

FUCO5A - Análise De Circuitos Elétricos 1

Aula 02

Professor: Renan Silva Maciel

e-mail: renansmaciel@utfpr.edu.br

(slides adaptados de AC64-2018/1 – Prof. Maurício Zardo)

- **Tópicos:**

- Introdução à teoria de circuitos;
- Sistema de unidades;
- Tensão e corrente elétrica;
- Potência e energia

- **O que são circuitos elétricos ?**

- Uso em comunicação ou transmissão de energia de um ponto a outro.

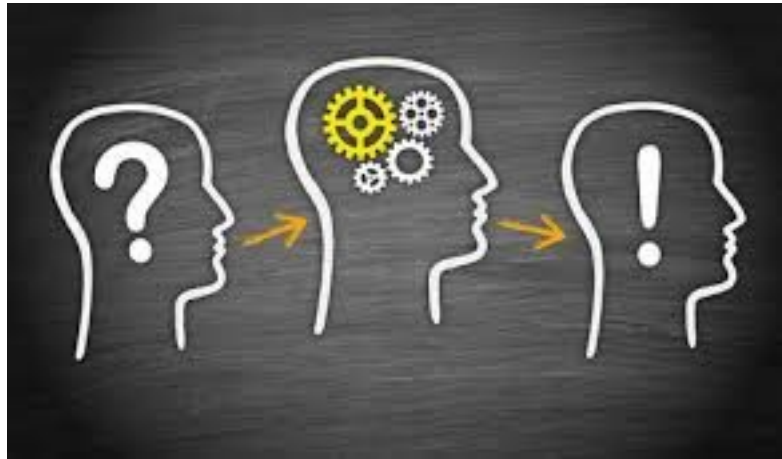


- Interconexão entre componente ou dispositivos elétricos.
- Cada componente do circuito é denominado *elemento*.

- **Importância de Circuitos:**
 - Geração de energia, máquinas elétricas, controle, eletrônica, comunicações e instrumentação.



- **Circuitos - Análise x Projeto:**
 - Como ele responde a uma determinada entrada?
 - Como os elementos e dispositivos interconectados interagem no circuito?



- **Engenharia e Solução de Problemas:**
 - Análise, Planejamento, Experiência

- **Conceitos básicos:**
 - Carga;
 - Corrente;
 - Tensão;
 - Potência e energia.

- **Sistemas de unidades**

- Quantidades mensuráveis em uma linguagem-padrão.
- O Sistema Internacional de Unidades (SI), adotado pela Conferência Geral de Pesos e Medidas em 1960.

Tabela 1.1 • As seis unidades SI básicas e uma unidade relevante usada neste livro.

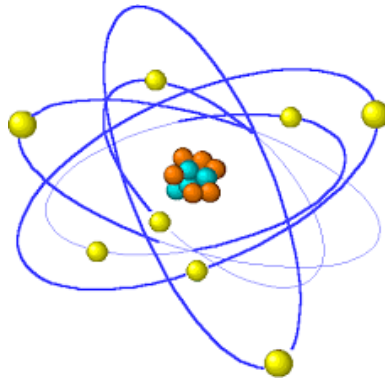
Quantidade	Unidade básica	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente elétrica	ampère	A
Temperatura termodinâmica	kelvin	K
Intensidade luminosa	candela	cd
Carga	coulomb	C

- **Sistemas de unidades – prefixos**

Multiplicador	Prefixo	Símbolo
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	quilo	k
10^2	hecto	h
10	deka	da

Multiplicador	Prefixo	Símbolo
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

- **Carga elétrica:**



Carga é uma propriedade elétrica das partículas atômicas que compõem a matéria, medida em coulombs (C).

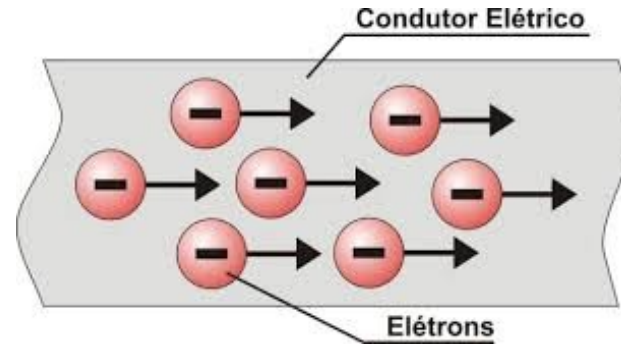
- É o princípio fundamental para explicar todos os fenômenos elétricos (interações eletromagnéticas).
- Quantidade mais elementar em um circuito elétrico é a *carga elétrica*.

- **Fluxo de cargas elétricas:**

- Ela pode ser transferida de um lugar a outro, onde pode ser convertida em outra forma de energia.

A lei da conservação das cargas: cargas não podem ser criadas nem destruídas, apenas transferidas. Portanto, a soma algébrica das cargas elétricas de um sistema não se altera.

- **Corrente elétrica:**

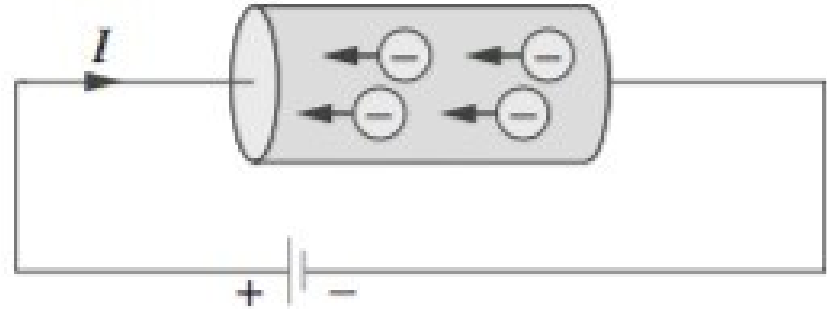


Corrente elétrica é o fluxo de carga por unidade de tempo, medido em ampères (A).

- Por convenção, o fluxo da corrente é aquele das cargas positivas - Benjamin Franklin (1706 - 1790).
- Corrente em condutores metálicos se deve a elétrons carregados negativamente.

- **Corrente elétrica:**

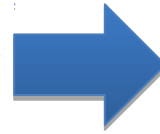
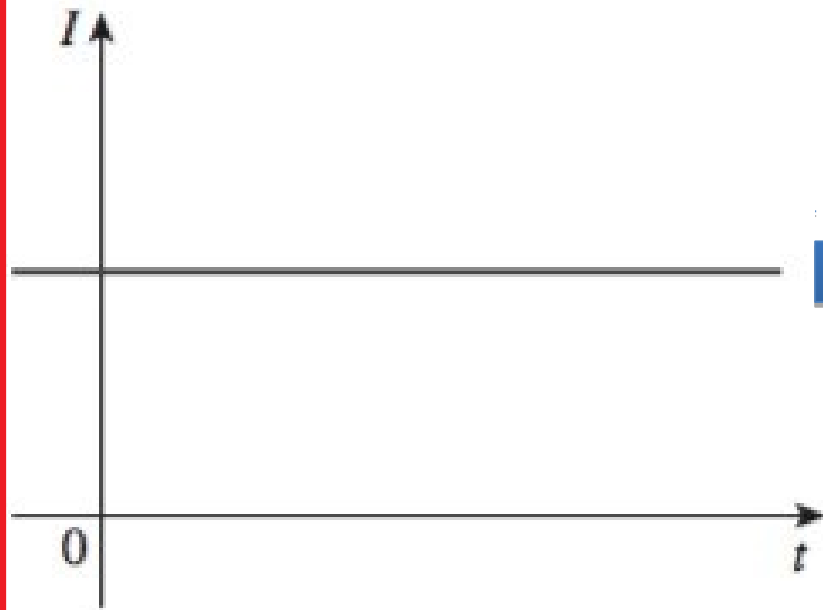
$$i \triangleq \frac{dq}{dt}$$



- A corrente é medida em ampéres (A) é
1 ampére = 1 coulomb/segundo
- A carga transferida entre o instante t_0 e o instante t é obtida integrando ambos os lados da equação:

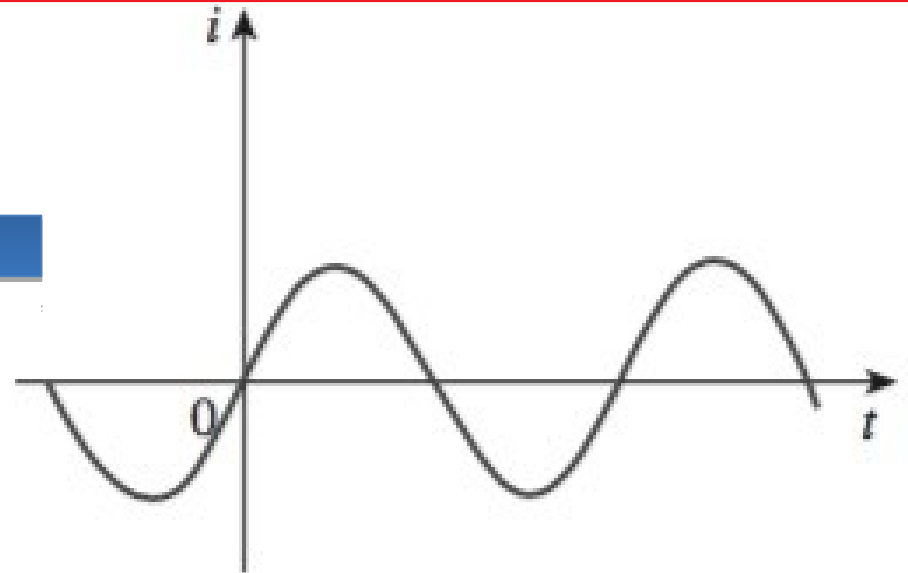
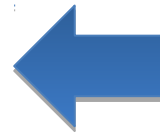
$$Q \triangleq \int_{t_0}^t i \, dt$$

- **Corrente contínua (CC):**
 - É uma corrente que permanece constante ao longo do tempo.
 - Pode-se assumir por convenção: I para corrente invariante no tempo e i (ou $i(t)$) para corrente variante no tempo
 - Essa convenção será usada parcialmente neste curso

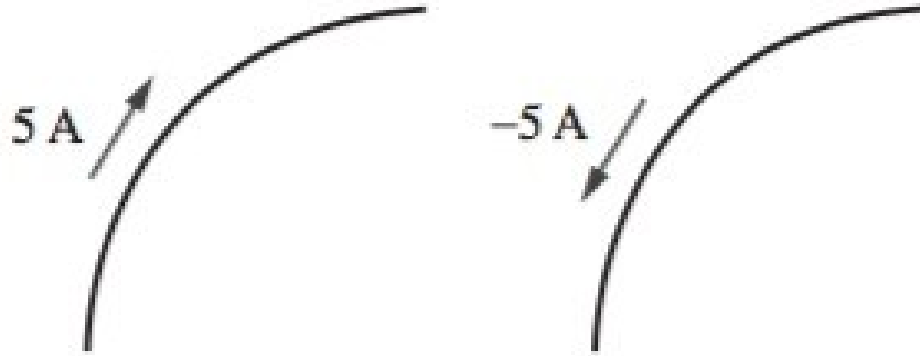


Corrente contínua **CC**
ou **DC** (inglês, *direct current*)

Corrente alternada **CA** ou **AC**
(inglês, *alternating current*)



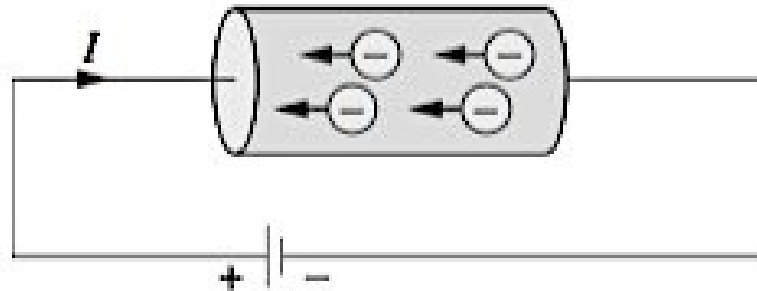
- **Sentido de fluxo da corrente:**



- Uma corrente de 5A poderia ser representada positiva ou negativamente.
- Uma corrente negativa de $-5A$ fluindo em um determinado sentido, é a mesma que uma corrente de $+5A$ fluindo no sentido oposto.

- **Tensão:**

- Para deslocar o elétron em um condutor a determinado sentido é necessário algum trabalho ou transferência de energia.
- Esse trabalho é realizado por uma força eletromotriz (FEM), também é conhecida como *tensão* ou *diferença de potencial*.



- **Tensão v_{ab} entre dois pontos a e b :**

Tensão (ou dif. de potencial) é a energia necessária para deslocar uma carga unitária através de um elemento, em volts (V).

$$v_{ab} \triangleq \frac{dw}{dq}$$

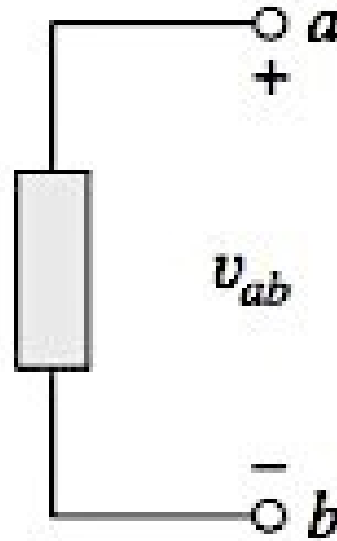
- w é a energia em joules (J)
- q é a carga em coulombs (C).

<Alessandro Antonio Volta (1745-1827)>

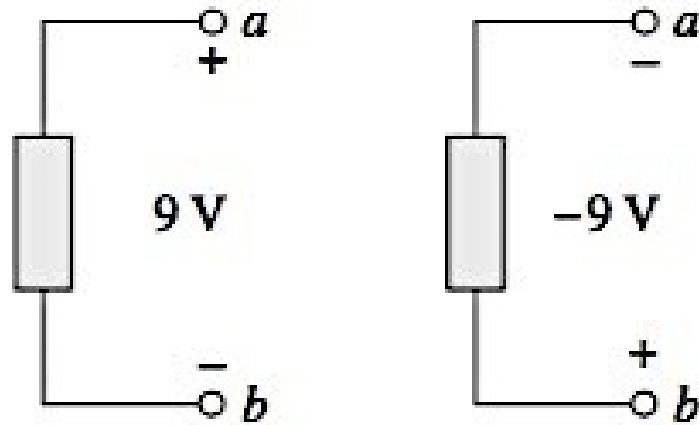
$$1 \text{ V} = 1 \text{ J/C} = 1 \text{ N.m/C}$$

Os sinais (+) e (-) são usados para definir sentido referencial da polaridade da tensão:

$$v_{ab} = -v_{ba}$$

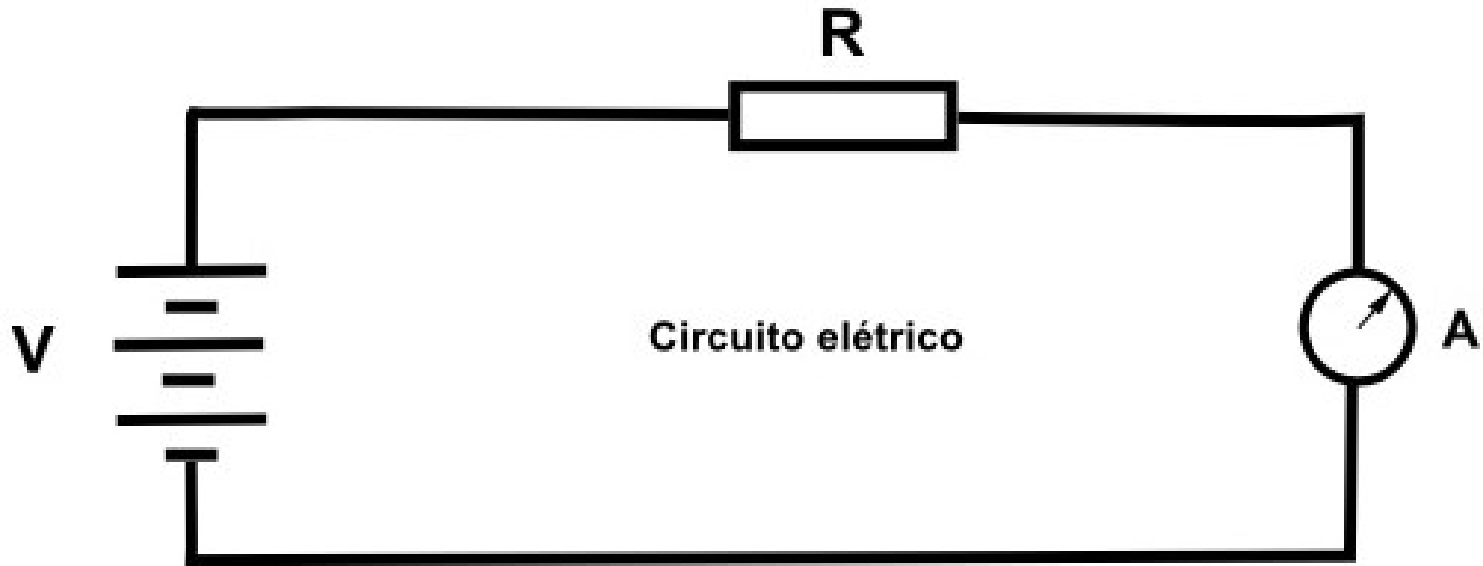


- o ponto a se encontra a um potencial de v_{ab} volts mais alto que o ponto b , ou o potencial no ponto a em relação ao ponto b é v_{ab} .



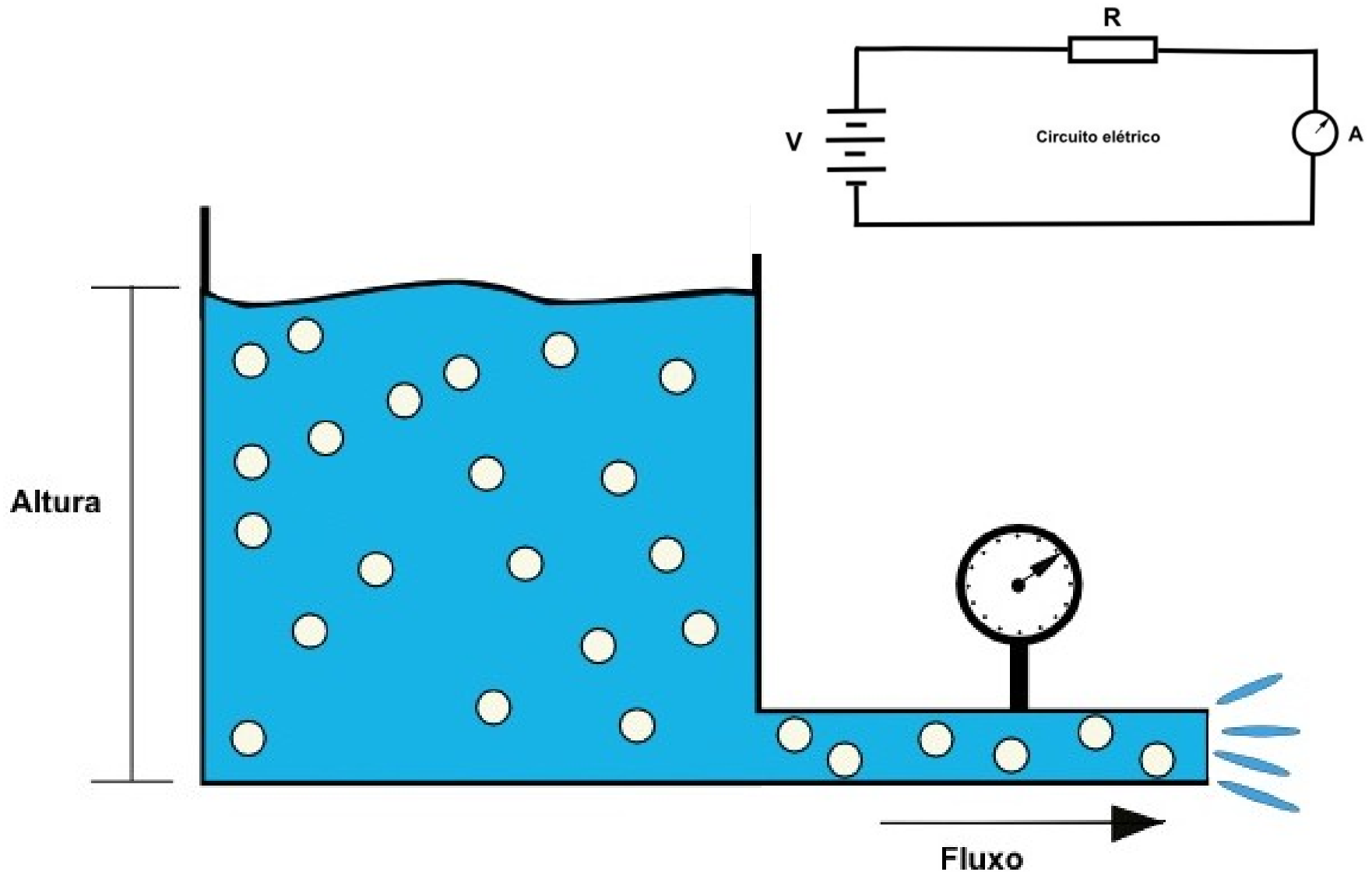
- (a) o ponto a se encontra $+9\text{V}$ acima do ponto b :
 - existe uma *queda de tensão* de 9V de a para b ou, de forma equivalente, uma *elevação de tensão* de b para a .
- (b) o ponto b se encontra -9V acima do ponto a .
- Uma queda de tensão de a para b é equivalente a uma elevação de tensão de b para a .

- **Analogia Tensão x Corrente:**



– Corrente e tensão são as duas variáveis básicas em circuitos elétricos.

- **Analogia Tensão x Corrente:**



- **Potência:**

Diferença entre lâmpadas de
100 W e 60 W?

- **Contas de luz:** pagas pela *energia* elétrica consumida ao longo de certo período.

Potência é a velocidade com que se consome ou se absorve energia, em watts (W).

- **Potência:**

$$p \triangleq \frac{dw}{dt}$$

– onde p é a potência em watts (W), w é a energia em joules (J) e t é o tempo em segundos (s).

Segue que

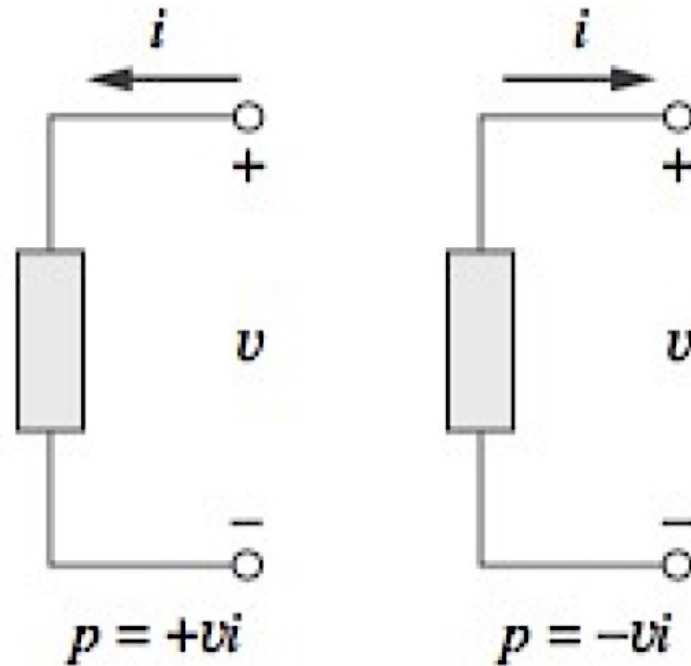
$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = vi$$

(*potência instantânea*)

$$p = vi$$

- **Potência Absorvida e Fornecida:**
 - Se a potência tem um **sinal +**, ela está sendo **absorvida** pelo elemento.
 - Se a potência tiver um **sinal –**, a potência está sendo **fornecida** pelo elemento.

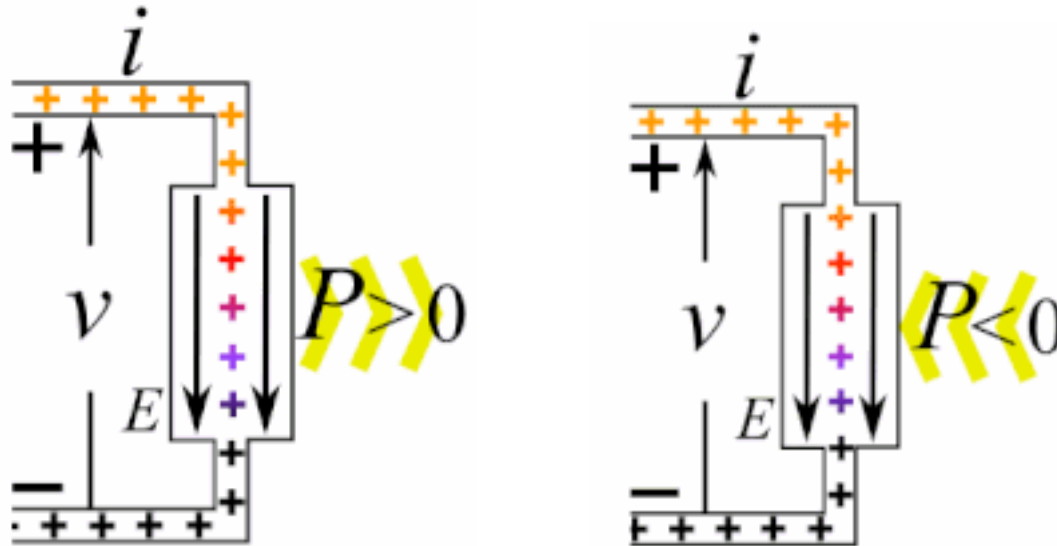
- **Convenção de sinal passivo:**



– A corrente entra pela polaridade **positiva** da tensão:

A **convenção de sinal passivo** é realizada quando a corrente entra pelo terminal positivo de um elemento e $p = +vi$. Se a corrente entra pelo terminal negativo, $p = -vi$.

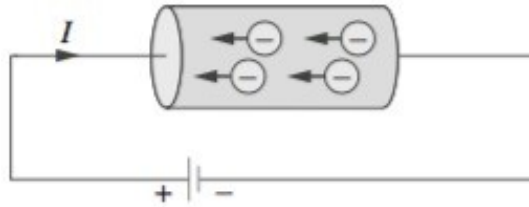
- **Convenção de sinal passivo:**



- $p = +vi$ ou $vi > 0$, elemento está absorvendo potência.
- $p = -vi$ ou $vi < 0$, o elemento está fornecendo potência.

- Em geral:

+ Potência absorvida = – Potência fornecida



- *Lei da conservação da energia* em circuito elétrico.

$$\sum p = 0$$

- A energia absorvida ou fornecida por um elemento do instante t_0 ao instante t é

$$w = \int_{t_0}^t p \, dt = \int_{t_0}^t vi \, dt$$

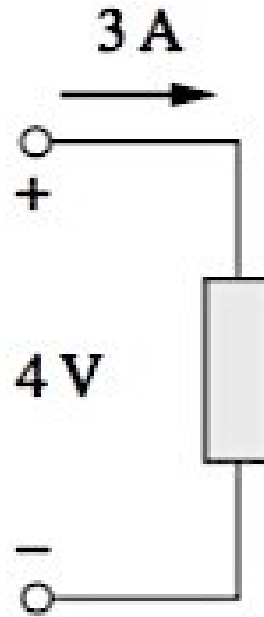
- **Energia** é a capacidade de realizar trabalho e é medida em joules (J).
- As concessionárias de energia elétrica medem a energia em watts-hora (Wh), em que

$$1 \text{ Wh} = 3.600 \text{ J}$$

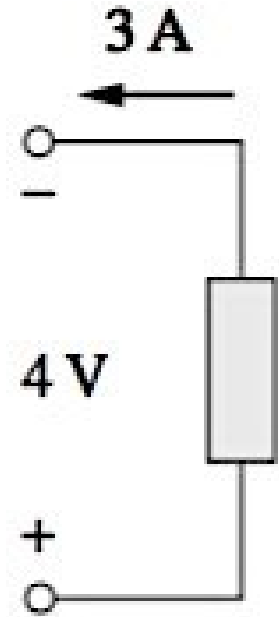
- **Exemplo** - Elemento com absorção de potência de 12 W:

$(a) \ p = 4 \times 3 = 12 \text{ W};$

$(b) \ p = 4 \times 3 = 12 \text{ W}.$



(a)



(b)