



Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

SÉRIE AUTOMOTIVA

# SISTEMA DE GERENCIAMENTO ELETRÔNICO







Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

SÉRIE AUTOMOTIVA

# SISTEMA DE GERENCIAMENTO ELETRÔNICO



## **CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI**

*Robson Braga de Andrade*  
Presidente

### **DIRETORIA DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA**

*Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti*  
Diretor de Educação e Tecnologia

*Julio Sergio de Maya Pedrosa Moreira*  
Diretor Adjunto de Educação e Tecnologia

## **SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI**

### **Conselho Nacional**

*Robson Braga de Andrade*  
Presidente

### **SENAI – Departamento Nacional**

*Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti*  
Diretor Geral

*Julio Sergio de Maya Pedrosa Moreira*  
Diretor Adjunto de Educação e Tecnologia

*Gustavo Leal Sales Filho*  
Diretor de Operações



Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

SÉRIE AUTOMOTIVA

# SISTEMA DE GERENCIAMENTO ELETRÔNICO



© 2016. SENAI – Departamento Nacional

© 2016. SENAI – Departamento Regional de Santa Catarina

A reprodução total ou parcial desta publicação por quaisquer meios, seja eletrônico, mecânico, fotocópia, de gravação ou outros, somente será permitida com prévia autorização, por escrito, do SENAI.

Esta publicação foi elaborada pela equipe do Núcleo de Educação a Distância do SENAI de Santa Catarina, com a coordenação do SENAI Departamento Nacional, para ser utilizada por todos os Departamentos Regionais do SENAI nos cursos presenciais e a distância.

### **SENAI Departamento Nacional**

Unidade de Educação Profissional e Tecnológica – UNIEP

### **SENAI Departamento Regional de Santa Catarina**

Gerência de Educação e Tecnologia – GEDUT

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

---

S491s

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional.  
Sistema de gerenciamento eletrônico / Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Regional de Santa Catarina. Brasília : SENAI/DN, 2016.  
170 p. : il. (Série Automotiva).

ISBN 978-85-5050-049-2

1. Automóveis – Ignição – Sistema eletrônico. 2. Automóveis - Motores. 3. Automóveis - Motores – Sistemas de injeção eletrônica de combustível. 4. Injeção eletrônica de combustível. I. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Regional de Santa Catarina. II. Título. III. Série.

CDU: 629.3.063

---

### **SENAI**

Serviço Nacional de  
Aprendizagem Industrial  
Departamento Nacional

### **Sede**

Setor Bancário Norte • Quadra 1 • Bloco C • Edifício Roberto  
Simonsen • 70040-903 • Brasília – DF • Tel.: (0xx61) 3317-  
9001 Fax: (0xx61) 3317-9190 • <http://www.senai.br>

# Ilustrações

---

Figura 1 - Sistema de injeção eletrônica .....	16
Figura 2 - Corpo de borboletas.....	17
Figura 3 - Eletroinjeter.....	19
Figura 4 - Regulador de pressão .....	20
Figura 5 - Flauta de distribuição .....	20
Figura 6 - Fastback 1600TL.....	22
Figura 7 - Ignição no sistema platinado .....	24
Figura 8 - Sistema de ignição dinâmica .....	25
Figura 9 - Sistema de ignição por centelha perdida .....	26
Figura 10 - Sistema de ignição com uma bobina de quatro saídas .....	27
Figura 11 - Ignição bobinas individuais.....	28
Figura 12 - Roda fônica 60-2.....	29
Figura 13 - Roda fônica e sensor indutivo .....	30
Figura 14 - Sensor de fase.....	31
Figura 15 - Sensor de detonação .....	32
Figura 16 - Bobina individual .....	33
Figura 17 - Enrolamentos da bobina .....	34
Figura 18 - Cabos de vela.....	35
Figura 19 - Construção do cabo de vela supressivo.....	36
Figura 20 - Construção do cabo de vela com terminal resistivo .....	36
Figura 21 - Vela de ignição .....	37
Figura 22 - Vela em centelha .....	38
Figura 23 - Dissipação de calor.....	38
Figura 24 - Vela com folga .....	40
Figura 25 - Vela inspeção .....	41
Figura 26 - Medição de resistência de cabo de vela .....	41
Figura 27 - Teste dos enrolamentos das bobinas.....	42
Figura 28 - Sensor de fluxo de ar .....	44
Figura 29 - Sensor de temperatura .....	44
Figura 30 - Indicador de temperatura.....	45
Figura 31 - Potenciômetro da borboleta de aceleração.....	46
Figura 32 - Sensor conjugado temperatura do ar e MAP.....	48
Figura 33 - Sensor de rotação .....	49
Figura 34 - Sensor de efeito Hall .....	50
Figura 35 - Sensor de detonação .....	50
Figura 36 - Posicionamento do sensor de detonação.....	51
Figura 37 - Bomba elétrica de combustível .....	52
Figura 38 - Bomba de combustível .....	52
Figura 39 - Tubo de distribuição de plástico.....	54

Figura 40 - Tubo distribuidor de alumínio anodizado .....	54
Figura 41 - Linha de combustível .....	55
Figura 42 - Regulador de pressão em corte.....	56
Figura 43 - Válvula eletroinjetora em corte.....	57
Figura 44 - Injetor <i>dead time</i> .....	58
Figura 45 - Gráfico de tensão do injetor.....	58
Figura 46 - Gráfico <i>dead time</i> do injetor .....	59
Figura 47 - Osciloscópio automotivo .....	60
Figura 48 - Kit de reparos do eletroinjetor .....	60
Figura 49 - Máquina de limpeza de injetores.....	61
Figura 50 - Válvula do câmbio.....	62
Figura 51 - Corpo de borboleta motorizado.....	63
Figura 52 - Dispositivo do sensor de posição da borboleta.....	64
Figura 53 - Circuito atuador de marcha lenta .....	66
Figura 54 - Sistema de alimentação de combustível do motor Ciclo Diesel.....	73
Figura 55 - Bomba de alta pressão Diesel.....	75
Figura 56 - Funcionamento da bomba de alta pressão .....	75
Figura 57 - Válvula eletroinjetora Diesel.....	77
Figura 58 - Placa interna de uma UCE.....	82
Figura 59 - Sentido das entradas e saídas da central.....	82
Figura 60 - Aparelho de diagnóstico .....	84
Figura 61 - Entradas e saídas da UCE.....	85
Figura 62 - Conversão A/D e D/A.....	85
Figura 63 - Conversão A/D - D/A.....	86
Figura 64 - Luz de advertência do painel.....	87
Figura 65 - OBD interface .....	89
Figura 66 - Sistema de direção eletro-hidráulica .....	92
Figura 67 - Conjunto de bomba eletro-hidráulica.....	93
Figura 68 - Luz de anomalia do sistema de direção eletro-hidráulico .....	94
Figura 69 - Estrutura do sistema de direção eletro-hidráulica .....	95
Figura 70 - Luz de direção assistida .....	95
Figura 71 - Luz indicadora do controle de estabilidade.....	96
Figura 72 - Localização do sistema de direção elétrica.....	98
Figura 73 - Mecanismo de direção elétrica .....	98
Figura 74 - Gerenciamento de informações do sistema .....	99
Figura 75 - Manoplas de acionamento de transmissão automática (1), mecânica (2) e automatizada (3).....	101
Figura 76 - Transmissão automatizada .....	102
Figura 77 - Conjunto hidráulico .....	103
Figura 78 - Grupo de potência.....	104
Figura 79 - Reservatório de óleo do sistema .....	104
Figura 80 - Motor elétrico.....	105
Figura 81 - Bomba hidráulica .....	106
Figura 82 - Acumulador de pressão.....	106

Figura 83 - Grupo de eletroválvulas.....	107
Figura 84 - Sensores do conjunto de eletroválvulas.....	108
Figura 85 - Comando do câmbio automatizado do tipo alavanca.....	109
Figura 86 - Câmbio borboleta.....	110
Figura 87 - Cilindro hidráulico padrão .....	111
Figura 88 - Funções da central de gerenciamento eletrônico.....	114
Figura 89 - Componentes do sistema imobilizador.....	117
Figura 90 - Exemplo de diagrama elétrico do sistema imobilizador .....	118
Figura 91 - Sistema imobilizador .....	118
Figura 92 - Alimentações centrais .....	119
Figura 93 - Solicitação de CODE por central .....	119
Figura 94 - Energização da antena e sinal do transponder .....	120
Figura 95 - Liberação de partida pelo CODE .....	121
Figura 96 - Símbolo do sistema de controle de velocidades.....	122
Figura 97 - Controlador do limite de velocidades .....	123
Figura 98 - Comandos do computador de bordo.....	123
Figura 99 - Comando <i>cruise control</i> .....	124
Figura 100 - ACC trabalhando em frenagem e retomada de velocidade.....	125
Figura 101 - Composição do sistema ACC com sensor de longo alcance.....	126
Figura 102 - Estrutura de informação do sistema ACC .....	127
Figura 103 - Sistema convencional e sistema com rede CAN.....	132
Figura 104 - Diferenças do modelo antigo e atual .....	133
Figura 105 - Representação do código CAN.....	134
Figura 106 - Modelo de arquitetura CAN.....	136
Figura 107 - Componentes da rede CAN .....	137
Figura 108 - Reparo em chicote de rede .....	137
Figura 109 - Modelos de multímetros, da esquerda para a direita: analógico, digital, automotivo e alicate amperímetro.....	143
Figura 110 - Partes do multímetro .....	143
Figura 111 - Osciloscópio automotivo.....	144
Figura 112 - Gráfico do osciloscópio .....	145
Figura 113 - Equipamento de diagnóstico eletrônico .....	146
Figura 114 - Pessoas fazendo planejamento.....	148
Figura 115 - Planejamento .....	149
Figura 116 - Meio ambiente .....	151
Figura 117 - Resíduos nocivos .....	153
Figura 118 - Coletores para coleta seletiva .....	154
Figura 119 - Manual.....	156
Quadro 1 - Tipos de sonda lambda.....	47
Quadro 2 - Vantagens do sistema de acelerador eletrônico.....	64
Quadro 3 - Vantagens do sistema <i>paddle shift</i> .....	110
Quadro 4 - Evidências de defeito no sistema imobilizador.....	121
Quadro 5 - Classificação de redes CAN.....	135



1	Introdução .....	13
2	Injeção Otto .....	15
2.1	Características.....	16
2.2	Funcionalidades.....	17
2.3	Evolução .....	22
2.4	Ignição.....	23
2.4.1	Tipos e características.....	23
2.4.2	Componentes: tipos e funcionamento .....	32
2.5	Manutenção .....	39
2.5.1	Velas .....	40
2.5.2	Cabos de vela .....	41
2.5.3	Bobina .....	42
2.5.4	Diagnóstico de falhas no sistema .....	42
2.6	Componentes .....	43
2.6.1	Sensores .....	43
2.6.2	Atuadores .....	51
2.7	Diagnósticos.....	67
2.8	Ferramentas de registro e orçamento .....	67
3	Injeção Diesel .....	71
3.1	Características.....	72
3.2	Funcionalidades.....	72
3.3	Componentes .....	74
3.3.1	Sensores .....	74
3.3.2	Atuadores .....	74
3.4	Diagnósticos.....	78
3.5	Testes de combustíveis.....	79
4	Unidade de Gerenciamento Eletrônico .....	81
4.1	UCE .....	82
4.1.1	Memória não volátil – ROM.....	83
4.1.2	Memória volátil – RAM.....	83
4.1.3	Processador .....	84
4.1.4	Conversor analógico/digital.....	86
4.2	Autodiagnóstico .....	87
5	Outros Sistemas.....	91
5.1	Direção servo assistida eletricamente ou eletro-hidraulicamente.....	92
5.1.1	Sistema de direção servo assistida eletro-hidráulica .....	92
5.1.2	Sistema de direção servo assistida elétrica .....	97
5.2	Transmissão .....	100
5.2.1	Transmissão automatizada .....	101
5.2.2	Transmissão automática .....	113
5.3	Diagnósticos e inspeções .....	115
5.3.1	Reparação e substituição .....	115

5.4 Imobilizador .....	116
5.4.1 Tipos do sistema CODE .....	117
5.4.2 Funcionamento do sistema imobilizador .....	118
5.5 Controle de velocidade .....	122
5.5.1 Controle eletrônico de velocidades .....	122
5.5.2 <i>Cruise control</i> .....	124
5.5.3 <i>Adaptative cruise control (ACC)</i> .....	125
5.5.4 Diagnóstico do sistema .....	128
6 Rede CAN .....	131
6.1 Características.....	132
6.2 funcionamento.....	133
6.3 Tipos .....	135
6.4 Componentes .....	136
6.5 Reparos na rede .....	137
7 Diagnóstico.....	141
7.1 Ferramentas de diagnóstico.....	142
7.1.1 Multímetro.....	142
7.1.2 Osciloscópio automotivo .....	144
7.1.3 Scanner automotivo .....	145
7.1.4 Analisador de gases .....	147
7.2 Planejamento.....	148
7.3 Interpretação de inconvenientes .....	150
7.3.1 Análise de resultados.....	150
7.4 Legislação ambiental, normas e afins .....	150
7.4.1 Legislação federal .....	151
7.4.2 Legislação estadual .....	152
7.4.3 Legislação municipal .....	152
7.5 Resíduos.....	152
7.6 Coleta seletiva .....	153
7.7 Descarte dos resíduos.....	154
7.8 Equipamentos de proteção individuais e coletivos.....	155
7.9 Manuais.....	156
7.9.1 Manual do proprietário.....	157
7.9.2 Manual de manutenção .....	158
7.10 Normas .....	158
7.11 Garantia .....	158
7.11.1 Garantia do veículo .....	159
7.11.2 Garantia dos serviços .....	159
Referências.....	161
Minicurriculo dos Autores .....	163
Índice .....	165







Olá! Seja bem-vindo à Unidade Curricular Sistema de Gerenciamento Eletrônico.

Nesta unidade você irá conhecer todos os sistemas que se interligam por meio do gerenciamento eletrônico do veículo, ajudando-lhe na realização de diagnósticos precisos, planejamento e execução de manutenções preventivas e corretivas. Este material contribuirá, também, com o seu desenvolvimento técnico e social por meio das metodologias utilizadas. Nos últimos anos, com o grande e constante avanço tecnológico, os sistemas eletrônicos vêm evoluindo de forma vertiginosa. Seguindo a mesma evolução, a eletrônica embarcada dos veículos segue o mesmo ritmo e, a cada novo lançamento, surgem evoluções dos sistemas automotivos.

Tais quais os veículos evoluem, os profissionais necessitam seguir aperfeiçoando-se. Nesta unidade curricular você vai ver assuntos como sistemas de injeção e de ignição dos motores Ciclo Otto, o gerenciamento dos sistemas dos motores Diesel, direções gerenciadas eletronicamente, transmissões automatizadas e automáticas, rede CAN e diversos outros subsistemas, sempre com o foco no gerenciamento de suas funções, conhecendo seus componentes, compreendendo o funcionamento deles e suas funções dentro do sistema como um todo. Além disso, serão abordados assuntos igualmente importantes, como normas ambientais, equipamentos de proteção individuais (EPIs), e procedimentos.

Você conhecerá o elemento central dos sistemas de gerenciamento, as centrais, sua construção, sua lógica e estratégias adotadas para o correto funcionamento dos sistemas.

Mais ao final do livro, você aprenderá sobre immobilizadores, controle de velocidades e outras funções possíveis e cada vez mais comuns nos veículos novos. Terá também uma introdução sobre as redes veiculares, uma tecnologia que está cada vez mais presente nos automóveis.





Nas unidades curriculares anteriores você conheceu o funcionamento dos motores de combustão interna e aprendeu que para que o motor entre em funcionamento é necessário que admita ar e combustível em quantidades e proporções bastante específicas, para que nenhum deles seja “desperdiçado”. Mas você sabe como ocorre a admissão do ar e do combustível e como são gerenciadas eletronicamente a admissão desses dois componentes?

Agora você conhecerá o funcionamento de um sistema de injeção eletrônica de combustível. Ao final deste capítulo você terá adquirido conhecimentos para:

- a) identificar, para fins de diagnóstico, o sistema a ser reparado;
- b) identificar os princípios básicos de funcionamento dos sistemas;
- c) identificar os princípios da mecânica aplicáveis aos sistemas.

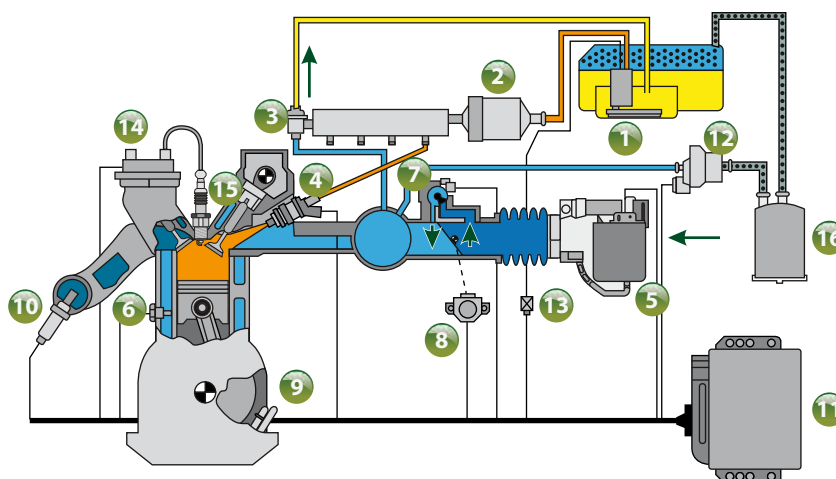
Bons estudos!

## 2.1 CARACTERÍSTICAS

Você aprendeu que para que um motor Ciclo Otto entre em funcionamento, são necessários três elementos: ar, combustível e uma fonte de calor que inicie a combustão. Na prática, entretanto, como esses três elementos são inseridos no funcionamento do motor?

Em um sistema de injeção eletrônica automotiva, da mesma forma que a grande maioria dos sistemas eletrônicos em geral, existem três conjuntos de elementos principais: a unidade de controle eletrônico (UCE), os sensores e os atuadores, dos quais os sensores captam os parâmetros do sistema, enviando as informações para a UCE que irá convertê-los e interpretá-los. Por fim, a UCE enviará sinais de comando para os atuadores, que irão executar as ordens recebidas.

Agora, observe a figura a seguir, que expõe de forma simplificada o posicionamento dos componentes do sistema de injeção eletrônica tradicional.



1- Bomba de combustível	5- Medidor de fluxo de ar	9- Sensor de rotação (pertence ao sistema de ignição)	12- Válvula de ventilação do tanque
2- Filtro de combustível	6- Sensor de temperatura	10- Sonda lambda	13- Relé de comando
3- Regulador de pressão	7- Atuador de marcha lenta	11- Unidade de comando (injeção + ignição)	14- Bobina de ignição
4- Válvula de injeção	8- Potenciômetro da borboleta		15- Vela de ignição
			16- Canister

Davi Leon (2016)

Figura 1 - Sistema de injeção eletrônica  
Fonte: adaptado de GrandPneus (s. d.)

Agora que você conheceu as características do sistema de injeção eletrônica tradicional, conheça também as suas funcionalidades. Continue estudando!

## 2.2 FUNCIONALIDADES

Atualmente os sistemas de injeção eletrônica gerenciados pela UCE controlam o volume de ar admitido, a alimentação de combustível e o sistema de ignição. Para isso, a Unidade de Comando Eletrônico capta e interpreta os parâmetros de todos os sensores presentes no sistema, comanda e monitora em tempo real o funcionamento dos atuadores. A UCE possui, dentre outros componentes, uma memória interna denominada “memória ROM”, na qual estão gravados os parâmetros de funcionamento de todo o sistema eletrônico do veículo, bem como todas as possíveis variáveis de funcionamento do motor do automóvel, tendo assim uma estratégia de funcionamento definida para as diferentes situações que possam surgir.

Nos veículos atuais, quando você pressiona o pedal do acelerador, é acionado um interruptor (um sensor) que informa à UCE parâmetros sobre o ângulo e a velocidade na qual o pedal foi acionado.

Nesse momento, a UCE interpreta essas informações e as cruza com as demais informações do motor, definindo, assim, um “comando” que é imediatamente enviado para o atuador presente no corpo de borboletas motorizado (também conhecido como *Throttle Body fuel Injection – TBI*). Este terá sua borboleta aberta eletronicamente na proporção calculada pela UCE, o que permitirá o correto aumento do volume de ar para admissão do motor. Para garantir que a borboleta foi aberta na proporção correta, o sensor de posição da borboleta (*Throttle Position Sensor – TPS*) integrado ao atuador motorizado, confere e envia para a UCE o parâmetro de leitura da posição em que se encontra a borboleta.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 2 - Corpo de borboletas  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Em alguns sistemas, além da leitura da abertura da borboleta, há ainda o sensor de fluxo de ar que realiza a leitura da quantidade de ar admitida e envia esse parâmetro à UCE, que irá confrontá-lo com a abertura da borboleta, garantindo, com ainda mais precisão, que a entrada de ar está na proporção adequada, conforme a necessidade exigida pelo motor.

Em alguns dos sistemas de gerenciamento menos atuais, a abertura da borboleta é realizada de forma mecânica por um cabo que liga o pedal do acelerador à borboleta, não havendo nenhum tipo de controle eletrônico prévio da entrada de ar, apenas o sensor de posição da borboleta (TPS). Esse sensor coleta as informações e as encaminha à UCE para que ela possa definir o funcionamento dos atuadores desse sistema. Nesses sistemas, ao tirar o pé do acelerador, a borboleta se fecha rápido e completamente, e o motor tende a reduzir mais bruscamente sua rotação, podendo necessitar do auxílio do atuador de marcha lenta para que não desligue pela redução brusca do volume de ar. Esse atuador controla a entrada de uma determinada quantidade de ar por um caminho secundário à borboleta e tem a função de manter estável a rotação de marcha lenta nas mais diversas situações.

Até aqui você aprendeu como funciona a entrada de ar no motor, mas e o combustível? Como o sistema gerencia a entrada desse elemento tão importante?

Para que os motores de combustão interna do tipo Ciclo Otto tenham um correto funcionamento, você deve assegurar que eles trabalhem com uma mistura de ar e combustível próxima do ideal. Garantindo a proporção correta dessa mistura, você terá o funcionamento correto e com índices de emissão de poluentes dentro das margens definidas pelas normas vigentes.

A UCE se baseia na demanda de ar admitido para definir a quantidade de combustível que será injetada. Para isso, um dos principais parâmetros é o que a UCE recebe do sensor de oxigênio (sonda lambda). O sensor de oxigênio lê a quantidade de oxigênio na parte interna do escapamento do motor, e com base nessa leitura das informações, a UCE recalcula rapidamente a quantidade correta de combustível para corrigir essa mistura, aumentando ou diminuindo a quantidade de combustível que estava sendo injetada anteriormente, caso seja necessário.



#### **FIQUE ALERTA**

Caso a UCE identifique mistura pobre (mais ar do que combustível), será injetado mais combustível. Caso a UCE identifique mistura rica (mais combustível do que ar), será injetado menos combustível. Caso a UCE identifique mistura estequiométrica (proporção perfeita entre ar e combustível), manterá os parâmetros de trabalho conforme a última leitura do sensor de oxigênio.

A UCE, com base na leitura recebida do sensor de oxigênio, aumenta ou diminui o tempo de abertura das válvulas eletroinjetoras. Como você já viu anteriormente, as válvulas eletroinjetoras recebem o combustível sob pressão permanente e a injeção deste combustível se dá através de sua abertura, nesse caso,

para aumentar ou diminuir a quantidade de combustível injetada. A UCE mantém as válvulas eletroinjetoras abertas por mais ou menos tempo, respectivamente, e a essa duração de abertura dá-se o nome de “tempo de injeção”, que é medido em milissegundos, ou seja, uma fração de um segundo. Os eletroinjetores trabalham dessa forma porque são eletroválvulas que possuem duas posições, aberta ou fechada. Quando a eletroválvula está fechada, está em sua posição de repouso; quando está aberta, está energizada.

As eletroválvulas injetoras ficam no coletor de admissão próximo ao cabeçote do motor ou fixadas diretamente nele. Estão sempre direcionadas para o fluxo dos dutos de admissão ou sobre as válvulas de admissão, sendo dispostas uma por cilindro do motor.



Stason41c (20--?)

Figura 3 - Eletroinjetor  
Fonte: Thinkstock (2016)

Você deve estar se perguntando de onde vem o combustível que alimenta as válvulas eletroinjetoras. O combustível vem do tanque de combustível pressurizado pela bomba de combustível, e esse processo também é gerenciado pela UCE. A bomba envia o combustível pelas tubulações e pelo filtro de combustível até que ele chegue ao tubo distribuidor (conhecido como flauta de combustível), que pode ser de alumínio, aço inox ou, atualmente, de materiais plásticos. O combustível pressurizado dentro da flauta, por sua vez, alimenta as válvulas eletroinjetoras.

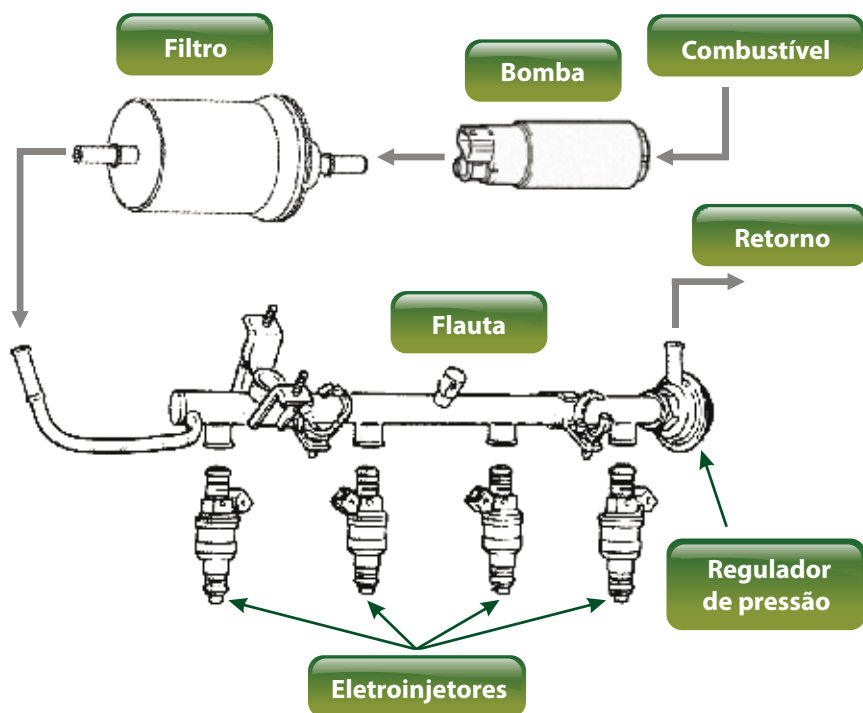
A pressão gerada pela bomba de combustível em toda a linha de pressão é ajustada ao final dela pelo regulador de pressão, garantindo uma pressão fixa e estável nas diferentes situações de consumo do motor. Normalmente localizado no final da flauta ou junto à bomba de combustível, dentro do tanque, o regulador de pressão envia o combustível excedente de volta ao tanque do veículo.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 4 - Regulador de pressão  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Agora observe como funciona a flauta de distribuição.



autozone ([20-?])

Figura 5 - Flauta de distribuição  
Fonte: Oficina e Cia (s.d.)

Continue aprimorando seus conhecimentos, lendo a curiosidade apresentada a seguir.



### CURIOSIDADES

Você sabia que apesar de ter surgido no primeiro veículo nacional em 1988, foi somente a partir de 1 de janeiro de 1996 que todos os automóveis foram obrigados a sair de fábrica dotados de sistema de injeção eletrônica de combustível? Isso aposentou definitivamente os sistemas de alimentação por carburador, que não conseguiriam garantir os novos índices de emissão de gases exigidos pela implantação da Resolução Nº 15, De 13 de dezembro de 1995 pelo CONAMA.

Compreendido como ocorre a admissão de ar e a injeção de combustível, agora você compreenderá como se dá a fonte de calor necessária para o início do processo de combustão.



### SAIBA MAIS

Para saber mais sobre a norma do CONAMA que obrigou definitivamente as montadoras a adotarem o sistema de injeção eletrônica de combustível, leia o texto da resolução em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res95/res1595.html>>. Acesso em 27 jan. 2016.

Como você já sabe, o terceiro tempo do motor de combustão interna do Ciclo Otto, a combustão, inicia-se pela geração da centelha na vela de ignição e a consequente queima da mistura ar/combustível. Para que a corrente elétrica chegue até as velas e se transforme na centelha que dá origem à combustão, um longo caminho é percorrido. Veja a seguir como ocorre o processo.

O sistema de ignição é composto basicamente pelos seguintes componentes: velas de ignição, cabos de vela, bobina (ou bobinas), sensor de rotação e, em alguns sistemas, o sensor de fase.

Para o correto funcionamento do motor, precisamos de um sincronismo perfeito entre injeção e ignição. Sendo assim, o sistema de ignição funciona baseado na rotação efetiva do motor, fazendo essa leitura pelos dados obtidos pelo sensor de rotação. A UCE distingue qual par de pistões está em ponto morto superior (PMS) e qual deles está em fase de compressão. O sensor de fase, quando presente, realiza a leitura no eixo do comando de válvulas com o objetivo de distinguir com mais precisão a posição de todos os pistões. Dessa forma, a UCE define qual das velas irá receber a corrente elétrica.

## 2.3 EVOLUÇÃO

Os primeiros veículos equipados com sistema de gerenciamento eletrônico de combustível, segundo Contesini (2015), surgiram em 1967, sendo o VW Fastback o primeiro veículo de fabricação em série a utilizar o sistema então denominado pela Bosch como "D-jetronic".



i.ytimg (20-?)

Figura 6 - Fastback 1600TL  
Fonte: VW Type3 (s.d.)

Utilizados na sequência pela Porsche, Mercedes-Benz e outros fabricantes, tratavam-se de sistemas analógicos muito simplificados se comparados aos sistemas atuais digitais. Porém, uma grande inovação para os automóveis da época.



### FIQUE ALERTA

Atualmente existem sistemas de injeção eletrônica *aftermarket*, nos quais é possível construir o mapa de injeção e ignição conforme a necessidade de potência ou economia. Esses sistemas permitem que motores de construções mais antigas possam ser dotados de um sistema de gerenciamento eletrônico atual, aproveitando-se de todos seus benefícios. Entre outras aplicações desse tipo de sistema, é a possibilidade de substituir a UCE original, em casos de veículos importados, fora de linha ou menos atuais, no qual muitas vezes a aquisição do componente original novo via importação é difícil em função da idade do veículo e apresenta um custo elevado.

Após aprender sobre as características, as funcionalidades e a evolução da injeção Otto, continue ampliando seus conhecimentos aprendendo sobre a ignição desse tipo de injeção. Siga em frente!

## 2.4 IGNIÇÃO

Como você aprendeu anteriormente, um motor de combustão interna de Ciclo Otto necessita de uma fonte de calor externa para geração da combustão dentro do cilindro do motor. Esta fonte de calor se dá através da centelha gerada pela vela de ignição, a partir dos parâmetros recebidos. A UCE, no momento correto, envia o sinal para a bobina, que libera a corrente elétrica gerada pelo cabo de vela. Ao chegar à vela de ignição, a descarga elétrica migra do eletrodo central da vela para o eletrodo lateral, gerando uma centelha elétrica de alta potência que faz que a mistura ar/combustível já comprimida entre em combustão.

Mas será que você já conhece todos os detalhes do caminho que a corrente elétrica percorre até chegar à vela de ignição e ser convertida em centelha? Neste item você conhecerá esses detalhes, além dos diferentes tipos de sistemas de ignição, seus componentes e suas principais características operacionais.

### 2.4.1 TIPOS E CARACTERÍSTICAS

Com o passar dos anos, os sistemas de ignição evoluíram com os sistemas de gerenciamento eletrônico dos motores. Com essa evolução, não somente o funcionamento mudou, mas também os componentes que integraram esses sistemas, possibilitando um funcionamento mais eficiente dos motores, bem como um aproveitamento melhor do combustível consumido.

### IGNIÇÃO DINÂMICA

O principal componente que caracteriza esse tipo de sistema é o distribuidor. O distribuidor é o componente mecânico responsável pela interação entre o sistema de ignição e o motor. Nele ficam alojados diversos componentes que trabalham em conjunto.

O distribuidor tem as funções de distribuir a corrente de alta voltagem produzida pela bobina para os cilindros por meio de um rotor que as direciona, de comandar a energização do enrolamento primário da bobina, desligando e ligando a corrente desse enrolamento pelo platinado ou do módulo de ignição eletrônica. Também é responsável por promover o avanço do ponto de ignição.

A bobina, que possui dois enrolamentos, quando tem sua energia interrompida no enrolamento primário, gera uma força contra eletromotriz em seu enrolamento secundário, induzindo, assim, a alta tensão de saída, levada ao terminal central da tampa do distribuidor por meio de um cabo.

O rotor, que se encontra dentro do distribuidor, gira sincronizado ao motor a uma proporção de uma volta a cada duas voltas da árvore de manivelas, distribuindo, assim, as centelhas de forma igual em todos 720° do ciclo do motor, conforme a ordem de ignição, direcionando-as pela tampa do distribuidor aos cabos de vela.



## CURIOSIDADES

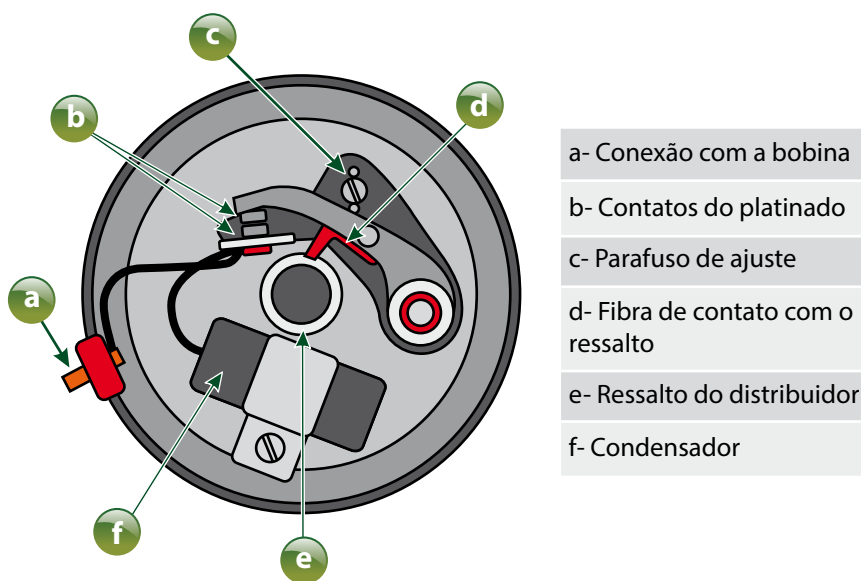
Você sabia que, em um motor Ciclo Otto, cada um dos cilindros recebe uma centelha em sua vela a cada duas voltas do virabrequim? Portanto, um motor de quatro cilindros, por exemplo, trabalhando a 3000 RPM, necessita de 1500 centelhas por minuto para cada cilindro, ou seja, 100 centelhas por segundo no total dos 4 cilindros.

Em sistemas de ignição dinâmicos dotados de ignição eletrônica, o módulo de ignição tem a função de cortar a alimentação da bobina no momento certo, para que haja a indução de alta tensão no enrolamento secundário da bobina. Sistemas anteriores a este utilizavam, em vez de um módulo eletrônico, um dispositivo eletromecânico chamado de platinado, que consiste em um simples contato elétrico revestido de platina, de posição normalmente fechada (NF), aberto apenas quando acionado pelo ressalto do eixo do distribuidor. A cada abertura do contato do platinado era gerada a indução no enrolamento secundário da bobina. O sistema utilizava ainda um capacitor ligado em paralelo ao platinado com a finalidade de estabilizar sua abertura e impedir seu centelhamento. Esse componente é chamado de condensador.

Com o passar do tempo, o sistema com módulo de ignição eletrônica mostrou-se superior em todos os aspectos, tornando obsoletos os sistemas com platinado e condensador.

O platinado acabou sendo totalmente substituído pelo sistema de controle eletrônico porque, com a indução gerada pela bobina no momento da abertura do platinado, também ocorria indução no enrolamento primário. Isso gerava centelhas nos contatos do platinado, reduzindo sua vida útil; mesmo protegido pelo condensador, o platinado ainda necessitava de ajustes frequentes por conta desse desgaste.

A tampa do distribuidor é um componente que deve ser inspecionado sempre que o veículo apresentar falhas, pois uma pequena rachadura é o suficiente para que haja fuga de corrente e, conseqüentemente, falha nas velas.



David Leon (2016)

Figura 7 - Ignição no sistema platinado  
Fonte: Portal São Francisco (s.d.)

A função, tanto do platinado quanto a do módulo eletrônico de ignição, é a de controlar o tempo de carga da bobina, chamado de Dwell, que é medido em milissegundos.

No sistema platinado, a tensão disponível para a vela decresce com o aumento da rotação do motor porque diminui o ângulo de permanência (permanência fechada do platinado por menos tempo).

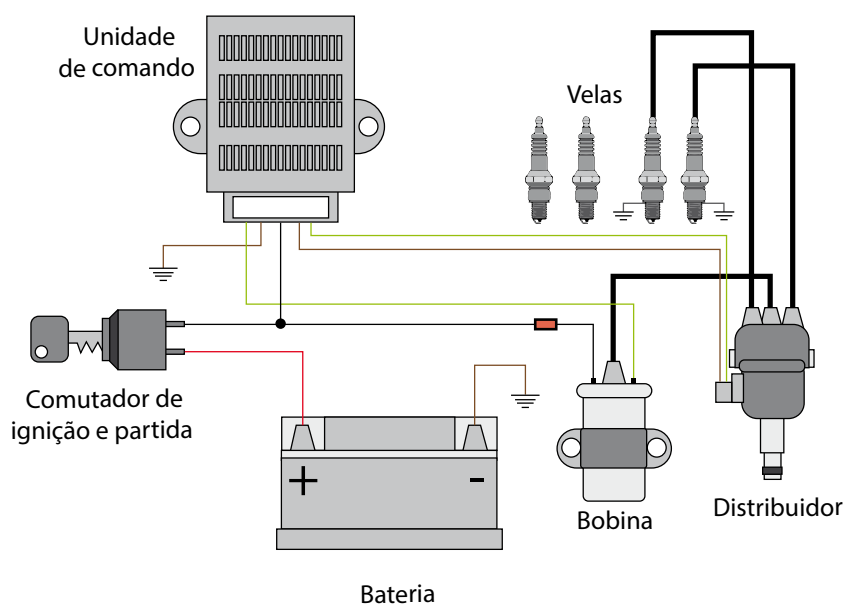
A característica principal do sistema com controle eletrônico é o emissor de impulsos que substitui o platinado. Neste caso, a tensão disponível é maior, e mantém uniformidade mesmo em altas rotações do motor.

Devido às características construtivas do distribuidor, todos os cilindros possuem o mesmo ponto de ignição.

Atualmente, os veículos não utilizam mais distribuidor, porque um distribuidor nunca conseguiria entregar toda a tensão produzida na bobina para as velas devido ao caminho percorrido entre os componentes até chegar às velas, acumulando, durante o percurso, perdas de tensão.

O sistema de ignição dinâmica consiste em um sistema dotado de uma bobina responsável por transformar a baixa tensão de entrada em alta tensão da saída, que por um cabo leva alta tensão e corrente para o distribuidor, que por sua vez, por meio da rotação do motor e de um sensor de efeito Hall, direciona a alta tensão e a corrente elétrica para as velas de ignição pelos cabos de vela. No momento em que a alta tensão chega até o eletrodo central da vela, a tensão gera uma centelha por meio da transferência da tensão para o eletrodo lateral.

Todo o sistema é gerenciado por uma unidade de controle de ignição.



ibsh (20--?)

Figura 8 - Sistema de ignição dinâmica  
Fonte: Portal São Francisco (s.d.)

## IGNIÇÃO ESTÁTICA

Diferente do sistema de ignição dinâmica, no qual o distribuidor direciona a alta tensão gerada pela bobina para cada vela, o sistema de ignição é gerenciado diretamente pela própria UCE, que possui um circuito interno dedicado a isso. Ela comanda as bobinas, que enviam a tensão de saída diretamente para as velas. Nesse caso, não existe distribuidor. Esse sistema também, em muitos casos, pode ser chamado de sistema de ignição por centelha perdida ou *wasted spark*.

O sistema de ignição por centelha perdida pode contar com uma bobina com quatro saídas (uma por cilindro), duas bobinas com duas saídas cada uma (cilindros 1 e 4 em uma e 2 e 3 na outra) ou ainda com quatro bobinas individuais (uma por cilindro). Essa última pode, também, trabalhar de forma sequencial. Obviamente os exemplos citados são para motores de quatro cilindros, empregados na grande maioria dos veículos comercializados em nosso país.

Quando se trata do sistema com uma única bobina com quatro saídas, na verdade o que se tem são duas bobinas internas, aproveitando-se apenas a mesma carcaça. Seu funcionamento inicia-se por meio da alimentação da bobina, energizada via relés ligados ao pós-chave do veículo, e a UCE gerencia os pulsos da bobina que liberará a alta tensão para dois cilindros simultaneamente. O sistema com uma bobina de quatro saídas ou com duas bobinas de duas saídas cada trabalham de forma similar.

Nesses sistemas, as ignições ocorrem sempre nos cilindros solidários, de acordo com seu PMS, sendo sempre cada par alimentado por uma das bobinas duplas, que ao ser acionadas, mandam alta tensão para ambos os cilindros. Enquanto o pistão 1 se encontrará próximo ao PMS no final de sua fase de compressão, o pistão 4 estará em posição equivalente. No final da fase de exaustão, entretanto, no cilindro 1 a centelha da vela dará início a combustão, enquanto o cilindro 4 realizará a queima de algum vestígio remanescente da combustão anterior daquele cilindro, deixando, assim, a câmara mais limpa para receber a próxima admissão.

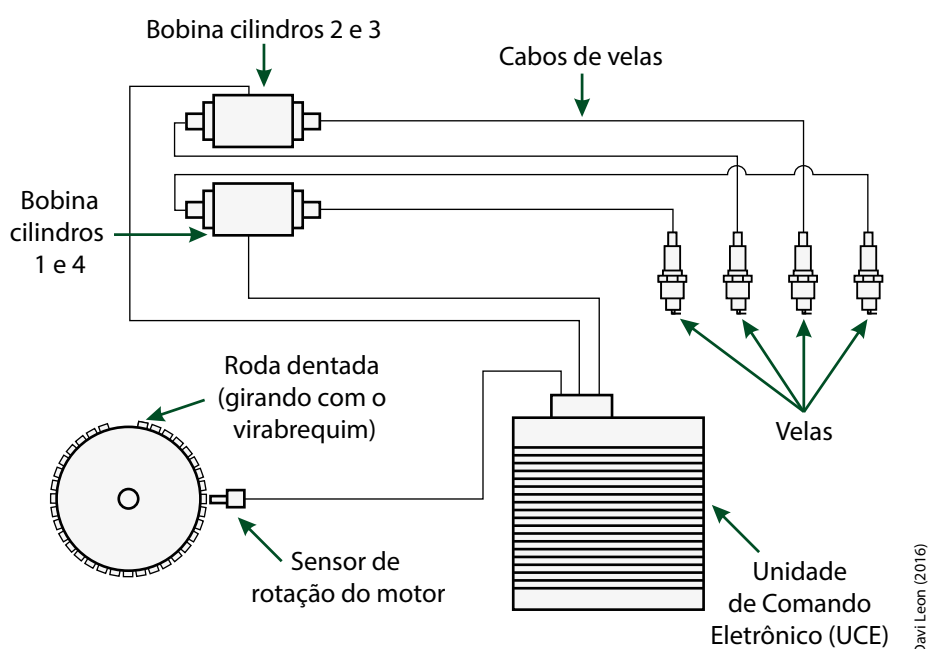
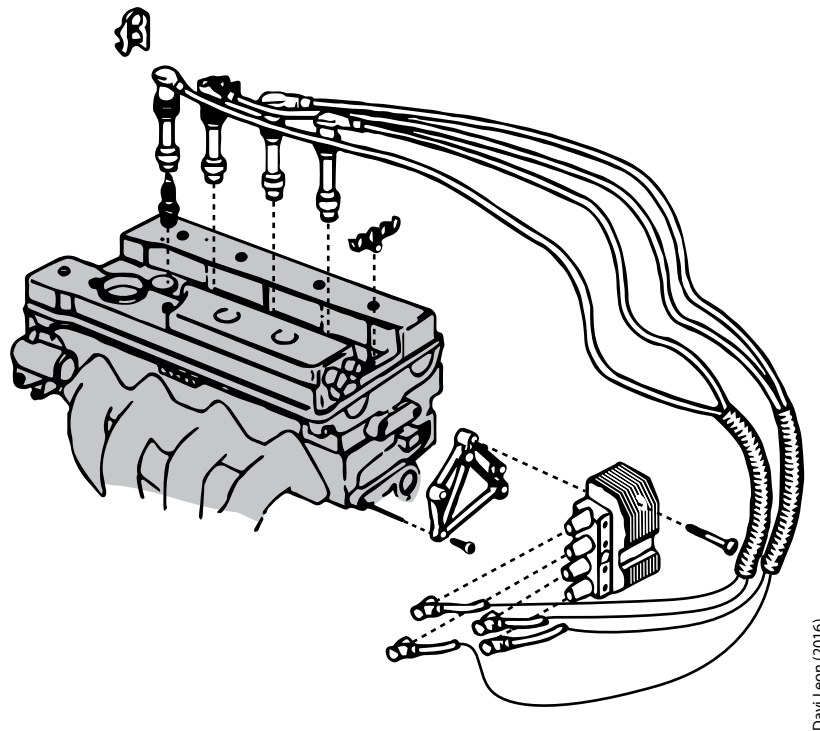


Figura 9 - Sistema de ignição por centelha perdida  
Fonte: Engine Tuner (s.d.)

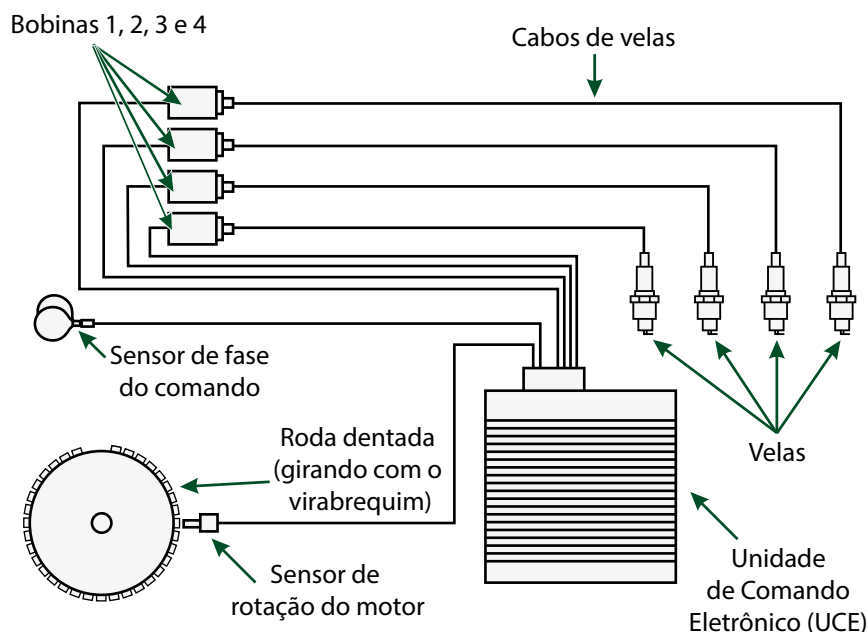
Observe, agora, a figura que representa o sistema de ignição com uma bobina de quatro saídas.



Davi Leon (2016)

Figura 10 - Sistema de ignição com uma bobina de quatro saídas  
Fonte: Infomotor (2009)

Já no sistema com bobinas individuais por cilindro, a alimentação também é feita por relés ligados ao pós-chave do veículo, e a UCE controla diretamente os pulsos das bobinas conforme a estratégia de seu sistema de gerenciamento, podendo ser similar ao funcionamento das bobinas duplas (centelha perdida) ou de forma sequencial, privilegiando assim a potência da tensão de saída de cada cilindro. Neste caso, cada bobina fica responsável por apenas uma centelha a cada ciclo do motor, tendo assim um melhor tempo de reenergização, o Dwell. No caso de funcionamento sequencial, o sistema necessitará de um sensor de fase efetuando a leitura da posição do comando de válvulas para um perfeito sincronismo.



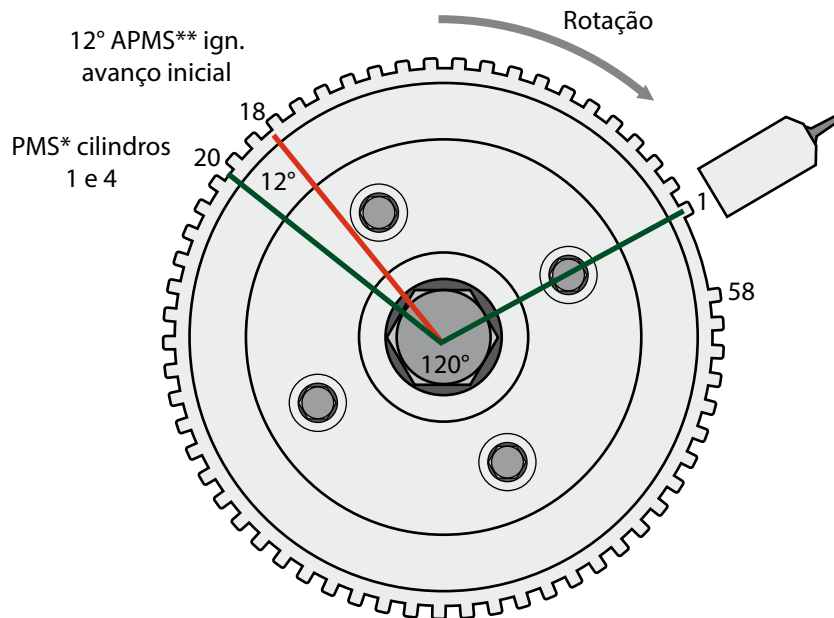
Davi Leon (2016)

Figura 11 - Ignição bobinas individuais  
Fonte: Engine Tuner (s.d.)

Como você pode averiguar, o gerenciamento do sistema de ignição é realizado pela UCE, que por pulsos informa à bobina ou às bobinas quantos e quais cilindros devem receber tensão. Mas você tem ideia de como a UCE sabe exatamente o momento em que cada cilindro deve receber a centelha?

A sequência de ignição dependerá da posição dos pistões nos cilindros do motor, pois como você aprendeu anteriormente, a centelha da ignição é que dá início ao terceiro tempo do motor, a combustão. Portanto, para definir qual e em que momento exato o cilindro deve receber tensão da bobina, a UCE deve saber precisamente qual a posição dos pistões do motor. Para isso, o sistema utiliza-se de um conjunto formado pela roda fônica e o sensor de rotação. A roda-fônica é uma roda dentada de material ferromagnético com intervalos definidos entre os dentes e uma falha usada como ponto de referência a cada volta. É fixada à árvore de manivelas do motor, girando com ela, podendo estar dentro do bloco do motor, na extremidade traseira da árvore de manivelas próxima ao volante do motor, integrada ao próprio volante do motor ou, ainda, externamente, na ponta do virabrequim e junto às polias.

### Roda fônica padrão GM 60-2



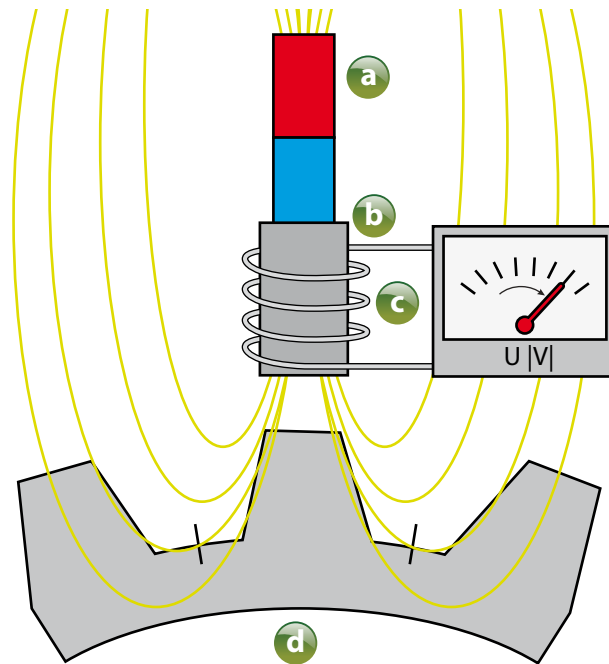
\*PMS – Ponto Morto Superior  
\*\*APMS – Antes de fazer Ponto Morto Superior

Davi Leon (2016)

Figura 12 - Roda fônica 60-2  
Fonte: Photobucket (s.d.)

O sensor de rotação trabalha fixo e regulado a uma distância padrão definida pelo fabricante, próximo a 1 mm, e é composto por um ímã com o núcleo ferromagnético envolto por uma bobina de indução, encapsulado. Seu funcionamento se dá com a face leitora próxima a um objeto ferromagnético, nesse caso a roda fônica (ou roda dentada, como também é conhecida). O sensor indutivo recebe da UCE uma tensão de referência (5 ou 12 volts), devolvendo à UCE um sinal negativo, identificando a rotação e posição da *árvore de manivelas*. O movimento da roda dentada gera uma variação no campo magnético do sensor, gerando uma tensão na bobina do sensor, monitorado pela UCE. Quando o intervalo dos dentes passa pela face do sensor, há uma tensão mínima registrada. Já a tensão máxima é atingida com a passagem do dente frente ao sensor.

Baseada na resultante dessas informações, a UCE gerencia não apenas a ignição como também outras funções do motor ligadas à rotação.



- a – Ímã
- b – Núcleo ferromagnético
- c – Bobina
- d – Roda geradora de impulsos

Davi Leon (2016)

Figura 13 - Roda fônica e sensor indutivo  
Fonte: Carros Infoco (2012)

Fique atento à dica a seguir, pois isso será importante para o seu conhecimento sobre os sensores indutivos.

**FIQUE ALERTA**

A tensão de saída dos sensores indutivos será sempre alternada, e como trata de uma grandeza analógica, deverá ser convertida pela UCE para um sinal digital para sua interpretação.

Com a necessidade de um controle mais rigoroso do sistema de ignição, visando a uma eficiência cada vez maior e uma emissão de poluentes rigorosamente dentro das normas, muitos fabricantes de veículos utilizam, além do sensor de rotação, um sensor denominado sensor de fase, que faz a leitura da posição do eixo comando de válvulas com a intenção de mapear e identificar de forma rápida em qual fase cada cilindro

do motor se encontra. Isso faz que se saiba o momento preciso de abertura e fechamento das válvulas de admissão e se defina, assim, o momento exato de injeção de combustível e da posterior centelha que iniciará a queima, tornando a combustão mais eficiente e com menos desperdício. Com essa configuração, tanto os sistemas de injeção quanto os de ignição trabalham de forma sequencial e monitoram de forma adequada os motores dotados de sistemas de comandos variáveis.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 14 - Sensor de fase

Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Para que você tenha uma ignição precisa, não basta apenas que a UCE saiba qual pistão está iniciando o tempo da combustão. A UCE também precisa definir o melhor momento e o ângulo exato do virabrequim (posição do pistão em relação ao cilindro), para que ela aconteça visando a um melhor desempenho do motor em termos de potência, torque e consumo. Por meio da rotação e de todos os demais parâmetros captados pelos sensores do motor, o sistema consegue garantir um monitoramento do ponto de ignição e seu avanço sempre que necessário. O sistema conta ainda com o sensor de detonação, fixado no bloco entre os cilindros 2 e 3, que realiza a leitura por meio da percepção de vibrações geradas pela pré-ignição ou detonação, que é a combustão espontânea do combustível em função do ponto de ignição demasiadamente adiantado ou combustível de má qualidade. Por esse parâmetro a UCE avança ou atrasa o ponto de ignição do motor, protegendo-o de danos internos.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 15 - Sensor de detonação  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Agora que você conheceu o funcionamento dos sistemas de ignição, você aprenderá as particularidades de cada um dos componentes envolvidos no sistema.

## 2.4.2 COMPONENTES: TIPOS E FUNCIONAMENTO

Como você pôde perceber até agora, o sistema de ignição, além de indispensável, é de grande importância no funcionamento perfeito dos motores de combustão interna de Ciclo Otto, pois é ele o responsável pela combustão eficiente da mistura. A seguir, você conhecerá os componentes que fazem parte do sistema de ignição e suas principais características.

### BOBINA DE IGNIÇÃO

A bobina de ignição armazena a energia necessária para a ignição, e baseia-se na lei da indução. Elas são compostas por dois enrolamentos distintos sobrepostos entre si, o enrolamento primário e o secundário.

A energia armazenada no campo magnético do enrolamento primário é transmitida para o enrolamento secundário por indução, conforme comando do sistema de ignição, e a corrente e tensão transferidas são proporcionais à diferença de potencial entre os dois enrolamentos (relação de espiras).

As bobinas mais atuais possuem um núcleo de ferro selado, composto de lâminas metálicas em uma carcaça plástica. A carcaça é isolada internamente com resina epóxi, proporcionando o isolamento dos enrolamentos entre si e em relação ao núcleo.

Como você pôde observar, a bobina de ignição é a responsável por gerar a alta tensão que chega às velas de ignição para ser transformada em centelha.

Os sistemas de ignição atuais podem contar com:

**a) uma bobina de quatro saídas:** trata-se de um conjunto de duas bobinas de duas saídas cada, construídas de forma conjunta, visando à otimização do número de componentes e à redução de custos de produção. De seus quatro terminais partem os cabos que levarão a alta tensão gerada até as velas, sempre na configuração de centelha perdida.

**b) uma bobina de duas saídas:** os veículos de quatro cilindros com esse tipo de bobina sempre serão dotados de duas bobinas, com dois terminais de saídas cada uma. De seus dois terminais partem os cabos que levarão a alta tensão gerada até as velas. Esses sistemas de ignição estáticas sempre irão operar na configuração de centelha perdida, sendo uma das bobinas ligadas às velas dos cilindros 1 e 4 e a outra às velas dos cilindros 2 e 3.

**c) Bobinas individuais:** dotadas de uma única saída (bobinas individuais por cilindro), são construídas de forma compacta e com conector da vela, e instaladas diretamente sobre as próprias velas, podendo ser fixadas por pressão ou comumente parafusadas à tampa de válvulas ou cabeçote, evitando o seu movimento com a vibração. Essas bobinas possuem como grande diferencial a redução drástica das perdas, pois ao ser gerada, a alta tensão é entregue diretamente à vela, além de trabalhar também com um maior Dwell, ou tempo de recarga da bobina, pois nessa configuração cada bobina dispara apenas uma centelha a cada rotação do motor, já que trabalham de forma sequencial.



Winai\_Tepsuttinun ((20--?))

Figura 16 - Bobina individual  
Fonte: Thinkstock (2016)

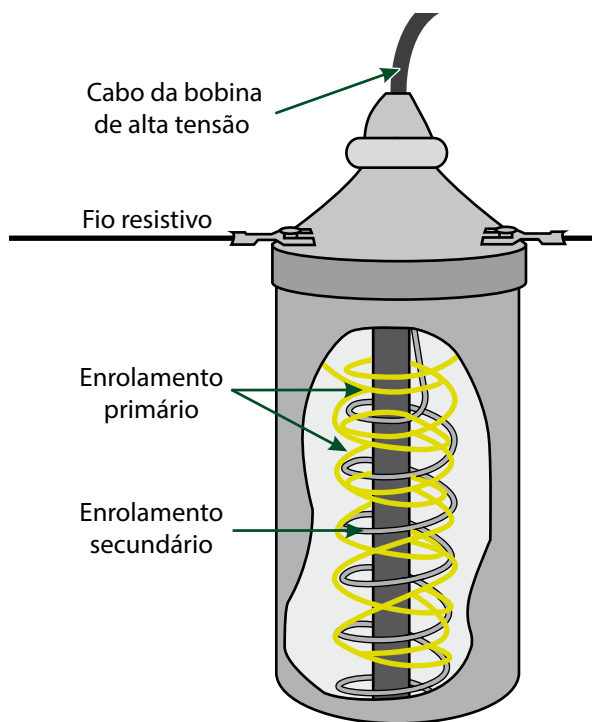
Leia agora uma curiosidade sobre o assunto que você está estudando. Acompanhe!



## CURIOSIDADES

Você sabia que nos últimos anos é cada vez maior o número de fabricantes de veículos que empregam bobinas individuais? Entre as vantagens, destaca-se o fato de serem mais compactas, leves, fornecerem uma potência da ignição mais elevada, controle individual de funcionamento e de falhas, além de gerarem menores perdas por trabalharem diretamente conectadas às velas do motor, sem a necessidade dos cabos de vela.

Independente da configuração dos sistemas de ignição, as bobinas trabalham da mesma forma. Uma bobina tem por objetivo multiplicar a tensão elétrica de forma a elevá-la a níveis que possibilitem gerar uma centelha que realize a queima dentro da câmara de combustão. Para que isso ocorra, a bobina conta com dois enrolamentos, um primário e um secundário. O secundário tem um número de espiras muito superior ao primário.



Davi Leon (2016)

Figura 17 - Enrolamentos da bobina  
Fonte: FrisonTech (2010)

Para transformar baixa tensão em alta tensão, a bobina recebe a baixa tensão pelo enrolamento primário, que por eletromagnetismo transfere a tensão para o enrolamento secundário. O secundário está envolto em um núcleo de ferro. O número elevado de espiras no enrolamento secundário multiplica a tensão da bobina; a alta tensão, por sua vez, é armazenada em um capacitor que a libera quando a bobina recebe o sinal da UCE.

## CABOS DE VELA

Em sistemas de ignição que não trabalham com bobinas individuais, é necessário um meio de levar a alta tensão gerada pela bobina até as velas de ignição. Essa função é desempenhada pelos cabos de vela.

Os cabos de vela devem possuir blindagem para evitar o ruído gerado pela alta tensão que transmitem, e esse ruído interfere em sistemas eletroeletrônicos do veículo. Além disso, também devem oferecer uma condução plena de tensão, evitando assim a fuga de centelha para pontos do motor ou carroceria do veículo.



Andrzej Tokarski ((20-?))

Figura 18 - Cabos de vela  
Fonte: Thinkstock (2016)

Existem basicamente dois tipos de cabos de vela para sistemas de ignição de motores de combustão interna de Ciclo Otto: cabos supressivos e cabos resistivos.

Os cabos supressivos possuem o resistor do cabo disposto por toda a extensão do cabo de vela, oferecendo diferentes resistências em cabos de um veículo que possuem comprimentos diferentes.

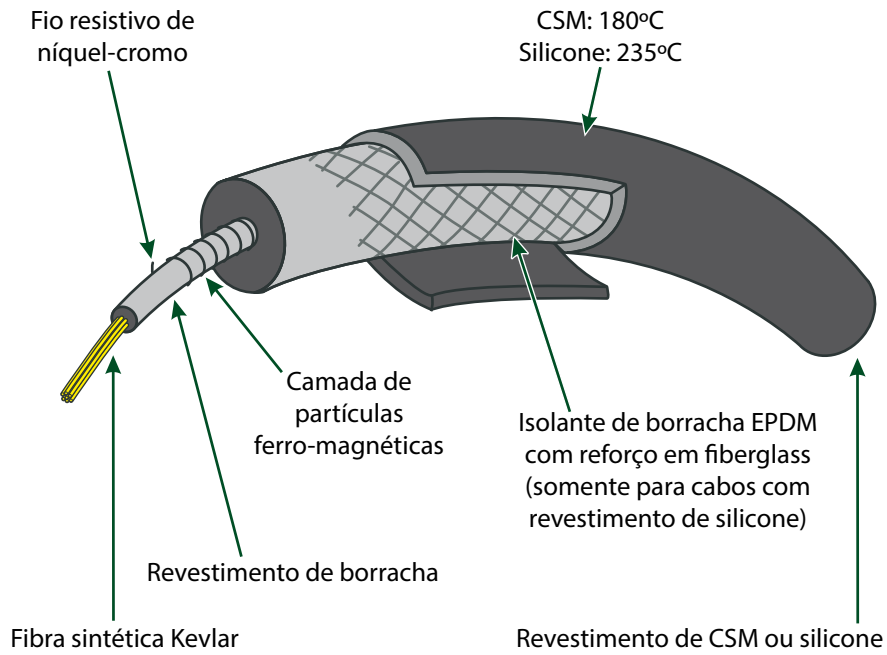


Figura 19 - Construção do cabo de vela supressivo  
Fonte: NGK do Brasil (s.d.)

Diferente dos cabos supressivos, os cabos resistivos possuem a resistência nos terminais e, dessa forma, independente do comprimento do cabo de vela, a resistência será a mesma.

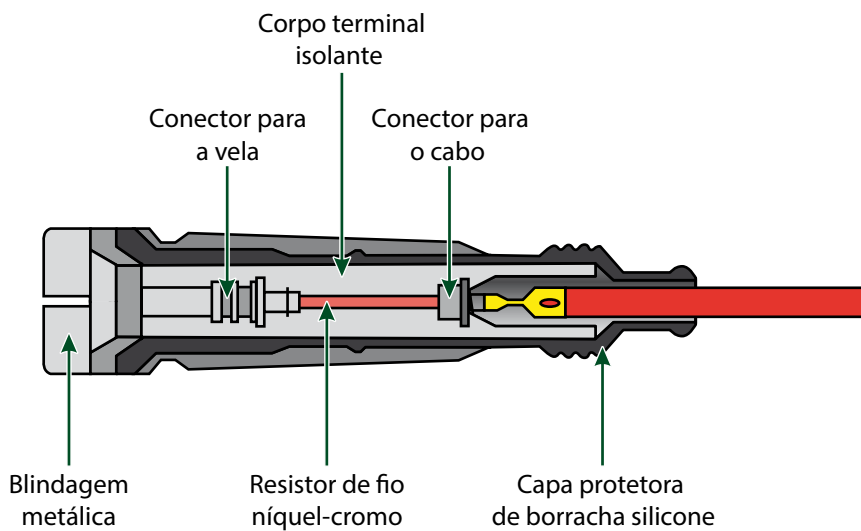


Figura 20 - Construção do cabo de vela com terminal resistivo  
Fonte: NGK do Brasil (s.d.)

A diferença entre os cabos supressivos ou resistivos se dá em função das diferenças de projeto. Sendo assim, um motor projetado pelo fabricante para operar com uso de um determinado tipo de cabo não pode ter o tipo substituído no momento da manutenção.

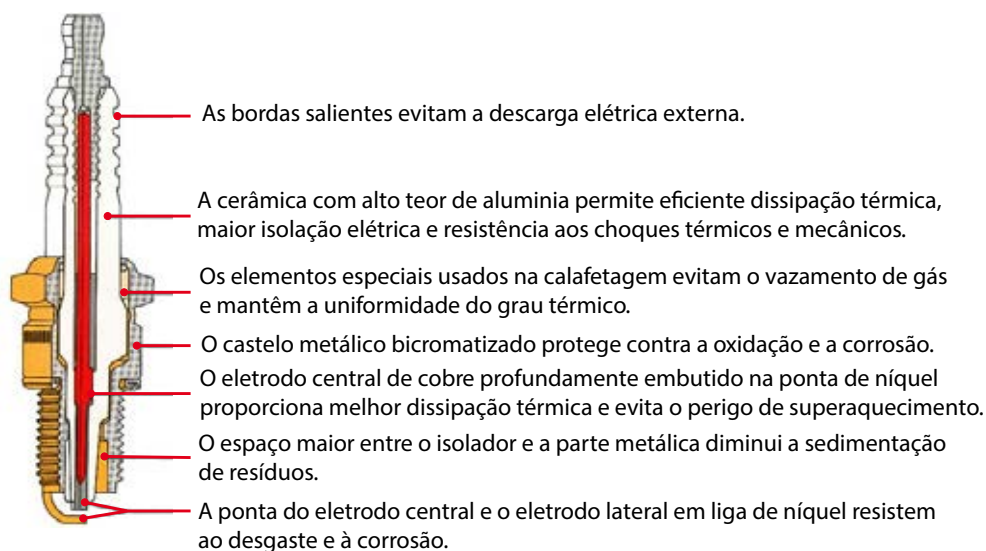


### FIQUE ALERTA

Indiferente do tipo de cabo de vela utilizado pelo veículo, no momento da remoção dos cabos das velas sempre os remova puxando-os pelo terminal e nunca pelo condutor, pois puxar pelo condutor pode ocasionar rompimento da ligação do condutor com o terminal, danificando, assim, o cabo. Além disso, existem alicates específicos para a remoção de cabos de vela, e alguns fabricantes fornecem uma ferramenta descartável para remoção e instalação.

## VELAS DE IGNIÇÃO

Como você leu em diversos pontos deste livro, um motor de combustão interna de Ciclo Otto necessita de uma fonte de calor para iniciar sua fase de combustão. Você aprendeu que quem gera essa fonte de calor é a vela de ignição, por meio da centelha. Na figura a seguir, você verá como se dá esse fenômeno.



Oficina e Cia (20-?)

Figura 21 - Vela de ignição  
Fonte: Oficina e Cia (s.d.)

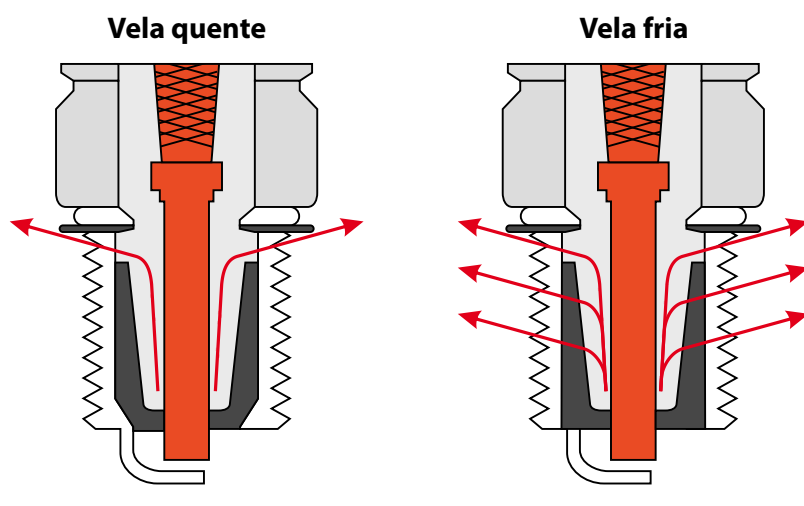
A vela de ignição recebe a alta tensão elétrica que transpassa seu eletrodo central até chegar à ponta dele. A alta tensão passa para o eletrodo lateral por indução; essa passagem gera uma centelha que dá início à combustão do motor. Cabe ainda salientar que o eletrodo lateral da vela está ligado à massa pelo castelo da vela, que fica em contato constante com o cabeçote do motor.



nikkytok ([20--?])

Figura 22 - Vela em centelha  
Fonte: Thinkstock (2016)

Um dos principais problemas gerados pelo processo de ignição é o calor excessivo da vela de ignição. Para evitar isso, a vela precisa ter uma boa dissipação de calor, e esse parâmetro se dá pelo grau térmico da vela, que pode ser do tipo quente ou frio. Essa definição se dá pelo fabricante do motor, que define o regime de rotação do motor, torque, potência e velocidade do veículo. Número de grau térmico alto representa uma vela fria; já um número de grau térmico baixo indica uma vela quente.



Envenenado ([20--?])

Figura 23 - Dissipação de calor  
Fonte: Envenenado (s.d.)

No "Casos e relatos" a seguir, você vai ver como pode ser resolvido um problema nas velas do veículo. Acompanhe!



## CASOS E RELATOS

---

### Fuga de tensão

Joel recebeu em sua oficina um veículo que passou na semana anterior por troca das velas e cabos de velas. De acordo com o relato do cliente, desde a troca o veículo tem apresentado “pouca força”.

Joel iniciou o diagnóstico verificando os parâmetros do sistema de injeção eletrônica e todos estavam em perfeito funcionamento. Após a análise de diversos componentes, Joel resolveu verificar os cabos e velas novos que havia instalado na semana anterior. Ao remover e testar os cabos, ele percebeu que todos estavam em perfeito estado; porém, ao inspecionar as velas, viu que uma delas apresentava uma ruptura no isolador (porcelana). A vela apresentava fuga de tensão diretamente para o cabeçote do motor, e dessa forma não ocorria a centelha entre os eletrodos da vela.

Joel, então, iniciou um processo de análise para descobrir o motivo da ruptura do isolador e chegou a dois possíveis motivos: uma falha de fabricação da vela ou uma falha no momento da instalação. Ele entrou em contato com o fabricante da vela para verificar possíveis registros de problemas com as velas do mesmo lote, mas o fabricante não possuía nenhum registro de problema. Joel então partiu para análise de suas ferramentas e constatou que a chave de vela que ele utilizou possuía uma guarnição interna de borracha, que facilitaria a remoção da vela de locais de difícil acesso, mas essa mesma guarnição trazia problemas em outras situações. A guarnição interna de borracha não permitia que a angulação indevida da ferramenta no momento da manutenção fosse percebida. Com a aplicação de torque em ângulo incorreto, é elevado o risco de trincas e quebras no isolador da vela.

---

Após conhecer os tipos, as características e os componentes da ignição, chegou a hora de estudar como é feita a manutenção. Siga em frente!

## 2.5 MANUTENÇÃO

Da mesma forma que qualquer outro sistema relacionado ao gerenciamento eletrônico de um veículo, o sistema de ignição exige manutenção preventiva. A ausência dessa manutenção cedo ou tarde vai gerar problemas de funcionamento no motor do veículo, o que vai causar a necessidade de manutenção corretiva do sistema.

O plano de manutenção de um veículo enquanto coberto pelo tempo de garantia, é pré-definido com base na quilometragem ou tempo de uso. Entretanto, as revisões programadas nem sempre dão conta de atender a real necessidade de algum pequeno reparo ou substituição de componente. É importante, ao abordar os clientes, utilizar uma argumentação adequada que esclarece a importância de uma revisão pre-

ventiva no caso de qualquer sintoma apresentado, pois o diagnóstico precoce preserva o veículo como um todo. Procure utilizar uma linguagem clara com o seu cliente, com argumentação simples e direta quanto aos benefícios e as economias que um bom plano de manutenção preventiva pode lhe trazer.

Todos os componentes que você conheceu anteriormente demandam inspeções periódicas, principalmente as velas e cabos de vela. As velas tendem a apresentar desgaste em função da alta tensão transmitida entre seus eletrodos. Esse desgaste afasta o eletrodo central do lateral, causando uma elevação da tensão que sai da bobina a fim de gerar a centelha, e essa elevação de tensão de saída da bobina gera danos na bobina que reduz a vida útil do componente.

### 2.5.1 VELAS

Para realizar a inspeção das velas depois de removidos os cabos, como você vai ver a seguir, você deve efetuar a remoção das velas, utilizando, para isso, o soquete de velas apropriado. Eles são sextavados e possuem maior comprimento e um plugue interno de borracha que prende a vela, facilitando sua extração e posterior remontagem, impedindo o contato do isolador da vela com a superfície do soquete sextavado. Feito isso, verifique o possível acúmulo de resíduos, o que identificaria uma queima incompleta. Verifique também a folga entre os eletrodos da vela de ignição, utilizando para isso o calibre de lâminas, conferindo o resultado obtido com o padrão definido pelo fabricante do veículo. Em caso de divergência nos valores obtidos nas medições, as velas deverão ser substituídas. No caso das velas apresentarem condições apropriadas de uso, poderão ser remontadas aplicando-se o torque recomendado pelo fabricante.

O processo de verificação da folga dos eletrodos, também se faz necessário antes da instalação de velas novas, pois elas estão sujeitas a impactos durante o manuseio e transporte das embalagens e das peças. Observe as duas figuras a seguir.



Monkey Business Images Ltd (20-?)

Figura 24 - Vela com folga  
Fonte: adaptado de Thinkstock (2016)

Para a verificação da folga entre os eletrodos, você pode utilizar o calibre de lâminas padrão.

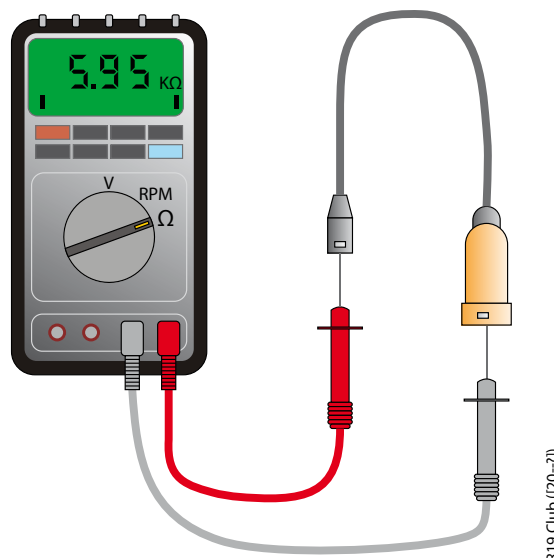


skhoward ([20--?])

Figura 25 - Vela inspeção  
Fonte: Thinkstock (2016)

## 2.5.2 CABOS DE VELA

Para verificar os cabos de vela, você deve removê-los, sempre puxando-os pelo terminal manualmente ou fazendo uso de ferramentas extratoras específicas para o modelo de cabo. Eles são comuns nos motores multiválvulas em que o plugue costuma ser mais longo. Jamais remova os cabos puxando-os pelo condutor, pois os cabos podem ser danificados. Após removidos, basta medir a resistência do cabo, posicionando as pontas de prova do multímetro entre os terminais do cabo de vela. A resistência encontrada deve estar entre os valores mínimo e máximo definidos pelo fabricante do veículo ou pelo fabricante do cabo, podendo ainda comparar-se os valores obtidos entre os cabos, que deverão ser semelhantes.



R19 Club ([20--?])

Figura 26 - Medição de resistência de cabo de vela  
Fonte: R19 Club (s.d.)

Você deve também dar atenção aos terminais internos e aos conectores dos cabos de velas que, por conta da alta temperatura a que são submetidos, podem apresentar oxidação nos terminais e ressecamento e fissuras no material elastômero dos plugues, impedindo a vedação e proteção elétrica durante a passagem da tensão por eles. No caso de apresentarem fissuras ou rachaduras, devem ser substituídos.

Os sensores de rotação e de fase podem ser testados por meio do uso de equipamento de diagnóstico (scanner automotivo) ou osciloscópio. A partir dos parâmetros de leitura obtidos em tempo real, é possível verificar o funcionamento dos sensores.

### 2.5.3 BOBINA

Os testes básicos realizados nas bobinas baseiam-se na medição da continuidade e resistência de seus enrolamentos primário e secundário, com o uso do multímetro, comparando os valores obtidos sempre com as tabelas do fabricante.

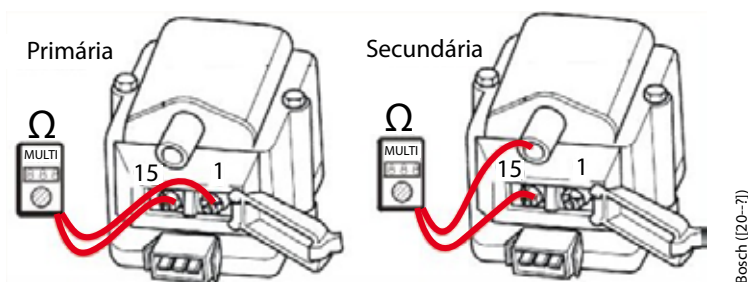


Figura 27 - Teste dos enrolamentos das bobinas  
Fonte: Bosch (s.d.)

A medição da resistência nem sempre nos assegura que a bobina está em boas condições. Sempre que possível, você deve efetuar o teste de funcionamento com o uso do osciloscópio.

### 2.5.4 DIAGNÓSTICO DE FALHAS NO SISTEMA

O sistema de ignição como um todo pode apresentar sintomas simples de que algo não está correto em seu funcionamento. A maior parte dos sintomas pode se apresentar de forma similar, necessitando de uma inspeção para apurar o componente que está ocasionando o mau funcionamento do sistema. Alguns dos sintomas mais comuns são:

- a) alterações no consumo de combustível;
- b) dificuldade de dar a partida no veículo;
- c) perda de potência útil;
- d) funcionamento e lenta irregulares;
- e) falhas e "buracos" nas acelerações e retomadas.

Para os veículos com apenas uma bobina, o diagnóstico acaba sendo simples, pois no caso de não funcionamento nenhuma das velas conseguirá gerar centelha e o motor não funcionará. Para os sistemas estáticos de centelha perdida, as falhas de bobinas comprometem sempre um par de cilindros. No caso os cilindros 1 e 4 tem uma bobina comprometida, e os cilindros 2 e 3 são alimentados pela outra. Nos sistemas com bobinas individuais, os sintomas de mau funcionamento podem confundir-se com um problema na vela de ignição. Em todos os casos a verificação da alimentação da bobina é o primeiro passo para o teste.

O teste permite observar as alterações de funcionamento do motor mediante a falta de ignição em cada cilindro e talvez seja o mais utilizado por causa da sua praticidade. É realizado com a remoção e reposição de cada cabo de vela utilizando um alicate de isolamento apropriado, com o motor em funcionamento. Com um pouco de atenção, você pode identificar o cilindro do motor que não está com a queima perfeita.

## 2.6 COMPONENTES

Para que o sistema de injeção eletrônica dos motores do Ciclo Otto funcione perfeitamente, vários componentes são necessários. Por se tratar de um sistema eletrônico, esses componentes são basicamente os sensores e atuadores que trabalham com a UCE, captando e transferindo os sinais e grandezas e executando as ações no caso dos atuadores. Veja a seguir os sensores e atuadores que integram os principais sistemas de injeção eletrônica de combustível dos motores de Ciclo Otto.

### 2.6.1 SENSORES

Todos os parâmetros de funcionamento do motor são captados pela UCE por meio dos sensores. Por meio de diferentes estratégias de funcionamento enviam os parâmetros para a UCE, que com o controle dos atuadores faz todas as correções necessárias para o funcionamento do sistema. A seguir você conhecerá os sensores envolvidos nesse processo.

#### SENSOR DE FLUXO DE AR

Conhecido também como MAF (do inglês *mass air flow*), o sensor de fluxo de ar fica localizado no sistema de admissão do veículo entre o filtro de ar e o corpo de borboleta, e consiste basicamente em um duto com um filamento central construído de platina. Esse filamento é aquecido por uma tensão proveniente da UCE. Com a passagem do ar admitida, o filamento tem sua temperatura reduzida; com a redução na temperatura, é necessário um aumento da corrente elétrica para manter o filamento aquecido. Esse aumento da corrente elétrica é convertido em tensão de saída pela UCE. Com isso, a UCE consegue calcular por meio de parâmetros internos a massa de ar admitida e realizar os ajustes necessários baseados nessa informação.



Sérgio Augusto Quevedo Schenvenski Filho (2014)

Figura 28 - Sensor de fluxo de ar  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

## SENSOR DE TEMPERATURA

O sensor de temperatura tem a função de informar para a UCE qual a temperatura instantânea do motor.



ribeirorocha (20--?)

Figura 29 - Sensor de temperatura  
Fonte: Thinkstock (2016)

A informação captada pelo sensor pode, também, ser usada para acionar o marcador de temperatura no painel (quando houver), permitindo um monitoramento da temperatura do motor por parte do condutor. Em caso de superaquecimento, uma luz de advertência é acionada no painel do veículo.



Figura 30 - Indicador de temperatura  
Fonte: Thinkstock (2016)

Segundo a Oficina do Saber (2014), os sensores de temperatura convertem a temperatura em variações elétricas que são parametrizadas pela UCE, e também dispostos ao condutor do veículo por meio do painel de instrumentos do veículo. Os sensores de temperatura automotivos são basicamente resistores do tipo coeficiente negativo de temperatura (NTC). Nesse caso, a variação na resistência elétrica interpretada pela UCE é acentuada e se dá por meio dos seguintes norteadores: aumento de temperatura resulta em diminuição da resistência; diminuição de temperatura resulta em aumento da resistência.

### SENSOR DE POSIÇÃO DA BORBOLETA

Como você viu anteriormente, o controle da entrada de ar no motor se dá pela abertura da borboleta de admissão. Para garantir que a posição de abertura da borboleta seja compatível com o fluxo de ar admitido, em uma das extremidades do eixo do corpo de borboletas há um sensor instalado, o sensor de posição da borboleta (TPS). Esse sensor é um resistor variável que efetua sua leitura por meio de uma pista resistiva interna. Nela, a abertura da borboleta varia a resistência elétrica e a UCE interpreta qual o percentual de abertura.

O sensor TPS possui três terminais: um terra, um sinal de referência (5 v) e um sinal de retorno à unidade de comando (valor variável entre 0 a 5 v). Em alguns casos há sensores TPS dotados de pista dupla de leitura, que tem quatro terminais, sendo o quarto um sinal extra de retorno à UCE.



Morgana Machado (20--?)

Figura 31 - Potenciômetro da borboleta de aceleração  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

A resistência da pista poderá ser medida com o uso de multímetro na função ohmímetro, com as pontas de prova entre os terminais 1 e 2, sendo esses 5 v e sinal, respectivamente. O resultado obtido quando se gira o sensor deve variar linearmente entre os valores de resistência 1.100 e 2.200 Ohms.

## SENSOR DE OXIGÊNIO

O sensor de oxigênio (ou sonda lambda, como é chamada comumente) é o responsável por informar à central de injeção o nível de oxigênio remanescente da combustão do motor nos gases de escape, identificando, assim, se a mistura ar/combustível está sendo dosada na proporção ideal para uma queima eficiente da mistura.

Ele fica localizado no escapamento do veículo, entre o cabeçote e o conversor catalítico. Possui uma ponta construída em óxido de zircônio, que fica na parte interna do escapamento, em contato direto com o oxigênio contido nos gases, necessitando de uma temperatura superior a 300 °C para seu funcionamento. A parte externa da sonda coleta o oxigênio do ambiente, fazendo uma comparação entre os níveis de oxigênio de ambos, gerando sinais elétricos que variam de 150 a 950 mv aproximadamente, enviados à UCE. Pouco oxigênio significa que a mistura está rica (excesso de combustível), provocando desperdício; o oposto, muito oxigênio, acusa uma mistura pobre (pouco combustível), podendo gerar perda de rendimento e falhas de funcionamento. Tanto uma mistura rica quanto uma mistura pobre podem prejudicar o conversor catalítico do veículo.

Segundo a apostila Bosch (2011), você pode distinguir os tipos de sonda de seis formas diferentes. Confira no quadro a seguir:

Sondas lambda não aquecidas	Essas sondas abrem o caminho para o controle de emissão de gases de escape do futuro. Requerem uma temperatura de trabalho mínima de 350 °C, portanto, devem ser instaladas ao lado do motor. Período de troca: de 50.000 a 80.000 km.	 Bosch (20-71)
Sondas lambda de três fios	Com o objetivo de poder instalar as sondas lambda longe do motor, na fase seguinte de seu desenvolvimento foi incorporado um aquecedor. Pela primeira vez pôde-se garantir continuamente a temperatura de serviço do elemento sensor, que ultrapassa os 350 °C. Período de troca: de 100.000 a 160.000 km.	 Bosch (20-71)
Sondas lambda aquecidas de quatro fios	Nessas sondas, o sinal do sensor não se dirige pela carcaça, mas por meio de um quarto condutor adicional. Com esse aumento de sinais, é possível detectar uma ruptura de cabo, que poderia impedir o controle lambda. Período de troca: a cada 160.000 km.	 Bosch (20-71)
Sondas lambda planares	Possuem várias lâminas de cerâmica com um aquecedor integrado. Alcançam sua temperatura de serviço duas vezes mais rápido que as sondas utilizadas até agora. Graças a isso, reduzem pela metade as emissões na fase crítica da partida a frio. Período de troca: a cada 160.000 km.	 Bosch (20-71)
Sondas planares de banda larga	Sua diferença em relação às sondas utilizadas até agora é que essas sondas possuem duas células de medição e cinco fios. Realizam a medição com grande precisão, tanto em caso de <i>range</i> rico como pobre. Permitem controlar também motores a gás e Diesel. Período de troca: a cada 160.000 km.	 Bosch (20-71)
Sondas lambda universais	Graças a seus conectores universais, poucos tipos substituem uma grande quantidade de sondas originais. Basta cortar o cabo no local correto e conectá-lo à ponta do cabo da sonda original do veículo. A sugestão é que as sondas em geral sejam testadas preventivamente a cada 30.000 km, ou segundo especificações do fabricante.	 Bosch (20-71)

Quadro 1 - Tipos de sonda lambda  
Fonte: Bosch (2011)

## SENSOR DE PRESSÃO ABSOLUTA

O sensor de pressão absoluta, também conhecido como sensor *manifold absolute pressure* (MAP), tem por função fornecer para a UCE o parâmetro de pressão existente dentro do coletor de admissão, que é variável em função do regime de rotação e carga do motor.

Quando o motor se encontra em marcha lenta, há elevados níveis de depressão no coletor de admissão porque a borboleta de aceleração está praticamente fechada, diferentemente do momento de aceleração plena, em que a borboleta está aberta e há baixos níveis de depressão no coletor. O MAP é o responsável por fazer a leitura dessas diferenças de depressão e informar a central que utilizará esses parâmetros nos cálculos relacionados ao funcionamento do sistema de injeção eletrônica e definição da quantidade de combustível a ser injetado.

Para que atue corretamente, o MAP necessita de alimentação elétrica. Essa alimentação normalmente é de 5 v e é fornecida pela UCE. Além disso, o sensor MAP pode ser do tipo analógico ou digital. MTE-Thomson (2010, p. 15) diferencia ambos da seguinte forma:

### ***Sensor com cápsula piezo-resistiva – MAP analógico***

Consiste em um diafragma (membrana) cerâmico em cuja superfície são aplicados (colados ou serigrafados) resistores com propriedades piezo-resistivas. A resistência elétrica desses resistores se modifica sensivelmente quando é submetida a algum tipo de deformação.

### ***Sensor com cápsula capacitiva MAP digital***

Nesse dispositivo, duas placas de alumínio são separadas por um anel isolante, com o seu interior estando no vácuo. O conjunto apresenta as características elétricas de um capacitor. Com a modificação da pressão a qual está submetido o conjunto, modifica-se a capacidade elétrica da cápsula capacitiva.

Observe o sensor da figura a seguir.



Sérgio Augusto Quevedo Schervenski Filho (2014)

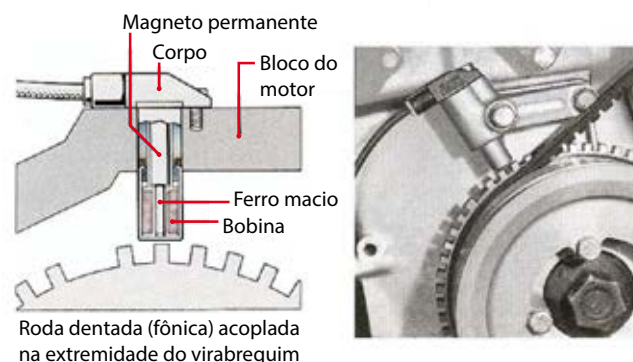
Figura 32 - Sensor conjugado temperatura do ar e MAP  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

## SENSOR DE ROTAÇÃO

Anteriormente você aprendeu que o motor de combustão interna de Ciclo Otto utiliza quatro tempos distintos em seu funcionamento: admissão, compressão, combustão e exaustão.

Em um motor gerenciado eletronicamente, todo o processo de admissão de ar, injeção de combustível e ignição é controlado pela UCE. Para que isso ocorra, entretanto, diversos parâmetros de funcionamento do motor são captados pela UCE por meio dos sensores e são controlados por meio dos atuadores.

Para que a UCE saiba corretamente qual cilindro do motor está no tempo da combustão, ou seja, precisa receber a centelha da vela, existe, ligado à árvore de manivelas, uma roda fônica que tem sua leitura de rotação realizada pelo sensor denominado sensor de rotação. Esse sensor realiza a contagem de voltas da árvore de manivelas e, com isso, a UCE é informada sobre qual par de pistões se encontra em ponto morto superior (PMS). Lembre-se de que sempre que um par de pistões estiver em PMS, um deles estará concluindo a compressão para entrar em combustão, enquanto o outro estará concluindo a exaustão para iniciar a admissão.



Oficina e Cia (20--?)

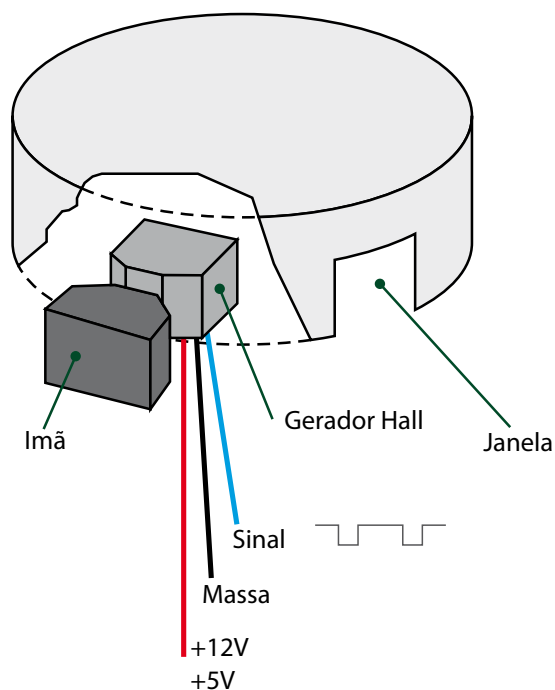
Figura 33 - Sensor de rotação  
Fonte: Oficina e Cia (s.d.)

O sensor de rotação envia para a UCE um sinal elétrico de tensão alternada baseado na variação do campo eletromagnético do sensor. Com este parâmetro, a UCE além de coordenar a saída da alta tensão da bobina também define o avanço do ponto de ignição.

## SENSOR DE FASE

Em alguns sistemas, a UCE, além de contar com a leitura do sensor de rotação para monitoramento da posição e ciclos do motor, conta ainda com o sensor de fase.

O sensor de fase atua em conjunto e de forma semelhante ao sensor de rotação indutivo, porém complementa a afinação da leitura do sensor de rotação da árvore de manivelas. Ele faz a leitura da posição do eixo comando de válvulas por meio de um ou mais ressaltos. Dependendo do sistema, fica normalmente instalado no cabeçote ou tampa de válvula, enviando para a UCE não somente a informação de qual par de pistões está em PMS, mas o momento da fase de compressão no primeiro cilindro do motor. Esse monitoramento preciso permite que o sistema de injeção de combustível opere de forma sequencial.



E-2 Canseco AlcSal G-2 (2012)

Figura 34 - Sensor de efeito Hall  
Fonte: adaptado de E-2 Canseco AlcSal G-2 (2012)

Também encontra-se, com menor frequência, sensores de efeito Hall instalados externamente e que efetuam sua leitura pela polia do comando de válvulas, com seu formato projetado para isso, ou dotada de um disco interno metálico que trabalha com o sensor de efeito Hall.

## SENSOR DE DETONAÇÃO

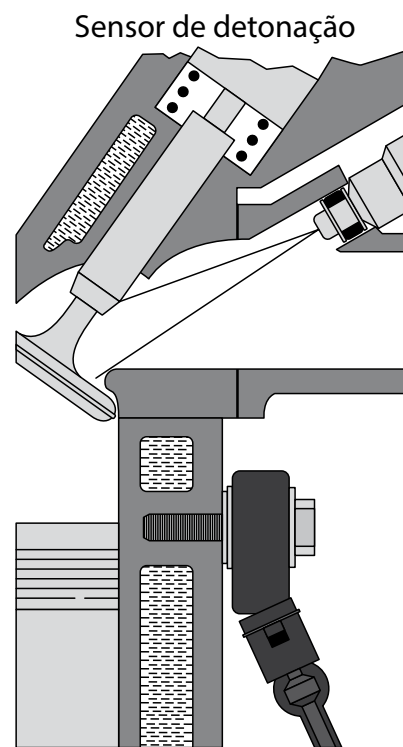
O sensor de detonação (KS, do inglês *knock sensor*) complementa o que você viu anteriormente. Trata-se de um sensor responsável por detectar pré-ignições nos cilindros do motor que é fixado junto ao bloco do motor e que tem como função a captação das frequências vibratórias do motor.



Eveilm Lediani Bao (2016)

Figura 35 - Sensor de detonação  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

O sensor de detonação consiste basicamente em um sensor piezoelétrico. Ao captar as vibrações da detonação proveniente da pré-ignição do motor, o sensor polariza os cristais que integram sua construção interna, gerando uma tensão que é enviada à UCE. A partir dessa leitura, a UCE corrige o ponto de ignição do motor, evitando a pré-ignição. O sensor de detonação é instalado diretamente no bloco do motor, na altura dos cilindros dos pistões, normalmente entre o segundo e terceiro cilindros. Devido à sensibilidade desse tipo de sensor, alguns fatores podem interferir em seu funcionamento, na sua remoção e remontagem, como aperto inadequado do sensor, uso errôneo de arruela em sua montagem, troca do parafuso original por outro mais curto ou mais longo, danos causados à blindagem de seu cabo ou mesmo vibrações intensas geradas por outros componentes desgastados do motor.



Paulo Cordeiro (2016)

Figura 36 - Posicionamento do sensor de detonação  
Fonte: Oficina e Cia (s.d.)

## 2.6.2 ATUADORES

Como você pôde perceber, não basta somente a leitura dos parâmetros de funcionamento do motor por parte dos sensores. Após a fazer a interpretação das informações dos sensores, a UCE define também as estratégias de gerenciamento para realizar os ajustes de funcionamento do sistema de injeção em tempo real. Essas ações são executadas pelos atuadores. A seguir, você conhecerá os principais atuadores do sistema de injeção eletrônica dos motores Ciclo Otto.

## BOMBA DE COMBUSTÍVEL

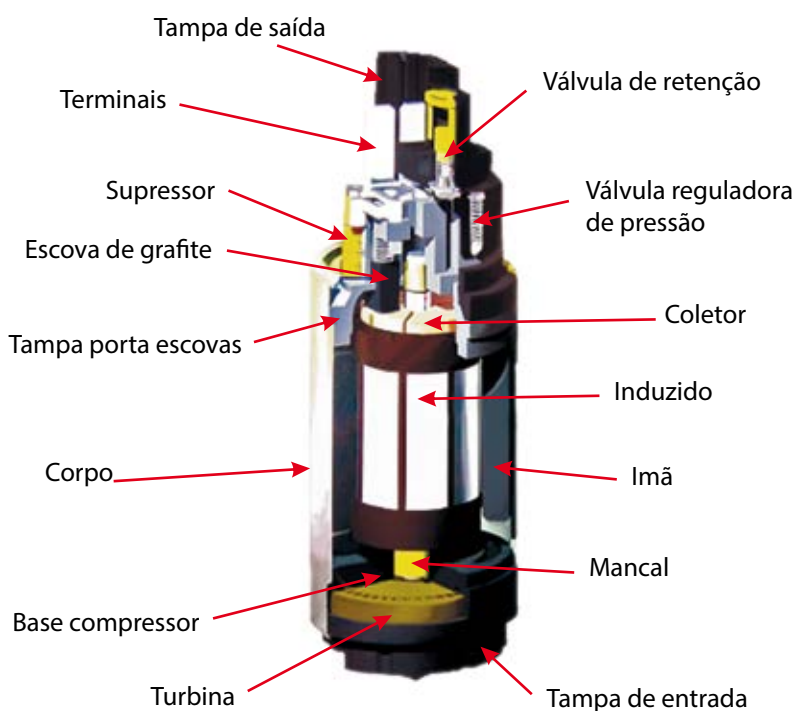
A bomba de combustível empregada nos sistemas de gerenciamento eletrônico de motores Ciclo Otto tem a função de alimentar todo o circuito de combustível do motor, aspirando, enviando e pressurizando o combustível do tanque até a flauta de combustível e seu regulador de pressão. Seu funcionamento se dá movido por um motor elétrico interno, que, ao receber tensão elétrica, movimenta rotativamente um par de engrenagens metálicas internas, que deslizam entre duas placas cerâmicas. Essa rotação gera um turbilhonamento interno de sucção, aspirando o combustível por uma extremidade e pressurizando-o pelo terminal de saída para a linha de pressão que alimenta todo o circuito. O próprio combustível providencia a lubrificação e refrigeração dos componentes internos da bomba.



Evelin Lecliani Bao (2015)

Figura 37 - Bomba elétrica de combustível  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Veja agora a bomba de combustível em detalhes.



Dr. Macete ([20--?])

Figura 38 - Bomba de combustível  
Fonte: Dr. Macete (s.d.)

Cada bomba de combustível possui características de pressão de trabalho e vazão definidas de acordo com sua aplicação, baseadas nas necessidades de consumo de combustível da motorização do veículo e, como todo componente, tem uma vida útil. Para verificar a eficiência da bomba de combustível e do sistema de alimentação de combustível, deverá ser efetuado um teste do circuito em funcionamento. Para isso existem diversas opções de *kits* de teste no mercado, normalmente compostos por dois mostradores, um manômetro para medição de pressão do sistema e um fluxômetro com registro para medição de vazão, podendo ser utilizados no mesmo teste ou em testes individuais. Os sistemas oferecidos ainda contam com um conjunto de mangueiras e conexões diversas que atendem uma ampla gama de instalações em veículos. Após instalados no circuito, deverão ser coletados os dados de pressão e vazão conforme procedimento determinado pelo fabricante de cada veículo. Esses dados deverão ser confrontados com os dados especificados pelo fabricante do veículo ou da bomba de combustível.

## FILTRO DE COMBUSTÍVEL

O filtro de combustível fica localizado na linha de pressão de combustível, do lado de fora do tanque, em local que possibilite o acesso para substituição periódica. Em alguns casos fica junto à bomba de combustível, dentro do tanque. Sua função é reter as impurezas que eventualmente estão contidas nos combustíveis. Essas impurezas podem causar danos a outros componentes do sistema caso não sejam eliminadas, como aos eletroinjetores. A posição de montagem está indicada por uma seta em seu corpo, apontando o sentido do fluxo do combustível. Isso facilita sua correta montagem, pois em muitos casos as próprias conexões de engate são diferentes, dificultando a montagem na posição incorreta.

Na parte interna do tanque, conectada na entrada da bomba de combustível, há também a presença de um filtro, denominado filtro de sucção ou pré-filtro. Ele é responsável por impedir a entrada de partículas que poderiam danificar a bomba de combustível, promovendo, assim, a primeira filtragem do combustível que chegará ao filtro de combustível da linha de pressão.

## LINHA DE COMBUSTÍVEL

É responsável por transportar o combustível do tanque até o tubo distribuidor de combustível e de retornar ao tanque o combustível excedente. Atualmente, a maior parte da linha de combustível é feita com material plástico semiflexível devido a sua resistência e à praticidade em poder ser fabricada em diferentes formatos, como dobras e curvas, acompanhando os desvios da carroceria do veículo. Em alguns veículos é necessária a concepção de parte da linha em material metálico quando ela estiver sujeita a algum tipo de atrito constante ou a alta temperatura, ou, ainda, alguma seção do circuito de combustível com mangueiramento de borracha flexível.

Durante inspeções de manutenção preventiva, você deve inspecionar as linhas de combustível, pois como passam pela parte inferior do veículo, sob o assoalho e longarinas, fixadas por grampos plásticos específicos, estão sujeitas aos impactos de objetos provenientes das vias de rodagem. Em caso de danos, é aconselhada a substituição da seção da linha danificada.

## TUBO DE DISTRIBUIÇÃO

Popularmente conhecido como flauta de combustível devido ao seu formato, o tubo distribuidor de combustível exerce a função de acumular um volume mínimo, de forma a permitir que, mesmo em regimes de alta demanda, todos os eletroinjetores recebam a mesma quantidade de combustível com a mínima oscilação de pressão. Também é nele que são instalados os injetores, fixando-os e fazendo sua vedação na extremidade de entrada de combustível.

Quanto à construção dos tubos distribuidores, eles podem ter formatos e materiais diferentes, podendo ser encontrados em diversas configurações e confeccionados em plástico, alumínio, aço inoxidável ou aço com tratamento anticorrosivo. Nas duas figuras a seguir você pode observar dois tipos diferentes de tubo de distribuição. Confira.



Evelin Leditiani Bao (2015)

Figura 39 - Tubo de distribuição de plástico  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Veja agora o tubo de distribuição de alumínio anodizado

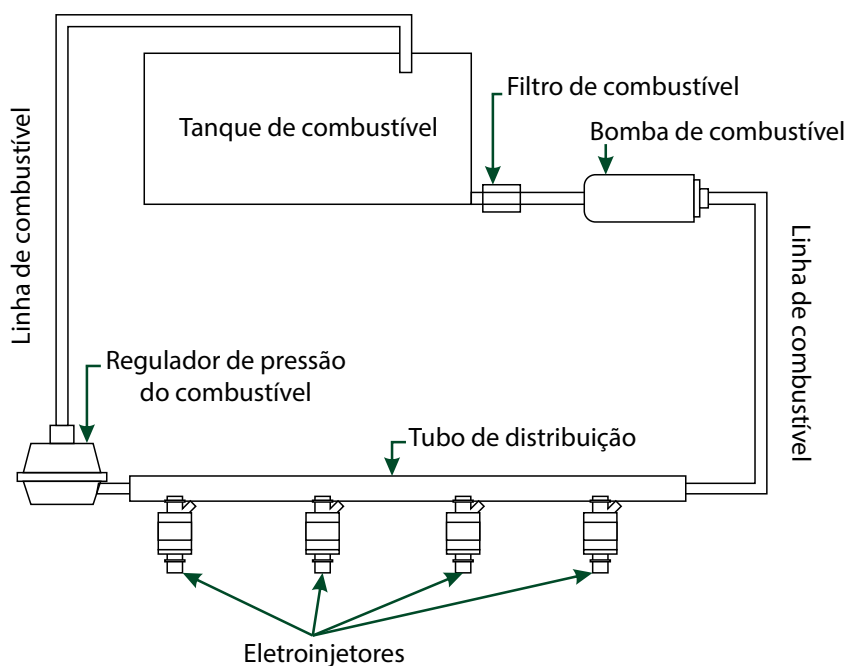


Evelin Leditiani Bao (2015)

Figura 40 - Tubo distribuidor de alumínio anodizado  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

## REGULADOR DE PRESSÃO DE COMBUSTÍVEL

Por manter a alimentação constante e a pressão dentro dos níveis necessários ao funcionamento do motor, a bomba fornece combustível além da quantidade necessária para o funcionamento do veículo. Em função desse combustível excedente, existe a linha de retorno. Como você leu anteriormente, essa é uma tubulação que retorna para o tanque o combustível não utilizado pelo sistema após sua passagem pelo regulador de pressão.

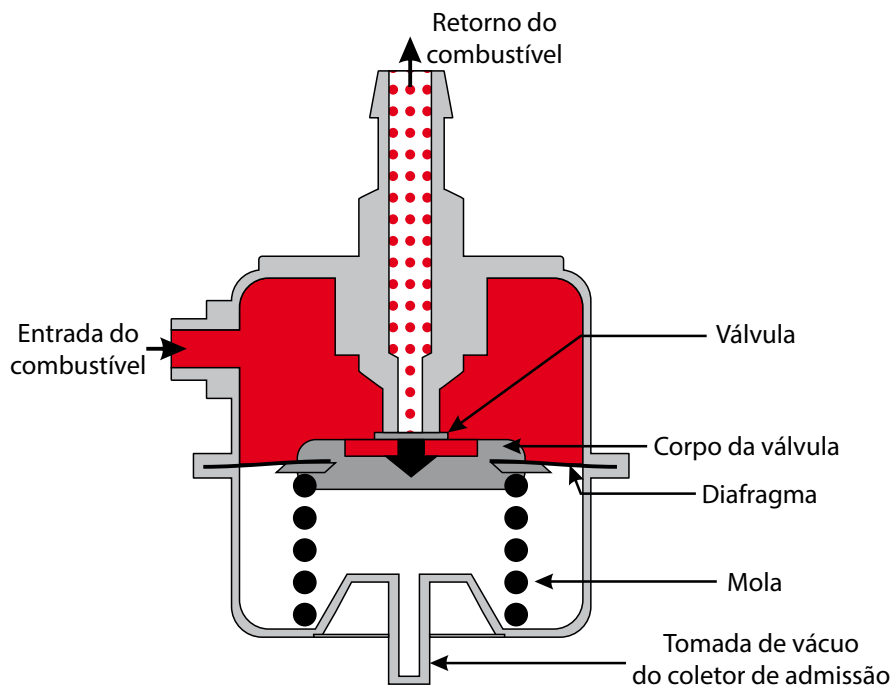


Paulo Cordeiro (2016)

Figura 41 - Linha de combustível  
Fonte: Engine Tuner (s.d.)

Esse regulador trabalha com uma membrana elástica interna chamada de diafragma e é mantido em seu acento de vedação pela ação de uma mola. Quando o combustível contido em sua câmara alcança uma pressão capaz de vencer a força da mola, o diafragma se abre, permitindo a passagem do combustível para a linha de retorno. O regulador de pressão de combustível pode variar sua regulagem em função do vácuo do coletor de admissão, conectado a ele por meio de mangueira ou tubulação. Normalmente é localizado no final do tubo alimentador, podendo ser externo, acoplado diretamente no corpo da flauta ou junto à bomba de combustível interna do tanque.

### Regulador de pressão de combustível



Paulo Cordeiro (2016)

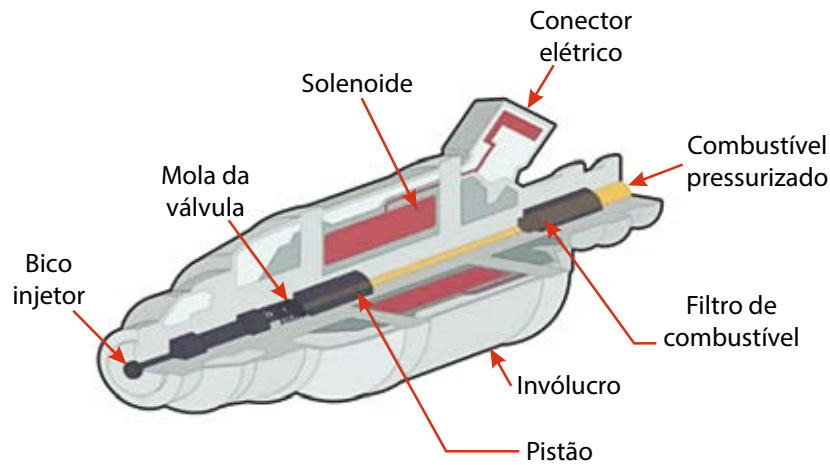
Figura 42 - Regulador de pressão em corte  
Fonte: Oficina e Cia (s.d.)

### VÁLVULA ELETRINJETORA

As eletroválvulas ou solenoides são mecanismos eletromagnéticos compostos de um núcleo móvel de material ferromagnético, envolto em um enrolamento de fios (bobina). Ao ser energizada, a bobina cria um campo magnético que desloca o núcleo, tracionando-o no sentido do interior da bobina magnetizada.

A válvula eletroinjetora trabalha dessa forma e tem como função pulverizar o combustível para dentro do coletor de admissão ou diretamente para o duto de admissão do cabeçote do motor, de forma que esse combustível se misture ao ar admitido na proporção determinada para o regime de trabalho a que o motor se encontra.

A válvula eletroinjetora recebe pressão de combustível proveniente do tubo distribuidor, mas só realiza a injeção quando recebe um pulso elétrico controlado pela unidade de controle eletrônico.

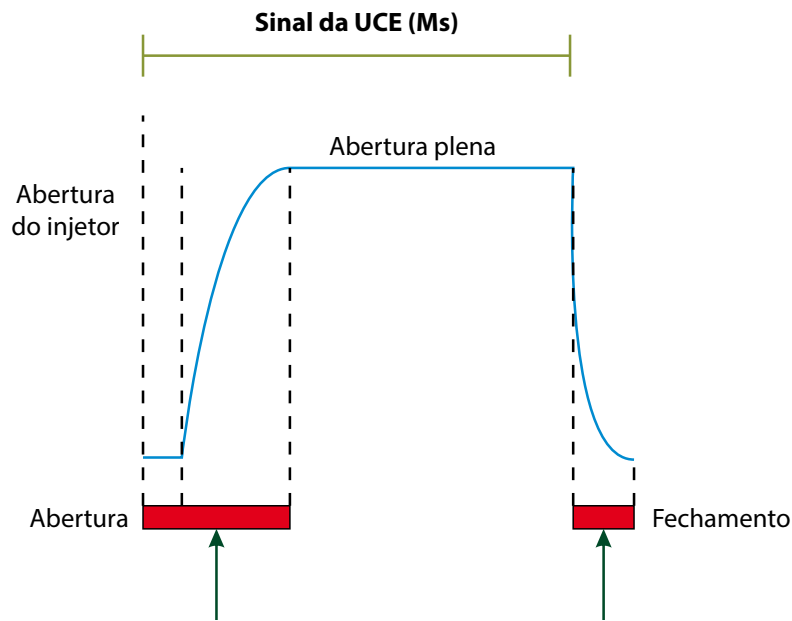


AutocZ (20-?)

Figura 43 - Válvula eletroinjetora em corte  
Fonte: Contesini (2014)

Os eletroinjetores são alimentados com 12 V por meio da linha de “pós-chave” do veículo, a linha 15, intermediada ou não por um relé temporizado de acionamento dos bicos. Para realizar a injeção do combustível, os bicos normalmente trabalham com pulso elétrico negativo; todavia, você pode encontrar sistemas distintos quanto à energização. A bobina interna do injetor é magnetizada, realizando a abertura da agulha, permitindo a passagem do combustível durante a duração desse pulso. A esse pulso dá-se o nome de “tempo de injeção”, e sua duração é medida em milissegundos, definidos sempre pelos cálculos realizados pela UCE.

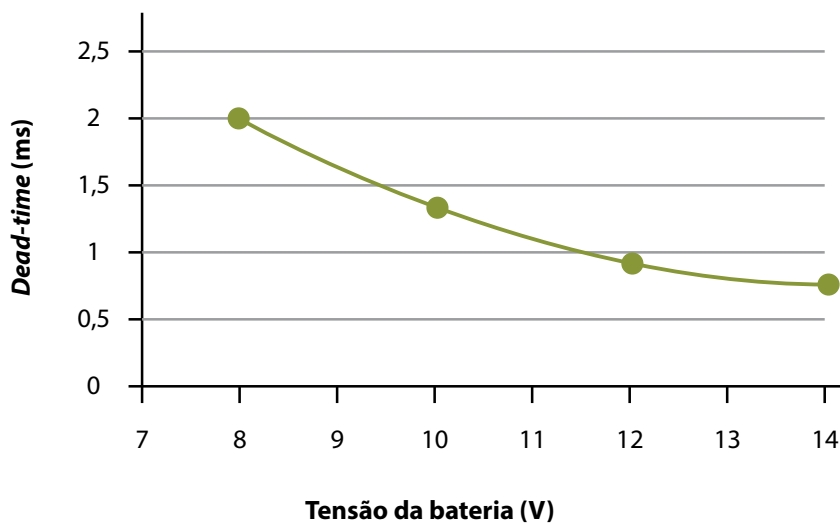
Os eletroinjetores são atuadores eletromecânicos de simples ação, com duas posições (aberto e fechado) e que trabalham de forma cíclica. Quando em posição de repouso, deverão permanecer fechados, de forma a garantir uma vedação perfeita e a não possibilidade de passagem de combustível. Isso é chamado de estanqueidade dos injetores e esse comportamento pode ser testado nos equipamentos de limpeza de eletroinjetores. Quando energizados, devem responder com o mínimo de retardo para a abertura quase que imediata da passagem de combustível. A esse tempo de inércia dá-se o nome de *dead time* dos injetores (ou tempo morto), que consiste na fração de segundo que os injetores levam desde sua energização até sua abertura plena, assim como o tempo de fechamento até sua estanqueidade total. A UCE considera em seus cálculos de tempo de injeção o *dead time* dos injetores para definir o tempo efetivo real de injeção de combustível.



Paulo Cordeiro (2016)

Figura 44 - Injetor *dead time*  
Fonte: adaptado de ProTune (s.d.)

Como os eletroinjetores são atuadores eletromecânicos, eles também sofrem efeitos decorrentes das variações de tensão do sistema de alimentação. No gráfico a seguir você pode verificar uma variação aproximada de eficiência efetiva dos injetores e como a queda de tensão do sistema gera uma perda em milissegundos da abertura real do injetor.

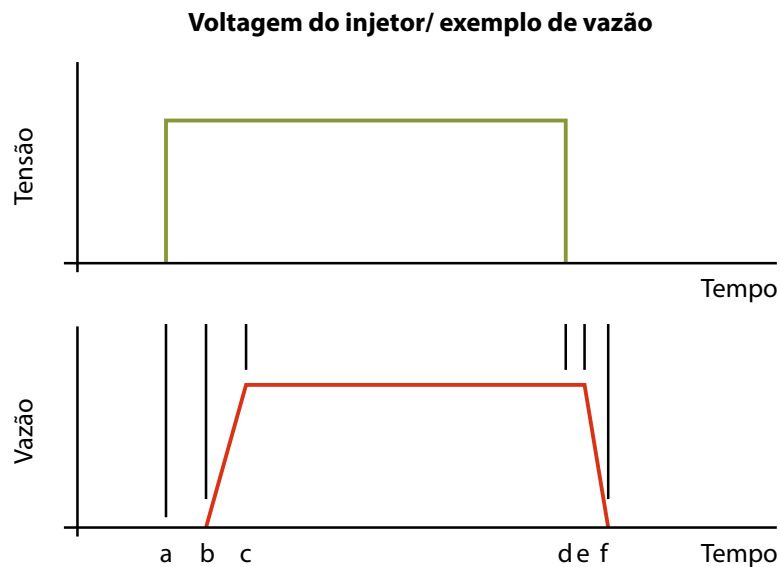


Paulo Cordeiro (2016)

Figura 45 - Gráfico de tensão do injetor  
Fonte: ProTune (s.d.)

Veja no gráfico a seguir o comportamento da abertura do eletroinjetor quando comandado pela UCE.

O pulso de abertura é recebido pelo injetor no ponto (a). A abertura se inicia no ponto (b), posteriormente atingindo sua vazão plena em (c), no qual mantém-se constante até o ponto (d). O pulso é interrompido no ponto (e) e o início de seu fechamento ocorre gradativamente até chegar ao ponto (f), cessando por completo.



Paulo Cordeiro (2016)

Figura 46 - Gráfico *dead time* do injetor  
Fonte: Ramponi (2015)

Repare que as perdas decorrentes do fechamento são menores que as apresentadas durante a abertura, pois o combustível exerce pressão sobre a agulha no sentido de fechamento, tornando-o mais rápido que a abertura.

Os testes dos eletroinjetores são de extrema importância para detectar anomalias de funcionamento no motor, que surgirão em caso de mal funcionamento de um ou mais desses atuadores.

Existem diferentes testes a ser realizados, iniciando-se pelos feitos com base nos valores de resistência obtidos a partir do enrolamento de sua bobina interna. Esses valores devem estar de acordo à faixa de valores especificada pelo seu fabricante. Quanto à operação dos injetores, deve-se medir a tensão de alimentação dessa válvula, assim como deve-se monitorar os pulsos dos injetores com o motor em funcionamento. Esses pulsos devem aumentar gradativamente a medida que se aumenta o regime de rotação do motor. O teste pode ser executado com muita precisão se feito com um osciloscópio automotivo.



Sérgio Augusto Quevedo Schervenski Filho (2014)

Figura 47 - Osciloscópio automotivo  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Mecanicamente, as válvulas eletroinjetoras podem apresentar alguns defeitos, como falta de estanqueidade. Isso acontece por causa de sujeira ou danos internos no injetor, provocando gotejamento de combustível, entupimento ou mesmo trancamento dos injetores, causando diminuição da quantidade de combustível injetado, inconsistências diversas no formato do “leque” do injetor ou a parada da injeção por completo.

Ao realizar o procedimento de limpeza e testes dos injetores, é apropriado que você faça a substituição dos anéis de vedação e do elemento filtrante contido na extremidade de entrada de combustível.

Observe as figuras a seguir.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 48 - Kit de reparos do eletroinjetor  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Os eletroinjetores podem ser limpos por meio de uma máquina como a mostrada a seguir.



Morgana Machado (2014)

Figura 49 - Máquina de limpeza de injetores  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

No mercado você pode encontrar diferentes fabricantes de equipamentos destinados à limpeza e testes de eletroinjetores. Podem-se efetuar diferentes tipos de limpeza dos bicos, assim como simulações de funcionamento, estanqueidade, ciclos e testes de equalização dos conjuntos de injetores, comparando a vazão (cc/min) apresentada em todos os injetores do conjunto.



#### FIQUE ALERTA

Para o funcionamento correto do motor, todos os seus injetores deverão apresentar a mesma vazão de combustível injetado em função do tempo de teste. Como regra geral, para um correto funcionamento do motor, os injetores não devem apresentar diferença de volumes injetados superior a 5%.

## VÁLVULA DO CÂNISTER

O cânister é um reservatório de gases provenientes do acúmulo de gases de combustível no tanque. Esses gases, quando presentes no reservatório do cânister, são condensados pelo carvão ativado presente em seu interior. Após essa condensação, eles são direcionados ao coletor de admissão do motor.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 50 - Válvula do cânister  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

A válvula purga do cânister é a responsável pela dosagem dos gases a ser reaproveitados pelo motor. Normalmente é instalada no compartimento do vão do motor, próxima ao coletor de admissão (posterior ao corpo de borboletas). É controlada pela UCE para permitir que os vapores do filtro de carvão ativado sejam naturalmente aspirados pela depressão gerada dentro do coletor. A válvula trabalha com o filtro de carvão ativado, que armazena os vapores gerados pelo combustível do tanque do veículo e passam para o motor, sendo reutilizados na queima, gerando potência suplementar. O reservatório fica localizado, normalmente, embaixo do paralamas direito do veículo, e o uso desse filtro é necessário para reduzir o índice de gases tóxicos na atmosfera.

## CORPO DE BORBOLETAS

O corpo de borboleta ou TBI é a porta de entrada do ar atmosférico para o motor gerenciado eletronicamente. Conforme visto anteriormente nas funcionalidades do sistema de injeção eletrônica, quando o condutor do veículo pressiona o pedal do acelerador, a borboleta do TBI se abre, gerando um aumento na quantidade de ar. Por conta dos sensores do sistema que acompanham esse movimento, a UCE providencia instantaneamente um proporcional aumento de combustível para que a admissão da mistura se mantenha equilibrada.



Jeferson Luis Koslovski (2015)

Figura 51 - Corpo de borboleta motorizado  
Fonte: do Autor (2016)

*O sistema de acelerador eletrônico, também conhecido como drive by wire, surgiu na Fórmula 1 e hoje está presente em, praticamente, todos os veículos produzidos. Seu funcionamento baseia-se na eliminação do cabo do acelerador, herdado dos veículos carburados. No sistema atual, ao acionar o pedal do acelerador você está, na realidade, acionando um interruptor do tipo potenciômetro de pista dupla, que capta esse movimento angular e transmite à UCE as informações referentes à alteração do ângulo e à velocidade na qual o pedal foi acionado. Essa configuração de acelerador eletrônico permite à UCE gerenciar a abertura da borboleta de aceleração, otimizando o consumo de combustível aliado ao desempenho máximo possível, entregando ao motor a quantidade correta de ar e combustível em cada situação exigida pelo condutor.*

Em posse das informações do sensor do pedal do acelerador, a UCE as cruza com as demais informações do motor, como a rotação atual, sua temperatura de trabalho, pressão atmosférica, entre outras, definindo uma estratégia de funcionamento e gerando, então, um “comando” que é imediatamente enviado ao atuador presente no corpo de borboletas motorizado. O atuador terá sua borboleta aberta eletromecanicamente por meio de seu motor elétrico acoplado ao sistema de redução por engrenagens, na proporção calculada pela UCE. Isso permitirá o correto aumento do volume de ar para a admissão do motor. Para garantir que a borboleta seja aberta na proporção correta existe ainda o TPS de pista dupla, integrado ao atuador motorizado, que garante o monitoramento preciso das funções de aceleração e controle da marcha lenta.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 52 - Dispositivo do sensor de posição da borboleta  
 Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

O sistema de acelerador eletrônico possui muitas vantagens em relação ao sistema anterior, ainda a cabo. Veja algumas delas no quadro a seguir:

1	Consumo de combustível reduzido em comparação ao sistema convencional, devido à utilização de apenas a quantidade de combustível necessária para a aceleração solicitada pelo condutor.
2	Desempenho otimizado por aproveitar melhor todas as variáveis de funcionamento do motor, considerando as informações enviadas pelos outros sensores do sistema que informam a UCE, responsável por comandar as melhores ações para cada instante.
3	Controle total das acelerações, evitando acelerações bruscas, utilizando o torque de maneira coerente, eficiente e sem excessos de combustível na mistura.
4	Marcha lenta mais baixa, otimizando consumo de combustível e vida útil do motor.
5	Retomada de acelerações mais eficientes devido ao sistema “entender” que o motorista precisa de uma maior aceleração naquele momento, facilitando ultrapassagens, subidas muito íngremes e outras condições avaliadas.
6	Sistema eletrônico mais confiável e preciso, pois a borboleta de aceleração é fabricada com sistema blindado, não permitindo interferências externas.

Quadro 2 - Vantagens do sistema de acelerador eletrônico  
 Fonte: adaptado de Notícias da Oficina (s.d.)

No Brasil ainda existem milhões de veículos em circulação anteriores à tecnologia de acelerador eletrônico. Nesses sistemas menos atuais, a abertura da borboleta é realizada por meio do cabo do acelerador em aço semirrígido, que transmite ao corpo de borboleta o movimento do pedal de forma mecânica por meio desse cabo, que liga o pedal do acelerador diretamente à borboleta. Não há nenhum tipo de controle eletrônico prévio da entrada de ar, mas um monitoramento que age em resposta ao movimento. É o TPS que coleta as informações e as encaminha à UCE para que ela possa definir o funcionamento dos atuadores desse sistema, de forma a alimentar corretamente o motor. Nesses sistemas, a suavidade ou não das acelerações e desacelerações ficam a cargo da sensibilidade do condutor do veículo, pois se você acelerar de forma brusca, o motor tende a reagir. Se você tirar o pé do acelerador, o motor irá reduzir bruscamente a entrada de ar e conseqüentemente sua rotação, podendo gerar desconforto aos ocupantes e exigindo o auxílio do atuador de marcha lenta para que o motor estabilize sua marcha também nessas situações.

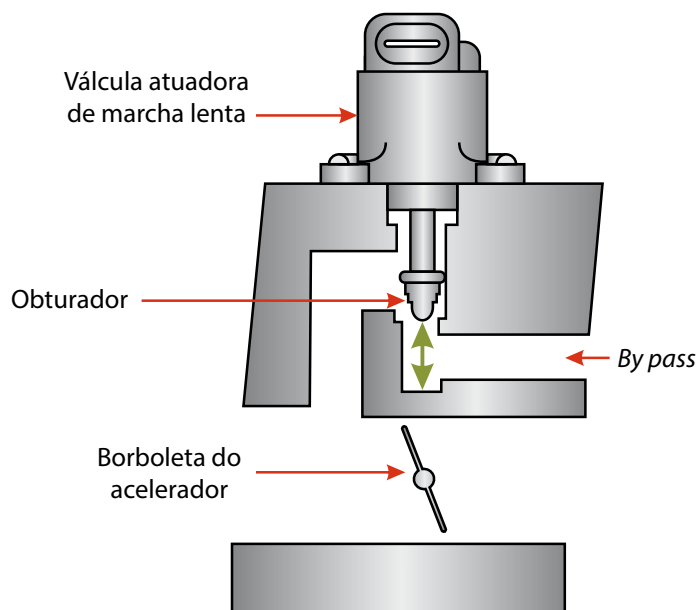
## ATUADOR DE MARCHA LENTA

Com a implementação massiva dos sistemas de gerenciamento dotados de aceleradores eletrônicos, com diversas vantagens sobre os antecessores a cabo, o atuador de marcha lenta vem tornando-se obsoleto, pois esse controle é executado com precisão por meio da abertura parcial da borboleta de aceleração, controlada pela UCE. Entretanto, nos sistemas de injeção eletrônica em que o corpo de borboletas não é controlado eletronicamente (nesses casos há o tradicional cabo que liga diretamente o pedal do acelerador à borboleta), caso o condutor não pressione o pedal do acelerador, a borboleta se manterá totalmente fechada. Nesses sistemas, o motor precisa constantemente ter sua rotação estabilizada, tanto em variações de rotação normais quanto geradas por demandas do motor. Por exemplo, ao ligar o ar condicionado acopla-se a polia magnética do compressor, gerando um maior esforço do motor que tende a cair de rotação. Essa situação é corrigida pelo atuador. Situações como temperatura de funcionamento do motor e diferenças de altitude que influenciam na marcha lenta do motor também podem ser corrigidas dessa forma. Nesses sistemas, existe um atuador elétrico do tipo motor de passo denominado atuador de marcha lenta. Um motor de passo trabalha com pulso modulado, gerando uma onda quadrada de sinal, diferente de um motor elétrico convencional. Sua função no motor consiste em controlar a passagem de ar para dentro do coletor de admissão por meio de uma passagem secundária paralela à entrada de ar pela borboleta de aceleração, funcionando como um *by pass*<sup>1</sup>.

---

1 Passagem alternativa ou passagem secundária. Desvio.

O atuador de marcha lenta precisa de manutenções periódicas, com a remoção e uma limpeza do obturador e do canal de passagem do ar. Esses cuidados são suficientes para a manutenção de seu bom funcionamento.



Paulo Cordeiro (2016)

Figura 53 - Circuito atuador de marcha lenta  
Fonte: Oficina e Cia (s.d.)

Em casos de falhas de funcionamento, alguns sintomas podem ser observados:

- marcha lenta instável ou inexistente;
- rotação elevada de marcha lenta;
- motor do veículo "apaga" em uma desaceleração seguida de parada;
- ao ligar o sistema de ar condicionado, o motor "apaga";
- dificuldade de partida do motor.

Quando acontece a remontagem do atuador de marcha lenta, cada veículo ou sistema de gerenciamento pode possuir procedimentos de reconhecimento do atuador. Consulte sempre os procedimentos de manutenção de cada veículo.

## 2.7 DIAGNÓSTICOS

Um diagnóstico eficiente parte da coleta do máximo de informações relevantes do veículo com seu proprietário, mesmo que sejam informações que, a princípio, possam parecer irrelevantes, como uma lavagem do veículo.

A padronização dos procedimentos por parte da empresa também merece destaque, pois a partir do momento em que se cria um histórico das operações realizadas, tanto para monitoramento dos veículos dos clientes quanto para controle interno, criam-se referências que serão úteis para serviços posteriores similares, facilitando o orçamento de serviços quanto à mão de obra. A padronização dos processos possibilita, também, um monitoramento da eficiência na execução de determinados serviços, pois se existe um orçamento aprovado para 10 horas de serviço mediante o diagnóstico efetuado, espera-se que realmente o serviço seja finalizado dentro do tempo estimado. Baseado nisso, você começa a entender o porquê de um diagnóstico de inconvenientes preciso, realizado com base nas informações coletadas do cliente, utilizando, quando possível, o histórico do veículo aliado às ferramentas de registro de suas operações no tempo padrão de mão de obra (TPMO). Dificilmente você terá imprevistos extras com o serviço.

## 2.8 FERRAMENTAS DE REGISTRO E ORÇAMENTO

Uma ferramenta simples e extremamente eficiente é o *checklist*. Tanto no diagnóstico precoce quanto no diagnóstico mais criterioso, o uso de ferramentas de registro como o *checklist* é importante, pois impede que detalhes passem despercebidos. Isso remete ao fato de serem criados procedimentos que favorecem a rotina do trabalho, possibilitando que por meio da análise de resultados de serviços anteriormente realizados, você possa implementar as melhorias contínuas necessárias para tornar seu trabalho cada vez mais eficiente e produtivo.

É certo que nem sempre você conseguirá descobrir a origem do defeito apenas com as informações fornecidas pelo cliente, mas isso é a base para o início de uma inspeção mais detalhada. Assim que for possível ter o diagnóstico do defeito, bem como a sua causa, você pode elaborar o orçamento, levando em conta o tipo de serviço a ser executado (hora/trabalho), as peças a ser substituídas e demais reparos a ser realizados, assim como o tempo de permanência do veículo na empresa.

No caso de aprovação do cliente, caso ainda não exista, o serviço poderá ser executado mediante registro das informações na ordem de serviço (OS), que é outro instrumento para comunicação e controle do serviço.

A ordem de serviço deverá conter os dados do cliente, a identificação do veículo e demais descrições do problema encontrado, diagnosticado ou apenas a ser executado. As empresas costumam diferenciar, nas ferramentas de registro, se o serviço é de seguradora ou cliente final, identificando no tipo de OS. Isso porque os procedimentos e prazos diferem no caso de serviços para empresas de seguro por conta das exigências e procedimentos obrigatórios.



## RECAPITULANDO

---

Neste capítulo, você pode conhecer melhor todos os componentes presentes nos sistemas de gerenciamento da injeção eletrônica. A compreensão da função e o funcionamento desses componentes proporciona uma melhor visão do gerenciamento eletrônico do veículo como um todo, permitindo o aprofundamento cada vez maior de seus conhecimentos na área automotiva. Você viu também os principais sintomas das anomalias da injeção eletrônica, e isso lhe capacita a realizar diversos procedimentos, como desmontagem, inspeção, testes, diagnóstico e remontagens dos componentes estudados. Importante lembrar que cada veículo possui suas peculiaridades e requer sempre a utilização de material técnico para compreensão e execução dos corretos procedimentos de reparação. Dispondo dos conhecimentos desenvolvidos neste capítulo, você está apto a aprofundar seus estudos nos sistemas de injeção dos motores a Diesel, que será o assunto do próximo capítulo. Continue estudando!

---







Como você viu anteriormente, um motor de combustão interna de Ciclo Otto precisa de três elementos para funcionar plenamente: oxigênio, combustível e uma fonte de calor (a centelha da vela de ignição). Quando se trata de um motor de combustão interna de Ciclo Diesel, os elementos são os mesmos, mas a fonte de calor é diferente. Nos motores Ciclo Diesel, o calor se dá pela elevada taxa de compressão do sistema, que resulta no aquecimento da mistura ar/combustível dentro da câmara de combustão. Como você pôde perceber, uma mistura ar/combustível eficiente é de grande importância para o funcionamento de um motor. Neste capítulo você conhecerá o sistema de injeção eletrônica dos motores Ciclo Diesel.

Ao final deste capítulo, você saberá:

- a) identificar, no planejamento, de acordo com a ordem de serviço, o tipo de manutenção a ser realizada nos sistemas;
- b) definir, no planejamento, as etapas da manutenção a ser executada nos sistemas;
- c) identificar, para fins de diagnóstico, o sistema a ser reparado;
- d) selecionar ferramentas, instrumentos e equipamentos em função do diagnóstico e da manutenção a ser realizados nos sistemas, de acordo com o manual de reparação;
- e) selecionar e aplicar, nos sistemas, as normas e os métodos de diagnóstico conforme manual de reparação;
- f) utilizar equipamentos, ferramentas e instrumentos de diagnóstico nos sistemas de acordo com as recomendações do fabricante;
- g) analisar os resultados obtidos durante a realização dos testes nos sistemas.

Bons estudos!

### 3.1 CARACTERÍSTICAS

De forma muito semelhante ao sistema de injeção eletrônica dos motores de Ciclo Otto, os motores Ciclo Diesel gerenciados eletronicamente possuem diversos controles para garantir um funcionamento pleno e eficiente. O sistema também é formado por uma UCE, sensores e atuadores.

A principal diferença existente entre os sistemas de injeção Otto e Diesel é a pressão de trabalho. Enquanto os sistemas Otto trabalham com pressões variando entre 3 e 12 bar, os sistemas Diesel chegam de 1600 a 2100 bar de pressão. Isso se dá em função do sistema Diesel não possuir centelha para geração de combustão, ou seja, a combustão acontece de forma espontânea no momento da injeção de Diesel na câmara de combustão.

### 3.2 FUNCIONALIDADES

Para que um motor de combustão interna de Ciclo Diesel controlado eletronicamente entre em funcionamento, no momento em que o condutor pressiona o pedal do acelerador é enviado para a UCE o sinal do potenciômetro do pedal. Nesse momento é controlada, simultaneamente, a entrada de massa de ar e o tempo de abertura dos injetores, gerando a queima na câmara de combustão e a elevação da rotação do motor.

Independentemente de ser um veículo com motor de combustão interna de Ciclo Otto ou Ciclo Diesel, ele exigirá combustível durante seu funcionamento. Por isso o veículo conta com um tanque de combustível. Porém, para que esse combustível seja puxado pela bomba de baixa pressão e saia do tanque de combustível, passando pelo filtro e chegando até o motor, é necessário que exista um “caminho” para que ele seja transportado. Esse caminho é a linha de baixa pressão e, além disso, muitos veículos ainda contam com sistema de retorno do combustível não utilizado ao tanque, que passa por um “caminho” de volta do motor ao tanque, chamado linha de retorno.

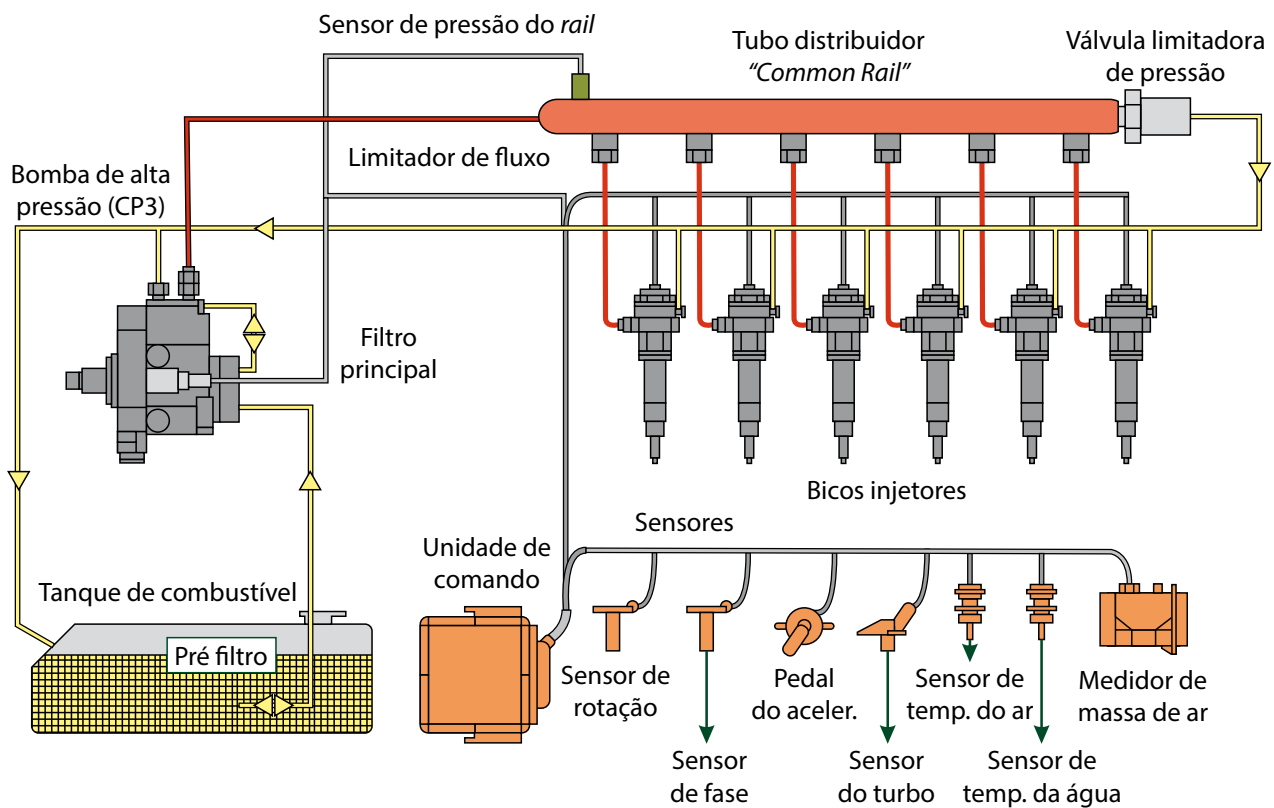


Figura 54 - Sistema de alimentação de combustível do motor Ciclo Diesel  
Fonte: Guaramotores (s.d.)

Paulo Cordeiro (2016)

Esses "caminhos" são circuitos hidráulicos compostos por mangueiras de grande resistência a solventes e temperatura, e muitas vezes possuem elevada rigidez. Assim, é garantida a segurança durante o funcionamento, minimizando os riscos de derretimento e/ou rompimento por ressecamento ou abrasão.



### CURIOSIDADES

Você sabia que a patente sobre o motor Diesel foi requerida em 23 fevereiro de 1893 pelo engenheiro mecânico alemão Rudolf Christian Karl Diesel?

A seguir, você vai conhecer os componentes do motor Ciclo Diesel. Acompanhe.

### 3.3 COMPONENTES

Da mesma forma que nos sistemas de injeção eletrônica dos motores Ciclo Otto, os motores Ciclo Diesel contam com vários sensores e atuadores, que atuam nos motores Diesel de forma semelhante aos motores Otto. A seguir, você conhecerá os diferentes sensores e atuadores pertencentes aos sistemas de injeção Diesel.

#### 3.3.1 SENSORES

A maioria dos sensores que integram o sistema de injeção eletrônica dos motores Diesel se assemelha aos sensores dos sistemas Otto. Conheça agora o sensor de pressão do tubo distribuidor dos sistemas de gerenciamento eletrônico de injeção Diesel.

#### SENSOR DE PRESSÃO DO TUBO DISTRIBUIDOR

O sensor de pressão do tubo distribuidor realiza a leitura da pressão de alta do combustível dentro do tubo, que alimentará diretamente os bicos. Com essa informação, a UCE ajusta o mapa de injeção conforme a demanda de rotação do motor.

#### 3.3.2 ATUADORES

Para que o sistema de injeção eletrônica Diesel funcione plenamente, diversos ajustes são necessários durante o seu funcionamento. Esses ajustes são controlados pela UCE e realizados pelos atuadores. Veja a seguir os atuadores do sistema de injeção Diesel.

#### BOMBA DE BAIXA PRESSÃO

Diferente do sistema de alimentação de combustível dos motores de Ciclo Otto, os motores Ciclo Diesel possuem duas bombas de combustível, uma de baixa pressão, que é elétrica, e uma de alta pressão, que é mecânica. A de baixa pressão tem como função puxar o combustível do tanque de armazenamento e pressurizar o Diesel pelas tubulações até chegar na bomba de alta pressão, alimentando-a com vazão de combustível apropriada. A linha de baixa pressão de combustível trabalha com pressões que variam entre 4 e 6 bar de pressão, gerada pela bomba de baixa pressão.

Para verificar a eficiência da bomba de combustível de baixa pressão dos sistemas a Diesel, o procedimento de teste é similar ao utilizado nos motores Ciclo Otto. Existem *kits* de teste específicos para essa finalidade, pois os sistemas são oferecidos com um conjunto de mangueiras e conexões específicas para a linha Diesel.

## BOMBA DE ALTA PRESSÃO

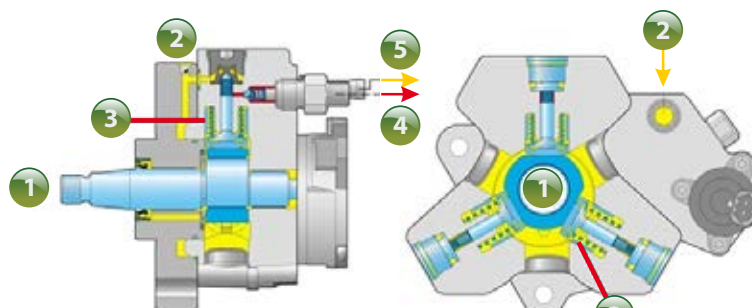
Após o Diesel passar pelo filtro de combustível, chega até a bomba de alta pressão. Essa bomba recebe o Diesel que foi pressurizado pela bomba de baixa pressão e é a responsável por elevar a pressão do Diesel aos níveis necessários para que o combustível seja injetado diretamente na câmara de combustão do motor. Próximo ao final de sua fase de compressão, ela pressuriza o Diesel para o tubo distribuidor por meio da linha de pressão alta, que é composta de tubos metálicos capazes de suportar as altas pressões que podem variar de 1600 a 2100 bar.



Aleksandar Dickov (20-?)

Figura 55 - Bomba de alta pressão Diesel  
Fonte: Thinkstock (2016)

A bomba de alta pressão é um componente mecânico e atua de forma rotativa. Por meio de um ressalto presente no eixo principal, a bomba movimenta um êmbolo que é empurrado, pressurizando o Diesel para a tomada de saída.



- 1 - Eixo da bomba
- 2 - Entrada de diesel
- 3 - Êmbolo

- 4 - Saída de diesel
- 5 - Retorno

Electroinyección Coslada (2011)

Figura 56 - Funcionamento da bomba de alta pressão  
Fonte: adaptado de Electroinyección Coslada (2011)

Para verificar a pressão e vazão do sistema de alta pressão devem ser utilizados equipamentos de testes específicos como uma bancada de teste, já que se tratam de pressões muito elevadas. A verificação dessas informações pode ser feita com um scanner, acessando-as via tomada de diagnóstico ou, ainda, pode ser realizada com a verificação da tensão do sensor de pressão e o *duty cycle*<sup>2</sup> da válvula reguladora de pressão, confrontando os dados obtidos com os dados técnicos fornecidos pela montadora, constantes no manual de reparação.

## VÁLVULA LIMITADORA DO FLUXO DE COMBUSTÍVEL

A válvula limitadora do fluxo de combustível tem por objetivo limitar o fluxo de combustível na linha de alta pressão, diretamente na entrada do tubo distribuidor.

Considerando que a bomba de alta pressão trabalha atrelada ao motor por meio de uma correia ou tomada de força por engrenamento, todas as variações de rotação do motor resultarão em variações de rotação da bomba. Em determinados momentos pode haver pressão e volume excessivo de Diesel no tubo distribuidor, e para limitar esse volume existe a válvula limitadora. Em alguns casos ela ainda pode estar localizada na saída da bomba de alta pressão.

## VÁLVULA LIMITADORA DE PRESSÃO

A válvula limitadora de pressão tem por objetivo limitar a pressão máxima interna no tubo distribuidor. Ao realizar a limitação da pressão, a pressão excedente direciona parte desse Diesel para a linha de retorno, realimentando a bomba de alta pressão ou diretamente para o tanque.

## VÁLVULAS ELETROINJETORAS

De atuação semelhante às válvulas eletroinjetoras dos motores Ciclo Otto, as válvulas eletroinjetoras de Diesel atuam injetando combustível à alta pressão. Porém, enquanto nos motores Ciclo Otto o combustível é injetado no coletor de admissão, nos motores Ciclo Diesel o combustível é injetado diretamente na câmara de combustão. A injeção se dá a partir da abertura da haste interna, que permite a passagem do Diesel sob pressão pelos micro-orifícios presentes na extremidade inferior da estrutura do injetor.

---

2 Ciclo de trabalho.



AleksandarDickov ([20-7])

Figura 57 - Válvula eletroinjetora Diesel  
Fonte: Thinkstock (2016)

Quanto à sua construção, os eletroinjetores dos sistemas Diesel diferem bastante dos utilizados nos motores Ciclo Otto. Devido à alta pressão de trabalho do combustível, seu corpo deve ser inteiramente construído em materiais metálicos, também resistindo, assim, à alta temperatura a que é submetido, sendo instalado diretamente na câmara de combustão. A potência de sua bobina interna também deve ser apropriada ao alto impulso necessário para a abertura do eletroinjetor. Tal abertura é realizada pela própria pressão de trabalho do sistema. Após o injetor receber o pulso de injeção, o magnetismo desloca a esfera de retenção interna ao bico, permitindo a passagem do combustível pressurizado para uma câmara frontal, que pressuriza a agulha do injetor no sentido de abertura.



#### FIQUE ALERTA

Em caso de pressão baixa na linha de alta dos motores a Diesel, mesmo com o bico recebendo o pulso correto de abertura e estando em plenas condições, não pulsará por falta de pressão interna para a abertura do injetor.

Como os motores Ciclo Diesel não possuem sistema de ignição, todo o controle de avanço do momento da combustão está diretamente ligado ao momento de injeção, que ocorre a alguns graus de rotação anterior ao PMS do cilindro em compressão. Diferente dos motores Ciclo Otto, em que há um momento de injeção com uma determinada duração (tempo de injeção) e, posteriormente, um momento em que haverá a centelha iniciando a combustão (ponto de ignição), no Ciclo Diesel ambos são desencadeados no mesmo momento da injeção, que gerará a combustão do Diesel imediatamente ao ser injetado na câmara de combustão com o ar já comprimido.



## CASOS E RELATOS

---

### A picape do Sr. Pereira

O técnico da oficina Diesel Max, Cleber, recebeu em seu estabelecimento um cliente marcante. Sr. Pereira chegou até a Diesel Max, encostou seu utilitário e dirigiu-se lentamente até a recepção. Cleber, que havia finalizado a pouco o serviço anterior, percebeu que o cliente estava bastante chateado e prontamente dirigiu-se à recepção para atendê-lo.

O Sr. Pereira sempre foi muito exigente e extremamente ciumento com sua picape, mantendo sempre o veículo em perfeita ordem e impecavelmente limpo. Segundo relatou, depois de emprestar a picape para seu filho durante o final de semana, o carro “não prestou mais”. Além de toda suja, estava fraca, falhava e era impossível fazê-la andar. Enquanto dirigiam-se até o veículo, Cleber, como de costume, foi questionando o proprietário, a fim de descobrir uma possível causa. Checando rapidamente alguns detalhes, entre outros itens, checkou o filtro separador de água, responsável por retirar a umidade ou água presente no Diesel. O filtro estava saturado, cheio de água, provavelmente em decorrência de combustível de má qualidade. Foi efetuada a substituição dos elementos filtrantes e uma drenagem de todo o Diesel remanescente no tanque. Abasteceram com combustível apropriado e, ao ligarem o motor, o sorriso estampou de imediato o rosto do cliente. O motor ficou em perfeito funcionamento. O cliente pagou rapidamente e saiu, dizendo que “agora é só dar um banho nela que está tudo certo!”.

---

Depois de ler o “Casos e relatos”, continue seus estudos aprendendo a fazer diagnósticos de motores a Diesel. Acompanhe.

### 3.4 DIAGNÓSTICOS

Quando se trata de motores a Diesel com gerenciamento eletrônico, você deve ter em mente que sua principal fonte de verificações será o aparelho de diagnóstico. Em muitos casos esses aparelhos são os mesmos utilizados nos veículos Ciclo Otto. Muitos são compatíveis com os sistemas Diesel, mediante aquisição desse pacote de dados dedicado a veículos desse segmento.

Como os scanners permitem a varredura detalhada em todo o sistema de injeção eletrônica, o diagnóstico acaba sendo mais rápido e preciso e até mesmo os outros componentes e acessórios eletrônicos de um veículo, como ABS e *airbag*, são acessíveis. Assim, além de serem acessados os códigos de falhas e seu descritivo nos diagnósticos dos motores Ciclo Otto, tornando possível corrigi-los, você tem acesso ainda à leitura dos parâmetros de funcionamento do motor, seus sensores, atuadores, calibrações e ajustes.

### 3.5 TESTES DE COMBUSTÍVEIS

A Agência Nacional do Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis (ANP) é o órgão nacional responsável pela regulamentação das atividades relacionadas às indústrias do petróleo, gás natural e biocombustíveis em geral, além de ser responsável também pela fiscalização de todas as atividades relacionadas a esses produtos, bem como a análise de combustíveis.

Segundo determinação da Resolução ANP nº 9, de 7 de março de 2007, os motoristas têm o direito de exigir a realização de testes de pureza em combustíveis nos postos de abastecimento. A resolução obriga que seja realizada a análise sempre que solicitada pelo consumidor. Também é obrigatório que todas as bombas dos postos tenham, visíveis e em funcionamento, os termodensímetros, tanto nas bombas de Diesel, quanto de gasolina e etanol.

Ainda assim, é possível realizar os testes de verificação de combustíveis com a utilização de bureta graduada e do densímetro apropriado para o combustível a ser testado, pois cada combustível apresenta diferente densidade, com termômetro.



**SAIBA  
MAIS**

Consulte o site da ANP para obter mais informações relacionadas aos combustíveis, seu fornecimento e testes. Acesse: <<http://www.anp.gov.br/>>.

Fique atento, pois é de grande importância a manutenção dos padrões de qualidade regulamentados para os combustíveis, pois assim preservamos as características de funcionamento dos motores, de seus componentes internos e de todos os componentes do sistema de alimentação de combustível.



**RECAPITULANDO**

Neste capítulo você concentrou seus estudos no sistema de alimentação de combustível dos motores Ciclo Diesel e pôde conhecer cada componente e sua construção e função dentro do sistema. Viu a parte de funcionamento e o gerenciamento das funções, compreendeu as suas diferenças quando comparados aos motores Ciclo Otto e capacitou-se a identificar sintomas e falhas, diagnosticar e efetuar ações de reparos aliadas à eletrônica e gerenciamento. Além disso, você viu detalhes acerca dos testes de inspeção dos combustíveis.



# Unidade de Gerenciamento Eletrônico



## 4

Este capítulo aprofundará seus estudos dos sistemas de gerenciamento eletrônico, focando especificamente no componente central de todo o sistema. Anteriormente você viu que o gerenciamento das informações é feito pela UCE, mas será que você tem ideia de como ela consegue efetuar tantas operações com tamanha precisão?

Ao final deste capítulo você estará apto a:

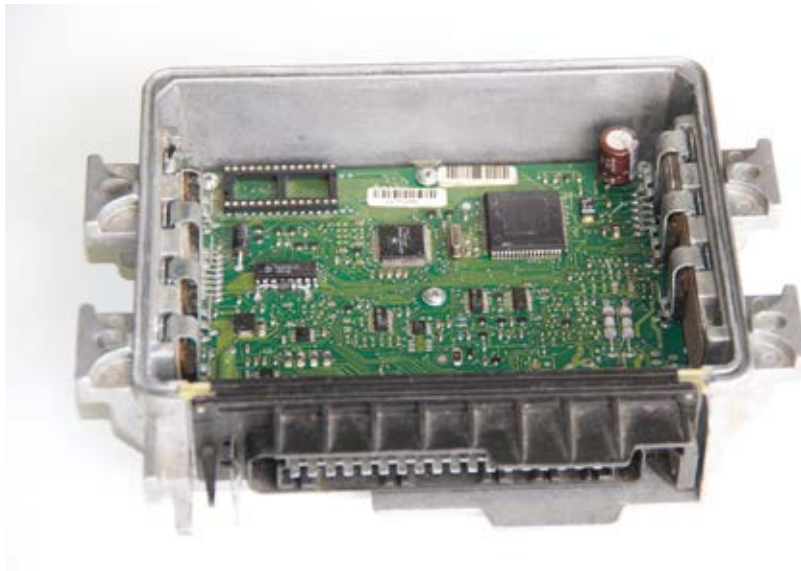
- a) compreender o funcionamento de uma UCE;
- b) reconhecer a aplicação da memória não volátil (ROM) e da memória volátil (RAM);
- c) compreender a importância do processador;
- d) conhecer o funcionamento do conversor analógico/digital;
- e) aprender sobre o auto diagnóstico.

Veja agora as características construtivas, sua lógica de funcionamento, e como trabalha esse componente vital para os automóveis da atualidade.

## 4.1 UCE

As unidades de controle eletrônico, identificadas pela sigla UCE, são responsáveis pelo gerenciamento não apenas do sistema de injeção eletrônica e ignição, como você está estudando, mas acabam por englobar e gerenciar todas as interações eletrônicas do veículo, integrando diversos subsistemas indispensáveis para os veículos modernos. Hoje, cada vez mais, há o uso da tecnologia e da eletrônica embarcada, sejam em sistemas secundários, como controle de estabilidade, ou sistemas essenciais, como a ignição, da qual o veículo depende diretamente para entrar em funcionamento.

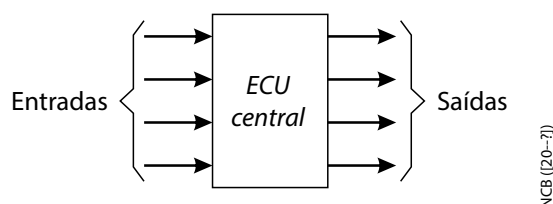
A seguir, você pode visualizar a arquitetura de construção da Unidade de Controle Eletrônico, que se assemelha muito a um computador, responsável por receber, converter, analisar, calcular, comparar e definir operações que garantirão o correto funcionamento dos sistemas eletrônicos do veículo.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 58 - Placa interna de uma UCE  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

A UCE pode ser considerada a peça mais importante do sistema. Na realidade, você pode considerá-la o cérebro do sistema, pois ela é a responsável pela centralização e controle das funções mais relevantes. Os módulos de controle eletrônico podem ser descritos por diferentes nomes, como ECU, UCE, UC, ECM, Central Eletrônica, Caixa de Comando, Centralina, entre outros.



NCB (20--?)

Figura 59 - Sentido das entradas e saídas da central  
Fonte: NCB (s.d.)

As centrais eletrônicas automotivas são como um computador: possuem hardware e software e são compostas por uma placa de circuito impresso que agrega todos os componentes, entre eles o processador. Por meio de suas entradas a UCE recebe sinais analógicos dos sensores do sistema e os converte em digitais sempre que necessário, baseada em situações pré-definidas ou calculadas por algoritmos em sua memória programada. Assim define os comandos enviados das saídas aos atuadores. As centrais eletrônicas automotivas possuem dois tipos distintos de memória, as memórias ROM e as do tipo RAM, responsáveis por armazenar o programa principal com os mapas e parâmetros de funcionamento e as informações coletadas em tempo real. Essas memórias também são classificadas como memórias não voláteis e voláteis, respectivamente.

#### 4.1.1 MEMÓRIA NÃO VOLÁTIL – ROM

A memória ROM (*Ready Only Memory*), ou memória apenas para leitura, trata-se de uma memória não volátil e não apagável. As informações provenientes dos sensores durante o funcionamento dos sistemas não alteram suas informações internas e, ao desligar a chave do veículo ou mesmo retirar a central, permanecerá inalterada. Na memória ROM estão armazenados os mapas de injeção e ignição do veículo, bem como seus *parâmetros de funcionamento pré-definidos* e todas as informações relacionadas ao funcionamento dos sistemas gerenciados por ela, baseados em testes e simulações durante o desenvolvimento do projeto do veículo. Nela também estão armazenados os algoritmos de comando de ação da central usados para os cálculos e definições dos comandos enviados aos atuadores. Esses parâmetros, mapas e curvas não podem ser acessados por aparelhos de diagnóstico convencionais.

#### 4.1.2 MEMÓRIA VOLÁTIL – RAM

A memória RAM (*Random Access Memory*<sup>3</sup>) é uma memória volátil na qual são armazenadas toda e qualquer informação proveniente dos sensores. Na memória RAM também são armazenados os códigos de avarias ou código de falhas, gerados por anomalias apresentadas durante o funcionamento do veículo. Essas informações podem ser conferidas e apagadas com o uso de um scanner automotivo, ou seja, com o uso dos aparelhos de diagnóstico você pode acessar os códigos de falhas.

---

3 Memória de acesso aleatório ou memória de leitura, como também é denominada.



Morgana Machado (2014)

Figura 60 - Aparelho de diagnóstico  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Continue seus estudos sobre a unidade de controle eletrônico aprendendo agora sobre o processador. Siga em frente!

### 4.1.3 PROCESSADOR

Quanto ao fluxo das informações dentro do sistema de gerenciamento eletrônico, podem-se considerar três momentos distintos: a captação das informações pelos sensores, a interpretação e processamento dessas informações e os comandos das ações enviados aos atuadores.

Os sensores, como já foi visto, têm a função de transformar determinada ação ou grandeza em sinal elétrico, normalmente sinais analógicos compreendidos entre 0 e 5 volts. Como a UCE efetua leitura e trabalha apenas com sinais digitais em forma de números binários, esses sinais são convertidos imediatamente na sua entrada, ao passarem por um conversor analógico/digital (A/D) integrado à UCE. O sistema, agora digital, representado por uma sequência expressa por 0 (zero) ou 1 (um) em 8 bits que resulta em 256 combinações possíveis, como 0101 1011. Tal sequência pode corresponder a um determinado valor de tensão.

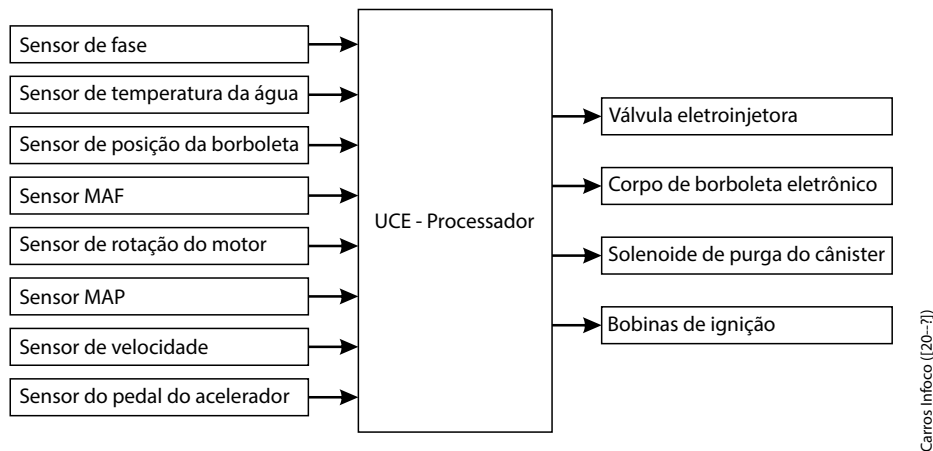


Figura 61 - Entradas e saídas da UCE  
Fonte: Carros Infoco (s.d.)

Carros Infoco (20--?)

Quando a UCE tem as informações convertidas, imediatamente as compara aos parâmetros de funcionamento contidos na memória EPROM da central. A central processa os dados a fim de providenciar as ações necessárias para estabelecer o perfeito funcionamento do motor naquele instante. As ações se dão em forma de comandos enviados aos atuadores e, para isso, passam pelo conversor digital/analógico (D/A) antes de serem direcionadas aos atuadores, como eletroinjetores, válvulas solenoides e todos os demais.

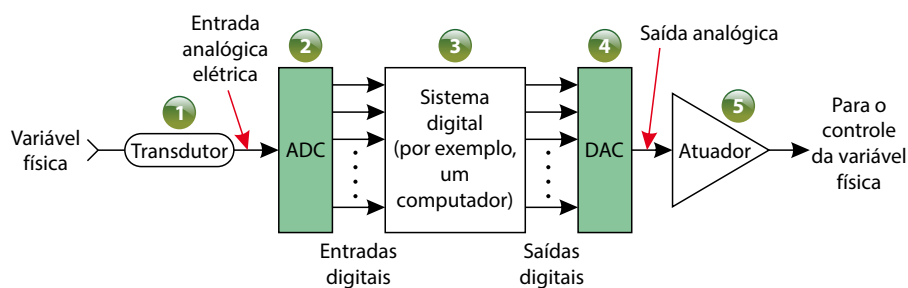


Figura 62 - Conversão A/D e D/A  
Fonte: Vieira (2016)

Vieira (2016)

Todo o processo realizado pela UCE acontece em uma fração de segundo. Quanto mais avançado for o processador da UCE, mais precisas e rápidas serão as respostas do sistema e suas ações, tornando o funcionamento do motor mais eficiente e confiável.



**SAIBA  
MAIS**

Para conhecer mais sobre a evolução dos sistemas de injeção eletrônica, acesse o site da Bosch, disponível em <[http://br.bosch-automotive.com/pt/internet/parts/parts\\_and\\_accessories\\_2/motor\\_and\\_sytems/benzin/injection\\_system/injection\\_system\\_3.html](http://br.bosch-automotive.com/pt/internet/parts/parts_and_accessories_2/motor_and_sytems/benzin/injection_system/injection_system_3.html)>.

Continue estudando os componentes da UCE. Veja agora o conversor A/D.

#### 4.1.4 CONVERSÃO ANALÓGICO/DIGITAL

Para que o processador da unidade de controle eletrônico faça uso das informações coletadas pelos sensores, as informações analógicas captadas geralmente em forma de tensão são transformadas em sinal digital pelo conversor A/D.

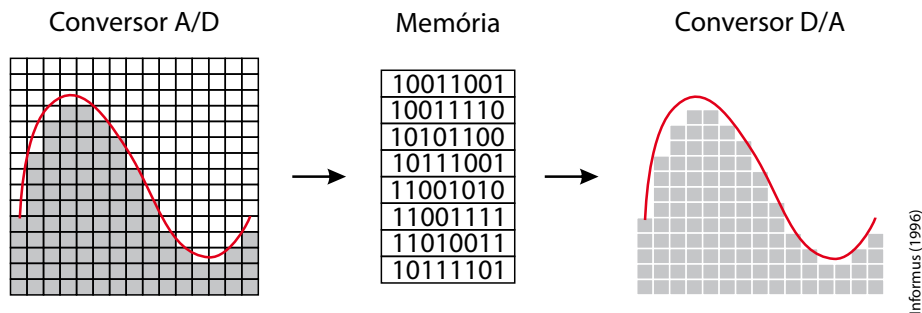


Figura 63 - Conversão A/D - D/A  
Fonte: Informus (1996)

O sistema digital faz diversas amostragens de valores do sinal analógico durante determinado intervalo de tempo, até coletar informações suficientes para transcrever o sinal com a precisão apropriada. Esses pontos de amostragens são convertidos em números binários, representados sequencialmente por 0 e 1, conforme a seguinte lógica:

- a) código 0 – identifica o menor valor da tensão ( $\approx 0$  V);
- b) código 1 – identifica o maior valor da tensão (normalmente 5 V).



#### FIQUE ALERTA

Quanto à conversão A/D e D/A, essa lógica e linguagem utilizadas pela UCE automotiva são a mesma lógica utilizada na digitalização de sinais analógicos em diferentes áreas, como na informática e na digitalização de músicas.

Após a coleta total das informações, você tem a completa representação do sinal analógico coletado, representado agora em forma numérica, podendo então ser armazenado na memória RAM e utilizado como parâmetro para ações do sistema. Quando a UCE precisa enviar um sinal armazenado ou calculado em alguma operação dos atuadores, é necessário reconvertê-lo com um conversor D/A, que transformará os códigos numéricos em grandezas elétricas analógicas, capazes de acionar os atuadores.



#### CURIOSIDADES

Você sabia que a velocidade com que as amostragens são coletadas é chamada de frequência de amostragem, enquanto o número de pontos coletados é chamado de resolução? Quanto maior a resolução, mais fiel será a representação do sinal em forma digital, muito importante em determinadas conversões, como no caso das músicas.

Cada fabricante de sistemas de gerenciamento eletrônico pode utilizar um padrão próprio de conversão, ajustando as sequências dos códigos binários conforme suas necessidades.

## 4.2 AUTODIAGNÓSTICO

Os sistemas de gerenciamento eletrônico possuem a função de autodiagnóstico, que consiste em identificar qualquer avaria ou discrepância de informações do sistema, gerando um código de falha armazenado para posterior averiguação. Ao ser gerado um código de falha por conta de alguma anomalia, o condutor será sinalizado por meio da luz de injeção no painel do veículo. Essas informações são armazenadas na memória RAM, e o código de avaria poderá ser verificado e apagado com o uso de um scanner, não apagando ao desligar a alimentação da bateria.

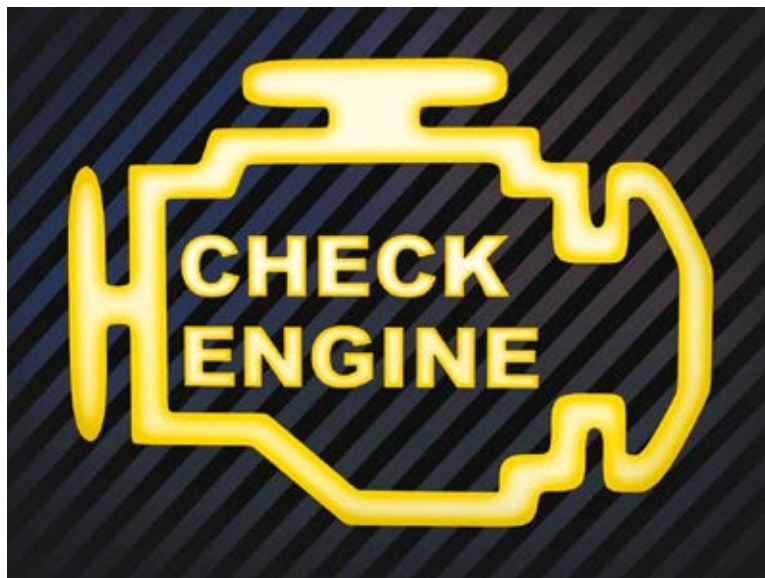


Figura 64 - Luz de advertência do painel  
Fonte: Thinkstock (2016)

A UCE está preparada para operar levando em consideração possíveis falhas, fazendo o possível para manter o motor em funcionamento e permitir o deslocamento do veículo até um local de reparo. Nesses casos ela pode ignorar os sinais de determinados sensores, utilizando valores das tabelas preestabelecidas em sua memória ROM para manter o motor em funcionamento. Essa função é denominada de função *Recovery*. Nesse modo de operação o veículo pode apresentar limitações em seu funcionamento.



Para saber mais sobre os parâmetros usados nos módulos de gerenciamento eletrônico automotivo, leia o artigo Módulo de Injeção, de Marcos Zillner, disponível em: <<http://www.napro.com.br/index.php/ct-menu-item-3/artigo-modulo-de-injecao>>.

Atualmente, o scanner pode ser considerado indispensável para um reparador automotivo. Por meio dele você tem acesso às funções da UCE, podendo visualizar as descrições de falhas, *resetar* e modificar alguns parâmetros, verificar em tempo real o funcionamento dos sensores, fazer a verificação e os testes dos atuadores e funções complementares. Os aparelhos de diagnóstico específicos das montadoras e concessionárias permitem, ainda, uma ampla gama de funções específicas para cada sistema automotivo.



## CASOS E RELATOS

---

### Fora de comando

Em um dia comum na oficina Europa Car, um cliente chegou com um veículo sedan atual. Ele é conhecido na região por trabalhar no ramo de comércio de veículos seminovos e disse ao técnico que estava com dificuldades em dar partida no motor, além de estar com a luz de advertência no painel acesa.

Após os procedimentos de abertura de ordem de serviço e registros das alegações, o veículo foi encaminhado ao técnico Rodrigo, que providenciou os testes iniciais no sistema de partida do veículo, passando ao sistema de alimentação de combustível. Posteriormente ele seguiu para a checagem utilizando o scanner. Foi feita a varredura dos sensores e atuadores e identificou-se um código de falha, acusando o sensor de fase como problema. O sensor foi testado e estava, aparentemente, em condições normais. Após diversas horas de trabalho, Rodrigo não havia encontrado resposta apropriada para o problema apresentado e resolveu aprofundar-se mais naquele sistema de gerenciamento eletrônico específico. Ao verificar materiais técnicos, percebeu que aquela motorização era também utilizada em outros veículos da marca, com pequenas diferenças entre eles. Verificou, então, que entre as diferenças uma delas estava no sistema de leitura de fase do comando de válvulas. Em alguns modelos de veículo a leitura era feita por apenas um ressalto no eixo do comando, enquanto em outros modelos, como esse em questão, existe mais de um ressalto para a leitura do sensor de fase.

Verificando o automóvel, Rodrigo constatou que o comando de válvulas havia sido trocado por outro diferente do original, impossibilitando a correta leitura e dificultando a identificação do ponto exato do motor no momento da partida pela UCE.

Depois de comunicado o proprietário, que autorizou a substituição, em dois dias o veículo estava perfeito, como novo.

---

O acesso às informações memorizadas pela UCE é realizado pelo conector ou pela tomada de diagnóstico. O padrão atual adotado por todas as montadoras é denominado *on board diagnostic* (OBDII) de 16 pinos para todos os veículos. Sua localização pode ser sempre verificada no manual de manutenção e operação do veículo.



Sérgio Augusto Quevedo Schervenski Filho (2014)

Figura 65 - OBD interface

Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Você chegou ao final deste capítulo e já adquiriu conhecimentos sobre as injeções Otto e Diesel e sobre a unidade de gerenciamento eletrônico. Continue seus estudos e siga em frente!



## RECAPITULANDO

Neste capítulo você pôde compreender as características básicas e o funcionamento de uma UCE, que é utilizada nos veículos atualmente. Aprendeu como o sistema opera, recebendo, convertendo e processando as informações em uma interface de comunicação extremamente eficiente. Viu também como se dá o diagnóstico de falhas no sistema e as funções e estratégias pré-estabelecidas pelo sistema. Verificou também como se dá o acesso a essas informações por meio da tomada de diagnóstico OBDII, permitindo o diagnóstico preciso de todo o sistema eletroeletrônico do veículo.





Neste capítulo serão abordados os diversos sistemas que trabalham interligados ao sistema de gerenciamento eletrônico do veículo.

Esses sistemas estão presentes em grande parte dos veículos e muitos deles vêm se popularizando e ganhando espaço rapidamente no gosto dos consumidores, como direções servo assistidas, câmbios automatizados, immobilizadores e controle de velocidade.

Normalmente as pessoas não repararam em quantos equipamentos existem em um automóvel. Você sabe como eles funcionam?

Ao final deste capítulo você estará capacitado a:

- a) conhecer os tipos, características e funcionamentos dos sistemas de gerenciamento eletrônico;
- b) realizar diagnósticos, reparos e substituições a fim de solucionar os inconvenientes dentro das normas técnicas e ambientais vigentes.

Veja agora esses sistemas.

## 5.1 DIREÇÃO SERVO ASSISTIDA ELETRICAMENTE OU ELETRO-HIDRAULICAMENTE

Manobrar o veículo é, para muitos, uma dor de cabeça, e quem já teve o prazer de fazer uma baliza em uma vaga extremamente apertada sabe disso. Com um veículo que tenha direção mecânica é muito difícil, mas, como sempre, a tecnologia e as montadoras deram uma ajuda para os consumidores que sofriam em realizar manobras com seus veículos. Inicialmente foi criado o sistema de direção servo assistida hidráulica, que consiste em uma bomba mecânica rodada pelo motor do veículo por meio de uma correia de acessórios, que gera pressão hidráulica e ajuda a caixa de direção a movimentar-se. Entretanto, esse sistema de direção possui suas limitações. Em altas velocidades e com o giro de motor alto, a direção fica ainda mais leve, enquanto o ideal é justamente o oposto, pois as limitações e ajustes do sistema são mecânicos. Outro ponto a mencionar é que o fato de ficar acoplada ao motor do veículo torna-se um ponto extra de consumo de potência do motor.

Pensando em melhorar esse sistema foi criado um sistema de direção servo assistida eletro-hidráulica que, posteriormente, evoluiu para o sistema somente elétrico, eliminando o uso de fluido hidráulico para assistência da direção. Veja a seguir o sistema de assistência de direção eletro-hidráulica e o sistema de direção elétrica.

### 5.1.1 SISTEMA DE DIREÇÃO SERVO ASSISTIDA ELETRO-HIDRÁULICA

Nesse sistema, a pressão necessária para o movimento do sistema de direção é também gerada por uma bomba hidráulica mecânica, só que agora não mais acionada pelo motor do veículo. Nesse sistema específico a bomba hidráulica é acionada por um motor elétrico. Geralmente a bomba hidráulica desse sistema é composta por engrenagens que geram a pressão auxiliar necessária para movimentar a caixa de direção.

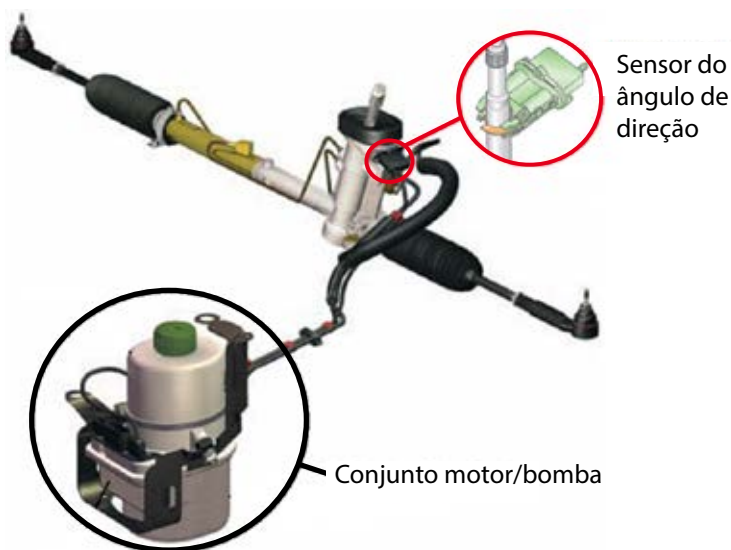


Figura 66 - Sistema de direção eletro-hidráulica  
Fonte: Volkswagen (s.d.)

Em comparação ao sistema servo assistido hidráulico, o sistema eletro-hidráulico traz vantagens como:

- a) maior conforto e agilidade;
- b) maior leveza nas manobras de estacionamento;
- c) permite a progressividade do sistema de direção;
- d) menor consumo de energia do motor;
- e) economia de combustível;
- f) atua independente do funcionamento do motor;
- g) menor índice de poluição ambiental por reduzir o consumo de combustível.

A partir de agora, você vai se aprofundar nos detalhes desse sistema. Siga em frente!

## COMPONENTES DO SISTEMA

O sistema de direção eletro-hidráulico é composto por uma central eletrônica responsável pelo controle do sistema, um sensor de torque responsável por enviar à central o ângulo e a força aplicada pelo motorista no volante, uma bomba eletro-hidráulica responsável por gerar a pressão para o sistema e um reservatório de óleo do hidráulico.

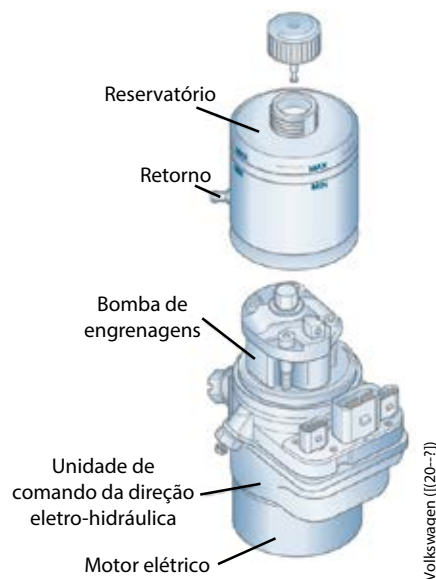


Figura 67 - Conjunto de bomba eletro-hidráulica  
Fonte: Volkswagen (s.d.)

A central eletrônica que controla o funcionamento do sistema fica localizada junto à bomba eletro-hidráulica, e na coluna de direção ou na própria carcaça da caixa de direção fica instalado um sensor de torque, que pode variar sua localização de carro para carro.



Figura 68 - Luz de anomalia do sistema de direção eletro-hidráulico  
Fonte: Volkswagen (s.d.)

## GERENCIAMENTO DA DIREÇÃO ELETRO-HIDRÁULICA

O gerenciamento do sistema de direção eletro-hidráulico é feito por uma central eletrônica específica que integra ao grupo da moto bomba. A central de comando do sistema recebe informações de funcionamento do veículo para fazer seu gerenciamento. Recebe, também, sinal de velocidade para efetuar a progressão de torque, podendo, assim, proporcionar uma variação da força necessária para o esterçamento da direção pelo condutor. Isso possibilita maior leveza em manobras de baixa velocidade e maior firmeza e estabilidade em velocidades mais elevadas.

Esse gerenciamento é possível graças ao compartilhamento das informações coletadas pelos sensores presentes em todo o veículo, como, por exemplo, o sensor de rotação da roda do veículo, que serve para informar o sistema ABS, o painel do veículo que informa quanto à velocidade e o sistema de assistência de direção, entre outros. Com a informação da velocidade do veículo, o módulo de comando da direção efetua a progressão da assistência do sistema de direção aplicada ao condutor, que em baixas velocidades terá assistência máxima. Isso favorece a facilidade em manobrar o veículo, e conforme a velocidade do veículo aumenta, o sistema reduz gradativamente tal assistência, promovendo maior segurança em velocidades elevadas.

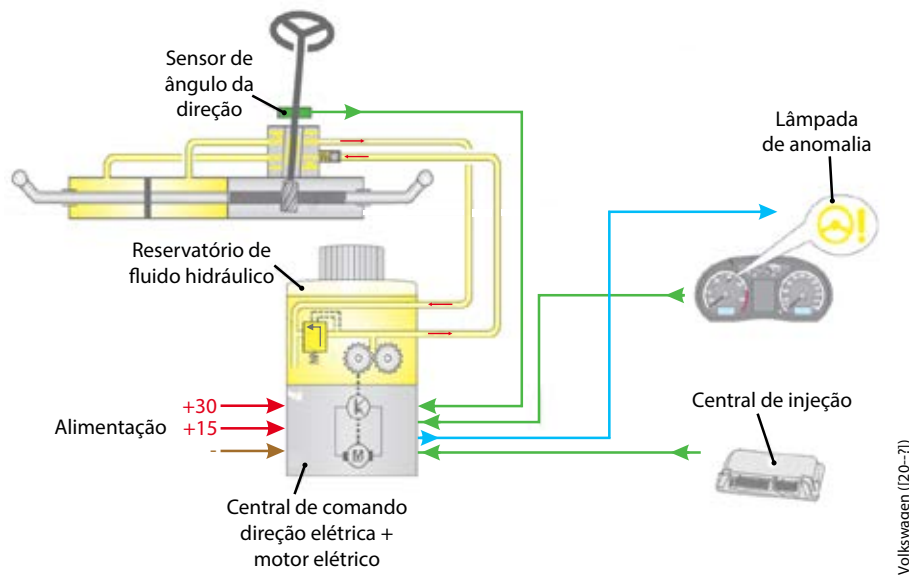


Figura 69 - Estrutura do sistema de direção eletro-hidráulica  
Fonte: Volkswagen (s.d.)

## DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

No painel de instrumentos existe uma luz-espia (ou luz de advertência) de controle do sistema de direção. Ao ligar a ignição, essa luz se acende e o sistema é monitorado. Depois disso ela deve se apagar. Caso permaneça acesa, é sinal de que o sistema apresenta algum tipo de avaria.



Figura 70 - Luz de direção assistida  
Fonte: adaptado de Thinkstock (2016)

Em alguns veículos que não possuem uma luz específica para a direção, você pode encontrar a sinalização compartilhada pela luz de anomalia do sistema de estabilidade. Para todos os efeitos, sua fonte de consulta quanto às sinalizações sempre deve ser o manual de reparação padrão do veículo.



Figura 71 - Luz indicadora do controle de estabilidade  
Fonte: adaptado de Thinkstock (2016)

Na parte de diagnósticos, existem procedimentos passíveis de checagem, independente do sistema de autodiagnóstico, com uso do scanner automotivo. São eles:

- a) terminais e conexões hidráulicas – vazamentos, ressecamento externo das mangueiras;
- b) nível do fluido hidráulico;
- c) contaminação do fluido hidráulico;
- d) pressão de operação do sistema – baixa ou elevada;
- e) estado dos conectores quanto à possível oxidação;
- f) continuidade dos chicotes;
- g) sinal do sensor de ângulo da direção;
- h) tensão de operação da unidade eletro-hidráulica;
- i) alimentação e massa da unidade eletro-hidráulica.

Você deve ficar atento, pois uma deficiência de alimentação do motor elétrico da bomba pode gerar um código de erro, definindo o sistema como “inoperante”; então os procedimentos convencionais de testes serão sempre necessários.

Em geral, quanto ao reparo dos componentes, tanto a caixa de direção quanto a unidade eletro-hidráulica podem ser passíveis de recuperação em caso de desgaste ou danos. Esse serviço deverá ser executado por profissional especialista em sistemas de direção. Os demais componentes devem ser substituídos caso comprovem-se incorreções de funcionamento.



## CASOS E RELATOS

---

### O contato oculto

Quando Laerte recebeu o veículo do Sr. Claudio Motta em sua oficina, ele apresentava defeito intermitente no funcionamento da direção eletro-hidráulica. Verificados os possíveis vazamentos de fluido, foi feita, também, uma análise dos fios de alimentação do motor elétrico da eletrobomba, e tudo estava em ordem. Para um diagnóstico mais preciso, optaram pela remoção da unidade eletro-hidráulica.

Ao remover o conjunto, foi observada a existência de um relé de 80 A fazendo o acionamento do motor elétrico com ele. O relé foi testado e verificou-se que estava com funcionamento irregular. A peça foi substituída e o problema foi solucionado. Porém, conferindo novamente o esquema elétrico do veículo, constatou-se que o relé não fazia parte do circuito original, tendo sido instalado posteriormente devido a uma falha no módulo de controle da direção. O módulo de controle foi encomendado na autorizada e após 30 dias de espera foi recebido. Laerte fez a substituição e pôde remover o tal relé improvisado do circuito.

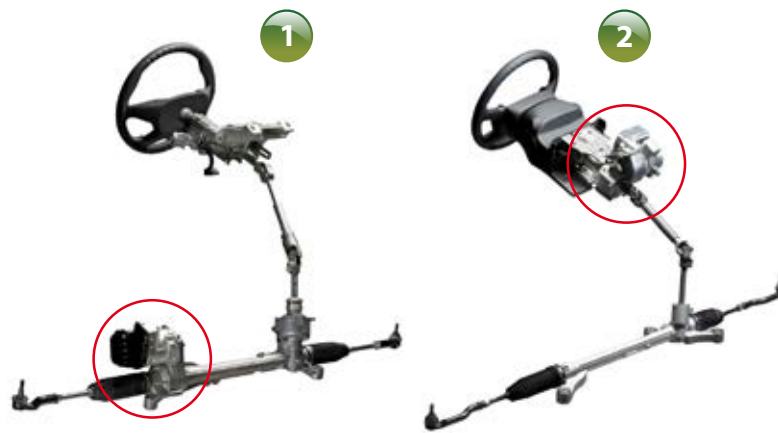
---

Depois de estudar o sistema eletro-hidráulico, agora você vai conhecer os detalhes do sistema elétrico. Continue estudando!

### 5.1.2 SISTEMA DE DIREÇÃO SERVO ASSISTIDA ELÉTRICA

No sistema de direção elétrica, a utilização do sistema hidráulico para assistência da direção foi banida completamente. O sistema de direção elétrica adota somente um motor elétrico que auxilia diretamente no giro do volante de direção.

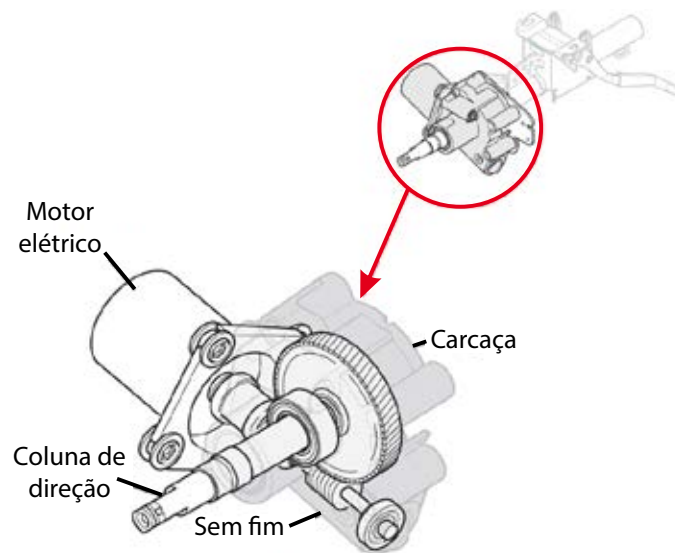
Nesse sistema o motor elétrico fica diretamente conectado à coluna de direção (02) ou até mesmo à caixa de direção (01). Observe na figura a seguir.



Carpress (2013)

Figura 72 - Localização do sistema de direção elétrica  
Fonte: adaptado de Carpress (2013)

O sistema de direção elétrica é composto de um motor elétrico, responsável por realizar assistência de força e por auxiliar o movimento do sistema de direção ao mover do volante, um sensor de ângulo de direção que fornece o ângulo de direção do veículo ao medir a posição angular do volante, e uma central eletrônica, a unidade de controle da direção elétrica, responsável por gerenciar todo o sistema.



Volkswagen (20-?)

Figura 73 - Mecanismo de direção elétrica  
Fonte: Volkswagen (s.d.)

Dentre as vantagens do sistema de direção elétrica comparado ao sistema de direção hidráulica e eletro-hidráulica pode-se citar:

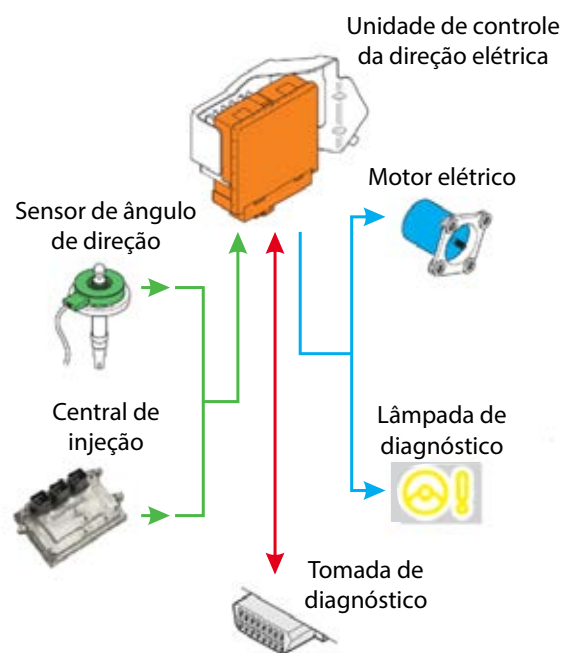
- a) maior conforto e eficiência;
- b) menor número de componentes;

- c) menor índice de manutenção;
- d) maior durabilidade e confiabilidade;
- e) permitir a progressividade do sistema de direção;
- f) atuar independente do funcionamento do motor.

Juntamente a essas vantagens existe ainda o fato de o sistema de direção elétrica trabalhar completamente isento de fluido hidráulico, ficando livre de possíveis vazamentos. Isso o torna muito mais limpo e livre de agressões ao meio ambiente, pois não possui resíduos que necessitem de coletas ou tratamentos especiais quanto ao seu descarte. É considerado ecologicamente correto.

## GERENCIAMENTO DA DIREÇÃO ELÉTRICA

O gerenciamento do sistema de direção é efetuado pela unidade de controle específico da direção, que é responsável pela coleta das informações provenientes dos sensores do veículo ou diretamente de outras centrais, como a do painel de instrumento, compartilhando informações como a velocidade do veículo para gerenciar as estratégias de progressividade da assistência fornecida conforme a velocidade se eleva. Como o sistema permite facilmente a progressividade da assistência fornecida ao condutor, hoje já se encontram no mercado veículos com sistemas mais complexos, que incluem funções como o assistente de estacionamento, em que o veículo estaciona sozinho após o comando do condutor. Nesse caso, o veículo dispõe de outros sistemas interligados que funcionam em conjunto para possibilitar tal operação.



Volkswagen (20-?)

Figura 74 - Gerenciamento de informações do sistema.  
Fonte: Volkswagen (s.d.)

## DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

Sendo o sistema de direção elétrica o mais isento de componentes mecânicos, está muito mais voltado ao sistema de diagnóstico via scanner. Porém, o esquema elétrico é uma excelente ajuda na identificação de possíveis defeitos, já que por meio de sua leitura e interpretação você pode identificar com facilidade seu chicote elétrico. Também por ser um sistema compacto dotado de menos componentes que os demais sistemas similares, as inspeções e verificações são facilitadas. Quanto aos problemas mais comuns apresentados, podem-se citar:

- a) falta de progressividade da direção;
- b) direção pesada;
- c) ruídos na caixa de direção (problemas mecânicos).

Dentre os sintomas ligados ao gerenciamento, o principal é a variação da assistência fornecida pelo conjunto. Qualquer problema apresentado pelo motor elétrico responsável pelo movimento de auxílio ao giro da direção será sentido pelos reflexos imediatos do condutor. Ao contrário de um sistema hidráulico ou eletro-hidráulico, em que pode haver uma perda gradativa de pressão do sistema, no caso da direção elétrica o não funcionamento é imediatamente percebido. Os defeitos mais comuns nesses sistemas acabam sendo ocasionados pelo sensor de torque e pelo motor elétrico da direção, que podem ser verificados conforme esquema elétrico do veículo com o uso de um multímetro. Em ambos os casos os fabricantes não instruem reparos, devendo ser substituídos assim que se identifique a anomalia em seu funcionamento. Vale lembrar que um problema mecânico na caixa de direção pode ocasionar fadiga do motor elétrico e redução de sua vida útil. Sendo assim, não basta apenas substituí-lo: a parte mecânica também deve ser verificada e reparada se necessário.

## 5.2 TRANSMISSÃO

A melhoria e aperfeiçoamento dos veículos já existe desde a criação do primeiro automóvel, sempre com o objetivo de deixar os veículos mais atraentes e confortáveis para seus clientes. A indústria automotiva vem evoluindo gradativamente com o passar dos anos, e com o sistema de transmissão do veículo não foi diferente.

Responsável por transmitir o giro e o torque do motor para as rodas, o sistema de transmissão de um veículo pode ser de três tipos: a transmissão automática (1), na qual as trocas de marcha são feitas automaticamente por meio de pressão hidráulica e que não necessita de nenhuma ação do condutor; a transmissão mecânica (2), na qual o veículo possui pedal de embreagem e alavanca de seleção para trocas manuais, e o motorista faz as trocas de marchas mecanicamente; e, por fim, a transmissão automatizada (3), com construção semelhante a uma transmissão mecânica, mas com um dispositivo eletro-hidráulico que efetua as trocas de marcha e aciona a embreagem, automatizando os processos que antes eram efetuados pelo condutor.



Pavel Pavlanski ((20--?)), zenstock ((20--?)). Do Autor

Figura 75 - Manoplas de acionamento de transmissão automática (1), mecânica (2) e automatizada (3).  
Fonte: adaptado de Thinkstock (2016)

Veja agora como funciona a transmissão automatizada, que possui uma grande interação com todo o sistema de gerenciamento do veículo, suas principais características e componentes, suas estratégias de trabalho e como o gerenciamento eletrônico atua para o bom funcionamento de ambos os sistemas.

### 5.2.1 TRANSMISSÃO AUTOMATIZADA

A transmissão automatizada se destaca pela simplicidade e pelo baixo custo de implantação no veículo quando comparada à transmissão automática. Ela é construída a partir de uma caixa de transmissão mecânica, acrescentando ao veículo apenas um conjunto eletro-hidráulico comandado por uma central eletrônica que faz o “serviço do motorista”, acionando a embreagem e fazendo as mudanças de marcha do veículo. Os nomes comerciais adotados por cada montadora para suas transmissões automatizadas são diversos. Os mais conhecidos são o sistema Dualogic (Fiat), o I-Motion (Volkswagen), e o Easytronic (Chevrolet), dentre outros.

Assim como seus nomes, a característica física e o funcionamento de cada transmissão podem ser bastante diferentes. Sempre que for trabalhar com uma transmissão automatizada, é indispensável a utilização do manual técnico específico da transmissão que se está trabalhando.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 76 - Transmissão automatizada  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

O sistema de transmissão automatizada pode ser dividido em dois conjuntos principais: o conjunto hidráulico, que pode ser subdividido em duas partes (o grupo de potência e o grupo de eletroválvulas), e o conjunto elétrico, que engloba toda a parte de controle e gerenciamento do sistema, tendo como item principal a *transmission control unit* (TCU) ou Unidade de Controle da Transmissão (UTC).

## CONJUNTO HIDRÁULICO

O conjunto hidráulico é a grande novidade desse sistema de transmissão. Ele é responsável por gerar a força e pelo controle físico do trabalho de acionamento de embreagem e de troca das marchas. Todo esse conjunto é controlado ativamente por uma central eletrônica específica, que recebe informações de diversos sensores e também de outras centrais para determinar o melhor momento para a troca de marchas, conforme solicitado pelo condutor.



Evelin Lecliani Bao (2015)

Figura 77 - Conjunto hidráulico  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

## GRUPO DE POTÊNCIA

O grupo de potência tem como função gerar a pressão hidráulica necessária para o acionamento das mudanças de marcha e também da embreagem. Os valores de pressão gerados para a linha de trabalho do sistema estão compreendidos entre 35 e 50 bar. O grupo de potência é composto por uma eletrobomba de engrenagens, um acumulador de pressão e um reservatório de óleo.

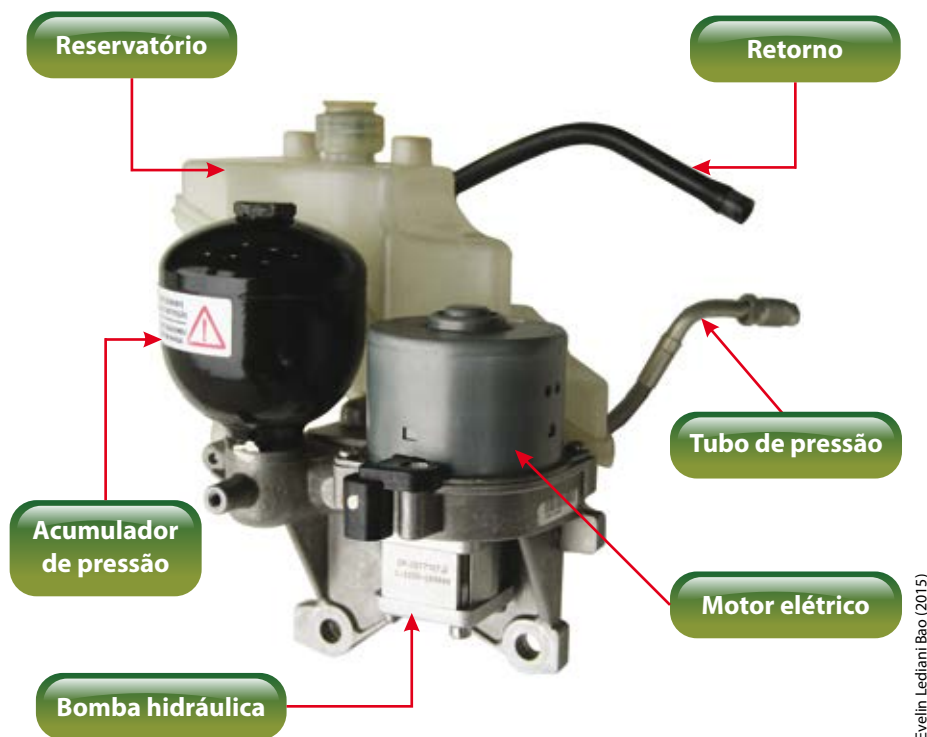


Figura 78 - Grupo de potência

Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

### Reservatório de óleo

O reservatório de óleo é o responsável por armazenar o óleo do sistema e por abastecer a bomba hidráulica. O reservatório também recebe o retorno de óleo do sistema quando ele é despressurizado durante suas diversas fases de trabalho.

Utilize sempre o óleo especificado pelo fabricante, seguindo sempre a especificação e capacidade do sistema.

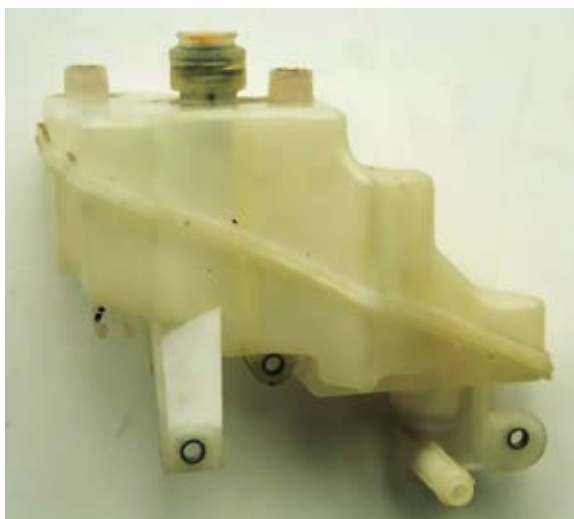
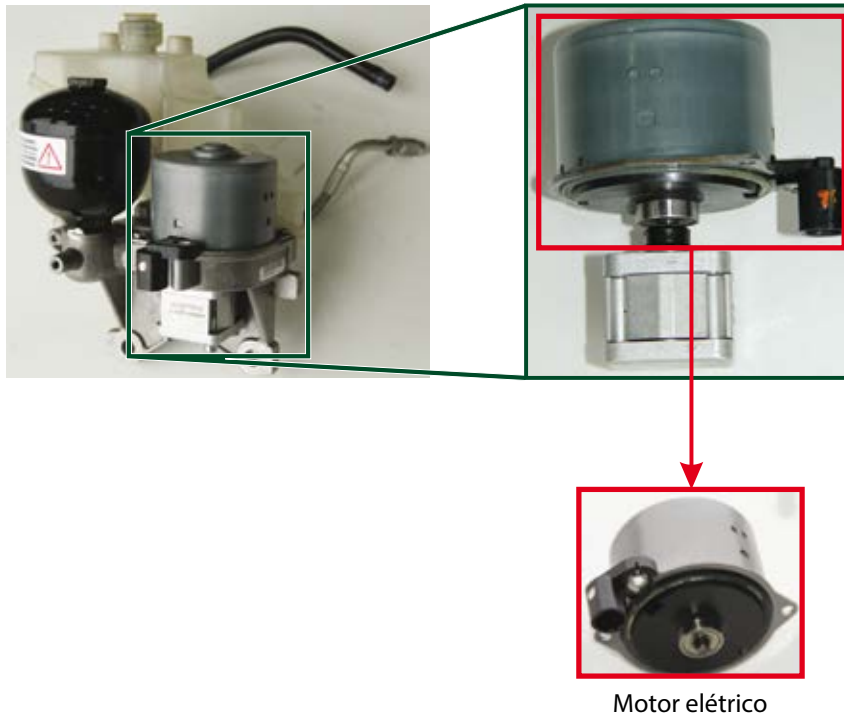


Figura 79 - Reservatório de óleo do sistema

Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

### Motor elétrico

O motor elétrico do sistema de transmissão automatizada é o responsável por fazer a bomba hidráulica trabalhar. Ele trabalha com corrente contínua e é alimentado pelo relé, que por sua vez é gerenciado pela central de controle do câmbio automatizado.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 80 - Motor elétrico

Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

### Bomba hidráulica

A bomba hidráulica funciona por engrenagem, responsável por gerar a alta pressão de óleo para o funcionamento do sistema. Essa pressão varia de sistema para sistema, e geralmente a pressão de trabalho fica entre 35 e 55 bar. A pressão é limitada diretamente pela UTC, que por meio do sinal do sensor de pressão desliga a bomba quando o sistema atinge a pressão ideal de trabalho.



Figura 81 - Bomba hidráulica

Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

### Acumulador de pressão

O acumulador de pressão é o responsável por armazenar o óleo sob pressão gerado pela bomba hidráulica antes de ser utilizado pelos atuadores na seleção e engates das marchas. Esse acúmulo de pressão é necessário para que, quando o sistema precisar de uma ação rápida de acionamento da embreagem e troca de marcha, tanto a pressão quanto o volume de óleo necessários estejam disponíveis.

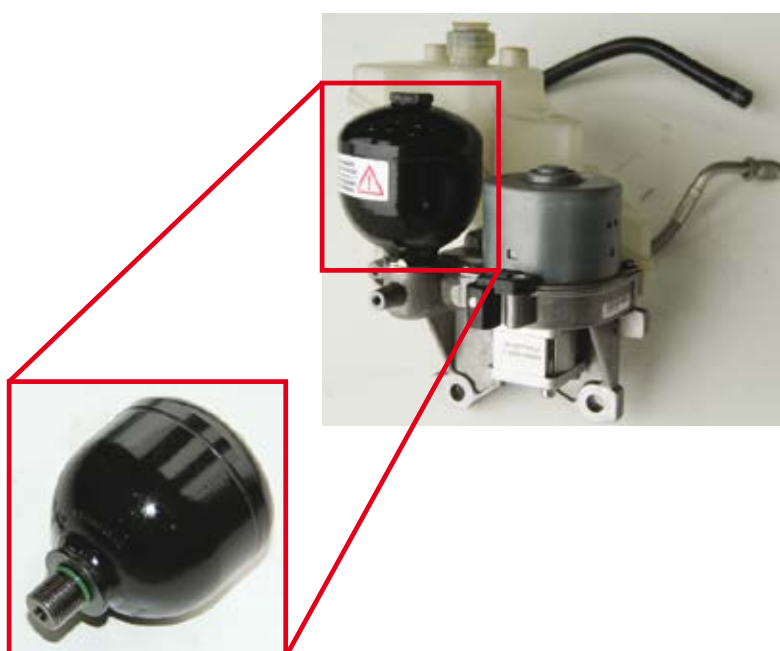
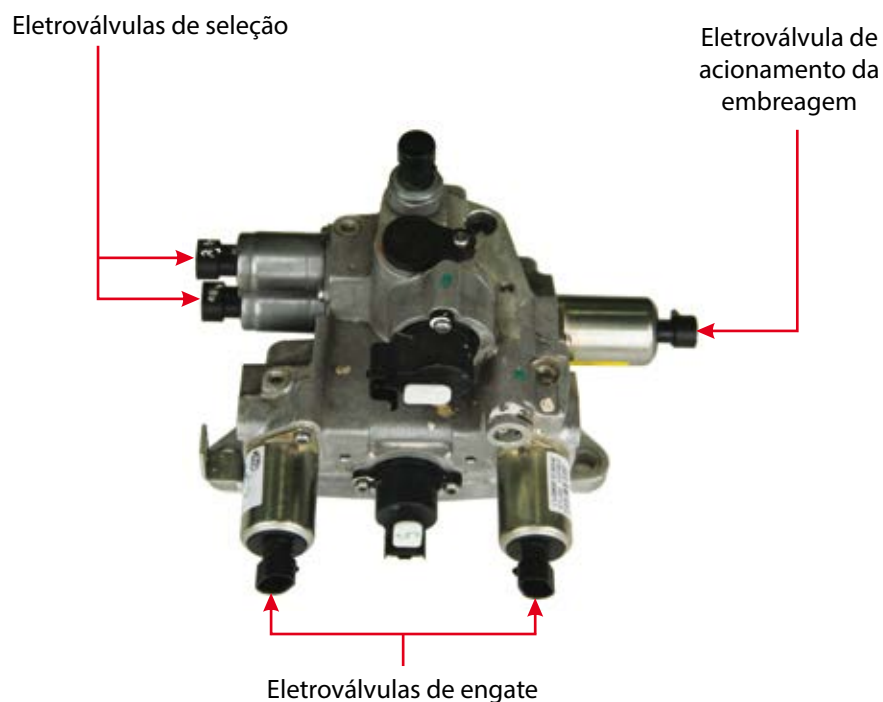


Figura 82 - Acumulador de pressão

Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

## GRUPO DE ELETROVÁLVULAS

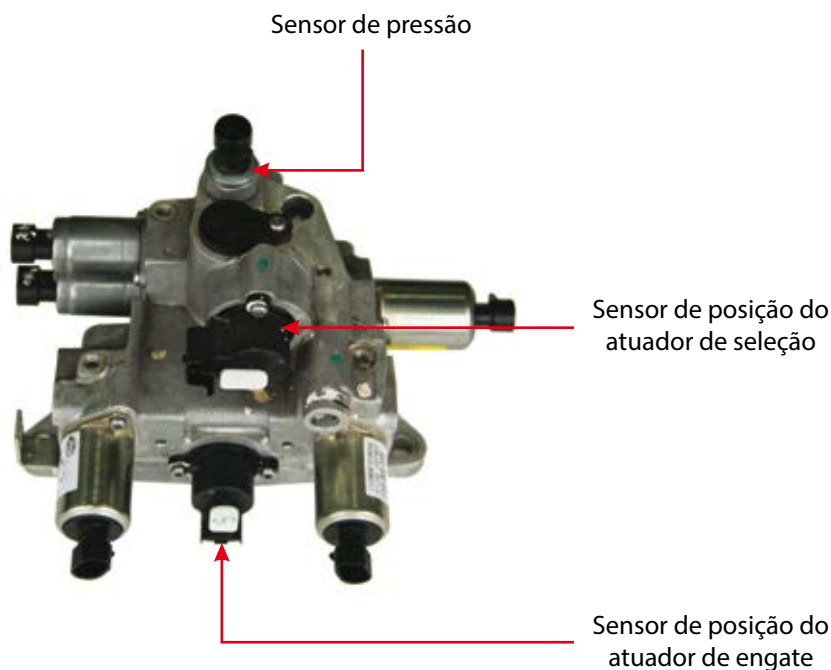
A função do grupo de eletroválvulas é controlar o atuador de embreagem e o engate e desengate das marchas. Para alguns modelos de transmissões automatizadas são utilizadas cinco eletroválvulas, sendo uma para acionamento da embreagem, duas para seleção do garfo de engate (responsável por posicionar a haste de seleção no garfo de engate) e as duas eletroválvulas restantes as responsáveis por fazer o engate da marcha.



Evelin Lediani Bac (2015)

Figura 83 - Grupo de eletroválvulas  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

É no grupo de eletroválvulas que também ficam os sensores responsáveis por informar a posição do atuador de seleção e também a posição do atuador de engate. Outro sensor que também está integrado ao sistema é o sensor de pressão, que informa a central do câmbio automatizado sobre o valor de pressão de óleo que se encontra momentaneamente no grupo das eletroválvulas.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 84 - Sensores do conjunto de eletroválvulas  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

## UNIDADE DE CONTROLE DA TRANSMISSÃO – TCU

A central TCU possui a função de controlar a mudança de marchas do câmbio de acordo com os comandos do condutor ou as necessidades de funcionamento do sistema.

Para desempenhar essa função de forma precisa, ela conta com um conjunto de sensores que captam informações sobre o sistema de transmissão e ainda compartilham informações via rede com as outras centrais dos sistemas eletroeletrônicos do veículo, como rotação do motor, velocidade do veículo, interruptor de freio, entre outras.

## DEMAIS COMPONENTES DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO AUTOMATIZADA

Para o perfeito funcionamento, o sistema de transmissão automatizada conta com diversos sensores que enviam diretamente informações para a central de câmbio automatizado e diversos outros componentes necessários ao funcionamento do conjunto. Acompanhe cada um deles a seguir.

### **Alavanca de comando do câmbio (*joystick*)**

No conjunto de alavanca de comando do câmbio há um conjunto de sensores capaz de informar a UTC sobre a posição atual e os comandos executados pelo condutor, identificando as alterações solicitadas e enviando esses comandos à unidade de comando da transmissão, que por sua vez comandará a mudança de marcha executada pelo sistema.

Quanto às posições de comando, tem-se:

+ (up) -----> Incremento de marcha, 1° para 2°, 3°, 4° e 5°.

- (down) ---> Decréscimo das marchas, 5° para 4°, 3°, 2° e 1°.

D -----> Drive ou dirigir, modo automático.

M -----> Modo manual.

N -----> Neutro, colocando o câmbio em ponto-morto.

R -----> Ré, engata marcha a ré.

S -----> Modo *sport*, ou normal.

O monitoramento da posição da alavanca normalmente é feito por sensores de efeito Hall, mais comum, ou ainda do tipo potenciômetro de pista.

Na maior parte dos modelos, as indicações de posição estão na base da alavanca, mas há fabricantes que optam por versões com as indicações sobre a manopla do câmbio, ficando assim a alavanca semelhante a de um câmbio manual.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 85 - Comando do câmbio automatizado do tipo alavanca  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Acompanhe, a seguir, uma curiosidade sobre o assunto que está sendo estudado. Confira!



## CURIOSIDADES

Você sabia que alguns veículos atuais começaram a experimentar sistemas que já não contam mais com a alavanca de marchas tradicional? Em seu lugar surgiram botões para seleção da função desejada ou uma chave seletora de função.

### Borboletas no volante

Os interruptores para troca de marchas localizados diretamente no volante do veículo, conhecidos como borboletas ou *paddle shift*<sup>4</sup>, vêm se popularizando devido a sua grande praticidade. As borboletas tiveram seu desenvolvimento na Fórmula 1, e foram implementadas, inicialmente, em veículos esportivos de rua. Hoje se encontram disponíveis em veículos de todos os segmentos.



Maksim Toome ([20--7])

Figura 86 - Câmbio borboleta  
Fonte: adaptado de Thinkstock (2016)

A utilização do sistema *paddle shift* possui algumas vantagens. Veja algumas delas no quadro a seguir:

1	Nos sistemas de transmissões manuais é comum o condutor, erroneamente, descansar o pé sobre o pedal de embreagem, gerando um desgaste mínimo e constante do conjunto. Nos câmbios automatizados, isso não mais acontece.
2	Ocorre o aumento da vida útil dos componentes internos da caixa de mudanças, já que a troca é realizada eletronicamente e previne erros na seleção de marchas, preservando o conjunto.
3	Ambas as mãos ficam em contato constante com o volante, possibilitando um maior controle na condução, eliminando imprevistos e desvios de atenção.
4	Mudanças mais precisas e rápidas, favorecendo a condução esportiva.

Quadro 3 - Vantagens do sistema *paddle shift*  
Fonte: adaptado de Notícias da Oficina (s.d.)

Depois de conhecer algumas vantagens no uso do sistema *paddle shift*, veja uma curiosidade sobre esse assunto. Confira!

<sup>4</sup> Interruptores eletrônicos utilizados para comandar o sinal de troca de marchas pelo condutor.

**CURIOSIDADES**

Você sabia que, na maioria dos veículos, se você acionar simultaneamente os comandos do volante e a alavanca de marchas, o comando enviado pela alavanca sempre prevalecerá sobre o das borboletas?

**Interruptor sport**

As transmissões automatizadas possuem a vantagem de poder alterarem as estratégias de funcionamento. Baseados nisso, alguns veículos possuem diferentes modos de condução pré-estabelecidos à disposição do condutor, que ao ativar essa função manualmente altera o regime de rotação em que as trocas serão efetuadas. Como existe uma interação com o sistema de injeção eletrônica do veículo, é possível também promover alterações nas estratégias de funcionamento do motor, podendo gerar mais torque e potência em favor da capacidade de aceleração e da esportividade ao conduzir o veículo.

**Rotação da árvore primária**

A rotação da árvore primária é monitorada por um sensor, normalmente do tipo indutivo. Esse sensor é necessário para que a unidade de controle da transmissão compare a rotação da árvore primária com a rotação do motor coletada via CAN da UCE, usando essa informação para definir a melhor estratégia de acoplamento da embreagem após as trocas de marchas. Para que não ocorram trancos, o sistema proporciona um deslizamento e acoplamento mais suaves do disco ao platô e volante.

**Posição do atuador de engate**

Para o engate das marchas, os diferentes sistemas disponíveis no mercado são similares, podendo haver construções divergentes. A maioria dos sistemas utiliza uma válvula proporcional de pressão para comandar o atuador das marchas ímpares e outra similar para o comando do atuador de engate das marchas pares. Esses atuadores trabalham como cilindros hidráulicos de dupla ação.

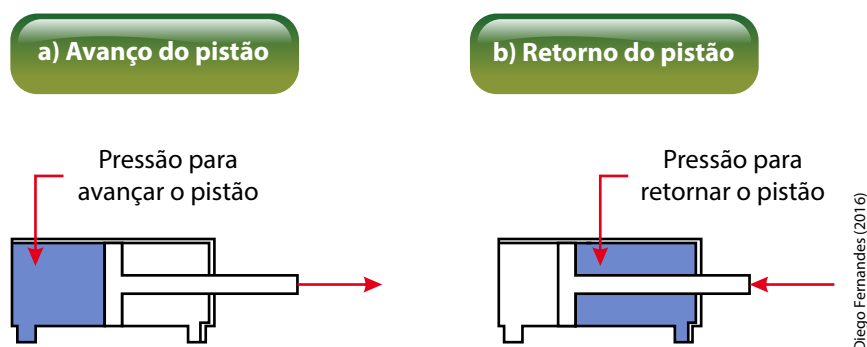


Figura 87 - Cilindro hidráulico padrão  
Fonte: adaptado de Mecatrônica Atual (2013)

Diego Fernandes (2016)

Acompanhe, a seguir, uma curiosidade sobre o assunto que você está estudando. Confira!



## CURIOSIDADES

Você sabia que as válvulas solenoides de pressão proporcionais possuem esse nome porque conseguem variar a pressão de óleo fornecida aos atuadores em proporção à corrente de entrada que recebem em sua bobina? Elas são muito utilizadas em todos os tipos de sistemas hidráulicos que necessitam de precisão.

### Posição do atuador de seleção

Essas válvulas do sistema são do tipo *on/off*, ou seja, direcionam o fluxo de óleo para os atuadores sem nenhum controle sobre sua pressão ou vazão. Os sistemas mais tradicionais trabalham com duas válvulas de seleção. Uma, ao ser acionada, desloca a seletora para a posição das marchas 1ª e 2ª; a outra, quando acionada, desloca a seletora para a posição de engate das marchas 5ª e ré. Quando ambas estiverem desligadas, o atuador de seleção permanece ou retorna na posição das marchas 3ª e 4ª, por efeito de molas.

### Atuador de embreagem

O atuador de embreagem dos sistemas automatizados de transmissão é de ação hidráulica, comandado pela válvula de acionamento da embreagem do conjunto de acionamentos da transmissão. Conforme estratégia definida pelo sistema, esse atuador é acionado uma fração de tempo antes do acionamento das válvulas seletoras e das válvulas de engate.

### Pressão de óleo

A pressão de operação dos sistemas eletro-hidráulicos é regulada por um sensor de pressão de óleo. Esse sensor informa a TCU, que gerencia o funcionamento da eletrobomba. A pressão tem a função de gerar a força necessária para a movimentação dos atuadores e válvulas, e é armazenada no acumulador hidráulico, em uma escala que varia essas pressões na faixa de 35 a 55 bar, podendo em alguns casos chegar a 80 bar. O acumulador é necessário porque a bomba hidráulica não gera volume de óleo suficiente para executar as operações na velocidade necessária, então esse volume é armazenado previamente ao uso, dentro do acumulador.

### Acumulador de pressão

Responsável por armazenar a pressão gerada pela bomba, o acumulador de pressão é um reservatório metálico com uma membrana interna preenchida por nitrogênio pressurizado. Quando o acumulador está cheio, comprime a membrana, e o nitrogênio se comprime, armazenando essa pressão. Em caso de utilização de fluido inapropriado no sistema, podem haver danos na membrana do acumulador, causando seu rompimento e levando a sua substituição.

### Interruptor do pedal de freio

A comunicação entre as centrais do veículo possibilita que a TCU se comunique via rede CAN e verifique o estado dos interruptores de freio do veículo. Essa informação é utilizada para permitir ou não as trocas de marcha do veículo parado e, com o veículo em movimento, poder alterar a estratégia de redução de marcha em momentos de frenagem.

### **Sensor de velocidade do veículo**

Esse sensor fica instalado diretamente na transmissão e informa a velocidade do veículo à TCU. Com essa informação é determinado o momento de troca de marchas e a estratégia de acionamento da embreagem.

### **Interruptor da porta do condutor**

As centrais de gerenciamento das transmissões utilizam as informações coletadas pelo sensor de abertura da porta do condutor do veículo e utilizam essa informação para o acionamento prévio da bomba de pressão, para impedir que seja engrenada a marcha com a porta aberta ou funções semelhantes com estratégias de proteção do condutor e tripulantes.

## **5.2.2 TRANSMISSÃO AUTOMÁTICA**

Devido a sua complexidade quando comparada aos sistemas automatizados, aliada ao custo de manutenção também mais elevado, as transmissões automatizadas vêm ganhando boa parte do espaço antes ocupado pelas automáticas. Outro fator é que os sistemas automáticos possuem um conjunto mais pesado, por conta dos atuadores hidráulicos, conversor de torque, válvulas, bomba hidráulica e demais componentes do sistema. Isso acaba por inviabilizar seu uso em veículos de pequeno porte e populares.

A transmissão automática já existia antes dos sistemas de gerenciamento eletrônico, mas eles, ao serem incorporados, proporcionaram uma evolução desse tipo de transmissão por conta do monitoramento do funcionamento e suas interações com os demais sistemas eletrônicos dos veículos. Nas versões chamadas “eletrônicas” dos câmbios automáticos, podem-se encontrar transmissões de até sete marchas para veículos de passeio e esportivos, permitindo um desempenho até mesmo superior aos câmbios manuais.

## **COMPONENTES**

Quanto à parte de componentes do sistema de gerenciamento eletrônico das transmissões automáticas, podem-se citar como principais os itens a seguir. Acompanhe.

### **Unidade ou módulo de controle da transmissão – TCU ou UTC**

Semelhante à UCE do motor, é responsável pelas estratégias de funcionamento da transmissão. Sua construção é similar, com controladores e módulos integrados.

### **Sensores**

Para o monitoramento das funções, o sistema utiliza diversos sensores, como:

- a) sensor de rotação de entrada;
- b) sensor de rotação de saída;
- c) sensor de velocidade;

d) sensor de temperatura do óleo da transmissão;

e) sensor de pressão do óleo.

Por meio do comparativo entre os sinais dos sensores de rotação de entrada e de saída da caixa, o TCU define a estratégia de mudança de marchas para cada situação, enquanto o sensor de temperatura garante o monitoramento e proteção do sistema em caso de temperaturas diversas de funcionamento.

### Atuadores elétricos

Os atuadores da transmissão automática eletrônica são os solenoides de acionamento das marchas, acoplados dentro da transmissão automática. Trabalham acoplados a uma unidade hidráulica de acionamento com as válvulas hidráulicas, consistindo em atuadores acionadores de válvulas e de controle de pressão.

## GERENCIAMENTO ELETRÔNICO

Para o gerenciamento e monitoramento das funções, as transmissões automáticas possuem uma central de gerenciamento própria, compartilhando informações com os demais sistemas do veículo. Veja na figura a seguir as principais funções dessa central de gerenciamento.



Figura 88 - Funções da central de gerenciamento eletrônico  
Fonte: do Autor (2016)

Continue seus estudos, aprendendo agora como acontece o diagnóstico e as inspeções nos sistemas estudados até aqui. Acompanhe.

### 5.3 DIAGNÓSTICOS E INSPEÇÕES

Devido à complexidade dos sistemas, tanto o automatizado quanto o automático, todo e qualquer diagnóstico deve começar pela rede, com uso de aparelho de diagnóstico automotivo próprio, para a interpretação correta dos códigos de falhas, regulagens e ajustes do sistema, bem como calibrações, no caso de manutenções e troca de componentes. Ainda assim, para poder efetuar as devidas verificações dos componentes e um correto diagnóstico, é necessário o manual técnico, identificando os códigos de falha e o esquema elétrico do sistema para servir de guia.

As verificações básicas consistem em:

- a) testes das bobinas dos solenoides de acionamentos e de controle;
- b) testes do atuador de embreagem (automatizados);
- c) verificação dos sinais emitidos pelos sensores do sistema;
- d) vazamento de fluido, perdas de pressão;
- e) nível do fluido hidráulico;
- f) contatos e conectores do chicote e módulos;
- g) verificação dos sinais de comando emitidos pela TCU;
- h) demais procedimentos específicos sugeridos pelo fabricante no manual.



#### **FIQUE ALERTA**

O fluido hidráulico especificado para os câmbios automatizados possui uma composição específica para essa finalidade, não podendo, em hipótese alguma, ser completado ou substituído por outro que não seja o recomendado pelo fabricante, pois poderá ocorrer travamento das válvulas e rompimento da membrana do acumulador de pressão.

Vale salientar que, apesar de semelhantes, cada sistema adotado pelas montadoras possui suas particularidades e segue em constante aperfeiçoamento, exigindo por parte do reparador uma constante atualização de seus conhecimentos e equipamentos.

#### 5.3.1 REPARAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO

Os sistemas automatizados de transmissão inicialmente não previam reparos ou substituições de componentes, mas substituição de conjuntos completos. Esse panorama vem mudando conforme os sistemas vêm ganhando popularidade e volume de manutenções. Segundo o Portal O Mecânico (2013), “a tecnologia foi desenvolvida para acompanhar a vida útil do veículo sem manutenção, porém, alguns componentes podem, excepcionalmente, apresentar alguma avaria, como bombas, válvulas, filtro do reservatório e acumulador”.

Hoje já é possível fazer a substituição de alguns componentes mesmo fora das concessionárias, proporcionando, segundo a fabricante dos componentes, uma economia de até 30% nos custos das manutenções.

Já os sistemas de transmissão automática, por existirem mesmo antes da implementação da eletrônica em seu gerenciamento, permitem a substituição de seus componentes internos, sejam mecânicos ou elétricos, como os atuadores ou válvulas. Normalmente, entretanto, possuem um custo de reparação elevado, pois se tratando de componentes internos da caixa, demandam mão de obra especializada nesse tipo de transmissão para a correta manutenção e substituição dos componentes, limitando muitas vezes o diagnóstico. Para remoção de qualquer componente desses sistemas, quando há necessidade e possibilidade de substituição, é imprescindível a correta identificação da peça pelo seu código. Por exemplo, as válvulas solenoides são visualmente semelhantes, mas não necessariamente intercambiáveis entre si.

Após a substituição de componentes do sistema, cada manual especifica os corretos procedimentos de calibração dos componentes e reconhecimento deles, utilizando novamente o equipamento de diagnóstico que possui as funções apropriadas.

## 5.4 IMOBILIZADOR

O sistema imobilizador de partida ou, como é popularmente chamado, sistema CODE, popularizou-se no Brasil no ano de 1996, quando começou a ser utilizado em veículos populares. A partir dessa data foi gradativamente crescendo sua implementação nos veículos da frota nacional.

O imobilizador de partida é um sistema eletrônico que atua em conjunto à injeção eletrônica do veículo, com o objetivo de aumentar a proteção contra furto. O sistema imobilizador de partida conta com uma chave de ignição codificada, impossibilitando o veículo de dar partida se não estiver com sua própria chave de ignição.

A chave de ignição de veículos equipados com o sistema CODE possui um dispositivo chamado de *transponder*, que transmite um código de segurança à unidade de comando do sistema imobilizador que por sua vez libera o sistema de injeção eletrônica para a partida do veículo; caso o código de segurança não seja reconhecido, a partida do veículo não é liberada.

Componentes do sistema CODE:

- a) Chave de ignição codificada (*transponder*);
- b) Antena receptora do sinal;
- c) Central do sistema imobilizador (pode ser específico ou integrado ao painel de instrumentos, à central de injeção, ou mesmo à central de bordo do veículo);
- d) Central de injeção.

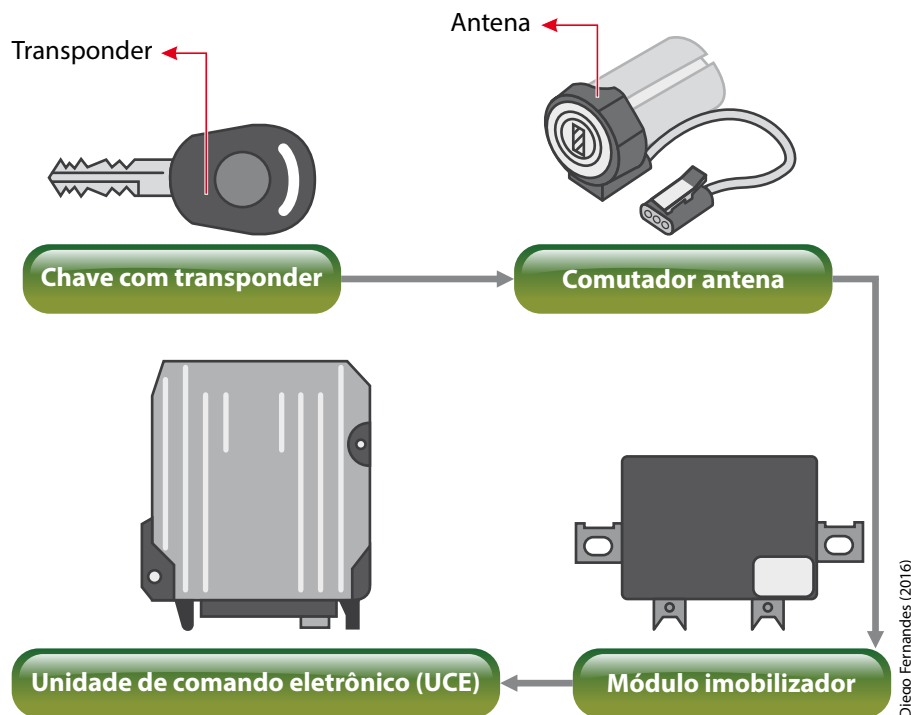


Figura 89 - Componentes do sistema imobilizador  
 Fonte: adaptado de SENAI-SP (2003)

### 5.4.1 TIPOS DO SISTEMA CODE

O nome adotado para o sistema imobilizador de partida em cada montadora é bastante diversificado. Alguns nomes adotados por elas são *immobilizer*, *PATS*, *CODE* ou apenas imobilizador, mas todos com a mesma função e princípio de funcionamento.

Todos os sistemas imobilizadores existentes hoje no mercado têm funcionamento parecido, mas, é claro, além dos nomes diferentes utilizados pelas montadoras, os sistemas podem ter diferenças físicas, diferentes estratégias de trabalho ou até mesmo diferença no gerenciamento do sistema. Isso não acontece só entre montadoras, mas entre veículos de uma mesma marca. Por isso é importante salientar a utilização de documentação técnica específica para cada modelo de veículo.

Principais variáveis de sistemas CODE:

- a) confirmação entre módulos: pode acontecer apenas com troca de informação entre os módulos do imobilizador e a unidade de comando do motor, ou esse sinal pode ser dividido em outras centrais.
- b) via de informação: é realizada por protocolo de informação próprio ou por barramento de alta velocidade CAN.
- c) códigos de segurança: podem ser utilizados tanto códigos fixos como códigos variáveis.

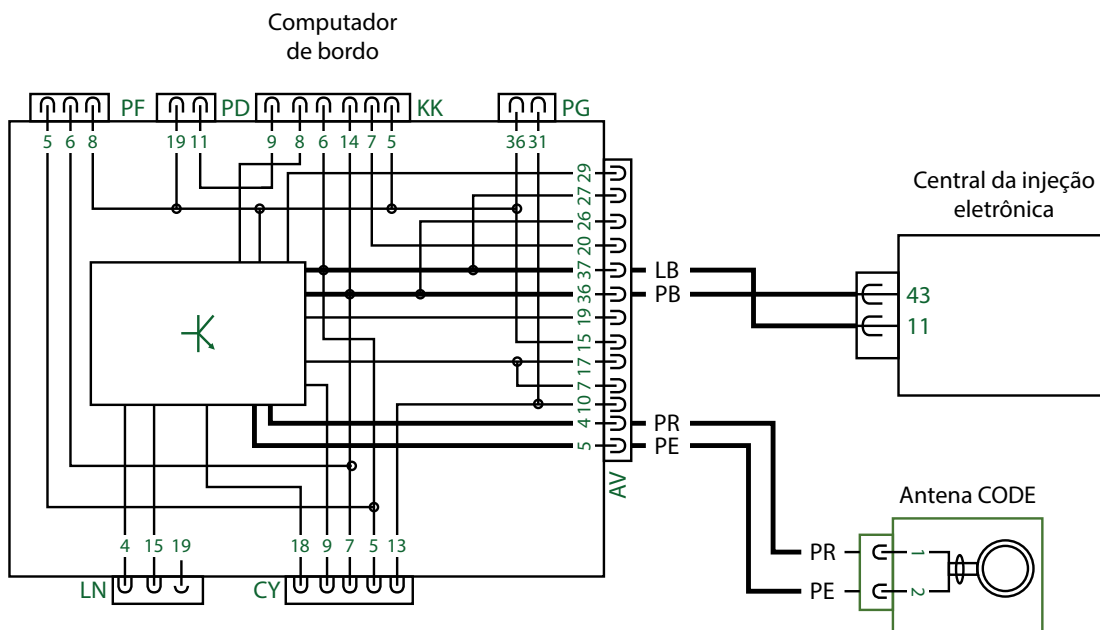


Figura 90 - Exemplo de diagrama elétrico do sistema imobilizador  
 Fonte: adaptado de Fiat (2006)

Diego Fernandes (2016)

A seguir, você vai aprender como é o funcionamento do sistema imobilizador. Confira!

### 5.4.2 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA IMOBILIZADOR

Quanto à ligação dos componentes do sistema, você pode verificar na figura a seguir como estão interligadas a unidade de comando do imobilizador e a UCE do motor. Observe:

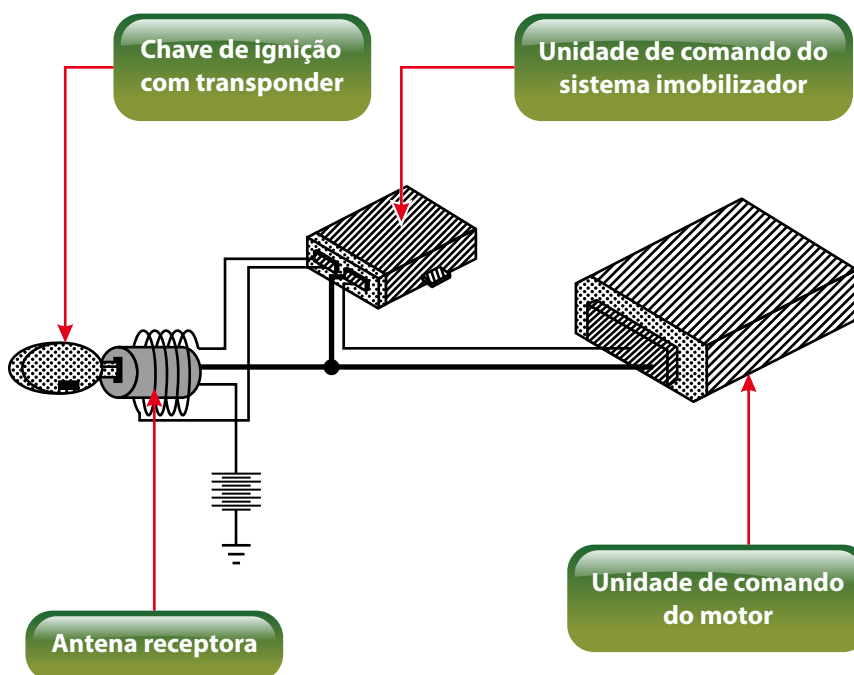


Figura 91 - Sistema imobilizador  
 Fonte: Flavio Cursos (s.d.)

Diego Fernandes (2016)

Quando a chave de ignição é girada pelo condutor para a posição MAR (marcha), a unidade de comando da injeção e a central CODE são alimentadas.

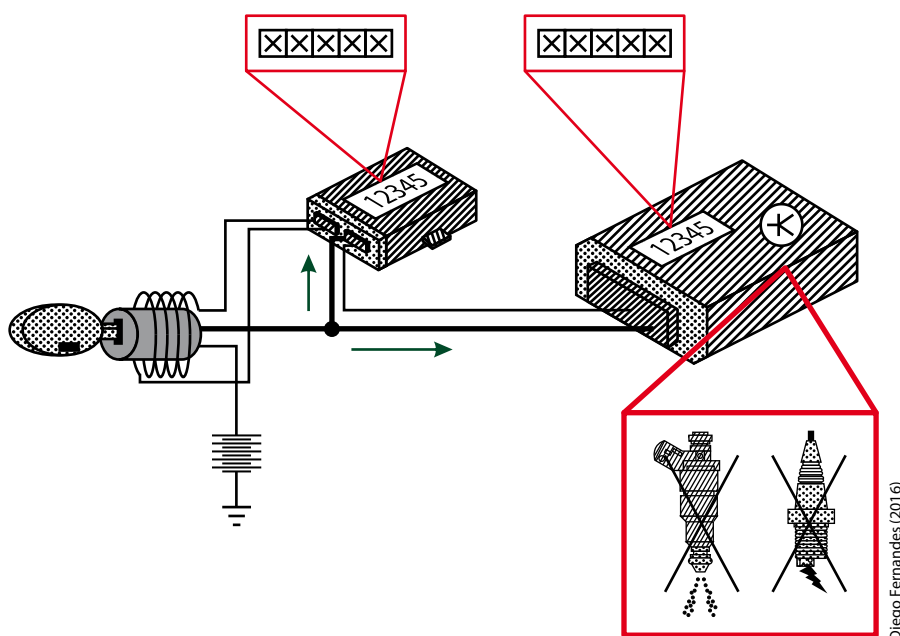


Figura 92 - Alimentações centrais  
Fonte: Flavio Cursos (s.d.)

Nesse momento a central de injeção solicita à central do sistema CODE o código de liberação para partida.

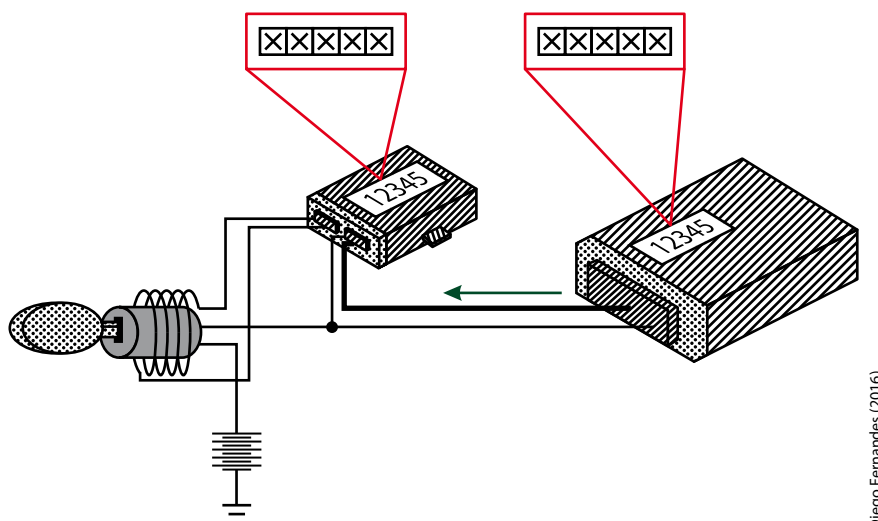


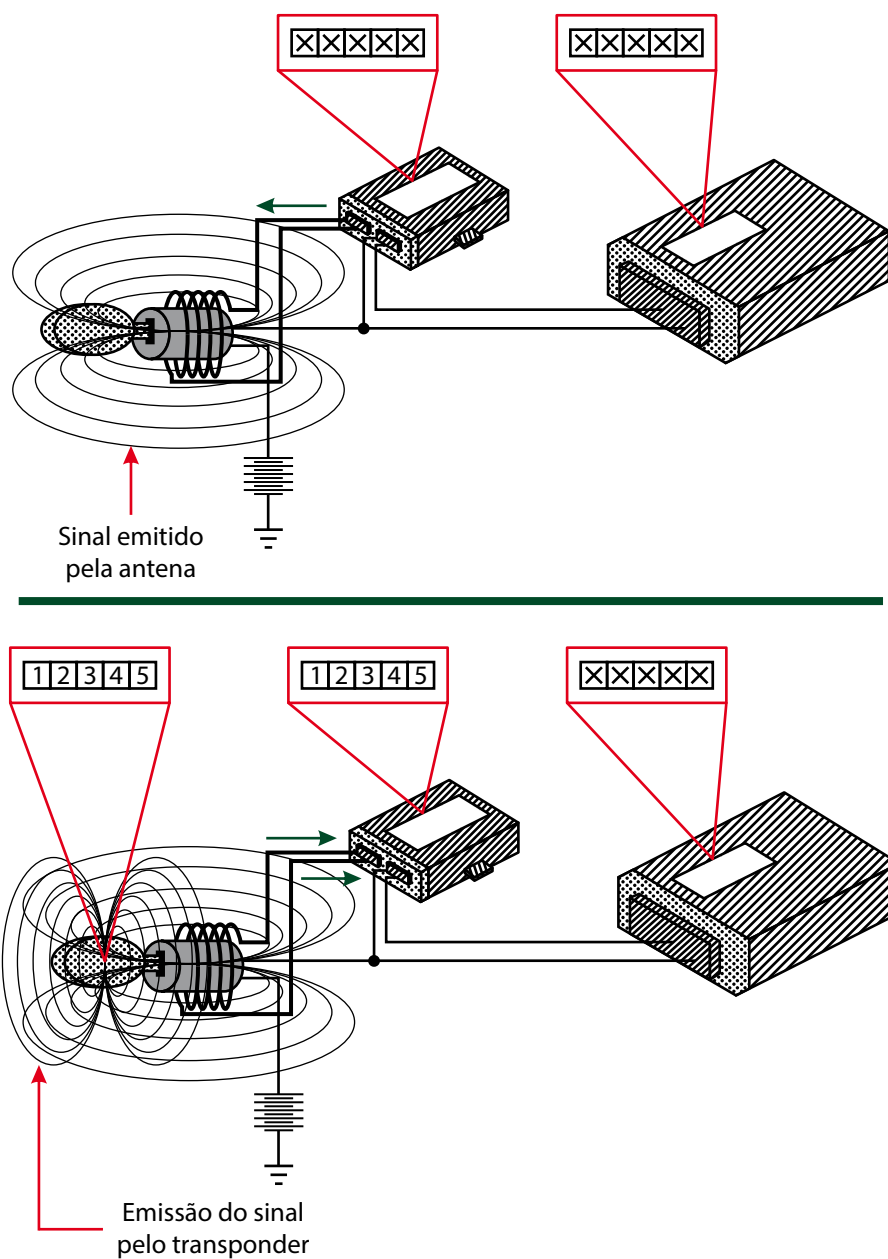
Figura 93 - Solicitação de CODE por central  
Fonte: Flavio Cursos (s.d.)

Com a solicitação da central de injeção, a central CODE energiza a antena do sistema, que emite um sinal eletromagnético de comunicação com o *transponder* existente na chave de ignição e identifica o código existente no *transponder*. Quando o *transponder* está energizado, emite sinais que logo são captados pela antena.

**CURIOSIDADES**

“A comunicação entre antena e o *transponder* é feita por um link indutivo, geralmente a 125 KHz. Também podem ser utilizadas outras frequências”. (GUIMARÃES, 2013, p. 126).

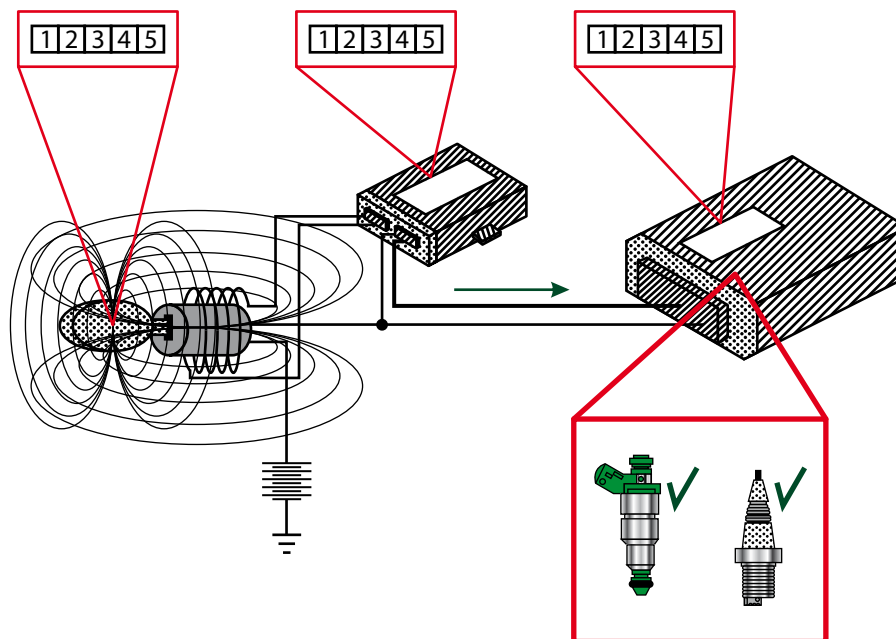
Observe a figura a seguir, que mostra a energização da antena e o sinal do *transponder*.



Diego Fernandes (2016)

Figura 94 - Energização da antena e sinal do transponder  
Fonte: Flavio Cursos (s.d.)

O código do *transponder* é enviado à central do sistema CODE, que vai analisá-lo e liberar a partida do motor caso o código enviado seja correto; caso contrário, a partida do motor não é liberada.



Diego Fernandes (2016)

Figura 95 - Liberação de partida pelo CODE  
Fonte: Flavio Cursos (s.d.)

No quadro a seguir você pode verificar algumas evidências de defeito no sistema imobilizador, de acordo com alguns fabricantes de veículos. Acompanhe.

FABRICANTE	EVIDÊNCIAS DE DEFEITO OU CÓDIGO SECRETO NÃO IDENTIFICADO	DETALHES
GM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor não “pega” ou “pega”, mas morre em seguida.</li> <li>• Lâmpada do sistema de injeção piscando rapidamente (aproximadamente duas vezes por segundo) enquanto a chave está ligada.</li> </ul>	A UCE desativa os sistemas de ignição e injeção (aproximadamente 1,5 segundos) após ter sido ligada a ignição.
VW	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor não “pega” ou “pega”, mas morre em seguida.</li> <li>• LED do sistema imobilizador aceso continuamente ou piscando rapidamente.</li> <li>• Nos veículos importados (Golf, Passat e Variant) não há LED do sistema imobilizador.</li> </ul>	A UCE desativa os sistemas de ignição e injeção (aproximadamente 2 segundos) após ter sido ligada a ignição.
FORD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor não “vira” ao ser solicitada a partida.</li> <li>• ATS LED sinalizando um código de defeito.</li> </ul>	A UCE desativa os sistemas de ignição, injeção e partida em menos de 1 segundo após ter sido ligada a ignição.
FIAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor “vira”, mas não pega.</li> <li>• Lâmpada do sistema FIAT CODE acesa continuamente.</li> </ul>	A UCE desativa os sistemas de ignição e injeção 0,7 segundos após ter sido ligada a ignição.

Quadro 4 - Evidências de defeito no sistema imobilizador  
Fonte: SENAI/SP (2013)

Visto que os componentes isolados dos sistemas imobilizadores não preveem desmontagens e não sendo previstas reparações, sua manutenção ficará limitada a testes, inspeções baseadas nos diagnósticos de falhas e, quando houver desmontagem para substituições ou inspeções mais detalhadas, deve haver atenção extra na limpeza dos contatos e conexões elétricas, bem como os pontos de aterramento do circuito, quando houver.

## 5.5 CONTROLE DE VELOCIDADE

O sistema de controle de velocidade pode ser dividido em três; o primeiro é o controle eletrônico de velocidade, que faz somente a leitura e avisa ao condutor em forma de sinal sonoro e visual quando o veículo atinge determinada velocidade; o segundo é o *cruise control*, que mantém o veículo na velocidade pré-determinada pelo condutor, fazendo controle apenas do acelerador do veículo; o terceiro sistema é o *adaptive cruise control* (ACC), que é a evolução do *cruise control* e, além do acelerador, tem controle sobre o sistema de freios do veículo.



iStock (120-71)

Figura 96 - Símbolo do sistema de controle de velocidades  
Fonte: Thinkstock (2016)

A seguir, você vai aprender os detalhes de cada um desses sistemas.

### 5.5.1 CONTROLE ELETRÔNICO DE VELOCIDADES

Esse sistema não atua no funcionamento do veículo, apenas informa ao condutor quando o veículo chega à velocidade determinada. Ele evita, portanto, que se exceda a velocidade máxima permitida para a rodovia em que se está trafegando.

Esse sistema é bastante encontrado em veículos de pequeno porte e populares. Por não atuar no funcionamento do veículo e ser somente de informação, o valor a ser agregado ao veículo não é tão significativo.



Jefferson Luis Kostovoski (2015)

Figura 97 - Controlador do limite de velocidades  
Fonte: do Autor (2016)

O sistema de controle eletrônico de velocidade é uma das funções que compõem o computador de bordo do veículo e costuma ser integrado ao seu painel de instrumentos.



Evelin Ledjani Bao (2016)

Figura 98 - Comandos do computador de bordo  
Fonte: do Autor (2016)

Veja agora como fazer o diagnóstico do sistema de controle de velocidade.

## DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

No caso do computador de bordo, seu diagnóstico deverá ser baseado na verificação das informações fornecidas por ele em comparação a outras formas de averiguação, como aparelho de diagnóstico automotivo, assim como inspeção e teste do sensor de velocidade que alimenta as informações desse sistema e seu circuito.

### 5.5.2 CRUISE CONTROL

O sistema *cruise control* (piloto automático) atua de maneira bastante simples no veículo. Conta com uma central eletrônica que recebe dados de funcionamento do veículo e atua de forma ativa no controle de aceleração para manter a velocidade determinada pelo condutor.



JerryGrugin ((20--?))

Figura 99 - Comando *cruise control*  
Fonte: Thinkstock (2016)

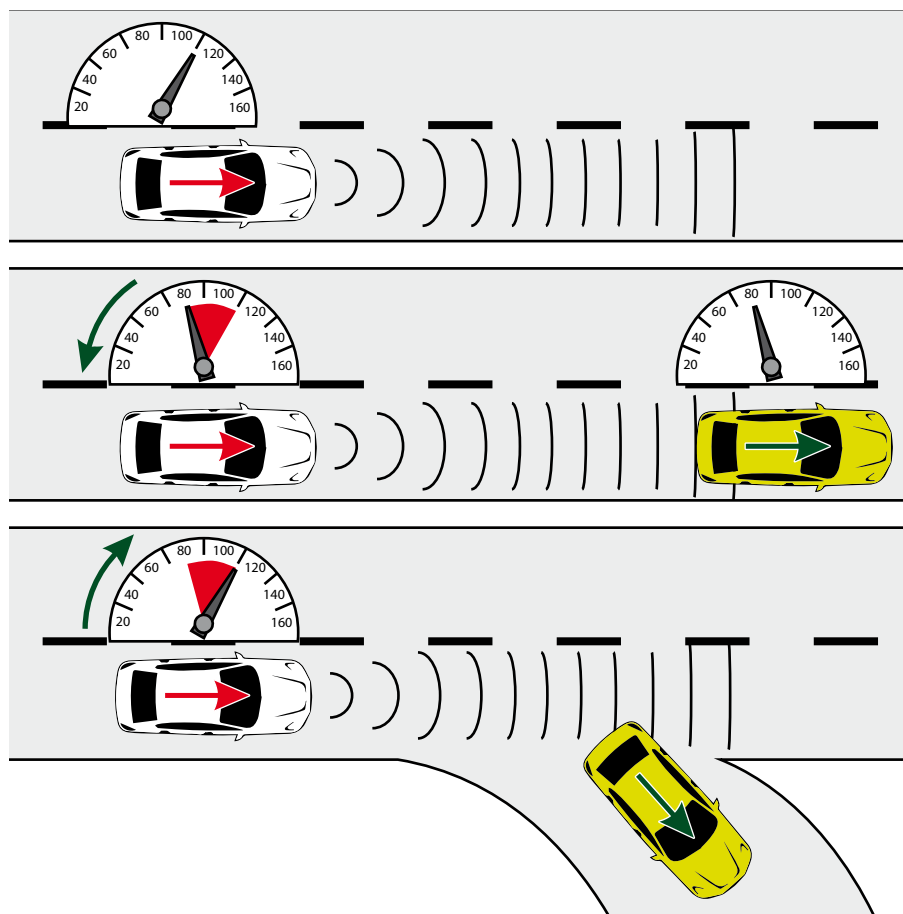
Para ativar o *cruise control*, o condutor precisa apenas chegar próximo à velocidade desejada de cruzeiro previamente definida e pressionar o botão que ativa o sistema, para que adote aquele valor como referência e mantenha o veículo naquela velocidade. Por motivos de segurança, o sistema é desativado automaticamente caso o condutor pressione o pedal de freio ou o pedal de acelerador, já que o sistema reconhece que o condutor deseja retomar o controle do veículo e para de atuar. Alguns sistemas *cruise control* contam também com a função de retornar à última velocidade memorizada e também de aumentar e diminuir a velocidade do veículo sem a necessidade de desativar o sistema, somente por botões.

### DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

No caso da função *cruise control*, assim como no computador de bordo, seu diagnóstico deverá ser baseado na verificação das informações averiguadas, como a utilização de aparelho de diagnóstico automotivo. Caso apresente inconsistência de funcionamento, poderá estar atrelado ao mau funcionamento de outros componentes de uso comum, como o sensor de velocidade do veículo.

### 5.5.3 ADAPTATIVE CRUISE CONTROL (ACC)

O funcionamento do sistema ACC (em português, piloto automático adaptativo) é baseado no piloto automático citado anteriormente, mas com algumas funções a mais que o tornam mais completo e eficiente. O ACC auxilia ativamente o motorista na condução do veículo e também o controla para manter uma distância segura do veículo que segue a sua frente. Essa atuação é possível graças a um sensor de distância que agrega o sistema.

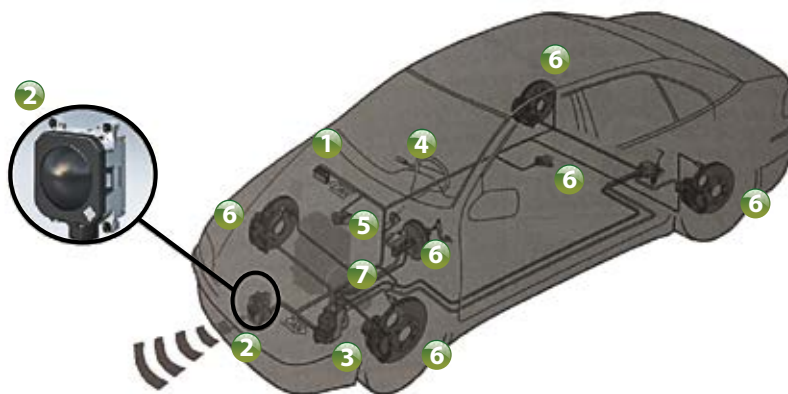


Davi Leon (2016)

Figura 100 - ACC trabalhando em frenagem e retomada de velocidade  
Fonte: adaptado de Thinkstock (2016)

Enquanto o ACC está no comando do veículo, mantém a velocidade definida pelo condutor, mas pode adaptar rapidamente a sua velocidade à mudança no tráfego por meio da desaceleração, frenagem ou aceleração.

- |  |
|--|
| 1- Unidade de controle do gerenciamento do motor |
| 2- Unidade de controle do sensor radar           |
| 3- Intervenção ativa nos freios via ASR/ESP      |
| 4- Unidade de comando e informações              |
| 5- Intervenção motor                             |
| 6- Sensores                                      |
| 7- Intervenção na caixa de marchas               |



Davi Leon (2016)

Figura 101 - Composição do sistema ACC com sensor de longo alcance  
Fonte: Bosch (2005)

As funções desse sistema para fins de diagnósticos estão disponíveis pela tomada de diagnóstico do veículo, sendo possível acessar seus códigos de falhas e, no caso de manutenção ou substituição de componentes, acessar as funções de calibração.

## TIPOS DE SENSOR DE DISTÂNCIA

O principal componente e também o responsável por permitir o sistema de executar essas funções é o sensor de distância, que é o sensor que mede a distância e a velocidade relativa do veículo à sua frente mesmo sob condições adversas de clima.



**SAIBA  
MAIS**

Para obter mais informações sobre os sistemas eletroeletrônicos e os diversos sistemas automotivos, consulte o site Infomotor, disponível em <<http://www.infomotor.com.br/>>.

### Sensor de radar de médio alcance

O sensor de radar de médio alcance utiliza uma faixa de frequência de trabalho de 76–77 GHz, que é aprovada para aplicações automotivas em todo o mundo com um alcance de até 160 metros e um campo de visão de até 45 graus. Esse modelo de sensor radar é recomendado tanto para rodovias rápidas quanto para uso dentro de cidade com trânsito relativamente lento.

### Sensor de radar de longo alcance

O sensor de radar de longo alcance detecta objetos e mede sua velocidade e posição em relação ao movimento do seu veículo. O sensor usa a faixa de frequência também de 76-77 GHz e seu desempenho avançado permite uma faixa de detecção de até 250 m e um campo de visão de até 30 graus, podendo ser alterado para 45° com adaptações no próprio sensor. Para que aumente seu campo de visão, esse modelo de sensor radar é recomendado principalmente para rodovias de trânsito rápido por sua ampla faixa de alcance.

### CÂMERA DE VÍDEO ESTÉREO

A câmera estéreo tem uma resolução de 1.280 x 960 pixels e faz uso de poderoso sistema de lentes, conseguindo captar um campo de visão horizontal de 45 graus e medir uma amplitude 3D de mais de 50 metros de distância.

### ESTRUTURA DO SISTEMA

O piloto automático adaptativo utiliza uma estrutura de funcionamento bastante simples, com diversos sensores, como os sensores de velocidade, sensor de taxa guinada, sensores de aceleração lateral e também o sensor do ângulo do volante para determinar as condições de movimento do veículo e o sensor de distância para determinar a distância e velocidades dos veículos que trafegam a sua frente. Essas informações são processadas por suas centrais determinadas e depois enviadas via rede CAN para central de comando do ACC, que determina as necessidades do veículo e efetua correções se necessário.

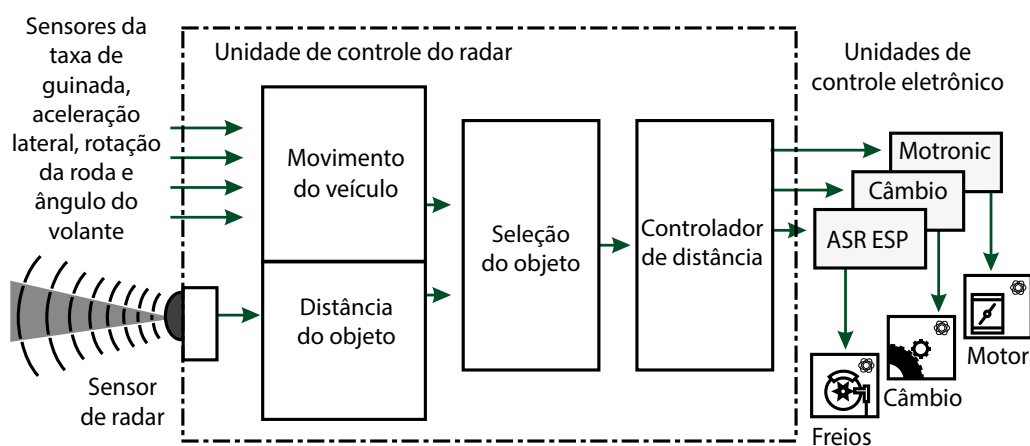


Figura 102 - Estrutura de informação do sistema ACC  
Fonte: Bosch (2005)

Daví Leon (2016)

Veja agora como fazer o diagnóstico desse sistema.

#### 5.5.4 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

O diagnóstico do sistema deverá ser feito com base no diagrama elétrico fornecido pelo fabricante do veículo ou componente desse sistema aliado à utilização do scanner automotivo. Procedimentos de testes específicos e calibrações ficam a critério de cada sistema, necessitando, assim, consultar o material técnico específico daquele veículo.

Visto que os componentes dos sistemas que você acabou de estudar não preveem desmontagens em si, não sendo previstas suas reparações, mas a substituição do componente que for diagnosticado como defeituoso ou inoperante, sua manutenção se dará por meio de inspeções baseadas nos diagnósticos de falhas, e quando houver desmontagem para substituições ou inspeções mais detalhadas, é preciso atenção extra na fixação correta do componente e a limpeza dos contatos e conexões elétricas, bem como os pontos de aterramento do circuito quando houver.



#### RECAPITULANDO

---

Neste capítulo você viu diversos assuntos de extrema complexidade e cada vez mais comuns, como os sistemas de direções servo assistidas e as transmissões automatizadas, os sistemas de piloto automático e os sistemas de monitoramento e segurança de última geração. Você também conheceu suas formas de interação entre os sistemas, suas características construtivas e suas estratégias de funcionamento. Pôde verificar ainda o quanto o acesso às informações técnicas de cada um destes sistemas se tornou indispensável, pois são sistemas ainda em fase de evolução e inovação, que a cada lançamento contam com melhorias e novas funções, sempre no intuito de trazer mais conforto, praticidade e segurança aos ocupantes dos veículos.

---







Com o avanço dos sistemas eletroeletrônicos veiculares, houve um grande aumento na transmissão de informações provenientes dos subsistemas eletrônicos do veículo. Como será possível tamanha quantidade de informações sendo transmitidas com tanta velocidade e precisão?

Este capítulo fará uma abordagem básica sobre as redes veiculares. Ao final desse estudo você estará preparado para:

- a) identificar a funcionalidade e importância das redes nos sistemas elétricos veiculares.

Siga em frente!

## 6.1 CARACTERÍSTICAS

A denominação *controller area network* (CAN) trata-se de um protocolo de comunicação serial síncrono, no qual o sincronismo entre os módulos conectados à rede é feito em relação ao início de cada mensagem inserida no barramento de comunicação, que ocorrem em intervalos de tempo conhecidos e regulares.

Nos sistemas elétricos mais antigos utilizados nos automóveis, cada um dos sistemas possuía um circuito de comando independente, funcionando de forma individual.

Quanto à arquitetura dos sistemas mais avançados, a grande quantidade de cabos vem sendo substituída por diversas centrais elétricas, que desempenham a função de decodificar os comandos e executá-los comandando seus circuitos. A essa concepção de arquitetura de rede dá-se o nome de rede CAN, e sua função é permitir a comunicação entre as diferentes centrais elétricas do veículo.

O circuito é composto por um número reduzido de condutores. Em diversos casos apenas dois cabos, que fazem a comunicação baseada em códigos, carregam as informações pelo circuito. Na figura a seguir é possível ver um pouco da diferença dos circuitos.

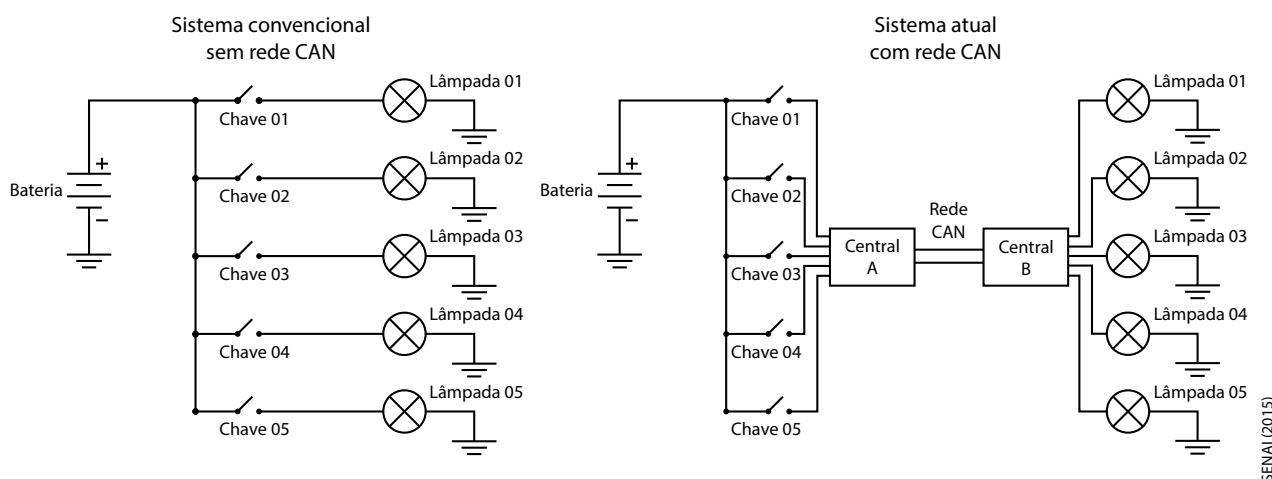


Figura 103 - Sistema convencional e sistema com rede CAN  
Fonte: SENAI (2015)

SENAI (2015)

Com essa configuração, os circuitos passam a trabalhar compartilhando informações entre si e não mais isoladamente, reduzindo a necessidade de fiações e compartilhando dados de sensores para diferentes utilizações. Nos sistemas de rede CAN, utiliza-se apenas um sensor para determinada leitura, e a informação fornecida por ele é compartilhada, tanto com a central de comando do motor quanto com as demais. Veja o exemplo do sensor de temperatura no líquido de arrefecimento do motor, que com apenas um sensor pode compartilhar sua leitura, em vez de ter dois sensores distintos, um para cada função.

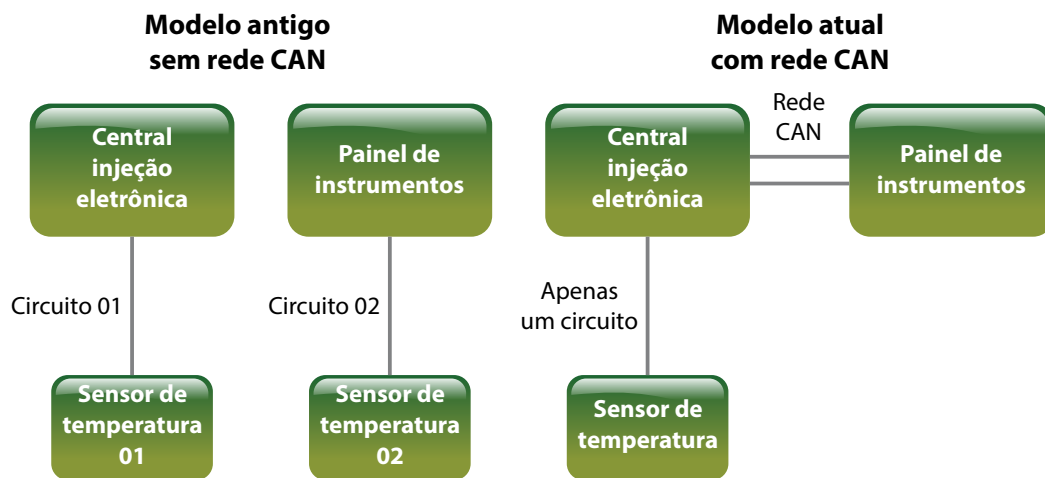


Figura 104 - Diferenças do modelo antigo e atual  
Fonte: SENAI (2015)

Luiz Meneghel (2016)

Com isso, há uma necessidade menor de fiações percorrendo a carroceria do veículo e elimina-se a necessidade de componentes executando funções similares.

Existem algumas vantagens em relação aos sistemas convencionais. Observe a seguir:

- a) simplificação dos chicotes elétricos (redução no número de cabos e conexões);
- b) eliminação de sensores e componentes em duplicidade no sistema;
- c) maior confiabilidade do sistema;
- d) facilidade em inserir novas funções ao sistema;
- e) menor incidência de interferências eletromagnéticas (geração de ruídos).

Na sequência, veja como é o funcionamento da rede CAN.

## 6.2 FUNCIONAMENTO

O protocolo CAN, segundo Guimarães (2013), opera com as centrais ou módulos conectados à rede, podendo ser ora "mestres" (emitem mensagem), ora "escravos" (recebem mensagens). Esse conceito é denominado de **multimestre**, o que significa dizer que não há um servidor principal. Outra característica é que toda mensagem enviada ao barramento<sup>5</sup> é compartilhada com todas as centrais, caracterizando o chamado regime **multicast**. Outra particularidade é que se houver uma falha em uma das centrais, as demais continuam operando normalmente.

<sup>5</sup> Termo técnico que define os condutores elétricos que constituem uma rede e sua forma de montagem.

As centrais monitoram as informações que circulam no barramento, analisando se alguma central emitiu alguma informação com prioridade. O nível de prioridade é sempre verificado quando a mensagem é emitida ao barramento. Ao ser identificado pelo sistema um código ou mensagem com maior prioridade, as mensagens de baixa prioridade têm suas transmissões cessadas por suas centrais. As mensagens são transportadas em forma de códigos binários binários em bits (cada dígito do código binário). Como você viu anteriormente, esses bits são representados por 0 e 1, identificando os níveis de tensão altos e baixos. Um código é composto por uma limitada sequência de bits em um determinado intervalo de tempo. Quando o barramento recebe um código, as demais centrais ligadas à rede têm acesso, mas ele será processado e utilizado apenas pelas centrais que necessitam dessa informação.

Cada mensagem transmite uma informação, que pode ser desde alguns parâmetros de grande importância para o funcionamento da injeção eletrônica até um simples comando para a iluminação do veículo.

Normalmente divididos em partes, esses códigos possuem a primeira parte, que corresponde a um identificador, e a segunda parte, que representa os dados da informação. Veja na figura a seguir um exemplo de representação de um código.

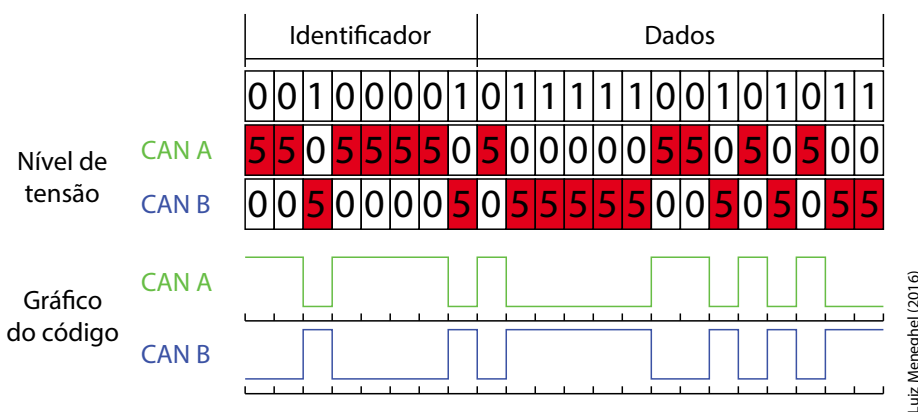


Figura 105 - Representação do código CAN  
Fonte: SENAI (2015)

Na figura anterior, você pode verificar que a rede CAN pode ser constituída por dois fios denominados CAN A e CAN B. As informações da CAN A e CAN B são inversas entre si, sendo as mesmas, porém espelhadas. Essa estratégia garante uma espécie de confirmação, proporcionando uma maior confiabilidade ao sistema. Diz-se que quando CAN A está em nível alto, CAN B está em nível baixo e vice-versa.

As redes CAN também podem ser divididas quanto a sua velocidade de operação:

Redes de baixa velocidade ----- 125 kbits/s (CAN A e CAN B)

Redes de alta velocidade ----- 1000 kbits/s (CAN H e CAN L)

As redes de baixa velocidade normalmente transmitem as informações relacionadas a funções da carroceria (iluminação, vidros elétricos, trava-portas, entre outras). As redes de alta velocidade, por sua vez, comunicam informações referentes ao controle do motor, transmissão e freios, por exemplo.



## CURIOSIDADES

Você sabia que, as tecnologias como fibra ópticas ou wireless (sem fio), podem ser empregadas em casos onde o sistema necessite de velocidades maiores de transmissão de informação? (GUIMARÃES, 2013).

Existem veículos que possuem apenas um dos tipos de rede ou as duas simultaneamente.

## 6.3 TIPOS

O crescente incremento de funções e acessórios nos veículos também tende a necessitar de um acréscimo da quantidade de chicotes elétricos. A tecnologia de redes CAN é apenas um modelo desse tipo de tecnologia, desenvolvida para atender esta demanda. Existem ainda outros tipos de soluções, com funções e características diferentes.

Os tipos de redes CAN se diferenciam, basicamente, pela velocidade em que as informações são transmitidas e pela quantidade de condutores presentes em seu sistema.

Podem-se destacar três tipos de tecnologia de rede CAN, de acordo com a taxa de transferência de dados sobre o barramento e tamanho do campo de identificação. Confira no quadro a seguir:

NOMENCLATURA	PADRÃO	TAXA MÍNIMA	IDENTIFICAÇÃO
CAN 1.0 A	ISO 11519	125 Kbps	11 bits
CAN 2.0 A	ISO 11898: 1993	1 Mbps	11 bits
CAN 2.0 B	ISO 11898: 1995	1 Mbps	11 ou 29 bits

Quadro 5 - Classificação de redes CAN  
Fonte: adaptado de Souza (s.d)

Os benefícios encontrados nessa tecnologia não se limitam apenas a aplicações automotivas. Na verdade, o setor de veículos pesados e rodoviários, como caminhões e ônibus, foram os precursores na utilização desse tipo de sistema, tornando mais práticos os sistemas elétricos devido ao tamanho de suas carrocerias e dos cabos necessários para alimentação de todos os sistemas elétricos deles.

O sistema conhecido como CAN Bus foi desenvolvido em 1980 pela empresa alemã Robert Bosch, e inicialmente esse tipo de sistema foi concebido para aplicação em caminhões e ônibus e se expandiu para os segmentos industriais, linha leve de automóveis, entre outros setores.



## SAIBA MAIS

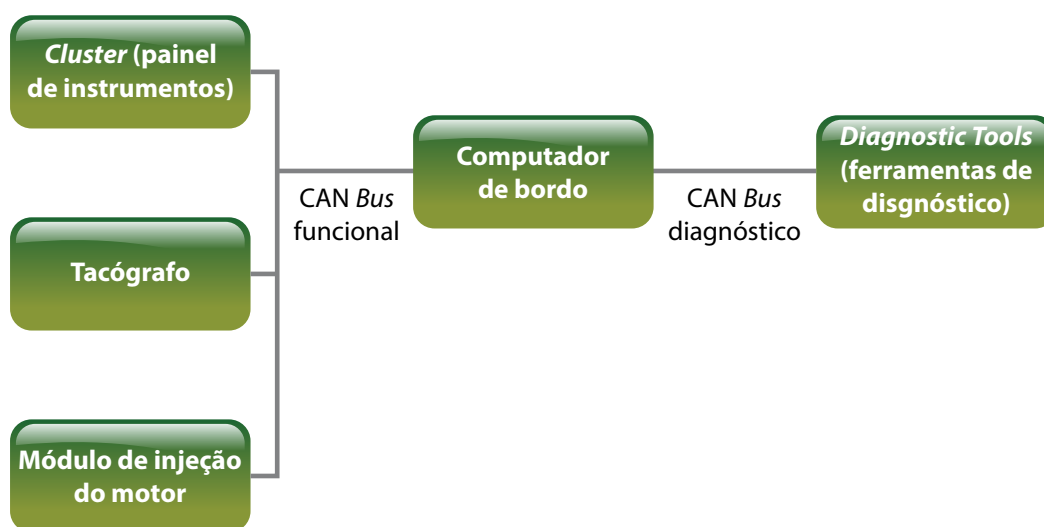
Para saber mais sobre a rede CAN, leia o livro de Max Mauro Dias Santos, *Redes de Comunicação Automotiva*.

SANTOS, Max Mauro Dias Santos. **Redes de Comunicação Automotiva**. São Paulo: Érica, 2012.

Veja, a seguir, os componentes da rede CAN.

## 6.4 COMPONENTES

Quanto a sua arquitetura construtiva, temos a vantagem da simplicidade proporcionada pelos sistemas CAN, pois os componentes se resumem basicamente a centrais e os seus condutores, trabalhando junto dos demais componentes já existentes nos automóveis e demais veículos que possuem esses sistemas.



Luiz Meneghel (2016)

Figura 106 - Modelo de arquitetura CAN  
Fonte: SENAI (2015)

Na figura anterior você pode ver o exemplo da arquitetura eletroeletrônica existente em determinados modelos de caminhões composto de uma rede para controle das funções como motor, transmissão, tacógrafo e painel de instrumentos e outra rede para controle de diagnóstico.



### FIQUE ALERTA

Lembre-se de se que os condutores da linha ou rede CAN são transmissores de dados e, portanto, devem possuir o mínimo de resistência possível. Evite fazer emendas nesses condutores.

Fisicamente, você pode encontrar as centrais propriamente ditas ou incorporadas a outro componente, como o painel de instrumentos.



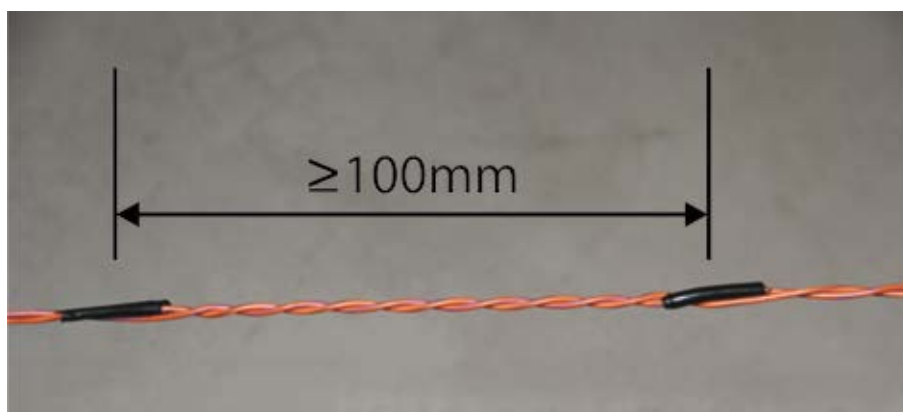
Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 107 - Componentes da rede CAN  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Visto que os componentes da rede CAN que você acabou de estudar não preveem desmontagens dos mesmos em si, apenas o chicote está passível de reparo. Geralmente, os demais componentes devem ser substituídos se forem diagnosticados como defeituosos ou inoperantes. Sua manutenção se dará por inspeções baseadas nos diagnósticos de falhas, e quando houver desmontagem para substituições ou inspeções mais detalhadas é necessário despendar atenção extra à fixação correta do componente e à limpeza dos contatos e conexões elétricas, bem como aos pontos de aterramento do circuito, quando houver.

## 6.5 REPAROS NA REDE

Em alguns casos pode ser necessário um reparo em alguma seção do chicote das redes. Esse tipo de reparo não deve ser tratado como uma emenda comum de condutor, pois exige alguns cuidados extras. Ao efetuar o reparo dos cabos de sistema de rede é necessário que eles sejam separados e destorcidos apenas o suficiente para o conserto com a emenda do chicote, que deve ser feito com um intervalo entre os condutores de no mínimo 100 milímetros entre eles, estanhados e devidamente isolados, evitando a possibilidade de interferências futuras.



Evelin Lediani Bao (2015)

Figura 108 - Reparo em chicote de rede  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Agora, leia o “Casos e relatos” a seguir, que mostra um exemplo de problema na rede CAN de um veículo. Confira!



## CASOS E RELATOS

---

### **Aprendendo com seus erros**

O técnico Luiz Cláudio recebeu em sua oficina um cliente que relatou um mau funcionamento do painel de instrumentos de seu veículo. Ele percebeu que a iluminação do painel não acendia e o computador de bordo não ligava.

Questionando o cliente quanto ao início do problema, o atendente soube que o veículo teve seu aparelho de som furtado e o proprietário mandou instalar um aparelho novo.

Luiz Cláudio solicitou a permanência do veículo até o próximo dia para averiguação do funcionamento do painel, liberando o cliente após preenchimento da ordem de serviço. O serviço foi encaminhado a Fernando, que era um técnico mais experiente. Assim que Fernando olhou o modelo do carro e leu a ordem de serviço, sorriu e disse: “duas vezes, não!”.

Ele lembrou que havia perdido várias horas para descobrir a causa de um problema idêntico a esse. Como o veículo possui rede CAN, instaladores de acessórios comumente utilizam erroneamente o sinal 5 V, proveniente da rede, para alimentação do painel dos aparelhos de multimídia, interferindo no tráfego de informações da rede CAN e impedindo o correto funcionamento de alguns sistemas, como o painel do veículo e suas funções. As experiências anteriores na solução de problemas complexos agrega sempre uma bagagem de conhecimento para que você cresça profissionalmente. Nesse caso, Fernando, que precisou de um dia inteiro no primeiro veículo com esse problema, em apenas 30 minutos resolveu o problema. Muito mais lucrativo dessa forma!

---

---

Você chegou ao final de mais um capítulo e agora está pronto para seguir seus estudos. Continue aprendendo!



## RECAPITULANDO

---

Neste capítulo você pode verificar uma abordagem inicial sobre o que são as redes veiculares, um assunto bastante abrangente e sempre em evolução.

Viu que o protocolo CAN é o mais utilizado e aprendeu sobre suas funções e os benefícios dessa tecnologia empregada aos diversos tipos de veículo. Quanto ao seu funcionamento, verificou sua forma construtiva e as formas de comunicação e estratégias utilizadas pelo sistema, assim como suas principais características e que esses sistemas seguem em evolução constante.

Espera-se que este capítulo tenha contribuído para a sua compreensão e que o ajude a despertar ainda mais interesse pelas redes veiculares, estimulando-o a buscar cada vez mais conhecimentos sobre esse fascinante assunto.

---





O diagnóstico é parte essencial para uma correta manutenção do automóvel. Neste capítulo serão abordados os assuntos relacionados aos diagnósticos do sistema de gerenciamento eletrônico veicular, tratados de forma específica nos capítulos anteriores. Agora que você conhece os componentes e o funcionamento dos sistemas eletroeletrônicos automotivos diversos, você vai focar nas ferramentas necessárias para um correto diagnóstico e posterior reparação, bem como as etapas envolvidas. Ao final deste capítulo você terá subsídios para:

- a) identificar ferramentas e equipamentos necessários;
- b) identificar o inconveniente apresentado;
- c) analisar resultados obtidos;
- d) identificar e compreender as normas ambientais vigentes;
- e) identificar e compreender o correto uso dos EPIs e EPCs;
- f) identificar e analisar as informações dos manuais;
- g) conhecer as normas regulamentadoras e suas funções;
- h) conhecer os procedimentos de garantia de produtos e serviços.

Bom estudo!

## 7.1 FERRAMENTAS DE DIAGNÓSTICO

Etapa muito importante para uma correta execução do reparo, o diagnóstico bem feito certamente levará a uma economia de tempo evitando testes desnecessários e retrabalhos, assim como facilitará a execução de um serviço de qualidade.

Pode-se considerar a entrevista com o condutor do veículo como a ferramenta inicial e indispensável para o início do trabalho. Para isso é importante que o atendimento ao cliente mantenha sempre a abordagem adequada, utilizando tom de voz apropriado e linguagem adequada ao momento. Nessa etapa destaca-se a importância do uso das ferramentas de registro que se tem a disposição, ou mesmo uma agenda ou bloco de anotações a fim de registrar todos os detalhes obtidos referentes aos inconvenientes relatados. É importante, também, elucidar com o cliente qualquer dúvida que possa surgir quanto à clareza de suas explicações, pois ele não possui conhecimento técnico e cabe a você compreender o que ele está tentando transmitir.

Além das capacidades técnicas e do conhecimento prévio do sistema a ser diagnosticado, é possível contar com alguns tipos de equipamento de diagnóstico. Entre eles os mais utilizados são o multímetro, o osciloscópio automotivo e o scanner automotivo.



### FIQUE ALERTA

Lembre-se de que todo equipamento deve ser utilizado seguindo as normas de aplicação e segurança determinados pelo fabricante. Por isso, antes de operar qualquer tipo de equipamento ou instrumento, consulte o manual de operação.

Veja a seguir os aparelhos indispensáveis para o diagnóstico e posterior reparo dos sistemas.

### 7.1.1 MULTÍMETRO

O multímetro é um instrumento de diagnóstico extremamente útil e de acesso facilitado a todos. Com ele você pode executar diversas verificações de forma rápida e precisa nos diferentes sistemas e componentes eletroeletrônicos dos veículos. O multímetro poderá ser do tipo digital ou analógico, tendo modelo específico automotivo e ainda o alicate amperímetro.



Figura 109 - Modelos de multímetros, da esquerda para a direita: analógico, digital, automotivo e alicate amperímetro  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Independente do modelo utilizado, todos os multímetros exigem cuidados básicos no armazenamento e manuseio, bem como inspeções periódicas para garantir sua aferição. Um multímetro digital básico disponibiliza uma extensa lista de aplicações, sendo dotado das seguintes funções: voltímetro, amperímetro, ohmímetro, teste de continuidade e teste de diodo.



Figura 110 - Partes do multímetro  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Para fazer o diagnóstico baseado na verificação de resistência, um multímetro automotivo é o mais indicado por possuir algumas funções que facilitam o uso. Ao selecionar a função “automático em resistência”, o multímetro se ajusta à escala que deverá medir.

No momento da medição com o multímetro é possível saber se há algum curto circuito no sistema ou um circuito aberto. Esse diagnóstico eletrônico algumas vezes não é possível por meio da leitura com o scanner.

Nesse caso, o multímetro ou o osciloscópio, que você conhecerá a seguir, são de extrema necessidade para dar continuidade ao diagnóstico.

### 7.1.2 OSCILOSCÓPIO AUTOMOTIVO

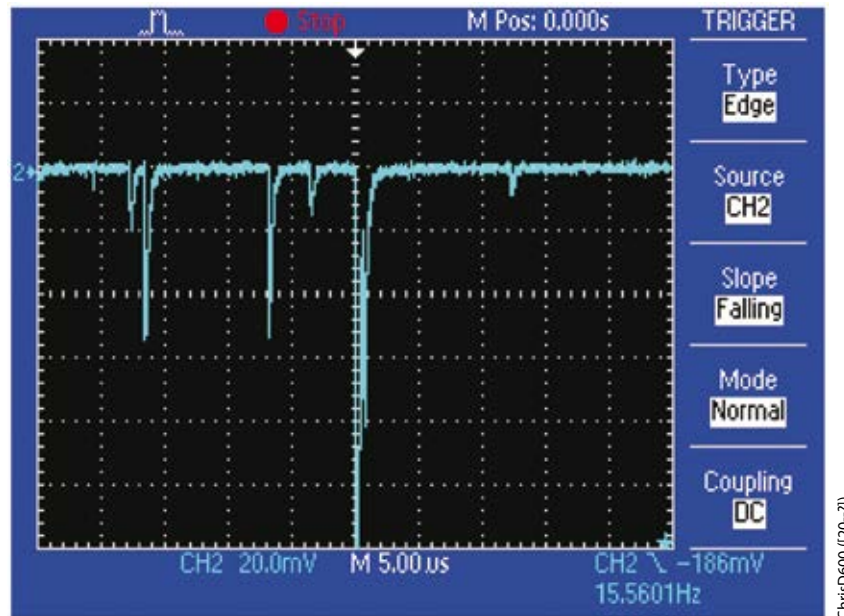
O osciloscópio é um equipamento de medição elétrica que possibilita a captação e visualização de gráficos de tensões de sinais de diversas formas, muitos deles impossíveis de ser analisados com o multímetro. Os modelos de osciloscópio mais comuns são os de bancada e os do tipo portáteis. Na área automotiva, os equipamentos portáteis são os mais utilizados pela praticidade, existindo ainda modelos destinados a aplicações automotivas.



Minipa (2016)

Figura 111 - Osciloscópio automotivo  
Fonte: banco EAD

Com o osciloscópio você faz testes com imensa precisão e resolução visual, analisando frequências, períodos e intensidade dos sinais. No caso de sua utilização nas redes CAN, ele possibilita identificar se há sinais transitando na rede, pois os sinais da rede mandam pulsos entre 0 v e 5 v, de forma que o osciloscópio mostrará as diferentes tensões.



Quanto a sua manutenção, existem laboratórios credenciados a efetuar calibrações que são feitas de forma comparativa, emitindo certificado reconhecido pelos órgãos regulamentadores. A periodicidade de calibração sugerida pelas certificadoras é de um ano, mas pode variar dependendo do volume de utilização do aparelho. Como todo equipamento eletrônico, o osciloscópio necessita de cuidados quanto ao manuseio, limpeza e armazenamento, devendo ser acondicionado sempre limpo, em local seco e longe de fontes de calor excessivo.

### 7.1.3 SCANNER AUTOMOTIVO

Scanners automotivos são as principais fontes de acesso às informações das oficinas de manutenção automotiva atuais, que se propõem realizar um serviço de qualidade com segurança.

O mercado nacional oferece inúmeras opções de aparelhos de diagnóstico, cada qual com algumas características próprias, mas sempre no intuito de aproximar-se ao máximo da capacidade oferecida pelos scanners específicos das concessionárias, realizando o máximo de funções similares e permitindo diagnósticos e intervenções precisas. Esses aparelhos acompanham as evoluções constantes do mercado automotivo, resultando em uma demanda constante de atualizações.



#### CURIOSIDADES

Você sabia que existe hoje uma infinidade de softwares disponíveis no mercado, desenvolvidos para transformarem seu *notebook*, *tablet* e até o seu celular em aparelhos de diagnóstico, osciloscópios e multímetros, com uma infinidade de possibilidades de funções, fazendo uso do software e alguns acessórios específicos? No entanto, essas opções não trarão o suporte técnico e a confiabilidade de um equipamento de ponta.

Cada empresa fabricante possui uma política própria para o fornecimento dos pacotes de atualização, podendo ser feitas por CD/DVD, cartão de memória e mesmo on-line, por meio do fornecimento de códigos de acesso e atualizações via download. A periodicidade dos pacotes de atualização também difere entre as fornecedoras dos equipamentos, podendo ser mensais, trimestrais, semestrais ou conforme demanda. Independente da periodicidade, geralmente englobam também a manutenção dos aparelhos, as verificações metrológicas e suas calibrações periódicas. Vale lembrar que, se tratando de um aparelho eletrônico, mesmo que muitos possuam um corpo reforçado e resistente a impactos, muitas vezes emborrachado, é preciso atenção quanto a sua limpeza e conservação, devendo ser acondicionado sempre limpo, em local seco, e longe de fontes de calor.

A conexão física entre os scanners automotivos e o sistema veicular, como já abordado, se dá pelo conector de *diagnostic link conector* (DLC), de 16 pinos, que é a porta de entrada para os sistemas eletrônicos dos veículos. Dessa forma você acessa os *diagnostic trouble codes* (DTCs), os códigos de falhas armazenados na UCE.

O diagnóstico dos sistemas eletroeletrônicos automotivos engloba uma grande demanda de informações de todo o sistema. Veículos atuais, conforme foi visto, possuem uma ampla gama de sensores, atuadores e demais componentes e subsistemas. Com o scanner você consegue acessar informações memorizadas e efetuar testes com a grande maioria dos componentes do sistema, além de poder verificá-los enquanto estão em funcionamento. O diagnóstico, em alguns casos, também pode ser realizado à distância com o uso da internet, disponível em algumas montadoras. Para isso, conecte o veículo ao aparelho de diagnóstico e à internet para cruzar as informações com um banco de dados do fabricante, acessando as configurações do veículo. Esse banco de informações é mantido sempre atualizado e on-line.



michal-rojek (20--?)

Figura 113 - Equipamento de diagnóstico eletrônico  
Fonte: Thinkstock (2016)

Existe no mercado um grande volume de equipamentos de diagnóstico não genuínos. O uso desses equipamentos não é recomendado, pois ao serem conectados ao sistema, podem gerar conflitos e levar ao bloqueio do funcionamento de alguma parte eletrônica do veículo. Em alguns casos, equipamentos inadequados podem levar ao bloqueio do diagnóstico eletrônico e fazer que um equipamento como o scanner automotivo não acesse o sistema eletrônico do veículo.

## CÓDIGO DE AVARIAS

Dentro do módulo de controle eletrônico do veículo existe uma memória do tipo RAM responsável pelo armazenamento das informações relacionadas ao funcionamento real de cada veículo em especial. Cada motorista conduz seu veículo com determinadas particularidades de funcionamento. Assim como essas características, na memória RAM ou memória volátil ficam armazenadas as informações captadas pelos sensores e comparadas com os parâmetros e mapas contidos na memória EPROM da UCE. Quando existem divergências ou discrepâncias de valores obtidos ou mesmo ausência de algum sinal de leitura, a própria UCE gera um registro, denominado código de avaria ou código de falha. Ao gerar um código de avaria, a UCE imediatamente sinaliza o condutor, acendendo no painel a luz de avaria. Problemas de funcionamento mais simples não interferem no funcionamento do veículo; entretanto, há casos em que o sistema preventivamente impede certas funções de funcionamento.

Quando o sistema comunica uma falha por meio da luz de anomalia no painel do veículo, deverá ser providenciada uma inspeção por um profissional da área. Os códigos de avaria podem ser verificados com o scanner automotivo e os parâmetros geradores de tal falha podem ser averiguados, comparados aos definidos pelo fabricante, a fim de identificarmos as falhas, detectando se temos um componente com falha no funcionamento ou alguma anomalia que tenha gerado a falha.

No caso específico de diagnósticos em veículos com rede CAN, eventualmente na falha ou interferência do sistema que impeça determinada função ou informação disponível na rede, ao acessarmos a rede com o scanner podemos nos deparar com a ausência de informações, pois se o sinal não for emitido não teremos informações circulando para acessarmos. Nesses casos, o diagnóstico deverá partir do diagrama elétrico da rede do veículo aliado à análise do circuito e da possível causa.

### 7.1.4 ANALISADOR DE GASES

O analisador de gases pode ser uma ferramenta de extrema valia nos diagnósticos dos motores e sistemas ligados a seu funcionamento. Trata-se de um equipamento micro processado que opera sugando os gases gerados por motores a combustão, analisando a composição e tornando possível identificar com precisão cada componente presente neles e sua concentração. Isso tudo é medido em tempo real por uma sonda introduzida diretamente no escapamento do veículo. Existem alguns analisadores de gases de bancada ou portáteis que possuem display próprio para visualização de cada informação captada, e outros trabalham com softwares que disponibilizam tais informações na tela do computador.

Para fins de diagnóstico, primeiro você deve verificar o fator Lambda, obtido na leitura do percentual de oxigênio presente entre os gases para a verificação se encontrar próxima do ideal. Os demais dados obtidos devem ser confrontados com os dados fornecidos pelo fabricante do analisador de gases e do veículo, assim como as normas ambientais vigentes, que determinam valores máximos de emissão para cada componente resultante da queima dos combustíveis durante a combustão, como os de hidrocarbonetos (HC) e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Após o procedimento de verificação e análise, que difere entre os modelos e fabricantes, pode ser emitido relatório/laudo atestando níveis de emissão dos gases do veículo.

## 7.2 PLANEJAMENTO

Para os que ainda não compreendem bem toda a complexidade do processo de manutenção, o planejamento acaba ficando em segundo plano.

Porém, trabalhos executados com base em planejamentos anteriores tendem a ser executados de forma muito mais precisa e rápida. Assim como você tem definido seu roteiro diário ao sair de casa pela manhã, suas tarefas profissionais também reagem bem a um planejamento prévio.



Figura 114 - Pessoas fazendo planejamento  
Fonte: Thinkstock (2016)

A função de planejar consiste em prever e organizar as atividades a ser realizadas antes de iniciar, e visa otimizar tempo e recursos utilizados tendo aplicação prática a quase todas as ações que você realiza.

Quanto à estrutura do planejamento, é preciso trabalhar considerando uma ação de nível operacional, tratando dos processos específicos com foco nas atividades profissionais rotineiras, podendo ser feito diariamente, junto de um planejamento semanal e também mensal.



**SAIBA  
MAIS**

Para aprofundar seus conhecimentos sobre planejamento, consulte o site Portal Administração, disponível em <<http://www.portal-administracao.com/>>.

Existem diversas formas de planejar. Muitas ações que você realiza são planejadas instantes antes e você nem se dá conta disso, então a estrutura de um planejamento difere de acordo com o tamanho da atividade que você vai executar, e seu detalhamento também. Um exemplo para um planejamento de sua rotina de serviços de um dia em uma oficina pode ser dividido em quatro etapas:

- a) objetivos e metas – nessa etapa você define todos os serviços que deve realizar durante todo o dia dentro da empresa;
- b) análise do contexto – listados os serviços, você pode proceder com a verificação das condições para colocar em prática (pessoal, peças, tempo de operação);
- c) estratégias e ações a utilizar – de posse das informações anteriores, deverão ser definidas as ações a ser tomadas para que seja possível alcançar os objetivos. Veja o exemplo a seguir.

João vai executar o serviço "A", enquanto Pedro vai finalizar o serviço "B". O comprador providencia as peças para o serviço "C" até às 12h00, para que o serviço seja iniciado após o intervalo do almoço.

- d) monitoramento e controle – na última etapa você deve acompanhar o correto andamento das atividades, corrigindo eventuais atrasos que ocorram, para que no final do dia alcance os objetivos definidos na primeira etapa.

Estar em posse das informações registradas e analisadas ajuda a elaborar as ações a ser executadas e prevê possíveis falhas ou dificuldades, permitindo eficácia na conclusão do trabalho a ser realizado. Para isso você precisa criar o hábito de planejar sua rotina. É necessária a compreensão de todos os envolvidos quanto a sua importância nas estratégias de implementação específicas adotadas, pois é só a partir do momento em que os resultados começam a aparecer que compreendemos os benefícios do planejamento e de suas ferramentas de processo.



Creatas Images ((20-7))

Figura 115 - Planejamento  
Fonte: Thinkstock (2016)

São chamadas de ferramentas de processo as estratégias adotadas para a realização do planejamento, implementação e monitoramento das ações planejadas, podendo ser desde um quadro na parede com as informações e o andamento até softwares específicos para esse fim.

### 7.3 INTERPRETAÇÃO DE INCONVENIENTES

Qualquer que seja o inconveniente relatado, por menor que possa parecer, gera extremo desconforto ao condutor, pois o uso contínuo do veículo com falha torna-se um problema. Muitas vezes os pequenos inconvenientes apresentados podem esconder o início de um problema detectável prematuramente.

Dependendo da estrutura organizacional da empresa, existem diferentes profissionais que podem exercer a função de interpretação de inconvenientes, podendo ser função do recepcionista, chefe da oficina, consultor técnico ou outro profissional encarregado de receber o cliente.

A fase de interpretação dos inconvenientes faz parte do processo de reparação e, se bem executada, proporcionará uma economia de tempo de execução do reparo e grande agilidade ao facilitar, com isso, o diagnóstico mais direcionado do problema.

A boa interpretação dos inconvenientes depende da capacidade de assimilação do profissional aliada ao conhecimento prévio do sistema e, ainda, a suas experiências anteriores. Todos esses fatores, se somados, permitem uma compreensão das variáveis envolvidas, chegando a um resultado confiável.

Por isso pode-se concluir que essa etapa de interpretação dos inconvenientes inicia-se por um processo de coleta de informações que dependem de conhecimento técnico e um trabalho criterioso baseado na competência do responsável pela função.

#### 7.3.1 ANÁLISE DE RESULTADOS

Para a execução de uma análise dos resultados alcançados, você deve reunir e analisar as informações e registros de tudo o que foi testado e quais os parâmetros obtidos.

No momento em que se analisam corretamente todos esses resultados, tem-se a possibilidade de visualizar se o procedimento realizado foi realmente o mais indicado para a solução de tal inconveniente, pois muitas vezes, no momento da execução, alguns detalhes podem passar despercebidos. Com a análise dos resultados se possibilita a criação ou os ajustes dos tempos padrões de operação, servindo como fonte de consultas para futuros reparos.

### 7.4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL, NORMAS E AFINS

Estamos em constante evolução tecnológica, mas não devemos nos descuidar da preservação dos recursos naturais e do meio ambiente. Essa preocupação também deve se estender às oficinas desde o uso consciente da água, energia elétrica e, principalmente, a coleta e destinação correta dos resíduos poluentes gerados.



Romolo Tavano (20--?)

Figura 116 - Meio ambiente  
Fonte: Thinkstock (2016)

Para regulamentar essa questão existem normas e leis ambientais que servem para delimitar as regras a ser seguidas e conscientizar a todos desses cuidados indispensáveis.

Você já ouviu ou leu algo relacionado às normas e à legislação ambiental vigentes?

Veja a seguir um pouco sobre esse assunto de grande importância social.

### 7.4.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL

As normas, leis e decretos federais são as regulamentações que servem de base para as demais instâncias, tanto estaduais quanto municipais, sendo a federal sempre soberana sobre as estaduais, que estão sobre as municipais. As municipais devem ser igualmente ou mais restritivas que as leis federais. As leis federais têm como objetivo garantir a preservação do meio ambiente, regulamentando, conscientizando, fiscalizando e, quando necessário, penalizando as irregularidades. O mesmo serve para os órgãos estaduais e municipais.

Mas qual será a ligação direta que existe entre uma oficina mecânica e uma lei ambiental? As leis ambientais têm por objetivo a garantia do cumprimento das ações de preservação, estabelecendo os níveis aceitáveis de emissões de resíduos ao mínimo, mantendo assim a saúde ambiental, definindo padrões a ser seguidos por todas as empresas quanto à emissão de poluentes e descarte dos resíduos gerados pelo trabalho. Em uma empresa que trabalha com a manutenção automotiva, você pode ter como exemplo um sistema de freios. Se você analisar, terá uma situação de grande potencial contaminante, pois se trata de um sistema que gera resíduos, tanto sólidos como líquidos, e que ainda, no caso do fluido, são passíveis de contaminação do solo e do sistema de saneamento. Parece pouco se você analisar apenas um veículo, mas quantos veículos iguais a esse são atendidos em um dia? Em uma semana? Em um mês?

Todos os componentes substituídos do automóvel devem receber o fim adequado, e até que isso ocorra devem ser corretamente armazenados, à espera de tratamento e fim.

#### 7.4.2 LEGISLAÇÃO ESTADUAL

As leis, decretos e normas estaduais, são elaboradas pela administração pública do estado, sendo desenvolvidas por fundações ou conselhos ligados ao governo. A administração pública também tem as próprias funções atribuídas e regimentadas pelas leis federais, além de ter autonomia para definições de parâmetros mais rígidos de normas, se assim se mostrar necessário, bem como enrijecer a fiscalização a seu critério. Aos órgãos estaduais cabe, ainda, estabelecer diretrizes para itens que os órgãos municipais deverão seguir. Além disso, é possível que um órgão ambiental estadual fiscalize e penalize um órgão municipal que venha a descumprir qualquer lei. Isso acontece porque as leis estaduais são superiores às leis municipais e subordinadas às leis federais, havendo, assim, uma hierarquia a ser seguida.

#### 7.4.3 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

Seguindo a mesma lógica, as leis, normas e os decretos municipais são elaborados pela administração pública de cada município, incluindo as leis ambientais, desenvolvidas por órgãos ambientais como as secretarias de meio ambiente. Elas tem como objetivo o contato mais direto no ato de promover a preservação nas empresas e instituições de sua abrangência, fiscalizando, penalizando e estabelecendo diretrizes para a emissão e descarte de poluentes líquidos, sólidos e gasosos. Também devem observar a tolerância para a presença de elementos químicos em sedimentos, águas superficiais e subterrâneas, respeitando as leis federais e estaduais; cabe para si a liberdade de restringir ainda mais tais exigências se verificarem tal necessidade.

Essas leis são subordinadas às leis estaduais e federais, sendo que suas diretrizes não podem ser menos restritivas do que as leis estaduais e federais.

### 7.5 RESÍDUOS

Dentre os resíduos provenientes das manutenções automotivas, alguns são muito nocivos ao meio ambiente e à saúde pública. Observe alguns deles na figura a seguir:



Luiz Meneghel (2016)

Figura 117 - Resíduos nocivos  
Fonte: do Autor (2016)

Segundo a NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, pode-se classificar os resíduos sólidos provenientes da atividade de manutenção automotiva de acordo com as características de periculosidade apresentadas em:

- a) classe I – perigosos;
- b) classe II – não-perigosos;
- c) classe II A – inertes;
- d) classe II B – não-inertes.

Essa classificação é realizada apenas por meio da análise de resíduos em laboratório.

## 7.6 COLETA SELETIVA

A coleta seletiva tem a função de recolher os resíduos recicláveis e encaminhá-los para a destinação correta, mas não está disponível em todas as cidades. Em localidades pequenas ocorre apenas a coleta normal de resíduos. No caso das oficinas mecânicas, a responsabilidade da destinação correta dos resíduos é própria, e mesmo a coleta seletiva não recolhe todos os resíduos, apenas os recicláveis.

Os materiais recicláveis, como o papel, o plástico, o vidro, o metal, entre outros, devem ser separados para posterior coleta. Para isso existe um padrão de identificação baseado em cores.



Morgana Macahado (2014)

Figura 118 - Coletores para coleta seletiva  
Fonte: Banco de imagens SENAI/SC – São José/Palhoça (2015)

Cada resíduo possui uma cor padrão na coleta seletiva, com a intenção de padronizar e agilizar o processo de separação e reciclagem desses materiais.

Você deve ter em mente que a melhor forma de contribuir é criar o hábito de separar os resíduos corretamente, mantendo, assim, seu local de trabalho sempre limpo e organizado para receber seus clientes.

## 7.7 DESCARTE DOS RESÍDUOS

Para os resíduos contaminados, impossíveis de ser reciclados, como estopas e materiais embebidos em óleos e fluidos, existem empresas que cobram taxas para o recolhimento e a correta destinação. É importante o contato com essas empresas e o correto acondicionamento até o momento da coleta.

No caso dos próprios óleos e fluidos, existem ainda empresas destinadas a esse fim, regulamentadas e aptas a efetuar o recolhimento desses materiais após seu acúmulo em quantidade apropriada, normalmente tambores de 50 litros ou mais. No caso de óleos usados, essas empresas efetuam a coleta e pagam pelo material, pois esse óleo pode ser reciclado e usado para a fabricação de outros tipos de lubrificantes para diferentes aplicações.

## 7.8 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAIS E COLETIVOS

Como toda a operação de manutenção, eventualmente será necessário o uso de equipamentos de proteção, que visa a preservar a integridade e saúde dos trabalhadores.

Quanto aos EPIs, segundo Pantaleão (2012), esse tipo de equipamento deve ser usado quando não for possível eliminar possíveis riscos que envolvem a atividade ou quando as medidas de proteção coletiva não oferecerem completa proteção contra acidentes de trabalho ou doenças profissionais.

Quanto aos EPCs, Pantaleão (2012) diz que:

São dispositivos utilizados no ambiente de trabalho com o objetivo de proteger os trabalhadores dos riscos inerentes aos processos, tais como o enclausuramento acústico de fontes de ruído, a ventilação dos locais de trabalho, a proteção de partes móveis de máquinas e equipamentos, a sinalização de segurança, dentre outros.

Como o EPC não depende da vontade do trabalhador para atender a suas finalidades, existe maior preferência pela utilização do EPI, que colabora no processo, minimizando os efeitos negativos de um ambiente de trabalho que apresenta diversos riscos ao trabalhador.

Sendo assim, o EPI será obrigatório quando o EPC não for capaz de eliminar o risco por completo ou oferecer proteção apenas parcial ao trabalhador.

A empresa está obrigada a fornecer, sem custos, os EPIs aos funcionários, sempre adequados aos riscos expostos, conforme dispõe a norma regulamentadora NR6. Todos os equipamentos de proteção devem possuir certificado de aprovação (CA), que é emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego baseado em relatórios emitidos por um laboratório certificado a partir da análise de uma amostra fornecida pelo fabricante.

Durante os procedimentos de reparação nos sistemas de gerenciamento eletrônicos automotivos, serão necessários eventuais suportes e consultas complementares a fontes de pesquisa disponibilizadas pelos fabricantes e fornecedores, a fim de servir de base para a correta manutenção e uso dos veículos.



### CASOS E RELATOS

#### Segurança acima de tudo!

Vilmar é um renomado profissional da mecânica em sua cidade, especialista em suspensões de todos os tipos e veículos leves e pesados. Ao longo de seus 30 anos de experiência, realizou todo tipo de serviços, desde manutenções preventivas até coisas mais complexas, como a instalação de terceiro eixo em caminhões.

Certo dia, acompanhado de seu assistente jovem e contratado há pouco tempo, Vilmar teve dificuldades com um parafuso da suspensão de uma picape que não podia ser removido de forma convencional porque o veículo estava há anos sem manutenção e muito enferrujado. Sr. Vilmar pediu ao assistente que buscasse a esmerilhadeira angular e um disco de corte. Ele retornou rapidamente, trazendo também óculos de proteção extra, já que já vinha usando o seu. Entregou tudo ao chefe, que não deu atenção aos óculos. Vilmar instalou o disco na máquina e começou a cortar o parafuso. De repente, o disco trancou na peça e partiu-se por completo, fazendo que estilhaços atingissem a testa de Vilmar, que começou a sangrar. No hospital, levou três pontos na testa, mas poderia ter sido pior. A experiência não substitui a segurança, e o uso dos EPIs é muito importante para todos que desempenham funções que necessitem de proteção. Depois dessa, certamente o Sr. Vilmar aprendeu a lição.

Depois de ler o “Casos e relatos”, siga com seus estudos, aprendendo agora sobre os manuais.

## 7.9 MANUAIS

Os manuais são ferramentas destinadas ao esclarecimento e instrução quanto a algum produto, seja ele qual for.



Michael Blann

Figura 119 - Manual  
Fonte: Thinkstock (2016)

Com o veículo não é diferente: o manual deve ser lido e sua correta interpretação e prática garantirão a maior durabilidade do veículo. Existem manuais de reparação relacionados a veículos que, como o próprio nome diz, são destinados ao reparador responsável pela manutenção do veículo; e manual do proprietário, normalmente um livreto que traz informações e cuidados quanto à utilização do veículo.

Cada fabricante adota um padrão próprio de estrutura dos manuais. De forma geral, os manuais trazem procedimentos e informações técnicas como os manuais de reparação, que trazem procedimentos e seqüências de desmontagens, torques nominais de parafusos, folgas e ajustes de componentes e quaisquer informações relevantes ligadas ao veículo.

As montadoras disponibilizam os próprios manuais de reparação apenas para sua rede de concessionárias, mas os fabricantes de peças de reposição normalmente desenvolvem manuais próprios e simplificados. Estes, muitas vezes, não passam de um folheto explicativo, mas de grande valia para uma correta utilização e instalação do componente. Normalmente o manual acompanha a embalagem do item de substituição.

Os manuais e catálogos visam a garantir a qualidade dos processos de manutenção e reparos, e as informações contidas nos manuais podem ter diferentes graus técnicos, conforme a destinação dessas publicações.

Quanto à estrutura, os manuais fornecem informações quanto à identificação do veículo, como localização das numerações de chassi, carroceria e motor, simbologias utilizadas, instruções gerais quanto ao funcionamento, manutenção e segurança, características gerais e os dados técnicos, como relações de marchas e dados do motor. Também podem conter informações quanto às ferramentas específicas para os procedimentos no veículo. Vale lembrar que a estrutura do manual depende não apenas da destinação, mas também das opções do fabricante.

Para uma correta interpretação dos manuais é importante que você consulte o manual apropriado a cada finalidade, ficando difícil para um proprietário sem conhecimento técnico a correta interpretação do manual de reparação ou manutenção do veículo destinado aos profissionais capacitados para tal, pois a linguagem e termos técnicos estão de acordo com sua finalidade. Para esses casos é importante ler atentamente o índice do manual selecionado a fim de verificar se as informações necessárias estão ali contidas.

### 7.9.1 MANUAL DO PROPRIETÁRIO

Fontes importantes de informações ao usuário, os manuais possuem informações importantes sobre os componentes do veículo, contendo as informações relacionadas ao uso correto das funções e recursos do veículo, a periodicidade das inspeções; o funcionamento dos dispositivos de segurança; além de listagem de alguns componentes de substituição periódica e das instruções básicas quanto aos sistemas elétricos, mecânicos, pneumáticos e hidráulicos, entre outros.

No manual também estão disponíveis informações, sobre as características técnicas do veículo, dados técnicos, peso, capacidades de carga e demais dados relevantes.

## 7.9.2 MANUAL DE MANUTENÇÃO

Os procedimentos de manutenção a ser realizados no veículo devem ser planejados de acordo com as recomendações do fabricante. Os manuais de manutenção contêm informações relacionadas aos procedimentos de reparação e ferramentas a ser utilizadas neles. Essas informações são disponibilizadas pelo fabricante em manuais técnicos ou softwares.

Existem empresas especializadas no fornecimento de manuais técnicos de manutenção, em meio físico ou material digital, e também no fornecimento de softwares de gerenciamento completo da oficina, que contêm ferramentas para o controle financeiro e contábil, banco de informações de fornecedores, cadastros de clientes, podendo ainda englobar os processos de emissão de notas, ordens de serviço e orçamentos.

É sempre bom lembrar a importância do correto armazenamento desses manuais e catálogos em local seco e adequado, a fim de preservar e para que seja possível buscá-los sempre que necessário.

A consulta ao fabricante sobre a garantia do veículo ou peças a ser substituídas é de grande importância, assim como o contato com as seguradoras sobre a cobertura dos contratos, quando for necessário.

## 7.10 NORMAS

Com relação às normas técnicas, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) dispõe de diversas normas adequadas aos assuntos abordados até aqui, dentre elas um conjunto denominado “Coletânea Eletrônica de Normas Técnicas – Reparação Automotiva – Centro de Reparação de Veículos”. Essa coletânea dispõe das normas atualizadas que compreendem os procedimentos para diagnóstico e manutenção das falhas de funcionamento, reparação ou substituição parcial ou total dos itens diagnosticados nos motores de veículos rodoviários, bem como a qualificação adequada para o profissional de manutenção automotiva.

Existem também normas específicas que tratam do uso correto de ferramentas manuais. Tanto as normas do Instituto Alemão para Normatização (DIN) quanto a ABNT definem as exigências mínimas e a correta aplicação de cada tipo de ferramenta, como uma simples chave de fenda; tais normas também especificam dados referentes à segurança exigida às ferramentas fabricadas e/ou vendidas em território nacional, como o nível de isolamento de um alicate universal ou mesmo da chave de fenda citada anteriormente. Por isso pode ser inapropriado o uso de ferramentas importadas de qualidade duvidosa, pois podem não atender às normas vigentes e gerar, assim, riscos de segurança ao serem utilizadas.

## 7.11 GARANTIA

Existem leis específicas que estabelecem aos consumidores um prazo mínimo de cobertura de garantia. É importante que o consumidor esteja sempre atento a esses direitos legais, pois a garantia mínima é um direito obrigatório, mesmo que não seja citada em documentos referentes à compra ou prestação de serviços.

### 7.11.1 GARANTIA DO VEÍCULO

A garantia mínima legal e obrigatória, aplicável a todo veículo novo ou usado, possui uma vigência de noventa dias, passível de ampliação por meio de acordo assinado entre as partes interessadas.

Com a grande concorrência a qual o mercado automotivo está submetido, a garantia oferecida para os veículos tem sido usada como grande atrativo e diferencial por algumas montadoras, sendo estendida pelos fabricantes normalmente entre um e cinco anos ou mais em casos especiais.

Deve-se ficar ciente quanto a classificação e a aplicabilidade do veículo em questão, pois assim como qualquer outro produto, destina-se a uma aplicação específica. Ao utilizarmos, por exemplo, um veículo de passeio para transporte de cargas mesmo que na condição de reboque, estamos sujeitos a danificar alguns sistemas pelo uso inadequado ou sobrecarga, podendo perder a cobertura da garantia. Da mesma forma, existem também observações a ser feitas sobre a aplicabilidade dos componentes do veículo, pois existem casos de substituição de algum componente por outro similar destinado a outro modelo, como um amortecedor de mesmas dimensões com aplicações diferentes em veículo de passeio e em veículo comercial leve e que compartilham a mesma plataforma.

### 7.11.2 GARANTIA DOS SERVIÇOS

A Lei 8.078, de 11 de setembro de 1990, diz que a garantia legal para os serviços executados nos sistemas é de noventa dias; passível de ampliação por meio de acordo assinado entre as partes interessadas. Tal prazo também é aplicado às peças de reposição e cabe igualmente à ampliação dele.



## RECAPITULANDO

Neste último capítulo você viu assuntos indispensáveis a uma correta aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo desse curso, abordando a parte de diagnósticos e sua importância como ponto crucial para um serviço preciso e sem desperdícios. Aprendeu, também, a respeito das legislações ambientais, suas funções e abrangências, ajudando a compreender melhor a importância das ações corretas de preservação. Viu, também, que a saúde dos trabalhadores deve ser garantida por meio da aplicação correta dos EPIs e EPCs. Conheceu, ainda, informações quanto aos manuais do veículo e as garantias oferecidas a peças e serviços, além de uma abordagem a respeito das normas técnicas envolvidas na execução dos serviços de reparos automotivos, importantes parâmetros que definem o procedimento ideal para uma correta execução de nossas funções.

Você finalizou mais essa etapa de estudos e complementou suas capacidades, preparando-se ainda mais para seu futuro profissional. Continue focado nesse caminho de aprendizado, evoluindo não apenas seu conhecimento, mas suas capacidades técnicas e atitudes, no sentido de tornar-se um excelente profissional. Até a próxima!



# REFERÊNCIAS

---

- BOSCH. **Injeção Bosch Monotronic 2.9**. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/injecao-golf-gti-94-95.html>>. Acesso em: 17 fev. 2016.
- BOSCH. **Sonda lambda**. Campinas: Bosch, 2011. Disponível em: <[http://www.bosch.com.ar/ar/autopeças/descargas/sondas\\_lambda.pdf](http://www.bosch.com.ar/ar/autopeças/descargas/sondas_lambda.pdf)>. Acesso em: 17 fev. 2016.
- BOSCH, Robert. **Manual de tecnologia automotiva**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- BRASIL. **Lei Nº 8.078, de 11 de Setembro de 1990**. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 set. 1990. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L8078compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8078compilado.htm)>. Acesso em: 17 fev. 2016.
- CONTESINI, L. **Qual foi o primeiro carro “injetado” da história?** 2015. Disponível em: <<http://www.flatout.com.br/qual-foi-o-primeiro-carro-injetado-da-historia/>>. Acesso em: 17 fev. 2016.
- GUIMARÃES, A. A. **Eletrônica embarcada automotiva**. São Paulo: Érica, 2013.
- MTE-THOMSON. **Informações técnicas: diagnóstico dos componentes, verificação de circuitos e componentes, sistema de arrefecimento**. 2. ed. São Bernardo do Campo: Thomson, 2010. Disponível em: <<http://www.mte-thomson.com.br/site/wp-content/uploads/2012/05/CatalogoThomsonTest.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2016.
- NOTÍCIAS DA OFICINA. **Acelerador eletrônico Volkswagen: conforto, segurança e consciência ambiental**. Disponível em: <<http://www.noticiasdaoficinavw.com.br/v2/2012/03/acelerador-eletronico-vw-conforto-seguranca-e-consciencia-ambiental/>>. Acesso em: 17 fev. 2016.
- NOTÍCIAS DA OFICINA. **Paddle shifts: tecnologia ao alcance de suas mãos**. Disponível em: <<http://www.noticiasdaoficinavw.com.br/v2/2012/09/paddle-shifts-tecnologia-ao-alcance-de-suas-maos/>>. Acesso em: 17 fev. 2016.
- OFICINA DO SABER. **Como funciona: sensor de temperatura**. 2014. Disponível em: <<http://www.mte-thomson.com.br/site/dicas/como-funciona-sensor-temperatura-3025/>>. Acesso em: 29 jan. 2016.).
- PANTALEÃO, S. F. **EPI – Equipamento de proteção individual: não basta fornecer é preciso fiscalizar**. 2012. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/tematicas/epi.htm>>. Acesso em: 17 fev. 2016.
- PORTAL O MECÂNICO. **Magneti Marelli lança peças do câmbio automatizado na reposição**. 2013. Disponível em: <<http://omecanico.com.br/page/5/?s=magneti+marelli+lança+peças>>. Acesso em: 17 fev. 2016.

SENAI. Departamento Regional de Santa Catarina. **Fundamentos de eletricidade automotiva**. Brasília: SENAI/DN, 2015.

SENAI. Departamento Regional de Santa Catarina. **Manutenção de sistemas eletrônicos de motocicletas**. Brasília: SENAI/DN, 2012.

SENAI. Departamento Regional de Santa Catarina. **Mecânico de manutenção em motores Ciclo Otto**. Brasília: SENAI/DN, 2015

SOUZA, V. A. **Introdução ao CAN**. Disponível em: <[http://www.cerne-tec.com.br/Intro\\_CAN.pdf](http://www.cerne-tec.com.br/Intro_CAN.pdf)>. Acesso em: 17 fev. 2016.

## MINICURRÍCULO DOS AUTORES

---

**Jakiel Marcelino Vieira** é técnico em Manutenção Automotiva desde 2013 pelo SENAI de Santa Catarina. Na mesma instituição teve a oportunidade de competir e ser premiado em 1º lugar na Olimpíada do Conhecimento etapa Estadual 2013 SC e 6º lugar na Olimpíada do Conhecimento etapa Nacional 2014. Além disso, atua na área de manutenção de automóveis há sete anos, ministra cursos de qualificação profissional na área de mecânica de automóveis e gestão ofertados pelo SENAI SC.

**Jeferson Luis Koslovoski** é graduado em Tecnologia em processos industriais – eletromecânica pela Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) desde 2011. Atuante no ramo de manutenção automotiva desde 1996, possui diversas capacitações na área automotiva e também nas áreas de automação industrial e metalmecânica. Atualmente atua na unidade SENAI de Palhoça (SC) como Especialista Automotivo, ministrando disciplinas diversas e contribuindo com a educação de jovens e adultos em cursos de nível técnico.



# ÍNDICE

---

## A

ABNT, 158  
ACC, 122, 125, 126, 127  
*Adaptative cruise control*, 122, 125  
Analisador de gases, 147  
Aparelho de diagnóstico, 6, 78, 84, 115, 123, 124, 146  
Atuador de marcha lenta, 18, 65, 66  
Atuadores, 16, 17, 18, 43, 49, 51, 57, 58, 59, 65, 72, 74, 78, 83, 84, 85, 86, 88, 106, 111, 112, 113, 114, 116, 146  
Auto diagnóstico, 81

## B

Bobina, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 40, 42, 43, 49, 56, 57, 59, 77, 112  
Bomba de alta pressão, 74, 75, 76  
Bomba de baixa pressão, 72, 74, 75  
Bomba de combustível, 19, 52, 53, 55, 74

## C

CA, 46, 47, 155  
Cabos de vela, 21, 23, 25, 34, 35, 37, 40, 41  
Cabos resistivos, 35, 36  
Cabos supressivos, 35, 36, 37  
CAN, 13, 111, 112, 117, 127, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 144, 147, 155, 162  
CAN A, 134, 135  
CAN B, 134, 135  
CAN H, 134, 135  
Cânister, 61, 62  
CAN L, 134, 135  
Centelha perdida, 26, 27  
*Checklist*, 67  
Ciclo Otto, 13, 16, 18, 21, 23, 24, 32, 35, 37, 43, 49, 51, 52, 71, 72, 74, 76, 77, 78, 79, 162  
CODE, 116, 117, 119, 120, 121  
Código de avarias, 87, 147  
Coleta seletiva, 153, 154  
CONAMA, 21

Controle eletrônico de velocidades, 122, 123

*Controller area network*, 132

Conversor analógico/digital, 81, 84, 86

Corpo de borboleta, 43, 62, 63, 65

*Cruise control*, 122, 124, 125

## **D**

*Dead time*, 57, 58, 59

Direção elétrica, 92, 97, 98, 99, 100

Direção eletro-hidráulica, 92, 94, 95, 97

*Drive by wire*, 63

Dwell, 25, 27, 33

## **E**

Eletrorinjetores, 19, 53, 54, 57, 58, 59, 61, 77, 85

EPCs, 141, 155, 159

EPIs, 13, 141, 155, 156, 159, 161

EPROM, 85, 147

## **G**

Garantia, 39, 141, 151, 158, 159

## **I**

Ignição, 13, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 49, 51, 71, 77, 82, 83, 95, 116, 119, 121

Imobilizador, 116, 117, 118, 121

Injeção Diesel, 71, 74

Injeção eletrônica, 15, 16, 17, 21, 22, 39, 43, 48, 51, 62, 65, 68, 71, 72, 74, 78, 82, 85, 111, 116, 134

Injeção Otto, 15, 22, 72

## **K**

KS, 50

## **L**

Legislação ambiental, 150, 151

Linha de combustível, 53, 55

## **M**

Manual de manutenção, 88, 158

Manual do proprietário, 157

Manutenção, 9, 10, 37, 39, 40, 53, 66, 71, 79, 88, 99, 113, 115, 116, 122, 126, 128, 137, 141, 145, 146, 148, 151, 153, 155, 156, 157, 158, 162, 163

MAP, 48

Memória não volátil, 81, 83

Memória volátil, 81, 83, 147

Multímetro, 42, 46, 100, 142, 143, 144

## **N**

Normas, 13, 18, 21, 30, 71, 91, 141, 142, 147, 150, 151, 152, 153, 155, 158, 159

NTC, 45

## **O**

OBDII, 88, 89

Osciloscópio automotivo, 59, 60, 142, 144

## **P**

Planejamento, 13, 71, 148, 149, 150

PMS, 21, 26, 49, 77

Processador, 81, 83, 84, 85, 86, 134, 147

## **R**

RAM, 81, 83, 86, 87, 147

Rede CAN, 13, 112, 127, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 147

Regulador de pressão de combustível, 55

Resíduos, 40, 99, 150, 151, 152, 153, 154

Roda fônica, 28, 29, 30, 49

ROM, 81, 83, 87

## **S**

Scanner automotivo, 42, 83, 96, 128, 142, 145, 146, 147

Sensor de detonação, 31, 32, 50, 51

Sensor de fase, 21, 27, 30, 31, 49, 88

Sensor de fluxo de ar, 18, 43, 44

Sensor de oxigênio, 18, 46

Sensor de posição da borboleta, 17, 18, 45, 64

Sensor de pressão absoluta, 48

Sensor de pressão do tubo distribuidor, 74

Sensor de rotação, 21, 28, 29, 30, 49, 94, 113

Sensor de temperatura, 44, 114, 132, 161

Sensores, 16, 17, 30, 31, 42, 43, 45, 49, 50, 51, 62, 64, 72, 74, 78, 83, 84, 86, 87, 88, 94, 99, 102, 107, 108, 109, 113, 114, 115, 127, 132, 133, 146, 147

Sonda lambda, 18, 46, 47, 161

## **T**

TBI, 17, 62

TCU, 102, 108, 112, 113, 114, 115

Tempo de injeção, 19, 57, 77

Tempo morto, 57

Testes de combustíveis, 79

TPS, 17, 18, 45, 63, 65

Transmissão, 5, 100, 101, 102, 105, 108, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 131, 134, 135, 136

Transmissão automatizada, 100, 101, 102, 105, 108

Transmissões automáticas, 113, 114

Transponder, 116, 119, 120

Tubo de distribuição, 54

## **U**

UCE, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 51, 57, 59, 62, 63, 64, 65, 72, 74, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 111, 113, 118, 121, 146, 147

Unidade de controle eletrônico, 16, 56, 82, 84, 86

## **V**

Válvula limitadora de pressão, 76

Válvula limitadora do fluxo de combustível, 76

Válvulas eletroinjetoras, 18, 19, 60, 76

Vela de ignição, 21, 23, 37, 38, 40, 43, 71

**SENAI – DEPARTAMENTO NACIONAL  
UNIDADE DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – UNIEP**

*Felipe Esteves Morgado*  
Gerente Executivo

*Waldemir Amaro*  
Gerente

*Fabiola de Luca Coimbra Bomtempo*  
Coordenação Geral do Desenvolvimento dos Livros Didáticos

**SENAI – DEPARTAMENTO REGIONAL DE SANTA CATARINA**

*Mauricio Cappra Pauletti*  
Diretor Técnico

*Cleberson Silva*  
Coordenação do Desenvolvimento dos Livros Didáticos

*Jakiel Marcelino Vieira*  
*Jeferson Luis Koslovoski*  
Elaboração

*Mateus Henrique Mendes*  
Revisão Técnica

*Karine Marie Arasaki*  
Coordenação do Projeto

*Daniela Siqueira de Menezes*  
Design Educacional

*Evelin Lediani Bao*  
*Morgana Machado*  
*Sérgio Augusto Quevedo Schervenski Filho*  
Fotografias

*Davi Leon Dias*  
*Diego Fernandes*  
*Luiz Eduardo de Souza Meneghel*  
*Paulo Lisboa Cordeiro*  
Ilustrações e Tratamento de Imagens

*Thinkstock*  
Banco de imagens

*Agenor Gomes de Almeida Filho*  
*Allesse Carvalho Rodrigues*  
*Edison Bonifácio*  
*Francisco David de Lima e Silva*  
*Sérgio Luís Carvalho*  
Comitê Técnico de Avaliação

*Felipe da Silva Machado*  
Diagramação

*Tatiana Daou Segalin*  
Revisão e Fechamento de Arquivos

*Luciana Effting Takiuchi*  
CRB – 14/937  
Ficha Catalográfica

---

*i-Comunicação*  
Projeto Gráfico

*Tikinet Edição LTDA*  
Revisão Ortográfica e Gramatical

*Tikinet Edição LTDA*  
Normalização





*Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria*

