

nome dos
membros e
apresentaçã
o do
trabalho?

Trab. escr.: 4,0/5,0
Matlab: 2,0/3,0
Psim: 2,0/2,0
NOTA: 8,0

RESOLUÇÃO DE CIRCUITO

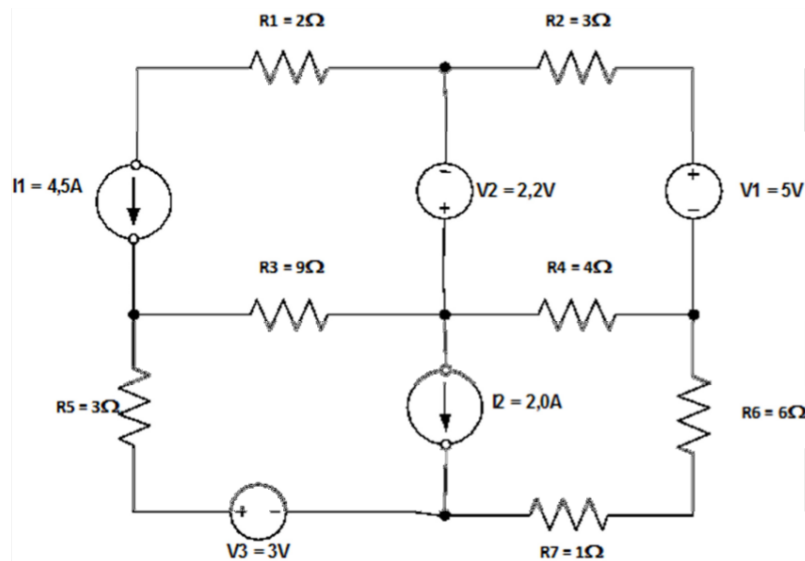


Figura 1: Circuito proposto

I) Determina-se quais são os ramos essenciais do circuito e definir suas tensões e correntes, para isso são definidos os sentidos das correntes e das quedas de tensões conforme a Figura 2.

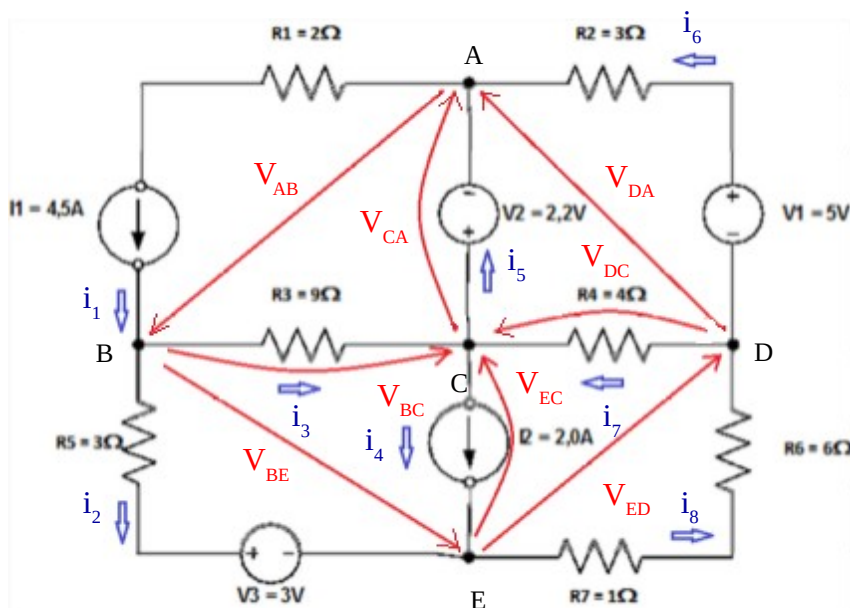


Figura 2: Ramos essenciais com suas tensões e correntes

II) Determina-se o número e quais são as incógnitas:

1. Determina-se o número a de ramos essenciais no circuito, definindo as correntes e tensões em cada um deles. Nesse caso, temos $a = 8$, e portanto, oito valores de corrente e tensão. Nomeando-os:

Correntes nos ramos essenciais: $i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, i_6, i_7$ e i_8 .

Tensões nos ramos essenciais: $V_{AB}, V_{BC}, V_{CA}, V_{BE}, V_{EC}, V_{DC}, V_{DA}$ e V_{ED} .

2. Tendo as incógnitas, escolhe-se um sentido para cada corrente e tensão.

3. Determina-se o número de incógnitas segundo a equação $2 \cdot a - \text{NFIT} - \text{NFIC}$, na qual NFIT corresponde ao número de fontes independentes de tensão que coincidem com as tensões dos ramos essenciais e NFIC corresponde ao número de fontes

independentes de corrente que coincidem com as correntes dos ramos essenciais. No circuito em questão, temos:

$$a = 8;$$

$$\text{NFIT} = 1;$$

$$\text{NFIC} = 2;$$

$$n = (2 \cdot 8) - 1 - 2 = 13$$

Então o número de incógnitas é igual a 13.

As incógnitas são $i_2, i_3, i_5, i_6, i_7, i_8, V_{AB}, V_{BC}, V_{BE}, V_{EC}, V_{DC}, V_{DA}$ e V_{ED} .

III) Determina-se as relações de tensão x corrente dos dipolos do circuito, menos das fontes independentes, em função das tensões e correntes dos ramos essenciais.

1. Resistores:

$$V_{R1} = R1i_1 = V_{AB} + V_{I1} \rightarrow V_{AB} = 4,5R1 - V_{I1}$$

$$V_{R2} = R2i_6 = V_{DA} + V_{V1} \rightarrow V_{DA} = R2i_6 - V_{V1}$$

$$V_{R3} = V_{BC} = R3i_3$$

$$V_{R4} = V_{DC} = R4i_7$$

$$V_{R5} = R5i_2 = V_{BE} - V_{V3} \rightarrow V_{BE} = R5i_2 + V_{V3}$$

$$V_{R6} = R6i_8 = V_{ED} - V_{R7} \rightarrow V_{ED} = R6i_8 + V_{R7} = (R6 + R7)i_8$$

$$V_{R7} = R7i_8 = V_{ED} - V_{R6} \rightarrow V_{ED} = R7i_8 + V_{R6} = (R6 + R7)i_8$$

IV) Determina-se o número ni de nós independentes do circuito e aplica-se a Lei de Kirchhoff das Correntes (LKC) em $ni - 1$ desses nós. Segundo a Figura 2, existem $ni = 5$ (A, B, C, D e E), logo aplica-se LKC em quatro desses nós: Feito isso, encontram-se as equações nos nós:

$$\text{A: } -i_1 + i_5 + i_6 = 0$$

$$\text{B: } i_1 - i_2 - i_3 = 0$$

$$\text{C: } i_3 - i_5 - i_4 + i_7 = 0$$

$$\text{D: } -i_6 - i_7 + i_8 = 0$$

V) Para que seja possível solucionar o sistema linear, completa-se as equações que faltam aplicando a Lei de Kirchhoff das Tensões (LKT) em $(a - ni - 1)$ malhas.

$$a - ni - 1 = 4$$

Escolhendo quatro malhas quaisquer. Na Figura 3, as malhas estão representadas pelos caminhos fechados em vermelho, azul, roxo e verde. Encontra-se as equações:

$$\text{Vermelho: } -V_{AB} - V_{CA} - V_{BC} = 0$$

$$\text{Roxa: } -V_{DA} + V_{CA} + V_{DC} = 0$$

$$\text{Azul: } V_{BE} + V_{EC} - V_{BC} = 0$$

$$\text{Verde: } V_{EC} - V_{DC} - V_{ED} = 0$$

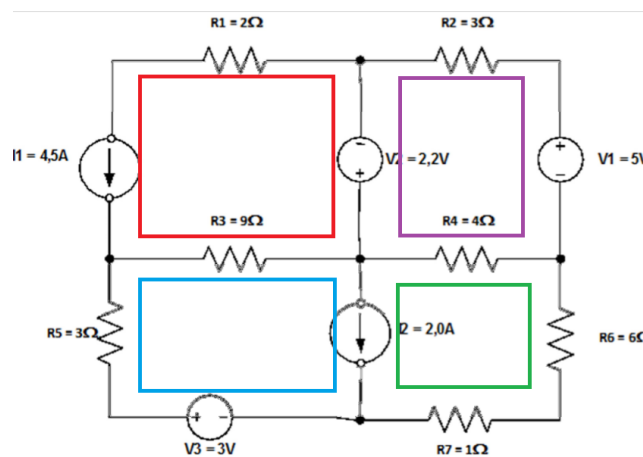


Figura 3: Malhas

VI) Escrever os vetores das correntes e das tensões dos ramos essenciais:

$$[I_{\text{ramos}}] = [i_1 \ i_2 \ i_3 \ i_4 \ i_5 \ i_6 \ i_7 \ i_8]^T$$

$$[V_{\text{ramos}}] = [V_{AB} \ V_{BC} \ V_{BE} \ V_{EC} \ V_{DC} \ V_{DA} \ V_{ED}]^T$$

Sendo $i_1 = 4,5\text{A}$ e $i_4 = 2,0\text{A}$.

VII) Com os passos III, IV e V, determinamos a equação matricial das correntes dos ramos essenciais desconhecidas.

1. Realiza-se a substituição das equações das tensões obtidas na passagem III nas equações de malhas do passo V. Com as equações de IV, é obtido um sistema de equações algébricas de dimensão igual ao número de linhas do vetor das correntes dos ramos essenciais.

$$[R]_{8 \times 8} [I_{\text{ramos}}]_{8 \times 1} = [V_{FD}]_{8 \times 1}$$

Na qual $[R]_{8 \times 8}$ é:

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 1 \\ -2 & 0 & -9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -3 & 4 & 0 \\ 0 & 3 & -9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -4 & -7 \end{bmatrix}$$

E $[V_{FD}]$ é:

$$[0 \ 0 \ 0 \ 0 \ -V_{I1} + 2,2 \ -7,2 \ -V_{I2} - 3 \ -V_{I2}]^T$$

Para serem obtidos V_{I1} e V_{I2} , utiliza-se os valores já conhecidos de i_1 e i_4 , obtendo um sistema com duas equações e duas incógnitas. Ao resolver, são obtidos os valores de 41,19V e 23,49V, respectivamente.

2. Utiliza-se o programa MATLAB para calcular $[R]^{-1}$. Então, calcula-se:

$$[I_{\text{ramos}}]_{8 \times 1} = [R]^{-1} [V_{FD}]_{8 \times 1}$$

São obtidos:

$$i_1 = 4,50 \text{ A}$$

$$i_2 = 1,17 \text{ A}$$

$$i_3 = 3,33 \text{ A}$$

$$i_4 = 2,00 \text{ A}$$

$$i_5 = 1,66 \text{ A}$$

$$i_6 = 2,84 \text{ A}$$

$$i_7 = 0,33 \text{ A}$$

$$i_8 = 3,17 \text{ A}$$

VIII) Utilizando os valores obtidos em VII, determina-se o vetor dos valores das tensões desconhecidas dos dipolos.

1. Para determinar o vetor dos valores das tensões desconhecidas dos dipolos, utiliza-se a relação entre corrente e corrente dos elementos passivos em suas formas matriciais.

$$[V_{\text{ramos}}] = [A] [I_{\text{ramos}}] + [B]$$

No caso:

$$[V_{\text{ramos}}] = [V_{AB} \ V_{BC} \ V_{BE} \ V_{EC} \ V_{DC} \ V_{DA} \ V_{ED}]^T$$

$$[B] = [-41,19 \ 0 \ 3 \ 23,49 \ 0 \ -5 \ 0]^T$$

$$[I_{\text{ramos}}] = [\text{valores obtidos no item anterior}]$$

$$[A] =$$

$$\begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 7 \end{bmatrix}$$

2. Utiliza-se o MATLAB para realizar o cálculo, obtendo os valores das tensões.

$$V_{AB} = -32,19 \text{ V}$$

$$V_{BC} = 29,99 \text{ V}$$

$$V_{BE} = 6,50 \text{ V}$$

$$V_{EC} = 23,49 \text{ V}$$

$$V_{DC} = 1,32 \text{ V}$$

$$V_{DA} = 3,52 \text{ V}$$

$$V_{ED} = 22,17 \text{ V}$$

IX) Com os valores obtidos em VII e VIII, obtemos os resultados:

$$V_{R1} = 9,00 \text{ V} \quad i_{R1} = 4,5 \text{ A}$$

$$V_{R2} = 8,52 \text{ V} \quad i_{R2} = 2,84 \text{ A}$$

$$V_{R3} = 29,97 \text{ V} \quad i_{R3} = 3,33 \text{ A}$$

$$V_{R4} = 1,32 \text{ V} \quad i_{R4} = 0,33 \text{ A}$$

$$V_{R5} = 3,51 \text{ V} \quad i_{R5} = 1,17 \text{ A}$$

$$V_{R6} = 19,02 \text{ V} \quad i_{R6} = 3,17 \text{ A}$$

$$V_{R7} = 3,17 \text{ V} \quad i_{R7} = 3,17 \text{ A}$$

X) Por fim, os resultados foram conferidos com o software PSIM, observando diferenças proporcionadas pelo erro relacionado a arredondamentos e outros fatores.

psim: funcionou. Alguns medidores de corrente não apresentam os resultados no diagrama, mas apresentam na simulação temporal.

matlab funcionou: rotina bem apresentada, mas não foi aproveitada para calcular o balanço de potências.