

Aula 04- Circuitos Elétricos

Lei de Ohm, Potência e Energia

- Até agora, definimos três das grandezas físicas mais importantes em um circuito elétrico:
 - tensão
 - corrente elétrica
 - resistência elétrica.
- O objetivo aqui é entender o comportamento de um circuito elétrico que contenha os componentes relacionados a estas três grandezas.

A lei de Ohm

- Pode ser aplicada em circuitos CC, CA, digitais, de micro-ondas, etc.
- Pode ser aplicada durante um intervalo de tempo ou quando se requer respostas instantâneas.
- Idéia básica:

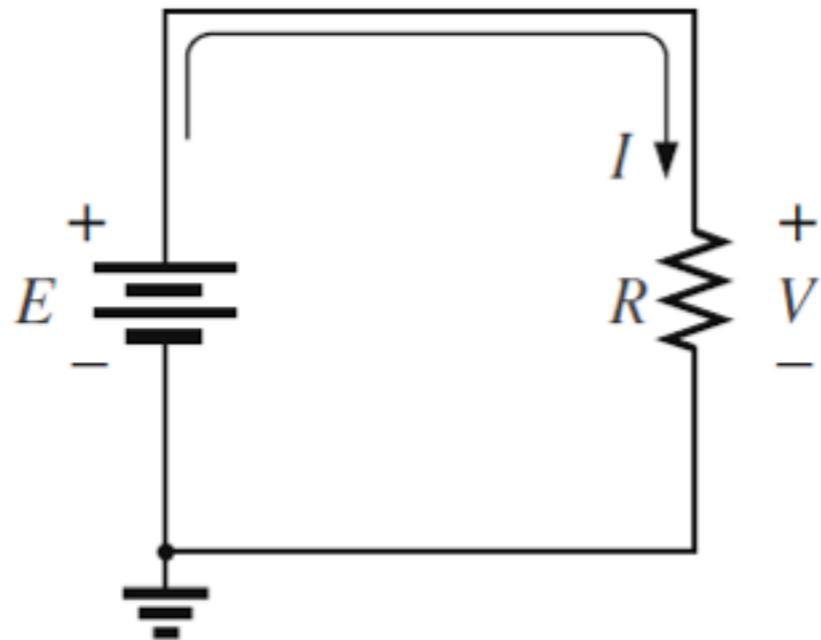
$$Efeito = \frac{\text{causa}}{\text{oposição}}$$

Lei de Ohm

$$i = \frac{E}{R};$$

$$[A] = \frac{[V]}{[\Omega]}$$

← unidades



Atenção: O símbolo **E** é utilizado para todas as fontes de tensão, enquanto que o símbolo **V** é aplicado a todas as quedas de tensão através das componentes do circuito.

No circuito ao lado: $E=V$

Figura 4.2 Circuito básico.

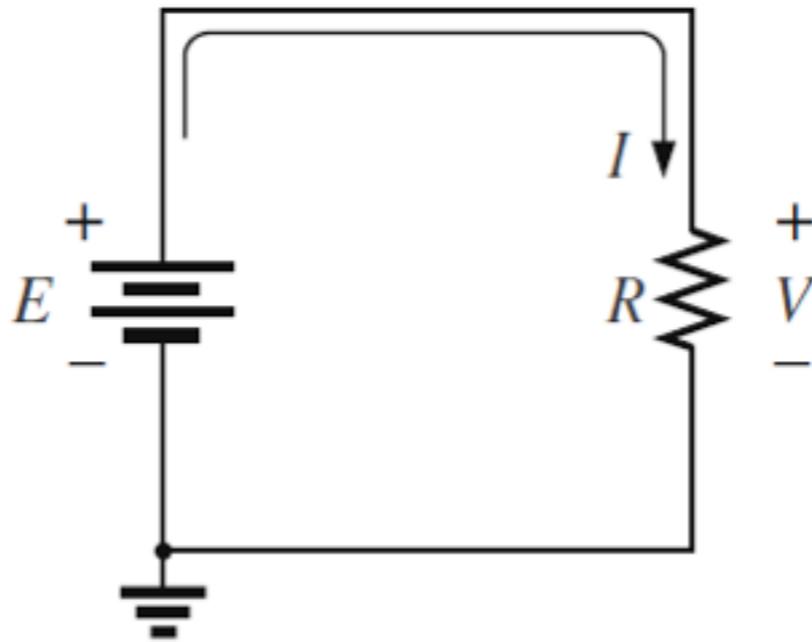


Figura 4.2 Circuito básico.

O sentido da corrente sempre vai ser este (do terminal positivo para o terminal negativo da fonte) no caso de uma única fonte.

Para qualquer resistor, em qualquer rede, a direção da corrente através de um resistor definirá a polaridade da queda de tensão sobre o resistor.

Exemplo 1: Determine a corrente resultante da conexão de uma bateria de 9V aos terminais de um circuito cuja resistância é 2.2Ω

Exemplo 2: Calcule a resistância do filamento de uma lâmpada de 60W se uma corrente de 500mA for estabelecida em função da tensão aplicada de 120V.

Exemplo 3: Calcule a corrente através de um resistor de $2k\Omega$ caso a queda de tensão entre seus terminais seja de 16V.

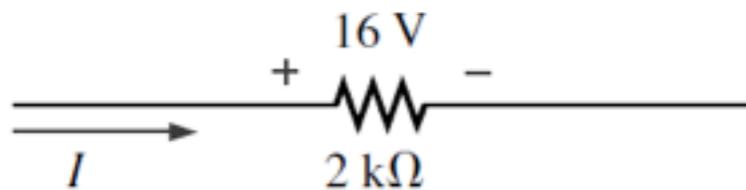


Figura 4.4 Exemplo 4.3.

Exemplo 4: Calcule a tensão que deve ser aplicada ao ferro de solda mostrado abaixo para que seja estabelecida uma corrente de 1.5A, sendo sua resistência interna de 80Ω.

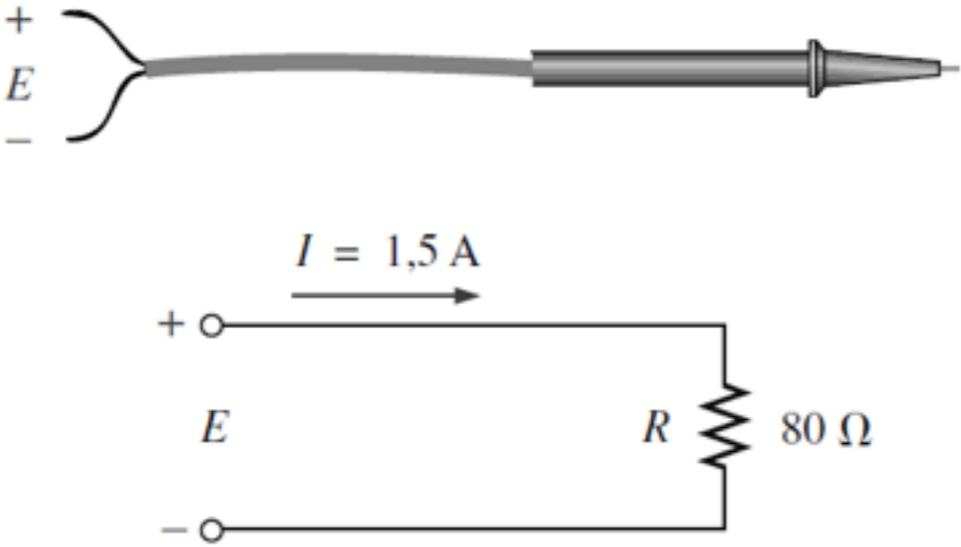


Figura 4.5 Exemplo 4.4.

Gráficos da Lei de Ohm

Note que a relação corrente e tensão na lei de Ohm é linear. Portanto, os gráficos da tensão em função da corrente são retas que tem o inverso da resistância como coeficiente angular

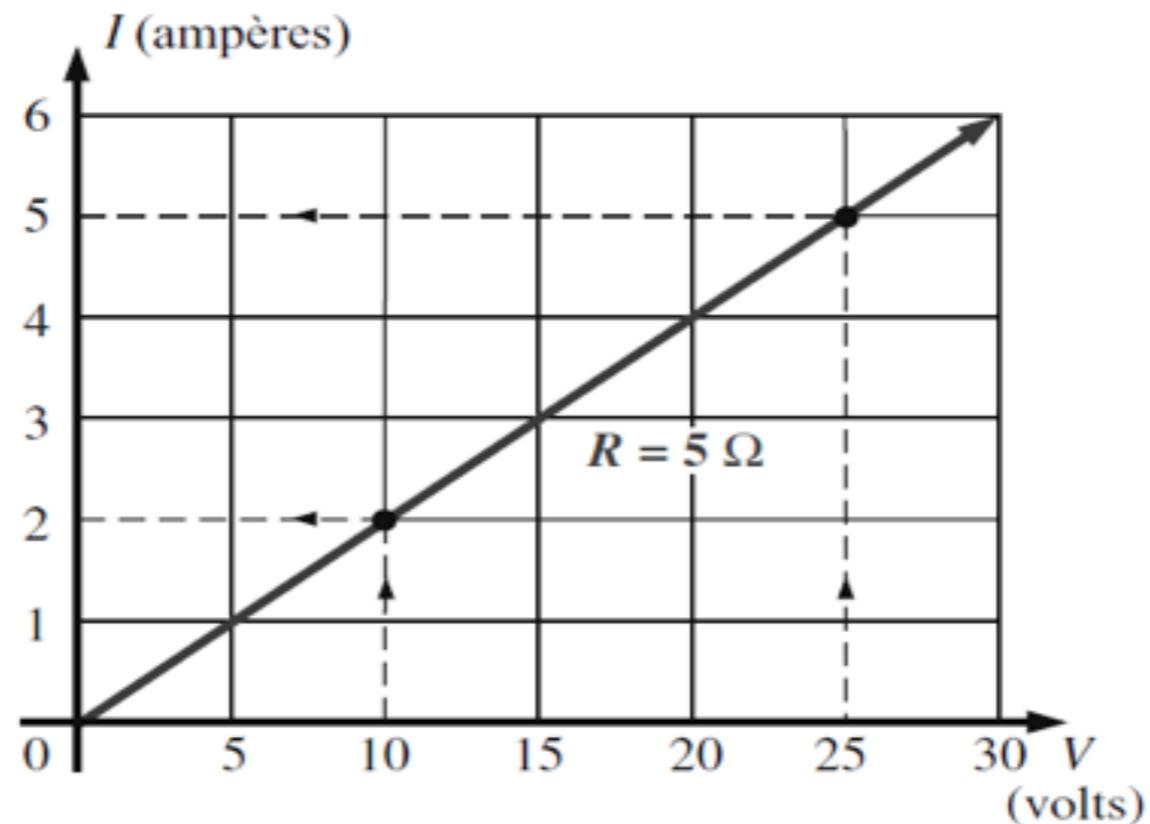
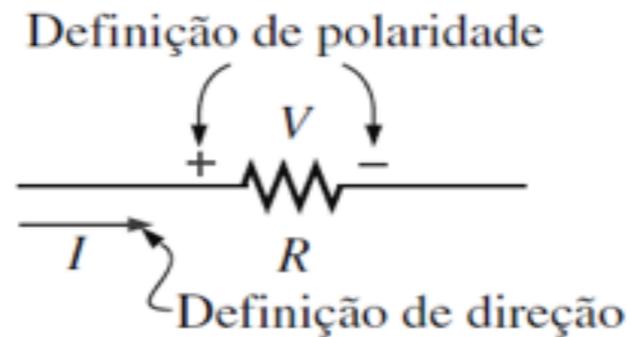


Figura 4.6 Gráfico da lei de Ohm.

Note que a resistância é constante.

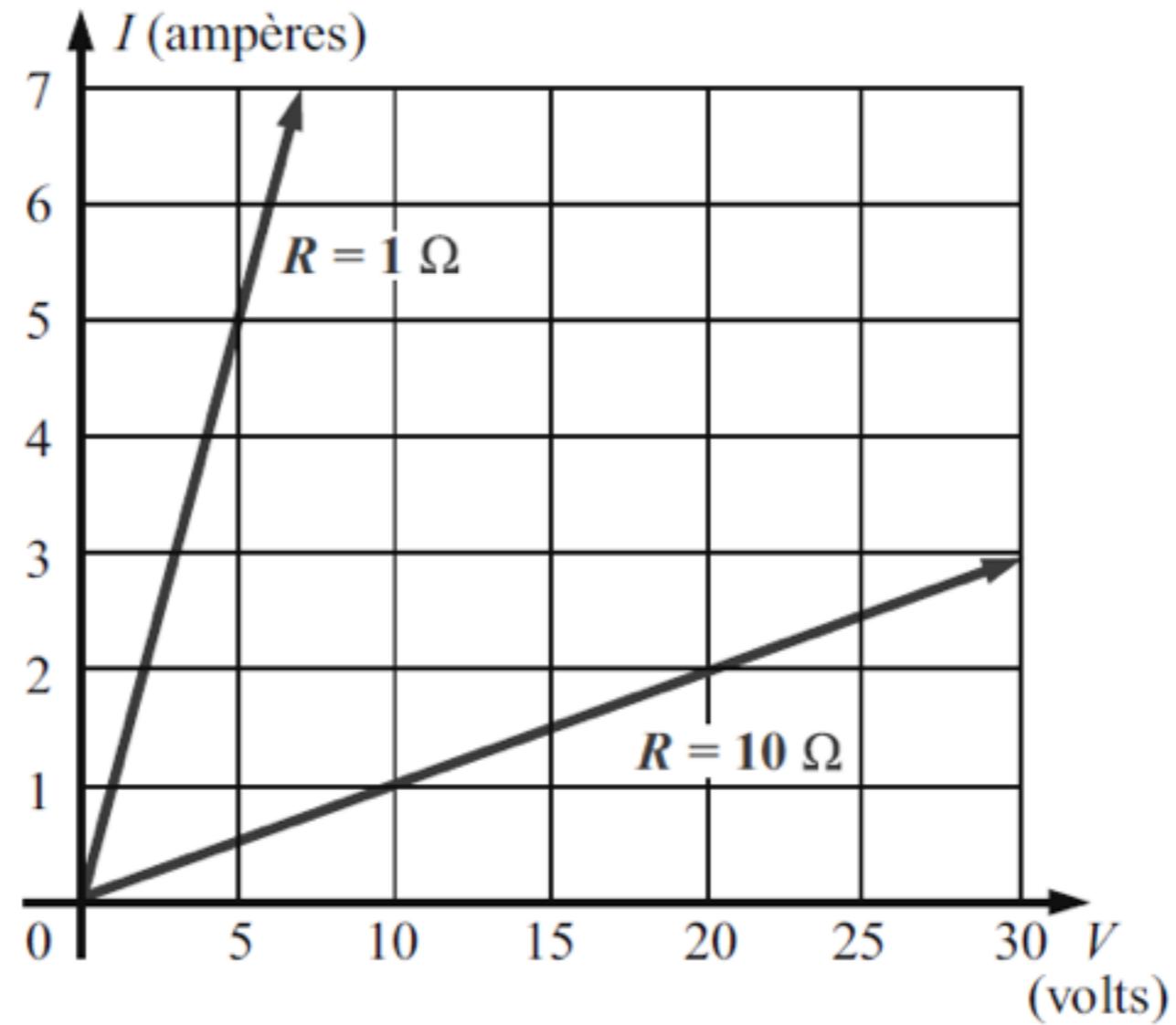
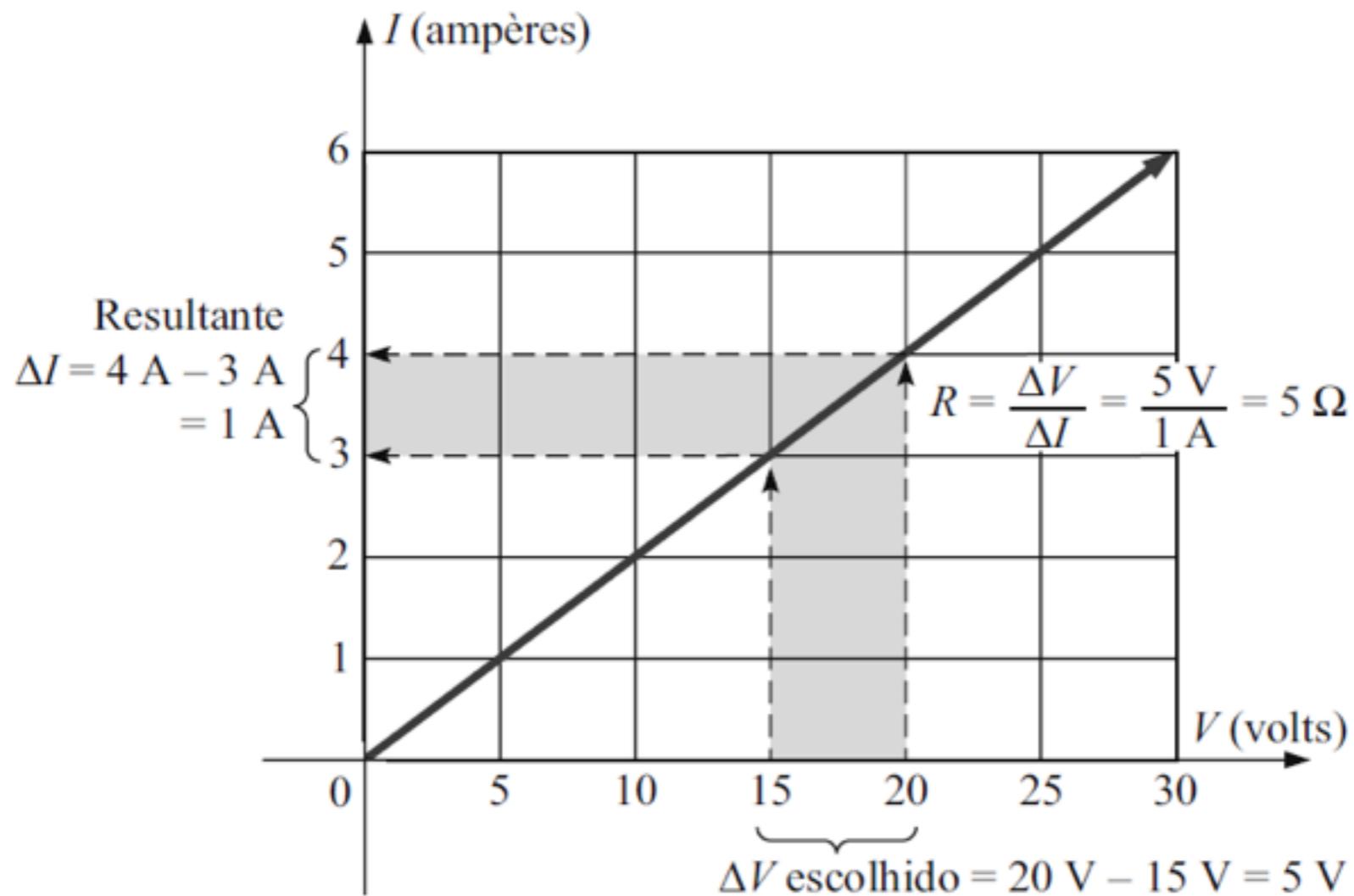


Figura 4.7 Gráfico V - I mostrando que, quanto menor for a resistência, maior será a inclinação da reta.



$$R = \frac{\Delta V}{\Delta i}$$

Figura 4.8 Aplicação da Equação 4.7.

$$i = \frac{1}{R} E + 0 \longrightarrow m = \frac{1}{R}$$

$$y = mx + b$$

Exemplo 5: Determine a resistência associada ao gráfico abaixo/

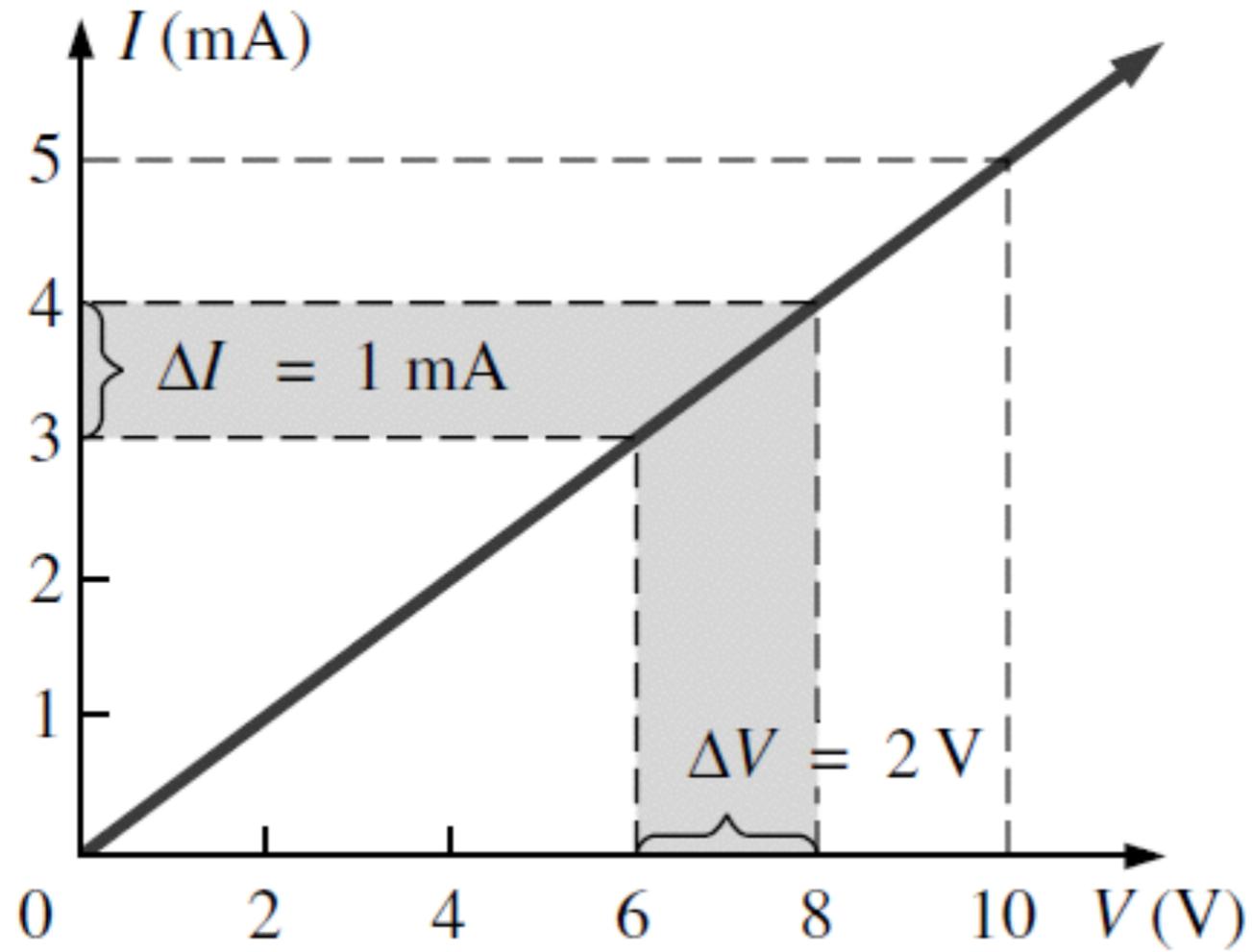
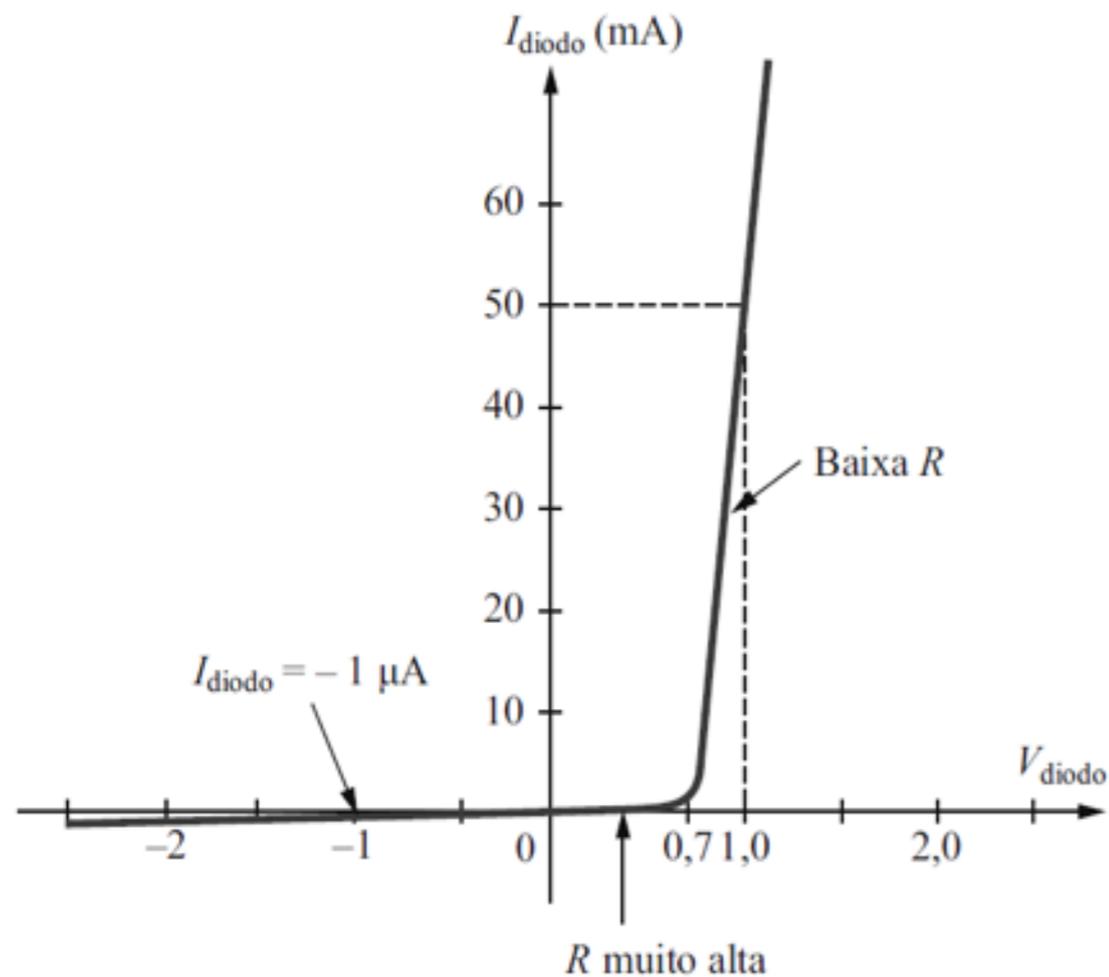


Figura 4.9 Exemplo 4.5.

Curva característica de um diodo

- dispositivo semicondutor
- resistência baixa para a corrente em um sentido
- resistência alta para corrente no sentido oposto



Para $V=1V$

$$R_D = \frac{V}{i} = \frac{1}{50mA} = 20\Omega$$

Para $V=-1V$

$$R_D = \frac{V}{i} = \frac{1}{1\mu A} = 1M\Omega$$

Figura 4.10 Curva característica de um diodo semicondutor.

Potência

- A potência indica a quantidade de trabalho realizado em um determinado período de tempo, ou seja, pode ser encarada como a velocidade com que um trabalho é realizado.
- Um motor elétrico grande tem mais potência do que um pequeno no mesmo intervalo de tempo, pois é capaz de converter uma quantidade maior de energia elétrica em energia mecânica neste intervalo.

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad \longrightarrow \quad \text{Work (Trabalho)}$$

$$[1W] = \frac{[1J]}{[s]}$$

watt

$$1hp \approx 746W$$

No caso elétrico, o trabalho realizado é: $W = qV$

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad \text{torna-se} \quad P = \frac{qV}{\Delta t}$$

mas $i = \frac{q}{\Delta t}$

$$P = iV$$

Utilizando a lei de Ohm, podemos derivar outras duas expressões para a potência.

$$P = iV = i(Ri) = Ri^2 \longrightarrow$$

$$P = Ri^2$$

$$P = iV = \frac{V}{R}V = \frac{V^2}{R} \longrightarrow$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Por sua vez, a potência fornecida pela fonte é, segundo nossa convenção:

$$P = Ei$$

- Importante
 - A potência associada a qualquer elemento não é exclusivamente função da tensão deste. Ela é determinada pelo produto da tensão e da corrente máxima que este elemento suporta.
 - Exemplo: Bateria de Carro

Exemplo 6: Determine a potência entregue ao motor de corrente contínua da figura.

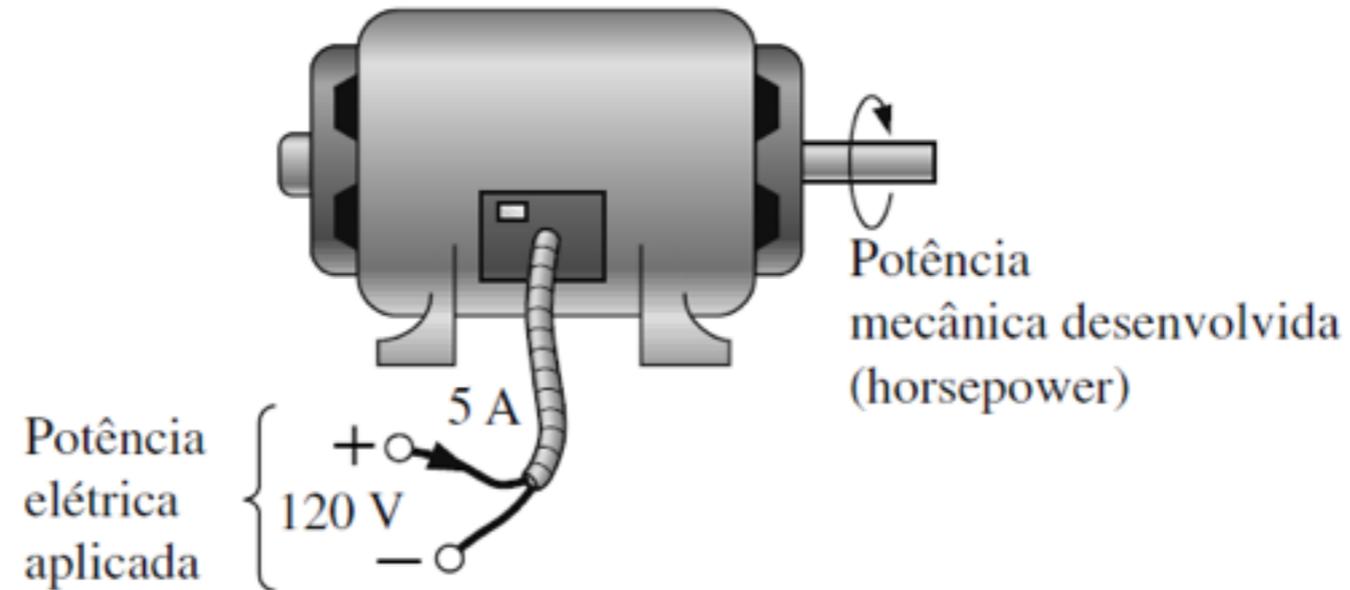


Figura 4.13 Exemplo 4.6.

Exemplo 7: Qual a potência dissipada por um resistor de 5Ω se a corrente nele for de 5A?

Exemplo 8: A curva característica corrente x tensão de uma lâmpada de filamento é mostrada abaixo. Se a tensão nominal de operação da lâmpada é de 120V, determine a potência dissipada. Calcule também a resistência desta lâmpada sob essas condições de funcionamento.

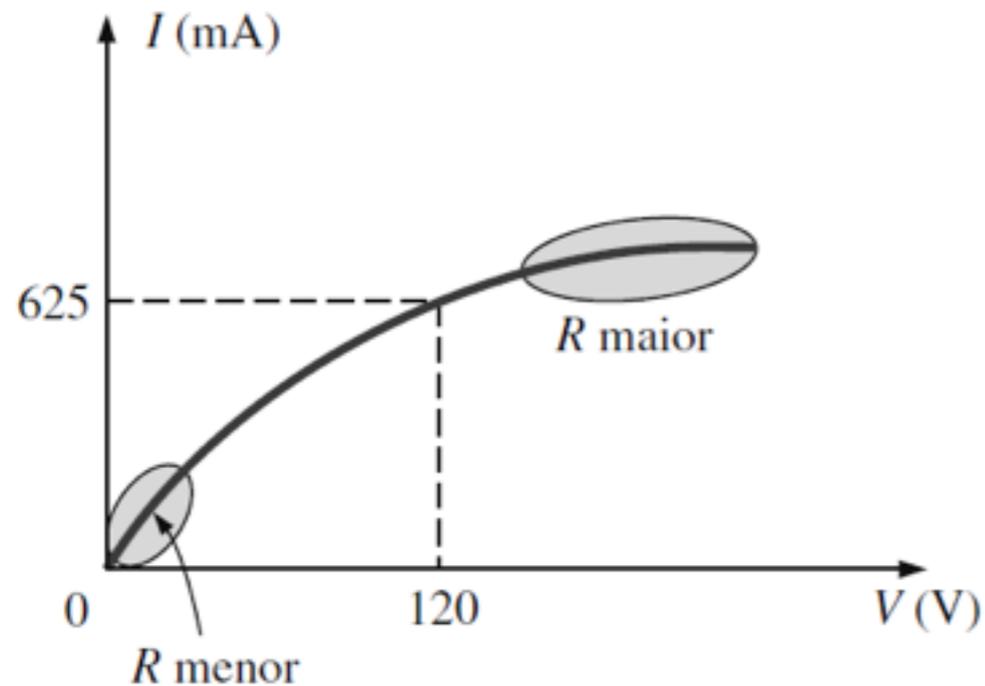


Figura 4.14 Gráfico I - V não linear de uma lâmpada de filamento de 75 W (Exemplo 4.8).

Exemplo 9: Determine a corrente através de um resistor de $5\text{k}\Omega$ quando ele dissipa uma potência de 20mW.

Energia

- Vimos que a potência está relacionada com a velocidade com a qual o trabalho é realizado e, para que haja produção de energia, esta potência deve ser desenvolvida durante um intervalo de tempo.

$$W = P\Delta t \quad [W.s = J]$$

- O watt-segundo é uma unidade muito pequena para fins práticos. Portanto, é conveniente utilizar o kilowatt-hora [kWh].

$$\text{Energia (Wh)} = \text{potência (W)} \cdot \text{tempo (h)}$$

$$\frac{\text{Energia(kWh)}}{1000} = \text{potência(W)} \cdot \text{tempo(h)}$$

- 1kWh é a energia dissipada por uma lâmpada de 100W ligada por 10h.



(a)



(b)

Figura 4.16 Medidores de kilowatts-horas: (a) analógico; (b) digital. [Cortesia de (a) Bill Fehr/Shutterstock e (b) Jeff Wilber/Shutterstock.]

Exemplo 10: Calcule a quantidade de energia em kWh necessária para manter uma lâmpada de filamento 60W acesa continuamente durante 1 ano.

Exemplo 11: Durante quanto tempo uma tv de plasma de 340W teria que ficar ligada para consumir 4kWh?

Exemplo 12: Qual o custo da utilização de um motor de 5hp durante 2h se a tarifa é de 11 centavos por kWh?

Eficiência

- Note que a quantidade de energia de saída fornecida por um aparato é sempre menor do que aquela que entrou no sistema.
- Isto ocorre devido às perdas ou armazenamento interno.

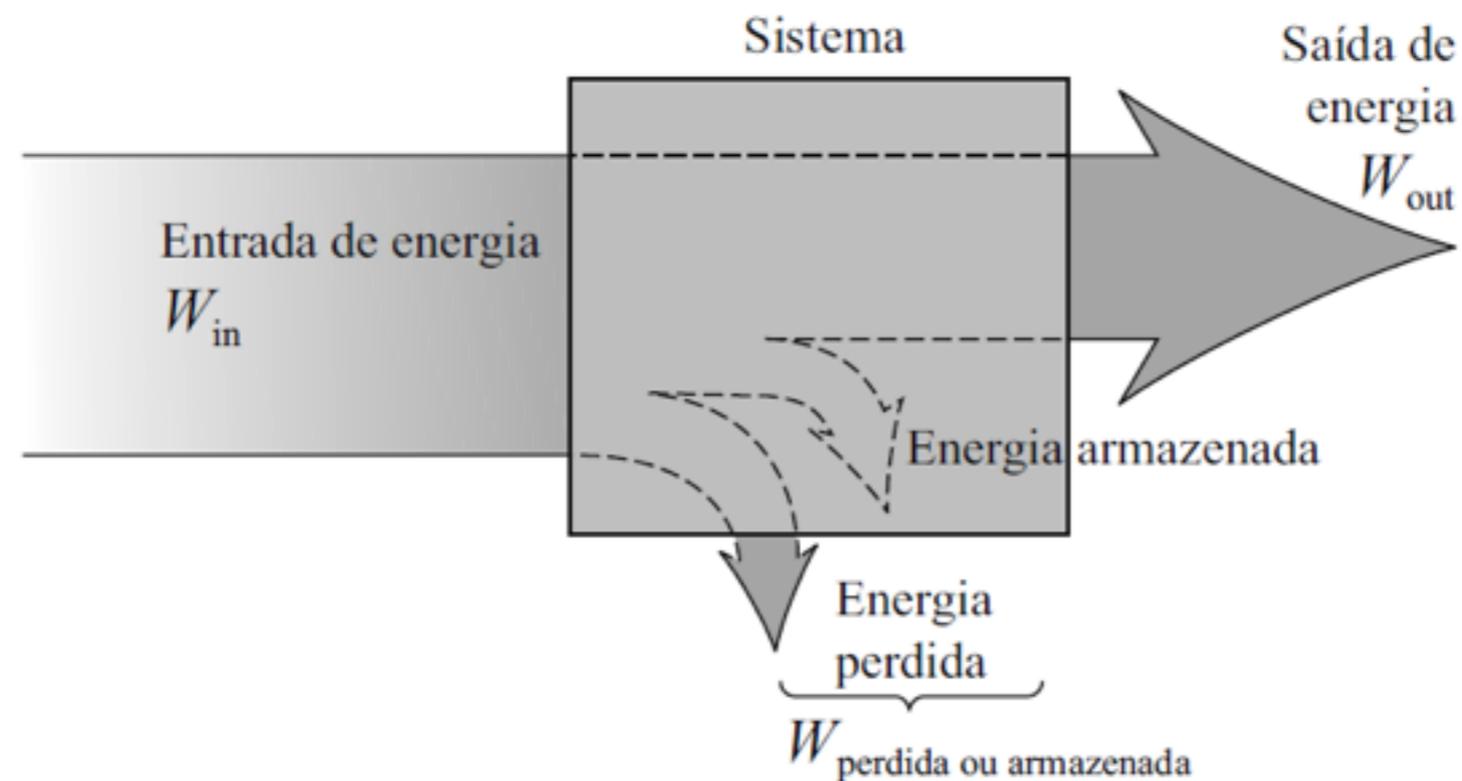


Figura 4.18 Fluxo de energia em um sistema.

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

Exemplo 13: Um motor de 2hp opera com uma eficiência de 75%. Qual a potência de entrada em watts? Se a tensão aplicada ao motor é de 220V, qual a corrente na entrada?