

Aula#2: Técnicas de análise de circuitos eléctricos resistivos

Prof. Dr. Rogério José Uthui

Assistentes: Bartolomeu J. Ubisse & Helder Marenjo

Universidade Eduardo Mondlane
Faculdade de Ciências - Departamento de Física

31 de Maio de 2022

- 1 Associação de resístores
- 2 Técnicas de análise de circuitos de corrente contínua
 - Leis de Kirchhoff
 - Divisor de tensão e de corrente
 - Teorema de Thévenin e de Norton
 - Teorema de superposição
 - Transformação de fontes
- 3 Exercícios

Associação de resistores

✓ Resistência eléctrica é a oposição que um material oferece quanto à passagem de corrente eléctrica.

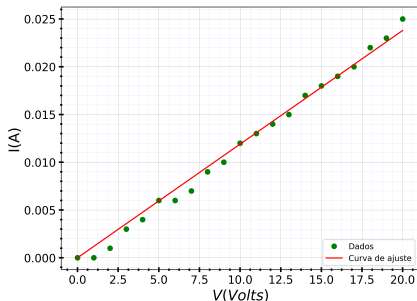


Figura 1: Resistência ôhmica

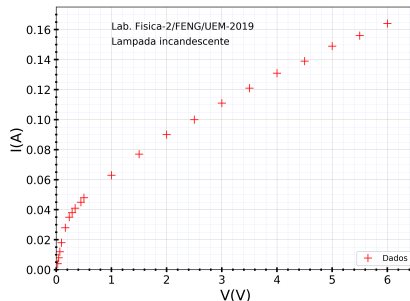


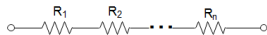
Figura 2: Resistência não ôhmica

Resistores ôhmicos obedecem a lei de Ohm: $V = Ri$

Resistência eléctrica

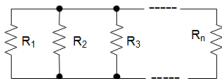
Associação de resistores

Série



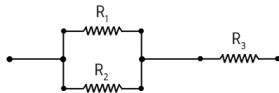
$$R_{eq} = \sum_{i=1}^n R_i$$

Paralelo

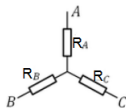
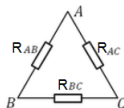


$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

Mista



$$R_{eq} = R1 // R2 + R3$$



$$\Delta \rightarrow Y : R_A = \frac{R_{AB}R_{AC}}{R_{AB} + R_{AC} + R_{BC}}$$

$$Y \rightarrow \Delta : R_{AB} = \frac{R_A R_B + R_B R_C + R_A R_C}{R_C}$$

$\Delta \rightarrow Y$: altera só no numerador \rightsquigarrow produto de resistências adjacentes;

$Y \rightarrow \Delta$: altera só no denominador \rightsquigarrow fica a resistência oposta

Resistência eléctrica

Associação de resistores

Exemplo 1

Demonstrar que a resistência equivalente da rede infinita da fig.3 é igual a $(1 + \sqrt{3}) R$.

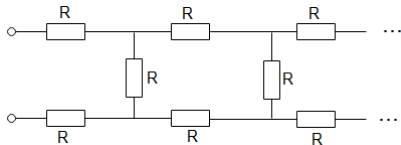


Figura 3:

Exemplo 2

Determine a resistência equivalente do circuito da Fig.4, sabendo que $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 24\Omega$, $R_4 = 12\Omega$, $R_5 = 10\Omega$ e $R_L = 9\Omega$.

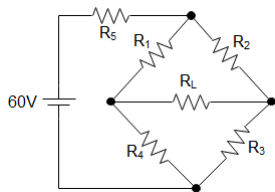


Figura 4:

Técnicas de análise de circuitos de corrente contínua

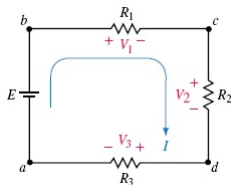
Leis de Kirchhoff¹

Lei de conservação de energia (mais conhecida por lei das malhas -KVL)

O somatório de todas as elevações e quedas de tensão numa malha fechada é igual a zero.

$$\sum_{i=1}^n V_i = 0 \quad (1)$$

Ex:



$$E - V_1 - V_2 - V_3 = 0 \quad (2)$$

¹Gustav Robert Kirchhoff - Físico alemão (1824 - 1887)

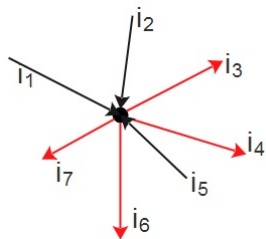
Leis de Kirchhoff

Lei de conservação de carga (mais conhecida por lei dos nós -KCL ou lei dos nós)

O somatório de todas as correntes que entram num nó é igual ao somatório de todas as correntes que saem.

$$\sum_{i=1} I_i^{entra} = \sum_{j=1} I_j^{sai} \quad (3)$$

Ex:



$$i_1 + i_2 + i_5 = i_3 + i_4 + i_6 + i_7 \quad (4)$$

Leis de Kirchhoff

Exemplo 3

Usando as leis de Kirchhoff, determine as correntes nos resistores do circuito da Fig.5, sendo as resistências iguais a: $R_1 = R_5 = 1\Omega$, $R_2 = R_4 = 2\Omega$ e $R_3 = 3\Omega$.

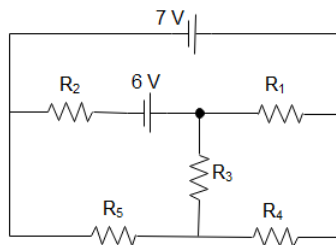


Figura 5:

Divisor de tensão e de corrente

Divisor de Tensão

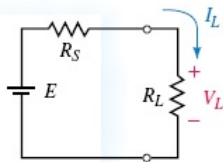


Figura 6: Divisor de tensão

$$V_L = \frac{R_L}{R_L + R_S} E \quad (5)$$

Divisor de corrente

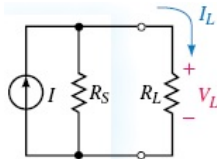


Figura 7: Divisor de corrente

$$I_L = \frac{R_S}{R_L + R_S} I \quad (6)$$

Consegue deduzir estas relações?

Teoremas de Thévenin e de Norton

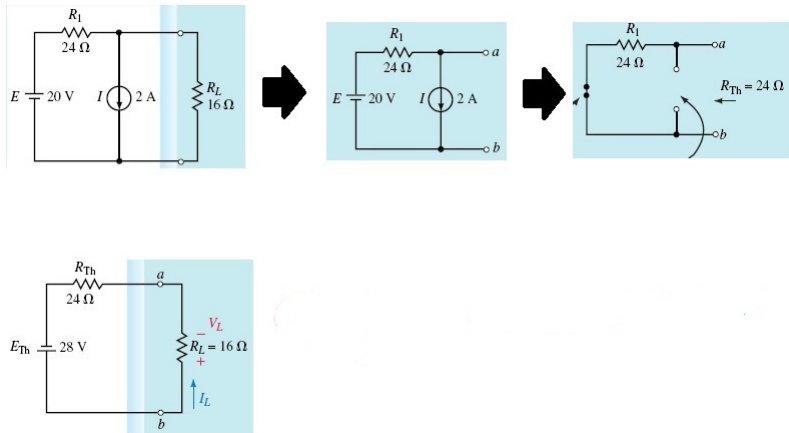
Teorema de Thévenin

Qualquer circuito linear de dois terminais pode ser reduzido a um circuito com a penas uma fonte de tensão associada em série a uma resistência.

Passos:

- 1 Remover a resistência de carga;
- 2 Identificar os dois terminais de circuito, por exemplo, "a" e "b";
- 3 Anular todas as fontes de tensão e de corrente;
- 4 Reparando do lado dos terminais, eg. "a" e "b", e determinar a resistência thévenin (R_{Th});
- 5 Recolocar as fontes a quando da determinação da resistência Thévenin e determinar a voltagem de circuito aberto, i.é, a tensão Thévenin (V_{Th}). Se as fontes forem mais que uma pode-se usar o teorema de superposição;
- 6 Esboçar o equivalente thévenin e ligar nos seus terminais a resistência de carga (R_L).

Teoremas de Thévenin e de Norton

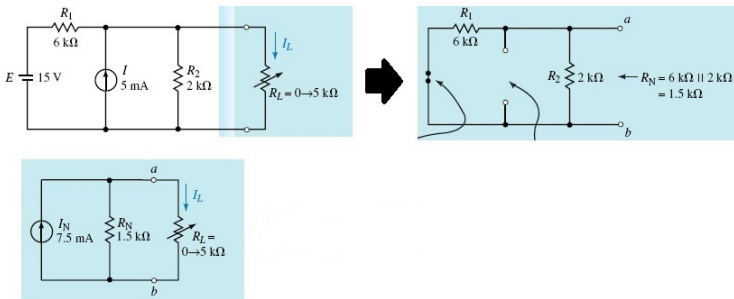


Teoremas de Thévenin e de Norton

Teorema de Norton

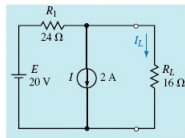
Qualquer circuito linear de dois terminais pode ser reduzido a um circuito com apenas uma fonte de corrente associada em paralelo a uma resistência.

Passos: Repetir todos os passos anteriores alterando somente a tensão Thévenin por corrente Norton (I_N) no item $n^o 5$.

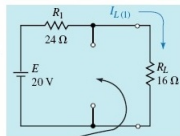


Teorema de superposição

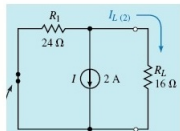
A corrente ou a queda de tensão num resistor ou ramal pode ser determinada pela soma dos efeitos individuais de cada fonte de corrente ou tensão.



1



2



Teorema de superposição

Exemplo 4

Determine a queda de tensão de 4Ω usando o teorema de superposição

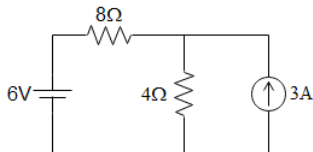
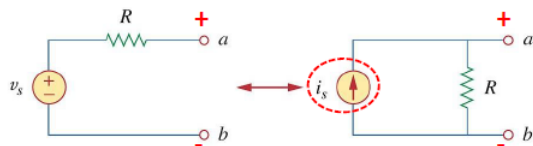


Figura 8:

Transformação de fontes



$$i_s = \frac{V_s}{R} \quad (7)$$

Figura 9:

Exemplo 5

Determine a corrente que passa pela resistência de carga (R_L)

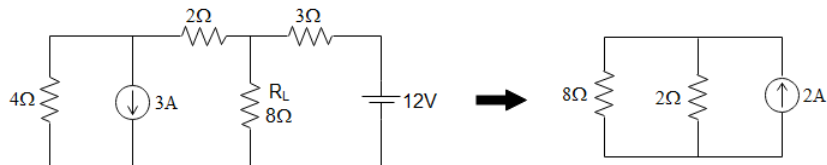


Figura 10:

Exercícios

- 1 Determine a queda de tensão no resistor $R_L = 2\Omega$ da Fig.11 usando:

- 1 O teorema de Thevenin;
- 2 O teorema de superposição
- 3 A transformação de fonte

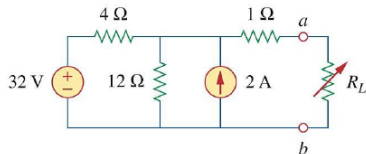


Figura 11:

- 2 Determine a corrente que passa pelo resistor $R = 7\Omega$ da Fig.12.

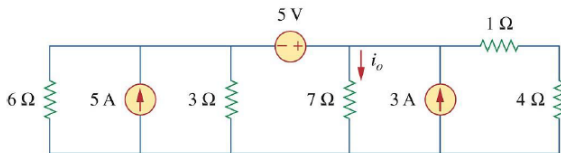


Figura 12:

Exercícios

- 3 Determine a corrente e a queda de tensão no resistor de $R = 3\Omega$ da Fig.13 usando as leis de Kirchhoff.

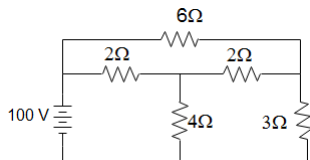


Figura 13:

- 3 Determine as correntes i_1 , i_2 e i_3 da Fig.14.

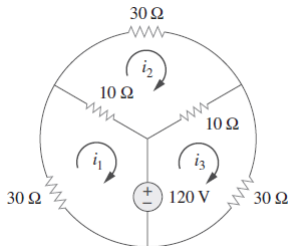


Figura 14: