

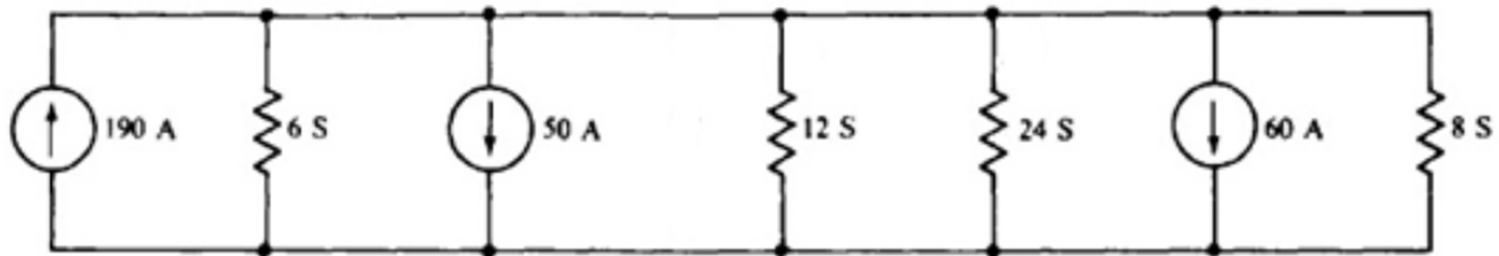
Resolução do 1.º teste de CESDig 2018-2019

5. Considere as afirmações seguintes. Indique no respectivo se são verdadeiras (V) ou falsas (F).
Tendo em conta que uma resposta errada anula uma resposta correta, responda apenas se tiver a convicção que a sua resposta está correta.

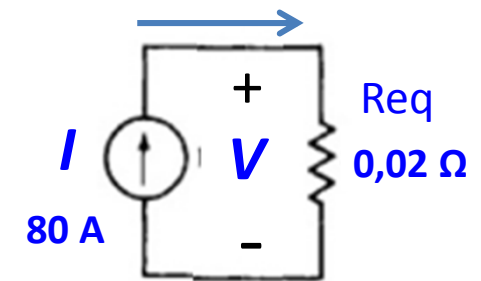
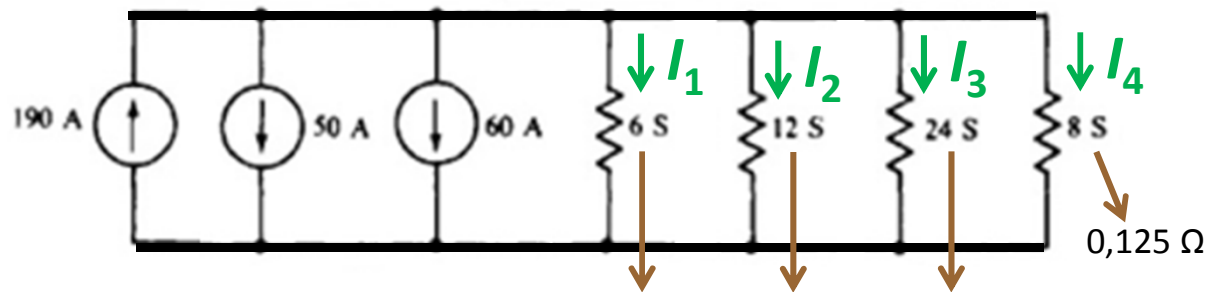
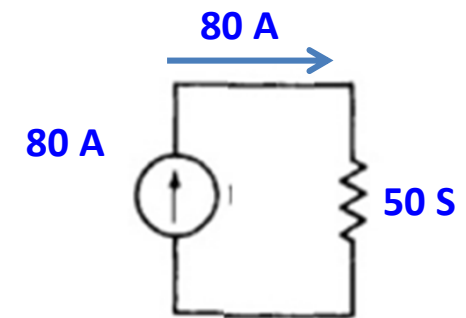
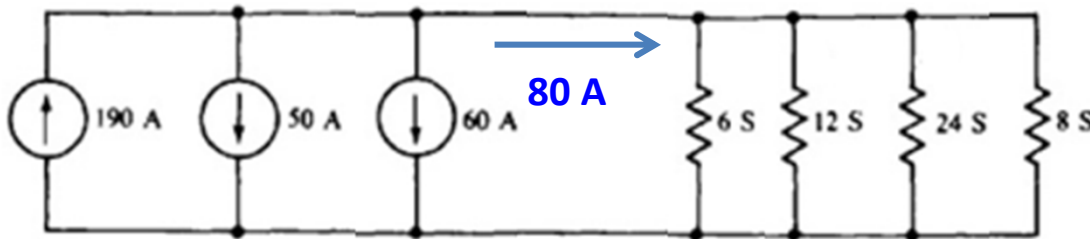
RESPONDER NESTA FOLHA

- (i) A tensão aos terminais de uma fonte de corrente ideal não é definida pelo circuito.
- (ii) Num filtro RC passa alto simples de primeira ordem o valor da reactância é sempre igual ao valor da resistência, na frequência de corte.
- (iii) A corrente numa fonte de corrente independente não depende do circuito onde está inserida.
- (iv) O valor da força electromotriz de uma fonte de tensão ideal independente depende do circuito onde está inserida.
- (v) Num filtro passa alto de segunda ordem a taxa de atenuação na região de opacidade é -40 dB/década.
- (vi) A tensão aos terminais de um condensador ideal está sempre atrasada 90° em relação à corrente que o percorre.
- (vii) Quando ligamos um voltímetro real aos terminais de uma resistência de um ramo de um circuito a corrente que percorre esse ramo aumenta.
- (viii) A corrente numa bobine ideal está sempre atrasada 90° em relação à tensão aos seus terminais.
- (ix) A corrente que percorre uma fonte de tensão independente é determinada pelo circuito a que se encontra ligada.
- (x) Um amperímetro real altera o ponto de funcionamento do circuito onde é colocado.

2. Considere o circuito da figura abaixo. Tenha em atenção que as resistências estão caracterizadas pela condutância em siemens (S). Determine:
- os valores algébricos das correntes em todos os ramos do circuito;
 - as tensões aos terminais de todos os elementos;
 - a potência total fornecida pelas fontes de corrente ao circuito.



O circuito acima pode ser simplificado, resultando nos circuitos seguintes

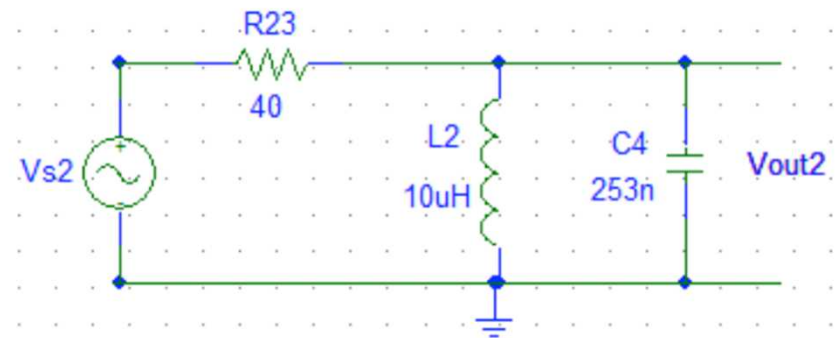


[Ver solução detalhada](#)

0,16(6) Ω 0,08(3) Ω 0,041(6) Ω

3. Considere o filtro RLC (circuito tanque).

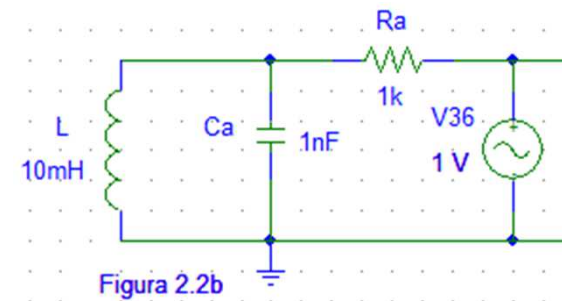
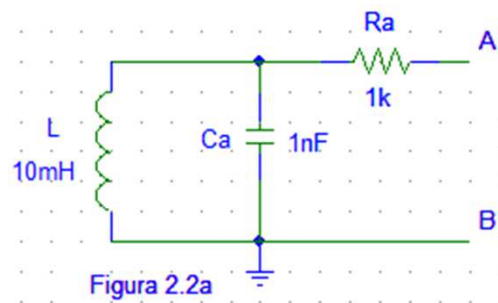
- Esboce o módulo da função de transferência do circuito.
- Esboce a fase da função de transferência do circuito.
- Calcule a corrente que percorre a resistência na condição de ressonância.



- Considere o circuito a operar no regime permanente. Tendo presente o conceito de frequência de corte, faça um esboço dos sinais V_S e V_{IN} durante pelo menos três períodos, assumindo que a frequência do sinal V_S é igual à frequência de corte superior do filtro.

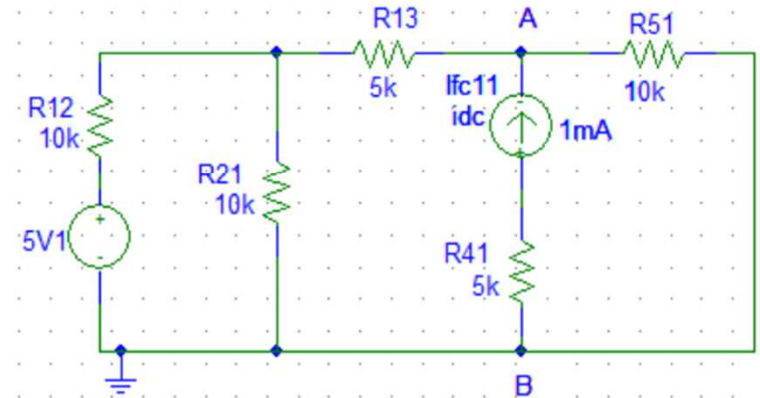
Ver o exercício 2 da Teórico-prática n.º 2/2018

As impedâncias de uma bobine e de um condensador ideais são dadas por $Z_L = j\omega L$ e $Z_C = 1/j\omega C$, respetivamente. Considere o circuito da Fig. 2.2. Determine a impedância equivalente da rede *vista* dos terminais A e B. Verifique se há valores de frequência para os quais a impedância é puramente resistiva. Qual é o valor máximo da corrente debitada pela fonte V36.



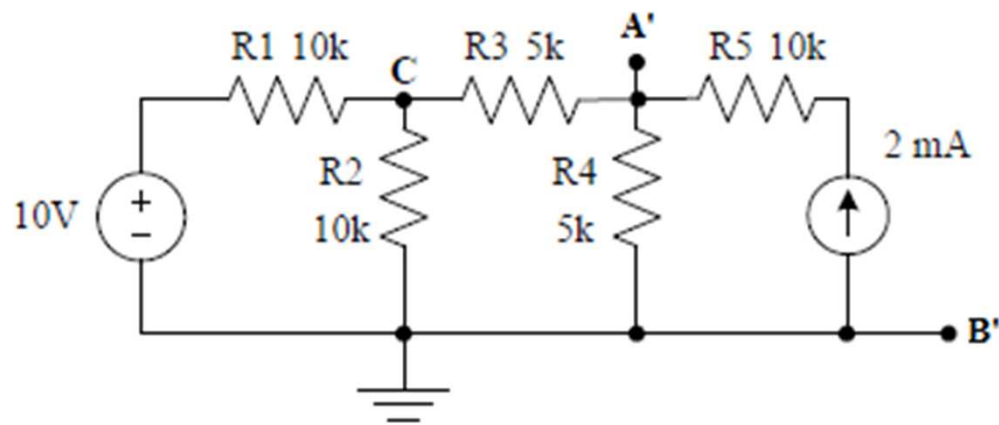
4. Considere o circuito da figura abaixo, que contém duas fontes independentes ideais.

- Calcule a corrente que percorre a fonte de tensão e a tensão aos terminais da fonte de corrente.
- Determine os equivalentes de Thévenin e de Norton aos terminais AB.



Ver, e.g., exercícios 3 da Teórico-prática n.º 3/2018, 3 e 9 da Teórico-prática n.º 5/2018

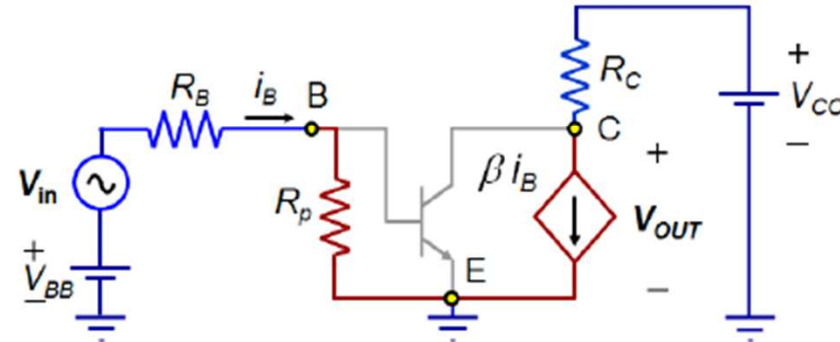
Considere os circuitos da figura abaixo. i) Determine o equivalente de Thévenin da parte do circuito da esquerda, à esquerda dos portos AB. ii) Calcule o equivalente de Thévenin do circuito da direita “visto” do porto A'B'. R: 1,65 V e 3,3 kΩ; 8,3 V e 3,3 kΩ.



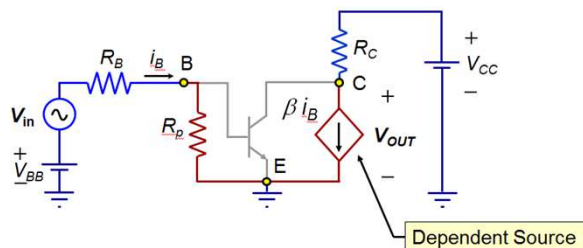
5. O circuito abaixo representa o modelo de um amplificador com um transistor. O ganho em corrente é representado pela fonte de corrente controlada por corrente.

- Determine a tensão de saída V_{OUT} do amplificador.
- Determine o equivalente de Thévenin do circuito visto do porto CE.

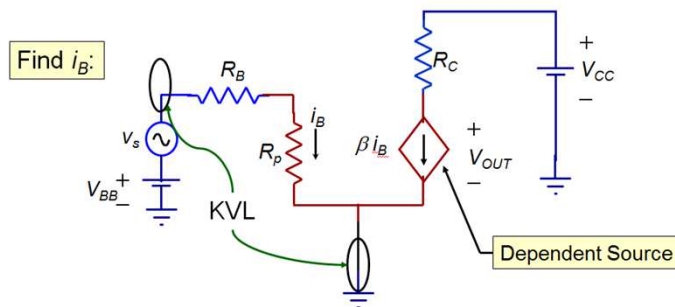
Equivalente de Thévenin de circuitos com fontes dependentes



Substitute the transistor model:



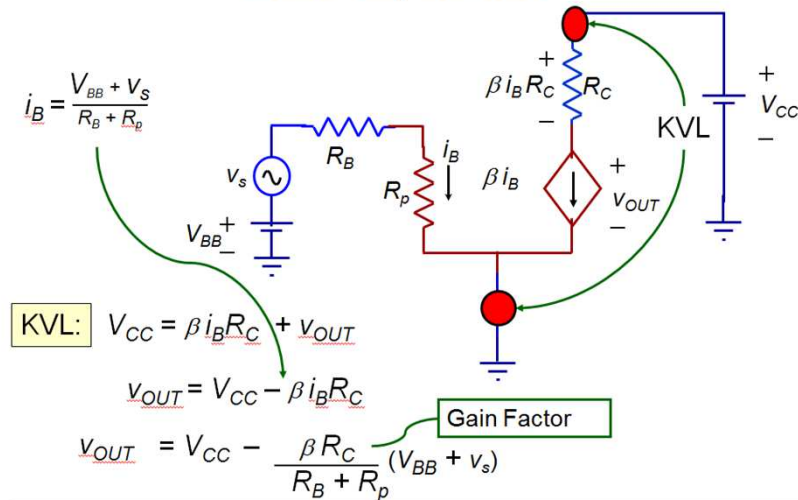
Equivalente de Thévenin de circuitos com fontes dependentes



KVL: $V_{BB} + v_s = i_B (R_B + R_p)$ \Rightarrow $i_B = \frac{V_{BB} + v_s}{R_B + R_p}$
 We know i_B \Rightarrow Find V_{OUT}

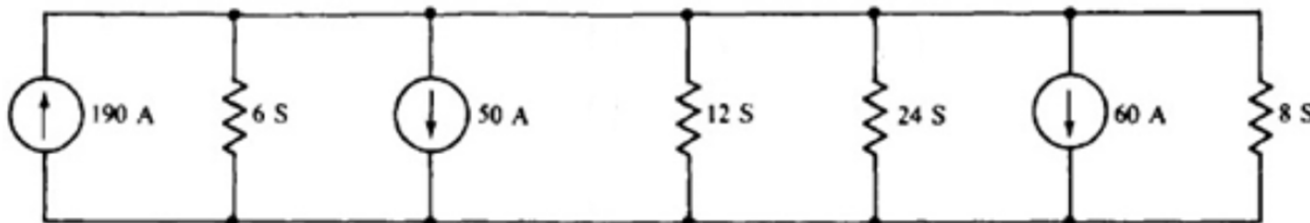
Ver slides 166 e 169 (Fontes dependentes e teoremas de Thévenin e de Norton).

Equivalente de Thévenin de circuitos com fontes dependentes

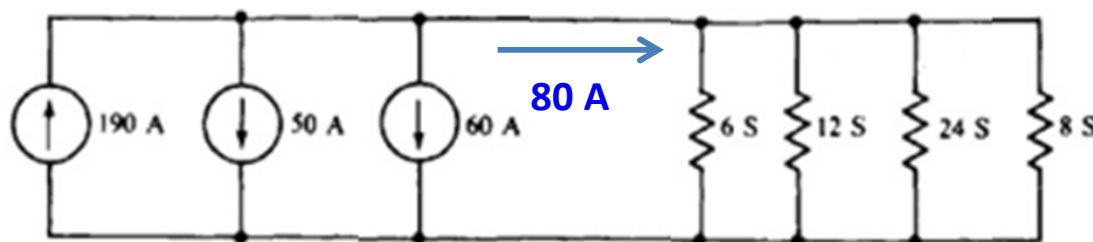


Resolução

2. Considere o circuito da figura abaixo. Tenha em atenção que as resistências estão caracterizadas pela condutância em siemens (S). Determine:
- os valores algébricos das correntes em todos os ramos do circuito;
 - as tensões aos terminais de todos os elementos;
 - a potência total fornecida pelas fontes de corrente ao circuito.

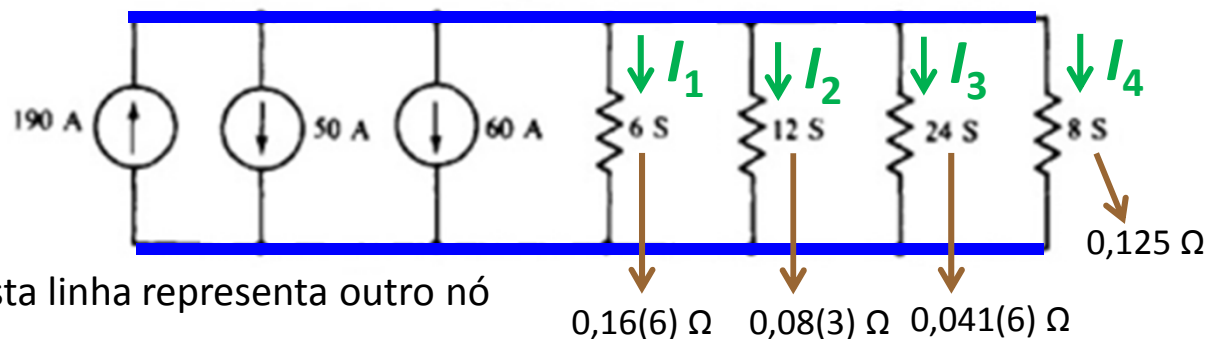


O circuito acima pode ser simplificado, resultando nos circuitos seguintes

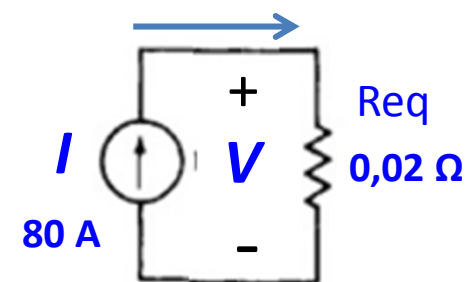
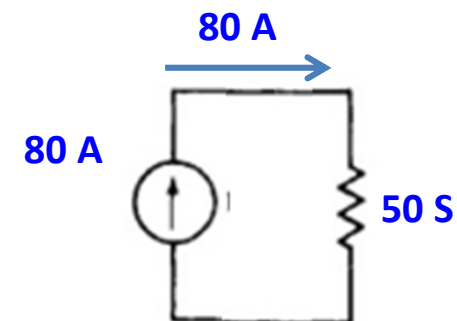


OU

Esta linha azul a carregado representa um só nó.



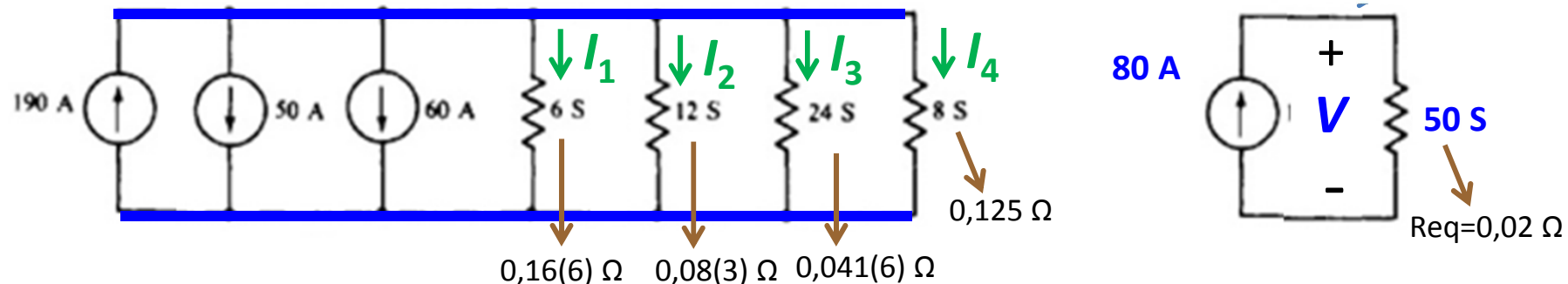
Esta linha representa outro nó



Ver páginas 30 e 31, 101 e 102, de 03.0 Elementos de circuitos e leis fundamentais CESDig_1819_vf.pdf
http://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~jmfigueiredo/aulas/03.0 Elementos de circuitos e leis fundamentais CESDig_1819_vf.pdf

Resolução

2. Considere o circuito da figura abaixo. Tenha em atenção que as resistências estão caracterizadas pela condutância em siemens (S). Determine:
- os valores algébricos das correntes em todos os ramos do circuito;
 - as tensões aos terminais de todos os elementos;
 - a potência total fornecida pelas fontes de corrente ao circuito.



As fontes de corrente e as resistências estão em paralelo. O paralelo pode ser representado pelo circuito equivalente da direita. O circuito da esquerda corresponde a um divisor de corrente com 4 resistências. Podemos associar três resistências em paralelo e determinar a corrente que passa pela que fica de fora da associação, e depois repetir para determinar as outras correntes. Pode-se usar também a lei de Ohm na versão “condutância” ($I=GV$) ou “resistência” ($I=V/R$). Pela lei de Ohm obtém-se $V=R_{eq}I$ ou $V=I/G_{eq}=1,6\text{ V}$. Como os elementos estão todos em paralelo, a tensão aos terminais de cada um deles é 1,6 V. A potência total fornecida pelas fontes ao circuito é $P=V \times I=1,6\text{ V} \times 80\text{ A}=128\text{ W}$.

Conhecida a tensão aos terminais de cada elemento, determina-se a corrente pela lei de Ohm: $I_1=1,6\text{ V}/(0,16(6)\text{ }\Omega)=1,6\text{ V} \times 6\text{ S}=9,6\text{ A}$; $I_2=1,6\text{ V}/(0,08(3)\text{ }\Omega)=1,6\text{ V} \times 12\text{ S}=19,2\text{ A}$; $I_3=1,6\text{ V}/(0,041(6)\text{ }\Omega)=1,6\text{ V} \times 24\text{ S}=38,4\text{ A}$, $I_4=1,6\text{ V}/(0,125\text{ }\Omega)=1,6\text{ V} \times 8\text{ S}=12,8\text{ A}$.

Ver páginas 30 e 31, 101 e 102, e 133 de 03.0_Elementos_de_circuitos_e_leis_fundamentais_CESDig_1819_vf.pdf
[http://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~jmfigueiredo/aulas/03.0 Elementos de circuitos e leis fundamentais CESDig 1819 vf.pdf](http://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~jmfigueiredo/aulas/03.0_Elementos_de_circuitos_e_leis_fundamentais_CESDig_1819_vf.pdf)

Métodos alternativo

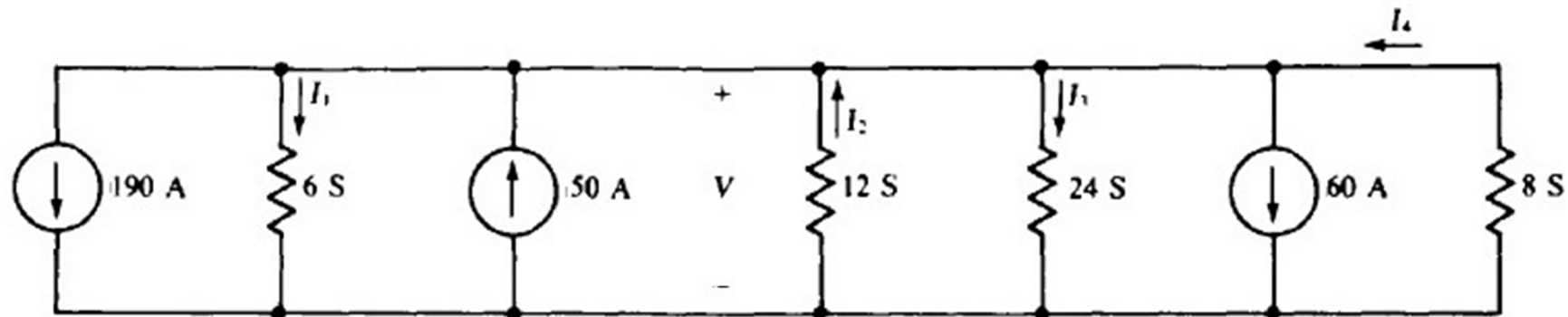


Fig. 3-21

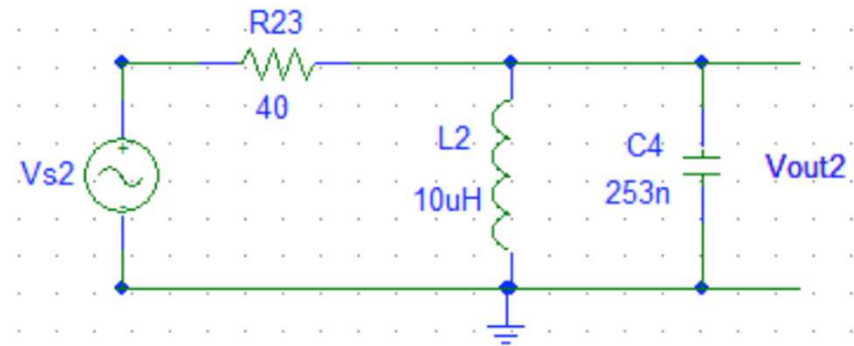
Even though it has several dots, the top line is just a single node because the entire line is at the same potential. The same is true of the bottom line. Thus, there are just two nodes and one voltage V . The total conductance of the parallel-connected resistors is $G = 6 + 12 + 24 + 8 = 50$ S. Also, the total current entering the top node from current sources is $190 - 50 + 60 = 200$ A. This conductance and current can be used in the conductance version of Ohm's law, $I = GV$, to obtain the voltage: $V = I/G = 200/50 = 4$ V. Since this is the voltage across each resistor, the resistor currents are $I_1 = 6 \times 4 = 24$ A, $I_2 = -12 \times 4 = -48$ A, $I_3 = 24 \times 4 = 96$ A, and $I_4 = -8 \times 4 = -32$ A. The negative signs are the result of non-associated references. Of course, all the actual resistor currents leave the top node.

Note that the parallel current sources have the same effect as a single current source, the current of which is the algebraic sum of the individual currents from the sources.

Resolução

3. Considere o filtro RLC (circuito tanque).

- Esboce o módulo da função de transferência do circuito.
- Esboce a fase da função de transferência do circuito.
- Calcule a corrente que percorre a resistência na condição de ressonância.



- Considere o circuito a operar no regime permanente. Tendo presente o conceito de frequência de corte, faça um esboço dos sinais V_S e V_{IN} durante pelo menos três períodos, assumindo que a frequência do sinal V_S é igual à frequência de corte superior do filtro.

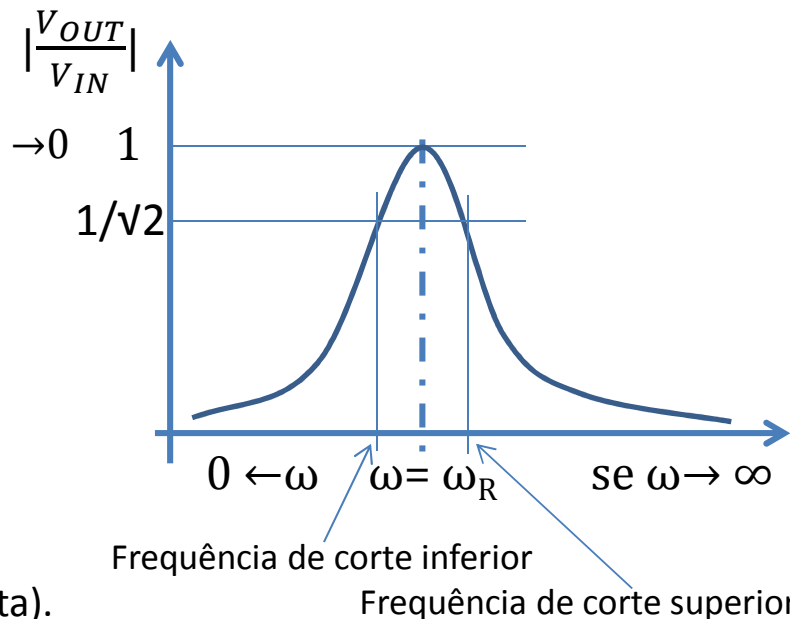
$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{V_{OUT}}{V_S} = \frac{Z_L // Z_C}{Z_R + Z_L // Z_C};$$

se $\omega \rightarrow 0$, $Z_L = j\omega L \rightarrow j0$ e $Z_C = -j\frac{1}{\omega C} \rightarrow -j\infty$, $V_L \rightarrow 0$, logo $|\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}| \rightarrow 0$

se $\omega \rightarrow \infty$, $Z_L \rightarrow j\infty$ e $Z_C \rightarrow -j0$, $V_C \rightarrow 0$, logo $|\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}| \rightarrow 0$

se $\omega = \omega_R$ (ressonância), $Z_L = -Z_C \rightarrow Z_L // Z_C = \infty$,

$$\text{logo } \left| \frac{Z_L // Z_C}{Z_R + Z_L // Z_C} \right| \rightarrow 1, \quad \left| \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right| = 1$$



Na condição de ressonância, a corrente que percorre a resistência é igual a zero (a impedância do paralelo é infinita).

Resolução

Esboço da fase da função de transferência

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{V_{OUT}}{V_S} = \frac{Z_L // Z_C}{Z_R + Z_L // Z_C};$$

se $\omega \rightarrow 0$, $Z_L = j\omega L \rightarrow j0$ e $Z_C = -j\frac{1}{\omega C} \rightarrow -j\infty$, $Z_L // Z_C \rightarrow Z_L = j\omega L$

(circuito RL passa alto); $\theta = \tan^{-1}(R/\omega L) \rightarrow 90^0$

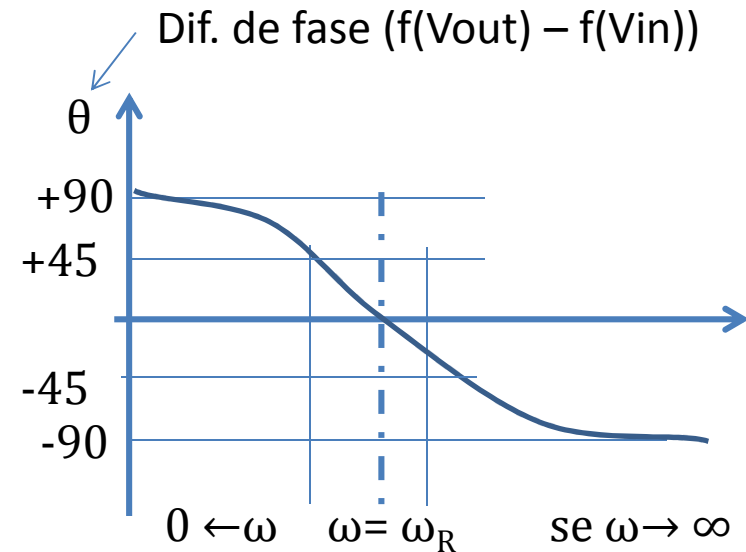
se $\omega \rightarrow \infty$, $Z_L \rightarrow j\infty$ e $Z_C = -j\frac{1}{\omega C} \rightarrow -j0 \rightarrow Z_L // Z_C \rightarrow Z_C = -j\frac{1}{\omega C}$

(circuito RC passa baixo);

$\theta = \tan^{-1}(-1/\omega RC) \rightarrow -90^0$

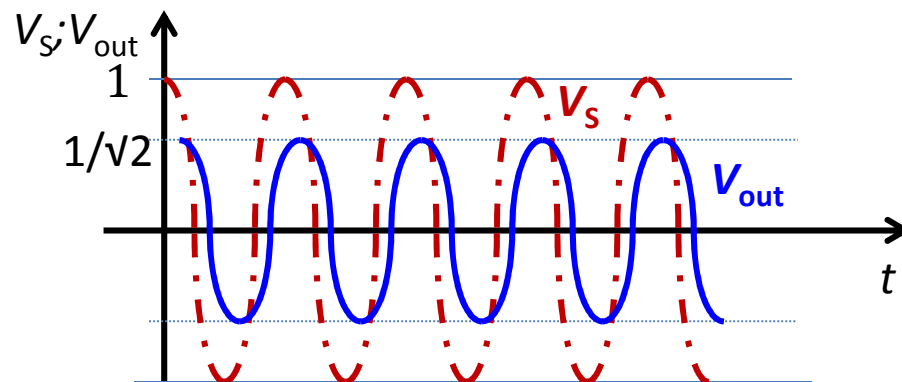
se $\omega = \omega_R$ (ressonância), $Z_L = -Z_C \rightarrow Z_L // Z_C = \infty$,

$\theta = \tan^{-1}(0) \rightarrow 0^0$



Resolução alternativa: calcular a função de transferência

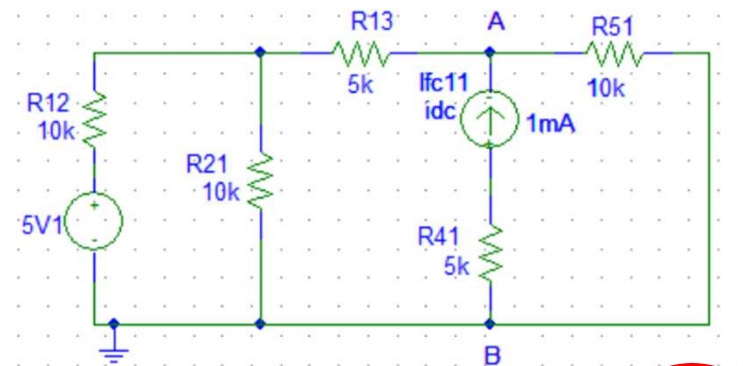
Na frequência de corte, amplitude da tensão de saída cai para $\sim 70\%$ da amplitude da tensão aplicada à entrada. Representar a onda de entrada, amplitude máxima, por exemplo 1 V, a representar a onda de saída, com 0,707 de amplitude.



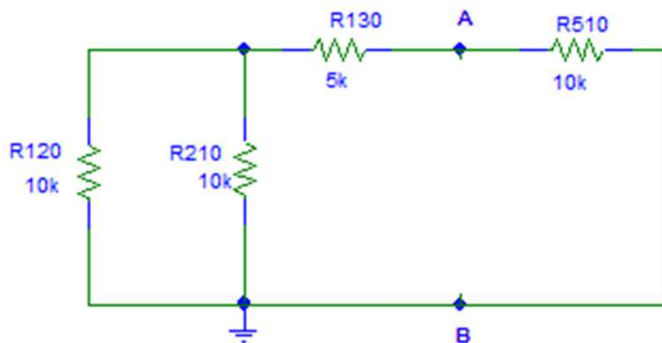
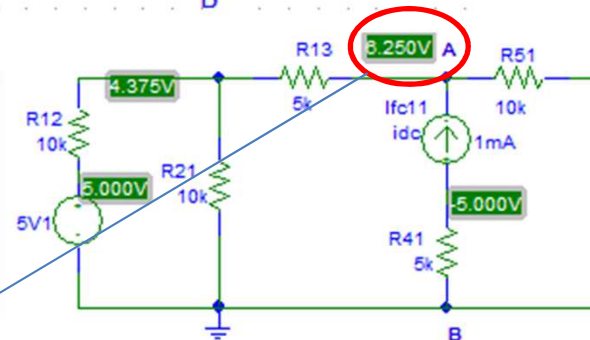
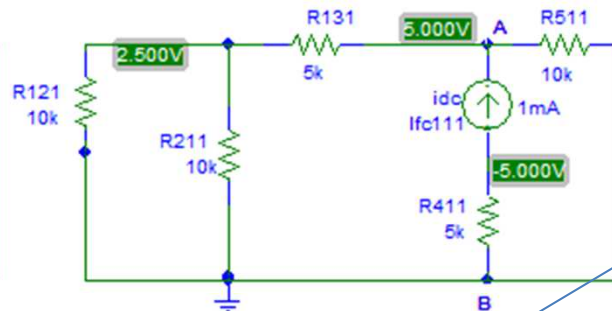
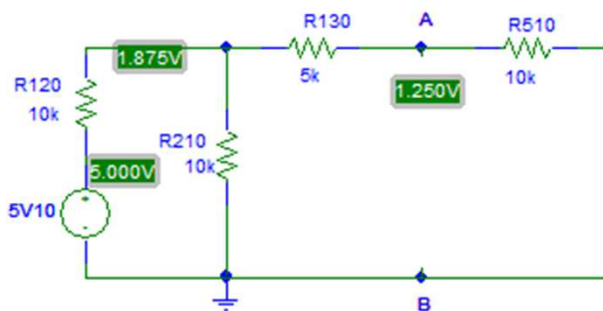
Resolução

4. Considere o circuito da figura abaixo, que contém duas fontes independentes ideais.

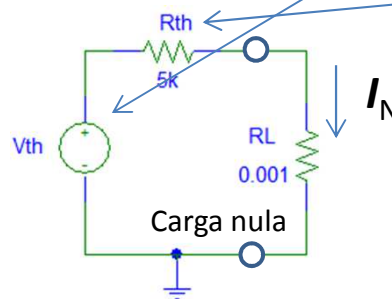
- Calcule a corrente que percorre a fonte de tensão e a tensão aos terminais da fonte de corrente.
- Determine os equivalentes de Thévenin e de Norton aos terminais AB.



Aplicar o princípio da sobreposição.

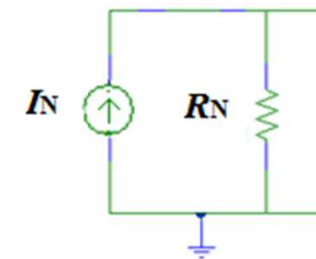


$$R_{eqAB} = R_{51} // (R_{13} + R_{12} // R_{21}) = 5 \text{ kohm}$$



Corrente de Norton: $I_N = V_{th} / R_{th}$

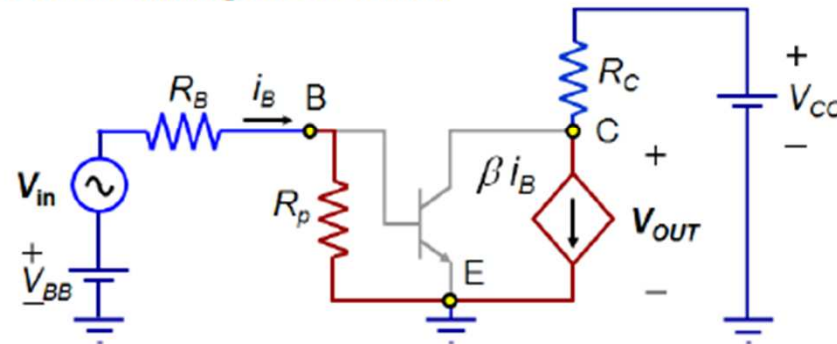
Req de Norton: $R_N = R_{th}$



Resolução

5. O circuito abaixo represente o modelo de um amplificador com um transistor. O ganho em corrente é representado pela fonte de corrente controlada por corrente.

- Determine a tensão de saída V_{OUT} do amplificador.
- Determine o equivalente de Thévenin do circuito visto do porto CE.



Ver 05.0 Fontes_dependentes_Thevenin_Norton_T_CESDig_f, página 129 a 124, e 166 e 169.

Lei das malhas

$$V_{BB} + V_s = i_B (R_B + R_p)$$

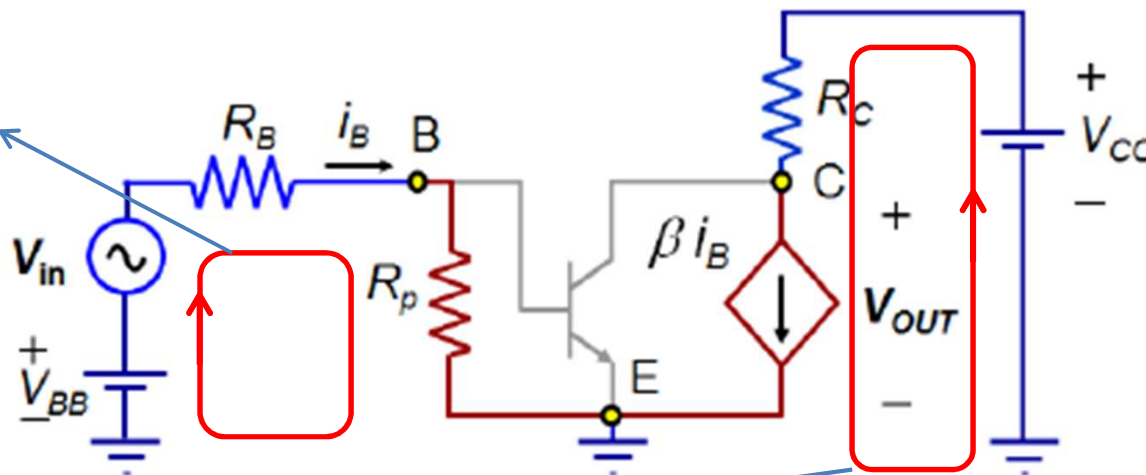
$$i_B = \frac{V_{BB} + V_s}{R_B + R_p}$$

Lei das malhas

$$V_{CC} = \beta i_B R_C + V_{OUT}$$

$$V_{OUT} = V_{CC} - \beta i_B R_C$$

$$V_{TH} = V_{OUT} \text{ e } R_{TH} = R_C$$



$$i_B = \frac{V_{BB} + V_s}{R_B + R_p}$$

$$V_{OUT} = V_{CC} - \frac{\beta R_C}{R_B + R_p} (V_{BB} + V_s)$$