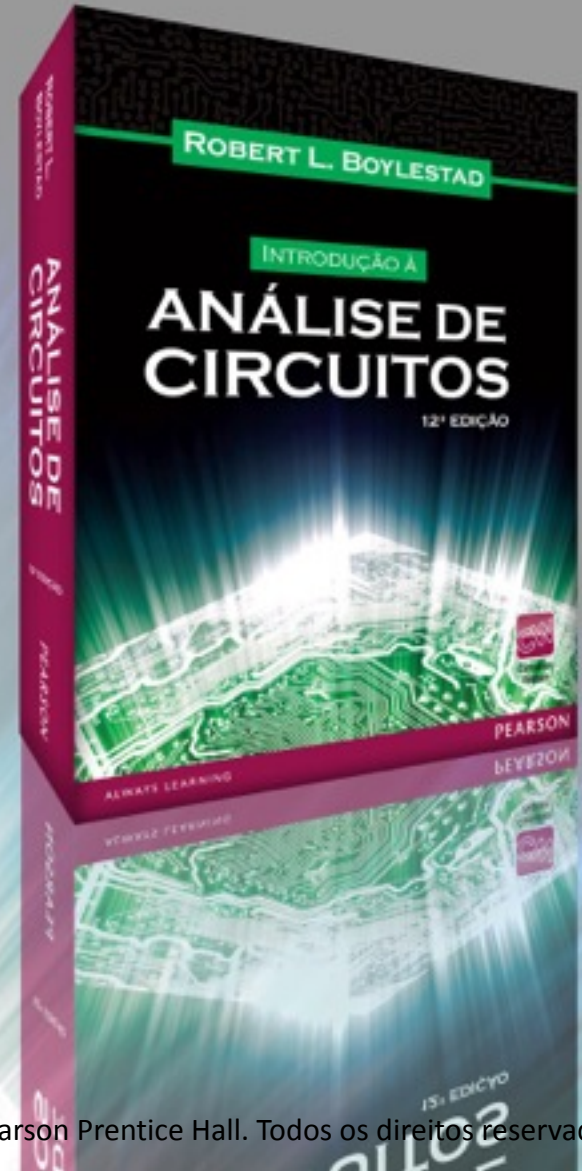


# Aula02

## Tensão, Corrente



## OBJETIVOS

- Tomar conhecimento da estrutura atômica básica de condutores como o cobre e o alumínio e compreender por que eles são usados tão extensivamente nessa área.
- Compreender como a tensão terminal de uma bateria ou de qualquer fonte de corrente contínua é estabelecida, e como ela cria um fluxo de carga no sistema.
- Compreender como a corrente é estabelecida em um circuito e como sua magnitude é afetada pela carga que flui no sistema e pelo tempo envolvido.

# INTRODUÇÃO

# ANÁLISE DE CIRCUITOS

12ª EDIÇÃO

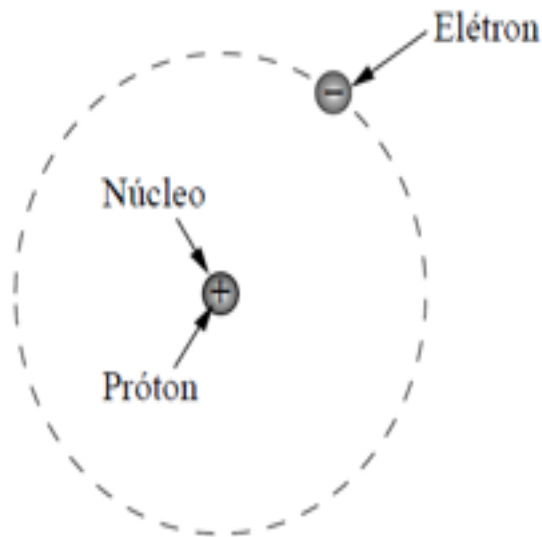
- Agora que a base para o estudo de eletricidade/eletrônica foi estabelecida, os conceitos de tensão e corrente podem ser investigados.
  - O termo **tensão** é encontrado praticamente todos os dias.
  - Temos conhecimento de que a maioria dos aparelhos em nossas casas funciona com tensão de 120 volts ou 240V.
- Apesar de **corrente** ser, talvez, um termo menos familiar, sabemos o que acontece quando colocamos muitos aparelhos na mesma saída – a tomada não suporta a corrente excessiva resultante.

- Uma compreensão básica dos conceitos fundamentais de corrente e tensão requer um determinado nível de familiaridade com o átomo e sua estrutura.
  - O átomo mais simples é o de hidrogênio, constituído por duas partículas fundamentais, o **próton** e o **elétron**.
  - O **núcleo** do átomo de hidrogênio é o próton, uma partícula de carga positiva.
- *O elétron em órbita tem carga elétrica negativa, igual em módulo à carga positiva do próton.*

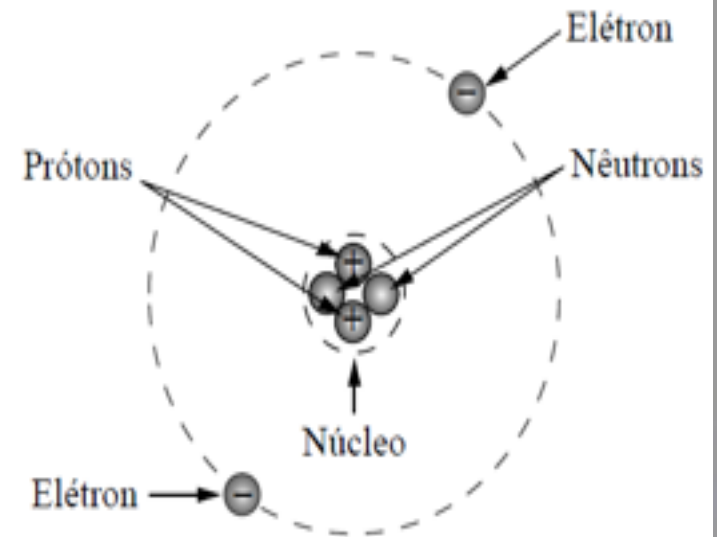
# OS ÁTOMOS E SUA ESTRUTURA

# ANÁLISE DE CIRCUITOS

12ª EDIÇÃO



(a) Átomo de hidrogênio



(b) Átomo de hélio

Figura 2.1 Átomos de hidrogênio e de hélio.

- O cobre é o metal mais comumente usado na indústria eletro-eletrônica.
- Um exame de sua estrutura atômica revela por que ele tem uma aplicação tão ampla.
- Ele tem 29 elétrons que orbitam em torno do núcleo, com o 29º elétron aparecendo completamente sozinho na 4ª camada.

# OS ÁTOMOS E SUA ESTRUTURA

# ANÁLISE DE CIRCUITOS

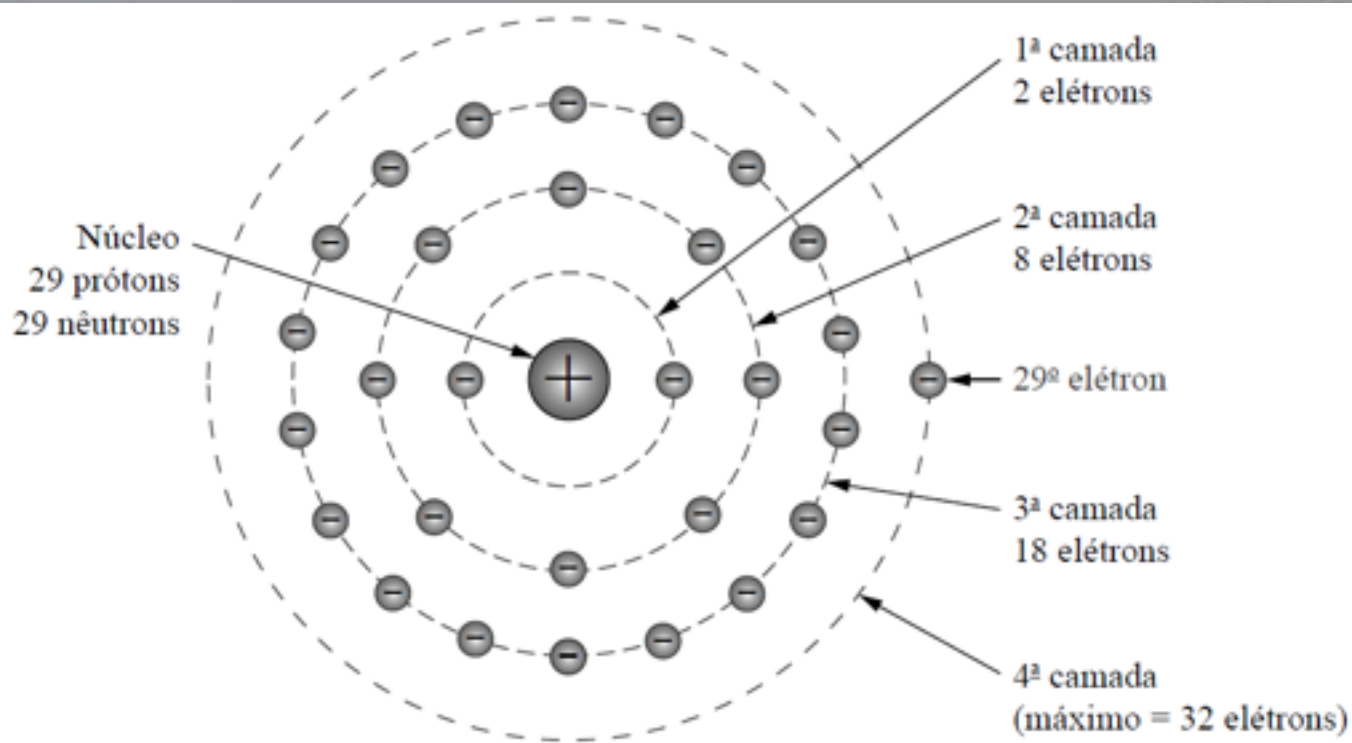
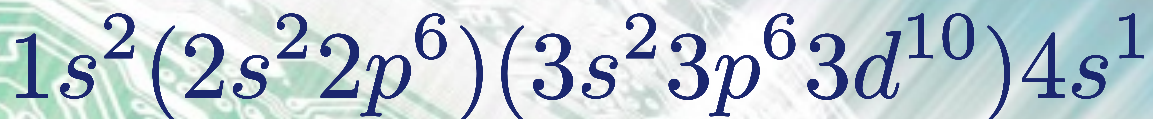


Figura 2.2 Estrutura atômica do cobre.



# TENSÃO

# ANÁLISE DE CIRCUITOS

12ª EDIÇÃO

Se separamos o 29º elétron na figura ao lado do resto da estrutura atômica de cobre usando uma linha tracejada, como mostra a Figura 2.4 (a), criamos regiões com cargas positivas e negativas líquidas como mostra a Figura 2.4 (b) e (c).

- Essa região positiva criada, que separa o elétron livre da estrutura, é chamada de **íon positivo**.
- Em geral, *toda fonte de tensão é estabelecida com a simples criação de uma separação de cargas positivas e negativas.*

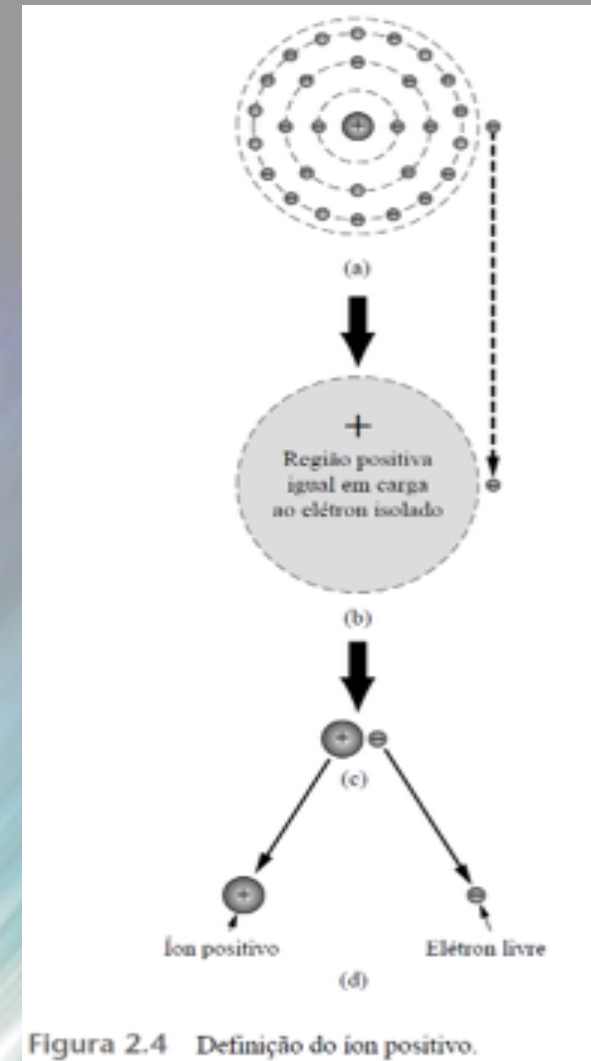


Figura 2.4 Definição do íon positivo.



# TENSÃO

# ANÁLISE DE CIRCUITOS

12ª EDIÇÃO

$$V = \frac{W}{Q} \quad [\text{Volt (V)}]$$

**Exemplo 1:** Qual a tensão entre dois pontos se 60 J de energia são necessários para mover uma carga de 20C entre estes dois pontos?

**Exemplo 2:** Determine a energia que é gasta ao se mover uma carga de 50 $\mu$ C entre dois pontos quando a tensão entre eles é de 6V.

- Tendo em vista que seria irrelevante falar a respeito da tensão estabelecida pela separação de um único elétron, um pacote de elétrons, chamado **coulomb (C)**, de carga foi definido como a seguir:

– *Um coulomb de carga é a carga total associada a  $6,242 \times 10^{18}$  elétrons.*

$$Q = n.e$$

– *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.*

- Tendo em vista que a **energia potencial** associada a um corpo é definida por sua posição, o termo *potencial* é frequentemente aplicado na definição de níveis de tensão.
  - Por exemplo, a diferença em potencial é de 4 V entre os dois pontos, ou a **diferença potencial** entre um ponto e o chão é de 12 V, e assim por diante.

# CORRENTE

# ANÁLISE DE CIRCUITOS

12ª EDIÇÃO

- *A tensão aplicada é o mecanismo de partida; a corrente é uma reação à tensão aplicada.*

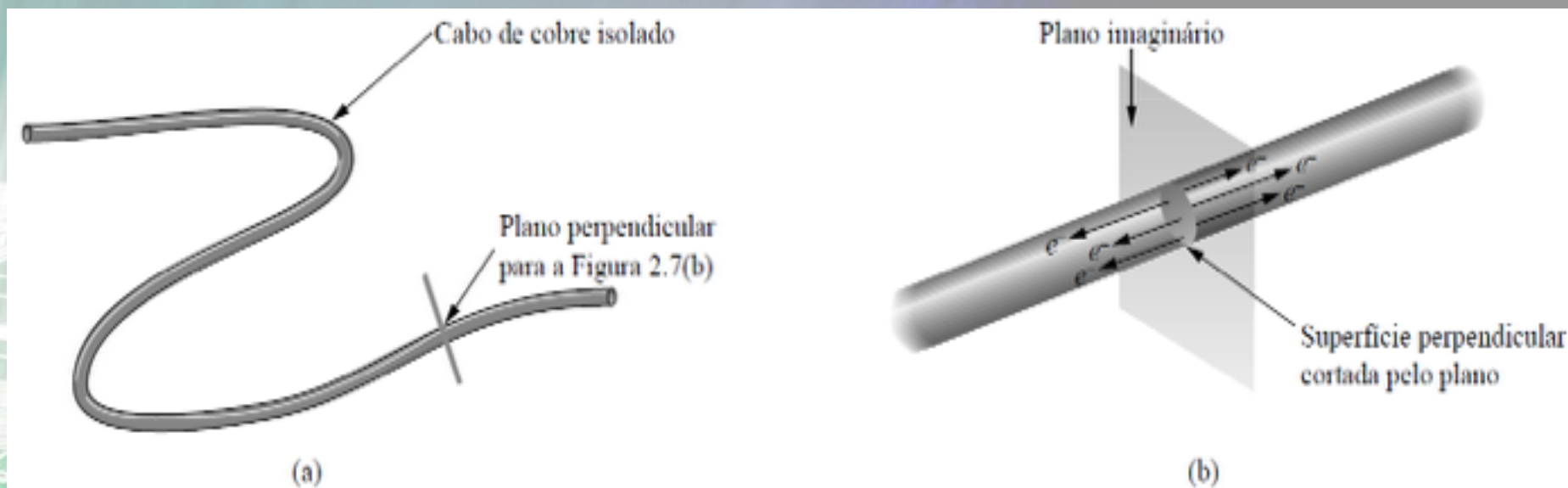
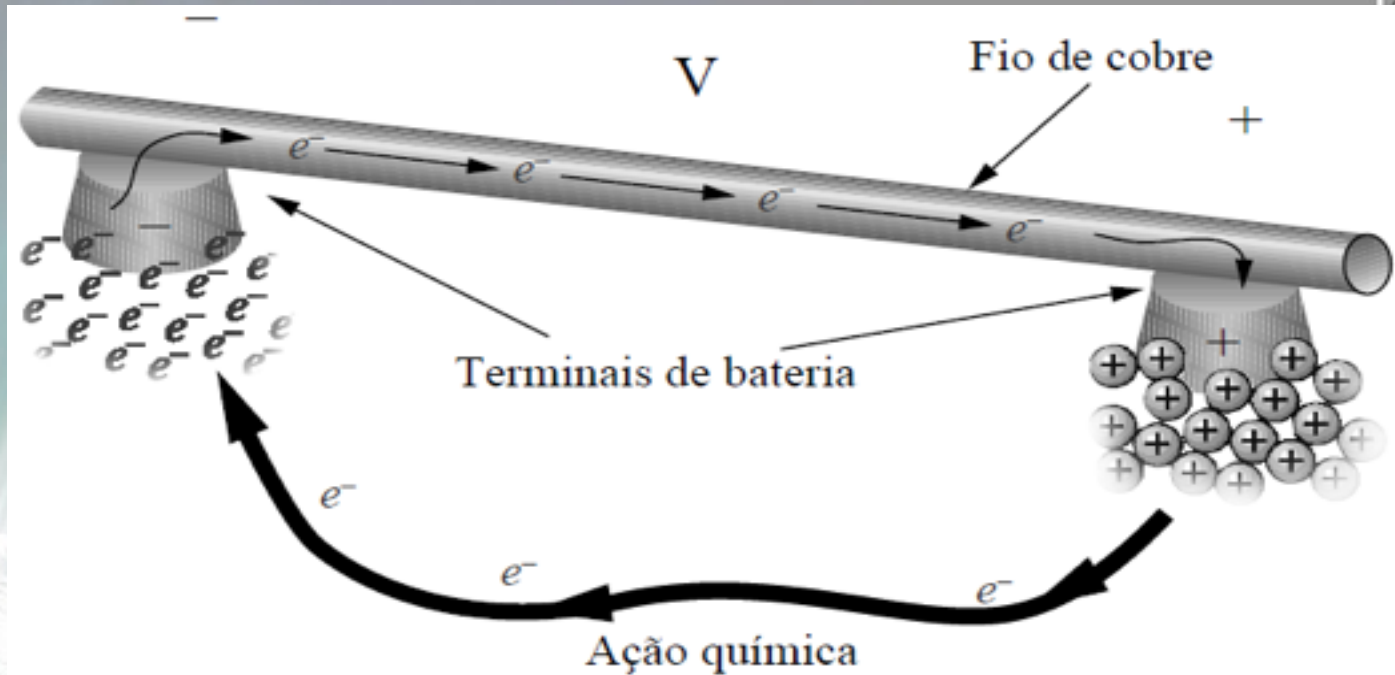


Figura 2.7 Há um movimento de condutores livres em uma parte isolada do cabo de cobre, mas o fluxo de carga não consegue ter uma direção em particular.

# CORRENTE

# ANÁLISE DE CIRCUITOS

12ª EDIÇÃO



**Figura 2.8** Movimento de elétrons carregados negativamente em um fio de cobre quando colocados transversalmente entre os terminais de uma bateria com uma diferença no potencial de volts (V).

# CORRENTE

# ANÁLISE DE CIRCUITOS

12ª EDIÇÃO

$$i = \frac{Q}{t} \quad [A]$$

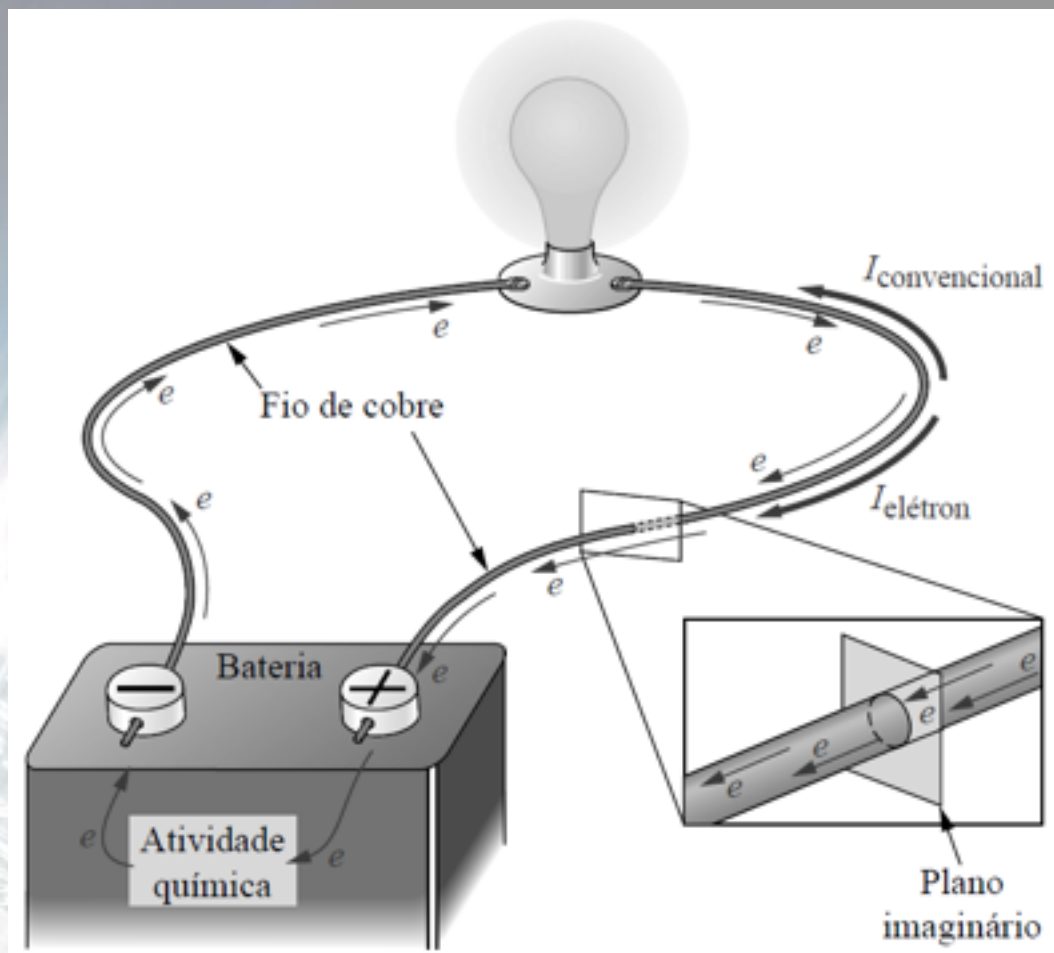


Figura 2.9 Circuito elétrico básico.

**Exemplo 3:** A carga que atravessa a cada 64ms a superfície de um condutor é 0,16C. Calcule a corrente em Ampères.

**Exemplo 4:** Determine o tempo necessário para que  $4 \times 10^{16}$  elétrons atravessem uma superfície de um condutor que tem uma corrente de 5mA.

- A unidade de medida de corrente, **ampère**, foi escolhida para honrar os esforços de André Ampère no estudo da eletricidade em movimento.
- Em resumo, portanto, *a tensão aplicada (ou diferença potencial) em um sistema elétrico/eletrônico é a “pressão” para colocar o sistema em movimento, e a corrente é a reação a essa pressão.*



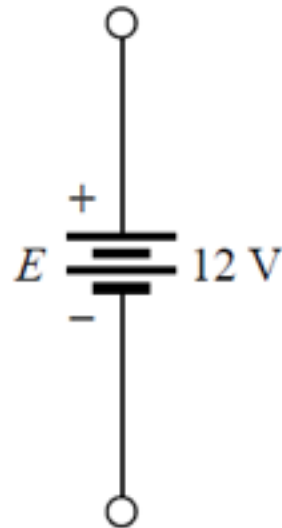
## CORRENTE

### Considerações de segurança

- É importante compreender que mesmo a passagem de correntes relativamente pequenas através do corpo humano pode ser muito perigosa e causar sérios danos ao organismo.
- Resultados experimentais revelam que o corpo humano começa a reagir a correntes de apenas uns poucos miliampères.
- Embora 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.

# FONTES DE TENSÃO

O termo **CC**, usado neste livro, 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).



**Figura 2.11** Símbolo-padrão de uma fonte de tensão CC.

- Em geral, fontes de tensão CC podem ser divididas em três tipos básicos:
  - baterias (reação química ou energia solar),
  - geradores (eletromecânica)
  - fontes de alimentação (retificação, um processo de conversão a ser descrito em seus cursos de eletrônica).

- Se ligarmos fios construídos com materiais diferentes aos terminais da mesma bateria e medirmos a corrente em cada um deles, verificaremos que elas são diferentes.
- **Muitos fatores, como densidade, mobilidade e características de estabilidade do material que constitui o fio explicam essas diferenças nos fluxos de carga.**
  - Entretanto, em geral, *denominamos condutores os materiais que permitem a passagem de um fluxo intenso de elétrons com a aplicação de uma força (tensão) relativamente pequena.*
  - Além disso, *os átomos dos materiais que são bons condutores possuem apenas um elétron na camada de valência (camada mais distante do núcleo).*

**Tabela 2.1** Condutividade relativa de vários materiais.

<b>Metal</b>	<b>Condutividade relativa (%)</b>
Prata	105
Cobre	<b>100</b>
Ouro	70,5
Alumínio	61
Tungstênio	31,2
Níquel	22,1
Ferro	14
Constantan	3,52
Nicromo	1,73
Calorita	1,44

**Tabela 2.2** Rigidez dielétrica de alguns dos isolantes mais comuns.

<b>Material</b>	<b>Rigidez dielétrica média (kV/cm)</b>
Ar	30
Porcelana	70
Óleos	140
Baquelite®	150
Borracha	270
Papel (parafinado)	500
Teflon®	600
Vidro	900
Mica	2.000

- *Os semicondutores constituem um determinado grupo de elementos químicos cujas características elétricas são intermediárias entre as dos condutores e as dos isolantes.*
- *Os materiais semicondutores possuem quatro elétrons em sua camada mais externa (camada de valência).*
  - **Exemplos:** *Silício, Germânio são os mais utilizados na indústria de micro-eletrônica.*

# AMPERÍMETROS E VOLTÍMETROS

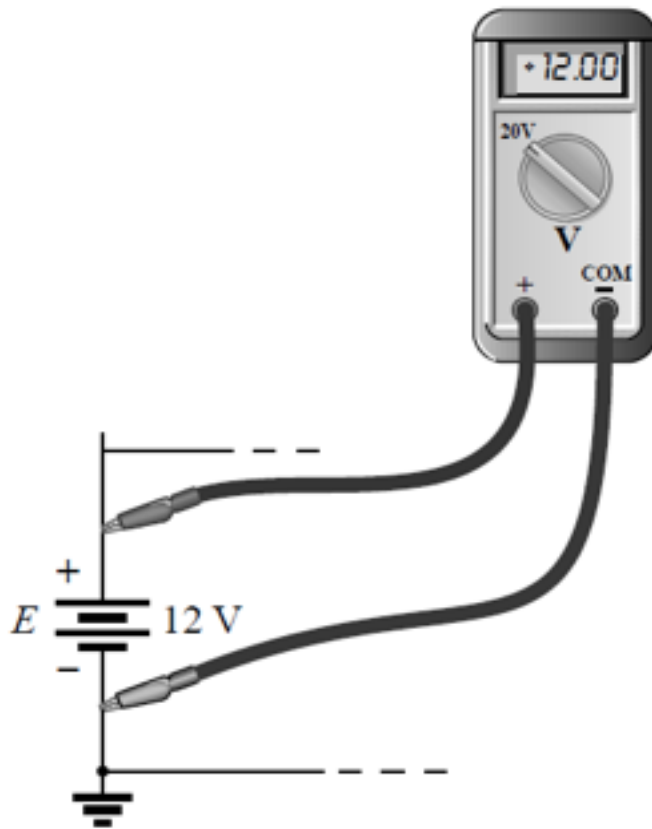
- É importante saber medir os níveis de corrente e de tensão de um sistema elétrico para verificar seu funcionamento, identificar defeitos e investigar efeitos que possam ocorrer e que seriam impossíveis de serem previstos em uma análise teórica.
- Como o próprio nome indica, os **amperímetros** são utilizados para medir a intensidade da corrente, e os **voltímetros**, a diferença de potencial entre dois pontos.



# AMPERÍMETROS E VOLTÍMETROS

# ANÁLISE DE CIRCUITOS

12ª EDIÇÃO



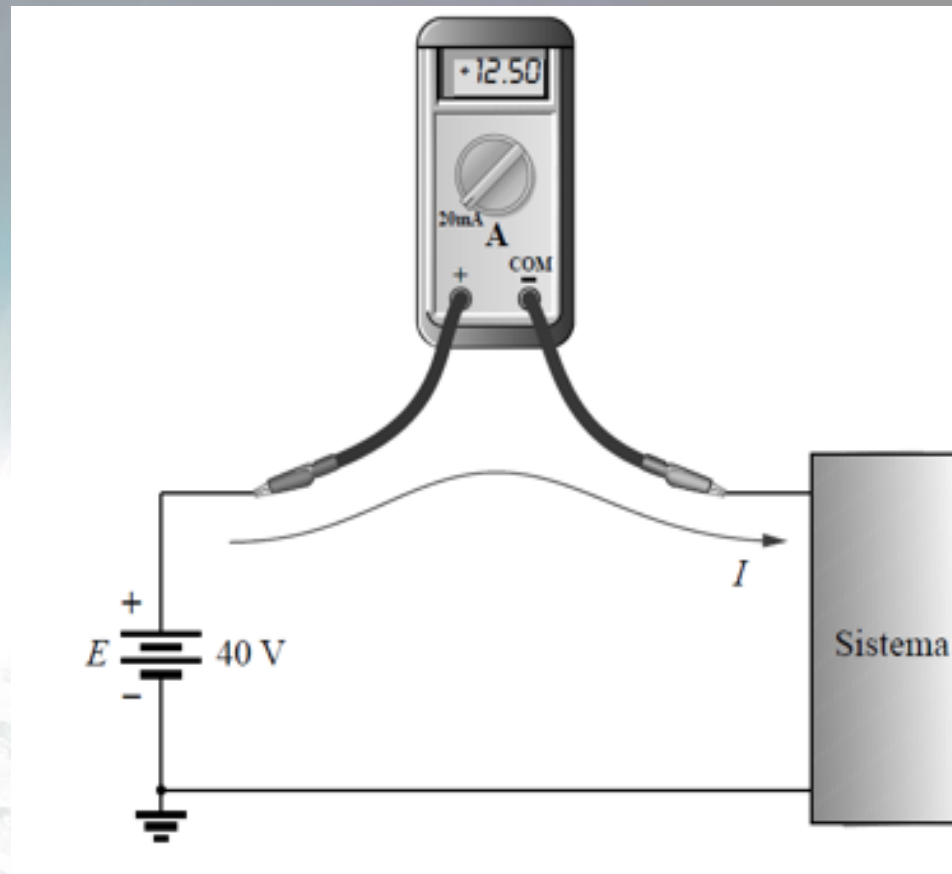
LIGADO EM PARALELO  
COM A FONTE

Figura 2.27 Conexão de um voltímetro para uma leitura positiva (+).

# AMPERÍMETROS E VOLTÍMETROS

# ANÁLISE DE CIRCUITOS

12ª EDIÇÃO



LIGADO EM SERIE  
COM A FONTE

Figura 2.28 Conexão de um amperímetro para uma leitura positiva (+).

# AMPERÍMETROS E VOLTÍMETROS

# ANÁLISE DE CIRCUITOS

12ª EDIÇÃO



Figura 2.29 Volt-ohm-miliamperímetro (VOM) analógico. (Cortesia da Simpson Electric Co.)

# AMPERÍMETROS E VOLTÍMETROS

# ANÁLISE DE CIRCUITOS

12ª EDIÇÃO



**Figura 2.30** Multímetro digital (DMM). (Cortesia da Fluke Corporation. Reproduzido com permissão.)