Circuitos Eléctricos

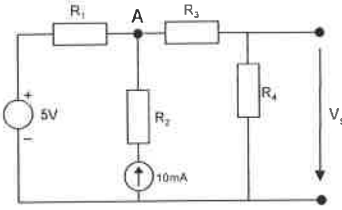
1ª Chamada 2017/18

(15/Junho/2018)

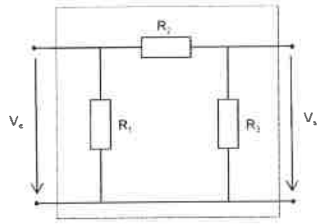
1. Na saída de um dado circuito efectuaram-se duas medições ligando de cada vez os respectivos aparelhos de medida directamente aos terminais de saída: i) V=10V; ii) i=50mA. Determine o equivalente de Thévenin do circuito em estudo, admitindo:

- **a.** que os dois aparelhos de medida são ideais; [1 valor]
- **b.** que o voltímetro tem uma resistência interna de 1MΩ, e o amperímetro uma resistência interna de 100Ω. [1 valor]

2. Considere o circuito representado na figura, onde R_1=470Ω, R_2=1kΩ, R_3=330Ω e R_4=220Ω. Determine:



- **a.** a tensão no ponto A; [2 valores]
- **b.** a tensão aos terminais da fonte de corrente; [2 valores]
- **c.** o equivalente de Thévenin do circuito **relativamente à saída V_s**; [2 valores]
- **d.** o equivalente de Norton do circuito relativamente à mesma saída. [1 valor]

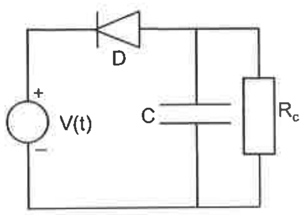


3. Considere a rede de dois portos representada na figura, com R_1=470Ω, R_2=220Ω, R_3=1kΩ. Determine a respectiva matriz híbrida. [3 valores]

4. Considere um circuito RCL série (R=2Ω, L=1mH, e C=50μF), ao qual é aplicado um sinal sinusoidal V(t) com 10V de amplitude, e uma frequência de 1kHz).

- **a.** Represente os vectores **i**(t),**V**(t),$\mathbf{V}_R$(t), $\mathbf{V}_C$(t) e $\mathbf{V}_L$(t) num diagrama de Argand, num instante de tempo à sua escolha; [2 valores]
- **b.** Considerando que a saída do circuito é a tensão aos terminais da indutância, determine o valor do módulo da função de transferência do circuito e a diferença de fase entre a entrada e a saída. [2 valores]
- **c.** Calcule que valor deveria ter a capacidade C para que a potência reactiva da malha fosse nula. [2 valores]

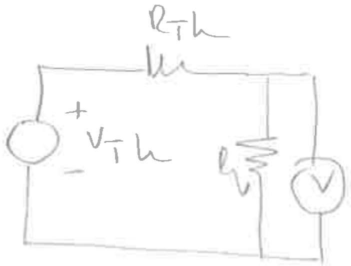
5. Considere o circuito representado na figura com R=1kΩ, o díodo representado é semelhante ao que utilizou nas aulas práticas, e a tensão, gerada por um gerador de tensão ideal, tem a forma $V(t)=V_0 \operatorname{sen}(2\pi\times10^3 t)$, com V_0=5V. Escolha o condensador adequado para que a ondulação residual seja inferior a 1V, e esboce detalhadamente o sinal que espera obter aos terminais da resistência R e do díodo D. [2 valores]



CIRCUITOS ELÉCTRICOS 2017/18

1ª CHAMADA

1.



a) $R_V = \infty \; ; \; R_A = 0$

$$V_{MED} = V_{CA} = V_{Th} \Rightarrow V_{Th} = 10V$$

$$i_{med} = i_{cc} = \frac{V_{Th}}{R_{Th}} \Rightarrow R_{Th} = \frac{V_{CA}}{i_{cc}} = \frac{10V}{50mA} = 200\,\Omega$$

b) $R_V = 1M\Omega \; ; \; R_A = 100\Omega$

$$\begin{cases} V_{med} = \dfrac{R_V}{R_{Th} + R_V} V_{Th} \\ i_{med} = \dfrac{V_{Th}}{R_{Th} + R_A} \end{cases} \quad \begin{cases} 10 = \dfrac{10^6}{(R_{Th} + 10^6)} V_{Th} \\ 50\times10^{-3} = \dfrac{V_{Th}}{R_{Th} + 10^2} \end{cases} \quad \begin{cases} \dfrac{10 \times (R_{Th} + 10^6)}{10^6} = V_{Th} \\ 50\times10^{-3}(R_{Th} + 10^2) = V_{Th} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 10^{-5}(R_{Th} + 10^6) = V_{Th} \\ 50\times10^{-3}(R_{Th} + 10^2) = V_{Th} \end{cases} \Rightarrow 10^{-5}(R_{Th} + 10^6) = 50\times10^{-3}(R_{Th} + 10^2)$$

$$10^{-5} R_{Th} + 10 = 50\times10^{-3} R_{Th} + 50\times10^{-1}$$

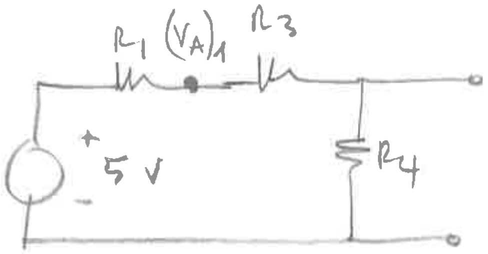
$$R_{Th}(10^{-5} - 50\times10^{-3}) = 5 - 10$$

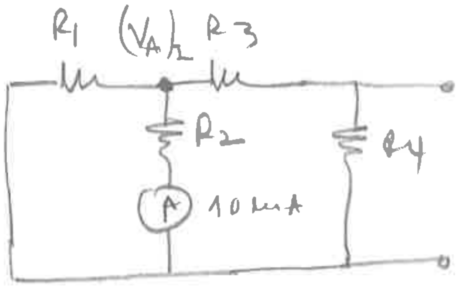
$$R_{Th} = \frac{(5-10)}{10^{-5} - 5\times10^{-2}} \simeq \frac{-5}{-5\times10^{-2}} \simeq 100\,\Omega$$

$$V_{Th} = V_{m}\frac{(R_{Th} + R_V)}{R_V} = \underbrace{\frac{100 + 10^6}{10^6}}_{\simeq 1} V_{m} \simeq 10V$$

2.

a)





$$V_A = (V_A)_1 + (V_A)_2$$

$$(V_A)_1 = \frac{(R_3+R_4)}{R_1+R_3+R_4} \times 5\ V = \frac{550}{(470+330+220)} \times 5\ V \simeq 2.7\ V$$

$$(V_A)_2 = i_{R_1} \times R_1 = \frac{(R_3+R_4)}{(R_1+R_3+R_4)} \times 10\times10^{-3} \times 470\ V =$$

$$= \frac{(330+220)}{(470+330+220)} \times 4.7 \simeq 2.5\ V$$

$$V_A = (2.7+2.5)\ V = 5.2\ V$$

b) $V_{TC} = V_A + 10\times10^{-3} \times R_2 = 5.2 + 10\times\cancel{10}^{-3} \times 1\times\cancel{10}^{3} = 15.2\ V$

c) $V_{Th} = V_s = \frac{R_4}{R_3+R_4} \times V_A = \frac{220}{(330+220)} \times 5.2\ V \simeq 2.1\ V$

$$R_{Th} = R_4 \parallel (R_1+R_3) = 220 \parallel (470+330) = 220 \parallel 800 =$$

$$= \frac{220\times800}{220+800} \simeq 172\ \Omega$$

d) $i_N = \frac{V_{Th}}{R_{Th}} = \frac{2.1}{172}\ A \simeq 12.2\ mA$

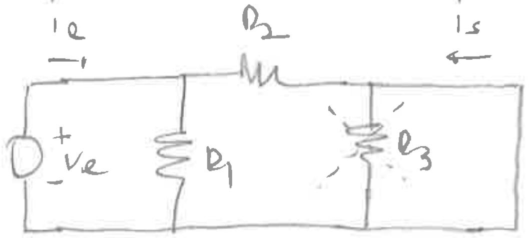
$$R_N = R_{Th} = 172\ \Omega$$

3. $$\begin{bmatrix} v_e \\ i_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_e \\ v_s \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{cases} v_e = h_{11}\, i_e + h_{12}\, v_s \\ i_s = h_{21}\, i_e + h_{22}\, v_s \end{cases}$$

$\boxed{\text{CONDIÇÃO } v_s = 0}$

$$h_{11} = \left.\frac{v_e}{i_e}\right|_{v_s=0}$$

$$h_{21} = \left.\frac{i_s}{i_e}\right|_{v_s=0}$$



$(v_s = 0)$

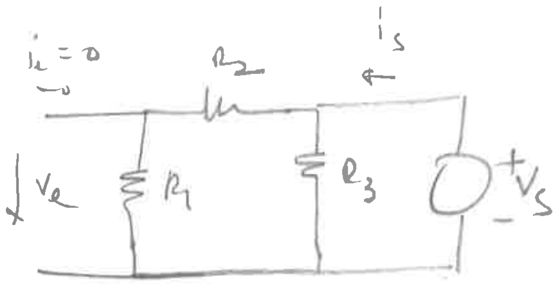
$$h_{11} = R_1 \,||\, R_2 = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{470 \times 220}{(470 + 220)} \simeq 150\ \Omega$$

$$i_s = -\frac{R_1}{R_1 + R_2}\, i_e \Rightarrow h_{21} = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} = -\frac{470}{(470 + 220)} \simeq -0{,}68$$

$\boxed{\text{CONDIÇÃO } i_e = 0}$

$$h_{12} = \left.\frac{v_e}{v_s}\right|_{i_e=0}$$

$$h_{22} = \left.\frac{i_s}{v_s}\right|_{i_e=0}$$



$$v_e = \frac{R_1}{R_1 + R_2}\, v_s \Rightarrow h_{12} = \frac{R_1}{(R_1 + R_2)} = 0{,}68$$

$$h_{22} = \frac{1}{R_3 \,||\, (R_1 + R_2)} = \frac{R_3 + R_1 + R_2}{R_3 \times (R_1 + R_2)} = \frac{1690}{10^3 \times (690)}\ \Omega^{-1}$$

$$\simeq 2.4 \times 10^{-3}$$

$$[h] = \begin{bmatrix} 150\,\Omega & 0,68 \\ -0,68 & 2.4\times10^{-3}\,\Omega^{-1} \end{bmatrix}$$

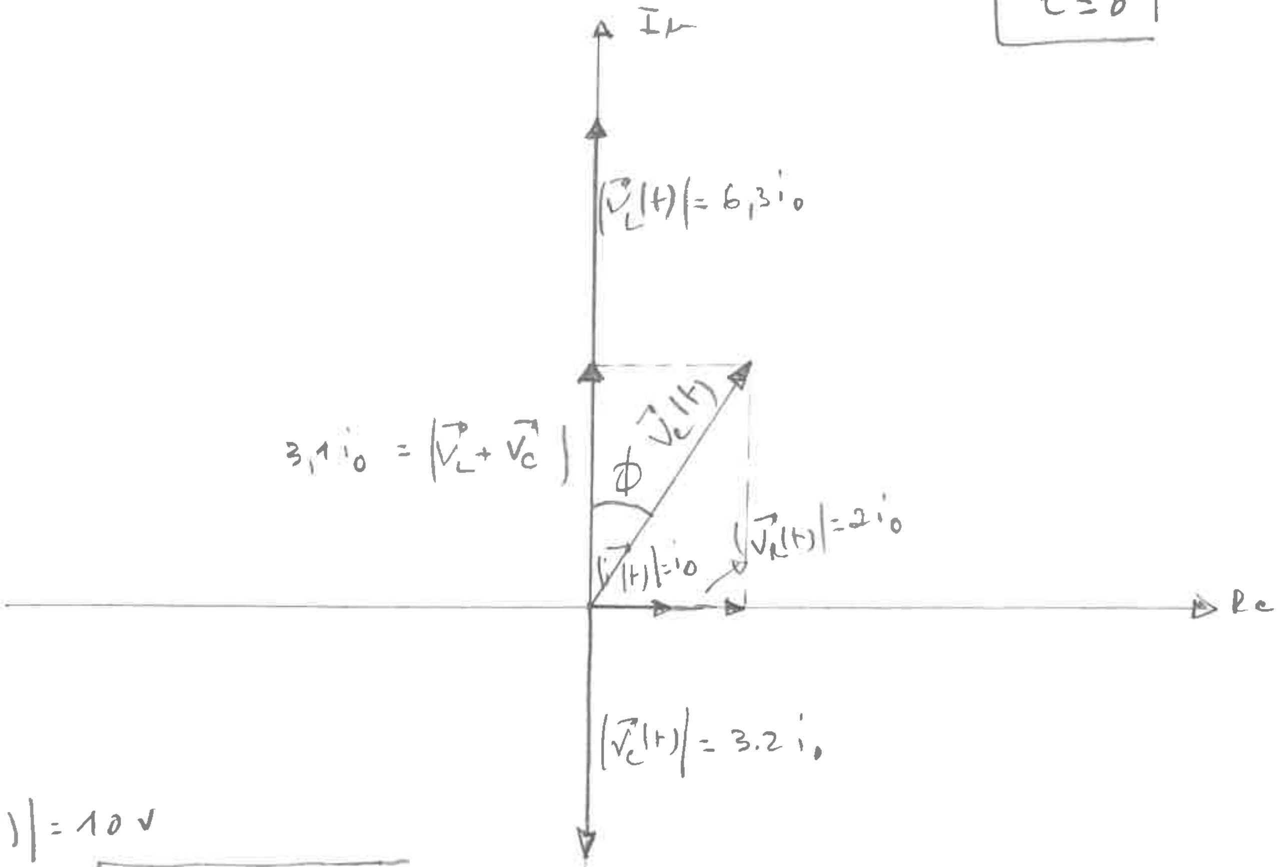
4.

a) $X_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{2\pi\times10^{3}\times50\times10^{-6}}\,\Omega \simeq 3,2\,\Omega$

$X_L = \omega L = 2\pi\times10^{3}\times1\times10^{-3}\,\Omega \simeq 6,3\,\Omega$

$(X_C \simeq 1,5\,X_R \;;\; X_L \simeq 3\,X_R)$

$\boxed{t=0}$



$|\vec{V}_e(t)| = 10\,V$

$|\vec{V}_e(t)| = \sqrt{(R i_0)^2 + (X_L - X_C)^2} =$

$= i_0\sqrt{2^2 + 3,1^2} \simeq 3.7\,i_0$

Logo, $i_0 = \dfrac{10}{3.7}\,A \simeq 2.7\,A$

b) $\vec{V}_s(t) = \vec{V}_L(t)$

$$f(\omega) = \frac{|\vec{V}_s(t)|}{|\vec{V}_e(t)|} = \frac{|\vec{V}_L(t)|}{10} = \frac{6{,}3 \times 2{,}7}{10} = 1{,}7$$

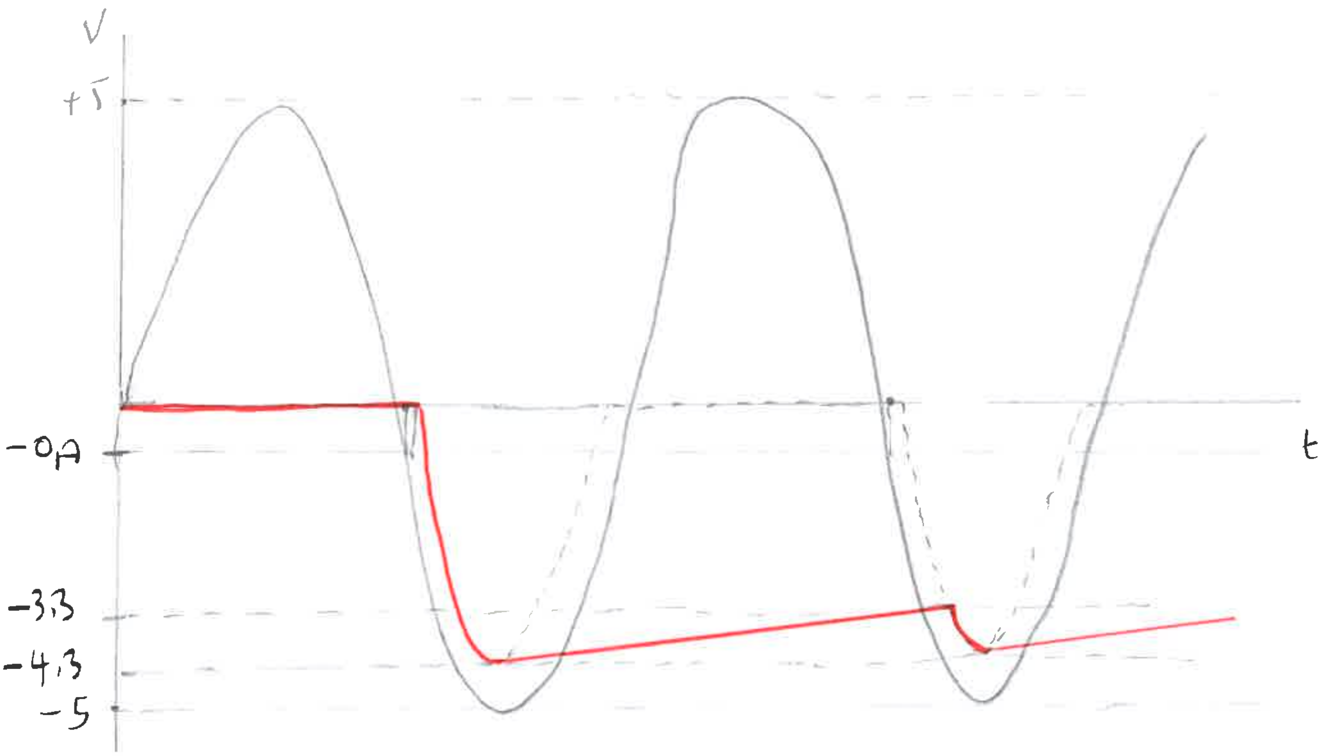
$$\phi(\omega) = + tg^{-1}\left(\frac{2\cancel{10}}{3{,}1\cancel{10}}\right) = + tg^{-1}\left(\frac{2}{3.1}\right) \simeq 32{,}8^\circ$$

c) $P_{REACTIVO} = 0 \Rightarrow X_L = X_C$

$$\frac{1}{\omega C} = \omega L \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{(2\pi \times 10^3)^2 \times 1 \times 10^{-3}} \simeq$$

$$\simeq 25\,\mu F$$

5.



$$\Delta V_c \leq \frac{(5-0{,}7)}{f R_c C} = \frac{4{,}3}{10^3 \times 10^3 \times C} \Rightarrow C > \frac{4.7}{10^3 \times 10^3} \simeq 4.7\,\mu F$$