

Exper.

4

Leis de Kirchhoff

CIRCUITO COM FONTES DE TENSÃO INDEPENDENTE

Objetivo

Analisar e verificar experimentalmente o método de solução de circuitos através das tensões de nó.
 Analisar e verificar experimentalmente o método de solução de circuitos através da análise das correntes de malhas.

Fundamentação Teórica

Considere o circuito da Figura 01, formado por quatro nós e duas malhas.

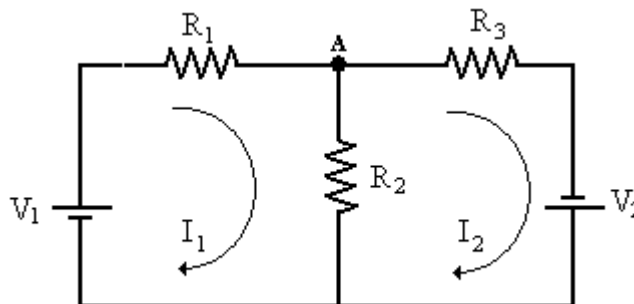


Figura 01 – Circuito com quatro nós e duas malhas.

ANÁLISE PELO MÉTODO NODAL

A análise pelo método nodal deve seguir os seguintes passos:

- 1 – Definir o nó de referência: escolher o nó de baixo do circuito;
- 2 – Definir as tensões de nó para os outros três nós ($N-1$, onde N = número de nós do circuito): V_1 , V_2 e V_A ;
- 3 – Escrever as equações nodais para os três nós onde foram definidas as tensões de nós:

$$\begin{bmatrix} \vec{G} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \vec{v} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vec{i} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Cuja solução fica:

$$\begin{bmatrix} \vec{v} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vec{G} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \vec{i} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Por inspeção tem-se que:

$$V_B = V_1 \quad (3)$$

e

$$V_C = -V_2 \quad (4)$$

Equação nodal para o nó A, aplicando Lei de Kirchhoff das Correntes (LKC):

$$\frac{-[V_B - V_A]}{R_1} + \frac{V_A}{R_2} + \frac{[V_A - (-V_C)]}{R_3} = 0 \quad (5)$$

Para obter o valor da tensão de nó V_A , basta substituir os valores das tensões de nó de V_B (equação 3) e V_C (equação 4) na equação 5.

ANÁLISE PELO MÉTODO DAS MALHAS

A análise pelo método das malhas deve seguir os seguintes passos:

1 – Definir as malhas do circuito ($b-N+1$, onde b = número de bipolos e N = número de nós): Malha 1 e Malha 2;

2 – Escrever as duas equações de malha:

$$\begin{bmatrix} \vec{R} \\ \vec{i} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vec{v} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Cuja solução fica:

$$\begin{bmatrix} \vec{i} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vec{R} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \vec{v} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Para o circuito da Figura 01, aplicando a Lei de Kirchhoff das Tensões (LKT), tem-se:

$$\text{Malha 1: } (R_1 + R_2) \cdot I_1 - R_2 \cdot I_2 = V_1 \quad (8)$$

$$\text{Malha 2: } -R_2 \cdot I_1 + (R_2 + R_3) \cdot I_2 = V_2 \quad (9)$$

O sistema de equações lineares fica:

$$\begin{bmatrix} (R_1 + R_2) & -R_2 \\ -R_2 & (R_2 + R_3) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} \quad (10)$$

A solução do sistema de equações lineares, utilizando Cramer, fica:

$$\Delta = \begin{vmatrix} (R_1 + R_2) & -R_2 \\ -R_2 & (R_2 + R_3) \end{vmatrix} = (R_1 + R_2) \times (R_2 + R_3) - (-R_2) \times (-R_2) \quad (11)$$

$$\Delta I_1 = \begin{vmatrix} V_1 & -R_2 \\ V_2 & (R_2 + R_3) \end{vmatrix} = V_1 \times (R_2 + R_3) - (-R_2) \times V_2 \quad (12)$$

$$\Delta I_2 = \begin{vmatrix} (R_1 + R_2) & V_1 \\ -R_2 & V_2 \end{vmatrix} = (R_1 + R_2) \times V_2 - (-R_2) \times (V_1) \quad (13)$$

Calculo das correntes de malhas I_1 e I_2 .

$$I_1 = \frac{\Delta I_1}{\Delta}; \quad I_2 = \frac{\Delta I_2}{\Delta} \quad (14)$$

Calculo da corrente que circula sobre o resistor R_2 .

$$I_{R2} = I_1 - I_2 \quad (15)$$

Material Utilizado (por Grupo)

01 Kit de Circuitos Elétricos I contendo:

- 01 Fonte de tensão variável: 0 a 15 V
- 01 Resistor: 470Ω e 1,0KΩ e 2,2KΩ, todos de 1W
- 01 Matriz de contato

01 Fonte variável DC

03 Multímetros digitais

Fios e cabos para conexão

Procedimento Prático

1) Montar o circuito da Figura 02.

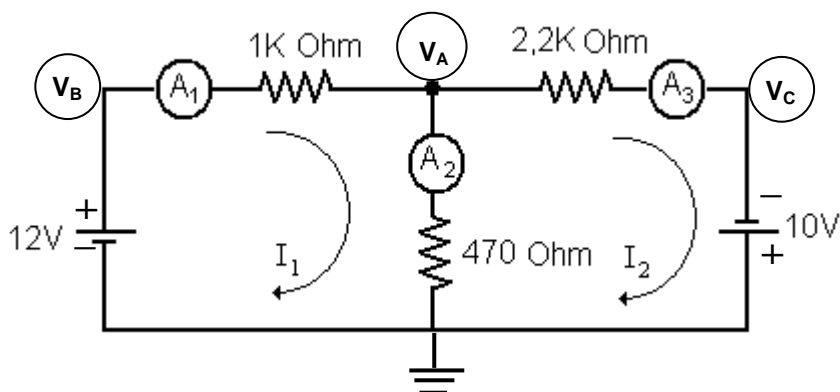


Figura 02 – Circuito para análise experimental.

2) Anotar as correntes A_1 , A_2 e A_3 na Tabela 01, observando os seus respectivos sinais.

$A_1 = I_1$ (mA)	$A_2 = I_1 - I_2$ (mA)	$A_3 = I_2$ (mA)

Tabela 01 – Medidas de Corrente de Malha para o circuito da Figura 02.

3) Utilizando o voltímetro, medir as Tensões de Nó do circuito da Figura 05 (V_A , V_1 , V_2).

V_A (V)	$V_B = V_1$ (V)	$V_C = -V_2$ (V)

Tabela 02 – Medidas de Tensão de Nó para o circuito da Figura 02.

Questões

1) Aplicando o método da análise das correntes de malhas determine o valor das correntes indicadas pelos amperímetros. Utilize para os cálculos os valores das tensões de fonte V_1 e V_2 .

2) Compare os valores calculados com os valores medidos determinando o erro relativo. Conforme a expressão.

$$R(\%) = \frac{I_{1M} - I_{1Cal}}{I_{1M}} \times 100$$

3) Utilizando o método das tensões dos nós (Análise Nodal) determine o valor da tensão no ponto (A) do circuito. Em seguida compare com o valor medido no item 3 do procedimento experimental.

Referência Bibliográfica

DORF, Svoboda. **Introdução aos Circuitos Elétricos**. 5a ed., LTC, São Paulo, 2003.
 Johnson, David E. **Fundamentos de Análise de Circuitos** - 4a ed., Ed. PHB, 1994.