ deslizamento} = \frac{V_F - V_U \cdot 100}{V_F}$$

onde:

V_F = velocidade do veículo

V_U = velocidade da roda (tangencial)

$V_U = \omega \cdot r \cdot 2\pi$

ω - ângulo de giro

r - raio

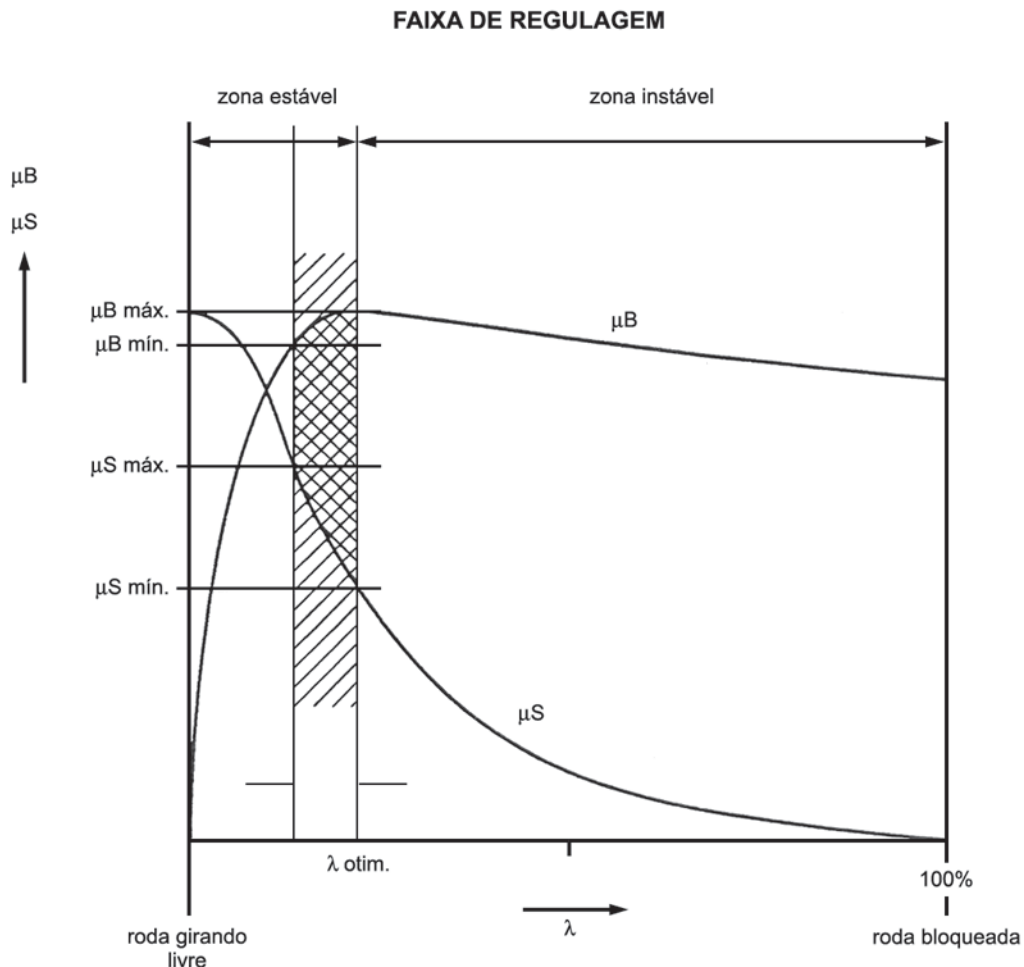
Quando for transmitida maior força de frenagem possível, o deslizamento que tem para $\mu H = 0,7$, terá uma percentagem de 30%.

FAIXA DE ATUAÇÃO DO SISTEMA ANTIBLOQUEIO (ABS)

Quando se inicia a frenagem há o correspondente surgimento da força de frenagem e seu aumento gradativo, ao mesmo tempo a velocidade periférica da roda torna-se menor que a velocidade do veículo, o que significa que está havendo deslizamento da roda.

Os deslizamentos são toleráveis, mas devem permanecer dentro da faixa de 8 a 35% onde ocorre a maior força de frenagem. Esta é a faixa de atuação do sistema antibloqueio (ABS). Acima de 35% de deslizamento passamos à zona instável de frenagem e mesmo com a força de frenagem caindo, nos aproximamos rapidamente de 100% de deslizamento, que é o ponto onde ocorre o travamento da roda. Lembramos que, quando há o travamento das rodas dianteiras perdemos o controle direcional (dirigibilidade) e quando há o travamento das rodas traseiras, o veículo torna-se instável. Em ambos os casos, os espaços de frenagens tornam-se maiores.

A força lateral em uma roda que esteja girando livremente é máxima, já que não há deslizamento. Em uma roda bloqueada, a força lateral é mínima, tendendo a 0 (zero). O freio ABS regula num intervalo de 8% a 35%.



Distância de frenagem

Durante o processo de frenagem, é bom lembrar que o motorista aciona um sistema que atua sobre as rodas do veículo, porém a força que atua no sentido de pará-lo é a força de atrito entre o pneu e o solo. Em outras palavras, o motorista freia a roda e a força de atrito freia o veículo.

Quando ocorre o processo de travamento da roda, a força de atrito diminui porque o coeficiente de atrito passa a ser o coeficiente dinâmico e não o estático. É o que acontece quando você tenta empurrar um bloco muito pesado sobre uma superfície lisa, o esforço inicial para movimentar o bloco é muito maior do que o esforço para mantê-lo em movimento. O coeficiente de atrito com o bloco em movimento (dinâmico) é menor do que o coeficiente de atrito com o bloco parado (estático).

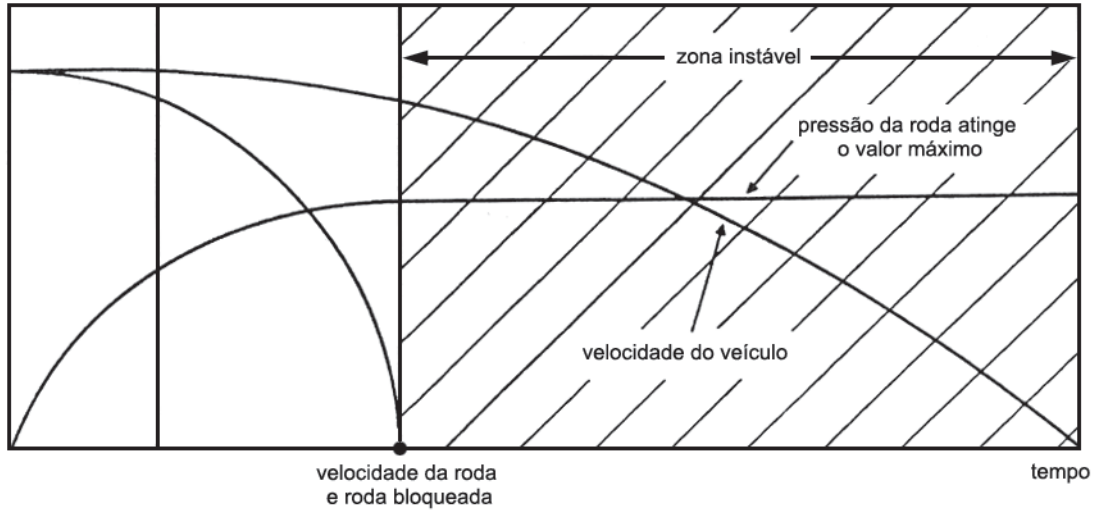
Quando ocorre o travamento da roda, aquele ponto de contato do pneu com o solo desloca-se sempre em contato com este e o coeficiente de atrito diminui. Resultado, a força de atrito sendo menor, a distância de frenagem será maior.

A título de curiosidade, um sistema antibloqueio pode reduzir a distância de frenagem em até:

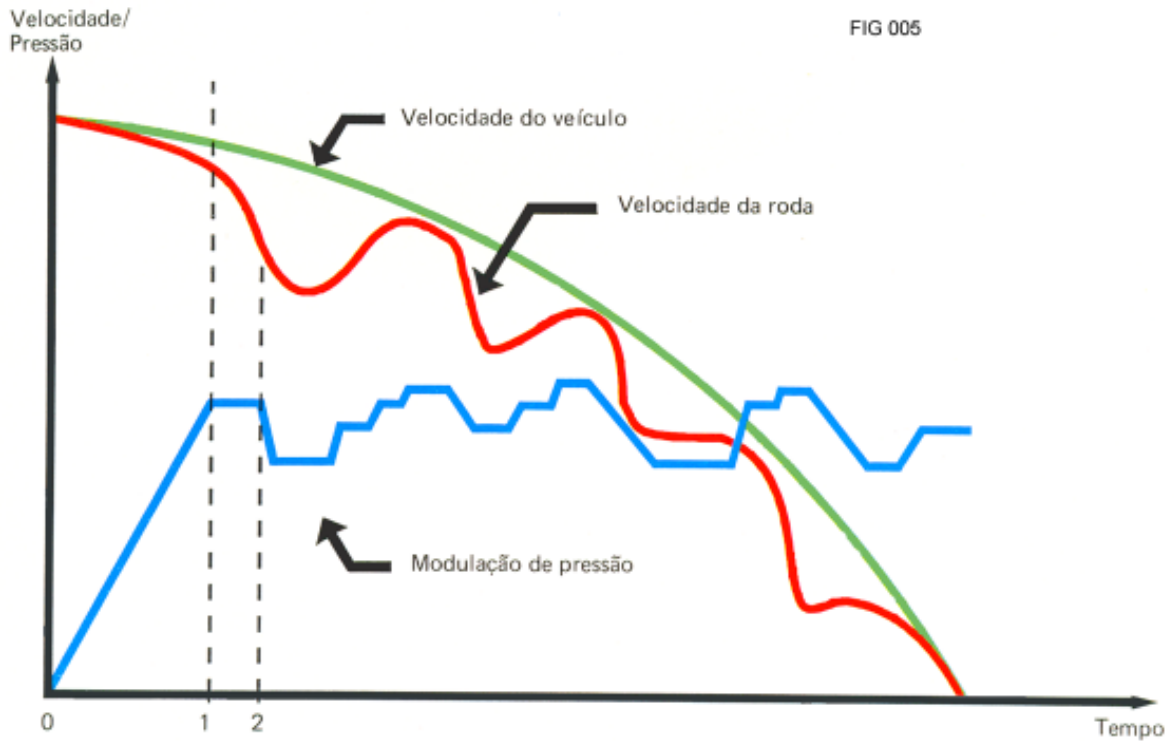
- 18% em concreto seco
- 19% em paralelepípedo
- 20% em asfalto seco
- 20% em asfalto molhado
- 22% em concreto molhado

REGULAGEM COM E SEM ABS

O gráfico abaixo mostra o processo de frenagem de um veículo sem ABS.



O gráfico a seguir demonstra o comportamento da velocidade do veículo, da velocidade da roda e da pressão do fluido de freio em relação ao tempo de um veículo que possui o sistema antibloqueio (ABS).



Observe que no início do processo (tempo = 0), as velocidades do veículo e da roda são iguais. À medida que a pressão de frenagem começa a aumentar, essas velocidades começam a diminuir. Primeiramente, cai a velocidade da roda e começa a surgir uma diferença entre estas velocidades. Esta diferença é o deslizamento da roda em relação ao solo, quando o valor atinge 100% acontece o bloqueio da roda.

O sistema antibloqueio atua na faixa de deslizamento e força de frenagem ideal, permitindo melhor controle do veículo e menores distâncias de frenagens.

No gráfico, vemos no ponto (tempo = 1) que a velocidade da roda está caindo muito em relação à velocidade do veículo. Isto indica alto deslizamento e possibilidade de travamento da roda. O sistema antibloqueio (ABS) entra em ação neste instante e impede que a pressão do fluido continue crescendo. Através dos sinais dos sensores de rotação das rodas, o sistema percebe que, mesmo mantendo a pressão, a roda continua perdendo velocidade desproporcionalmente em relação ao veículo e a possibilidade de bloqueio aumenta. No ponto (tempo = 2), o sistema diminui a pressão do fluido até que a velocidade da roda começa a aumentar, eliminando o risco de travamento. Observando o gráfico, notamos que o sistema consegue obter melhor a frenagem através do controle da pressão do fluido de freio.

No processo de frenagem, o sistema antibloqueio (ABS) altera a pressão do fluido numa frequência de 4 a 10 vezes por segundo.

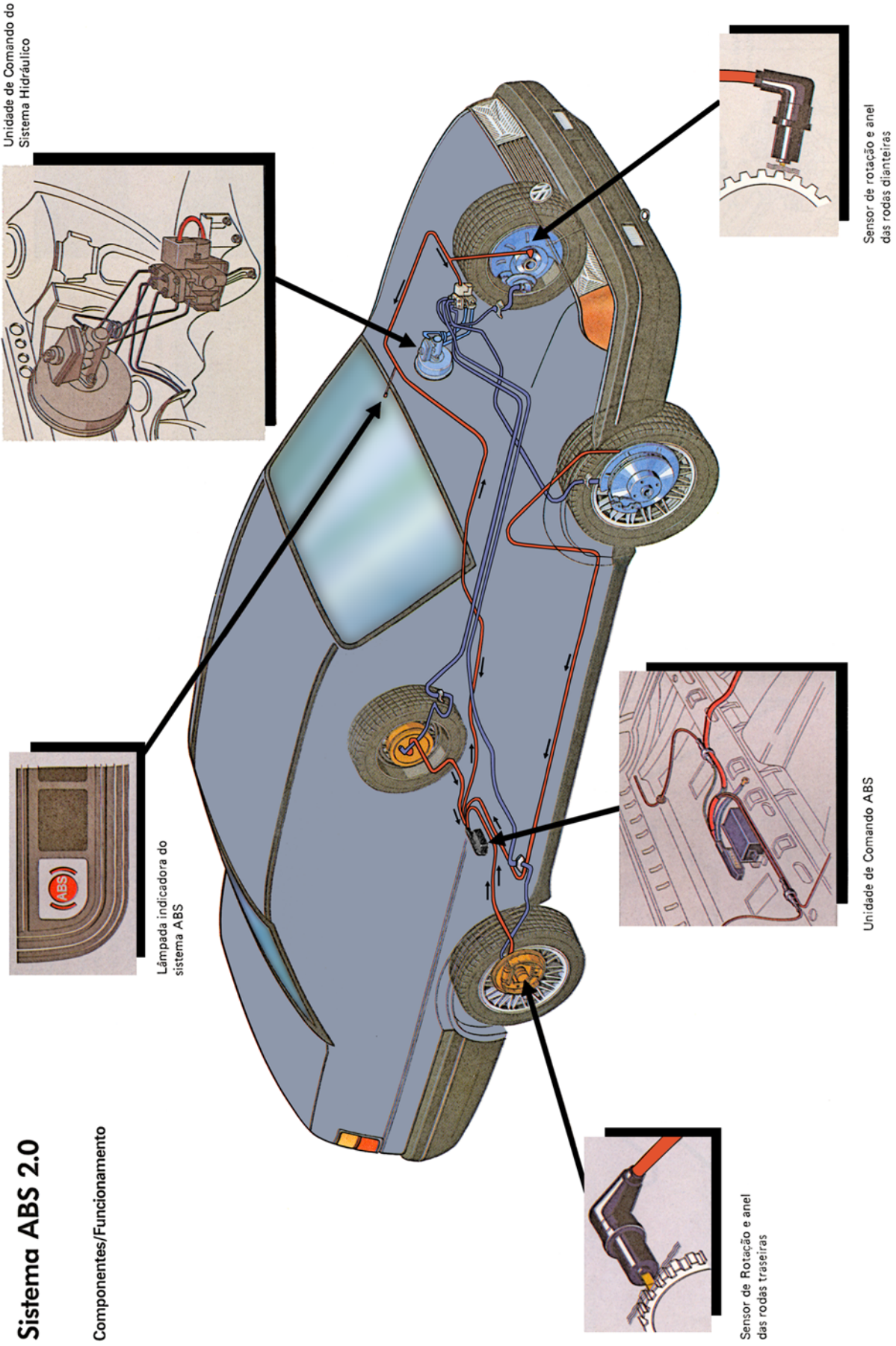
VISÃO GERAL DO SISTEMA

De modo geral, um sistema ABS é composto basicamente dos seguintes componentes:

- Sensor de rotação e anel de impulso
- Unidade de comando eletrônico
- Unidade de comando do sistema hidráulico

Sistema ABS 2.0

Componentes/Funcionamento



COMPONENTES DO SISTEMA DE FREIOS ANTIBLOQUEIO ABS

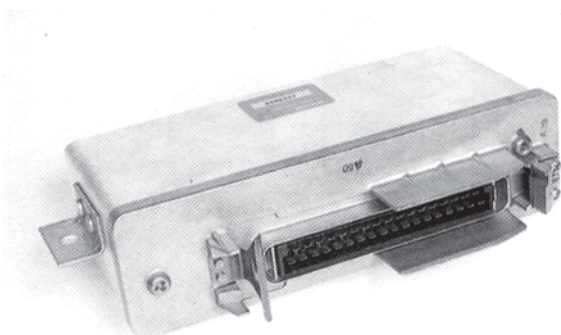
O ABS – Bosch impede o bloqueio das rodas durante a frenagem. Ele é projetado sobre uma base modular que o torna compatível com todos os veículos munidos de sistemas de freio hidráulico. O ABS – Bosch possui sensores de rotação de roda e anéis de impulso, unidade de comando eletrônico e uma unidade hidráulica.



Sensor de rotação



Anéis de impulso



Unidade de comando eletrônico

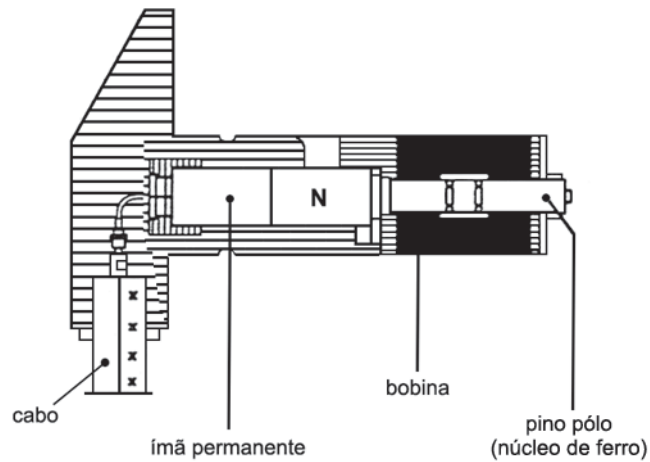


Unidade hidráulica

Sensores de rotação

Os sensores indutivos de rotação localizados nas rodas captam através dos anéis de impulsos, a informação de velocidade e deslizamento de cada roda e informam à unidade de comando ABS, a rotação de cada roda.

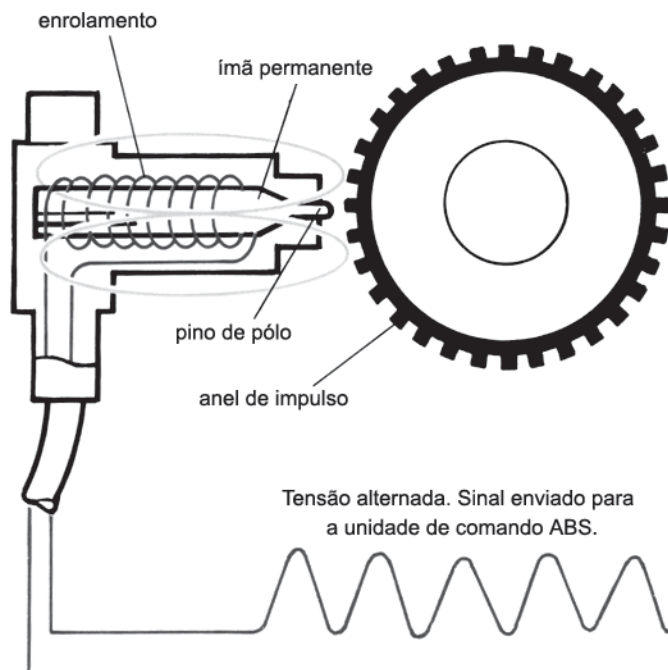
Os anéis de impulso podem ser fixados às juntas homocinéticas do lado das rodas ou nos tambores de freio. Para exercer essa função, o sensor de rotação é composto por um cabo, um ímã permanente, uma bobina e um pino pólo (núcleo de ferro).



O pino pólo localizado na extremidade do ímã permanente fica quase em contato com o anel de impulso (folga aproximada de 0,5mm).

Ao girar, o anel de impulso intercepta o campo magnético e por indução gera uma tensão alternada no enrolamento do sensor que é enviada à unidade de comando ABS.

A frequência desta tensão é determinada pela rotação do anel de impulso.

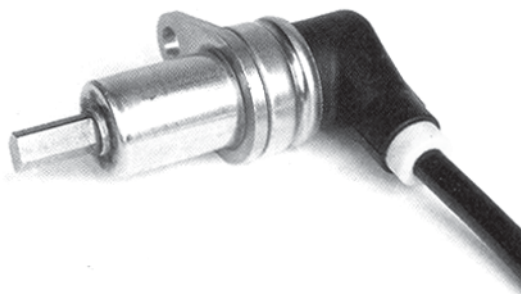


- **Tipos de sensor de rotação**

Roda dianteira - instalação radial, captação com pino de pólo chato.



Roda traseira - instalação axial, captação radial com pino de pólo cruzado.



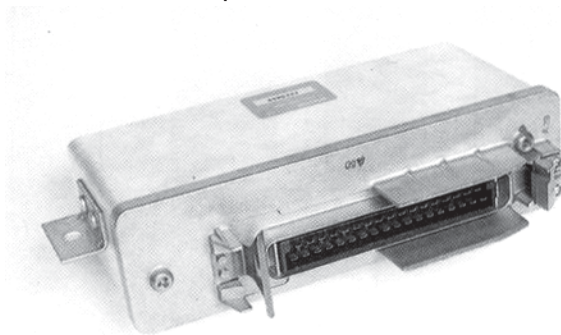
Nos sensores, podem ser feitos testes tais como, medição de resistência, sinal em osciloscópio ou através do equipamento ABS 2 LED TESTER. Na montagem do sensor de rotação deve-se verificar a distância e o posicionamento entre o sensor e o anel excitador.

- **Valores para verificação dos sensores**

- Resistência do sensor - 800 a 1600 Ω
- Distância entre o sensor e o anel de impulso - 0,5 a 1,5mm
- Diferença máxima entre sensores - 25%
- Velocidade de captação do sinal - 6 a 15Km/h

Unidade de comando eletrônico

A unidade de comando eletrônico projetada com a mais alta tecnologia digital de microprocessadores avalia os sinais dos sensores de rotação e calcula o deslizamento admissível para cada roda para uma frenagem ideal. Regula a pressão necessária para frenagem nos cilindros de freio das rodas por meio de válvulas magnéticas situadas na unidade hidráulica. Através de um sofisticado software a unidade de comando eletrônico testa e monitora todo o sistema a cada partida.

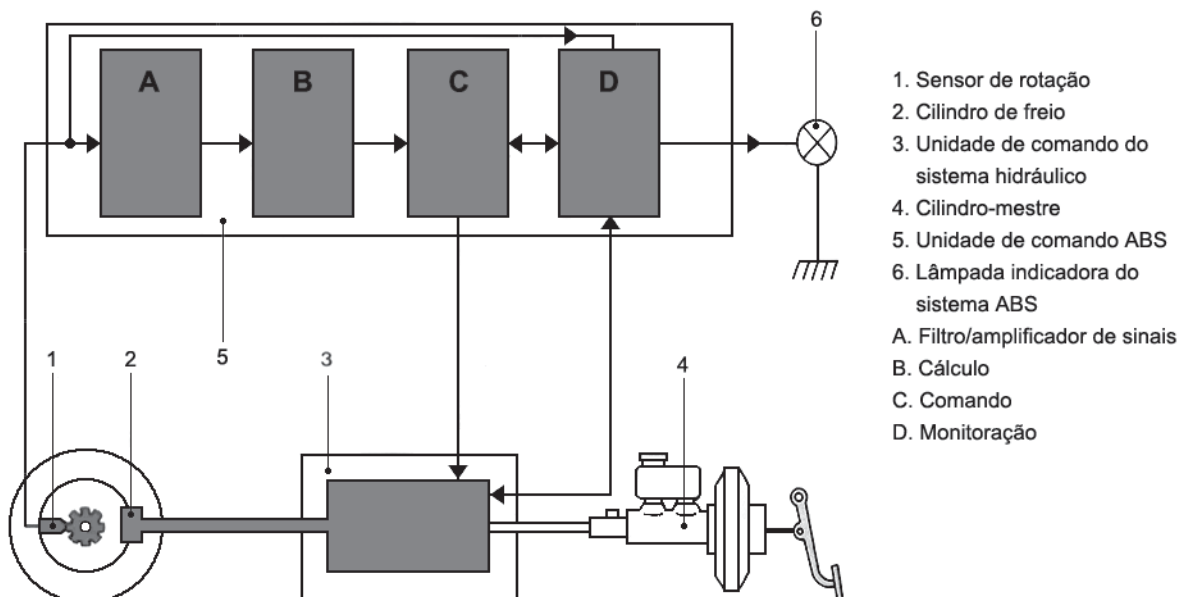


No amplificador de entrada (A), o sinal é filtrado para evitar interferências. A tensão alternada é convertida em sinais digitais (impulsos retangulares) e estes sinais são enviados ao bloco (B). Em (B), através desta informação, são calculadas as velocidades das rodas e do veículo, esta última é chamada de velocidade de referência (V_{ref}). Este cálculo é feito considerando as rodas aos pares e em diagonal. Estas informações são registradas na memória e constantemente atualizadas. A partir da V_{ref} , o sistema calcula valores ideais ou possíveis de deslizamento, atrito, aceleração, desaceleração, forças laterais das rodas, momento de giro da carroceria e com estas informações escolhe a regulagem ideal de frenagem e só libera esta informação se na frenagem uma das rodas se aproximar do bloqueio.

Processado o cálculo e estando uma das rodas na eminência do bloqueio num processo de frenagem, o bloco (B) envia a informação da regulagem aos blocos seguintes.

Em (C), a informação será transformada em sinal que comandará a válvula eletromagnética na unidade de comando do sistema hidráulico correspondente à roda com tendência ao bloqueio. Este comando será atualizado de quatro a dez vezes por segundo, garantindo, através do controle da pressão do fluido no circuito de freio, que a roda não se bloqueie e que a frenagem seja a mais eficiente possível.

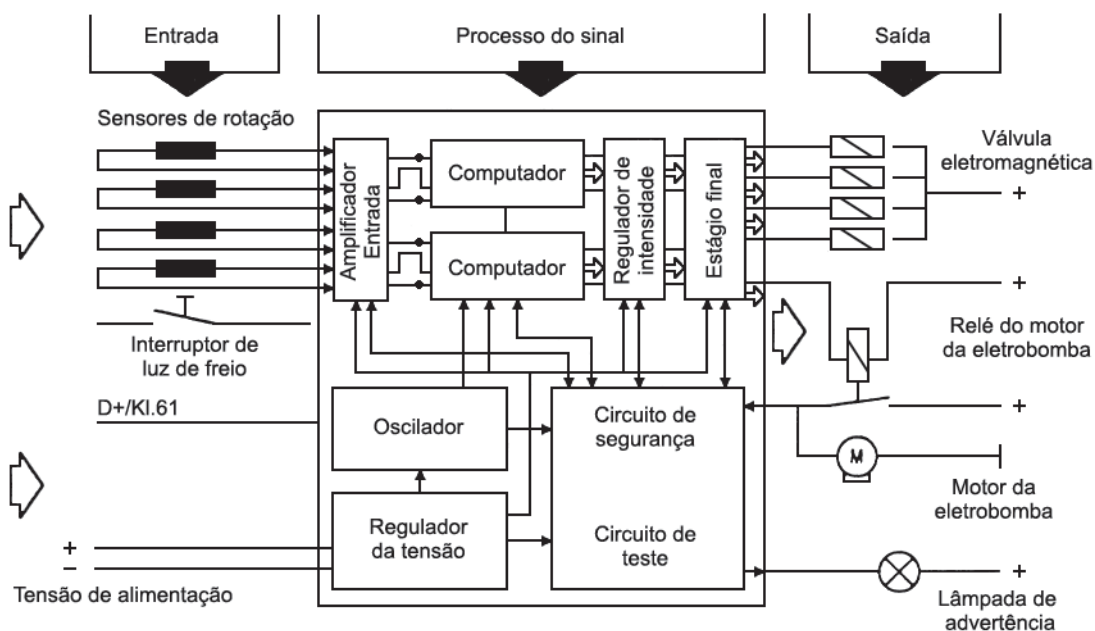
A informação do bloco (B) é enviada a (D) que inicia uma seqüência de testes para avaliar a condição de funcionamento do sistema. Constatada alguma irregularidade, a lâmpada indicadora do sistema ABS (quando existir) é ligada e o sistema antibloqueio ABS desativado, isto é, o processo de frenagem passa a ser feito pelo sistema normal de freios do veículo.



A lâmpada indicadora do sistema ABS durante a partida permanece acesa permitindo controle do próprio funcionamento. Em operação, acende em caso de falha no sistema antibloqueio ABS.



ESQUEMA GERAL DA UNIDADE DE COMANDO



Unidade hidráulica

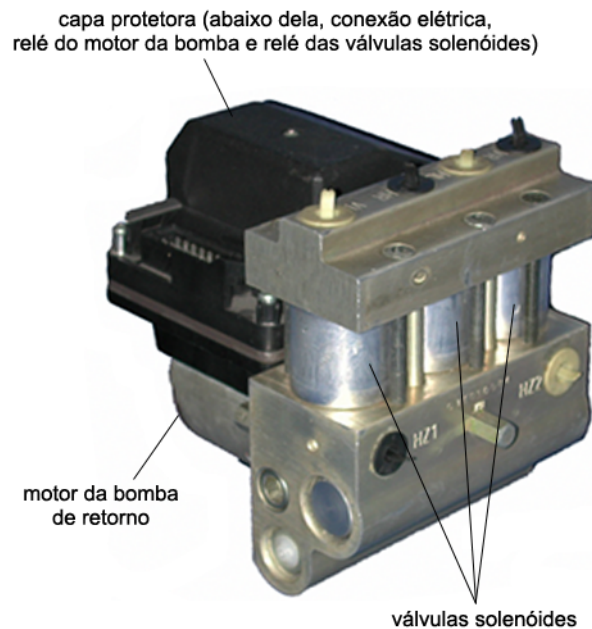
A unidade hidráulica consiste em válvulas magnéticas, em uma câmara acumuladora para cada circuito de freio e em uma bomba de retorno. As válvulas magnéticas são acionadas pela unidade de comando eletrônico e dependendo do estágio em que são acionadas fazem a conexão dos cilindros de freio da roda com o cilindro-mestre do freio ou com a bomba de retorno. Essas válvulas também desconectam o cilindro de freio da roda, tanto do circuito como da bomba. Quando a pressão é reduzida, a bomba de retorno conduz o fluido de freio dos cilindros de freio da roda de volta ao cilindro-mestre do freio pelo acumulador correspondente. Os acumuladores servem para armazenar temporariamente o fluido de freio excedente após uma queda repentina da pressão.

Os itens que devem ser observados na unidade hidráulica são:

- teste de estanqueidade;
- valor de resistência das válvulas solenóides que vai de 0,7 a 1,7 Ω ;
- posição correta das tubulações.

OBSERVAÇÃO

Não aplique tensão porque a resistência das eletroválvulas é muito baixa.



Relé da unidade de comando ABS

Este relé está instalado próximo à central elétrica na coluna A e garante que a unidade de comando não sofra danos caso ocorra sobretensões na sua linha de alimentação. Outra função deste relé é alimentar a linha de comando do relé da bomba de alívio de tensão e do relé das válvulas eletromagnéticas.



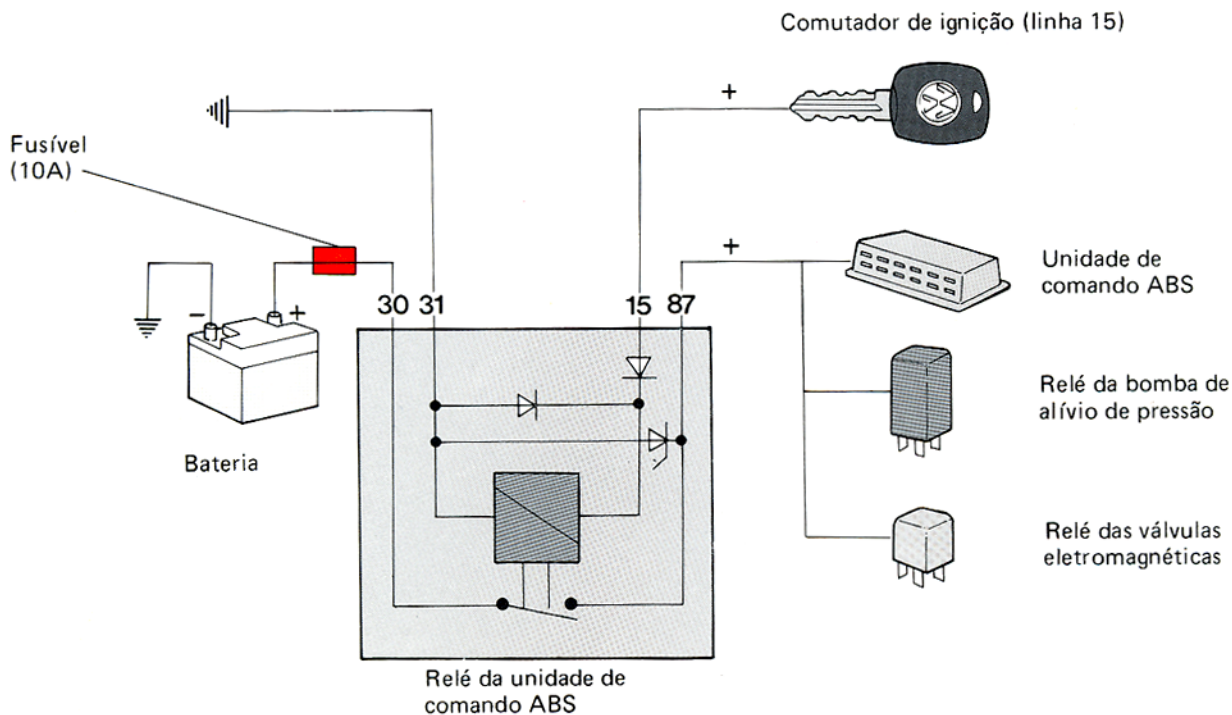
• Ligações do relé

30 - Recebe tensão da bateria protegido pelo fusível (10A).

31 - Ligado ao massa no terminal fixado na coluna das dobradiças, lado esquerdo.

15 - Linha de comando - é ativado com o sinal (+) da linha 15 proveniente do comutador de ignição.

87 - Linha de trabalho - após ativado, o relé protege e alimenta os seguintes consumidores: unidade de comando ABS, relé da bomba de alívio de pressão e relé das válvulas solenóides.



Relé das válvulas eletromagnéticas

Este relé está instalado na unidade de comando do sistema hidráulico e tem como função alimentar as válvulas eletromagnéticas e acender a lâmpada indicadora do sistema ABS, acusando o não funcionamento deste relé ou do relé da unidade de comando ABS.



• Ligações do relé

87 - Recebe tensão direto da bateria.

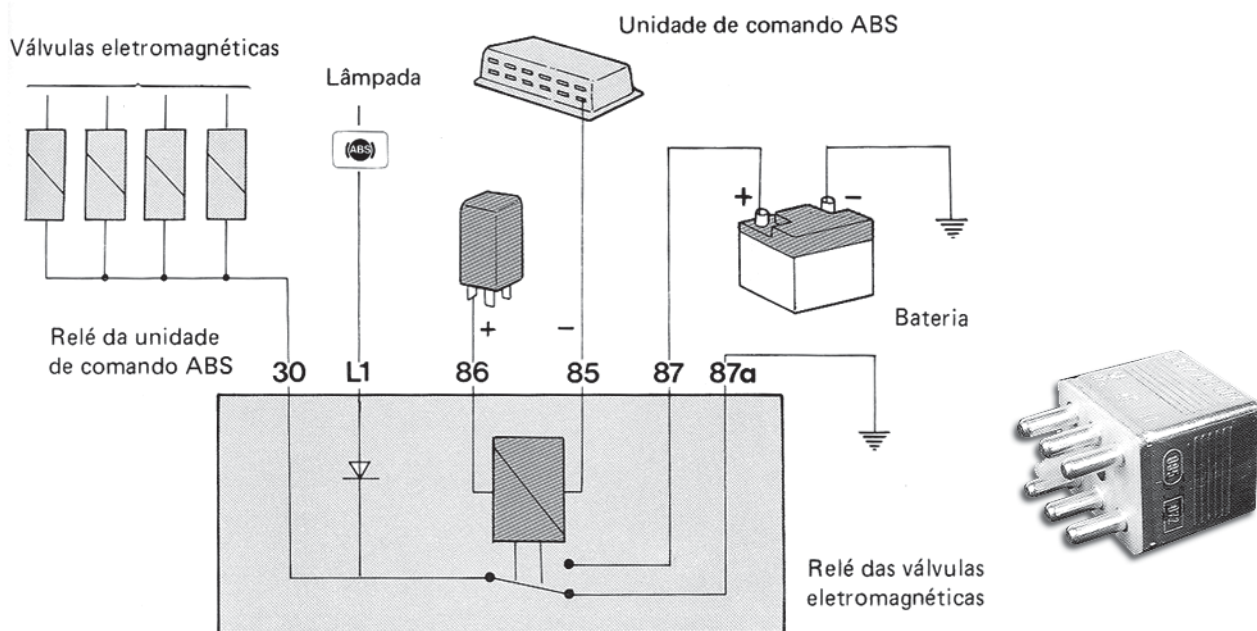
87a - Ligado direto ao massa.

86 - Recebe tensão do relé da unidade de comando ABS.

85 - Linha de comando - a unidade de comando ABS libera o sinal (-) de acionamento quando a ignição for ligada.

30 - Linha de trabalho - a partir do acionamento do relé pela ligação 85, a tensão de alimentação das quatro válvulas eletromagnéticas é liberada pela 30.

L1 - Libera passagem de negativo para a lâmpada indicadora do sistema ABS acusando o não funcionamento deste relé ou do relé da unidade de comando ABS.



Relé da bomba de alívio de pressão

Este relé está instalado na unidade de comando do sistema hidráulico e tem como função acionar a bomba de alívio de pressão quando, durante o processo de modulação for necessário diminuir a pressão do freio em determinada roda.



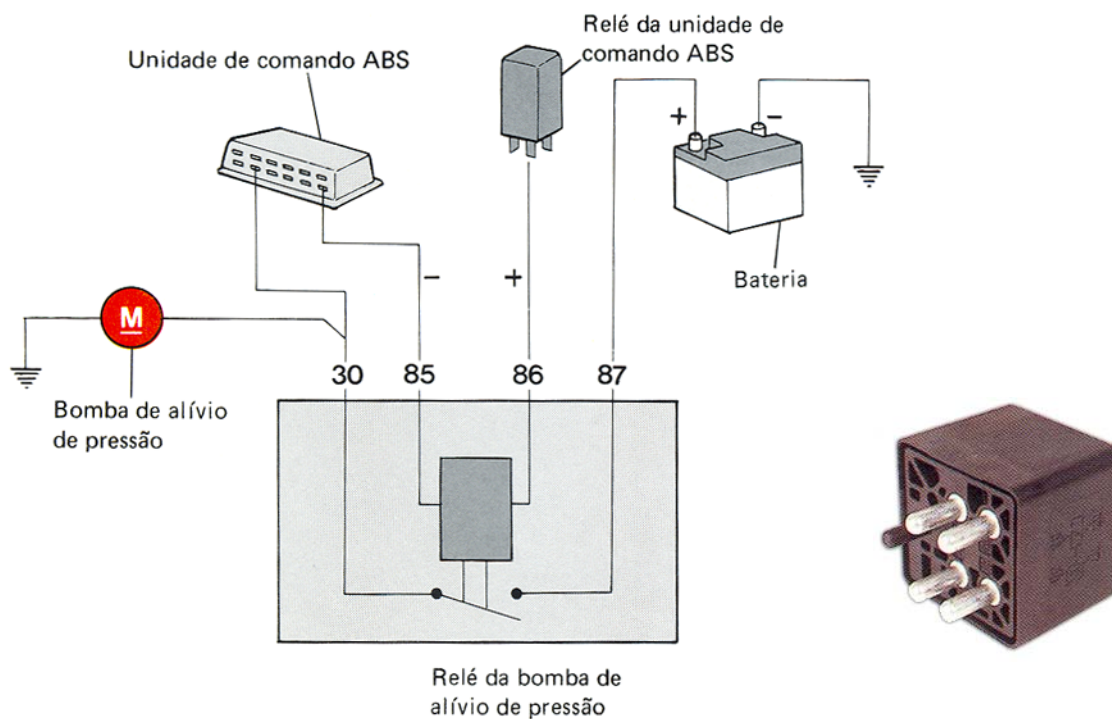
• Ligações do relé

86 - Recebe tensão do relé da unidade de comando ABS.

85 - Linha de comando - a unidade de comando ABS libera o sinal negativo de acionamento quando for necessário diminuir a pressão no circuito hidráulico.

87 - Recebe tensão direto da bateria.

30 - Linha de trabalho - com o acionamento do relé, a bateria é ativada. Na mesma linha, a unidade de comando ABS monitora seu funcionamento e o do relé que, em caso de pane, acenderá a lâmpada indicadora do sistema ABS.



Cilindro-mestre

Apesar do sistema antibloqueio ABS ser montado sobre o sistema normal de freio, o cilindro-mestre é diferenciado. Observe que com o sistema antibloqueio ABS, o cilindro-mestre tem duas saídas e aciona os cilindros de roda através da unidade de comando do sistema hidráulico.

A unidade de comando do sistema hidráulico possui duas entradas e quatro saídas através das quais mantém a característica do circuito de freio duplo em diagonal.

A sistema antibloqueio ABS só entra em ação em situações anormais (eminência de travamento da roda). Estas situações são reconhecidas pela unidade de comando ABS através dos sinais constantemente emitidos pelos quatro sensores de rotação das rodas. Quando o sistema antibloqueio ABS está atuando, o controle da pressão do fluido de freio é exercido pelas unidades de comando do sistema hidráulico e de comando ABS. Quando não está atuando, a pressão do fluido é comandada apenas pelo servofreio e cilindro-mestre.



CONTROLES REALIZADOS PELO SISTEMA ABS

Em frenagens sem ABS, as rodas são bloqueadas quando o motorista aplica muita pressão no freio ou quando o coeficiente de atrito entre pneu e piso é baixo. Deste bloqueio resulta uma perda de controle lateral e o desempenho máximo possível do freio não é atingido.

Toda vez que se dá a partida no motor e inicia um trajeto, o sistema automaticamente executa uma verificação operacional de acordo com o programa fornecido. Os sinais gerados durante o processo de frenagem são simulados e os sinais transmitidos ao modulador hidráulico durante o qual todo o sistema é testado e as funções de cada componente são verificadas para garantir sua precisão.

Durante o trajeto, o sistema se automonitora comparando a seqüência lógica dos sinais de entrada e saída com valores limitados já memorizados, além de monitorar a tensão de alimentação.

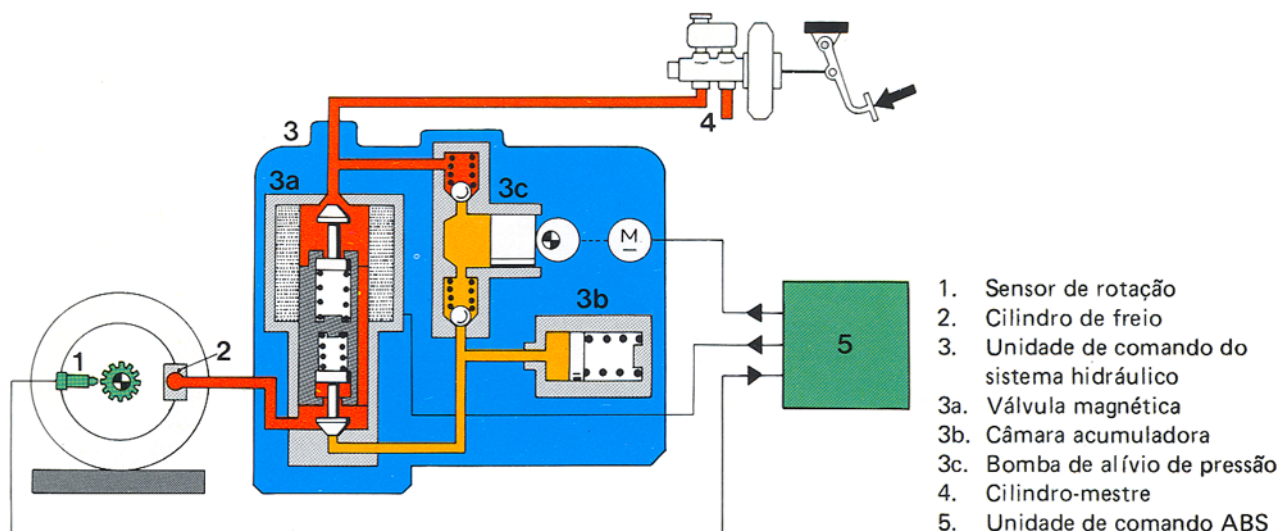
Se um defeito no sistema é detectado, o ABS se desliga e o sistema volta a ser freio convencional, não mais controlado pelo sistema antibloqueio. Essa condição é indicada por meio de uma lâmpada de advertência no painel de instrumentos que é ativada.

Durante uma frenagem controlada pelo ABS Bosch, a pressão do freio é automaticamente ajustada para impedir o bloqueio das rodas assumindo o controle da pressão hidráulica no circuito de cada uma das rodas, de maneira a proporcionar a condição ideal de frenagem. O controle da pressão é feito pelas válvulas eletromagnéticas e por uma bomba acoplada a um motor elétrico por meio de comandos emitidos pelo módulo eletrônico, atuando de modo a proporcionar três situações distintas no funcionamento hidráulico de cada circuito: aumento, manutenção e redução de pressão de frenagem.

Aumento da pressão de frenagem

Esta é a fase inicial de frenagem. Neste instante, a pressão do circuito de freio é comandada pelo conjunto servofreio e cilindro-mestre. O sistema antibloqueio (ABS) não está ativo permitindo que o cilindro-mestre atue diretamente no cilindro de roda.

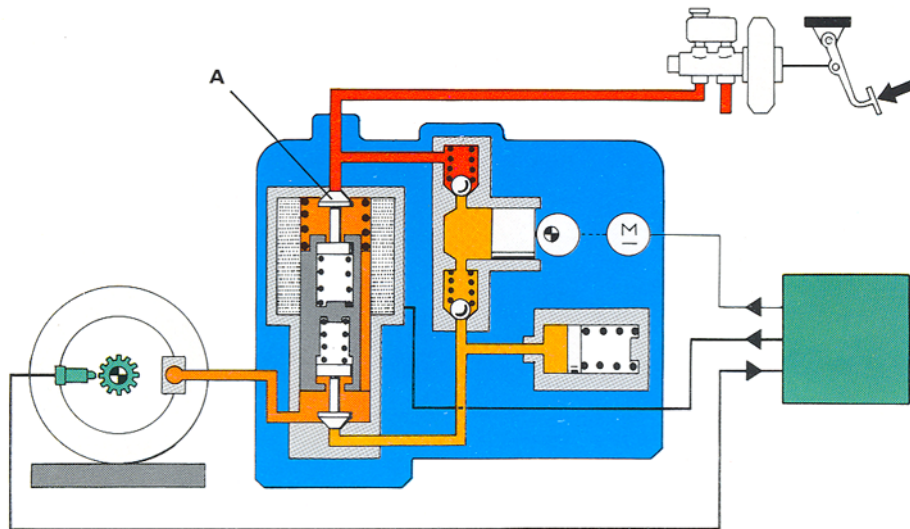
As interligações com a câmara acumuladora (3b) e a bomba de alívio de pressão (3c) estão fechadas. Esta situação é mantida até que a roda tenda ao bloqueio ou o condutor interrompa o processo de frenagem. É importante frisar que o aumento de pressão do circuito de freio é obtido sempre pelo cilindro-mestre.



Manutenção da pressão de frenagem

A fase anterior, aumento da pressão, se mantém até que a roda apresente a tendência de bloqueio. Continuando o processo de frenagem, o sistema antibloqueio (ABS) é ativado através de constantes sinais emitidos pelos sensores de rotação da roda que são recebidos pela unidade de comando ABS. Esta analisa estes sinais e compara os parâmetros ideais de desaceleração e deslizamento da roda com a velocidade de referência adotada no início do processo de frenagem e envia sinal à unidade de comando do sistema hidráulico, válvula eletromagnética para o fechamento da interligação (A), cilindro-mestre e válvula eletromagnética. É mantida assim, a pressão no circuito de freio.

O valor da corrente elétrica na válvula solenóide neste momento é de 2,1 ampères.

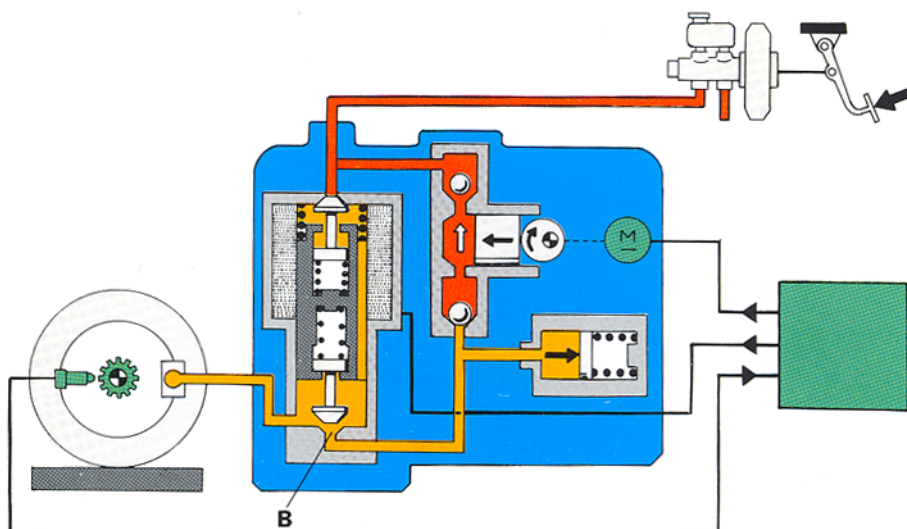


Redução da pressão de frenagem

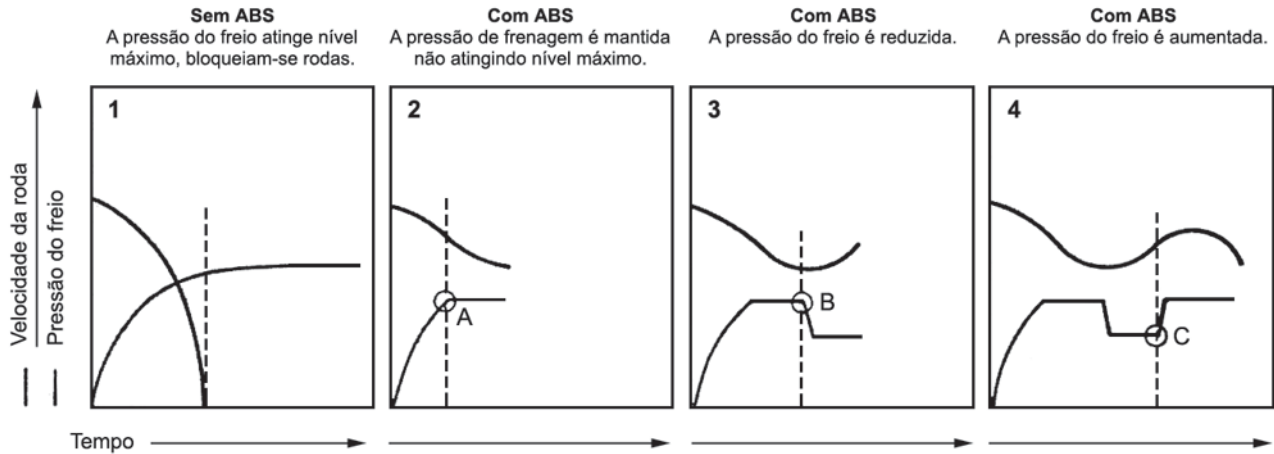
Se apesar de mantida a pressão no circuito de freio, a tendência ao bloqueio continuar, torna-se necessária redução da pressão. A unidade de comando ABS recebendo os sinais dos sensores de rotação das rodas, faz o processamento destes e emite sinais para a válvula eletromagnética e à bomba de alívio de pressão.

A válvula eletromagnética se desloca permitindo a abertura da interligação (B) entre cilindro de roda e câmara acumuladora que tem por função amortecer o primeiro pico de pressão que pode danificar a bomba. Simultaneamente, a bomba de alívio de pressão recoloca na ligação da unidade de comando do sistema hidráulico com cilindro-mestre, o fluido que se desviou para a válvula acumuladora.

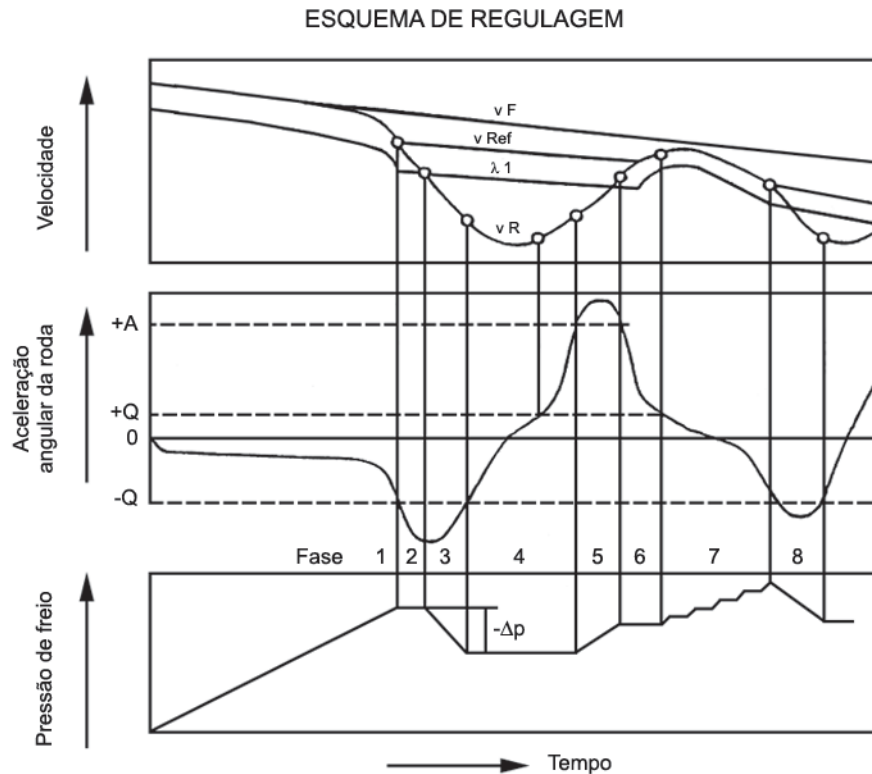
O valor da corrente elétrica na válvula solenóide neste momento é de 5,2 ampères. A corrente de arranque do motor pode atingir 170 ampères e a corrente de funcionamento sob carga (corrente de estabilização) atinge valores entre 50 e 80 ampères.



O ciclo de controle recomeça. Existem aproximadamente de 4 a 6 ciclos de controle por segundo, dependendo do estado da superfície da estrada. Este índice é propiciado pelo rápido processamento do sinal eletrônico e pelos curtos intervalos de resposta da válvula solenóide e às vezes da eletrobomba.



Quando o veículo é freado com capacidade total, o ABS permite manter a completa estabilidade direcional e dirigibilidade, evitando o bloqueio das rodas acima de uma velocidade mínima de 3Km/h, em qualquer tipo de piso. A operação do sistema não é afetada pela forma de dirigir, pelo estado dos pneus ou pela carga do veículo.



TIPOS DE FREIOS ABS

Os tipos de sistemas de freios ABS são classificados de acordo com o número de canais, ou seja, de acordo com o número de válvulas que são controladas individualmente e pelo número de sensores de rotação.

Quatro canais e quatro sensores

Existe um sensor de rotação e uma válvula para cada roda. Com essa configuração, a unidade de comando monitora cada roda individualmente para assegurar a máxima potência de frenagem.

Três canais e três sensores

Utilizado em caminhonetes, possui um sensor de rotação e uma válvula para cada roda dianteira, e apenas uma válvula e um sensor de rotação para as duas rodas traseiras. O sensor de rotação para as rodas traseiras está localizado no eixo traseiro.

Um canal e um sensor

Este sistema utilizado em algumas caminhonetes como, por exemplo, as primeiras “Ranger” que tinham o equipamento disponível apenas para as rodas traseiras. Possui apenas uma válvula que controla ambas as rodas traseiras e um sensor de rotação situado no eixo traseiro.

CUIDADOS COM O SISTEMA ABS

- Havendo necessidade de efetuar reparos com solda elétrica no veículo, deve-se desligar o alternador e a unidade de comando ABS.
- Verificar se todos os cabos ligados à massa, conectores dos sensores e unidade de comando ABS estão firmemente conectados.
- Retirar a unidade de comando elétrica, quando o veículo for colocado em estado de secagem (acima de 80° C).
- Desconectar os cabos da bateria antes de recarregá-la ou antes de qualquer reparo no sistema antibloqueio ABS.
- Não conectar qualquer fonte de tensão, seja bateria ou carregador, com valor de tensão superior a 16 V, como auxiliar da partida.
- Não retirar ou colocar os conectores da unidade de comando ABS com o comutador de ignição ligado.
- Não desligar a bateria com o motor em funcionamento.
- Não alterar o diâmetro do pneu.
- Não dirigir o veículo com o aparelho de teste conectado.
- Substituir o fluido de freio a cada um ano.

TESTES NO SISTEMA ABS

Estas verificações devem ser efetuadas após qualquer reparo nos componentes do sistema normal de freios.

Após o término do reparo, verifique o funcionamento do sistema antibloqueio ABS da seguinte forma:

- Com a ignição ligada, a lâmpada indicadora do sistema ABS deve acender e após a partida do motor deve apagar.
- Movimentando o veículo com velocidade acima de 6Km/h após uma frenagem, a lâmpada indicadora não deve acender.

O teste completo do sistema antibloqueio ABS deve ser executado quando:

- Na verificação básica, o sistema não estiver em ordem.
- Após qualquer reparo ou remoção dos componentes do sistema antibloqueio, tais como:
 - unidade de comando ABS
 - unidade de comando do sistema hidráulico
 - sensor de rotação das rodas
 - chicotes, relés e fusíveis
- Quando a lâmpada indicadora do sistema ABS acusar pane no sistema.

OBSERVAÇÕES

- Em algumas fases do teste serão necessários dois operadores.
- O equipamento de teste ABS 2 - LED - TESTER não avalia a unidade de comando ABS.
- Execute os testes com o equipamento ABS 2 - LED - TESTER, sempre iniciando pelo programa nº 1, pois a seqüência determinada envolve condições que estão relacionadas entre os programas.
- Os números de bornes que aparecem entre parênteses nos campos seqüenciais de operações, indicam os bornes da unidade de comando ABS que estão sendo avaliados.
- Não trafegue com o veículo com o equipamento de teste conectado.

Após efetuados os testes e as correções necessárias, desligar o chicote do sistema do equipamento de teste e religá-lo ao módulo eletrônico de comando.

Esta operação deve ser feita com a ignição desligada. A lâmpada ABS no painel de instrumentos deverá permanecer apagada durante toda a operação.

Fazer um teste de estrada com o veículo a fim de comprovar o funcionamento correto do sistema, observando as seguintes condições:

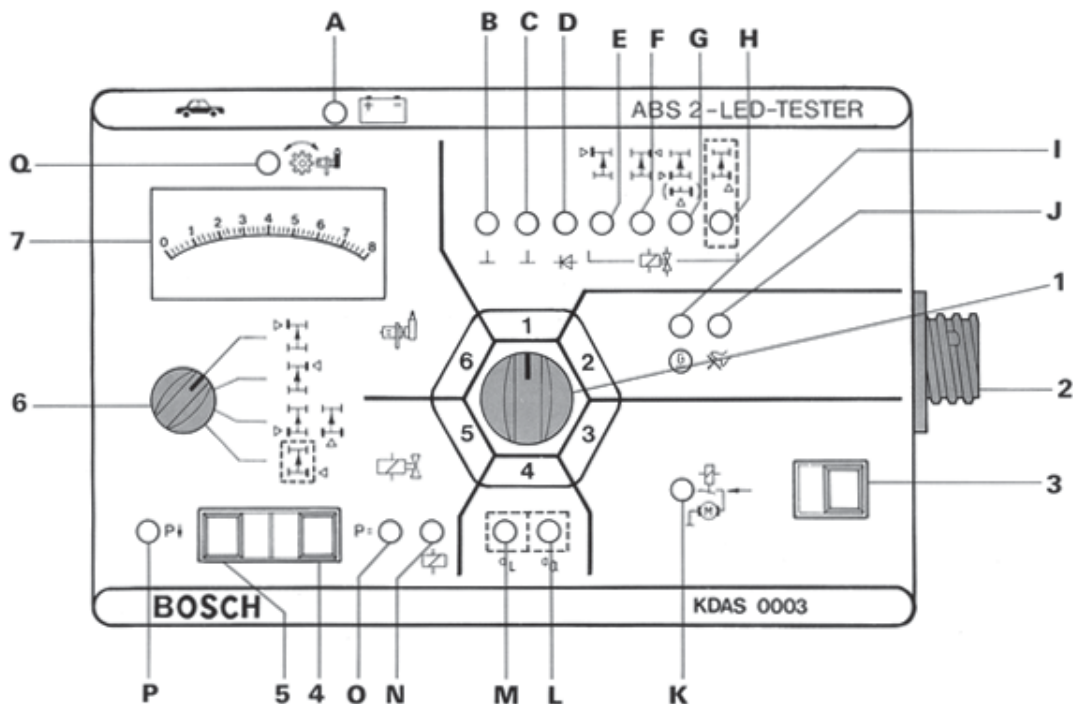
- Quando o motor é ligado, a lâmpada ABS no painel de instrumentos deve permanecer apagada.
- Conduzir o veículo a uma velocidade mínima de 30Km/h durante 30 segundos, no mínimo. A lâmpada ABS no painel de instrumentos não deve acender.

Aparelho de teste ABS 2 - LED - TESTER





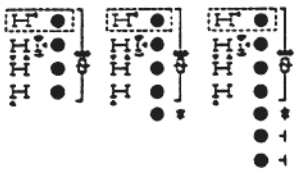
Este equipamento tem por finalidade testar:

- Unidade de comando do sistema hidráulico e relés
- Sensores de rotação
- Lâmpada indicadora do sistema ABS
- Chicotes e conexões
- Cabos massas
- Sinal do interruptor de freio
- Sinal do alternados




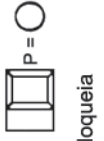
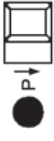

Componentes do aparelho de teste ABS 2 - LED - TESTER

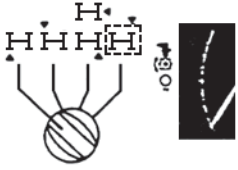


- A - LED tensão da bateria
- B - LED massa da unidade de comando ABS
- C - LED massa da unidade de comando ABS
- D - LED diodo da lâmpada indicadora do sistema ABS
- E - LED válvula eletromagnética DE
- F - LED válvula eletromagnética DD
- G - LED válvula eletromagnética TE
- H - LED válvula eletromagnética TD
- I - LED válvula eletromagnética D+/61
- J - LED interruptor da luz do freio
- K - LED relé do motor da bomba de alívio de pressão
- L - função não utilizada
- M - função não utilizada
- N - LED aumento de pressão
- O - LED tensão de manutenção da pressão
- P - LED tensão de redução de pressão
- Q - LED tensão dos sensores
- 1 - chave seletora (programação de teste)
- 2 - conector
- 3 - tecla (motor da bomba de alívio de pressão)
- 4 - tecla (manutenção de pressão)
- 5 - tecla (redução de pressão)
- 6 - chave seletora (programação de roda)
- 7 - indicador analógico (tensão dos sensores)

CHAVE DE PROGRAMÇÃO	ITENS ENSAIADOS	MEDIÇÃO NO BORNE	CONDIÇÃO ADICIONAL	INDICAÇÃO DO LED	HÁ FALHAS?	MOTIVO / CAUSA DA FALHA
	Conectar o tester no plugue do chicote		Chave de ignição desligada			
1 até 6	Verificar a tensão de alimentação	20 e 1	Chave de ignição ligada			<p>Led A não acende:</p> <ul style="list-style-type: none"> - carga da bateria insuficiente - queda de tensão muito alta - defeito no fusível - defeito no relé de proteção de sobretensão - fio de contato da ignição (borne 15)
	Fixação da massa	34				<p>Led B não acende:</p> <ul style="list-style-type: none"> - interrupção no borne de massa
	Fixação da massa	10				<p>Led C não acende:</p> <ul style="list-style-type: none"> - interrupção no borne de massa
	Diodo da lâmpada ABS	29 e 32				<p>Led D não acende:</p> <ul style="list-style-type: none"> - defeito no diodo - massa do relé das válvulas solenóides
1	<ul style="list-style-type: none"> - Resistência interna das válvulas solenóides - Posição de repouso do relé das válvulas solenóides - Ligação dos massas das válvulas solenóides 	2, 35, 18, 19 e 32	Chave de ignição ligada			<p>Um ou mais leds E, F, G e H não acendem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - problemas no plugue da unidade hidráulica - cabo de ligação da unidade hidráulica <p>Leds d, E, F, G e H não acendem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - massa do relé das válvulas solenóides - defeito do relé das válvulas solenóides <p>Uma menor intensidade na luminosidade dos leds B, C, D, E, F, G e H indica um aumento da resistência de passagem relativa à ligação dada pelo led em questão.</p>
	Lâmpada ABS no painel do veículo	29				<p>Lâmpada ABS no veículo não acende e os leds B, C, D, E, F, G e H acendem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - defeito na lâmpada ABS

CHAVE DE PROGRAMAÇÃO	ITENS ENSAIADOS	MEDIÇÃO NO BORNE	CONDIÇÃO ADICIONAL	INDICAÇÃO DO LED	HÁ FALHAS?	MOTIVO / CAUSA DA FALHA
2	Verificação de tensão borne D+/61 alternador	15	Chave de ignição ligada			Led I não acende: - defeito no fio D+/61 - defeito no alternador
			Motor em funcionamento			Led I não apaga, mesmo após uma rápida aceleração no motor: - defeito no fio D+/61 - defeito no alternador
3	Interruptor da luz de freio no veículo	25	Chave de ignição ligada			Led J não acende: - defeito na ligação do interruptor da luz de freio - defeito no interruptor da luz de freio
			Pedal de freio			Led J não apaga: - defeito no relé do motor da unidade hidráulica - massa da unidade hidráulica - defeito no motor da unidade hidráulica
4	Relé do motor da unidade hidráulica	14 e 28	Chave de ignição e tecla no tester pressionada	<p>Com o motor da unidade hidráulica funcionando, salta-se a tecla e o led deve permanecer aceso apenas enquanto o motor estiver girando.</p>		Led K não apaga: - defeito no relé do motor da unidade hidráulica - massa da unidade hidráulica - defeito no motor da unidade hidráulica
	Essa função não é utilizada para o sistema em questão					

CHAVE DE PROGRAMAÇÃO	ITENS ENSAIADOS	MEDIÇÃO NO BORNE	CONDIÇÃO ADICIONAL	INDICAÇÃO DO LED	HÁ FALHAS?	MOTIVO / CAUSA DA FALHA	
5	Funcionamento do relé das válvulas solenóides da unidade hidráulica	27	Chave de ignição ligada			Led N não acende: - defeito no relé das válvulas solenóides da unidade hidráulica	
	Nas válvulas solenóides da unidade hidráulica, verificar o funcionamento e inversão das respectivas ligações	2 e 32 35 e 32 18 e 32 19 e 32	Colocar o veículo no tester, Chave de ignição ligada. Girar a roda e esta deve permanecer girando livremente. Posicionar a chave seletora do tester na posição da roda a ser testada.				
			1 Tecla P pressionada				Led O não acende: - defeito no relé das válvulas solenóides da unidade hidráulica - fios incorretamente conectados na unidade hidráulica - repetir o teste com o motor em funcionamento, pois os valores mínimos de corrente não são alcançados (bateria sem carga)
			2 Pedal de freio continuamente acionado	Led A roda gira			
			3 Tecla P livre	Led A roda bloqueia			
	Funcionamento das válvulas solenóides da unidade hidráulica: a. Na manutenção da pressão b. Na redução da pressão		4 Tecla P pressionada	Led A roda gira			Led P não acende: - defeito no relé das válvulas solenóides da unidade hidráulica - fios incorretamente conectados na unidade hidráulica - repetir o teste com o motor em funcionamento, pois os valores mínimos de corrente não são alcançados (bateria sem carga)
		5 Tecla P livre	Led A roda bloqueia				
		6 Pedal livre					

CHAVE DE PROGRAMAÇÃO	ITENS ENSAIADOS	MEDIÇÃO NO BORNE	CONDIÇÃO ADICIONAL	INDICAÇÃO DO LED	HÁ FALHAS?	MOTIVO / CAUSA DA FALHA
6	No sensor de rotação, verificar o funcionamento e inversão das respectivas ligações	5 e 4 11 e 21 7 e 9 24 e 26	Colocar o veículo no testor. Chave de ignição ligada. Girar a roda e esta deve permanecer girando livremente. No ensaio do eixo de tração, a roda que não está sendo testada deve ser fixada. Posicionar na respectiva roda.			
			Girar a roda até que o led Q acenda sem apresentar oscilações de luminosidade (vel. aproximada 1 rps. Se a vel. da roda for excessiva, o led Q apaga). Então, lê-se a indicação da escala. Valor mínimo da escala tem que ser maior que 1,6 partes da escala. A diferença entre o valor mínimo não pode exceder a 25% do maior valor.			<p>Led Q não acende:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ligação do sensor de rotação interrompida - ligação do sensor de rotação invertida - defeito no sensor de rotação - folga excessiva entre o sensor de rotação e o anel de impulsos - folga excessiva no rolamento - anel de impulsos com defeito - colocação incorreta do anel de impulsos
	Desconecte o tester do plugue do chicote da SG e conecte o plugue na SG		Chave de ignição desligada			

Obs.:

Durante a execução deste passo de teste, a lâmpada ABS no painel do veículo deve estar apagada.

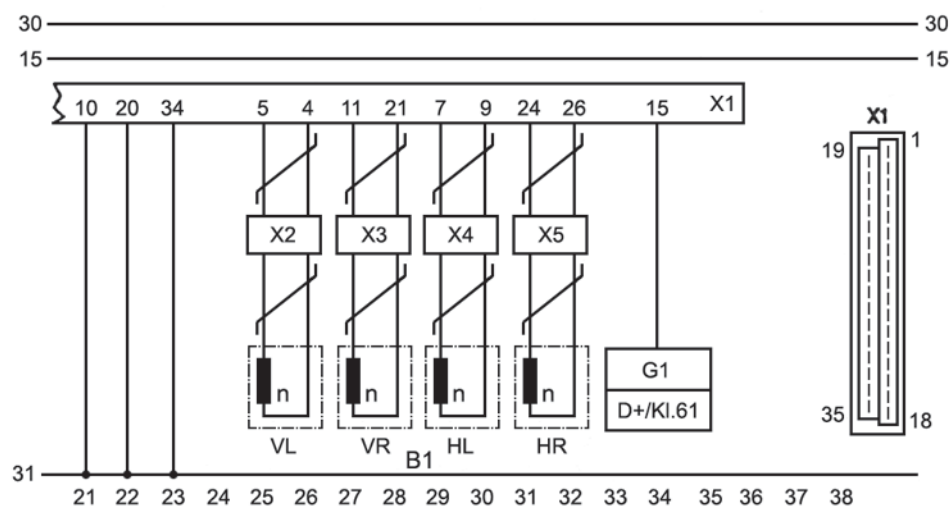
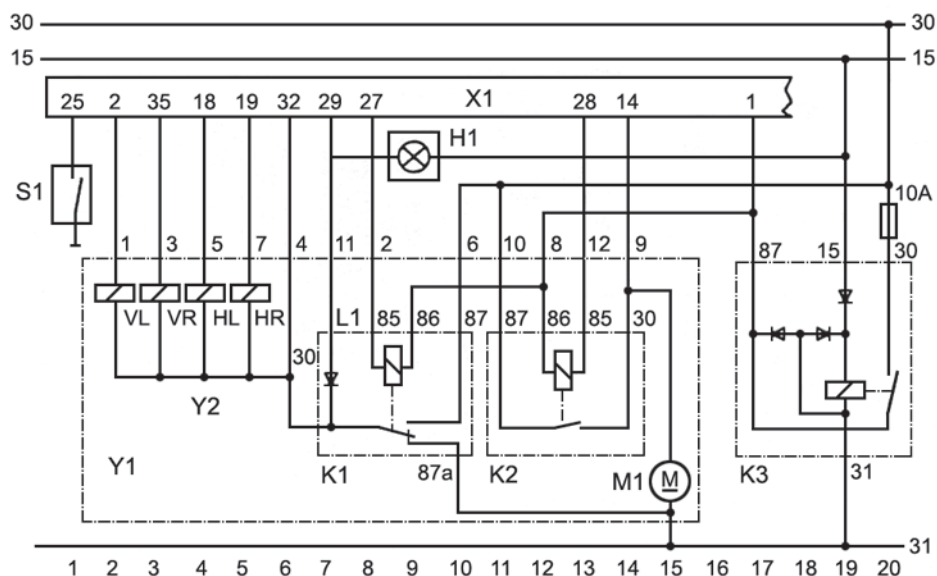
Atenção!

Como teste final, realizar um teste drive com o veículo.

1. Quando o motor é ligado, a lâmpada ABS no veículo deve se apagar.
2. Rodar com o veículo numa velocidade mínima de 30Km/h por um tempo maior que 20s. Durante este teste, a lâmpada ABS no veículo não deve acender.

SISTEMA DE FREIOS ABS BOSCH 2S

ESQUEMA ELÉTRICO 4S/4K



B1 - sensores de rotação

S1 - interruptor da luz de freio

H1 - lâmpada de segurança ABS

Y1 - unidade hidráulica

Y2 - válvulas solenóides 3V/3P

K1 - relé das válvulas solenóides

K2 - relé do motor da bomba

K3 - relé eletrônico com proteção de sobretensão

X1 - conector da unidade de comando elétrica

X2 - sensor de rotação DE (conector)

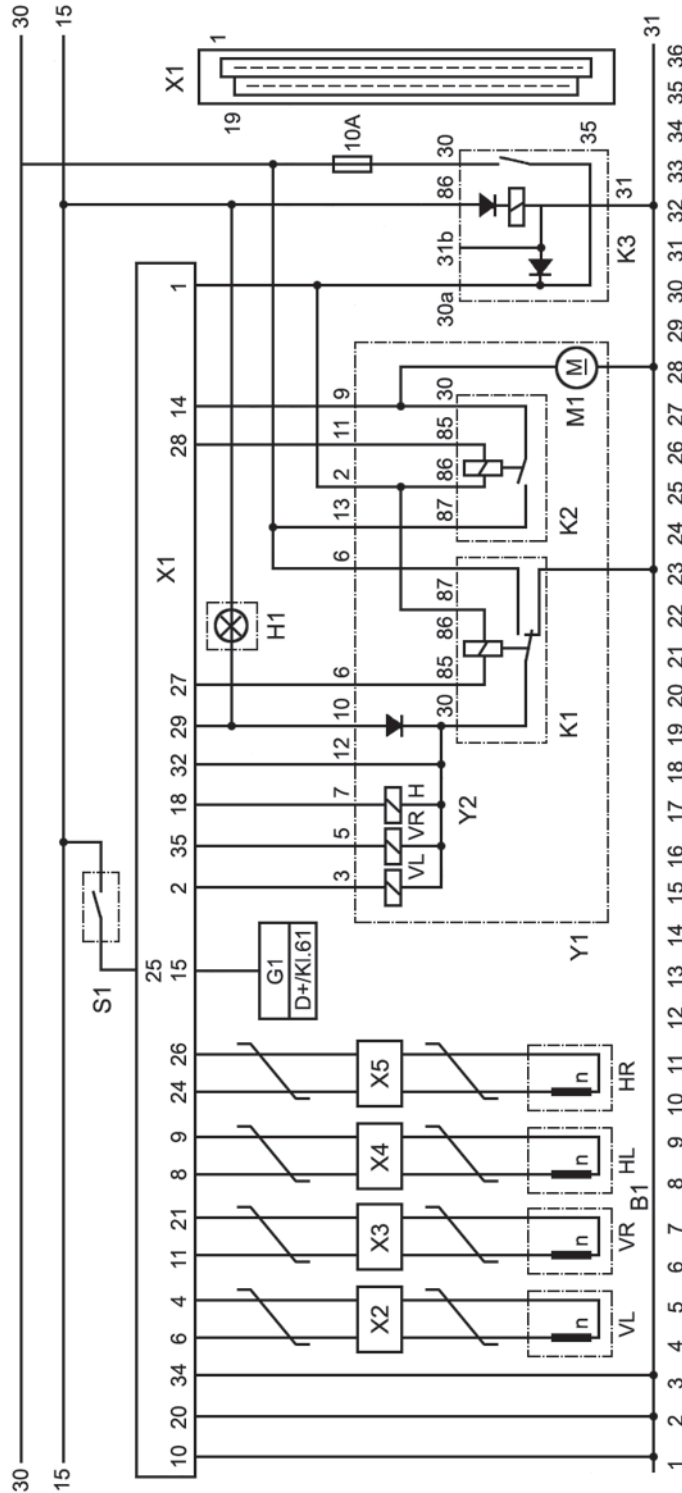
X3 - sensor de rotação DD (conector)

X4 - sensor de rotação TE (conector)

X5 - sensor de rotação TD (conector)

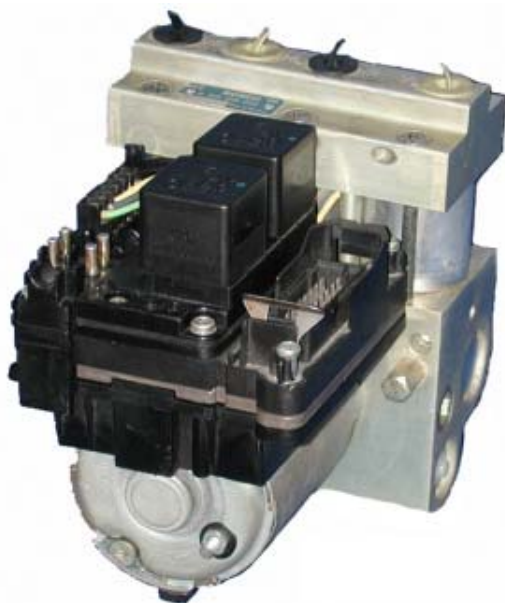
G1 - alternador

ESQUEMA ELÉTRICO 4S/3K



- B1 - sensores de rotação
- S1 - interruptor da luz de freio
- H1 - lâmpada de segurança ABS
- Y1 - unidade hidráulica
- Y2 - válvulas solenóides 3V/3P
- K1 - relé das válvulas solenóides
- K2 - relé do motor da bomba
- K3 - relé eletrônico com proteção de sobretensão
- X1 - conector da unidade de comando elétrica
- X2 - sensor de rotação DE (conector)
- X3 - sensor de rotação DD (conector)
- X4 - sensor de rotação TE (conector)
- X5 - sensor de rotação TD (conector)
- G1 - alternador

SISTEMA DE FREIOS ABS BOSCH 2E

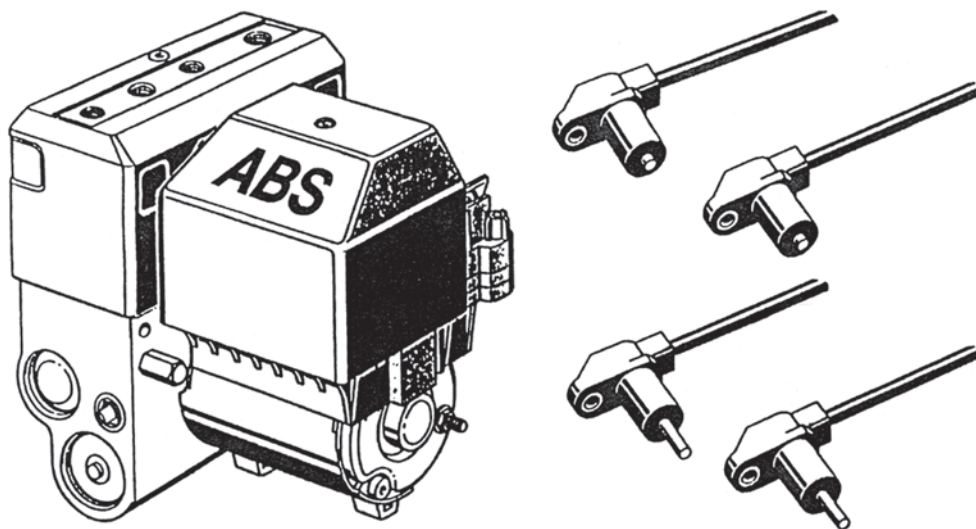


COMPONENTES

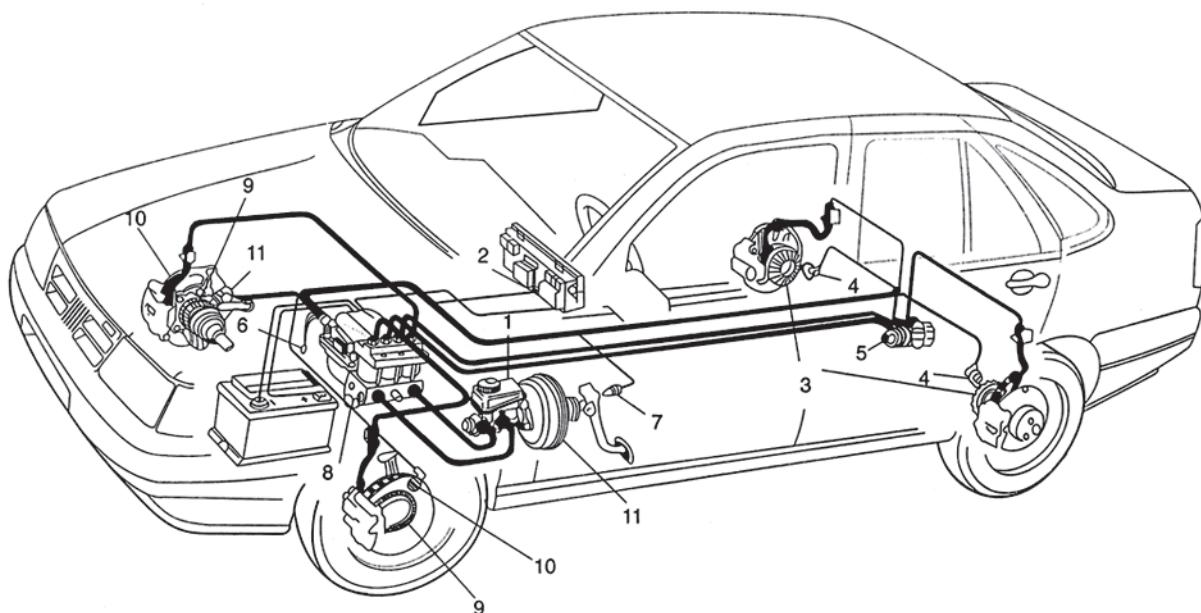
Resistência do sensor - 800 a 2000 Ω

Distância - 0,5 a 1,0mm

Resistência das eletroválvulas - 0,7 a 1,7 Ω

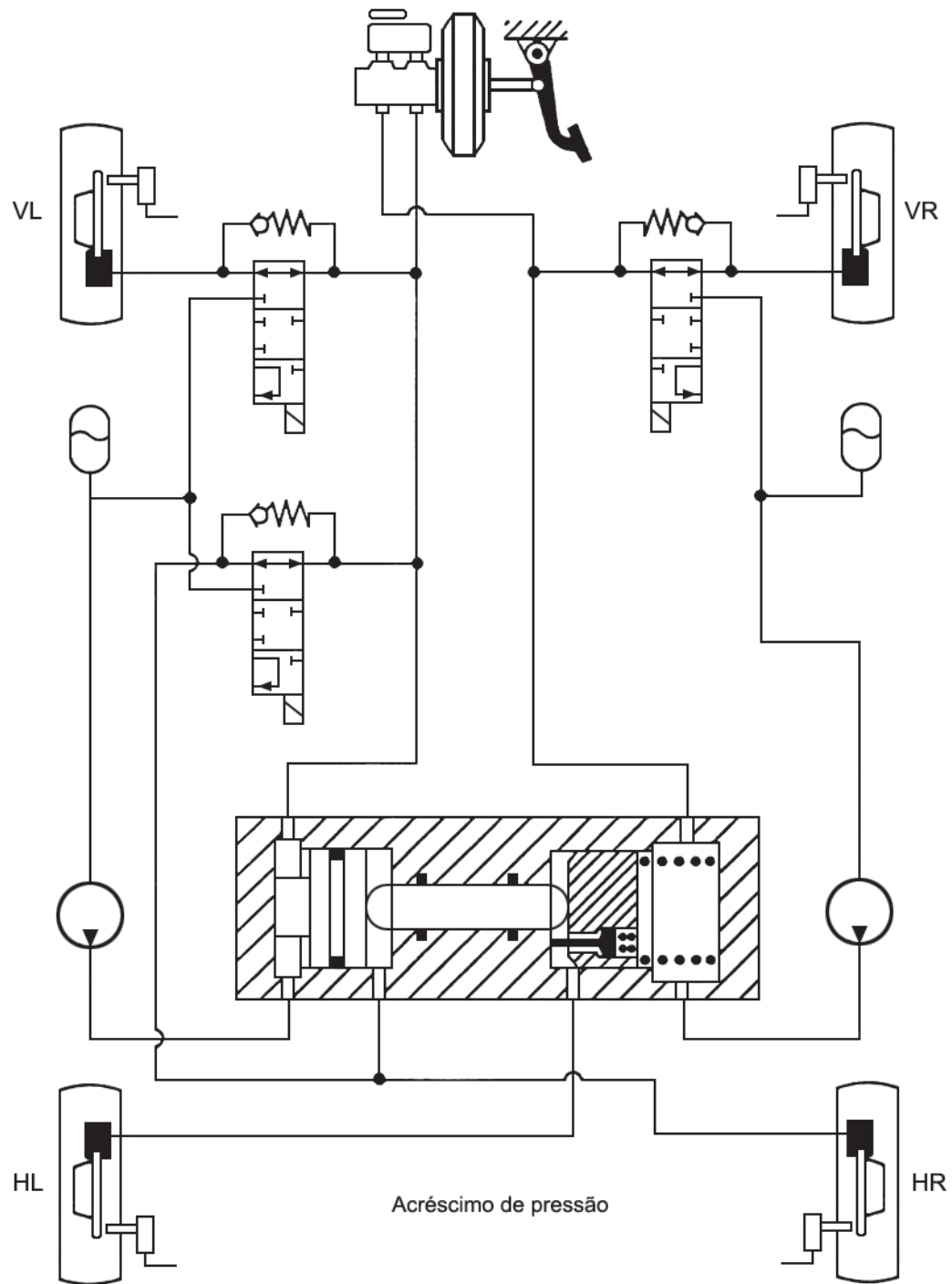


ESQUEMA GERAL DO ABS BOSCH 2E

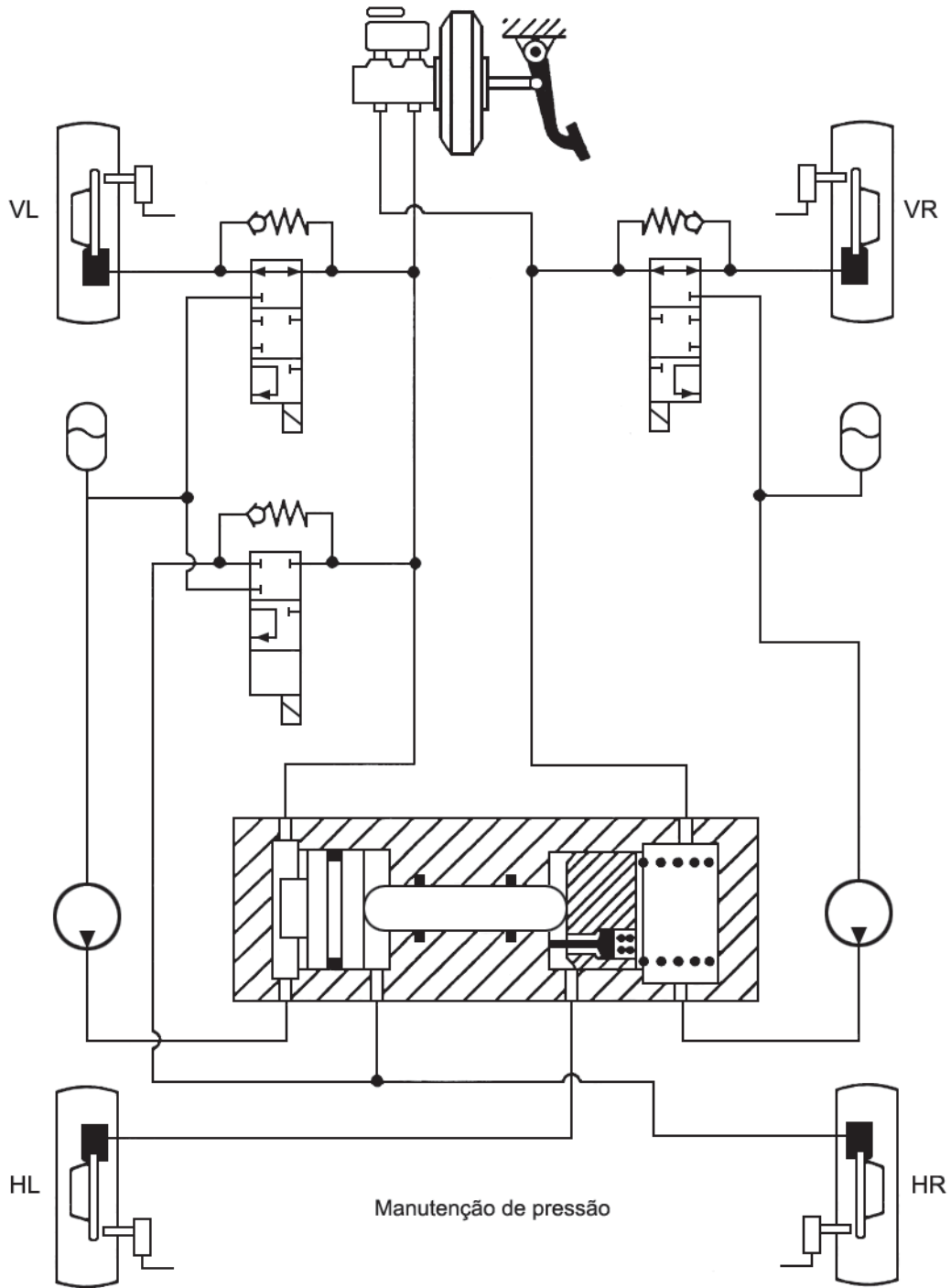


- | | |
|--|--|
| 1. Reservatório de fluido dos freios | 7. Interruptor no pedal de freio |
| 2. Luz-piloto ABS | 8. Central hidráulica com central eletrônica incorporada |
| 3. Rodas fônicas traseiras | 9. Rodas fônicas dianteiras |
| 4. Sensores indutivos traseiros | 10. Sensores indutivos dianteiros |
| 5. Regulador de frenagem | 11. Servofreio |
| 6. Conector para diagnose com FIAT - Lancia Tester | |

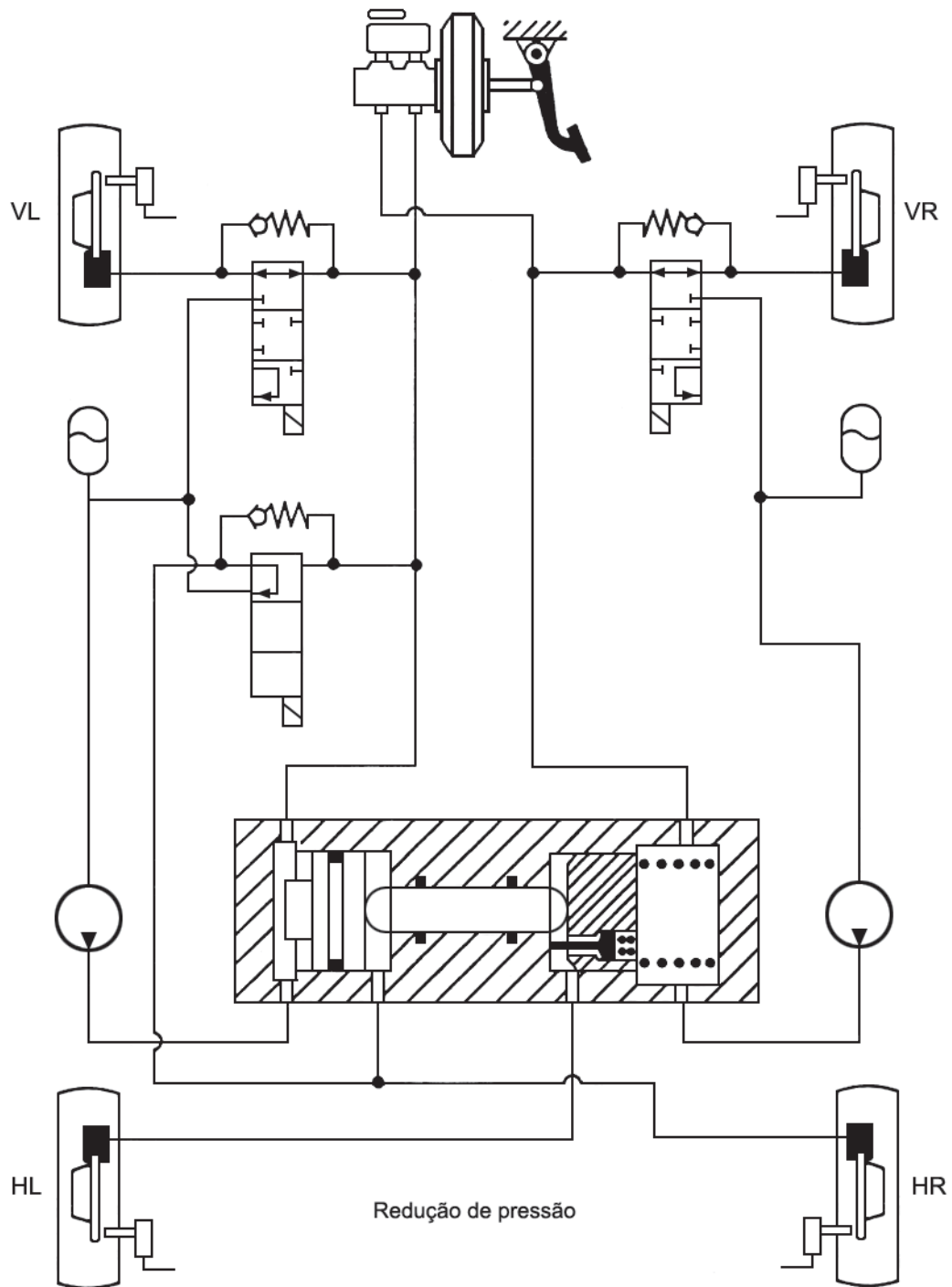
ESQUEMA HIDRÁULICO



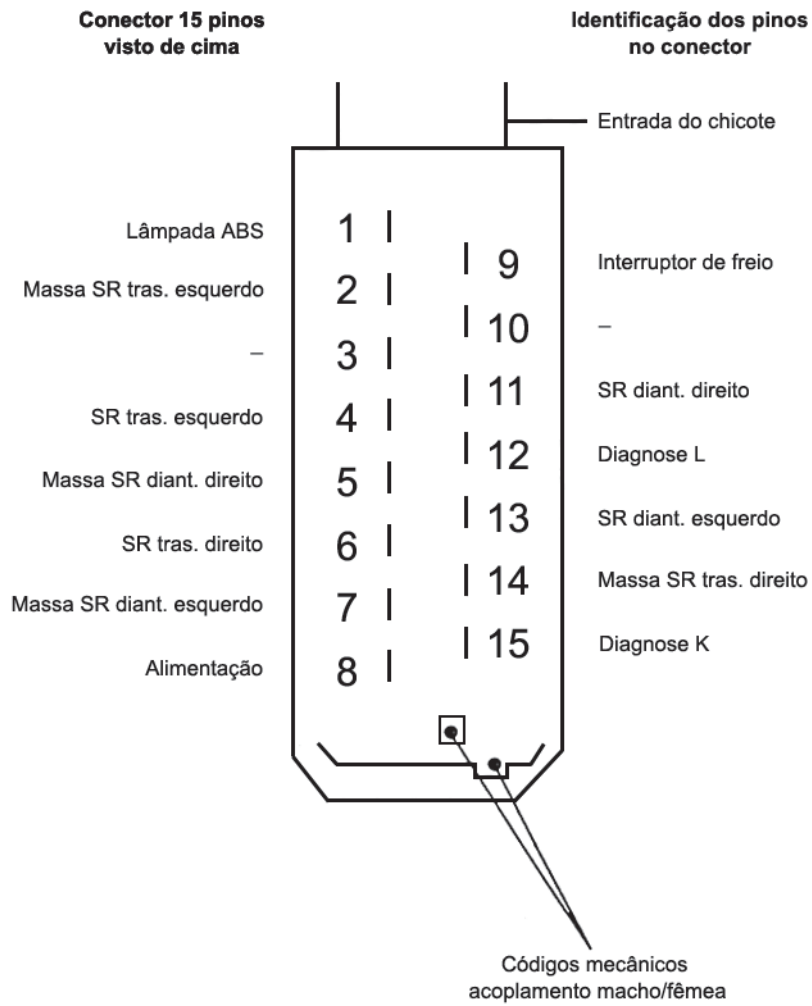
ESQUEMA HIDRÁULICO



ESQUEMA HIDRÁULICO



CONFIGURAÇÃO DO CONECTOR



CÓDIGO DE DIAGNOSE

TABELA DE CÓDIGOS DE PULSO		
CÓDIGO	COMPONENTES COM FALHAS	TIPO DE FALHA
12	Início da diagnose por pulsos	
16	VS dianteira esquerda	Defeito
17	VS dianteira direita	Defeito
18	VS traseira	Defeito
19	Relé da VS	Defeito
25	Anel de impulsos das rodas	Número de dentes errado
35	Bomba do motor	Defeito
37	Interruptor da luz de freio	Interrompido
39	S dianteiro esquerdo	Sem sinal ou sinal fraco
41	S dianteiro esquerdo	Interrompido
42	S dianteiro direito	Sem sinal ou sinal fraco
43	S dianteiro direito	Interrompido
44	S traseiro esquerdo	Sem sinal ou sinal fraco
45	S traseiro esquerdo	Interrompido
46	S traseiro direito	Sem sinal ou sinal fraco
47	S traseiro direito	Interrompido
48	Tensão da bateria	Muito baixa
55	Unidade eletrônica de comando	Defeito
56	Diagnose por pulsos	Falha de operação

VS - Válvula Solenóide

S - Sensor de rotação

FALHAS DE COMPONENTES DO SISTEMA

As falhas de componentes do sistema ABS ficam armazenadas na memória até que elas sejam eliminadas e apagadas.

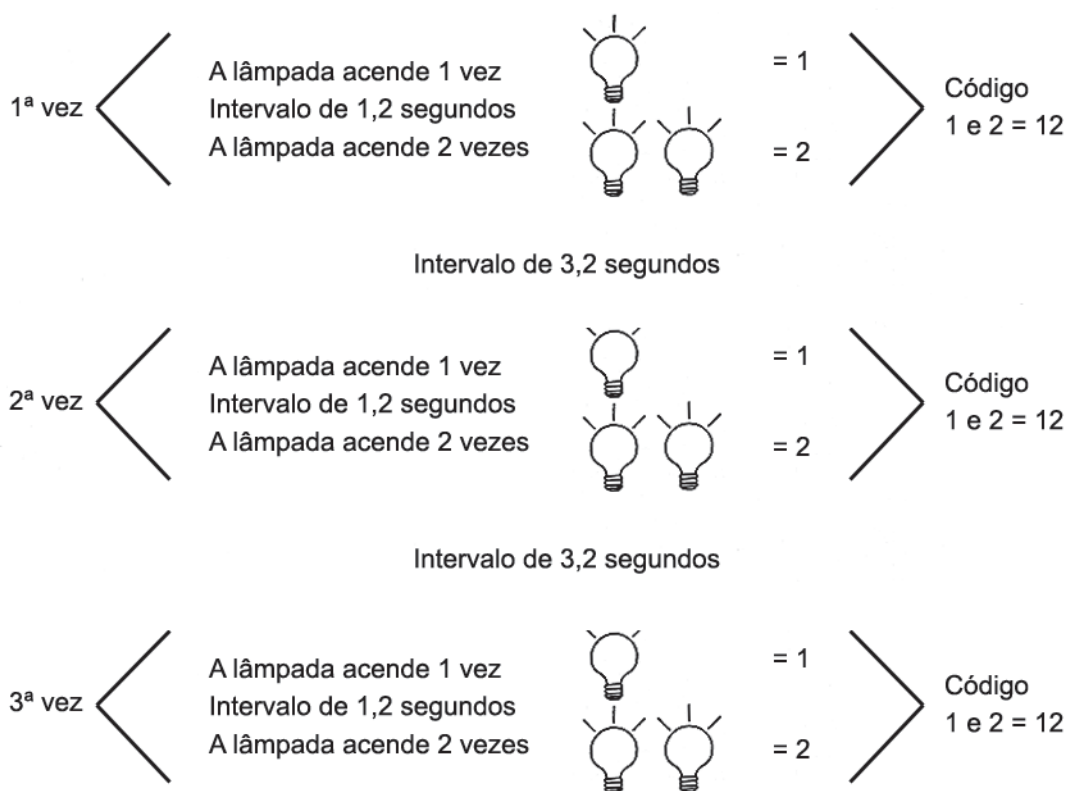
Como detectá-las?

Nestes casos, a lâmpada ABS no painel do veículo fica permanentemente acesa. O sistema ABS se desliga permanecendo em atuação apenas o freio do veículo.

Leitura do código de piscadas

• Identificação do ABS

Os blocos iniciais de piscadas da lâmpada ABS são repetidos 3 vezes para identificar o tipo de ABS instalado.



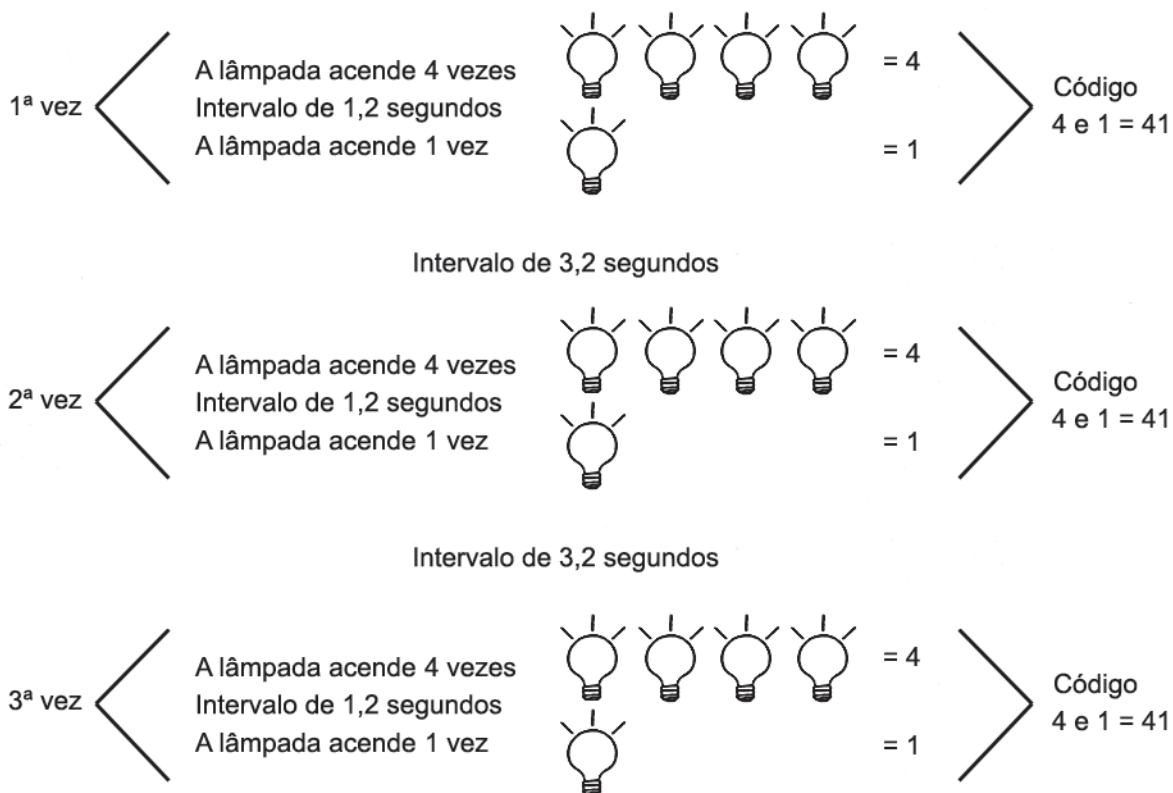
Portanto, ao iniciar a diagnose você lerá os códigos 12...12...12, por 3 vezes seguidas. Verificar na tabela de códigos de pulsos, que o código 12 é o início da diagnose por pulsos.

Após os 3 blocos iniciais de identificação do ABS, iniciam-se em seguida os 3 blocos de identificação de cada falha gravada na memória. O sistema armazena até 3 tipos de falhas simultaneamente.

OBSERVAÇÃO

Não havendo qualquer tipo de falha gravada, os 3 blocos de identificação do ABS serão repetidos continuamente até que o plugue diagnose seja desconectado ou a ignição desligada.

Exemplo: Código de falha 41



Em seguida à 3ª vez e após um intervalo de 3,2 segundos, será mostrada outra falha gravada na memória até um limite de 3 falhas. Não existindo outra falha, repete-se o código de início de diagnose por pulsos - 12.

Motivos e causas das falhas**1 Lâmpada ABS no painel do veículo não acende**

- Verifique se a lâmpada ABS está queimada.

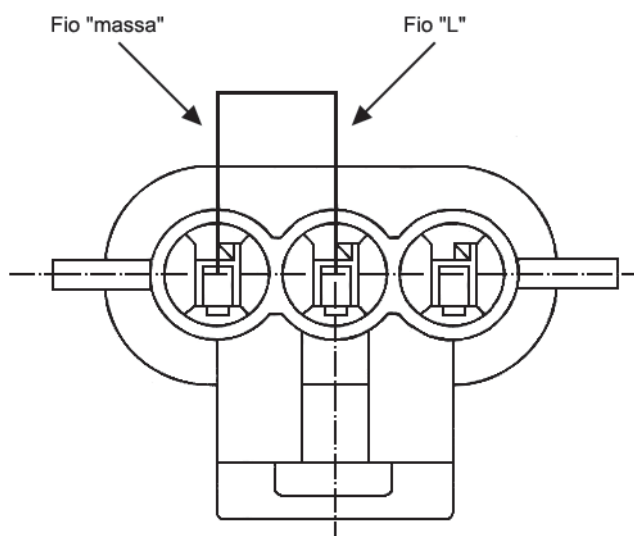
2 Lâmpada ABS acende e permanece acesa, mesmo após 2s

- Verifique se o plugue 15 pinos da unidade hidráulica (UH) está conectado.
- Verifique o plugue 15 pinos quanto a mau contato.
- Verifique se o plugue 4 pinos da unidade hidráulica (UH) está conectado.
- Verifique o plugue 4 pinos quanto a mau contato.
- Verifique o fusível de alimentação do ABS (10A).

Se após a correção do problema, a lâmpada ABS ainda assim permanecer acesa, isto indica que há uma ou mais falhas (o sistema armazena até 3 falhas) gravadas na memória do sistema. Deve-se então iniciar a ativação do código de piscadas.

3. Como ativar o código de piscadas

- Localize o plugue de diagnose no compartimento do motor.
- Conecte o fio "L" com a massa "⊥".
- Ligue a ignição.
- Com a tabela de código de piscadas à mão (item 6), observe a quantidade de piscadas da lâmpada.



4. Falhas indicadas pelo código de piscadas

Através deste código, obtém-se um diagnóstico completo de qualquer problema que venha ocorrer com o ABS. Portanto, deste item em diante baseie-se neste código para localizar problemas e suas respectivas causas.

Código 16 - Falha na válvula solenóide (VS) dianteira esquerda

- Verifique se o plugue 6 pinos da unidade hidráulica (UH) está conectado.
- Verifique os pinos do plugue quanto a mau contato e oxidação.
- Caso persista a falha, substitua a UH.

Código 17 - Falha na válvula solenóide (VS) dianteira direita

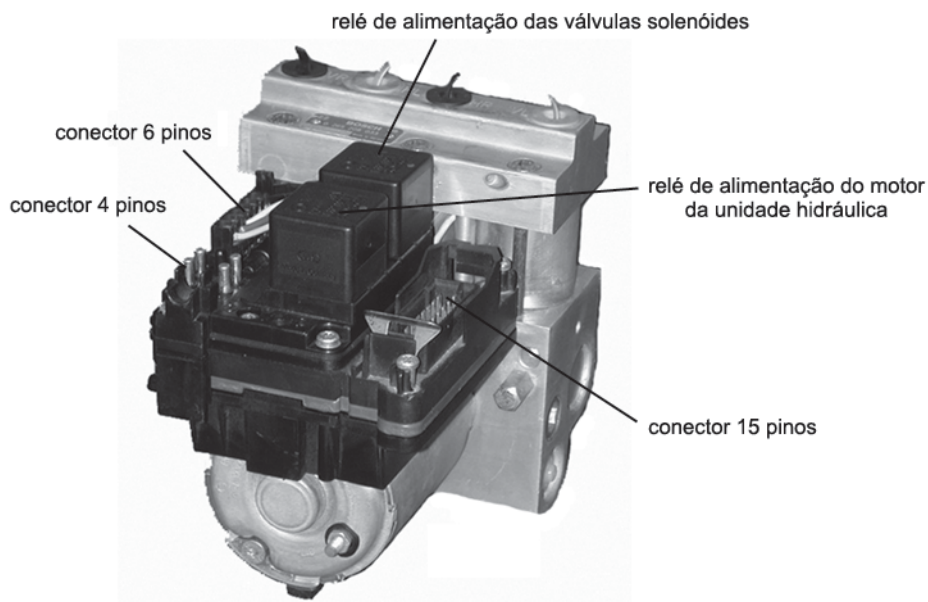
- Verifique se o plugue 6 pinos da unidade hidráulica (UH) está conectado.
- Verifique os pinos do plugue quanto a mau contato e oxidação.
- Caso persista a falha, substitua a UH.

Código 18 - Falha na válvula solenóide (VS) traseira

- Proceda conforme descrito nos códigos 16 e 17.

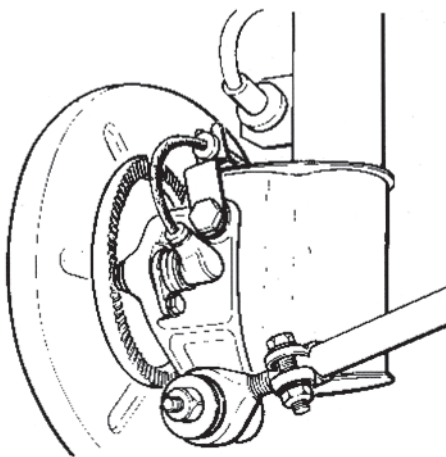
Código 19 - Falha no relé da válvula solenóide

- Substitua a UH.



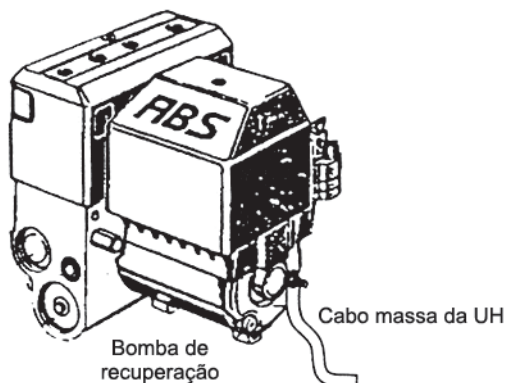
Código 25 - Falha no anel de impulsos (roda fônica)

- Verifique os anéis de impulsos das rodas e substitua aquele que apresentar número de dentes incorreto.



Código 35 - Falha no motor da bomba da unidade hidráulica (UH)

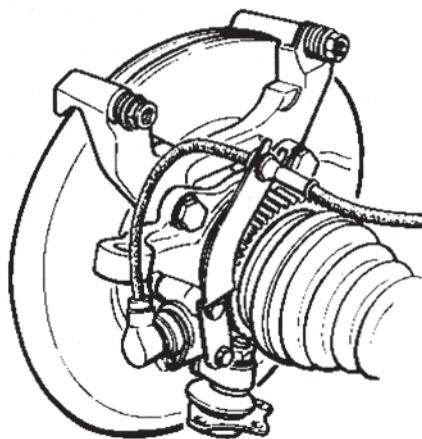
- Verifique se o cabo massa da UH está conectado.
- Se a falha persistir, mesmo após a conexão do cabo massa, substituir a UH.

**Código 37** - Falha no interruptor da luz de freio (BLS)

- Verifique se há interrupção no circuito e reabasteça-o
- Verifique se as luzes de freio estão queimadas.

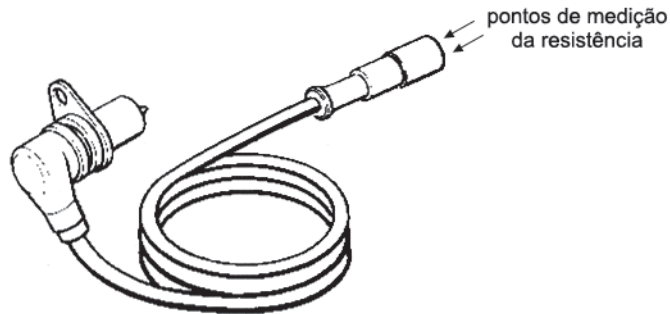
Código 39 - Falha no SR (sensor de rotação) dianteiro esquerdo - sinal fraco ou irregular

- Verifique a folga do SR com anel de impulsos (roda fônica). Restabeleça as folgas especificadas.
- Verifique a fixação do SR.
- Caso persista a folga, substitua o SR.

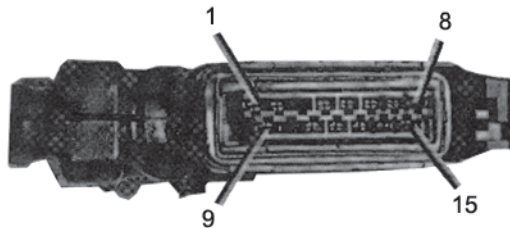


Código 41 - Falha no SR (sensor de rotação) dianteiro esquerdo - interrupção do sinal

- Desconecte o cabo SR DE do chicote do veículo. Utilizando um multímetro, meça a resistência do cabo ao mesmo tempo em que este é flexionado. Faixa de valores admissíveis: $0 < R_S < 3000 \Omega$.
- Para valores fora desta faixa, substitua o SR.

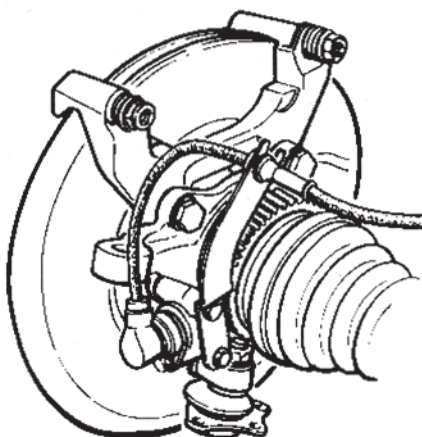


- Verifique o cabo de extensão do SR no chicote do veículo quanto a interrupção.
- Desconecte o plugue 15 pinos da UH.
- Meça a continuidade entre os terminais 07 e 13 do plugue e os terminais do cabo de extensão do SR DE no chicote do veículo.
- Se houver interrupção, substitua o chicote do veículo.

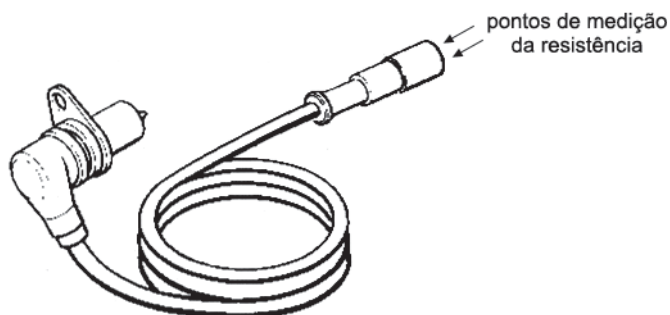
**Código 42** - Falha no SR (sensor de rotação) dianteiro direito - sinal fraco ou irregular

- Proceda conforme descrito no código 39.

- Código 43** - Falha no SR (sensor de rotação) dianteiro direito - interrupção do sinal
- Proceda conforme descrito no código 41, considerando-se a medição de continuidade entre os terminais 05 e 11 do plugue 15 e os terminais do cabo de extensão do SR DD.



- Código 44** - Falha no SR traseiro esquerdo - sinal fraco ou irregular
- Proceda conforme descrito no código 39.

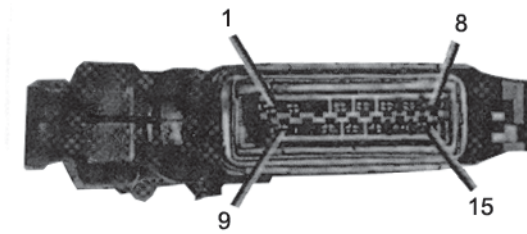


- Código 45** - Falha no SR traseiro esquerdo - interrupção do sinal
- Proceda conforme descrito no código 41, considerando-se a medição de continuidade entre os terminais 02 e 04 do plugue 15 pinos.

- Código 46** - Falha no SR traseiro direito - sinal fraco ou irregular
- Proceda conforme descrito no código 39.

Código 47 - Falha no SR traseiro direito - interrupção do sinal

- Proceda conforme descrito no código 41, considerando-se a medição de continuidade entre os terminais 06 e 14 do plugue 15 pinos.

**Código 48** - Falha na bateria - tensão muito baixa

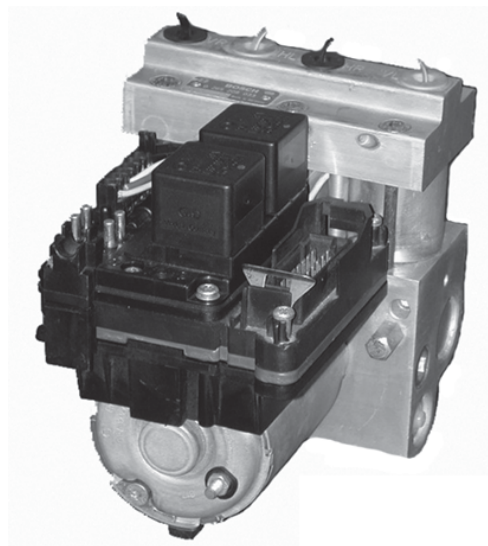
- Verifique a tensão na bateria.
- Recerregue ou substitua a bateria.

Código 55 - Falha na unidade eletrônica de comando (UEC)

- Substitua a UEC - não há necessidade de substituição de UH completa.

Código 56 - Falha na diagnose por pulsos

- Substitua a UEC - não há necessidade de substituição de UH completa.

**5. Como apagar as falhas**

Após a verificação das falhas e posterior eliminação de suas causas, deve-se apagá-las da memória do sistema, como segue:

- Acione e desligue a ignição por, no mínimo 20 vezes seguidas sem acionar o motor em nenhuma delas.

Desta forma, todas as falhas que estiverem na memória do sistema serão eliminadas.

PROCEDIMENTO PARA SANGRIA

A sangria do sistema ABS 2E com pistão flutuante na unidade hidráulica deve ser executada impreterivelmente na seqüência recomendada a seguir:

1. Cilindro de freio da roda dianteira esquerda
2. Cilindro de freio da roda dianteira direita
3. Cilindro de freio da roda traseira esquerda
4. Cilindro de freio da roda traseira esquerda

Após a troca da unidade hidráulica ou do cilindro mestre, se a seqüência não for mantida, pode entrar ar no pistão flutuante. Com isso, aumentará o curso do pedal e piorará qualitativamente a regulagem ABS.

Uma sangria mau feita no sistema de freio pode ser refeita com um procedimento especial de pós-sangria. Não é suficiente posteriormente manter-se a seqüência correta de sangria.

A seguir será descrita a sangria correta e uma eventual pós-sangria.

Sangria com equipamento de sangria

1. Preparar a sangria

- Conecte o equipamento ao reservatório do fluido de freio.
- Ajuste a pressão no equipamento em aproximadamente 2 bar.
- Conecte uma extremidade do tubo plástico transparente no parafuso de sangria no cilindro de freio da roda dianteira esquerda e a outra no recipiente coletor de fluido (manter impreterivelmente a seqüência de sangria).

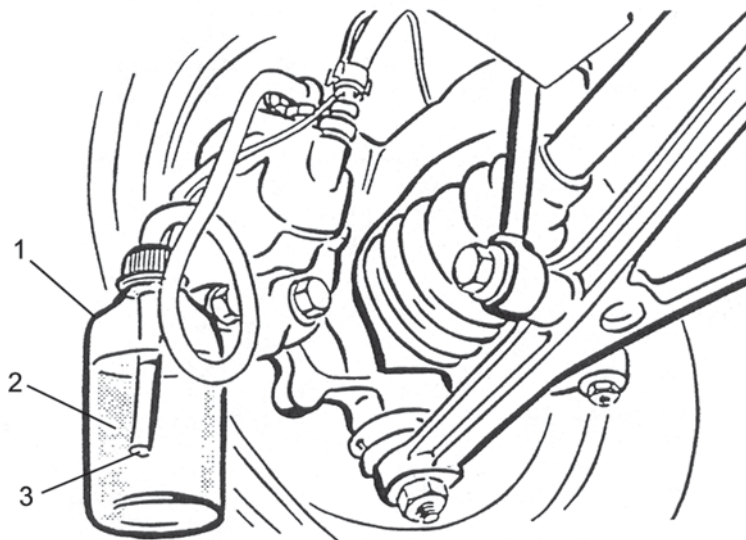
2. Procedimento de sangria, 1ª etapa

- Afrouxe o parafuso de sangria no cilindro da roda o tempo suficiente para que na saída do tubo introduzido no recipiente não apareçam bolhas de ar. O tempo de abertura é de aproximadamente 30 segundos. Aperte o parafuso de sangria.
- Proceda da mesma maneira nas demais rodas mantendo a seqüência: dianteira direita, traseira esquerda e traseira direita.

3. Procedimento de sangria, 2ª etapa

- Deixe o equipamento de sangria ligado.
- Continue a sangria utilizando o pedal (necessário 2º operador).
- Conecte uma extremidade do tubo plástico transparente no parafuso de sangria no cilindro de freio da roda dianteira esquerda e a outra no recipiente coletor de fluido (manter impreterivelmente a seqüência de sangria).

A ponta do tubo (3) deve mergulhar no fluido de freio (2) no recipiente (1) para que não seja sugado ar.



- Afrouxe o parafuso de sangria no cilindro de freio da roda dianteira esquerda e imediatamente
- Calque o pedal rapidamente e alivie-o lentamente por aproximadamente 20 vezes.
- Aperte o parafuso de sangria.

ATENÇÃO!

Em cilindros-mestre com mais de 2 anos de uso, é recomendável limitar o curso do pedal para não danificar as gaxetas no cilindro-mestre, eventualmente por superfície corroída do cilindro. O curso do pedal deve ser limitado ao curso de frenagens normais através de um apoio adequado.

- Proceda da mesma maneira nas demais rodas mantendo a seqüência: dianteira direita, traseira esquerda e traseira direita.
- Após terminada a sangria, retire o equipamento de sangria.
- Se necessário, reabasteça o reservatório com fluido novo até atingir a marca máxima.
- Verifique o curso do pedal de freio.

Em geral, o consumo de fluido de freio durante a sangria é de aproximadamente 0,5 litro.

Sangria sem equipamento de sangria

Sem equipamento, a sangria deve ser efetuada utilizando-se o pedal de freio. A seqüência de sangria dianteira esquerda, dianteira direita, traseira esquerda e traseira direita deve ser mantida, impreterivelmente.

1. Procedimento de sangria (necessário 2º operador)

- Conecte uma extremidade do tubo plástico transparente no parafuso de sangria no cilindro de freio da roda dianteira esquerda e a outra no recipiente coletor de fluido.

A ponta do tubo (3) deve mergulhar no fluido de freio (2) no recipiente (1) para que não seja sugado ar.

- Afrouxe o parafuso de sangria no cilindro de freio da roda dianteira esquerda.
- Calque várias vezes no pedal até que, na saída do tubo introduzido no recipiente, não apareçam bolhas de ar. Aperte o parafuso de sangria antes de tirar o pé do pedal.

ATENÇÃO!

Verifique sempre o nível do fluido do reservatório deixando-o entre as marcas de mínima e máxima.

- Proceda da mesma maneira nas demais rodas mantendo a seqüência: dianteira direita, traseira esquerda e traseira direita.
- Se necessário, reabasteça o reservatório com fluido novo até atingir a marca máxima.
- Após terminar a sangria, verifique o curso do pedal do freio.

Se após a sangria, o curso do pedal for muito grande, é provável a existência de ar na câmara do pistão flutuante. Para a execução é necessário um 2º operador.

Proceda da seguinte forma:

- Primeiramente, sangre o sistema de freio conforme o procedimento normal de sangria. Caso utilize equipamento de sangria, mantenha-o conectado.
- Aumente a pressão no sistema de freio calcando repetidas vezes o pedal de freio, até que o mesmo fique duro.
- Sem soltar o pedal, afrouxe o parafuso de sangria no cilindro de freio da roda traseira direita (aprox. 3 segundos) e calque o pedal de freio com força, até o batente.
- Aperte novamente o parafuso de sangria.

ATENÇÃO!

Antes de iniciar a sangria, conecte uma extremidade do tubo plástico transparente no parafuso de sangria no cilindro de freio da roda traseira direita e a outra no recipiente coletor de fluido.

Em cilindros-mestre com mais de 2 anos de uso, é recomendável limitar o curso do pedal para não danificar as gaxetas no cilindro-mestre, eventualmente por superfície corroída do cilindro. O curso do pedal deve ser limitado ao curso de frenagens normais através de um apoio adequado.

- Solte o pedal do freio.
- Repita 5 vezes o procedimento.
- Execute o método acima para todas as rodas na seguinte seqüência: traseira esquerda, dianteira esquerda e dianteira direita.
- Se necessário, reabasteça o reservatório com fluido novo, até atingir a marca máxima.
- Após terminar a sangria, verifique o curso do pedal de freio.
- Com pedal “mole” ou curso do pedal muito longo, repetir a pós-sangria.

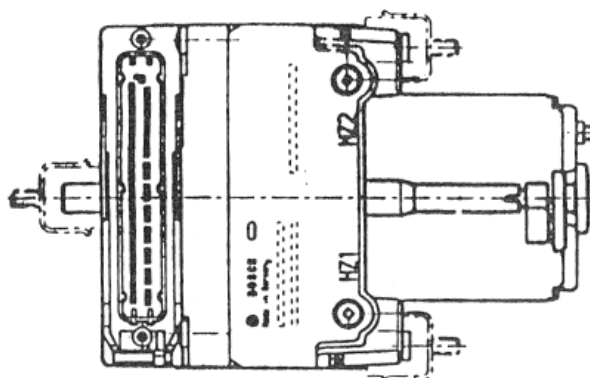
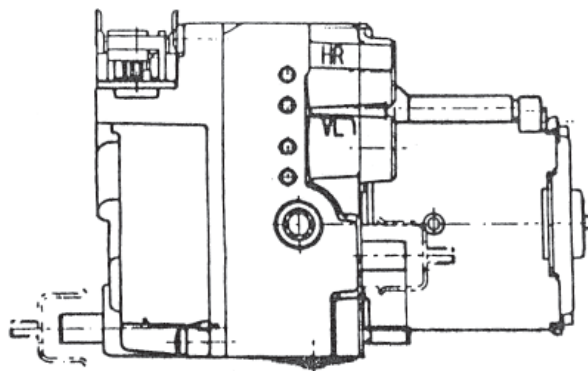
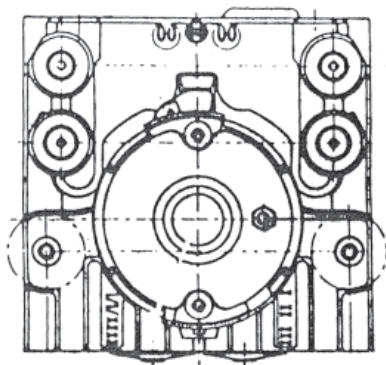
SISTEMA DE FREIOS ABS BOSCH 5.0, 5.3 E 5.4

COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS 2S, 5.0 E 5.3

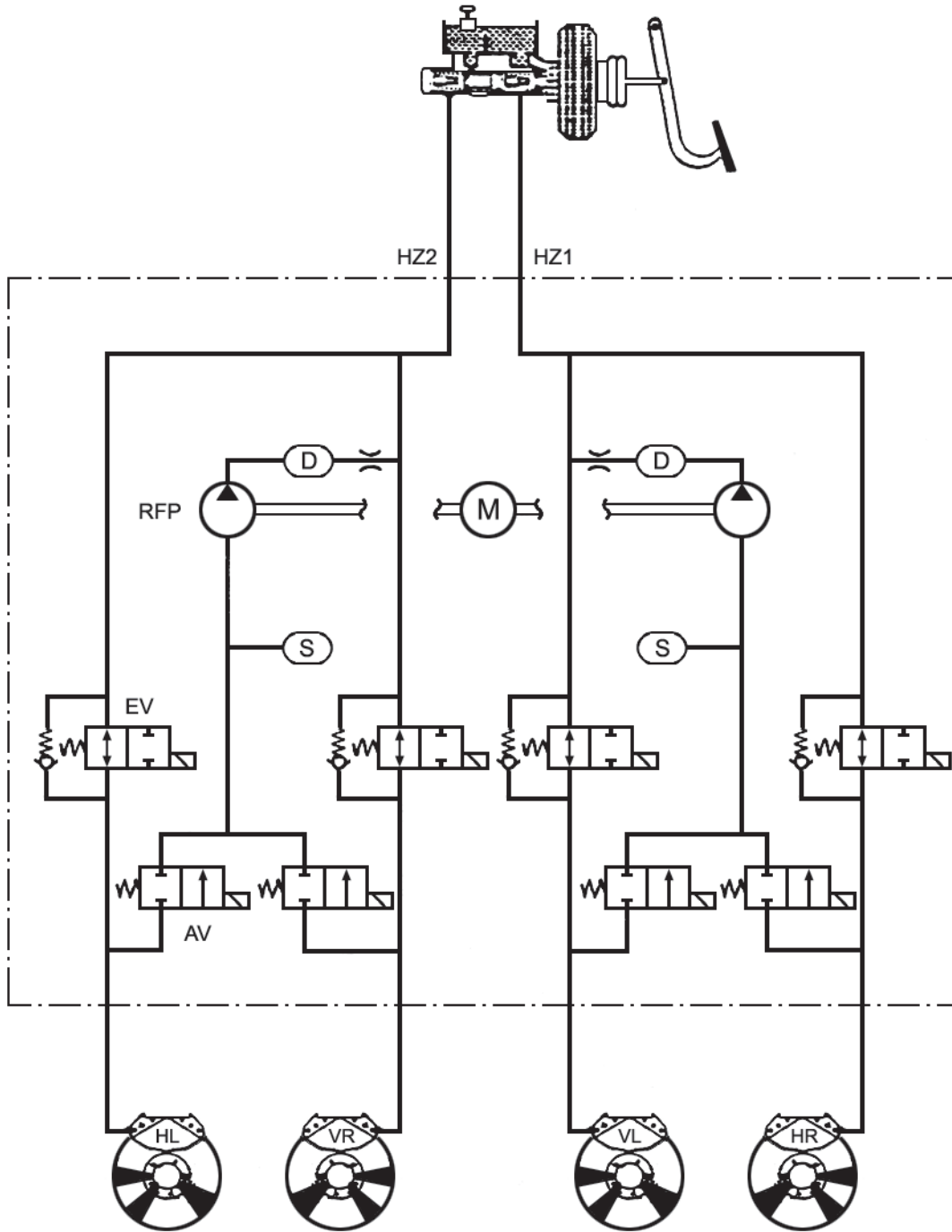
SISTEMAS	2S	5.0	5.3
UH			
Nº de componentes	1 UH, 1 UEC, 4 SR	1 UH C/UEC acopl, 4 SR	1 UH C/UEC acopl, 4 SR
Dimensões/Peso	Diferente	Diferente	Diferente
Tipos de VS	3/3	2/2	2/2
Ponto de fixação no suporte	Diferente	Diferente	Diferente
Condições de fornecimento	Cheia	Vazia	Vazia
Entrada e saída dos tubos	Diferente	Diferente	Diferente
UEC	Separada	Acoplada na UH	Acoplada na UH
Diagnose	Não	Blinkcode	Blinkcode
Nº pinos/plugue	35 (24 utilizados)	40 (16 utilizados)	26 (17 utilizados)
SR	SR2	SR6	SR6

SISTEMA DE FREIOS ABS BOSCH 5.0

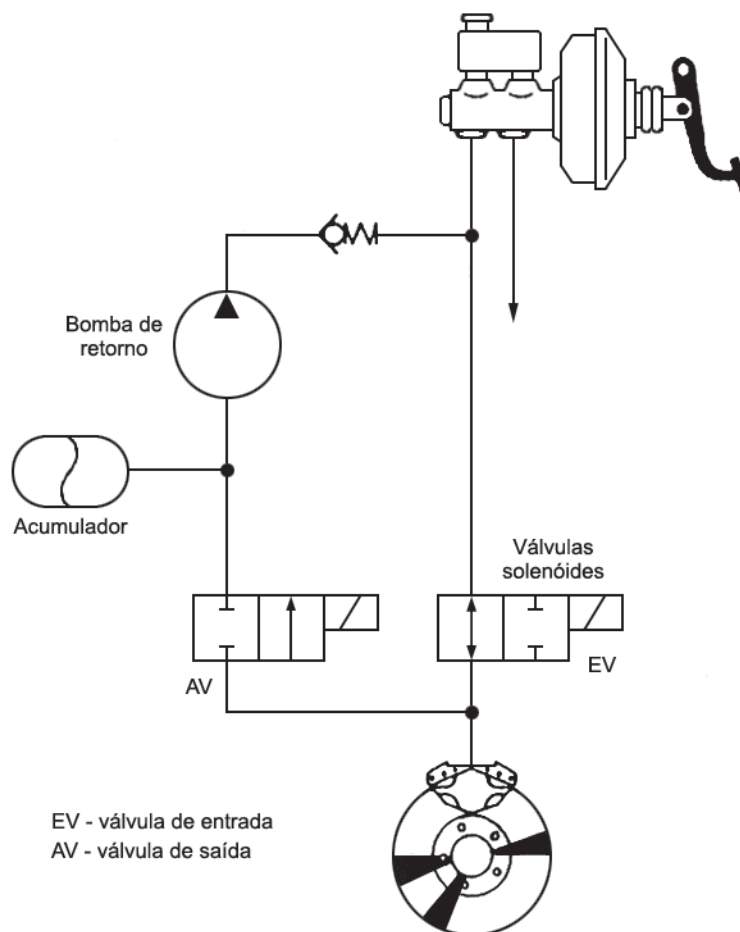
Unidade hidráulica com unidade de comando eletrônico acoplada



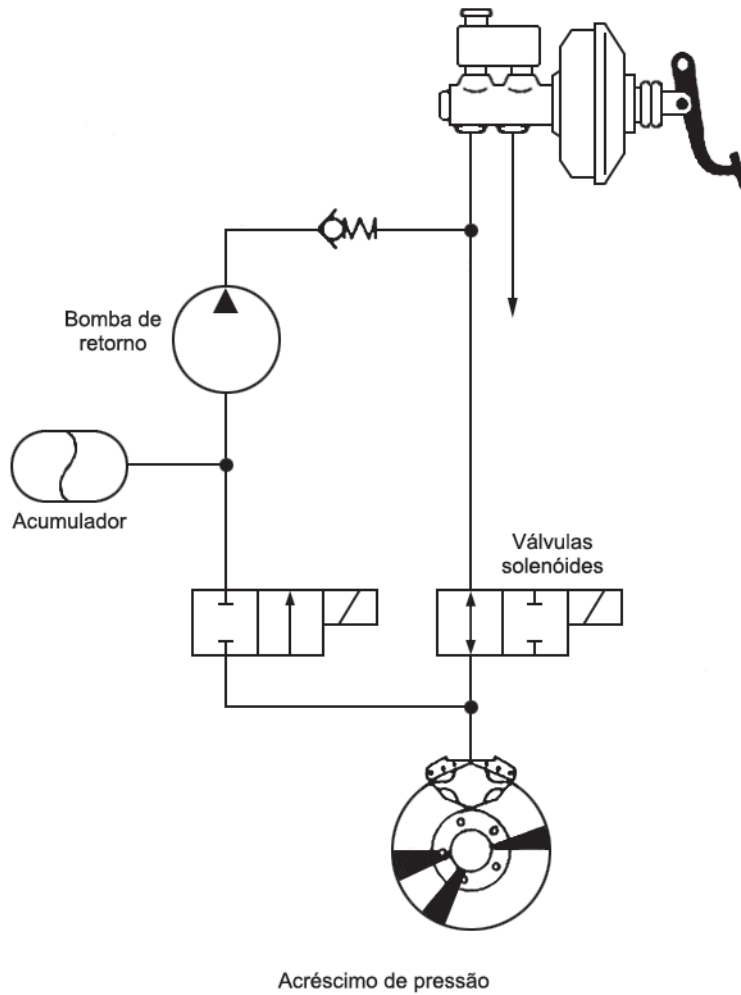
Circuito da unidade hidráulica



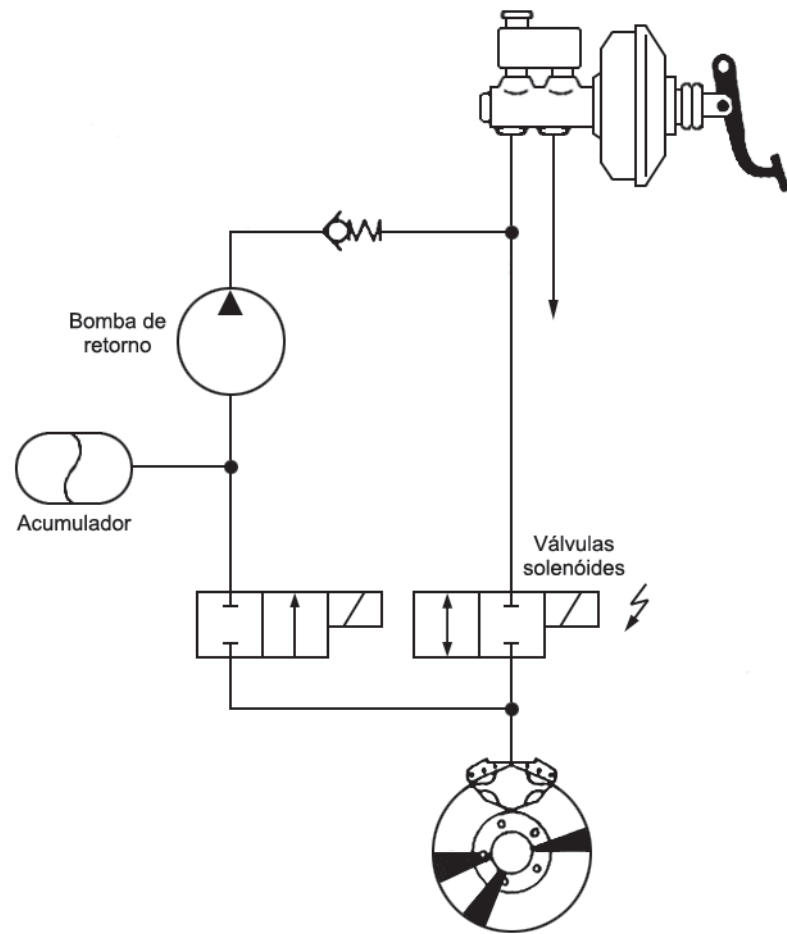
Componentes do sistema antibloqueio de freio ABS 5.0



Funcionamento - Aumento de pressão - ABS 5.0 e 5.3

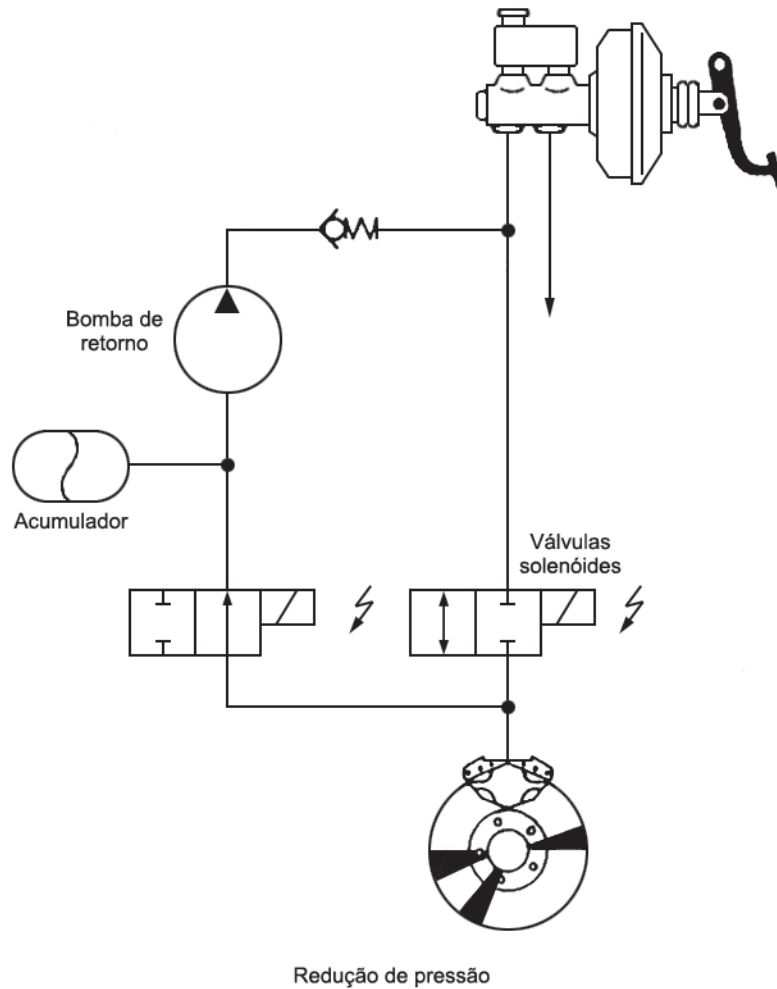


Funcionamento - Manutenção de pressão - ABS 5.0 e 5.3

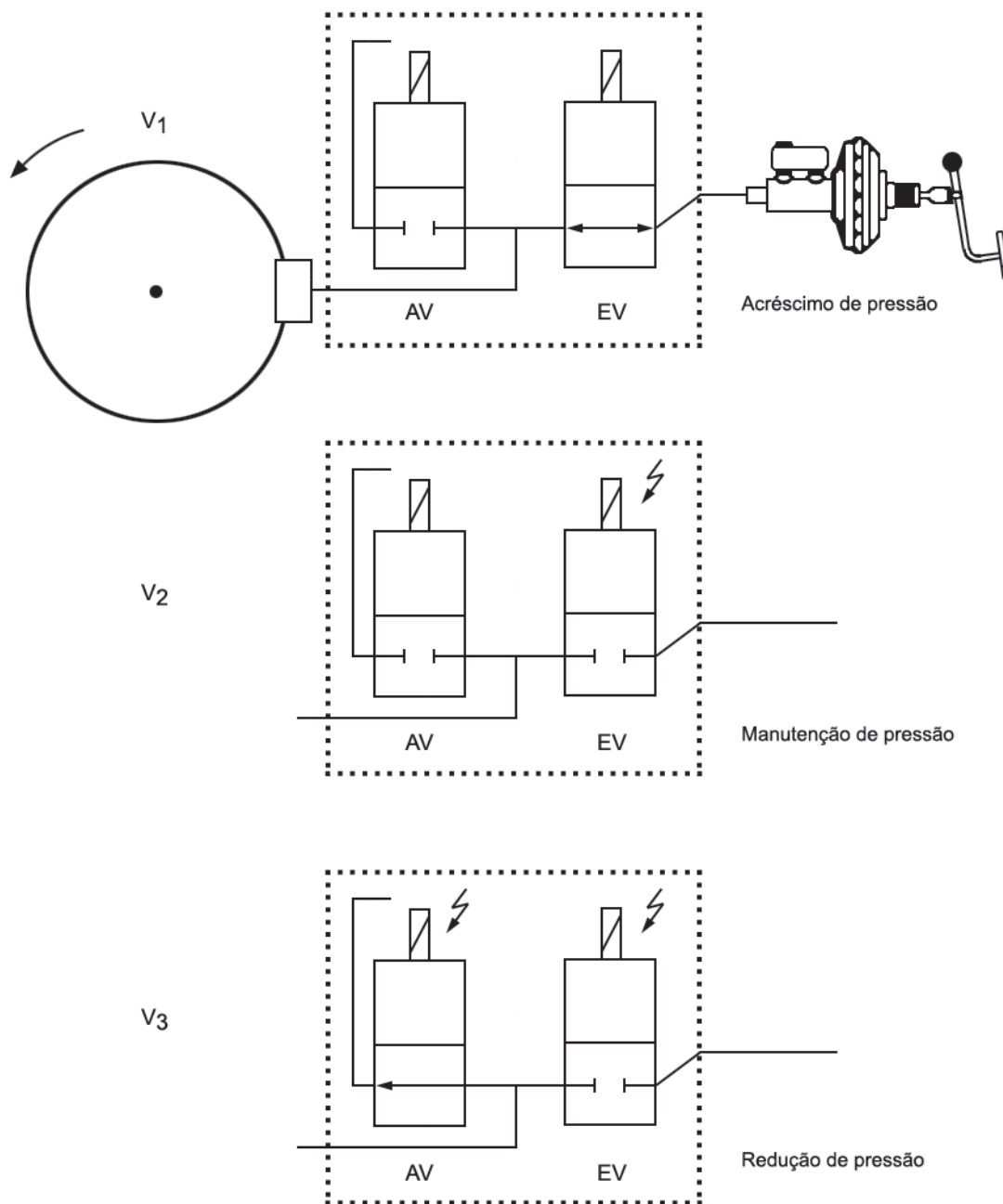


Manutenção de pressão

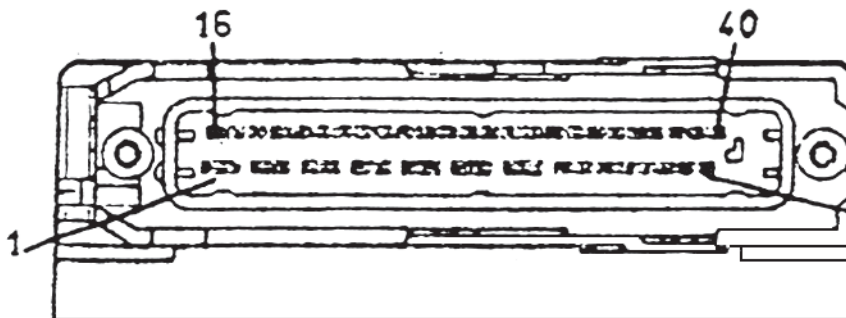
Funcionamento - Redução de pressão - ABS 5.0 e 5.3



Detalhe da modulação de pressão nas eletroválvulas - ABS 5.0



**Identificação de terminais do sistema ABS BOSCH 5.0
Instalação no plugue 40 pinos**



- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| 1. MASSA | 21. Massa SR – tras./direito |
| 2. UB – Relé Motor | 22. SR – dianteiro/direito |
| 3. UB – Relé Válvula | 23. – |
| 4. UZ | 24. Massa SR – dianteiro/direito |
| 5. – | 25. – |
| 6. – | 26. – |
| 7. – | 27. – |
| 8. – | 28. BLS |
| 9. – | 29. DIAGNOSE K |
| 10. – | 30. DIAGNOSE L |
| 11. – | 31. – |
| 12. – | 32. – |
| 13. – | 33. – |
| 14. – | 34. – |
| 15. – | 35. – |
| 16. SR – diant./esquerdo | 36. – |
| 17. Massa SR – diant/esquerdo | 37. – |
| 18. SR – traseiro/esquerdo | 38. – |
| 19. Massa SR – tras./esquerdo | 39. – |
| 20. SR – traseiro/direito | 40. LÂMPADA ABS |

CÓDIGOS PARA DIAGNOSE DE FALHAS DOS SISTEMAS 5.0 E 5.3

CÓDIGO DE FALHA 5.0	CÓDIGO DE FALHA 5.3	POSSÍVEL CAUSA	PROVIDÊNCIA
1	12	Sistema sem falhas	
2	13	Unidade eletrônica de comando	Substituir a UH completa
3	14	SR traseiro esquerdo - sinal fraco ou insuficiente	Verificar folga entre SR e anel de imoulso. Reabastecer as folgas especificadas.
4	15	SR dianteiro direito - sinal fraco ou insuficiente	Verificar folga entre SR e anel de imoulso. Reabastecer as folgas especificadas.
5	21	SR traseiro direito - sinal fraco ou insuficiente	Verificar folga entre SR e anel de imoulso. Reabastecer as folgas especificadas.
6	22	SR dianteiro esquerdo - sinal fraco ou insuficiente	Verificar folga entre SR e anel de imoulso. Reabastecer as folgas especificadas.
7	23	Cabo SR traseiro esquerdo interrompido ou em curto circuito	Desconectar o cabo SR traseiro esquerdo do chicote do veículo e com um multímetro medir a resistência do cabo ao mesmo tempo que este é movimentado. Faixa de resistência aceitável: $0 < RS < 3.000$ Ohms. Para valores fora desta faixa substituir o SR traseiro esquerdo.
		Cabo Ext. interrompido no chicote do veículo	Desconectar o plugue da UH, medir a continuidade entre os terminais 18 e 19 do plugue e os terminais do cabo de extensão.
8	24	Cabo SR dianteiro direito interrompido ou em curto circuito	Desconectar o cabo SR dianteiro direito do chicote do veículo e com um multímetro medir a resistência do cabo ao mesmo tempo que este é movimentado. Faixa de resistência aceitável: $0 < RS < 3.000$ Ohms. Para valores fora desta faixa substituir o SR dianteiro direito.
		Cabo Ext. interrompido no chicote do veículo	Desconectar o plugue da UH, medir a continuidade entre os terminais 22 e 24 do plugue e os terminais do cabo de extensão do SR dianteiro direito no chicote do veículo. Se houver interrupção, substituir o chicote ABS do veículo.
9	25	Cabo SR traseiro direito interrompido ou em curto circuito	Desconectar o cabo SR traseiro direito do chicote do veículo e com um multímetro medir a resistência do cabo ao mesmo tempo que este é movimentado. Faixa de resistência aceitável: $0 < RS < 3.000$ Ohms. Para valores fora desta faixa substituir o SR traseiro direito.
		Cabo Ext. interrompido no chicote do veículo	Desconectar o plugue da UH, medir a continuidade entre os terminais 22 e 24 do plugue e os terminais do cabo de extensão do SR traseiro direito no chicote do veículo. Se houver interrupção, substituir o chicote ABS do veículo.

(continua)

(continuação)

CÓDIGO DE FALHA 5.0	CÓDIGO DE FALHA 5.3	POSSÍVEL CAUSA	PROVIDÊNCIA
10	26	Cabo SR dianteiro esquerdo interrompido ou em curto circuito	Desconectar o cabo SR dianteiro direito do chicote do veículo e com um multímetro medir a resistência do cabo ao mesmo tempo que este é movimentado. Faixa de resistência aceitável: $0 < RS < 3.000$ Ohms. Para valores fora desta faixa substituir o SR dianteiro direito.
		Cabo Ext. interrompido no chicote do veículo	Desconectar o plugue da UH, medir a continuidade entre os terminais 16 e 17 do plugue e os terminais do cabo de extensão do SR dianteiro direito no chicote do veículo. Se houver interrupção, substituir o chicote ABS do veículo.
11	32	Interruptor da luz de freio (BLS)	Reparar o circuito reestabelecendo a ligação e/ou substituir o interruptor.
12	33	Tensão de bateria muito baixa	Recarregar ou substituir a bateria.
13	34	Anel de impulsos incorreto	Verificar anéis de impulsos das rodas e substituir aquele que apresentar nº de dentes incorreto.
17	35	Alimentação elétrica da VS	Verificar se o plugue está conectado na UH. Verificar se há tensão de bateria no pino 3.
18	41	Motor da bomba de retorno	Verificar se o cabo massa da UH está conectado. Verificar se há tensão na bateria no pino 2. Se a falha persistir, substituir a UH.
19	42	VS traseiro esquerdo - Redução de pressão (AV)	Substituir a UH.
20	43	VS traseiro esquerdo - Manutenção de pressão (EV)	Substituir a UH.
21	44	VS dianteiro direito - Redução de pressão (AV)	Substituir a UH.
22	45	VS dianteiro direito - Manutenção de pressão (EV)	Substituir a UH.
23	51	VS traseiro direito - Redução de pressão (AV)	Substituir a UH.
24	52	VS traseiro direito - Manutenção de pressão (EV)	Substituir a UH.
25	53	VS dianteiro esquerdo - Redução de pressão (AV)	Substituir a UH.
26	54	VS dianteiro esquerdo - Manutenção de pressão (EV)	Substituir a UH.

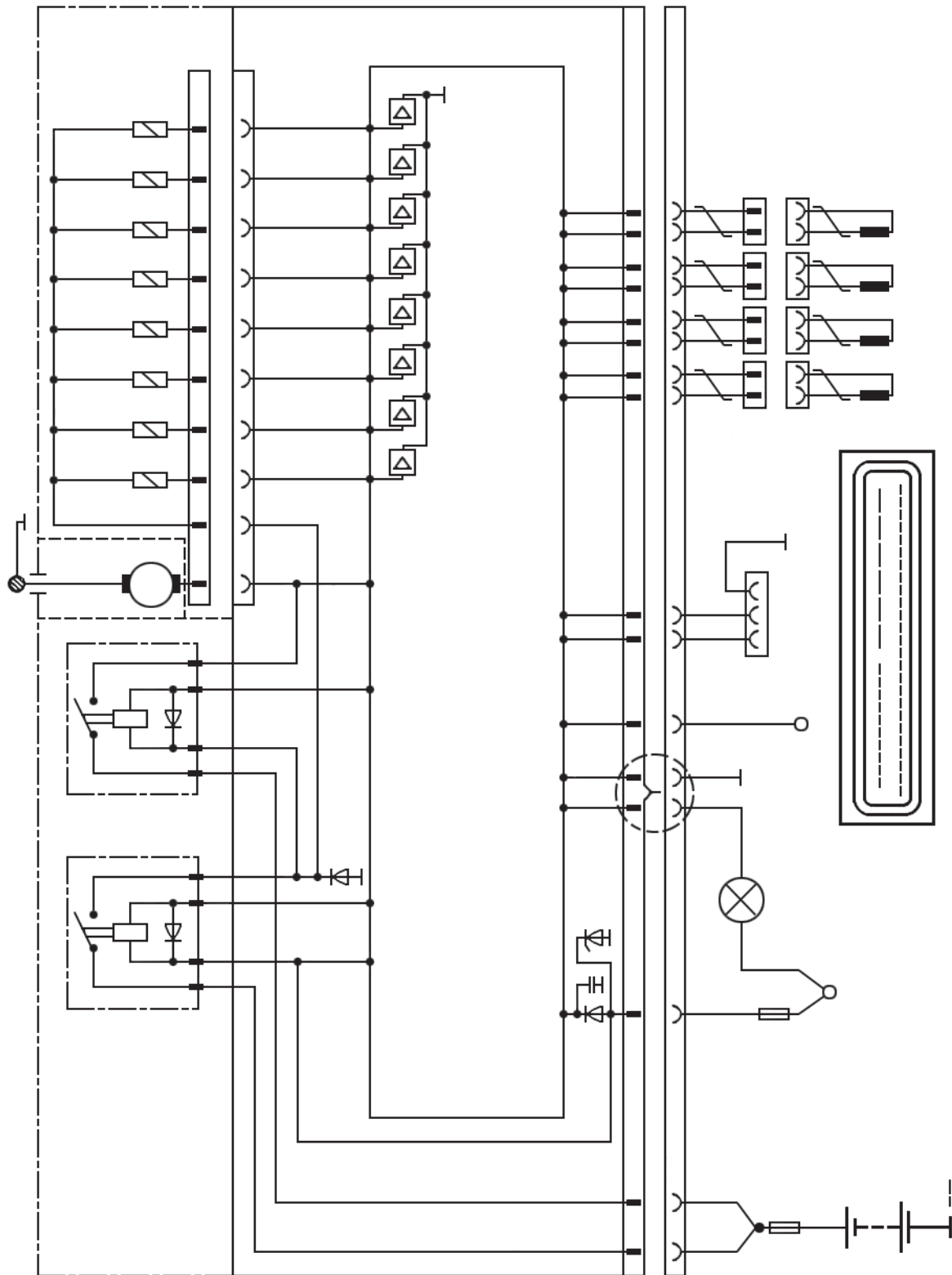
SR - Sensor de Rotação

UH - Unidade Hidráulica

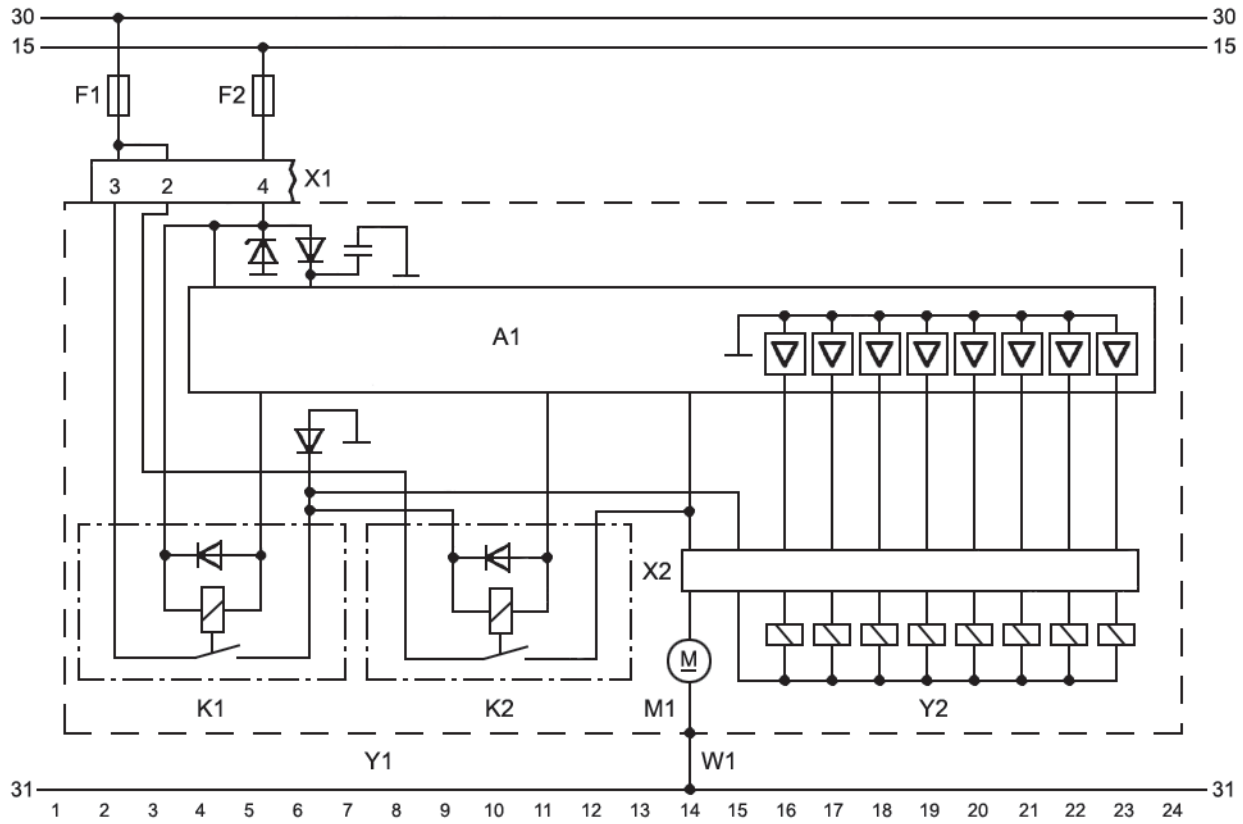
VS - Válvula Solenóide

UEC - Unidade Eletrônica de Comando

ESQUEMA ELÉTRICO A ABS BOSCH 5.0



ESQUEMA ELÉTRICO B ABS BOSCH 5.0 - PARTE 1



A1 - Unidade de comando

F1 - Fusível fixado no suporte da unidade hidráulica (60A)

F2 - Fusível 34 na central elétrica (10A)

K1 - Relé das válvulas solenóides

K2 - Relé do motor da bomba

M1 - Motor da bomba

X1 - Conector da unidade de comando

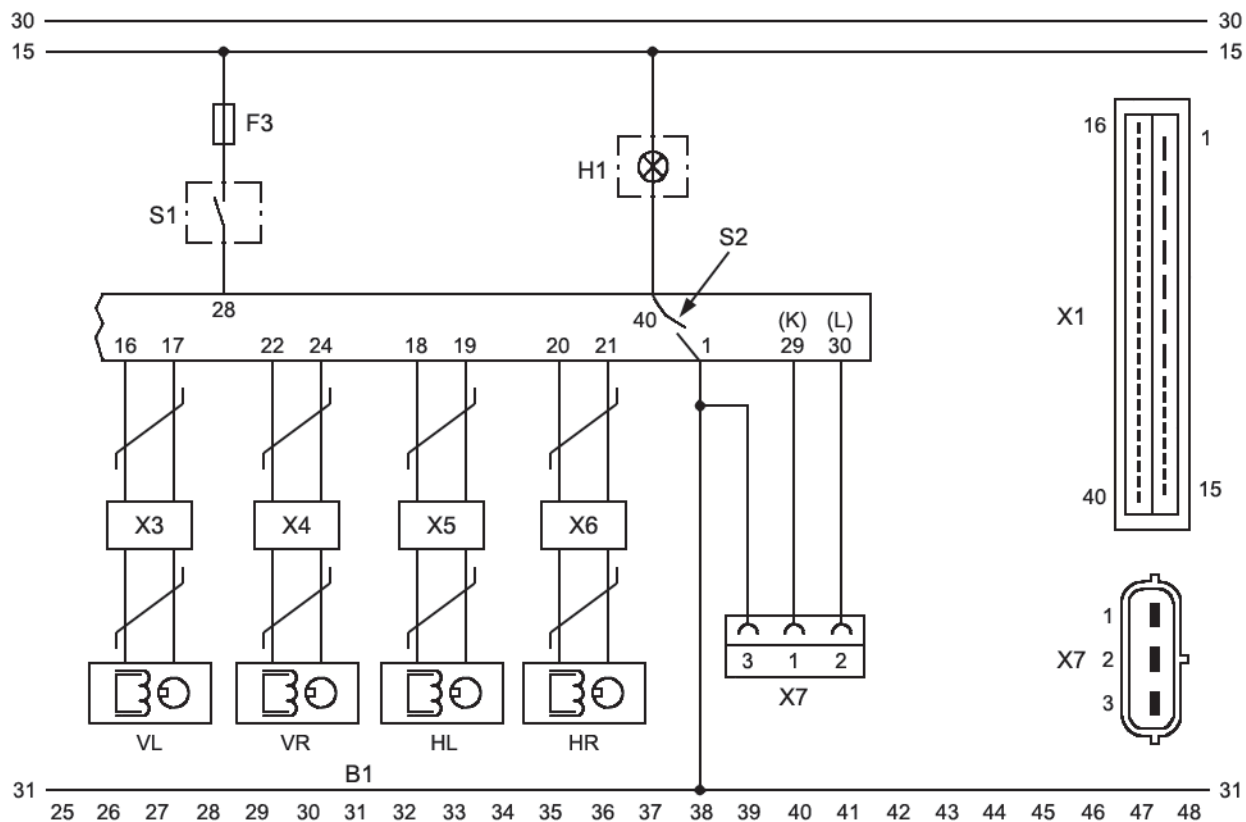
X2 - Conector das válvulas solenóides

Y1 - Unidade hidráulica

Y2 - Válvulas solenóides

W1 - Fita de ligação à massa

ESQUEMA ELÉTRICO B ABS BOSCH 5.0 - PARTE 2



B1 - Sensores de rotação

F3 - Fusível do interruptor da luz de freio

H1 - Lâmpada de alarme do ABS

S1 - Interruptor da luz de freio

S2 - Interruptor da lâmpada do ABS (o contato fecha ao se descaixar o conector da unidade de comando)

X1 - Conector da unidade de comando

X3...X6 - Conectores dos sensores de rotação

X7 - Conector de diagnóstico

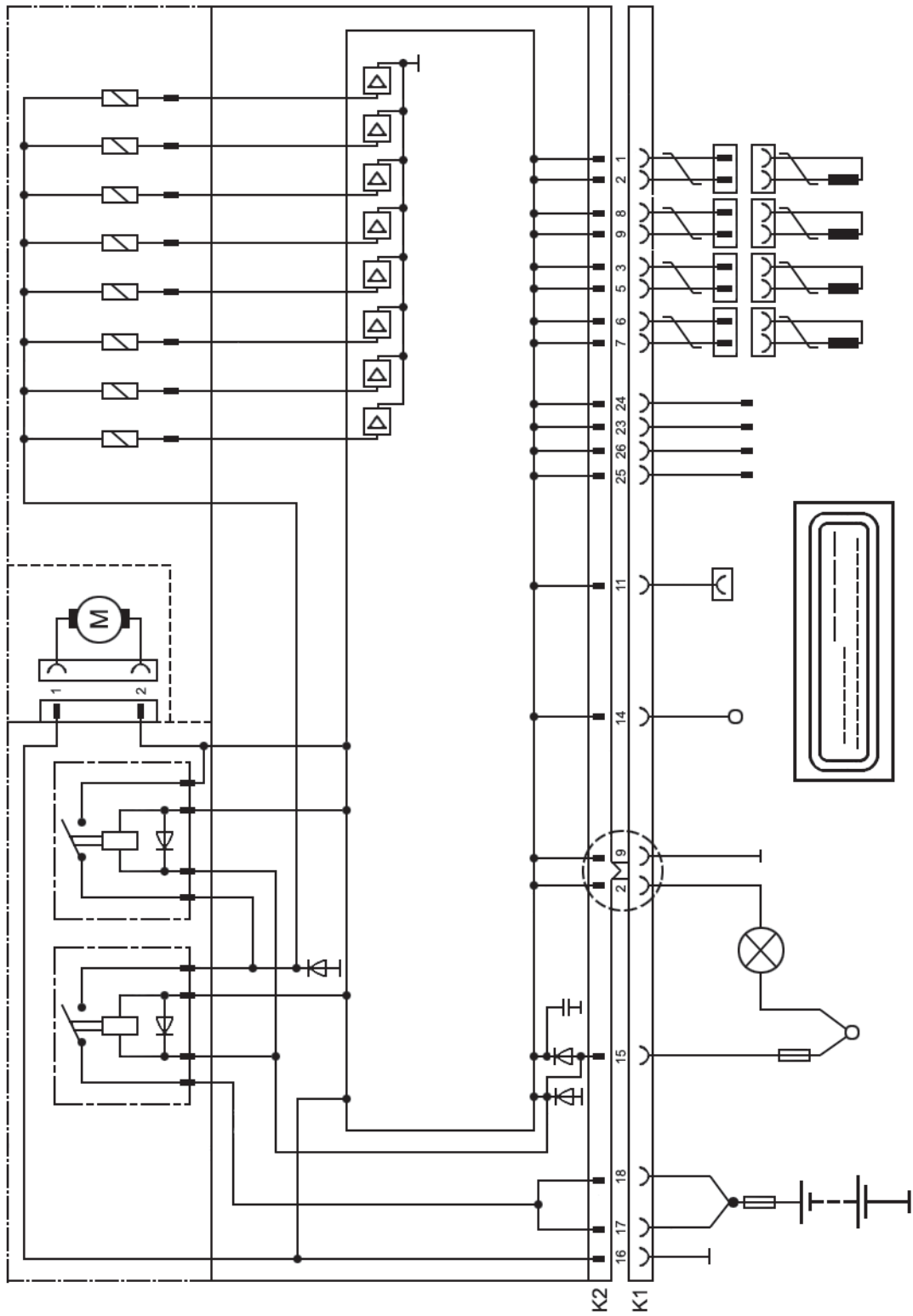
HR - Traseira esquerda

HL - Traseira direita

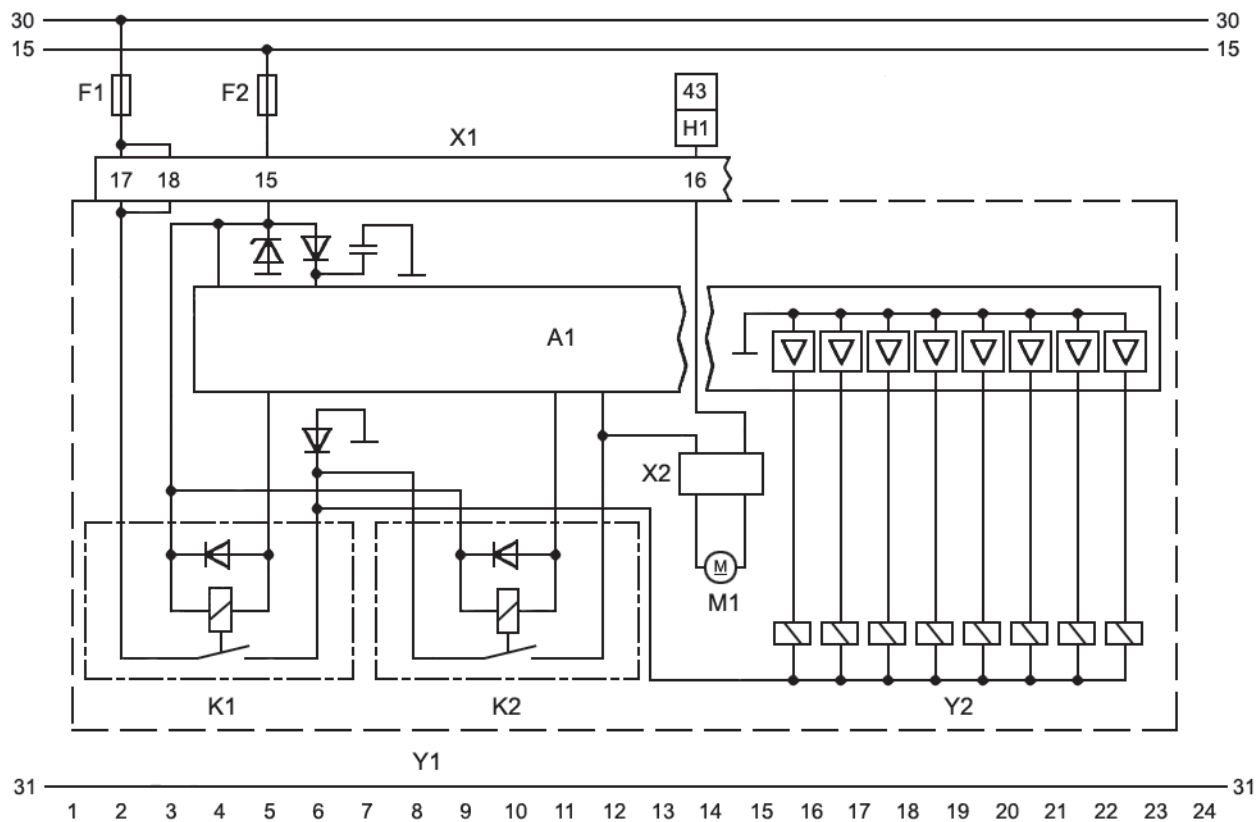
VL - Dianteira esquerda

VR - Dianteira direita

ESQUEMA ELÉTRICO A ABS BOSCH 5.3



ESQUEMA ELÉTRICO B ABS BOSCH 5.3 - PARTE 1



A1 - Unidade de comando

F1 - Fusível fixado no suporte da unidade hidráulica (60A)

F2 - Fusível na central elétrica (10A)

K1 - Relé das válvulas solenóides

K2 - Relé do motor da bomba

M1 - Motor da bomba

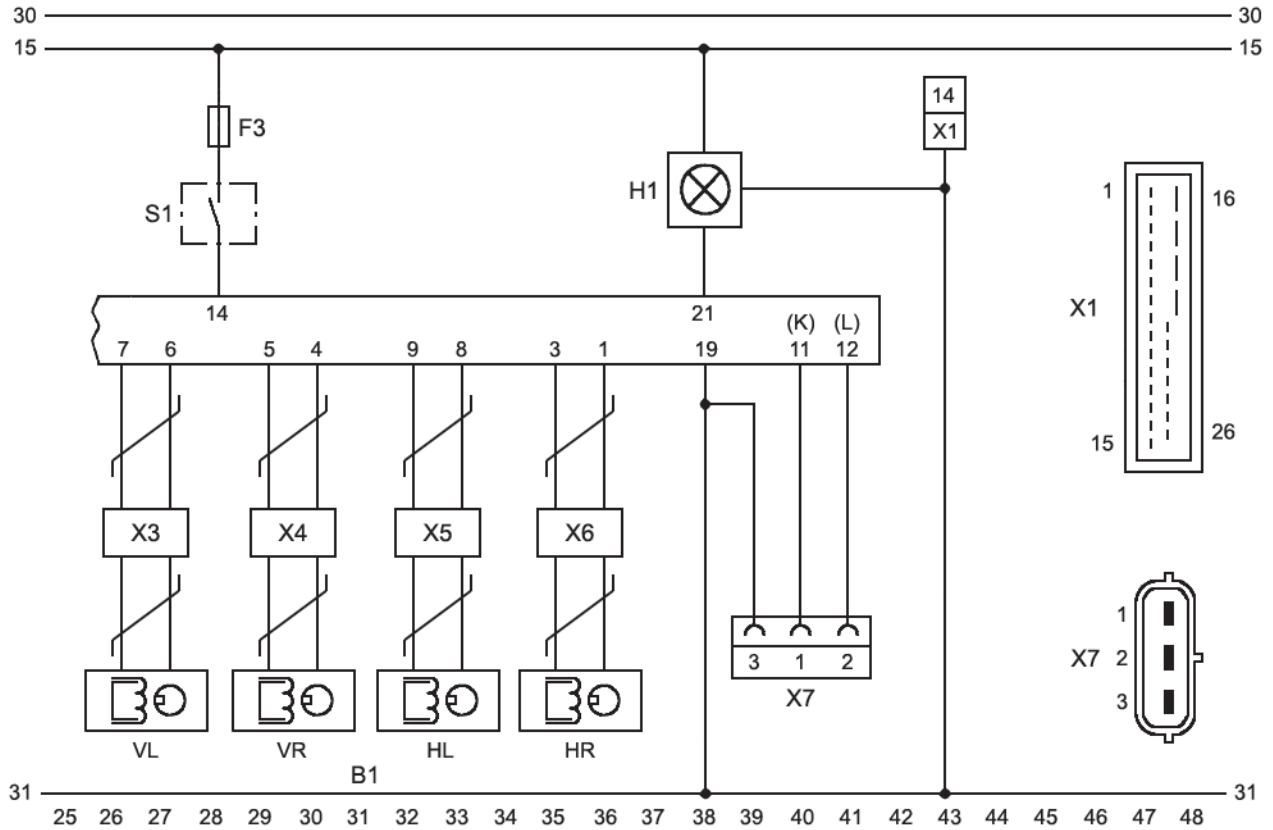
X1 - Conector da unidade de comando

X2 - Conector das válvulas solenóides

Y1 - Unidade hidráulica

Y2 - Válvulas solenóides

ESQUEMA ELÉTRICO B ABS BOSCH 5.3 - PARTE 2



- | | |
|--|-------------------------|
| B1 - Sensores de rotação | HL - Traseira esquerda |
| F3 - Fusível do interruptor da luz de freio | HR - Traseira direita |
| H1 - Lâmpada de alarme do ABS | VL - Dianteira esquerda |
| S1 - Interruptor da luz de freio | VR - Dianteira direita |
| X1 - Conector da unidade de comando | |
| X3...X6 - Conectores dos sensores de rotação | |
| X7 - Conector de diagnóstico | |

PROCEDIMENTO PARA APAGAR FALHAS

ABS 5.0

1. Certificar-se que a linha “L” não está ligada no terminal massa.
2. Acionar a ignição (não é necessário ligar o motor).
3. Repetir o passo 2 mais 19 vezes consecutivas.

OBSERVAÇÃO

São necessárias 20 ignições após a ocorrência da falha, isto é, se houverem ignições após a falha, estas podem ser subtraídas das 20 descritas no passo 3.

ABS 5.3

1. Ligar a linha “L” com o terminal massa.
2. Acionar a ignição (não é necessário ligar o motor). O “blinkcode” deverá iniciar.
3. Desligar a linha “L” do terminal massa, manter por 1 segundo e religar. A lâmpada ABS no painel deverá acender e permanecer acesa.
4. Repetir o passo 3 mais 2 vezes consecutivas.

OBSERVAÇÃO

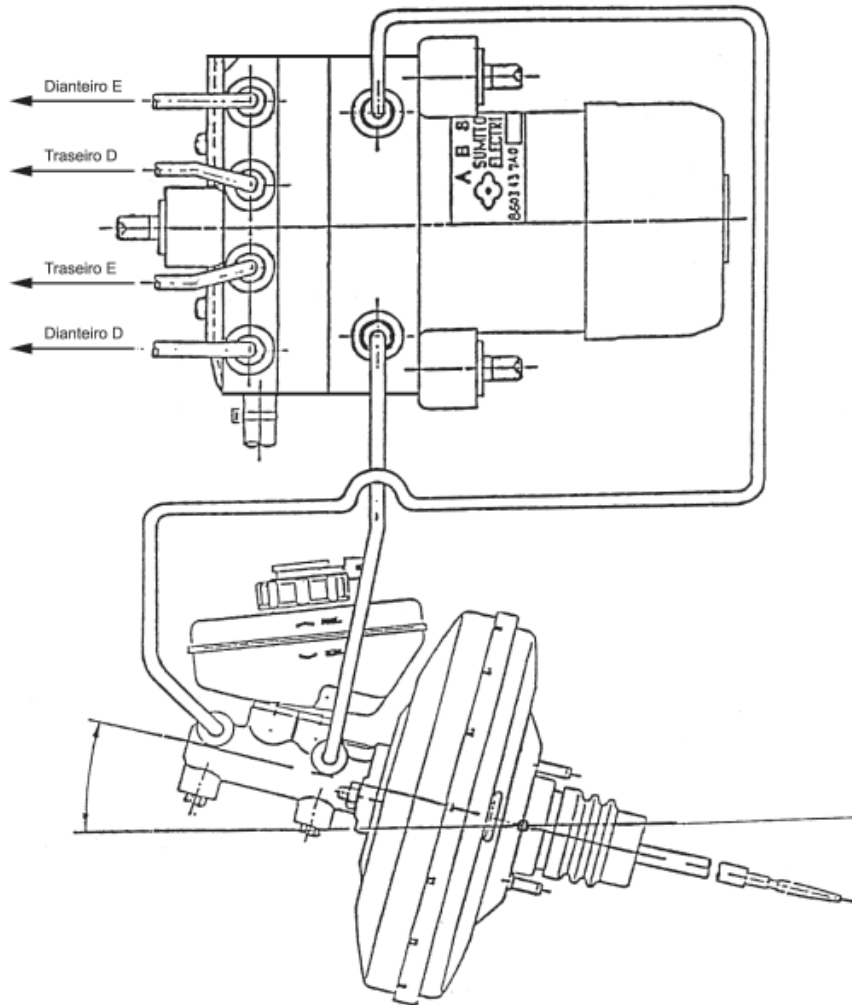
O tempo total das 3 operações desliga/liga não deve ser superior a 10 segundos.

5. Aguardar a lâmpada ABS no painel apagar. A memória de falhas estará apagada.
6. Desligar a ignição.
7. Desligar a linha “L” do terminal massa.

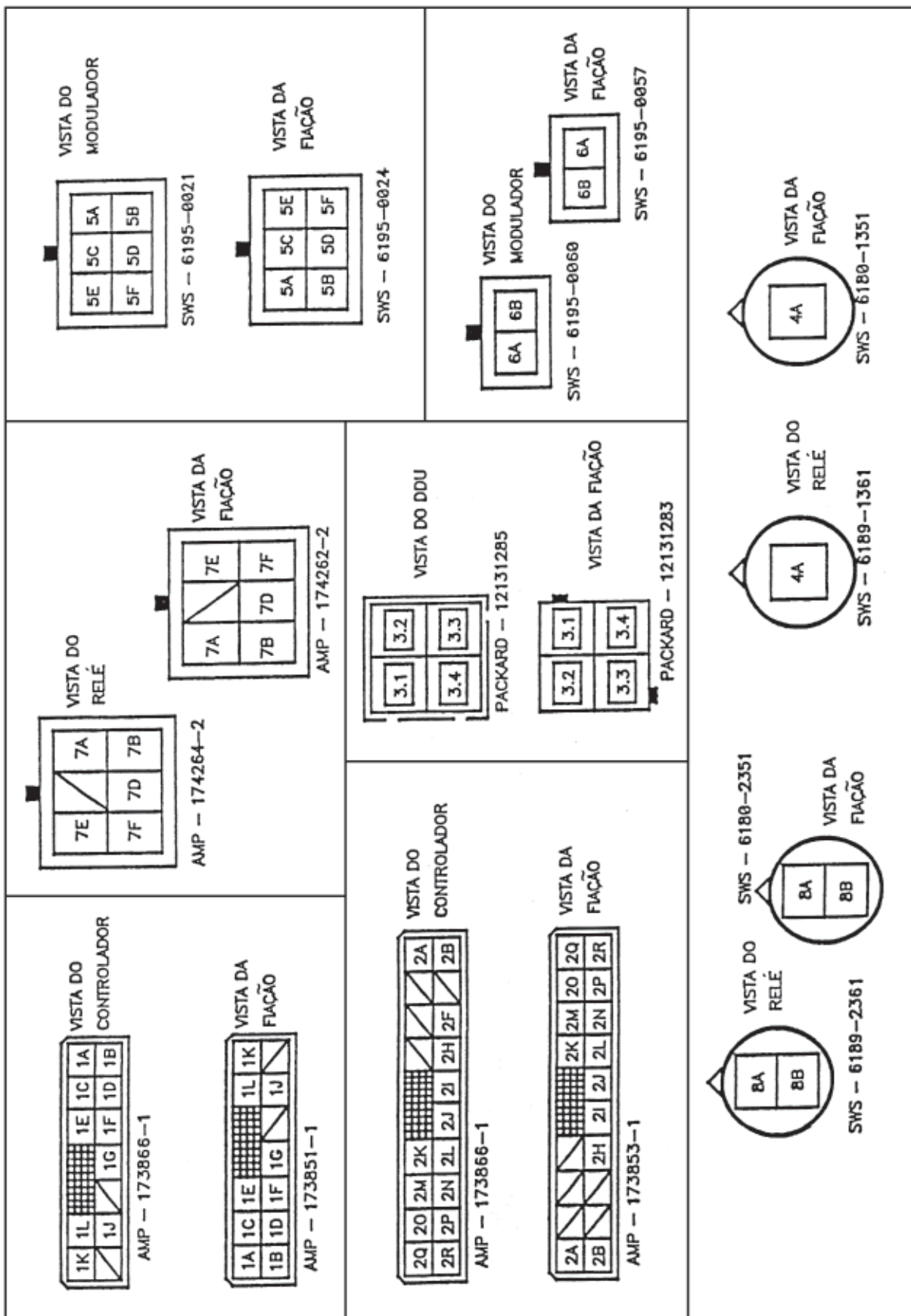
SISTEMA DE FREIOS ABS VARGA 4/4 - F



ESQUEMA PARA INSTALAÇÃO HIDRÁULICA DO ABS 4/4 - F



DISPOSIÇÃO DE CONECTORES E PINAGEM



ESQUEMA ELÉTRICO DO SISTEMA ABS 4/4 - F

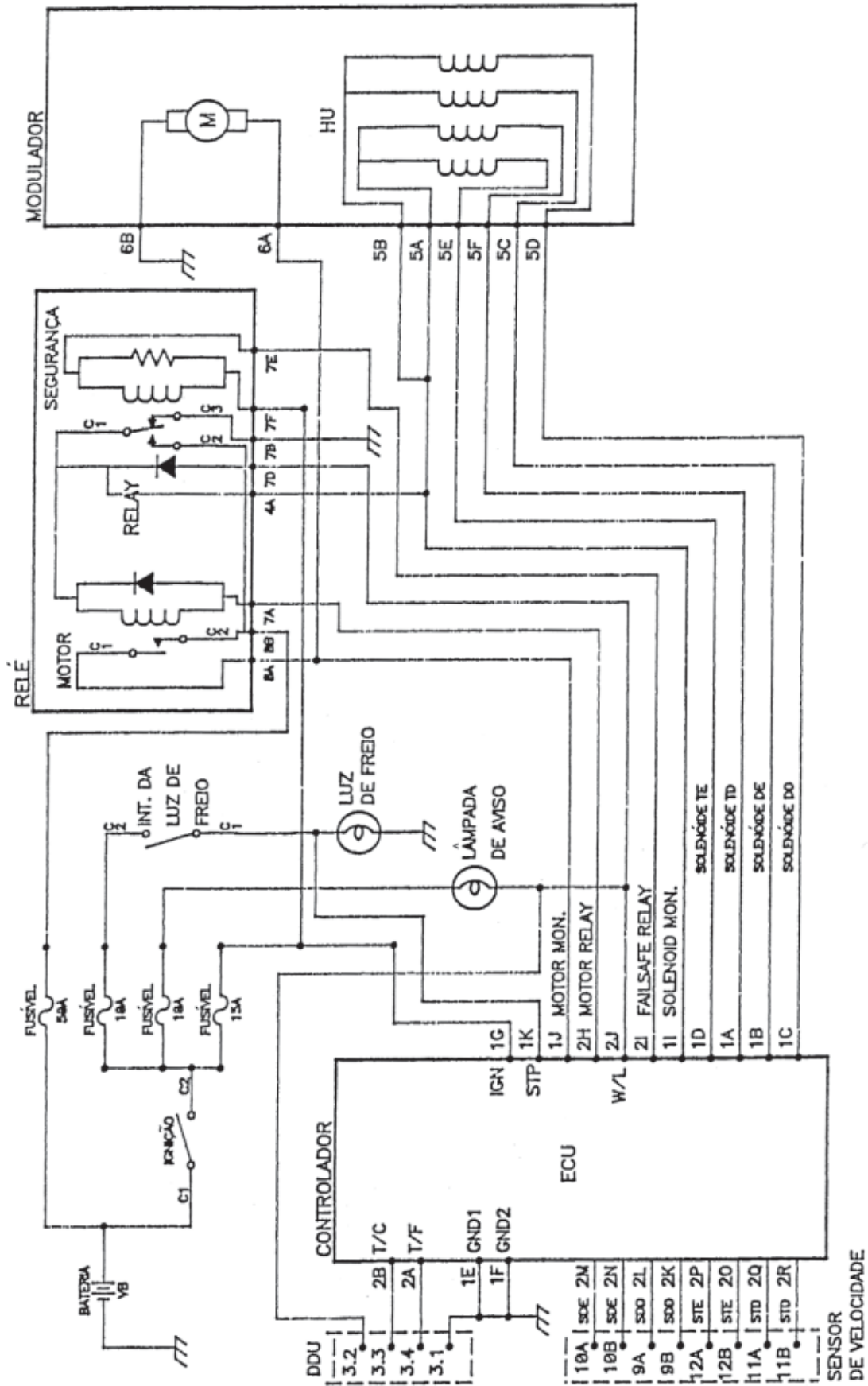
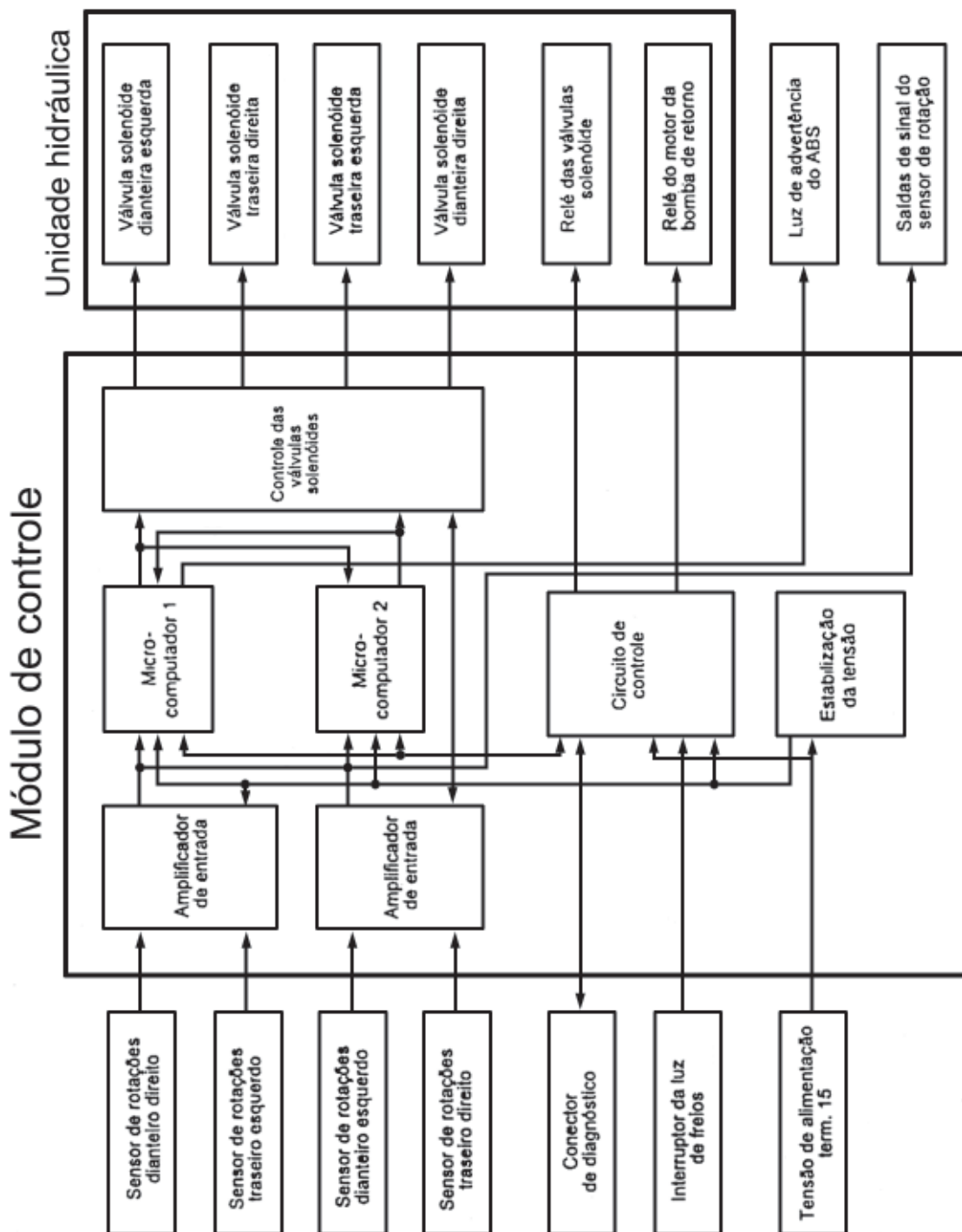


DIAGRAMA DE BLOCO DO SISTEMA ABS 4/4 - F



GUIA PARA ELIMINAÇÃO DE PROBLEMAS

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO (ABS)

DESCRICAO

Ha a seguir as caracteristicas que distinguem os veiculos equipados com ABS dos veiculos sem ABS.

Note que elas nao indicam avaria.

. Quando os freios sao rapidamente aplicados ou sobre uma estrada de superficie esoorregadia, o ABS ira ativar, o pedal de freio pulsara levemente e o veiculo e o volante vibrarao levemente.

GUIA PARA ELIMINACAO DE PROBLEMAS

PRECAUCAO

Condiicoes que nao sao avaria.

1- Pode acontecer de se sentir vibracao no volante, carcaca e/ou pedal de freio quando o ABS esta operando; tal vibracao e simplesmente uma indicacao de que o sistema esta operando.

2- A lampada de aviso do ABS podera acender sob qualquer uma das seguintes condicoes:

- . Quando o veiculo esta rodando sobre neve ou gelo com o freio de nao ativado ou com torque residual em uma so roda.
- . Quando se usa pneus de tamanhos diferentes.
- . Quando se usa pneus com condicoes de aderencia diferentes.
- . Quando (enquanto o veiculo salta) somente as rodas dianteiras giram livres por 20 segundos ou mais.
- . Quando a tensao da bateria e insuficiente.

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

NOTA

. Sob as condicoes da folha anterior, a lampada de aviso nao acendera uma 2a vez se a ignicao for desligada e ligada, e nao havera a entrada de um problema na memoria do controlador.

NOTAS PARA ELIMINACAO DE PROBLEMAS

O ABS e composto de componentes eletricos, componentes mecanicos (modulador), e os componentes do sistema de freios padrao.

Fundamentalmente, a avaria de componentes eletricos ou mecanicos do ABS e julgado pela funcao de auto-diagnose dentro do controlador do ABS. E avarias sao indicadas pela lampada de aviso no painel de instrumentos.

A localizacao de uma avaria e indicada pelo tecnico chaveando o sistema para o modo diagnose-indicacao. A auto-diagnose e funcao indicacao devem ser usadas quando e diagnosticada avaria do ABS.

GRAFICO DE RELACOES

Entrada \ Saida	Modulador		Lampada de aviso do ABS	Conector diagnose
	Valvula solenoide	Motor		
Sensor de velocidade da roda do ABS	o	o	o	o
Interruptor da luz de freio	o	o		
Rele de seguranca	o		o	o
Rele do motor		o	o	o

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

TABELA DE DIAGNOSTICO

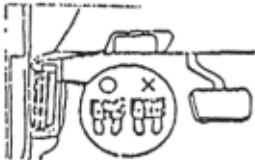
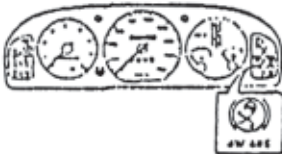
Causa	Entrada		Saída			
	Sensor de velocidade	Relé do ABS	Modulador	Lampada de aviso	Conector de diagnóstico	Controlador
Sintoma						
1 A lampada de aviso nao acende quando a ignicao e ligada						o
2 A lampada de aviso permanece acesa	o	o	o	o	o	o
3 A lampada de aviso pisca						o

INDICE DA DIAGNOSE

No	Reparo de problemas	Observacoes	Pag.
1	A lampada de aviso nao acende quando a ignicao e ligada		P.04
2	A lampada de aviso permanece acesa	A lampada de aviso permanece acesa e nao apaga	P.05
3	A lampada de aviso do ABS pisca		P.06


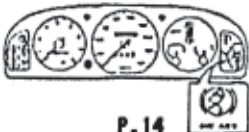
SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

SINTOMAS PARA REPARO DE PROBLEMA

1 A lampada de aviso nao acende quando a ignicao e ligada			
Desoricao detalhada			
Causa possivel:			
<ul style="list-style-type: none"> . Se outros indicadores de aviso nao acenderem, o fusivel do painel de instrumentos pode estar queimado. (Verifique a cavidade K1 da caixa de fusivel) . Fiacao da lampada de aviso rompida. 			
PASSO	INSPECAO		ACAO
1	O fusivel de 10A do painel de instrumento esta OK? 	Sim	Va para o proximo passo
		Nao	Troque o fusivel de 10A
2	A fiacao da lampada de aviso esta normal 	sim	Inspeione a lampada de aviso P.14
		Nao	<ul style="list-style-type: none"> .Inspeione a fiacao entre a unidade controle e o rele do ABS. .Inspeione a fiacao entre o painel de instrumentos e a unidade de controle do ABS. .Inspeione a fiacao entre painel e rele do ABS .Inspeione a lampada de aviso do ABS.

P.04

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

2		A lampada de aviso permanece acesa	
DESCRICAO DETALHADA		A lampada de aviso permanece acesa e o ABS nao opera.	
Causa possivel			
.Se somente a lampada de aviso nao acende,ative o modo diagnose e cheque o codigo de servico .Avaria da bateria .Avaria da fiacao da lampada de aviso (rele de falha) .Avaria do controlador			
Passo	Inspecao		acao
1	Com o DDU verifique qual o codigo de servico indicado (conecte o DDU ao conector de diagnose).  P.07	Sim	Leia o codigo de servico Inspeione como indicado P.09
		Nao	Va para o proximo passo
2	A bateria esta OK? P.13	Sim	Va para o proximo passo
		Nao	Inspeione a tensao da bateria.
3	A fiacao da lampada de aviso esta normal?  P.14	Sim	Va para o proximo passo
		Nao	. Inspeione a fiacao entre o controlador e o rele do ABS. . Inspeione a fiacao entre o painel de instrumentos e o controlador. . Inspeione a fiacao entre o painel de instrumentos e o rele do ABS.
4	Conecte o terminal 2J()do conector do controlador do ABS (18 pinos) a terra e verifique o seguintes pontos (ignicao ligada): . Se o som da operacao do rele e audivel. . Se a lampada de aviso nao acende . Se o conector 1D () do conector do controlador do ABS indica 12V.	Sim	Va para o proximo passo
		Nao	. Inspeione o rele do ABS (rele de seguranca) . Inspeione a fiacao entre o rele do ABS e controlador, bateria . Inspeione a fiacao entre o rele do ABS e o modulador

P.05

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

PASSO	INSPECAO	ACAO	
5	A tensao nos terminais 1E, 1F e 1G do conector (12 pinos) e 2B e 2J do conector (18 pinos), do controlador estao como especificado? P.18	Sim	Troque o controlador do ABS
		Nao	.Inspeione a fiacao entre o controlador e terra. .Inspeione a fiacao entre o interruptor da ignicao e o controlador. .Inspeione a fiacao entre o conector de diagnose e o controlador. .Inspeione a fiacao entre a lampada de aviso e o controlador.

4		A LAMPADA DE AVISO PISCA	
DESCRICAO DETALHADA			
Causa possivel:			
. Terminal TC (3.3) do conector de diagnose aterrado.			
PASSO	INSPECAO	ACAO	
1	Verifique se nao ha continuidade entre o terminal TC (3.3) e o terra (3.1) 	Sim	Inspeione o controlador
		Nao	Curto entre o terminal TC (3.3) terra (3.1)

P.06

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

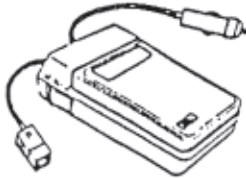
FUNÇÃO DE AUTO DIAGNOSE

INSPEÇÃO PELO MODO DIAGNOSE

RESUMO

O controlador do ABS contém as funções de memória e auto-diagnose para vigiar e indicar falhas atuais e passadas.

Leia e note as indicações de diagnósticos usando o DDU e então tome ação de acordo com a tabela de Códigos de Serviço (refira-se a página-09).



Procedimento de inspeção

1. Conecte o DDU ao conector de diagnóstico e a alimentação 12v do acendedor de cigarros.
2. Ajuste a chave para a posição "CS" (código de serviço).
3. Ligue a ignição
4. Verifique se "LE" aparece no display por 10 segundos após isto deverá aparecer o código de serviço.
5. Se "LE" não aparecer no display verifique a alimentação do circuito (verifique a conexão do conector ao acendedor de cigarros).
6. Note qualquer número de código e verifique as causas referindo-se a sequência de verificação mostradas nas páginas 09 a 12. Repare quando necessário.

NOTA

- . Após reparar a falha, cancele o código de serviço seguindo o procedimento da página 9

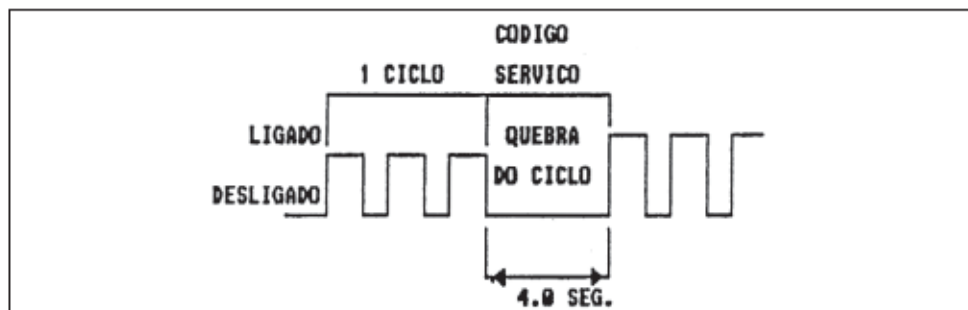
SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

PRINCIPIO DO CICLO DE CODIGO

Codigos de servico sao determinados como mostrado abaixo.

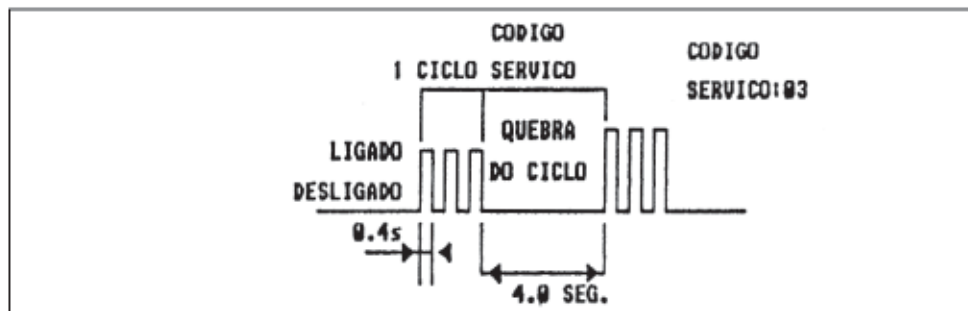
1. QUEBRA NO CICLO DE CODIGO

O tempo entre ciclos de codigo de servico e 4.0 segundos (led apagado)



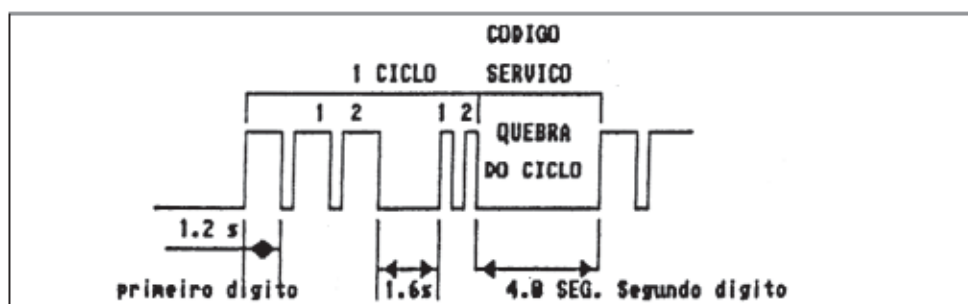
2. SEGUNDO DIGITO DO CODIGO DE SERVIÇO. (unidade)

O digito unidade do codigo de servico representa o numero de vezes que o LED acende, 0.4 segundos durante um ciclo.



3. PRIMEIRO DIGITO DE CODIGO DE SERVIÇO (dezena)

O digito da dezena do codigo de servico representa o numero de vezes que o LED acende, 1.2 segundos durante um ciclo.



OBS.: A LAMPADA DE AVISO NO PAINEL DE INSTRUMENTOS PODERA PISCAR NA MESMA SEQUENCIA DO LED PARA ALGUNS CODIGOS DE SERVIÇO.

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

CANCELAMENTO DA MEMORIA

Os codigos de servico memorizados no controlador do ABS sao cancelados executando-se os seguintes passos.

1. Conecte o terminal TC (3.3) a terra (3.1) no conector de diagnostico (se o DDU estiver disponivel basta conecta-lo ao conector de diagnostico, sua alimentacao ao acendedor de cigarro e colocar a chave na posicao "CS").

2. Ligue a ignicao.

3. De a saida a todos codigos memorizados.

4. Apes verificar que o primeiro codigo e repetido, aplique o pedal de freio 10 vezes a intervalos de menos de um segundo (1 segundo)

NOTA

.Codigos de servicos nao podem ser cancelados se ocorrer o seguinte:

.Se o intervalo de aplicacao do pedal de freio exceder um segundo (1 segundo).

.Falha do interruptor da luz de freio.

.Durante a operacao de cancelamento da memoria, a lampada de aviso nao acender.


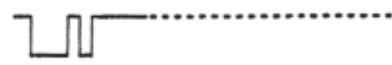
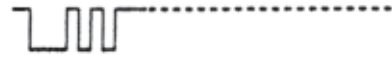


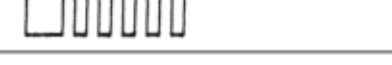

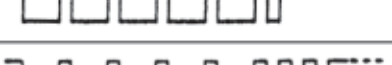
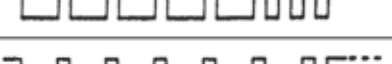
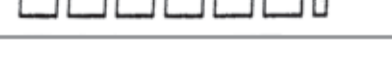
.Quanto a operacao de cancelamento da memoria e completada, a lampada de aviso liga por 2-3 segundos, e entao desliga.

.Apes o cancelamento da memoria, o controlador executa a auto-diagnostico.

TABELA DE CODIGOS DE SERVICIO

NOTA:

.O DDU mostra todos os codigos de servico (falhas presentes e passadas) em sequencia Apes reparar uma falha, execute a operacao de cancelamento da memoria.

CODIGO No	Causa possivel	Forma do sinal de saida (verificador-de-auto-diagnostico)	Tabela de diagnostico
-00	SEM FALHAS NO SISTEMA ABS		*-*-*-*
F-11	Sensor de velocidade da roda direita dianteira Excitador dianteiro direito		ABS-1
F-12	Sensor de velocidade da roda dianteira esquerda Excitador dianteiro esquerdo		
F-13	Sensor de velocidade da roda traseira direita Excitador traseiro direito		
F-14	Sensor de velocidade da roda dianteira esquerda Excitador traseiro esquerdo		
F-15	Sensor de velocidade da roda		ABS-2
F-22	Modulador Fiacao		ABS-3
F-31	Rele de seguranga		ABS-4
F-53	Motor rele de motor		ABS-5
F-61	Controlador do ABS		ABS-6

P.09

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

TABELA DE DIAGNOSE

ABS-1	Codigo de servico:11-14		
Falha possivel:Sensor de velocidade da roda,fiacao,excitador,pressao hidraulica			
11:Dianteiro direito 12:Dianteiro esquerdo 13:Traseiro direito 14:Traseiro esquerdo			
Passo	Item a verificar	Observacao	pagina
1	Verifique conector do controlador	Verifique na conexao	—
2	Verifique fiacao entre o controlador e sensor de velocidade da roda	Verifique circuito aberto ou curto a terra	—
3	Verifique o sensor de velocidade da roda		P.22
4	Verifique o excitador		P.22
5	Verifique o interruptor da luz de freio		P.15
6	Verifique o sistema hidraulico	Se encontrar um problema, troque o modulador ou repare a tubulacao se necessario.	P.23
7	Se tudo acima estiver bem apos o codigo de servico ter sido apagado,verifique novamente o codigo de servico apos dirigir o veiculo de estacionado ate mais de 10 km/h	Se o codigo de 11-14 foi obtido, troque o controlador.	P.26
8	Se tudo acima estiver bem, houve mal contato temporario na fiacao e o sistema agora esta funcionando.		

ABS-2	Codigo de servico:15		
Falha possivel:Sensor de velocidade da roda, fiacao			
Passo	Item a verificar	Observacao	Pagina
1	Se toda a avaria estiver sanada apos o oodigo de servico ser apagado, verifique novamente o oodigo de servico apos dirigir o veiculo estacionado ate mais de 10km/h.	Se obtiver oodigo de 11-14, va para ABS-1	ACIMA
		Se obtiver codigo 15, troque o controlador	P.26
		Se for obtido oodigo 00, houve mal contato temporario na fiacao e o sistema agora esta funcionando.	—

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

ABS-3 Código de serviço			
Falha possível: Valvula solenoide, fiaçao			
Passo	Item a verificar	Observacao	Pagina
1	Verifique o conector do controlador	Verifique na conexao do conector do controlador	
2	Verifique a fiaçao entre o modulador e o controlador	Verifique se ha circuito aberto ou curto a terra	
3	Verifique a valvula solenoide do modulador	Verifique se ha circuito aberto	P.17
4	Verifique a operacao da lampada de aviso	Se a lampada de aviso fica permanentemente acesa apos ligar a ignicao, troque o controlador.	—
		Se a lampada de aviso nao permanece acesa apos ligar a ignicao, houve mal contato temporario na fiaçao e agora o sistema esta funcionando.	

ABS-4 Código de serviço			
Falha possível: Rele de Falha			
Passo	Item a verificar	Observacao	Pagina
1	Verifique o fusivel de 50A do motor eletrico do ABS	Verifique a condicao do fusivel	P.17
		Verifique curto a terra	-
2	Verifique o rele do ABS	Verifique se ha circuito aberto	P.27
3	Verifique a fiaçao entre a o rele do ABS e modulador ou controlador	Verifique se ha circuito aberto ou curto a terra.	
4	Verifique a operacao da lampada de aviso	Se a lampada de aviso fica constantemente acesa apos ligar a ignicao, troque o controlador.	-
		Se a lampada de aviso nao permanece acesa apos ligar a ignicao, houve mal contato temporario na fiaçao e agora o sistema esta funcionando.	

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

ABS-5	Codigo de servico:53		
Falha possivel: Motor, rele do motor			
Passo	Item de checagem	Observacao	Pagina
1	Verifique o rele do motor eletrico do ABS	Se o motor continua operando apos a ignicao ter sido desligada, o rele do motor deve estar com defeito.	P.21
2	Verifique o fusivel de 50A do motor eletrico do ABS	Verifique a condicao do fusivel.	P.17
		Verifique curto a terra	—
3	Verifique a fiacao entre o rele do ABS e modulador e controlador	Verifique se ha circuito aberto ou curto a terra.	—
4	Verifique a tensao no terminal do controlador	Ligue a ignicao e verifique a tensao no terminal do rele do motor.	P.19
5	Verifique o motor eletrico do ABS	Verifique se ha circuito aberto	P.16
6	Verifique a fiacao entre o motor eletrico do ABS e o terra	Verifique se ha circuito aberto	
7	Verifique a fiacao entre o motor e o controlador	Verifique se ha circuito aberto ou curto a terra.	—
8	Verifique a operacao da lampada de aviso	Se a lampada de aviso permanece acesa apos ligar a ignicao, troque o controlador.	—
		Se a lampada de aviso nao permanece acesa apos ligar a ignicao, houve um mal contato temporario na fiacao e agora o sistema es funcionando	—

ABS-6	Codigo de servico:61		
Falha possivel: Controlador			
Passo	Item de checagem	Observacao	Pagina
1		Troque o controlador	P.26

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

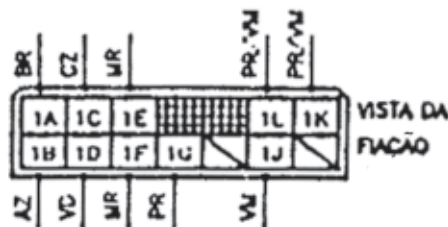
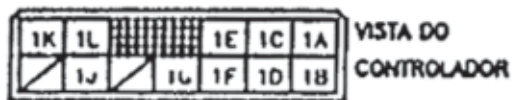
Inspeção do sistema ABS.

Verifique a bateria

Nota

.Se a tensão da bateria estiver baixa, a lampada de aviso pode acender

1. De a partida no motor
2. Verifique a tensão na bateria e no terminal IG do controlador
Tensão: 10 V min.
3. Se a tensão da bateria esta abaixo da especificação, carregue ou troque a bateria se necessario.
4. Se a tensão da bateria esta dentro da especificação e a tensão no terminal IG esta abaixo da especificação, verifique a fiação entre a bateria e o terminal



SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

Verificacao da fiacao da lampada de aviso do ABS



1. Desligue a ignicao e desconecte o conector de 18 pinos do controlador.
2. Ligue a ignicao. Se a lampada de aviso esta acesa, va para o proximo passo. Se a lampada esta apagada, verifique o rele do ABS e a fiacao. (Rele do ABS 7D ao terra 7B)
3. Desconecte o conector do rele do ABS.
4. Se a lampada de aviso permanece acesa, verifique se ha curto a terra na fiacao da lampada de aviso.

Verificacao da lampada de aviso



1. Remova o Painel de Instrumentos
2. Remova a lampada de aviso da parte traseira do grupo de lampadas.
3. Verifique a condicao da lampada
4. Troque a lampada se necessario.

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

Verificacao do interruptor da luz de freio



1. Presione o pedal de freio
2. Verifique se a luz de freio acende
3. Se não acende, verifique o seguinte:
 - .Lampada da luz de freio
 - .Fusível da luz de freio
 - .Interruptor da luz de freio
 - .Fiação da luz de freio
4. Repare ou troque peças se necessário



Verificacao da fiação do interruptor da luz de freio no conector do controlador.



1. Desligue a ignição
2. Desconecte o conector de 12 pinos do controlador
3. Ligue a ignição
4. Verifique a tensão entre o terminal 1k na fiação do veículo e terra (referir-se a página 18)
5. Se não estiver como especificado, verifique a fiação entre o interruptor da luz de freio e o controlador.

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO



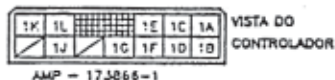
Verificação da fiação do motor elétrico do ABS no controlador.

1. Desligue a ignição e desconecte o conector de 12 pinos do controlador.

2. Meça a resistência entre o terminal 1J e a terra

Resistência: 1 ohm máximo

3. Se não estiver como especificado, verifique a fiação entre o motor elétrico do ABS e o controlador e verifique o motor elétrico do ABS.



Verificação do motor elétrico do ABS no controlador

1. Desligue a ignição

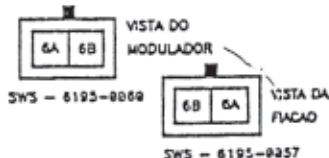
2. Desconecte o conector (6) de 2 pinos do modulador

3. Meça a resistência entre os terminais do conector.

Resistência: 1 ohm máximo

4. Verifique se o motor é acionado aplicando-se 12V ao conector (6) de 2 pinos (6A=12V e 6B=GND).

5. Se não estiver como especificado, troque o modulador.



Verificação da fiação da válvula solenoide no controlador

1. Desligue a ignição

2. Meça a resistência entre um terra e os seguintes terminais do conector de 12 pinos do controlador.

Terminal: 1A () Traseiro direito

1B () Dianteiro esquerdo

1C () Dianteiro direito

1D () Traseiro esquerdo

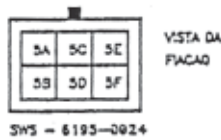
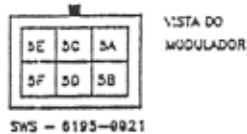
Resistência: Aproximadamente 3 ohms

3. Se não estiver como especificado, verifique a fiação entre o conector do modulador (6 pinos) (conector 5) e o controlador.

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

Verificacao da valvula solenoide no modulador

1. Desconecte o conector(5) de 6 pinos do modulador
2. Meca a resistencia entre os seguintes terminais



Terminal
5E - 5A
5F - 5A
5C - 5B
5D - 5B

Resistencia: Aproximadamente 3 ohms

3. Se não estiver como especificado, verifique a fiaçao do modulador ou troque o modulador se necessario.

Verificacao dos fusiveis

Verifique os fusiveis de acordo com a tabela a seguir. Troque o fusivel se estiver queimado.

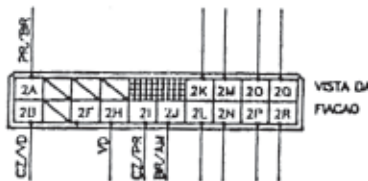
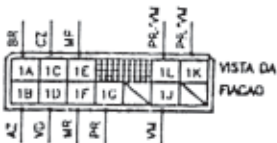
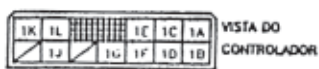
Nome do fusivel	corrente (A)	Localizao	Condiçao de falha	Pagina
ABS MOTOR ELETRICO	50	FIAÇAO NO COMPARTIMENTO DO MOTOR	.Lampada de aviso acende (codigo de avaria 51 ou 53). .Motor e valvula solenoides nao operam.	P.11-12
LUZ DE FREIO	10	CAIXA DE FUSIVEL	.Luz de freio nao acende	-
PAINEL DE INSTRUMENTOS	10	CAIXA DE FUSIVEL CAVIDADE KI	.Lampada de aviso no painel nao acende.	-
ABS CONTROLADOR	15	FIAÇAO NO COMPARTIMENTO MOTOR	.Controlador nao ativado	

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

Verificacao do controlador do ABS.

Precaucao

.Quando estiver verificando tensoes no terminais do controlador, insira a ponta de prova na parte traseira do conector (lado da fiacao) para nao danificar o conector.



Conector	Terminal	Cor do cabo	Conectado a	Condicao	tensao	
12 pinos	1A		Solenóide da roda traseira direita	Solenóide ligada	0-2	NA solenóide esta ligada somente quando o sistema esta funcionando. Para medir a tensao da solenóide quando funcionando, siga o teste do sistema hidraulico (P.23)
				Ignicao ligada	VB	
	1B		Solenóide da roda dianteira esquerda.	Solenóide ligada	0-2	
				Ignicao ligada	VB	
	1C		Solenóide da roda dianteira direita	Solenóide ligada	0-2	
				Ignicao ligada	VB	
	1D		Solenóide da roda traseira esquerda	Solenóide ligada	0-2	
				Ignicao ligada	VB	
	1E		Terra	Constante	0	
	1F		Terra	Constante	0	
	1G		Ignicao	Ignicao ligada	VB	
				Ignicao desligada	0	
1H		Nao usado				
1I		Monitor da solenóide.	Se apresenta avaria.	0		
			Ignicao ligada	Vb		
1J		Monitoracao do Motor Elétrico do ABS	Moto elétrico funcionando.	VB		
			Motor parado	0-1		
1K		Interruptor da luz de freio	Pedal de freio aplicado	VB		
			desaplicado	0-2		
1L		Nao usado				

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

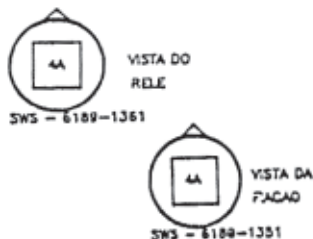
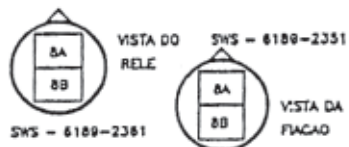
Conector	Terminal	Cor do cabo	Conectado a	Condição	Tensão	Observação	
18 Pinos	2A		Terminal TF para DDU	Ignição ligada	0	.Gire a roda na velocidade especificada para prevenir diagnose incorreta. .Verifique os seguintes terminais do sensor de velocidade, na escala de CA. 2K-2L(Dianteiro direito) 2M-2N(Dianteiro esquerdo) 2O-2P(Traseiro esquerdo) 2Q-2R(Traseiro direito) .Na escala CC a tensão do sensor de velocidade da roda deve ser aproximadamente 1.0V. (com a ignição ligada)	
	2B		Terminal TC para DDU	Modo normal	VB		
		Modo diagnose		0			
	2C		Não usado				
	2D		Não usado				
	2D		Não usado				
	2F		Não usado				
	2G		Não usado				
	2H		Rele do motor elétrico	Rele do motor elétrico ativado	0-2		
		Rele do motor elétrico desativado		VB			
	2I		Rele de segurança.	Ativado	0-2		
		Se apresenta avaria		VB			
	2J		Lampada de aviso	Acesa	0-3		
		Apagada		VB			
	2K		Sensor de velocidade da roda	Dianteiro	Veículo parado		0
	2L			Direito	Roda girada a 1 rps		0.25-3
	2M			Dianteiro	Veículo parado		0
	2N			Esquerdo	Roda girada a 1 rps		0.25-3
2O		Traseiro		Veículo parado	0		
2P		Esquerdo		Roda girada a 1 rps	0.25-3		
2Q		Traseiro		Veículo parado	0		
2R		Direito		Roda girada a 1 rps	0.25-3		

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO



Verificacao da fiacao do rele do ABS (rele de segurancia)

1. Desligue a ignicao e desconecte o conector do controlador (18 pinos)
2. Ligue a ignicao.
3. Coneote o terminal 2I do conector de 18 pinos ao terra.
4. Verifique os seguintes pontos.



Condicao	Acao
Nao se ouve o olique do rele de segurancia quando o terminal 2I e aterrado.	.Verifique o rele de segurancia .Verifique a fiacao entre o rele de segurancia e o controlador.
A lampada de aviso acende apos aterrar o terminal 2J.	.Verifique o rele de segurancia
O terminal 1D no conector do controlador nao indica 12V.	.Verifique o rele de segurancia .Verifique a fiacao entre o rele de segurancia e modulador.

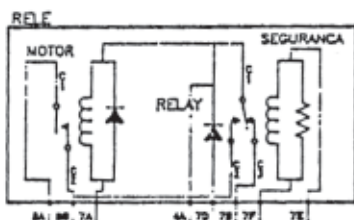
Verificacao do rele do ABS (rele de segurancia)

1. Meça a resistencia entre os terminais 7F e 7E do conector do rele do ABS.

Resistencia: 60 - 100 ohms

2. Verifique a continuidade entre os terminais 7B e 4A e 8B e 4A.

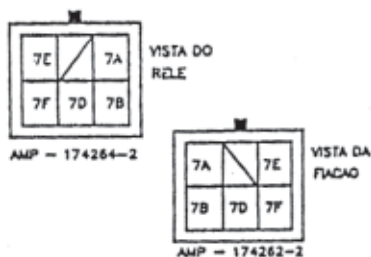
Terminal	Continuidade
7B - 4A	Sim
8B - 4A	Nao



3. Aplique 12V entre os terminais 7F e 7E.

Verifique a continuidade entre os terminais 8B e 4A e entre 7B e 4A.

Terminal	Continuidade
8B - 4A	Sim
7B - 4A	Nao



SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO



Verificacao da fiacao do rele do ABS (rele do motor)

Precaucao

.Verifique o rele de segurancia antes de executar estas verificacoes.

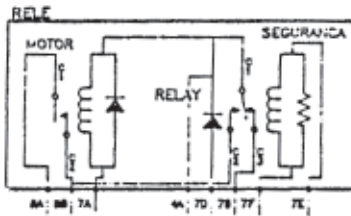
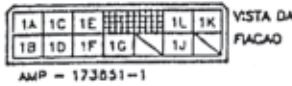
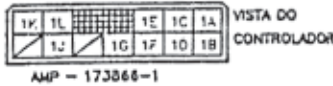
1.Desligue a ignicao e desconecte o conector do controlador (18 pinos).

2.Ligue a ignicao

3.Conecte o terminal 2I a terra.

4.Conecte o terminal 2H a terra.

5.Verifique os seguintes pontos:

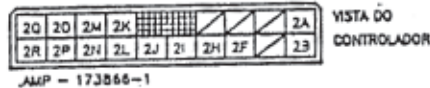
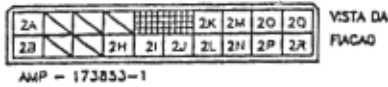


Condicao	Acao
Nao se ouve o clique do rele do ABS e quando os terminais saao aterrados.	.Verifique a fiacao entre o rele do motor e o controlador. .Verifique o rele do motor
O motor nao opera	.Verifique o rele do motor. .Verifique a fiacao entre o rele do motor e o motor. .Verifique o fusivel.

Precaucao

.Nao permita que o motor opere por mais de 2 segundos

6.Se nao estiver como especificado, troque o rele do ABS.

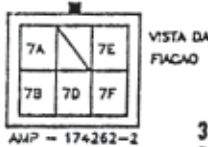
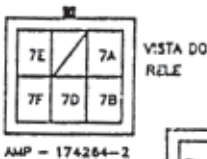


Verificacao do rele do ABS (rele do motor)

1.Meca a resistencia entre os terminais 7A e 7A ou entre 7B e 7A do conector do rele do ABS.

Resistencia: 50-90 ohms

2.Verifique a continuidade entre os terminais 8B e 8A.



Terminal	Continuidade
8B - 8A	Nao

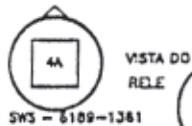
3.Aplique 12V aos terminais 7B(+) e 7A(-).Verifique a continuidade entre os terminais 8B e 8A.

Precaucao

.Quando estiver aplicando tensao, nao conecte o terminal(+) ao terminal 7A.

Terminal	Continuidade
8B - 8A	Sim

4.Se nao estiver como especificado, troque o rele do ABS.



SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

Verificacao do sensor de velocidade de roda

1. Levante o veiculo
2. Remova a roda
3. Verifique se ha danos ou afrouxamentos



Verifique a folga entre o sensor e o excitador

Folga: 0,3 - 1,1 mm (0,012 - 0,043 polegadas)

5. Se não estiver como especificado, troque o sensor ou o excitador se for necessario.

Verificacao da resistencia do sensor de velocidade da roda

1. Desconecte o conector do sensor
2. Verifique a resistencia do sensor

Resistencia: 0,9 - 1,6 Kohms

Verificacao da tensao do sensor de velocidade

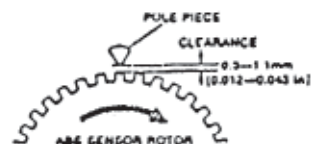
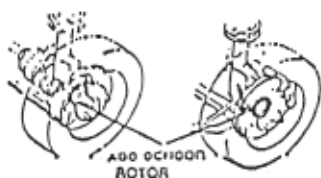
Precaucao

.Como o controlador memorizara uma falha quando a roda for girada, execute a operacao de cancelamento da memoria apos completar o teste.

1. Levante o veiculo
2. Desconecte o conector do sensor.
3. Gire a roda a 1 rps. Verifique cada roda.

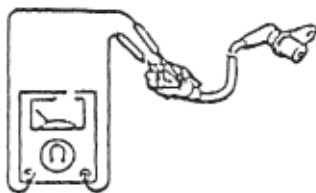
Tensao: 0,25 - 3,0 V (CA)

4. Se não estiver como especificado, troque o sensor ou o excitador se necessario.



Verificacao do excitador

1. Levante o veiculo
2. Remova a roda
3. Inspeccione se ha dente danificado ou perdido.
4. Troque o excitador se necessario.



SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

MODULADOR

O controlador do ABS contém uma função de auto-diagnose para verificar a operação do sistema hidráulico. Durante o modo diagnose, o controlador ativa o modulador para reduzir a pressão hidráulica da dianteira direita, dianteira esquerda, traseira direita, traseira esquerda, em sequência, por 0,5 segundo cada, a intervalos de 1,5 segundos.

Note

- .Verifique se a bateria está com plena carga.
- .Verifique se a lâmpada de aviso apaga após a partida do motor.
- .Se a lâmpada permanecer acesa após a partida do motor, o controlador detecta uma falha e não ativa o modulador.

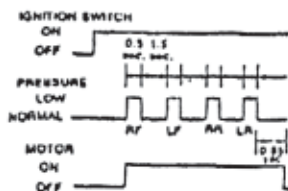
Inspeção



1. Levante o veículo deixando todas as rodas levantadas e em ponto morto.
2. Solte o freio de mão.
3. Verifique se há torque residual, girando cada roda manualmente.



4. Usando um "jumper", conecte os terminais TC(3.3) e GND (3.1) do conector de diagnose (se o DDU estiver disponível basta conectá-lo ao conector de diagnose, sua alimentação ao acendedor de cigarro e colocar a chave na posição "CS").



5. Aplique o pedal de freio e peça a um assistente que verifique se a roda dianteira direita não gira.

6. Com o pedal de freio ainda aplicado, ligue a ignição e verifique se o freio é liberado momentaneamente (aproximadamente 0,5 segundo) e se a roda gira com a redução de pressão.

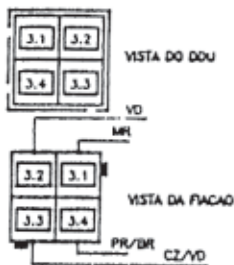
7. Verifique a operação das rodas restantes, na seguinte ordem:

Dianteira esquerda, Traseira direita, Traseira esquerda

8. Se os passos 5 e 7 mostram operação correta, então os sistemas a seguir estão ok:

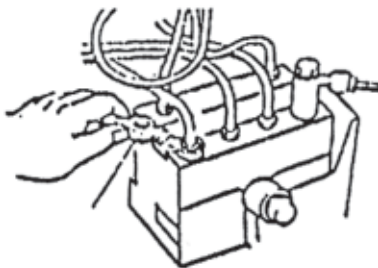
- .Tubulação do freio ao modulador
- .Sistema de freio, incluindo modulador.
- .Sistema elétrico do modulador (solenoide, motor elet., etc)
- .Controlador, suas saídas (solenoide, reje, etc) e fiação não são verificados nos passos acima
- .Sistema de entradas e fiação do controlador
- .Falha intermitente.
- .Vazamento de fluido.

9. Troque o modulador se necessário.



SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO**Precaucao**

- .O modulador nao e reutilizavel. Se houver avaria, troque o modulador
- .Adicione fluido de freio, faca a " sangria " e verifique se ha vazamento de fluido
- .Verifique se o codigo de diagnose e cancelado (refira-se a pagina B9)

**Nota de remocao****Tubos de freio****Precaucao**

- .Fluido de freio danifica pinturas. Se cair sobre uma superficie pintada, enxugue imediatamente.
- .Solte os tubos de freio usando o ferramenta adequada.

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

Nota de Instalação

Tubo de freio

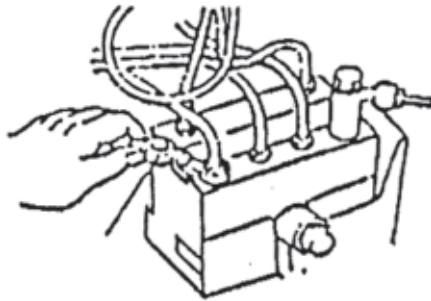
Aperte o tubo de freio usando ferramenta adequada.

Torque de aperto das conexões dos tubos de freio:

13-22 Nm (1,3 - 2,2 Kgf.m , 9,4 - 16 ft.lbf)

Torque de aperto das porcas de fixação do modulador ao suporte:

19-26 Nm (1,9 - 2,6 Kgf.m , 13,7 - 18,9 ft.lbf)



SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO**Controlador****Precaução na Remoção / Instalação**

1. Desconecte o cabo de terra da bateria.
2. Troque o controlador
3. Conecte o cabo de terra da bateria, verifique se o código de serviço é cancelado (refira-se a página 09).

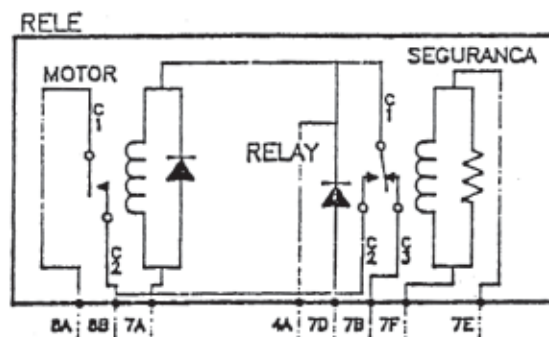


SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

Rele do ABS

Remocao / Inspecao / Instalacao

1. Desconecte o cabo de terra da bateria
2. troque o rele
3. Conecte o cabo de terra da bateria, verifique se o codigo de servico e cancelado (refira-se a pagina 09).
4. Torque de aperto do parafuso de fixacao do rele do ABS 9 - 11 Nm (0,9 - 1,1 Kgfm) (6.5 - 8 ft.lbf)



P.27

SISTEMA ANTIBLOQUEIO DE FREIO

**Sensor de velocidade da roda (dianteira e traseira)
Remocao / Inspecao / Instalacao**

- 1. Levante o veiculo**
- 2. Remova a roda**
- 3. Remova o sensor e instale um novo**
- 4. Instale a roda**
- 5. Verifique se o codigo de diagnose e cancelado (refira-se a pagina 09)**
- 6. Torque de aperto do parafuso de fixacao do sensor ao suporte 9 - 11 Nm
(0,9 - 1,1 Kgfm) (6,5 - 8 ft.lbf)**

SISTEMA DE FREIOS ABS VARGA 1/1 - RABS

O sistema antibloqueio para eixo traseiro é utilizado para manter o veículo estável e em linha reta, durante uma frenagem, diminuindo assim as distâncias de paradas.



COMPONENTES DO SISTEMA

Sensor de velocidade da roda

É do tipo magnético de relutância variável, montado no diferencial do veículo numa região fixa. Um anel excitador é montado na coroa do diferencial. Com o anel girando provoca uma variação no campo magnético do sensor o qual produz um sinal proporcional a velocidade da roda do veículo, que é enviado ao módulo eletrônico para ser processado.

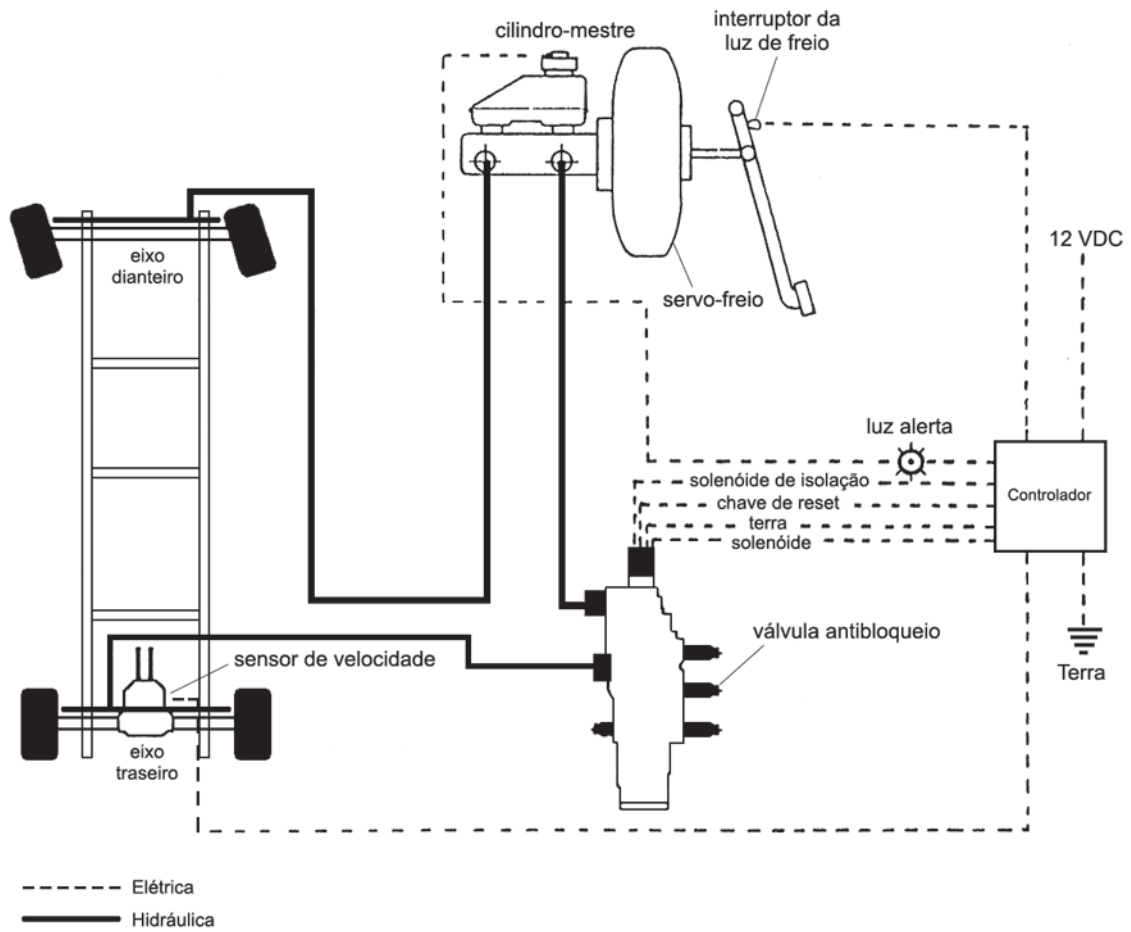
Módulo eletrônico

O módulo eletrônico processa as informações recebidas do sensor de velocidade e determina quando existe tendência a travamento das rodas traseiras do veículo. Nesta situação, o módulo envia comandos para a válvula de antibloqueio a qual reduz a pressão hidráulica dos freios traseiros mantendo as rodas girando.

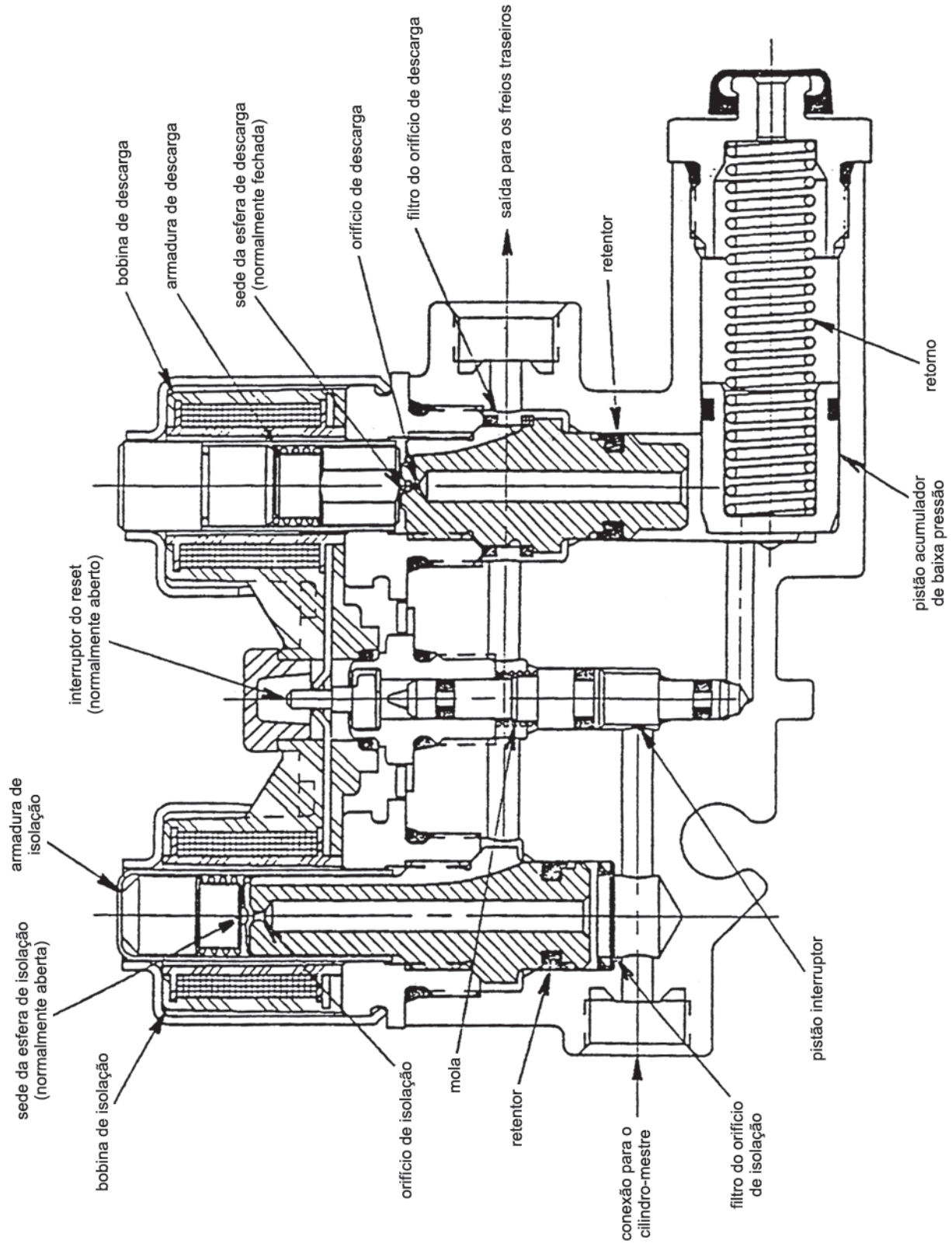
Válvula antibloqueio (válvula com duas solenóides de controle de pressão hidráulica)

A válvula de antibloqueio está localizada na linha do freio traseiro e inclui duas solenóides. A primeira, quando energizada irá fechar e isolar os freios traseiros do cilindro mestre. A segunda solenóide opera normalmente fechada e quando energizada irá abrir e abaixar a pressão retida entre os freios e a válvula. O fluido retirado desta região é colocado num acumulador.

Diagrama do circuito hidráulico/elétrico do sistema RABS



Válvula antibloqueio



FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

Frenagem normal

Durante uma frenagem normal, o fluido passa através do furo “sede da esfera de isolamento”, atravessa o corpo da válvula e também circunda o corpo “sede de descarga” e sai para os freios.

O furo “sede da esfera de descarga” está normalmente fechado e as duas gaxetas de vedação, isolamento e descarga, atuam como uma válvula unidirecional obrigando o fluxo de fluido ser na direção desejada.

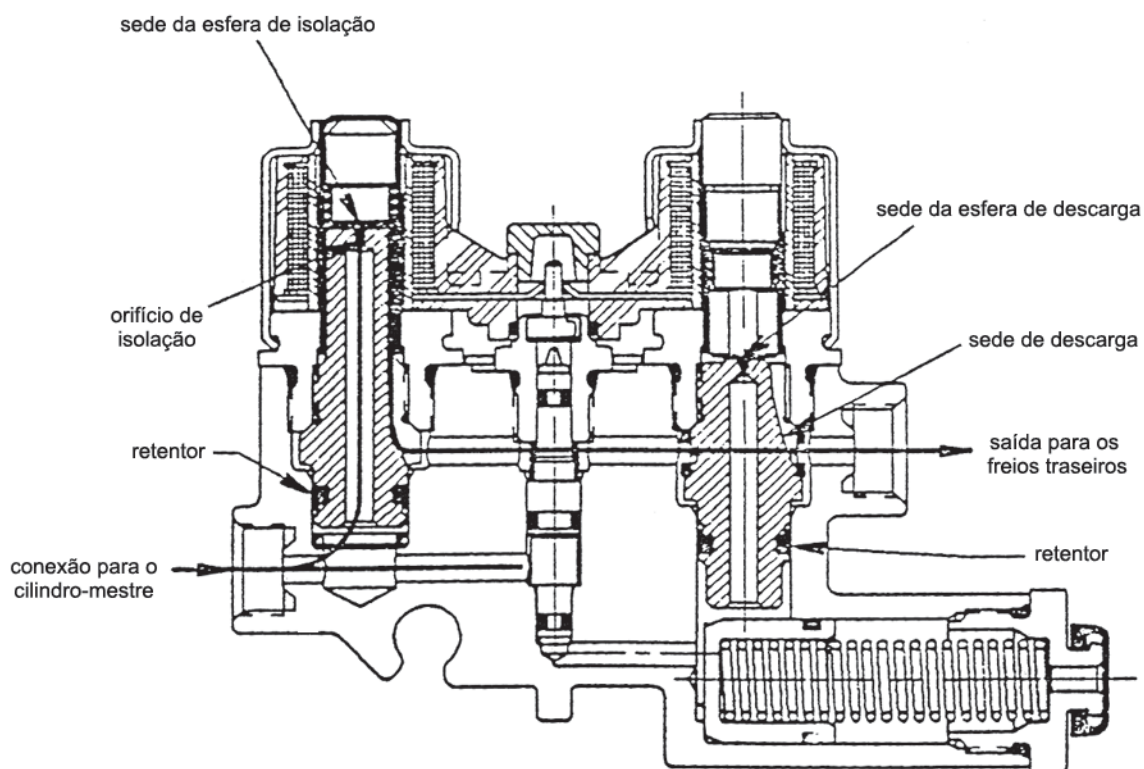
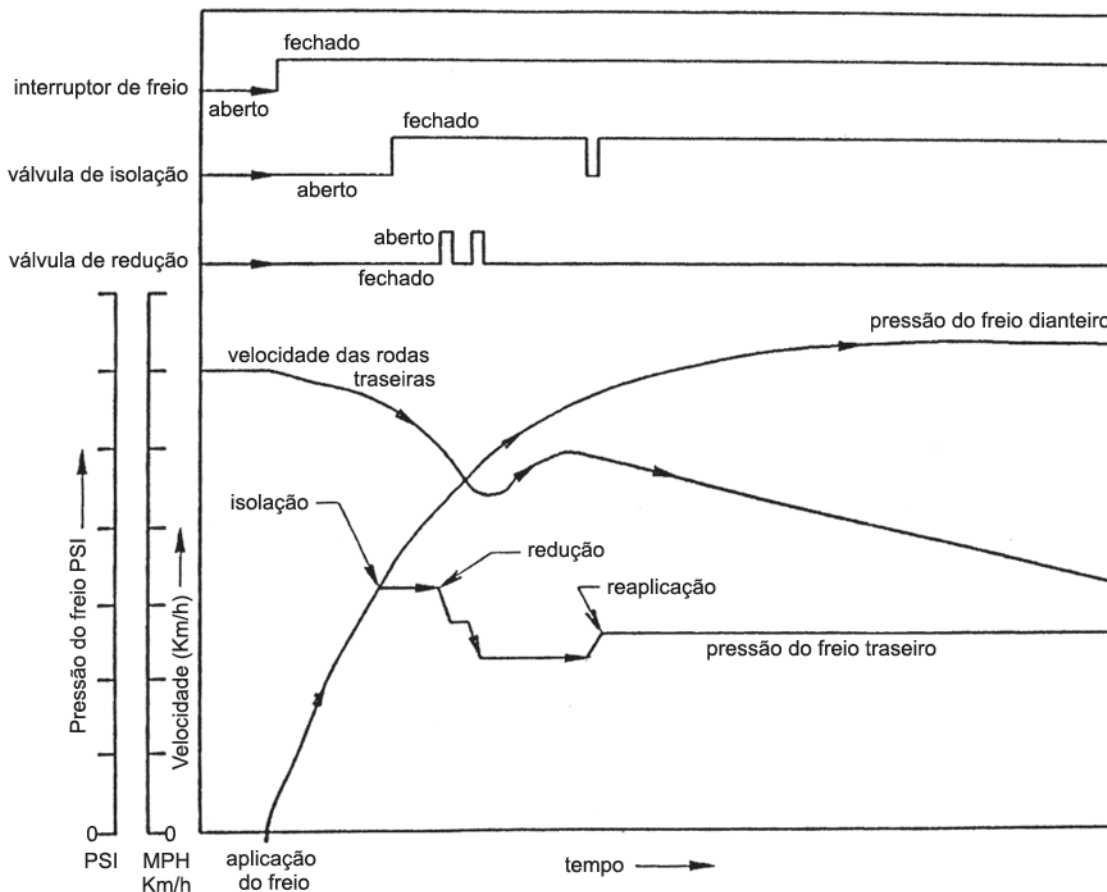


GRÁFICO DO SISTEMA ABS 1/1 - RABS

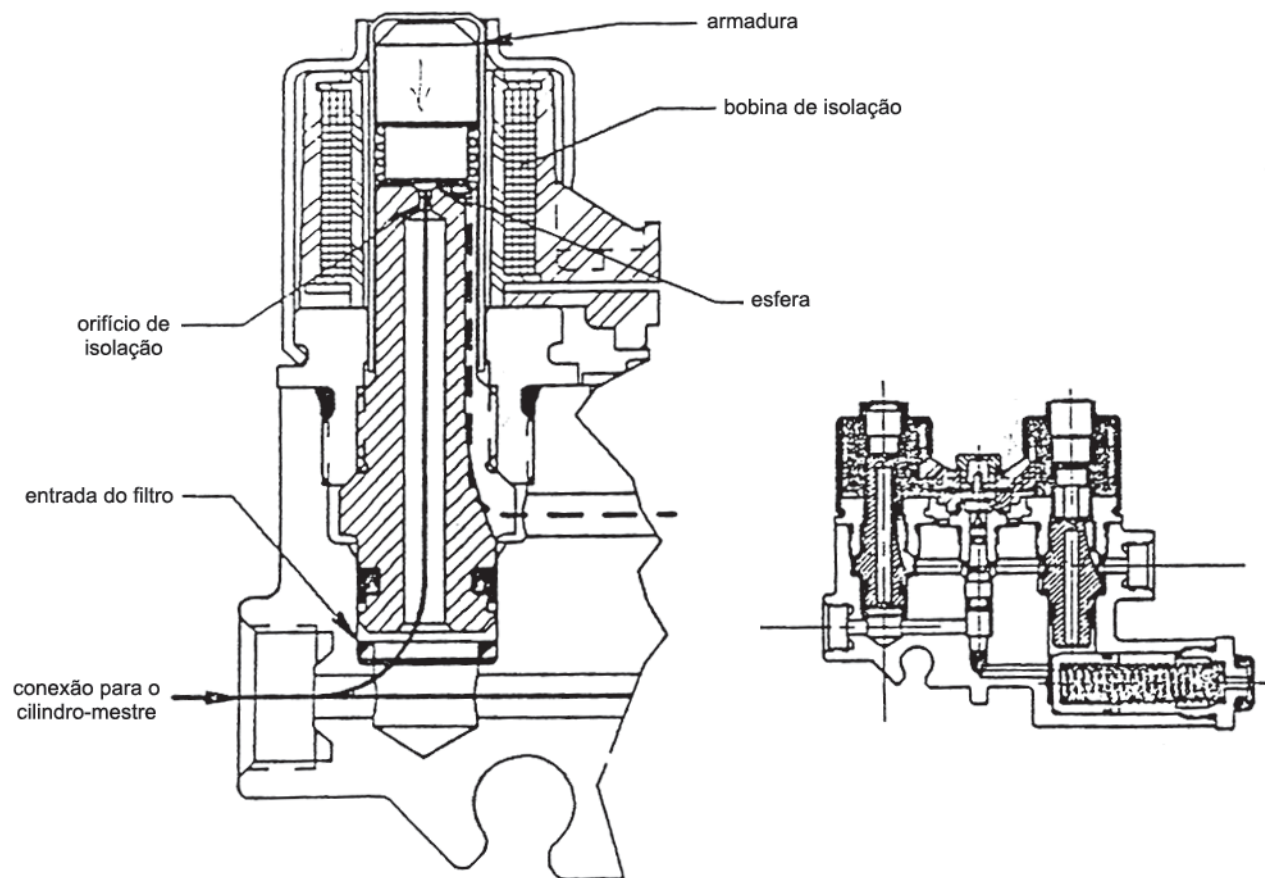


Isolação

O sistema antibloqueio está pronto para entrar em operação quando o interruptor de luz de freio é acionado.

A isolação entre o cilindro-mestre e freio ocorrerá quando o motorista do veículo aplicar nos freios uma pressão que gere uma desaceleração nas rodas muito maior que a desaceleração fornecida pelo veículo. O módulo eletrônico irá detectar esta situação processando o sinal vindo do sensor de velocidade. Nesta condição, o módulo eletrônico envia uma tensão para a bobina da solenóide de isolação criando um campo magnético, o qual faz seu núcleo movimentar fechando o furo de comunicação entre a entrada e a saída da válvula. Com a válvula fechada não é mais possível incrementar a pressão nos freios traseiros.

Às vezes, além de isolar a comunicação entre freios e cilindro-mestre, é necessário abaixar a pressão retida nesta linha hidráulica, para que as rodas do eixo traseiro continuem rodando. Isto é realizado ativando-se a solenóide de descarga e o fluido desta linha é desviado para o acumulador (baixa pressão).

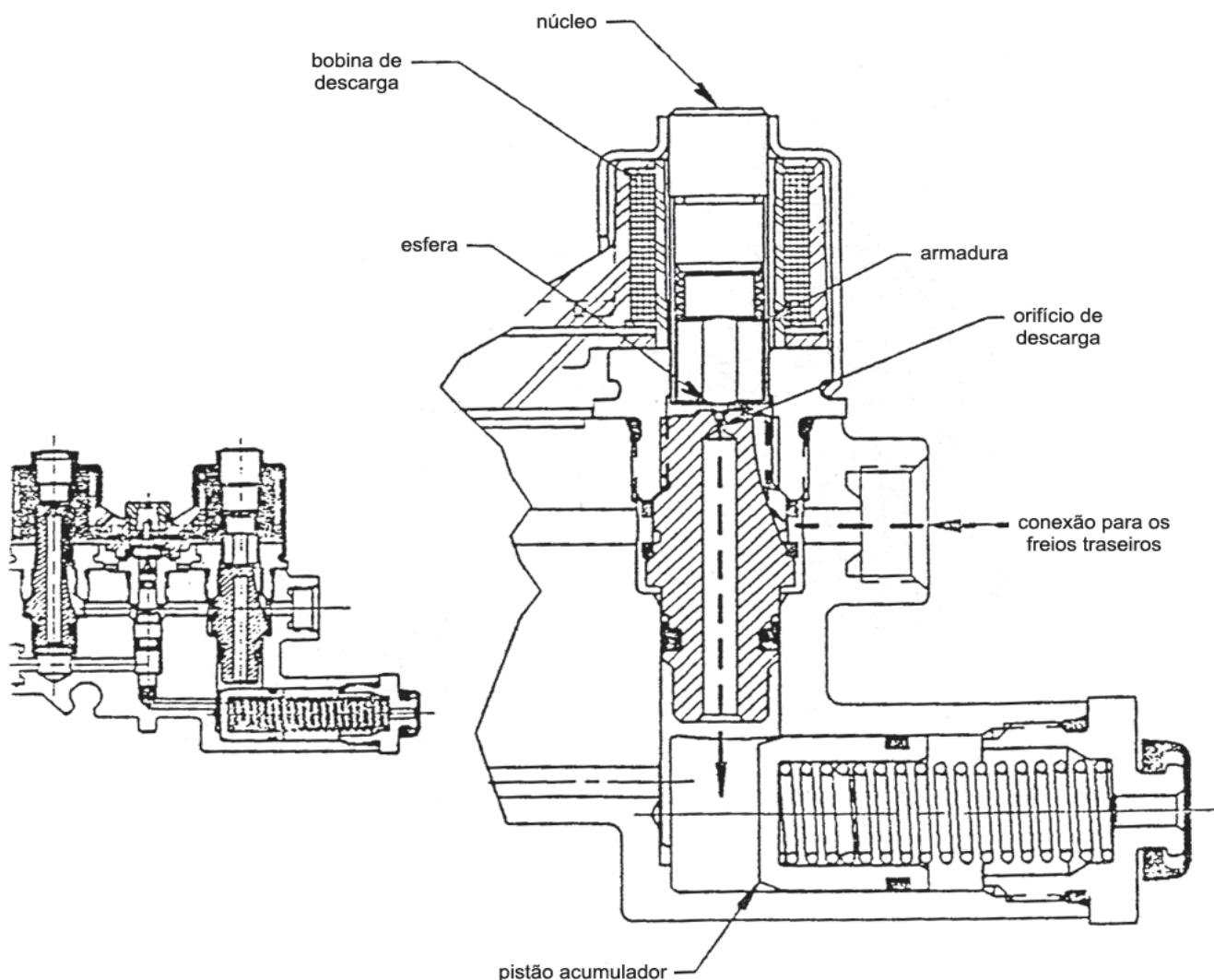


Redução

O módulo eletrônico ativa a solenóide de descarga energizando sua bobina e assim, abrindo a passagem de fluido fazendo com que este caminhe até o acumulador, que é composto de uma mola e um êmbolo que são deslocados devido a pressão existente nesta linha, abaixando-se assim a pressão nos freios traseiros.

Esta operação é feita várias vezes ciclicamente (vários pulsos para ativar e desativar a solenóide de descarga) de modo que se encontre o ponto de pressão hidráulica nos freios traseiros em que as rodas voltem a girar.

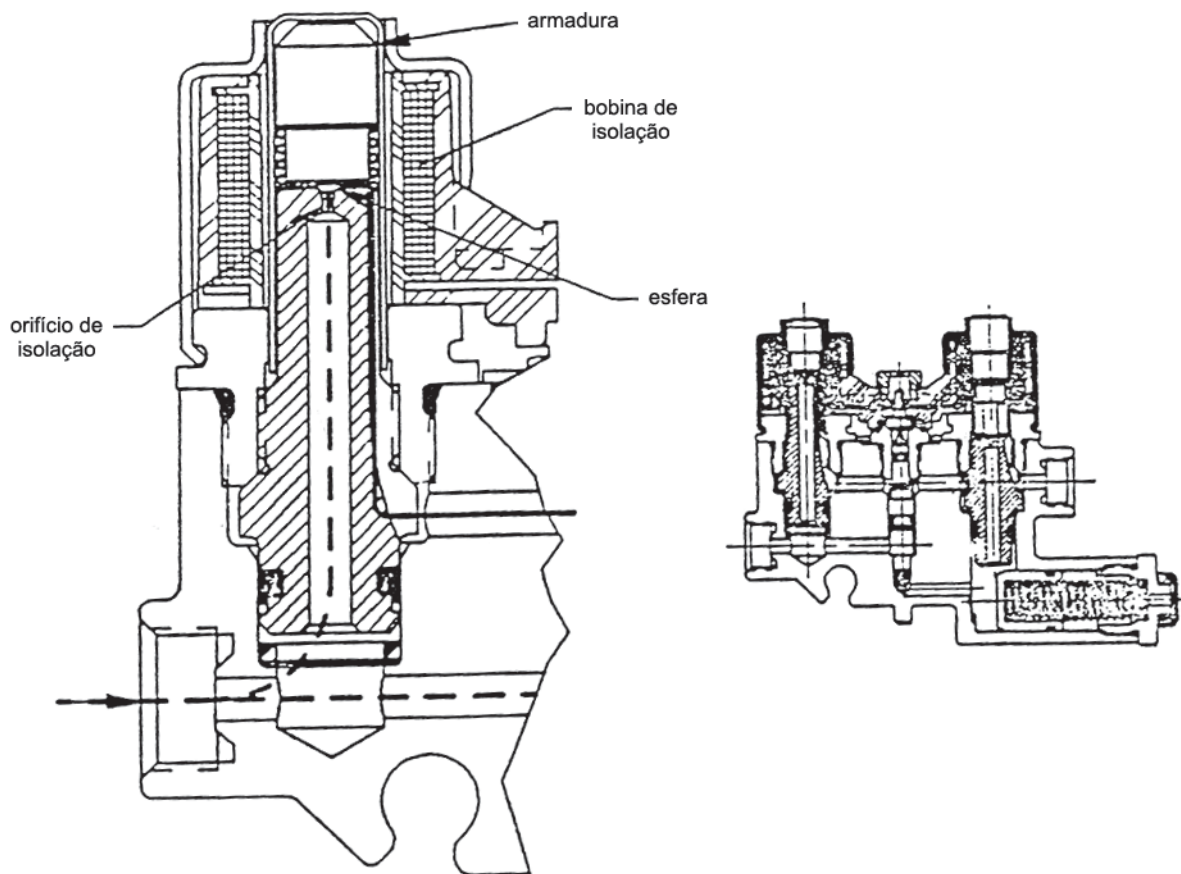
Quando a pressão hidráulica dos freios cai abaixo do limite de travamento das rodas ocorre a reaplicação.



Reaplicação

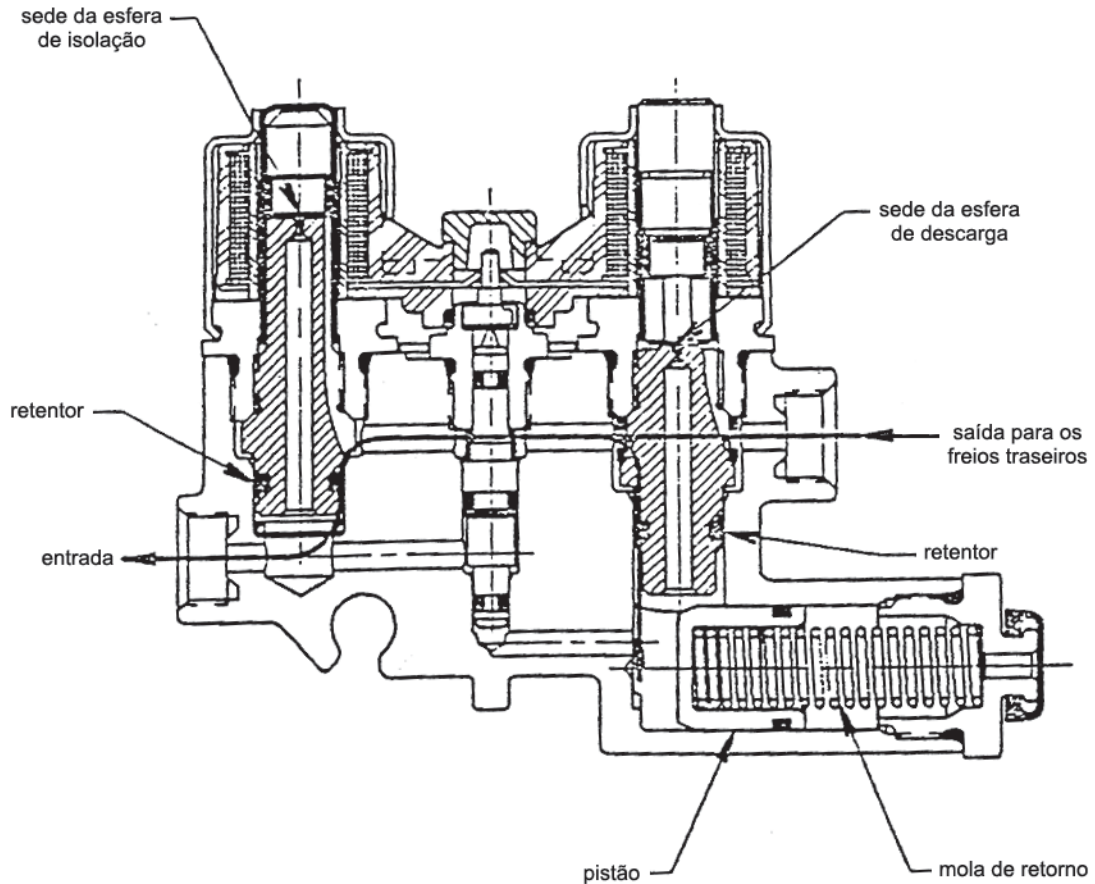
A seqüência de reaplicação é iniciada para que se obtenha uma ótima frenagem. A reaplicação ocorrerá quando a solenóide de isolamento estiver desativada, abrindo assim a passagem de fluido por alguns milissegundos, deixando que a pressão gerada pelo cilindro-mestre chegue até os freios.

As reaplicações também são requeridas quando o veículo passa de uma superfície de baixo atrito para uma superfície de alto atrito, durante a operação do antibloqueio.



Desaplicação do freio

No final da frenagem com antibloqueio, quando o motorista desaplica o pedal do freio, o fluido que estava no acumulador retorna ao circuito passando pelos vedadores das válvulas de isolamento e desgaste. Este retorno é dado pela ação da mola e êmbolo, fazendo que estes voltem à posição original, já que a carga da mola agora é maior que a pressão no sistema.



FALHAS NO SISTEMA

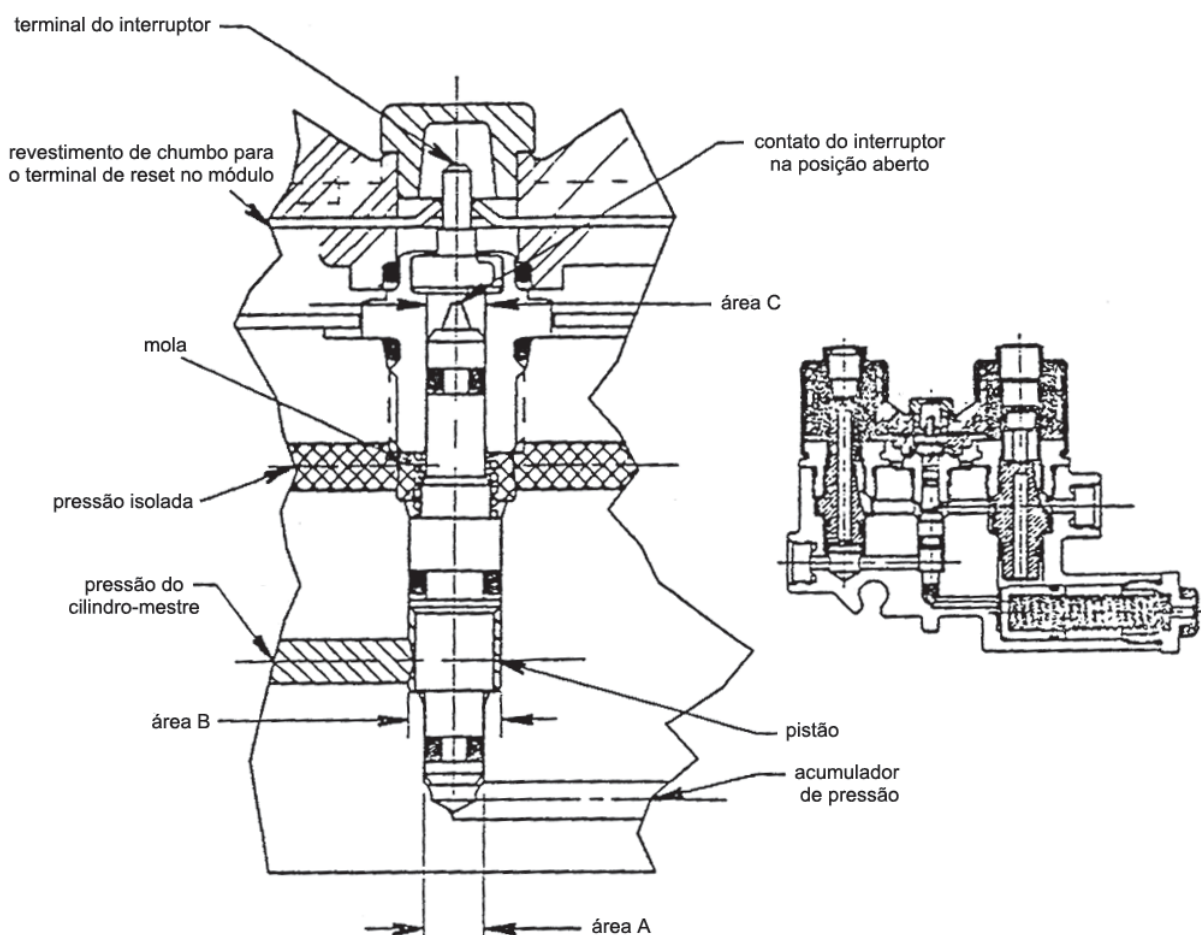
Indicador de falhas

Um pulso de reset é gerado por uma chave posicionada no sistema para monitorar a pressão vinda do cilindro-mestre, a pressão de saída para os freios e a pressão existente no acumulador. Durante uma frenagem normal, a pressão nas áreas A, B e C são iguais mantendo o pistão na posição de equilíbrio, aberto e segurado pela mola.

Numa frenagem sem influência do anti-bloqueio, se a chave estiver fechada, o módulo eletrônico será avisado e um código de falha será armazenado e a lâmpada de aviso do ABS ascenderá. Isto poderá ocorrer por dois motivos:

- Se houver um vazamento no acumulador, a área abaixo do pistão (área A) será pressurizada e o pistão se moverá fechando o contato da chave.
- Se a passagem da região de isolamento estiver fechada, será provocado um aumento de pressão no retentor (área B). Este desbalanceamento causará um movimento no pistão até que este provoque o fechamento do contato da chave.

Quando ocorrer esta falha, o sistema deixará de operar, ficando o veículo somente com os freios convencionais.



Na condição em que o antibloqueio estiver em operação, o contato da chave estará normalmente fechado durante a fase de isolamento e descarga. O módulo eletrônico é programado para ignorar este sinal.

No final da frenagem, o módulo eletrônico gerará pulsos na válvula de isolamento para incrementar a pressão nos freios traseiros.

Quando as pressões do cilindro-mestre e do freio traseiro forem iguais, a força no pistão será equalizada fazendo com que o contato da chave se abra. Quando o contato abrir, o módulo eletrônico desligará a válvula de isolamento, retornando ao circuito normal de freio do veículo.

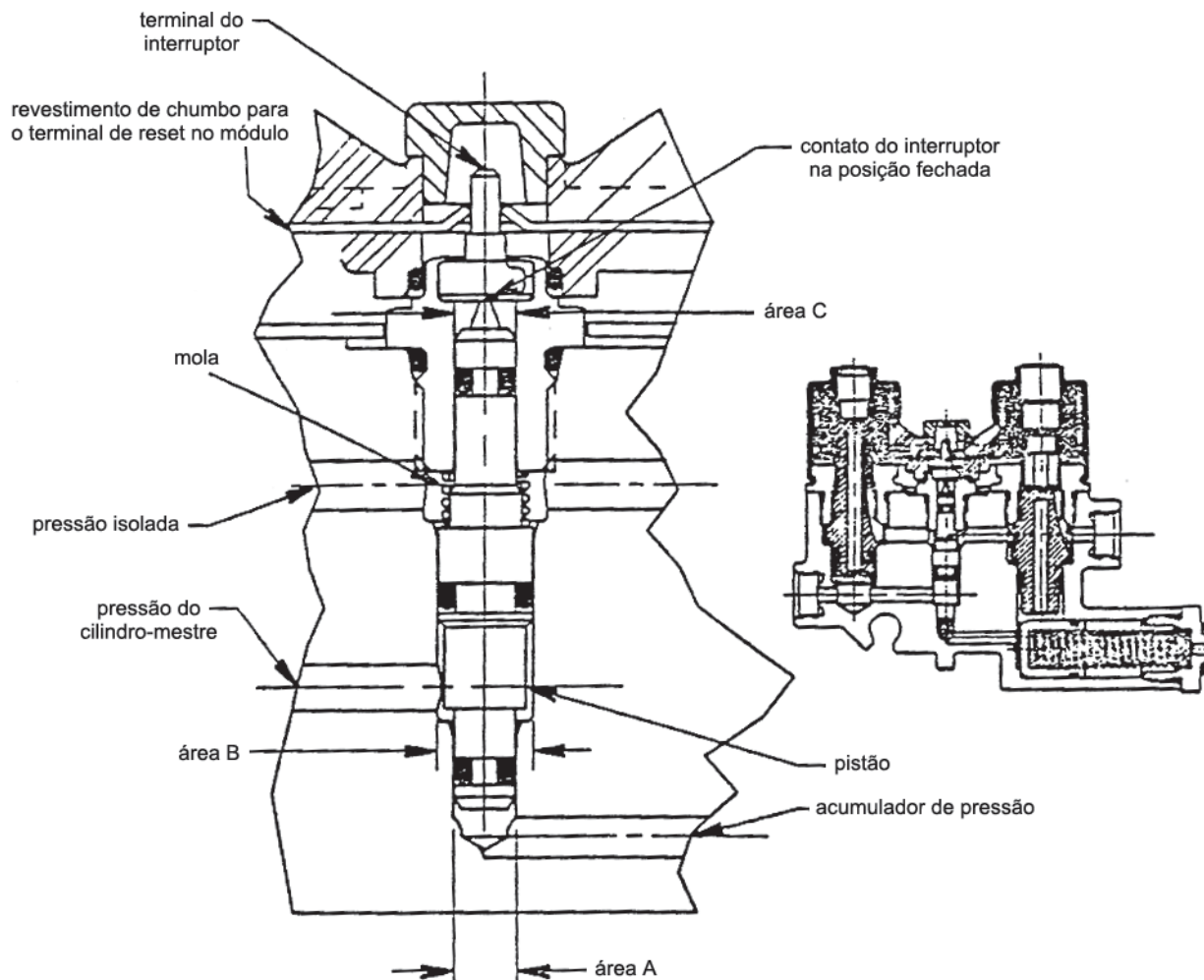


TABELA DE FALHAS	
SINTOMA	CAUSA
Lâmpada de aviso não acende por 2 segundos e apaga.	<ul style="list-style-type: none"> - Lâmpada queimada - Módulo eletrônico não aterrado - Falta de alimentação Vb+ na lâmpada - Lâmpada não conectada ao módulo eletrônico - Módulo eletrônico com problemas
Luz de freio permanentemente acesa ou acendendo intermitentemente.	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo vácuo no servo-freio - Freio de estacionamento aplicado
Luz de freio e lâmpada de aviso do ABS permanentemente ligada ou intermitentemente ligada.	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo nível de fluido no cilindro-mestre - Freios dianteiros com vazamento - Válvula antibloqueio com problema na chave de reset - Módulo eletrônico com mau funcionamento.
Lâmpada de aviso continuamente acesa.	<ul style="list-style-type: none"> - Acesse o modo diagnóstico para identificar o código da possível falha. - Se não conseguir obter o código significa que o módulo está sem energia. - Se o módulo tem energia e não envia o código de falha, o módulo está com problemas.
Lâmpada de aviso pisca aleatoriamente.	<ul style="list-style-type: none"> - Fusível de alimentação continua queimado. - Mau contato na fiação. - Módulo eletrônico com problemas.

Tabela de código de falhas

Na contagem dos pulsos gerados pelo módulo, comece a contar os “flashes” curtos começando por um longo. Inclua o “flash” longo na contagem. Se há mais de uma falha ocorrendo no mesmo instante, o módulo reconhecerá o código da última falha ocorrida.

Nº FLASHES	FALHA	CORREÇÃO
1	Não usado.	Sem ação.
2	Circuito aberto na fiação da válvula de isolamento ou problema com o módulo eletrônico.	Verifique a bobina da solenóide de isolamento (3 a 6Ω em relação ao terra). Repare a fiação ou troque a válvula. Se a fiação e a válvula estiverem OK, troque o módulo.
3	Circuito aberto na fiação da válvula ou problema com o módulo eletrônico.	Verifique o circuito da válvula, este deve apresentar resistência entre 1,0 e 3,0Ω em relação ao terra. Se estiver tudo OK, troque o módulo.
4	Chave de reset na posição fechada (interruptor de luz de freio acionado).	Verifique se o reset opera normalmente ou a fiação está em curto circuito ao terra. Repare a fiação ou troque a válvula.
5	Número excessivo de pulsos na válvula de descarga quando operando em modo 2WD (desabilitado quando em modo 4WD).	Verifique os freios traseiros e a válvula antibloqueio. Observe se há algum problema. O módulo não reconhece que o modo 4WD está selecionado.
6	Sensor de velocidade enviando sinal não entendido pelo módulo eletrônico quando o veículo está em movimento.	Determine a causa do sinal errada vindo do sensor. A fiação do sensor pode estar com mau contato. O sensor pode estar com defeito, pedaços de metal podem estar presos ao sensor ou dentes do excitador podem estar quebrados.

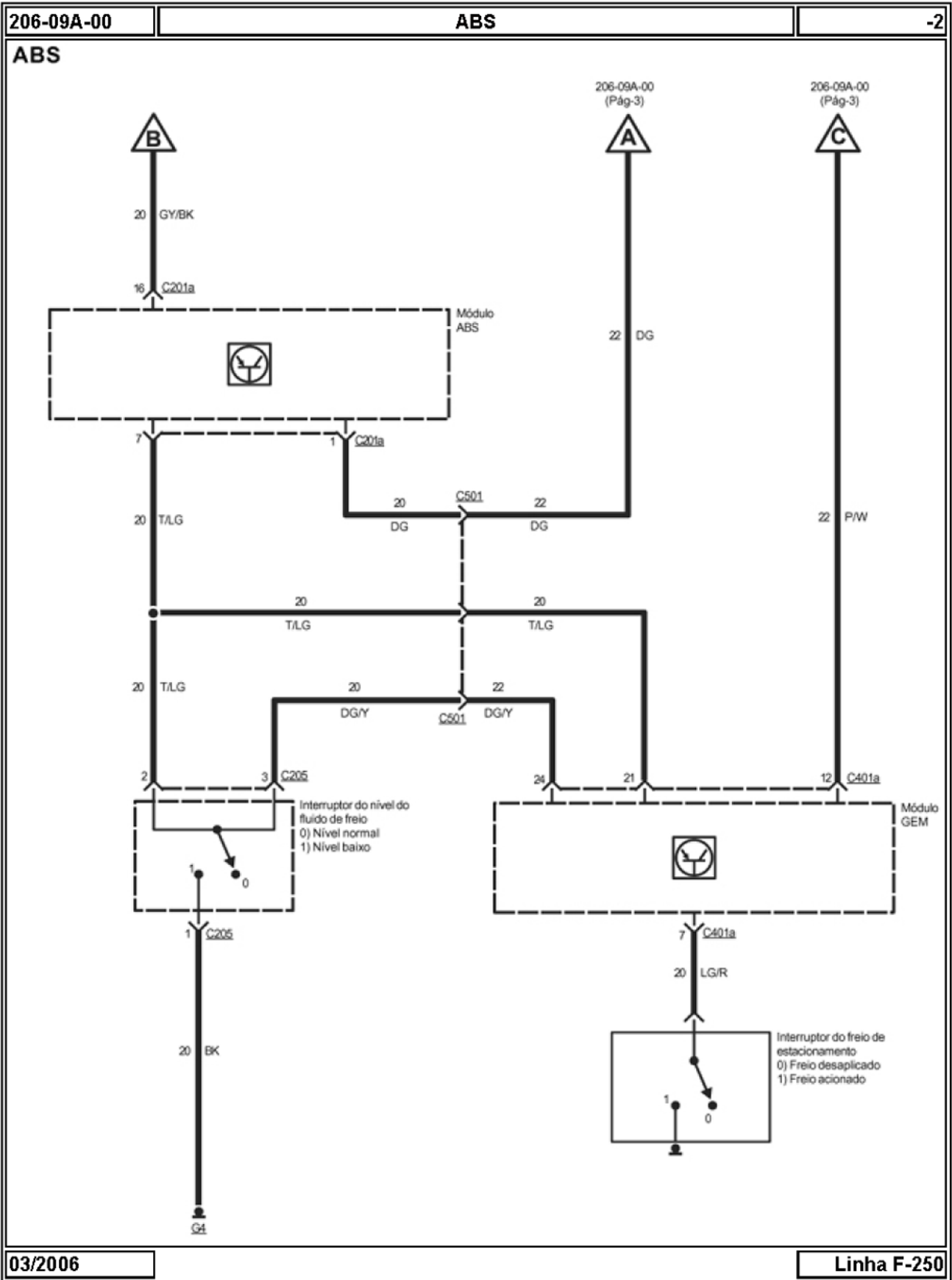
(continua)

(continuação)

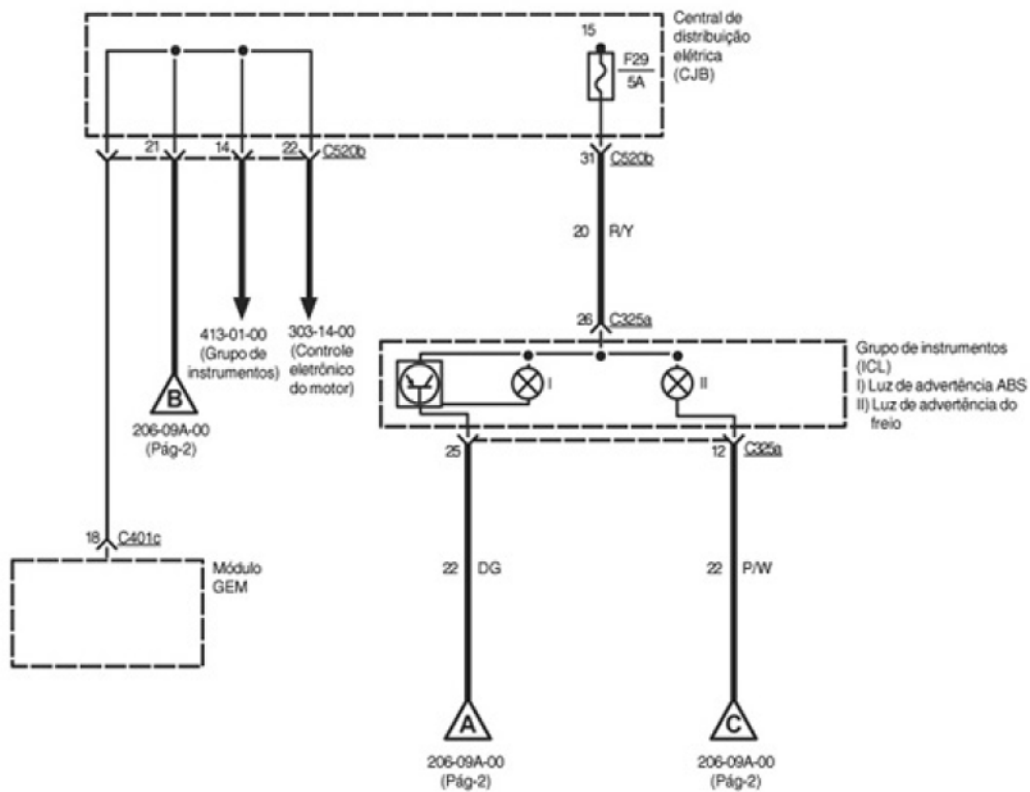
Nº FLASHES	FALHA	CORREÇÃO
7	Válvula de isolamento não responde aos pulsos enviados pelo módulo eletrônico, fiação da válvula em curto ao terra ou fusível interno no módulo queimado.	Verifique a bobina da solenóide de isolamento (3 a 6Ω em relação ao terra). Repare a fiação ou troque a válvula. Se a fiação e a válvula estiverem OK, troque o módulo.
8	Válvula de descarga não responde aos pulsos enviados pelo módulo eletrônico ou fiação da válvula em curto circuito ao terra.	Verifique o circuito da válvula que deve apresentar resistência entre 1,0 e 3,0Ω em relação ao terra. Se tudo estiver OK, troque o módulo.
9	Fiação do sensor com problema ou resistência nessa fiação muito acima do normal ou em circuito aberto.	Verifique o valor da resistência interna do sensor, ele deve estar entre 1,0 e 1,6Ω à temperatura ambiente. Verifique a fiação do sensor quanto a circuito aberto ou curto circuito. Se tudo estiver OK, troque o sensor.
10	Fiação do sensor com problema ou resistência nessa fiação muito abaixo do normal ou em circuito aberto.	Verifique o valor da resistência interna do sensor, ele deve estar entre 1,0 e 1,6Ω à temperatura ambiente. Verifique a fiação do sensor quanto a circuito aberto ou curto circuito. Se tudo estiver OK, troque o sensor.
11	Interruptor de freio sempre ligado; lâmpada de aviso do ABS acende quando a velocidade ultrapassa 65Km/h.	Verifique o interruptor de luz de freio e a operação da luz de freio.
12	Baixo nível de fluido de freio, vazamento de fluido nos freios dianteiros, perda de pressão no circuito de freio.	Verifique o nível de fluido de freio, o indicador de nível de fluido de freio e verifique e repare os problemas com freio dianteiro.
13	Falha no módulo eletrônico.	Troque o módulo.
14	Não usado.	Nenhuma ação.
15	Não usado.	Nenhuma ação.
16	Sistema antibloqueio OK.	Nenhuma ação.

Observação

Se a lâmpada de aviso piscar sem que a linha de diagnóstico esteja aterrada, verificar se o fusível de alimentação permanente não está queimado.



ABS - Veículos 4x2



CONTROLE DE TRAÇÃO ASR

FUNÇÃO

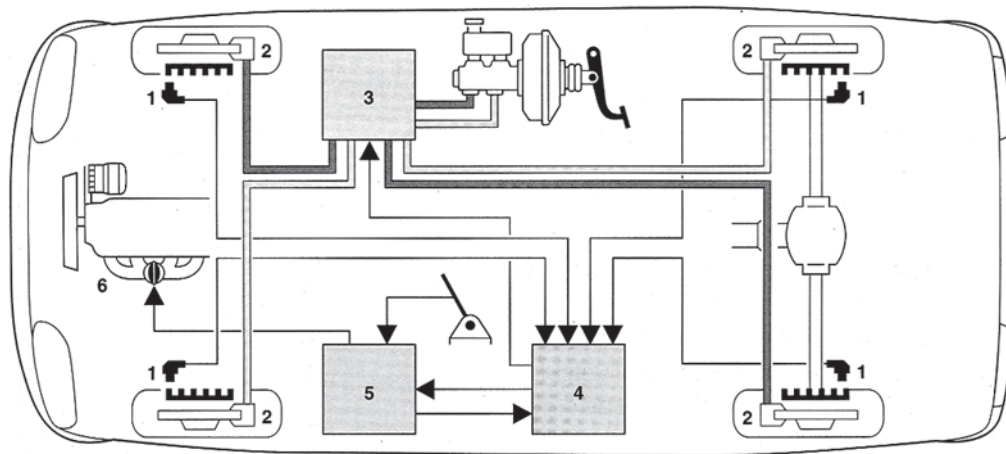
Situações críticas de direção (por exemplo, sobresterçamento) não acontecem apenas na frenagem, mas também na partida ou na aceleração, principalmente em pistas escorregadias, em subidas íngremes ou percursos em curva. Essas situações podem exigir demais do motorista e as conseqüências são reações erradas.

Tais situações de direção podem ser dominadas com o controle de tração ASR. O controle ASR freia a roda da tração que tende a derrapar e/ou adequa o torque do motor em tempo hábil ao torque de tração transmitido para a pista, garantindo a estabilidade do veículo. O ASR é uma extensão do sistema antibloqueio ABS que assegura a dirigibilidade nos processos de aceleração do veículo.

ESTRUTURA

O controle ASR aproveita os mesmos componentes que o ABS, em parte complementados em algumas funções.

Controle de tração com intervenção no freio e na borboleta de aceleração



- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. Sensores de rotação | 4. Unidade de comando ABS/ASR |
| 2. Freios das rodas | 5. Unidade de comando Motronic |
| 3. Unidade hidráulica ABS/ASR | 6. Borboleta de aceleração |

Sensores de rotação

Os sensores de rotação emitem sinais para a unidade de comando que, através deles, determina a velocidade periférica das rodas.

Unidade de comando

A eletrônica da unidade de comando ABS foi ampliada com a incorporação do ASR. Como no ABS, o circuito de entrada da unidade de comando capta os sinais dos sensores de rotação das rodas e a partir desses valores determina o deslizamento de cada roda. Quando o deslizamento em uma das rodas de tração é muito grande, a regulagem ASR é ativada. Os sinais são processados em dois microcontroladores que trabalham em paralelo. No circuito de saída, estes sinais são convertidos em sinais de comando para as válvulas solenóides e para a bomba de alimentação na unidade hidráulica, provocando a regulagem do torque de frenagem. As informações são transmitidas para a ECU do gerenciamento do motor (Motronic) através de uma interface adicional.

Unidade hidráulica

A unidade hidráulica do ABS, que também sofreu alterações, recebe os sinais da unidade de comando e controla a pressão hidráulica em cada uma das rodas através de válvulas solenóides, independentemente do motorista. Durante um processo de regulagem com ASR, uma válvula comutadora adicional muda a operação normal de frenagem para operação ASR. A bomba de retorno do ABS aspira fluido de freio do cilindro-mestre e produz a pressão do sistema ASR. Com isto, a pressão da frenagem pode atuar nas rodas de tração, sem intervenção do motorista, com força tensora para pressionar as pastilhas ou lonas aos discos ou tambores de freio.

FUNCIONAMENTO DO SISTEMA ASR

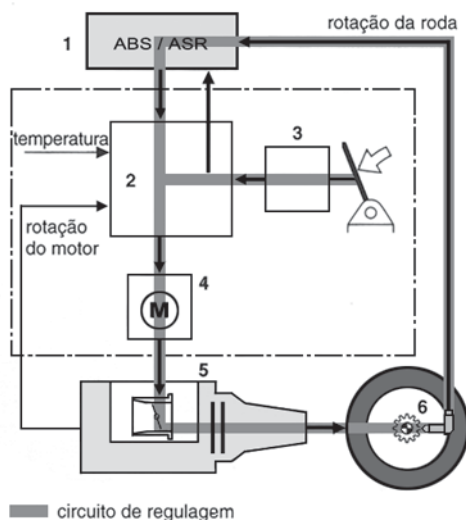
No caso de rodas com tendência a deslizar, o ASR regula o deslocamento do veículo em função do deslizamento e da aceleração ou desaceleração das rodas. Este sistema extremamente flexível, que permite uma adaptação sem modificação no sistema básico de freios com ABS, funciona da maneira descrita a seguir.

Durante o percurso, os sensores das quatro rodas captam sinais de rotação e os enviam à unidade de comando. Quando o motorista aciona o pedal do acelerador, o torque do motor aumenta, aumentando o torque de acionamento das rodas. Quando esse torque pode ser transmitido integralmente para o pavimento da pista o veículo pode ser acelerado livremente mas, quando o torque de acionamento ultrapassa o torque máximo fisicamente transmissível a rotação das rodas de tração aumenta e essas rodas tendem ao deslizamento. Isto reduz a transmissão de força de acionamento e pode provocar a instabilidade do veículo devido à incidência de perda de força de condução lateral. O ASR entra em ação e regula o torque de acionamento das rodas de tração ou as freia, impedindo o deslizamento e, conseqüentemente, a instabilidade.

Para que o ASR possa entrar em ação independente da força aplicada pelo motorista ao pedal do acelerador, é fundamental que seja instalado um “acelerador eletrônico” (EGAS) no lugar da ligação mecânica entre pedal do acelerador e borboleta de aceleração em motores do ciclo Otto, ou entre pedal do acelerador e bomba injetora Diesel em motores do ciclo Diesel.

O EGAS prioriza os comandos do ASR em relação às determinações do motorista. A posição do pedal do acelerador é convertida em um sinal elétrico através do sensor, por sua vez convertido em uma tensão de comando para um servomotor elétrico em uma unidade de comando para EGAS ou em uma unidade de comando Motronic com EGAS integrado, levando em consideração grandezas previamente programadas e sinais de outros sensores, por exemplo, temperatura e rotação do motor. O servomotor aciona a borboleta de aceleração do motor Otto ou a alavanca de comando da bomba injetora Diesel.

Controle eletrônico de potência do motor EGAS para ASR



1. Unidade de comando ABS/ASR
2. Unidade de comando Motronic com EGAS
3. Sensor do pedal do acelerador
4. Servomotor
5. Borboleta de aceleração (ou bomba injetora Diesel)
6. Sensor de rotação

Quando a unidade de comando reconhece alguma variação significativa da velocidade nominal da roda através dos sinais dos sensores, a roda com tendência a deslizamento é frenada sem qual-quer contribuição do motorista. Paralelamente, a unidade de comando intervém, por exemplo, através de um atuador eletrônico da borboleta de aceleração, para reduzir o torque de aceleração excedente. O ASR regula o deslizamento das rodas da tração para o melhor valor possível. A modulação da pressão de frenagem (aumento, estabilização ou redução), através das válvulas do ABS e válvulas adicionais à unidade hidráulica, controla a frenagem da roda com tendência ao deslizamento.

Em veículos com motor Otto, o controle do torque de acionamento é feito através da unidade de comando EGAS ou Motronic com EGAS integrado. A ação é sobre:

- atuador da borboleta de aceleração (regulagem com EGAS)
- sistema de ignição (posição do ângulo de ignição com Motronic)
- sistema de injeção (atenuação de alguns sinais de injeção e ignição com Motronic)

Em veículos com motor Diesel o torque de acionamento é influenciado por intervenção na alavanca de comando da bomba injetora Diesel (redução do volume de injeção). O ASR pode ser complementado por uma regulagem adicional do torque do freio motor, MSR. Na redução ou desaceleração abrupta em pista lisa, as rodas da tração podem apresentar um alto índice de deslizamento pela ação de frenagem do motor. A MSR aumenta o torque do motor através de ligeira aceleração para, assim, reduzir a frenagem das rodas a um índice ainda admissível para garantir a estabilidade.



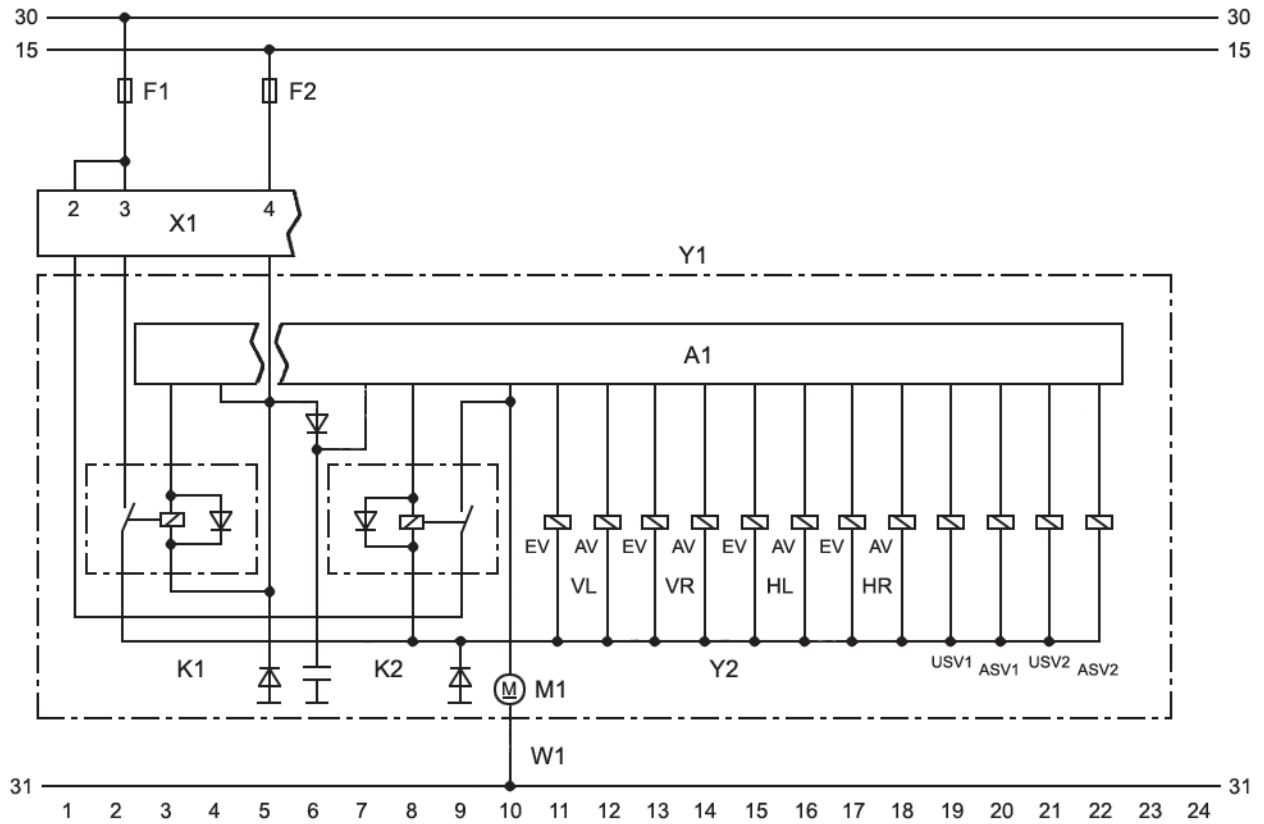
Teste de inverno do ABS/ASR no norte da Suécia com coeficientes de atrito diferentes entre as rodas direitas e esquerdas (μ -split).

VERSÕES DO SISTEMA ASR

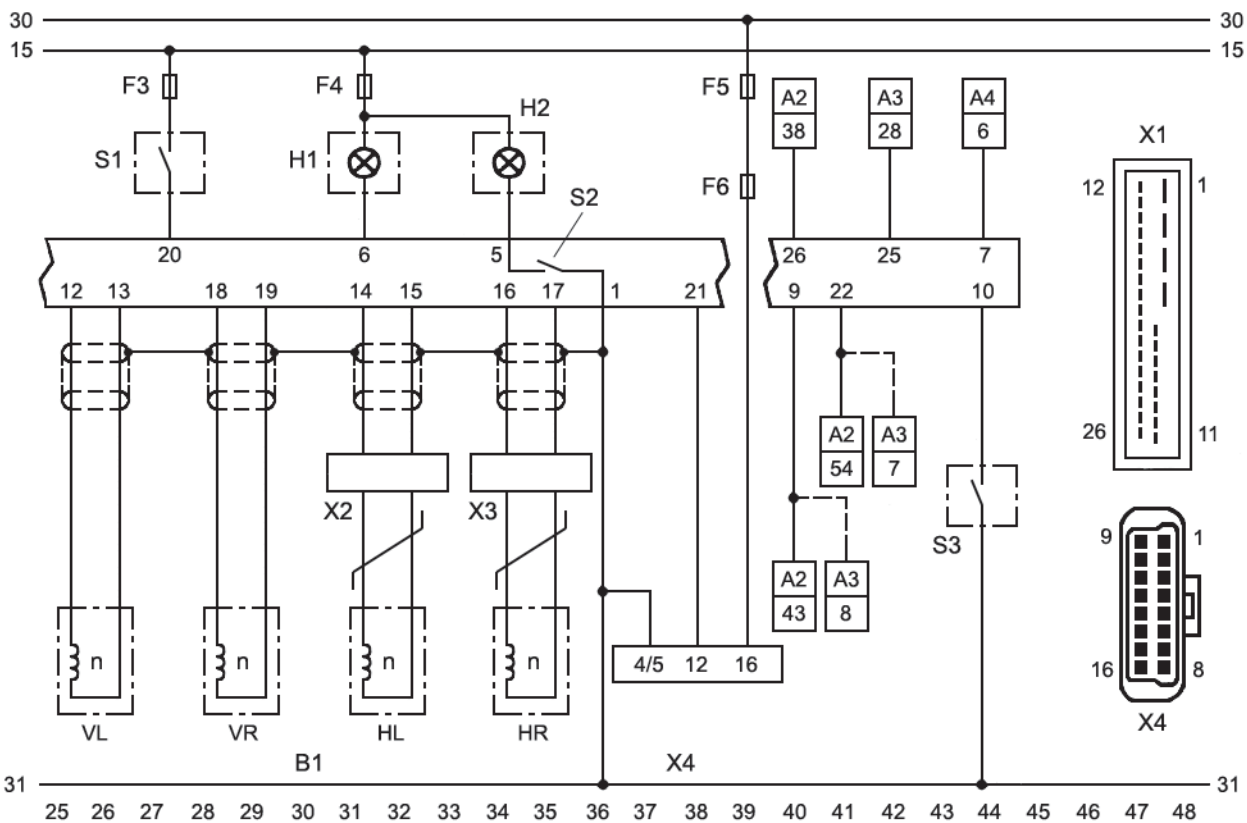
A versão da unidade ABS/ASR depende do tipo de motor (Otto ou Diesel) e do tipo de intervenção de regulagem desejada para frenagem, borboleta de aceleração, ignição e/ou injeção.

O ASR2 é composto por um módulo ABS2 com válvulas solenóide 3/3 e pelo ASR com uma válvula comutadora adicional 3/3. A família ASR5 em sistema modular se baseia no sistema ABS5 com válvulas de admissão e descarga 2/2, complementado por válvulas de aspiração e comutadora 2/2.

Esquemas Elétricos



- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| A1 - Unidade de comando | M1 - Motor da bomba de alívio |
| F1 - Fusível FV4 (60A) | W1 - Fita de ligação à massa |
| F2 - Fusível F35 (10A) | X1 - Conector da unidade de comando |
| K1 - Relé das válvulas solenóides | Y1 - Unidade hidráulica |
| K2 - Relé do motor da bomba de alívio | Y2 - Válvulas solenóides |



A2 - Unidade de comando do Motronic

A3 - Unidade de comando do câmbio automático

A4 - Imobilizador

B1 - Sensores de rotação

F3 - Fusível F38 (10A)

F4 - Fusível F29 (10A)

F5 - Fusível FV3 (60A)

F6 - Fusível F22 (20A)

H1 - Lâmpada indicadora do controle de tração

H2 - Lâmpada indicadora de falha do ABS

S1 - Interruptor da luz de freio

S2 - Interruptor da lâmpada indicadora de falha do ABS

(o contato fecha ao se desengajar o conector da unidade de comando)

S3 - Interruptor do controle de tração

X1 - Conector da unidade de comando

X2...X3 - Conectores dos sensores de rotação

X4 - Conector de diagnóstico

HL - Traseira esquerda

HR - Traseira direita

VL - Dianteira esquerda

VR - Dianteira direita

DISTRIBUIÇÃO ELETRÔNICA DA FORÇA DE FRENAGEM - EBD

O EBD, que funciona em conjunto com o ABS, é um corretor eletrônico de frenagem para as rodas traseiras que envia sempre a máxima pressão até o limite de travamento de cada roda traseira. Esse sistema é uma evolução das válvulas corretoras de pressão dos freios das rodas traseiras. Por isso, antes vamos ver como essas válvulas funcionavam para entender melhor o funcionamento do EBD.

Um veículo que possui uma distribuição de peso ideal, durante uma frenagem normal, transfere cerca de 70% do seu peso para as rodas dianteiras e cerca de 30% para as traseiras devido à inércia. Alguns veículos, tais como picapes, essa diferença é ainda maior.

Podemos perceber que durante a frenagem, um peso muito maior é exercido sobre o eixo dianteiro e, se a pressão hidráulica dos freios das rodas dianteiras for igual à pressão das rodas traseiras, a tendência das rodas traseiras travarem será muito maior devido ao pouco peso exercido sobre elas neste momento.

Como já vimos, a ocorrência de travamento das rodas de um veículo, sejam elas dianteiras ou traseiras, aumentam a distância de frenagem, comprometem a dirigibilidade e podem fazer com que o motorista perca o controle do veículo.

Para resolver esse problema surgiram dois modelos de válvulas corretoras de frenagem, sendo que uma funcionava em função da pressão aplicada aos freios e a outra em função da carga sobre o veículo.

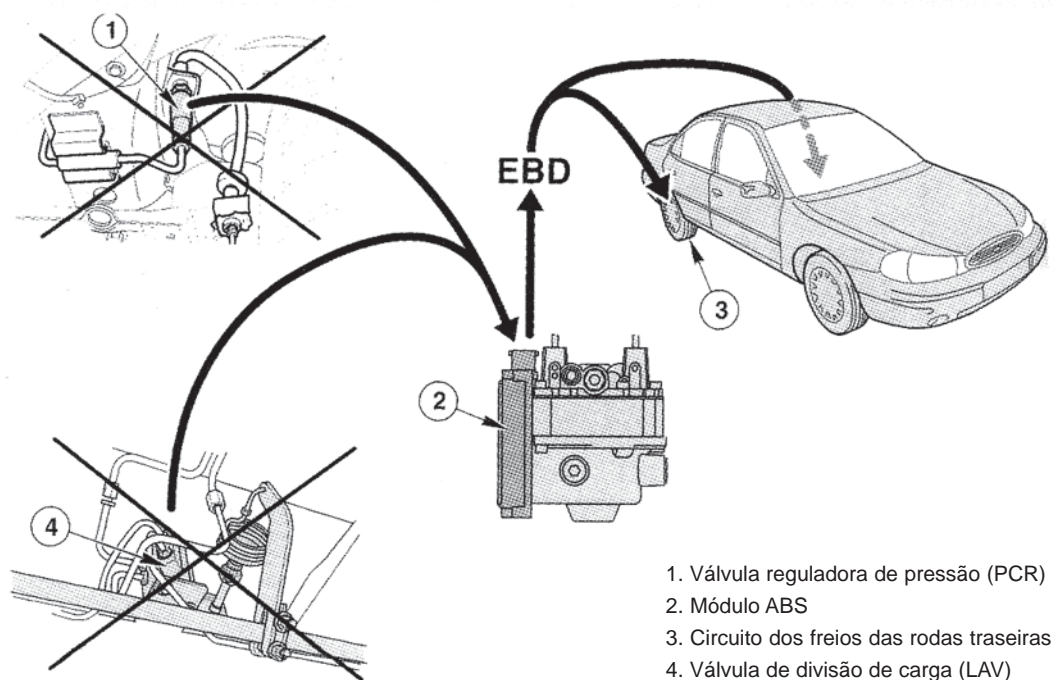
As válvulas que funcionam em função da pressão são instaladas geralmente no cilindro mestre, na saída do fluido e tem o valor de pressão marcado externamente. Esse valor indica qual a pressão de corte da válvula e o ponto em que ela começa a reduzir sensivelmente a pressão direcionada ao freio traseiro. Quanto maior for a pressão exercida sobre o pedal de freio menor será a pressão liberada para as rodas traseiras, considerando que a diferença de distribuição de peso aumenta cada vez mais de acordo com a força da frenagem.

As válvulas que funcionam em função da carga podem ser consideradas uma grande evolução no controle de pressão de frenagem, uma vez que elas possuem uma mola ligada ao chassi que atua diretamente na válvula em função da inclinação da carroceria. A inclinação da carroceria se altera de acordo com o peso da carga. Esse tipo de válvula possui um valor de corte variável que produz um efeito melhor que as válvulas que funcionam em função da

pressão. Quanto mais pesado estiver o veículo, menor será a inclinação da carroceria, e conseqüentemente, mais pressão passará para as rodas traseiras, tornando a frenagem mais eficiente.

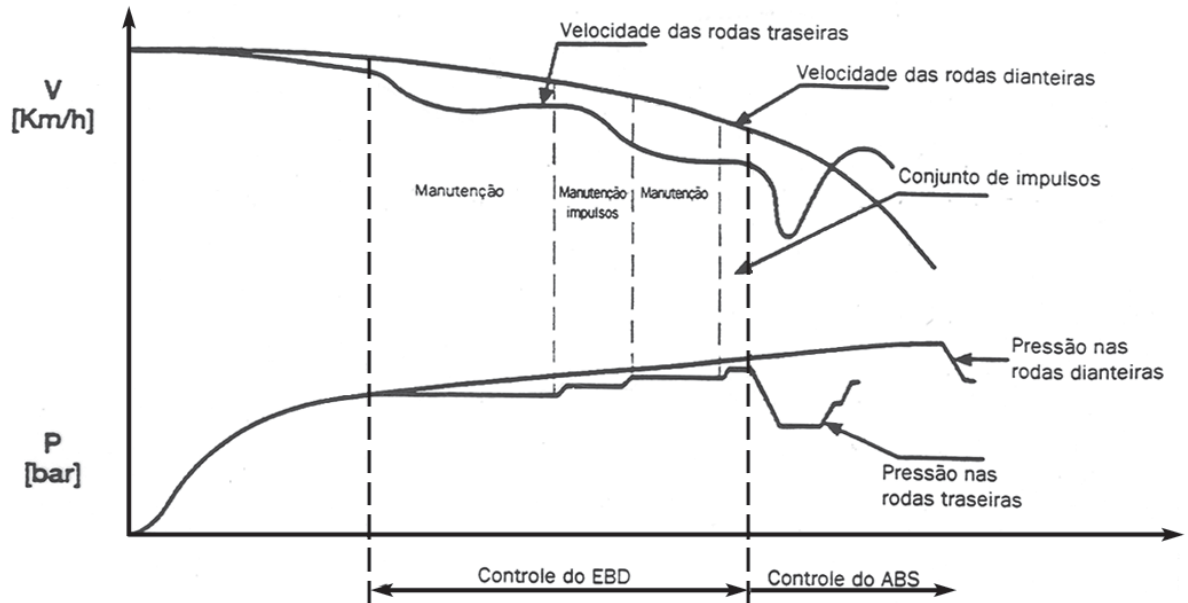
LOCALIZAÇÃO DO EBD

Com isso, podemos falar do EBD que elimina as válvulas corretoras. Na verdade, o EBD não é um componente físico do veículo e sim um programa interno (software) do módulo do ABS, que monitora continuamente as rodas traseiras no sentido de mantê-las num comportamento parecido ao das rodas dianteiras do veículo. Para isso, o módulo ABS utiliza o sinal dos sensores de rodas, do interruptor de freio e dos demais sinais de entrada, para manter a rotação das rodas traseiras dentro de uma faixa aceitável de desaceleração. É importante notar que o EBD é um sistema específico de monitoramento das rodas traseiras, portanto, os veículos equipados com esse programa dispensam totalmente quaisquer válvulas corretoras de frenagem.



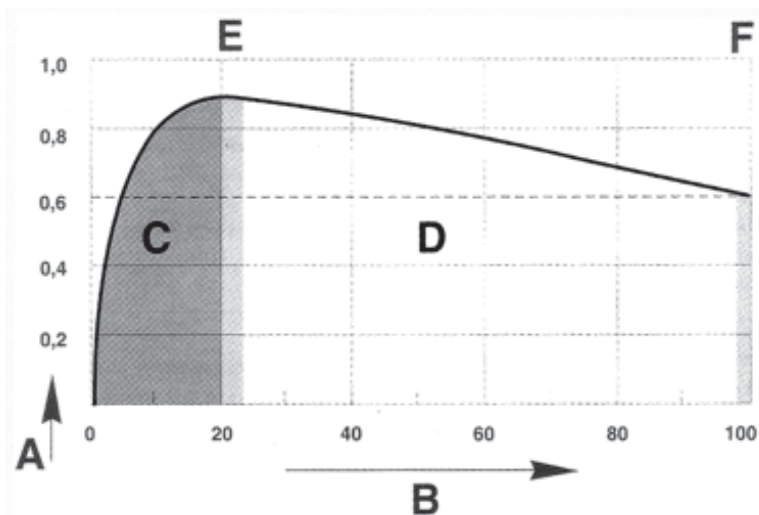
FUNCIONAMENTO

No gráfico a seguir podemos perceber que a faixa de controle de EBD é muito mais restrita que a do ABS que só atuará quando houver indicação de travamento de alguma roda. Porém, muito antes disto ocorrer, o EBD já estará corrigindo o comportamento das rodas traseiras, fazendo com que se mantenham dentro da faixa padrão para as 4 rodas.



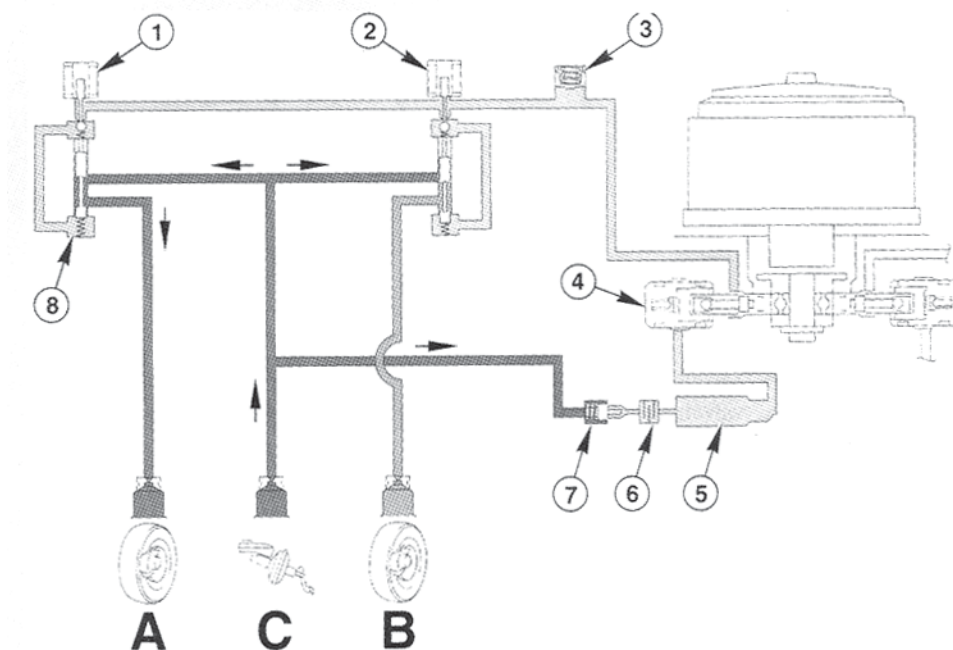
Ao contrário das válvulas corretoras, a força do freio durante o controle EBD não é determinada pela pressão do freio ou pelo peso do veículo, mas sim pelo travamento da roda. Dependendo do travamento das rodas, o sistema eletrônico de distribuição da força dos freios permite a redução da pressão dirigida aos freios das duas rodas traseiras. Desta forma é melhorada a estabilidade em comparação com os sistemas convencionais.

Travamento da roda



- A. Coeficiente da força dos freios (μ)
- B. Travamento (deslizamento) λ em %
- C. Zona estável (controle EBD)
- D. Zona instável
- E. Zona crítica (controle ABS)
- F. Travamento

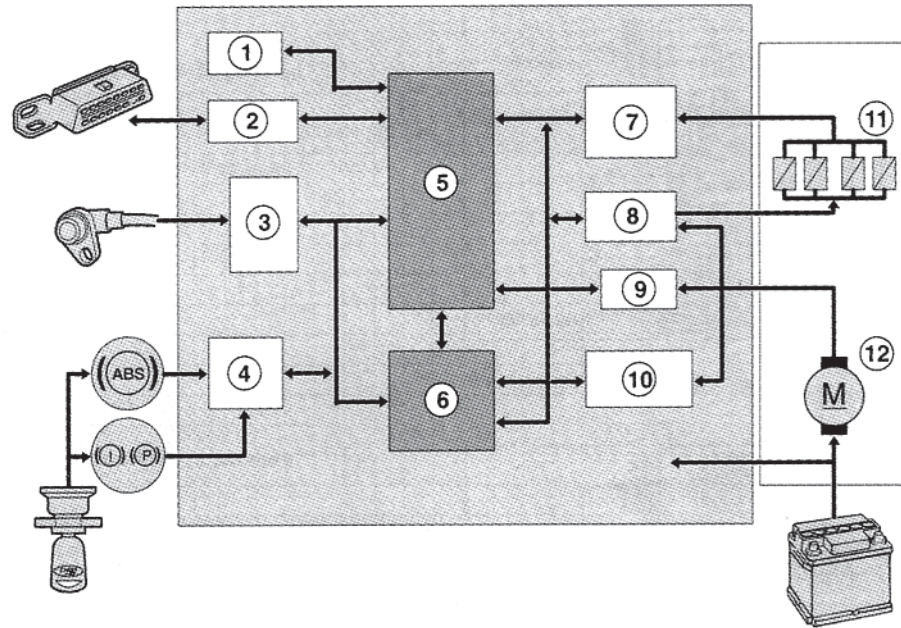
Durante uma frenagem com controle EBD, a pressão é limitada através das válvulas pelo módulo ABS. As válvulas proporcionais (válvulas solenóides) fecham as ligações de pressão, evitando assim o aumento de pressão nos circuitos dos freios das rodas traseiras. Dependendo do deslizamento, a válvula proporcional é ligada (durante o controle EBD, principalmente na posição de manutenção da pressão). Conforme necessário, a pressão aumenta ou diminui, controlando assim a pressão do freio.



- | | |
|---|-----------------------------------|
| A. Roda dianteira | 4. Unidade do motor e bomba |
| B. Roda traseira | 5. Câmara de alta pressão |
| C. Pedal do freio | 6. Filtro |
| 1. Válvula proporcional (válvula solenóide) dianteira | 7. Válvula unidirecional |
| 2. Válvula proporcional (válvula solenóide) traseira | 8. Pistão da válvula proporcional |
| 3. Acumulador de baixa pressão | |

ESQUEMA GERAL

É necessário observar também, que caso algum componente do ABS esteja defeituoso e a luz indicadora de falha se acenda, o sistema EBD não funcionará, já que os mesmos componentes. Neste caso, um reparo deverá ser providenciado o mais urgente possível, sob pena de ocorrer travamento das rodas, em especial as traseiras.



1. EEPROM
2. Conector de transmissão de dados DLC
3. Sensores da velocidade das rodas
4. Luzes indicadoras do sistema ABS/sistema EBD
5. Processador principal
6. Processador auxiliar

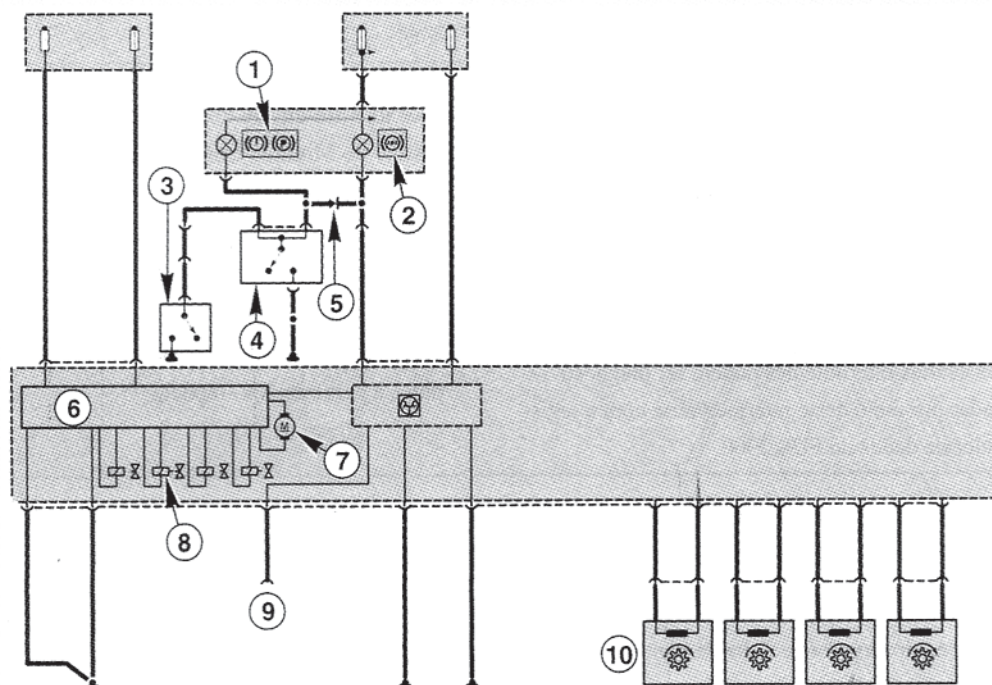
7. Controle das válvulas proporcionais
8. Monitoramento das válvulas proporcionais
9. Controle da bomba hidráulica
10. Monitoramento eletrônico
11. Válvulas proporcionais
12. Bomba ABS

VANTAGENS

Os sistemas de freios com controle EBD possuem inúmeras vantagens, dentre elas podemos citar:

- aproximação da curva ideal de distribuição de pressão de frenagem.
- aumento da participação da força de frenagem no eixo traseiro.
- alívio térmico do sistema de freio do eixo dianteiro.
- desgaste proporcional entre lonas e pastilhas.
- aumento da estabilidade nas frenagens em curvas.

Esquema elétrico - Ford Mondeo



- | | |
|--|---|
| 1. Luz indicadora do sistema de freios (EBD) | 6. Unidade ABS |
| 2. Luz indicadora do ABS | 7. Motor da bomba |
| 3. Interruptor do freio de mão | 8. Válvulas proporcionais |
| 4. Interruptor do nível do fluido de freios | 9. Conector de transmissão de dados (DLC) |
| 5. Diodo do EBD | 10. Sensores da velocidade das rodas |

ESP - PROGRAMA ELETRÔNICO DE ESTABILIDADE

Com o Programa Eletrônico de Estabilidade - ESP foi possível avançar mais um passo na segurança de direção. Com a combinação das funções do ABS e ASR e os “dados de movimento” do veículo, o ESP corrige derrapagens e recoloca o veículo na trajetória desejada. O ESP atua reduzindo ou interrompendo a potência do motor e freando individualmente uma ou mais rodas, sem qualquer intervenção do motorista. No Brasil, o ESP surgiu com o “Mercedes Classe A” e aos poucos vem equipando outros modelos, como “Golf GTI” e “Stilo Abarth”.

Assim como os freios antitravamento (ABS) e o controle de tração (ASR), o controle eletrônico de estabilidade é também um grande auxílio para os motoristas em situações de difícil controle do veículo, pois se consegue estabilizar o carro mesmo em situações extremas. Sua primeira avaliação foi na superfície de um lago congelado, em 1995. Os especialistas, ao testarem o carro equipado com o revolucionário sistema, ficaram impressionados com a dirigibilidade apresentada pelo automóvel, mesmo com a quase inexistente aderência entre os pneus e o gelo. O segredo do sistema é, basicamente, uma central eletrônica que faz a análise constante dos sinais enviados por sensores instalados em diversas partes do veículo, tendo como exemplo, o sensor de rotação do eixo longitudinal do carro que verifica um princípio de derrapagem.

LIMITES

O Programa Eletrônico de Estabilidade é um sistema que faz uso do equipamento de freios para “dirigir” o veículo. Com esse programa ativo, a função efetiva dos freios das rodas de desacelerar ou parar o veículo recua diante do objetivo de manter o veículo estável e alinhado em qualquer circunstância. A frenagem objetiva das diversas rodas, por exemplo, a roda traseira esquerda em caso de subfrenagem ou a roda dianteira direita em caso de sobrefrenagem, contribui para que se atinja da melhor maneira possível esse objetivo. Para tanto, o ESP também pode acelerar as rodas da tração através de intervenção no motor e assim assegurar a estabilidade do veículo.

Através desta “regulagem individual”, o veículo se torna “dirigível” à medida que determinadas rodas são freiadas (frenagem seletiva) ou as rodas da tração são aceleradas. O ESP minimiza assim o risco de colisão ou capotamento em situações críticas e dentro dos limites físicos evita que o veículo escape da pista.

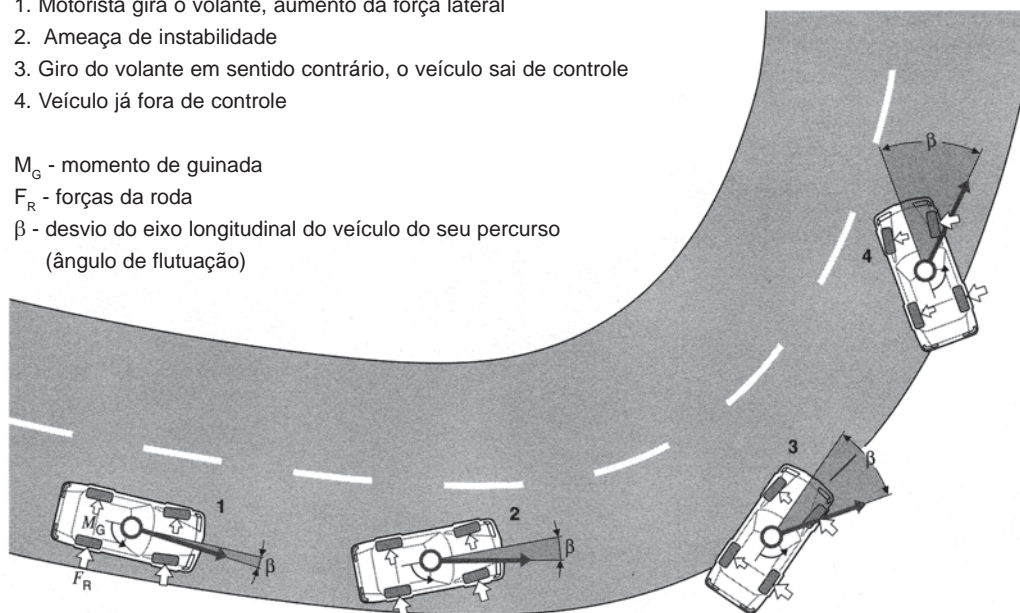
Lateral de um veículo de passeio sem ESP

1. Motorista gira o volante, aumento da força lateral
2. Ameaça de instabilidade
3. Giro do volante em sentido contrário, o veículo sai de controle
4. Veículo já fora de controle

M_G - momento de guinada

F_R - forças da roda

β - desvio do eixo longitudinal do veículo do seu percurso
(ângulo de flutuação)



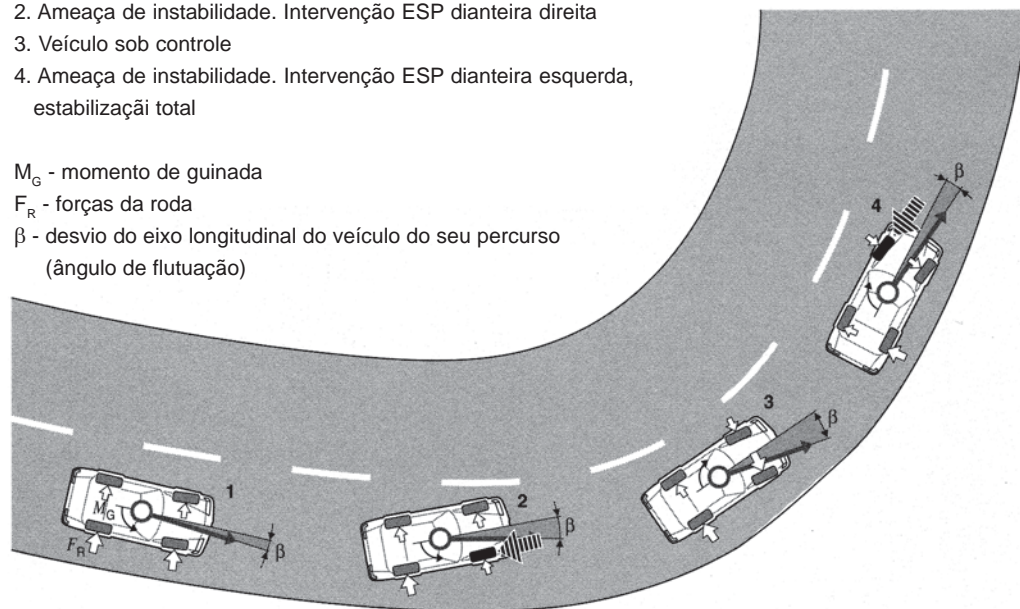
Dinâmica lateral de um veículo de passeio sem EPS

1. Motorista gira o volante, aumento da força lateral
2. Ameaça de instabilidade. Intervenção ESP dianteira direita
3. Veículo sob controle
4. Ameaça de instabilidade. Intervenção ESP dianteira esquerda, estabilização total

M_G - momento de guinada

F_R - forças da roda

β - desvio do eixo longitudinal do veículo do seu percurso
(ângulo de flutuação)



▮▮▮▮ Aumento da força de frenagem

Para a comparação das características de direção na faixa limite de veículos com e sem ESP veremos diversos exemplos onde, cada uma das manobras representadas foi reproduzida de acordo com a realidade em um programa de simulação, após prévias tentativas. Os resultados foram comprovados em outros testes.

Giros rápidos do volante

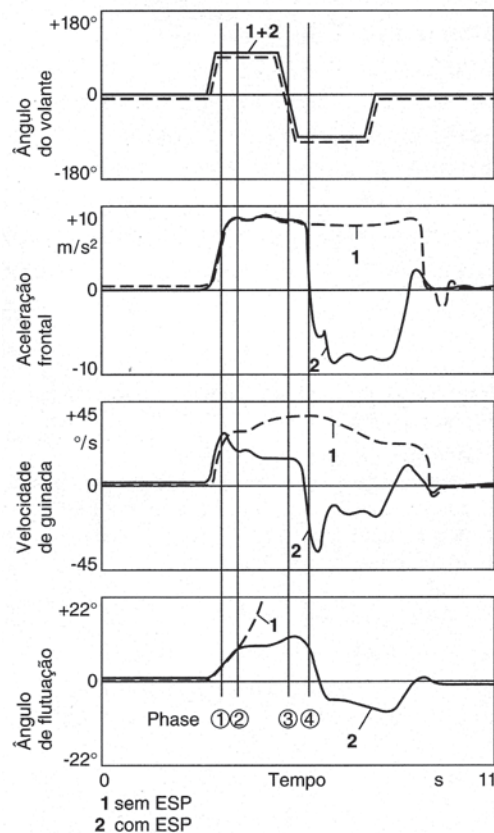
Tal situação ocorre freqüentemente no trânsito cotidiano. Ela pode ser comparada a uma mudança de faixa ou giro rápido do volante que pode ocorrer:

- numa entrada muito rápida em uma seqüência de curvas fechadas
- no surgimento súbito de algum obstáculo
- no caso de interrupção brusca de uma manobra de ultrapassagem

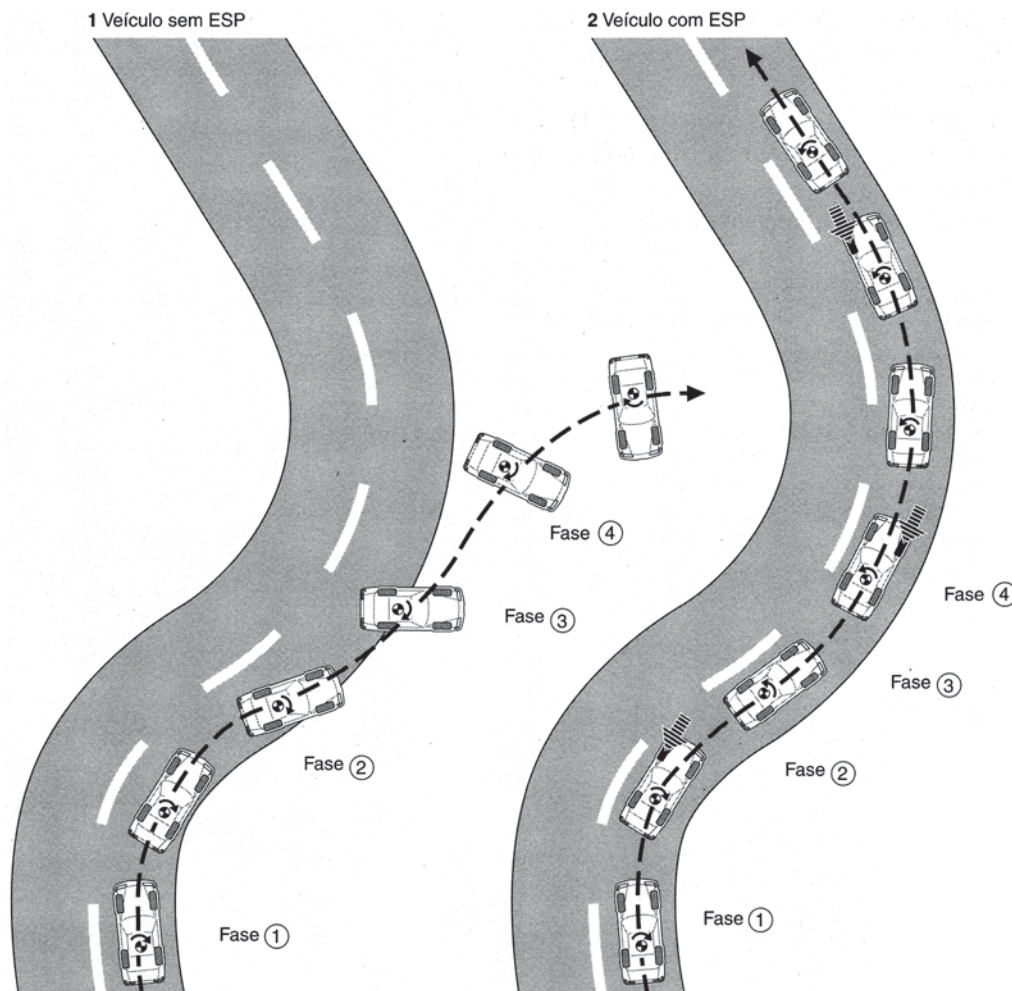
As figuras a seguir mostram o comportamento de direção de dois veículos (com e sem ESP) em percurso de curva combinada à direita e à esquerda com giro rápido do volante

- em pista de boa aderência ($m_{HF} = 1$)
- sem intervenção do motorista sobre os freios
- velocidade inicial de 144 km/h

Tempo de fatores dinâmicos em percurso de seqüência de curvas à direita e à esquerda



Traçado do percurso em uma seqüência de curvas à direita e à esquerda (lado esquerdo sem e lado direito com EPS)



Aumento da força de frenagem

1. Motorista gira o volante, aumento da força lateral
2. Risco de instabilidade. Intervenção ESP dianteira esquerda
3. Giro em sentido oposto. Esquerda - veículo fora de controle, Direita - veículo sob controle
4. Esquerda - veículo não pode mais ser dominado
Direita - intervenção do ESP dianteira direita, estabilidade total

No início, o comportamento dos dois veículos é igual. Eles entram nas mesmas condições na seqüência de curvas. Os motoristas começam a girar o volante (fase 1).

Veículo sem ESP

Logo após o primeiro giro brusco do volante, o veículo sem ESP ameaça ficar instável (fase 2). O brusco giro do volante, repentinamente gera forças laterais muito fortes nas rodas dianteiras mas, por outro lado, nas rodas traseiras, as forças laterais aumentam com atraso. O veículo gira à direita em torno do seu eixo vertical (guinada). O veículo sem regulagem não reage à manobra em sentido oposto (segundo giro do volante, fase 3), isto é, ele não está mais sob controle. A velocidade de guinada e o ângulo de flutuação aumentam intensamente e o veículo derrapa (fase 4).

Veículo com ESP

O veículo com ESP é estabilizado pela frenagem da roda dianteira esquerda assim que o risco de instabilidade (fase 2) fica iminente, no ESP isto é denominado de frenagem ativa, porque ocorre sem a participação do motorista. Essa intervenção reduz a guinada e o ângulo de flutuação. Após o giro em sentido contrário, inicialmente muda o momento, o sentido (direção) e velocidade da guinada (fase 3). Uma outra intervenção rápida de frenagem na roda dianteira direita na fase 4 garante a estabilização total. O veículo segue na pista determinada pelo ângulo do volante.

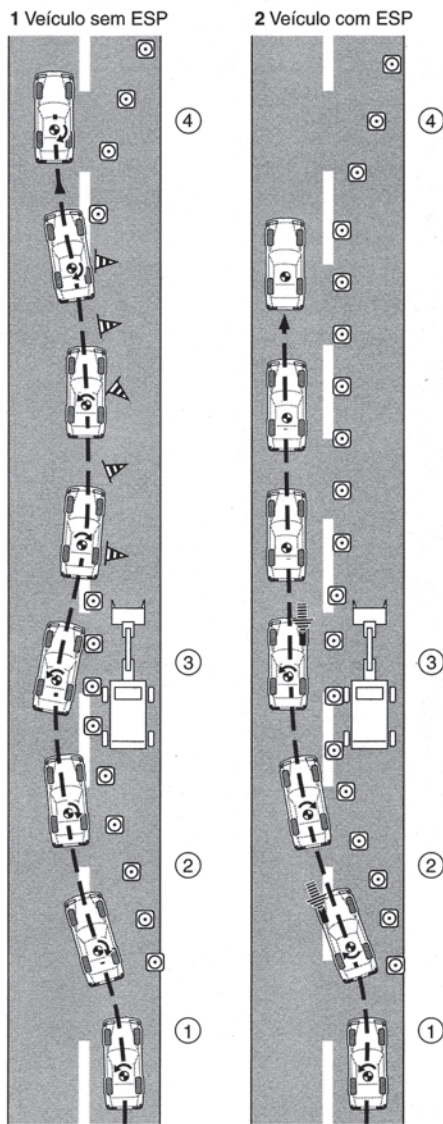
Mudança de pista com frenagem total

No caso do surgimento de um obstáculo na pista e a frenagem total não for mais suficiente para parar o veículo a tempo, é necessário também mudar de pista para evitar uma colisão. As figuras mostram os resultados desse tipo de manobra de desvio de dois veículos, um deles com o sistema antibloqueio ABS e o outro com o programa eletrônico de estabilidade ESP, sendo que ambos os veículos estão em percurso a uma velocidade inicial de 50 km/h e percorrendo uma pista lisa ($m_{HF} = 0,15$).

Mudança de pista com frenagem total $v_0 = 50$ km/h e $\mu_{UF} = 0,15$

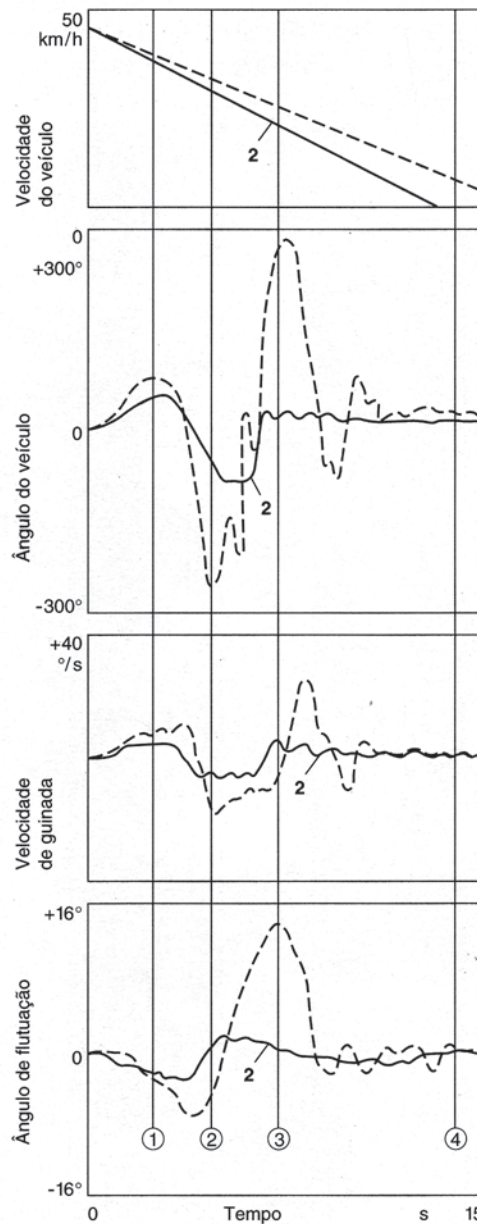
▬ aumento do deslizamento de frenagem

1 veículo sem ESP, veículo com ESP



Tempo de fatores dinâmicos na mudança de pista com frenagem total a $v_0 = 50$ km/h e $\mu_{UF} = 0,15$

- 1 Veículo sem ESP
- 2 Veículo com ESP



Veículo com ABS, mas sem ESP

Logo após a primeira manobra, o ângulo de flutuação e a velocidade de guinada aumentam tanto que o motorista precisa girar o volante em sentido contrário. Através desta intervenção se estabelece um ângulo de flutuação em sentido contrário (seu sinal muda) e aumenta muito rapidamente. O motorista é forçado a manobrar novamente em sentido contrário. Ele mal consegue estabilizar o veículo e fazê-lo parar na pista.

Veículo com ESP

O veículo regulado com ESP permanece estável, porque a velocidade de guinada e o ângulo de flutuação são reduzidos a índices facilmente domináveis. O motorista pode se concentrar totalmente à sua efetiva função de dirigir, uma vez que não é surpreendido por um comportamento de instabilidade. Graças ao ESP, o esforço de dirigir e as exigências impostas ao motorista são bem menores. Além disso, o veículo equipado com o ESP possui um percurso de frenagem bem menor que o veículo com ABS.

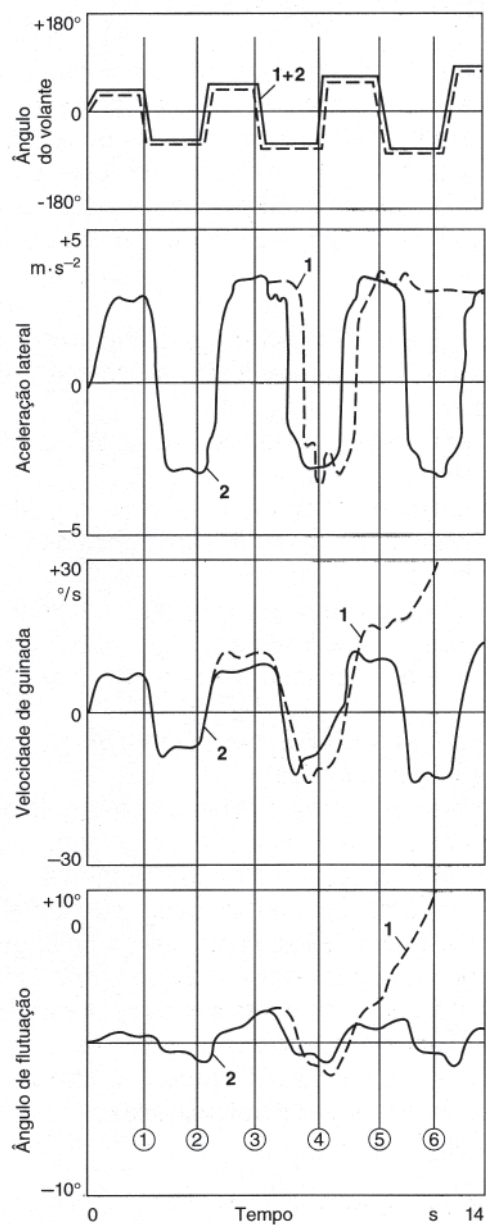
Giros múltiplos do volante com ângulo de giro do volante crescente

No percurso com várias sequências de curvas à direita e à esquerda, como por exemplo em estradas sinuosas, o veículo se encontra em “slalom”. Quando em cada manobra desse tipo o volante tem que ser girado ainda mais do que na anterior (o ângulo de giro do volante é cada vez maior), toda a dinâmica lateral do veículo e das manobras é comprometida.

Essa dinâmica lateral expressa plenamente o efeito do ESP. As figuras a seguir mostram o comportamento de direção de dois veículos (uma vez com ESP e uma vez sem ESP) nesse tipo de percurso com a pista coberta de neve ($m_{HF} = 0,45$), sem intervenção do motorista na frenagem e com velocidade constante de 72 km/h.

Tempo de fatores dinâmicos com giro múltiplo do volante e ângulo de giro do volante crescente

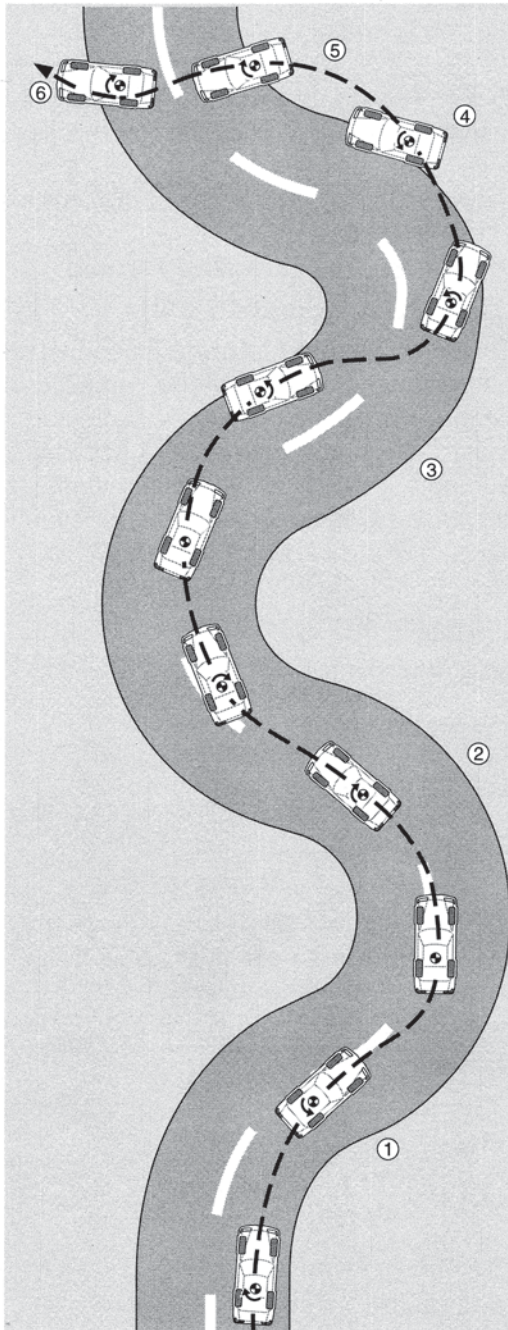
- 1 Veículo sem ESP
- 2 Veículo com ESP



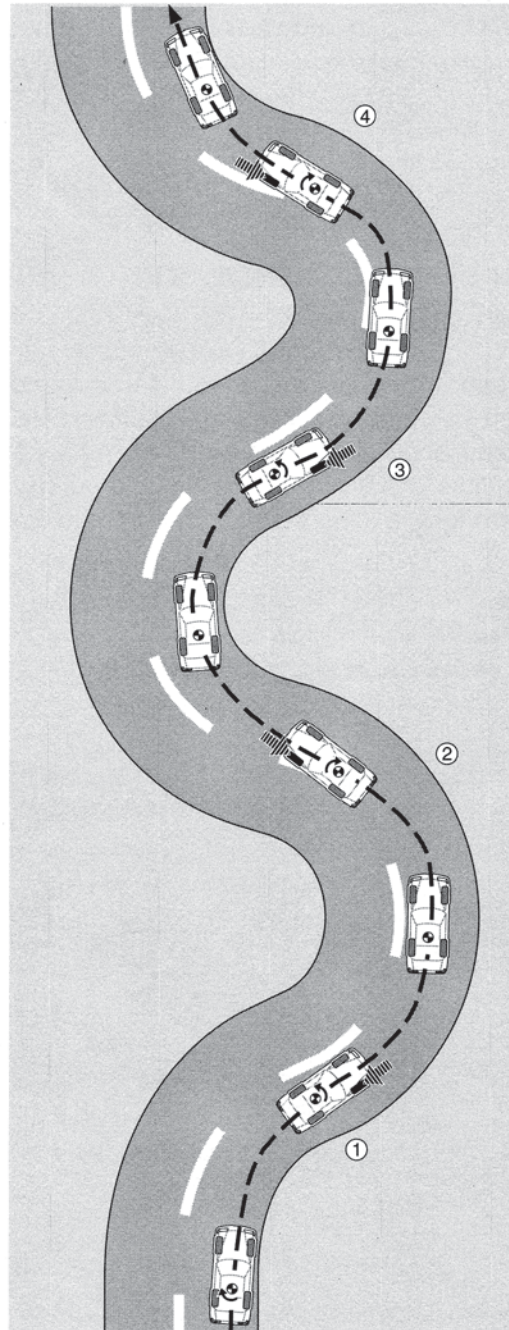
Tempo de fatores dinâmicos com giro múltiplo do volante com ângulo de giro do volante crescente

▮ Aumento da força de frenagem

1 veículo sem ESP



2 veículo com ESP



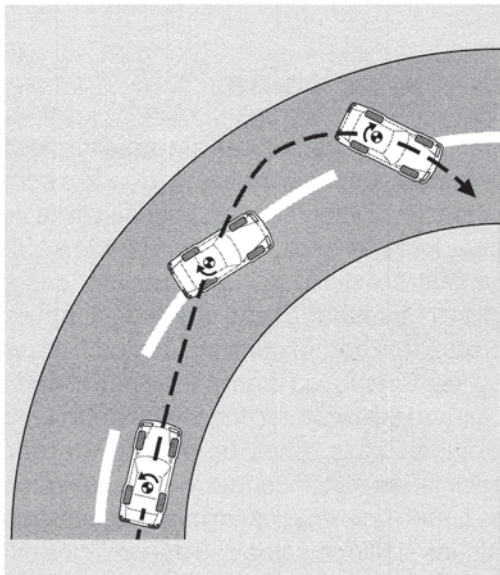
Da mesma forma, se o motorista freia muito forte na curva, forças radiais e tangenciais atuam sobre o veículo tornando-o instável. Isto vale igualmente para a aceleração muito antecipada na saída de uma curva que, fisicamente, tem o mesmo efeito. O comportamento de marcha na aceleração em curva é reproduzido em percursos de teste em pista circular (percurso em círculo quase estacionário).

O motorista tenta segurar o veículo até o limite em uma pista circular de 100 m de raio, com pavimento de boa aderência ($(m_{HF} = 1,0)$) e velocidade lentamente crescente.

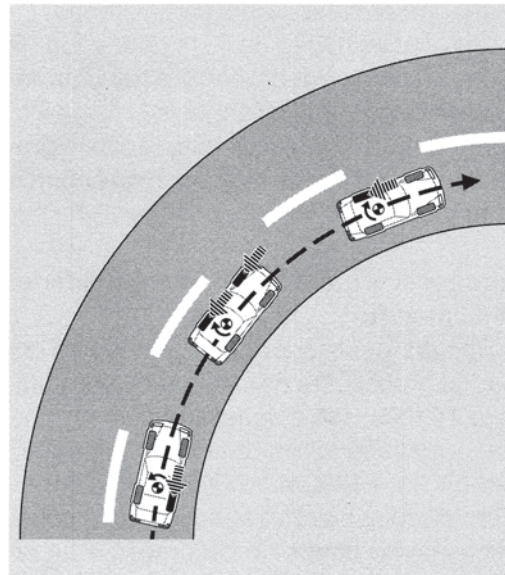
Aceleração no percurso em curva

▬ Aumento da força de frenagem

1 veículo sem ESP



2 veículo com ESP



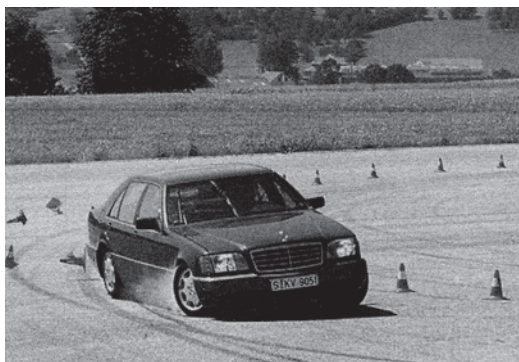
Veículo sem ESP

O veículo entra na faixa de limite físico a partir de aproximadamente 95 km/h e inicialmente ocorre o subesterço. O esforço de manobra necessário aumenta intensamente e, simultaneamente, o ângulo de flutuação se torna muito maior. O motorista mal consegue manter o veículo na pista circular. Quando o veículo atinge cerca de 98 km/h, o veículo sem ESP se torna instável, a traseira escapa e o motorista precisa girar o volante no sentido contrário e sair do círculo.

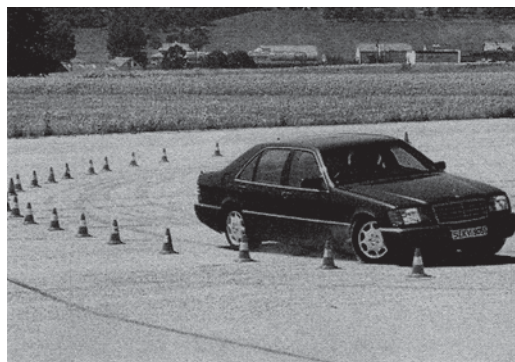
Veículo com ESP

O veículo com ESP se comporta da mesma maneira que o veículo sem ESP, até uma velocidade de aproximadamente 95 km/h. Entretanto, o desejo do motorista de continuar aumentando a velocidade é impedido pelo ESP porque o veículo já se encontra no limite da estabilização.

As intervenções ativas em motor e freio fazem com que a demanda do ângulo de giro do volante seja reduzida e o ângulo de flutuação não continue aumentando. Isto provoca pequenos desvios do percurso pré-fixado, corrigidos pelo motorista através dos respectivos movimentos do volante. Portanto, o motorista é incluído no controle de estabilidade. As oscilações do ângulo do volante e do ângulo de flutuação, assim como a velocidade final entre 95 e 98 km/h também dependem da reação do motorista, mas o ESP mantém essas oscilações sempre na faixa estável.



Sem o ESP, o veículo derrapa



O ESP mantém o veículo no traçado

PROCESSAMENTO DE DADOS

O sistema de regulação do ESP se baseia em componentes do ABS e do ASR. Ele contém sensores para determinação das grandezas de entrada dos reguladores, uma unidade de comando com reguladores de estrutura hierárquica e atuadores para intervenção nas forças de frenagem e tração. O programa eletrônico de estabilidade também permite uma troca de dados com outros sistemas eletrônicos e assim, uma integração com o sistema geral do veículo.

Sinais de entrada

Os sinais dos sensores são enviados à unidade de comando através de circuitos de proteção e quando necessário através de conversores e amplificadores de sinais:

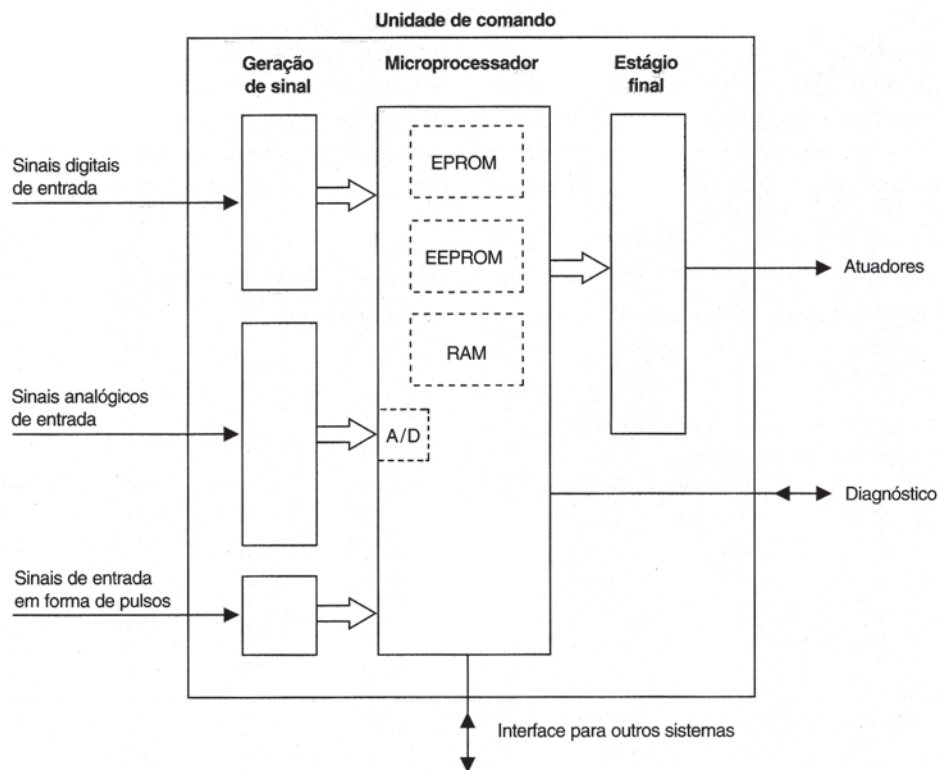
- Sinais analógicos de entrada tais como pressão no cilindro-mestre são convertidos em valores digitais por um conversor analógico/digital (A/D) no microprocessador da unidade de comando.
- Sinais digitais de entrada tais como o ângulo do volante de direção podem ser processados diretamente pelo microprocessador.
- Um circuito especial na unidade de comando processa sinal de um sensor indutivo de rotação da roda para suprimir impulsos de interferência e transformá-los em um sinal retangular.

Dependendo do nível de integração, o processamento do sinal já pode ocorrer parcial ou totalmente no sensor.

- **Processamento dos sinais na unidade de comando**

Os microprocessadores na unidade de comando para processar os sinais de entrada necessitam de um programa que é armazenado em uma memória (ROM, EPROM ou Flash EPROM). Além disso são armazenados dados específicos como os dados de calibração e de fabricação em uma memória não volátil de escrita e leitura (EEPROM). Devido ao grande número de variantes de motor e acessórios dos veículos, que requerem dados diversificados, as unidades de comando são equipadas com uma codificação de variantes.

A EPROM armazena diversos conjuntos de dados específicos do veículo, dos quais a codificação de variante seleciona o conjunto de dados correto. A unidade de comando do ESP recebe a informação sobre o conjunto de dados a ser acessado pelo programa de uma outra unidade de comando através da linha CAN ou da EEPROM. Uma memória de escrita/leitura volátil (RAM) é necessária para o armazenamento de dados variáveis como valores de cálculos e eventuais erros do sistema global (autodiagnóstico). Para funcionar, a RAM precisa de uma alimentação de energia constante, sendo assim, ao desconectar a unidade de comando ou a bateria do veículo, essa memória perde todos os seus dados. Neste caso, os valores captados sobre condições do motor e operacionais precisariam ser determinados novamente pela unidade de comando após a reconexão da bateria. Para evitar isto, os valores necessários de adaptação são armazenados na EEPROM em vez da RAM.



Sinais de saída

Os microprocessadores ativam estágios finais com os sinais de saída que fornecem potência suficiente para a ligação direta dos atuadores. Esses estágios finais são protegidos contra curtos-circuitos à massa ou da tensão da bateria, como também contra destruição em função de sobrecarga elétrica. Essas falhas, bem como conexões desligadas, são reconhecidas pelos estágios finais e informados ao microprocessador. Alguns sinais de saída são transmitidos para outros sistemas através de interfaces.

CIRCUITO DE REGULAGEM GERAL E FATORES DE REGULAGEM

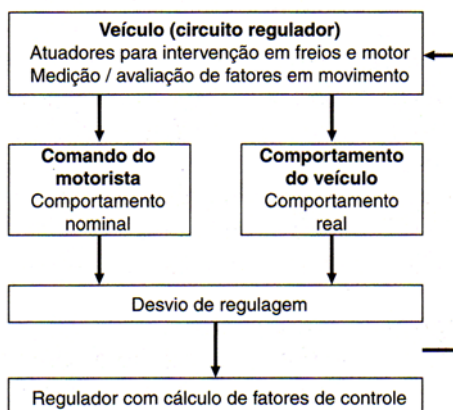
Princípio do programa eletrônico de estabilidade

A regulagem das faixas limites do ESP deve manter os três fatores de liberdade do veículo a nível de:

- velocidade de avanço
- velocidade transversal
- velocidade de giro (guinada) em torno do eixo vertical dentro dos limites domináveis, com uma maneira de dirigir adequada se otimiza o desejo do motorista e o comportamento dinâmico do veículo adequado à pista de rolagem com o objetivo de obter máxima segurança

Neste caso, é necessário determinar inicialmente como o veículo deve se comportar (comportamento teórico) na faixa limite de acordo com o desejo do motorista e qual o seu comportamento efetivo (comportamento real). Para diminuir a diferença entre comportamento teórico e real (divergência de regulagem), é necessário que as forças dos pneus sejam diretamente influenciadas por elementos de ajuste (atuadores).

Diagrama em bloco do princípio do Programa Eletrônico de Estabilidade

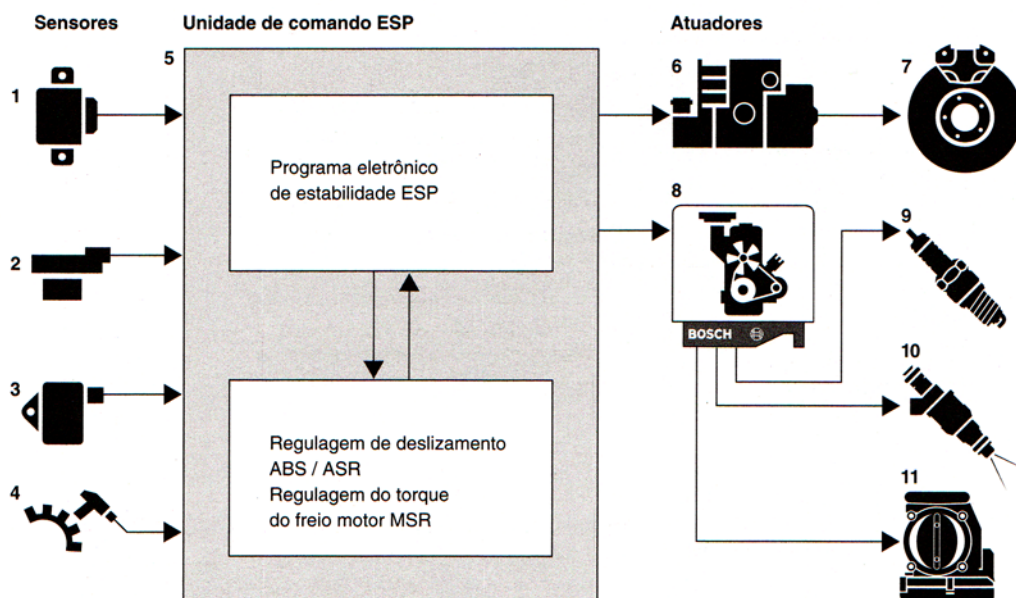


Estrutura do sistema e de regulagem

O ESP excede amplamente as possibilidades do ABS e a combinação ABS e ASR. Ele se baseia em componentes aperfeiçoados dos sistemas ABS e ABS/ASR, possibilitando uma frenagem ativa de todas as rodas com alta dinâmica. O comportamento do veículo é incluído no circuito de regulagem e as forças de frenagem, acionamento (tração) e laterais nas rodas são reguladas de acordo com a situação dominante, de modo que o comportamento real se assemelhe ao comportamento teórico.

Um gerenciamento de motor com interface CAN é capaz de atuar sobre o torque do motor e, conseqüentemente, sobre os índices de deslizamento da tração nas rodas. Os componentes aperfeiçoados do programa eletrônico de estabilidade podem regular as forças da dinâmica longitudinal e lateral que atuam sobre cada uma das rodas, seletivamente e com muita precisão.

A figura a seguir mostra um diagrama esquemático do programa eletrônico de estabilidade com os sensores para determinação dos fatores de entrada dos reguladores, a unidade de comando ESP com o regulador estruturado em diversos níveis (hierarquia de regulagem), consistindo de regulador do ESP sobreposto e reguladores de deslizamento subordinados e os elementos de ajuste (atuadores) para intervenção nas forças de frenagem, tração e laterais.



1. Sensor de ângulo de guinada com sensor de aceleração lateral
2. Sensor de ângulo do volante de direção
3. Sensor de pré-carga
4. Sensores de rotação
5. Unidade de comando do ESP
6. Unidade hidráulica

7. Freios das rodas
8. Unidade de comando de gerenciamento do motor
9. Ângulo de ignição
10. Injeção de combustível
11. Borboleta de aceleração (EGAS)

Sobreposição e subordinação de reguladores

O regulador do ESP tem a maior prioridade (nível 1) dentro da hierarquia dos reguladores. Ele define valores nominais para os reguladores de deslizamento de frenagem e de deslizamento de tração subordinados em forma de deslizamento nominal dos pneus. No “observador” do regulador do ESP é determinado o ângulo de flutuação (desvio do traçado da pista em relação ao eixo longitudinal do veículo).

Para determinar o comportamento nominal são avaliados os sinais dos seguintes componentes que captam os comandos do motorista:

- sistema de gerenciamento de motor (acionamento do pedal do acelerador)
- sensor de pressão prévia (acionamento do freio)
- sensor do ângulo do volante (giro do volante)

O comando do motorista é definido como valor nominal. Além disso, entram no cálculo do comportamento nominal, os coeficientes de fricção estática e a velocidade do veículo, estimadas no “observador” a partir dos sinais dos sensores de rotação da roda, pressões de frenagem e velocidade de guinada

• Regulador de nível 1 do ESP

A função do regulador do ESP consiste em:

- determinar o comportamento real do veículo a partir do sinal de velocidade de guinada e do ângulo de flutuação estimado no “observador”.
- aproximar ao máximo o comportamento do veículo nos limites dinâmicos ao comportamento em faixa normal de direção.

Não é possível atuar diretamente sobre a velocidade transversal e com isso sobre o ângulo de flutuação em função da força lateral, uma vez que esta última não pode ser incrementada diretamente. Em contra-partida, o movimento transversal é provocado pela geração de um momento de guinada que provoca um giro do veículo e, conseqüentemente, uma alteração do ângulo de flutuação e de deslizamento no sentido de uma otimização. Para tanto, o regulador pode influenciar no deslizamento dos pneus e indiretamente, também nas forças longitudinais e laterais de cada uma das rodas para gerar o momento de guinada desejado. Isto ocorre por alterações do deslizamento nominal programado que precisam ser ajustadas pelos reguladores subordinados de deslizamento de frenagem e de tração.

As intervenções são feitas de modo que o comportamento de direção previsto pelo fabricante do veículo seja assegurado garantindo seu total domínio. Para produzir esse valor nominal do momento de guinada, os valores nominais das variações de deslizamento nas rodas

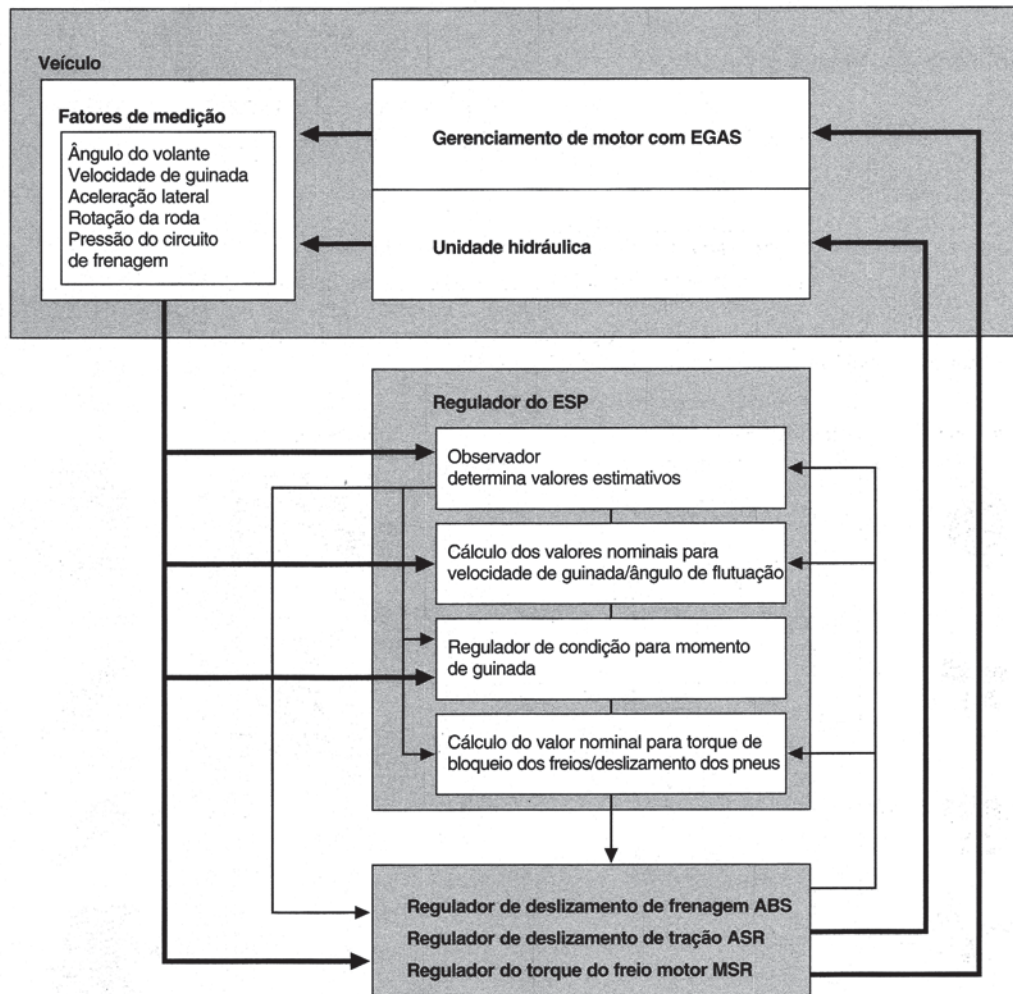
específicas são determinada no regulador do ESP. Os reguladores subordinados de deslizamento de frenagem e de tração ativam os atuadores do sistema hidráulico dos freios e do gerenciamento do motor com os valores calculados.

• Estrutura

A figura mostra a estrutura do circuito do ESP com grandezas de entrada e de saída e do fluxo de sinais em um diagrama de blocos simplificado. A partir da velocidade de guinada (fator de medição), do ângulo do volante (fator de medição), da aceleração lateral (fator de medição), da velocidade longitudinal do veículo (fator estimativo) e das forças longitudinais dos pneus e do seu índice de deslizamento (fatores estimativos), o observador determina as seguintes grandezas:

- forças laterais na roda
- ângulo de deslizamento
- ângulo de flutuação
- velocidade lateral do veículo

Diagrama em bloco simplificado do regulador do ESP com grandezas de entrada e de saída



Os valores nominais para o ângulo de flutuação e a velocidade de guinada são determinados a partir de grandezas impostas pelo motorista ou sobre as quais ele pode exercer influência:

- ângulo do volante
- velocidade estimada do veículo
- coeficiente de fricção estática determinado a partir do fator longitudinal estimado e do fator de medição da aceleração lateral
- posição do pedal do acelerador (torque do motor) ou pressão do circuito de frenagem (força do pedal do freio)

Também são consideradas as características especiais da dinâmica do veículo, bem como situações específicas como pista inclinada ou “m-split” (por exemplo, a faixa esquerda da pista com boa aderência e a faixa direita lisa).

- **Modo de funcionamento**

O regulador do ESP regula os dois fatores de estado, velocidade de guinada e ângulo de flutuação e calcula o momento da guinada necessário para compensar os fatores de estado reais. Com o ângulo de flutuação aumentando, aumenta também o seu valor no regulador.

O programa de regulagem se baseia na máxima aceleração lateral possível e outros fatores importantes da dinâmica de direção, determinados para o veículo no teste com um “percurso estacionário em círculo”. A relação constatada entre o ângulo de direção, bem como velocidade do veículo e velocidade de guinada forma a base para o movimento teórico do veículo, tanto em percurso uniforme quanto na frenagem ou aceleração. Essa base está armazenada no programa como modelo de pista única. Se a aderência dos pneus for inferior à necessária, em função da aceleração lateral (o veículo poderia ficar instável), significa que o valor teórico do coeficiente de aderência foi definido como excessivamente favorável. A regulagem do ângulo de flutuação precisa intervir e reduzir a aceleração lateral para um valor que ainda corresponda a um traçado fisicamente ainda “viável”.

Quando o veículo estiver em rolagem livre numa curva à direita sofrerá um sobresterçamento e a velocidade teórica da guinada é ultrapassada (o veículo gira em torno do seu próprio eixo vertical), então o ESP produz um deslizamento teórico na roda dianteira esquerda (a roda dianteira esquerda é freiada), isto provocará uma mudança do momento de guinada com giro para a esquerda sobre o veículo.

- **Funções de regulação ESP com funcionamento ABS e ASR**

Para aproveitar plenamente a aderência máxima entre pneus e pista em qualquer situação de direção, para as funções básicas do ABS e ASR são empregadas sistematicamente todas as grandezas de medição e de estimativa disponíveis. Na operação do ABS (tendência de bloqueio das rodas), o regulador do ESP transmite os seguintes valores ao regulador de deslizamento de frenagem subordinado:

- velocidade transversal do veículo
- velocidade de guinada
- ângulo do volante
- as velocidades das rodas para ajuste do deslizamento nominal do ABS

Na operação do ASR (tendência de derragem das rodas na arrancada ou na aceleração), o regulador do ESP transmite os seguintes valores para o regulador de deslizamento de tração subordinado:

- índice médio absoluto de deslizamento de tração
- faixa de tolerância de deslizamento
- torque de bloqueio do freio para ajuste do momento de guinada necessário

Regulador subordinado de deslizamento de frenagem (ABS)

O regulador de deslizamento de frenagem subordinado é ativado assim que o deslizamento nominal é ultrapassado na frenagem e o ABS precisa entrar em ação. A regulação do deslizamento da roda na operação do ABS e na ativação dos freios precisa ocorrer com a maior precisão possível para diversas intervenções dinâmicas de marcha. Para atingir um determinado valor nominal é necessário que o deslizamento conhecido seja o mais exato possível. Mas a velocidade longitudinal do veículo não é medida diretamente, mas determinada através da velocidade das rodas.

- **Estrutura e modo de funcionamento**

O regulador de deslizamento de frenagem “subfreia” temporariamente uma roda para medir a velocidade do veículo indiretamente. A regulação de deslizamento é interrompida e o torque atual de frenagem da roda reduzido e mantido constante por algum tempo. Pressupondo que a roda se estabiliza no final desse período, é possível calcular a velocidade da roda que gira livremente (sem deslizamento). Com o cálculo da velocidade do ponto crítico, é possível determinar as velocidades das quatro rodas que giram livremente e o deslizamento efetivo para as outras três rodas restantes.

Regulador subordinado de torque do freio motor (MSR)

A inércia das peças móveis em um motor sempre gera uma força de frenagem sobre as rodas da tração na redução de marcha ou desaceleração brusca. Quando essa força e o momento de incidência aumentam muito, não podendo mais ser transmitido dos pneus para a pista, a regulagem do torque do freio motor entra em ação (acelerado ligeiramente).

- **Estrutura e modo de funcionamento**

Quando as rodas tendem a bloquear, por exemplo, em função de alteração no pavimento da pista e por isso o torque de frenagem do motor ficou muito elevado, é possível agir contra essa tendência mediante “ligeira” aceleração, isto é, a unidade de comando aumenta o torque de tração por acionamento dos atuadores do gerenciamento do motor com função EGAS. A roda da tração é regulada dentro dos limites admissíveis com essa intervenção no motor.

Regulador subordinado antideslizamento (ASR)

O regulador antideslizamento é ativado assim que as rodas da tração ultrapassam o deslizamento nominal, na saída ou na aceleração, e a função ASR precisa entrar em ação. O ASR tem a função de limitar o torque nominal do motor ao torque de acionamento transmissível para a pista, para impedir que as rodas da tração deslizem.

Intervenções nas rodas tracionadas podem ser induzidas por frenagem, pela modificação da posição da borboleta de aceleração, por redução do torque do motor através da diminuição da injeção ou por modificação do ângulo de ignição através do gerenciamento do motor.

Intervenções ativas no freio nas rodas não tracionadas são induzidas diretamente pelo regulador de deslizamento de frenagem. Diferente do ABS, o ASR recebe como grandeza de referência do regulador do ESP, a informação do valor nominal para a média do deslizamento absoluto das duas rodas da tração, bem como um torque nominal de bloqueio para ação direta sobre o momento de guinada.

Os valores nominais para a diferença de rotação do eixo cardan e rotação das rodas são formados a partir do valor nominal de deslizamento com as velocidades das rodas que giram livremente. Os fatores de regulagem para diferença de rotação do eixo cardan e rotação das rodas são determinados a partir das velocidades das rodas da tração.

- **Modo de funcionamento**

O módulo ASR calcula o torque nominal de frenagem para as duas rodas da tração, o torque nominal do motor, o valor nominal para a redução do torque do motor através do gerenciamento do motor por modificação do ângulo de ignição, bem como da possibilidade adicional do número de cilindros nos quais não será injetado combustível durante um período calculado (corte da injeção).

Sobre o eixo cardan atua a força inercial de todo o trem de força (motor, transmissão, eixo cardan e rodas da tração). Por isso, a rotação do eixo cardan é descrita por uma constante de tempo relativamente grande (baixa dinâmica). Em contrapartida, a constante de tempo da rotação diferencial das rodas é relativamente pequena porque a sua dinâmica é determinada quase exclusivamente pela força inercial das duas rodas. Além disso, a rotação diferencial das rodas, ao contrário da rotação do eixo cardan, não sofre influência do motor.

Torque nominal do eixo cardan e torque diferencial nominal são a base para a atribuição das forças de controle dos atuadores. O torque diferencial nominal se ajusta em função do torque diferencial de frenagem entre roda esquerda e direita da tração através de um respectivo comando de válvulas na unidade hidráulica. O torque nominal do eixo cardan é atingido tanto através das intervenções no motor como por uma intervenção simétrica nos freios. A intervenção na borboleta de aceleração só tem efeito com um atraso relativamente grande (tempo morto e comportamento de transição do motor). Como intervenção rápida no motor atua-se no avanço do ângulo de ignição e, como outra possibilidade, um corte adicional de injeção. A intervenção simétrica nos freios serve apenas de apoio rápido à redução do torque do motor.

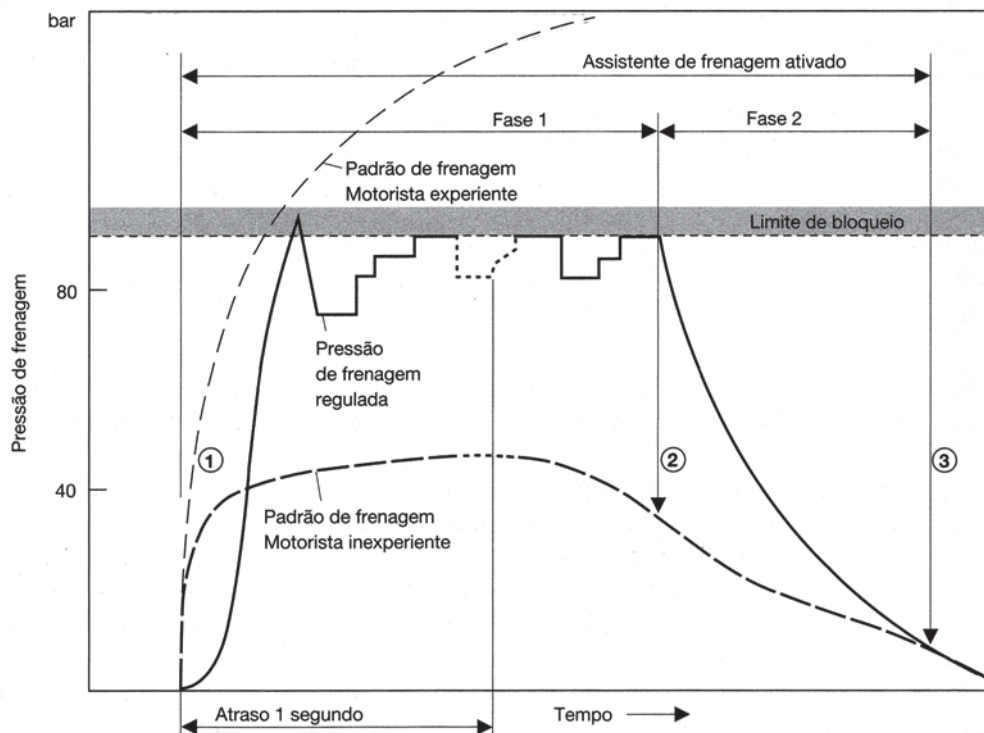
Funções complementares

Assistente de frenagem (BAS)

- **Requisitos**

O assistente de frenagem é um sistema que oferece apoio ao motorista em caso de “frenagem de pânico” (reações de pânico com frenagem total). Este sistema pode aumentar a pressão de frenagem além daquela imposta pelo motorista. O assistente de frenagem é acionado à medida que o comando de frenagem do motorista (pressão do pé sobre o pedal do freio) é captado e os valores medidos são enviados à unidade de comando. Isto deve permitir, mesmo ao motorista inexperiente, a frenagem do seu veículo em situações críticas com o menor percurso de frenagem possível.

Assistente hidráulico de frenagem



Comportamento de frenagem em situações de pânico

1. Assistente de frenagem é ativado
2. Alívio do pedal do freio
3. Assistente de frenagem é desligado

• Funções

O assistente de frenagem tem as seguintes funções:

- Reconhecer uma situação de frenagem em pânico, para depois aumentar a pressão de frenagem nas rodas além daquela determinada pelo motorista, de modo que todas as rodas atinjam o limite de bloqueio e ocorra a regulação pelo ABS.
- Reconhecer o final da frenagem em pânico para reduzir a pressão de frenagem ao nível determinado pelo motorista.

• Estrutura e funcionamento do “assistente hidráulico de frenagem”

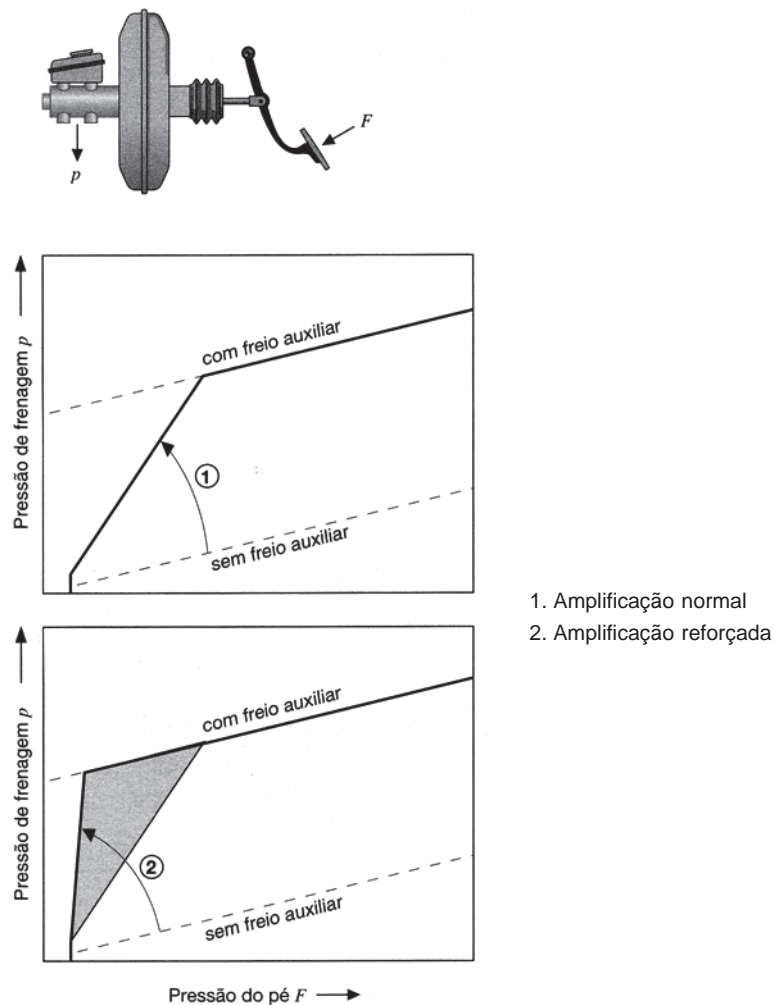
Quando o motorista pressiona o pedal do freio, o comando de frenagem e eventualmente também uma frenagem em pânico são reconhecidos pela unidade de comando à medida que capta um sinal de pressão que descreve a curva de pressão no cilindro-mestre do freio. O sensor de pressão é diretamente ligado à unidade hidráulica. Quando a pressão medida é superior a uma margem predeterminada e a mudança de pressão superior a um valor preestabelecido (1), o assistente de frenagem é ativado (fase 1). Estando o assistente de frenagem ativo, se estabelece uma pressão até o limite de bloqueio nas quatro rodas. Para isto, a unidade hidráulica ESP aumenta a pressão de frenagem individualmente para cada roda e além do nível determinado pelo motorista.

O aumento ativo e a regulagem da pressão de frenagem se dão da mesma maneira como nas intervenções do Programa eletrônico de estabilidade ESP no freio. Quando a pressão de frenagem ultrapassa o limite de bloqueio, o regulador ABS subordinado assume a função de regular o deslizamento da roda e aproveitar a força da frenagem de maneira ideal.

Quando o valor medido é inferior a um determinado valor (2), no caso de alívio do pedal do freio, o sistema reconhece o comando do motorista e pode reduzir a força da frenagem (fase 2). Nesse momento, a estratégia de regulagem muda e o objetivo agora é obedecer ao sinal da pressão medida e possibilitar ao motorista uma transição confortável para a frenagem padrão. O assistente de frenagem é desativado assim que a pressão da frenagem atinge o valor predeterminado ou o sinal de pressão fique abaixo de um valor pré-estabelecido (3). O motorista pode agora continuar freando sem assistência adicional.

• Estrutura e funcionamento de “Emergency Valve Assist”

Um dispositivo mecânico no servo-freio capta o comando do motorista. No acionamento normal do freio entra em ação o servo-freio convencional.



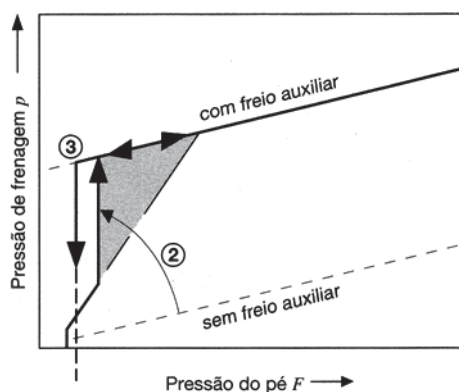
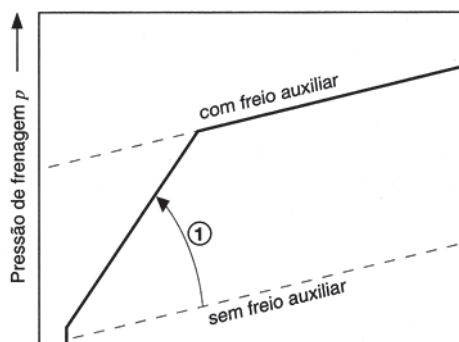
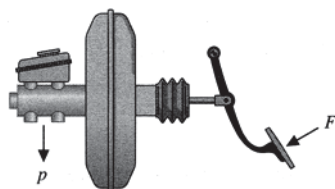
Quando o motorista aciona o pedal do freio rapidamente, esse dispositivo mecânico comuta a força de frenagem normal (1) entre a força do pé do motorista, a pressão de frenagem e servo-freio para uma amplificação maior da força de frenagem (2).

Assim que o assistente de frenagem se torna ativo, a pressão de frenagem é determinada apenas por essa nova curva característica de amplificação. Neste sistema, a força de frenagem sempre acompanha a força do pedal. O assistente de frenagem é desativado quando o motorista reduz a força de frenagem abaixo de um valor pré-estabelecido.

• Estrutura e funcionamento do “Smart Booster”

No Smart Booster, o reconhecimento do comando do motorista ocorre através do curso do pedal e um disparador instalado no servo-freio.

No acionamento normal do freio, entra em ação a amplificação normal da força de frenagem. Se a variação do curso do pedal for superior a um valor predeterminado, o assistente de frenagem é ativado.



1. Amplificação normal
2. Margem de força para disparador de amplificação reforçada
3. Assistente de frenagem desliga

Quando o assistente de frenagem está ati-ado, uma válvula solenóide instalada no servo-freio se abre. Isto aumenta rapidamente a força de frenagem (2), que corresponde à amplificação máxima do servo-freio.

Se a pressão de frenagem for tão alta que as rodas atingem o limite de bloqueio, o sistema de regulagem do ABS assume a função de regular o deslizamento da roda e aproveitar a força de frenagem de modo ideal.

A desativação do assistente de frenagem ocorre através do disparador. Assim que o motorista reduz a força de acionamento do pedal abaixo de uma margem definida (3), o assistente de frenagem é desativado. O motorista pode então continuar freiando sem assistência adicional.

Desenvolvimentos posteriores

O assistente de frenagem é um sistema que pode acumular uma força de frenagem adicional de apoio ao motorista. Mas para a frenagem do veículo, o motorista ainda precisa acionar o pedal do freio. Futuramente existirão sistemas que poderão freiar o veículo automaticamente, sem a intervenção do motorista.

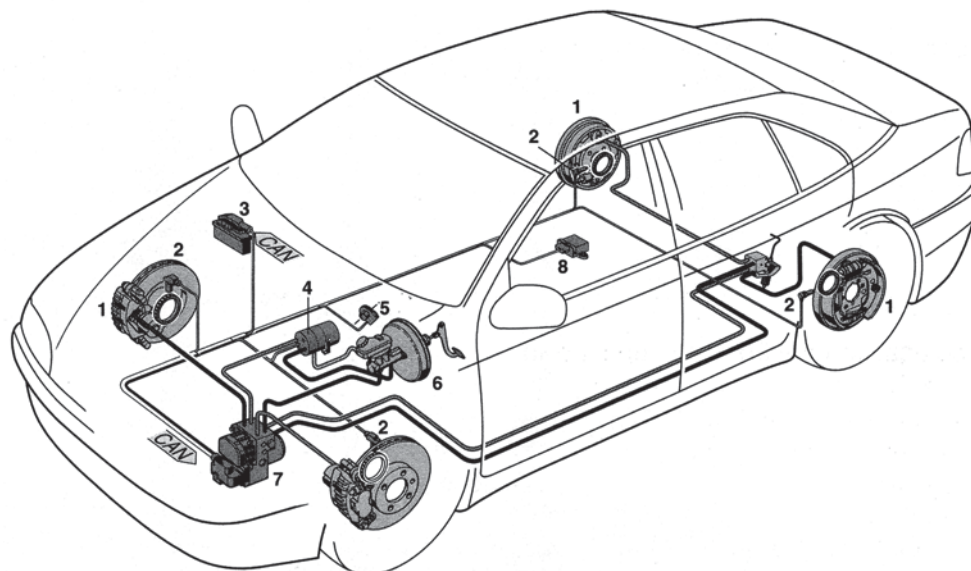
COMPONENTES DO ESP

O Programa eletrônico de estabilidade abrange os seguintes componentes:

- sensores
- unidade de comando
- unidade hidráulica
- bomba de pré-carga e sensor de pré-carga

Em estágios mais evoluídos, este último componente citado raramente é empregado, numa primeira versão foi empregada uma unidade de pistão de carga.

Sistema completo de regulagem da ESP



Local de instalação dos componentes

1. Freios das rodas
2. Sensores de rotação
3. Unidade de comando
4. Bomba de pré-carga
5. Sensor do ângulo do volante
6. Servo-freio com cilindro-mestre
7. Unidade hidráulica com sensor de pré-carga
8. Sensor de ângulo de guinada com sensor de aceleração lateral

Sensores

Em geral os sensores convertem uma grandeza física em uma grandeza elétrica. Para uma perfeita sinergia de sensores, unidade de comando e atuadores, as seguintes condições são primordiais:

- controle permanente e mútuo (redundante)
- insensibilidade à fatores ambientais
- influências decorrentes da operação
- segurança funcional durante um longo período de tempo

No programa eletrônico de estabilidade (ESP), a segurança dos ocupantes do veículo e dos transeuntes depende prioritariamente da confiabilidade nos sensores. Os dados de exaustivos testes e simulações foram avaliados para a conclusão sobre os requisitos dos sensores do ESP.

As grandezas a serem transmitidas precisam ser captadas e enviadas à unidade de comando com alta precisão durante toda a vida útil de um sensor. Uma rápida interpretação e uma reação precisa devem ser possíveis em qualquer situação operacional.

Tipos de sensores

- **Sensor do ângulo do volante LWS**

O reconhecimento do ângulo do volante permite calcular previamente o curso teórico do veículo. Sensores de medição de ângulos pertencem ao grupo dos sensores de posição e dependendo da função, medem por contatos deslizantes (potenciômetros) ou sem contato com CI-Hall. Para a regulação da estabilidade de marcha existem alternativamente diversos tipos de sensores que captam o ângulo do volante para determinação dos valores nominais.

Com o sinal desses sensores é possível calibrar os demais sensores. Um sensor de ângulo do volante possui uma faixa operacional de $\pm 720^\circ$. A faixa de tolerância precisa ser inferior a uma variação de $\pm 5^\circ$ durante toda a sua vida útil.

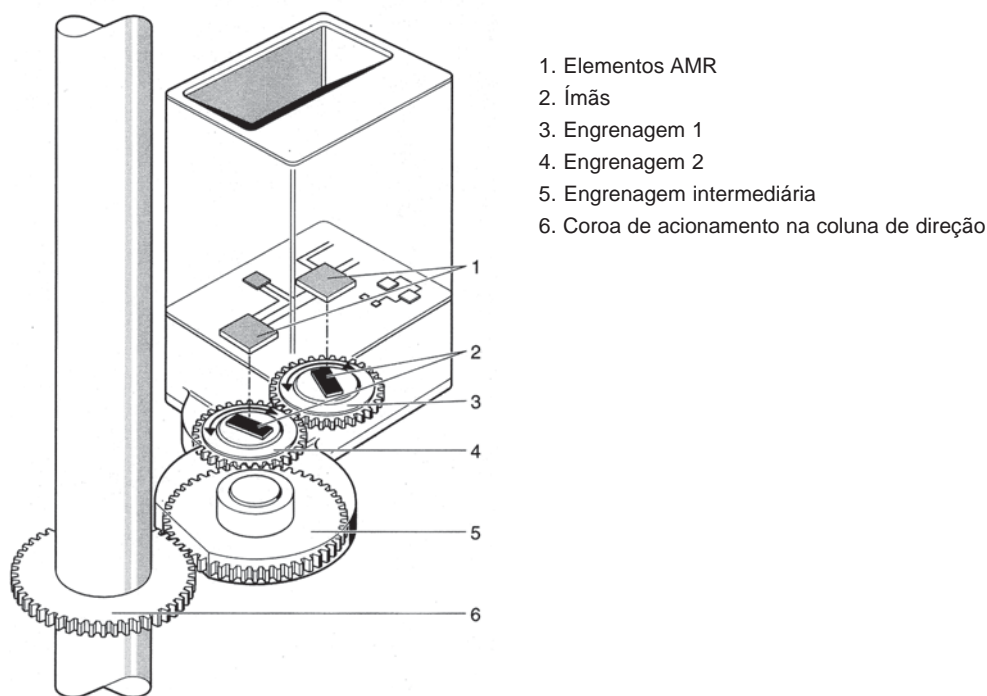
- LWS1

O sensor de ângulo do volante LWS1 trabalha com quatorze CIs-Hall. Eles medem o ângulo absoluto do volante progressivamente, inclusive o número de giros através de um código. O princípio de medição do sensor Hall se baseia na alteração de campo de um ímã permanente. Através de um disco rotativo de imantação temporária com entalhes que correspondem a um determinado código digital, os ângulos medidos podem ser enviados como sinais digitais diretamente para a unidade de comando.

- LWS 3

Este sensor de ângulo do volante usa diversas propriedades físicas de um cristal que apresenta diversas “camadas finas” magnéticas (elementos AMR; anisotropo magneto resistivo). Dois desses elementos AMR captam os movimentos de rotação de duas engrenagens, em cada uma das quais é fixado um ímã. As engrenagens são acionadas por uma coroa dentada fixada na coluna de direção e acompanha todos os seus movimentos, através de uma engrenagem intermediária.

Representação do princípio estrutural de um LWS 3 com elementos AMR



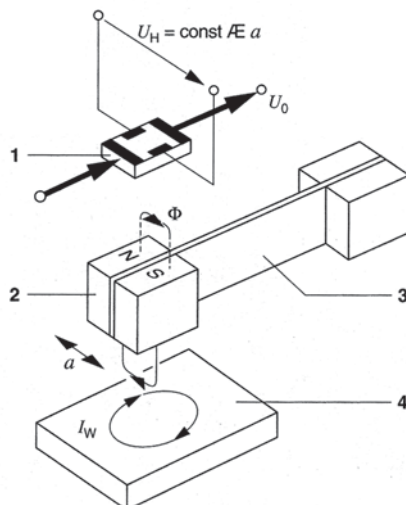
As engrenagens “abaixo” dos elementos AMR possuem diferentes números de dentes. Essa diferença de número de dentes também é um parâmetro para o ângulo de rotação do volante.

Este modelo permite a leitura do ângulo absoluto do volante e portanto, o número de giros do volante imediatamente após o sensor ter sido energizado. Isto dispensa a captação da condição de repouso do sensor. Como ambos os elementos AMR fornecem um parâmetro para o ângulo do volante, o sensor é redundante, isto é, automonitorado. A segurança de funcionamento do LWS 3 é comparável à do LWS 1.

• Sensor de aceleração lateral

Para medições de aceleração lateral é aproveitado o efeito físico de uma força que age sobre corpos acelerados. Uma vez que esses corpos não são fixados de modo rígido e sim “elástico”, eles são deslocados pela força atuante. A deflexão torna-se então um parâmetro para a aceleração. Para a medição da aceleração lateral é utilizado um sensor de aceleração Hall.

Sensor de aceleração lateral segundo o princípio Hall



1. Sensor Hall
 2. Ímã permanente (massa sísmica)
 3. Mola
 4. Placa amortecedora (Cu)
- U_H - Tensão Hall
 U_o - Tensão de alimentação
 Φ - Fluxo magnético
 α - Aceleração lateral captada

Seu sistema de mola-massa-ímã pode ser bem atenuado eletrodinamicamente que permite suprimir oscilações indesejáveis.

- **Sensor de velocidade de guinada (sensor de ângulo de guinada)**

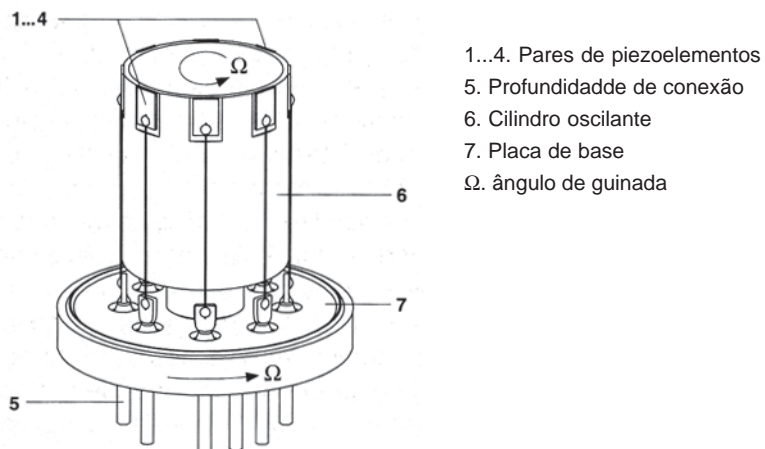
Um sensor de velocidade de guinada capta os movimentos de rotação do veículo em torno do seu eixo vertical, como por exemplo em percursos em curva ou quando o veículo “escapa” ou derrapa. Dispositivos para medição da velocidade de guinada (velocidade de giro) são chamados de girômetro. Aqui não é possível empregar sensores convencionais de captação direta.

O princípio da captação do ângulo de guinada parte do princípio que em um sistema em movimento ocorrem forças adicionais. Quando neste sistema se encontram elementos de massa oscilantes, esse movimento de oscilação sofre influência quando o sistema começa a girar. Se o movimento de oscilação for regulado de volta à sua condição original, o fator de controle necessário para essa regulação serve de parâmetro para o ângulo de guinada, uma vez que com o aumento da velocidade de rotação também é necessário aumentar o fator de “reset”.

- DRS50/DRS100

Uma das versões do ESP usa um pequeno cilindro oco com piezoelemento (girômetro cilíndrico). A borda desse cilindro é deslocada em oscilações de amplitude regulada semelhante à oscilação audível de uma taça de vinho quando se percorre a borda com um dedo molhado. Um circuito auxiliar regula os movimentos de oscilação para a sua forma original quando, por um movimento de rotação, as oscilações forem dessintonizadas.

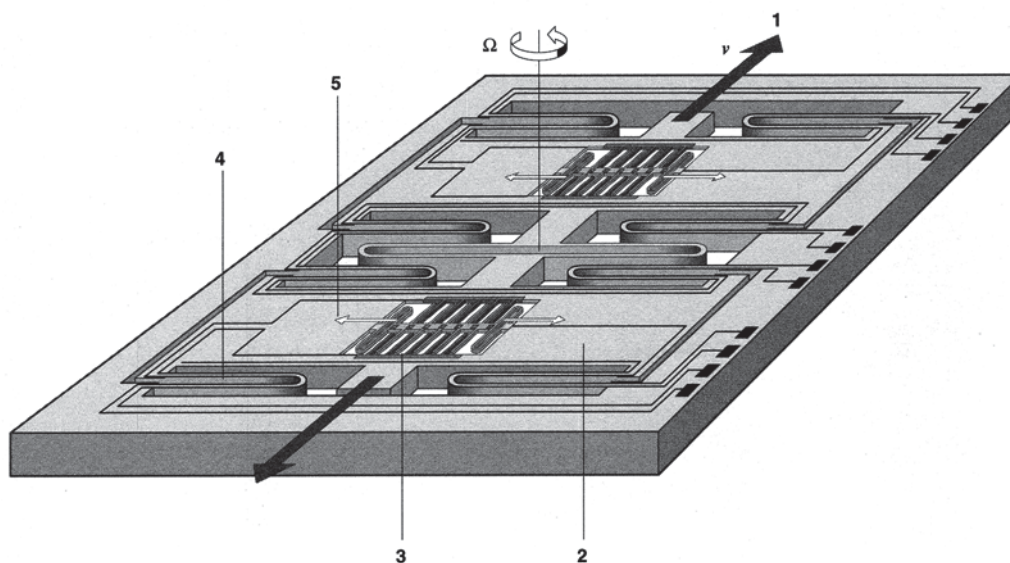
Sensor piezelétrico de ângulo de guinada



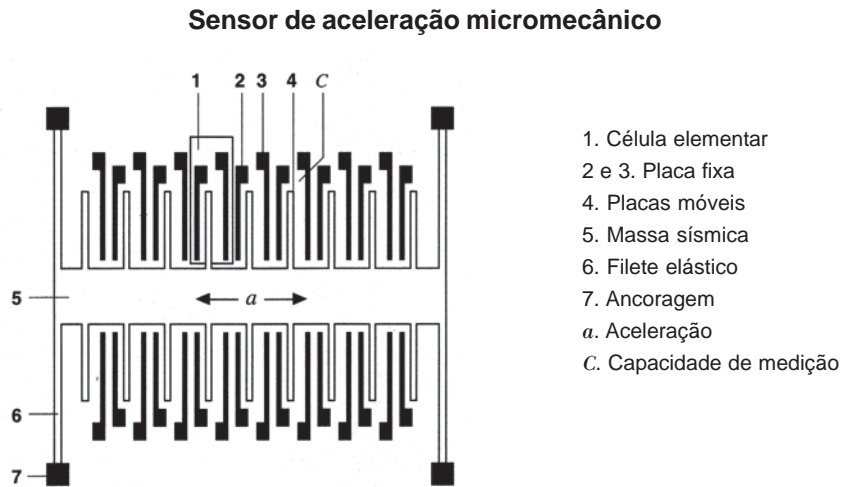
- DRS-MM 1.0

Em uma outra versão é aplicado um sensor micromecânico, no qual estão reunidos o sensor de velocidade de guinada (sensor de ângulo de guinada) e o sensor de aceleração lateral.

Sensor micromecânico de ângulo de guinada



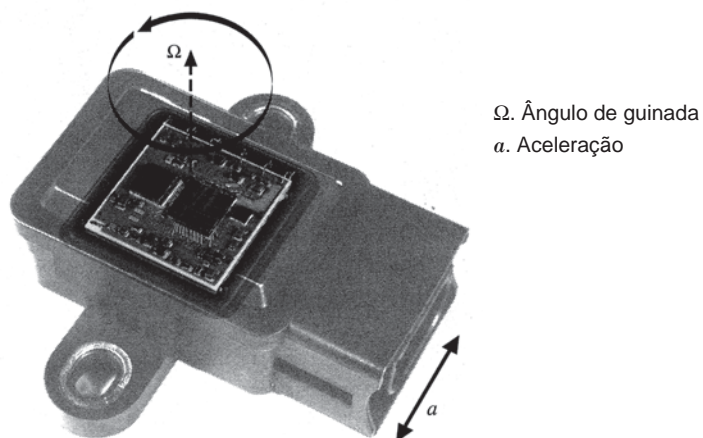
Essa unidade sensora é três vezes menor e mais potente que o sensor de ângulo de guinada DRS50/100. Nesse sensor micromecânico de ângulo de guinada, dois ressonadores alojados elasticamente são contraexcitados. Sobre os quais se encontram sensores de aceleração que atuam transversalmente à oscilação. Este processo pode ser comparado à ressonância de um diapasão.



Para proteção contra efeitos ambientais o sensor é alojado em uma cápsula metálica hermética preenchida com nitrogênio. Para efeito de compatibilidade, este sensor possui a mesma interface de unidade de comando de outros sistemas e sensores. Em sua primeira versão o sensor micromecânico possui saídas analógicas. Elas são substituídas nas versões posteriores (DRS-MM1.1) com um módulo CAN separado que, na versão DRS-MM1.2 é substituído por um módulo CAN integrado.

Além disso, as versões DRS-MM são “sensores duplos”: consistem de um sensor micromecânico de ângulo de guinada e um sensor também micromecânico de aceleração. Isto reduz o número de componentes e os circuitos de sinais. Além disso, é necessário um menor número de fixações e menos espaço para instalação no veículo. A função de automonitoramento foi expandida em relação aos sensores anteriores (DRS50/ DRS100) e permitem a captação de falhas internas pela unidade de comando. Para um aperfeiçoamento ainda maior da segurança de funcionamento, este modelo de sensor micromecânico de aceleração executa um teste básico (teste de Background) para poder captar as interferências continuamente e com maior rapidez.

Sensor de ângulo de guinada com sensor de aceleração lateral (sensor duplo)

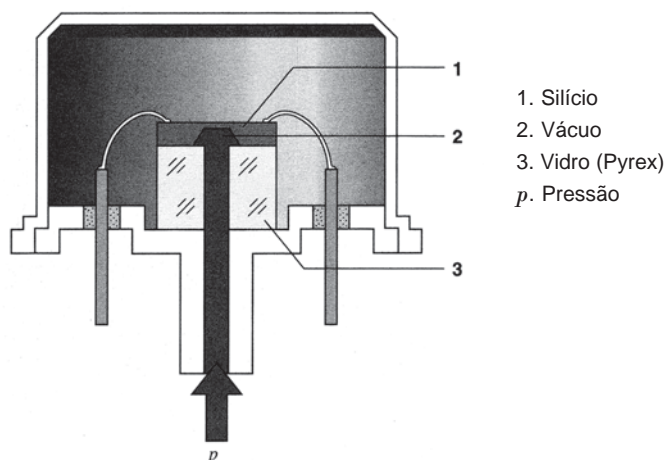


• Sensor de pressão

Nos sensores de pressão, geralmente a dilatação provocada pela pressão em um diafragma é usada como referência de medição. Com o método de medição da dilatação (fita de dilatação, alteração de campo magnético) é possível obter uma variação de tensão ou frequência correspondente à pressão.

Para o ESP é necessário um sensor que resista aos índices de pressão admissíveis no sistemas hidráulicos (até 350 bar) e à ampla faixa de temperatura (instalação no compartimento do motor). Para esse fim, os sensores de pressão semicondutores com chips de silício são ideais e cujo sinal de saída é processado em uma placa de circuitos integrada ao encapsulamento do sensor. Em uma outra versão (DS2), o volume do sensor de pressão foi reduzido e um controle interno integrado ao módulo semicondutor. Esse controle pode ser ativado pela unidade de comando, onde também são avaliadas as respostas.

Sensor de pressão semicondutor



- **Sensor de rotação**

A partir dos sinais dos sensores de rotação, a unidade de comando capta a velocidade de rotação das rodas. Existem dois princípios distintos de funcionamento em aplicação.

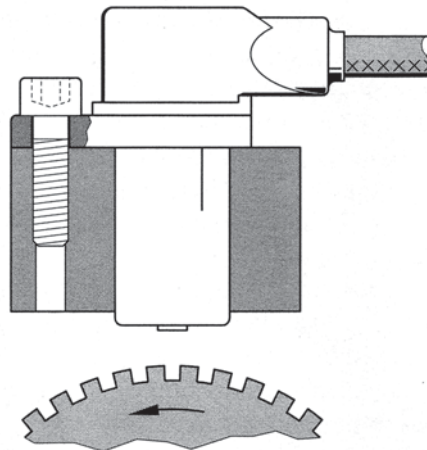
- Sensor indutivo

O pino polar do sensor indutivo de rotação (DF6) envolto por um enrolamento encontra-se diretamente sobre o anel de impulsos que é uma roda dentada firmemente unida ao cubo de roda. O pino polar é ligado a um ímã permanente cujo campo magnético se estende para dentro do anel de impulsos. Devido à constante alternância entre dente e fenda e com a rotação da roda, o fluxo magnético é alterado no pino polar e, conseqüentemente, também no enrolamento. A mudança do campo magnético induz uma tensão alternada que é detectada nas extremidades do enrolamento. A frequência da tensão alternada é proporcional ao número de rotações da roda.

Como as condições de instalação na roda não são sempre iguais, existem diversos formatos de pino polar e diferentes maneiras de instalação. O mais difundido é o pino polar de cinzel, também chamado de pólo chato e é montado no sentido radial e perpendicular ao anel de impulsos.

Sensor indutivo de rotação DF6 com pino polar de cinzel

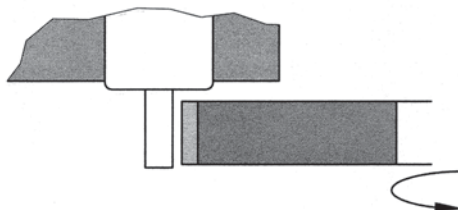
Montagem radial, medição radial



O pino polar rombóide, também chamado de pólo cruzado, é montado no sentido axial ao anel de impulsos.

Sensor indutivo de rotação DF6 com pino polar rombóide

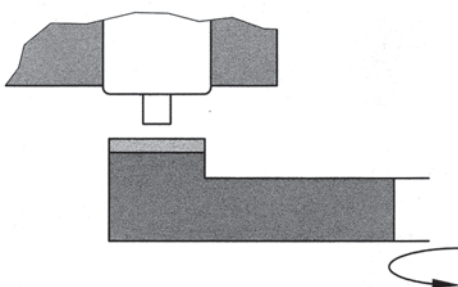
Montagem axial, medição radial



No pino de pólo redondo, o alinhamento exato é desnecessário mas o anel de impulsos deverá ter um diâmetro suficientemente grande ou um número reduzido de dentes.

Sensor indutivo de rotação DF6 com pino polar concêntrico

Montagem axial, medição axial

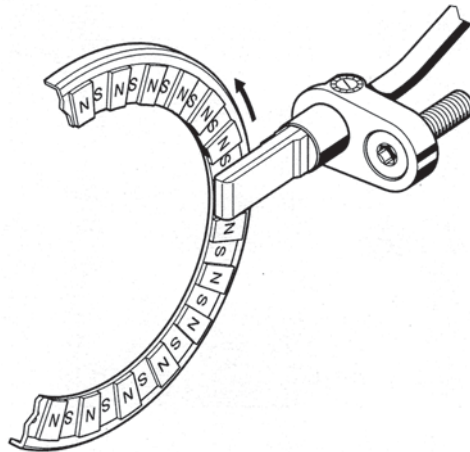


No sensor indutivo de rotação, a amplitude da tensão induzida no enrolamento é proporcional à rotação da roda. Com a roda parada, a tensão induzida é igual a zero. O formato dos dentes, o entre-ferro, a velocidade de aumento da tensão e a sensibilidade de entrada da unidade de comando determinam a menor velocidade ainda mensurável e assim, a velocidade mínima de desativação para aplicação do ABS. O sensor de rotação e o anel de impulsos são separados entre si apenas por um entre-ferro de cerca de 1mm com tolerância mínima para garantir a perfeita captação dos sinais. Além disso, uma fixação estável do sensor de rotação impede que oscilações na região do freio da roda distorçam os sinais. Como na área de instalação também incidem sujeira e respingos de água, o sensor de rotação é engraxado antes da instalação.

- Sensor ativo

O sensor indutivo de rotação convencional vem sendo progressivamente substituído pelo sensor de rotação ativo DF10. Neste sensor, a função dos dentes do anel de impulsos é assumida por ímãs dispostos alternadamente de acordo com a polaridade sobre um anel. O elemento de medição do sensor de rotação ativo é posicionado no campo magnético desses ímãs. Com o giro do anel, o fluxo magnético através do elemento de medição muda constantemente.

Corte do anel multipolar com o sensor de rotação ativo DF10



O pequeno volume e o baixo peso permitem a instalação do sensor de rotação ativo sobre o rolamento da roda. Nesse caso, os ímãs são dispostos no vedador tornando-o “multipolar”. Como elemento sensor, são aplicados preferencialmente elementos Hall e elementos magnetoresistivos. Os elementos magnetoresistivos são semicondutores cuja resistência depende da passagem magnética. Com ambos os elementos é produzida uma tensão que depende do fluxo magnético através do elemento de medição, diferente do sensor indutivo que a tensão a ser avaliada independe da rotação da roda. A rotação da roda pode, portanto, ser medida até a sua parada total. O sensor de rotação ativo tem como característica o elemento de medição e o amplificador integrados ao encapsulamento do sensor.

Um cabo de dois condutores liga o sensor de rotação à unidade de comando. Ele precisa de uma tensão de alimentação entre 7 e 20 V. A informação de rotação é transmitida como corrente independente de carga em um dos dois condutores. A frequência da corrente é, tal como no sensor indutivo de rotação, proporcional à rotação da roda. Esta forma de transmissão, em um condutor com sinais digitais condicionados, é menos suscetível a sinais de interferência que a transmissão do sensor indutivo de rotação, além de oferecer as seguintes possibilidades:

- transmissão da informação sobre sentido de rotação das rodas necessária principalmente no “Hillholder”, função que impede que o veículo volte para trás na saída em aclives.
- transmissão de uma informação sobre a qualidade do sinal do sensor através da qual o motorista é solicitado a procurar um posto de serviço para prevenção de uma falha eventual por envelhecimento do sensor de rotação.
- transmissão de sinais de outros sensores da roda como por exemplo, informação sobre pressão dos pneus e oscilações da roda para processamento na regulagem da suspensão ativa.

Unidade de comando eletrônica

A unidade de comando assume as funções elétricas e eletrônicas, bem como todas as funções de regulagem do sistema, tais como:

- fonte de alimentação dos sensores conectados
- captação das condições operacionais
- preparação de dados (driver de entrada e saída, conversão A/D)
- processamento de dados (cálculo das grandezas nominais com ajuda dos mapas memorizados)
- saída de dados (para amplificação e emissão dos sinais para os atuadores)
- controle (interfaces e componentes)
- interligação com outras unidades de comando via rede CAN

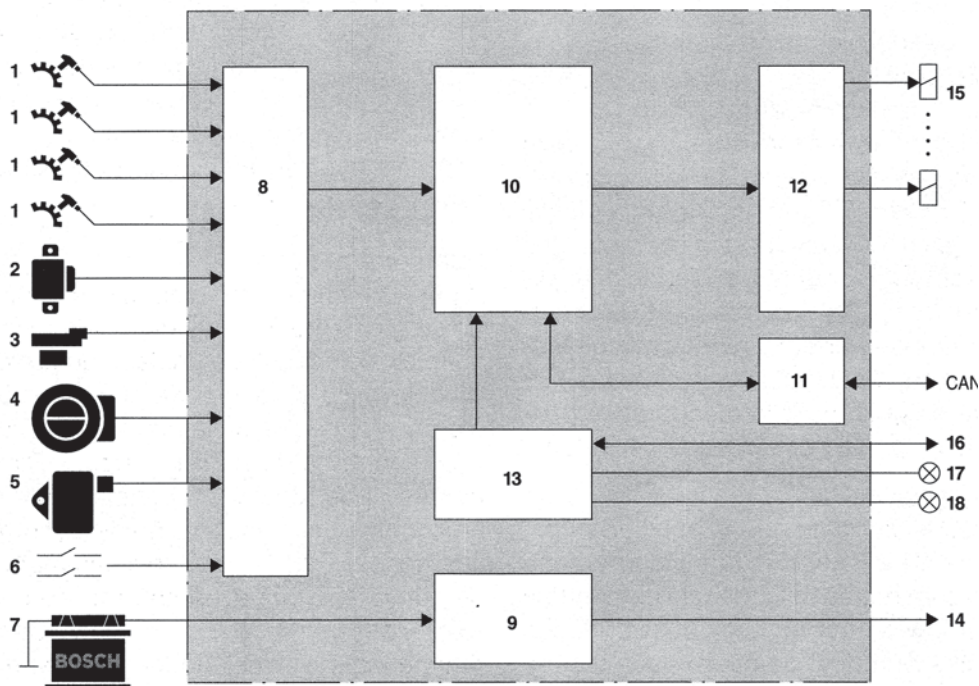
As unidades de comando instaladas no compartimento do motor precisam satisfazer altas exigências (calor, vibrações, impactos e sujeira). A unidade de comando eletrônica foi prevista para instalação isolada, como também em uma versão para montagem junto à unidade hidráulica. Com o desenvolvimento da unidade de comando Microhíbrida, a versão para montagem com a unidade hidráulica ficou ainda mais simples e é aplicada em muitos veículos.

Estrutura

A unidade de comando pode ser dividida nos seguintes blocos principais:

- circuito de entrada
- regulador digital
- estágios finais
- troca de dados
- estabilizador de tensão
- monitoração e diagnóstico

Diagrama em bloco da unidade de comando



1. Sensores de rotação
2. Sensor de ângulo de guinada com sensor de aceleração lateral
3. Sensor do ângulo do volante
4. Interruptor da chave de ignição
5. Sensor de pré-pressão (sensor de pressão do freio)
6. Chave de posição do pedal do freio de estacionamento (freio de mão)
7. Bateria
8. Circuito de entrada
9. Estabilizador de tensão
10. Regulador digital
11. Interface CAN
12. Estágio de saída
13. Memória de erros
14. Tensão de alimentação estabilizada
15. Válvulas solenóides para a unidade hidráulica (válvulas de aspiração, válvulas comutadoras, válvulas de admissão, válvulas de descarga)
16. Conexão de controle
17. Lâmpada de controle
18. Sinalização de advertência

- **Circuitos de entrada**

Aqui os sinais de entrada são preparados de modo que possam ser processados pelo computador digital. Para tanto, os sinais analógicos recebidos são digitalizados no conversor A/D e recebidos diretamente como sinais digitais.

Os sinais de entrada para a unidade de comando ESP são os seguintes dados do veículo:

- posição da chave da ignição
- ângulo do volante
- rotação de cada roda
- velocidade de guinada
- aceleração lateral
- força de frenagem
- posição do pedal de freio
- posição do freio de estacionamento

- **Regulador digital**

O regulador digital realiza uma constante comparação de todos os valores nominais e reais. As variações dos valores nominais/reais são comparadas com o mapa no respectivo veículo. O microcomputador calcula as correções necessárias para efetuar uma redução das divergências e os fatores de controle necessários para os atuadores. Este processo é realizado até que não haja mais variações significativas de valores nominais/reais. O processo de regulagem estará então concluído.

- **Estágios finais**

Com os seus sinais de saída, a unidade de comando controla a unidade hidráulica com as válvulas solenóides e a bomba de pré-carga para poder provocar um efeito de frenagem objetivo nas diversas rodas do veículo.

A energia necessária para o comando dos diversos componentes é disponibilizada pelos estágios finais (excitadores de potência). Estes convertem os sinais do microcomputador e do conversor D/A para o comando dos atuadores nos sinais de potência necessários.

- **Troca de dados**

A unidade de comando é equipada com uma interface CAN que permite a comunicação com outras unidades de comando e sensores, e aproveitar suas possibilidades para fins próprios. Desta forma, ela pode influenciar a potência do motor e o momento de inércia através do bus (barramento) de dados CAN.

O torque do motor pode ser reduzido através do comando do motor caso o motorista acelere demais em determinada situação de trânsito. Os dados captados por outros sistemas podem, assim, também ser avaliados e aproveitados para a regulação do ESP.

- **Estabilizador de tensão**

A tensão de alimentação necessária ao funcionamento dos sensores (apenas o sensor de ângulo de guinada possui fonte própria) é disponibilizada pela unidade de comando. Ela precisa ser estabilizada e protegida contra interferências de modo a garantir que o funcionamento desses sensíveis sensores seja seguramente isento de falhas.

- **Monitoração e diagnóstico**

O software inclui um programa que garante o perfeito funcionamento do sistema mediante monitoração permanente:

- os sinais dos sensores são testados quanto à plausibilidade, isto é, se o valor registrado tem uma certa lógica.
- os atuadores são controlados e o microcomputador verifica sua capacidade de funcionamento por amostras de teste com as quais as memórias são escritas e em seguida lidas e avaliadas.

Mensagens de erro, memória de erros e a leitura das falhas na inspeção do veículo são assegurados da melhor maneira pelos circuitos e programas de segurança próprios do sistema, apoiando ao máximo a eliminação das falhas.

Funcionamento

A partir do ângulo do volante, da condição de carga do motor e dos dados de percurso (por exemplo, velocidade), a unidade de comando determina o comportamento teórico e a partir da aceleração lateral e de guinada, o comportamento real do veículo. Diante do desvio de regulação constatado o microcomputador calcula as medidas corretivas necessárias e os respectivos fatores de controle. Grandezas não mensuráveis como o coeficiente de fricção estática entre pneu e pista, velocidade longitudinal e lateral do veículo são estimados pelo processador a partir dos dados disponíveis. O processo de regulação é permanentemente monitorado e modificado quando necessário, por exemplo, em caso de mudança da constituição da superfície pista ou quando o motorista intervém com correções.

Unidade hidráulica

A unidade hidráulica implementa os comandos da unidade de comando e através de válvulas solenóides controla a pressão nos respectivos freios de roda, independente da pressão de frenagem determinada pelo motorista. A unidade hidráulica forma a ligação hidráulica entre o cilindro-mestre e os freios de roda e se encontra no compartimento do motor para que os tubos até o cilindro-mestre possam ser mantidos curtos.

A unidade hidráulica contém válvulas solenóides de admissão e descarga para controle da pressão no freio das rodas. O fluido de freio excedente dos processos de controle é acumulado e reconduzido ao sistema pela bomba de retorno.

Estrutura

A unidade hidráulica consiste de uma bomba de retorno de autosucção, uma câmara atenuadora e uma câmara acumuladora por circuito de frenagem, das válvulas de retenção e das válvulas solenóide 2/2, todas alojadas no corpo da bomba, bem como de um motor fixado ao corpo da bomba.

- **Bomba de retorno de autosucção**

O motor elétrico para acionamento da bomba de retorno encontra-se no lado oposto às válvulas solenóides. Os elementos da bomba encontram-se na área central da unidade hidráulica.

A bomba de retorno de autosucção transporta o fluido de freio proveniente dos freios de roda, no momento de redução da pressão, de volta para o cilindro-mestre através das câmaras acumuladoras e atenuadoras, constituindo-se também na fonte de energia para a intervenção ativa de frenagem (frenagem sem ação do motorista).

- **Câmaras acumuladoras e atenuadoras**

As câmaras acumuladoras e atenuadoras encontram-se na parte inferior da unidade hidráulica. Acumuladores absorvem temporariamente o fluido de freio liberado repentinamente na redução da pressão. As câmaras amortecedoras atenuam as oscilações de pressão no sistema hidráulico e reduzem assim a reação sobre o pedal do freio, além de promoverem uma redução de ruído.

- **Válvulas solenóide 2/2**

Na área superior da unidade hidráulica são alojados tanto os quatro pares de válvulas de admissão e de descarga quanto os dois pares de válvulas comutadoras e de aspiração. As válvulas de admissão e descarga servem para a modulação da pressão do freio durante a

regulagem de pressão nos freios de roda. Os dois pares de válvulas comutadoras e de aspiração servem para o aumento ativo da pressão (intervenção na frenagem, sem que o motorista acione o pedal do freio). A válvula comutadora tem uma válvula limitadora de pressão integrada para limitação da pressão do sistema.

A válvula de aspiração une a bomba de retorno de autosucção à ligação do cilindro-mestre e é de dois estágios:

1º estágio (caso normal) - na condição sem frenagem, a válvula de aspiração fica aberta com uma grande seção.

2º estágio - quando o motorista freia ou liga a bomba de pré-carga, parte da válvula de aspiração se fecha, aumentando a resistência de passagem.

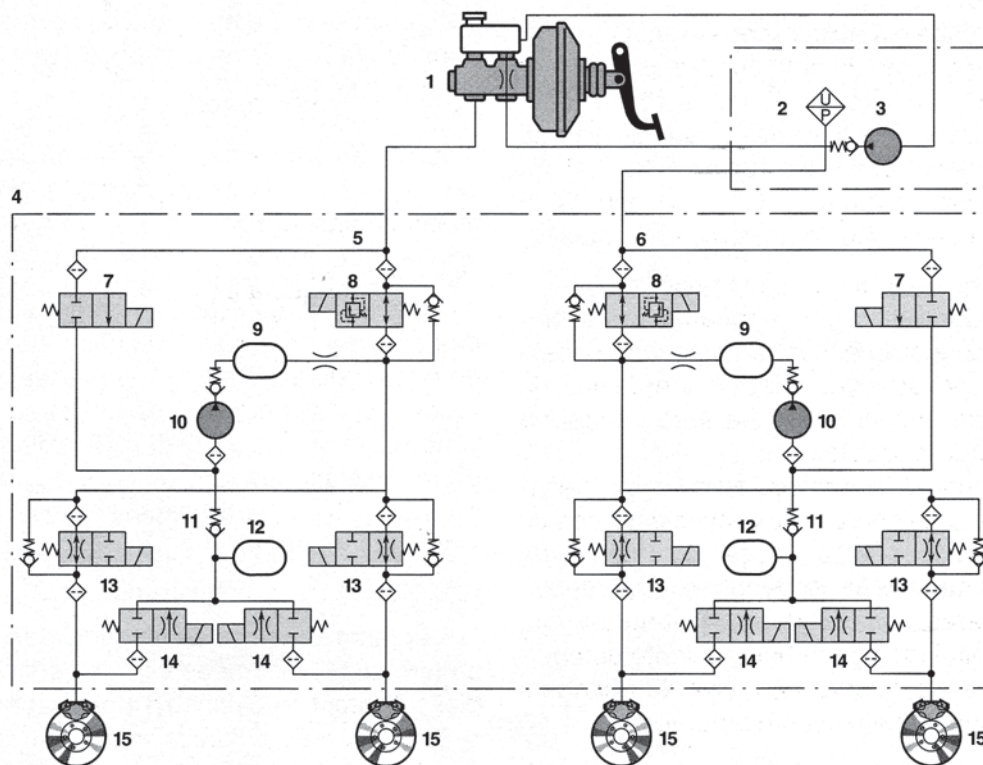
- **Válvula de retenção**

As válvulas de retenção são pré-tensionadas por uma mola, de modo que a bomba de retorno de autosucção não possa provocar vácuo nos freios de roda, não havendo risco de que os pistões nos freios de roda sejam puxados demasiadamente para trás, diminuindo excessivamente o efeito da frenagem.

- **Funcionamento**

O diagrama em bloco da unidade hidráulica mostra as válvulas em condição de repouso. Quando o motorista freia, o fluido de freio é “pressionado” do cilindro-mestre para o circuito de frenagem. O fluido de freio flui através das válvulas comutadoras e de admissão para os freios de roda. Quando o motorista solta novamente o freio, o fluido de freio flui dos freios de roda novamente de volta para o cilindro-mestre através das válvulas de admissão e comutadoras. Quando o motorista freia rapidamente e forte de modo que as rodas ameacem travar, então é necessário reduzir a pressão de frenagem nos freios de roda em relação ao cilindro-mestre. Para manter o veículo estável em caso de frenagem ativa (sem intervenção do motorista), a válvula comutadora é fechada, a válvula de aspiração aberta e a bomba de retorno de autosucção é ligada.

Esquema em bloco simplificado da hidráulica do ESP



1. Cilindro-mestre
2. Sensor de pressão
3. Bomba de pré-carga
4. Unidade hidráulica
5. Circuito flutuante
6. Circuito de hastes de acionamento
7. Válvulas de admissão
8. Válvulas comutadoras com função limitadora de pressão
9. Câmaras atenuadoras
10. Bomba de retorno de auto-sucção
11. Válvulas de retenção
12. Câmaras acumuladoras
13. Válvulas de admissão
14. Válvulas de descarga
15. Freios das rodas

- **Aumento da pressão**

Quando o motorista pisa no pedal do freio, a válvula de admissão é desligada (ela abre) e o fluido de freio flui do cilindro-mestre para o freio de roda (por exemplo, no ABS). Quando ocorre uma frenagem ativa no programa eletrônico de estabilidade (sem intervenção do motorista), o fluido de freio flui da bomba de retorno de autosucção com a válvula de aspiração ativada diretamente para o freio de roda.

- **Manutenção da pressão**

Para evitar que a pressão continue aumentando no freio de roda em caso de risco de bloqueio, é necessário que a válvula de admissão interrompa a ligação do cilindro-mestre com o freio da roda que tende a travar. Para tanto, as respectivas válvulas de admissão são ativadas. Em caso de frenagem ativa, o fluido de freio residual que a bomba de retorno de autosucção ainda está debitando, flui através das válvulas limitadoras de pressão (dentro das válvulas comutadoras) para o cilindro-mestre. Para prevenir que a bomba seja exigida desnecessariamente, na frenagem ativa a válvula de aspiração não é mais ativada (ela fecha), quando as duas válvulas de admissão no circuito de frenagem estiverem ativadas (fechadas).

- **Redução da pressão**

Quando uma roda tende a bloquear, há excesso de pressão de frenagem no freio de roda, portanto, é necessário reduzi-la o mais rápido possível. Para isto é necessário que haja uma ligação entre o respectivo freio de roda com o retorno ou com a câmara acumuladora. Neste caso é ativada a válvula de descarga (ela abre) e logo que a pressão no freio de roda tenha diminuído suficientemente, a válvula de descarga é novamente comutada para a posição normal sem condução de corrente.

Bomba de pré-carga

VLP2 - 1ª geração

Em determinadas situações entra em ação, ativada pelo ASR ou pelo programa eletrônico de estabilidade. Para isto é necessário que rodas sejam freiadas individualmente ou que o motorista acione o pedal do freio. Este tipo de frenagem é chamada de “frenagem ativa”. Como a viscosidade do fluido de freio em temperaturas menores que -20°C aumenta intensamente, a hidráulica do freio responde com atraso. Para compensar esse efeito é necessária a bomba de pré-carga VLP2 para uma frenagem ativa rápida. Essa bomba de pré-carga está diretamente ligada ao reservatório de fluido de freio, sem válvulas intermediárias que poderiam retardar o efeito da frenagem.

A bomba de pré-carga possui engrenagens especiais que produzem uma circulação quase contínua de fluido, sem uma válvula de admissão que inibe a circulação. Com isto, quase não há oscilações de interferência entre a bomba de pré-carga VLP2 e a bomba de retorno. Existe uma relação linear entre capacidade de débito e velocidade da bomba de retorno.

eVLP – 2ª geração

Com a implementação da bomba elétrica de pré-carga simplificada eVLP é possível simplificar ainda mais o sistema hidráulico mediante eliminação da unidade do pistão de carga. A pré-carga é uma combinação de cilindro-mestre e bomba de pré-carga.

- **Funcionamento**

A bomba de pré-carga eVLP debita fluido de freio do reservatório para o circuito. Uma parte flui através do cilindro-mestre de volta para o reservatório de fluido de freio e determina a pressão no circuito de frenagem através da resistência de fluxo no percurso do cilindro-mestre para o reservatório. A outra parte é transportada pela bomba de retorno para o freio de roda.

- **Execução**

A resistência descrita acima precisa estar coordenada com a capacidade de débito da bomba de pré-carga. A coordenação é feita de modo que a pressão de pré-carga seja suficientemente alta para a bomba de retorno da unidade hidráulica. A pressão de pré-carga necessária pode ser obtida através da performance de capacidade da regulação do ESP com baixas temperaturas externas. Quando o volume de líquido que retorna do cilindro-mestre para o reservatório de fluido de freio é diminuído, diminui também a pressão no circuito de frenagem. Isto ocorre, por exemplo, quando a válvula de aspiração é aberta e uma parte do líquido flui para a bomba de retorno e finalmente para os freios de roda. Por isso é necessário que a capacidade de débito da bomba de pré-carga seja nitidamente maior que a da bomba de retorno. Uma válvula de retenção impede que durante o processo de frenagem o fluido de freio retorne para o reservatório através da bomba de pré-carga. Como em baixas temperaturas predomina uma alta “demanda de pré-carga”, a bomba de pré-carga foi projetada para um débito ideal nessas condições.

A pressão do cilindro-mestre no circuito provocada pela bomba de pré-carga desloca o pistão flutuante. Com isto, a sua válvula central se fecha. Mediante novo deslocamento o pistão flutuante pressiona fluido de freio do cilindro-mestre para a unidade hidráulica. Desta maneira o circuito de pistão flutuante é pré-alimentado. O circuito de pistão flutuante permanece separado do circuito do fluido de freio da bomba de pré-carga.

Unidade do pistão de carga

O conjunto do pistão de carga como componente do ESP tem, em conjunto com a bomba de pré-carga VLP2, a tarefa de garantir um aumento de força de frenagem suficientemente rápido para uma intervenção ativa de frenagem. Por um lado, o ESP é empregado com maior frequência em temperaturas externas baixas e baixos coeficientes de fricção estática. Por outro lado, no entanto, a viscosidade do fluido de freio aumenta muito no frio, retardando muito o aumento da pressão nos freios das rodas. Por isso, para fazer face a essas novas exigências é necessário dar suporte à hidráulica do ABS/ASR. Nos primeiros modelos do ESP isto foi realizado com uma bomba de pré-carga e uma unidade de pistão de carga.

Em versões mais novas do programa eletrônico de estabilidade, algumas já instaladas, determinados componentes como o cilindro-mestre ou a unidade hidráulica foram adaptados de modo que o conjunto do pistão de carga pôde ser dispensado.

Estrutura

O conjunto do pistão de carga é formado por dois pistões móveis que, em um lado são deslocados pelo aumento da pressão do fluido de freio e, no outro são movidos por molas de volta para a posição inicial. Diversas ligações para o cilindro-mestre, para a bomba de pré-carga e para o circuito de freios, assim como um sensor de pressão completam o conjunto do pistão de carga.

Funcionamento

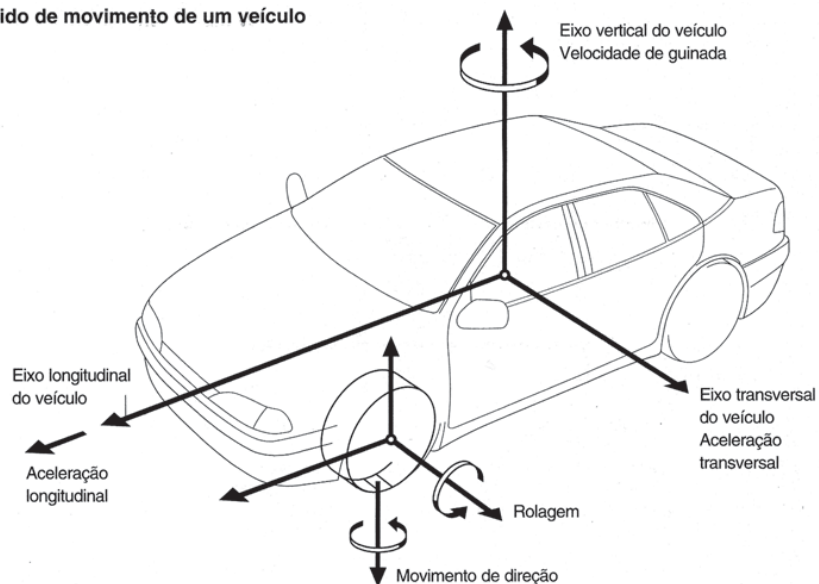
O conjunto do pistão de carga entre bomba de pré-carga e unidade hidráulica serve para o desacoplamento dos circuitos de freios do circuito de pré-carga. Essa disposição corresponde à exigência de circuitos de frenagem abertos e fechados, sendo que a bomba de pré-carga não é ligada à frente da bomba de retorno mas, atuando sobre o conjunto do pistão de carga. Em caso de demanda de pressão de frenagem ativa, a bomba de pré-carga debita fluido de freio para o conjunto do pistão de carga, separando assim os dois pistões. O deslocamento do pistão provoca uma pré-carga da bomba de retorno, que promove um rápido aumento de pressão nos freios das rodas mesmo em baixas temperaturas.

Para que o circuito de pré-carga possa ser sangrado, um tubo separado com um pequeno estrangulador é conduzido do conjunto do pistão de carga para o reservatório de fluido de freio.

ESTABILIDADE DE MARCHA

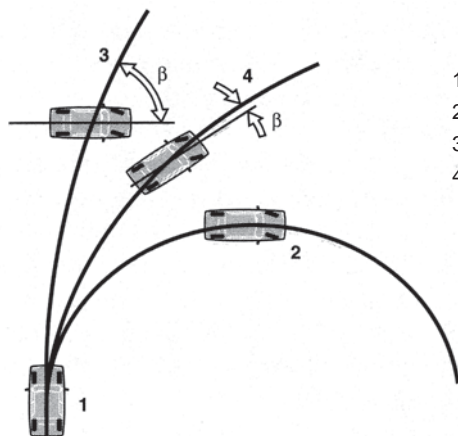
Uma boa condução de um veículo depende do veículo obedecer a um traçado que coincida de maneira precisa com a curva do ângulo do volante e se o veículo permanece estável, isto é, não “puxa” ou se torna instável nos movimentos de direção.

Sentido de movimento de um veículo



A dinâmica lateral do veículo é de suma importância. Essa dinâmica é descrita pelo movimento lateral (ângulo de flutuação) e o movimento de rotação do veículo em torno do seu eixo vertical, perpendicular à pista (velocidade de guinada). A figura a seguir, mostra a dinâmica lateral de um veículo com ângulo de direção fixo (per-curso em curva). A posição 1 mostra o momento de giro do volante. A curva 2 representa o percurso em pista de boa aderência; ela coincide com a curva do ângulo de direção. Isto ocorre quando a aceleração lateral é menor que o coeficiente de fricção estática. Quando os coeficientes de fricção estática são ultrapassados, por exemplo em função de pista lisa, o ângulo de flutuação fica excessivamente grande (curva 3).

Dinâmica transversal de um veículo



A regulagem da velocidade de guinada faz com que o veículo tenha o mesmo giro em torno do seu eixo vertical como na curva 2 mas em função do grande ângulo de flutuação, há risco de instabilidade. Por esse motivo, o ESP regula tanto a velocidade de guinada quanto o ângulo de flutuação (curvas 3 e 4).

SISTEMA DE CONTROLE E DIAGNÓSTICO

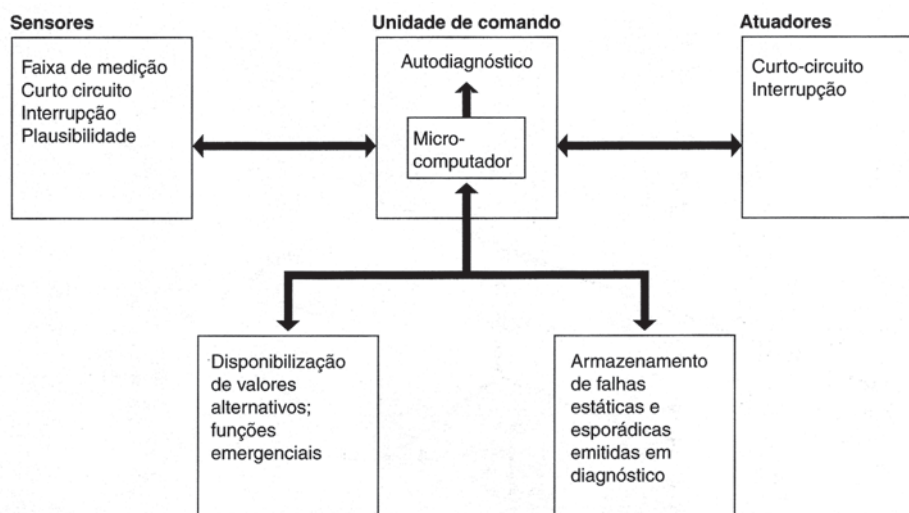
Um controle permanente de funções durante a operação do veículo é de importância fundamental para o funcionamento do ESP. As funções de controle integradas abrangem o sistema global, inclusive todos os componentes com todas as funções de reciprocidade. Os erros, interferências e falhas precisam ser reconhecidas imediatamente para assegurar a plena capacidade funcional do veículo. O sistema de diagnóstico os armazena em forma de códigos de erros definidos. Na inspeção do veículo é feita a leitura desses dados, onde é determinado o tipo de falha de acordo com o código de erro. Com isto, é possível tomar medidas para a eliminação da falha como também para manutenção e garantia das funções. Este sistema também é chamado de “Diagnóstico on Board” (OBD). O sistema de controle e diagnóstico do ESP foi estruturado com base no hardware e software experimentado no ABS e ASR, onde o motorista é amplamente informado sobre todas as condições operacionais atuais.

Busca de defeitos integrada

Unidade de comando

- Autodiagnóstico

O software contém um programa que garante o funcionamento regular do sistema por monitoramento constante. O microcomputador verifica sua capacidade de funcionamento por amostras de teste que são primeiro escritas e depois novamente lidas da memória.



- **Indicação de falha**

O motorista é informado da condição de operação do veículo ou da presença de uma falha ou interferência por uma lâmpada de controle e uma de sinalização. Ele pode reconhecer se pode prosseguir em viagem e sob quais circunstâncias.

- **Memória de erros**

A unidade de comando contém uma unidade de memória integrada que consulta falhas ou interferências e as armazena em forma de códigos de erro definidos. Nessa unidade de memória não volátil (memória de erros), os dados são mantidos mesmo sem alimentação de energia (em caso de troca da bateria). Após um diagnóstico, os dados não são mais necessários e podem ser apagados.

Sensores

Dentro de limites estabelecidos previamente, sinais de sensores são examinados quanto à plausibilidade. Isto significa que na prática precisam atingir valores realistas. Valores não realistas são reconhecidos como inválidos (teste passivo). No teste ativo, os sensores são ativados objetivamente e sua reação avaliada, onde são identificados principalmente, rompimentos de cabos, falhas de componentes e sensores.

Um teste geral é feito em percurso com base em um modelo de cálculo, onde é verificado se a relação entre os sinais dos sensores podem ser compatibilizados com os movimentos do veículo.

Atuadores

Os atuadores que implementam as grandezas calculadas também precisam ser examinados permanentemente quanto ao funcionamento correto e integridade das ligações. Por um lado, seus controles de teste são preestabelecidos e suas reações verificadas. Por outro, a unidade de comando compara os valores de corrente captados durante a ativação com os valores limite armazenados na memória.

Tratamento de falhas

A unidade de comando analisa os dados de erro e determina os efeitos sobre a operação do veículo. Dependendo da falha e da condição de operação momentânea, a regulação pode ser contínua, apenas até a conclusão da correção necessária ou imediatamente desativada. Se o sistema for desativado em função de defeito sério, o motorista deverá procurar imediatamente um posto de serviço para um diagnóstico de erro preciso. Ele mesmo não tem a possibilidade de diagnosticar ou eliminar falhas. A tentativa de intervir no sistema por conta própria poderá provocar graves danos.

Inspeção na oficina

Através da leitura dos códigos de erros no âmbito do autodiagnóstico, as falhas, interferências ou desvios de valores nominais constatados pelo sistema de controle ESP podem ser identificados e avaliados com precisão.

Para avaliação dos dados são empregados analisadores especiais de diagnóstico (por exemplo, o analisador de sistemas KTS 300 portátil ou o analisador KTS 500 controlado por computador). Com essa avaliação é possível detectar falhas e até mesmo pequenas irregularidades temporárias. Uma análise permite constatar, delimitar e eliminar com segurança os seguintes tipos de erro:

- falhas de ligação como rompimento de cabos ou mau contato
- falhas de componentes e de sensores
- erros de cálculo e de transmissão de dados
- variações dos sinais dos sensores em relação aos seus valores nominais
- irregularidades e interferências nos atuadores

Através da substituição dos componentes identificados como de risco, é possível prevenir a falha do sistema ou de apenas algumas funções. É recomendável, portanto, proceder as manutenções nos intervalos regulares prescritos porque somente assim será possível assegurar um diagnóstico qualificado e a confiabilidade no programa eletrônico de estabilidade.

GLOSSÁRIO DO PROGRAMA ELETRÔNICO DE ESTABILIDADE NO VEÍCULO

Aceleração lateral: desvio do veículo do seu traçado em sentido longitudinal por ação de forças transversais no centro de pressão ou de gravidade (vento lateral, força centrífuga).

Aceleração longitudinal: aceleração e desaceleração por forças longitudinais.

Aderência pneu-pista: transmissão de forças do pneu para a pista possibilitada pelo atrito.

Ângulo de balanço: ângulo de inclinação transversal de um veículo em torno do seu eixo de rolagem.

Ângulo de cabeceio: inclinação longitudinal do veículo em caso de momento de força longitudinal no centro de gravidade.

Ângulo de câmbor (cambagem): desvio de posição das rodas da vertical para seu eixo: posição em X é camber negativo, posição em O é camber positivo.

Ângulo de desalinhamento: inclinação da roda em relação ao sentido de rolagem.

Ângulo de direção: conversão das rodas dianteiras em relação à posição de direção em linha reta.

Ângulo de flutuação: desvio do eixo longitudinal do veículo do sentido de marcha.

Ângulo do volante: ângulo de manobra em relação à posição de direção em linha reta.

Área de contato: superfície de apoio do pneu.

Coefficiente de aderência: relação da força transmitida entre pneu e pista para força de contato.

Coefficiente de atrito: relação da força transmitida entre pneu e pista para a força de contato (coeficiente de aderência).

Coefficiente de fricção estática: máximo coeficiente de aderência.

Coefficiente de resistência do ar: fator de comparação para indicação relativa da resistência do ar no percurso em linha reta.

Comportamento de autodireção: desvios no percurso em linha reta ou em curva sem intervenção de direção.

Comportamento de direção em linha reta: alinhamento e estabilidade em linha reta sem intervenção da direção.

Contramanoobra: movimento de direção em sentido contrário ao da curva para estabilização do sentido de sobresterçamento.

Deslizamento de frenagem: deslizamento dos pneus.

Deslizamento de tração: deslizamento dos pneus no momento de tracionamento.

Deslizamento do pneu: o movimento relativo entre pneu e pista provoca uma diferença relativa entre velocidade do veículo e velocidade periférica do pneu.

Dinâmica de direção: descrição do comportamento de direção e reação do veículo sob todas as forças de influência.

Dinâmica longitudinal: descrição de comportamento e de reações do veículo em sentido longitudinal sob todas as forças longitudinais atuantes.

Dinâmica transversal: descrição do comportamento de direção e reações do veículo sob ação de todas as forças transversais e momentos de guinada.

Direção de balanço: um comportamento de autodireção em curva e percurso dinâmico por influência de construção.

Direção de força lateral: comportamento de direção em curva que pode ser influenciado por medidas de construção para um sub ou sobresterçamento.

Eixo de balanço: eixo de rolagem.

Eixo de rolagem: “eixo instantâneo” da carroceria em relação à pista em torno do qual o veículo se inclina no percurso em curva.

Eixo vertical: eixo central imaginário perpendicular ao nível do veículo através do seu centro de gravidade.

Força centrífuga: força de inércia que aparentemente atua sobre um veículo no percurso em curva. Ela é dirigida perpendicular à tangência da curva para fora.

Força de contato: força total da superfície de apoio dos pneus perpendicular à pista.

Força de guia lateral: força entre pneu e pista oposta a uma força transversal.

Força lateral: força que atua sobre o veículo em sentido lateral (declive de morro, vento lateral, força centrífuga).

Forças longitudinais: forças atuantes em sentido do eixo longitudinal através de freios, tração, declive, resistências de rolagem e de aclone, vento de frente e vento de trás.

Fricção de deslizamento: atrito máximo entre pneu em rolamento e pista.

Inclinação lateral: força centrífuga que atua sobre o centro de gravidade nas curvas é provocada em um momento em torno do eixo de rolagem (ângulo de balanço).

Momento de guinada: momento que atua em torno do eixo vertical causado por forças transversais ou condições de m-split.

Torque do freio motor: efeito de frenagem do motor na operação com freio motor.

Momento do volante: força aplicada para conversão do volante. Ela aumenta com o aumento do ângulo do volante.

Operação closed-loop: comportamento real (influenciado por intervenções do motorista) de estabilidade de um veículo com interferência ativa do ESP.

Operação open-loop: comportamento objetivo (não influenciado por intervenção do motorista) de estabilidade de um veículo com interferência ativa do ESP.

Posição neutra: os ângulos de desalinhamento são iguais na traseira e na frente. O veículo segue o traçado da curva de acordo com a posição da direção.

Rastro: provocado por giro em falso ou derrapagem do pneu com desgaste acentuado de borracha.

Regulador do momento de inércia do motor: torque elevado do motor na operação com freio motor em caso de deslizamento de frenagem muito intenso por intervenção no comando do motor (“aceleração”).

Resistência de marcha: soma das forças de atuação de atrito, resistência do ar e inclinação (active) em sentido contrário ao do sentido de direção.

Salto do ângulo de conversão: manobra rápida definida para avaliação do comportamento dinâmico oriundo da reação do veículo.

Subesterçamento: os ângulos de direção transversal são maiores na frente que na traseira. O veículo percorre um raio maior de curva do que deveria de acordo com o ângulo de conversão do volante.

Sobresterçamento: os ângulos de direção transversal são maiores na traseira que na frente. O veículo percorre um raio menor de curva do que deveria de acordo com o ângulo de conversão do volante.

Velocidade de guinada: velocidade angular do veículo em torno do seu eixo vertical.

Vento lateral: vento que atua sobre o centro de pressão do veículo em sentido transversal ao sentido de marcha.

m-split: diferença de coeficiente de aderência entre pistas de rolagem paralelas.

REFERÊNCIAS

BOSCH. **Programa eletrônico de estabilidade ESP**. Apostila técnica. Alemanha. Ed. 98/99.

FORD. **Sistemas ABS - Conceito e funcionamento**. Treinamento de serviço. 1ª edição. Jan. 1999.

VOLKSWAGEN. **Sistema antibloqueio ABS**. Apostila técnica. São Paulo. sd.

FIESP
SESI
SENAI
IRS

Sistema
FIESP