

EXPERIÊNCIA

05

## CORRENTE ELÉTRICA

### OBJETIVOS:

- Observar experimentalmente o fenômeno da corrente elétrica;
- Analisar as características e limitações do multímetro nas escalas de corrente contínua e alternada;
- Aprender medir corrente contínua e alternada com o multímetro;
- Comprovar os conceitos da primeira lei de ohm;
- Conhecer a primeira lei de kirchhoff, lei dos nós.

## CONCEITOS TEORICOS ESSENCIAIS

### Corrente Elétrica

Aplicando uma diferença de potencial num condutor metálico, os seus elétrons movimentam-se de forma ordenada no sentido contrário ao do campo elétrico, ou seja, **do potencial menor para o maior**. Essa movimentação recebe o nome de corrente elétrica, que pode ser simbolizada pela letra  $i$  ou  $I$ , sendo que a unidade de medida é o **Ampère (A)**, em homenagem ao cientista André-Marie Ampère.

### Intensidade de corrente elétrica

A intensidade instantânea  $i$  da corrente elétrica é medida da variação da quantidade de carga  $Q$ , em Coulomb [C], por meio da seção transversal de um condutor durante um intervalo de tempo em segundos  $|s|$ . Se a variação ocorrer de forma linear pode ser calculada pela equação abaixo:

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

### Sentido Convencional da Corrente Elétrica

A **corrente elétrica convencional** tem o sentido **oposto** ao do deslocamento dos elétrons livres, ou seja, o mesmo sentido do campo elétrico, indo **do potencial de maior para o menor**.

A **corrente contínua** (CC ou DC) caracteriza-se pelo fato de fluir sempre num único sentido, em função da tensão aplicada ao condutor ter sempre a mesma polaridade. Se esta tensão for constante, a corrente gerada também será constante.

A **corrente alternada** (CA ou AC) caracteriza-se pelo fato de fluir ora **num sentido**, ora no **sentido inverso**, em função tensão aplicada no condutor **inverter a polaridade** periodicamente. A corrente mais importante é a senoidal.

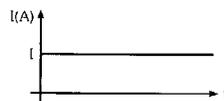


Gráfico da Corrente CC

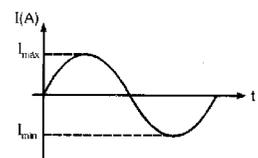


Gráfico da Corrente CA

## Amperímetro

O **amperímetro** é o instrumento utilizado para a medida da corrente elétrica. Em geral, utiliza-se um multímetro numa das escalas de corrente. Os símbolos genéricos do amperímetro estão apresentados ao lado



Amperímetro CC



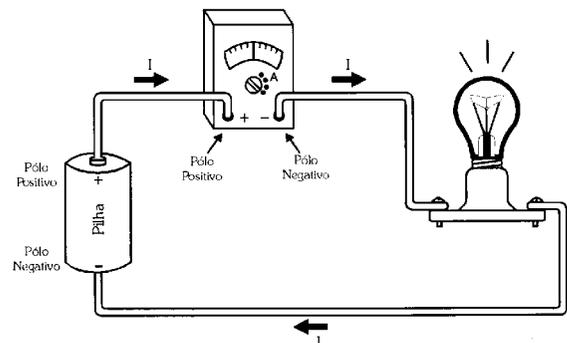
Amperímetro CA

O **amperímetro CC** possui um pólo positivo (Vermelho) e um negativo (Preto), nos quais são colocadas as pontas de prova, utilizadas para conectá-lo nos pontos onde se deseja medir a corrente. No **amperímetro CA**, não há polaridade.

## Como Medir a Corrente com o Amperímetro

Para a medida de corrente (CC ou CA) que passa através de um dispositivo ou de um condutor, as pontas de prova do amperímetro devem ser ligadas em série, isto é, o circuito deve ser aberto no local da medida para que o amperímetro possa ser inserido ao circuito e fazer com que a corrente circule por ele.

Se a corrente é contínua, o pólo positivo do amperímetro deve ser ligado no ponto de entrada da corrente convencional, caso contrário, o ponteiro defletirá no sentido inverso (amperímetro analógico) ou display mostrará uma corrente negativa (amperímetro digital).



Se a corrente é alternada, não há problema de polaridade.

## Riscos da corrente elétrica

O choque elétrico é a reação do organismo à passagem da corrente elétrica. Eletricidade, por sua vez é o fluxo de elétrons de um átomo, através de um condutor, que vem a ser qualquer material que deixe a corrente elétrica passar facilmente (cobre, alumínio, água, etc.). Por outro lado, isolante é o material que não permite que a eletricidade passe através dele: vidro, plástico, borracha, etc.

A energia elétrica, apesar de útil, é muito perigosa e pode provocar graves acidentes, tais como: queimaduras (até de terceiro grau), coagulação do sangue, lesão nos nervos, contração muscular e uma reação nervosa de estremecimento (a sensação de choque) que pode ser perigosa, se ela provocar a queda do indivíduo (de uma escada, árvore, muro, etc.) ou o seu contato com equipamentos perigosos. A imagem acima, é de uma cerca elétrica.

Os efeitos estimados da corrente elétrica contínua de 60 Hertz, no organismo humano, podem ser resumidos na tabela que se segue:

Efeitos estimados da eletricidade	
CORRENTE	CONSEQUENCIA
1 mA	Apenas perceptível
10 mA	“Agarra a mão”
16 mA	Máxima tolerável
20 mA	Parada Respiratória
100 mA	Ataque Cardíaco
2A	Parada Cardíaca
3A	Valor Mortal

Choque elétrico. O choque elétrico é causado por uma corrente elétrica que passa através do corpo humano ou de um animal qualquer. O pior choque é aquele que se origina quando uma corrente elétrica entra pela mão da pessoa e sai pela outra. Nesse caso, atravessando o tórax, ela tem grande chance de afetar o coração e a respiração. Se fizerem parte do circuito elétrico o dedo polegar e o dedo indicador de uma mão, ou uma mão e um pé, o risco é menor. O valor mínimo de corrente que uma pessoa pode

perceber é 1 mA. Com uma corrente de 10 mA, a pessoa perde o controle dos músculos, sendo difícil abrir as mãos para se livrar do contato. O valor mortal está compreendido entre 10 mA e 3 A.

**Queimaduras:** A pele humana é um bom isolante e apresenta, quando seca, uma resistência à passagem da corrente elétrica de 100.000 Ohms. Quando molhada, porém, essa resistência cai para apenas 1.000 Ohms. A energia elétrica de alta voltagem, rapidamente rompe a pele, reduzindo a resistência do corpo para apenas 500 Ohms. Veja estes exemplos numéricos: os 2 primeiros casos, referem-se à baixa voltagem (corrente de 120 volts) e o terceiro, à alta voltagem:

a) Corpo seco:  $120 \text{ volts} / 100000 \text{ ohms} = 0,0012 \text{ A} = \underline{1,2 \text{ mA}}$  (o indivíduo leva apenas um leve choque)

b) Corpo molhado:  $120 \text{ volts} / 1000 \text{ ohms} = 0,12 \text{ A} = \underline{120 \text{ mA}}$  (suficiente para provocar um ataque cardíaco)

c) Pele rompida:  $1000 \text{ volts} / 500 \text{ ohms} = \underline{2 \text{ A}}$  (parada cardíaca e sérios danos aos órgãos internos).

Além da intensidade da corrente elétrica, o caminho percorrido pela eletricidade ao longo do corpo (do ponto onde entra até o ponto onde ela sai) e a duração do choque, são os responsáveis pela extensão e gravidade das lesões.

**Quedas de altura:** Os acidentes com eletricidade ocorrem de várias maneiras. Os riscos resultam de danos causados aos isolantes dos fios elétricos devido a roedores, envelhecimento, fiação imprópria, diâmetro ou material do fio inadequado, corrosão dos contatos, rompimento da linha por queda de galhos, falta de aterramento do equipamento elétrico, etc. As benfeitorias agrícolas estão sujeitas à poeira, umidade e ambientes corrosivos, tornando-as especialmente problemáticas ao uso da eletricidade.

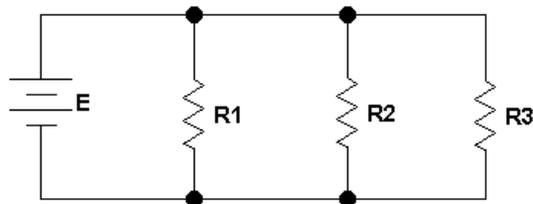


### Recomendações:

- Plugue e use os dispositivos elétricos de segurança disponíveis como, por exemplo, a tomada de 3 pinos;
- Considere todo fio elétrico como "positivo", ou seja, passível de provocar um choque mortal;
- Cheque o estado de todos os fios e dispositivos elétricos; conserte-os ou substitua-os, se necessário. Aprenda como dimensionar fio elétrico;
- Certifique-se de que a corrente está desligada, antes de operar uma ferramenta elétrica;
- Se um circuito elétrico em carga tiver de ser reparado, chame um eletricista qualificado para fazê-lo;
- Use ferramentas "isoladas", que fornecem uma barreira adicional entre você e a corrente elétrica;
- Use os fios recomendados para o tipo de serviço elétrico a que ele vai servir;
- Não sobrecarregue uma única tomada com vários aparelhos elétricos, usando, por exemplo, o "Benjamin";
- Cuidado ao substituir a resistência queimada do seu chuveiro, pois o ambiente molhado aumenta o choque.

### Associação paralela de resistores

Na associação em paralela de resistores os resistores são ligados na forma de colunas, ou seja, paralelamente um ao outro conforme o circuito modelo ao lado:



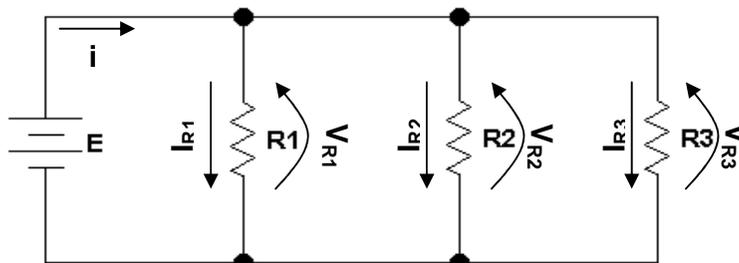
As características da associação em paralelo são praticamente inversas a associação em série onde a tensão é a mesma qual seja o

número de resistores da associação e a corrente possui intensidades diferentes para cada resistor da associação.

A potência total como na associação em série deve ser somada pela potência dissipada por cada resistor para chegar no seu valor e que o circuito equivalente possui a mesma potência total que a soma de todos os resistores.

$$P_E = P_T = P_1 + P_2 + \dots + P_N = P_{EQ}$$

Conforme a figura ao lado:



### Resistor Equivalente

O resistor equivalente da associação em paralelo é conseguido pela soma do inverso do inverso de todas as resistências da associação onde que a particularidade é que no circuito em paralelo o resistor equivalente será sempre menor que todos os resistores da associação.

Vejamos a equação da resistência equivalente em paralelo e o modelo do circuito equivalente na figura ao lado:



Equação

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

### Associação Mista de Resistores

Na associação mista, existem vários resistores associados tanto em série quanto em paralelo.

Neste caso, o comportamento das correntes e tensões nos diversos ramos do circuito depende da forma como estão associados os resistores.

O cálculo da resistência equivalente deve ser feito por etapas, conforme a disposição dos resistores no circuito.

### Primeira Lei de Ohm

A corrente elétrica  $I$  que passa por um material resistivo é **diretamente proporcional** à tensão  $V$  nele aplicada, e esta constante de proporcionalidade chama-se **resistência elétrica  $R$** , cuja a unidade de medida é **Ohm ( $\Omega$ )**.

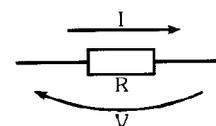
$$V = R \cdot I \quad \text{ou} \quad I = \frac{V}{R} \quad \text{ou} \quad R = \frac{V}{I}$$

### Resistência Elétrica

Resistência elétrica é a medida da oposição que os átomos de um material oferecem à passagem de corrente elétrica. Ela depende da natureza do material, de suas dimensões e da temperatura.

### Tensão e Corrente na Resistência Elétrica

Na resistência elétrica, o sentido da corrente que a atravessa é contrário à polaridade da tensão nela aplicada, pois a corrente caminha do potencial maior para o menor isto é:



## Leis de Kirchhoff

Continuando o estudo sobre as leis de Kirchhoff, agora iremos conhecer a análise das correntes e algumas recomendações.

### 1ª Lei de Kirchhoff

“A soma algébrica das correntes que entram num determinado nó é igual à soma das correntes elétricas que saem deste mesmo nó”, esta lei também é conhecida como a **leis dos nós**.

- Aplicar a 1ª lei de Kirchhoff  $n$  vezes, sendo  $n$  o número de nós do circuito menos um;
- Resolver o sistema de equações, determinando o valor de todas as correntes;
- Todas as correntes que resultarem em resultado negativo devem ter seus sentidos alterados e conseqüentemente, altera também o sentido das tensões atingidas por essas mesmas correntes.
- Após todos os cálculos, verifica-se se em cada nó a 1ª lei de Kirchhoff está sendo obedecida e se para qualquer malha (interna ou externa) a 2ª lei de Kirchhoff está sendo cumprida. Se não estiver, refaça a análise das equações e os cálculos, porque há algum erro; se estiver tudo correto, a análise chegou ao fim.

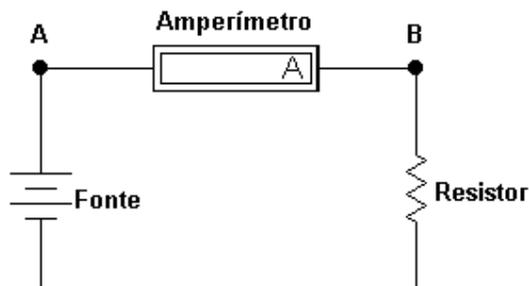
## EQUIPAMENTOS E MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

Qtde.	Descrição	Especificação
1	Fonte de Alimentação	FCC 3005 D
1	Multímetro	Analógico
1	Resistor	100 $\Omega$
1	Resistor	220 $\Omega$
1	Resistor	270 $\Omega$
1	Resistor	470 $\Omega$
1	Resistor	1K $\Omega$

## CIRCUITOS PROCEDIMENTOS MEDIDAS E ANÁLISES

CPMA1 – Para se medir a corrente elétrica num ponto do circuito é necessário \_\_\_\_\_ o circuito e conectar o amperímetro em \_\_\_\_\_.

CPMA2 – Montar o circuito ao lado com o amperímetro conectado no trecho AB.



CPMA3 – Medir a corrente do circuito para cada resistor de acordo com os valores de tensão indicados na tabela abaixo:

Resistor	100Ω		220Ω	
FONTE	VALOR MEDIDO	ESCALA	VALOR MEDIDO	ESCALA
5V				
10V				
15V				
20V				

CPMA4 – De acordo com a primeira Lei de Ohm podemos afirmar através das medidas realizadas no item anterior que: Assinale as duas afirmações corretas:

- Tensão é diretamente proporcional a corrente e a resistência
- Tensão é reversamente proporcional a corrente e a resistência
- Corrente é diretamente a resistência
- Corrente é reversamente a resistência

CPMA5 – O sentido de corrente adotada para as análises em eletrônica é:

- A correta onde a corrente sai pelo terminal de menor potencial e retorna ao terminal de maior potencial.
- O convencional onde a corrente sai pelo terminal de maior potencial e retorna ao de menor potencial.

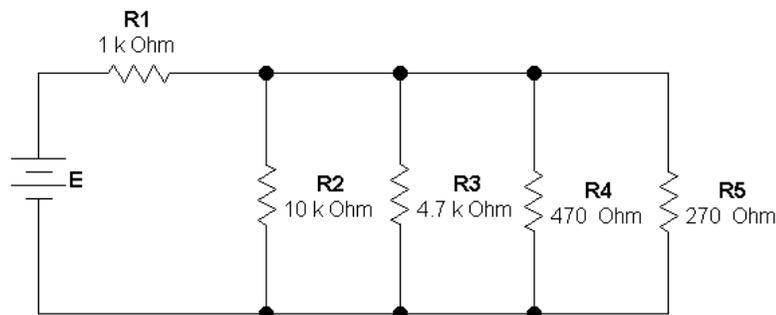
CPMA6 – Qual a quantidade de carga por segundo fornecida pela fonte à carga (100Ω) do circuito 1 quando a fonte estiver com 10V.

- $100 \times 10^{-3} \text{A.s}$
- $100 \times 10^{-6} \text{A.s}$

CPMA7 – Uma bateria 12V tem autonomia de energia de 5A/h, determine o tempo que um sistema de iluminação de emergência com inversor para lâmpada fluorescente que cujo circuito necessita de 0,5A. Assinalar a resposta com o tempo correto.

- 5hs
- 10hs

CPMA8 – Montar o circuito 2 abaixo:



CPMA9 – Medir as diferentes intensidades de corrente do circuito indicadas na tabela abaixo utilizando o multímetro analógico, de acordo com a tensão estipulada em cada coluna da tabela.

	E = 10V	E = 12V	E = 14V	E = 16V	E = 19V	E = 22V	E = 24V	E = 26V	E = 28V
$I_T$									
$I_{R1}$									
$I_{R2}$									
$I_{R3}$									
$I_{R4}$									
$I_{R5}$									

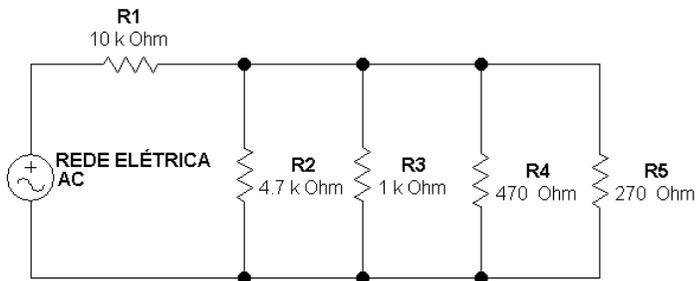
CPMA10 – Repetir o item anterior usando a tabela e com os valores de tensão estipulados em cada coluna medir as diferentes intensidades de corrente utilizando o multímetro digital.

	E = 7V	E = 11V	E = 13V	E = 15V	E = 18V	E = 21V	E = 23V	E = 27V	E = 30V
$I_T$									
$I_{R1}$									
$I_{R2}$									
$I_{R3}$									
$I_{R4}$									
$I_{R5}$									

CPMA11 – Num mesmo circuito \_\_\_\_\_ existir correntes de diferentes intensidades. Complete a frase com a alternativa correta:

- podem  
 Não podem

CPMA12 – Medir as diferentes intensidades de corrente do circuito indicadas na tabela abaixo utilizando o multímetro digital, para a tensão da rede elétrica.



	Rede Elétrica
$I_T$	
$I_{R1}$	
$I_{R2}$	
$I_{R3}$	
$I_{R4}$	
$I_{R5}$	