

INF01 118

# Técnicas Digitais para Computação

Conceitos Básicos de Circuitos Elétricos



**Aula 2**

# 1. Grandezas Elétricas

## 1.1 Carga

A grandeza fundamental em circuitos elétricos é a **carga elétrica Q**.

- As cargas elétricas são bipolares, existem cargas negativas (elétrons) e positivas (prótons)
- Existe uma carga mínima de carga elétrica. Todas as cargas são múltiplos inteiros da carga do elétron.

Carga de 1 elétron =  $-1,6 \times 10^{-19}$  Coulomb

- O efeito elétrico é atribuído a separação das cargas e ao seu movimento.
- A separação de cargas dá origem a uma **tensão elétrica**
- O movimento de cargas origina a **corrente elétrica**.

# 1. Grandezas Elétricas

## 1.2 Energia

Uma **força elétrica** (ou uma energia total eletromagnética) existe entre elementos com cargas elétricas.

Unidade de Energia : **Joule**

Grandezas derivadas usadas para explicar comportamento de circuitos elétricos:

- **corrente** (I) = vazão de cargas no espaço
- **tensão** (V)
- **potência** (P)

## 1.3 Corrente

A grandeza básica de medida em um circuito elétrico **não é a carga**, mas sim a razão de variação da carga ao longo do tempo, ou **corrente I**.

$$I = dQ / dt \quad (\text{Corrente})$$

Unidade de corrente: **Ampère** (1 Ampère = 1 Coulomb / segundo )

- **Corrente tem sentido**, pois é um fluxo de carga.

Admitindo um sentido da corrente:

- Corrente fluindo no sentido da seta será convencionada como positiva.
- Corrente fluindo no sentido oposto à seta será convencionada como negativa.



$$I = + 10 \text{ mA}$$

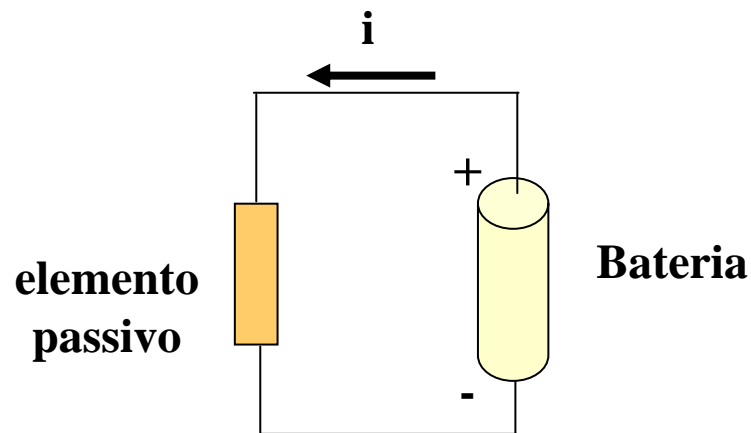
(ou  $I = - 10 \text{ mA}$  se a convenção fosse no outro sentido)

## 1.3 Corrente

A corrente pode significar ...

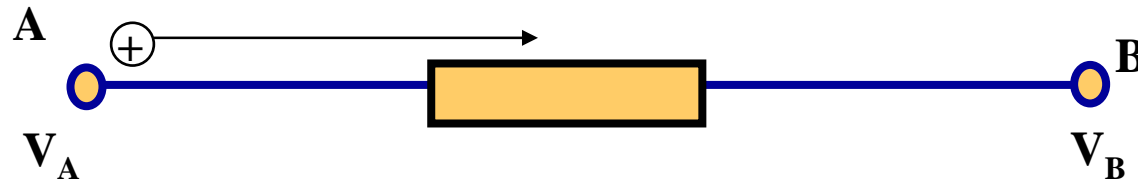
- carga positiva (prótons) fluindo num sentido.
- carga negativa (elétrons) fluindo no sentido oposto.

Por convenção, corrente positiva representa um fluxo de carga positiva.



## 1.4 Tensão

**Tensão  $V$  entre A e B** é proporcional à diferença de energia (ganha ou perdida) por uma carga elétrica elementar positiva quando este desloca-se de A para B.

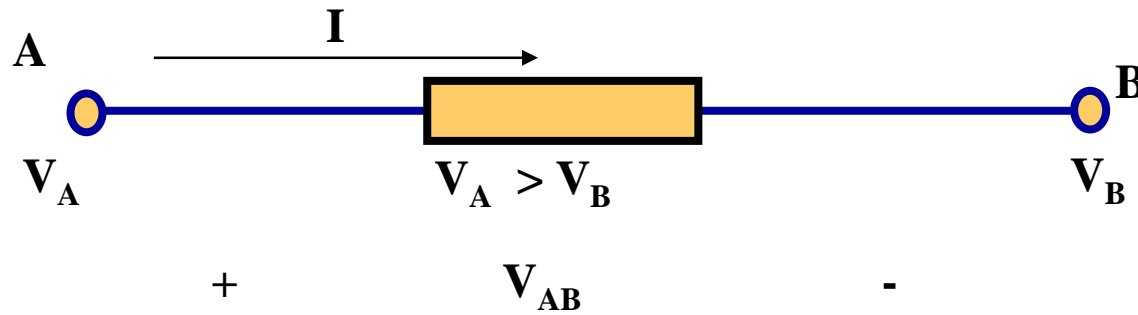


- existe uma tensão entre dois terminais de um dispositivo que tenham cargas diferentes
- esta diferença causa um fluxo de carga e uma variação na energia.

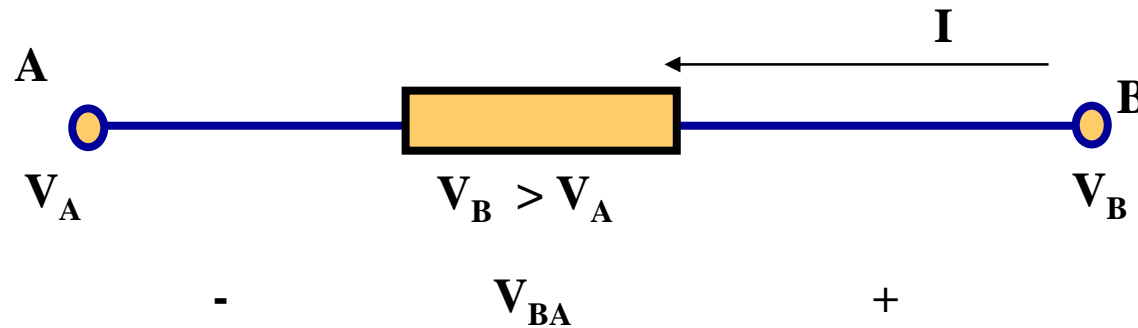
$$V = dW / dQ, \text{ unidade de tensão: Volt ( 1 Volt = 1 Joule / Coulomb)}$$

Tensão não possui sentido, como a corrente.

**Tensão possui no entanto polaridade**, pois deve ser referenciada a uma tensão ZERO.



Diferença de potencial ( $V_A - V_B$ )



Diferença de potencial ( $V_B - V_A$ )

- Normalmente,
- sentidos para as correntes são atribuídos arbitrariamente
  - as polaridades para as tensões devem ser então atribuídas de forma consistente, conforme os dispositivos forneçam ou absorvam energia.

Uma tensão entre os pontos x e y será representada por  $V_{xy}$ .

- $V_{xy}$  será positiva se o ponto x for positivo em relação a y.
- $V_{xy}$  será negativa se o ponto x for negativo em relação a y.

Existe a representação  $V_{xy} = -V_{yx}$

Exemplo:

$$V_{BE} = -5V \text{ ou}$$

$$-V_{BE} = 5V \text{ ou}$$

$$V_{EB} = 5V$$

*são equivalentes e significam que a tensão entre E e B é de 5V, onde E é positivo em relação a B.*

$$V_{EB} = -V_{BE}$$

$$5V = -(-5)V$$

**Potencial:** O potencial  $V$  é a tensão de um ponto em relação ao ponto de referência comum (0 Volts).

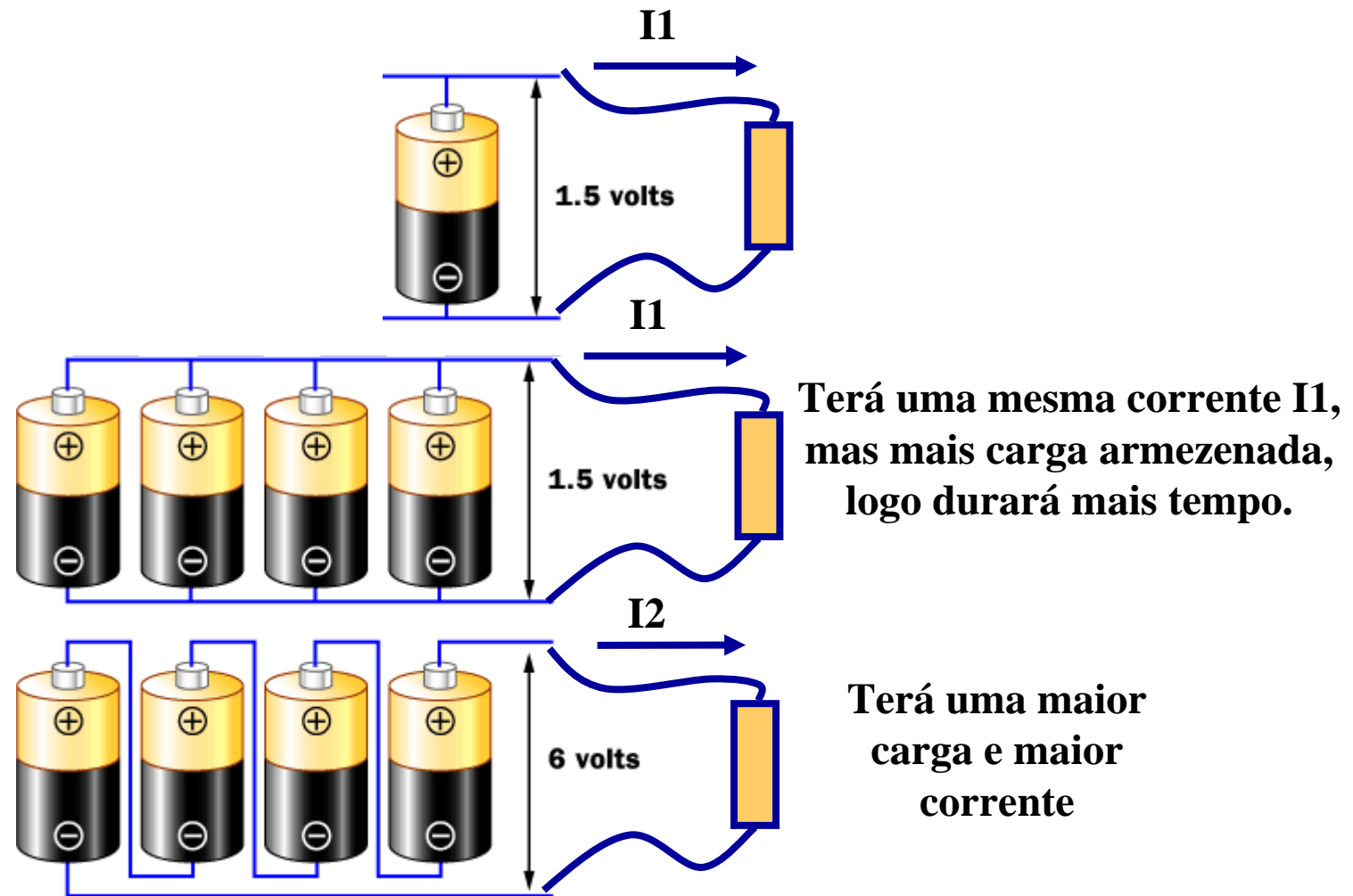
$$V_x = V_{x0}$$

Em um circuito o potencial de referência é representado por um sinal de **terra, massa ou ground**.



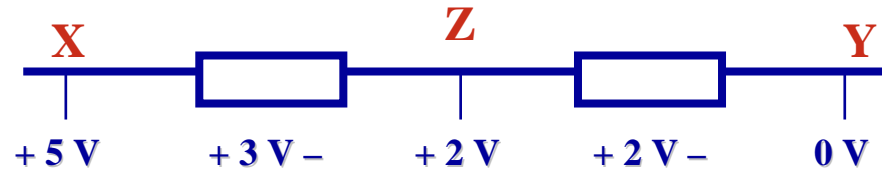


# Associação paralela e serie de fontes



Para a tensão entre 2 pontos **x** e **y** vale:

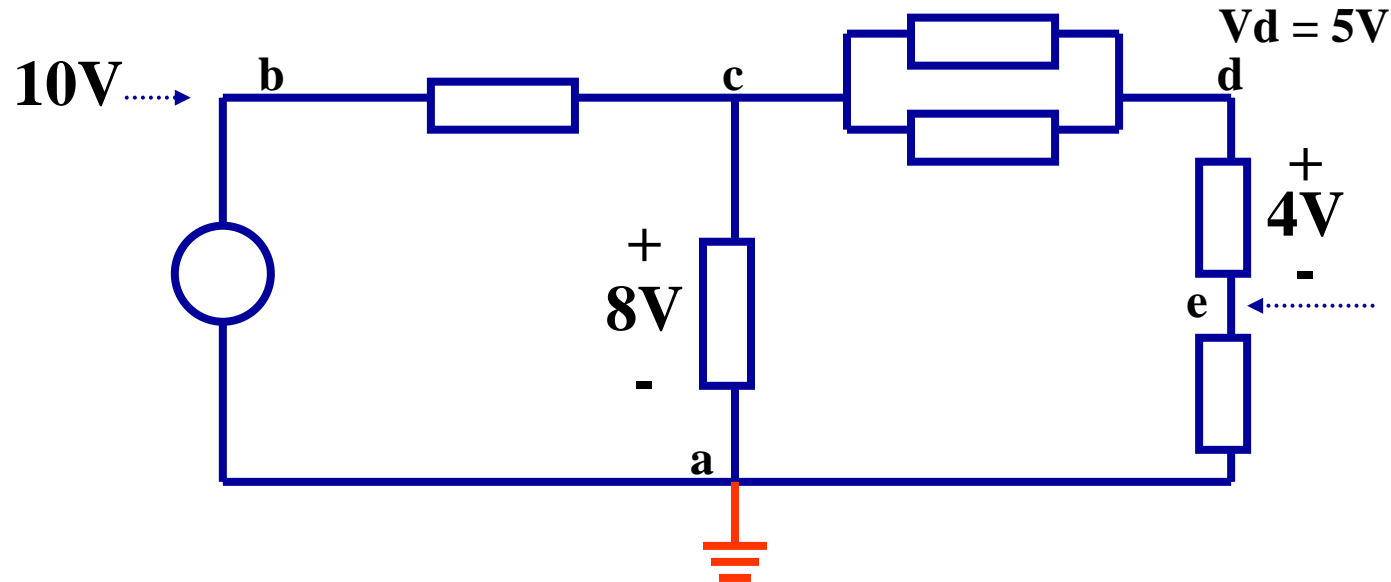
$$V_{xy} = V_x - V_y$$



$$V_{xy} = +5V$$

$$V_{zy} = +2V$$

### Exercício



$$V_a = ?$$

$$V_b = 10V$$

$$V_{ab} = ?$$

$$V_c = ?$$

$$V_{ac} = ?$$

$$V_d = ?$$

$$V_e = ?$$

$$V_{ea} = ?$$

$$V_{bc} = ?$$

$$V_{cd} = ?$$

$$V_{de} = 4V$$

## 1.5 Potência

- A **potência** fornecida ou dissipada por um dispositivo é dada em **Watts** = Joules / segundo.

Potência fornecida = energia ganha

Potência dissipada = energia perdida

- A partir das definições de corrente e tensão, se tem
- $\text{Watts} = (\text{Joules/Coulomb}) \times (\text{Coulombs/segundo}) = \text{Joules/segundo}$

$$P = V \times I$$

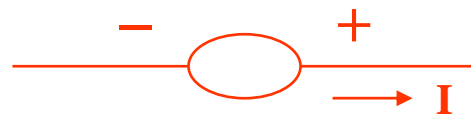
- Unidade: Watts = Volts x Ampères

Energia pode ser fornecida a um dispositivo ou recebida deste.

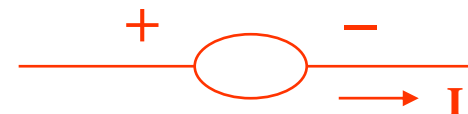
Supondo corrente entrando num terminal de um dispositivo. Por convenção:

- - uma tensão positiva neste terminal indica que o dispositivo absorve energia
- - uma tensão negativa neste terminal indica que o dispositivo fornece energia

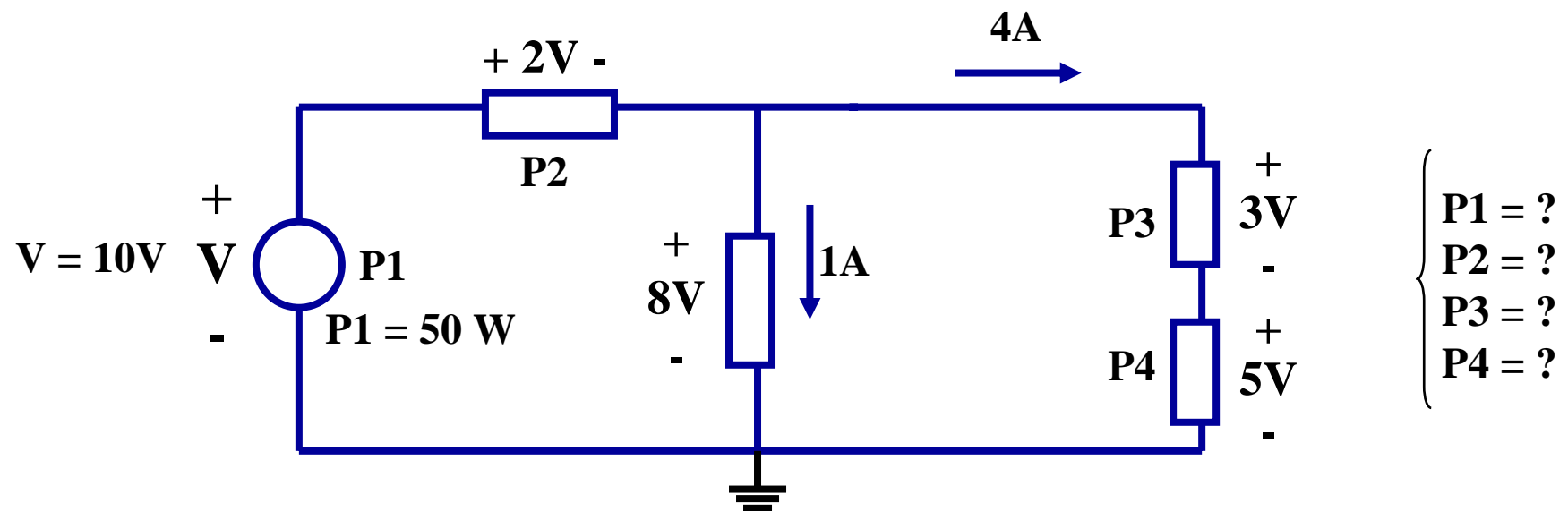
**Fornece energia**



**Absorve energia**



## Exercício



## 2. Elementos Lineares Passivos e Ativos

A energia associada a um elemento é dada pela corrente que passa através dele e pela tensão entre seus terminais.

A relação entre corrente e tensão depende da natureza do elemento

- elementos **passivos**
- elementos **ativos**

**Passivo** significa ...

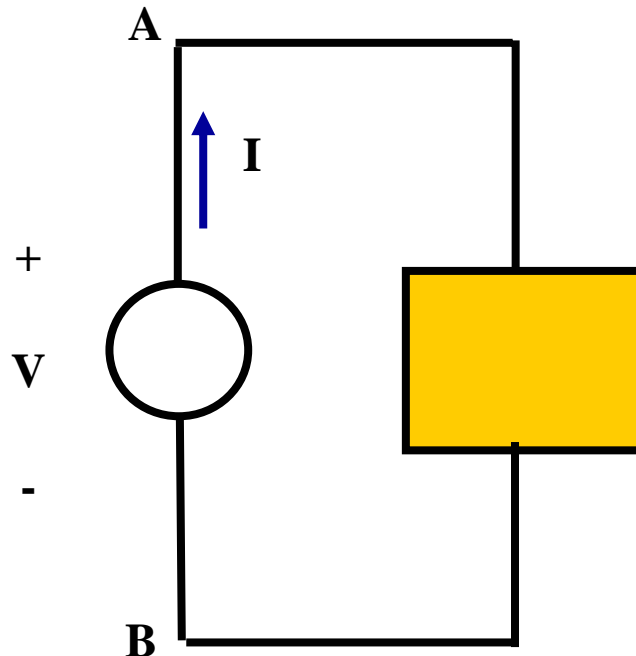
- não amplificar corrente
- não gerar energia (na forma de corrente ou tensão)

Existem três tipos de elementos lineares passivos

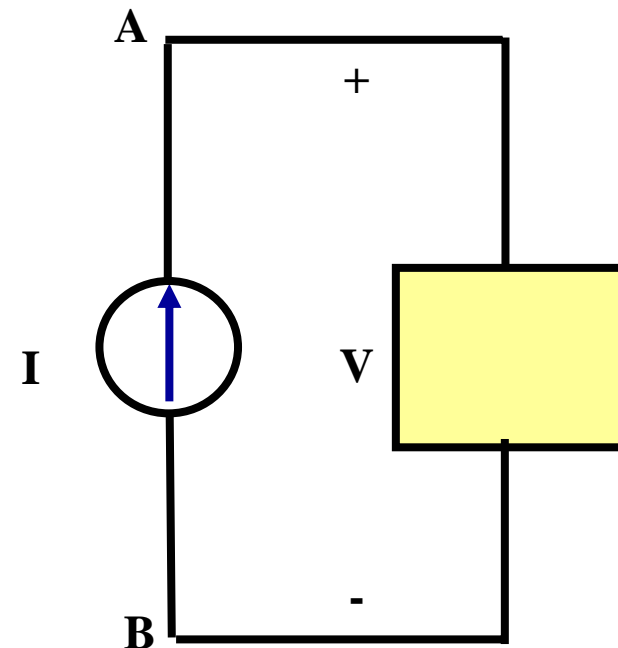
- **resistores**
- **capacitores**
- **indutores**

## Elementos Ativos:

### Fontes de Tensão e de Corrente



**Fonte de Tensão Ideal:** garante a variação de potencial (tensão entre os pontos A e B) independente da corrente exigida pelo sistema



**Fonte de Corrente Ideal:** garante a corrente entre os pontos A e B independente da tensão gerada entre os pontos A e B.

## 2.1 Resistores

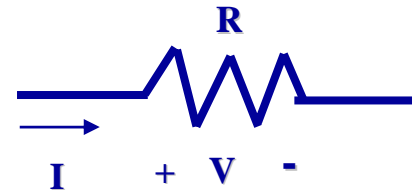
Um **resistor** é um elemento que simplesmente dissipa potência, reduzindo a corrente que flui no circuito.

A quantidade de potência dissipada é função da resistência do elemento, medida em **Ohms**.

Para um resistor ideal, a corrente através do elemento é linearmente proporcional à tensão. *Lei de Ohm:*

$$V = R \cdot I$$

$$R = V / I$$



A **potência** dissipada em um resistor é dada por:

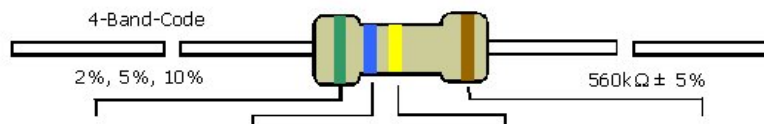
$$P = V \cdot I$$

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

Relação  
quadrática

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



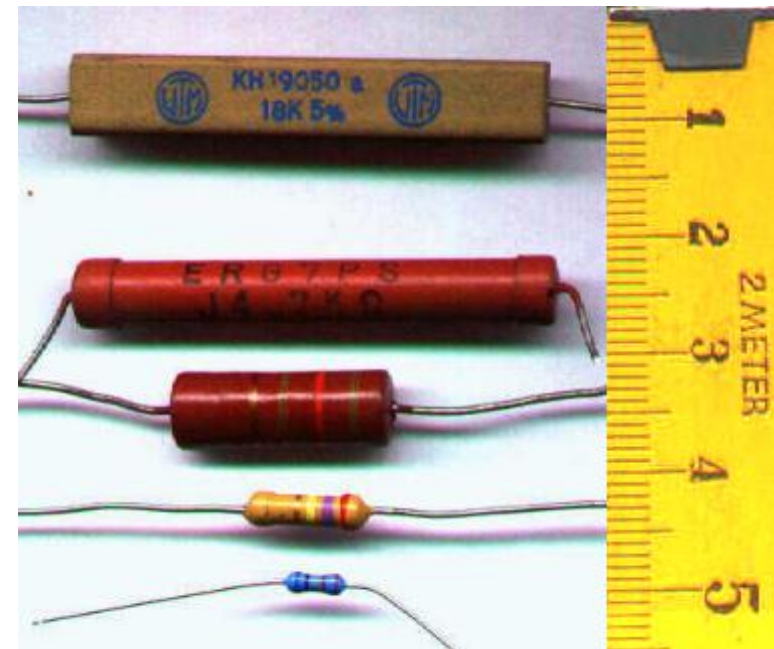


COLOR	1st BAND	2nd BAND	3rd BAND	MULTIPLIER	TOLERANCE
Black	0	0	0	1Ω	
Brown	1	1	1	10Ω	± 1% (F)
Red	2	2	2	100Ω	± 2% (G)
Orange	3	3	3	1KΩ	
Yellow	4	4	4	10KΩ	
Green	5	5	5	100KΩ	± 0.5% (D)
Blue	6	6	6	1MΩ	± 0.25% (C)
Violet	7	7	7	10MΩ	± 0.10% (B)
Grey	8	8	8		± 0.05%
White	9	9	9		
Gold				0.1	± 5% (J)
Silver				0.01	± 10% (K)



Electronix Express / RSR  
<http://www.elexp.com>

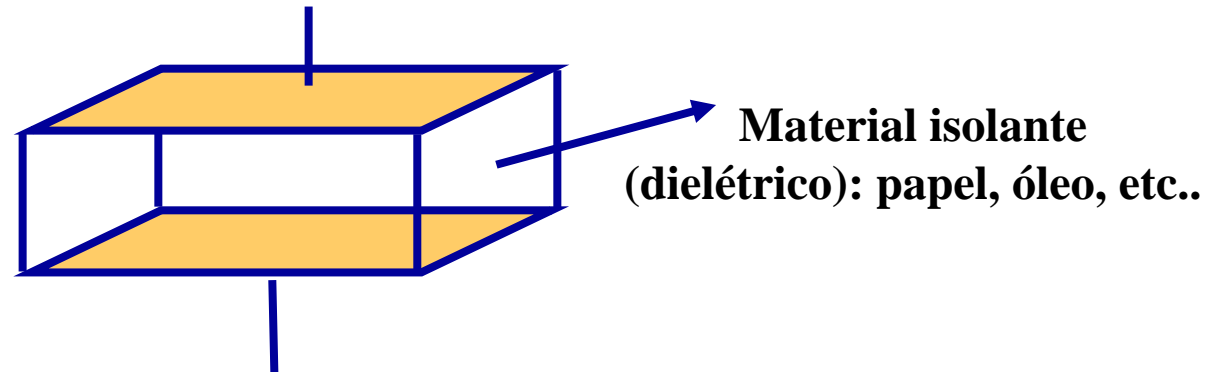
1-800-972-2225  
In NJ 732-381-8020



Link para calculo automatico do valor do R:  
[http://www.electrician.com/resist\\_calc/resist\\_calc.htm](http://www.electrician.com/resist_calc/resist_calc.htm)

## 2.2 Capacitores

- Elemento passivo, não gera energia, apenas armazena.
- Elemento que se opõe a variação de tensão
- Composição: duas placas condutoras separadas por um material isolante.



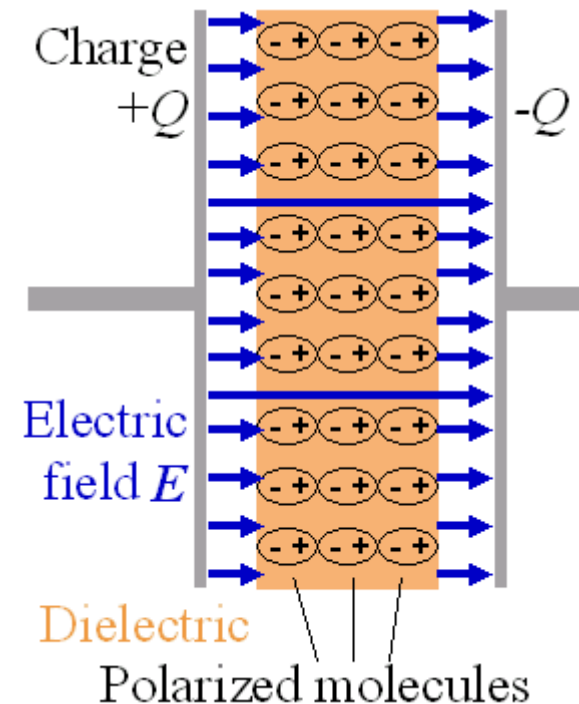
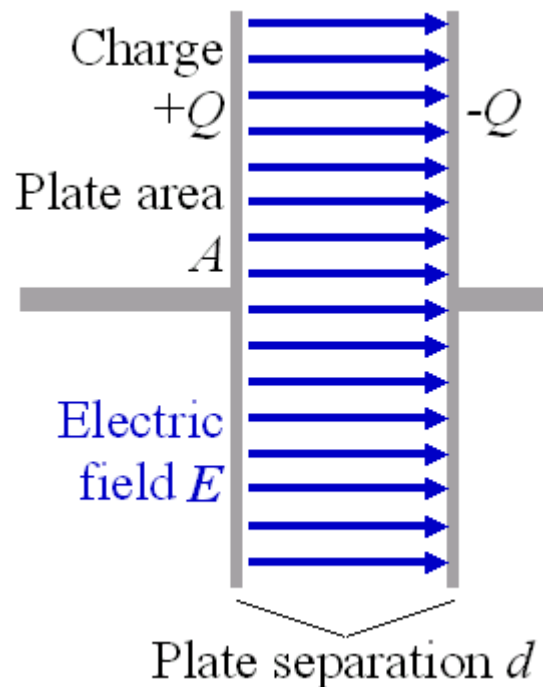
- Quando a tensão entre as placas varia com o tempo, surge um campo elétrico que também varia, o que origina uma corrente de deslocamento por entre as placas.

## 2.2 Capacitores

O **capacitor** é um elemento linear caracterizado por sua capacidade de reter cargas (gerar corrente) em função da variação da tensão entre seus terminais.

A carga retida por um capacitor é função de sua **capacitância C**, medida em Farads.

$$C = dQ / dV \quad (1)$$



## 2.2 Capacitores

A carga retida por um capacitor é função de sua **capacitância C**, medida em Farads.

$$C = dQ / dV \quad (1)$$

A capacitância é um parâmetro de construção do capacitor que depende do material dielétrico e das dimensões e distância entre as placas.

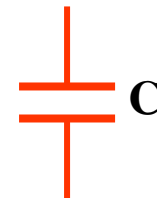
A corrente elétrica e a carga são relacionadas pela seguinte equação fundamental:

$$I = dQ / dt \quad (2)$$

De (1) e (2), obtém-se que a capacitância é definida pela seguinte relação entre corrente e tensão:

$$I = C dV / dt \quad (3)$$

**I é proporcional a capacitância**



### Importante:

- Quando a tensão é constante, a derivada é **zero** e portanto **não há fluxo de corrente**.
- Apenas uma variação na tensão pode gerar corrente e portanto causar armazenamento de energia (cargas) no capacitor.

### Variação de tensão nos terminais de um capacitor

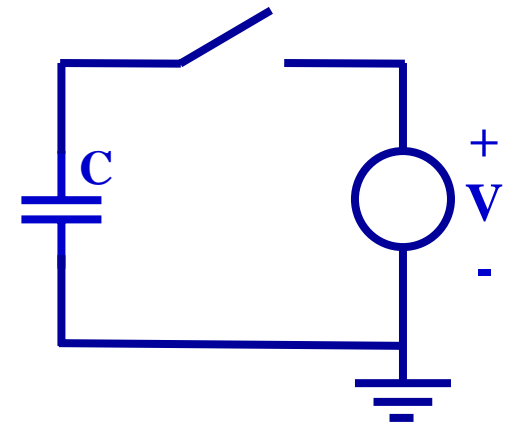
$$I = C \, dV / dt \quad (3)$$

A equação (3) pode ser reescrita para permitir a análise da variação da tensão nos terminais de um capacitor, quando por ele circula corrente:

$$dV = (1 / C) I \, dt \quad (4)$$

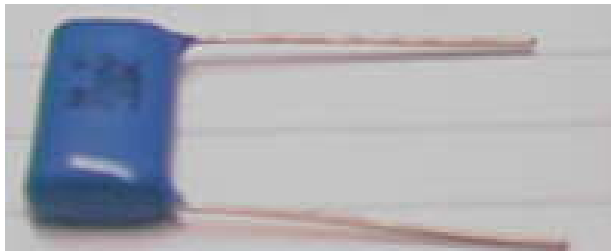
Integrando esta equação a partir de um tempo inicial  $t_0$ :

$$v(t) = (1 / C) \int_0^t i \, dt + v(t_0)$$



# Exemplos

- Capacitores ceramicos, papel,



- Capacitores eletrolíticos (com polaridade)



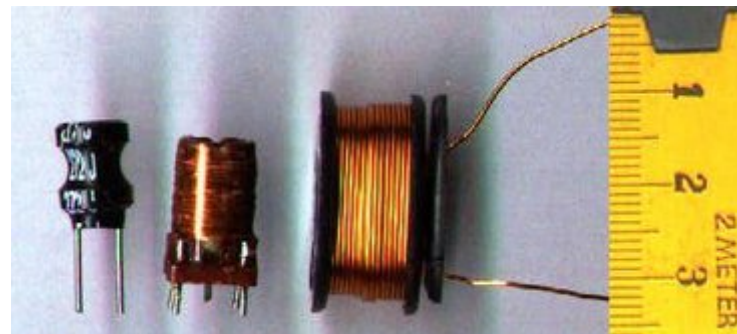
## 2.3 Indutores

Um **indutor** é um elemento que armazena energia eletromagnética através do fluxo de corrente.

Há variação de tensão em função da variação do fluxo de corrente através do indutor .

Na eletrônica clássica esses elementos são amplamente utilizados.

O indutor é útil nos circuitos transformadores, nos auto-falantes (como transdutor eletromagnético - mecânico), e nas oscilações espontâneas (geradores de sinais eletromagnéticos).

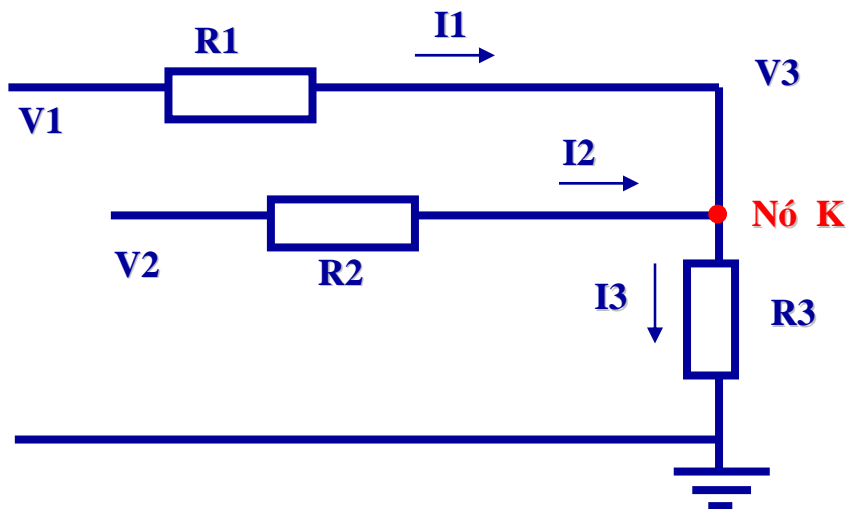


## 3. Leis de KIRCHHOFF

### 3.1 Lei dos Nós

A soma de todas as correntes que entram no nó é nula.

- as correntes que chegam no nó são arbitradas p.ex. como positivas
- as correntes que saem do nó são então negativas.



$$I1 + I2 - I3 = 0$$

$$I3 = I1 + I2$$

Nó elétrico – intersecção de mais de dois fios



**Exemplo:**

Supondo

$V_1 = 10 \text{ V}$	$R_1 = 5 \Omega$
$V_2 = 8 \text{ V}$	$R_2 = 4 \Omega$
$V_3 = ?$	$R_3 = 1 \Omega$

Procura-se o valor da tensão  $V_3$ .

Para o seu cálculo emprega-se a regra dos nós para o nó K

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad \Rightarrow \quad I_3 = I_1 + I_2$$

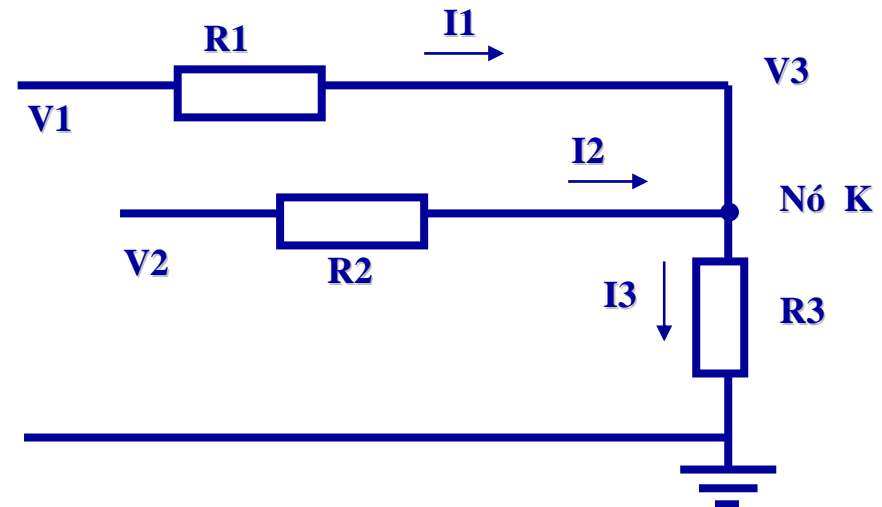
Pela lei de Ohm:

$$I_1 = (V_1 - V_3) / R_1$$

$$I_2 = (V_2 - V_3) / R_2$$

$$I_3 = V_3 / R_3$$

Resolver o sistema:  $I_1, I_2, I_3, V_3$



$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$V_3 / 1 = (10 - V_3) / 5 + (8 - V_3) / 4$$

$$20 V_3 = 40 - 4 V_3 + 40 - 5 V_3$$

$$V_3 = 80 / 29 \quad \Rightarrow \quad V_3 = 2,75 \text{ V}$$

$$I_1 = (10 - V_3) / 5 = 1,45 \text{ A}$$

$$I_2 = (8 - V_3) / 4 = 1,31 \text{ A}$$

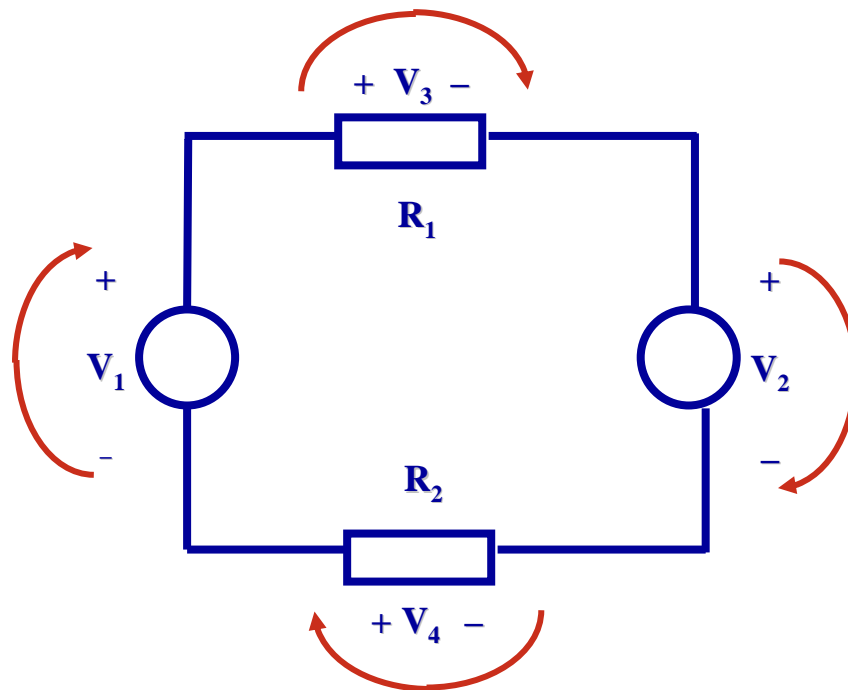
$$I_3 = 2,75 / 1 = 2,75 \text{ A}$$

## 3.2 Lei das Malhas

A soma de todas as tensões ao longo de uma malha fechada é nula.

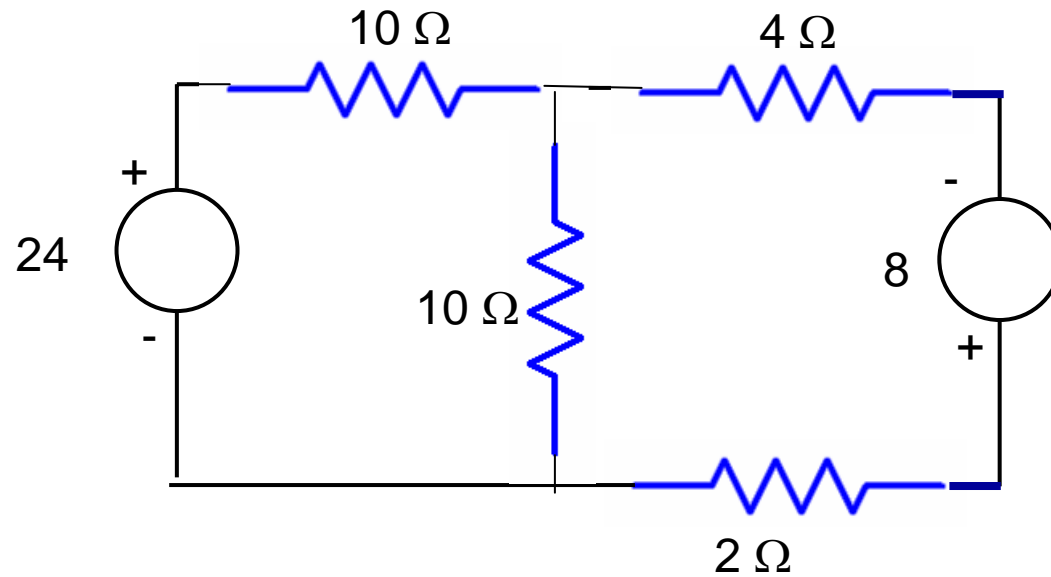
- para cálculo desta soma, a malha é percorrida num único sentido
- cada tensão é considerada positiva ou negativa conforme a polaridade para ela arbitrada

**Exemplo:**



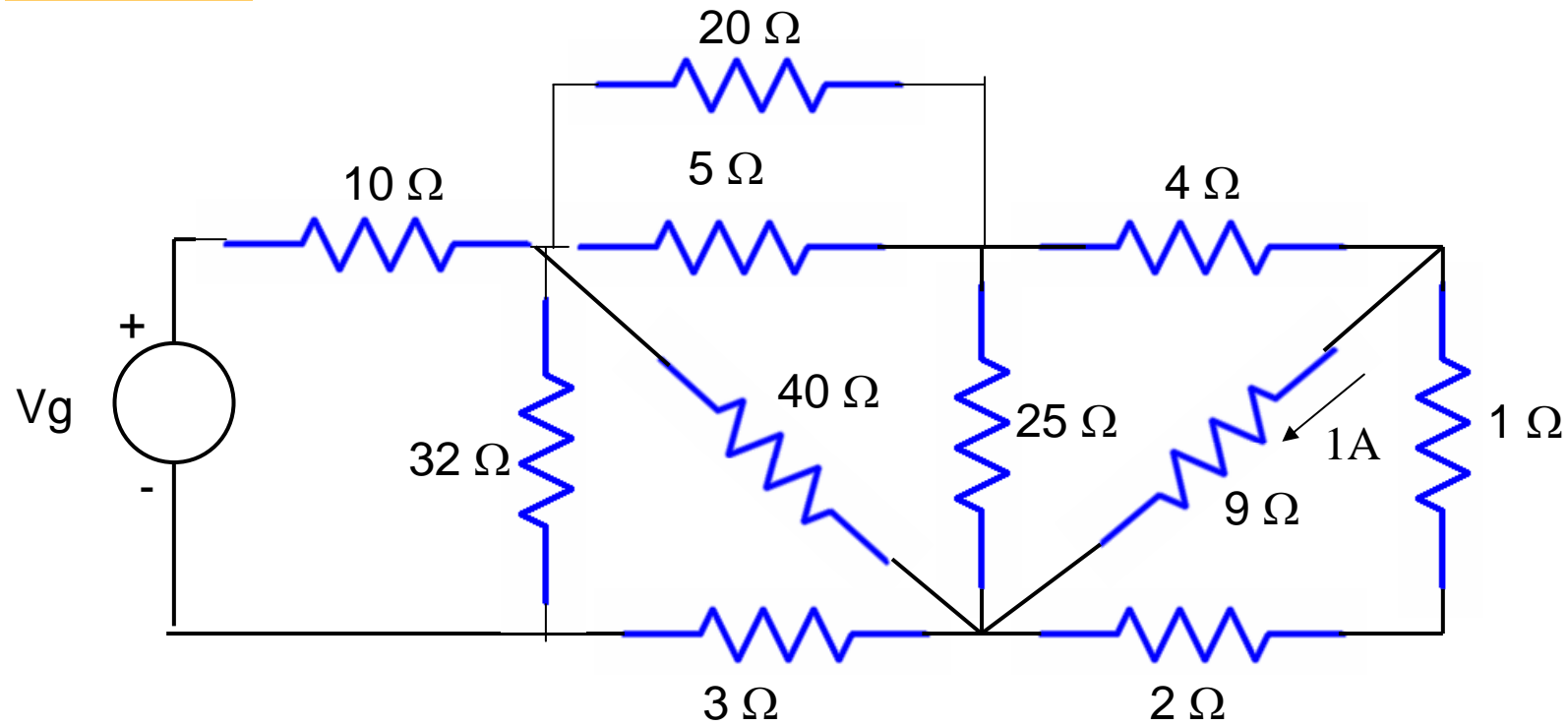
$$-V_1 + V_3 + V_2 - V_4 = 0$$

## Exercício



Calcule a tensão e corrente em cada elemento do circuito

## Exercício



Quanto vale  $V_g$ ?