



ELETROTÉCNICA

LABORATÓRIO

TIME Nº:

COMPONENTE 1=

COMPONENTE 2=

COMPONENTE 3=

COMPONENTE 4=

COMPONENTE 5=

LÍDER:

Resistores e Códigos de Cores

Objetivos

- Ler o valor nominal de cada resistor por meio do código de cores.
- Determinar a máxima potência dissipada pelo resistor por meio de suas dimensões físicas.

Teoria

Resistores são componentes que têm por finalidade oferecer uma oposição à passagem de corrente elétrica por meio de seu material. A essa oposição damos o nome de resistência elétrica, que possui como unidade o ohm [Ω], onde encontramos como múltiplos mais usuais:

- Quilo-ohm ($K\Omega$) $\rightarrow 1K\Omega = 10^3 \Omega$
- Megaohm ($M\Omega$) $\rightarrow 1M\Omega = 10^6 \Omega$

Classificamos os resistores em dois tipos, sendo fixos e variáveis. Os resistores fixos são aqueles cujo valor da resistência não pode ser alterado, enquanto os variáveis têm a sua resistência modificada dentro de uma faixa de valores por meio de um cursor móvel.

Os resistores fixos são comumente especificados por três parâmetros: o valor nominal da resistência elétrica, a tolerância, ou seja, a máxima variação em porcentagem do valor nominal, e a máxima potência elétrica dissipada.

Exemplo

Tomemos um resistor de $100\Omega \pm 5\% - 0,33W$. Isso significa que possui um valor nominal de 100Ω , uma tolerância sobre esse valor de mais ou menos 5% e pode dissipar uma potência de no máximo 0,33 watts.

Observação: Abordamos potência elétrica na experiência 6.

Dentre os tipos de resistores fixos destacamos os de fio, de filme de carbono e de filme metálico.

Resistor de Fio

Consiste basicamente em um tubo cerâmico que serve de suporte para enrolarmos um determinado comprimento de fio, de liga especial, para obter o valor de resistência desejado. Os terminais desse fio são conectados às braçadeiras presas ao tubo. Além deste, existem outros tipos construtivos esquematizados, conforme mostra a Figura 1.1.

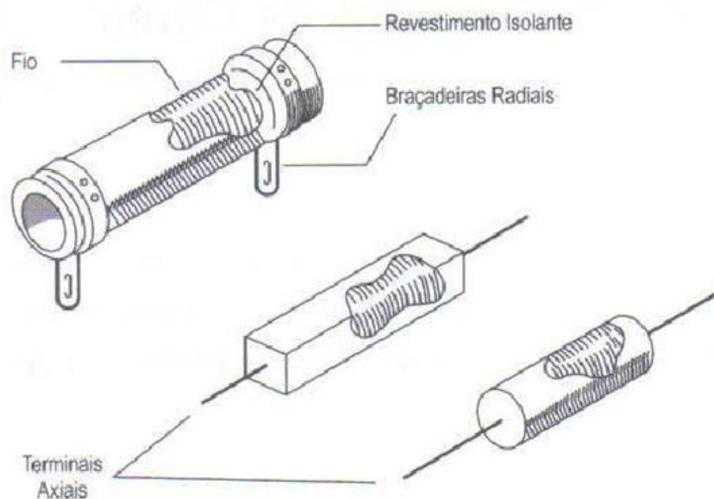


Figura 1.1 - Resistores de fio.

Os resistores de fio são encontrados com valores de resistência de alguns ohms até alguns quilo-ohms, e são aplicados onde se exigem altos valores de potência, acima de 5W, sendo suas especificações impressas no próprio corpo.

Resistor de Filme de Carbono

Consiste em um cilindro de porcelana recoberto por um filme (película) de carbono. O valor da resistência é obtido mediante a formação de um sulco, transformando a película em uma fita helicoidal. Esse valor pode variar conforme a espessura do filme ou a largura da fita. Como revestimento, encontramos uma resina protetora sobre a qual é impresso um código de cores, identificando seu valor nominal e tolerância.

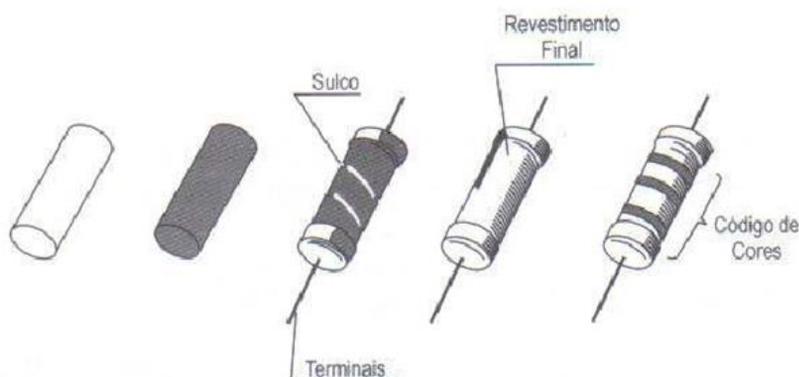


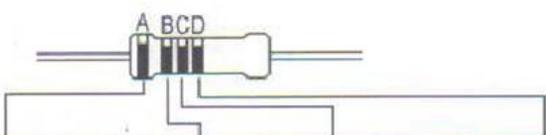
Figura 1.2 - Resistor de filme de carbono.

Os resistores de filme de carbono são destinados ao uso geral e suas dimensões físicas determinam a máxima potência que eles podem dissipar.

Resistor de Filme Metálico

Sua estrutura é idêntica à de filme de carbono, somente que se utiliza uma liga metálica (níquel-cromo) para formar a película, obtendo valores mais precisos de resistência, com tolerâncias de 1% e 2%.

O código de cores utilizado nos resistores de película é visto na Figura 1.3.



Cor	1º algarismo	2º algarismo	Fator multiplicador	Tolerância
Preto	-	0	x 1	-
Marrom	1	1	x 10	± 1%
Vermelho	2	2	x 10 ²	± 2%
Laranja	3	3	x 10 ³	-
Amarelo	4	4	x 10 ⁴	-
Verde	5	5	x 10 ⁵	-
Azul	6	6	x 10 ⁶	-
Violeta	7	7	-	-
Cinza	8	8	-	-
Branco	9	9	-	-
Ouro	-	-	x 10 ⁻¹	± 5%
Prata	-	-	x 10 ⁻²	± 10%

Figura 1.3 - Código de cores.

Observações: A ausência da faixa de tolerância indica que esta é de ± 20%.

Para os resistores de precisão encontramos cinco faixas. As três primeiras representam o primeiro, segundo e o terceiro algarismos significativos e as demais, respectivamente, fator multiplicativo e tolerância.

A Figura 1.4 mostra a especificação de potência com dimensões em tamanho real.

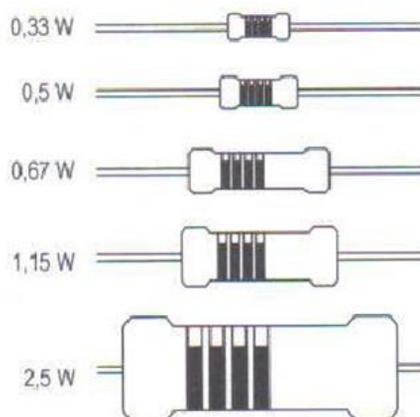


Figura 1.4 - Resistores de película de carbono em tamanho real.

Valores padronizados para resistores de película:

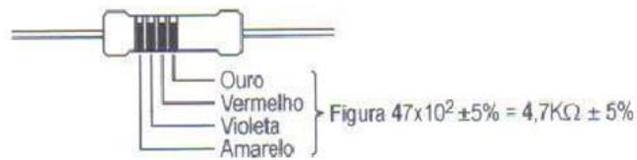
1 - Série: 5%, 10% e 20% de tolerância							
10	12	15	18	22	27	33	39
47	56	68	82				

2 - Série: 2% e 5% de tolerância							
10	11	12	13	15	16	18	20
22	24	27	30	33	36	39	43
47	51	56	62	68	75	82	91

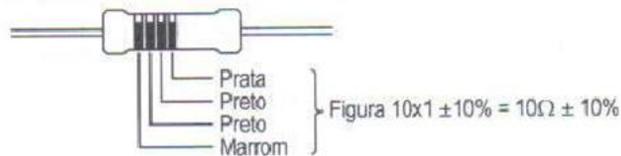
3 - Série: 1% de tolerância							
100	102	105	107	110	113	115	118
121	124	127	130	133	137	140	143
147	150	154	158	162	165	169	174
178	182	187	191	196	200	205	210
215	221	226	232	237	243	249	255
261	267	274	280	287	294	301	309
316	324	332	340	348	357	365	374
383	392	402	412	422	432	442	453
464	475	487	499	511	523	536	549
562	576	590	604	619	634	649	665
681	698	715	732	750	768	787	806
825	845	866	887	909	931	953	976

A seguir, mostramos alguns exemplos de leitura, utilizando o código de cores:

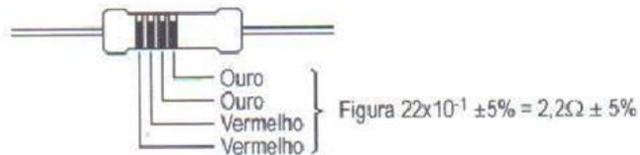
Exemplo 1



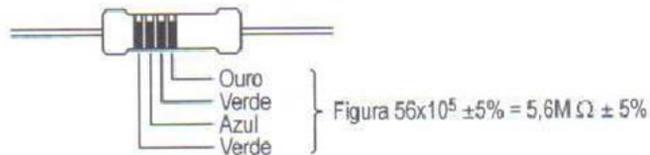
Exemplo 2



Exemplo 3



Exemplo 4



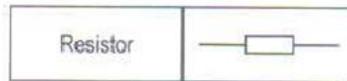
Exemplo 5



Material Experimental

⇒ Dez resistores de valores diversos.

Simbologia



Parte Prática

- 1) Faça a leitura de cada resistor e anote no Quadro 1.1 o valor nominal, a tolerância e a potência.

Resistor	Valor nominal	Tolerância	Potência (W)
R_1			
R_2			
R_3			
R_4			
R_5			
R_6			
R_7			
R_8			
R_9			
R_{10}			

Quadro 1.1

Exercícios

- 1) Determine a sequência de cores para os resistores seguintes:
- a) $10\text{K}\Omega \pm 5\%$
 - b) $390\text{K}\Omega \pm 10\%$
 - c) $5,6\Omega \pm 2\%$
 - d) $715\Omega \pm 1\%$
 - e) $0,82\Omega \pm 2\%$
- 2) O que determina o valor ôhmico em um resistor de filme de carbono?
- 3) Qual é o parâmetro definido por meio das dimensões físicas de um resistor?
- 4) Cite um exemplo de aplicação que você conhece dos resistores de fio.

Ohmímetro

Objetivos

- Utilizar o ohmímetro para medidas de resistência elétrica.
- Familiarizar-se com as escalas do instrumento.

Teoria

O ohmímetro é um instrumento utilizado para medir resistência elétrica. Juntamente com o voltímetro e o amperímetro, ele faz parte do aparelho de medidas denominado multímetro ou multiteste.

Apresentamos, na Figura 2.1, a configuração de um modelo padrão, que será utilizado no desenvolvimento teórico da habilidade de leitura de suas escalas.

Observe a Figura 2.1. Sua escala apresenta uma característica logarítmica, fato a ser abordado na experiência referente ao ohmímetro série, juntamente com sua estrutura interna. Na chave seletora encontramos as posições x1, x10, x100 e x1K, as quais, respectivamente, multiplicam o valor impresso na escala por 1, 10, 100, 1000, obtendo o resultado em ohms (Ω).

Para efetuar uma medida, devemos fazer o ajuste de zero. Para tanto, curto-circuitamos as suas pontas deflexionando o ponteiro até a região próxima ao zero da escala de ohms. A seguir, movimentamos o controle de ajuste (Ω ADJ) até o ponteiro coincidir com o traço referente ao zero. Esse ajuste deve ser repetido toda vez que mudamos a posição da chave seletora, sendo também responsável pela precisão da medida.

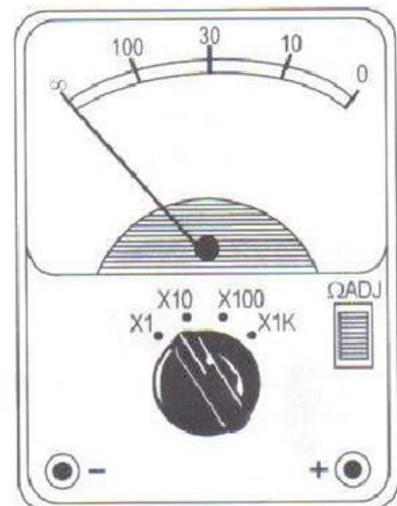
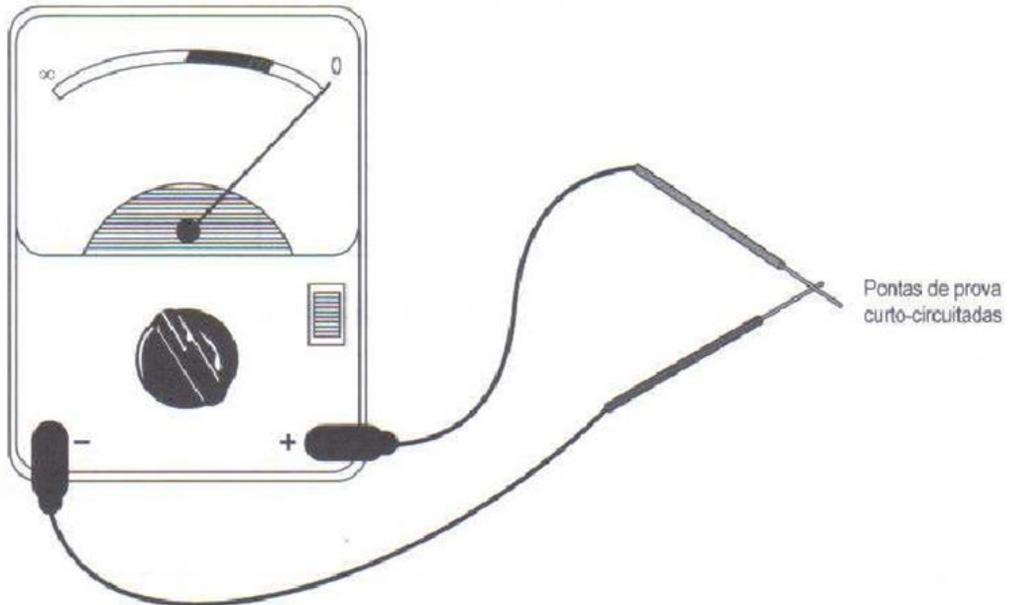


Figura 2.1 - Ohmímetro padrão.

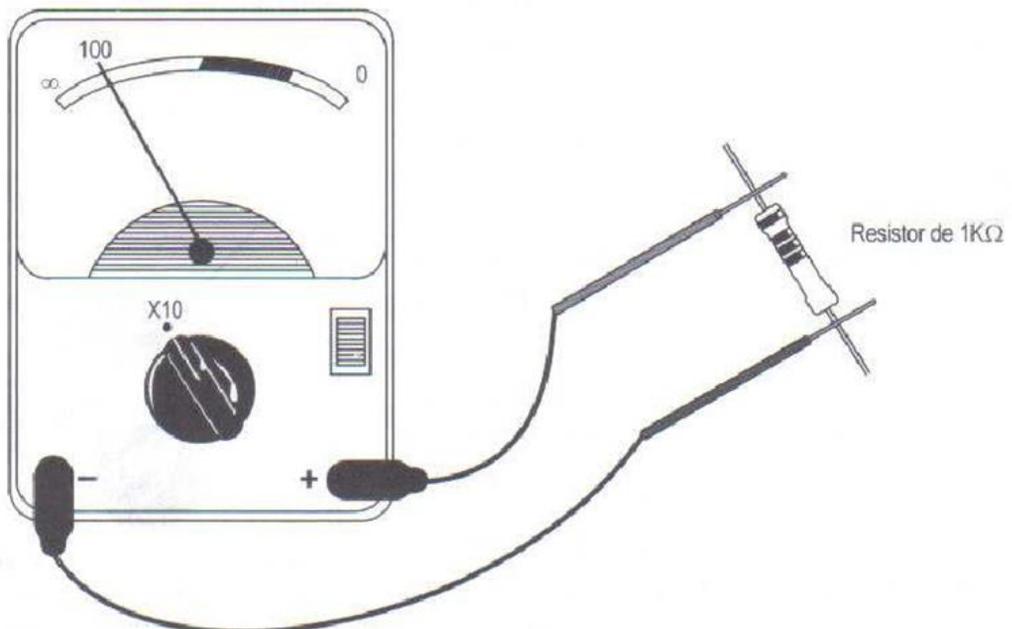
Feito o ajuste, colocamos as pontas de prova em contato com os terminais do componente a ser medido, observando que devemos escolher uma posição para a chave seletora, de maneira a ter uma leitura em região da escala com boa definição.

A seguir, vamos exemplificar a utilização do ohmímetro:

1) Ajuste de zero.



2) Medida de uma resistência.



- ⇒ Multímetro.
- ⇒ Resistores: 4,7Ω, 56Ω, 330Ω, 2,2KΩ, 8,2KΩ, 18KΩ, 68KΩ, 270KΩ, 390KΩ e 1,2MΩ.

Parte Prática

- 1) Meça cada resistor e anote os valores no Quadro 2.1. Em cada medida, coloque a chave seletora em todas as posições, escolhendo uma de melhor conveniência para leitura, não se esquecendo de ajustar o zero.
- 2) Leia e anote para cada resistor sua tolerância.

Valor nominal (Vn)	Tolerância	Valor medido (Vm)	Posição da escala	Δ R%
4,7Ω				
56Ω				
330Ω				
2,2KΩ				
8,2KΩ				
18KΩ				
68KΩ				
270KΩ				
390KΩ				
1,2MΩ				

Quadro 2.1

Exercícios

- 1) Compare os valores medidos com os valores nominais. Calcule o desvio percentual e anote no Quadro 2.1.

$$\Delta R\% = \frac{|V_n - V_m|}{V_n} \cdot 100$$

- 2) Compare ΔR% com a tolerância do resistor e tire conclusões.

Voltímetro

Objetivos

- ⇒ Utilizar o voltímetro para medidas de tensão contínua.
- ⇒ Familiarizar-se com o instrumento e suas escalas.

Teoria

Tensão é a diferença de energia potencial elétrica entre dois pontos, sendo sua unidade o volt (V). Temos dois tipos de tensão, contínua e alternada, que representamos, respectivamente, por V_{DC} e V_{AC} . Este capítulo estuda apenas tensão contínua.

A tensão contínua é aquela que não muda de polaridade com o tempo, isto é, apresenta um polo sempre positivo e outro sempre negativo. Como exemplo, tomemos uma pilha comum que entre seus polos apresenta uma tensão (diferença de potencial) de 1,5V.

O voltímetro ideal é aquele que possui resistência interna infinita [∞] não interferindo no circuito, quando conectado em paralelo com os pontos entre os quais se deseja medir a tensão. Na prática, porém, possui resistência interna cujo valor varia conforme sua estrutura.

Apresentamos na Figura 3.1 a configuração de um voltímetro padrão.

O voltímetro apresenta uma escala linear e o modelo possui como fundo de escala os valores 30, 12 e 6, sendo as posições da chave seletora múltiplas destes valores, possibilitando a medida em outras faixas.

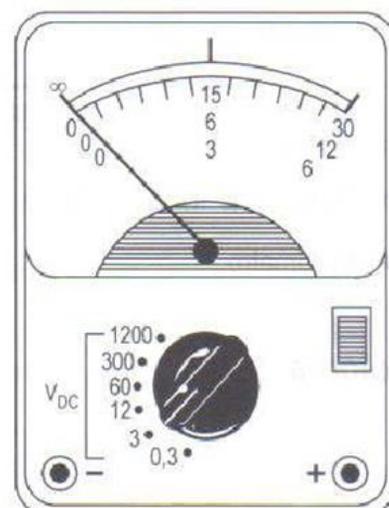


Figura 3.1 - Voltímetro padrão.

Com a chave seletora na posição 3V, podemos ler tensões de 0 a 3V, utilizando como fundo de escala o valor 30 e dividindo a leitura por 10. Para melhor entendimento, esquematizamos na Figura 3.2 a medida da tensão de uma pilha.

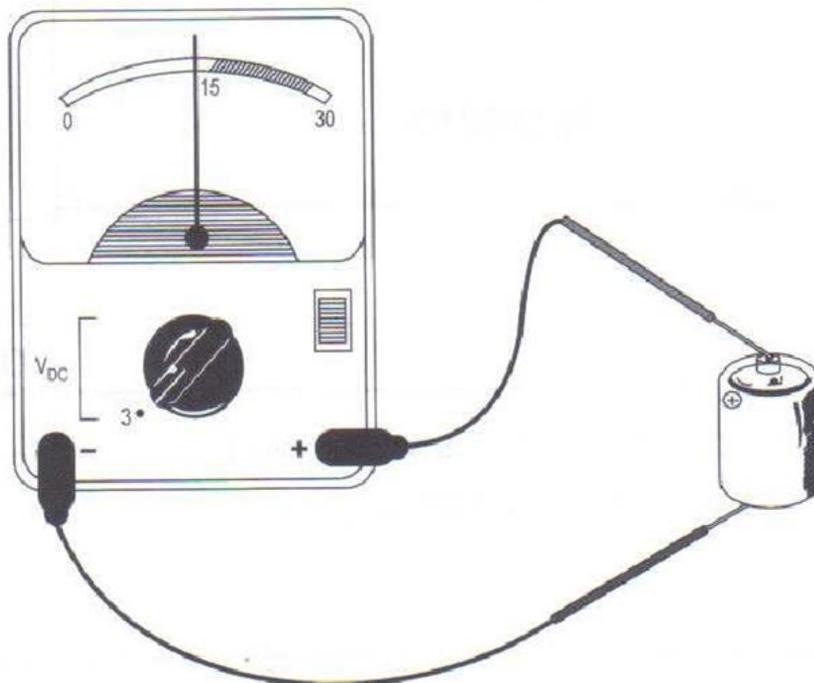


Figura 3.2 - Medida da tensão de uma pilha.

Observando a Figura 3.2, notamos que a tensão medida é 1,5V. Para medir uma tensão desconhecida, devemos posicionar a chave seletora em um valor alto e ir diminuindo até encontrar uma escala conveniente para a leitura, não se esquecendo de observar a polaridade correta.

Material Experimental

- ⇒ Pilhas: 1,5V (quatro).
- ⇒ Resistores: $47\ \Omega$, $100\ \Omega$ e $330\ \Omega$.
- ⇒ Multímetro.

Simbologia

Voltímetro DC	
Pilha	

Parte Prática

- 1) Meça a tensão de cada pilha e anote o valor no Quadro 3.1. Anote também a posição da chave seletora, utilizada na leitura.

	Valor medido	Posição da chave seletora
pilha 1		
pilha 2		
pilha 3		
pilha 4		

Quadro 3.1

- 2) Associe as pilhas, conforme a Figura 3.3, e meça a tensão entre os pontos A e B, anotando os resultados no Quadro 3.2.

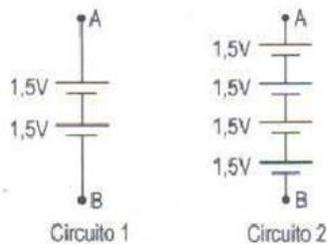


Figura 3.3

	V_{AB} medido	Posição da chave seletora
circuito 1		
circuito 2		

Quadro 3.2

- 3) Monte o circuito da Figura 3.4, meça e anote as tensões entre os pontos, conforme o Quadro 3.3.

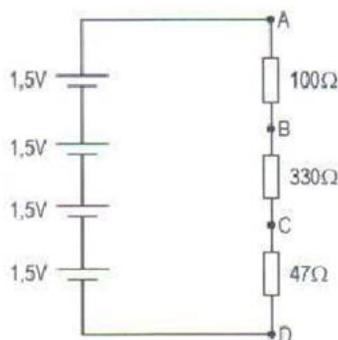


Figura 3.4

Valores de tensão	Valor medido	Posição da chave seletora
V_{AB}	0,77V	51
V_{BC}	0,77V	
V_{CD}	0,77V	
V_{AD}		

Quadro 3.3

Exercícios

- 1) Determine como deve ser posicionado um voltímetro para medir a tensão resultante entre A e B. Dê o valor da leitura e a escala utilizada.



- 2) Ao medirmos a tensão de uma bateria de automóvel com um voltímetro, com a chave seletora na posição 1200V, ele apresenta um valor próximo a zero. Por quê?

Amperímetro

Objetivos

- Utilizar o amperímetro para medidas de corrente contínua.
- Familiarizar-se com o instrumento e suas escalas.

Teoria

Corrente elétrica é o movimento ordenado de elétrons em um meio condutor, sendo sua unidade ampère [A], tendo como submúltiplos:

- miliampère (mA) → $1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$
- microampère (μA) → $1\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$
- nanoampère (nA) → $1\text{nA} = 10^{-9}\text{A}$

Há dois tipos de corrente, contínua e alternada, conforme características na sua geração. Nesta experiência estudaremos a corrente contínua, que é resultante da aplicação de uma tensão contínua em uma carga resistiva.

O amperímetro é o instrumento utilizado para medidas de corrente e que também faz parte do multímetro.

Para efetuarmos uma medida de corrente, ela deve circular pelo instrumento. Para tanto é preciso interromper o circuito e intercalar o amperímetro, observando a polaridade correta.

O amperímetro ideal é aquele que possui resistência interna nula, não influenciando no circuito a ser medido. Na prática, possui resistência interna de baixo valor, conforme características de sua estrutura.

Apresentamos na Figura 4.1 a configuração de um amperímetro padrão.

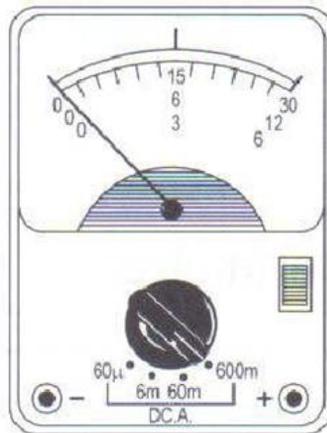


Figura 4.1 - Amperímetro padrão.

O amperímetro apresenta uma escala linear e neste modelo temos como fundo de escala os valores 30, 12 e 6, os mesmos utilizados pelo voltímetro, pois o multímetro possui escalas comuns aos dois instrumentos.

Para medir a corrente elétrica no circuito da Figura 4.2, interrompemos o circuito no ponto desejado e intercalamos o medidor.

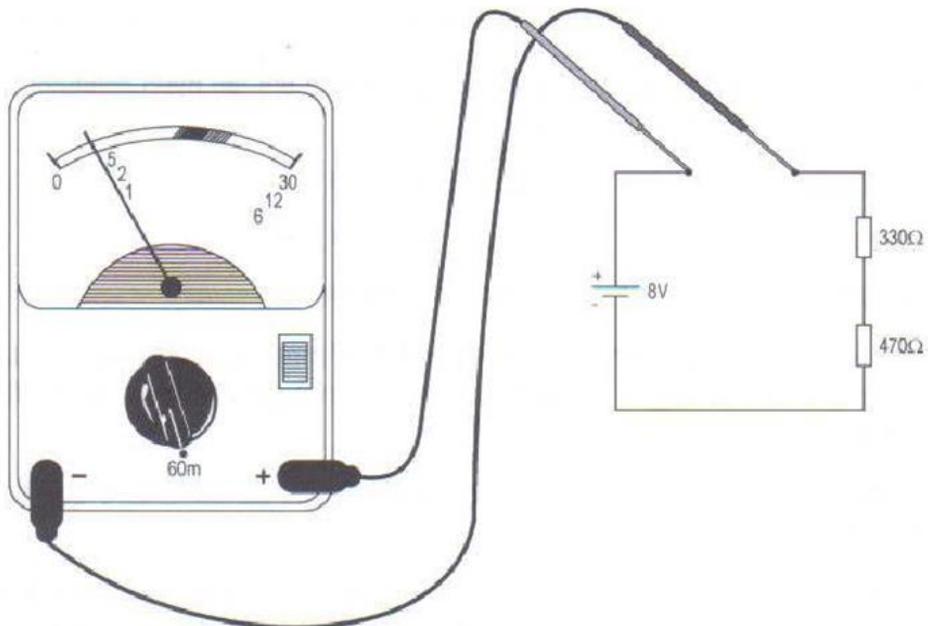


Figura 4.2 - Medida de corrente.

Conforme mostra a Figura 4.2, a corrente medida é 10 mA. Convém observar que após efetuada a medida, retiramos o instrumento e tornamos a conectar os pontos abertos no circuito.

Para efetuar uma medida cujo valor é desconhecido, devemos, por medida de precaução, colocar a chave seletora numa posição de fundo de escala de alto valor e ir diminuindo até atingir uma escala apropriada.

- Pilhas: 1,5V (duas).
- Resistores: 220Ω , 680Ω e $1K\Omega$.
- Multímetro.

Simbologia

Amperímetro	
Miliamperímetro	
Microamperímetro	

Parte Prática

- 1) Monte o circuito da Figura 4.3, meça e anote as correntes nos pontos indicados, Quadro 4.1. Anote a posição da chave seletora.

Atenção: A polaridade correta da colocação do instrumento segue a das pilhas.

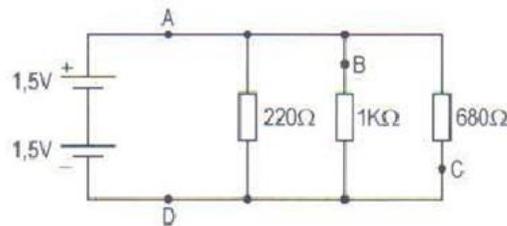


Figura 4.3

	Valor medido	Posição da chave seletora
ponto A		
ponto B		
ponto C		
ponto D		

Quadro 4.1

- 1) Indique no esquema da Figura 4.4 a polaridade correta de cada medidor.

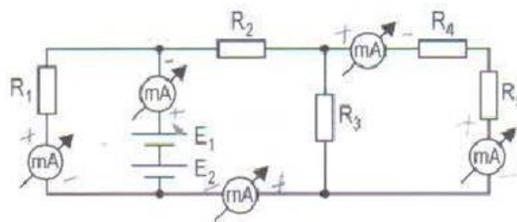


Figura 4.4

- 2) Assinale no esquema da Figura 4.5 onde devemos interromper para medir a corrente que passa pelo conjunto R_3 e R_4 .

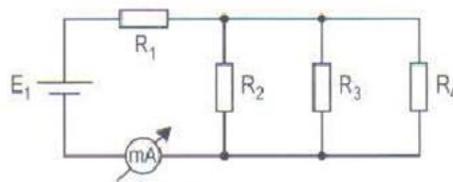


Figura 4.5

- 3) De quais resistores o miliamperímetro esquematizado no circuito da Figura 4.5 mede a corrente?

Lei de Ohm

Objetivos

- Verificar a lei de Ohm.
- Determinar a resistência elétrica através dos valores de tensão e corrente.

Teoria

No século passado, Georg Ohm enunciou: "Em um bipolo ôhmico, a tensão aplicada aos seus terminais é diretamente proporcional à intensidade de corrente que o atravessa". Assim sendo, podemos escrever:

$$V = R \cdot I \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{em que: } V - \text{tensão aplicada (V)} \\ R - \text{resistência elétrica } (\Omega) \\ I - \text{intensidade de corrente (A)} \end{array} \right.$$

Levantando, experimentalmente, a curva da tensão em função da corrente para um bipolo ôhmico, teremos uma característica linear, conforme mostra a Figura 5.1.

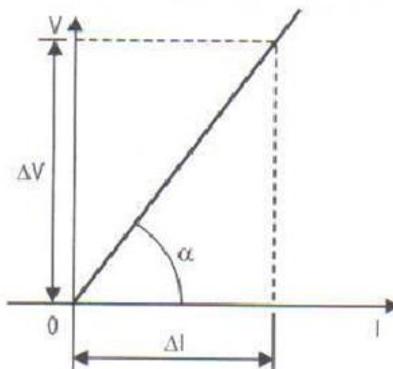


Figura 5.1 - Curva característica de um bipolo ôhmico.

Da característica temos $\operatorname{tg}\alpha = \frac{\Delta V}{\Delta I}$, de que concluímos que a tangente do ângulo α representa a resistência elétrica do bipolo, portanto podemos escrever que $\operatorname{tg}\alpha = R$.

Notamos que o bipolo ôhmico é aquele que segue essa característica linear, e qualquer outra não linear corresponde a um bipolo não ôhmico.

Para levantar a curva característica de um bipolo, precisamos medir a intensidade de corrente que o percorre e a tensão aplicada aos seus terminais. Para isso montamos o circuito da Figura 5.2, em que utilizamos como bipolo o resistor de 100Ω .

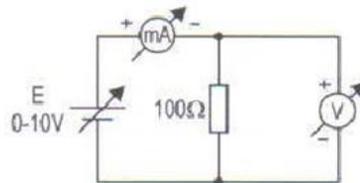


Figura 5.2 - Circuito para levantamento da curva de um bipolo.

O circuito consiste em uma fonte variável, alimentando o resistor. Para cada valor de tensão ajustado temos um respectivo valor de corrente, e colocados numa tabela, possibilitam o levantamento da curva, conforme mostra a Figura 5.3.

V(V)	I(mA)
0	0
2	20
4	40
6	60
8	80
10	100

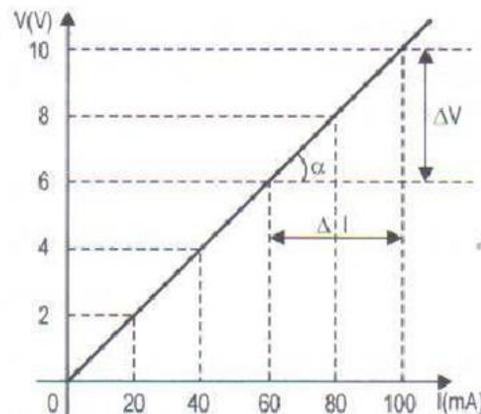


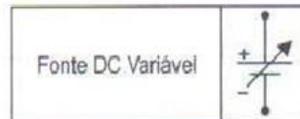
Figura 5.3 - Tabela e curva característica do bipolo ôhmico.

Da curva temos:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{10 - 6}{(100 - 60) \cdot 10^{-3}} = 100\Omega$$

- ⇒ Fonte variável (faixa utilizada: 0 - 12V).
- ⇒ Resistores: 470Ω , $1K\Omega$, $2,2K\Omega$ e $3,9K\Omega$.
- ⇒ Multímetro.

Simbologia



Parte Prática

- 1) Monte o circuito da Figura 5.4.

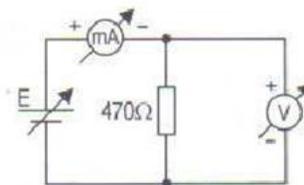


Figura 5.4

- 2) Varie a tensão da fonte conforme o Quadro 5.1. Para cada valor de tensão ajustada, meça e anote o valor da corrente.

	$R = 470\Omega$	$R = 1K\Omega$	$R = 2,2K\Omega$	$R = 3,9K\Omega$
E (V)	I (mA)	I (mA)	I (mA)	I (mA)
0				
2				
4				
6				
8				
10				
12				

Quadro 5.1

- 3) Repita os itens 1 e 2 para os outros valores de resistência, anotados no Quadro 5.1.

- 1) Com os valores obtidos, levante o gráfico $V = f(I)$ para cada resistor.
- 2) Determine, por meio do gráfico, o valor de cada resistência, preenchendo o Quadro 5.2.

Valor nominal	Valor determinado
470Ω	
$1K\Omega$	
$2,2K\Omega$	
$3,9K\Omega$	

Quadro 5.2

- 3) Explique as discrepâncias dos valores nominais.
- 4) Nos circuitos da Figura 5.5, calcule o valor lido pelos instrumentos.

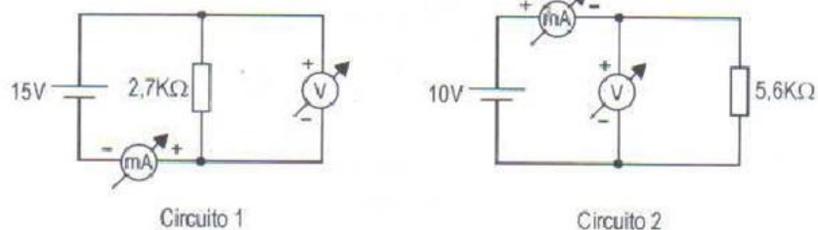


Figura 5.5

- 5) Determine o valor de resistência elétrica que, quando submetida a uma tensão de 5V, é percorrida por uma corrente de 200mA.