



FORMAÇÃO CONTINUADA

Eletricidade do Automóvel
Eletricidade e Eletrônica Automotiva - Básico

ELETRICIDADE DO AUTOMÓVEL

ELETRICIDADE E ELETRÔNICA AUTOMOTIVA BÁSICO

2003

Eletricidade e Eletrônica Automotiva - Básico

SENAI-SP, 2003

Trabalho elaborado e editorado pela Escola SENAI "Conde José Vicente de Azevedo"

Coordenação geral	Arthur Alves dos Santos
Coordenação do projeto	José Antonio Messas Mauro Alkmin da Costa Valdir de Jesus
Organização de conteúdo	Equipe técnica da Escola SENAI "Conde José Vicente de Azevedo"
Assistência editorial	Maria Regina José da Silva
Editoração	Teresa Cristina Maíno de Azevedo

S47s SENAI. SP. **Eletricidade e Eletrônica Automotiva - Básico**. São Paulo, 2000. 62p. il.

Apostila técnica

CDU 629.063.6

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

Telefone (011) 6166-1988

Telefax (011) 6160-0219

E-mail senaiautomobilistica@sp.senai.br

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

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE	7
• Átomo	7
• Corrente elétrica	9
• Íons	9
• Grandezas elétricas	10
• Tensão e corrente contínua	10
• Tensão e corrente alternada	11
• Simbologia	12
• Geradores	12
• Associação de geradores	14
• Analogia do circuito hidráulico e elétrico	14
• Resistor	15
• Lei de OHM	23
• Capacitores	24
• Magnetismo	26
• Eletromagnetismo	28
INSTRUMENTOS DE MEDIÇÕES ELÉTRICAS	29
• Multímetro	29
• Medição com multímetro	30
CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA ANALÓGICA	32
• Semicondutores	32
• Dopagem de material semicondutor	33
• Diodo semicondutor	35
• Diodo retificador	36
• Diodo emissor de luz (LED – Light Emitting Diode)	37
• Transistores	38

SENSORES	41
• Fotodiodo	41
• Termistores	41
• Sensores indutivos	41
FUSÍVEIS	42
• Características elétricas dos fusíveis	42
• Substituição	42
NOÇÕES BÁSICAS DE ESQUEMAS ELÉTRICOS	43
• Símbolos utilizados nos esquemas elétricos	44
• Símbolos para identificação dos instrumentos e controle	45
• Esquemas elétricos	46
• Comutadores de ignição e partida	52
BIBLIOGRAFIA	62

INTRODUÇÃO

O objetivo do módulo – Eletricidade e eletrônica - é desenvolver no aluno a capacidade de efetuar medições das grandezas elétricas bem como de ler e interpretar esquemas elétricos do veículo. O domínio do conteúdo desse módulo é fundamental para que o aluno tenha condições de dar continuidade aos estudos de outros módulos da área automobilística tais como: sistema de ignição, sistema de som e alarme, sistema de injeções.

O desenvolvimento dos estudos desse módulo deve ocorrer em duas fases: aulas teóricas e práticas.

A divisão do módulo em duas fases é apenas recurso de organização sendo que as aulas de teoria e de prática devem ocorrer simultaneamente e a carga horária deve variar de acordo com as necessidades didático-pedagógicas.

As aulas teóricas visam desenvolver nos alunos o domínio de conteúdos básicos e de tecnologia imediata necessária para a realização dos ensaios. As aulas práticas caracterizam-se por atividades realizadas direta e exclusivamente pelos alunos.

O texto que se segue irá tratar do conteúdo básico da fase teórica do módulo. Esse conteúdo compreende os seguintes assuntos:

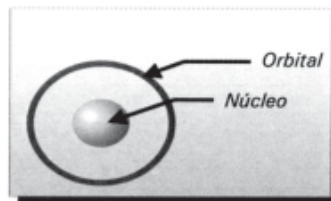
- conceitos básicos de eletricidade e de eletrônica analógica;
- instrumentos de medições elétricas;
- sensores;
- fusíveis;
- esquemas elétricos.

CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE

ÁTOMO

O átomo é formado de numerosas partículas. Estudaremos somente aquelas que mais interessam à teoria eletrônica.

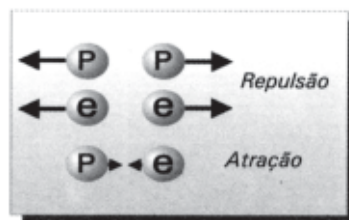
Átomo é a menor partícula física em que se pode dividir um elemento. É configurado por duas regiões principais: nuclear e orbital.



REGIÃO CENTRAL DO NÚCLEO

O núcleo do átomo é constituído de dois tipos de partículas: **prótons** e **neutrons**. Ao redor do núcleo se movimentam os **elétrons**.

Colocando-se dois prótons, um próximo do outro, eles se repelem. O mesmo ocorre com dois elétrons. Entretanto, um próton e um elétron atraem-se mutuamente quando colocados um próximo do outro, isto porque são dotados de cargas elétricas diferentes.

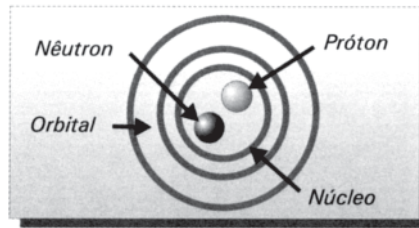


- **PRÓTONS**

São partículas que possuem cargas elétricas positivas e estão encerradas no núcleo do átomo.

- **NÊUTRONS**

São partículas desprovidas de cargas elétricas (eletricamente neutras), encerradas no núcleo dos átomos.

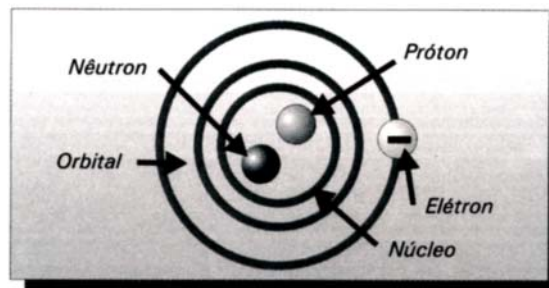


REGIÃO PERIFÉRICA OU ORBITAL

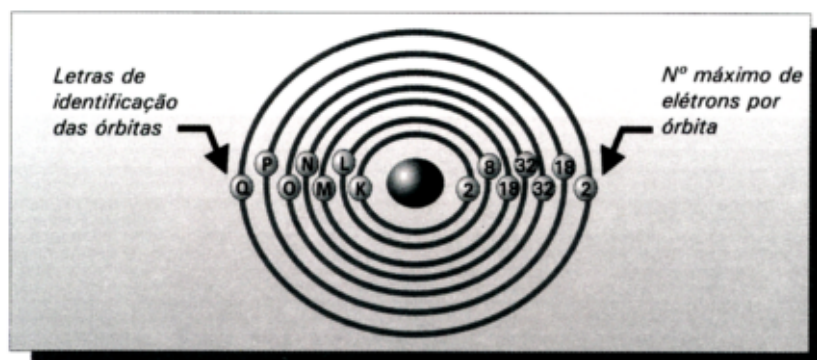
A região periférica do átomo é constituída de órbitas onde são encontrados os elétrons.

- **ELÉTRONS**

São partículas que possuem cargas elétricas negativas.



Os átomos podem ter uma ou várias órbitas, dependendo do seu número de elétrons, sendo que cada órbita contém um número específico de elétrons.



O átomo possui o número de prótons igual ao número de elétrons. Dessa forma, as cargas elétricas positivas e negativas anulam-se e assim, diz-se que o átomo está eletricamente neutro.

CORRENTE ELÉTRICA

Todos os elétrons podem ser removidos de seus átomos, através da aplicação de uma força externa. A remoção dos elétrons de suas órbitas provoca o desequilíbrio elétrico do átomo. Como os elétrons possuem cargas negativas, o átomo se tornará eletricamente positivo.

A facilidade com que o elétron pode ser removido está relacionada com a órbita na qual ele se localiza. Os elétrons dos níveis mais externos podem “escapar” dos átomos originais e passar a se deslocar entre os níveis dos átomos vizinhos. Esses elétrons são chamados “elétrons livres” e seu movimento é ao acaso em todas as direções. Quando as cargas elétricas se movimentam ordenadamente formam a corrente elétrica.

CONDUTORES E ISOLANTES ELÉTRICOS

São denominados condutores elétricos os materiais em que há facilidade de deslocamento dos elétrons das suas órbitas. Ex: Ouro, Prata, Cobre e Alumínio.

Os materiais que não conduzem (ou conduzem muito pouco) a corrente elétrica, são chamados **isolantes** ou **dielétricos**. Nestes materiais, os elétrons estão firmemente ligados eletricamente aos seus átomos e não têm facilidade de se movimentar entre um átomo e outro, como no caso dos condutores. Ex: Óleo, Água pura, Borracha, etc..

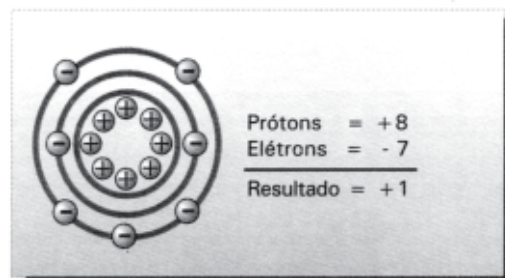
ÍONS

Os átomos no estado natural são sempre eletricamente neutros, isto é, o número de cargas positivas é igual ao número de cargas negativas (número de prótons = número de elétrons). Quando esses números são diferentes, aparecem os íons.

Íons são átomos eletricamente desequilibrados, isto é, que perderam ou receberam elétrons. Os íons classificam-se em positivos e negativos.

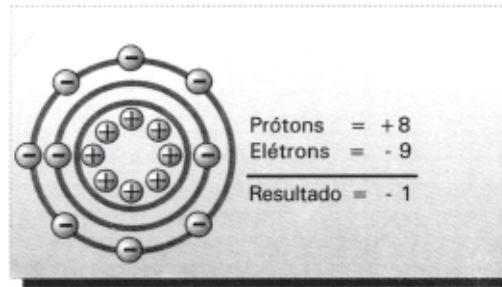
ÍONS POSITIVOS (CÁTIONS)

São átomos que perderam elétrons.



ÍONS NEGATIVOS (ÂNIONS)

São átomos que receberam elétrons.



GRANDEZAS ELÉTRICAS

Grandezas Elétricas	Símbolo	Unidades de Medidas	Símbolo	Aparelho de Medição
Corrente	I	Ampère	A	Amperímetro
Tensão	U ou E	Volt	V	Voltímetro
Resistência	R	Ohm	Ω	Ohmímetro
Potência	P	Watt	W	Watímetro

CORRENTE ELÉTRICA

É o movimento ordenado de elétrons livres em um condutor devidamente alimentado

TENSÃO ELÉTRICA

É a diferença de força entre dois pontos de um condutor causada pelo excesso ou falta de elétrons, que por sua vez, dá origem à corrente elétrica.

RESISTÊNCIA

É a dificuldade que certos materiais oferecem à passagem da corrente elétrica.

POTÊNCIA

É o trabalho produzido, ou seja, a tensão elétrica aplicada x corrente elétrica.

As unidades de medida das grandezas são homenagens prestadas aos seus respectivos descobridores:

Ampère - Andrea Maria Ampère (francês)

Volt - Alexandre Volta (italiano)

Ohm - George S. Ohm (inglês)

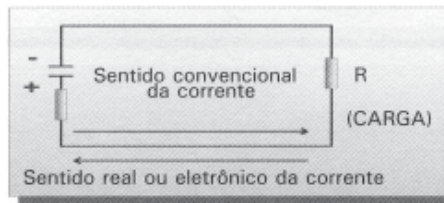
Watt - James Watt (inglês)

TENSÃO E CORRENTE CONTÍNUA

Se a tensão permanecer constante, haverá uma corrente que terá sempre o mesmo sentido e que é chamada de corrente contínua. Essa tensão que dá origem a uma corrente contínua

é chamada de tensão contínua. Como a corrente contínua é chamada abreviadamente de CC ou DC, a abreviação usada para indicar a tensão contínua e tensão CC ou DC.

As pilhas e as baterias de acumuladores fornecem corrente contínua. Alguns tipos de geradores elétricos são utilizados para fornecerem tensão contínua. Os terminais de uma fonte de tensão contínua são marcados com os sinais “+” (positivo) e “-” (negativo), indicando o sentido em que a corrente circula no circuito. No sentido convencional a corrente circula do terminal “+” para o terminal e no sentido real ou eletrônico circula do terminal “-” para o terminal “+”.



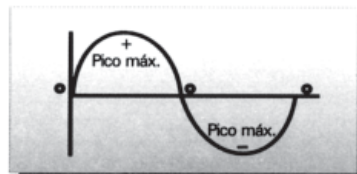
TENSÃO E CORRENTE ALTERNADA

Uma fonte de tensão que muda a polaridade em intervalos regulares (ciclo) produz uma corrente que muda de sentido constantemente e é chamada de corrente alternada (CA ou AC).

A CA apresenta certas características muito úteis. Pode ser facilmente transformada para valores mais altos ou mais baixos. Essa característica torna possível transmitir economicamente a CA a longas distâncias. Em consequência pode-se construir usinas geradoras de CA em fontes remotas de potência hidráulica e fornecer essa eletricidade a consumidores distantes. É possível ainda transformarmos a CA em CC pelo processo de retificação.

CICLO

É a variação da corrente alternada, isto é, primeiro aumenta de zero até o pico máximo positivo, depois diminui até zero e em seqüência aumenta até o máximo negativo e volta a zero.



O número de ciclo que ocorre por segundo é chamado de freqüência. A unidade de medida de freqüência é o Hertz (Hz). A freqüência usual da rede elétrica residencial (60Hz) significa que 60 ciclos se repetem em 1 segundo.

SIMBOLOGIA

GRANDEZAS ELÉTRICAS FUNDAMENTAIS	
Significado	
Corrente contínua	—
Corrente alternada	~
Corrente contínua e alternada	—~
Exemplo de corrente alternada monofásica 60Hz	
Exemplo de corrente contínua 2 condutores, tensão de 220V	

GERADORES

Os dispositivos que transformam em energia elétrica as outras formas de energia, denominam-se geradores. Os geradores movimentam as cargas livres de um condutor mantendo uma diferença de potencial (ddp) ou tensão entre dois pontos quaisquer de um condutor.

Para a produção de eletricidade, alguma forma de energia deve ser usada para acionar os elétrons. Esta energia é chamada de força eletromotriz = F. E. M.

As seis fontes básicas de energia que podem ser utilizadas são: fricção, pressão, calor, luz, magnetismo e ação química.

FRICÇÃO

Quando certas substâncias diferentes como vidro, madeira, seda, ebonite, etc, são atritadas e depois separadas, ficam eletricamente carregadas. Isto é eletricidade estática.

EFEITO TERMOELÉTRICO (CALOR)

Se dois metais diferentes forem colocados de modo a formar um circuito fechado, e se um dos pontos de contato estiver mais frio ou mais quente do que outro, haverá passagem de uma corrente no circuito fechado. A quantidade de corrente dependerá da diferença de temperatura e do tipo de metais em contato.

Alguns materiais que fazem termo-junções comuns são: BISMUTO, o NÍQUEL, a PLATINA, a PRATA e o ANTIMÔNIO.

PRESSÃO (EFEITO PIEZELÉTRICO)

Alguns tipos de cristais naturais e cerâmicas artificiais, geram uma força eletromotriz, quando sujeitos a tensões mecânicas. Alguns materiais comumente usados com tal finalidade são: o cristal de rocha, o sal de ROCHELLE e a turmalina.

EFEITO FOTO ELÉTRICO (LUZ)

Certos materiais geram uma força eletromotriz, quando expostos à luz. Alguns compostos de germânio, selênio e silício têm essa propriedade. Um fotômetro, usado em fotografia para medir a intensidade da luz existente na cena a fotografar, faz uso desse efeito fotoelétrico.

EFEITO MAGNETISMO

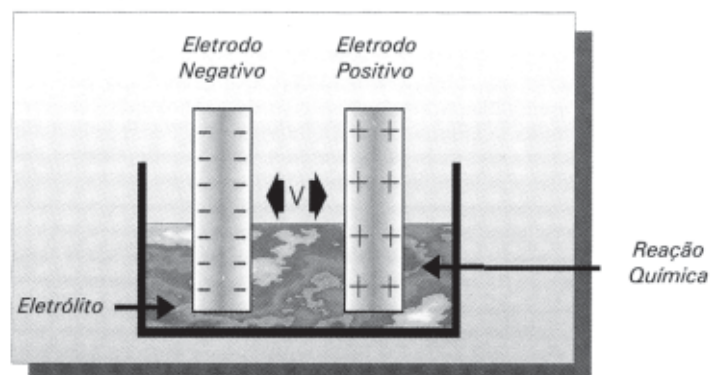
Funciona baseado no princípio físico de que um condutor que se move através de um campo magnético admite uma corrente elétrica.

AÇÃO QUÍMICA

Exemplo: Na bateria de automóvel, os materiais ativos reagem quimicamente para produzir a energia elétrica sempre que forem ligados os consumidores de energia nos terminais.

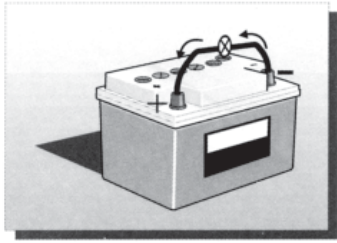
PILHAS

Quando dois condutores de materiais diferentes são mergulhados parcialmente em uma solução eletrolítica, surge uma tensão entre eles. Se ligarmos os dois condutores por meio de um fio metálico, este será percorrido por uma corrente elétrica que se mantém durante um certo intervalo de tempo.



BATERIA DE AUTOMÓVEL

É uma associação - daí o nome de bateria - de acumuladores ligados em série. Cada elemento da bateria fornece uma tensão de 2V. Conseqüentemente, uma bateria de seis elementos fornecerá 12V.



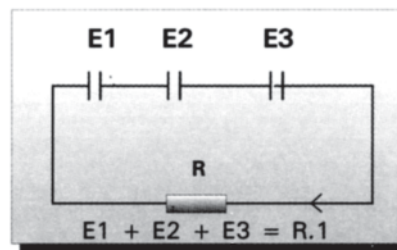
1. Os elétrons do condutor de cobre são atraídos pelo positivo.
2. O condutor de cobre torna-se positivamente carregado.
3. O condutor vai, então, atrair os elétrons do negativo, formando um fluxo de elétrons livres que é chamado “corrente elétrica”.

Uma bateria tem excesso de elétrons em seu terminal negativo e falta de elétrons no positivo. Portanto, através de um condutor, é capaz de iniciar um fluxo de elétrons (corrente elétrica) do terminal negativo para o positivo.

ASSOCIAÇÃO DE GERADORES

GERADORES ASSOCIADOS EM SÉRIE

Neste caso, a tensão nos terminais do resistor é igual à soma das F.E.M. dos geradores. Isto é:

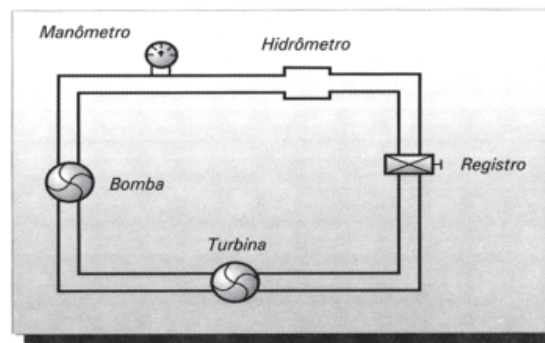


GERADORES ASSOCIADOS EM PARALELO

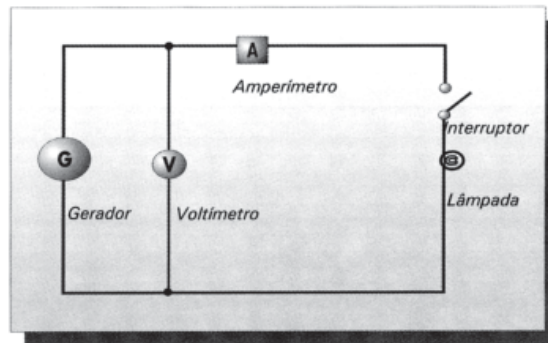
Dois ou mais aparelhos elétricos estão ligados em paralelo quando todos os seus terminais de entrada estão ligados entre si, bem como os terminais de saída, ficando, portanto, todos eles com a mesma ddp, que é a própria ddp da associação.

ANALOGIA DO CIRCUITO HIDRÁULICO E ELÉTRICO

CIRCUITO HIDRÁULICO



CIRCUITO ELÉTRICO



INTERRUPTORES

São os dispositivos que abrem e fecham os circuitos.

INTERRUPTORES MECÂNICOS

Chave de luz, chave de ignição, botão de buzina, etc.

INTERRUPTORES MAGNÉTICOS

São acionados magneticamente. Ex.: disjuntor, solenóide, relé de buzina, relé de farol, etc.

CIRCUITO ABERTO

Refere-se quando não existe uma trajetória completa de corrente elétrica.

CIRCUITO FECHADO

É quando existe uma trajetória completa para fluxo de corrente.

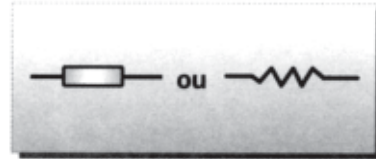
CURTO CIRCUITO

Quando completa um circuito antes da corrente elétrica chegar ao destino. Por ser curto circuito, a resistência é baixa. A corrente é tão alta que pode causar superaquecimento nos condutores, desfazer isolamento e até provocar incêndio.

RESISTOR

Resistor é um componente eletrônico que tem a propriedade da resistência elétrica. Para funcionar perfeitamente, os circuitos eletrônicos necessitam de correntes e tensões de polarização adequadas. Sua função é atenuar a corrente elétrica.

O símbolo geral do resistor segundo a ABNT



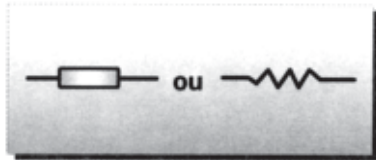
Os resistores podem ser classificados em:

- resistor fixo
- resistor de valor ajustável
- resistor especial

RESISTOR FIXO

É um resistor que possui um único valor de resistência.

Símbolo



Os resistores fixos são classificados quanto ao uso em:

- resistores de potência
 - resistores de uso geral
 - resistores de precisão
- **RESISTORES DE POTÊNCIA**
São resistores de fio, geralmente de níquel-cromo, para valores de potência acima de 5W.
 - **RESISTORES DE USO GERAL**
São resistores de película de carbono para valores de potência de 1/8W à 2,5W.
 - **RESISTORES DE PRECISÃO**
São resistores de película de carbono, fabricados por processos especiais. A tolerância do valor da resistência destes resistores é quase nula.

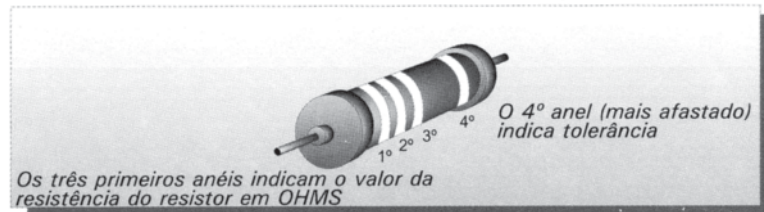
INTERPRETAÇÃO DO CÓDIGO

O código se compõe de três cores usadas para representar o valor ôhmico e uma para representar o percentual de tolerância.

Para a interpretação correta dos valores de resistência e tolerância do resistor os anéis têm que ser lidos em uma seqüência correta.

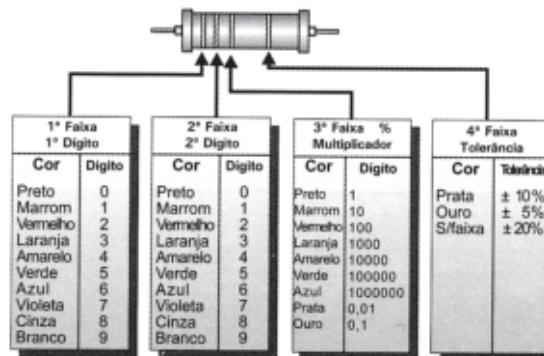
O primeiro anel colorido a ser lido é aquele que está mais próximo da extremidade do componente. Seguem na ordem 2º, 3º e 4º anéis coloridos.

Os três primeiros anéis coloridos (1º, 2º, 3º) representam o valor do resistor. O 4º anel representa o percentual de tolerância.



A tabela a seguir apresenta o código de cores completo:

COR	DIGITOS SIGNIFICATIVOS	MULTIPLICADOR	TOLERÂNCIA
preto	0	1 X	
marrom	1	10 X	
vermelho	2	100 X	
laranja	3	1000 X	
amarelo	4	10000 X	
verde	5	100000 X	
azul	6	1000000 X	
violeta	7	-	
cinza	8	-	
branco	9	-	
ouro		0,1 X	± 5 %
prata		0,01 X	± 10%
sem cor			± 20%



RESISTOR DE VALOR ALTERÁVEL

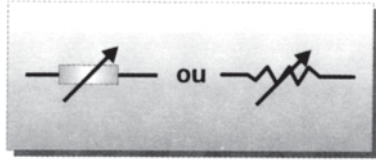
É um resistor que possui um controle para alteração de sua resistência.

Os resistores de valor alterável classificam-se em:

- resistor variável
- resistor ajustável

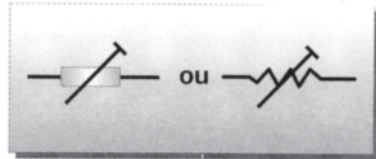
- **RESISTOR VARIÁVEL**

Símbolos



- **RESISTOR AJUSTÁVEL**

Símbolos



RESISTOR ESPECIAL

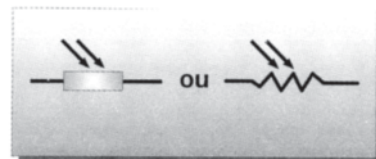
É um resistor cuja resistência é estabelecida por fenômenos físicos como a luz, temperatura, tensão elétrica, pressão e outros.

Os resistores especiais classificam-se geralmente quanto ao fenômeno físico em: LDR, PTC, NTC, VDR, Strain gage.

- **LDR (LIGHT DEPENDING RESISTOR)**

É um resistor com resistência dependente da luz.

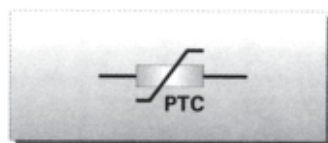
Símbolos



- **PTC (POSITIVE TEMPERATURE COEFICIENTE)**

Denominado também como Termistor PTC. É um resistor com resistência dependente da temperatura e com coeficiente de variação positivo.

Símbolo



- **NTC (NEGATIVE TEMPERATURE COEFICIENTE)**

Denominado também como Termistor NTC. É um resistor com resistência dependente da temperatura e com coeficiente de variação negativo.

Símbolo



- **V DR (VOLTAGE DEPENDING RESISTOR)**

Denominado também como Varistor.

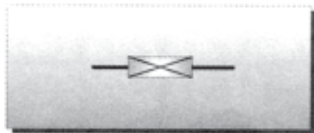
Símbolo



- **STRAIN GAGE**

Denominado também como Tira Extensométrica. O Strain Gage é um resistor constituído de um filme resistivo que contém nas suas extremidades terminais para conexão.

Símbolo



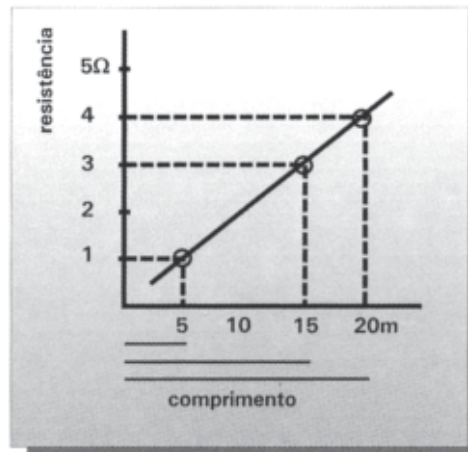
RESISTIVIDADE

Quando se faz o projeto de uma instalação elétrica, deve-se levar em consideração o tipo do material e a resistência dos condutores a serem usados, sem o que graves problemas podem ocorrer.

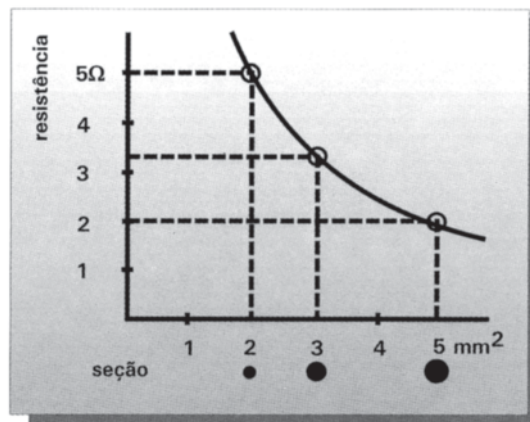
Por isso, não basta conhecer apenas a tensão, o circuito, os resistores e as leis da eletricidade, mas deve-se conhecer também a resistividade dos materiais e a variação de sua resistência em função da temperatura.

A **resistência** de um condutor **aumenta** à medida que aumenta seu **comprimento** , conservando-se constantes a seção e a temperatura.

Observe o gráfico abaixo:



A **resistência** de um condutor **diminui** à medida que aumenta a sua **seção transversal**, conservando-se constantes o comprimento e a temperatura.



Resistividade de um condutor é a resistência que ele apresenta quando tem 1 metro de comprimento, seção transversal de 1 milímetro quadrado e está à temperatura de 20 graus Celsius.

VARIAÇÃO DA RESISTÊNCIA EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA

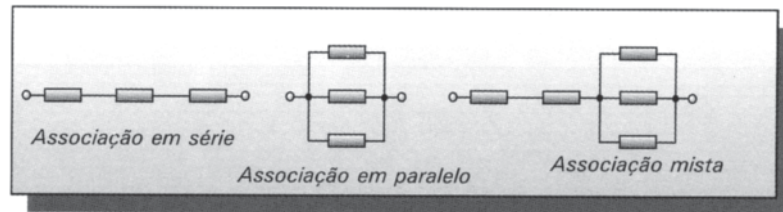
A resistividade é definida com base na temperatura de 20°C, pois quando a temperatura de um condutor varia, sua resistência elétrica se altera. A alteração da resistência elétrica depende do tipo do material e da variação da temperatura.

A elevação da temperatura aumenta a resistência elétrica nos metais e diminui a resistência elétrica nos carvões e nos líquidos.

Há certas ligas metálicas, como o níquel-cromo, o constantan, etc., cujas resistências permanecem praticamente inalteradas com a variação da temperatura.

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

Os resistores podem ser ligados em série, em paralelo ou misto.



RESISTÊNCIA EQUIVALENTE

Resistência equivalente é o valor de resistência de um único resistor que poderia substituir a associação de resistores.

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE

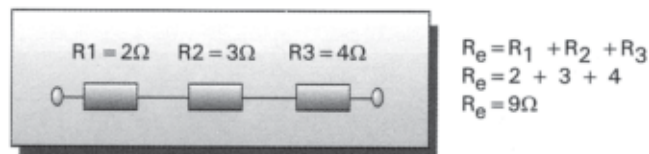
Na associação em série, a resistência equivalente será igual à soma das resistências componentes.

Matematicamente, $R_e = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

onde R_e é a resistência equivalente e R_1, R_2, \dots, R_n são as resistências que compõem a associação.

• APLICAÇÃO

Determinar a resistência equivalente da associação abaixo:

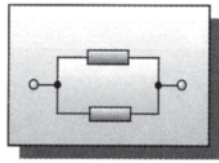


OBSERVAÇÃO

A resistência total no circuito em série é sempre maior que os valores dos resistores que compõem a associação.

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM PARALELO

Em uma associação em paralelo composta apenas por dois resistores, calculamos a resistência equivalente utilizando a fórmula:

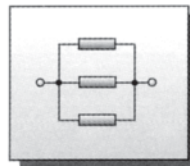


$$R_e = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

• APLICAÇÃO

Considerando $R_1 = 60\Omega$ e $R_2 = 40\Omega$, temos: $R_e = \frac{60 \times 40}{60 + 40} = \frac{2400}{100} = 24\Omega$

No caso de associação em paralelo com mais de dois resistores, usamos outra fórmula para calcular a resistência equivalente, que é a seguinte:



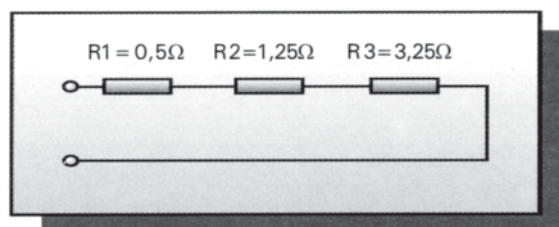
$$R_e = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

OBSERVAÇÃO

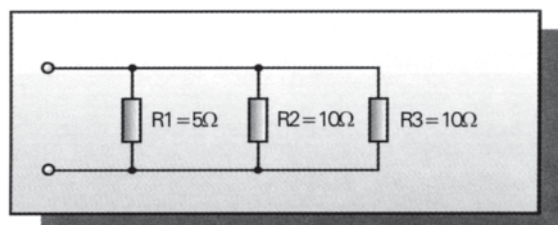
O resistor equivalente no circuito paralelo é sempre menor que o resistor de menor valor.

EXERCÍCIOS DE REVISÃO

1. Determinar no circuito abaixo o valor da resistência total (resistor equivalente).



2. Determinar no circuito abaixo o valor do resistor equivalente:



LEI DE OHM

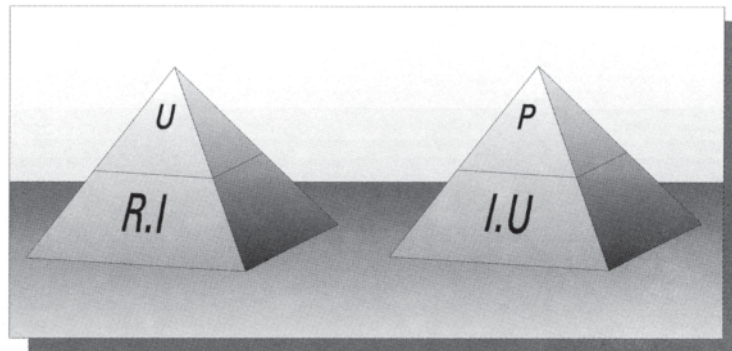
A relação entre corrente, tensão e resistência é chamada “lei de Ohm”.

Baixa tensão \Rightarrow baixa corrente Alta tensão \Rightarrow alta corrente	Com resistência constante
Baixa resistência \Rightarrow alta corrente Alta resistência \Rightarrow baixa corrente	Com tensão constante

Estas relações foram descobertas por George S. Ohm em 1827. Esta lei tem sido de primordial importância nos cálculos elétricos.

EXPRESSÃO MATEMÁTICA DA LEI DE OHM

“A corrente elétrica é diretamente proporcional à tensão elétrica e inversamente proporcional à resistência elétrica”



U = Tensão

R = Resistência

I = Corrente

P = Potência

$$\frac{U}{R} = I$$

$$\frac{U}{I} = R$$

$$R.I = U$$

$$\frac{P}{I} = U$$

$$\frac{P}{U} = I$$



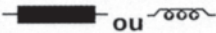











$$I.U = P$$

EXERCÍCIOS DE REVISÃO

1. Em um circuito elétrico que circula uma corrente elétrica igual a 5A sob uma tensão de 10 volts, determine o valor da resistência elétrica.

2. Um circuito elétrico com uma tensão de 10 volts alimenta uma carga com 20W, determine a corrente elétrica que circulará por esse circuito.

SIMBOLOGIA

Componentes do circuito	
Significado	ABNT
Resistor	
Resistor variável	
Indutor, enrolamento, bobina	 ou 
Capacitor	
Capacitor variável	
Capacitor eletrolítico	
Diodo (semicondutor) comum	
Diodo zener	
Acumulador, bateria, pilha	
Transistor	
SCR (retificador controlado de silício)	
TERRA	
MASSA	

CAPACITORES

O capacitor é um componente que armazena energia elétrica. É constituído basicamente de dois condutores (placas paralelas ou armaduras), separados por um material isolante (dielétrico), sendo completamente isolado e encapsulado.

A quantidade de carga que um capacitor pode armazenar é denominada “capacitância”. A capacitância é simbolizada pela letra “C” e a unidade de medida de capacitância é o Farad simbolizado pela letra “F”, geralmente utilizamos para medidas submúltiplos dessa unidade.

- μF - Microfarads 10^{-6} farads - 0,000001F
- nF - Nanofarads 10^{-9} farads - 0,000000001F
- pF - Picofarads = 10^{-12} farads - 0,000000000001F

CARACTERÍSTICAS

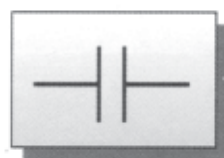
Além do valor da capacitância, deve-se prestar atenção na máxima tensão que o capacitor suporta. Estes dados já estão impressos na maioria dos capacitores, podemos encontrar também, como nos resistores, um código de cores para a leitura de capacitores.

Os capacitores variam de acordo com o tipo de dielétrico e com a forma como são encapsulados. Os mais conhecidos são os capacitores cerâmicos, de poliéster, de mica, eletrolítico e de tântalo, sendo que os capacitores eletrolíticos apresentam polaridade específica e não podem ser ligados invertidos.

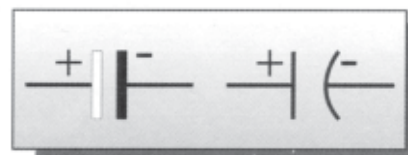
TIPOS DE CAPACITORES

• CAPACITORES FIXOS OU CONSTANTES

São aqueles capacitores que não mudam sua capacitância. As representações de capacitores fixos são mostradas como se segue:



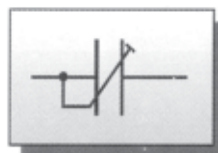
sem polaridade



com polaridade

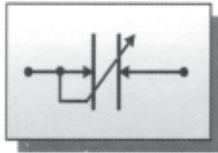
• CAPACITORES AJUSTÁVEIS

Os capacitores ajustáveis podem assumir uma série de valores de capacitância, dentro dos limites do seu valor total. Este tipo de capacitor não é projetado para ser variado continuamente e é bastante utilizado para calibração de circuito de rádio frequência, como transmissores e receptores. É comumente conhecido como “trimmer”. A representação, em circuitos eletro-eletrônicos, de capacitores ajustáveis é mostrada a seguir:



- **CAPACITORES VARIÁVEIS**

São constituídos, fundamentalmente, de duas séries de placas, isoladas entre si. Uma série de placas pode ser girada e a outra é fixa. O dielétrico no caso é o próprio ar. Através da rotação da parte móvel, a capacitância é variada e torna-se maior à medida que a série de placas móveis penetra entre as placas fixas. É projetado para poder ser variado continuamente sem ocorrer desgaste prematuro. É muito utilizado no circuito de sintonia de rádios receptores.



MAGNETISMO

O magnetismo é uma propriedade que certos materiais possuem que faz com que exerçam uma atração sobre materiais ferrosos.

As propriedades dos corpos magnéticos são grandemente utilizadas em eletricidade (motores, geradores) e eletrônica (instrumentos de medida, transmissão de sinais, etc).

MAGNETISMO NATURAL - ÍMÃS

Alguns materiais encontrados na natureza apresentam propriedades magnéticas naturais. Estes materiais são denominados de “ímãs naturais”. A magnetita é um minério de ferro que é naturalmente magnético, ou seja: é um ímã natural.

- **ÍMÃS ARTIFICIAIS**

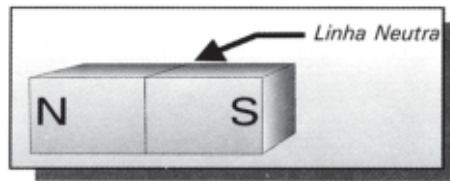
Os ímãs artificiais são barras de materiais ferrosos com os mais diversos formatos que o homem magnetiza por processos artificiais, para atender as necessidades práticas.

- **PÓLOS MAGNÉTICOS DE UM ÍMÃ**

Externamente as forças de atração magnéticas de um ímã se manifestam com maior intensidade nas suas extremidades. Por esta razão as extremidades são denominadas de “pólos magnéticos do ímã”.

Cada um dos pólos apresenta propriedades magnéticas específicas, sendo denominadas de “pólo sul e pólo norte”. Esta linha é denominada de “linha neutra”.

O magnetismo tem a sua origem na organização atômica dos materiais. Cada molécula de um material é um pequeno ímã natural, denominado “ímã molecular” ou “domínio”.



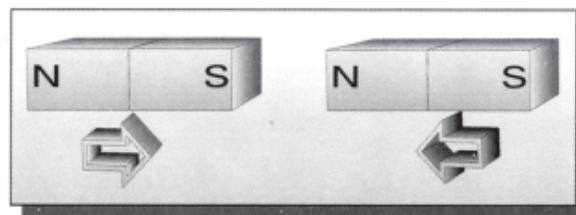
- **INSEPARABILIDADE DOS PÓLOS**

Os ímãs têm uma propriedade característica: por mais que se divida um ímã em partes menores, as partes sempre terão um pólo norte e um pólo sul.

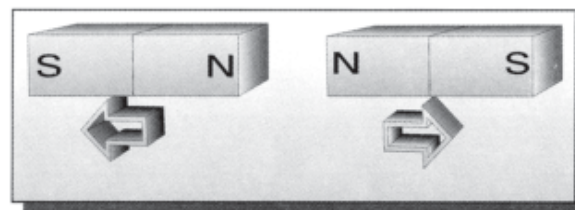
- **INTERAÇÃO ENTRE ÍMÃS**

Quando os pólos magnéticos de dois ímãs estão próximos, as forças magnéticas dos dois ímãs reagem entre si de forma singular.

Se os pólos magnéticos próximos forem diferentes (norte de um com o sul de outro) há uma atração entre os dois ímãs.



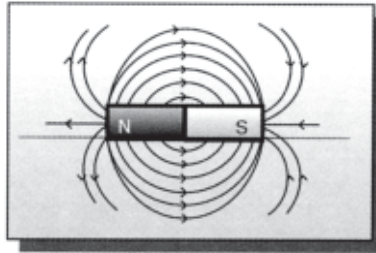
Se os dois pólos próximos forem iguais (norte de um próximo ao norte de outro) há uma repulsão entre os dois ímãs.



CAMPO MAGNÉTICO - LINHAS DE FORÇA

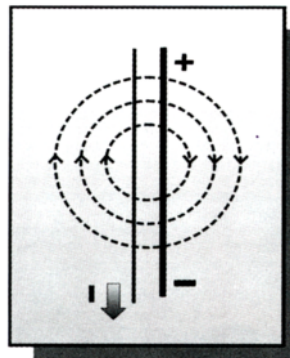
O espaço ao redor do ímã em que existe atuação das forças magnéticas é denominado “campo magnético”. Os efeitos de atração ou repulsão entre os dois ímãs ou de atração de um ímã sobre os materiais ferrosos se devem a existência do campo magnético.

Com o objetivo de padronizar os estudos relativos ao magnetismo e as linhas de força, se estabeleceu como convenção que as linhas de força de um campo magnético se dirigem do pólo norte em direção ao pólo sul. Esta convenção se aplica às linhas de força externas do imã.



ELETROMAGNETISMO

A denominação “eletromagnetismo” se aplica a todo o fenômeno magnético que tenha origem em uma corrente elétrica. Quando um condutor é percorrido por uma corrente elétrica, ocorre uma orientação no movimento das partículas no seu interior. Esta orientação do movimento das partículas tem um efeito semelhante à orientação dos ímãs moleculares. Como consequência desta orientação, se verifica o surgimento de um campo magnético ao redor do condutor



As linhas de força deste campo magnético, criado pela corrente elétrica que passa por um condutor, são circunferências concêntricas num plano perpendicular ao condutor.

CAMPO MAGNÉTICO EM UMA BOBINA

Para obter campos magnéticos de maior intensidade a partir da corrente elétrica, usa-se enrolar o condutor em forma de espiras, constituindo uma bobina, permitindo uma soma dos efeitos magnéticos gerados em cada uma das “espiras”.

A intensidade do campo magnético em uma bobina depende diretamente da intensidade da corrente do número de espiras.

INSTRUMENTOS DE MEDIÇÕES ELÉTRICAS

MULTÍMETRO

Denominado também como Multiteste ou Meter. Em eletrônica é muito comum a medição de grandezas elétricas diferentes em diversos pontos dentro de um circuito. Assim, há a necessidade de um instrumento versátil capaz de realizar tais medições.

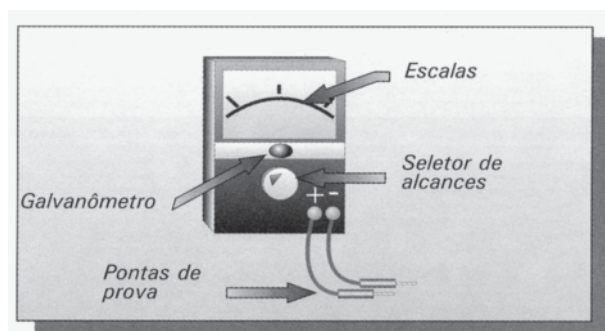
O multímetro é um instrumento de medição eletrônica, por contato elétrico, com escalas de medição analógica ou digital. É um instrumento capaz de fazer a medição das principais grandezas, como tensão, corrente e resistência.

Os multímetros podem ser classificados quanto à complexidade do seu circuito interno em:

- Multímetro VOM (simples)
- Multímetro eletrônico

MULTÍMETRO VOM

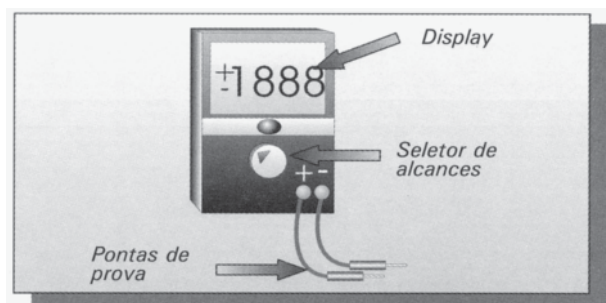
O multímetro VOM é constituído de pouca complexidade, basicamente um galvanômetro e divisores de tensão e corrente.



O galvanômetro é um dispositivo eletromecânico de medida, com indicação analógica. A sensibilidade do galvanômetro é a principal responsável pela precisão do VOM.

MULTÍMETRO ELETRÔNICO

O multímetro eletrônico é constituído de circuito mais complexo, proporcionando maior precisão de medida, com indicação analógica ou digital.

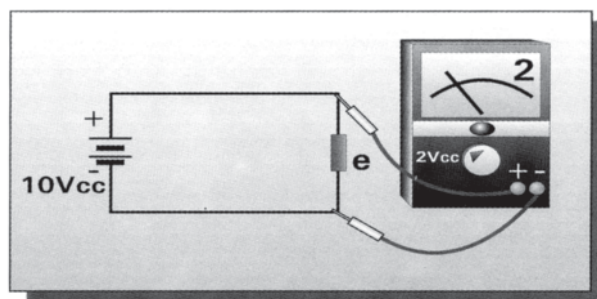


MEDIÇÃO COM MULTÍMETRO

Em eletroeletrônica são feitas calibrações e manutenções de circuitos, nas quais a correta utilização do multímetro é fundamental para a precisão de medidas e para a conservação do instrumento. Medição com o multímetro é o processo para obter medidas das principais grandezas elétricas, como tensão, corrente e resistência.

MEDIÇÃO DE TENSÃO

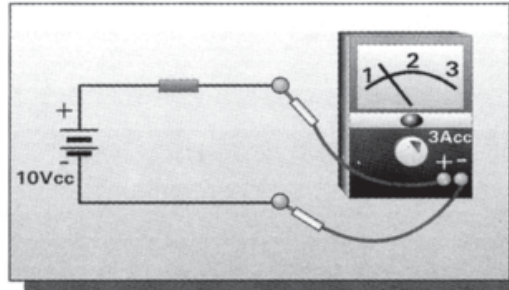
1. Ajustar o multímetro para medir tensão em CC ou CA (\bar{V} \tilde{V}).
2. Selecionar a faixa de tensão adequada, através do seletor de alcances, de forma que a tensão a ser medida nunca seja maior que a tensão de fundo de escala ou final de escala. Se o valor da tensão a ser medida for totalmente desconhecido, ajustar o seletor de alcance para medição de máxima tensão.
3. Conectar as pontas de prova com o circuito ou componente, no qual será medida a tensão, respeitando as polaridades (+ e -) no caso de CC.



4. Ler, no mostrador, o valor da medida e, se necessário, selecionar outro alcance da escala para maior precisão.

MEDIÇÃO DE CORRENTE

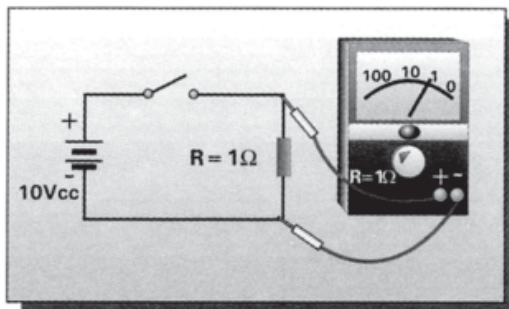
1. Ajustar o multímetro para medir CC ou CA (\bar{A} \tilde{A}).
2. Selecionar a faixa de corrente adequada, através do seletor de alcances, de forma que a corrente a ser medida nunca seja maior que a corrente de fundo de escala. Se a intensidade da corrente a ser medida for totalmente desconhecida, ajustar o seletor de alcance para medição de máxima corrente, utilizando uma ligação SCHUNT.
3. Conectar as pontas de prova em série com o circuito ou componente, no qual será medida a corrente, respeitando as polaridades (+ e -) no caso de CC.



4. Ler, no mostrador, o valor da medida e, se necessário, selecionar outro alcance da escala para maior precisão.

MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA

1. Desenergizar o circuito ou componente em teste.
2. Ajustar o multímetro para medição de resistência.
3. Selecionar a faixa de resistência adequada, através do seletor de alcances.
4. Curto-circuitar as pontas de prova e verificar no mostrador se a leitura é de 00.
Caso contrário, fazer o ajuste de OQ se houver um controle para este fim.
5. Conectar as pontas de prova em paralelo com o circuito ou componente.



6. Ler, no mostrador, o valor da medida e, se necessário, selecionar outro alcance da escala para maior precisão.

CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA ANALÓGICA

SEMICONDUCTORES

A matéria, segundo o modelo de Rutherford-Bohr, é constituída por átomos. O átomo, por sua vez, é formado por um núcleo (prótons e neutrons) e uma eletrosfera (elétrons).

Os vários elementos conhecidos na natureza possuem características próprias quanto à formação da eletrosfera. A última camada da eletrosfera, chamada “valência”, define grande parte das características do elemento, determinando inclusive sua condição de isolante, condutor ou semicondutor.

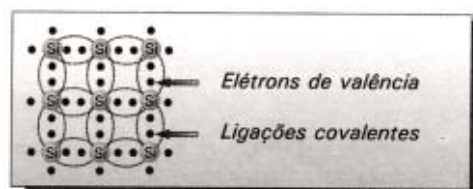
Os semicondutores são materiais caracterizados basicamente por apresentarem propriedades elétricas situadas entre os materiais condutores e os materiais isolantes.

A resistividade característica está situada entre 10^{-2} a 10^6 ohm/cm.

Os materiais semicondutores classificam-se quanto ao tipo de cristal em:

- Germânio (Ge)
- Silício (Si)

Os materiais semicondutores utilizados na fabricação de componentes (Ge e Si) possuem quatro elétrons na camada de valência. Para que a estabilidade seja alcançada (8 elétrons na última camada), há necessidade de formação da estrutura cristalina.

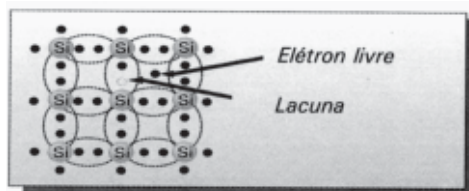


A estrutura cristalina só é absolutamente estável na temperatura de zero absoluto (-273°C), onde não existe o fenômeno da agitação térmica.

Na temperatura ambiente, devido à ocorrência do fenômeno da agitação térmica, há a liberação de elétrons de algumas ligações covalentes.

Esses elétrons livres circulam de forma desordenada na estrutura cristalina. A falha na ligação covalente, provocada pelo escape do elétron, comporta-se de forma semelhante ao elétron livre, porém, com carga elétrica contrária.

Essa pseudo partícula é chamada de lacuna ou buraco. Frequentemente, no interior da estrutura cristalina, um elétron livre ocupa uma lacuna, reconstituindo a ligação covalente. A este fato, dá-se o nome de recombinação.



DOPAGEM DE MATERIAL SEMICONDUTOR

O material semicondutor, na sua forma intrínseca, não possui materiais estranhos fazendo parte da sua estrutura cristalina. As propriedades físicas do material semicondutor puro não atendem às necessidades de fabricação da grande maioria dos componentes eletrônicos. Dessa forma, conforme a necessidade tecnológica, são introduzidas alterações na estrutura cristalina do semicondutor.

Dopagem de material semicondutor é a inserção de elementos estranhos no interior da estrutura cristalina de forma a provocar alterações nas suas características físicas. Os elementos estranhos são chamados de impurezas.

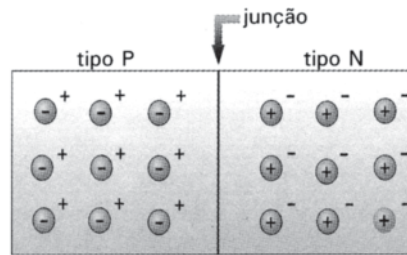
A dopagem pode ser classificada segundo o tipo de impureza.

TIPO	DESCRIÇÃO	EXEMPLO
N	É caracterizada por elementos possuindo cinco elétrons na sua camada de valência	Fósforo (P) Antimônio (Sb) Arsênio (As)
P	É caracterizada por elementos possuindo três elétrons na sua camada de valência	Alumínio (Al) Índio (In) Gálio (Ga) Boro (B)

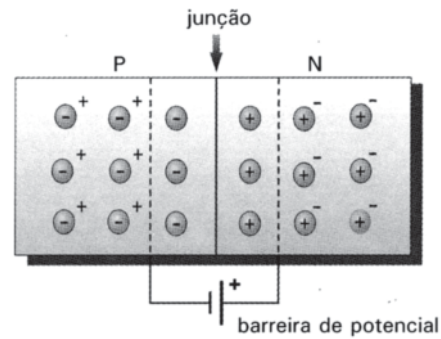
JUNÇÃO PN

Chama-se junção PN, o contato físico entre dois cristais semicondutores dopados com impurezas, um tipo N e outro tipo P.

- **ESTRUTURA**



O contato entre os cristais provoca a recombinação elétron-lacuna na região da junção, dando origem a íons negativos na região P e íons positivos na região N.

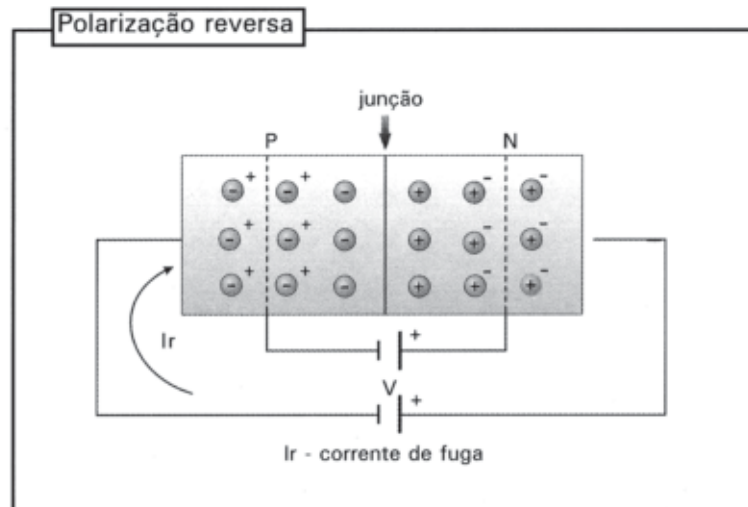


Os íons nas proximidades da junção formam a “barreira de potencial”, impedindo que ocorra novas recombinações.

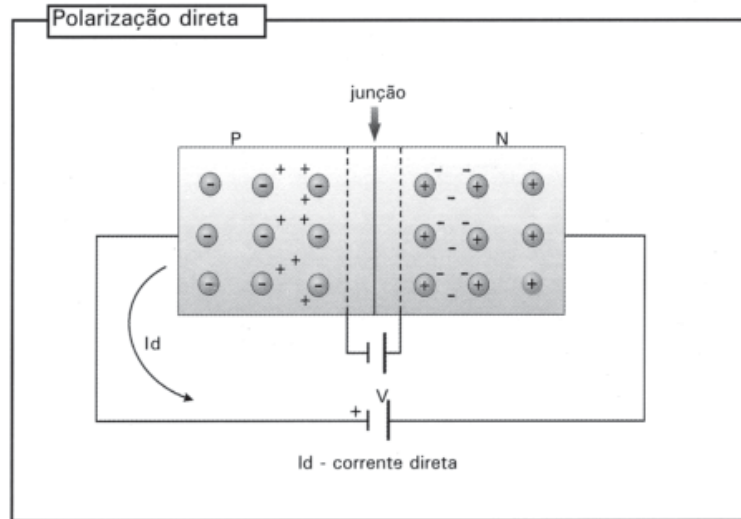
- **PROCESSO**

Uma junção PN pode ser polarizada de duas formas:

- polarização reversa



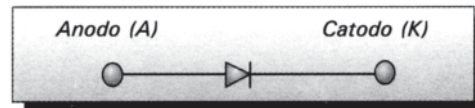
- polarização direta



DIODO SEMICONDUTOR

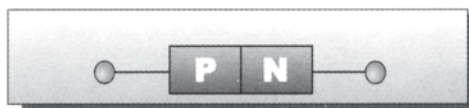
Diodo semicondutor é um componente eletrônico que possui a característica de conduzir corrente elétrica somente em um sentido.

Simbologia



O diodo semicondutor é formado por uma junção PN, onde foram conectados dois terminais de acesso.

ESTRUTURA DO DIODO SEMICONDUTOR



PROCESSO DE FUNCIONAMENTO DE UM DIODO SEMICONDUTOR

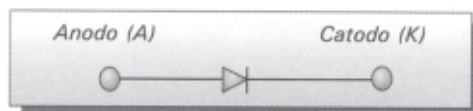
POLARIZAÇÃO	CORRENTE ELÉTRICA
	Conduz
	Não conduz

Os diodos semicondutores podem utilizar cristal de silício de germânio e são classificados quanto às características especiais.

CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS		
Tipo	Simbologia	Aplicação
Retificador		Fontes de Alimentação
Zener		Regulador de Tensão
Led		Sinalização
Varicap		Sistemas de Comunicação
Foto Diodo		Detector de Luminosidade
Túnel		Microondas

DIODO RETIFICADOR

O diodo retificador é o componente eletrônico que conduz corrente elétrica quando polarizado diretamente e não conduz quando polarizado reversamente. É constituído para o aproveitamento da característica de retificação da junção PN.



Um diodo retificado é constituído basicamente de:

- junção PN;
- invólucro de proteção e dissipação de calor;
- dois terminais de ligação (ânodo e cátodo).

Os diodos retificadores podem ser danificados durante a operação pela destruição do material semicondutor.

As principais causas de danos são:

- ultrapassagem da corrente direta máxima;
- ultrapassagem de tensão de pico inversa máxima.

Há dois procedimentos para se verificar o estado de um diodo:

- diodo fora do circuito;
- diodo inserido no circuito.

DIODO FORA DO CIRCUITO

Utilizando-se um multímetro na escala de medição de resistência ($R \times 1$), verificam-se as resistências:

- com polarização direta o valor encontrado deve ser da ordem de alguns ohms;
- com polarização reversa o valor encontrado deve estar acima dos 100kohms.

Utilizando-se simuladores especiais

- levantam-se as principais características do diodo.

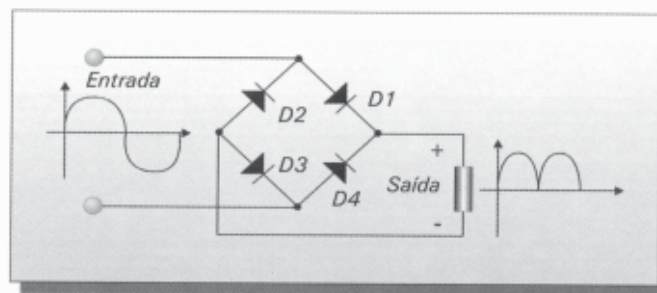
DIODO INSERIDO NO CIRCUITO

Utilizando-se um voltímetro, compara-se a tensão entre ânodo e cátodo com a tensão esperada teoricamente e mede-se a queda de tensão sobre o diodo, verificando-se se a leitura mínima aceitável é:

- para diodos de silício 0,6 volts;
- para diodos de germânio 0,2 volts.

Utilizando-se o osciloscópio, verificam-se as formas de onda no ânodo e cátodo comparando-se com as esperadas teoricamente.

• RETIFICAÇÃO DA ONDA COMPLETA EM PONTE

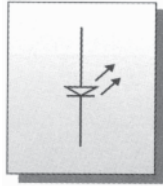


DIODO EMISSOR DE LUZ (LED - LIGHT EMITTING DIODE)

Os diodos emissores de luz, led (*light emitting diode*), têm seu funcionamento baseado na luminescência, ou seja, na irradiação de luz devido à excitação dos átomos por uma fonte externa de energia.

O diodo emissor de luz (led) é uma junção PN, especialmente dopada e alojada em uma lente que, quando submetida a uma ddp na polarização direta, emite luz.

Simbologia



As características de dopagem do material determinam o comprimento da onda de irradiação, podendo aparecer sob a forma de luz ultravioleta, luz infravermelha ou luz visível, que poderá ser vermelha, amarela, verde e bicolor (vermelho e verde).

Seu invólucro pode ser colorido ou cristalino incolor.

EXEMPLO

Led Id30p-2 com as seguintes características técnicas:

Fabricante: Icotron

Cor emitida: vermelho

Tecnologia: Gaasp (Arsíaneto de Galio)

Comprimento da onda: λ (nm) - 665 ± 15

Encapsulamento: vermelho difuso

Intensidade luminosa: iv (mcd) (if 20ma) - 0,63.... 1,25

Tensão direta em volts com if = 20ma : $1,6 \leq 2.0v$

Corrente direta máxima: I00ma

TRANSISTORES

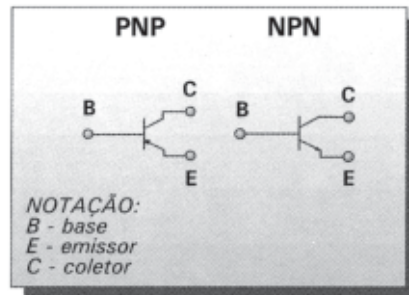
O transistor pode ser definido como um componente semiconductor que promove a amplificação de sinais. Muitas aplicações impossíveis de serem implementadas com válvulas eletrônicas, tornaram-se viáveis técnica e economicamente com a sua utilização.

O nome transistor vem da capacidade que ele tem de transferir corrente de uma região de baixa resistência para uma região de alta resistência.

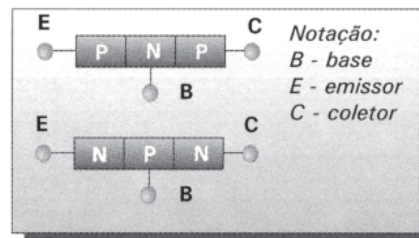
Os transistores bipolares podem ser classificados:

- segundo a estrutura PNP e NPN;
- segundo a técnica de fabricação - crescimento, liga difusão e epitaxial.

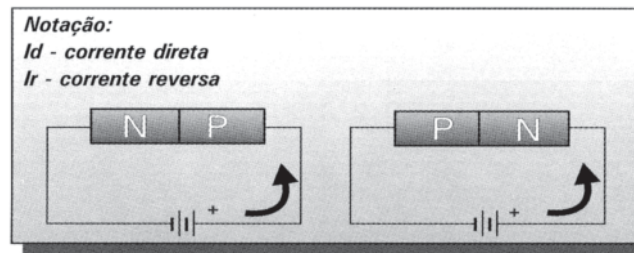
Simbologia



O transistor é constituído de uma pastilha monocristalina de material semiconductor (germânio ou silício), com regiões dopadas com impurezas tipo N e tipo P.



Existem duas junções polarizadas conformes ilustração a seguir:



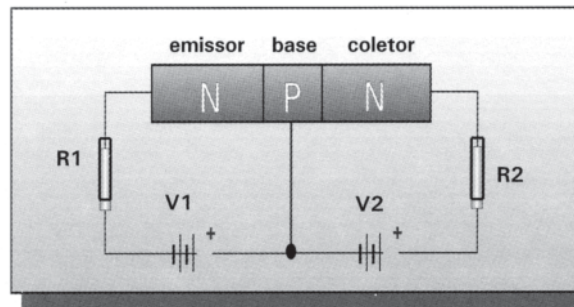
A junção da esquerda está polarizada diretamente e a da direita reversamente, unindo-se as duas junções têm-se:

transistor NPN

transistor PNP

Para que as características próprias do transistor possam ser obtidas, a região intermediária deve ser a mais estreita possível.

Polarizando-se o transistor NPN têm-se:



...SE...	...ENTÃO...
<p>... a junção emissor-base é polarizada diretamente...</p>	<p>... circula uma corrente I_d, limitada pela resistência R_1.</p>
<p>... a junção coletor-base é polarizada reversamente...</p>	<p>... circula uma pequena corrente I_r.</p>
<p>...forem unidos os dois passos anteriores..</p>	<p>... Ocorre o efeito transistor, circulando a corrente I_c (corrente reversa bastante aumentada) a corrente que circula pela junção coletor-base depende da intensidade da corrente I_b.</p>

A análise anterior efetuada para o transistor NPN é análoga para o transistor PNP, com polarização adequadas.

SENSORES

Os sensores são componentes que transformam as variações ou valores das grandezas não elétricas em variações de grandezas elétricas.

EXEMPLOS DE SENSORES

LDR (Light Dependent Resistor) ou resistor dependente da luz.

FOTODIODO

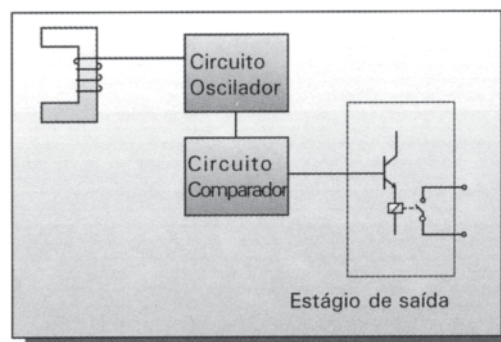
É um diodo utilizado normalmente em polarização inversa.

TERMISTORES

São componentes cuja resistência elétrica varia com a temperatura.

SENSORES INDUTIVOS

Alterando o material do circuito magnético de uma bobina, alteramos sua indutância. Existem circuitos osciladores que alteram a sua frequência de saída em função das variações do circuito magnético. As alterações de frequência podem mudar o estado de um relé.



FUSÍVEIS

É importante observar que os fusíveis são elementos de fusão encapsulados em material isolante, portanto, mais fracos (de seção reduzida), que são propositadamente intercalados no circuito, para interrompê-lo sob condições anormais.

Considerando-se que todo circuito elétrico, com sua fiação, elementos de proteção e de manobras foi dimensionado para uma determinada corrente nominal, dada pela carga que se pretende ligar, é imediata a conclusão de que os fusíveis dimensionados para o circuito não devem ser nunca substituídos por outros de maior corrente nominal.

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DOS FUSÍVEIS

CORRENTE NOMINAL

É a corrente máxima que o fusível suporta continuamente sem provocar a sua destruição.

CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO

É a corrente máxima que pode circular no circuito e que deve ser interrompida instantaneamente.

SUBSTITUIÇÃO

Quando danificados, os fusíveis devem ser substituídos, em virtude de não haver acondicionamento adequado do elo de fusão.

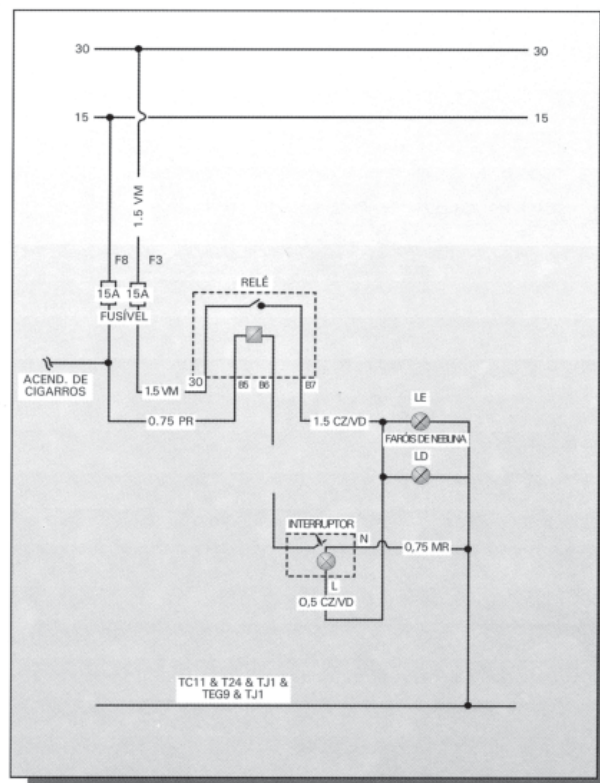
NOÇÕES BÁSICAS DE ESQUEMAS ELÉTRICOS

Os diagramas elétricos têm por finalidade representar claramente os circuitos elétricos sob vários aspectos, de acordo com os objetivos:

1. funcionamento seqüencial dos elementos, suas funções e as interligações conforme as normas estabelecidas;
2. representação dos elementos, suas funções e as interligações conforme as normas estabelecidas;
3. permitir uma visão analítica das partes ou do conjunto;
4. permitir a rápida localização física dos elementos.

Para a interpretação dos circuitos elétricos, três aspectos básicos são importantes:

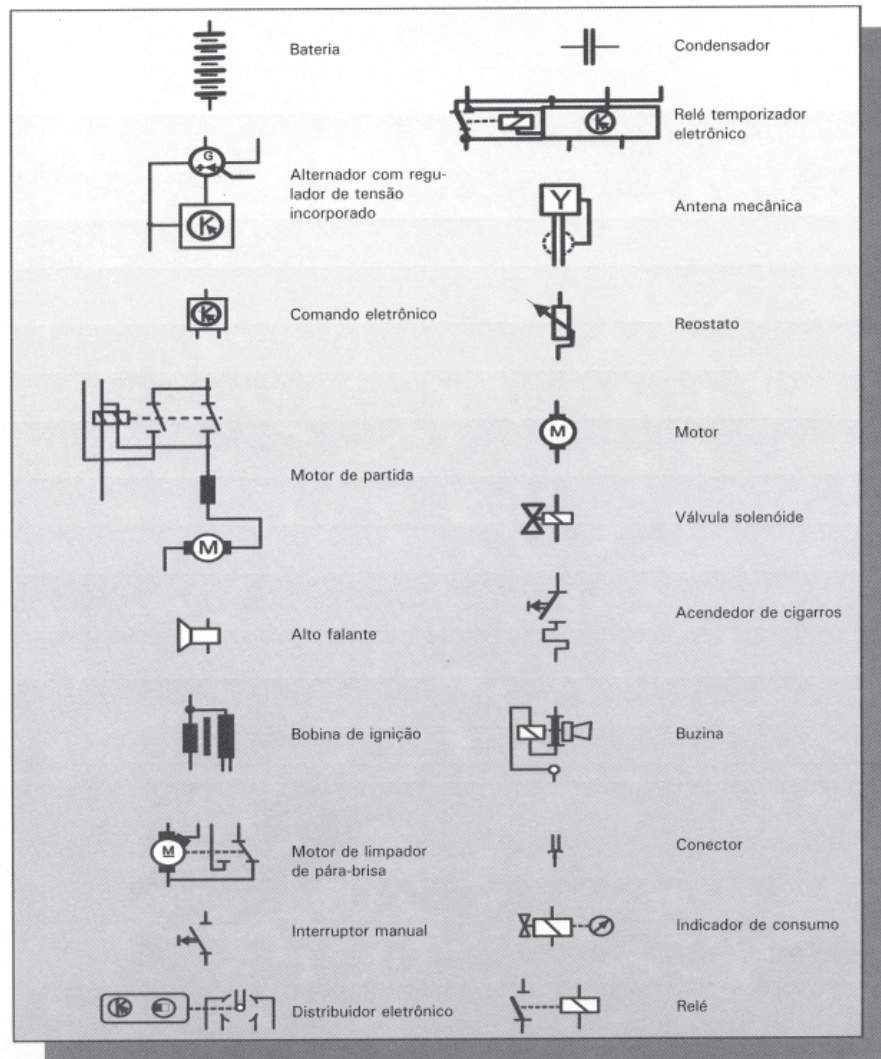
- os caminhos da corrente ou os circuitos que se estabelecem desde o início até o fim do processo de funcionamento;
- a função de cada elemento no conjunto, sua dependência e independência em relação a outro elemento;
- a localização física dos elementos.

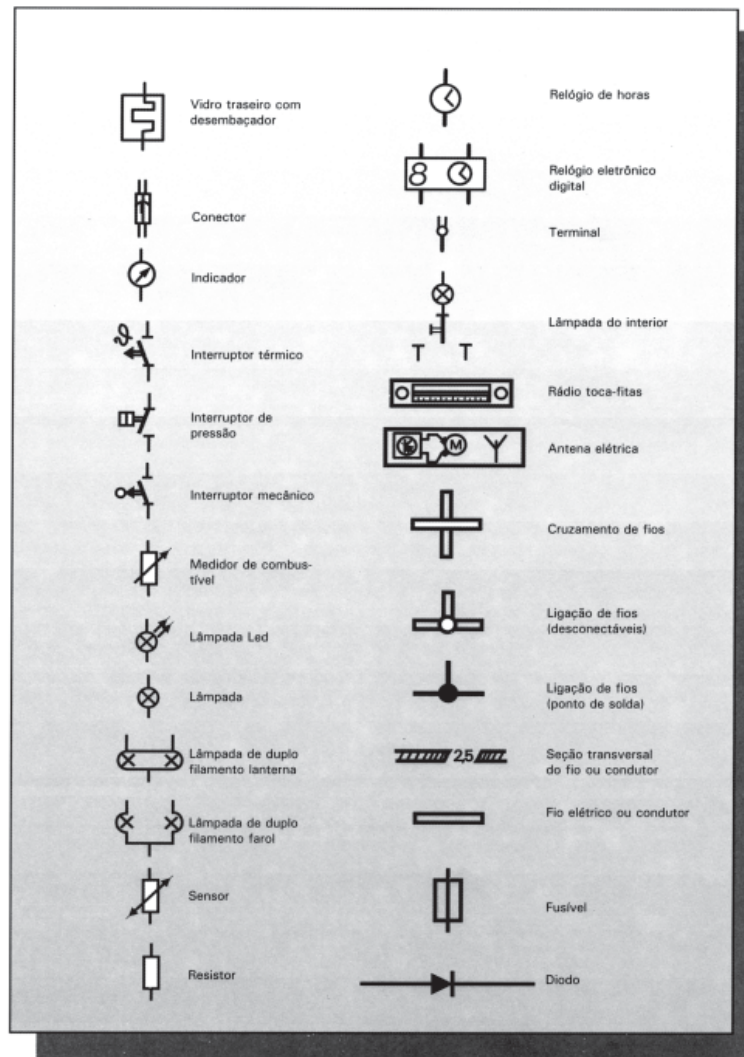


SÍMBOLOS UTILIZADOS NOS ESQUEMAS ELÉTRICOS

Nos esquemas elétricos aparecem vários símbolos que representam componentes que fazem parte dos mesmos.

Apresentamos à seguir a simbologia usada em nossos esquemas, para facilitar seu trabalho, quando da consulta do Manual de Reparações.





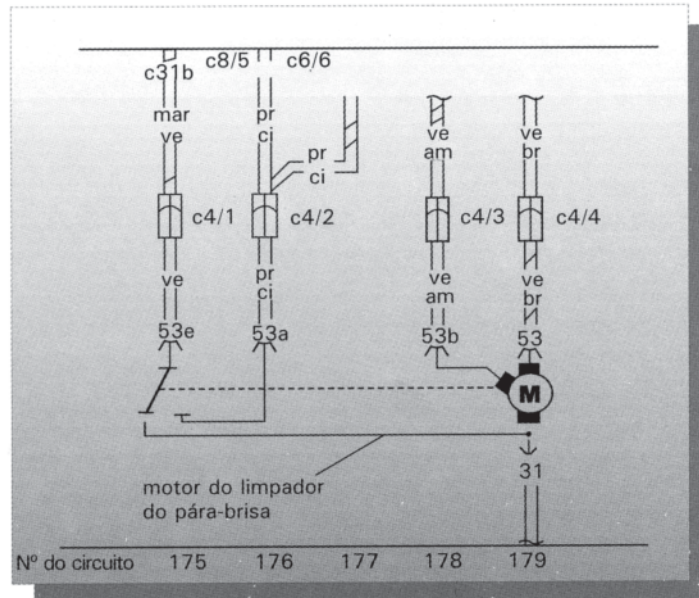
SÍMBOLOS PARA IDENTIFICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS E CONTROLE (PAINEL)

No painel de instrumentos, bem como nas tecias de acionamento, existem símbolos para identificar o componente que está sendo usado ou para ajeitar sobre eventuais problemas.



ESQUEMAS ELÉTRICOS

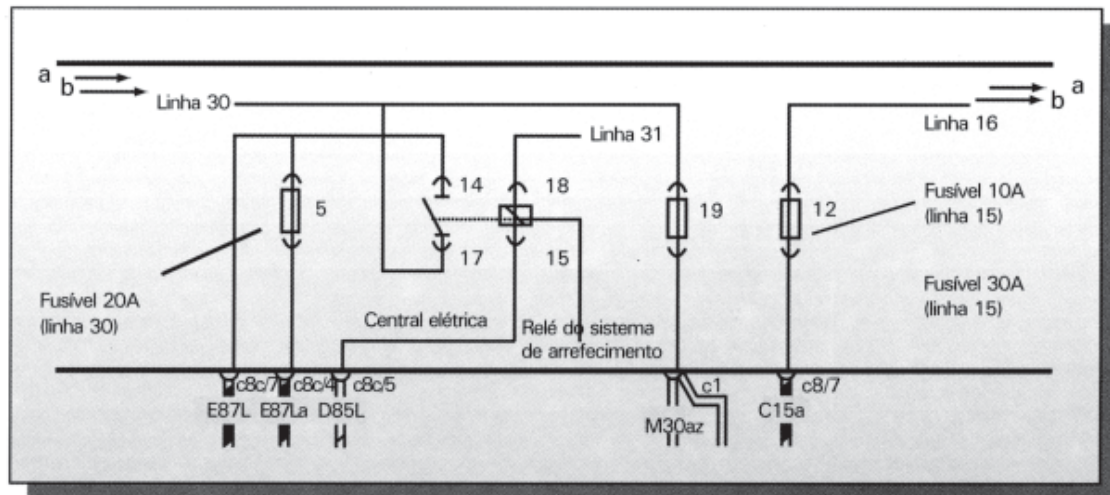
Quase todos os componentes elétricos são identificados ao lado do borne de ligação, com números/letras. Nos esquemas elétricos eles aparecem no meio do cabo elétrico, próximo ao componente.



No quadro os bornes 53, 53a, 53b, 53e e 31 do motor do limpador do pára-brisa servem para identificar o local onde será montado o cabo elétrico, além disso, cada número/ letra tem um significado:

Bornes de ligação	Significado
1	Sinal da bobina de ignição
4	Alta tensão da bobina de ignição
15	Saída positiva do comutador de ignição e partida
15a	Saída positiva do comutador de ignição e partida, protegida por fusível
30	Positivo direto da bateria
30a	Positivo direto da bateria, protegido por fusível
31	Ponto massa negativo da bateria
49	Positivo do relé dos indicadores de direção e luz de advertência (entrada)
49a	Saída do relé dos indicadores de direção e luz de advertência
50	Saída positiva do comutador de ignição e partida para alimentação do motor de partida
53	Positivo do motor do limpador do pára-brisa
53a	Posição automática de retorno do motor do limpador do pára-brisa
53b	Segunda velocidade do motor do limpador do pára-brisa
53c	Positivo da bomba do lavador do pára-brisa
53e	Positivo intermitente do motor do limpador do pára-brisa
54	Luz do freio
56	Saída do interruptor das luzes para alimentação das luzes alta e baixa

LEITURA E INTERPRETAÇÃO DOS ESQUEMAS ELÉTRICOS

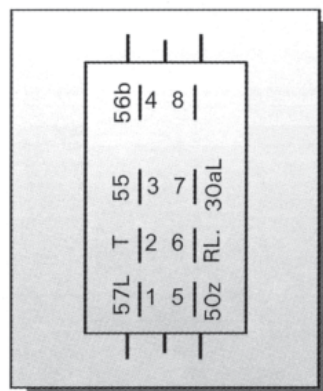


1. Como a central elétrica centraliza e distribui todos os circuitos, você pode começar através dela para efeito de diagnóstico, desde que a mesma esteja devidamente alimentada.

A central está representada no esquema por dois traços fortes e tudo que está ilustrado dentro desses dois traços está fixado na central.

Os fusíveis são identificados pelo seu número, capacidade e a linha a qual ele pertence.

As ligações dos pinos dos relés são identificadas na central.

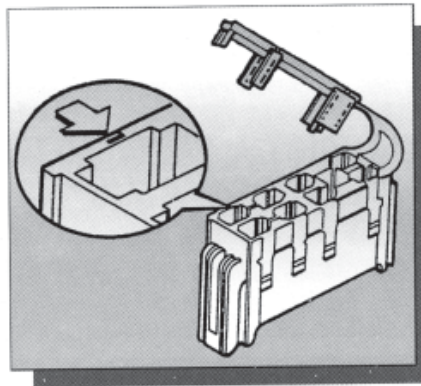


As placas metálicas internas são identificadas por traços finos e as letras existentes na sua continuação (a, b, c ...), podendo aparecer interceptadas (b ⇒ ⇒ b) indicando que naquela página não alimenta nenhum componente.

IDENTIFICAÇÃO DOS CONECTORES EM UMA CENTRAL ELÉTRICA

Posição	Cor	Finalidade
A	cinza	Chicote do painel
B	preto	Chicote dianteiro direito
C	azul	Chicote do painel
D	verde	Chicote dianteiro esquerdo
E	amarelo	Chicote dianteiro esquerdo
F	marrom	Chicote do painel
G	vermelho	Chicote do painel
H	preto	Chicote traseiro
I	vermelho	Chicote do painel
J	amarelo	Chicote do painel
L	-	Conector simples
M	-	Conector simples
N	-	Conector simples
O	-	Conector simples
P	-	Conector simples
87a	-	Conector simples
75N	-	Conector simples

3. Alguns conectores possuem gravados ao lado dos bornes (pólos), números/letras que indicam as posições de montagem dos cabos elétricos.



4. Código das cores. O código das cores está normalizado para os esquemas elétricos.

br	-	branco
am	-	amarelo
ver	-	vermelho
li	-	lilás
az	-	azul
ve	-	verde
ci	-	cinza
mar	-	marrom
pr	-	preto

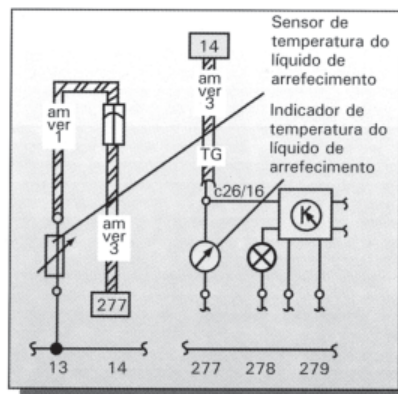
Quando os cabos elétricos possuem mais de uma cor, a cor predominante aparecerá em primeiro lugar, seguida das cores secundárias.

EXEMPLO

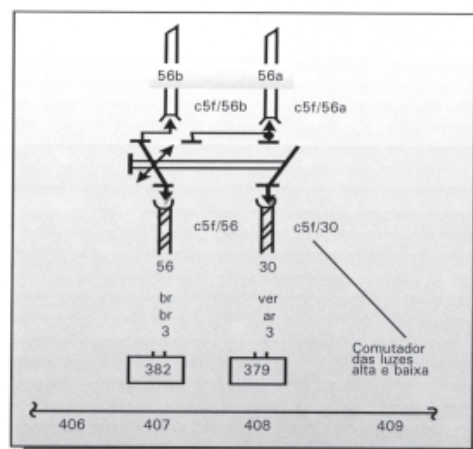
ver - az cor predominante: vermelho;
 cor secundária - (listra) - azul

pre - br - ve cor predominante: preto;
 cores secundárias (listras) branca e verde

5. Neste caso apresentado, os números inscritos em quadradinhos identificam as interrupções efetuadas para evitar cruzamento dos cabos elétricos e indicam o número do circuito em que o cabo continua.



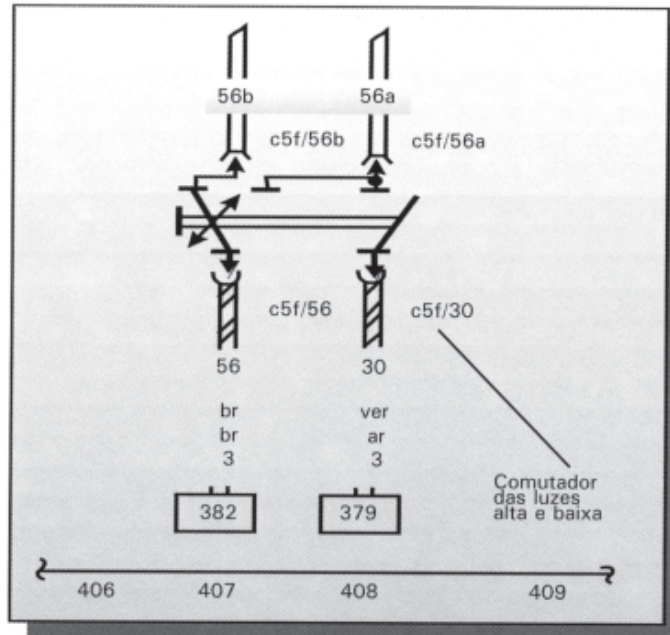
6. Os esquemas elétricos possuem todos os acabamentos de um modelo; portanto, o veículo terá um ou outro acabamento. Nesses casos, são identificados pelos Códigos Utilizados pelas Empresas posicionados em seqüência, cujos números indicam quais os circuitos em que o componente poderá estar ligado.



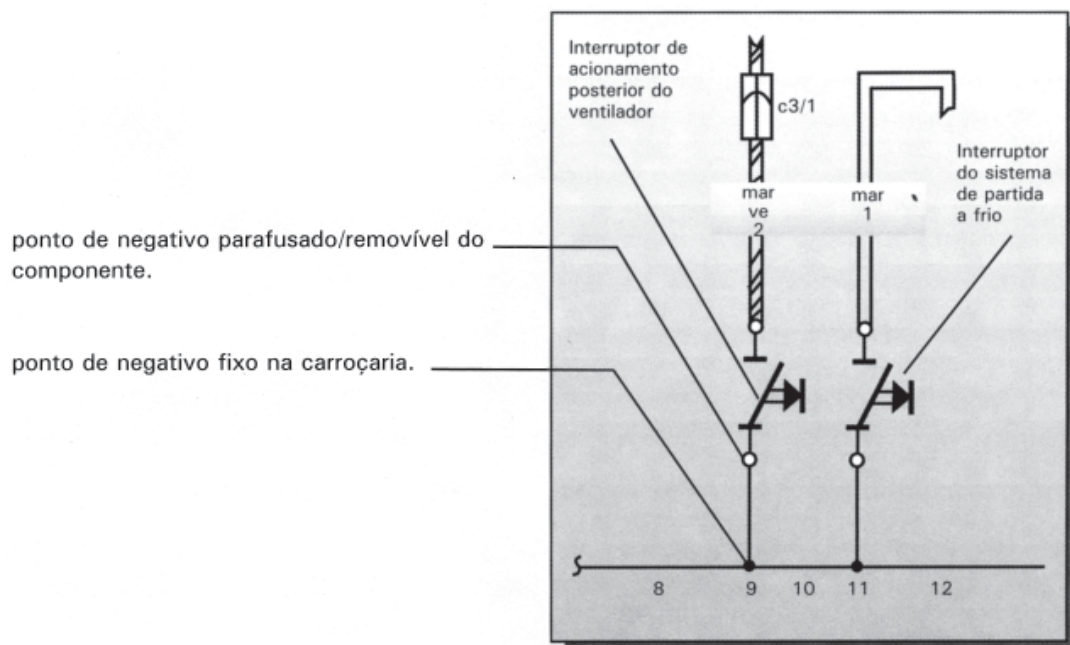
7. Há componentes como o comutador das luzes alta/baixa, por exemplo, que tem gravado na própria peça os números/letras (30-56-56a-56b). Tais indicações estão no esquema elétrico, para orientar a ligação correta dos cabos.

EXEMPLO

Cabo br/pr ligado ao borne 56 e cabo ver/am ligado ao borne 30



8. Em alguns casos, quando um componente estiver ligado à massa por uma única linha, significa que a massa do computador é feita em sua própria carcaça.



COMUTADORES DE IGNIÇÃO E PARTIDA

IDENTIFICAÇÃO DAS LIGAÇÕES

- 30 - Positivo permanente (direto da bateria)
 - 15 - Positivo de ignição, lâmpadas de controle, etc.
 - 50 - Alimentação do automático do motor de partida
- Comutador de acessórios também chamado de Linha X - Alimentação dos “acessórios”, ventilação forçada, limpador do pára-brisa, climatizador, etc.

• SEM O COMUTADOR DE ACESSÓRIOS (LINHA X)

Posição da chave	Direção (volante)	Linhas alimentadas	Circuitos alimentados
	Travada	-	-
	Destravada	15	Ignição
	Destravada	15 e 50	Ignição e partida

• COM O COMUTADOR DE ACESSÓRIOS (LINHA X)

Posição da chave	Direção (volante)	Linhas alimentadas	Circuitos alimentados
	Travada	-	-
	Destravada	15 e X	Ignição e acessórios
	Destravada	15 e 50	Ignição e partida

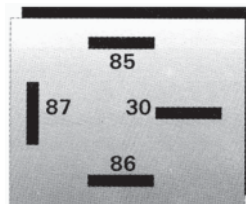
Posição da chave	Direção (volante)	Linhas alimentadas	Circuitos alimentados
	Travada	-	-
	Destravada	R	Rádio
	Destravada	R e 15	Rádio e ignição
	Destravada	15 e 50	Ignição e partida

RELÉ UNIVERSAL (AUXILIAR)

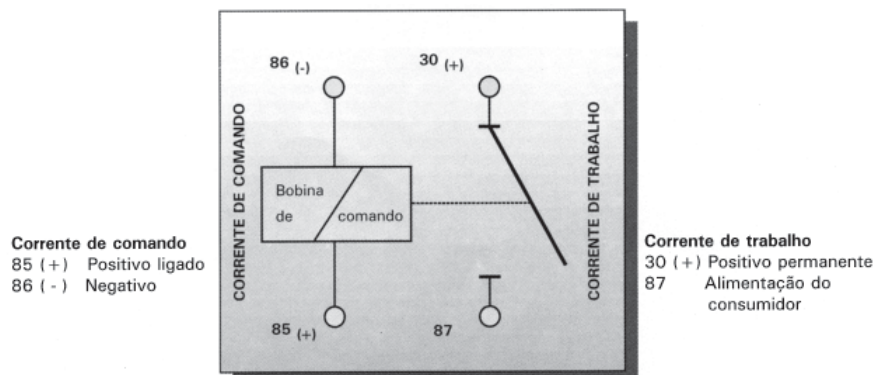
É um eletroímã que é usado como dispositivo de ligação em circuito elétrico.

• APLICAÇÃO

Relés em circuitos elétricos agem como fator de economia, funcionalidade e segurança, evitando queda de tensão, o que garante um bom funcionamento dos componentes elétricos. Um relé simples possui normalmente quatro pontos de ligação, sendo dois para a corrente de comando (linhas 85 e 86) e dois para a corrente de trabalho (linhas 30 e 87).



• RELÉ – ESQUEMA ELÉTRICO



Num relé de comando eletrônico, a alimentação (corrente) é feita pela linha 15 (via chave de contato) e a massa é direta através da linha 31.

O impulso ou sinal para que o relé seja ativado vem do interruptor para o comando eletrônico temporizado que determina o período em que o mesmo deve permanecer ligado, alimentando o consumidor.

Relés de comando eletrônico são usados no circuito dos indicadores de direção e advertência, temporizador do limpador de pára-brisa, plena potência para veículos com climatizador e transmissão automática, etc.

• MEDIDA DOS FIOS

As medidas específicas nos fios referem-se à sua área de condutibilidade. Por isso, ela é fornecida em mm^2 .

Por medida de segurança, quando se instala algum acessório, é importante que a escolha do condutor (fio) seja feita com critério, de acordo com a potência do consumidor, corrente, tensão, etc.

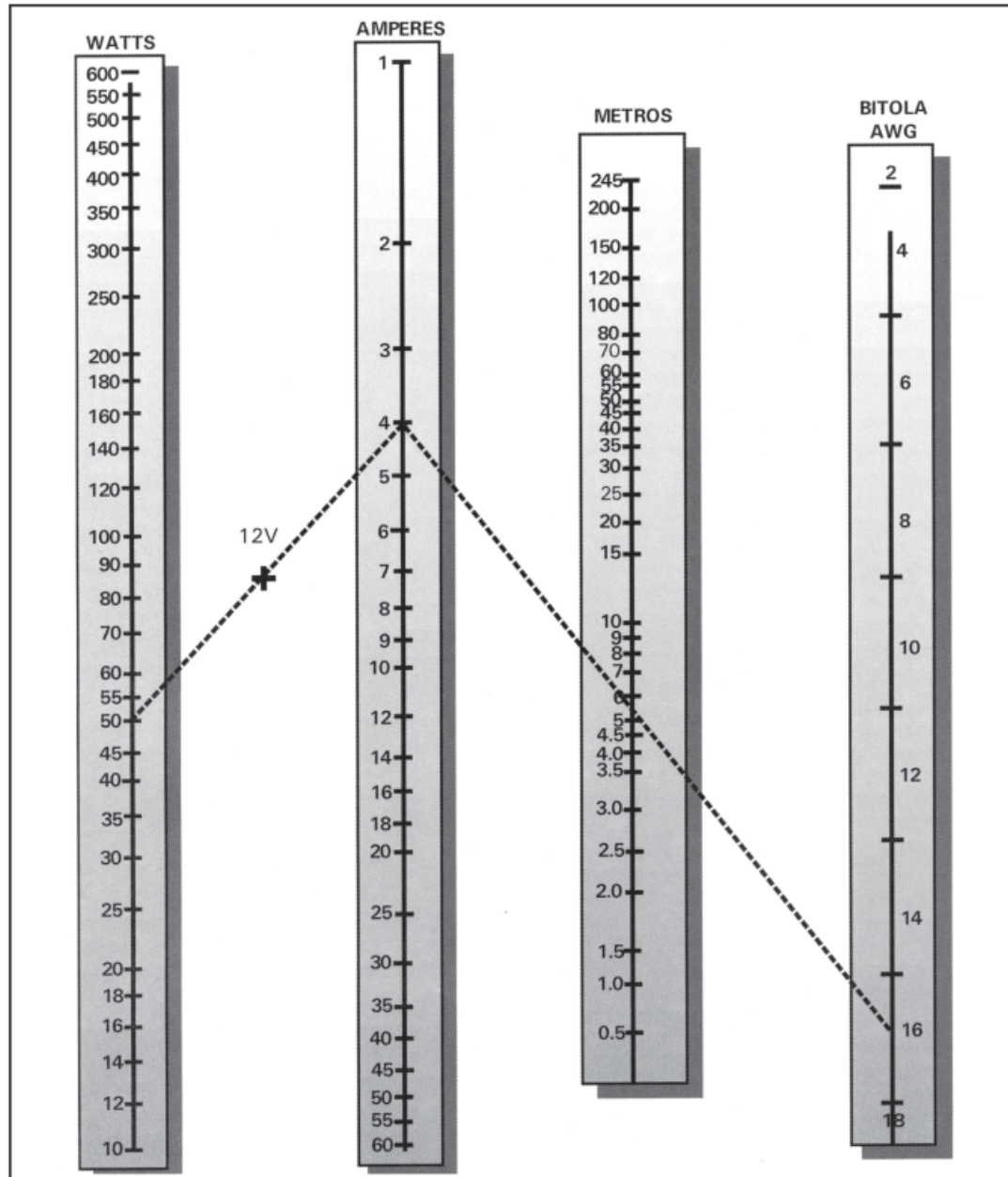
Para que isso possa ser feito, fornecemos, a seguir, as tabelas de equivalência de condutores e do cálculo para a determinação dos mesmos.



• TABELA DE EQUIVALÊNCIA

Escala AWG	Secção Transversal (mm^2)	Diâmetro Aproximado (mm)
20	0,5	0,81
18	0,82	1,63
17	1,04	1,15
16	1,31	1,29
15	1,65	1,45
14	2,08	1,63
13	2,62	1,83
11	4,17	2,30
9	6,63	2,91

CÁLCULO DE CONDUTORES SOB TENSÃO DE 12 VOLTS

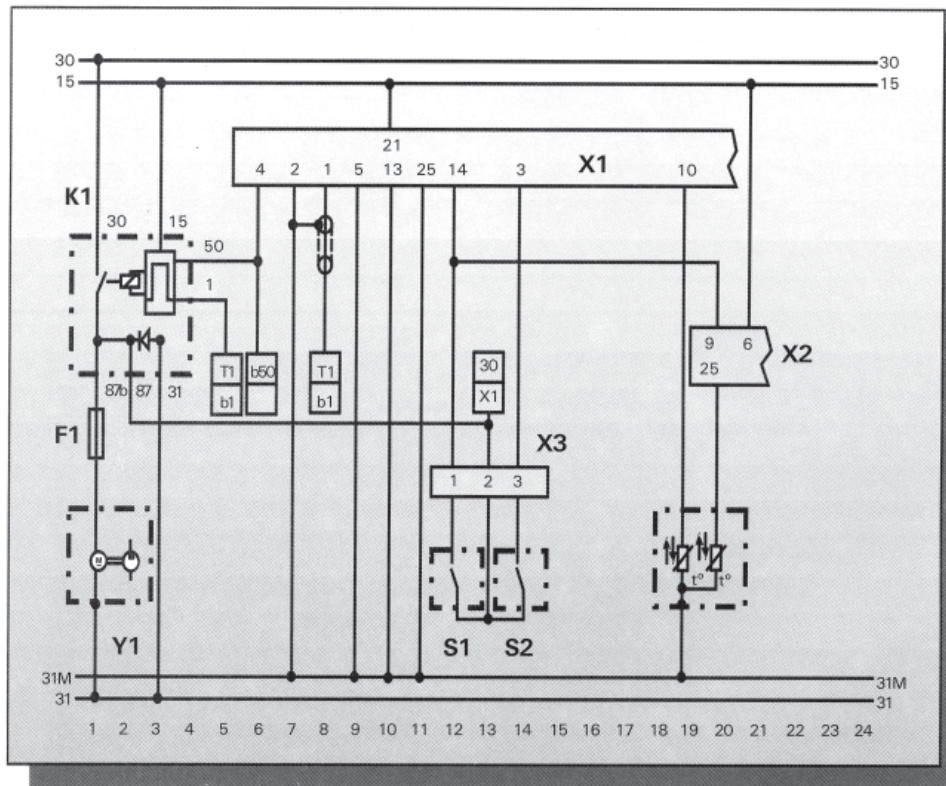


EXEMPLO

Encontrar a bitola do condutor que deve ser utilizado para alimentar um consumo de 50 watts em 12 volts e que possua um comprimento de fiação de cinco metros.

Resposta: linha pontilhada; condutor nº 16.

SEM PARTIDA À QUENTE

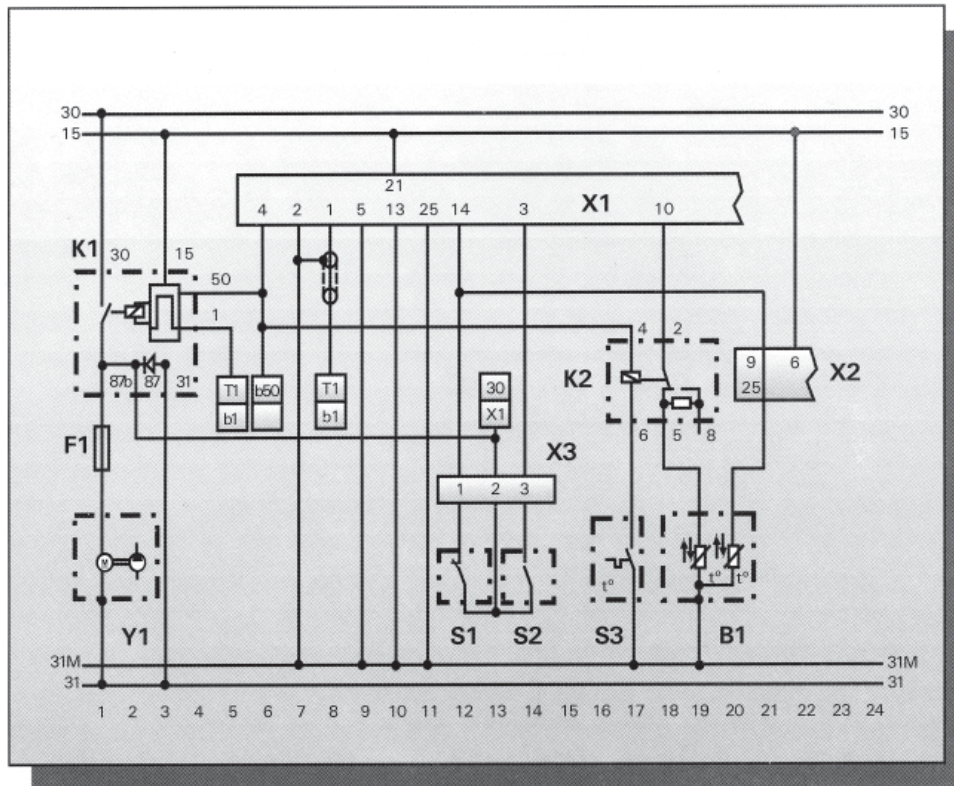


- B1 = SENSOR DA TEMPERATURA DO MOTOR
- F1 = FUSÍVEL DAS BOMBAS DE COMBUSTÍVEL
- K1 = RELÉ DE COMANDO
- S1 = INTERRUPTOR DA BORBOLETA - MARCHA LENTA
- S2 = INTERRUPTOR DA BORBOLETA - PLENA CARGA
- T1 = BOBINA DE IGNIÇÃO
- X1 = CONECTOR DA UNIDADE DE COMANDO - LE2 JETRONIC
- X2 = CONECTOR DA UNIDADE DE COMANDO - EZK
- X3 = CONECTOR DOS INTERRUPTORES DA BORBOLETA
- Y1 = BOMBA ELÉTRICA DE COMBUSTÍVEL

OBSERVAÇÃO

Condição original de fornecimento do veículo. Para inclusão do circuito de partida a quente vide esquema a seguir.

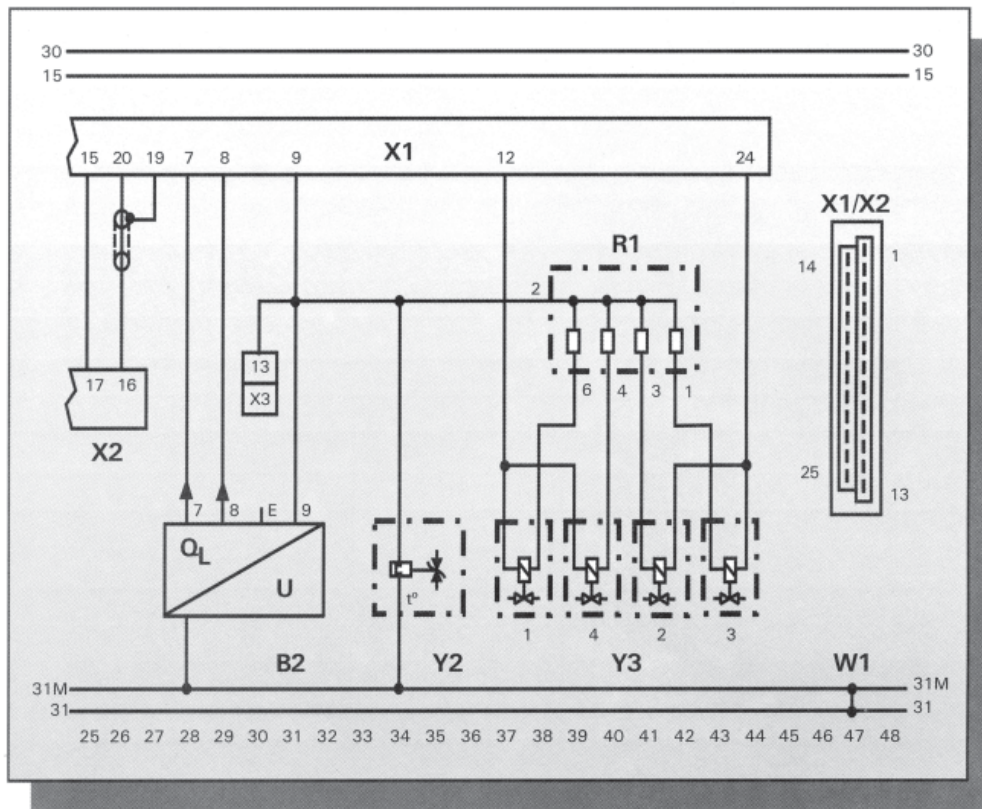
COM PARTIDA À QUENTE



- B1 = SENSOR DA TEMPERATURA DO MOTOR
- F1 = FUSÍVEL DAS BOMBAS DE COMBUSTÍVEL
- K1 = RELÉ DE COMANDO
- K2 = RELÉ DE PARTIDA A QUENTE
- S1 = INTERRUPTOR DA BORBOLETA - MARCHA LENTA
- S2 = INTERRUPTOR DA BORBOLETA - PLENA CARGA
- S3 = INTERRUPTOR TÉRMICO
- T1 = BOBINA DE IGNIÇÃO
- X1 = CONECTOR DA UNIDADE DE COMANDO - LE2 JETRONIC
- X2 = CONECTOR DA UNIDADE DE COMANDO - EZK
- X3 = CONECTOR DOS INTERRUPTORES DA BORBOLETA
- Y1 = BOMBA ELÉTRICA DE COMBUSTÍVEL

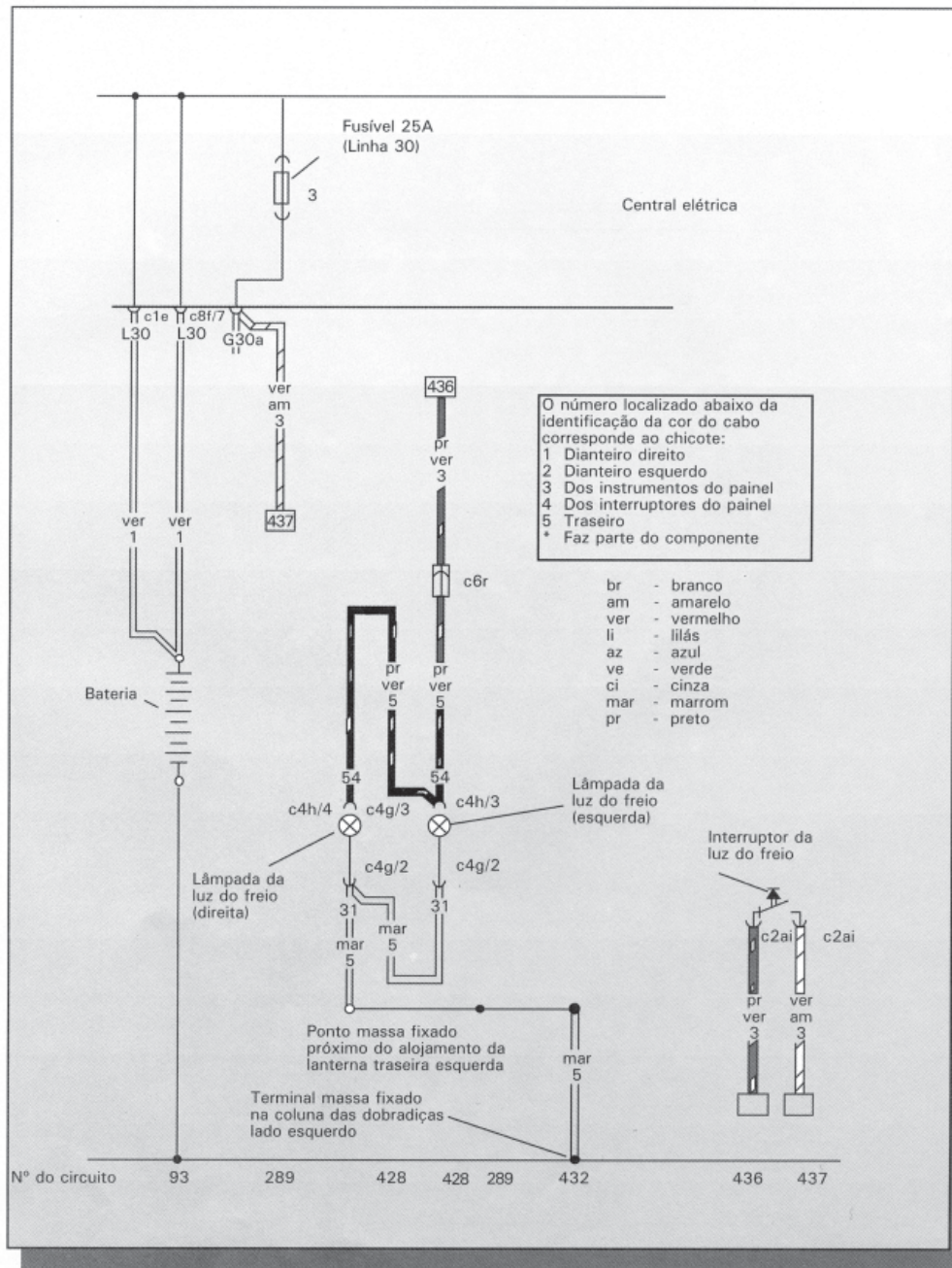
OBSERVAÇÃO

No esquema acima já está incluído o circuito de partida a quente.

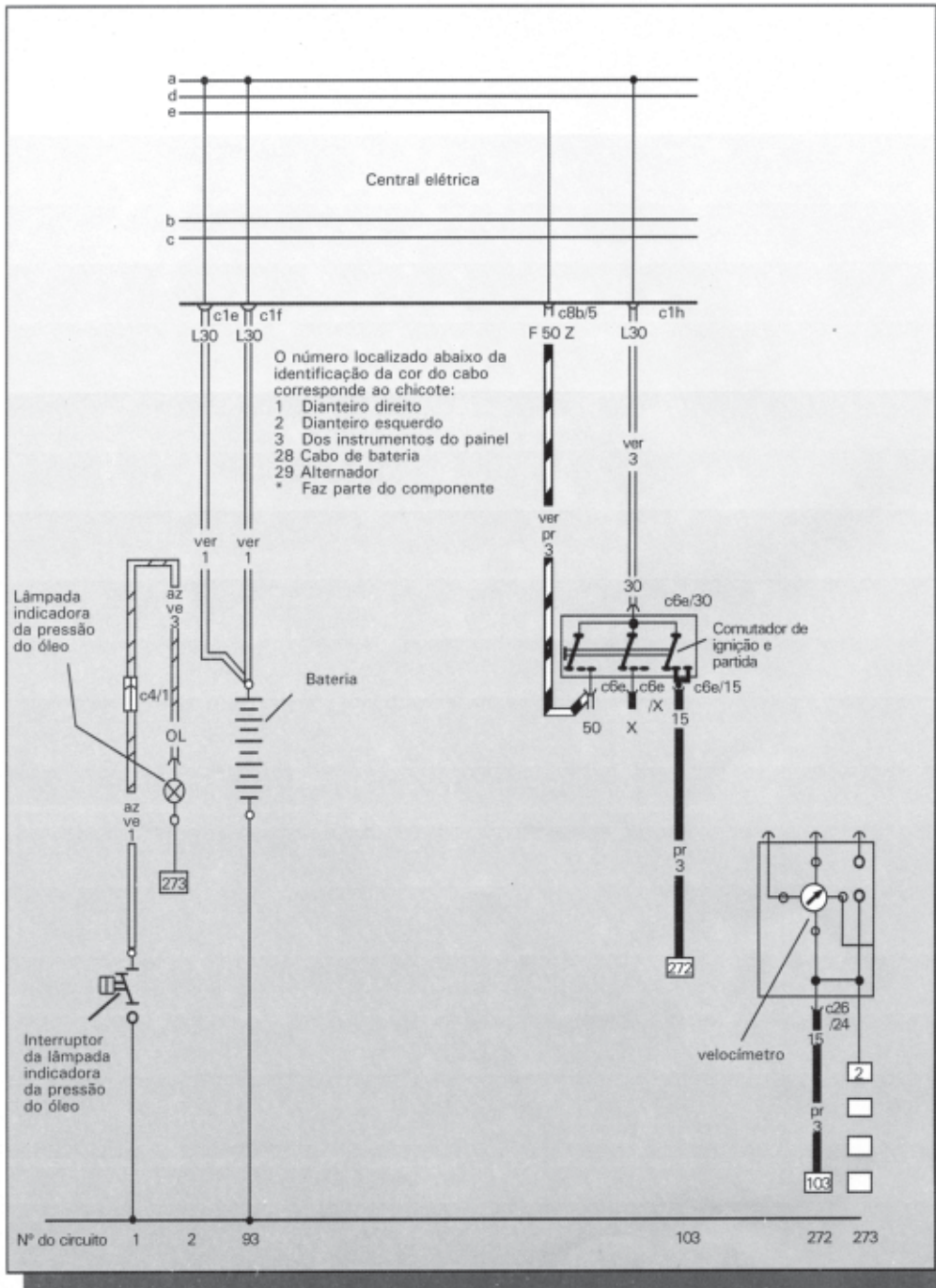


- B2 = MEDIDOR DE FLUXO DE AR
 R1 = PRÉ RESISTORES
 W1 = CONEXÃO À MASSA
 X1 = CONECTOR DA UNIDADE DE COMANDO - LE2 JETRONIC
 X2 = CONECTOR DA UNIDADE DE COMANDO - EZK
 X3 = CONECTOR DOS INTERRUPTORES DA BORBOLETA
 Y2 = ADICIONADOR DE AR
 Y3 = VÁLVULAS DE INJEÇÃO

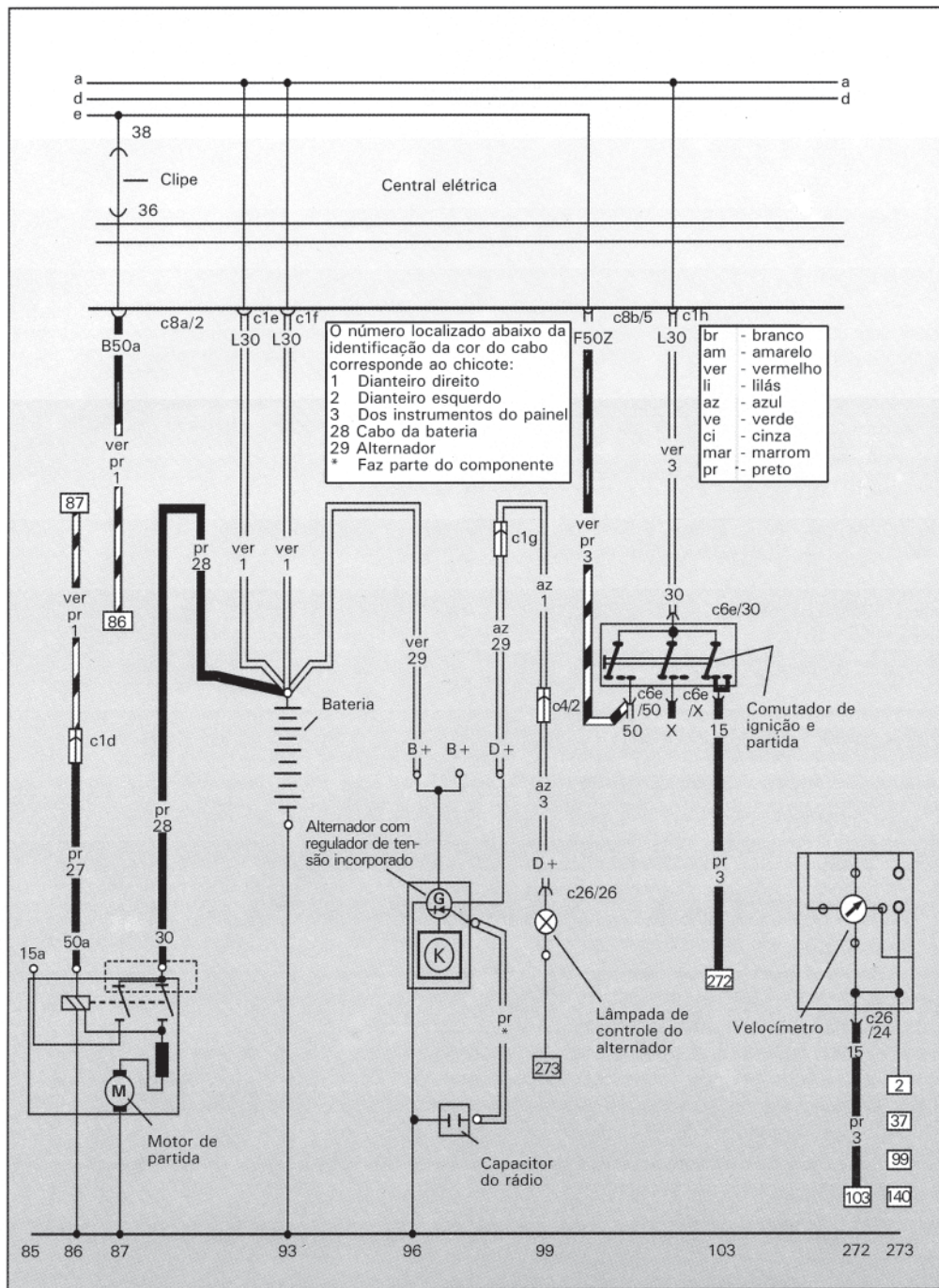
SISTEMA DA LUZ DE FREIO



SISTEMA INDICADOR DE PRESSÃO DE ÓLEO



SISTEMA DE CARGA E PARTIDA



BIBLIOGRAFIA

GUSSOW, Milton. *Eletricidade básica*. São Paulo, 1985.

NISKIER, Júlio e MACINTYRE, Joseph. *Instalações elétricas*. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara
Koogan S.A., 1992.

SENAI-SP. *Eletricista de manutenção I - Eletricidade básica*. São Paulo, 1993.

FIESP
SESI
SENAI
IRS

Sistema
FIESP