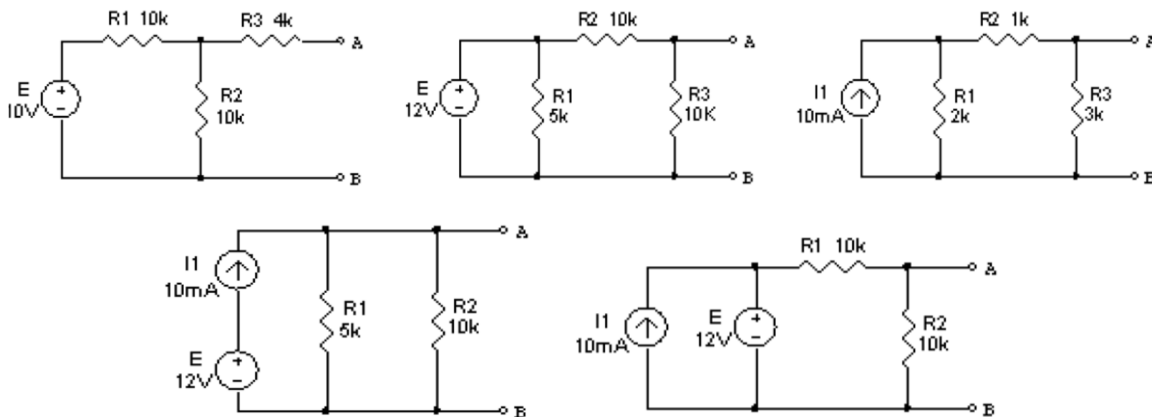


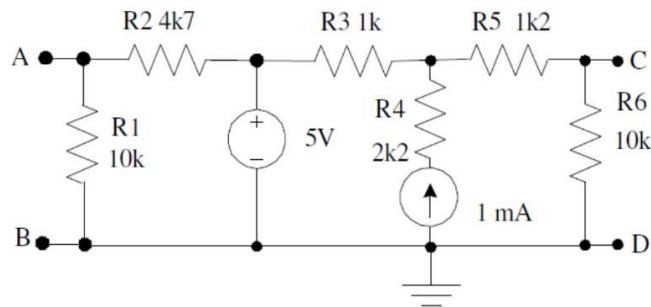
Teórico-prática n.º 4
Teoremas de Thévenin e de Norton. Fontes dependentes.

Teoremas de Thévenin e de Norton

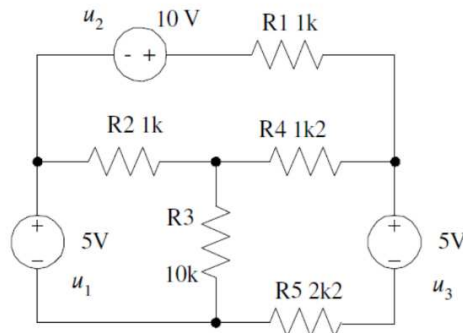
1. Calcule os equivalentes de Thévenin e de Norton aos terminais A e B dos circuitos abaixo. R: $V_{TH}=5\text{ V}$ e $Z_{TH}=9\text{ k}\Omega$, $I_N=0,56\text{ mA}$ e $Z_N=9\text{ k}\Omega$; 6 V e $5\text{ k}\Omega$, $1,2\text{ mA}$ e $5\text{ k}\Omega$; 10 V e $1,5\text{ k}\Omega$, $6,7\text{ mA}$ e $1,5\text{ k}\Omega$; $33,3\text{ V}$ e $3,3\text{ k}\Omega$, $10,0\text{ mA}$ e $3,3\text{ k}\Omega$; 6 V e $5\text{ k}\Omega$, $1,2\text{ mA}$ e $5\text{ k}\Omega$.



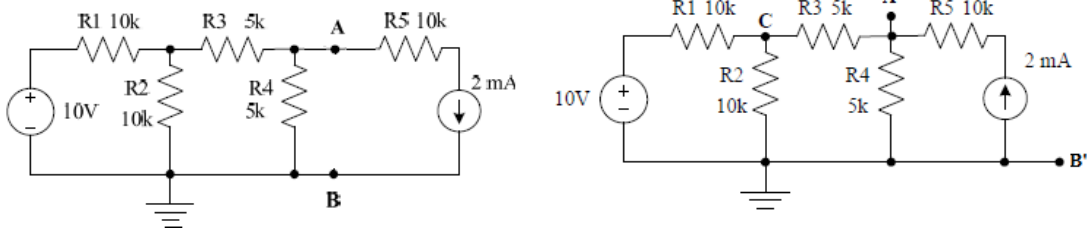
2. Considere o circuito da figura seguinte. Determine os equivalentes de Thévenin e de Norton aos terminais AB e CD. R: $3,4\text{ V}$ e $3,2\text{ k}\Omega$, $4,9\text{ V}$ e $1,8\text{ k}\Omega$.



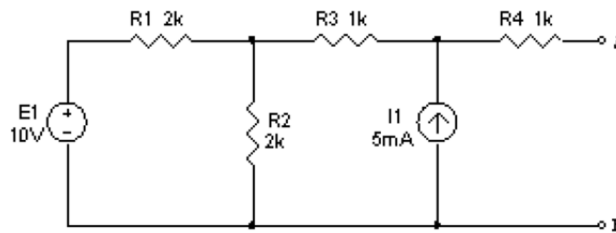
3. Determine a potência dissipada na resistência R5 e a potência fornecida pela fonte de tensão u_2 . R: $11,3\text{ mW}$ e $49,3\text{ mW}$.



4. Considere os circuitos da figura abaixo. i) Determine o equivalente de Thévenin da parte do circuito da esquerda, à esquerda dos portos AB. ii) Calcule o equivalente de Thévenin do circuito da direita “visto” do porto A'B'. R: 1,65 V e 3,3 kΩ; 8,3 V e 3,3 kΩ.

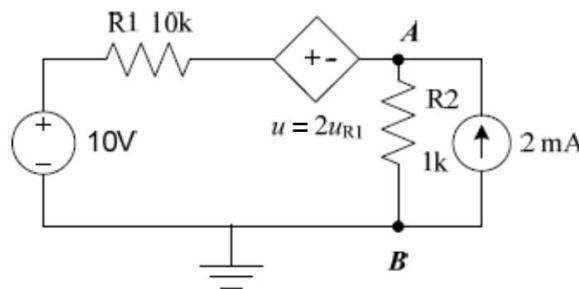


5. a) Usando o princípio da sobreposição, determine o equivalente de Thévenin aos terminais A e B do circuito da figura que se segue.
 b) Um voltímetro com uma resistência interna de 100 kΩ é utilizado para medir a tensão entre os nós A e B do circuito. Determine o valor lido no voltímetro.
 c) Considere uma resistência de carga R_L ligada entre A e B. Determine para que valor de R_L a potência fornecida à carga é máxima. R: 15 V e 3 kΩ; 14,6 V; 3 kΩ.



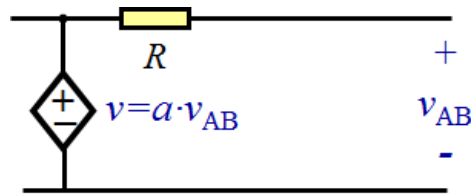
Fontes Dependentes: (ver soluções PSPICE na última página)

6. O circuito da figura seguinte contém duas fontes independentes e uma fonte dependente. Determine a tensão no porto AB. R: 0,32 V + 1,94 V = 2,26 V.

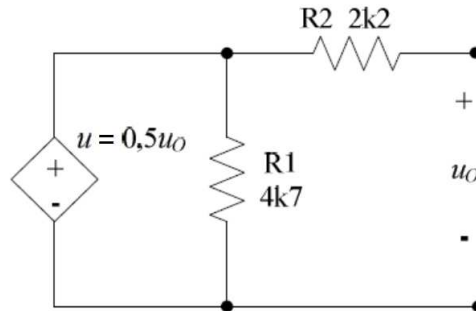


7. A impedância (resistência) interna das fontes dependentes não é, geralmente, nula (fonte de tensão dependente) ou infinita (fonte de corrente dependente). Ter em atenção que a impedância (resistência) interna fonte de tensão/corrente independente só é nula ou infinita nos casos ideais. Considere o circuito abaixo com uma fonte de tensão controlada por tensão. Aa)

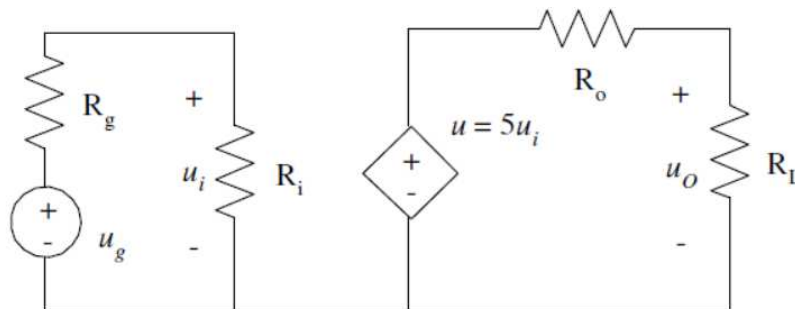
Calcule a resistência equivalente “vista” do porto (terminais) AB; b) calcule a resistência interna da fonte dependente R_{fd} . R: a) $R_{AB} = \frac{1}{1-a} R$; b) $R_{fd} = R_{AB} - R = \frac{a}{1-a} R$.



8. Considere o circuito da figura seguinte e determine a relação entre a corrente na fonte dependente e a tensão aos seus terminais (R_{fd}). A partir dessa relação prove que, para os valores indicados de R_1 e R_2 , a fonte dependente pode ser substituída por uma resistência equivalente e calcule o seu valor. Indique também qual o valor mínimo que R_1 pode assumir para que tal substituição seja possível. R: $R_{fd} = 4,1 \text{ k}\Omega$.

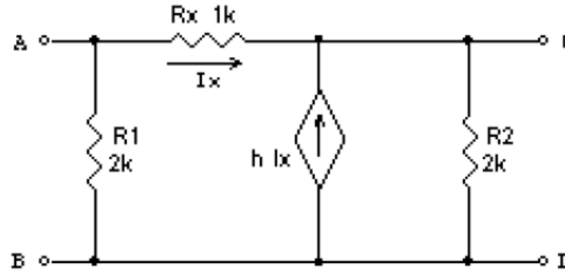


9. Na figura representa-se um amplificador com impedâncias de entrada e de saída $R_i = 500 \text{ k}\Omega$ e $R_o = 25 \Omega$, respetivamente. O sinal de entrada é fornecido pelo gerador u_g com resistência interna $R_g = 5 \text{ k}\Omega$. A saída do amplificador está ligada à carga $R_L = 1 \text{ k}\Omega$. Determine: i) os ganhos u_o/u_i e u_o/u_g ; ii) a razão, **em dB**, entre a potência fornecida pelo amplificador à carga R_L e a potência fornecida pelo gerador ao amplificador; iii) o valor de R_L para que a potência fornecida pelo amplificador à carga atinja o valor máximo. Rs.: 4,88; 4,83; 40,76 dB; $R_L = R_o = 25 \Omega$.



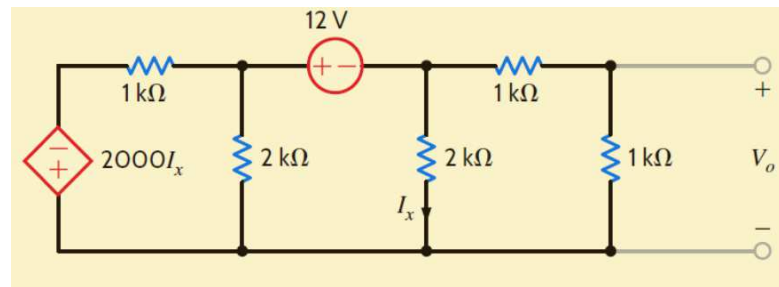
10. a) Se h for 100, determine os equivalentes de Thévenin do circuito da figura seguinte “vistos” aos terminais AB e CD, respetivamente. R: 0 V e $2 \text{ k}\Omega [2 \text{ k}\Omega \times (h+3/2)/(h+5/2)]$; 0 V e $29,3 \Omega [3 \text{ k}\Omega/(h+5/2)]$;

b) Liga-se uma fonte de tensão dc ideal V_1 de 5 volt a A e B. Calcule a corrente fornecida pela fonte e o novo equivalente de Thévenin “visto” dos terminais CD. R: 2,52 mA; 4,96 V e 9,96 Ω .

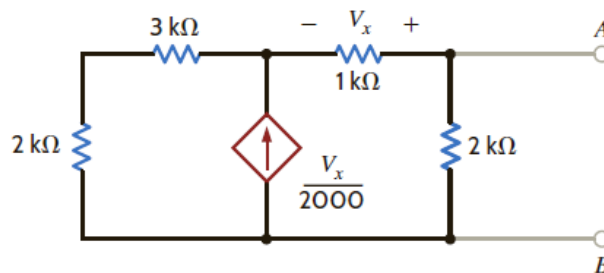


Os problemas que se seguem estão resolvidos no manual recomendado.

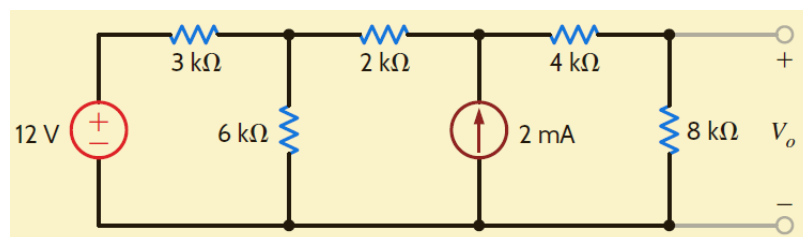
11. Use o teorema de Thévenin para determinar a tensão V_0 . R: $V_0 = -18/7$ V (Exemplo 5.10 do manual).



12. Determine o equivalente de Thévenin do circuito aos terminais AB do abaixo. (Exercício E5.13 do manual). R: $R_{TH} = 1619$ Ω .

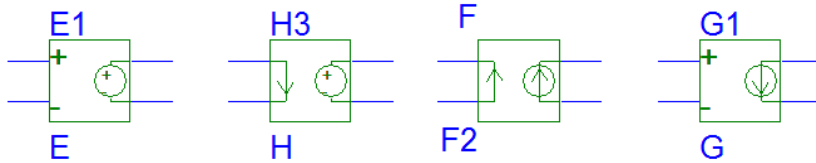


13. Determine V_0 usando a *propriedade* de equivalência entre fontes (troca/transformação de fontes – equivalência entre “fonte de Thévenin e de Norton”). (Exemplo 5.13) R: $V_0 = 8$ V.

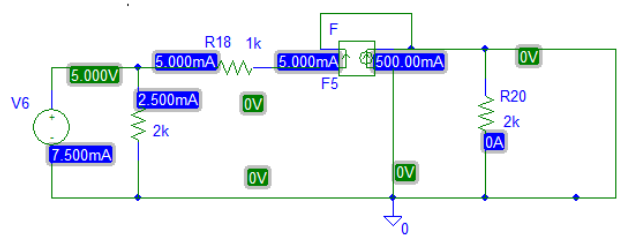
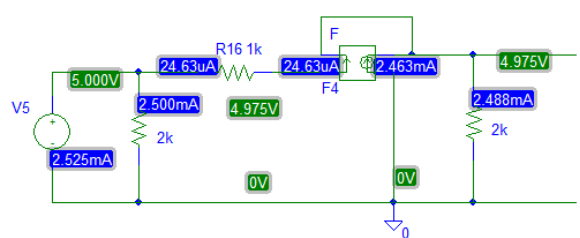
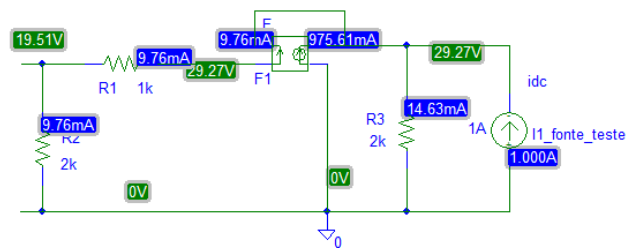
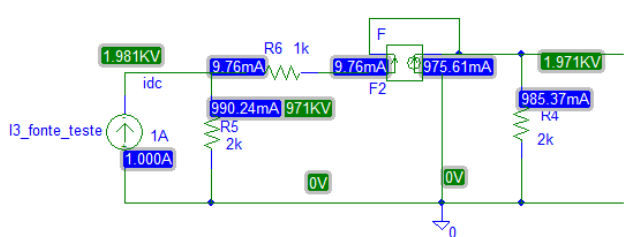
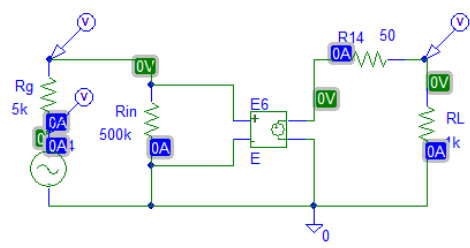
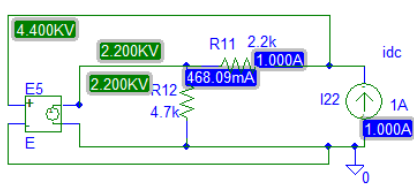
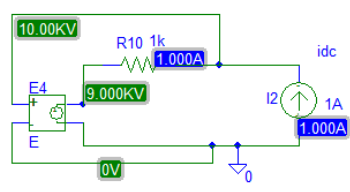
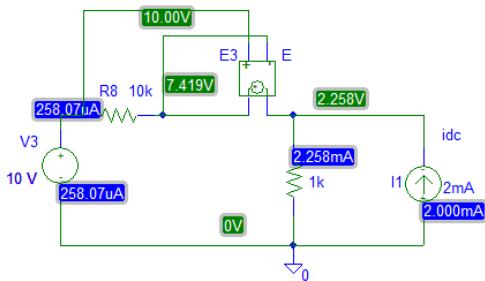


Soluções PSPICE dos problemas 6 a 10 (fontes dependentes)
 (Os esquemas PSPICE dos circuitos são auto-explicativos.)

No PSPICE as fontes dependentes lineares são representadas pelos seguintes símbolos:



E: Fonte de tensão controlada por tensão; H: fonte de tensão controlada por corrente; F: fonte de corrente controlada por corrente; G: fonte de corrente controlada por tensão.



In the circuit of Fig. 3.34, determine the currents i_1 , i_2 , and i_3 .

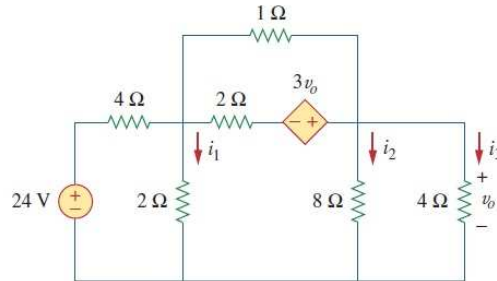


Figure 3.34
For Example 3.11.

Solution:

The schematic is shown in Fig. 3.35. (The schematic in Fig. 3.35 includes the output results, implying that it is the schematic displayed on the screen *after* the simulation.) Notice that the voltage-controlled voltage source E1 in Fig. 3.35 is connected so that its input is the voltage across the 4-Ω resistor; its gain is set equal to 3. In order to display the required currents, we insert pseudocomponent IPROBES in the appropriate branches. The schematic is saved as *exam311.sch* and simulated by selecting **Analysis/Simulate**. The results are displayed on IPROBES as shown in Fig. 3.35 and saved in output file *exam311.out*. From the output file or the IPROBES, we obtain $i_1 = i_2 = 1.333$ A and $i_3 = 2.667$ A.

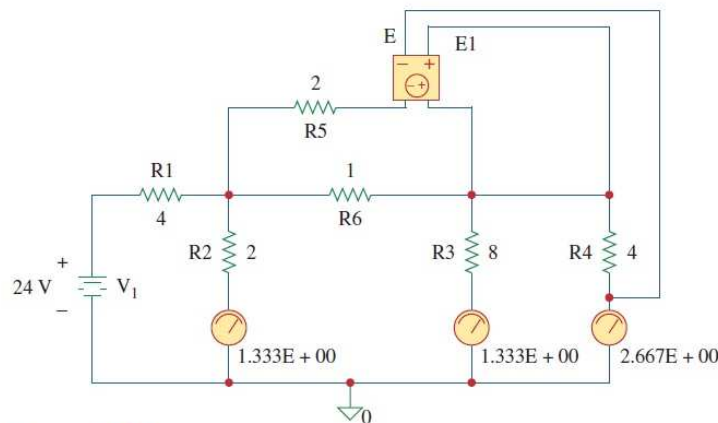


Figure 3.35
The schematic of the circuit in Fig. 3.34.

Example 3.11

Alexander, Charles K.
 Fundamentals of electric circuits / Charles K. Alexander, Matthew N. O. Sadiku. — 5th ed.
 p. cm.
 ISBN 978-0-07-338057-5 (alk. paper)
 1. Electric circuits. I. Sadiku, Matthew N. O. II. Title.
 TK454.A452 2012
 621.319'24—dc23

2011025116