

# CIRCUITOS ELÉTRICOS I

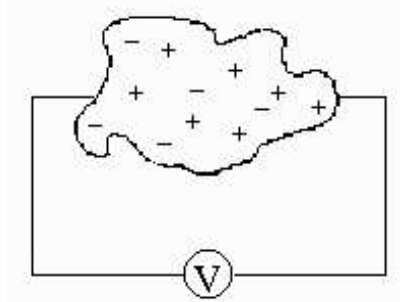
Prof. Ronaldo Hüseman

Aula 1 - semestre 2004 B

## Fundamentos de Eletricidade

A energia dissipada em um circuito elétrico, da mesma forma que o trabalho realizado por processos térmicos, mecânicos ou químicos é dado em Joules (unidade J). Por isso a energia elétrica é comumente representada por  $W$  (do inglês *Work*).

**Tensão elétrica** é a medida da energia contida entre dois pontos de um campo elétrico. Como a tensão elétrica representa a força que permite a circulação de cargas, mas somente quando houver diferença de potencial elétrico entre dois pontos, esta grandeza, em muitas referências, é também chamada como a medida da diferença de potencial de um circuito.



Pela sua definição, a tensão elétrica é dada pelo quociente entre a energia liberada e a quantidade de carga presente.

$$V = \frac{W}{Q}$$

onde

$W$ : energia elétrica liberada (em J)

$Q$ : quantidade de carga medida (em C)

$$Q = n \cdot e$$

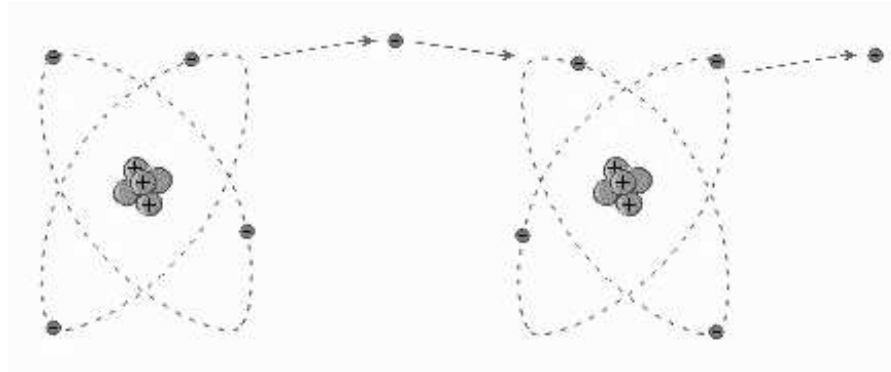
onde

$n$ : número de partículas

$e$ : carga elementar =  $1,6 \times 10^{-19} \text{C}$

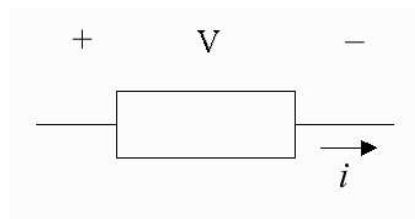
A unidade da tensão elétrica é o Volt (V) que foi definida como uma homenagem ao físico Alessandro Volta. ( $1 \text{V} = 1 \cdot \frac{\text{J}}{\text{C}}$ )

Em materiais condutores sempre há movimento de cargas elétricas devido à agitação térmica. O movimento é aleatório e não gera por isso uma transferência de carga significativa. Submetido a uma diferença de potencial, o movimento se torna ordenado.



**Corrente elétrica** é o movimento ordenado de elétrons devido à presença de um campo elétrico no material.

Embora o sentido das cargas elétricas se dê pelos elétrons livres do material, convencionou-se que o sentido da corrente em circuitos é relativo ao movimento das cargas positivas (lacunas).



A intensidade de corrente elétrica ( $i$ ) corresponde à relação de carga elétrica transferida por intervalo de tempo:

$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

onde:

$Q$ : quantidade de carga medida (em C)

$\Delta t$ : intervalo de tempo (em s)

A unidade ampère (A) foi definida em homenagem ao físico e matemático Andre Marie Ampère. (  $1.A = 1. \frac{C}{s}$  )

A **potência elétrica** de um circuito representa a sua capacidade de realizar trabalho durante um certo período de tempo, ou seja em termos práticos representa a relação entre o trabalho elétrico realizado pelo tempo empregado para esta realização.

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

onde

$W$ : energia elétrica, ou trabalho elétrico, realizada (em J)

$\Delta t$ : intervalo de tempo (em s)

A unidade de potência convencional é o Watt (W) em homenagem ao físico James Watt. (  $1.W = 1. \frac{J}{s}$  )

A Lei de Joule determina que a potência elétrica de um circuito é dada pelo produto entre tensão e corrente. Ou seja:

$$P = V \cdot i$$

$$P = \frac{W}{Q} \cdot \frac{Q}{\Delta t} = \frac{W}{\Delta t}$$

Obs: A energia dissipada pode ser calculada realizando-se o produto da potência por um dado período de tempo. Unidades J ou W.h.

$$W = P \cdot \Delta t$$

$$1 \text{ W.h} = 1 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 1 \frac{J}{s} \cdot 3600 \text{ s} = 3600 \text{ J}$$

Exemplo) Qual a corrente que circula por uma lâmpada incandescente de 60W em uma residência 220V?

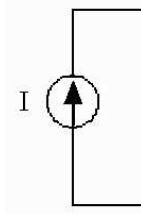
$$P = V \cdot i$$

$$i = \frac{P}{V}$$

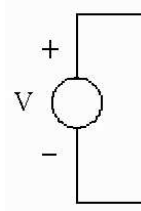
$$i = \frac{60}{220} = 270mA$$

## Geradores

Um circuito elétrico capaz de estabelecer uma corrente realizando trabalho sobre cargas elétricas é chamado gerador ou fonte de corrente, com o símbolo abaixo:



Analogamente, uma fonte de tensão pode estabelecer uma diferença de potencial:



## Características dos materiais

Do ponto de vista da facilidade de condução de corrente, os materiais podem ser separados em dois grupos distintos:

- Materiais condutores: possuem elétrons fracamente presos aos núcleos;
- Materiais isolantes: possuem elétrons fortemente ligados aos núcleos;

A **resistência elétrica** de um material representa de forma quantitativa a dificuldade que o mesmo oferece à passagem de corrente elétrica devido à colisão entre elétrons livres ou com a própria estrutura do material.

A unidade de resistência elétrica é o Ohm ( $\Omega$ ) em homenagem ao físico alemão George Simon Ohm.

A resistência de um material qualquer é proporcional:

- ao tipo de material;
- ao seu comprimento;
- ao inverso de sua área.

Estas características levam à fórmula:

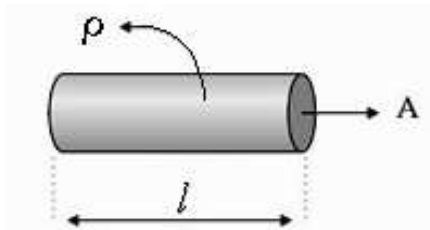
$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

onde:

$\rho$  : resistividade do material (em  $\Omega \cdot m$ )

$l$  : comprimento do material (em m)

$A$  : área da seção (em  $m^2$ )



RESISTIVIDADE DE ALGUNS MATERIAIS À TEMPERATURA AMBIENTE (20°C)	
MATERIAL	RESISTIVIDADE
prata	$1,62 \cdot 10^{-8}$
cobre	$1,69 \cdot 10^{-8}$
alumínio	$2,75 \cdot 10^{-8}$
tungstênio	$5,25 \cdot 10^{-8}$
ferro	$9,68 \cdot 10^{-8}$
platina	$10,6 \cdot 10^{-8}$
manganês	$48,2 \cdot 10^{-8}$
silício	$2,5 \cdot 10^3$
vidro	$10^{10} - 10^{14}$

Exemplo) Um fio condutor cilíndrico de alumínio de 200m com diâmetro de 2mm tem que resistência elétrica? E se o fio fosse de cobre?

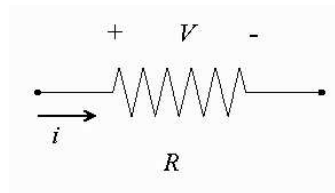
$$R_{\text{alum}} = \rho \cdot \frac{l}{A} = 2,75 \times 10^{-8} \cdot \frac{200}{\pi \cdot (0,001)^2} = 1,75 \Omega$$

$$R_{\text{cobre}} = \rho \cdot \frac{l}{A} = 1,69 \times 10^{-8} \cdot \frac{200}{\pi \cdot (0,001)^2} = 1,07 \Omega$$

## Lei de Ohm

A resistência elétrica de um material é o quociente da tensão entre seus terminais pela corrente circulante.

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



Exemplo) Uma lâmpada incandescente de 200W especificada para uma residência de 110V possui qual resistência de filamento?

$$i = \frac{P}{V} = \frac{200}{110} = 1,8A$$

$$R = \frac{V}{i} = \frac{110}{1,8} = 60,5 \Omega$$

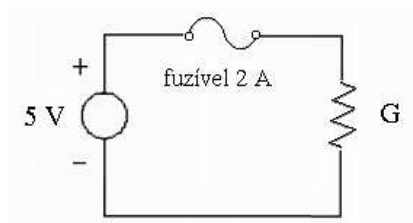
Exemplo) As seguintes tabelas representam os ensaios realizados em laboratório de dois resistores distintos. Plote as curvas. Qual a maior resistência?

Resistência 1		Resistência 2	
Tensão	Corrente	Tensão	Corrente
3V	1A	3V	1,5A
6V	2A	6V	3A
-3V	-1A	-3V	-1,5A

Como ficariam as curvas para  $R = 0 \Omega$  (curto circuito) ou  $R = \infty$  (circuito aberto)?

A grandeza **admitância** é o inverso da resistência. Sua unidade é o mho ( $\bar{\Omega}$ ). Para circuitos lineares (puramente resistivos), pode também chamada de **condutância**, cuja unidade é Siemens (S) em homenagem ao engenheiro elétrico Werner Von Siemens.

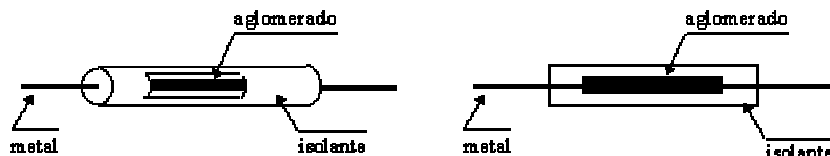
Exemplo) Calcule a máxima admitância (condutância) para o circuito abaixo:



## Tipos de resistores:

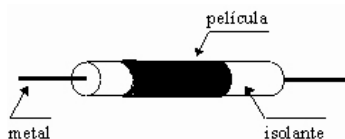
### Resistores de carvão

São compostos por uma bloco uniforme de grafite, que é coberto por um material isolante. As extremidades são ligadas a terminais metálicos para ligação a circuitos externos.



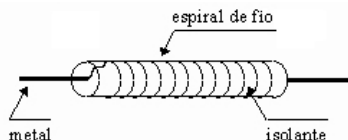
### Resistores de filme

São construídos a partir de uma fita ou película de filme que envolvem o corpo de um material isolante. Existem dois tipos principais: resistores de filme de carbono, quando a fita é de carvão (mais comuns) e resistores de filme metálico quando a fita é de material metal-resistivo (ex. níquel-cromo). As extremidades são também ligadas a terminais metálicos para ligação a circuitos externos.



### Resistores de fio

Como os resistores de filme são montados com espiras de fio sobre um núcleo isolante (normalmente cerâmica), mas utilizados em aplicações de maior potência.



Exemplo) Um resistor de filme metálico de liga de platina consome 0,1A quando aplicado uma tensão de 4V sobre ele. Determine o comprimento da fita do filme metálico sabendo possui uma seção quadrada de lado 0,1 mm.

$$R = \frac{V}{i} = \frac{4}{0,1} = 40 \Omega$$

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

$$40 = 10,6 \times 10^{-8} \cdot \frac{l}{(0,0001)^2}$$

$$l = 3,77 \text{ m}$$