

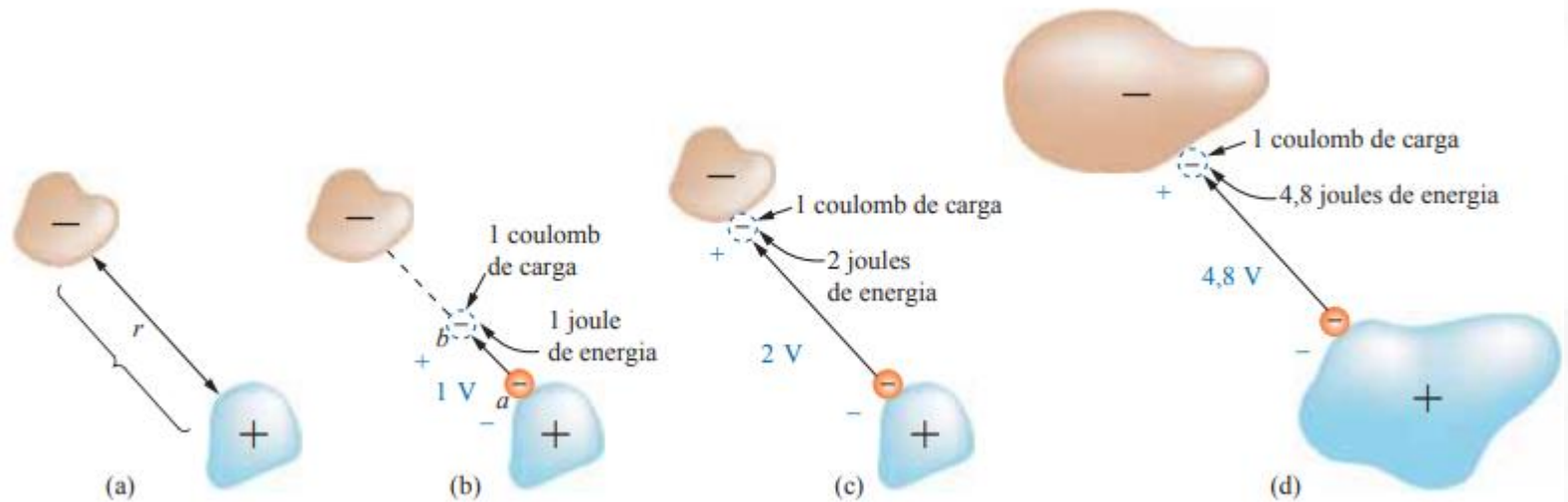
Introdução ao Laboratório

FUCOA – Tensão, corrente, resistência e Lei de Ohm

Prof. Dr. Layhon Santos

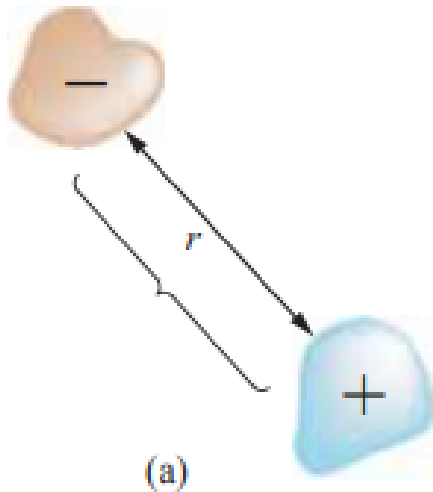
layhonsantos@utfpr.edu.br

Tensão (V)



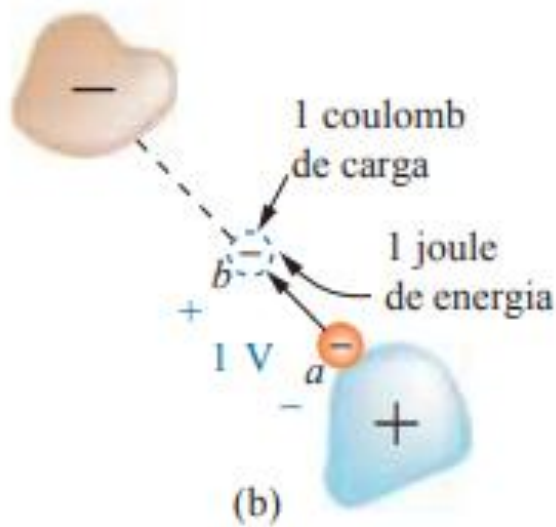
a) uma região de carga positiva foi estabelecida por um volume de íons positivos, e uma região de carga negativa, por um número similar de elétrons, separadas por uma distância r .

Tensão (V)



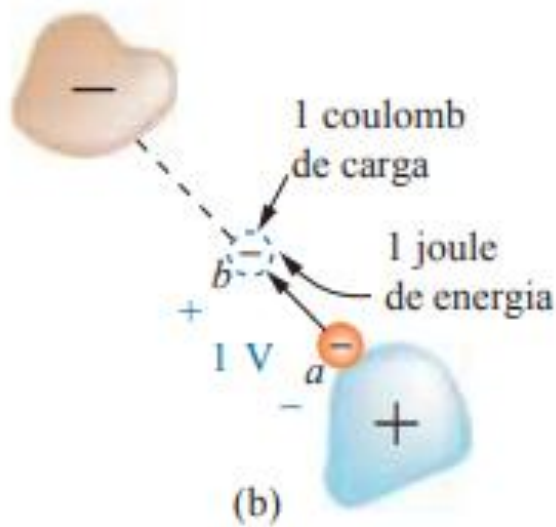
A tensão em um único elétron é irrelevante, por isso, analisa-se um coulomb de carga é a carga total associada a $6,242 \cdot 10^{18}$ elétrons.

Tensão (V)



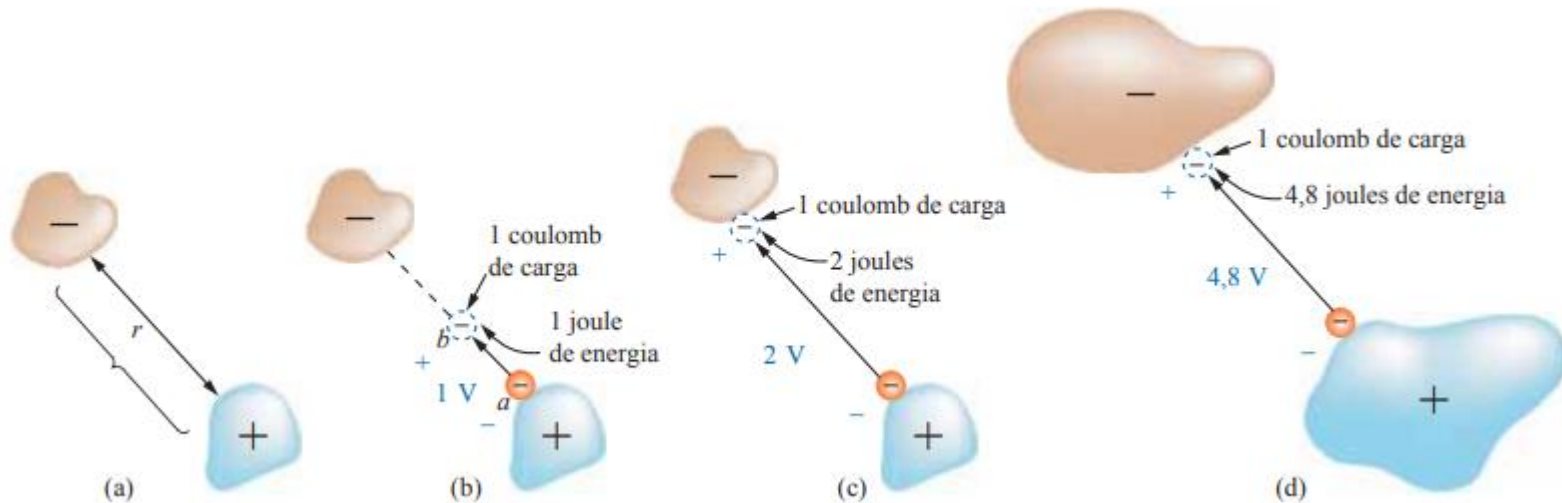
(b) se levamos um coulomb de carga negativa para perto da superfície de carga positiva e o movermos na direção da carga negativa, teremos de gastar energia para superar as forças repulsivas da carga, negativa maior e as forças de atração da carga positiva.

Tensão (V)



(b) Se um total de 1 joule (J) de energia é usado para mover a carga negativa de 1 coulomb (C), há uma diferença de 1 volt (V) entre os dois pontos, então: $V = J/C$;

Tensão (V)



O que acontece em (c) e (d) ?

Tensão (V)

EXEMPLO:

- 1) Descubra a tensão entre dois pontos se 60 J de energia são necessários para mover uma carga de 20 C entre esses dois pontos.
- 2) Determine a energia (J) que é gasta ao se mover uma carga de 50 μC entre dois pontos quando a tensão entre os pontos é 6 V.

Tensão (V)

Existe uma série de maneiras de separar a carga para estabelecer a tensão desejada:

- ✓ A mais comum é a ação química usada em baterias de carros, lanternas e, na realidade, em todas as baterias portáteis.
- ✓ Outras fontes usam métodos mecânicos como geradores de carros e instalações de energia a vapor ou fontes alternativas como células solares e moinhos de vento

Corrente (A)

- ✓ Se $6,242 \cdot 10^{18}$ elétrons (1 coulomb) passam através do plano imaginário na Figura 2.9 em 1 segundo, diz-se que o fluxo de carga, ou corrente, é de 1 ampère (A).
- ✓ A unidade de medida de corrente, ampère, foi escolhida para honrar os esforços de André Ampère no estudo da eletricidade em movimento.
- ✓ Usando o coulomb como unidade de carga, podemos determinar a corrente em ampères a partir da equação a seguir:

$$i = \frac{Q}{t} \text{ A,}$$

em que i é a corrente elétrica em A, Q a carga elétrica em C e t o tempo em segundos.

Corrente (A)

EXEMPLO:

1. A carga que atravessa, a cada 64 ms, a superfície imaginária é 0,16 C.
Determine a corrente em ampères.
2. Determine o tempo necessário para que $4 \cdot 10^{16}$ elétrons atravessem a superfície imaginária.

Considerações de Segurança

Perigos:

- ✓ Algumas pessoas suportem correntes em torno de 10 mA durante pequenos intervalos de tempo sem efeitos graves, qualquer corrente acima de 10 mA deve ser considerada perigosa.
- ✓ Correntes de 50 mA podem provocar um grave choque elétrico, e correntes acima de 100 mA podem ser fatais.

Motivos

- ✓ Na maioria dos casos, a resistência da pele do corpo, quando está seca, é alta o bastante para limitar a corrente através do corpo em níveis relativamente seguros para os graus de tensão normalmente encontrados nas residências.
- ✓ Se a pele está úmida por causa de transpiração ou água do banho, ou quando há um ferimento, sua resistência diminui drasticamente, e os níveis de corrente podem subir e ser perigosos para a mesma tensão.

Considerações de Segurança

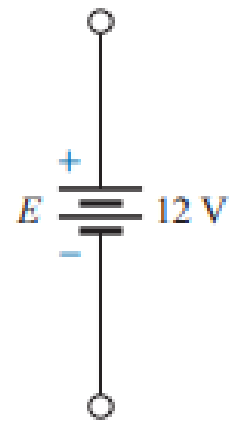
- ✓ Algumas pessoas suportem correntes em torno de 10 mA durante pequenos intervalos de tempo sem efeitos graves, qualquer corrente acima de 10 mA deve ser considerada perigosa.
- ✓ Correntes de 50 mA podem provocar um grave choque elétrico, e correntes acima de 100 mA podem ser fatais.

Considerações de Segurança

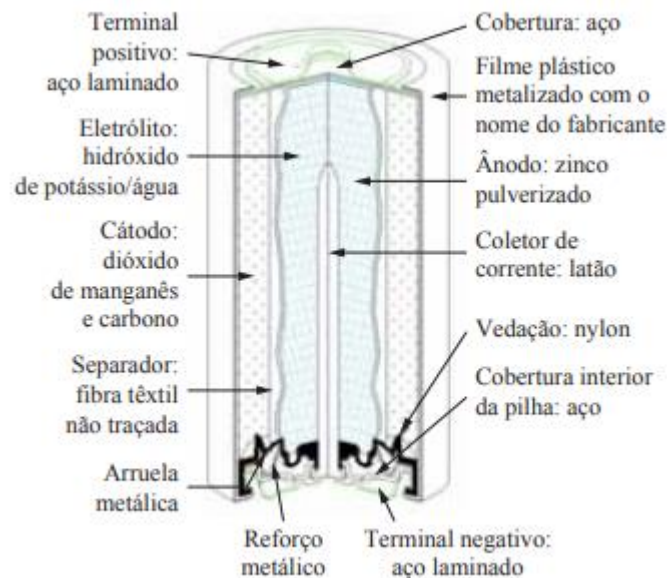
- ✓ Na maioria dos casos, a resistência da pele do corpo, quando está seca, é alta o bastante para limitar a corrente através do corpo em níveis relativamente seguros para os graus de tensão normalmente encontrados nas residências.
- ✓ Se a pele está úmida por causa de transpiração ou água do banho, ou quando há um ferimento, sua resistência diminui drasticamente, e os níveis de corrente podem subir e ser perigosos para a mesma tensão.
- ✓ Existem dispositivos de segurança para uso doméstico que normalmente são utilizados em banheiros e locais molhados (DR – disjuntores residuais).

Fonte de Tensão (V)

- ✓ O termo CC: é uma abreviação para corrente contínua (em inglês *direct current*, dc), que engloba os diversos sistemas elétricos nos quais há um sentido de cargas unidirecional (uma direção).
- ✓ E : é uma força eletromotriz é uma força que estabelece o sentido de carga (ou corrente) em um sistema devido à aplicação de uma diferença em potencial.



Fonte de Tensão (V)



Gerador CC

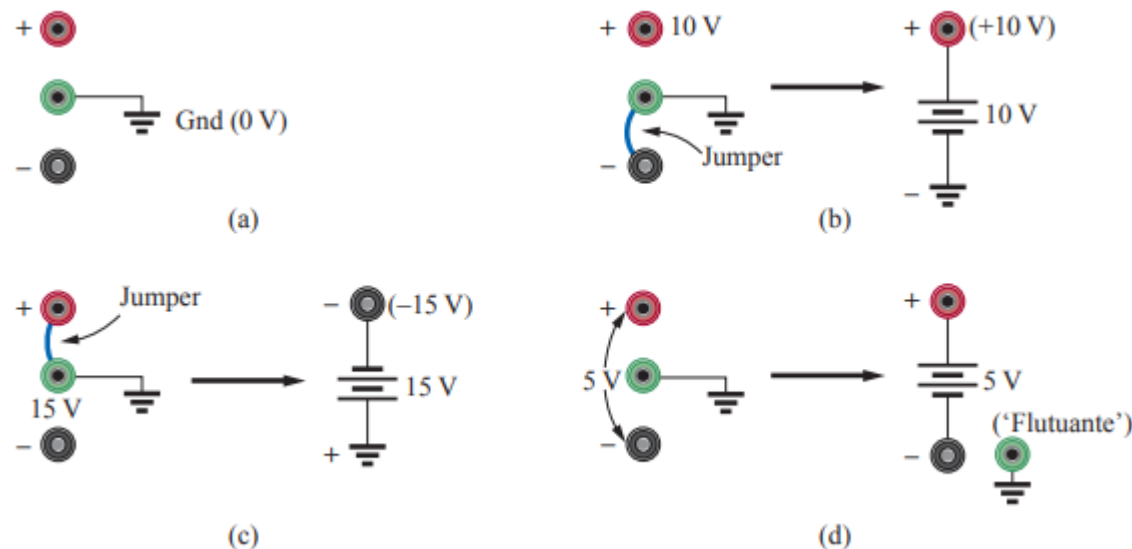
- ✓ É bastante diferente da bateria, tanto na construção quanto no modo de operação.
- ✓ Quando o eixo do gerador gira na velocidade nominal em função de um torque aplicado por alguma fonte externa de energia mecânica, o valor nominal de tensão aparece em seus terminais.
- ✓ A tensão e a capacidade de potência de um gerador CC são normalmente bem maiores do que a da maioria das baterias, e sua vida útil é determinada apenas por sua construção.
- ✓ Os geradores CC comerciais mais usados são os de 120 e 240 V.

Fontes de Alimentação

- ✓ A fonte de corrente contínua mais comum nos laboratórios usa os processos de retificação e filtragem, procurando obter uma tensão CC estável.
- ✓ fornece uma tensão ajustável e regulada.



Fontes de Alimentação

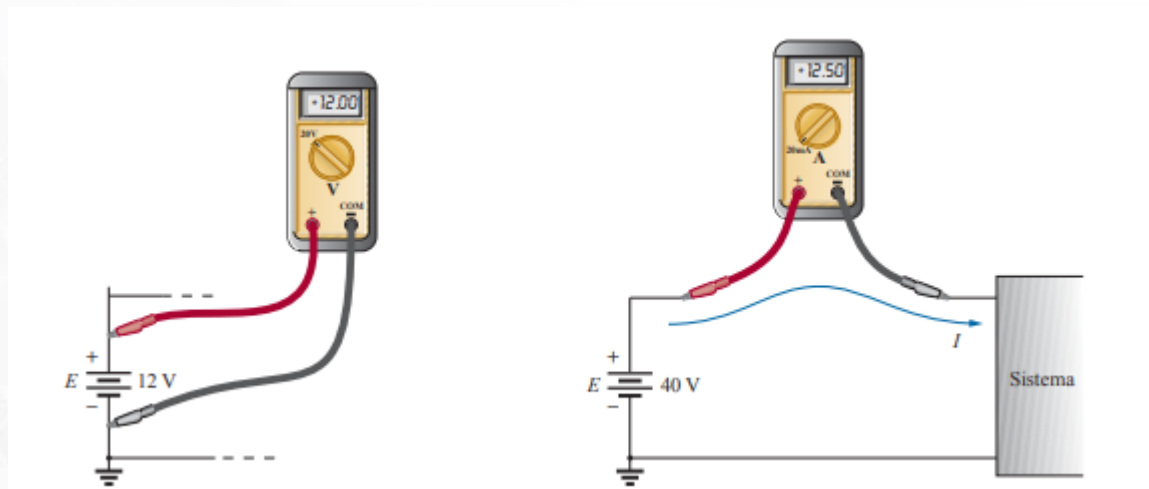


Fontes de alimentação CC utilizadas em laboratórios: (a) terminais disponíveis; (b) tensão positiva em relação a GND; (c) tensão negativa com relação a GND; (d) fonte flutuante.

Ampère/Hora

- ✓ A especificação ampère-hora (Ah) indica quanto tempo uma bateria de tensão fixa será capaz de fornecer uma corrente em particular.
- ✓ Uma bateria com uma especificação ampère-hora de 100 fornecerá teoricamente uma corrente de 1 A por 100 horas, 10 A por 10 horas ou 100 A por 1 hora.

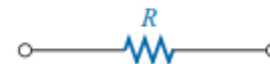
AMPERÍMETROS E VOLTÍMETROS



Resistência

- ✓ A oposição ao fluxo de carga através de um circuito elétrico, chamada resistência, tem as unidades de ohms, e usa a letra grega omega (Ω).
- ✓ Essa oposição, devido fundamentalmente a colisões
- ✓ e fricção entre os elétrons livres e outros elétrons, íons e átomos no curso do movimento converter a energia elétrica fornecida em calor, que aumenta a temperatura do componente eletrônico ou meio circundante.
- ✓ A resistência de fios circulares:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A},$$

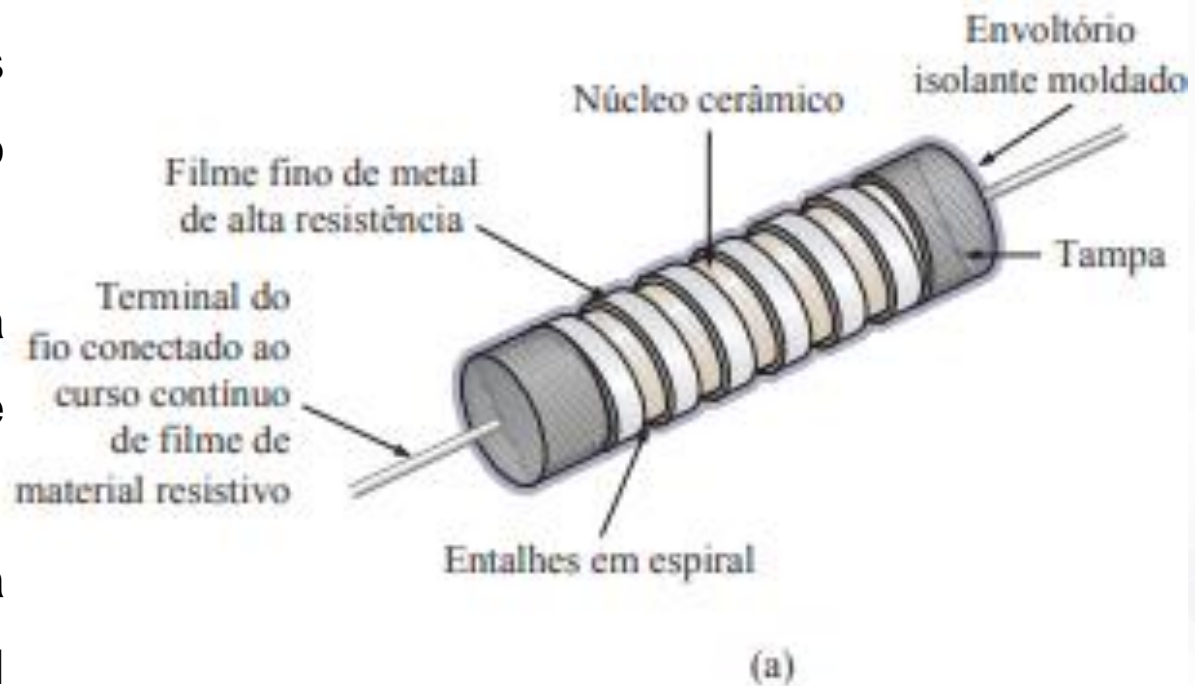


Sendo ρ a resistividade ($\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$), l comprimento em metros e A a seção transversal em m^2 .

Tipos de Resistores

Resistores fixos de filme:

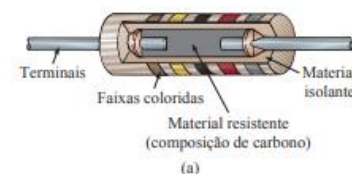
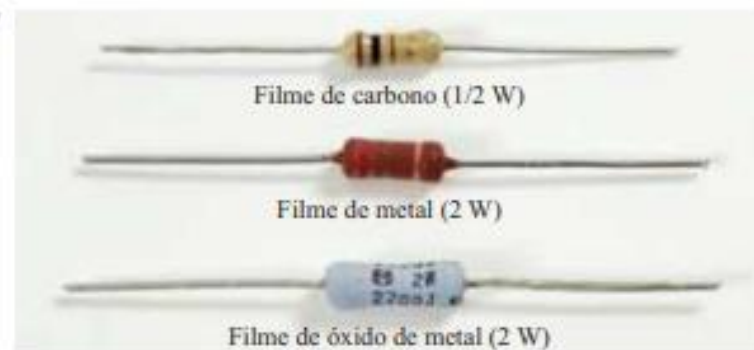
- ✓ O mais comum dos resistores fixos de baixa potência é o resistor de filme.
- ✓ É construído de uma camada fina resistora sobre uma haste cerâmica.
- ✓ A resistência é determinada pelo tamanho do material helicoidal.



Tipos de Resistores

Resistor fixo de Carbono:

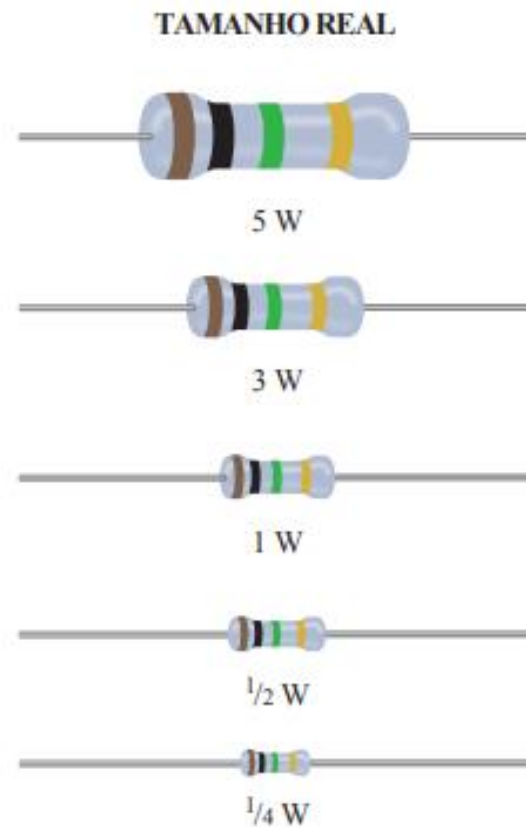
- ✓ Possui resistência Fixa.
- ✓ Pouco utilizado devido a baixo desempenho em altas temperatura e efeitos indutivos.
- ✓ A resistência é determinada pelo material de composição de carbono.



Tipos de Resistores

Resistor fixo de Carbono:

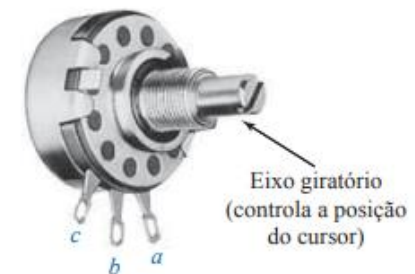
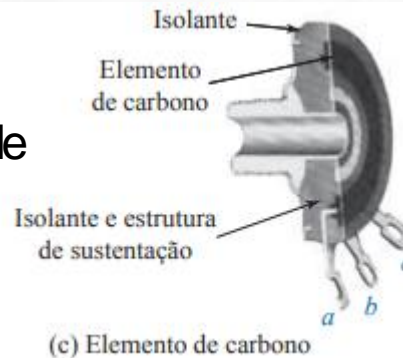
- ✓ O tamanho do resistor não define a resistência.
- ✓ O tamanho está relacionado ao nível de potência e corrente que o resistor suporta.
- ✓ A resistência é determinada pelo material de composição de carbono.



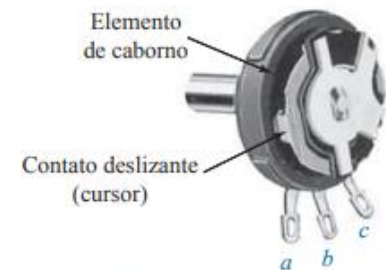
Tipos de Resistores

Resistores Variáveis:

- ✓ Possuem resistências variáveis.
- ✓ Normalmente possuem dois ou três terminais.
- ✓ Em finalidade de resistência variável, chama-se reostato.
- ✓ Em finalidade de controle de nível de potência, chama-se potenciômetro.

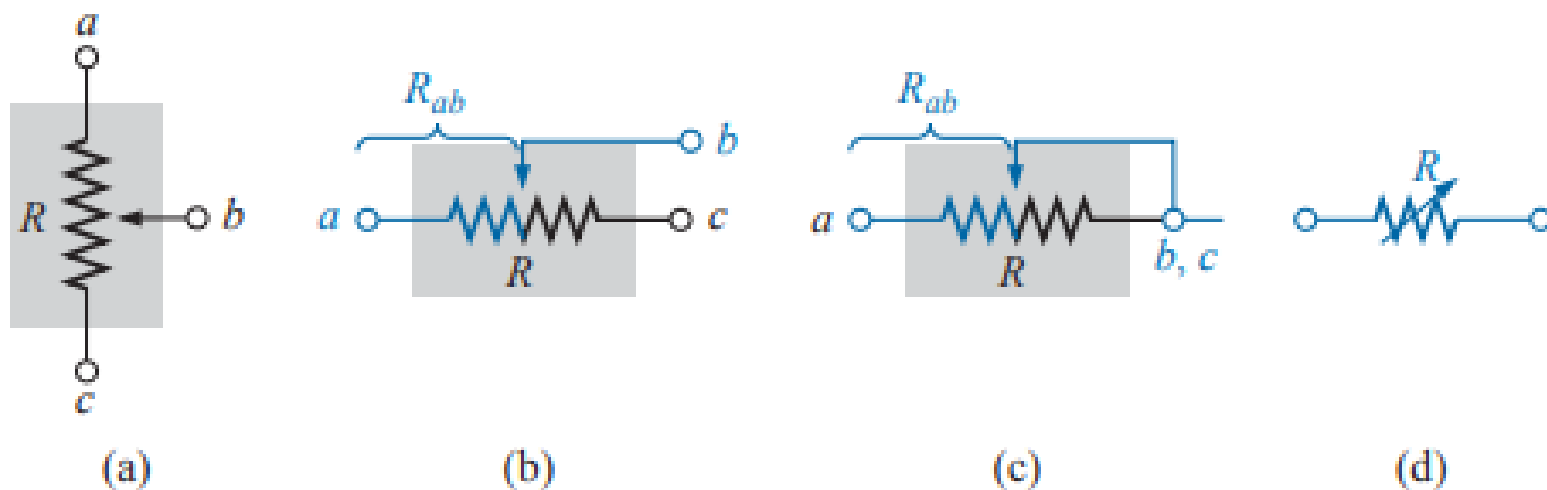


(a) Vista externa



(b) Vista interna

Tipos de Resistores



Potenciômetro: (a) símbolo (b) e (c) conexões tipo reostato; (d) símbolo reostato.

Código de Cores e valores padronizados de resistores

- ✓ Alguns resistores são muito pequenos para ter números impressos, então o sistema de código de cores é utilizado.
- ✓ Para os resistores de filme fino, quatro, cinco ou seis faixas de cores coloridas podem ser usadas.
- ✓ A primeira e a segunda faixas representam o primeiro e segundo dígitos, respectivamente.
- ✓ A terceira faixa determina o multiplicador, em potência de 10, dos primeiros dois dígitos (ou seja, o número de zeros que se seguem ao segundo dígito para resistores maiores que $10\ \Omega$
- ✓ A quarta faixa é a tolerância do resistor fornecida pelo fabricante, que é uma indicação da precisão no valor da resistência.

Código de Cores e valores padronizados de resistores

- ✓ Alguns resistores são muito pequenos para ter números impressos, então o sistema de código de cores é utilizado.
- ✓ Para os resistores de filme fino, quatro, cinco ou seis faixas de cores coloridas podem ser usadas.
- ✓ A primeira e a segunda faixas representam o primeiro e segundo dígitos, respectivamente.
- ✓ A terceira faixa determina o multiplicador, em potência de 10, dos primeiros dois dígitos (ou seja, o número de zeros que se seguem ao segundo dígito para resistores maiores que $10\ \Omega$
- ✓ A quarta faixa é a tolerância do resistor fornecida pelo fabricante, que é uma indicação da precisão no valor da resistência.

Código de Cores e valores padronizados de resistores

Número	Cor
0	Preto
1	Marrom
2	Vermelho
3	Laranja
4	Amarelo
5	Verde
6	Azul
7	Violeta
8	Cinza
9	Branco

$\pm 5\%$
(multiplicador
de 0,01 se 3ª faixa)



Ouro

$\pm 10\%$
(multiplicador
de 0,01 se 3ª faixa)

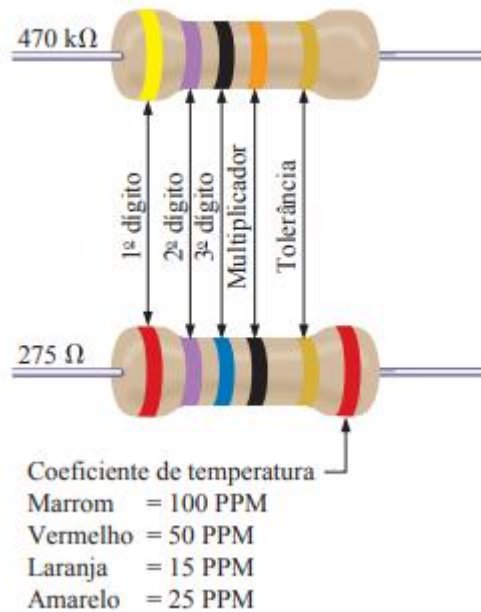


Prata



**Qual é o valor da resistência
baseado no código de cores?**

Código de Cores e valores padronizados de resistores



Qual é o valor da resistência baseado no código de cores?

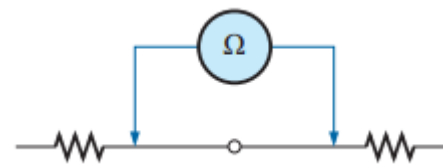
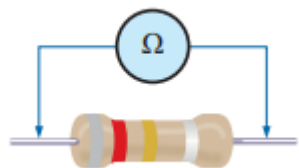
Condutância

- ✓ É determinada pelo inverso da resistência de um material, isto é,

$$G = \frac{1}{R} \text{ (Siemens, S)}$$

Ohmímetro

- ✓ Mede a resistência de um elemento individual ou de elementos combinados.
- ✓ Detecta situações de circuitos abertos e de curto circuito.
- ✓ Verifica a continuidade das conexões de um circuito e identifica fios em um cabo com múltiplas vias.
- ✓ Testa dispositivos semicondutores.



Outros componentes

- ✓ Supercondutores: são condutores com resistência zero.
- ✓ Termistores: a resistência é sensível a variação de temperatura.
- ✓ Célula Fotocondutora: é um dispositivo semicondutor de dois terminais cuja a resistência é determinada pela intensidade da luz.
- ✓ Varistores: resistores não lineares, cuja resistência depende da tensão aplicada.

Lei de Ohm

- ✓ Na lei de ohm a tensão (V ou E) é equivalente ao produto entre a resistência e a corrente, isto é,

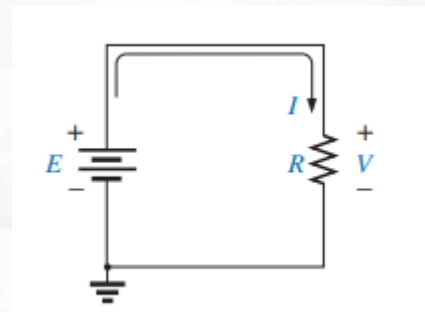
$$V = R \cdot i, \quad (V)$$

logo,

$$R = \frac{V}{i}, \quad (\Omega)$$

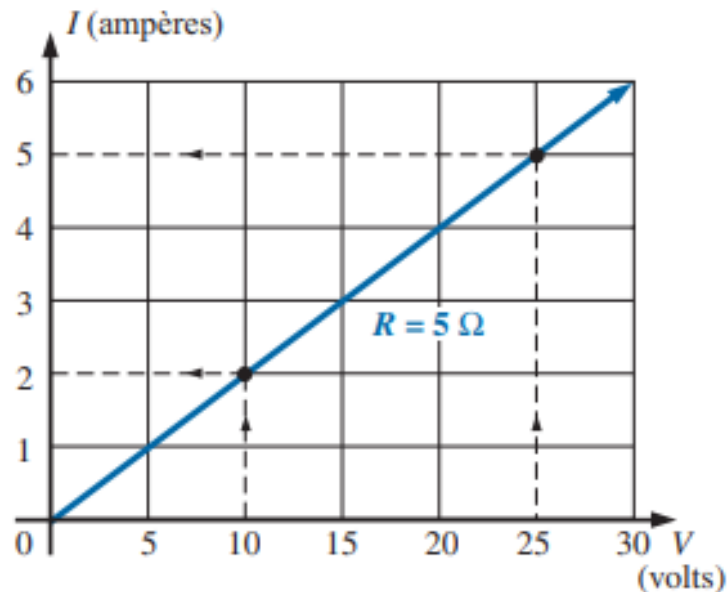
e

$$i = \frac{V}{R}, \quad (A)$$



Lei de Ohm

✓ Gráfico da Lei de Ohm



Potência

- ✓ A Potência indica a quantidade de trabalho realizada por tempo em segundo, 1 watt (W) = 1 joule/segundo (J/s).
- ✓ A potência é determinada por:

$$P = \frac{W}{t} \cdot (W)$$

- ✓ 1 horsepower (hp) é aproximadamente 746 W.

Potência

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Q \cdot V}{t} = \frac{Q \cdot V}{t}, (W)$$

em que,

$$I = \frac{Q}{t} \text{ (A)},$$

Logo,

$$P = V \cdot I \text{ (W)} = R \cdot I^2 = \frac{V^2}{R}.$$

Potência

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Q \cdot V}{t} = \frac{Q \cdot V}{t}, (W)$$

em que,

$$I = \frac{Q}{t} \text{ (A)},$$

Logo,

$$P = V \cdot I \text{ (W)} = R \cdot I^2 = \frac{V^2}{R}.$$

Energia

- ✓ Para que uma potência, que determina a velocidade com que um trabalho é realizado, produza uma conversão de uma forma de energia em outra, é preciso que ela seja usada por um certo período.
- ✓ Um motor pode ter de acionar uma grande carga, porém, a menos que ele seja usado ao longo de um intervalo de tempo, não haverá conversão de energia. Então, quanto mais o motor for usado para acionar uma carga, maior será a energia utilizada.
- ✓ $\text{Energia (Wh)} = \text{potência (W)} \times \text{tempo (h)}$

Lista de Exercícios 01

Seção 3.5 Tipos de resistores

30. a) Qual a diferença aproximada entre as dimensões de um resistor de carbono de 1 W e outro de 2 W?
- b) Qual é, aproximadamente, a diferença entre as dimensões de um resistor de carbono de 1/2 W e outro de 2 W?
- c) Em geral, podemos concluir que, para o mesmo tipo de resistor, um aumento na especificação da potência implica um aumento nas dimensões (volume)? Isso é uma relação linear? Ou seja, se a potência for duplicada, implicará um aumento nas dimensões na proporção de 2:1?
31. Se a resistência entre os terminais externos de um potenciômetro linear é 10 k Ω , qual a resistência entre o contato deslizante (móvel) e um dos terminais externos, se a resistência entre o contato deslizante e outro terminal externo é 3,5 k Ω ?
32. Se o cursor de um potenciômetro linear se deslocou um quarto de seu deslocamento máximo, qual a resistência entre o cursor e cada um dos terminais se a resistência total for 2,5 k Ω ?

Seção 3.6 Código de cores e valores padronizados de resistores

34. Determine os valores máximos e mínimos de resistências que o resistores com as faixas coloridas a seguir podem apresentar sem exceder a tolerância especificada pelo fabricante:

	1ª faixa	2ª faixa	3ª faixa	4ª faixa
a)	cinza	vermelho	marrom	ouro
b)	vermelho	vermelho	marrom	prata
c)	branco	marrom	laranja	—
d)	branco	marrom	vermelho	ouro
e)	laranja	branco	verde	—

35. Determine o código de cores para os seguintes resistores com tolerância de 10 por cento:
- a) 68 Ω
- b) 0,33 Ω
- c) 22 k Ω
- d) 5,6 M Ω

Lista de Exercícios 01

Seção 3.7 Condutância

40. Determine a condutância de cada um dos resistores a seguir:
 - a) $120\ \Omega$
 - b) $4\ \text{k}\Omega$
 - c) $2,2\ \text{M}\Omega$
 - d) Compare os três resultados.
41. Determine a condutância de um fio #12 AWG cujo comprimento é 1.000 pés, supondo que ele seja feito de:
 - a) cobre
 - b) alumínio

Seção 3.8 Ohmímetros

44. Por que **nunca** se deve aplicar um ohmímetro a um circuito ligado?
45. Como é possível verificar o estado de um fusível utilizando um medidor de resistência?
46. Como se pode determinar o estado ligado e desligado de uma chave usando um medidor de resistência?
47. Como se pode usar um medidor de resistência para verificar o estado de uma lâmpada incandescente?

Seção 4.2 Lei de Ohm

1. Qual é a tensão através de um resistor de $220\ \Omega$ se a corrente que passa por ele é de $5,6\ \text{mA}$?
2. Qual a corrente que passa por um resistor de $6,8\ \Omega$ se a queda de tensão entre seus terminais é de $24\ \text{V}$?
3. Qual deverá ser o valor da resistência necessária para limitar a corrente em $1,5\ \text{mA}$ se a diferença de potencial entre os terminais do resistor for de $24\ \text{V}$?
4. Qual a corrente solicitada pelo motor de arranque de um carro ao dar a partida, sendo a bateria de $12\ \text{V}$ e a resistência do motor de arranque de $40\ \text{M}\Omega$?
5. Se a corrente através de um resistor de $0,02\ \text{M}\Omega$ é $3,6\ \mu\text{A}$, qual é a queda de tensão através desse resistor?

Lista de Exercícios 01

Seção 4.3 Gráfico da lei de Ohm

15. a) Trace a curva de I (eixo vertical) em função de V (eixo horizontal) para um resistor de $120\ \Omega$. Use uma escala de 0 a 100 V e uma escala vertical de 0 a 1 A.
b) Usando o gráfico da parte (a), descubra a corrente a uma tensão de 20 V e a uma tensão de 50 V.
16. a) Trace a curva I - V para um resistor de $5\ \Omega$ e um de $20\ \Omega$ no mesmo gráfico. Use uma escala horizontal de 0 a 40 V e uma escala vertical de 0 a 2 A.
b) Qual é a curva mais acentuada? Você pode oferecer alguma conclusão geral baseada nos resultados?
c) Se as escalas horizontal e vertical fossem trocadas, qual delas teria a curva mais acentuada?

Seção 4.4 Potência

20. Se 540 J de energia são absorvidos por um resistor em 4 minutos, qual é a potência dissipada para o resistor em watts?
21. A potência dissipada por um componente é 40 joules por segundo (J/s). Quanto tempo será necessário para que sejam dissipados 640 J?
22. a) Quantos joules uma pequena lâmpada de 2 W dissipa em 8 h?
b) Qual o valor da energia dissipada no item (a) em kilowatts-horas?
23. Durante quanto tempo um resistor deve ser percorrido por uma corrente estacionária de 1,4 A, a qual gera uma tensão de 3 V sobre o resistor, para que ele dissipe uma quantidade de energia igual a 12 J?

Lista de Exercícios 01

Seção 4.5 Energia

37. Um resistor de $10\ \Omega$ está ligado a uma bateria de 12 V.
 - a) Quanta energia, em joules, ele dissipa em 1 minuto?
 - b) Se o resistor é deixado conectado por 2 minutos em vez de 1 minuto, a energia dissipada aumentará? O nível de dissipação de potência aumentará?
38. Calcule a energia necessária em kWh para manter um motor a óleo de 230 W funcionando 12 horas por semana durante 5 meses. (Use 4 semanas = 1 mês.)
39. Durante quanto tempo um aquecedor de 1.500 W deve ficar ligado para consumir 12 kWh de energia?
40. Uma lâmpada de 60 W está ligada há 10 horas.
 - a) Qual a energia usada em watt-segundos?
 - b) Qual a energia dissipada em joules?
 - c) Qual a energia transferida em watt-horas?
 - d) Quantos kilowatts-horas de energia foram dissipados?
 - e) A 11 centavos por kWh, qual foi o custo total?