

# ***Eletricista de Automóveis I***

**Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco**

**Presidente**

Jorge Wicks Côrte Real

**Departamento Regional do SENAI de Pernambuco**

**Diretor Regional**

Antônio Carlos Maranhão de Aguiar

**Diretor Técnico**

Uaci Edvaldo Matias

**Diretor Administrativo e Financeiro**

Heinz Dieter Loges

**Ficha Catalográfica**

656.13            SENAI – DR/PE. **Eletricista de automóveis I**  
S474e            Recife, SENAI/DITEC/DET, 2001 72p.il.

1.    ELETRICIDADE
2.    ELETRICISTA
3.    AUTOMÓVEIS
4.    ELETRICISTA DE AUTOMÓVEIS
5.    CORRENTE ELÉTRICA
6.    RESISTORES
- I.    Título

Direitos autorais exclusivos do SENAI. Proibida a reprodução parcial ou total, fora do Sistema, sem a expressa autorização do seu Departamento Regional.

Reformulado em abril/2001.

SENAI – Departamento Regional de Pernambuco

Rua Frei Cassimiro, 88 – Santo Amaro

50100-260 – Recife – PE

Tel.: (81) 3416-9300

Fax: (81)222-3837

## SUMÁRIO

A Eletricidade	5
Grandezas Elétricas	9
Instrumentos de Medidas Elétricas	14
O Multímetro	16
Lei de Ohm	24
Circuito Elétrico	26
Tipos de Circuito	28
Símbolos	31
Principais Números de Ligações do Sistema Elétrico	39
Identificação dos Fusíveis	43
Eletricidade Veicular	44
Resistores	49
Tipos de Resistores	52
Anexos - Circuitos	55
Folhas para Anotações	70
Bibliografia	71

## A ELETRICIDADE

Por se tratar de uma força invisível, o princípio básico de eletricidade é explicado na Teoria Atômica. Torna-se difícil então visualizar a natureza da força elétrica, mas é facilmente notável os seus efeitos. A eletricidade produz resultados e efeitos perfeitamente previsíveis.

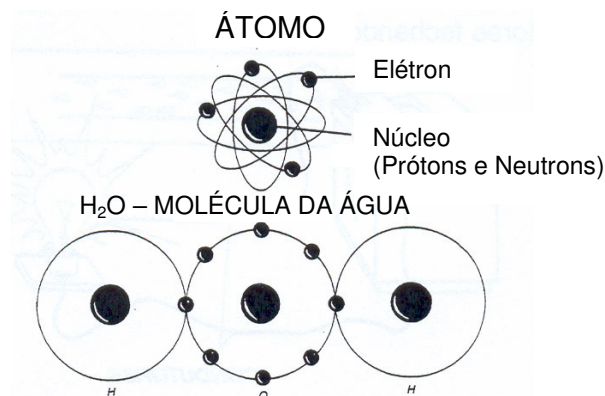
Para que possamos compreender a eletricidade, observemos as seguintes definições:

**Matéria** ⇒ É toda a substância, sólida, líquida ou gasosa que ocupa lugar no espaço.

**Molécula** ⇒ É a menor partícula, a qual podemos dividir uma matéria, sem que esta perca suas propriedades básicas.

Ex.: Quando dividimos um pó de giz até o momento em que ele ainda conserve suas propriedades de pó de giz, tornando-se invisível a olho nu, mas visível com microscópios, temos então uma molécula.

**Átomo** ⇒ São as partículas que constituem a molécula. Podemos assim afirmar que um conjunto de átomos constitui uma molécula, que determina uma parte da matéria. É no átomo que se dá o movimento eletrônico (corrente elétrica). O átomo é composto por um núcleo e partículas que giram a seu redor, em órbitas concêntricas, muito parecido com a configuração dos planetas em torno do sol.





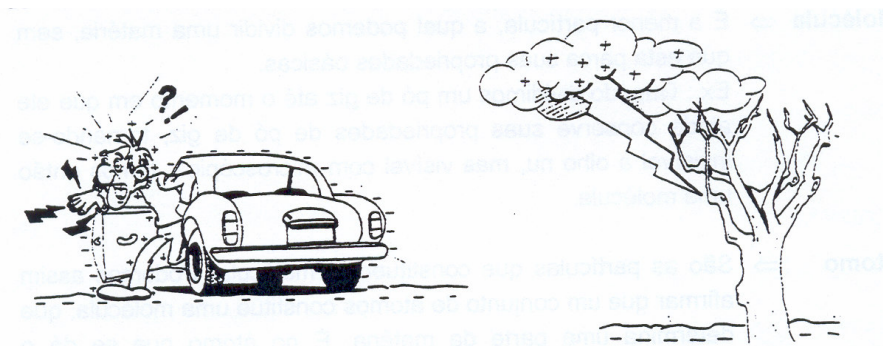
O núcleo é constituído de Prótons e Nêutrons, convencionando-se a Prótons com carga elétrica positiva (+) e os Nêutrons com carga elétrica nula (0).

As partículas que giram ao redor do núcleo são denominadas Elétrons, com carga elétrica negativa (-).

Podemos admitir que num átomo, na condição de equilíbrio, o número de prótons é igual ao número de elétrons. Se ele perde um elétron torna-se eletricamente positivo (íon positivo), se ele ganha um elétron torna-se negativo (íon negativo). A este desequilíbrio é que chamamos "carga elétrica". O conjunto dos fenômenos que envolvem estas "cargas elétricas" é que foi definido como eletricidade. A eletricidade se apresenta de duas maneiras.

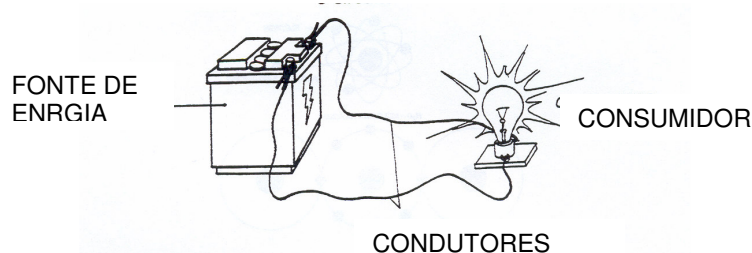
### Eletricidade Estática

É o tipo de eletricidade que envolve cargas elétricas paradas. É gerada por atrito, pela perda de elétrons durante o friccionamento. Por exemplo um bastão de vidro e lã de carneiro, choque ao descer de um veículo, etc.



### Eletricidade Dinâmica ou Corrente Elétrica

É o fluxo de cargas elétricas que se desloca através de um condutor. Desta forma como a eletricidade se apresenta é que nos interessa estudar. E para que este fenômeno ocorra é necessário, no mínimo, uma fonte de energia, um consumidor e condutores fechando o circuito.

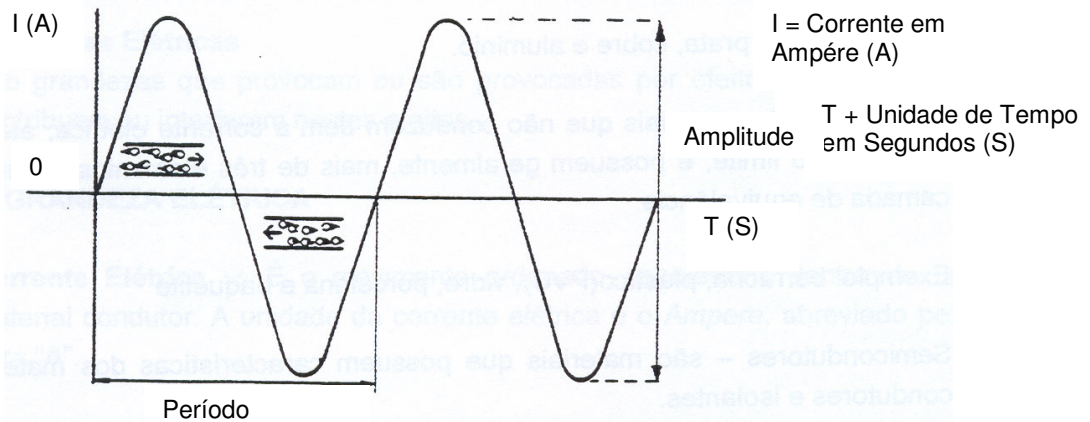


## Corrente Elétrica

Obs.: A corrente elétrica pode se apresentar de duas maneiras:

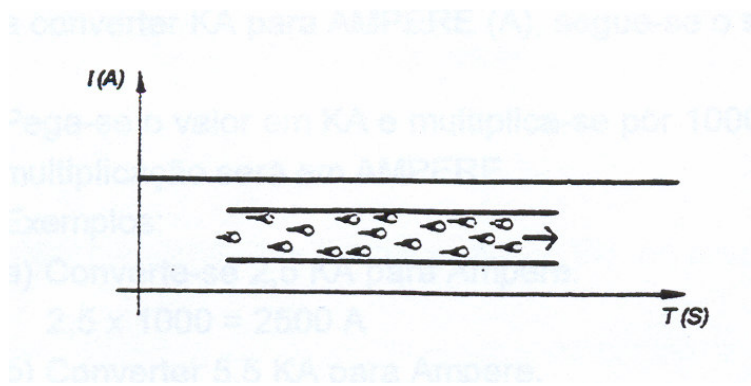
### Alternada

Quando o fluxo de elétrons alterna de tempo em tempo (período) o seu sentido. Em termos práticos é o tipo de corrente utilizada pelos sistemas elétricos de residências, indústrias, etc. Limitaremos, no nosso caso, aprofundarmos somente em corrente contínua.



### Contínua

Quando o fluxo de elétrons mantém constante o seu sentido ao longo do tempo. Os sistemas elétricos dos automóveis utilizam corrente contínua para luzes, acessórios, etc., por este motivo voltaremos nossa atenção para corrente contínua.



## **CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS**

Os materiais são classificados em três classes: condutores, isolantes e semicondutores.

Condutores são materiais que conduzem bem a corrente elétrica, possuindo geralmente de um a dois elementos na última camada de equivalência.

Exemplo: ouro, prata, cobre e alumínio.

Isolantes – são materiais que não conduzem bem a corrente elétrica, até um determinado limite, e possuem geralmente, mais de três elementos na última camada de equivalência.

Exemplo: borracha, plástico(PVC), vidro, porcelana e baquelite

Semicondutores – são materiais que possuem características dos materiais condutores e isolantes.

Exemplo: silício, magnésio e selênio.

NTC – Coeficiente de Temperatura Negativa

PTC – Coeficiente de Temperatura Positivo.

## GRANDEZAS ELÉTRICAS

Grandezas  $\Rightarrow$  É tudo aquilo que pode ser medido.

Ex.: Comprimento (metro, quilômetro)  
 Área (metro quadrado, quilômetro quadrado)

### Grandezas Elétricas

São grandezas que provocam ou são provocadas por efeitos, ou ainda que contribuem ou interferem nestes efeitos.

### 1ª GRANDEZA ELÉTRICA

**Corrente Elétrica**  $\Rightarrow$  É o movimento ordenado de elétrons dentro de um material condutor. A unidade da corrente elétrica é o ampère, abreviado pela letra "A".

### Múltiplos do AMPÈRE:

➤ QUILOAMPÈRE, abreviado pela letra KA  $\Rightarrow$  Um quiloampère é igual a 1000A

$1KA = 1000A$
---------------

Para converter KA para AMPÈRE (A), segue-se o seguinte processo:

- Pega-se o valor em KA e multiplica-se por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será em AMPÈRE.

Exemplos:

a) Converte-se 2,5 KA para ampère.

$$2,5 \times 1000 = 2500A$$

b) Converter 5,5 KA para ampère.

$$5,5 \times 1000 = 5500A$$

- Para converter AMPÈRE para KA. Divide o valor em AMPÈRE por 1000 (mil).

Exemplo: Converter 2000 ampère em KA

$$2000 / 1000 = 2 \text{ KA}$$

### Submúltiplos do AMPÈRE

- MILIAMPÈRE, abreviado pelas letras mA  $\Rightarrow$  Um miliampère equivale a 0,001A

$1\text{mA} = 0.001\text{A}$
------------------------------

- Para converter miliampères (mA) em ampères deve-se dividir o valor dado em miliampères por 1000 (mil), o resultado desta divisão será em ampères.

Exemplo: Converter 2000 mA em ampères

$$2000 / 1000 = 2\text{A}$$

O instrumento que se utiliza para medir a Corrente Elétrica é o AMPERÍMETRO.

A
---

## 2ª GRANDEZA ELÉTRICA

**Tensão Elétrica**  $\Rightarrow$  É a força que movimenta os elétrons. Também é chamada de diferença de potencial (d.d.p), força eletromotriz (F.E.M.), voltagem.

A unidade de medida da d.d.p é Volt, abreviado pela letra "V".

### Múltiplos dos VOLT:

- QUILOVOLT, abreviada por KV  $\Rightarrow$  Um quilovolt equivale a 1000V.

$1 \text{ KV} = 1000 \text{ V}$
---------------------------------

- Para converter quilovolt em volt, deve-se multiplicar o valor em quilovolt por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será dado em volts.  
Exemplo: Converter 13,8 KV em volts (V)  
 $13.8 \times 1000 = 13800V$
- Para converter volts (V) em quilovolts (KV), deve-se dividir o valor dado em volts por mil.

### Submúltiplos do VOLT:

➤ MILIVOLT, abreviada por mV  $\Rightarrow$  Um milivolt equivale a 0,001V.

$1mV = 0,001V$
----------------

- Para converter milivolts em volts deve-se dividir o valor dado em milivolts (mV) por 1000 (mil), o resultado desta divisão será dado em volts.  
Exemplo: Converter 400mV em V  
 $400 / 1000 = 0,4V$
- Para converter volts em milivolts deve-se multiplicar o valor dado em volts (V) por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será dado em milivolts.  
Exemplo: Converter 2V em mV  
 $2 \times 1000V = 2000V$

O instrumento utilizado para medir a diferença de Potencial (DDP) é o VOLTÍMETRO.

V
---

### 3ª GRANDEZA ELÉTRICA

**Resistência Elétrica**  $\Rightarrow$  É a dificuldade oferecida a passagem da corrente elétrica por um material condutor de eletricidade. Sua unidade é o Ohm, simbolizado pela letra grega “ômega”  $\Omega$ .

### Múltiplos do OHM:

- QUILOHM, abreviada por  $K\Omega$   $\Rightarrow$  onde um quilohm equivale a 1000 ohms.

$$1K\Omega = 1000\Omega$$

- Para transformar quilohm em ohms, deve-se multiplicar o valor em quilohms por mil, o resultado será em ohms.

Exemplo: Transformar  $2K\Omega$  em ohms.

$$2 \times 1000 = 2000 \text{ ohms}$$

O instrumento utilizado para medir a resistência elétrica é o OHMÍMETRO.

$$\Omega$$

### 4ª GRANDEZA ELÉTRICA

**Potência Elétrica**  $\Rightarrow$  É a capacidade dos elétrons de realizar trabalho. Sua unidade de medida é o Watt.

### Múltiplos do WATT:

- QUILOWATT, abreviado por KW  $\Rightarrow$  onde um quilowatt equivale a 1000W.

$$1KW = 1000W$$

- MEGAWATT, abreviado por MW  $\Rightarrow$  onde 1 megawatt equivale a 1000.000W.

$$1MW = 1000 \text{ 000W}$$

**Submúltiplos do WATT:**

➤ MILIWATT, abreviado por mW ⇒ onde 1mW equivale a 0,001W.

$1\text{mW} = 0,001\text{W}$
------------------------------

O instrumento utilizado para medir a Potência Elétrica é o WATTÍMETRO.

W
---

**TABELA DAS PRINCIPAIS GRANDEZAS, SUAS UNIDADES, MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS**

GRANDEZAS	UNIDADES	MÚLTIPLOS	SUBMÚLTIPLOS
CORRENTE	AMPÈRE (A)	QUILOAMPÈRES (KA)	MILIAMPÈRE (mA)
TENSÃO	VOLT (V)	QUILOVOLT (KV)	MILIVOLT (mV)
RESISTÊNCIA	OHM ( $\Omega$ )	QUILOOHM ( $K\Omega$ )	MILIOHMS ( $m\Omega$ )
POTÊNCIA	WATT (W)	QUILOWATT (KW)	MILIWATT (mW)

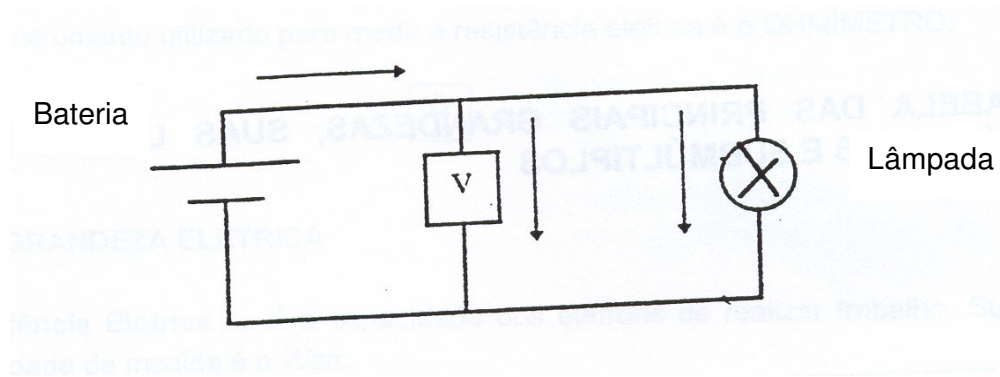


## INSTRUMENTOS DE MEDIDAS ELÉTRICAS

### LIGAÇÕES E SÍMBOLOS

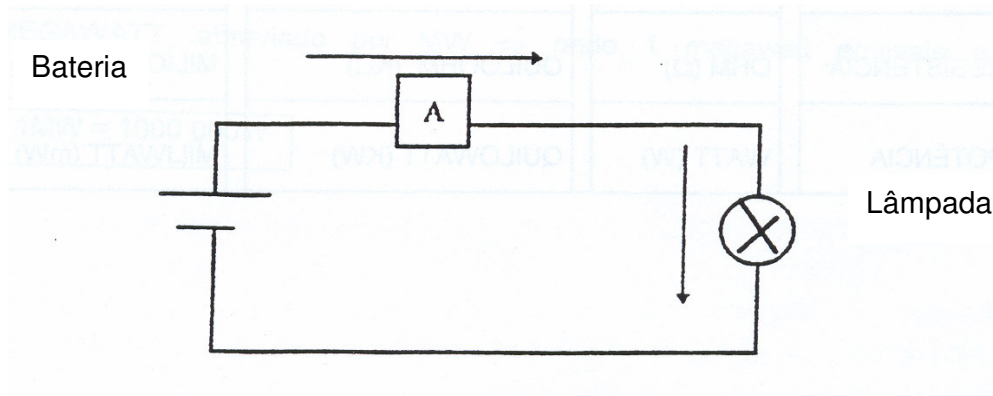
#### Tensão 01

O instrumento que mede a tensão é o Voltímetro e sua ligação é feita em paralelo.



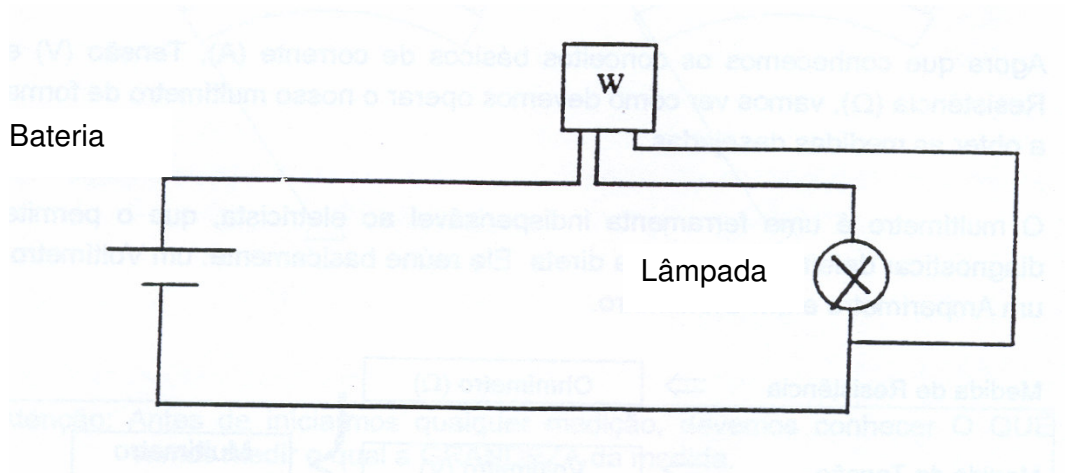
#### Corrente 02

O instrumento que mede a corrente elétrica é o Amperímetro e sua ligação é em série.



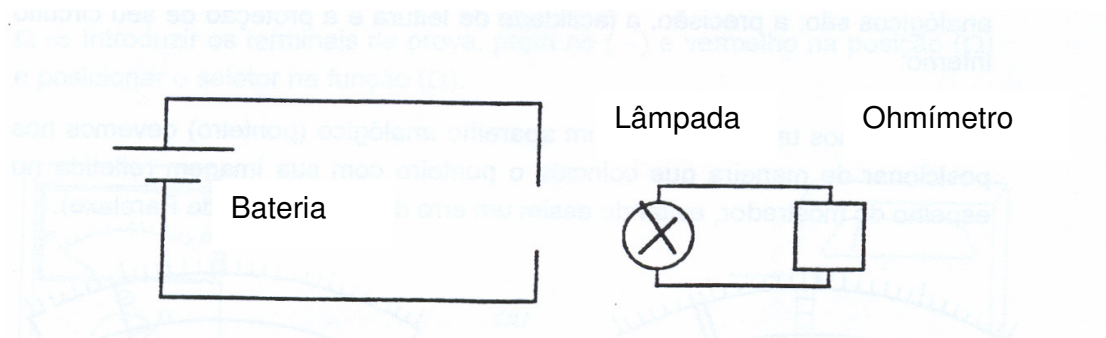
**Potência 03**

O instrumento que mede a potência é o Wattímetro e é ligado em série-paralelo.



**Resistência 04**

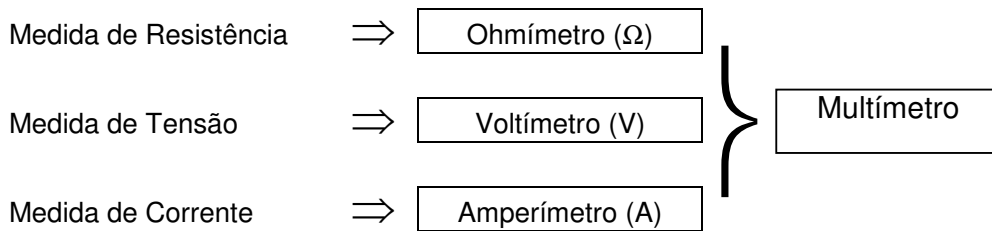
O instrumento que mede a resistência elétrica é o Ohmímetro. Para se medir a resistência de um dispositivo, ele deve estar desligado.



## O MULTÍMETRO

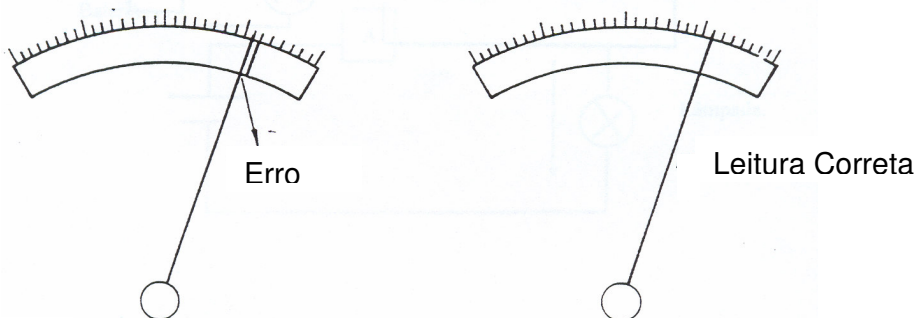
Agora que conhecemos os conceitos básicos de corrente (A), Tensão (V) e Resistência ( $\Omega$ ), vamos ver como devemos operar o nosso multímetro de forma a obter as medidas desejadas.

O multímetro é uma ferramenta indispensável ao electricista, que o permite diagnosticar defeitos de maneira direta. Ele reúne basicamente: um Voltímetro, um Amperímetro e um Ohmímetro.

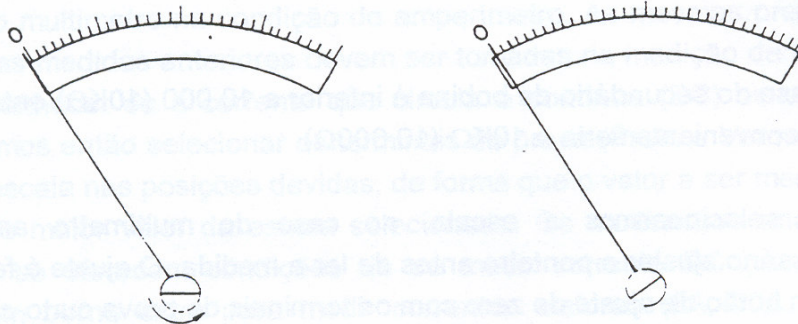


Até algum tempo atrás, os mostradores dos multímetros eram somente analógicos (ponteiro), com a evolução eletrônica foram incorporados mostradores digitais (display). As vantagens dos aparelhos digitais sobre os analógicos são: a precisão, a facilidade de leitura e a proteção de seu circuito interno.

Ao efetuarmos uma leitura em um aparelho analógico (ponteiro) devemos nos posicionar de maneira que coincida o ponteiro com sua imagem refletida no espelho do mostrador, evitando assim um erro de leitura (Erro de Paralaxe).



Caso o ponteiro do instrumento esteja deslocado do zero (0) existe um parafuso que possibilita aferir.

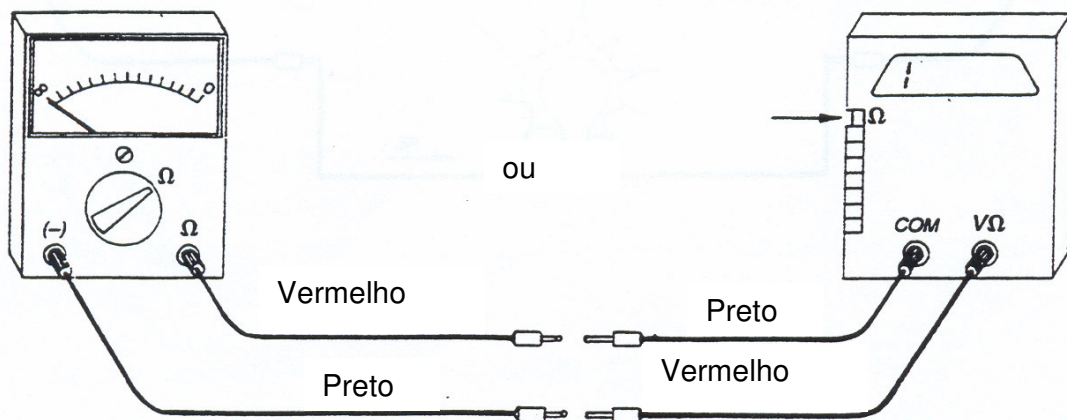


Atenção: Antes de iniciarmos qualquer medição, devemos conhecer O QUÊ vamos medir e qual a GRANDEZA da medida.

### Para Medir Resistência ( $\Omega$ )

Quando desejamos conhecer o valor da resistência ôhmica de um componente qualquer (ex.: bobina, rotor, etc.) devemos:

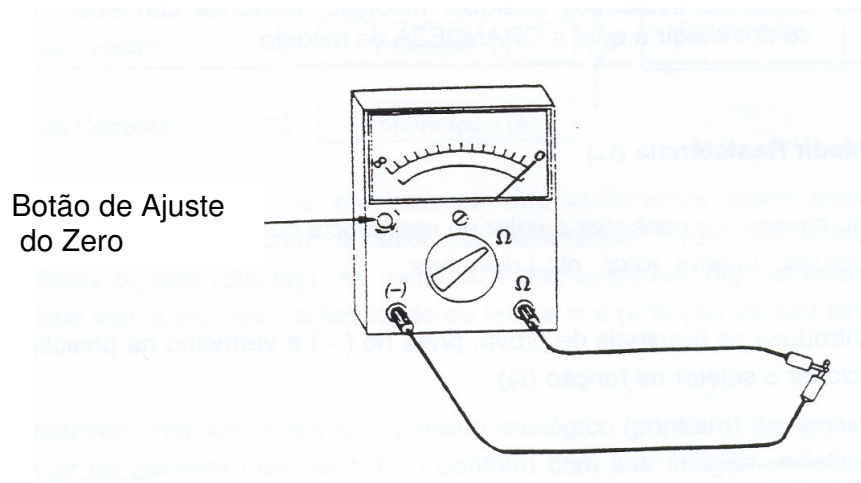
$\Omega \Rightarrow$  Introduzir os terminais de prova, preta no (-) e vermelho na posição ( $\Omega$ ) e posicionar o seletor na função ( $\Omega$ ).



Selecionar a escala conveniente com a grandeza a ser medida.

Ex.: A resistência ôhmica do primário da bobina de ignição é inferior a  $5\Omega$ , devemos então selecionar uma escala mais próxima ao valor da medida ( $10\Omega$ ).

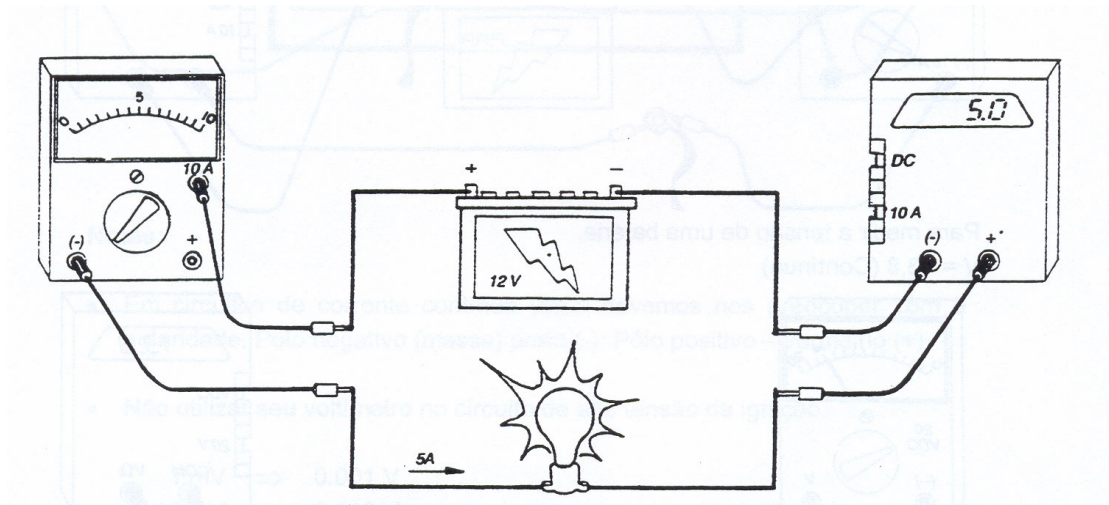
- No caso do secundário da bobina é inferior a 10.000 ( $10K\Omega$ ) então a escala mais conveniente seria a  $10K\Omega$  ( $10.000\Omega$ ).
- Após selecionarmos a escala, no caso do multímetro analógico, é necessário ajustar o ponteiro antes de ler a medida. O ajuste é feito através de um botão de ajuste de zero com os terminais de prova curto-circuitados.



### Para Medir Corrente (A)

Quando desejamos conhecer o consumo de corrente no circuito, inserimos em série, nosso multímetro na condição de amperímetro. As mesmas precauções adotadas nas medidas anteriores devem ser tomadas na medição de corrente. Devemos conhecer se a corrente que circula é contínua (DC) ou alternada (AC). Devemos então selecionar os terminais de prova (Preto e Vermelho) e o seletor de escala nas posições devidas, de forma que o valor a ser medido não ultrapasse o maior valor da escala selecionada. Os multímetros analógicos, geralmente só oferecem condições de se medir corrente DC (contínua) e possuem um borne extra para medir correntes maiores (6A, 10A, etc.). A ligação do amperímetro deve ser feita em série no circuito.

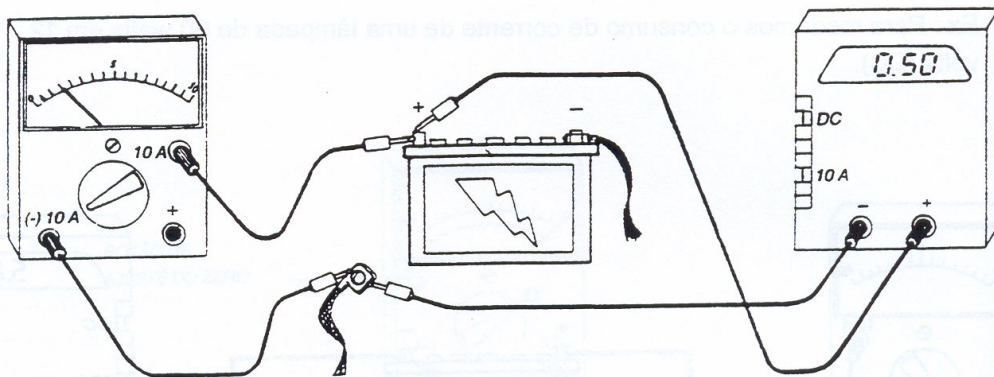
Ex.: Para medirmos o consumo de corrente de uma lâmpada de 60 watts em 12 volts (DC).



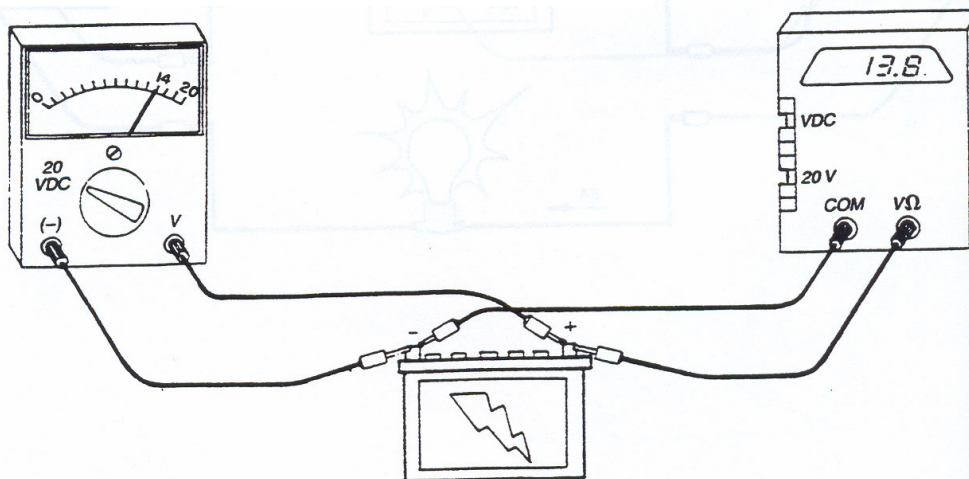


Uma utilização eficaz do amperímetro é o diagnóstico de “fuga de corrente” (dispersão). Isto ocorre quando todo o circuito está desligado (chave de ignição fora do contacto) a bateria se descarrega rapidamente. A causa desta anormalidade é algum contacto anormal que faz circular uma corrente. Para verificar a intensidade da dispersão (fuga) devemos inserir o nosso multímetro na condição de amperímetro, em série com o circuito, com o terminal positivo (vermelho) no polo positivo da bateria e o terminal negativo (preto) no cabo destacado do pólo positivo da bateria.

Deve-se seleccionar o amperímetro para corrente máxima (DC) e adaptar a escala depois de conhecer, aproximadamente, o valor da corrente de dispersão.

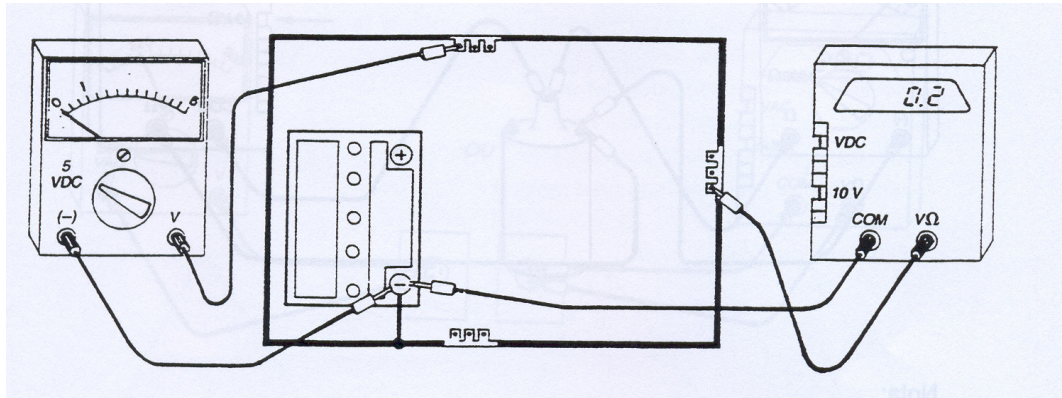


Para medir a tensão de uma bateria. V = 13,8 (Contínua)



Como se pode observar, as medidas são efetuadas em paralelo com o componente o qual deseja conhecer sua D.D.P. (Diferença de Potencial) ou tensão.

Uma outra utilização do voltímetro é a verificação da qualidade do circuito de massa, observando que a queda de tensão entre o pólo negativo da bateria e os diversos pontos de massa deverá ser a mais baixa possível (0,5V).



**Notas:**

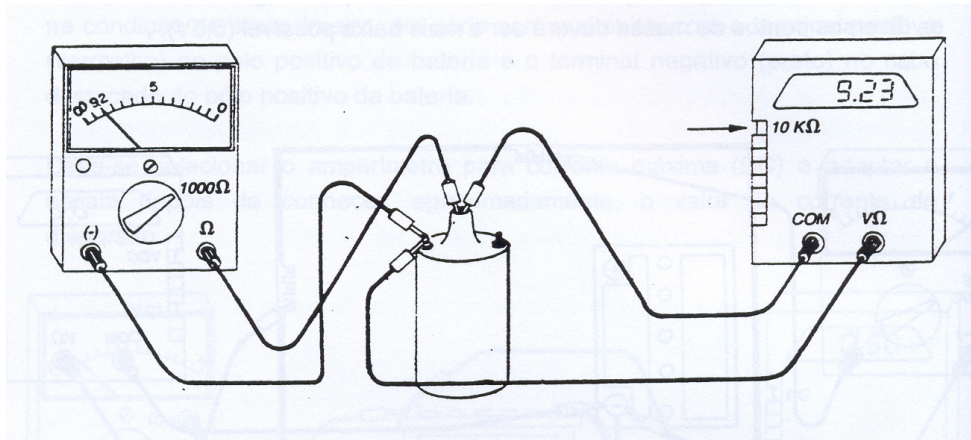
- Em circuitos de corrente contínua (DC), devemos nos preocupar com a polaridade: Polo negativo (massa) preto (-); Pólo positivo – vermelho (+).
- Não utilizar seu voltímetro no circuito de alta tensão da ignição.

1 mV	⇒	0.001 V
10 mV	⇒	0.010 V
100 mV	⇒	0.100 V
1 KV	⇒	1.000 V

- DC (Do inglês: Direct Current) – Corrente Contínua
- AC (Do inglês: Alternate Current) – Corrente Alternada



Agora podemos efetuar a leitura, observando que a medida deve ser tomada com o circuito desligado (aberto).



Nota:

1 KΩ	⇒	1.000 Ω
10 KΩ	⇒	10.000 Ω
100 KΩ	⇒	100.000 Ω
1.000 KΩ	⇒	1.000.000 Ω

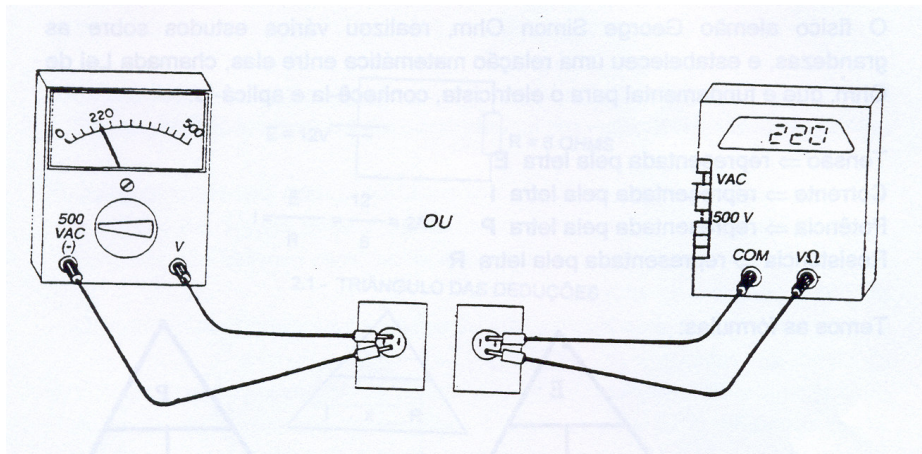
O multímetro na condição de ohmímetro é também utilizado para testar continuidade de chicotes, fusíveis, enrolamento, e possíveis curtos.

### Para Medir Tensão

Como já foi dito anteriormente, antes de iniciarmos qualquer medição devemos conhecer “O QUÊ” vamos medir e “QUANTO” aproximadamente valerá esta medida. No caso da utilização do multímetro na condição de voltímetro (para medição de tensão) devemos saber se trata de Tensão Alternada (AC) ou Tensão Contínua (DC). Em alguns multímetros existe somente uma posição para se conectar o terminal de prova vermelho (independente de se tratar de alternada ou contínua).

O terminal de prova preto deverá ser inserido na indicação (-). O próximo passo é posicionar o seletor para a posição correta.

Para medir a tensão da Rede Pública  
V = 220 V (Alternada)



## LEI DE OHM

O físico alemão George Simon Ohm, realizou vários estudos sobre as grandezas, e estabeleceu uma relação matemática entre elas, chamada Lei de Ohm, que é fundamental para o eletricitista, conhecê-la e aplicá-la.

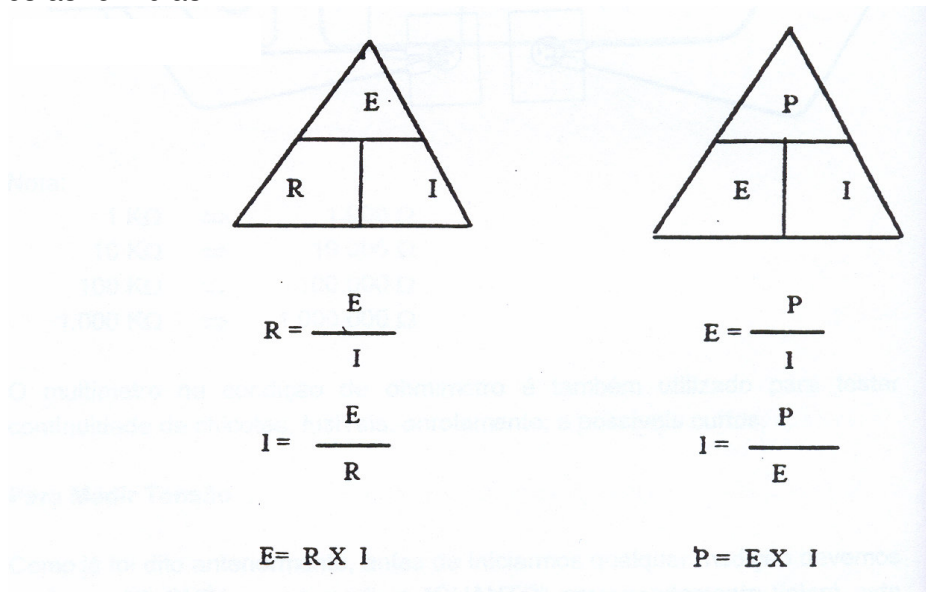
Tensão  $\Rightarrow$  representada pela letra **E**

Corrente  $\Rightarrow$  representada pela letra **I**

Potência  $\Rightarrow$  representada pela letra **P**

Resistência  $\Rightarrow$  representada pela letra **R**

Temos as fórmulas:



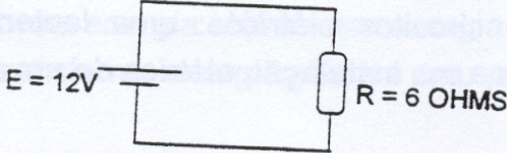
A lei de ohm é uma lei que relaciona as três grandezas elétricas básicas entre si. E é expressa pelo seguinte enunciado:

**A corrente elétrica num circuito é diretamente proporcional a tensão elétrica aplicada e inversamente proporcional a resistência elétrica dos elementos que o compõem.**

Esta lei é expressa matematicamente desta forma:

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

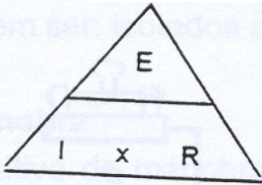
Ex.: Calcular a corrente elétrica do circuito abaixo:



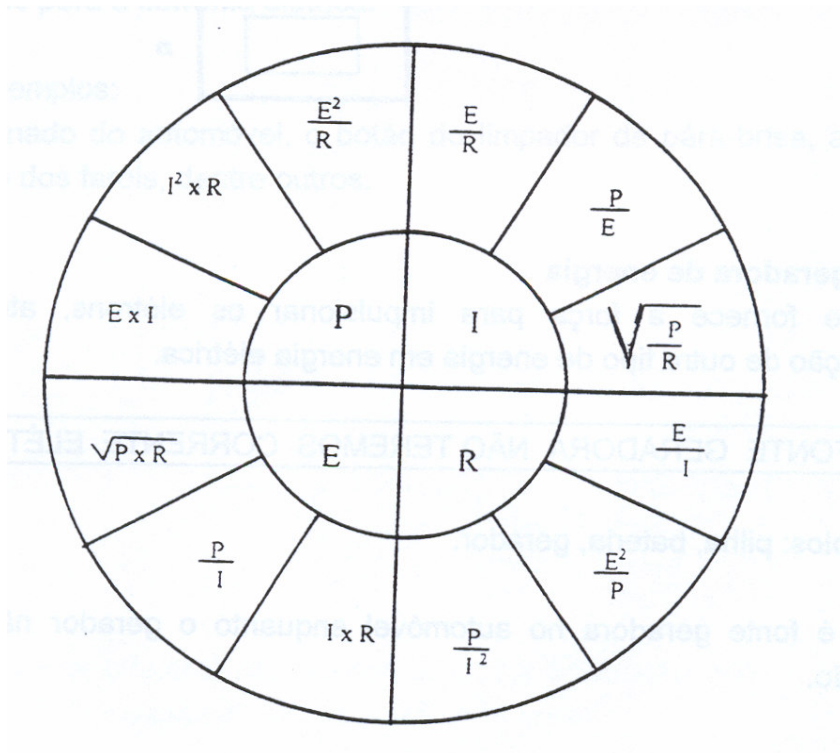
$E = 12V$        $R = 6 \text{ OHMS}$

$$I = \frac{E}{R} = \frac{12}{6} = 2A$$

2.1 - Triângulo das Deduções



**Lei de Ohm / Associação, Tensão, Potência, Corrente e Resistência**



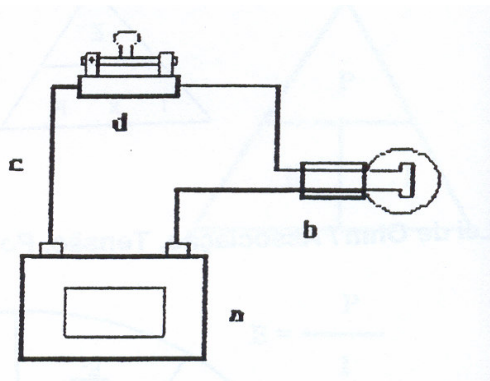
## CIRCUITO ELÉTRICO

O circuito elétrico, é um caminho fechado pelo qual circula corrente elétrica.

Assim, são exemplos de circuitos elétricos: uma lanterna, uma instalação elétrica de uma resistência, uma instalação elétrica de um automóvel.

Todo e qualquer circuito elétrico é composto de quatro componentes, sendo três fundamentais e um auxiliar:

- a) Fonte geradora de energia;
- b) Aparelho consumidor de energia;
- c) Condutor elétrico;
- d) Dispositivo de manobra.



### a) Fonte geradora de energia

É ela que fornece a força para impulsionar os elétrons, através da transformação de outro tipo de energia em energia elétrica.

---

**SEM FONTE GERADORA NÃO TEREMOS CORRENTE ELÉTRICA.**

---

São exemplos: pilha, bateria, gerador.

A bateria é fonte geradora no automóvel enquanto o gerador não estiver funcionando.

**b) Aparelho consumidor de energia**

Recebe energia elétrica da fonte geradora e a transforma em outro tipo de energia.

São exemplos:

A televisão: transforma energia elétrica em energia luminosa, sonora e térmica.

A lâmpada: transforma energia elétrica em energia térmica e luminosa.

O motor elétrico: transforma energia elétrica em energia cinética (mecânica).

**c) Condutor elétrico**

É o meio de ligação entre o aparelho consumidor e a fonte geradora, sem condutor não teremos caminho fechado para a corrente elétrica.

Os condutores podem ser: isolados ou nus, rígidos ou flexíveis entre outros.

**d) Dispositivo de manobra**

A função do dispositivo de manobra é desligar ou ligar o circuito elétrico, sendo um meio de interrupção da corrente elétrica.

Os dispositivos de manobra agem como ponte, fechando ou abrindo o caminho para a corrente elétrica.

São exemplos:

O platinado do automóvel, o botão do limpador de pára-brisa, a chave de ligação dos faróis, dentre outros.

## TIPOS DE CIRCUITO

Normalmente são ligadas mais de uma carga em um circuito elétrico.

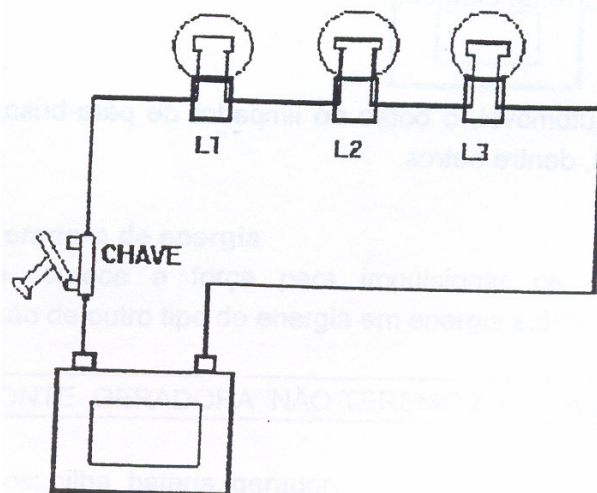
Existem três maneiras de associá-las:

1. Circuito Série
2. Circuito Paralelo
3. Circuito Misto

### 1. Circuito Série

Resumo:

- A corrente tem apenas um caminho;
- As cargas são ligadas uma após outra;
- O funcionamento de uma carga depende da outra;
- A corrente é igual em qualquer ponto do circuito;
- A soma das tensões dos consumidores é igual a da fonte.

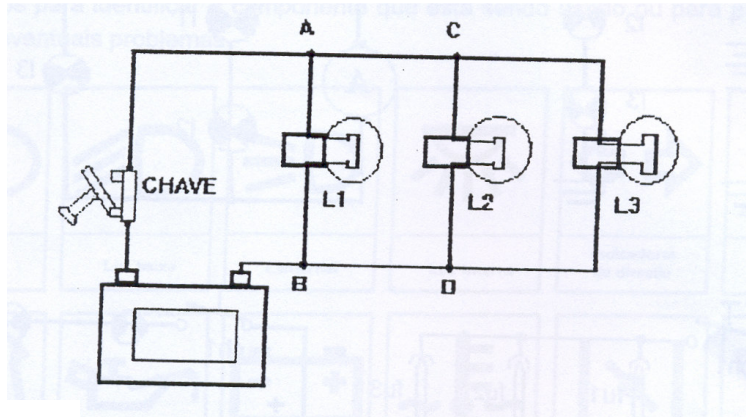




## 2. Circuito Paralelo

Resumo:

- A corrente tem mais de um caminho;
- As cargas são ligadas uma ao lado da outra;
- As cargas têm funcionamento independente;
- Haverá diferentes correntes para diferentes consumidores;
- A tensão é igual em qualquer ponto do circuito.

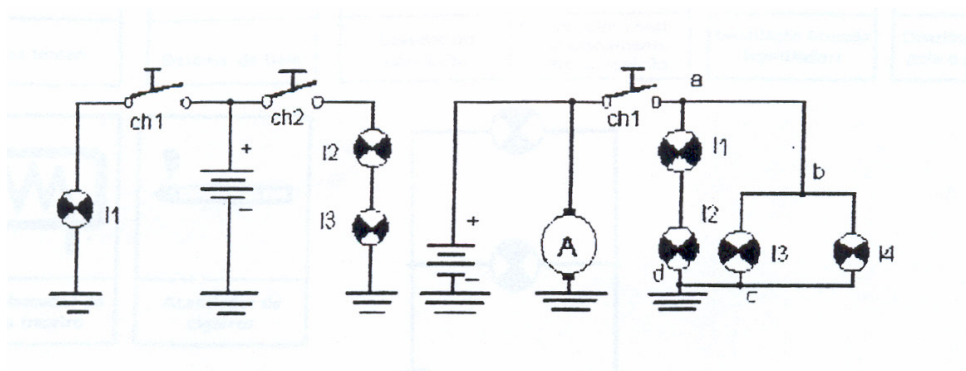


Observação:

Nas instalações elétricas, sejam prediais ou automotivas as cargas (lâmpadas, eletrodomésticos, motores, etc) são ligadas à rede de alimentação (fonte geradora de eletricidade) em PARALELO.

## 3. Circuito Misto

Exemplo:

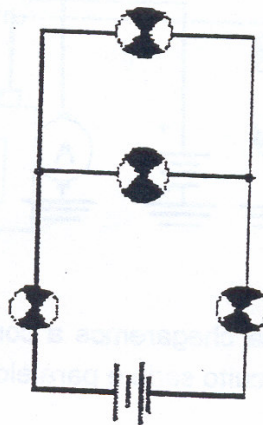
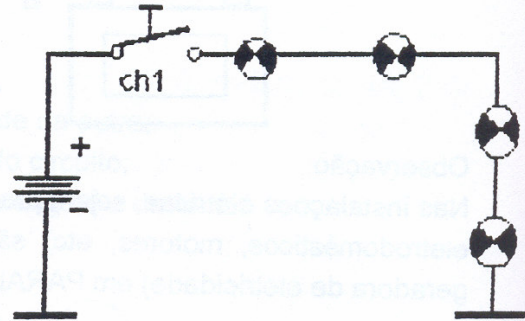
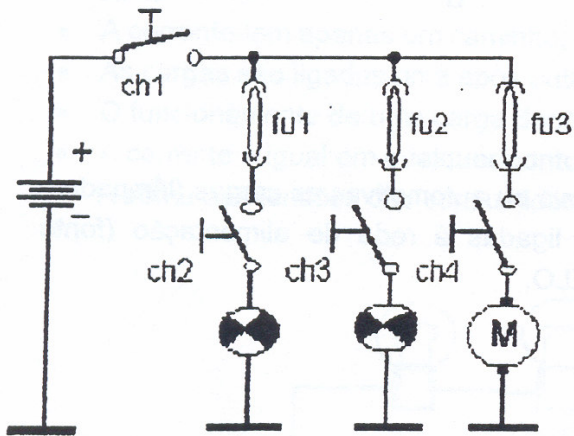
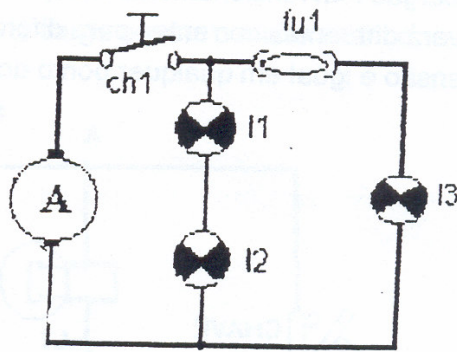
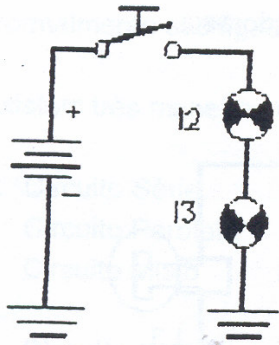


Observando os circuitos acima chegaremos a conclusão que o circuito misto reúne as características do circuito série e paralelo.



**Exercícios**

1º) Analise os circuitos seguintes e registre se são circuitos em série, paralelo ou mistos.

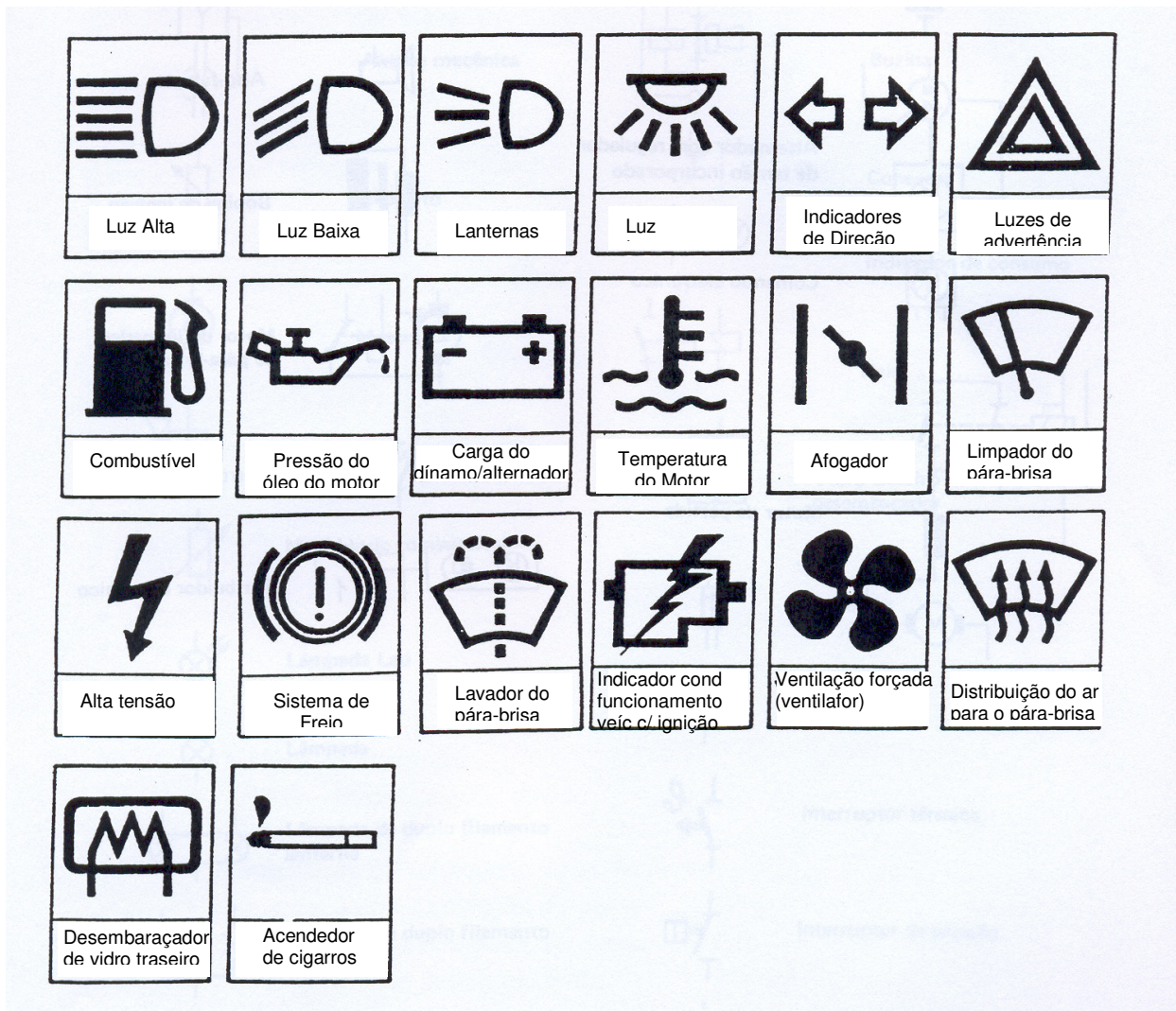


## SÍMBOLOS

### Símbolos para Identificação dos Instrumentos e Controles (painel)

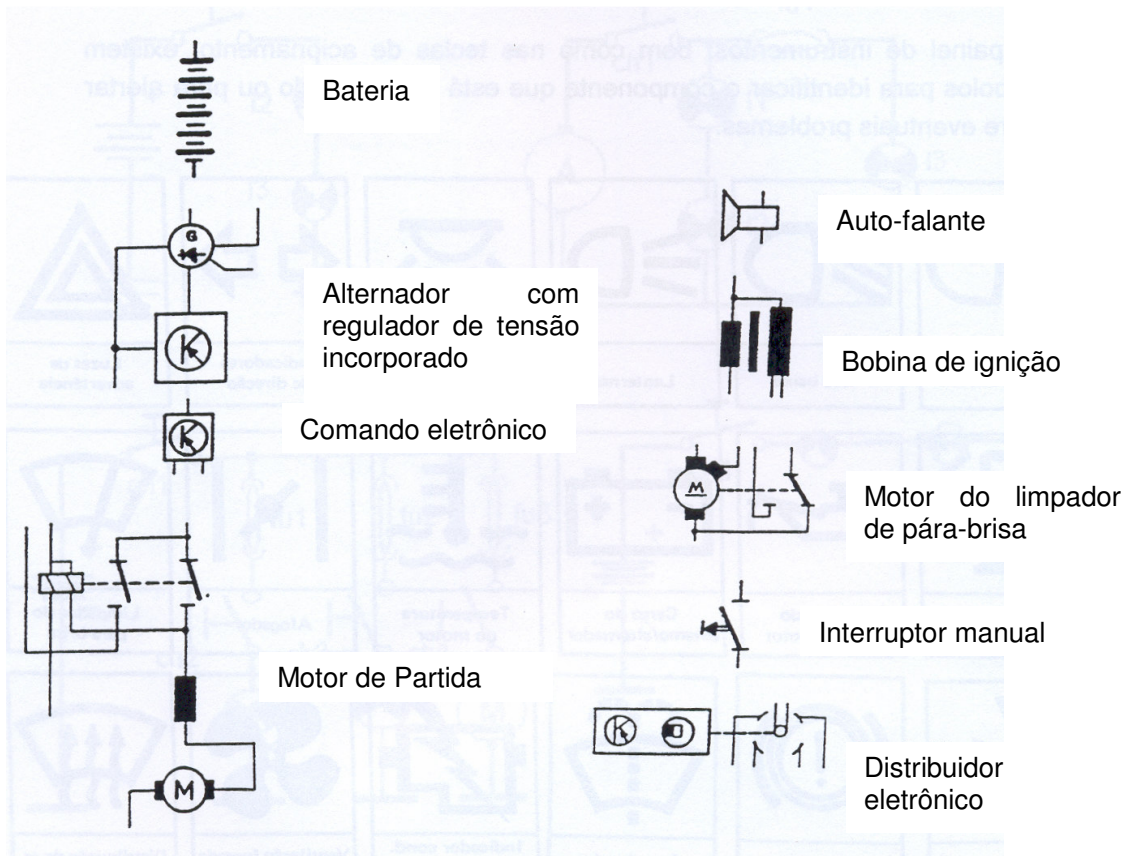
No painel de instrumentos, bem como nas teclas de acionamento, existem símbolos para identificar o componente que está sendo usado ou para alertar sobre eventuais problemas.

Mostramos a seguir esses símbolos:



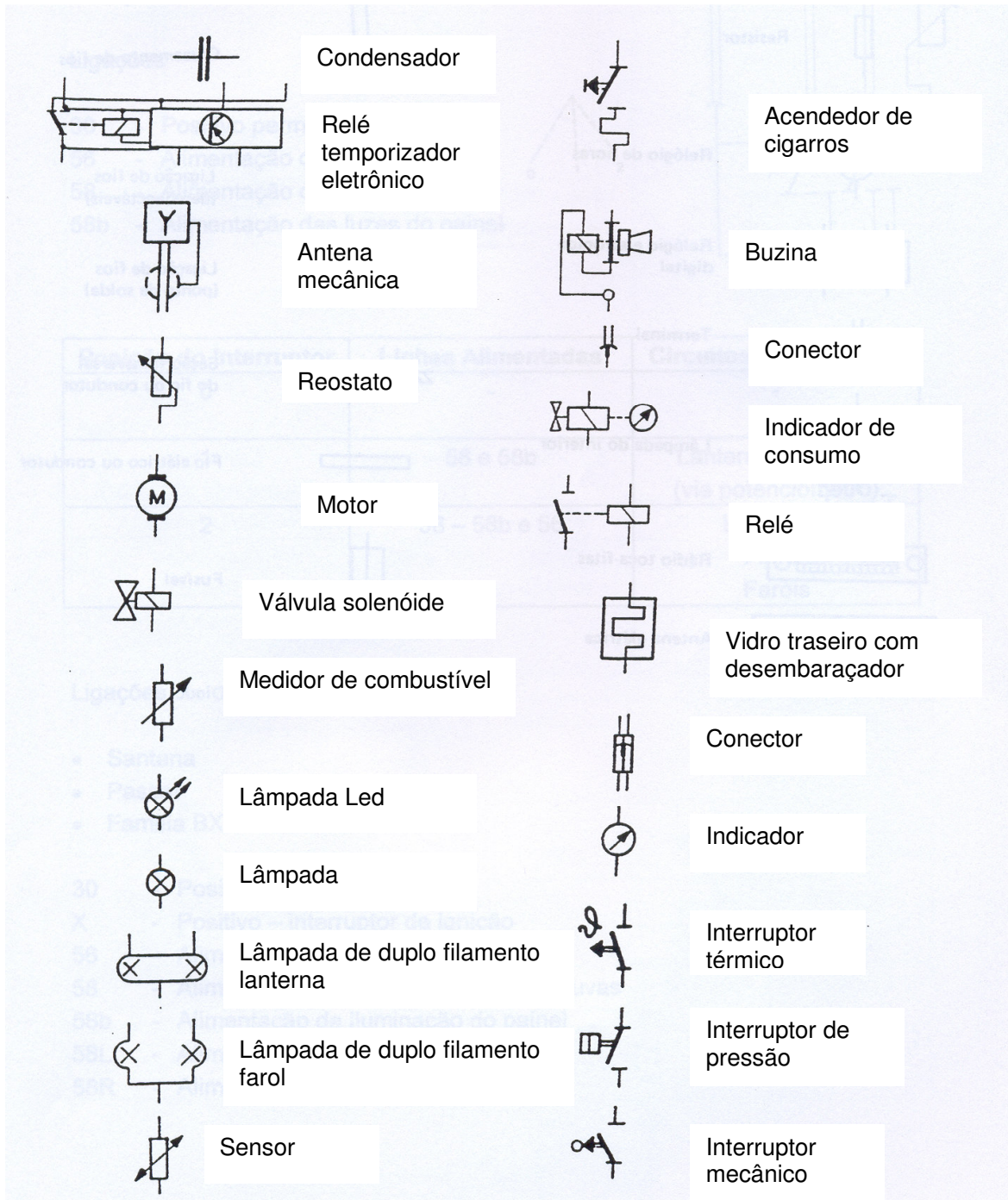
## Símbolos Utilizados nos Esquemas Elétricos

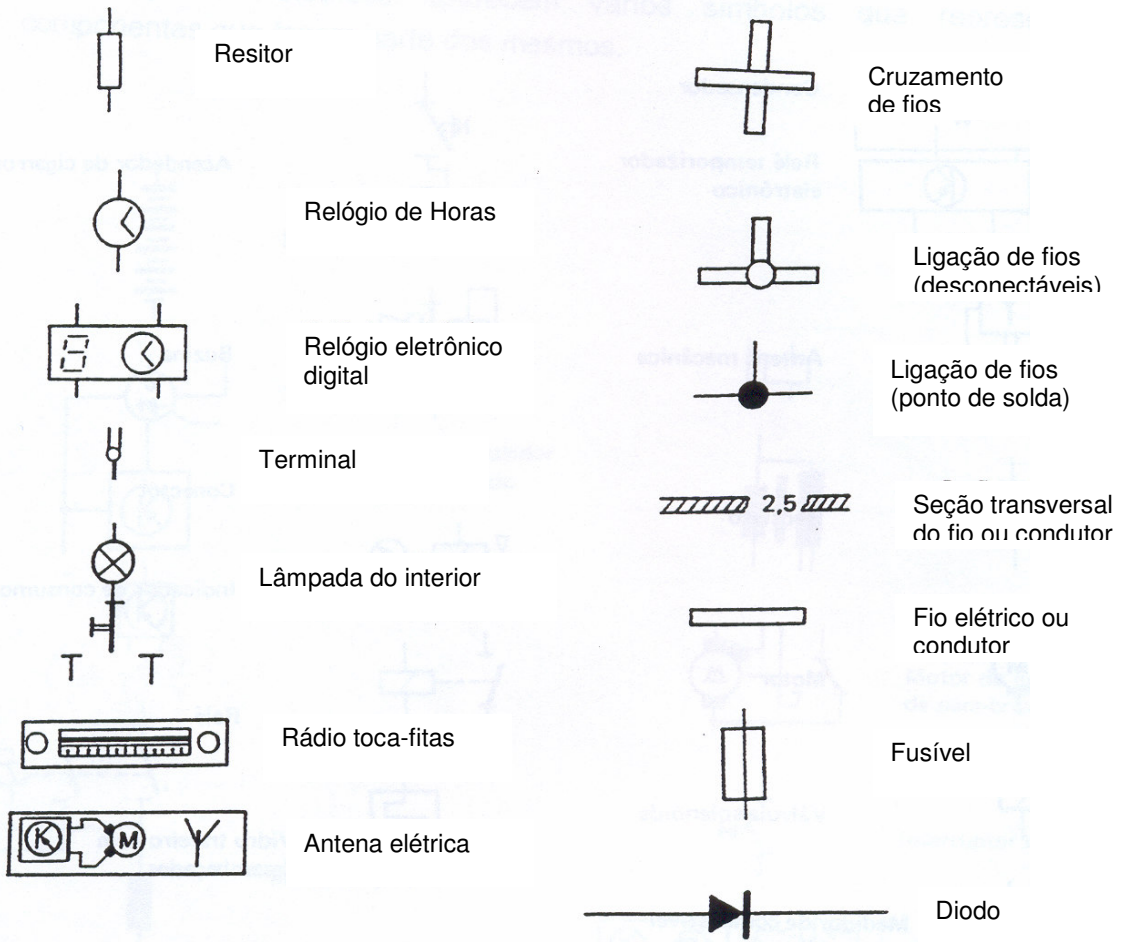
Nos esquemas elétricos aparecem vários símbolos que representam componentes que fazem parte dos mesmos.





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



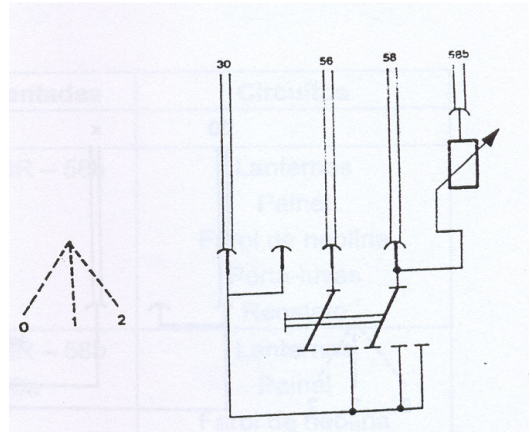


## Interruptor das Luzes

- Fusca
- Tipo II

### Ligações

- 30 - Positivo permanente
- 56 - Alimentação dos faróis
- 58 - Alimentação das lanternas
- 58b - Alimentação das luzes do painel

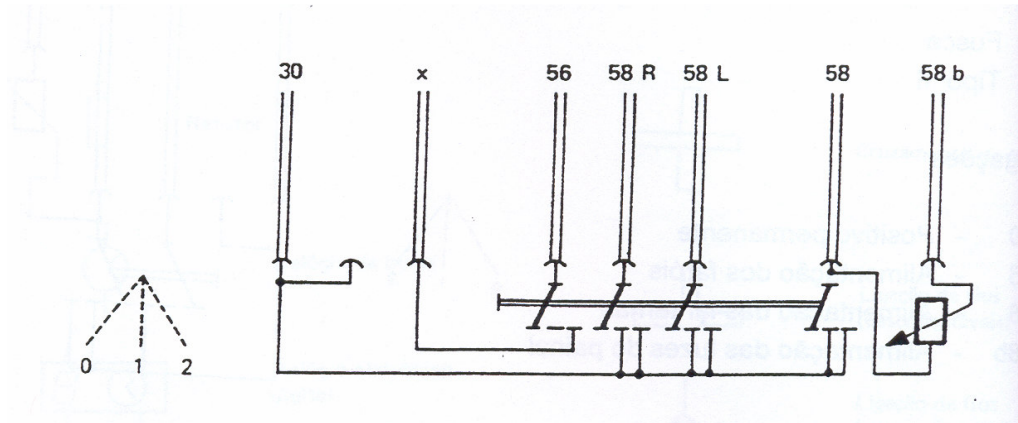


Posição do Interruptor	Linhas Alimentadas	Circuitos Alimentados
0	-	-
1	58 e 58b	Lanternas e painel (via potenciômetro)
2	58 – 58b e 56	Lanternas Painel Faróis

### Ligações

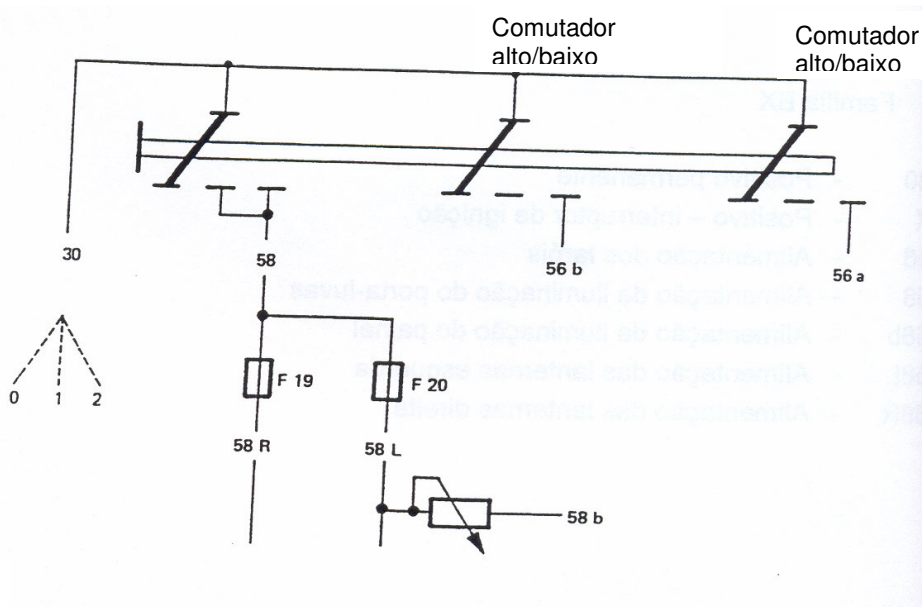
- Santana
- Passat
- Família BX

- 30 - Positivo permanente
- X - Positivo – interruptor de ignição
- 56 - Alimentação dos faróis
- 58 - Alimentação da iluminação do porta-luvas
- 58b - Alimentação da iluminação do painel
- 58L - Alimentação das lanternas esquerda
- 58R - Alimentação das lanternas direita



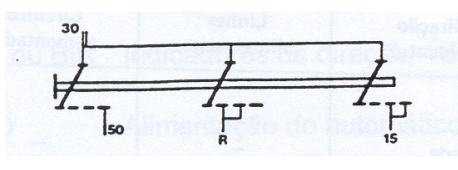
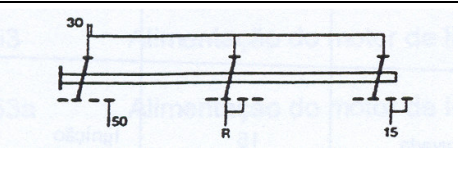
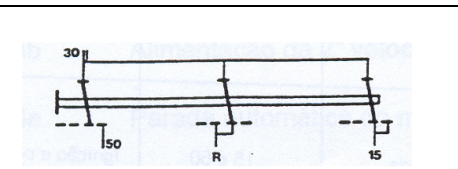
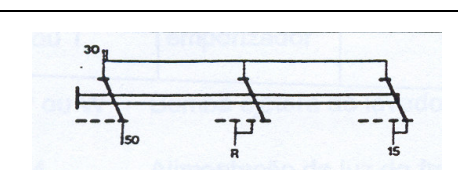
Posição do Interruptor	Linhas Alimentadas	Circuitos Alimentados
0	-	-
1	58 – 58L – 58R – 58b	Lanternas Painel (via reostato) Porta-luvas
2	58 – 58L – 58R – 58b x do 56	Lanternas Painel Porta-luvas Faróis

- Apollo



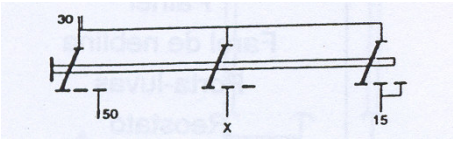
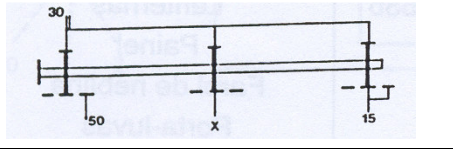
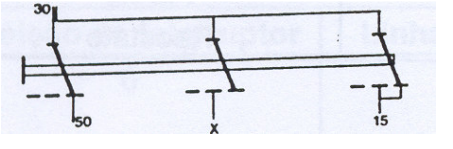
Posição do Interruptor	Linhas Alimentadas	Circuitos
0	-	-
1	58 – 58L – 58R – 58b	Lanternas Painel Farol de neblina Porta-luvas Reostato
2	58 – 58L – 58R – 58b 56b – 56a	Lanternas Painel Farol de neblina Porta-luvas Faróis Reostato

Apollo

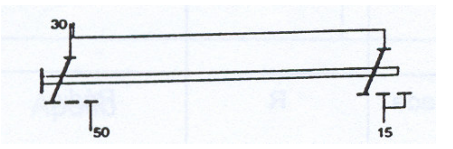
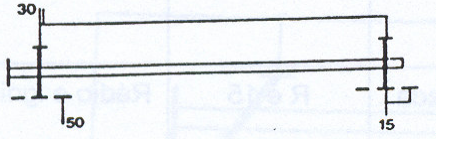
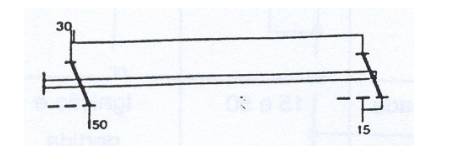
Posição das Chaves	Direção (vilante)	Linhas Alimentadas	Circuitos Alimentados
	Travada	-	-
	Destravada	R	Rádio
	Destravada	R e 15	Rádio e ignição
	Destravada	15 e 50	Ignição e partida



Santana – Passat e família BX (com Linha “X”)

Posição das Chaves	Direção (vilante)	Linhas Alimentadas	Circuitos Alimentados
	Travada	-	-
	Destravada	15 e X	Ignição e acessórios
	Destravada	15 e 50	Ignição e partida

Família BX (sem Linha “X”)

Posição das Chaves	Direção (vilante)	Linhas Alimentadas	Circuitos Alimentados
	Travada	-	-
	Destravada	15	Ignição
	Destravada	15 e 50	Ignição e partida

## PRINCIPAIS NÚMEROS DE LIGAÇÕES DO SISTEMA ELÉTRICO

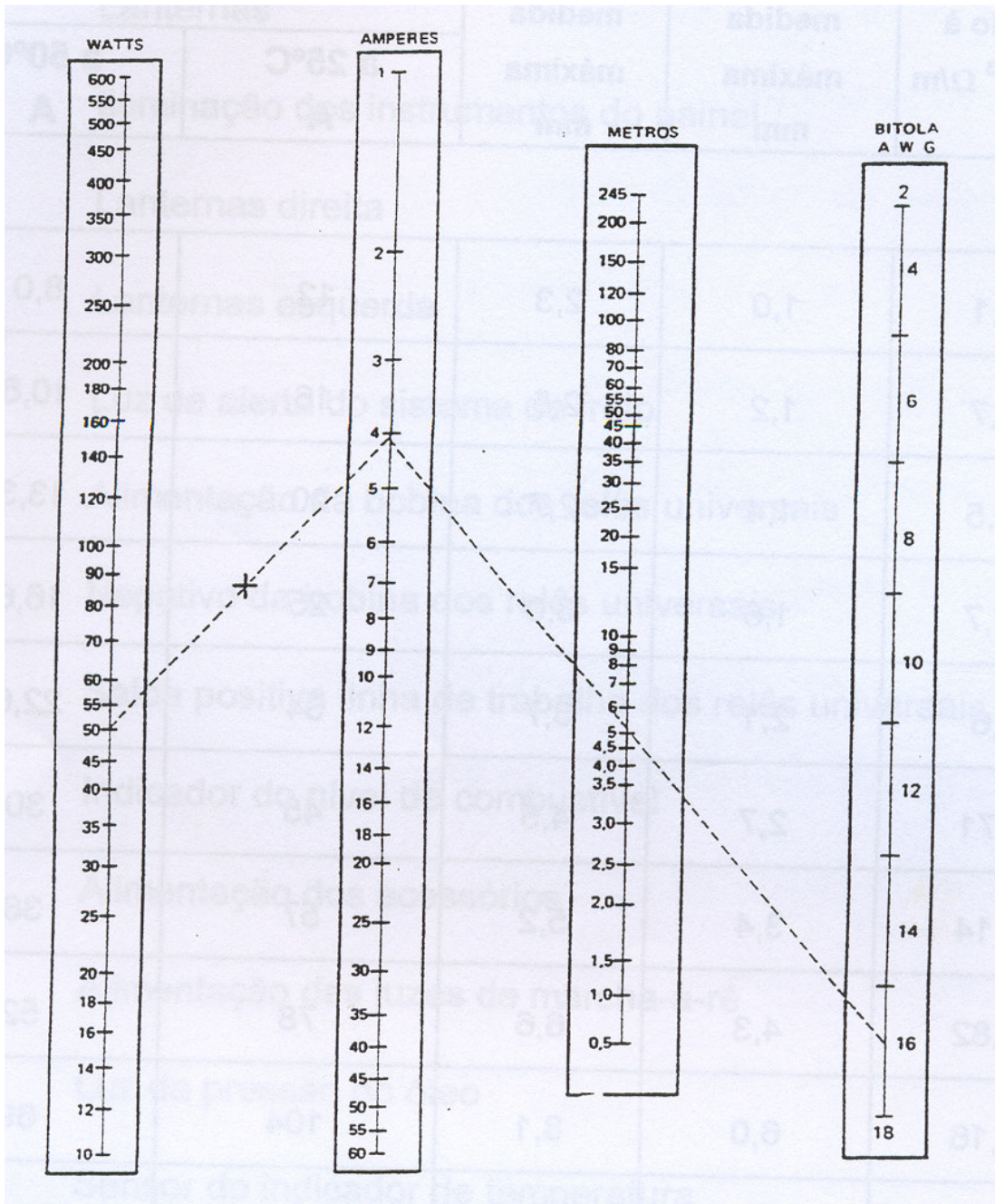
1	Negativo do primário da bobina de ignição
4	Secundário da bobina de ignição
15	Positivo – alimentado pelo interruptor de ignição
30	Positivo direto da bateria
30a	Positivo protegido pelo fusível
31	Negativo – massa
49	Alimentação do relê dos indicadores de direção
49a	Saída do relê dos indicadores de direção
L ou BIL	Indicadores de direção – esquerdo
R ou BIR	Indicadores de direção – direito
50	Alimentação do automático do motor de partida
53	Alimentação do motor de limpador de pára-brisa, primeira velocidade
53a	Alimentação do motor de limpador de pára-brisa
53b	Alimentação da 2ª velocidade do motor do limpador do pára-brisa
53e	Parada automática do motor do limpador do pára-brisa
I ou T	Temporizador
P ou W	Bomba ejetora do lavador do pára-brisa
54	Alimentação da luz do freio
56	Alimentação dos faróis

56a	Alimentação do farol alto
56b	Alimentação do farol baixo
58	Lanternas
58b	Iluminação dos instrumentos do painel
58R	Lanternas direita
58L	Lanternas esquerda
81	Luz de alerta do sistema de freio
85	Alimentação da bobina dos relês universais
86	Negativo da bobina dos relês universais
87	Saída positiva linha de trabalho dos relês universais
G	Indicador do nível de combustível
X	Alimentação dos acessórios
RF	Alimentação das luzes de marcha-a-ré
OL	Luz da pressão do óleo
TG	Sensor do indicador de temperatura
D+	Saída positiva do gerador
D-	Massa do gerador
B+	Saída positiva do sistema de carga para a bateria
DF	Campo do gerador
H	Interruptor da buzina – sistema sem relê
S	Interruptor da buzina – sistema com relê

**Tabela de Características de Fios Elétricos**

Secção Nominal mm <sup>2</sup>	Resistência por metro corrido à 20°C 10 <sup>3</sup> Ω/m	Diâmetro do condutor medida máxima mm	Diâmetro do fio medida máxima mm	Corrente permanente admissível (Valor aproximado)	
				à 25°C A	à 50°C A
0,5	37,1	1,0	2,3	12	8,0
0,75	24,7	1,2	2,5	16	10,6
1	18,5	1,4	2,7	20	13,3
1,5	12,7	1,6	3,0	25	16,6
2,5	7,6	2,1	3,7	34	22,6
4	4,71	2,7	4,5	45	30
6	3,14	3,4	5,2	57	38
10	1,82	4,3	6,6	78	52
16	1,16	6,0	8,1	104	69
25	0,743	7,5	10,2	137	91
35	0,527	8,8	11,5	168	112
50	0,368	10,3	13,2	210	140
70	0,259	12,0	15,5	260	173
95	0,196	14,7	18,0	310	206
120	0,153	16,5	19,8	340	226

**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 5 metros.

Resposta = linha pontilhada condutor nº 16.

## IDENTIFICAÇÃO DOS FUSÍVEIS

Os fusíveis da central possuem maior diversificação de capacidade de corrente e, por serem do tipo “FACA”, garante contato precisos eliminando os riscos de falhas no sistema.

### Cor de Fusível

3 AMPÈRES	Violeta
5 AMPÈRES	Laranja
7,5 AMPÈRES	Marrom
10 AMPÈRES	Vermelho
15 AMPÈRES	Azul
20 AMPÈRES	Amarelo
25 AMPÈRES	Incolor ou branco
30 AMPÈRES	Verde

### Identificação dos Fios

VM	Vermelho
AM	Amarelo
AZCL/BR	Azul claro / branco
AZCL/VD	Azul claro / verde
AXCL/PR	Azul claro / preto
PR	Preto
PR/VM	Preto / vermelho
PR/BR	Preto / branco
PR/VD	Preto / verde
PR/AM	Preto / amarelo
BR	Branco
BR/PR	Branco / preto
AZEC	Azul escuro
CI	Cinza
CI/VD	Cinza / verde
CI/VM	Cinza / vermelho
CI/PR	Cinza / preto
VDEC	Verde escuro
MR	Marrom
MR/BR	Marrom / branco
VI/BR	Violeta / branco

## ELETRICIDADE VEICULAR

### Queda de Tensão

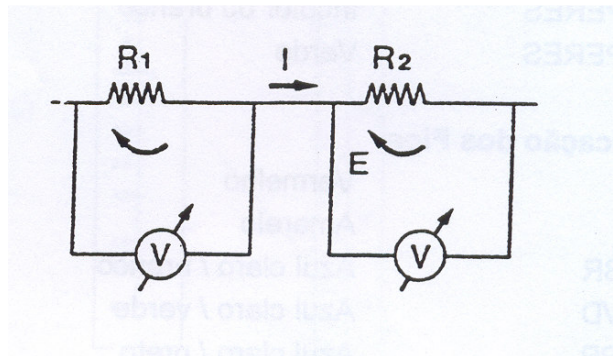
Sempre que há circulação de corrente através de um circuito resistivo (que apresenta resistência), é provocada uma queda de tensão. Calcula-se a queda de tensão da seguinte forma:

Queda de tensão provocada no resistor 1

$$E_1 = R_1 \times I$$

No resistor 2

$$E_2 = R_2 \times I$$



Como decorrência, um condutor ideal não deve apresentar resistência, ou seja, a resistência do condutor deve ser nula. Caso contrário, haverá queda da tensão para o consumidor e daí o mesmo não fornecerá toda a potência para a qual está dimensionado. Considera-se como normal em consumidores comuns uma queda de tensão máxima de 4% da tensão nominal. Assim, num veículo com instalação de 12V, a queda de tensão máxima (ERmax) é de:

$$\frac{12 \times 4}{100} = \frac{48}{100} = 0,48 \cong 0,5V.$$

$$ER_{max} = 0,5V$$

Num veículo com sistema de 24V será:

$$\frac{24 \times 4}{100} = \frac{96}{100} = 0,96 \cong 1,0V.$$

$$ER_{\max} = 1,0V$$

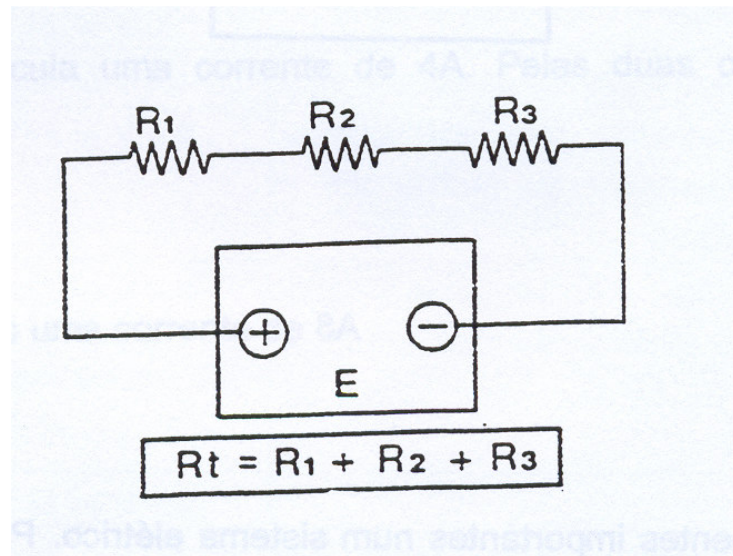
Caso os valores verificados sejam maiores podemos encontrar deficiência na instalação como sejam: fios com bitolas menores, contatos mal feitos, pontos de solda defeituosas, etc. Usando-se um voltímetro sensível com escala apropriada, podemos localizar a falha.

Num circuito em série, a resistência total é igual a soma das resistências instaladas. Vejamos:

Exemplo: Se tivermos duas lâmpadas ligadas em série, uma delas com  $2\Omega$  e outra com  $3\Omega$ , a resistência total será:

$$R_t = R_1 + R_2 = 2 + 3 = 5$$

$$R_t = 5\Omega$$





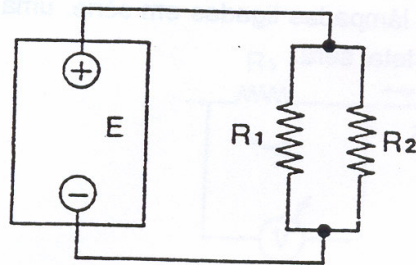
No circuito em paralelo, a resistência total é calculada pela fórmula:

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

Por exemplo, liguemos as duas resistências de 2 e 3Ω em paralelo e calculemos a resistência total.

$$R_t = \frac{2 \times 3}{2 + 3} = \frac{6}{5} = 1,2$$

$$R_t = 1,2\Omega$$

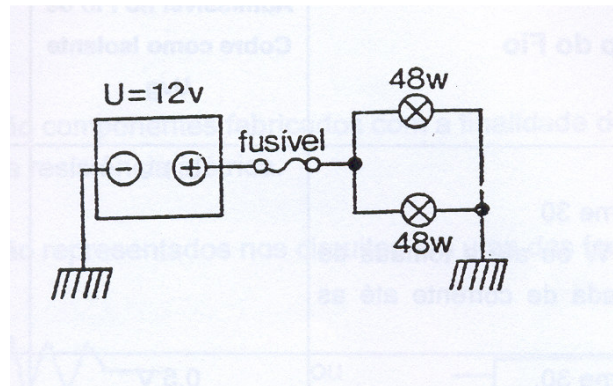


## Fusíveis

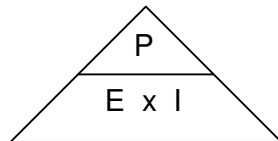
São componentes importantes num sistema elétrico. Protegem a instalação e impedem um possível incêndio do veículo. Fundem-se quando a corrente circulante atinge um limite acima do tolerável, interrompendo o circuito. Ao dimensionar-se um fusível, deve-se conhecer a corrente que circulará pelo circuito e daí instalar um com capacidade de 25 a 50% maior.

Exemplo:

Qual fusível instalar no circuito abaixo?



Em primeiro lugar, devemos conhecer a corrente que circulará em cada lâmpada.



$$I = \frac{P}{E} = \frac{48}{12} = 4A$$

Em cada lâmpada circula uma corrente de 4A. Pelas duas circulará uma corrente total de:

$$I_t = 4 + 4 = 8A$$

No fusível circula então uma corrente de 8A

$$25\% \text{ de } 8 = 2$$

$$8 + 2 = 10$$

$$50\% \text{ de } 8 = 4$$

$$8 + 4 = 12$$

Devemos, então, instalar um fusível de 10 a 12A.

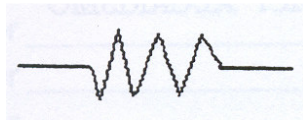
**Tabela de Queda de Tensão**

<b>Tipo do Fio</b>	<b>Queda de Tensão Admissível no Fio de Cobre como Isolante Uvg</b>	<b>Queda de Tensão Admissível em Todo Circuito (valor de teste) Uvg</b>
Fios para luz Do interruptor – Borne 30 Até lâmpada < 15 W ou até a tomada de corrente e da tomada de corrente até as lâmpadas.	0,1 V	0,6V
Do interruptor – Borne 30. Até lâmpadas > 15 W ou até a tomada de corrente.	0,5 V	0,9 V
Do interruptor – Borne 30, até o farol.	0,3 V	0,6 V
Fio para carga da bateria Do alternador – Borne B+, até a bateria.	0,4 V p/12 V 0,8 V p/24 V	- -
Fios para alternador Do Alternador – Borne D+, D-, DF, até o regulador.	0,1 V p/12 V 0,2 V p/24 V	- -
Fios princípios do motor de partida.	0,5 V p/ 12 V 1,0 V p/ 24 V	- -
Fio para comando do motor de partida para relê de acionamento com enrolamento simples, do interruptor de partida até o Borne de partida 50.	1,4 V p/ 12 V 2,0 V p/ 24 V	1,7 p/ 12 V 2,5 p/ 24 V
Para relê de acionamento com enrolamento de alimentação e de retenção, do interruptor de partida, até o borne de partida 50.	2,4 V p/ 12 V 2,8 V p/ 24 V	2,8 V p/ 12 V 3,5 V p/ 24 V
Outros fios Do interruptor até relê, buzina, limpador de para-brisas, etc.	0,5 V p/ 12 V 1,0 V p/ 24 V	1,5 V p/ 12 V 2,0 V p/ 24 V

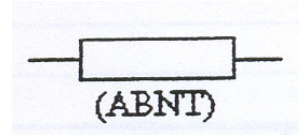
## RESISTORES

Os resistores são componentes fabricados com a finalidade de apresentar uma pré-determinada resistência elétrica.

Os resistores são representados nos circuitos em uma das formas seguintes:



ou



### Especificação dos Resistores

\*O valor ôhmico do resistor é o valor resistivo desse componente medido em OHMS ou seus múltiplos: MEGAOHM, QUILOHM e submúltiplos: MILIOHM, MICROHM.

\*Precisão ou limite do erro do valor do componente é normalmente especificado junto com o valor do componente e indica a variação tolerável no seu valor ôhmico.

Exemplo:

Resistor de  $1\text{K}\Omega$

Valor mínimo de  $950\Omega$

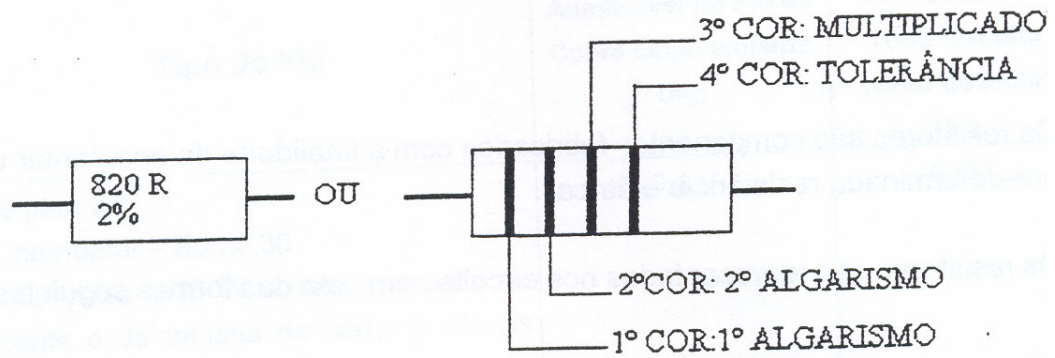
Precisão de + ou  $-5\%$

Valor máximo de  $1050\Omega$

São normalmente fabricados resistores com os seguintes valores de tolerância: 20%, 10%, 5%, 2%, 1%.

\*O valor ôhmico do resistor, bem como sua tolerância, são indicados diretamente impressos no corpo do componente ou através de um código de cores.

Exemplos:



Cor	Digitos Significativos	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	1 X	
Marrom	1	10 X	+ - 1%
Vermelho	2	100 X	+ - 2%
Laranja	3	1000 X	
Amarelo	4	10.000 X	
Verde	5	100.000 X	
Azul	6	1.000.000 X	
Violeta	7		
Cinza	8		
Branco	9		
Ouro		0,1 X	+ - 5%
Prata		0,01 X	+ - 10%
Sem cor			+ - 20%

Exemplo:

1º)

1º cor	_____	Valor	_____
2º cor	_____	Valor	_____
3º cor	_____	Valor	_____
4º cor	_____	Valor	_____
		Valor total	_____

2º)

1º cor	_____	Valor	_____
2º cor	_____	Valor	_____
3º cor	_____	Valor	_____
4º cor	_____	Valor	_____
		Valor total	_____

3º)

1º cor	_____	Valor	_____
2º cor	_____	Valor	_____
3º cor	_____	Valor	_____
4º cor	_____	Valor	_____
5º cor	_____	Valor	_____
		Valor total	_____

\*Os resistores tem um limite de potência elétrica que pode dissipar. São fabricados resistores de 1/8, 1/4, 1/2, 1, 3, 50 WATTS, dentre outros valores. Normalmente quanto maior o tamanho do resistor, maior é seu limite de potência dissipada.

Exemplo: 120Ω; + - 10%; 2 WATTS.

## TIPOS DE RESISTORES

### **Resistor Fixo**

É o resistor com dois terminais, de valor ôhmico fixo, dentro do seu limite de tolerância.

### **Resistor Ajustável**

Possui três terminais, sendo o central (CURSOR) móvel, permitindo seu ajuste através da fixação do referido cursor por parafuso ou dispositivo semelhante.

Pode ser do tipo resistor ajustável de fio ou trimpot.

Este tipo de resistor é utilizado quando o valor ajustado no resistor não é freqüentemente modificado.

### **Resistor Variável**

Resistor de três terminais, onde o cursor (terminal central) pode ser deslocado continuamente por ação sobre um eixo. É conhecido normalmente por POTENCIÔMETRO.

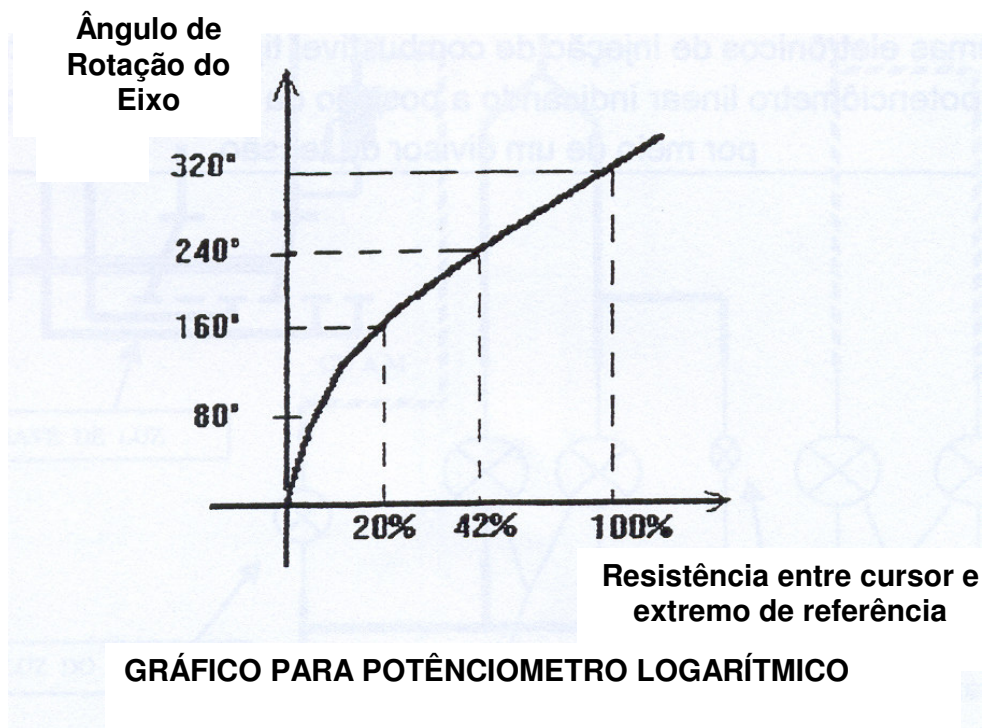
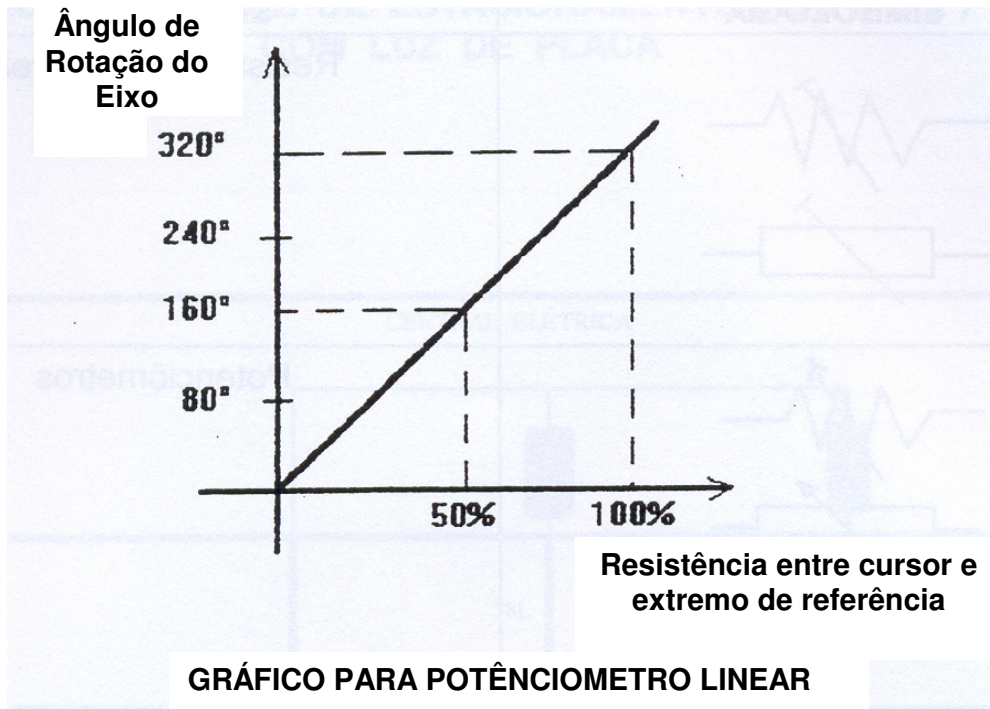
São construídos potenciômetros de película de carbono ou de fio. Os potenciômetros de fio suportam uma maior dissipação de potência.

Os potenciômetros dividem-se em:

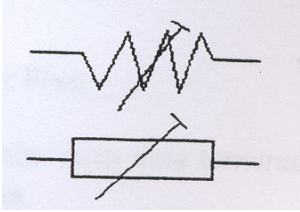
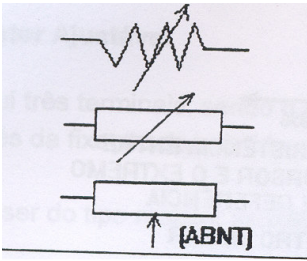
- LINEAR: a variação do seu valor ôhmico é linear com o movimento do cursor.
- LOGARÍTIMICA: Mudanças bruscas no valor ôhmico com o movimento do cursor.



Veja gráficos abaixo:



**Simbologia para Resistores Ajustáveis e Potenciômetros**

SIMBOLOGIA	SIGNIFICADO
	<p>Resistores Ajustáveis</p>
	<p>Potenciômetros</p>

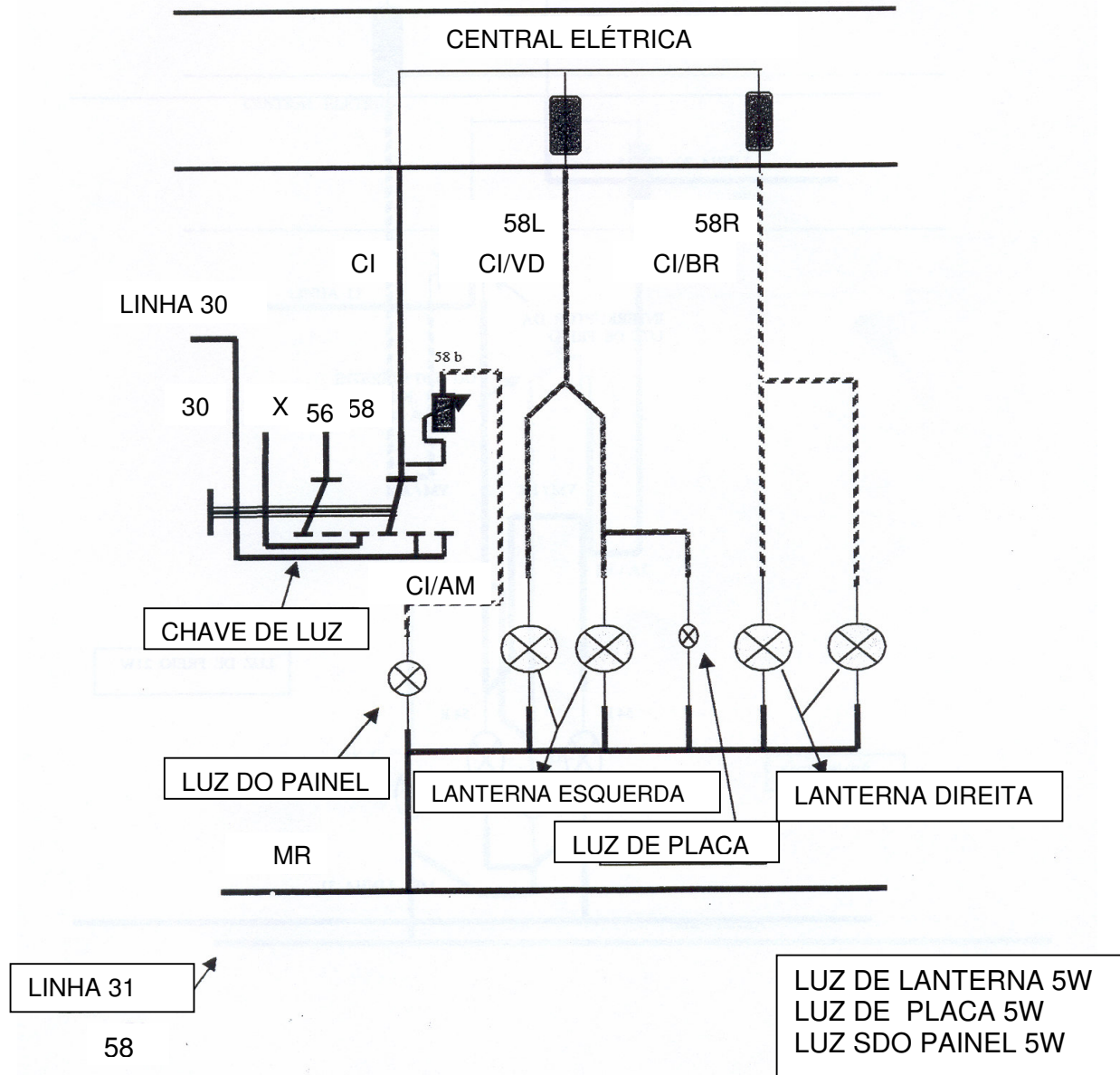
---

Os sistemas eletrônicos de injeção de combustível tipo EFI e MPFI trabalham com um potenciômetro linear indicando a posição da borboleta de aceleração, por meio de um divisor de tensão.

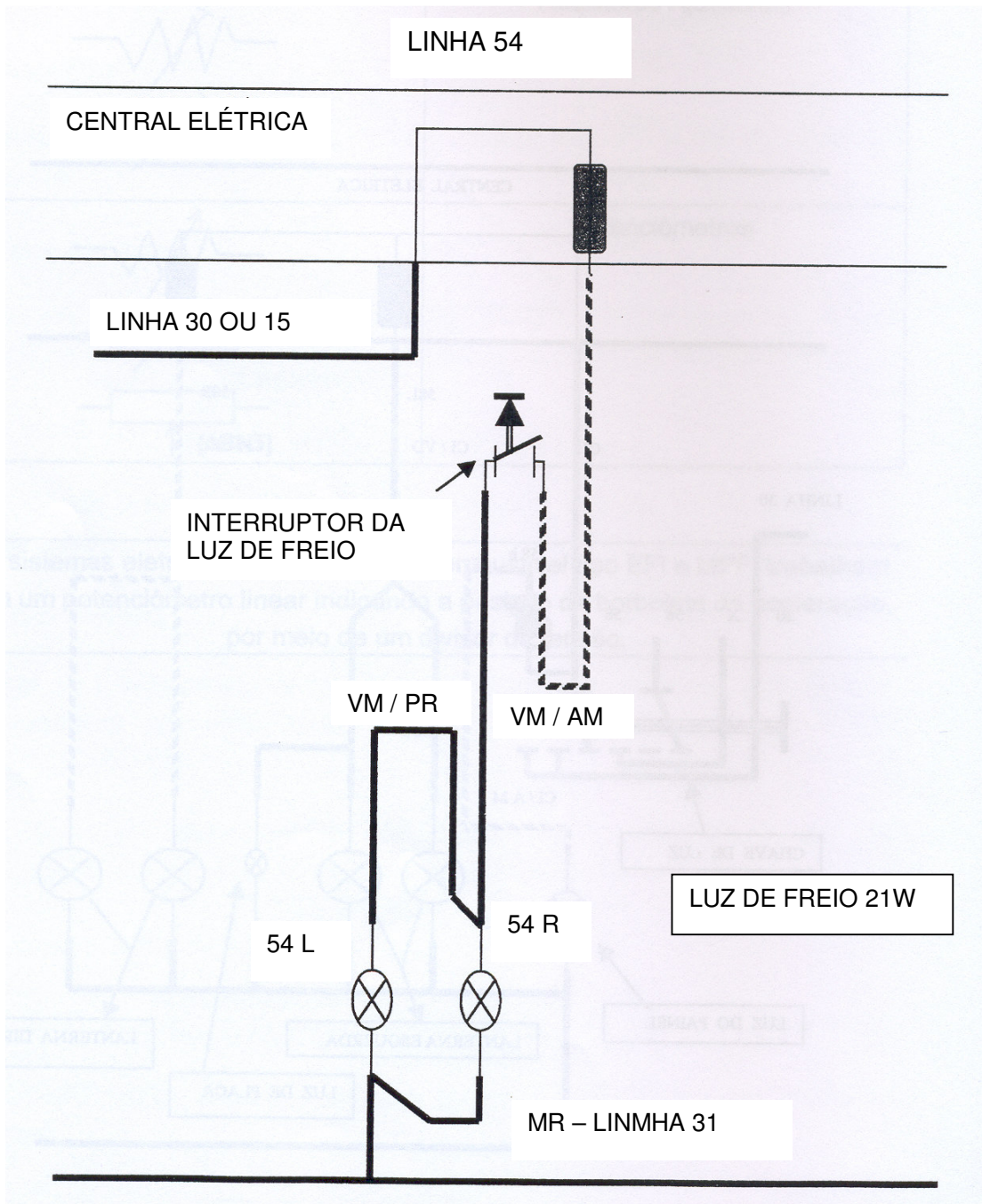
---

## ANEXOS – CIRCUITOS

### Circuito de Luz de Estacionamento (lateral) com Luz de Placa

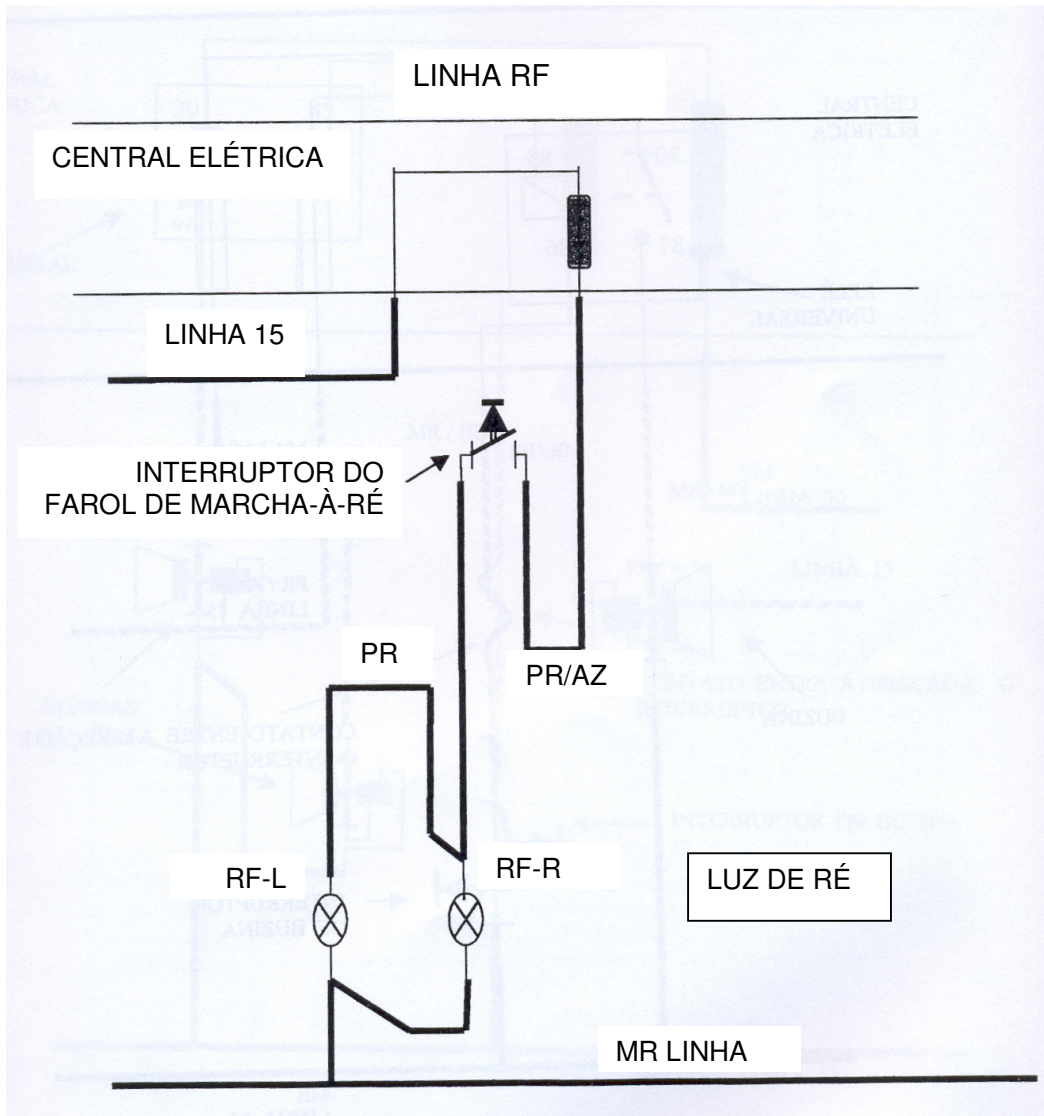


### Circuito de Lâmpada de Freio

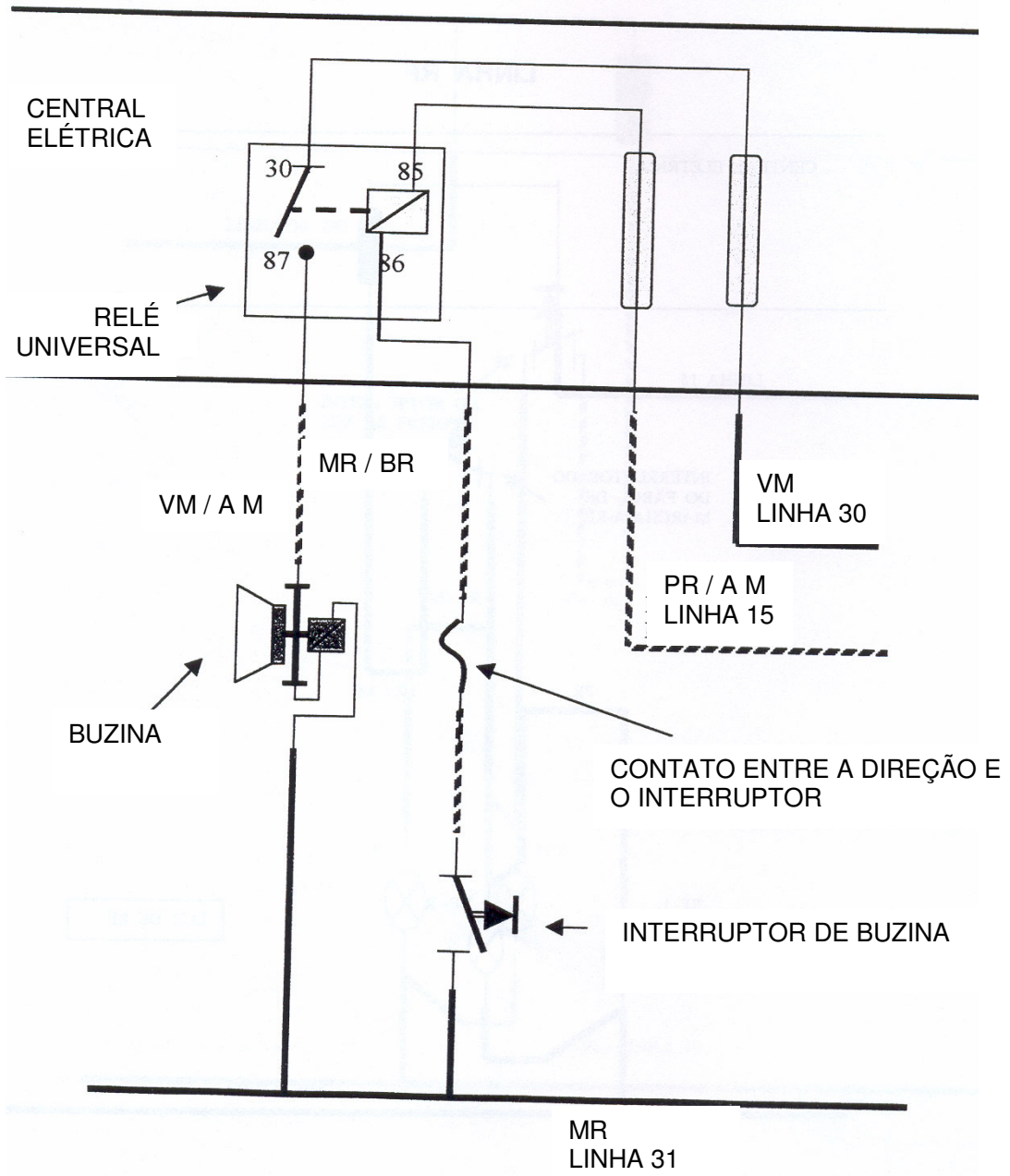




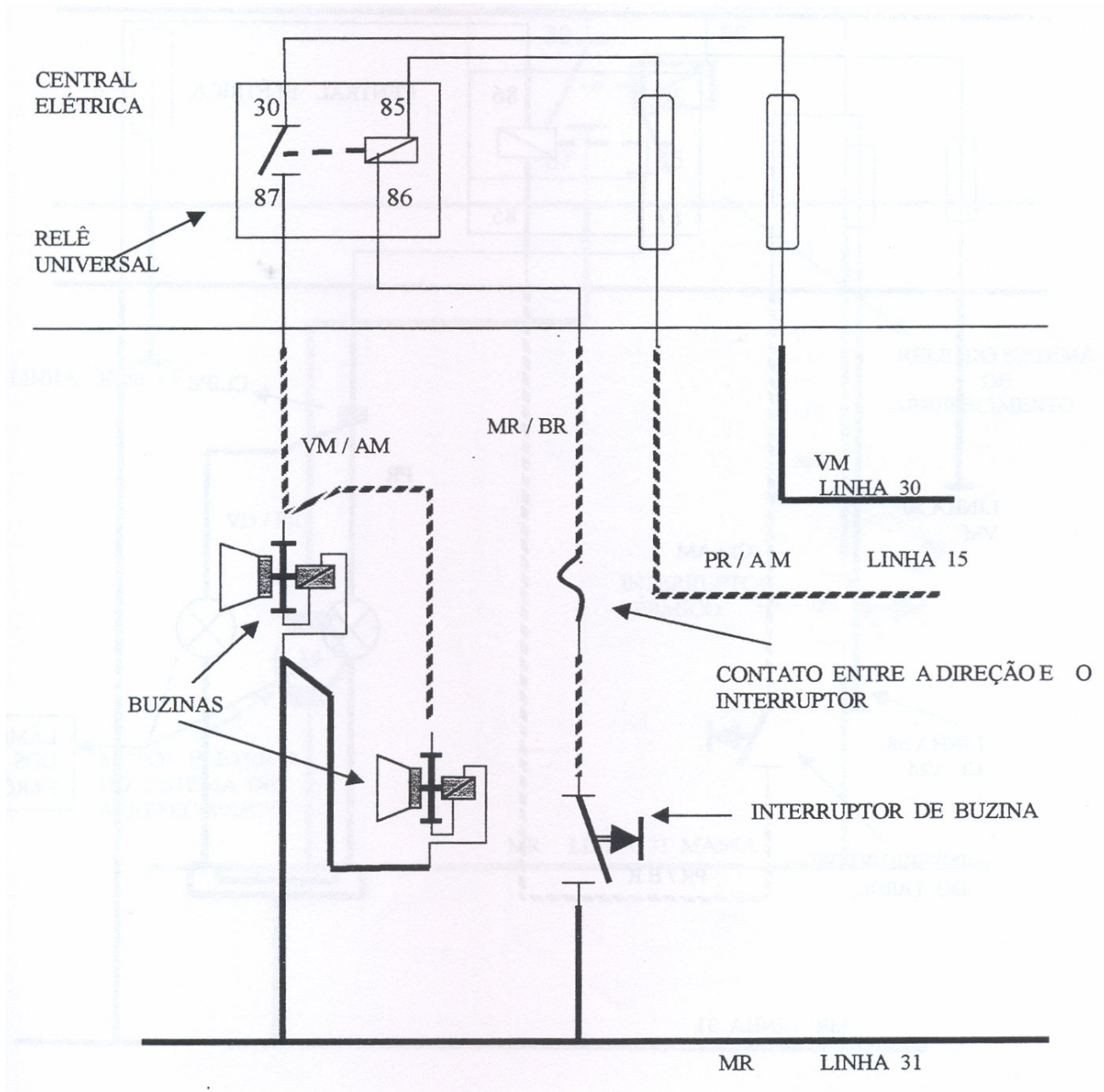
### Circuito do Farol de Marcha-à-ré



### Circuito de Buzina Simples com Relê

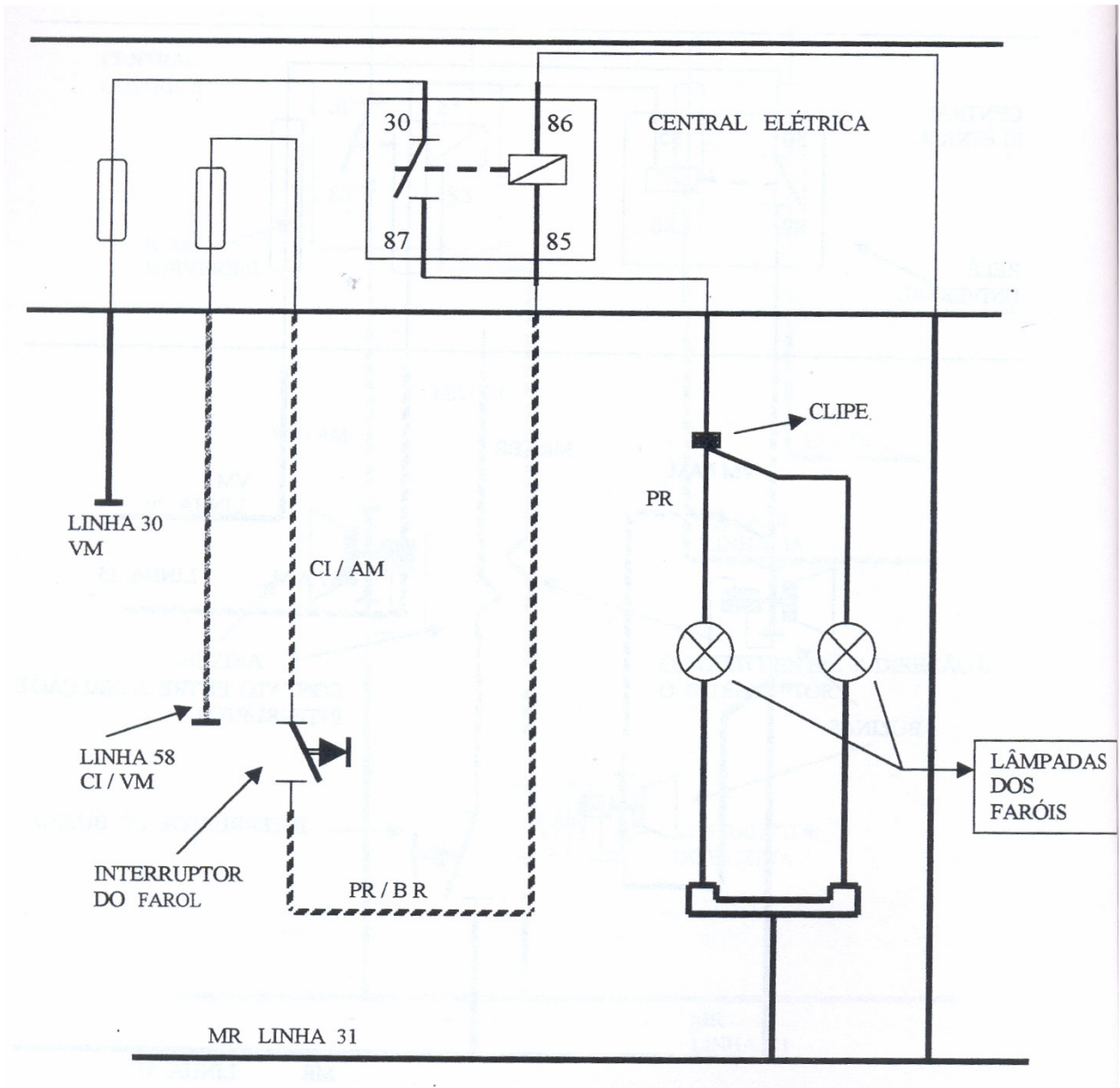


### Circuito de Buzina Dupla com Relê

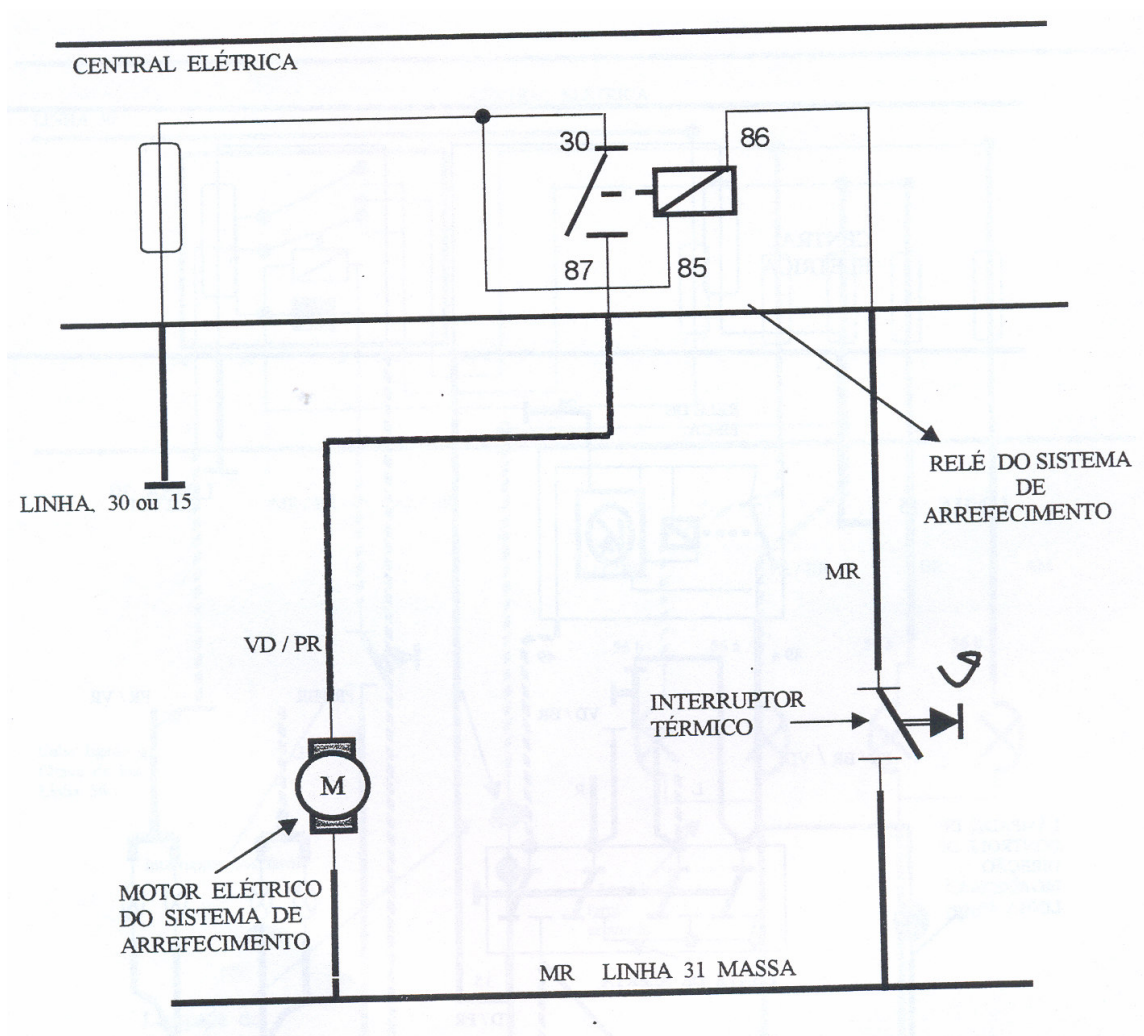




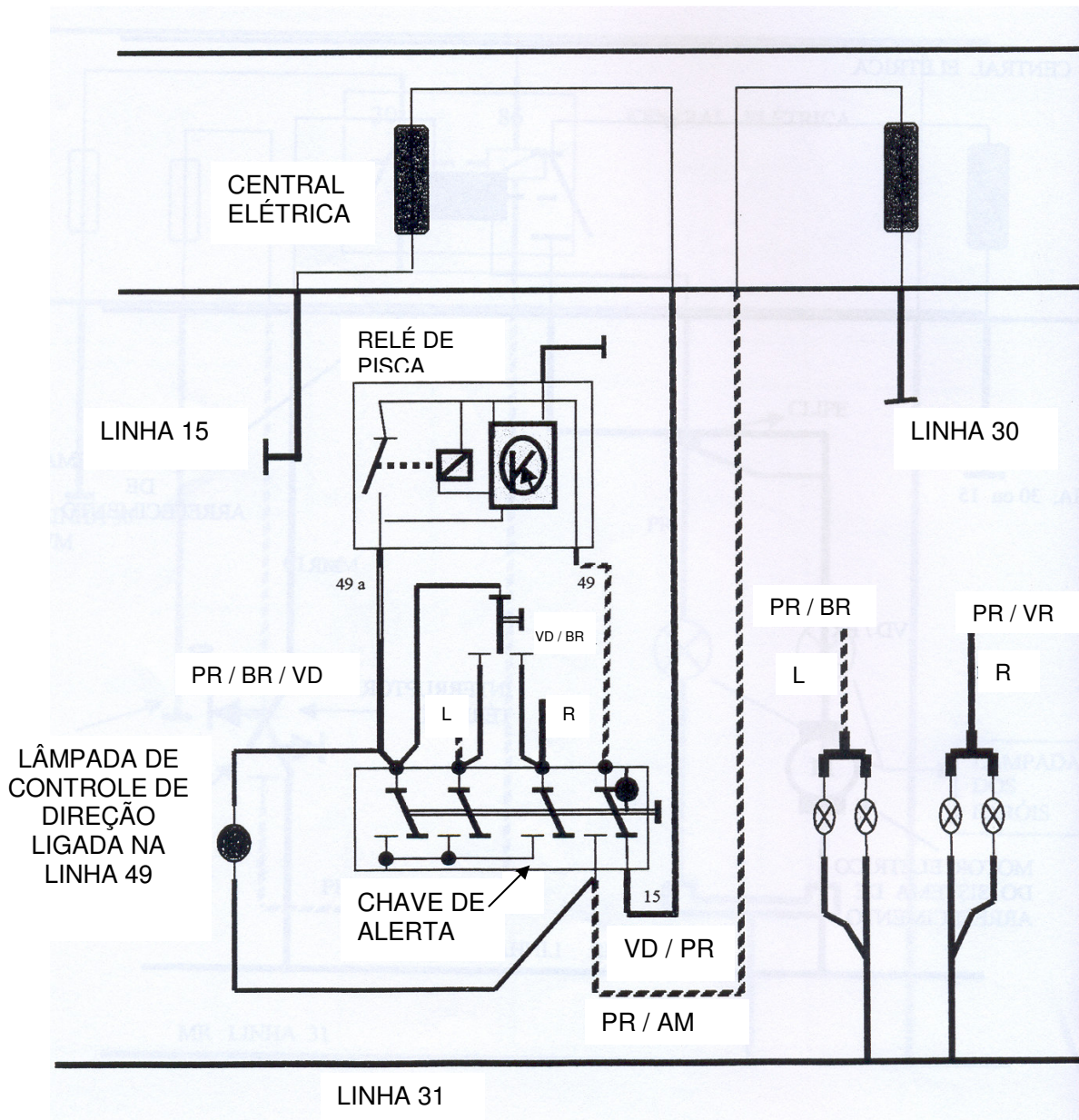
### Circuito de Farol de Milha



### Circuito do Eletroventilador, Sistema de Arrefecimento

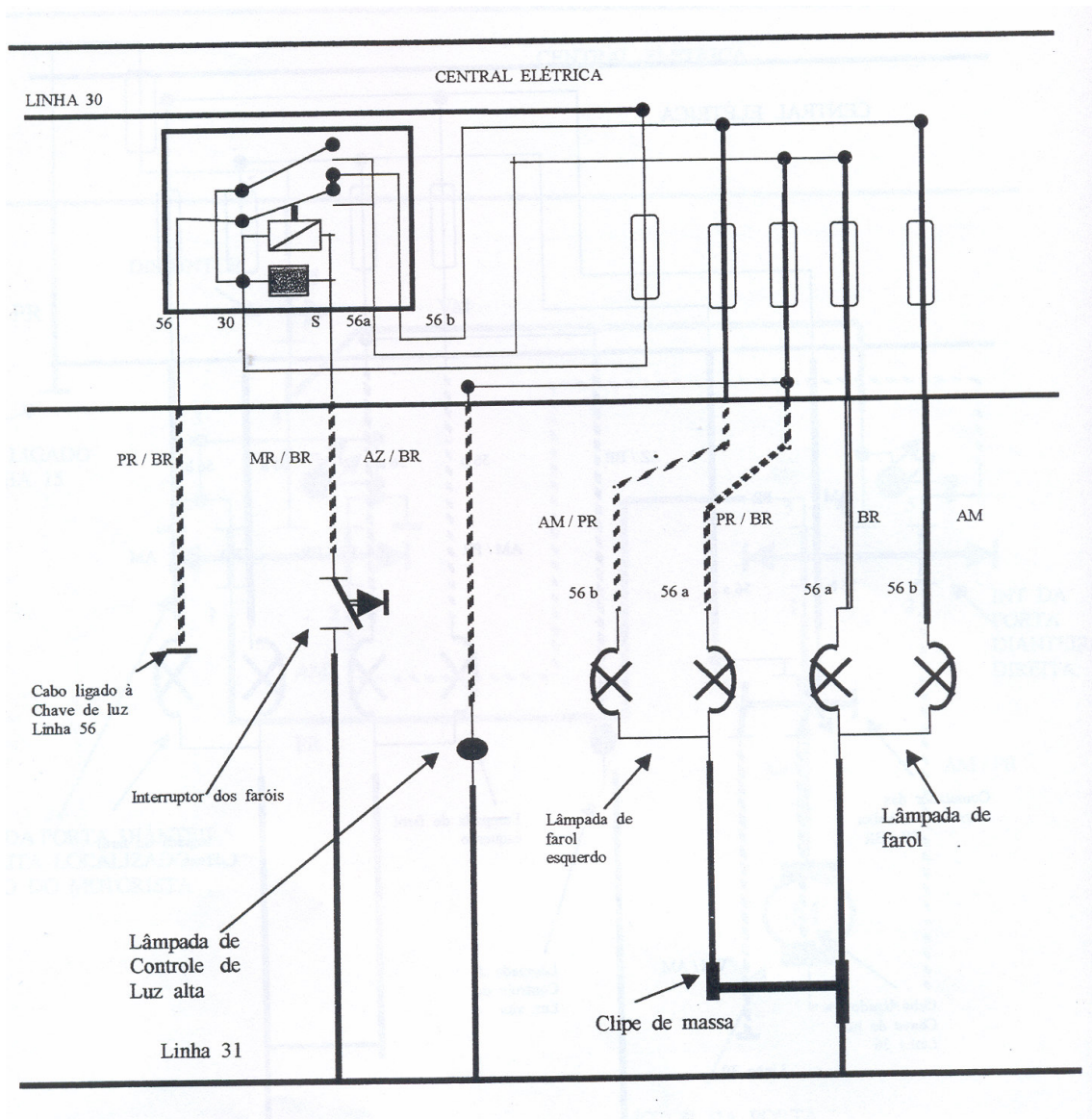


**Circuito Indicador de Direção (pisca-pisca) com Luz de Advertência**

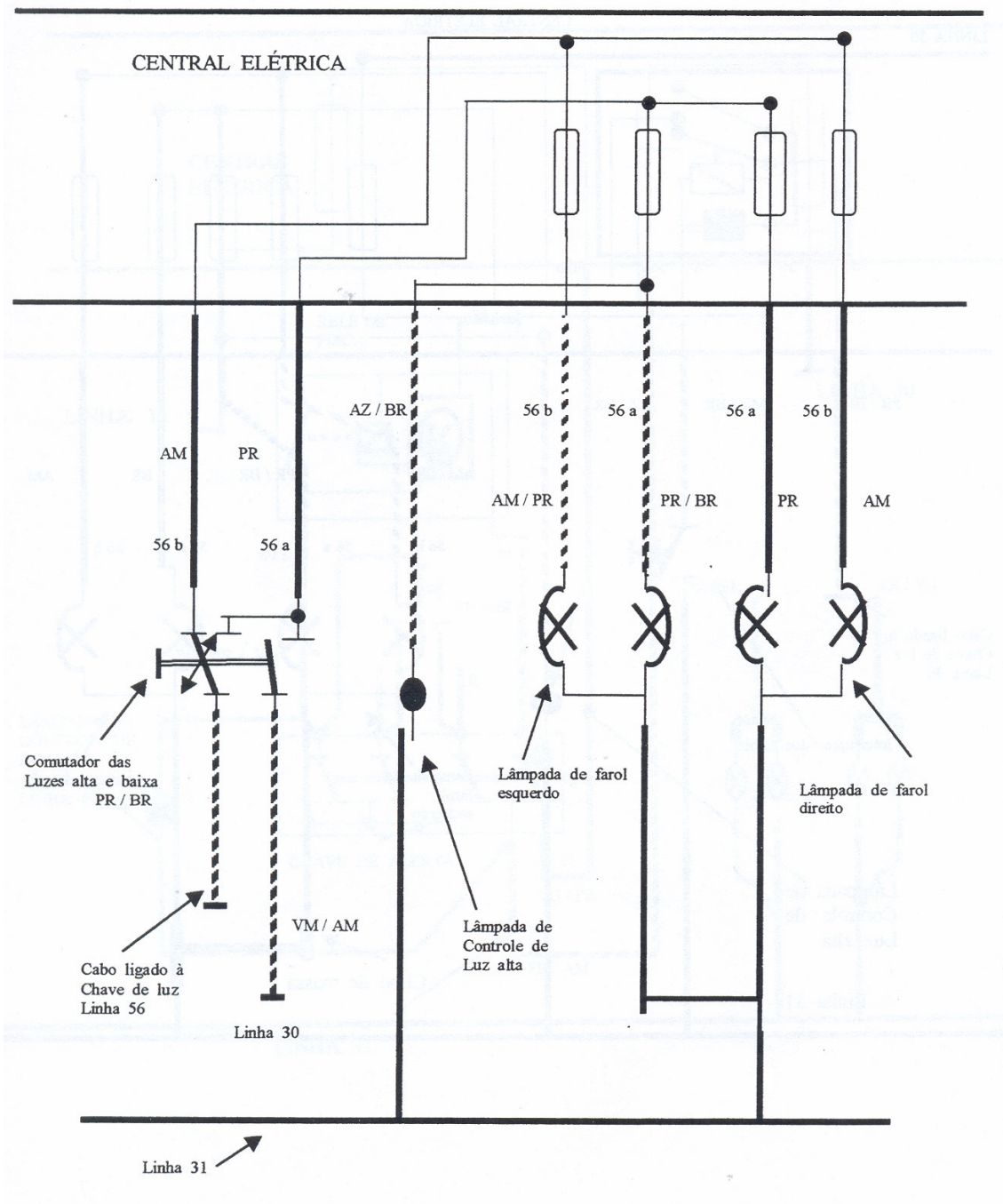




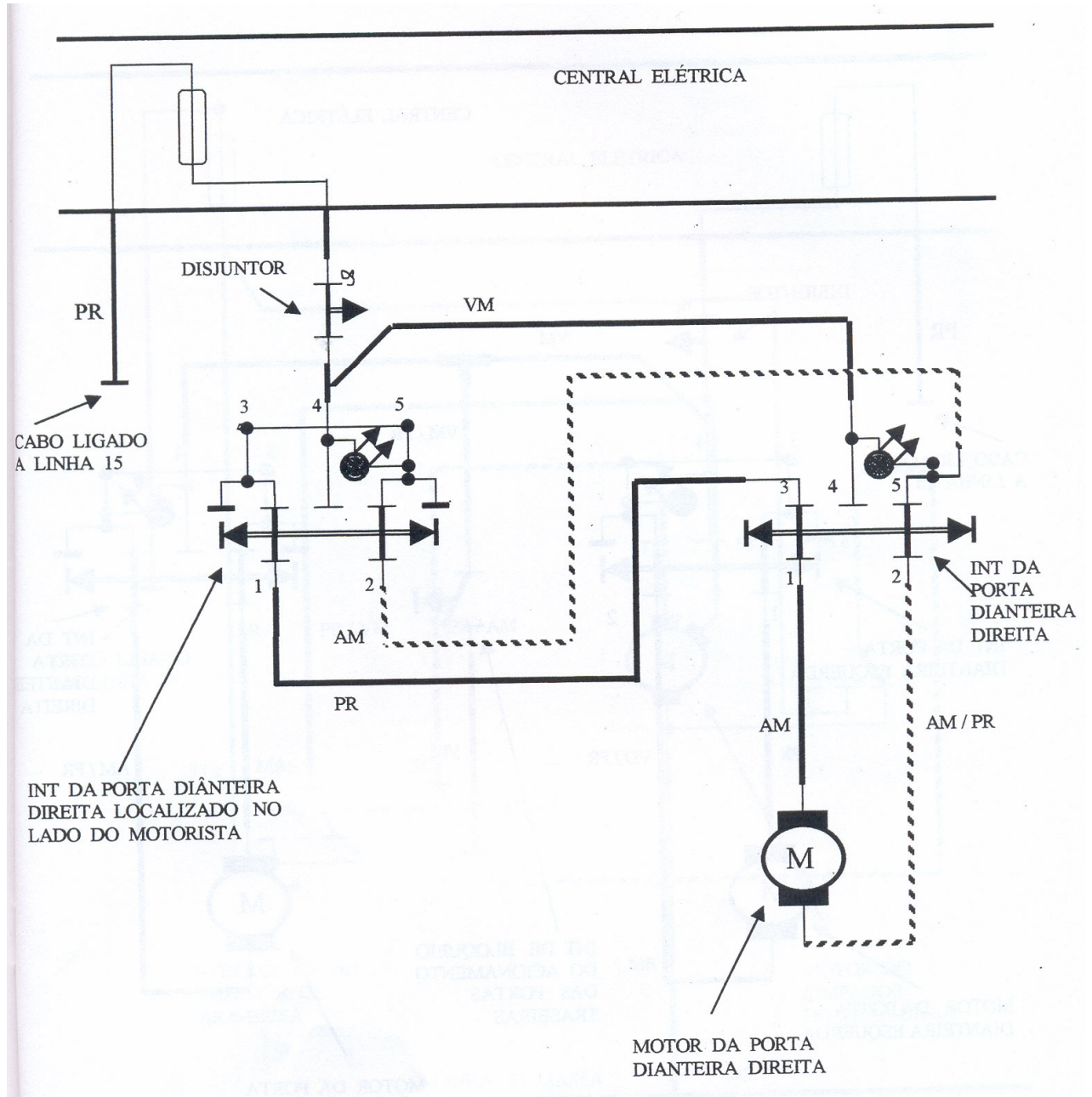
Circuito de Farol Alto e Baixo com Relê



**Circuito de Farol Alto e Baixo Comutação pela Chave**

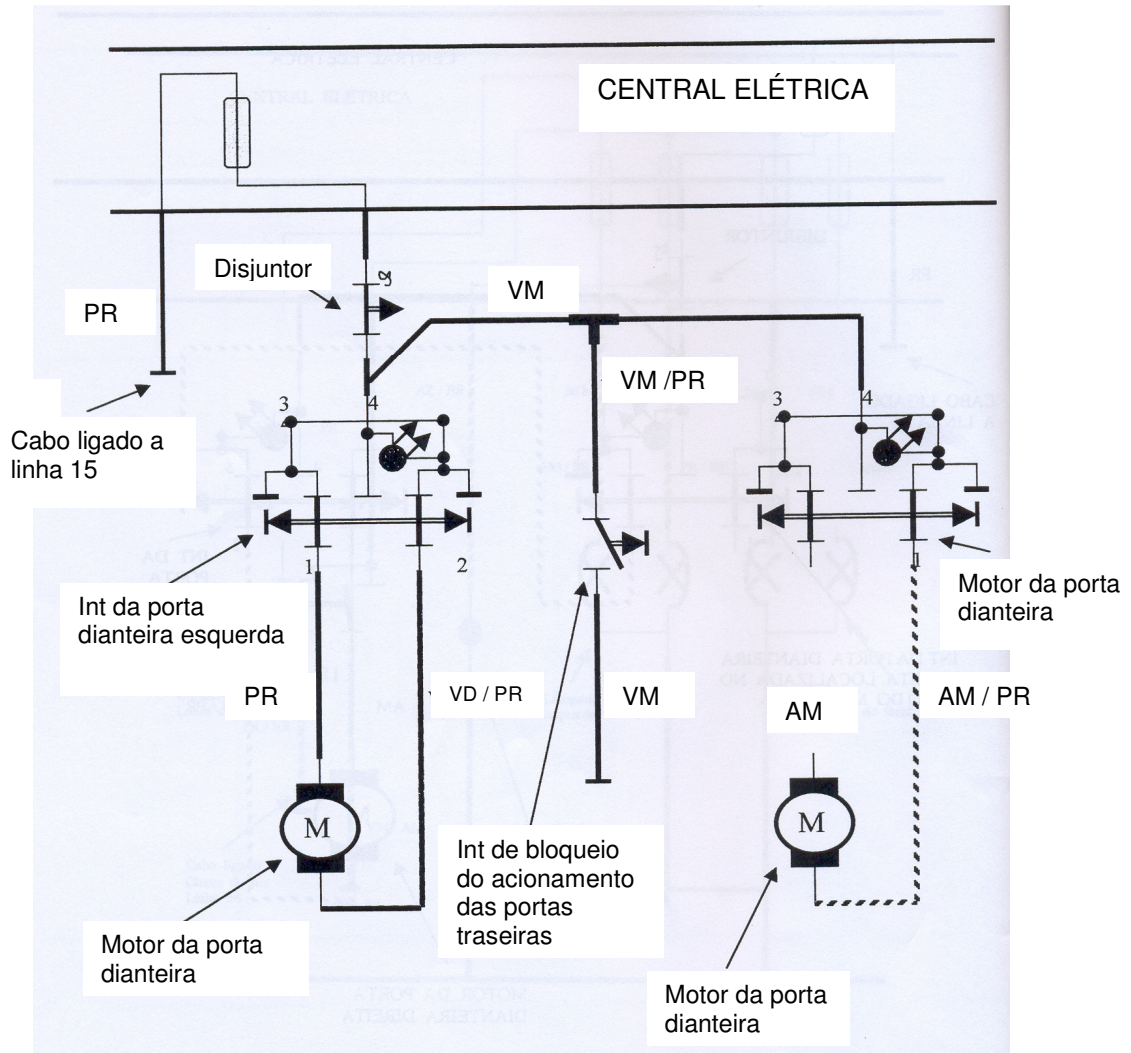


**Circuito de Acionamento Elétrico dos Vidros da Porta do Carona**

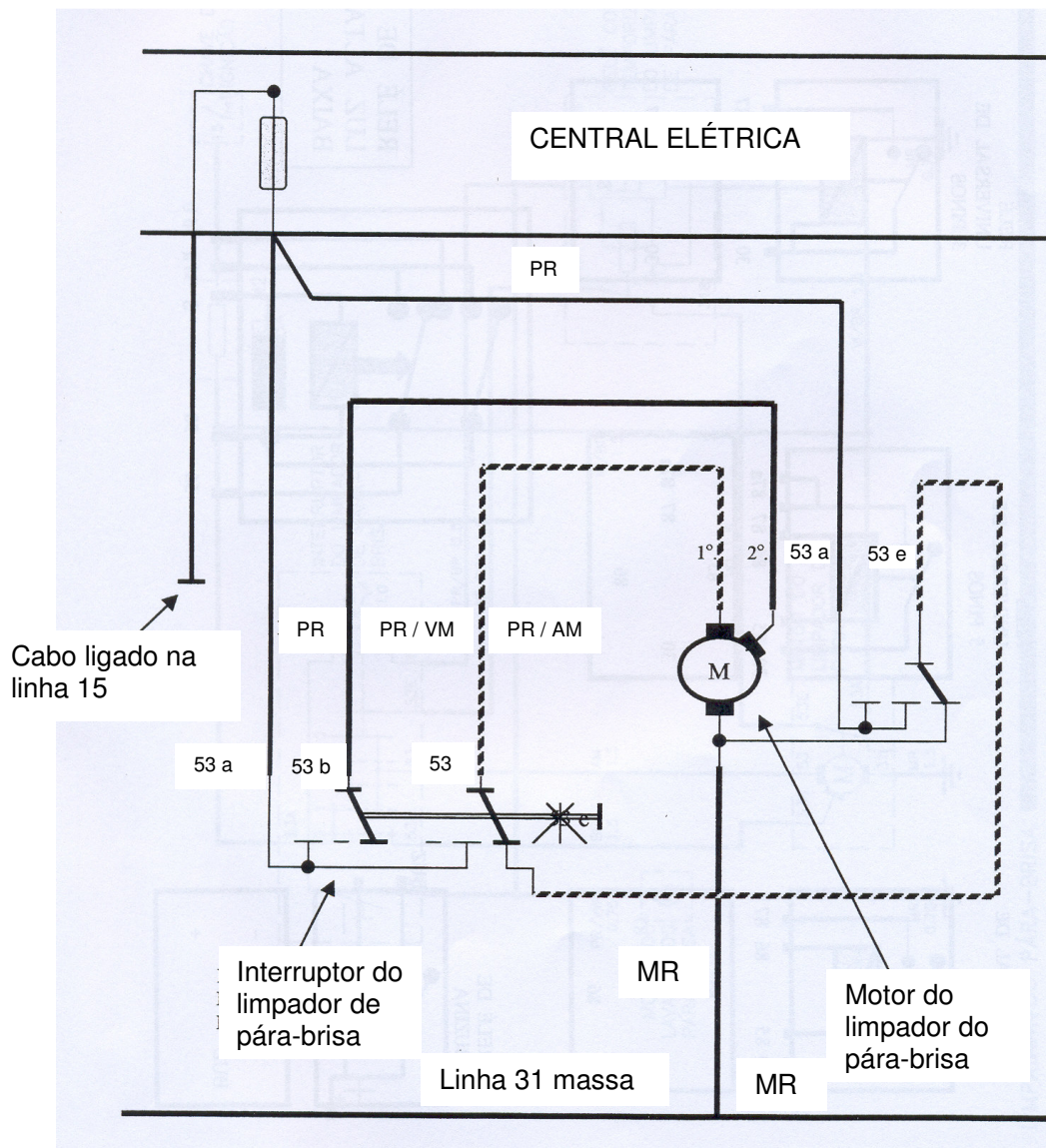




**Circuito de Acionamento Elétrico dos Vidros das Portas**

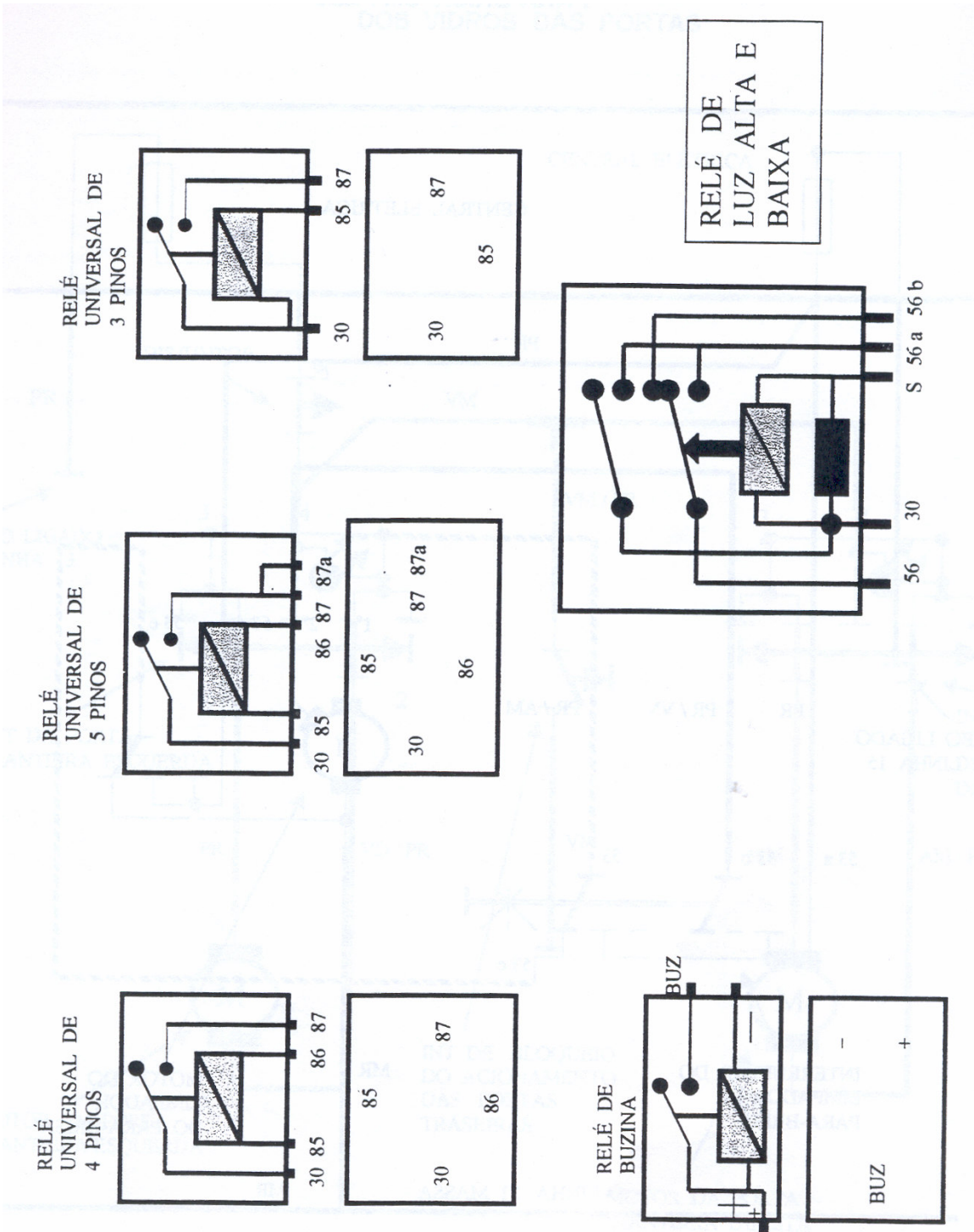


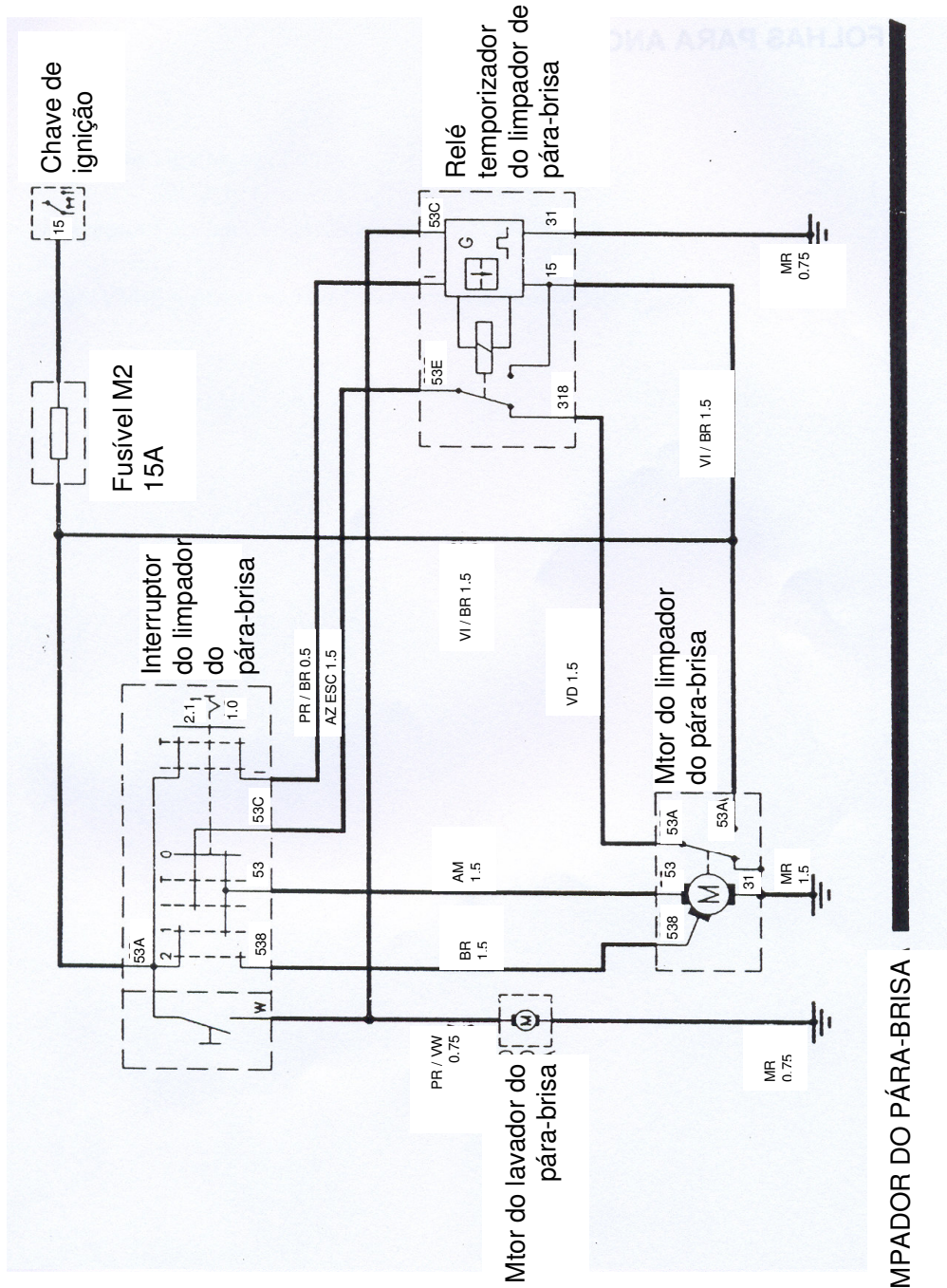
### Circuito do Limpador de Pára-brisa Simples





**Relê Universal ou Auxiliar Tipos**





LIMPADOR DO PÁRA-BRISA

## FOLHAS PARA ANOTAÇÕES

## **BIBLIOGRAFIA**

Informações Técnicas – Bosch.

Informações Técnicas – Mercedes Benz do Brasil S.A

SENAI-DR/PE – Mecânico de Automóveis I. Recife 1998.

**Elaboração**

Inaldo Caetano de Farias

**Digitação**

Danielle Ribeiro de Souza

**Diagramação**

Anna Daniella C. Teixeira

**Editoração**

Divisão de Educação e Tecnologia – DET.