



Prólogo do laboratório de Física III

O objetivo dos laboratórios de ensino é o de que os estudantes tenham contato com o trabalho experimental e seu formalismo, ou seja, espera-se que os estudantes aprendam a usar determinados equipamentos dos laboratórios, façam medidas e gráficos, avaliem criticamente erros instrumentais e determinem sua propagação.

Na execução de seus trabalhos em laboratório, tenha cuidado com os aparelhos e sempre peça ao seu professor para verificar se os circuitos montados estão corretos **ANTES** de ligá-los. Faça as suas anotações de maneira cuidadosa, isto poupa tempo na execução do relatório e interpretação do experimento. Não altere resultados experimentais para que se adequem a algum valor esperado.

Experimento I: Associação de resistores e uso do multímetro

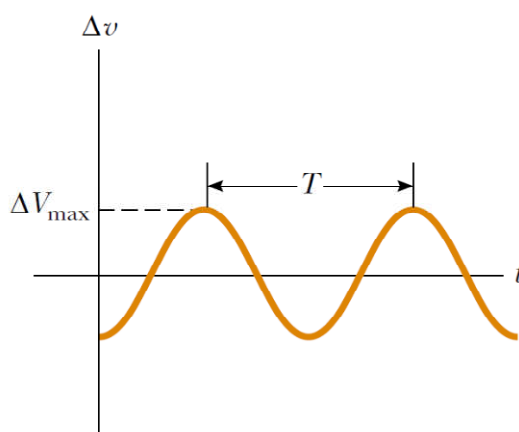
Objetivos

Aprender sobre o funcionamento e uso de equipamentos usados em laboratórios didáticos de ensino (fontes de tensão, resistores, multímetros (nas funções de amperímetro, ohmímetro e voltímetro)), aprender como se fazem ligações em série e em paralelo de resistores e fazer determinação experimental da resistência equivalente.

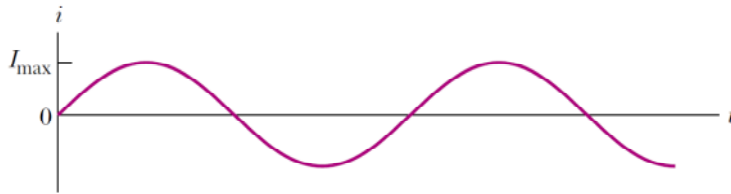
Introdução

Fontes de Tensão e Corrente

A tensão fornecida nas tomadas de nossas casas é o que chamamos de tensão alternada, ou seja, sua polaridade é alternada continuamente no tempo.



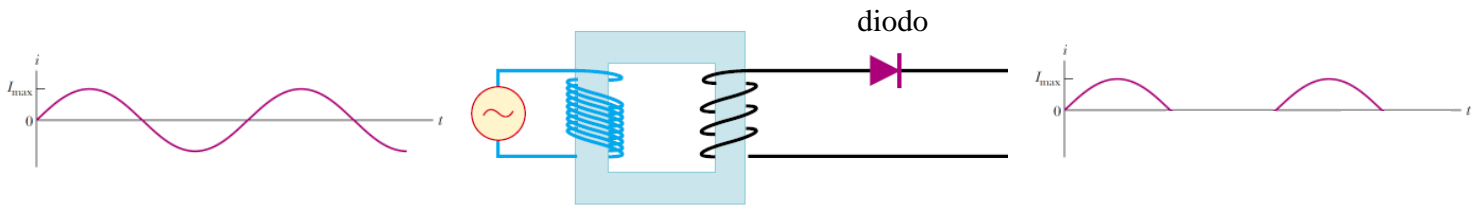
Ao lado temos a diferença de potencial (vtagem, ΔV) fornecida por uma fonte de corrente alternada senoidal, com período T .



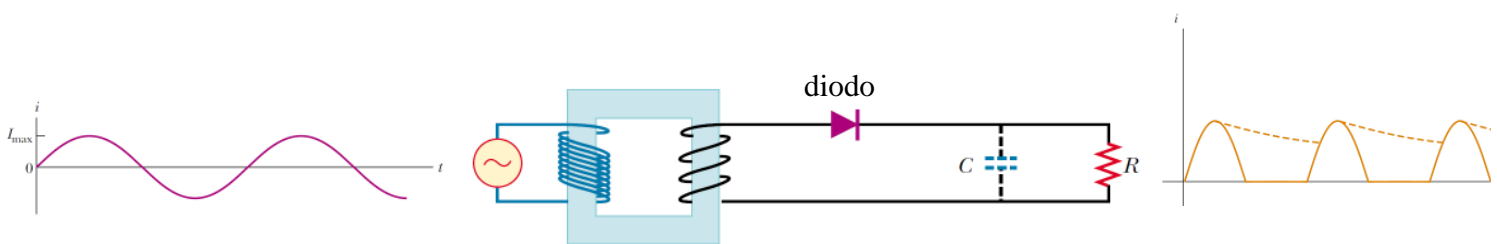
A corrente alternada (i) é referida na literatura como ca e o símbolo de uma fonte de corrente alternada em um circuito elétrico é



Quando as correntes e tensões não variam com o tempo temos as fontes de corrente contínua. Para converter a fonte de corrente alternada ca em contínua cc, primeiramente faz-se um abaixamento da ca para os níveis mais baixos necessários para o funcionamento de equipamentos. Em seguida é feita a retificação por meio de diodos retificadores. Transforma-se assim a corrente ca em cc pulsante, mostrada à direita da figura abaixo.



Para se obter uma corrente aproximadamente constante, inclui-se após o retificador (diodo) um filtro (no caso abaixo formado pelo capacitor (C)) que tem como efeito suavizar (linha pontilhada indicada na figura) a corrente contínua pulsante.



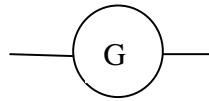
O símbolo de fontes de corrente contínua nos circuitos elétricos é:



Exemplos de fontes de corrente (ou tensão) contínuas são as baterias e as pilhas. Nestes elementos, as tensões são mantidas devido a reações químicas que ocorrem em seus interiores. Nas pilhas, por exemplo, a força eletromotriz (fem) contínua de 1,5V (volts) independe de seu tamanho, pois este valor depende apenas da natureza dos elementos químicos usados para construí-la. Em geral, utilizam-se carvão e zinco na construção de pilhas comuns, sendo o polo positivo constituído pelo carvão e o negativo, pelo zinco. As baterias fornecem uma fem maior que as das pilhas e são constituídas por associações em série de várias pilhas.



Galvanômetros

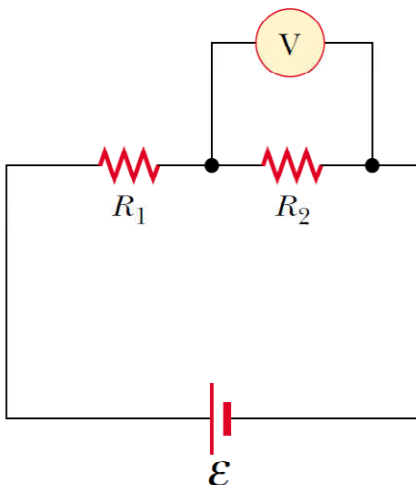
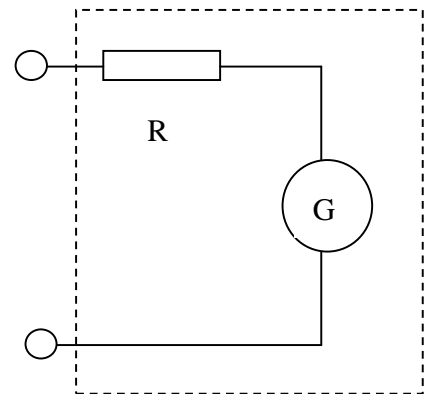


Os galvanômetros são aparelhos muito sensíveis que indicam a passagem de correntes elétricas em trechos de circuitos elétricos. Os galvanômetros são utilizados na construção de outros medidores.

Voltímetro



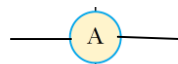
Por exemplo, os **voltímetros** são galvanômetros adaptados para medir a diferença de potencial entre dois pontos de um circuito. Liga-se uma resistência elétrica cuja função é limitar o valor da corrente elétrica no circuito em série com o galvanômetro como mostrado na figura. Cumpre lembrar que o valor desta resistência elétrica deve ser alto, o que diminui os efeitos da inclusão do voltímetro no circuito no qual se deseja medir a diferença de potencial ddp.



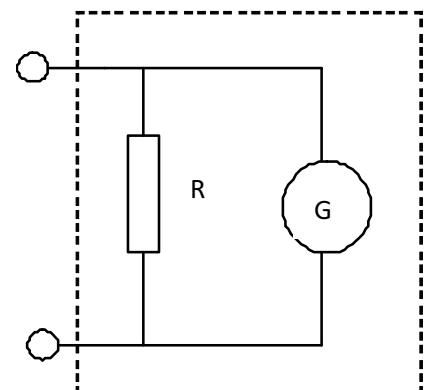
Para medirmos a diferença de potencial ddp entre dois pontos de um circuito, devemos ligar os terminais do voltímetro aos dois pontos, sem que o circuito seja aberto, ou seja, o voltímetro deve ser sempre ligado em paralelo ao elemento sobre o qual desejamos medir a ddp. Na figura ao lado, o voltímetro é usado para medir a ddp no resistor R_2 .

Para que um voltímetro opere corretamente é necessário que a sua resistência interna seja muito maior do aquela que será medida pelo aparelho. Um voltímetro ideal apresenta resistência interna infinita.

Amperímetro



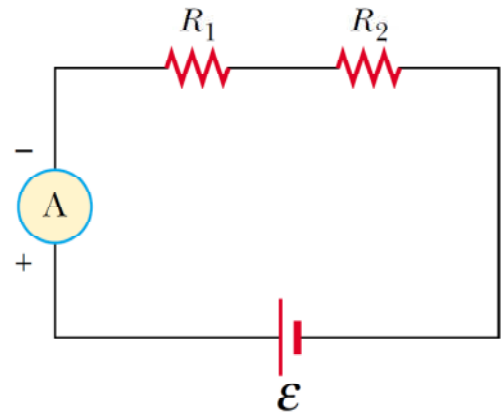
Na construção dos **amperímetros** o galvanômetro é ligado em paralelo com um resistor. Os amperímetros são usados para medir a intensidade da corrente elétrica em pontos escolhidos de um circuito.





Para medir-se a corrente em determinado ponto de um circuito, o circuito deve ser aberto e o amperímetro deve ser introduzido em série em tal ponto. Para que a interferência do amperímetro seja a menor possível, o mesmo deve apresentar a menor resistência interna possível. Um amperímetro ideal apresenta resistência interna nula.

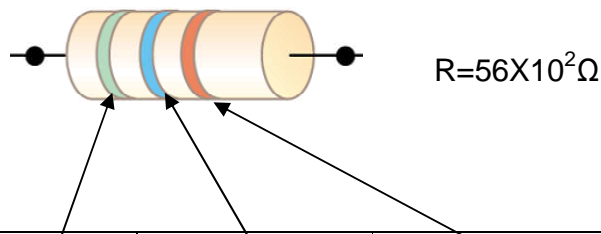
Na figura ao lado, o amperímetro mede a corrente que circula nos resistores R_1 e R_2 .



Os **multímetros** são aparelhos que podem operar nas funções voltímetro, amperímetro, ohmímetro (medição de resistências elétricas) e capacitímetro (medição de capacitâncias). As funções e escalas podem ser escolhidas por meio de chaves seletoras presentes nos multímetros.

Resistores

Os resistores são usados como limitadores de corrente em circuitos elétricos. Comercialmente os resistores mais comuns são os resistores de fio (por exemplo, o resistor de um chuveiro elétrico) ou os resistores de carvão. Os resistores de carvão apresentam em seu revestimento faixas coloridas que fornecem o valor do resistor segundo um código universal.



Cor	1º algarismo	2º algarismo	multiplicador	Tolerância (quarta linha)
preto	0	0	1	
marrom	1	1	10	
vermelho	2	2	10^{-2}	
alaranjado	3	3	10^3	
amarelo	4	4	10^4	
verde	5	5	10^5	
azul	6	6	10^6	
violeta	7	7	10^7	
cinza	8	8	10^8	
branco	9	9	10^9	
dourado			10^{-1}	5%
prateado			10^{-2}	10%
Sem cor				20%



Quando os resistores são todos ligados em série uma única corrente circula, mas a tensão vai caindo a cada resistor atravessado. Portanto, o somatório das quedas de tensão em cada resistor é a tensão fornecida pela fonte:

$$V_{\text{total}} = V_1 + V_2 + \dots + V_N$$

A lei de Ohm estabelece que a relação entre a corrente (i), a tensão (ou ddp, V) e a resistência (R) para um elemento de circuito é dada por $V = R \cdot i$. Logo,

$$i_{\text{total}} R_{\text{total}} = i_1 R_1 + i_2 R_2 + \dots + i_N R_N$$

Num circuito ligado em série a corrente é a mesma para todos os componentes do circuito:

$$i_1 = i_2 = i_3 = \dots = i_N$$

Portanto, a resistência equivalente será:

$$R_{\text{total}} = \sum_1^N R_N$$

No caso do circuito estar ligado em paralelo, cada resistor terá seu próprio valor de corrente. A ddp (V) em todos ramos ligados em paralelo entre si é constante, mas i varia. Logo:

$$V_{\text{total}} = V_1 = V_2 = \dots = V_N$$

e

$$i_1 + i_2 + \dots + i_N = i_{\text{total}}$$

Portanto:

$$\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_N}{R_N} = \frac{V_{\text{total}}}{R_{\text{total}}}$$

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} = \frac{1}{R_{\text{total}}}$$

$$\frac{1}{R_{\text{total}}} = \sum_1^N \frac{1}{R_N}$$



Procedimento

Material utilizado

- 01 fonte universal 30 V CC
- 01 multímetro CC
- 01 resistor 510 Ω
- 01 resistor 1 k Ω
- 01 resistor 2 k Ω
- Cabos de ligação e conectores

Circuito série

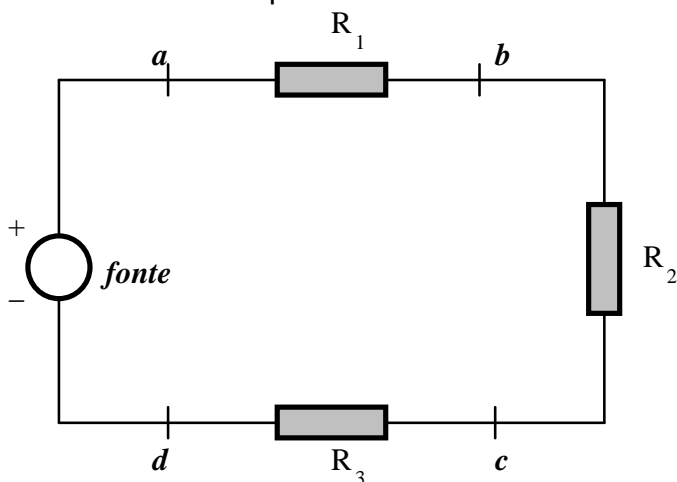
Anote os valores nominais de seus resistores. (Os valores nominais são os valores fornecidos pelo fabricante.)

$R_1 =$

$R_2 =$

$R_3 =$

Monte o circuito esquematizado abaixo.



Fixe a tensão da fonte em 30 V.

Conecte, em paralelo, o multímetro na função voltímetro CC aos pontos **a** e **d** (saída da fonte). Este é o valor da tensão total. Conecte a seguir o voltímetro aos pontos **a** e **b**, **b** e **c**, **c** e **d**, anotando em cada caso os valores das tensões (ou ddp) em cada resistor.

$V_{\text{total}} =$

$V_1 =$

$V_2 =$

$V_3 =$

Interrompa o circuito nos pontos **a**, **b**, **c** e **d**, e meça a corrente do circuito utilizando o multímetro na função amperímetro CC.

$i =$

Calcule, a partir das tensões e da corrente medida, o valor de cada resistência:



$$R_1 = \frac{V_1}{i} =$$

$$R_2 = \frac{V_2}{i} =$$

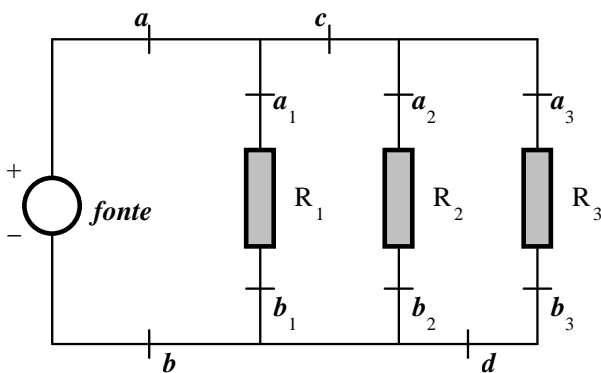
$$R_3 = \frac{V_3}{i} =$$

$$R_{\text{total}} = \frac{V_{\text{total}}}{i} =$$

Some as resistências R_1 , R_2 e R_3 , encontradas experimentalmente, e compare com o resultado obtido na soma dos valores nominais das mesmas. Os valores das duas somas são iguais?

Circuito paralelo

Monte o circuito esquematizado abaixo:



Meça a diferença de potencial entre os pontos a e b , a_1 e b_1 , a_2 e b_2 , a_3 e b_3 .

$$V_{\text{total}} =$$

$$V_1 =$$

$$V_2 =$$

$$V_3 =$$

Agora interrompa o circuito em um nó, de modo a poder medir a corrente em cada resistor e a corrente total. Um nó é o ponto onde dois ou mais condutores se juntam.

$$i_{\text{total}} =$$

$$i_1 =$$

$$i_2 =$$

$$i_3 =$$



Calcule, a partir da tensão e das correntes medidas, o valor de cada resistência:

$$R_1 = \frac{V}{i_1} =$$

$$R_2 = \frac{V}{i_2} =$$

$$R_3 = \frac{V}{i_3} =$$

$$R_{total} = \frac{V}{i_{total}} =$$

Faça o mesmo cálculo da resistência equivalente, usando agora os valores nominais das resistências. Compare os valores medidos e os valores calculados.