

PRÁTICA DE APLICAÇÃO DOS RESISTORES



Prof. Eng. Alexandre Dezem Bertozzi, Esp.

www.bertozi.com

maio 2011 - v.1.0

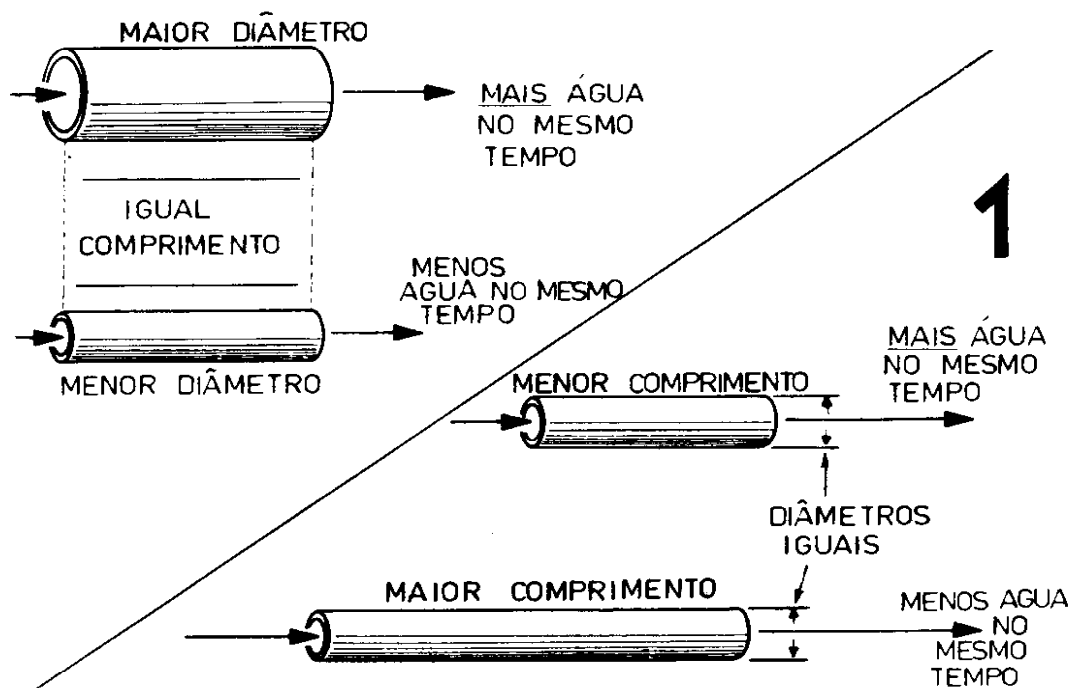
O RESISTOR

TEMA 1

Nas experiências com a Lei de Ohm, o aluno tomou conhecimento de um dos mais importantes componentes utilizados na Eletrônica: o RESISTOR. A função desse componente, embora importante — como foi dito — é muito simples e fácil de entender. Ele serve para exercer *resistência* à passagem da corrente elétrica, colocando *mais ou menos* obstáculo à essa passagem (dependendo do seu valor ôhmico...). Como foi visto, um resistor de *menor* valor coloca menos obstáculo à corrente, ocorrendo o inverso com um de *maior* valor. Todo e qualquer material (metal, carvão, madeira, água, vidro, etc.) oferece maior ou menor grau de dificuldade à passagem da corrente elétrica. Isso quer dizer que, a não ser o *vácuo absoluto* (ausência *total* de matéria), nada, mas nada *mesmo*, consegue impedir *totalmente* a passagem da corrente... Entretanto, o grau de dificuldade apresentado ao trânsito da corrente varia muito, de material para material, assim, convencionou-se classificar as coisas em três grandes blocos (no que se refere a esse grau de dificuldade):

- MATERIAIS BONS CONDUTORES — Aqueles que oferecem uma resistência mínima, ou quase nula, à passagem da corrente. Entre esses materiais estão praticamente todos os metais e suas ligas (misturas de metais), alguns gases e líquidos cujas características químicas facilitam o trânsito da corrente, o carvão, etc.
- MATERIAIS MAUS CONDUTORES (TAMBÉM CHAMADOS DE ISOLANTES) — Aqueles que oferecem *grande* resistência à passagem da corrente. O vidro, a água pura (destilada), a madeira, a borracha, o papel seco e a maioria dos plásticos, são, em maior ou menor grau, ISOLANTES.
- MATERIAIS SEMI-CONDUTORES — Aqueles que apresentam resistência “média” à passagem da corrente, não podendo então ser classificados como condutores bons ou como isolantes. Existem muitos minerais que podem ser classificados nessa categoria, mas os comumente utilizados na moderna Eletrônica são o *germânio* e o *silício* (matéria-prima básica dos transístores, Circuitos Integrados, etc.). Normalmente, essa característica de condutibilidade média é “controlada” ou “dosada” artificialmente através de processos industriais, já que, dificilmente seriam encontrados na Natureza, os materiais com os *exatos* graus de semi-condutibilidade exigidos para certas aplicações.

Vamos a uma analogia simples, para verificar como, utilizando-se um *mesmo* material, podem ser obtidos resistores de vários valores diferentes. Observem o desenho 1. Numa instalação hidráulica qualquer, os canos destinados a conduzir a água oferecem certo grau de resistência ao fluxo do líquido. Se tivermos, por exemplo, dois canos com o *mesmo* comprimento, porém com diâmetros diferentes, o condutor de *maior* diâmetro permitirá a passagem de *mais* água, no mesmo tempo, em relação ao cano de *menor* diâmetro. O mesmo fenômeno ocorre no caso de canos de *igual* diâmetro, porém de comprimentos *diferentes*, caso em que o cano *mais curto* permitirá a passagem de *mais* água no mesmo tempo, em relação ao condutor mais comprido.



Os materiais utilizados na Eletrônica (mais especificamente na construção de resistores...) comportam-se de maneira similar. Assim, se tivermos dois cilindros de *carbono* (carvão) de igual comprimento, porém de diâmetros diferentes, o de maior diâmetro oferecerá menos resistência (terá um *valor ôhmico* menor, portanto...) à passagem da corrente do que o de menor diâmetro. Ainda, se tivermos dois cilindros de carbono com diâmetro idêntico, porém de comprimentos diferentes, o *mais curto* oferecerá menor resistência à corrente do que o mais comprido.

O desenho 2 mostra, ao alto, os símbolos mais adotados para "representar" os resistores utilizados na Eletrônica. Também no desenho aparecem (em seus aspectos "reais") um resistor comum, de carbono e um resistor "de fio". O resistor de carbono costuma

apresentar-se como um pequeno cilindro, tendo terminais metálicos axiais (dispositivos como se atravessassem o "eixo" do cilindro...). Sobre o corpo do cilindro, são gravadas faixas coloridas segundo um código especial (explicado mais adiante) que permite a "leitura" do valor ôhmico do resistor. Já os resistores de fio, costumam apresentar corpo cilíndrico também, porém de material cerâmico, envolvido por um fio metálico (quase sempre protegido por uma camada de tinta ou outro material isolante). Esse fio é conectado eletricamente a dois terminais metálicos colocados nas extremidades.

RESISTÊNCIA = R = 

SÍMBOLOS
RESISTOR FIXO

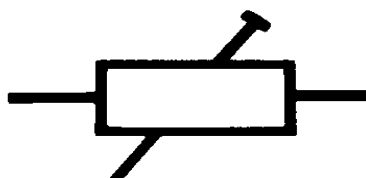
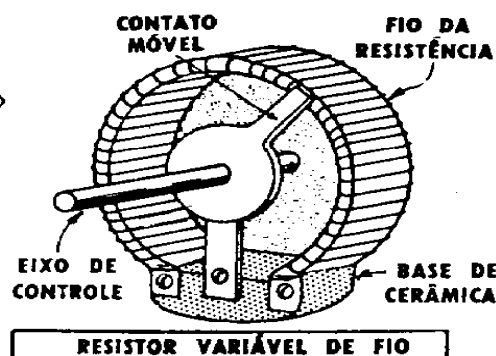
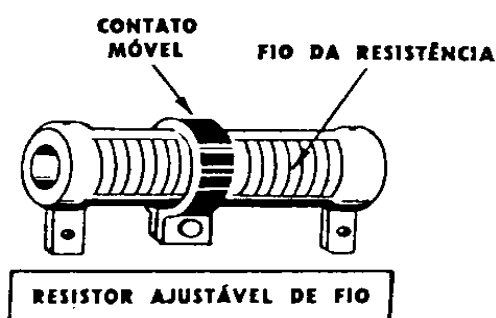
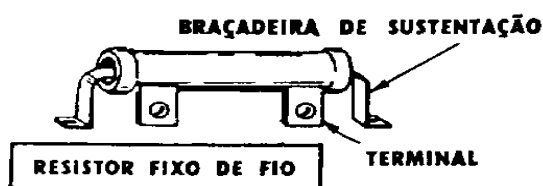


TIPOS DE RESISTORES

Os resistores são classificados de duas maneiras: (1) quanto à construção (de fio e de carvão) e (2) quanto à função (constante, ajustável, variável).



2



SÍMBOLOS



TEMA 2

A WATTAGEM (DISSIPACÃO) DOS RESISTORES

Como já foi visto na parte teórica da Lei de Ohm, a quantidade de corrente que circula por um resistor depende de dois fatores: a voltagem (V) a que está submetido e ao próprio valor ôhmico do resistor (R), de acordo com a fórmula $I = V/R$, ou seja: *corrente é igual à voltagem dividida pela resistência*. Vamos supor então um resistor de 100Ω submetido a uma voltagem de 10 volts. Calculando-se a corrente, teremos:

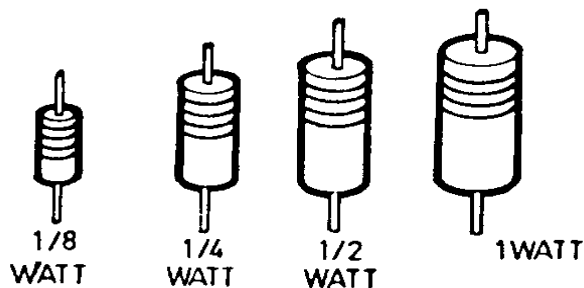
$$I = V/R \text{ ou } I = 10/100 \text{ ou } I = 0,1 \text{ ampères.}$$

Obtida a corrente que passa pelo resistor, podemos conseguir a *potência* (em watts — W) consumida pelo resistor (e que deve ser dissipada pelo mesmo, sob a forma de calor irradiado). A chamada *Lei da Potência* deriva da Lei de Ohm, e pode ser enunciada da seguinte maneira: a potência consumida por um circuito (no caso o “circuito” é o próprio resistor...) é igual ao produto da tensão aplicada aos seus terminais (em volts — V) pela intensidade da corrente elétrica (em ampères — A) que por ele passa.

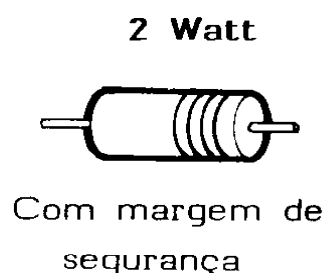
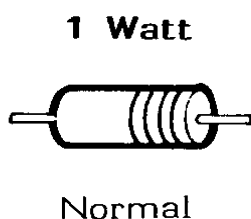
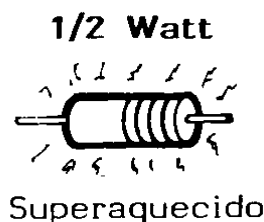
Então temos que, para obter a *potência*, precisamos saber a *voltagem* e a *corrente*. Esses dados nós já obtivemos no cálculo anterior, assim, podemos aplicar a nova fórmula:

$$P = V \times I \text{ ou } P = 10 \times 0,1 \text{ ou } P = 1 \text{ watt.}$$

Isso quer dizer que o nosso hipotético resistor de 100Ω , submetido a uma tensão de 10 volts (e, conseqüentemente, percorrido por uma corrente de 0,1 ampères...), *consome* 1 watt. Deverá então o resistor ser “capaz de dissipar” essa potência de 1 watt, de preferência com larga margem de segurança. Assim, para que não ocorra aquecimento excessivo do componente, devemos colocar nesse “circuito” um resistor de, no mínimo, 2 watts (o *dobro* da potência “consumida”). Como a dissipação dessa potência (na forma de calor) é diretamente proporcional ao tamanho do componente (maior tamanho — maior dissipação), os resistores de “maior wattagem” são também maiores “fisicamente”, como se pode ver na parte inferior do desenho 3, onde aparecem, embora não “em escala”, guardando as diferenças proporcionais de tamanho, resistores de 1/8 de watt, 1/4 de watt, 1/2 watt e 1 watt. Além dos mostrados, existem resistores especiais para wattagens elevadas (2, 5, 10 watts ou mais), porém de aplicação muito restrita na Eletrônica moderna. Esses resistores de alta dissipação são verdadeiros trambolhos (se comparados com os de wattagem reduzida...).



3



TEMA 3

VALORES DOS RESISTORES EXISTENTES NO COMÉRCIO (EM OHMS – Ω)

Em Eletrônica, necessitamos, dependendo dos requisitos do circuito onde devam ser empregados, resistores numa faixa muito ampla de valores ôhmicos, desde poucas dezenas de ohms até dezenas de milhões de ohms. Obviamente, é impossível aos fabricantes de componentes eletrônicos produzirem resistores com todo e qualquer valor imaginável. Assim, são fabricados resistores com uma série de valores “padronizados”.

A mais comum dessas séries de valores é baseada nas seguintes grandezas:

1 – 1,5 – 2,2 – 3,3 – 4,7 – 6,8 Ω .

Podemos então encontrar no varejo resistores com todos esses valores, mais todos os múltiplos progressivos de 10 de tais valores, ou seja:

10 – 15 – 22 – 33 – 47 – 68 Ω (valores básicos x 10)

100 – 150 – 220 – 330 – 470 – 680 Ω (valores básicos x 100).

E assim por diante, até os valores básicos da série multiplicados por 10.000.000:

10.000.000 – 15.000.000 – 22.000.000 (não são disponíveis, normalmente valores superiores a 22.000.000 Ω).

Também existem duas outras séries “encontráveis” no varejo, essas com uma faixa maior de valores básicos, conforme as relações a seguir:

$$\begin{array}{c}
 1 - 1,2 - 1,5 - 1,8 - 2,2 - 3,3 - 3,9 - 4,7 \\
 5,6 - 6,8 - 8,2\Omega \\
 1 - 1,1 - 1,2 - 1,3 - 1,5 - 1,6 - 1,8 \\
 2 - 2,2 - 2,4 - 2,7 - 3 - 3,3 - 3,6 - 3,9 - 4,3 \\
 4,7 - 5,1 - 5,6 - 6,2 - 6,8 - 7,5 - 8,2 - 9,1\Omega.
 \end{array}$$

Nessas séries também existem todos os valores em seus múltiplos progressivos de 10, até o valor máximo de 22.000.000 Ω .

“ENCURTANDO” A QUANTIDADE DE ZEROS

Resistores de valores ôhmicos muito elevados ficam com o “nome muito comprido”, tornando pouco prática a sua grafia, pela grande quantidade de zeros após o valor do sub-múltiplo básico. Assim, convencionou-se usar abreviações para alguns múltiplos:

K (quilo) – equivale a multiplicar os algarismos precedentes por 1.000.

M (mega) – equivale a multiplicar os algarismos anteriores por 1.000.000.

Vamos exemplificar: a tabela mostra como se pode escrever o valor de alguns resistores, com e sem as abreviações dos múltiplos:

sem a abreviação	com a abreviação
1.000 Ω	1K Ω
4.700 Ω	4,7K Ω ou 4K7 Ω
100.000 Ω	100K Ω
1.000.000 Ω	1M Ω
1.500.000 Ω	1,5M Ω ou 1M5 Ω

Notar então que, a letra significativa do múltiplo (K para mil vezes e M para um milhão de vezes) também pode ser usada no lugar da “vírgula”, simplificando ainda mais a grafia e a leitura do valor. Em alguns casos – e uma vez que se tenha a certeza de que estão sendo mencionados resistores, e não outro componente qualquer – até o símbolo Ω (ohm) pode ser eliminado ou (nos resistores de baixo valor), substituído pela letra R, conforme exemplos a seguir:

1 Ω	equivale a	1R
4,7 Ω	equivale a	4R7
1M Ω	equivale a	1M

Com um pouco de prática e atenção, não será difícil “ler-se” o valor, qualquer que seja o sistema de abreviações adotado.

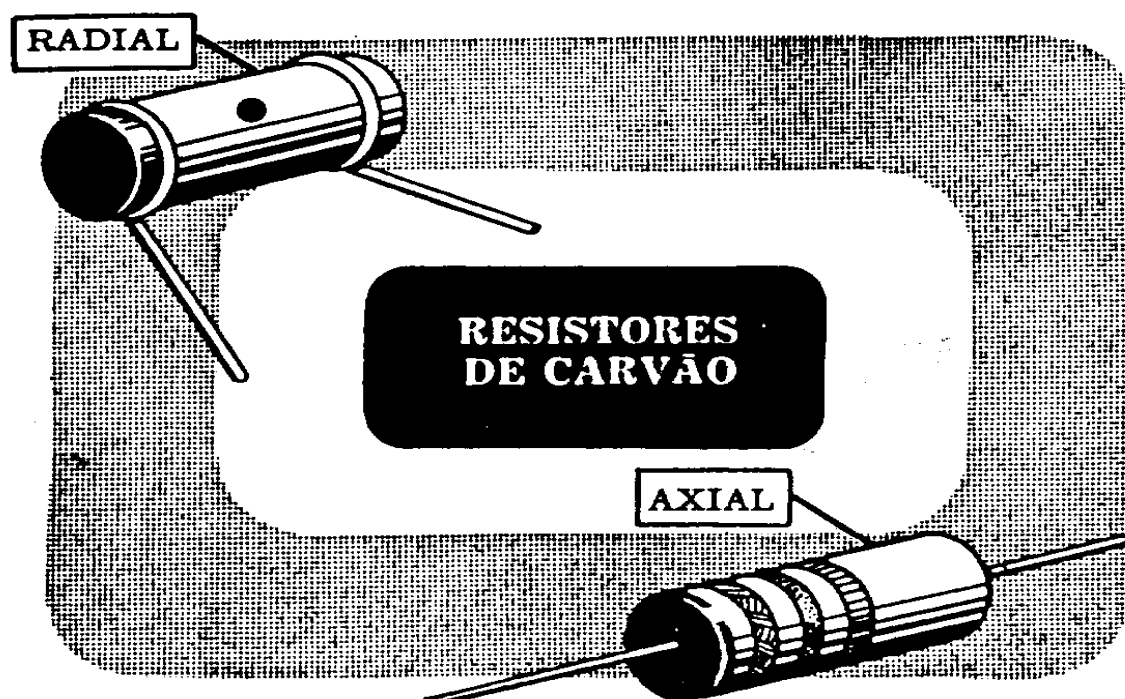
TEMA 4

CÓDIGO DE CORES

Nos resistores de "corpo" grande (de alta wattagem), não se torna muito difícil para o fabricante imprimir o seu valor (usando letras e algarismos mesmo) sobre a peça. Entretanto, nos resistores com dissipação abaixo de 1 watt, pelo próprio tamanho do componente, isso torna-se impraticável. Além desse problema, o manuseio da peça pode, com o tempo, "apagar" a inscrição do valor, dificultando a vida de quem precisa saber "de quantos ohms é" determinado resistor, antes de ligá-lo a um circuito.

Convencionou-se então escrever esses valores no corpo da peça através de um código de faixas coloridas, no qual, cada cor, dependendo da sua posição, tem um significado específico. O desenho 4 mostra, à direita, bem ampliado, o corpo de um resistor com o seu código de cores, que é gravado em "faixas" ou anéis que devem ser "lidos" sempre a partir da cor mais próxima a uma das extremidades do componente.

A primeira cor codifica o primeiro algarismo significativo. A segunda cor representa o segundo algarismo significativo. A terceira cor indica o número de zeros que devem ser acrescentados aos dois primeiros algarismos significativos. Finalmente, a quarta cor indica a tolerância do componente. A tabela mostra o significado das cores (dependendo da sua "posição" nos anéis).



Sistema de faixas da
extremidade para o centro



CÓDIGO DE CORES DE RESISTORES

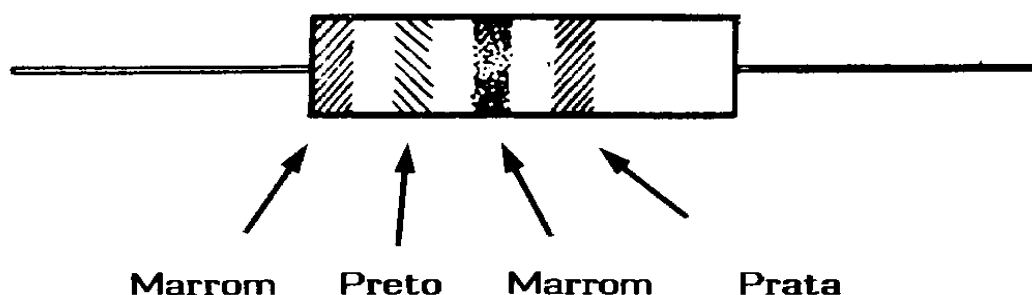
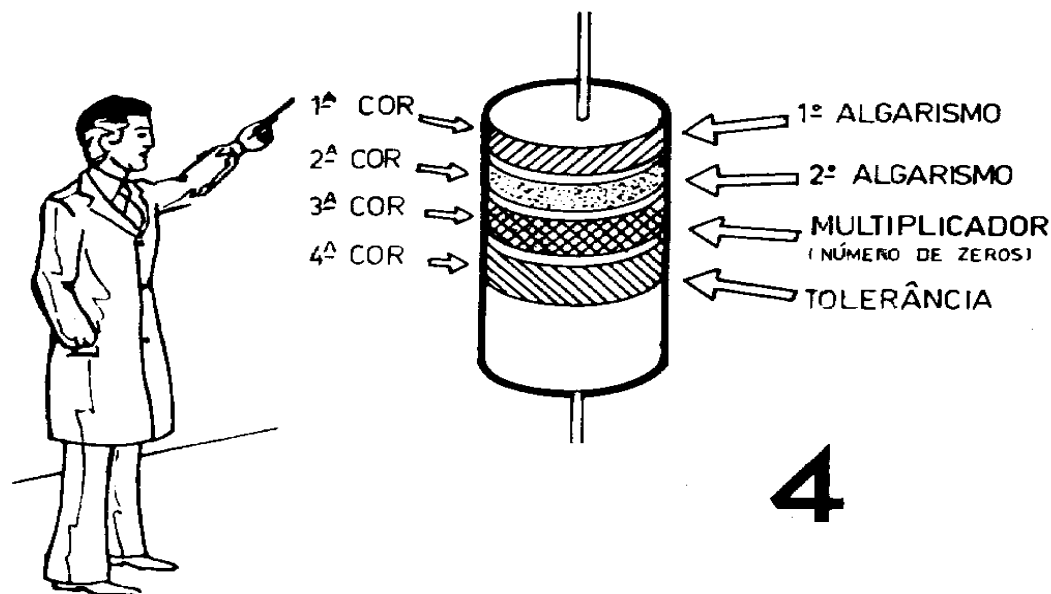
<i>cor</i>	<i>1ª e 2ª anéis (algarismos significativos)</i>	<i>3ª anel (número de zeros)</i>	<i>4ª anel (tolerância)</i>
PRETO	0	—	—
MARROM	1	0	1%
VERMELHO	2	00	2%
LARANJA	3	000	3%
AMARELO	4	0000	4%
VERDE	5	00000	—
AZUL	6	000000	—
VIOLETA	7	0000000	—
CINZA	8	00000000	—
BRANCO	9	000000000	—
DOURADO	—	<i>multiplicar por 0,1</i>	5%
PRATEADO	—	<i>multiplicar por 0,01</i>	10%
(SEM COR)	—	—	20%

Vamos então “ler” o
valor de alguns resistores
dados como exemplo também
no desenho 4

O primeiro resistor apresenta,
pela ordem, as seguintes
faixas coloridas:

1ª – marrom
2ª – preto
3ª – marrom
4ª – prateado





Interpretando as cores segundo o código, teremos:

- marrom — 1 — (primeiro algarismo significativo)
- preto — 0 — (segundo algarismo significativo)
- marrom — 0 — ("zeros" a serem acrescentados aos dois primeiros algarismos significativos)
- prateado — 10% — tolerância do componente.

Reescrevendo a coisa na horizontal, temos "um resistor de 100Ω, com tolerância de 10%". Fácil, não é?

Vamos ver o segundo e terceiro resistores do exemplo:

- 1ª — vermelho — 2 — (primeiro algarismo significativo).
- 2ª — vermelho — 2 — (segundo algarismo significativo).
- 3ª — laranja — 000 — ("zeros" a serem acrescentados aos dois primeiros algarismos significativos).
- 4ª — dourado — 5% — tolerância do componente.

"Resultado" da leitura: um resistor de 22.000Ω (ou 22KΩ) apresentando tolerância de 5%.

SIGNIFICADO DA TOLERÂNCIA

O índice dado para a tolerância do componente, significa o quanto o seu valor pode variar — “para cima ou para baixo” — sem que isso significa erro ou má fé do fabricante quanto à exatidão ôhmica do componente. Assim, um resistor de $1K\Omega - 10\%$ (quarto anel prateado), pode ter, na realidade, qualquer valor entre 900Ω e 1.100Ω .

20% Não tem marca de tolerância



10% Ponto ou faixa prateada

5% Ponto ou faixa dourada

4. FAIXA

Indica a tolerância de acordo com o código de cores



RESISTORES COM MENOS DE 100 OHMS

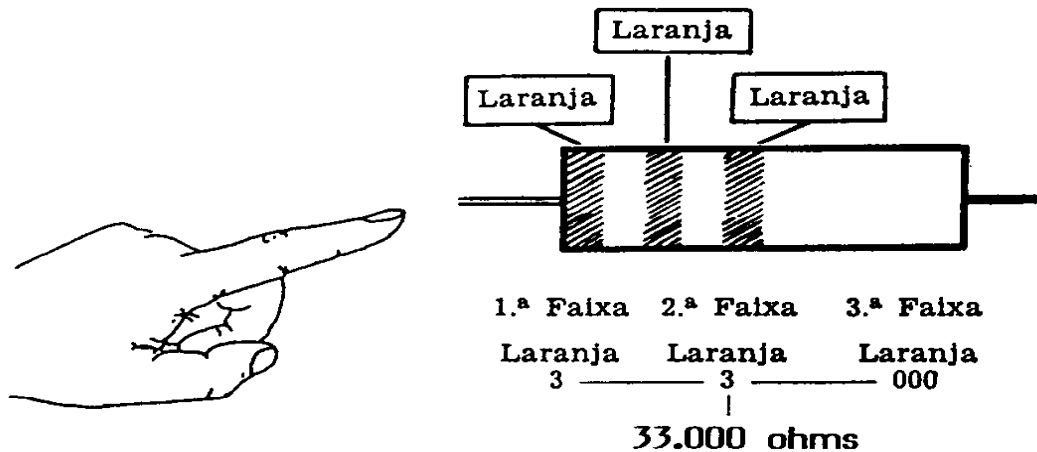
Quando aparecem no 3º anel as cores dourado ou prateado, elas significam (ver código), respectivamente, que o número formado pelos dois primeiros algarismos significativos deverá ser dividido por 10 ou por 100 (ou, o que dá na mesma, multiplicados por 0,1 ou 0,01, respectivamente). Vamos a um exemplo:

Um resistor que apresente as seguintes cores, pela ordem:

- 1ª — amarelo — 4 — (primeiro algarismo significativo).
- 2ª — violeta — 7 — (segundo algarismo significativo).
- 3ª — prateado — — (dividir o número formado pelos dois primeiros algarismos por 100 — ou multiplicá-lo por 0,01).
- 4ª — marrom — 1% — tolerância do componente.

“Traduzindo” a coisa, temos: um resistor de $0,47\Omega$ (resultado de dividir-se 47 por 100 — ou multiplicar 47 por 0,01) com tolerância de 1%. NOTAR QUE ESSE EXEMPLO FOI DADO APENAS COMO INFORMAÇÃO, POIS TAIS VALORES ÔHMICOS E DE TOLERÂNCIA NÃO SÃO COMUNS NO VAREJO SENDO ADOTADOS APENAS EM RESISTORES ESPECIAIS

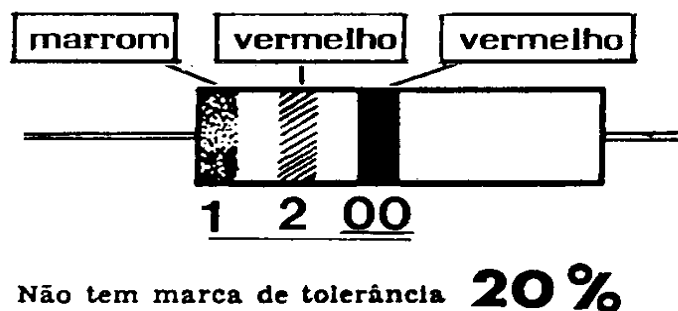
REPETIÇÃO DA MESMA COR



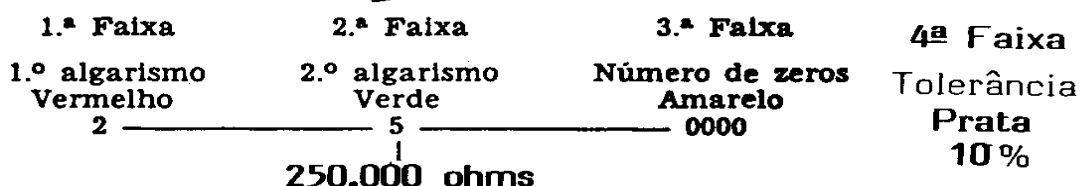
EXEMPLO:

- 1ª – marrom – 1 – (primeiro algarismo significativo).
 2ª – vermelho – 2 – (segundo algarismo significativo).
 3ª – vermelho – 00 – (“zeros” a serem acrescentados aos dois primeiros algarismos significativos)
 4ª – (sem cor) – 20% – tolerância do componente.

“Resultado” da leitura: um resistor de 1.200Ω (ou 1,2KΩ ou 1K2Ω), com tolerância de 20%.



MARCAÇÃO DO SISTEMA DE FAIXAS DA EXTREMIDADE PARA O CENTRO



RESISTORES DE TERMINAIS RADIAIS

Os resistores de carvão, além do tipo de ligação dos terminais de forma axial, possuem outro tipo de ligação de forma **Radial**.

Esses resistores hoje em dia não são mais fabricados, e os que possuem ligação terminal **Radial** são fabricados em liga metálica e sua utilização é como resistor de precisão. Porém o valor, nestes casos, vem marcado com números no corpo do mesmo.

A ligação radial leva alguma vantagem sobre a axial, pelo fato de aumentar a área de contato entre os terminais e o corpo do elemento resistivo, o que diminui a **re**sistência de contato indesejável entre este e os terminais.

Apesar de não serem encontrados no comércio atualmente, muitos equipamentos de **desmanche** (sucata), de construção mais antiga, podem conter esses componentes que, se em bom estado podem ser utilizados em montagens experimentais.

Portanto, convém mostrar neste tema como se efetua a leitura do valor de resistência de um resistor desse tipo, à partir do código de cores já visto.

A sequência de leitura das cores, para esse tipo de resistor é Corpo - extremidade - ponto.

EXEMPLO:

Corpo

1º algarismo
laranja
3



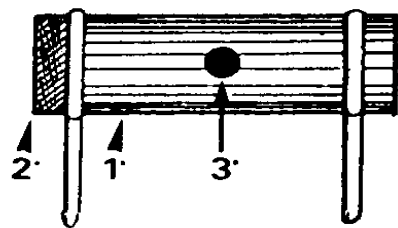
Extremidade

2º algarismo
preto
. 0

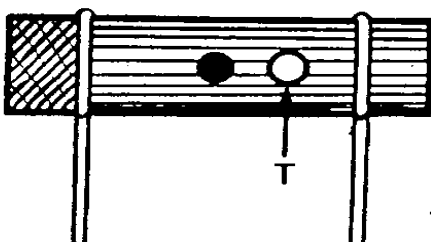
3000 Ω
ou
3 K Ω

Ponto

nº de zeros
vermelho
0 0



A tolerância neste caso é dada por um ponto adicional. Se o ponto adicional for prateado, a tolerância será 10%. Se o ponto adicional for dourado, a tolerância será 5%. Caso não haja ponto adicional, a tolerância será 20%.



10%

Ponto ou faixa prateada

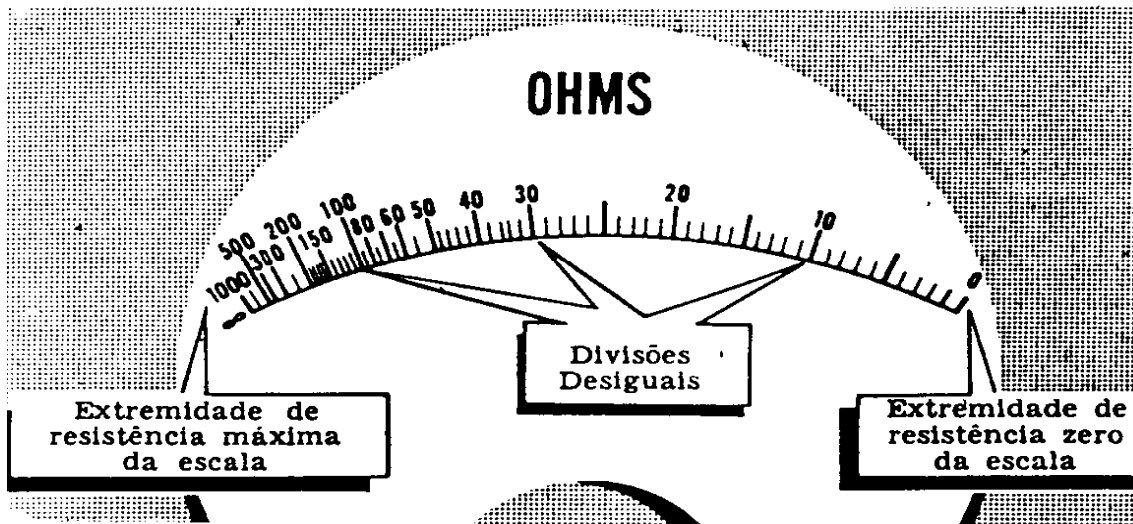
5%

Ponto ou faixa dourada

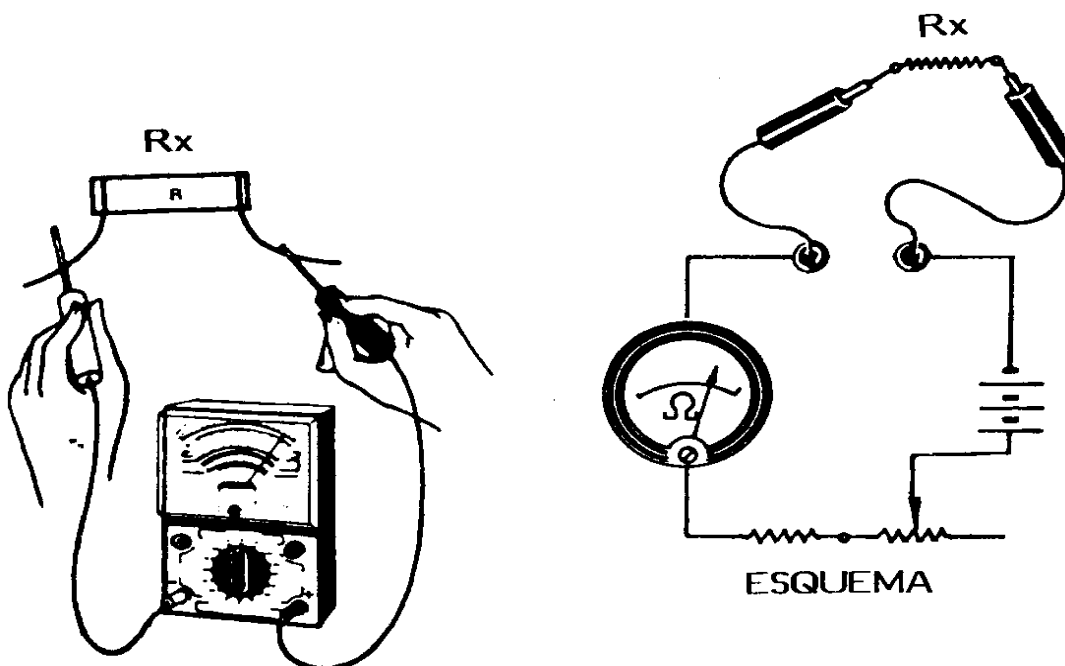
TEMA 5

A Escala do Ohmímetro

A escala de um ohmímetro é indicada pela palavra OHMS ou pela letra grega omega (Ω). O símbolo omega é muitas vezes usado depois do valor numérico de uma resistência, em lugar da palavra "ohms". Na figura abaixo vemos uma escala de OHMS.



Funcionamento do Ohmímetro — O ohmímetro mede o valor de uma resistência fazendo passar uma corrente por ela. A intensidade da corrente é medida pelo medidor. Quanto menor a resistência, maior a corrente. Assim, a posição zero ohms corresponde à posição de deslocamento máximo do ponteiro — a extremidade direita da escala. Quanto maior a resistência, menor a corrente. É por isso que o ∞ está à esquerda.

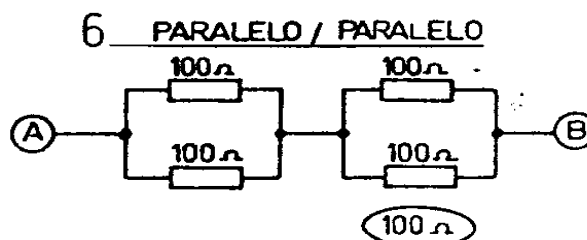
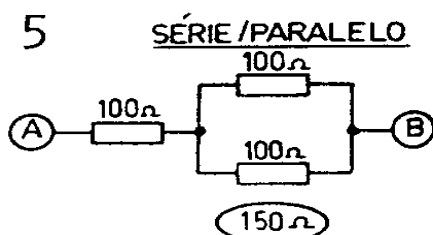
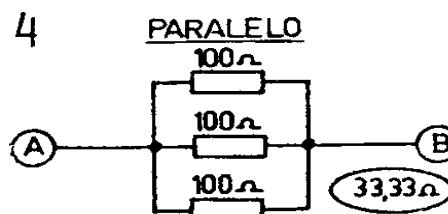
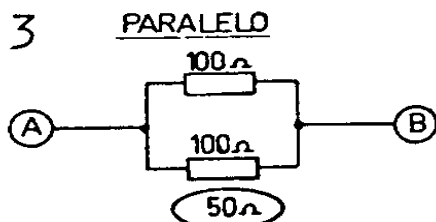
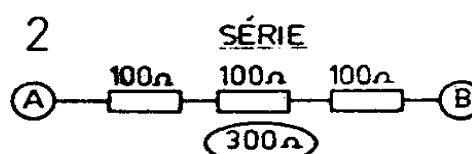
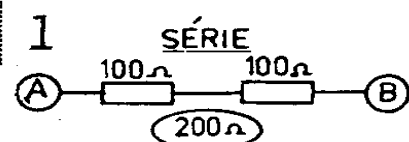


TEMA 6

RESISTORES

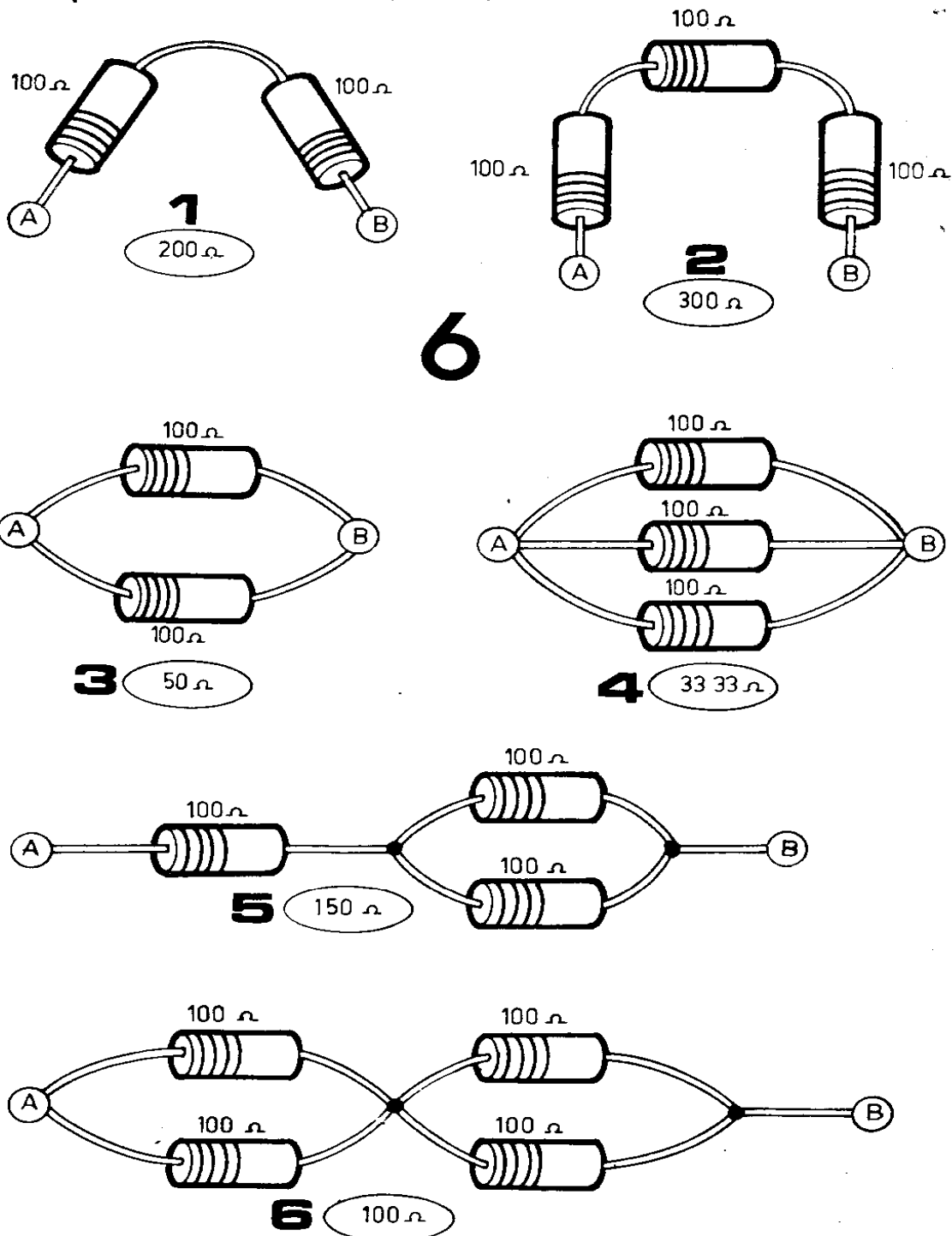
EM SÉRIE E EM PARALELO

Como já vimos, os resistores *não* são obtíveis em todo e qualquer valor, existindo séries de valores básicos, aos quais temos que "nos conformar"... Entretanto, por vezes, em determinado circuito ou experiência, necessitamos de valores específicos que não existem no comércio especializado. Tais valores podem ser conseguidos, contudo, através de associações de resistores com valores comerciais, de forma a obter a "quantidade de ohms" requerida... Observem os desenhos 5 e 6 que mostram (na ilustração 5 em símbolos e na 6 em aspectos reais) vários exemplos dessas associações.

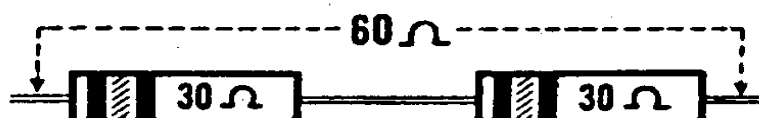


Em (1) temos dois resistores em série (ligados "um atrás do outro"). Em (2) aparecem três resistores *em série* (também ligados "em fila"). Já em (3), o leitor vê dois resistores ligados *em paralelo* (um *ao lado* do outro). Em (4) aparecem três resistores associados *em paralelo* (reparar como, com *vários* resistores em paralelo, a configuração da coisa fica semelhante à uma "escada"...). Em (5) temos uma "associação mista", ou seja: *um* resistor *em série* com um conjunto de *dois* outros resistores *em*

paralelo. Finalmente, em (6) aparecem dois conjuntos de dois resistores cada (cada conjunto em paralelo), ligados de tal maneira que, ambos os conjuntos estão em série. Pode parecer um pouco confuso, a princípio, mas com alguma atenção e observação, é fácil perceber-se tudo com clareza.



EM SÉRIE, AS RESISTÊNCIAS SE SOMAM

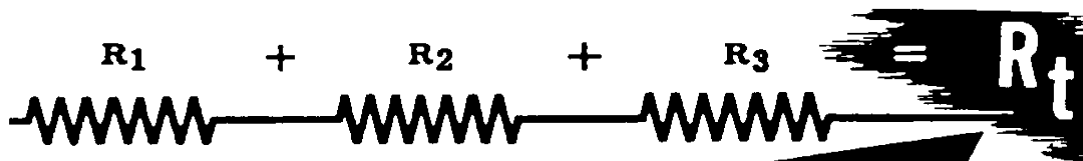


CALCULANDO O VALOR ÔHMICO DOS CONJUNTOS DE RESISTORES

Quando dois ou mais resistores são associados *em série*, todo o conjunto se comporta como se fosse um único resistor, cujo valor é a *soma* dos valores individuais dos resistores que fazem parte do conjunto. A fórmula para o cálculo então fica assim:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Comprove a fórmula, observando os conjuntos (1) e (2) de resistores mostrados nos desenhos 5 e 6.



Já nos conjuntos *em paralelo*, o cálculo do valor total é feito com a seguinte fórmula:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

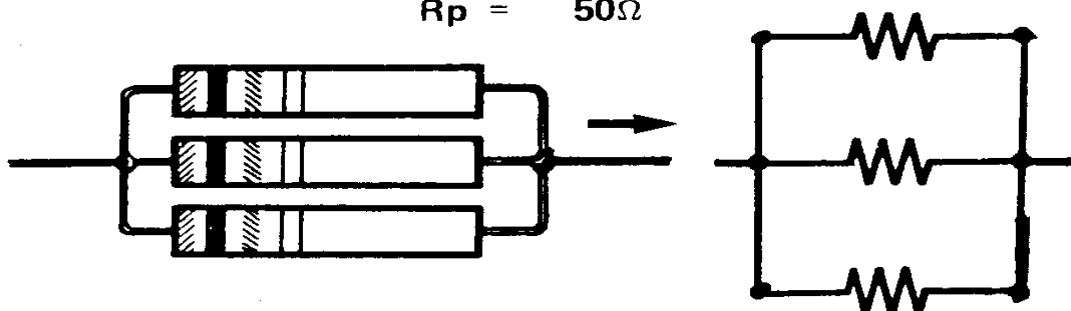
Vamos conferir a fórmula com o exemplo de associação em paralelo dado em (3):

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{R_p} = 0,01 + 0,01$$

Prosseguindo na resolução da fórmula:

$$\frac{1}{R_p} = 0,02 \quad \text{ou} \quad R_p = \frac{1}{0,02}$$

$$R_p = 50\Omega$$



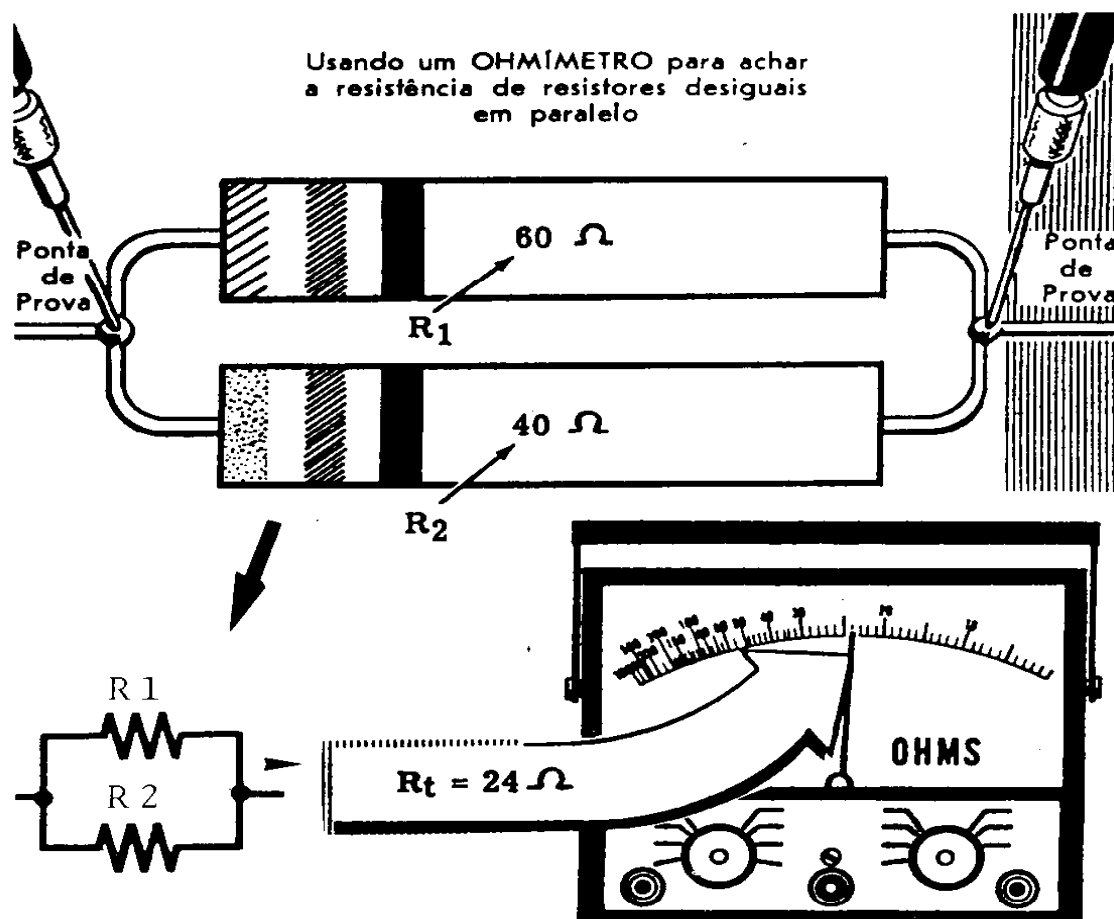
Experimente agora calcular sozinho a associação em paralelo mostrada em (4), verificando se obtém a resposta correta, que é $33,33\Omega$.

Nas associações "mistas", como em (5) e (6), o cálculo deve ser feito por etapas. Por exemplo: no exemplo (5), primeiro calcule o resultado dos dois resistores de 100Ω ligados em paralelo, usando a fórmula (o resultado desse primeiro cálculo será 50Ω), e depois, calcule o resultado final desse "resistor resultado" em

série com o outro componente colocado no conjunto. Verifique também a exatidão do exemplo dado em (6).

Para facilitar as coisas, tanto na ilustração 5 quanto na 6, junto a cada exemplo aparecem, os valores individuais dos resistores que fazem parte dos conjuntos e o valor ôhmico "final" das associações...

Duas resistências diferentes em paralelo



Resistores em paralelo de valores diferentes de resistência.

Quando os resistores estão associados em paralelo, comportam-se como se houvesse no circuito um único resistor com uma resistência menor à menor resistência da associação. Vamos exemplificar esse fato com a associação de dois resistores em paralelo.

Nos circuitos paralelos:

$$E_t = E_1 = E_2 \quad e$$

$$I_t = I_1 + I_2$$

Pela Lei de Ohm temos que:

$$\Rightarrow I_t = \frac{E}{R_t} \quad (I)$$

como

$$I_t = I_1 + I_2 \quad (II)$$

e sabendo-se que:

$$I_1 = \frac{E}{R_1} \text{ e } I_2 = \frac{E}{R_2} \quad (III)$$

Substituindo na fórmula (II) temos:

$$\frac{E}{R_t} = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} \quad (IV)$$

Como a tensão E é a mesma em cada parte do circuito, podemos dividir ambos os membros da equação (IV) por E e teremos:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (\text{o m.m.c do 2º membro será } R_1 \times R_2)$$

Simplificando temos:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 \times R_2} \quad \text{ou} \quad R_1 \times R_2 = R_t (R_2 + R_1)$$

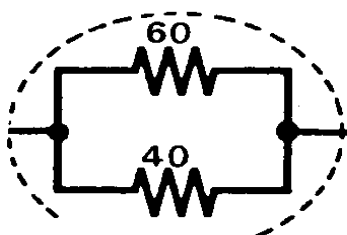
Isolando o valor de R_t temos:

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

Essa fórmula estabelece o valor da resistência equivalente numa associação de resistores em paralelo.

1* EXEMPLO PRÁTICO :

Temos dois resistores R_1 e R_2 associados em paralelo cujos valores são 60 ohms e 40 ohms. Se não for possível utilizar um ohmímetro, deveremos calcular o valor equivalente através da fórmula do produto pela soma, procedendo com as seguintes operações.



1. Multiplique o valor das duas resistências.

$$60 \times 40 = 2400$$

2. Some os valores das duas resistências.

$$60 + 40 = 100$$

3. Divido o produto pela soma.

$$2400 \div 100 = \mathbf{24 \, \Omega}$$

1º Multiplicar o valor das resistências

$$\rightarrow 60 \times 40 = 2400$$

2º Somar o valor das resistências

$$\rightarrow 60 + 40 = 100$$

3º Dividir o produto pela soma

$$\rightarrow 2400 \div 100 = 24$$



Portanto 24 ohms é o valor equivalente da combinação ou seja, como se no lugar da associação, estivesse um único resistor com o valor de 24 ohms.

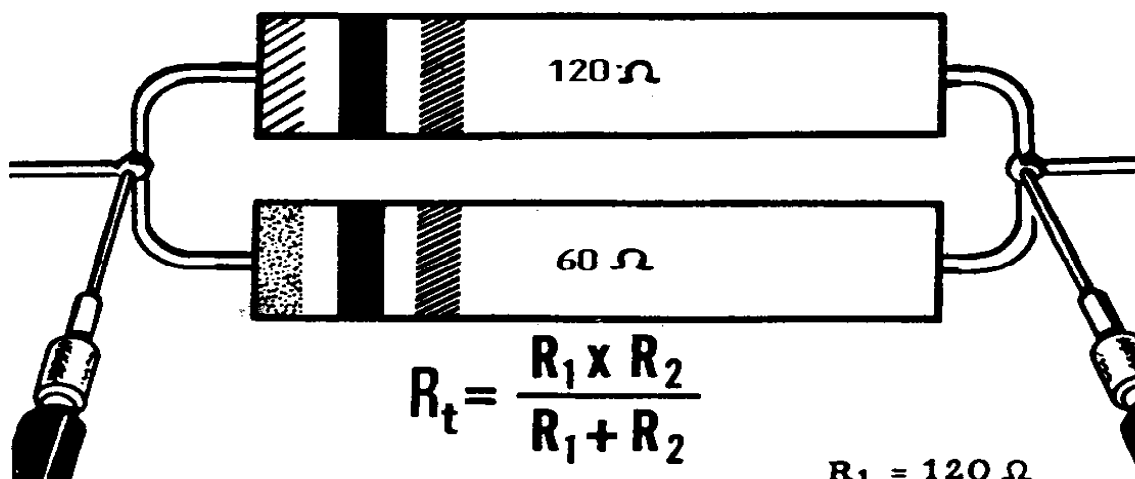
De outro modo, sabendo-se a fórmula:

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

Substitui-se os valores.

$$R_t = \frac{60 \times 40}{60 + 40} = \frac{2400}{100} = 24 \quad \Rightarrow \quad R_t = 24 \text{ ohms.}$$

2* EXEMPLO PRATICO:

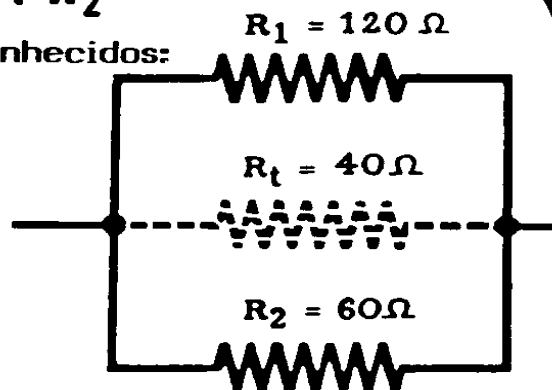


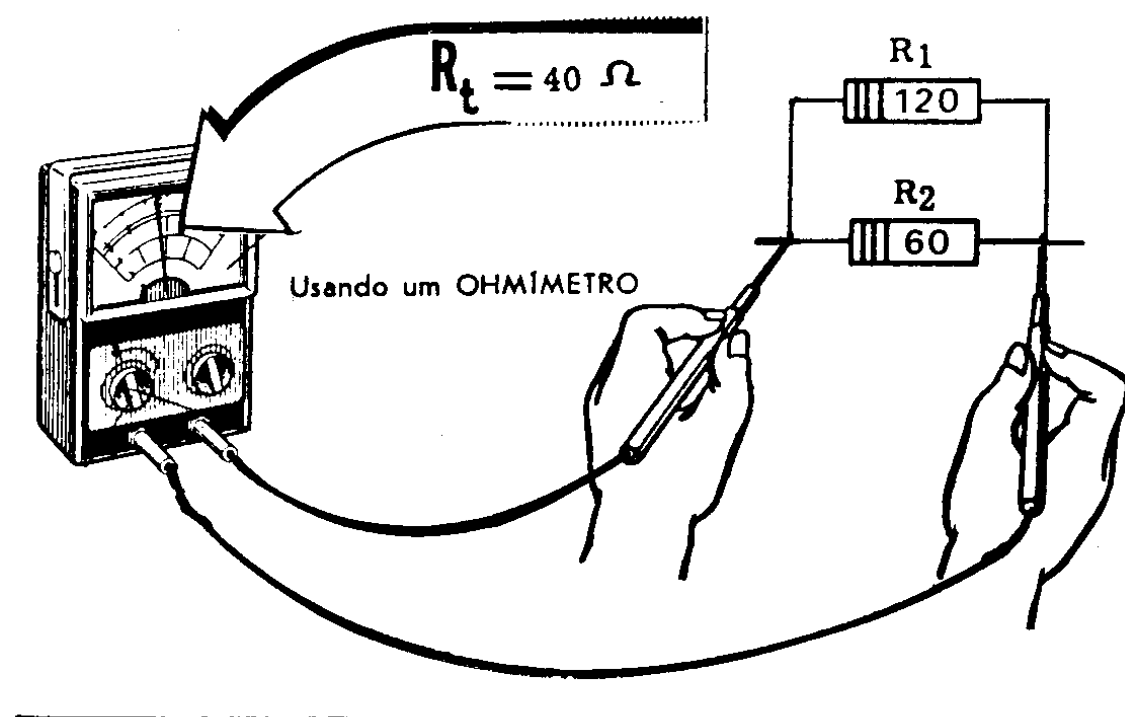
Substituindo os valores conhecidos:

$$R_t = \frac{120 \times 60}{120 + 60}$$

$$R_t = \frac{7200}{180}$$

$$R_t = 40 \Omega$$





Prof. Eng. Alexandre Dezem Bertozzi, Esp.

Aluno: _____

Matr.: _____ Data: ____/____/____

“Exame”

1) Podemos dizer que a resistência aumenta com.....
do diâmetro e com.....do comprimento. Escolha a alternativa que completa a frase.

2) Dois blocos cilíndricos de um mesmo material podem ter diferentes valores de resistência se possuírem:

- a) As mesmas dimensões b) O mesmo volume
c) Diferentes dimensões d) diferentes materiais.

3) Classificamos os resistores quanto à construção em:

De fio e de carvão
Fixos
De liga metálica
Com terminais

- 4) E quanto a sua função em:
- a) Fixo e de carvão b) Fixo, variável e ajustável
 - c) Ajustável de fio e ajustável de carvão
 - d) Com cursor ou com eixo central
- 5) A especificação.....determina o quanto de corrente pode passar num resistor sem que este se danifique:
- a) Consumo b) Dissipação c) Resistência d) Condutância.
- 6) Os valores básicos de resistência existentes no comércio são em número de:
- a) 5 b) 8 c) 6 d) 10
- 7) Um resistor com as faixas amarelo, violeta, amarelo e dourado vale:
- a) 470 ohm 10% b) 7400 ohm 5% c) 4700 ohm 10%
 - d) 470.000 ohm 5%
- 8) Um resistor de terminais radiais possui o corpo em verde, a extremidade preta e o ponto vermelho. Sua resistência é:
- a) 5000 ohm -20% b) 5000 ohm - 5%
 - c) 2500 ohm - 20% d) 2500 ohm - 5%
- 9) Numa associação em paralelo de dois resistores presumivelmente de mesmo valor mediu-se 100 ohm no ohmímetro. Qual o valor de cada resistor.
- a) 200 ohm b) 100 ohm c) 50 ohm d) 400 ohm.
- 10) Dois resistores com valores $R_1 = 300 \text{ ohm}$ e $R_2 = 500 \text{ ohm}$ estão associados em paralelo. Se quisermos substituir essa associação por um único resistor que valor devemos usar:
- a) 800 ohm b) 187,5 ohm c) 375 ohm d) 400 ohm.