



## **ELETRÔNICA AUTOMOTIVA**



**Instituto NCB**

[www.newtonbraga.com.br](http://www.newtonbraga.com.br)

[leitor@newtonbraga.com.br](mailto:leitor@newtonbraga.com.br)

## ELETRÔNICA AUTOMOTIVA

Autor: Newton C. Braga

São Paulo - Brasil - 2013

Palavras-chave: Eletrônica - Engenharia Eletrônica - Componentes –  
Reparação – Service

Copyright by

INTITUTO NEWTON C BRAGA.

1ª edição

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, especialmente por sistemas gráficos, microfílmicos, fotográficos, reprográficos, fonográficos, videográficos, atualmente existentes ou que venham a ser inventados. Vedada a memorização e/ou a recuperação total ou parcial em qualquer parte da obra em qualquer programa juscibernético atualmente em uso ou que venha a ser desenvolvido ou implantado no futuro. Essas proibições aplicam-se também às características gráficas da obra e à sua editoração. A violação dos direitos autorais é punível como crime (art. 184 e parágrafos, do Código Penal, cf. Lei nº 6.895, de 17/12/80) com pena de prisão e multa, conjuntamente com busca e apreensão e indenização diversas (artigos 122, 123, 124, 126 da Lei nº 5.988, de 14/12/73, Lei dos Direitos Autorais).

**Diretor responsável:** Newton C. Braga

**Diagramação e Coordenação:** Renato Paiotti

# Índice

<b>1 - Revisão dos Conceitos Básicos de Eletrônica .....</b>	<b>13</b>
Circuito elétrico, corrente, tensão e resistência.....	13
Circuito elétrico.....	15
Potência elétrica.....	17
Potência (W) = tensão (V) x corrente (A).....	18
Sistema de 42 V.....	20
Fontes de energia elétrica (geradores).....	26
Células Secundárias.....	30
Células de Níquel Cádmio.....	34
Reciclando Energia.....	37
Aperfeiçoamentos.....	37
Célula de Edison ou Hidróxido de Níquel-Ferro.....	38
Dínamos e alternadores.....	38
<b>CHOQUE ELÉTRICO .....</b>	<b>39</b>
Socorro para Acidentados por Choques Elétricos.....	42
Gaiola de Faraday.....	42
Termos em Inglês.....	44
Questionário:.....	46
<b>2 - Os Componentes Eletrônicos Básicos - Passivos .....</b>	<b>48</b>
Os Componentes Eletrônicos Básicos - Passivos.....	48
Resistores.....	48
Capacitores.....	50
Indutores.....	52
Transformadores.....	53
Fusíveis.....	55
Fusíveis Para Uso Automotivo.....	57
Interruptores e Chaves.....	60
Lâmpadas e LEDs.....	62
LEDs Nas Aplicações Automotivas.....	64
Outros componentes.....	70
Componentes Eletrônicos Básicos - Ativos.....	71
Diodos.....	71
Transistores.....	72
SCRs.....	74
Outros tiristores.....	75
Circuitos integrados (CIs).....	76

Microcontroladores.....	77
DSPs.....	78
Termos em Inglês.....	79
Component”ou “Device”.....	79
Questionário.....	82
<b>3 - Componentes eletrônicos básicos – sensores e atuadores .....</b>	<b>83</b>
Componentes eletrônicos básicos – sensores e atuadores.....	83
Sensores resistivos.....	83
Sensores Indutivos.....	87
Sensores Capacitivos.....	88
Sensores Hall.....	89
Sensores Mecânicos .....	92
Sensores tipo Reed Switches.....	96
Sensores de Pressão.....	98
Sensores Magneto Resistivos.....	100
Sensores de Gases.....	102
Atuadores.....	106
Chaves de controle.....	106
Relés.....	107
Solenóides.....	115
Tipos de Solenóides.....	117
Motores.....	118
<b>COMO FUNCIONAM OS MOTORES.....</b>	<b>119</b>
Termos em Inglês.....	124
Questionário:.....	124
<b>4 - O Multímetro no Automóvel .....</b>	<b>126</b>
Porque precisamos de um multímetro.....	126
Como Funciona o Multímetro.....	132
O Instrumento de Bobina Móvel.....	132
Diversas Escalas .....	134
O Multímetro Digital.....	138
O multímetro Automotivo.....	140
Analógico ou Digital – Qual o Melhor Multímetro .....	142
Digital x Analógico.....	143
As Características dos Multímetros.....	148
Que Multímetro Comprar.....	153
Classificando os Multímetros.....	154
Como Usar Corretamente o Multímetro.....	159

O Multímetro Analógico Básico.....	159
O Multímetro digital.....	168
Termos em Inglês.....	172
Questionário.....	173
<b>5 - Motor e Sistema de Ignição .....</b>	<b>175</b>
O Combustível.....	175
O processo de queima.....	176
Carro a gás.....	183
Álcool Combustível e Flex – Não é novidade.....	184
Vantagens do Álcool.....	185
Desvantagem do álcool.....	186
Os Motores de Combustão Interna ou Motores à Explosão.....	186
O Motor Diesel.....	194
O sistema de Ignição.....	195
A bobina de ignição.....	198
O Circuito Completo.....	202
Analisando o Circuito.....	202
EMI.....	207
O Fim das Velas de Ignição.....	209
O CARRO COM COMBUSTÃO MAGNÉTICA.....	211
PORQUE OS CAMPOS MAGNÉTICOS INFLUEM NA COMBUSTÃO.....	212
Termos em Inglês.....	216
Questionário.....	216
<b>6 - Ignição Eletrônica .....</b>	<b>218</b>
Os primeiros sistemas.....	218
Substituindo o Platinado.....	223
O EFEITO HALL.....	224
OS SENSORES NA PRÁTICA.....	227
IGNIÇÃO POR DESCARGA CAPACITIVA.....	230
A Ignição por descarga Capacitiva.....	235
Topologias.....	240
Microcontroladores.....	247
Manutenção.....	248
A LUZ DE PONTO.....	249
O CIRCUITO DA LUZ DE PONTO.....	252
USANDO A LUZ DE PONTO.....	256
Termos em Inglês.....	257
Questionário.....	258

<b>7 - Baterias e Alternadores .....</b>	<b>260</b>
As Baterias.....	260
Células Primárias.....	265
A célula de Leclanché.....	266
Funcionamento.....	269
Pilhas comuns não são recarregáveis.....	271
Células Secundárias.....	272
Bateria Chumbo-Ácido.....	272
A Bateria Automotiva.....	276
O Hidrômetro ou Densímetro.....	281
Células de Níquel Cádmio.....	282
Aperfeiçoamentos.....	284
Célula de Edison ou Hidróxido de Níquel-Ferro.....	284
Conclusão.....	284
Os Alternadores.....	285
O DÍNAMO E O ALTERNADOR.....	288
O Alternador por dentro.....	293
SERVICE.....	299
Reparação de Alternadores – Teste de Alternadores.....	303
Quando uma fase falta.....	304
O Medidor de Ripple de Alternador.....	305
Montagem.....	306
Calibração.....	308
Osciloscópio.....	311
Recuperando Baterias Sulfatadas.....	312
COMO FUNCIONA.....	314
Montagem.....	315
PROVA E USO.....	318
Termos em Inglês.....	320
Questionário.....	320
<b>8 - Motor de Partida e Injeção Eletrônica .....</b>	<b>322</b>
O Motor de Partida.....	323
Injeção Eletrônica.....	329
Princípio de funcionamento.....	331
Combate à Poluição Com a Eletrônica na Ignição e Injeção .....	344
Parâmetros que Influem na Emissão de Poluentes.....	348
O Controle pela eletrônica.....	355
Os Conversores Catalíticos.....	359
A Sonda Lâmbda.....	364

Os Acionadores.....	368
Termos em Inglês.....	373
Questionário.....	374
<b>9 - Direção Elétrica, Suspensão Ativa e ABS .....</b>	<b>376</b>
Direção Elétrica.....	376
Suspensão Eletrônica.....	381
Suspensão Ativa.....	382
O Sistema de Freios ABS.....	388
O ABS.....	393
Airbag.....	402
Termos em Inglês.....	407
Questionário.....	408
<b>10 - Trio Elétrico, Segurança, GPS .....</b>	<b>410</b>
Trio Elétrico.....	410
Alarmes.....	411
Alarme de Intrusão Ultrassônico .....	414
Kits Trio Elétrico.....	417
Travas.....	419
Vidros Elétricos.....	422
Imobilizador.....	426
Transponders.....	429
Por Dentro do Circuito.....	435
Leitura e Gravação.....	436
Controle Remoto.....	438
GPS – GLOBAL POSITIONING SYSTEM.....	451
O GPS.....	453
USOS PARA O GPS.....	456
COMO FUNCIONA O GPS.....	458
Termos em Inglês.....	460
Questionário.....	461
<b>11 - Instrumentos, Painel e Som.....</b>	<b>463</b>
Cluster.....	464
O velocímetro.....	468
O tacômetro.....	472
Indicadores de funções.....	475
Outros Indicadores.....	487
Som, Rádio e Toca CDs.....	488

Os Tipos de Antena.....	503
A Escolha da Antena.....	508
Instalação.....	509
Som Potente .....	510
A solução capacitiva.....	512
Ultra Capacitores.....	513
Reparação de Auto-Rádios e Som Automotivo.....	515
Usando um amplificador externo.....	516
Termos em Inglês.....	519
Questionário.....	520
<b>12 - Central de Controle (ECU), Redes Automotivas e Carro Elétrico.....</b>	<b>272</b>
Microcontroladores.....	522
A Central Eletrônica.....	524
Rede CAN.....	538
EMI.....	542
Sistema de 42 V.....	544
O Carro Elétrico.....	548
Baterias Redox – Carga em minutos pela troca do eletrólito.....	554
Como Funciona.....	556
Células a Combustível.....	559
O que são as células a combustível.....	560
Outros tipos de Células.....	566
Aplicações Alternativas.....	568
Os Motores dos Carros Elétricos.....	571
Rumo ao Carro sem Manutenção.....	572
Como isso pode ser feito.....	573
Termos em Inglês.....	576
Questionário.....	576
<b>ANEXOS .....</b>	<b>578</b>
RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS.....	578
LINKS INTERESSANTES.....	578

## APRESENTAÇÃO

Durante nossa carreira escrevemos muitos artigos tratando de aplicações eletrônicas nos automóveis, além de darmos um curso introdutório que apareceu não só em publicações impressas como também em nosso site. O tema é fascinante e a todo o momento novas tecnologias estão aparecendo nos veículos que cada vez incorporam mais eletrônica. Muitos têm pedido a elaboração de um curso completo sobre o assunto o que é uma ideia que nos fascinou e que agora se torna realidade. No entanto, o tema é muito amplo, o que significa que mesmo com um enorme conteúdo, ainda não conseguimos abordar tudo. Assim, para os que desejam conhecimentos mais imediatos resolvemos preparar este livro que é a introdução à eletrônica do automóvel, de uma forma simples, para quem deseja trabalhar numa oficina, instalar equipamentos e acessórios em carros, ou simplesmente conhecer um pouco mais de seu próprio carro. Para este curso, a exigência que temos é que o leitor conheça os fundamentos da eletrônica, ou seja, conheça componentes e circuitos básicos além de um pouco de instrumentação, como o uso do multímetro e o teste dos componentes. Assim, para os que não tenham conhecimento algum de eletrônica sugerimos que, antes deste livro, leiam o nosso Curso de Eletrônica - Eletrônica Básica - volume 1, Curso de Eletrônica - Eletrônica Analógica - Volume 2 e a série Como Testar Componentes - Volume 1 a 4. Também é interessante ter o livro Conserte Tudo que dá muitas dicas sobre reparação. Enfim, trata-se de um livro de iniciação e conceitos básicos que será de grande utilidade para quem deseja aprender um pouco sobre o funcionamento dos sistemas eletrônicos dos automóveis. Lembramos que este livro foi elaborado em 2012 e que constantemente novas tecnologias estarão aparecendo nos veículos. Artigos sobre estas tecnologias estarão constantemente aparecendo no site do autor que então é indicado para a atualização de quem gosta do assunto. Também lembramos que, como se trata de E-book, o autor poderá fazer atualizações constantes sempre que for necessário e mesmo aqueles que já tenham comprado o livro terão

automaticamente essas atualizações, sem a necessidade de comprar as novas versões.

Newton C. Braga

## INTRODUÇÃO

O sistema simples de ignição dos carros mais antigos, que não tinha nada de eletrônico a não ser um transformador (bobina de ignição), evoluiu para os sistemas complexos controlados por microprocessadores e microcontroladores com uma eletrônica sofisticada que exige técnicas e equipamentos especiais. Estes livros não pretende ensinar tudo sobre os sistemas eletrônicos dos automóveis, pois existem alguns pontos muito avançados que somente os engenheiros que trabalham com seu projeto nas fábricas precisam conhecer. O que daremos neste livro são os conceitos básicos sobre o funcionamento de diversas partes do circuito eletrônico do carro que podem ser manuseadas ou reparadas de forma simples ou pelo menos ter seus defeitos diagnosticados com facilidade por alguém que não sejam um especialista. Com o conhecimento básico destes dois volumes, os interessados em abrir uma oficina podem partir para uma especialização em empresas que fazem o treinamento de profissionais e ensinam a usar ferramentas avançadas de diagnóstico. No entanto, o uso dessas ferramentas sempre será facilitado se o leitor conhecer um pouco mais sobre o funcionamento dos sistemas eletrônicos do carro e é essa justamente a finalidade destes livros. Trataremos dos sistemas de ignição de todos os tipos, da injeção eletrônica, carga de bateria, dos sistemas de frenagem ABS, sistemas de conforto e painéis além de acessórios como som, alarmes, etc. Enfim, trata-se de uma obra de iniciação muito útil para quem já conhece um pouco de eletrônica e deseja ir um pouco além.

Newton C. Braga

## Capítulo 1

### Revisão dos Conceitos Básicos de Eletrônica

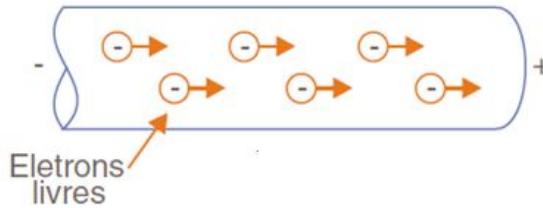
Para entender o funcionamento do automóvel moderno não basta o conhecimento da mecânica. É preciso conhecer eletricidade básica e a partir dela os fundamentos da eletrônica.

Se bem que tenhamos recomendado aos leitores que não tenham uma boa formação em eletrônica a leitura de nossos livros Curso de Eletrônica – Vol 1 – Eletrônica Básica, Curso de Eletrônica – Vol 2 – Eletrônica Analógica e além disso as edições Como Testar Componentes em 4 Volume e o livro Conserte Tudo, disponíveis no formato digital, damos a seguir uma pequena revisão de conceitos que pode ser muito importante para reciclar conhecimentos e para avivar a memória dos que saíram de uma escola técnica há muito tempo.

São justamente os fundamentos que daremos a partir de agora iniciando pela revisão dos conceitos básicos de eletricidade que serão utilizados nas explicações da maioria dos equipamentos eletrônicos do automóvel abordados neste livro.

#### **Circuito elétrico, corrente, tensão e resistência**

Uma corrente elétrica consiste num fluxo de cargas que circula através de um fio condutor. Estas cargas são os elétrons que encontram liberdade de movimento em materiais como os metais, conforme mostra a figura 1. Estes materiais são denominados condutores de corrente elétrica.



*Figura 1 – A corrente elétrica*

**Lembre-se:**

*Num condutor elétrico a corrente consiste num fluxo ordenado de cargas.*

No entanto, os condutores não são perfeitos. Os elétrons que formam uma corrente encontram certa dificuldade para passar através dos fios. Essa dificuldade é denominada resistência e é constante. A resistência de um fio é medida em ohms ( $\Omega$ ).

Se aplicarmos a um condutor, que apresenta certa resistência, uma tensão, a corrente será determinada pela resistência desse condutor. A resistência limita, portanto a intensidade da corrente num fio. Maior resistência, menor corrente com a mesma tensão.

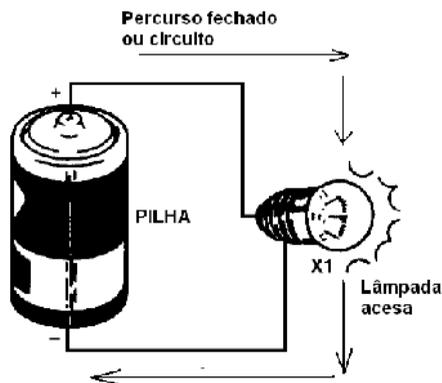
**Curiosidade – Por que os elétrons são negativos?**

*Quando Benjamin Franklin precisou explicar o sentido do movimento das cargas elétricas nos seus trabalhos de pesquisa com objetos eletrizados ele achou que o movimento dos elétrons ocorria de um pedaço de lã para um pedaço de cera eletrizado quando na realidade*

*ocorria ao contrário. Assim, ao se enganar quanto ao sentido da corrente ele assumiu que os elétrons eram negativos e assim ficou...*

### Circuito elétrico

Os elétrons não podem ser criados. Uma bateria fornece elétrons para uma lâmpada, mas ela precisa estar constantemente repondo estes elétrons que saem dela. Assim, só é possível obter uma corrente fazendo circular os elétrons no que denominamos circuito, conforme mostra a figura 3.



*Figura 3 – Uma corrente circulando por uma lâmpada*

Para acender uma lâmpada (que denominamos receptor de energia), por exemplo, precisamos de uma fonte de energia (que denominamos gerador). No caso do carro, o gerador é a bateria.

A quantidade de energia que podemos transferir para a lâmpada não depende apenas da tensão que aplicamos nela, mas também da corrente.

Essa transferência, conforme mostramos na figura 3, se faz através de um fio que leva a corrente e outro que a traz de volta para