

P3.1 - Considere o circuito da figura 3.1 com:  $V_1 = 60 \text{ V}$ ,  $R_1 = 5 \Omega$ ,  $R_2 = 3 \Omega$ ,  $R_3 = 2 \Omega$ ,  $I_{R1} = 2 \text{ A}$  e  $I_{R3} = 8 \text{ A}$ .

a) Calcule  $V_{IN}$  e  $V_S$ .

b) Calcule a potência posta em jogo na fonte dependente  $4I_X$ .

c) Tendo em conta o resultado da alínea a): (i) calcule  $I_X$  usando o teorema da sobreposição; (ii) calcule  $I_X$  aplicando o método dos nós; e (iii) calcule  $I_X$  aplicando o método dos malhas.

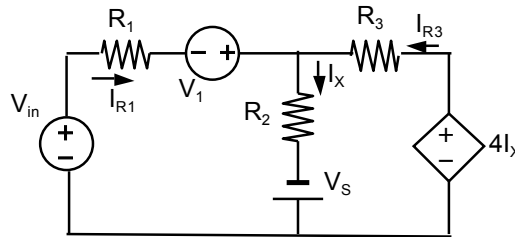


Figura 3.1

P3.2 – Considere o circuito da figura 3.2 onde  $I_A = 4 \text{ mA}$ ,  $V_B = 1 \text{ V}$ ,  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$  e  $R_2 = 3 \text{ k}\Omega$ .

a) Utilizando o teorema da sobreposição, calcule as tensões  $V_1$  e  $V_2$ .

b) Calcule  $V_1$  e  $V_2$  com base no método das malhas.

c) Calcule  $V_1$  e  $V_2$  com base no método dos nós.

d) Determine a potência em cada um dos elementos do circuito e indique quais os que fornecem energia e quais os que a recebem.

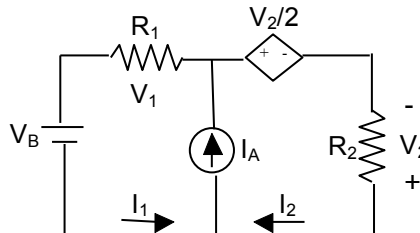


Figura 3.2

P3.3 - Dado o circuito da figura 3.3 determine  $R_L$  de modo a obter a máxima transferência de potência do circuito à esquerda dos terminais  $xy$  para a resistência  $R_L$ . Nessa condição qual é o valor da potência transferida quando  $V_F = 6 \text{ V}$ .

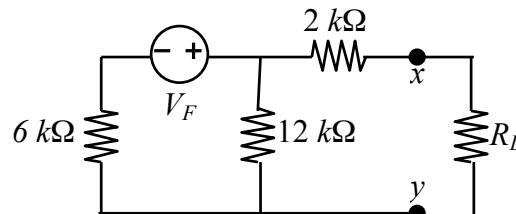


Figura 3.3

P3.4 - Considere o circuito da figura 3.4 onde os terminais  $ab$  estão em vazio.  $V_G = 20 \text{ V}$ ,  $I = 20 \text{ mA}$ ,  $R_0 = 125 \Omega$ ,  $R_1 = 1.5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 500 \Omega$ .

a) Mostre que a corrente  $I_0$  através de  $R_0$  é nula.

b) Calcule a tensão  $V_{ab}$ .

c) Calcule os parâmetros do circuito equivalente de Thévenin visto dos terminais  $ab$ .

- d) Qual seria a intensidade da corrente através de um fio que estabelecesse um curto-circuito entre  $a$  e  $b$ ,  $I_{ab}$ .

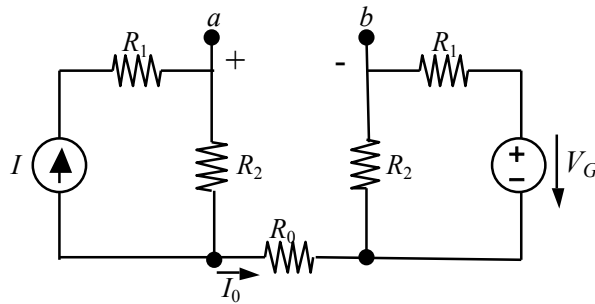


Figura 3.4

P3.5 – Considere o circuito da figura 3.5 onde  $V_G = 30V$ ,  $R = 6K\Omega$  e  $k = 1/2$ .

- a) Calcule a tensão de circuito aberto e a corrente de curto-circuito  $I_{ab}$  e  $V_{ab}$ .  
b) Apresente esquema eléctrico dos circuitos equivalentes de Thévenin e de Norton, vistos dos terminais  $ab$ .

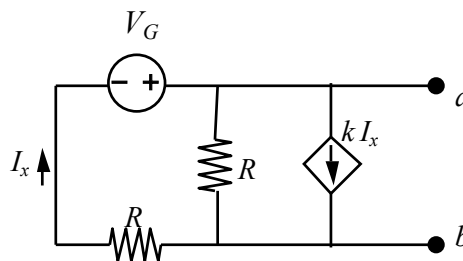


Figura 3.5

P-3.6 - No circuito da figura 3.6,  $R_1 = 2\Omega$ ,  $R_2 = 5\Omega$ ,  $R_3 = R_4 = 2\Omega$ ,  $R_5 = 10\Omega$ ,  $I_0 = 1A$  e  $g_m = 2S$ .

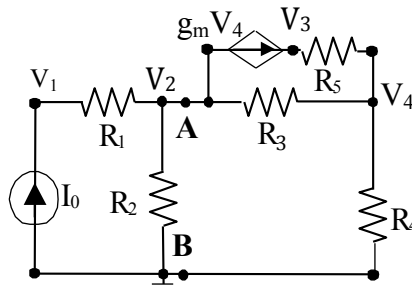


Figura 3.6

- a) Escreva uma equação matricial correspondente à aplicação do método dos nós ao circuito da figura 3.6 (na forma literal simbólica e só depois substitua valores numéricos).  
b) Escreva uma equação matricial simbólica correspondente à aplicação do método das malhas ao circuito (considere as correntes de circulação mas malhas elementares no sentido horário).  
c) Calcule o valor da tensão aos terminais de  $R_5$ .  
d) Determine o circuito equivalente de Thévenin visto para a esquerda dos nós A e B,  
e) Obtenha o equivalente de Thevenin do subcircuito à direita dos pontos A e B. Desenhe o respectivo esquema equivalente não se esquecendo de indicar os nós relativos aos pontos A e B.  
f) Utilize os resultados das duas alíneas anteriores para calcular  $V_{AB}$ .

P3.7 - Considere o circuito da figura 3.7 com:  $R_1 = 1 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$ ,  $R_3 = 3 \Omega$ ,  $R_4 = 4 \Omega$ ,  $V_G = 6V$ ,  $V_{DC} = 8V$ .

- Calcule as tensões nodais  $V_1$  a  $V_4$  usando o método dos nós.
- Calcule novamente as tensões nodais usando o teorema da sobreposição.
- Calcule a potência na fonte  $V_G$ .

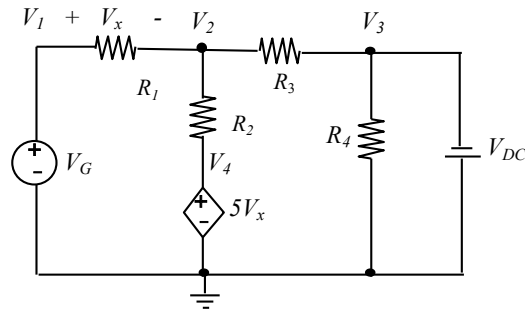


Figura 3.7

P3.8 - Considere o circuito da figura 3.6.

- Usar o método dos nós para calcular  $V_1 = V_a$ . Depois calcular a potência na fonte  $I_1$ .
- Usar o teorema da sobreposição para calcular  $V_1 = V_a$ . Depois calcular a potência na fonte  $I_1$ .
- Simplificar o circuito fazendo a conversão entre fontes reais de tensão e de corrente (equivalentes de Thévenin/Norton). Calcular  $V_1 = V_a$  e depois calcular a potência na fonte  $I_1$ .

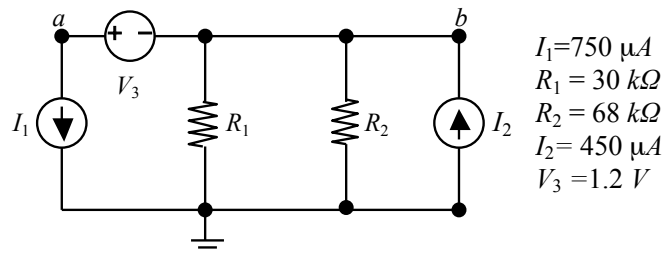


Figura 3.8

P3.9 – Considere o circuito da figura 3.9

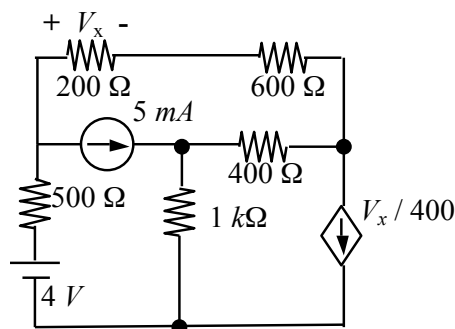


Figura 3.9

- Escreva uma equação matricial simbólica correspondente à aplicação do método das malhas ao circuito (considere as correntes de circulação nas malhas elementares no sentido horário).
- Escreva uma equação matricial simbólica correspondente à aplicação do método dos nós ao circuito (numere os nós no sentido horário e começando em cima à

- esquerda),
- Com base nos resultados das alíneas anteriores determine se a fonte dependente fornece ou recebe energia.
  - Determine o circuito equivalente de Norton visto pela fonte dependente.
  - Determine o circuito equivalente de Thévenin visto pela fonte de tensão.
  - Determine  $V_X$  usando o teorema da sobreposição.

### Soluções

P3.1 – a)  $V_{IN} = -26V$ ;  $V_S = 6V$

b)  $-320W$ ; c)  $10A$

P3.2 –  $V_1 = 2V$ ;  $V_2 = -6V$

Fornecem energia: Fonte de corrente  $I_A$   $P = -12mW$

Fonte de tensão dependente  $P = -6mW$

Recebem energia:  $R_1$   $P = 4mW$

$R_2$   $P = 12mW$

Fonte de tensão  $V_B$   $P = 2mW$

P3.3 –  $6 k\Omega$ ;  $2/3mW$

P3.4 – a)  $I_0 = 0$ ; b)  $V_{ab} = 5V$ ; c)  $V_{Th} = 5V$ ;  $R_{Th} = 1 k\Omega$ ; d)  $I_{ab} = I_{CC} = 5mA$

P3.5 – a)  $V_{ab} = 10V$ ;  $I_{ab} = 2.5mA$ ; b)  $R_{Th} = 4 k\Omega$

P3.6 – a)

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{R_1} & -\frac{1}{R_1} & 0 & 0 \\ \frac{1}{R_1} & -\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right) & 0 & \frac{1}{R_3} - g_m \\ 0 & 0 & \frac{1}{R_5} & -\frac{1}{R_5} - g_m \\ 0 & \frac{1}{R_3} & \frac{1}{R_5} & -\left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}\right) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

b)

$$\begin{matrix} \circlearrowleft I_T \\ \circlearrowleft I_E \quad \circlearrowleft I_D \end{matrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -R_2 & R_2 + R_3 + R_4 & -R_3 \\ 0 & g_m R_4 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} I_E \\ I_D \\ I_T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

c)  $200V$ ; d)  $R_{th}=5\Omega$ ,  $V_{Th} = 5V$  e)  $R_{th}=-4\Omega$ ,  $V_{Th} = 0V$ ; f)  $V_{AB} = -20V$

P3.7 - a) e b)  $V_1 = 6V$ ;  $V_2 = 4.23V$ ;  $V_3 = -8V$ ;  $V_4 = 8.8V$ ; c)  $P = -10.6W$

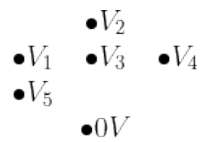
P3.8 – a), b) e c)  $V_a = -5.04V$ ;  $V_b = -6.24V$ ;  $P = -3.78mW$

P3.9 – a)

$$R_1 = 1k\Omega, R_2 = 200\Omega, R_4 = 400\Omega, R_5 = 500\Omega, R_6 = 600\Omega \\ V_4 = 4V, I_5 = 5mA, G_X = 2.5mS$$

$$\begin{matrix} \circlearrowleft I_T \\ \circlearrowleft I_E \quad \circlearrowleft I_D \end{matrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -G_X R_2 \\ R_1 + R_5 & -(R_1 + R_4) & R_2 + R_4 + R_6 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} I_E \\ I_D \\ I_T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_5 \\ 0 \\ V_4 \end{bmatrix}$$



b) 
$$\begin{bmatrix} -\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_5} & \frac{1}{R_2} & 0 & 0 & \frac{1}{R_5} \\ \frac{1}{R_2} & -\left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_6}\right) & 0 & \frac{1}{R_6} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} & -\frac{1}{R_4} & 0 \\ G_X & -G_X - \frac{1}{R_6} & -\frac{1}{R_4} & \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_6} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_5 \\ 0 \\ I_5 \\ 0 \\ V_4 \end{bmatrix}$$

c) -3.5mW fornece energia;  
f)  $V_x = -0.35V$

Semana	1ª aula		2ª aula	
Semana 3 (11/10 – 15/10)	P3.1, E23, P3.4	E22, P3.3, E24	P3.7	Avaliação