

BIPOLos NÃO ÔHMICOS

OBJETIVOS:

- verificar o comportamento de bipolos que não obedecem a lei de ohm;
- construir experimentalmente as características de bipolos não ôhmicos;
- distinguir a diferença entre bipolos ôhmicos e não ôhmicos;
- associar elementos não ôhmicos e prever resultados.

INTRODUÇÃO TEÓRICA

Os bipolos ôhmicos, também denominados bipolos lineares, são aqueles que obedecem a lei de Ohm, isto é, para esses elementos é possível calcular a corrente que por eles circula, ou mesmo a resistência total ou equivalente de uma associação, através dos valores individuais e com as relações $1/R_t = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots 1/R_n$ quando se tratar de uma associação em paralelo ou, $R_t = R_1 + R_2 + \dots R_n$ quando se tratar de uma associação em série.

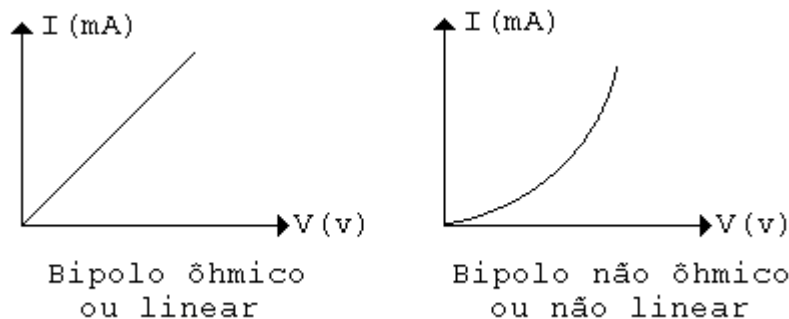
Esse cálculo é possível uma vez que, a resistência dos condutores ôhmicos é sempre constante, qualquer que seja a tensão aplicada.

Na associação de bipolos não ôhmicos ou não lineares, não existe uma relação matemática simples; essas relações são mais complexas.

Ao associarmos bipolos não ôhmicos, o cálculo da resistência total ou equivalente, ou mesmo da corrente que circula pelo circuito bem como da distribuição das tensões pelo circuito.

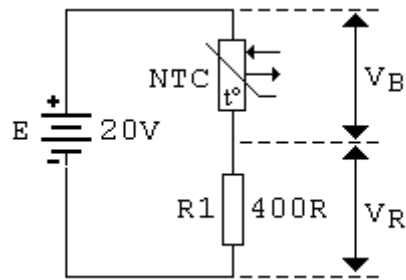
Geralmente é feito com o auxílio de gráficos, com a utilização de curvas características I x E.

As figuras abaixo ilustram as curvas características de um bipolo ôhmico e de um bipolo não ôhmico:



Tomemos como exemplo o circuito abaixo, composto de um bipolo ôhmico (resistor de 400Ω) e de um bipolo não ôhmico (NTC).

O NTC é um resistor não linear, de coeficiente negativo, cuja resistência varia sob a ação da temperatura.



Como se trata de um circuito em série, sabemos que a corrente é igual nos dois bipolos, mas não podemos aplicar a fórmula do circuito série (no caso para cálculo do divisor de tensão), pois não sabemos qual é a resistência do elemento não linear.

Devemos então, traçar a reta de carga do sistema e localizar o ponto quiescente (Q), para obtermos a corrente e as tensões nos componentes.

Como a corrente é a mesma em um circuito série, a soma das tensões nos bipolos é igual a tensão da bateria, assim:

$$E = V_R + V_B (I)$$

ou:

$$E = RI + V (II)$$

A fórmula (II) representa a equação de uma reta num sistema I x V, com inclinação $-1/R$, como segue:

$$I = -1/R \cdot V + E/R (III)$$

Como já conhecemos a característica I x V do bipolo e para traçarmos a reta (equação III), necessitamos de dois pontos, que são:

CONDIÇÃO I:

Quando a corrente for nula, da fórmula (II) temos:

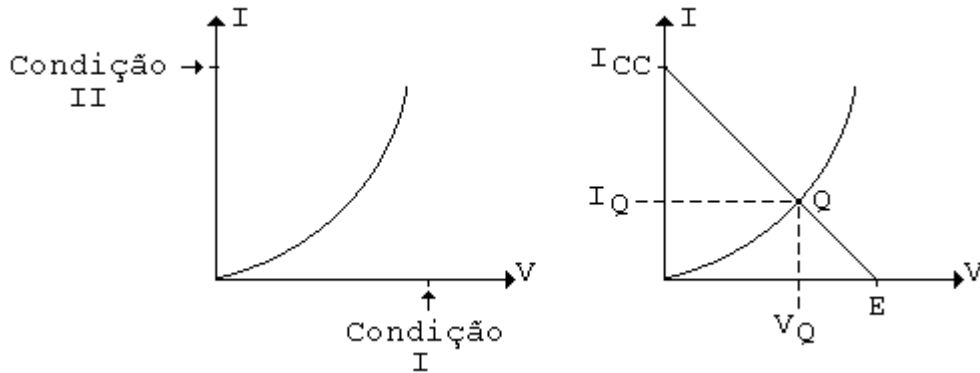
$$V = E (\text{para } I = 0)$$

CONDIÇÃO II:

Quando a tensão V for nula, da fórmula (III) temos:

$$I_{CC} = E/R (\text{para } V = 0)$$

Dessa forma, marcando os dois pontos dados pelas condições I e II, obtemos a reta de carga. A intersecção de reta de carga com a curva característica do bipolo nos fornece o ponto quiescente (Q), conforme ilustram as figuras abaixo:

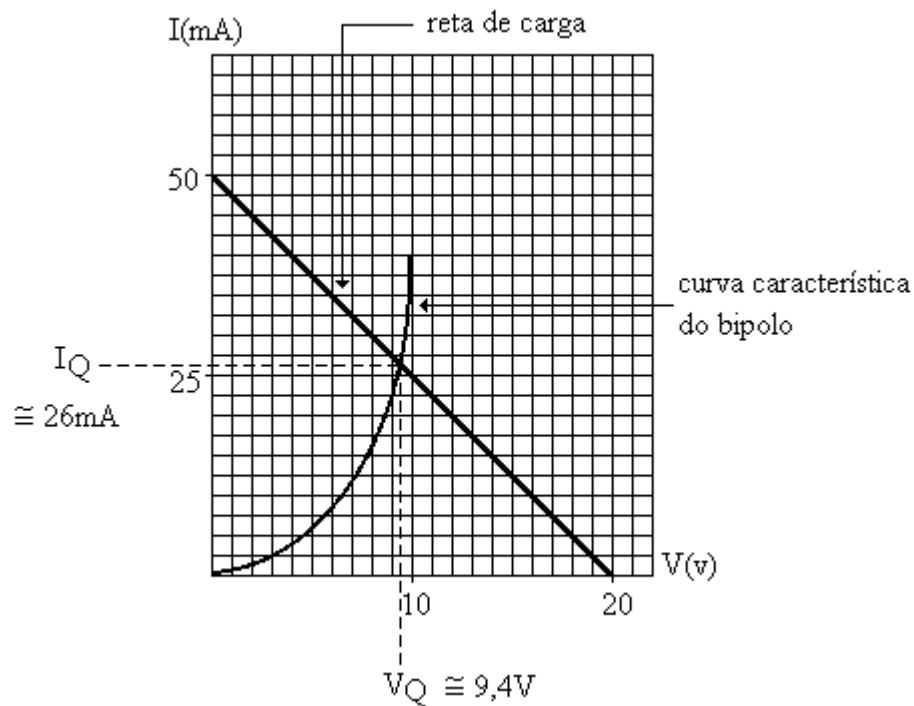


Dando prosseguimento ao nosso exemplo, podemos definir a reta de carga a partir das duas condições:

Para $I = 0$, teremos: $V = 20V$

Para $V = 0$, teremos: $I_{CC} = E/R \implies I_{CC} = 20/400 = 50mA$

Pressupondo que a curva característica do bipolo seja a mostrada a seguir, poderemos então, definir através da reta de carga a corrente no circuito e as tensões nos bipolos:



Do gráfico acima, podemos concluir para o nosso exemplo:

$$\begin{aligned}
 I_Q &\cong 26mA \\
 V_Q &\cong 9,4V \\
 V_{R1} &\cong 10,6V
 \end{aligned}$$

onde:

V_Q é a tensão no bipolo não ôhmico

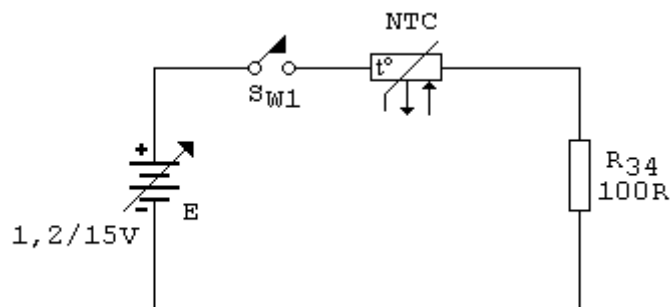
I_Q é a corrente no circuito
 V_{R1} é a tensão no resistor ($V_{R1} = E - V_Q$)

PARTE PRÁTICA

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- 1 - Multímetro analógico ou digital
- 1 - Módulo de ensaios ETT-1

1 - Monte o circuito a seguir (circuito 1).



Circuito 1

2 - Com S_{W1} aberta, meça a resistência no NTC e no resistor.

$$R_{NTC} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$R_{34} = \underline{\hspace{2cm}}$$

3 - Tomando como base os valores medidos, calcule as tensões no NTC e no resistor e a corrente total no circuito, para cada valor de tensão listado na tabela 1 abaixo, procedendo as devidas anotações.

Tabela 1: valores calculados

Tensão E	V_{NTC}	V_{R34}	I_T
2V			
4V			
6V			
8V			
10V			
12V			
14V			

4 - Utilize o quadro 1 e construa a característica $I \times E$ para os valores calculados na tabela 1.

5 - Ligue o módulo à rede e ligue S_{W1} .

Meça as tensões nos extremos do NTC e do resistor, para cada valor de tensão de entrada listada na tabela 2 a seguir e meça também a corrente total no circuito.

Anote esses valores na referida tabela.

Tabela 2: valores medidos

Tensão E	V_{NTC}	V_{R34}	I_T
2V			
4V			
6V			
8V			
10V			
12V			
14V			

OBS: Para medir a corrente total, abra S_{W1} e conecte o multímetro selecionado para medir corrente nos terminais ao lado da chave.

Espera pelo menos 60 segundos para anotar os valores medidos. Este tempo será suficiente para que a corrente se estabilize no circuito, em virtude das características no NTC.

6 - Utilize o quadro 2 e construa as características I x E, para os valores medidos na tabela 2.

Quadro 1: característica I x E (valores calculados - tabela 1)

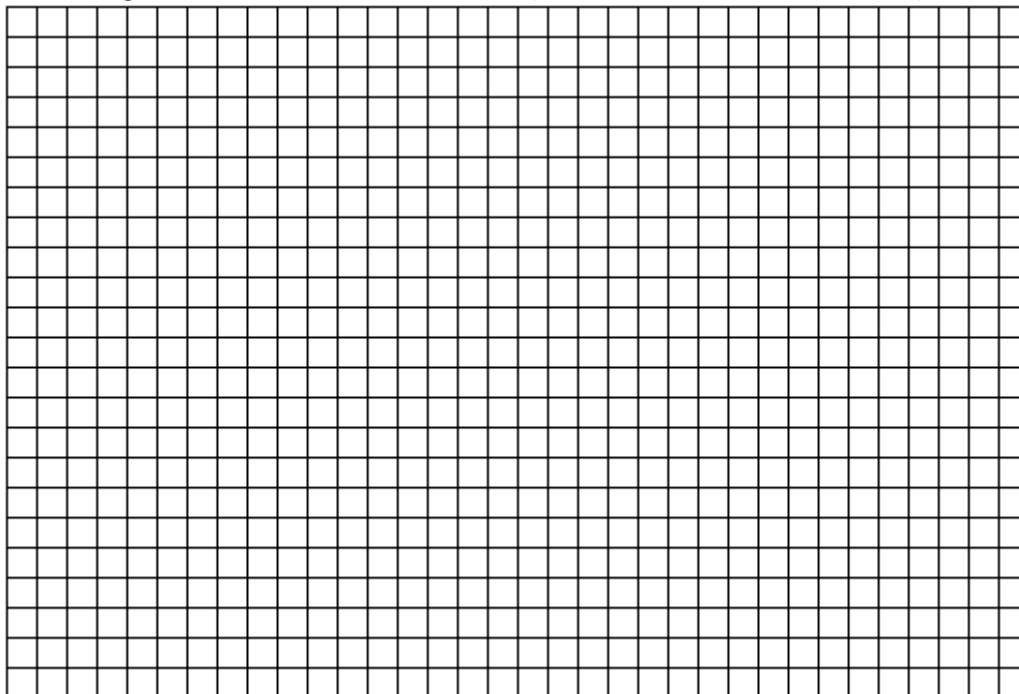


Tabela 3: correntes calculadas no circuito

Tensão (V)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Corrente (A)											

11 - Ligue o módulo de ensaios à rede, feche S_{W1} e meça a corrente que circula pelo circuito, para cada valor de tensão listado na tabela 4.

OBS: Para medir a corrente que circula pelo circuito, abra S_{W1} e conecte o multímetro selecionado para medir corrente nos terminais ao lado da chave. Espere pelo menos 20 segundos para anotar os valores medidos.

Este tempo será suficiente para que a corrente se estabilize no circuito.

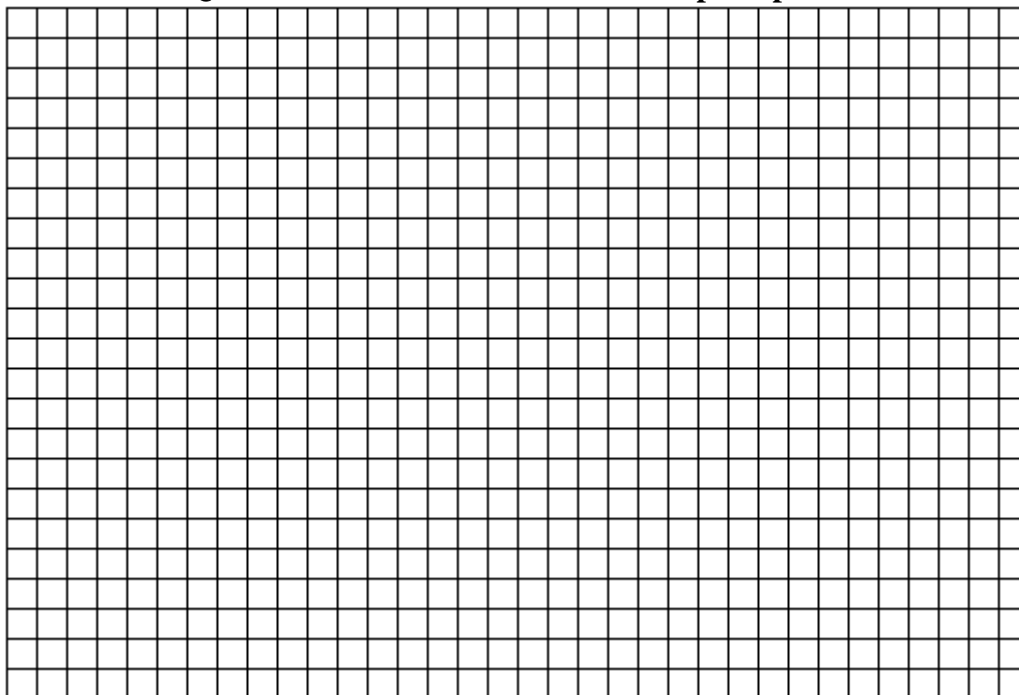
Tabela 4: correntes medidas no circuito

Tensão (V)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Corrente (A)											

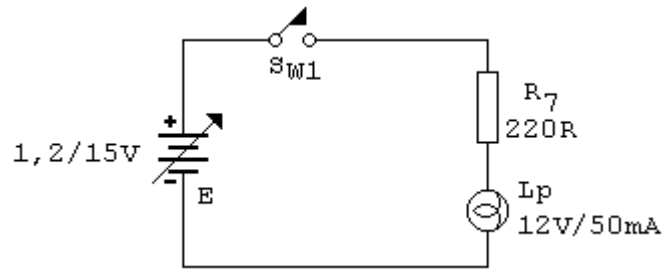
12 - Compare as tabelas 3 e 4 e apresente suas conclusões.

13 - Utilize o quadro 3 e construa a característica I x E da lâmpada piloto (bipolo não ôhmico), utilizando os valores medidos na tabela 4

Quadro 3: característica I x E da lâmpada piloto



14 - Monte o circuito a seguir.



Circuito 3

15 - Ajuste a tensão “E” para 10V, meça as tensões e correntes em cada um dos bipolos, anotando na tabela 5.

Tabela 5: tensões nos bipolos (E = 10V)

	Resistor	L. piloto
Corrente (mA)		
Tensão (V)		

16 - Trace a reta de carga do circuito 3. Utilize para isso, a curva característica do bipolo não ôhmico (lâmpada piloto), já desenhada no quadro 3. Responda: qual foi o ponto de trabalho encontrado para o bipolo não ôhmico?

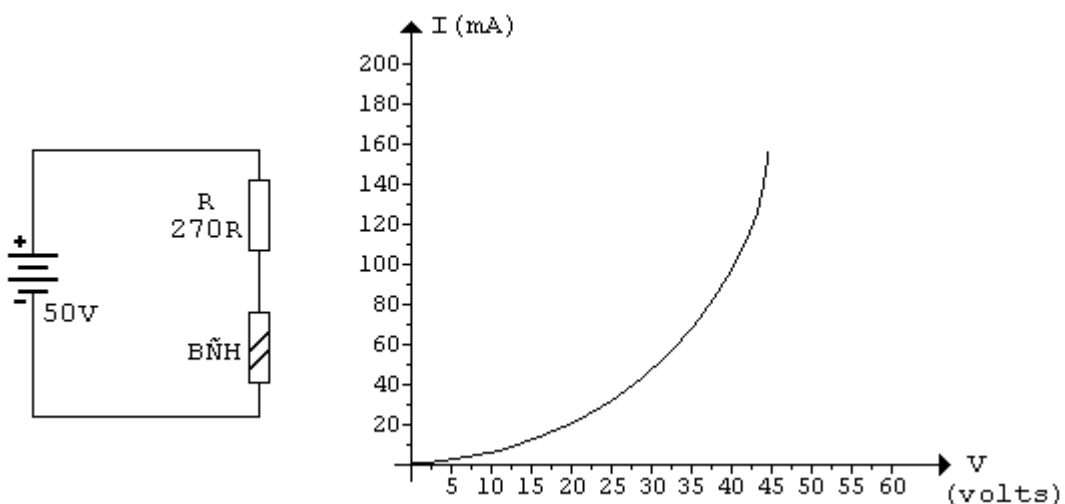
QUESTÕES:

1 - Analisando a curva característica de um bipolo não ôhmico, qual trecho pode ser considerado linear? Por quê?

2 - Como varia a resistência de um NTC com a variação da tensão nos seus terminais?

3 - O que é resistência dinâmica e resistência estática? Quais as diferenças entre esses dois conceitos?

4 - Determine para o circuito da figura a seguir, o ponto de trabalho do bipolo não ôhmico (BÑH), dada sua curva característica mostrada ao lado. Determine também, a tensão em cada um dos bipolos, a corrente no circuito e a potência dissipada em cada bipolo.



Parâmetros	Resistor	BÑH
Tensão		
Corrente		
Potência dissipada		

OBS: Para obter melhores resultados ao traçar as curvas características dos bipolos não ôhmicos e retas de carga, para obter o ponto de trabalho, substitua os quadros 1, 2 e 3 por folhas de papel milimetrado A-4.