

2 – Característica tensão-corrente de um dispositivo

Objectivo – Relação V em função de I numa resistência. Lei de Ohm. Comparação com a característica V/I extraída de um dispositivo não linear dado. Noção de resistência dinâmica.

Lei de Ohm:

$$V = RI$$

2.1 – Elemento linear. Lei de Ohm

Monte na placa branca o circuito da fig. 2.1. A fonte independente V_s é a fonte de alimentação DC da bancada. R deverá ter o valor de 470Ω .

a) Ajuste V_s para $2V$ e meça o valor de I com o multímetro tendo em atenção o procedimento que empregou no ponto 1.4 do trabalho anterior. $I = 4,2 \text{ mA}$

Em todas as medições de tensão utilize sempre o valor fornecido pelo multímetro que fornece uma leitura mais precisa do que a indicação apresentada no *display* da fonte de alimentação.

Repita depois o procedimento para outros valores de V_s : $4, 6$ e $8V$. I : $9,3 \text{ mA}$ e $17,1 \text{ mA}$

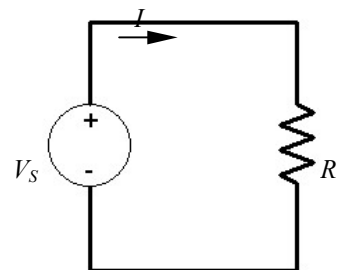
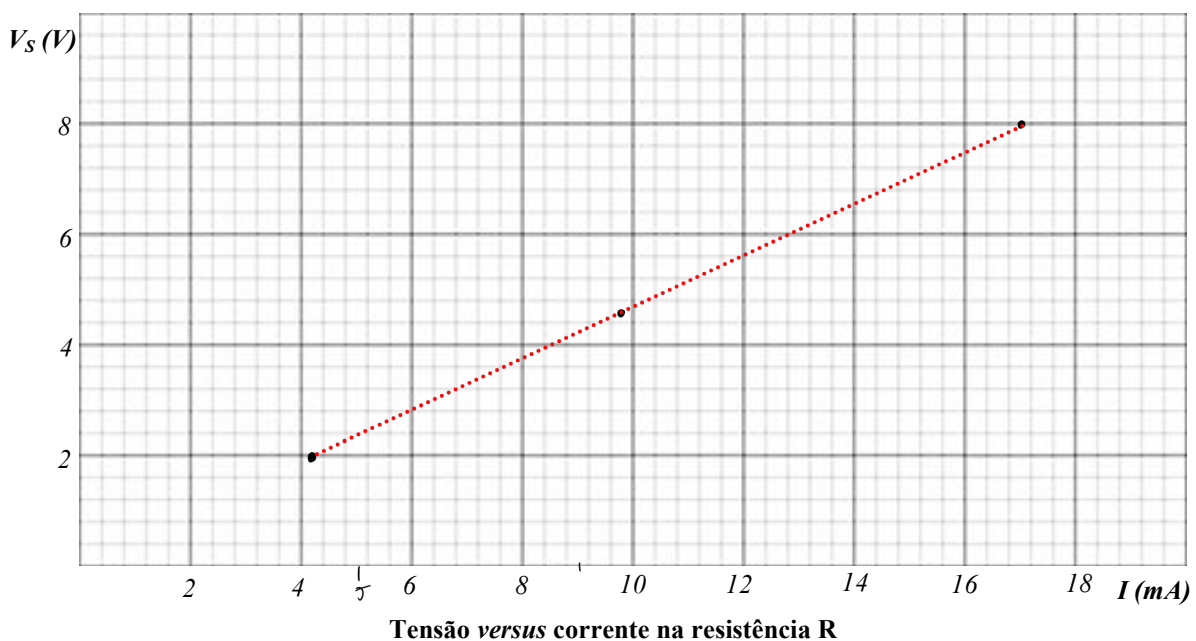


Fig. 2.1

b) Para cada par de valores (V_s , I) obtido antes, calcule a relação V_s/I e compare os valores obtidos com o valor de R medido com o multímetro configurado como Ohmímetro².

c) Com os quatro pares de valores (V_s , I) obtidos em a), construa na grelha abaixo um gráfico de V_s em função de I . O que conclui? Linear dependente e aproximadamente dinâmico



² Não se esqueça que deve desligar a resistência R do circuito antes de proceder à sua medição com o Ohmímetro.

2.2 – Dispositivo não linear. Resistência dinâmica

Como iremos ver mais à frente, nos dispositivos electrónicos a tensão não é proporcional à corrente como acontece no caso da resistência. Estes dispositivos são não lineares e, por isso, não verificam a Lei de Ohm. Mas mesmo nestes surge frequentemente o conceito de *resistência*, não tanto como a simples razão V/I que não tem aqui grande significado prático, mas antes como a importante relação $\Delta V/\Delta I$, a que se chama *resistência dinâmica*³.

Neste ponto do trabalho prático pretende-se que estude o comportamento tensão-corrente de um dispositivo não linear, para já desconhecido. A fig 2.2 mostra, do lado direito, o aspecto físico deste dispositivo que lhe será fornecido⁴. Monte o dispositivo (marcado com X) no circuito da figura, tendo o cuidado de o ligar com a polaridade correcta. Note que o terminal do lado marcado com uma lista negra deve ser ligado à resistência. Antes de ligar a fonte de alimentação ajuste-a para o valor inicial de 0V.

Resistência Dinâmica:

$$R_D = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

(tangente de curva num ponto)

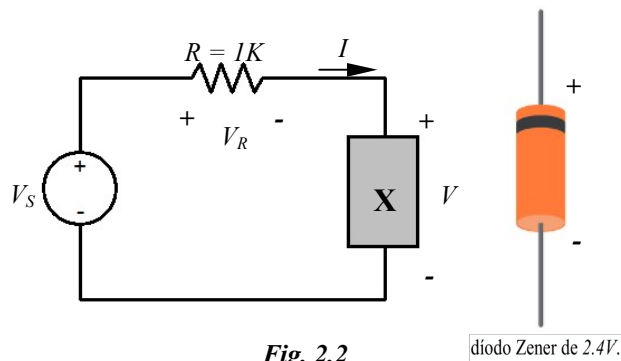


Fig. 2.2

a) Meça o valor de V para cada um dos seguintes valores de I : 0.5, 1, 2, 3, ..., 9 e 10mA. Para facilitar o processo, desta vez não meça a corrente de forma directa com o multímetro a funcionar como amperímetro. Em vez disso obtenha o valor de I indirectamente, por medição da tensão na resistência R .

Sugere-se que proceda do seguinte modo:

- 1) Coloque as pontas do multímetro em contacto com os terminais de R para ler V_R ;
- 2) Aumente a tensão V_S até ter em V_R a tensão corresponde à primeira corrente I pretendida;
- 3) Mude as pontas de prova do multímetro para ler V e registe o valor obtido;
- 4) Repita o procedimento para os restantes valores de I tendo em atenção que a potência dissipada no dispositivo desconhecido nunca pode, em momento algum, ultrapassar os 100mW.

b) Com os valores obtidos, construa na grelha da página seguinte um gráfico de V em função de I (tenha em atenção as escalas indicadas). Como compara esta característica V/I com a que observou para a resistência em 2.1?

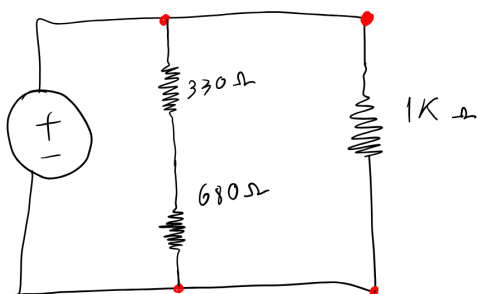
Com os valores obtidos, determine a **resistência dinâmica** do dispositivo para os valores mais baixos de corrente, $r_{d(max)}$, e para os mais elevados, $r_{d(min)}$:

$$r_{d(max)} = \frac{V(1mA) - V(0.5mA)}{1mA - 0.5mA}, \quad r_{d(min)} = \frac{V(10mA) - V(9mA)}{10mA - 9mA}$$

³ Também chamada de *resistência incremental*, *diferencial* ou *de pequeno sinal*.

⁴ Trata-se de um diodo Zener de 2.4V.

U: limite 1



$$R = \rho \frac{L}{A}$$

ρ - Resistividade do material, em Ωm ;

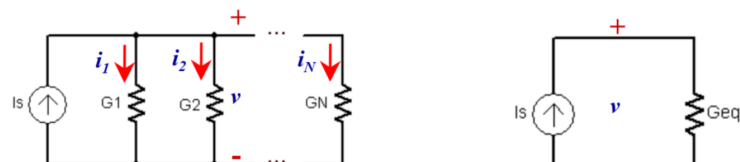
L - comprimento, em m ;

A - Área da secção, em m^2 .

• “A soma algébrica das tensões ao longo de um caminho fechado (loop) é zero”

$$v_1 + v_2 + v_3 + v_4 = 0$$

Combinação de resistências – em paralelo



$$i_s = i_1 + i_2 + \dots + i_N = G_1 \cdot v + G_2 \cdot v + \dots + G_N \cdot v$$

$$i_s = (G_1 + G_2 + \dots + G_N) \cdot v$$

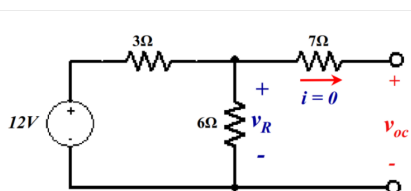
$$i_s = G_{eq} \cdot v$$

$$G_{eq} = G_1 + G_2 + \dots + G_N$$

Nota: Para $N=2$ a resistência equivalente é dada por:

$$R_{eq2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

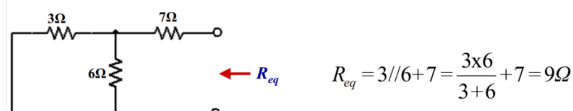
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}$$



$$v_{oc} = v_R = \frac{6}{6+3} 12 = 8V$$



Desactivação das fontes...



$$R_{eq} = 3 // 6 + 7 = \frac{3 \times 6}{3 + 6} + 7 = 9\Omega$$