

# ROTEIRO p SIMULAÇÃO: RESISTORES NÃO-ÔHMICOS

Prof. Nildo Loiola Dias

## 1 OBJETIVOS

- Verificar experimentalmente o comportamento de componentes não ôhmicos;
- Levantar e utilizar *curvas características*, para obter dados de elementos de um circuito.
- Determinar o ponto de trabalho de um circuito através da reta de carga.

## 2 MATERIAL

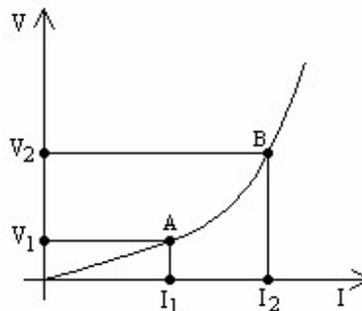
Link para a simulação Resistores Não-Ôhmicos:

<https://labfisica-ufc.wixsite.com/labfisica/resistores-nao-ohmicos>

## 3 FUNDAMENTOS

Quando a corrente elétrica em uma resistência é diretamente proporcional a diferença de potencial aplicada em seus terminais, dizemos que este componente é ôhmico, pois sua resistência obedece à lei de Ohm. A representação gráfica da diferença de potencial em função da corrente é um segmento de reta no plano  $V$  contra  $I$ . Se, por outro lado, sua característica é não linear, ou seja, a resistência varia de acordo com o ponto de trabalho, o componente é dito não ôhmico. A Figura 1 apresenta a característica de um componente, ou dispositivo, não ôhmico. Observe que ocorre uma atenuação da corrente com o aumento da tensão, o que caracteriza a não linearidade. No entanto, ainda podemos escrever a expressão  $V = R \times I$  para qualquer ponto da curva, obtendo assim valores de  $R$  diferentes para diferentes pontos da curva. Para estes tipos de resistências é conveniente levantar graficamente sua característica, para facilitar o cálculo de circuitos nos quais estes componentes apareçam em montagens em série ou em paralelo.

Figura 1 - Característica de um componente não ôhmico.



Fonte: elaborada pelo autor.

Calculando-se respectivamente as resistências nos pontos A e B da Figura 1, obtém-se:

$$R_A = \frac{V_1}{I_1} \quad (1) \quad \text{e} \quad R_B = \frac{V_2}{I_2} \quad (2)$$

Note que  $R_A$  é claramente diferente de  $R_B$ .

Em geral, componentes eletroeletrônicos, tais como: lâmpadas, diodos, transistores, etc, variam suas resistências com a temperatura ou com a tensão aplicada, sendo de fundamental importância o conhecimento de suas características  $V \times I$ , fornecidas em alguns casos pelo fabricante.

Em um circuito elétrico, é comum haver dispositivos ôhmicos associados a dispositivos não ôhmicos. Para se determinar as correntes e tensões nestes circuitos, muitas vezes é necessário se recorrer ao método gráfico quando o método analítico se torna muito complexo devido aos dispositivos não-lineares.

O método gráfico consiste em se traçar a reta de carga de um circuito juntamente com a característica de transferência do dispositivo não ôhmico. O ponto de trabalho do dispositivo não ôhmico se encontra na interseção das curvas.

Veja o exemplo apresentado na Figura 2(a). Neste exemplo, uma resistência ôhmica  $R$  é colocada em série com uma resistência não ôhmica  $R_N$ . Para determinar a reta de carga deste circuito, podemos escrever:

$$E = V_R + V_{R_N} \quad (3)$$

em que

$$V_R = R \times I \quad (4) \quad \text{e} \quad V_{R_N} = E - (R \times I) \quad (5)$$

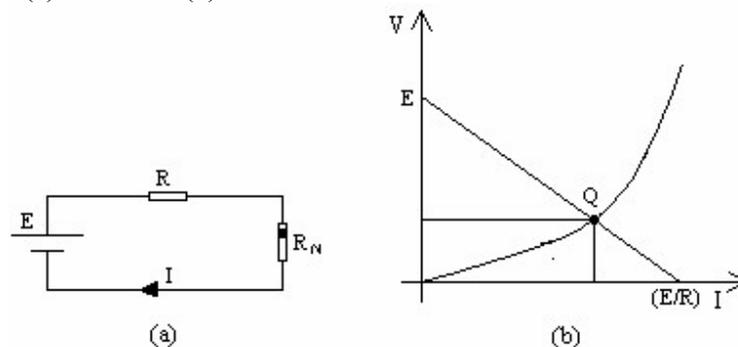
A equação 5  $V_{R_N} = E - (R \times I)$  é linear, isto é, podemos representá-la graficamente por uma reta, denominada *reta de carga*. Determinando dois pontos quaisquer da reta, podemos desenhá-la. Por exemplo, fazendo:

$$V_{R_N} = 0 \Rightarrow I = \frac{E}{R} \quad (\text{primeiro ponto da reta});$$

$$\text{e fazendo } I = 0 \Rightarrow V_{R_N} = E \quad (\text{segundo ponto da reta})$$

podemos desenhar a reta de carga e, no mesmo gráfico, sobrepôr a característica de transferência do dispositivo não ôhmico. Veja Figura 2(b).

Figura 2. (a) Circuito e (b) Característica do elemento não-ôhmico e reta de carga.



Fonte: elaborada pelo autor.

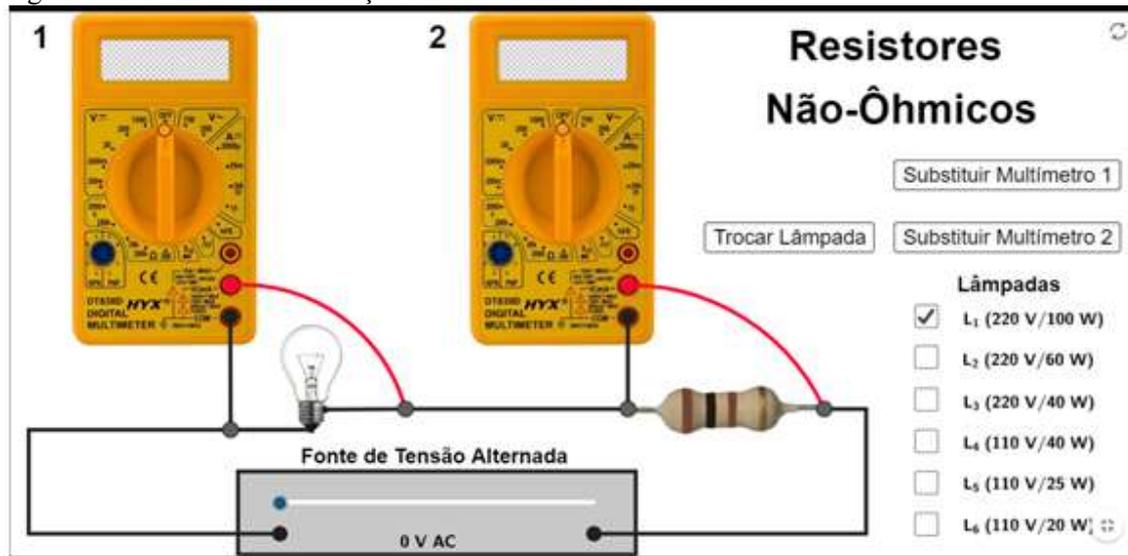
Nesse caso, o ponto em que a reta de carga intercepta a característica de transferência do dispositivo não ôhmico determina o ponto de trabalho desse dispositivo (denominado ponto quiescente ou ponto Q).

## 4 PROCEDIMENTOS

Para a realização dos procedimentos dessa prática virtual acesse a simulação RESISTORES NÃO-ÔHMICOS: <https://labfisica-ufc.wixsite.com/labfisica/resistores-nao-ohmicos>

Na Figura 3 podemos ver a tela inicial da simulação RESISTORES NÃO-ÔHMICOS. Nesta simulação uma **fonte de tensão alternada** alimenta um circuito formado por um resistor e uma lâmpada. Dois multímetros permitem a medida das tensões sobre a lâmpada e sobre o resistor.

Figura 3. Tela inicial da simulação RESISTORES NÃO-ÔHMICOS.



Fonte: elaborada pelo autor.

Observe que na simulação a Fonte de Tensão fornece tensão alternada e, portanto, os dois MULTÍMETROS devem ser usados como VOLTÍMETROS para medidas de tensão alternada.

PROCEDIMENTO 1. Determinação do valor da resistência.

- 1- Determine, pelo código de cores, o valor nominal do resistor mostrado na simulação:  
 $R = \underline{\hspace{2cm}}$

PROCEDIMENTO 2: Medidas de tensão e corrente para a lâmpada  $L_1$  (220 V/100 W).

- 1- Escolha na simulação a lâmpada  $L_1$ .
- 2- Escolha nos multímetros escalas apropriadas para medir tensões alternadas.
- 3- Regule a fonte de tensão de modo que a tensão sobre a lâmpada seja igual ao valor sugerido na Tabela 1. Caso tenha dificuldade de conseguir regular a fonte de tensão de modo a obter o valor exato sugerido, anote na terceira coluna o valor efetivamente aplicado sobre a lâmpada (leitura do multímetro 1). Anote na coluna 1 a tensão da fonte.
- 4- Anote a tensão no resistor (leitura do multímetro 2).
- 5- Calcule a corrente elétrica no circuito considerando a tensão no resistor e o valor da resistência nominal do mesmo.

OBS: como o resistor tem uma tolerância de 5 %, não saberemos o valor correto da resistência do mesmo, mas o valor calculado da corrente terá um erro pequeno que podemos desconsiderar.

- 6- Calcule a resistência da lâmpada considerando a tensão medida sobre a mesma e a corrente elétrica no circuito. Anote.

Tabela 1 - Resultados ‘experimentais’ para a lâmpada L<sub>1</sub>.

Tensão da fonte (V)	Tensão sugerida (V)	Tensão sobre a Lâmpada (V)	Tensão no resistor (V)	Corrente elétrica (mA)	Resistência da Lâmpada ( $\Omega$ )
	10				
	20				
	40				
	60				
	80				
	100				
	140				
	180				
	220				

PROCEDIMENTO 3: Medidas de tensão e corrente para a lâmpada L<sub>2</sub> (220 V/60 W).

- 1- Escolha na simulação a lâmpada L<sub>2</sub>.
- 2- Escolha nos multímetros escalas apropriadas para medir tensões alternadas.
- 3- Regule a fonte de tensão de modo que a tensão sobre a lâmpada seja igual ao valor sugerido na Tabela 2. Caso tenha dificuldade de conseguir regular a fonte de tensão de modo a obter o valor exato sugerido, anote na terceira coluna o valor efetivamente aplicado sobre a lâmpada (leitura do multímetro 1). Anote na coluna 1 a tensão da fonte.
- 4- Anote a tensão no resistor (leitura do multímetro 2).
- 5- Calcule a corrente elétrica no circuito considerando a tensão no resistor e o valor da resistência nominal do mesmo.

OBS: como o resistor tem uma tolerância de 5 %, não saberemos o valor correto da resistência do mesmo, mas o valor calculado da corrente terá um erro pequeno que podemos desconsiderar.

- 6- Calcule a resistência da lâmpada considerando a tensão medida sobre a mesma e a corrente elétrica no circuito. Anote.

Tabela 2 - Resultados ‘experimentais’ para a lâmpada L<sub>2</sub>.

Tensão da fonte (V)	Tensão sugerida (V)	Tensão sobre a Lâmpada (V)	Tensão no resistor (V)	Corrente elétrica (mA)	Resistência da Lâmpada ( $\Omega$ )
	10				
	20				
	40				
	60				
	80				
	100				
	140				
	180				
	220				

## 5 QUESTIONÁRIO

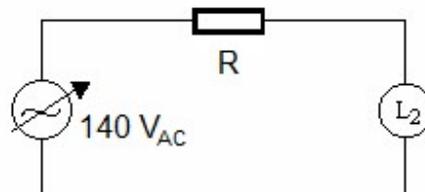
1. Levante as curvas características de cada lâmpada ( $L_1$  e  $L_2$ ). Construa as duas curvas no mesmo gráfico.
2. Calcule, pelos gráficos obtidos, as resistências de  $L_1$  e  $L_2$  quando cada uma está submetida a uma tensão de 100 V. Calcule também as resistências para uma tensão de 200 V.
3. As resistências seguem a lei de Ohm? Justifique.
4. Calcule a potência dissipada em cada uma das lâmpadas em função da tensão aplicada de acordo com a Tabela 3 abaixo. Use os dados experimentais das Tabelas 1 e 2.

Tabela 3 – Potência dissipada por cada lâmpada em função da tensão a que está submetida.

V (V)	40	60	100	180	220
$L_1$ P (W)					
$L_2$ P (W)					

5. Considere o circuito da Figura 4 formado por uma fonte de tensão alternada regulada para 140 V ligado em série com uma resistência ôhmica, R, de  $430 \Omega$  que também está em série com a lâmpada  $L_2$  (220 V/60 W) estudada nesta prática. Determine o ponto de trabalho da lâmpada  $L_2$  neste circuito, isto é, a tensão sobre a lâmpada  $L_2$  e a corrente no circuito. Para isso, faça novamente o gráfico da tensão em função da corrente elétrica para a lâmpada  $L_2$  e trace no gráfico a reta de carga como indicado na Figura 6.2.

Figura 4 – Circuito para a questão 5.



Fonte: elaborada pelo autor.

6. Usando os gráficos da questão 1, determine as correntes em cada uma das lâmpadas, caso as mesmas sejam associadas em paralelo, estando essa associação ligada a uma fonte de tensão de 120V.
7. Como você explica o fato de I depender de V não-linearmente nas duas lâmpadas?