

CONDUTORES E ISOLANTES

Já foi mencionado que segurando uma barra de vidro por uma das extremidades e atritando a outra com um pano de lã, somente a extremidade atritada se eletriza. Isto significa que as cargas elétricas em excesso localizam-se em determinada região e não se espalham. Fazendo o mesmo com uma barra metálica, esta não se eletriza.

Repetindo o processo anterior, mas segurando a barra metálica por meio de um barbante, a barra metálica se eletriza e as cargas em excesso se espalham pela superfície dessa barra.

Os materiais, como o vidro, que conservam as cargas nas regiões onde elas surgem são chamados de **isolantes** ou **dielétricos**. Os materiais, nos quais as cargas se espalham imediatamente, são chamados de **condutores**. É o caso dos metais, do corpo humano e do solo. Ao atritarmos uma barra metálica e segurando-a diretamente com as mãos, as cargas elétricas em excesso espalham-se pelo metal, pelo corpo e pela terra (que são condutores). Com isso, a barra metálica não se eletriza devido as suas dimensões serem reduzidas em relação às dimensões da terra. Assim, se ligarmos um condutor eletrizado a terra, este se descarrega.

Quando um condutor estiver eletrizado positivamente, elétrons sobem da terra para o condutor, neutralizando seu excesso de cargas positivas. Quando um condutor estiver eletrizado negativamente, seus elétrons em excesso escoam para a terra.

Camada de valência

A camada de valência é a última camada do átomo ou o último nível de uma distribuição eletrônica. Normalmente os elétrons pertencentes à camada de valência são os que participam de alguma ligação química. Um átomo estável é aquele que possui 8 elétrons em sua última camada (2 no caso da camada K).



Figura 1

Eletricidade

Professor Pisciotta

A condutividade elétrica dos materiais está baseada no fato de os elementos possuírem a última camada eletrônica instável, ou seja, os elétrons da sua camada de valência têm grande facilidade de se deslocar entre os átomos vizinhos. Alguns metais, como o cobre e o ferro, possuem a sua última camada eletrônica instável, ou seja, essa última camada possui uma grande facilidade para perder elétrons. Esses elétrons livres ficam vagando de átomo para átomo, sem direção definida. Como os elétrons não têm direção definida, o átomo que perdeu elétrons volta a readquiri-los com facilidade dos átomos vizinhos.

Por possuírem uma grande facilidade de perder elétrons, os metais são utilizados largamente na fabricação de fios condutores de eletricidade e eletroeletrônicos. Tal fato de perder elétrons nos permite dizer que os metais possuem um bom fluxo de elétrons em seu interior.

Outros materiais, como o plástico e a borracha, não possuem a mesma característica que os metais, ao contrário do cobre e do ferro, não permitem a passagem dos elétrons. Os seus átomos possuem grande dificuldade em ceder ou receber elétrons em sua camada de valência. Nos fios condutores de eletricidade, por exemplo, se utilizam materiais isolantes com o intuito de proteger o circuito de possíveis curtos-circuitos, e os seres humanos de choques elétricos. No cotidiano os isolantes são largamente utilizados, como sapatos de borracha, fitas isolantes, cabos de fiação elétrica, etc.

Assim, podemos concluir que isolantes são os materiais que possuem grande dificuldade em ceder ou receber elétrons livres. Tal fato ocorre porque na camada de valência, os elétrons estão fortemente ligados ao átomo. Condutores são os materiais que possuem muita facilidade em ceder e receber elétrons, pois em sua camada de valência os elétrons têm uma fraca ligação com átomo.

<u>Condutores</u>	<u>Isolantes</u>
Ferro	Borracha
Alumínio	Polímeros (plásticos)
Ouro	Madeira
Cobre	Nylon



Resistência Elétrica

Todo corpo, porém, exerce oposição à passagem de corrente elétrica, e essa oposição (ou dificuldade) à passagem de corrente elétrica é chamada de **RESISTÊNCIA ELÉTRICA**, medida em **Ohm** [Ω].

A resistência elétrica depende do material e de suas dimensões, devido a uma propriedade chamada Resistividade absoluta (ρ). Veja na tabela abaixo a comparação de resistividade entre alguns condutores e isolantes.

Tabela 1 – Resistividade de alguns materiais

Material	Resistividade ρ ($\Omega \cdot m$) @ 20°C
Condutores	
Prata	$1,58 \cdot 10^{-8}$
Cobre	$1,67 \cdot 10^{-8}$
Ouro	$2,44 \cdot 10^{-8}$
Alumínio	$2,65 \cdot 10^{-8}$
Tungstênio	$5,6 \cdot 10^{-8}$
Ferro	$9,71 \cdot 10^{-8}$
Semicondutores	
Carbono (grafite)	$(3 - 60) \cdot 10^{-5}$
Germânio	$(1 - 500) \cdot 10^{-3}$
Silício	$0,1 \sim 60$
Isolantes	
Vidro	$10^9 \sim 10^{12}$
Borracha	$10^{13} \sim 10^{15}$

Eletricidade

Professor Pisciotta

A resistência de um corpo é dada pela fórmula:

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

Onde:

R = Resistência elétrica [Ω]

ρ = Resistividade do material [$\Omega \cdot m$]

ℓ = Comprimento do corpo [m]

A = Área da seção transversal [m^2]

A resistência de um corpo depende, então, do material de que é constituído e de suas dimensões. Mas existe outro fator que interfere na resistência de um corpo: a temperatura. No caso dos metais aumenta à medida que aumenta a temperatura enquanto que nos semicondutores diminui à medida que a temperatura aumenta.

$$R_2 = R_1 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

Onde:

R_2 = resistência na temperatura final

R_1 = resistência na temperatura inicial (conhecida)

α = coeficiente de temperatura

Δt = diferença entre as temperaturas $t_2 - t_1$

Alguns α : Cobre = $4 \cdot 10^{-3}$; Alumínio = $38 \cdot 10^{-4}$; Zinco = $39 \cdot 10^{-4}$; chumbo = $38 \cdot 10^{-4}$

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

- 1) Sabendo-se que a resistividade do Chumbo é $\rho = 2,2 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot m$, calcule a resistência de um fio de 50 metros de comprimento e $0,05 m^2$ de área da seção transversal.
- 2) Sabendo-se que o exercício anterior utilizou a temperatura de referência de $20^\circ C$ e que o coeficiente de temperatura do chumbo é $\alpha = 0,0038$, calcule a resistência total do fio quando trabalha à temperatura de $75^\circ C$.
- 3) Qual o comprimento de um fio de alumínio de $4 mm^2$ de seção deve ter para que a sua resistência total seja $R = 0,21 \Omega$?

Como existem os condutores e isolantes, existe também um meio termo entre eles que são os chamados semicondutores. Esse tipo de material, como o silício (Si) e o germânio (Ge), é muito utilizado na indústria eletrônica na fabricação de circuitos integrados (CI's). Serão estudados mais adiante.

O Resistor

O Resistor é um componente eletrônico que limita a corrente elétrica de um circuito. Emprega materiais de diferentes resistividades e formas para se conseguir a resistência desejada para a finalidade específica.

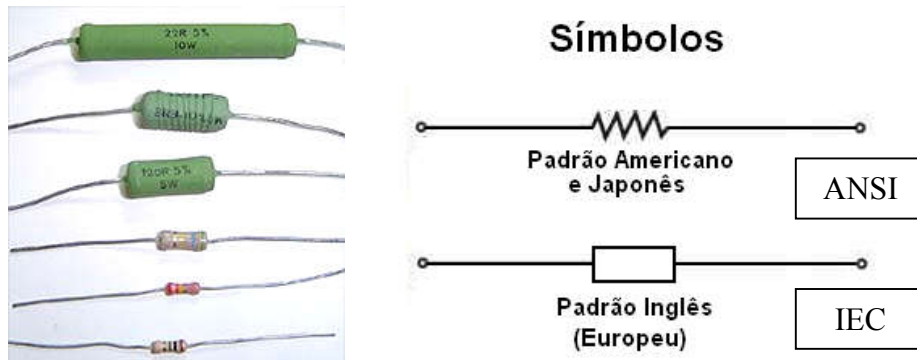


Figura 2 - Resistores

Tipos de resistores

a) Resistores de Fio

São resistores que se utilizam fios condutores de pequenas espessuras e grandes comprimentos. Podem também possuir contatos deslizantes para poder-se variar a resistência, formando os reostatos. São utilizados, sobretudo, para altas potências, pois suportam calor.

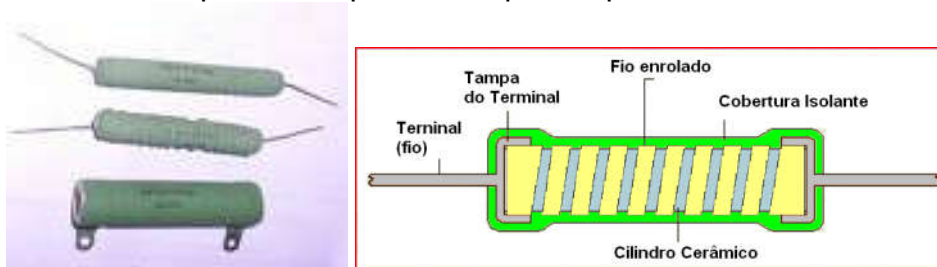


Figura 3 – Estrutura interna de um resistor de fio

b) Resistores sem fio

São resistores compostos sobretudo de carvão. São utilizados na eletrônica para baixas potências.

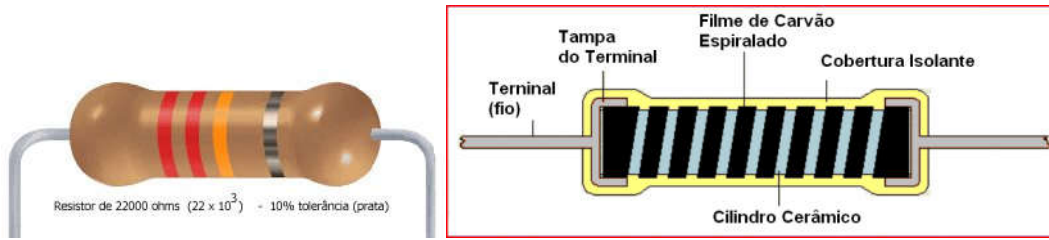


Figura 4 – Estrutura interna de um resistor de carvão

c) Resistores Líquidos

Existem casos em que a utilização de resistores sólidos é impraticável devido a extrema potência do sistema, que simplesmente derreteria o resistor. Nesses casos utilizam-se resistores líquidos, que se constituem de um líquido condutor (água salgada, ácidos ou lixívia) armazenado em um recipiente, que banha placas metálicas que podem se mover, permitindo a variação da resistência elétrica.

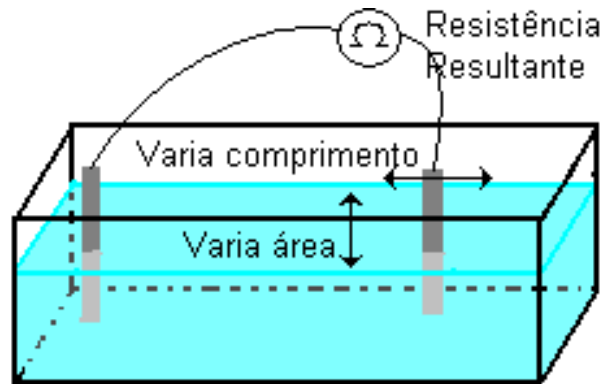


Figura 5 – Conceito de um resistor líquido

d) Resistores Variáveis

São resistores que permitem variar o valor da resistência através de um comando mecânico. São também chamados de reostatos (para altas potências) e de potenciômetros (baixas potências). Os potenciômetros podem ser rotativos ou deslizantes. São utilizados para, por exemplo, controlar o volume de um rádio ou o brilho de uma televisão (antigos, ☺). Trim Pots são utilizados para ajustes de resistências em circuitos de sintonia ou similares, mas não são feitos para se ficar variando a resistência constantemente.



Figura 6 – Potenciômetro Rotativo, Potenciômetro Deslizante e Trim Pots

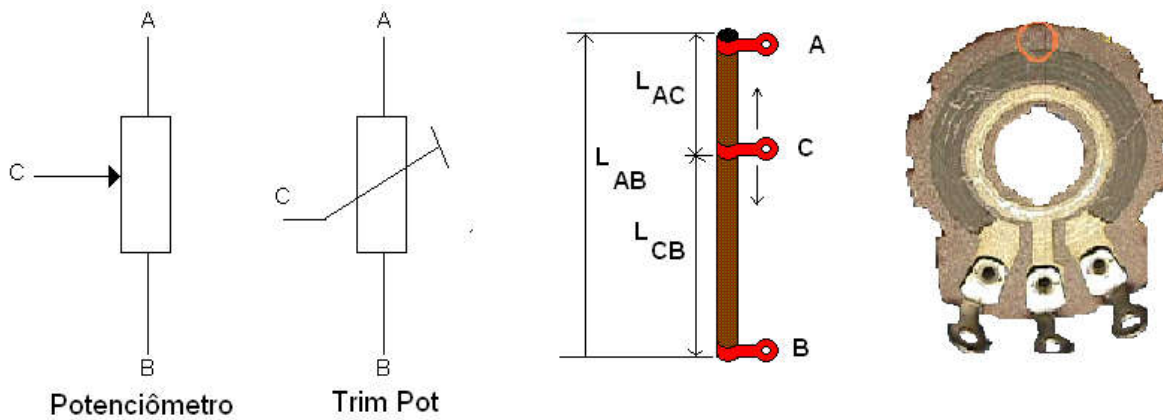


Figura 7 – Símbolos e figuras de apoio

A resistência entre A e B é fixa, e é o máximo de resistência que se pode obter com o componente. Ao deslocar o “cursor” C, o ponto de contato C muda de posição, variando o comprimento a trilha de carvão. Assim, a resistência entre A e C e entre C e B se complementam, ou seja, $R_{AC} + R_{CB} = R_{AB}$.

Código de Cores de Resistores

A maioria dos resistores, devido ao seu tamanho reduzido, apresenta seu valor através de um código de cores. São pintados anéis coloridos sobre o resistor, e cada anel e cada cor possui um significado. Existem resistores com 4 faixas e resistores de 5 faixas (estes últimos são os resistores de precisão).



Resistor de 4 faixas

Resistor de 5 faixas

Figura 8 – Significado das faixas em um resistor

Eletricidade

Professor Pisciotta

Tabela 2 – Código de cores de resistores

Cor	1 ^a faixa	2 ^a faixa	3 ^a faixa	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	10^0	
Marrom	1	1	1	10^1	$\pm 1\%$
Vermelho	2	2	2	10^2	$\pm 2\%$
Laranja	3	3	3	10^3	$\pm 3\%$
Amarelo	4	4	4	10^4	$\pm 4\%$
Verde	5	5	5	10^5	
Azul	6	6	6	10^6	
Violeta	7	7	7	10^7	
Cinza	8	8	8	10^8	
Branco	9	9	9	10^9	
Dourado	-	-	-	10^{-1}	$\pm 5\%$
Prata	-	-	-	10^{-2}	$\pm 10\%$
Sem cor	-	-	-	-	$\pm 20\%$

Exemplos: Para resistores Standard 4 Faixas:(Marrom=1),(Preto=0),(Laranja=3)

$$10 \times 10^3 = 10\text{k ohm Tolerância (Ouro) = } \pm 5\%$$

Para resistor de Precisão com 5 Faixas: (Amarelo=4),(Violeta=7),(Preto=0),(Vermelho=2)

$$470 \times 10^2 = 47\text{k ohm Tolerância (Marrom) = } \pm 1\%$$

Valores Preferenciais

Os valores preferenciais indicam os valores que se podem encontrar comercialmente. A série E-12 indica resistores de tolerância 10% ou 20%, a série E-24 indica tolerâncias de 5% e os E-96, 1% ou 2%.

Eletricidade

Professor Pisciotta

Para utilizar esta tabela, basta multiplicar os valores por qualquer potência de 10.

Tabela 3- Números Preferenciais para valores de resistores

E-12	E-24	E-96			
10	10	100	178	316	562
	11	102	182	324	576
12	12	105	187	332	590
	13	107	191	340	604
15	15	110	196	348	619
	16	113	200	357	634
18	18	115	205	365	649
	20	118	210	374	665
22	22	121	215	383	681
	24	124	221	392	698
27	27	127	226	402	715
	30	130	232	412	732
33	33	133	237	422	750
	36	137	243	432	768
39	39	140	249	442	787
	43	143	255	453	806
47	47	147	261	464	825
	51	150	267	475	845
56	56	154	274	487	866
	62	158	280	499	887
68	68	162	287	511	909
	75	165	294	523	931
82	82	169	301	536	953
	91	174	309	549	976

Potência Elétrica

A Potência Elétrica é uma grandeza que relaciona o trabalho realizado pela corrente elétrica em um determinado intervalo de tempo (tempo, esse, gasto na tarefa). O trabalho realizado pode ser em forma de movimento, aquecimento, iluminação, etc.

A medida de potência é dada por **watts** e simbolizada pela letra **W**, em homenagem ao cientista James Watt por sua contribuição ao desenvolvimento do motor a vapor. Um watt equivale a 1 joule por segundo. Tomando como exemplo uma lâmpada: uma lâmpada de 100W produz mais luz num intervalo de tempo do que uma lâmpada de 60W.

A fórmula da potência é dada por:

$$P = E \cdot I$$

Onde:

P = Potência Elétrica em watts [W]

E = Tensão Elétrica em volts [V]

I = Corrente Elétrica em ampères [A]

Aplicando-se a Lei de Ohm nessa mesma fórmula, temos:

$$P = R \cdot I^2$$

$$P = E^2 / R$$

Ao ligar uma lâmpada de 60W em 110V, teríamos uma corrente circulante de 545,45mA, enquanto que uma lâmpada com os mesmos 60W ligada em 220V provocaria uma corrente de apenas 272,73mA. Sabemos que quanto maior a corrente de um circuito, mais grosso devem ser os condutores. Por isso se dá preferência para ligarmos aparelhos de alto potência em 220V.

EXERCÍCIO PROPOSTO

1) Utilizando os valores do exercício 11 da Apostila sobre Lei de Ohm, calcule a potência dissipada sobre o resistor.