

Cognoms i Nom:

Codi

Examen FINAL de Física  
19 de gener de 2022

Model A

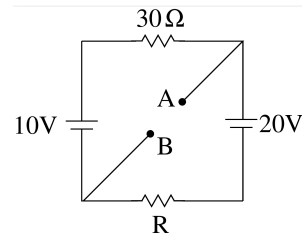
**Qüestions: 40% de l'examen**

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta. Encerceleu-la de manera clara.

Puntuació: correcta = 1 punt, incorrecta = -0.25 punts, en blanc = 0 punts.

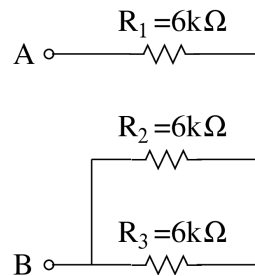
**T1)** Donat el circuit de la figura, determineu el valor de  $R$  sabent que la resistència que connectada entre  $A$  i  $B$  dissipa la màxima potència és de valor  $12 \Omega$ .

- a)  $R = 15 \Omega$ .                      b)  $R = 50 \Omega$ .  
c)  $R = 20 \Omega$ .                      d)  $R = 12 \Omega$ .



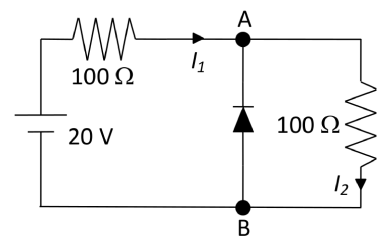
**T2)** Les tres resistències de la combinació de la figura són de  $6 \text{ k}\Omega$ . Quina intensitat circula per cadascuna si  $V_A - V_B = 18 \text{ V}$ ?

- a)  $I_1 = 2 \text{ mA}$ ,  $I_2 = 1 \text{ mA}$ ,  $I_3 = 1 \text{ mA}$ .  
b)  $I_1 = 3 \text{ mA}$ ,  $I_2 = 6 \text{ mA}$ ,  $I_3 = 6 \text{ mA}$ .  
c)  $I_1 = 1 \text{ mA}$ ,  $I_2 = 2 \text{ mA}$ ,  $I_3 = 2 \text{ mA}$ .  
d)  $I_1 = 6 \text{ mA}$ ,  $I_2 = 3 \text{ mA}$ ,  $I_3 = 3 \text{ mA}$ .



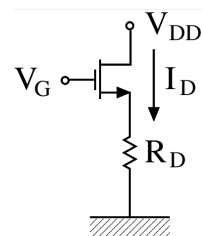
**T3)** Si el potencial de contacte del díode del circuit de la figura és de  $0.7 \text{ V}$ , digueu quina de les següents afirmacions és la correcta:

- a)  $V_{AB} = 20 \text{ V}$ .                      b)  $I_1 = I_2 = 100 \text{ mA}$ .  
c)  $I_2 = 150 \text{ mA}$ .                      d) Pel díode circula un corrent de  $186 \text{ mA}$ .



**T4)** El transistor de la figura té els paràmetres  $\beta = 0.2 \text{ mA/V}^2$  i  $V_T = 1 \text{ V}$ . Determineu el valor de la resistència  $R_D$  sabent que quan  $V_G = V_{DD} = 5 \text{ V}$ , el corrent de drenador és  $I_D = 0.4 \text{ mA}$ .

- a)  $32 \text{ k}\Omega$                               b)  $4 \text{ k}\Omega$   
c)  $5 \text{ k}\Omega$                               d)  $10 \text{ k}\Omega$





Cognoms i Nom:

Codi

Examen FINAL de Física  
19 de gener de 2022

Model B

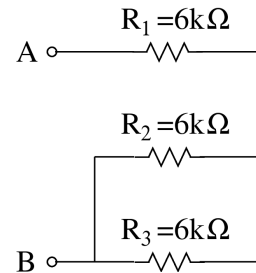
Qüestions: 40% de l'examen

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta. Encercleu-la de manera clara.

Puntuació: correcta = 1 punt, incorrecta = -0.25 punts, en blanc = 0 punts.

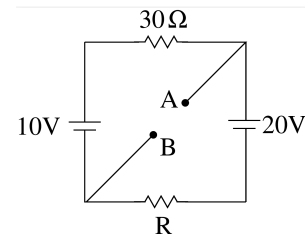
**T1)** Les tres resistències de la combinació de la figura són de  $6\text{ k}\Omega$ . Quina intensitat circula per cadascuna si  $V_A - V_B = 18\text{ V}$ ?

- a)  $I_1 = 3\text{ mA}$ ,  $I_2 = 6\text{ mA}$ ,  $I_3 = 6\text{ mA}$ .
- b)  $I_1 = 2\text{ mA}$ ,  $I_2 = 1\text{ mA}$ ,  $I_3 = 1\text{ mA}$ .
- c)  $I_1 = 1\text{ mA}$ ,  $I_2 = 2\text{ mA}$ ,  $I_3 = 2\text{ mA}$ .
- d)  $I_1 = 6\text{ mA}$ ,  $I_2 = 3\text{ mA}$ ,  $I_3 = 3\text{ mA}$ .



**T2)** Donat el circuit de la figura, determineu el valor de  $R$  sabent que la resistència que connectada entre  $A$  i  $B$  dissipa la màxima potència és de valor  $12\ \Omega$ .

- a)  $R = 12\ \Omega$ .
- b)  $R = 20\ \Omega$ .
- c)  $R = 50\ \Omega$ .
- d)  $R = 15\ \Omega$ .

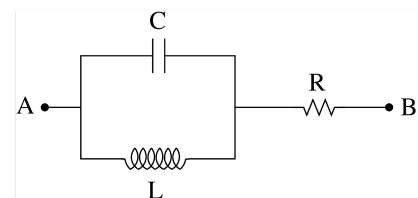


**T3)** Un circuit RLC sèrie té la freqüència angular de ressonància  $\omega_0 = 200\text{ rad/s}$ . Si quan es treballa a una freqüència desconeguda els valors de la reactància inductiva i capacitiva són  $X_L = 2\ \Omega$  i  $X_C = 50\ \Omega$ , podem afirmar que els valors de  $L$  i  $C$  del circuit són:

- a)  $L = 0.05\text{ H}$ ,  $C = 500\ \mu\text{F}$ .
- b)  $L = 0.02\text{ H}$ ,  $C = 500\ \mu\text{F}$ .
- c)  $L = 5\text{ H}$ ,  $C = 200\ \mu\text{F}$ .
- d)  $L = 2\text{ H}$ ,  $C = 500\ \mu\text{F}$ .

**T4)** Al circuit de la figura la capacitat del condensador és  $C = 5\ \mu\text{F}$  i el coeficient d'autoinducció de la bobina és  $L = 0.2\text{ H}$ . Trobeu el valor de la resistència  $R$  que fa que el factor de potència sigui 0.5 sabent que la freqüència del senyal que hi circula és  $f = 50\text{ Hz}$ .

- a)  $R = 210.24\ \Omega$ .
- b)  $R = 40.25\ \Omega$ .
- c)  $R = 137.12\ \Omega$ .
- d)  $R = 331.27\ \Omega$ .

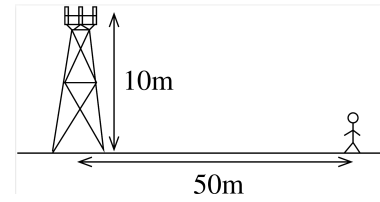


**T5)** En un circuit RC, el condensador es troba inicialment descarregat. Si  $\tau$  és la constant de temps, podem dir que el temps que triga el condensador en carregar-se fins la quarta part de la càrrega final és:

- a)  $\frac{1}{RC} \ln 0.25$ .
- b)  $\frac{1}{RC} \ln 0.75$ .
- c)  $-RC \ln 0.75$ .
- d)  $-RC \ln 0.25$ .

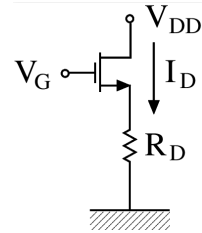
**T6)** Una antena de la xarxa de telefonia mòbil situada a 10 metres d'alçada emet uniformement en totes les direccions amb una potència d'emissió de 3 kW. L'amplitud del camp elèctric que arriba a un observador situat a 50 m del peu de l'antena és: (dades:  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N m}^2)$ )

- a)  $E_0 = 8.3 \text{ V/m}$ .                      b)  $E_0 = 12.8 \text{ V/m}$ .  
 c)  $E_0 = 4.2 \text{ V/m}$ .                      d)  $E_0 = 6.7 \text{ V/m}$ .



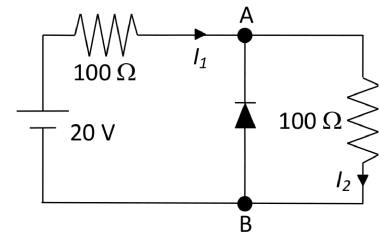
**T7)** El transistor de la figura té els paràmetres  $\beta = 0.2 \text{ mA/V}^2$  i  $V_T = 1 \text{ V}$ . Determineu el valor de la resistència  $R_D$  sabent que quan  $V_G = V_{DD} = 5 \text{ V}$ , el corrent de drenador és  $I_D = 0.4 \text{ mA}$ .

- a)  $10 \text{ k}\Omega$                                       b)  $4 \text{ k}\Omega$   
 c)  $32 \text{ k}\Omega$                                       d)  $5 \text{ k}\Omega$



**T8)** Si el potencial de contacte del díode del circuit de la figura és de 0.7 V, digueu quina de les següents afirmacions és la correcta:

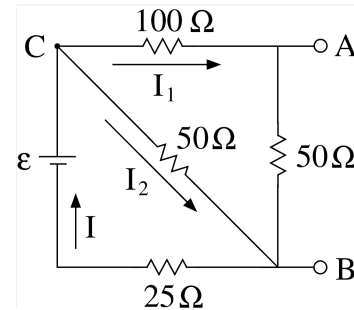
- a)  $I_2 = 150 \text{ mA}$ .                              b)  $V_{AB} = 20 \text{ V}$ .  
 c)  $I_1 = I_2 = 100 \text{ mA}$ .                      d) Pel díode circula un corrent de 186 mA.



**Problema 1 (20% de l'examen)**

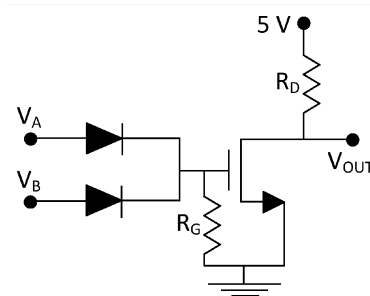
En el circuit de la figura mesurem  $V_A - V_B$  en circuit obert i veiem que val 3.5 V. Trobeu:

- Els valors de  $I$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  i  $\epsilon$ . (4p)
- El circuit equivalent Thévenin entre  $A$  i  $B$ . (4p)
- La càrrega al règim estacionari d'un condensador de  $5 \mu\text{F}$  connectat entre  $A$  i  $B$ . (2p)

**Problema 2 (20% de l'examen)**

El circuit de la figura està format per dues resistències ( $R_G = 1 \text{ k}\Omega$  i  $R_D = 100 \Omega$ ), dos díodes amb un potencial de contacte  $V_\gamma = 0.7 \text{ V}$ , i un transistor NMOS amb uns paràmetres característics  $\beta = 2 \text{ mA/V}^2$  i  $V_T = 1 \text{ V}$ . Si la tensió a les entrades dels dos díodes és de 5 V, determineu:

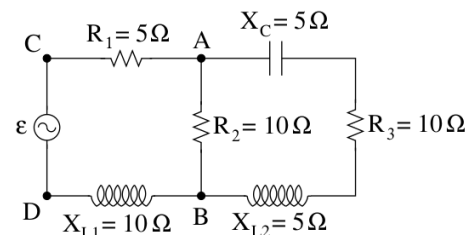
- El potencial de la porta i la intensitat que circula per la resistència  $R_G$ . (3p)
- La intensitat que circula per la resistència  $R_D$  i la tensió a la sortida  $V_{OUT}$ . En quina zona treballa el transistor? (4p)
- Determineu per quin valor de la resistència  $R_D$  el transistor passa de treballar en règim de saturació a treballar en règim òhmic. (3p)

**Problema 3 (20% de l'examen)**

La tensió instantània del generador del circuit de la figura és:  $\epsilon(t) = 220\sqrt{2} \cos(100\pi t) \text{ V}$ .

Determineu:

- La impedància equivalent que mostra el circuit a la dreta dels punts  $C$  i  $D$ . (3p).
- Les intensitats instantànies que circulen pels diferents elements (4p).
- Quin element s'hauria de connectar en paral·lel entre els punts  $C$  i  $D$  per tal de corregir el factor de potència del conjunt? Quant val la seva reactància? Calculeu el coeficient d'autoinducció o la capacitat si es tracta respectivament d'una bobina o un condensador (3p).



## Respostes correctes de les qüestions del Test

Qüestió	Model A	Model B
T1)	c	b
T2)	a	b
T3)	b	a
T4)	c	b
T5)	c	c
T6)	a	a
T7)	d	d
T8)	c	c

### Resolució del Model A

**T1)** La resistència que connectada entre A i B dissipa la màxima potència és de valor igual a la resistència de Thévenin del circuit entre aquests dos punts en circuit obert. La resistència de Thévenin del circuit és troba fent el paral·lel de  $R$  amb la resistència de  $30\ \Omega$ . Amb tot aixó obtenim la condició

$$\frac{1}{30} + \frac{1}{R} = \frac{1}{12}$$

d'on resulta  $R = 20\ \Omega$ .

**T2)** Les resistències  $R_3$  i  $R_3$  es troben connectades en paral·lel, i per tant la seva resistència equivalent és  $3\ \text{k}\Omega$ . Aquest conjunt es troba connectat en sèrie amb  $R_1$ , i aixó fa que la resistència total sigui  $R_{eq} = 9\ \text{k}\Omega$ . Per tant, amb  $V_A - V_B = 18\ \text{V}$ , resulta  $I_1 = (V_A - V_B)/R_{eq} = 2\ \text{mA}$ . Per altra banda al ser  $R_2 = R_3$ , resulta  $I_2 = I_3 = I_1/2 = 1\ \text{mA}$ .

**T3)** El díode està en polarització inversa, per la qual cosa no condueix i per les dues resistències circula la mateixa intensitat:  $I_1 = I_2 = 20/(100 + 100) = 0.1\ \text{A} = 100\ \text{mA}$ . Així doncs, la diferència de potencial  $V_{AB} = 100 \cdot 0.1 = 10\ \text{V}$ .

**T4)** Com que  $V_G = V_D = 5\ \text{V}$ , resulta  $V_G - V_T = 5 - 1 = 4 < 5 = V_D$  i per tant veiem que  $0 < V_{GS} - V_T < V_{DS}$ , de forma que el transistor treballa en saturació per qualsevol valor de  $V_S$  entre  $0\ \text{V}$  i  $5\ \text{V}$ . Sabent el valor del corrent  $I_{DS} = 0.4\ \text{mA}$  i el fet que  $I_{DS} = \frac{1}{2}\beta(V_{GS} - V_T)^2$  en saturació, trobem  $V_S = V_G - V_T - \sqrt{\frac{2I_{DS}}{\beta}} = 5 - 1 - \sqrt{\frac{2 \cdot (4 \cdot 10^{-4})}{2 \cdot 10^{-4}}} = 2\ \text{V}$ . A partir d'aquest valor, apliquem la llei d'Ohm a la resistència i obtenim  $R_D = V_S/I_{DS} = 2/(4 \cdot 10^{-4}) = 5\ \text{k}\Omega$ .

**T5)** Amb un factor de potència  $\cos\varphi = 0.5$  el desfasament entre intensitat i tensió és de  $60^\circ$ . El condensador i la bobina es troben connectats en paral·lel, i per tant la impedància  $Z_{||}$  d'aquesta part del circuit és

$$\frac{1}{Z_{||}} = \frac{1}{jL\omega} + \frac{1}{-j(1/C\omega)} \quad \rightarrow \quad Z_{||} = j\frac{1}{\frac{1}{L\omega} - C\omega},$$

que és imaginària pura. Al connectar-la en sèrie amb la resistència, obtenim una impedància equivalent  $Z = R + j\frac{1}{\frac{1}{L\omega} - C\omega}$ , d'on resulta

$$\tan\varphi = \frac{\left(\frac{1}{\frac{1}{L\omega} - C\omega}\right)}{R} \quad \rightarrow \quad R = \frac{\left(\frac{1}{\frac{1}{L\omega} - C\omega}\right)}{\tan\varphi}.$$

Substituint, amb  $\omega = 2\pi \cdot 50$ , resulta  $R = 40.25 \Omega$ .

**T6)** La càrrega del condensador en funció del temps és  $Q(t) = Q_{final}(1 - e^{-t/\tau})$  amb  $\tau = RC$  la constant de temps. En el nostre cas  $Q_{final}(1 - e^{-t/\tau}) = 0.25 Q_{final}$  i per tant  $e^{-t/\tau} = 1 - 0.25 = 0.75$ . D'aquí traiem el resultat final  $t = -\tau \ln 0.75$ .

**T7)** La condició de ressonància al circuit RLC sèrie és  $L\omega_0 = \frac{1}{C\omega_0}$  on  $\omega_0 = 200 \text{ rad/s}$  és la freqüència a la que ressona el circuit. Al nostre cas i amb les dades de l'enunciat, això vol dir

$$LC = \frac{1}{\omega_0^2} = \frac{1}{40000}$$

Per altra banda, a la freqüència angular desconeguda  $\omega$  les reactàncies són  $X_L = L\omega = 2 \Omega$  i  $X_C = 1/C\omega = 50 \Omega$ , de forma que

$$X_L X_C = (L\omega) \left( \frac{1}{C\omega} \right) = \frac{L}{C} = 100 \Omega .$$

Multiplicant els dos resultats anteriors obtenim

$$(LC) \left( \frac{L}{C} \right) = L^2 = \frac{100}{40000} \quad \rightarrow \quad L = \frac{1}{20} = 0.05 \text{ H}$$

i a partir de la primera relació

$$C = \frac{1}{L\omega_0^2} = \frac{1}{0.05 \cdot 200^2} = 500 \mu\text{F} .$$

**T8)** L'antena emet amb una potència  $P$  i la intensitat mitjana de l'ona que arriba a l'observador situat a una distància  $r$  és  $I = P/S$  on  $S = 4\pi r^2$  ja que l'ona és esfèrica i emet uniformement. D'altra banda, la intensitat que rep l'observador és  $I = c\eta$  on  $\eta = \epsilon_0 E_0^2/2$  és la densitat d'energia que transporta l'ona. Igualant termes resulta

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} = c\eta = c \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2 \quad \rightarrow \quad E_0 = \sqrt{\frac{P}{2\pi r^2 c \epsilon_0}} = 8.3 \text{ V/m} .$$

## Resolució del Problema 1

- a) Com veiem a la figura,  $50I_1 = 3.5 = V_A - V_B$ , i per tant  $I_1 = 70 \text{ mA}$ . A partir d'aquí resulta  $V_C - V_B = 150I_1 = 10.5 \text{ V} = 50I_2$ , i per tant obtenim  $I_2 = 210 \text{ mA}$ . Sumant, obtindrem la intensitat total  $I = I_1 + I_2 = 280 \text{ mA}$ . Com  $V_C - V_B = 10.5 \text{ V} = \epsilon - 25I$ , resulta finalment  $\epsilon = 17.5 \text{ V}$ .
- b) Al trobar-se el circuit obert, la tensió Thévenin és precisament la donada a l'enunciat,  $V_{Th} = V_A - V_B = 3.5 \text{ V}$ .
- Pel que fa a la resistència de Thévenin, curtcircuitem la font i combinem les resistències. La resistència de  $25 \Omega$  en paral·lel amb la inclinada de  $50 \Omega$  dóna  $50/3 \Omega$ . Aquesta es troba en sèrie amb la de  $100 \Omega$ , donant  $350/3 \Omega$ . Finalment, cal combinar-la en paral·lel amb la vertical de  $50 \Omega$ , arribant al resultat final de  $35 \Omega$ .
- c) Substituint el circuit pel seu equivalent de Thévenin, la diferència de potencial a extrems del condensador passa a ser la tensió de Thévenin, i la càrrega del condensador és  $Q = C \cdot V = 5 \mu\text{F} \cdot 3.5 \text{ V} = 17.5 \mu\text{C}$ .

## Resolució del Problema 2

- a) Com que  $V_A = V_B = 5 \text{ V}$ , els dos díodes estan en polarització directa i la tensió als càtodes (part n) dels díodes, igual a la tensió a la porta del transistor, és:  $V_G = 5 - V_\gamma = 4.3 \text{ V}$ . La intensitat que circula per  $R_G$  és:  $V_G/R_G = 4.3 \text{ mA}$ .
- b) Com que la font està connectada a terra, la tensió a la porta és igual a la diferència de potencial porta-font:  $V_{GS} = 4.3 \text{ V}$ . Si suposem que el transistor treballa en règim de saturació, tenim  $I_D = \beta V_{GT}^2/2 = 2 \cdot (4.3 - 1)^2/2 = 10.89 \text{ mA}$ . Per tant, la tensió a la sortida és  $V_{OUT} = V_{DS} = V_{DD} - R_D I_D = 5 - 100 \cdot 0.01089 = 3.91 \text{ V}$ . Com  $V_{DS} = 3.91 > (4.3 - 1) = 3.3 = V_{GT}$ , efectivament el transistor treballa en saturació. Per tant els valors anteriors són els correctes.
- c) A l'apartat anterior hem vist que la intensitat  $I_D$  en saturació és  $0.01089 \text{ A}$ . Per tant, la tensió drenador-font resulta ser  $V_{DS} = V_{DD} - R_D I_D = 5 - 0.01089 R_D$ . Com la condició de saturació és  $V_{DS} > V_{GT}$ , obtenim  $5 - 0.01089 R_D > (4.3 - 1) = 3.3$ . Per tant  $R_D > (5 - 3.3)/0.01089 = 156 \Omega$ . Per tant, el valor de transició és  $R_D = 156 \Omega$ .

## Resolució del Problema 3

- a) La impedància de la branca de la dreta dels punts A i B, formada pel condensador, la resistència  $R_3$  i la bobina  $L_2$ , val  $10 \Omega$ , ja que les reactàncies de la bobina i del condensador són iguals i s'anul·len al fer la suma. El circuit, per tant, és equivalent a la branca de l'esquerra (generador, bobina  $L_1$  i resistència  $R_1$ ) i les resistències  $R_2$  i  $R_3$  connectades en paral·lel. Justament com estan en paral·lel, la resistència equivalent  $R_{23}$  serà de  $5 \Omega$ . Per tant, la impedància total equivalent del conjunt a la dreta dels punts C i D serà la corresponent a l'associació en sèrie de dues resistències  $R_1$  i  $R_{23}$  de  $5 \Omega$  i una bobina amb una reactància  $X_{L_1}$  de  $10 \Omega$ . És a dir  $\bar{Z}_{eq} = (5 + 5) + 10j = 10 + 10j = 10\sqrt{2}|_{45^\circ} \Omega$ .
- b) La intensitat  $I_1$  que circula per  $R_1$  i  $L_1$  és la que circula per la impedància equivalent a la dreta dels punts C i D calculada a l'apartat anterior. És a dir:  $\bar{I}_1 = \bar{\epsilon}/\bar{Z}_{eq} = 220\sqrt{2}|_{0^\circ}/10\sqrt{2}|_{45^\circ} = 22|_{-45^\circ} \text{ A}$ .



Per calcular les intensitats  $I_2$  (que circula per  $R_2$ ) i  $I_3$  (que circula per  $R_3$ ,  $C$  i  $L_2$ ) ens cal obtenir primer la tensió  $V_{AB}$  que cau entre A i B:  $\bar{V}_{AB} = R_{23}\bar{I}_1 = 5 \cdot 22|_{-45^\circ} = 110|_{-45^\circ}$  V. Per tant, les intensitats són:  $\bar{I}_2 = \bar{V}_{AB}/R_2 = 110/10|_{-45^\circ} = 11|_{-45^\circ}$  A i  $\bar{I}_3 = \bar{V}_{AB}/R_3 = 110/10|_{-45^\circ} = 11|_{-45^\circ}$  A.

- c) Com  $\bar{Z}_{eq} = 10 + 10j$ , la reactància és positiva, i per tant l'element que hem de connectar en paral·lel és un condensador de reactància:  $X' = -Z_{eq}^2/X = -200/10 = -20 \Omega$ . La capacitat del condensador és:  $C = 1/\omega X' = 1/(2\pi \cdot 50 \cdot 20) = 159.15 \mu\text{F}$ .
- d) L'equivalent de Thévenin entre A i B consta d'un generador de fem  $\varepsilon_{Th} = \bar{V}_{AB} = 110|_{-45^\circ}$  V en sèrie amb una impedància  $Z_{Th}$ , que resulta de fer l'associació en paral·lel de les tres branques del circuit connectades als nusos A i B un cop curtcircuitada la font de tensió. Així doncs,  $Z_{Th}$  s'obté associant la impedància formada per la unió en sèrie de  $R_1$  i  $L_1$ , la formada només per  $R_2$ , i la que resulta de l'associació en sèrie de  $R_3$ ,  $L_2$  i  $C$ . Per tant:  $1/\bar{Z}_{Th} = 1/(5 + 10j) + 1/10 + 1/(10 + (5 - 5)j) = (6 - 2j)/25$ . Finalment:  $\bar{Z}_{Th} = 25(6 + 2j)/40 = 3.75 + 1.25j = 3.95|_{18.4^\circ} \Omega$ .