



NºMec. _____

Nome: _____

Notas: - O seu teste está numerado no canto superior direito. Assine a folha de presenças na linha com esse nº.

- só é permitida calculadora sem capacidade de comunicação e material de escrita em papel; todo o restante material (incluindo pasta/mochila, portátil/tablet e telemóvel) deve ser depositado na parte baixa do anfiteatro;
- em cada questão só há uma resposta correcta; uma resposta certa vale 0,5 valores, uma errada desconta 0,1 valores e uma não resposta vale 0 valores; as respostas têm de ser assinaladas com um X na grelha abaixo; mais do que um X por coluna é considerado como resposta errada; a classificação final é convertida para uma escala de 0 a 20 valores;
- duração do teste: 70 minutos, sem tolerância.

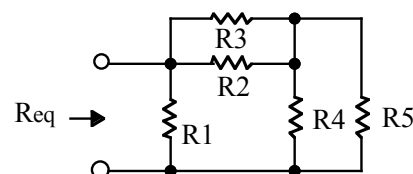
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
(a)																
(b)																
(c)																
(d)																

1. Numa resistência $R=1k\Omega$ mediu-se uma potência dissipada de $9mW$. Sendo I a corrente que a atravessa e V a tensão aos seus terminais, qual das seguintes respostas é verdadeira?

- (a) $I = 3 \times 10^{-3} mA$ (b) $I = 3mA$ (c) $I = 9mA$ (d) $V = 9V$

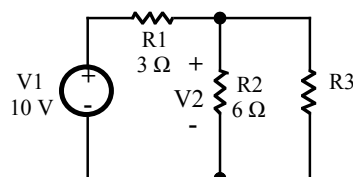
2. Com $R_1=R_2=R_3=R_4=R_5=R$, a resistência R_{eq} é dada por:

- (a) $R_{eq} = R/3$ (b) $R_{eq} = R/2$
(c) $R_{eq} = R$ (d) $R_{eq} = 2R$



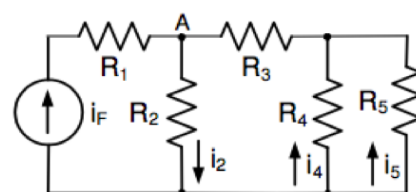
3. Sabendo que $V_2 = 4V$, determine R_3 :

- (a) $R_3 = 2 \Omega$ (b) $R_3 = 3 \Omega$
(c) $R_3 = 4 \Omega$ (d) $R_3 = 6 \Omega$



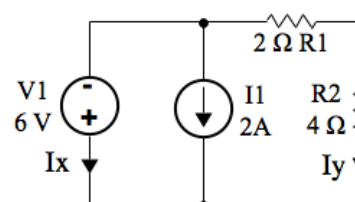
4. Considerando os sentidos das correntes indicados, uma equação de correntes para o nó A é:

- (a) $-i_F - i_2 + (i_4 + i_5) = 0$ (b) $i_F - i_2 - (i_4 + i_5) = 0$
(c) $i_F + i_2 - (i_4 + i_5) = 0$ (d) $i_F - i_2 + (i_4 + i_5) = 0$



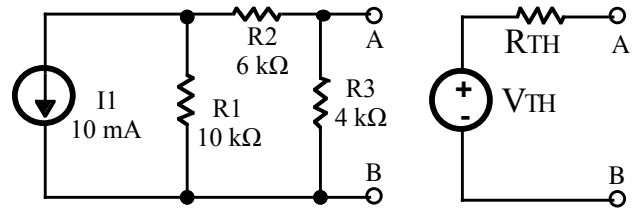
5. Aplicando sobreposição a corrente I_y é dada pela soma:

- (a) $0 - 1 = -1 A$ (b) $0 + 1 = 1 A$
(c) $-2 - 1 = -3 A$ (d) $2 + 1 = 3 A$



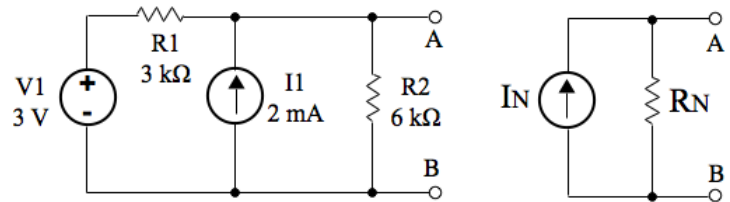
6. Os dois circuitos são equivalentes se:

- (a) $V_{TH} = -20 \text{ V}$ e $R_{TH} = 2,4 \text{ k}\Omega$
 (b) $V_{TH} = -20 \text{ V}$ e $R_{TH} = 3,2 \text{ k}\Omega$
 (c) $V_{TH} = 20 \text{ V}$ e $R_{TH} = 2,4 \text{ k}\Omega$
 (d) $V_{TH} = 20 \text{ V}$ e $R_{TH} = 3,2 \text{ k}\Omega$



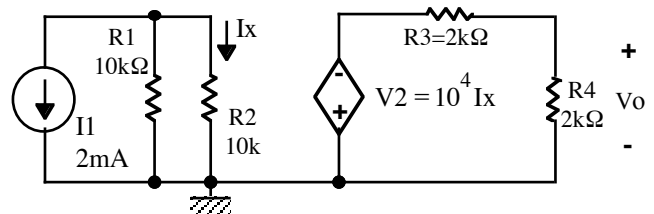
7. Os dois circuitos são equivalentes se:

- (a) $I_N = 1 \text{ mA}$; $R_N = 2 \text{ k}\Omega$
 (b) $I_N = 1 \text{ mA}$; $R_N = 9 \text{ k}\Omega$
 (c) $I_N = 3 \text{ mA}$; $R_N = 2 \text{ k}\Omega$
 (d) $I_N = 3 \text{ mA}$; $R_N = 9 \text{ k}\Omega$



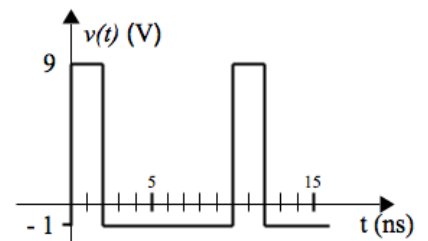
8. Para o circuito da direita calcule V_o :

- (a) $V_o = -5 \text{ V}$ (b) $V_o = -2 \text{ V}$
 (c) $V_o = +2 \text{ V}$ (d) $V_o = +5 \text{ V}$



9. Para o sinal à direita, determine o *duty-cycle* e o valor médio:

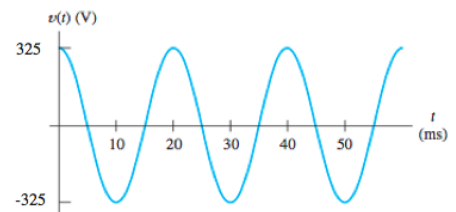
- (a) $\delta = 20\%$; $v_{med} = 1 \text{ V}$ (b) $\delta = 80\%$; $v_{med} = 1 \text{ V}$
 (c) $\delta = 20\%$; $v_{med} = -1 \text{ V}$ (d) $\delta = 80\%$; $v_{med} = -1 \text{ V}$



10. O sinal à direita alimenta uma resistência de $10,6 \text{ k}\Omega$.

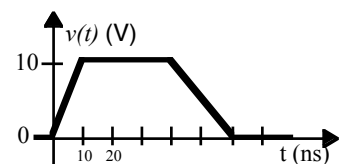
Determine, aproximadamente, a potência dissipada:

- (a) 0 W (b) 5 W
 (c) 10 W (d) 40 W



11. Para o sinal da figura, determine o tempo de descida:

- (a) 8 ns (b) 16 ns
 (c) 20 ns (d) 50 ns

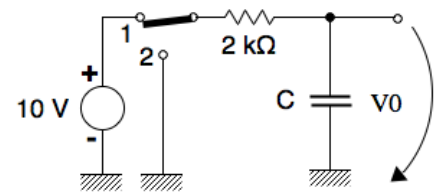


12. Para $t < 0$ s o comutador está na posição 1.

Em $t = 0$ s, o comutador muda para a posição 2, ligando a resistência à massa. Ao fim de 1ms, a tensão $V_0 = 3,68$ V.

Calcule, aproximadamente, o valor de C:

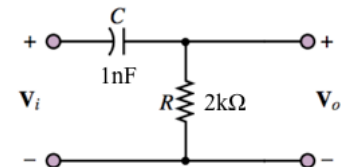
- (a) 50nF (b) 110nF
(c) 0,5μF (d) 1,1μF



13. O circuito à direita é do tipo Passa-Alto (PA) ou Passa-Baixo (PB) ?

Determine a sua frequência de corte. (se necessário aproxime o resultado)

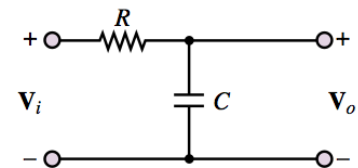
- (a) PA / 80 kHz (b) PB / 80 kHz
(c) PA / 0,5 MHz (d) PB / 0,5 MHz



14. No circuito à direita $R = 6,8$ kΩ e $C = 1,8$ nF. V_i é uma senoide com 10 Vpp.

Aproximadamente, a que frequência é que se obtém uma tensão V_o com 100 mVpp:

- (a) 13 kHz (b) 130 kHz
(c) 1,3 MHz (d) 13 MHz



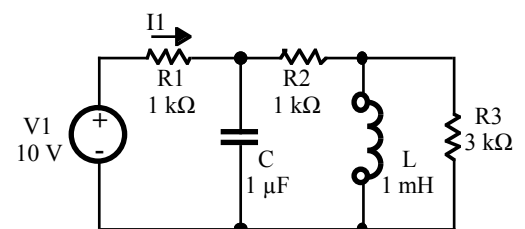
15. Considere um circuito LC série, com $L=1$ mH e $C=1,2$ μF, a funcionar à frequência de 4,6kHz.

Determine, aproximadamente, a impedância equivalente em módulo e fase.

- (a) 0Ω / -90° (b) 0Ω / +90° (c) 58Ω / -90° (d) 58Ω / +90°

16. O circuito à direita está em regime permanente, ou seja, está a funcionar há longo tempo. Calcule I_1 :

- (a) $I_1 = 0$ mA (b) $I_1 = 2$ mA
(c) $I_1 = 5$ mA (d) $I_1 = 10$ mA



$$v = \frac{dw}{dq} \quad i = \frac{dq}{dt} \quad p(t) = v(t)i(t) \quad w = \int_{t_1}^{t_2} p(t) dt \quad \mathbf{V} = \mathbf{R} \times \mathbf{I} \quad \Sigma \mathbf{I}_{in} = \Sigma \mathbf{I}_{out} \quad \Sigma \mathbf{V} = 0$$

$$R_{EQ} = \sum_{n=1}^N R_n \quad R_{EQ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad V_{R2} = V_i \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad I_{R2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_i$$

$$V_{med} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} v(t) dt \quad V_{ef} = V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} v^2(t) dt} \quad V_{ef} = V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi/T \quad \tau = RC \quad \tau = L/R \quad j^2 = -1$$

$$q_c = C v_c \quad i_c = C \frac{dv_c}{dt} \quad v_c(t) = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i_c dt + v_c(t_0) \quad w(t) = \frac{1}{2} C v_c^2(t) \quad z = a + j b$$

$$v_L = L \frac{di_L}{dt} \quad i_L(t) = \frac{1}{L} \int_{t_0}^t v_L dt + i_L(t_0) \quad w(t) = \frac{1}{2} L i_L^2(t) \quad |z| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$v_C(t) = V_i e^{-t/RC} \quad v_C(t) = V_s - V_s e^{-t/RC} \quad i_L(t) = I_f - I_f e^{-tR/L}$$

$$Z_C = -j \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{\omega C} \angle -90^\circ \quad Z_L = j\omega L = \omega L \angle 90^\circ$$

$$f_B = \frac{1}{2\pi RC} \quad H(f) = \frac{1}{1 + j(f/f_B)} \quad H(f) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{j(f/f_B)}{1 + j(f/f_B)} \quad |H(f)|_{dB} = 20 \log |H(f)|$$

$$V_r = I_{Lmed} T/C \quad I_{Lmed} \approx V_{Lmed}/R_L \quad V_r = I_{Lmed} T/2C$$

1. Numa resistência $R=1k\Omega$ mediu-se uma potência dissipada de $9mW$. Sendo I a corrente que a atravessa e V a tensão aos seus terminais, qual das seguintes respostas é verdadeira?

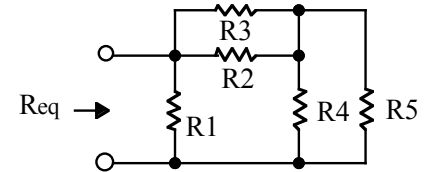
(a) $I = 3 \times 10^{-3}mA$ (b) $I = 3mA$ (c) $I = 9mA$ (d) $V = 9V$

Resposta: $P = R I^2 \Rightarrow I^2 = P/R = 9 \times 10^{-3} / 10^3 = 9 \times 10^{-6} \Rightarrow I = 3 \times 10^{-3} A = 3mA$

2. Com $R_1=R_2=R_3=R_4=R_5=R$, a resistência R_{eq} é dada por:

$R_{eq} = [(R_4//R_5) + (R_2 // R_3)] // R_1 = [R/2 + R/2] // R = R//R = R/2$

Resposta: $R_{eq} = R/2$



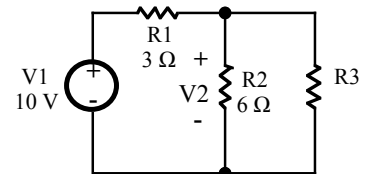
3. Sabendo que $V_2 = 4V$, determine R_3 :

$VR_1 = V_1 - V_2 = 10 - 4 = 6V = R_1 I_1 \Rightarrow I_1 = VR_1 / R_1 = 6 / 3 = 2A$

$I_2 = V_2 / R_2 = 4 / 6$ $I_3 = I_1 - I_2 = 2 - (4/6) = 8 / 6$

$VR_3 = V_2 = R_3 I_3 \Rightarrow R_3 = V_2 / I_3 = 4 / (8/6) = 3\Omega$

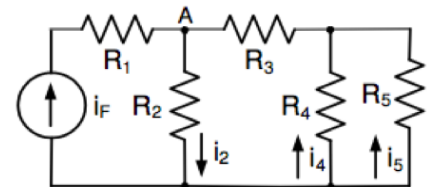
Resposta: $R_3 = 3 \Omega$



4. Considerando os sentidos das correntes indicados, uma equação de correntes para o nó A é:

Considerando o sentido de i_{R_3} da esquerda para a direita,

$i_{R_3} = -(i_4 + i_5)$, então, no nó A, vem $i_F - i_2 + (i_4 + i_5) = 0$

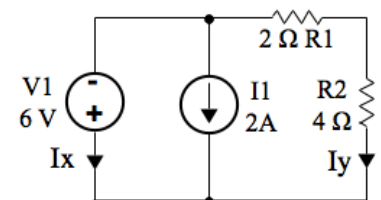


5. Aplicando sobreposição a corrente I_y é dada pela soma:

Curto-circuitando a fonte de tensão, toda a corrente I_1 passa no curto-circuito, pelo que $I_{ya} = 0A$

Abrindo a fonte de corrente: $I_{yb} = - V_1/(R_1+R_2) = - 6V/6\Omega = - 1A$

Resposta: $0 - 1 = - 1A$



6. Os dois circuitos são equivalentes se:

Abrindo I_1 , imediatamente se verifica que entre os pontos A e B temos

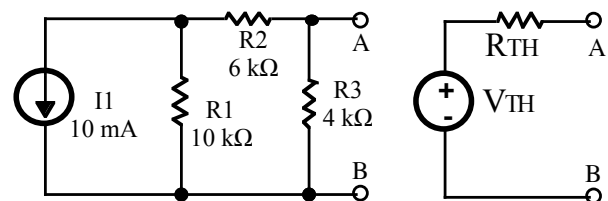
$R_{TH} = R_3/(R_2+R_1) = 4k\Omega/16k\Omega = 3,2k\Omega$

$V_{TH} = V_{AB}$ e $I_{R_3} = I_{R_2}$ (R_2 e R_3 em série)

Como R_1 está em paralelo com (R_2+R_3) e $R_1 = R_2 + R_3$, então I_1 divide-se igualmente (divisor de corrente) por R_1 e por (R_2+R_3) . Ou seja, $I_{R_3} = 5mA$ com o sentido de B para A.

$V_{TH} = V_{AB} = - I_{R_3} \times R_3 = - 5 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^3 = - 20V$

Resposta: $V_{TH} = - 20V$ e $R_{TH} = 3,2k\Omega$



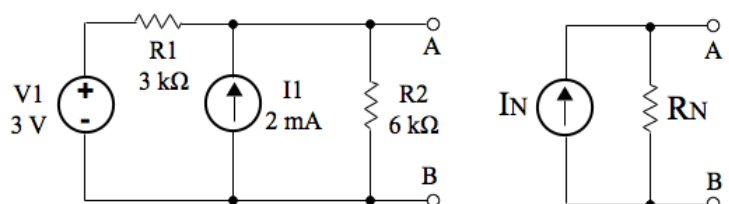
7. Os dois circuitos são equivalentes se:

R_N : abrindo I_1 e curto-circuitando V_1 , verifica-se imediatamente que entre os pontos A e B fica $R_N = R_2 // R_1 = 2k\Omega$

Com a saída em curto circuito:

$I_N = I_{AB} = I_{SC} = I_1 + I_{R_1} = I_1 + (V_1-0)/R_1 = 2 + (3/3) = 3mA$

Resposta: $I_N = 3mA$ e $R_N = 2k\Omega$



8. Para o circuito da direita calcule V_o :

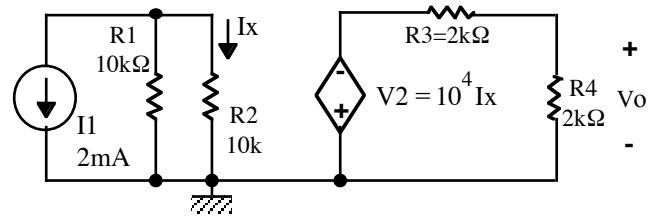
I_x vale metade de I_1 , porque $R_1=R_2$, mas têm sentidos opostos, ou seja, $I_x = -1\text{mA}$.

$$V_2 = 10^4 I_x = -10\text{V}$$

Pelo divisor de tensão e como V_2 e V_o têm polaridades opostas, temos

$$V_o = -V_2 R_4 / (R_3 + R_4) = -(-10/2) = +5\text{V}$$

Resposta: **$V_o = +5\text{V}$**

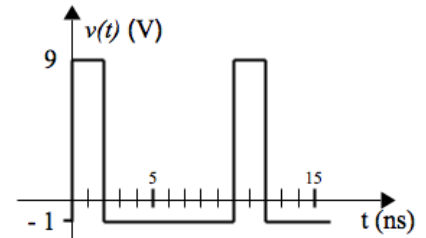


9. Para o sinal à direita, determine o *duty-cycle* e o valor médio:

$$T = 10\text{ ns} \quad \text{d} = t_{\text{high}} / T = 2 / 10 = 0,2$$

$$v_{\text{med}} = [9\text{V} \times 2\text{ns} + (-1\text{V} \times 8\text{ns})] / T = (18 - 8) / 10 = 1\text{V}$$

Resposta: **$\text{d} = 20\%$; $v_{\text{med}} = 1\text{V}$**



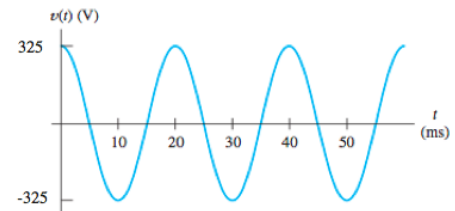
10. O sinal à direita alimenta uma resistência de $10,6\text{k}\Omega$.

Determine, aproximadamente, a potência dissipada:

$$v_{\text{eff}} = v_m / \sqrt{2} = 325 / 1,41 = 230\text{ Veff}$$

$$P = v_{\text{eff}}^2 / R = 230^2 / 10600 = 5\text{W}$$

Resposta: **$P = 5\text{W}$**



11. Para o sinal da figura, determine o tempo de descida:

$$v_{pp} = 10\text{Vpp} \quad 90\% \text{ de } v_{pp} = 9\text{V} \quad 10\% \text{ de } v_{pp} = 1\text{V}$$

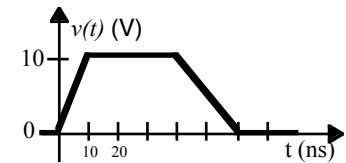
Temos de medir o tempo que o sinal demora a descer de 9V para 1V

O sinal desce 10V em 20ns, ou seja, 1V/ns pelo que:

$$v(t_1) = 9\text{V} \rightarrow t_1 = 42\text{ns}$$

$$v(t_2) = 1\text{V} \rightarrow t_2 = 58\text{ns}$$

Resposta: **$t_f = 58 - 42 = 16\text{ ns}$**



12. Para $t < 0\text{s}$ o comutador está na posição 1.

Em $t = 0\text{s}$, o comutador muda para a posição 2, ligando a resistência à massa. Ao fim de 1ms, a tensão $V_0 = 3,68\text{V}$.

Calcule, aproximadamente, o valor de C:

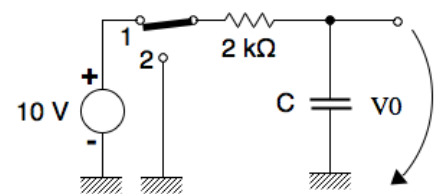
$t < 0\text{s}$: C carregou completamente através de $2\text{k}\Omega$ até aos 10V, pelo que $V_0 = 10\text{V}$.

$t > 0\text{s}$: C vai descarregar desde 10V até zero com uma constante de tempo $\tau = RC$:

$$3,68\text{V} = V_0(1\text{ms}) = V_0(0\text{s}) \times e^{-t/\tau} \Rightarrow e^{-1\text{ms}/\tau} = 3,68 / 10 \Rightarrow -1\text{ms}/\tau = \ln 0,368 = -1 \Rightarrow \tau = 1\text{ms}$$

$$C = \tau / R = 10^{-3} / 2 \times 10^3 = 0,5 \times 10^{-6} = 0,5\mu\text{F}$$

Resposta: **$0,5\mu\text{F}$**



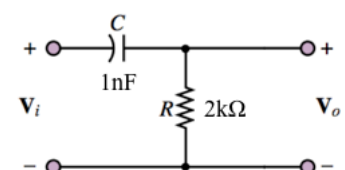
13. O circuito à direita é do tipo Passa-Alto (PA) ou Passa-Baixo (PB) ?

Determine a sua frequência de corte. (se necessário aproxime o resultado)

C está em série com o trajecto de V_{in} para $V_{out} \rightarrow$ Passa-Alto

$$f_c = 1/(2\pi RC) = 1/(2\pi \times 2 \times 10^3 \times 10^{-9}) = 80\text{ kHz}$$

Resposta: **PA / 80 kHz**



14. No circuito à direita $R = 6,8 \text{ k}\Omega$ e $C = 1,8 \text{ nF}$.

V_i é uma senoide com 10 Vpp .

Aproximadamente, a que frequência é que se obtém uma tensão V_o com 100 mVpp :

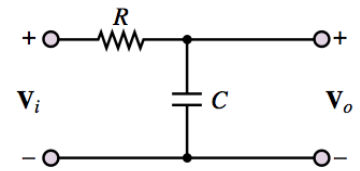
C está em paralelo com o trajecto de V_{in} para $V_{out} \rightarrow$ Passa-Baixo

$$f_c = 1/(2\pi RC) = 1/(2\pi \times 6,8 \times 10^3 \times 1,8 \times 10^{-9}) = 13 \text{ kHz}$$

Para a frequência a calcular, $V_o/V_i = 0,1 / 10 = 10^{-2}$ ou seja -40dB .

Num PB, a partir de f_c , o ganho cai com um declive de -20dB/década , pelo que, se o ganho caiu -40dB , isso significa que a frequência está 2 décadas acima de f_c . Isto é, $f = 100 f_c = 1300 \text{ kHz}$

Resposta: **$f = 1,3 \text{ MHz}$**



15. Considere um circuito LC série, com $L=1\text{mH}$ e $C=1,2\mu\text{F}$, a funcionar à frequência de $4,6\text{kHz}$.

Determine, aproximadamente, a impedância equivalente em módulo e fase.

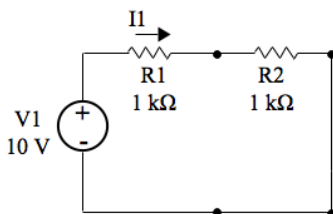
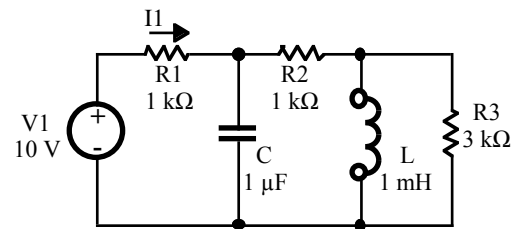
$$\begin{aligned} \text{Em série temos que } Z &= Z_L + Z_C = j\omega L + (1/j\omega C) = (j\omega L j\omega C + 1) / j\omega C = (1 - \omega^2 LC) / j\omega C = \\ &= [1 - (2\pi \times 4600)^2 \times 10^{-3} \times 1,2 \times 10^{-6}] / j\omega C \approx 0 / j\omega C \end{aligned}$$

$$|Z| = 0 \Omega \quad \phi(Z) = -\text{atan}(j) = -90^\circ$$

Resposta: **$0\Omega / -90^\circ$**

16. O circuito à direita está em regime permanente, ou seja, está a funcionar há longo tempo. Calcule I_1 :

Em regime permanente, e em corrente contínua, C comporta-se como um circuito aberto e L como um curto-circuito. Desenhando o circuito equivalente



$$\text{Obtém-se que } I_1 = V_1 / (R_1 + R_2) = 10 / (2 \times 10^3) = 5\text{mA}$$

Resposta: **5 mA**