

Examen parcial de Física - Corrent Continu i Corrent Altern
2 de novembre de 2022
Qüestions: 40% de l'examen

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

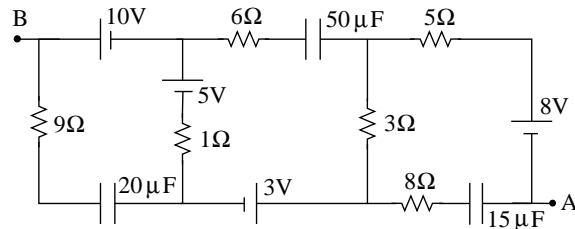
Puntuació: correcta = 1 punt, incorrecta = -0.25 punts, en blanc = 0 punts.

T1) Els borns positius de dues bateries de fem ε_1 i ε_2 estan connectats entre sí. El circuit es completa connectant també entre sí els borns negatius. Si les dues bateries tenen la mateixa resistència interna r i $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$, la potència elèctrica que subministra al circuit la bateria de fem més gran val

- a) ε_2^2/r .
 b) $\varepsilon_2^2/(2r)$.
 c) $(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \cdot \varepsilon_2/(2r)$.
 d) $(\varepsilon_2^2 - \varepsilon_1^2)/(4r)$.

T2) Sabem que el corrent que entra pel punt A del circuit de la figura val 2 A. A l'estat estacionari, la diferència de potencial $V_B - V_A$ és:

- a) $V_B - V_A = 22 \text{ V}$.
 b) $V_B - V_A = 11 \text{ V}$.
 c) $V_B - V_A = -2 \text{ V}$.
 d) $V_B - V_A = 2 \text{ V}$.

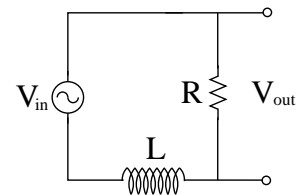


T3) Si τ és la constant de temps d'un circuit RC i el condensador està carregat inicialment, quant de temps cal deixar passar perquè la seva energia electrostàtica sigui un 25% de la inicial?

- a) 1.386τ .
 b) 2.773τ .
 c) 0.693τ .
 d) 0.288τ .

T4) La funció de transferència d'un filtre es defineix com $|V_{out}/V_{in}|$. En el cas del circuit de la figura és cert que

- a) es tracta d'un filtre passaalts.
 b) la funció de transferència per $\omega = R/L$ val $\sqrt{2}$.
 c) la funció de transferència per $\omega = 0$ val ∞ .
 d) la funció de transferència per $\omega = 2R/L$ val $1/\sqrt{5}$.



T5) Una connexió de fibra òptica té una velocitat de transmissió $v = 100 \text{ Gbit/s}$. El seu ample de banda f_b (BW) i la durada mínima del pols (τ) que pot transmetre valen

- a) $f_b = 100 \text{ GHz}$, $\tau = 0.01 \text{ ns}$.
 b) $f_b = 200 \text{ GHz}$, $\tau = 0.01 \text{ ns}$.
 c) $f_b = 100 \text{ GHz}$, $\tau = 0.005 \text{ ns}$.
 d) $f_b = 200 \text{ GHz}$, $\tau = 0.005 \text{ ns}$.

Examen parcial de Física - Corrent Continu i Corrent Altern
2 de novembre de 2022

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) Si τ és la constant de temps d'un circuit RC i el condensador està carregat inicialment, quant de temps cal deixar passar perquè la seva energia electrostàtica sigui un 25% de la inicial?

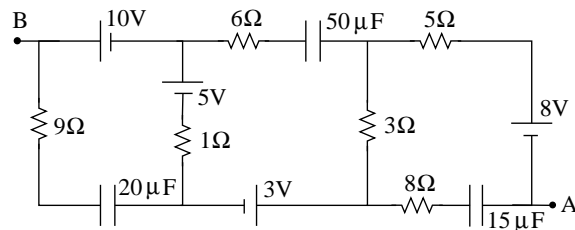
- a) 0.693τ . b) 0.288τ . c) 2.773τ . d) 1.386τ .

T2) Una connexió de fibra òptica té una velocitat de transmissió $v = 100$ Gbit/s. El seu ample de banda f_b (BW) i la durada mínima del pols (τ) que pot transmetre valen

- a) $f_b = 200$ GHz, $\tau = 0.005$ ns. b) $f_b = 100$ GHz, $\tau = 0.005$ ns.
c) $f_b = 100$ GHz, $\tau = 0.01$ ns. d) $f_b = 200$ GHz, $\tau = 0.01$ ns.

T3) Sabem que el corrent que entra pel punt A del circuit de la figura val 2 A. A l'estat estacionari, la diferència de potencial $V_B - V_A$ és:

- a) $V_B - V_A = -2$ V.
b) $V_B - V_A = 11$ V.
c) $V_B - V_A = 2$ V.
d) $V_B - V_A = 22$ V.

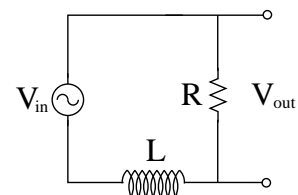


T4) Els borns positius de dues bateries de fem ε_1 i ε_2 estan connectats entre sí. El circuit es completa connectant també entre sí els borns negatius. Si les dues bateries tenen la mateixa resistència interna r i $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$, la potència elèctrica que subministra al circuit la bateria de fem més gran val

- a) ε_2^2/r . b) $(\varepsilon_2^2 - \varepsilon_1^2)/(4r)$.
c) $(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \cdot \varepsilon_2/(2r)$. d) $\varepsilon_2^2/(2r)$.

T5) La funció de transferència d'un filtre es defineix com $|V_{out}/V_{in}|$. En el cas del circuit de la figura és cert que

- a) la funció de transferència per $\omega = 2R/L$ val $1/\sqrt{5}$.
b) la funció de transferència per $\omega = 0$ val ∞ .
c) es tracta d'un filtre passaalts.
d) la funció de transferència per $\omega = R/L$ val $\sqrt{2}$.

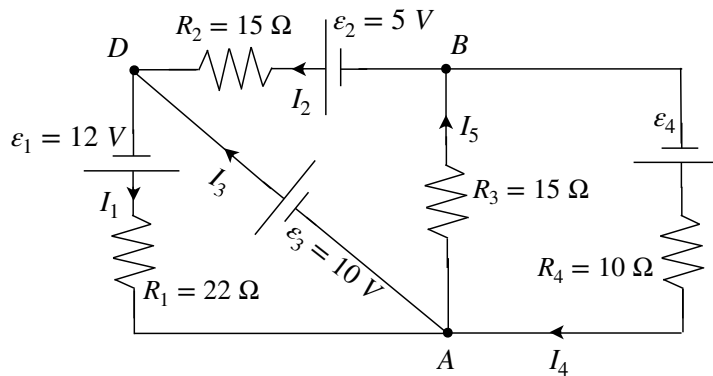


Examen parcial de Física - Corrent Continu i Corrent Altern
2 de novembre de 2022

Problema 1: 30% de l'examen

Al circuit de la figura, sabem que $\varepsilon_1 = 12 \text{ V}$; $\varepsilon_2 = 5 \text{ V}$; $\varepsilon_3 = 10 \text{ V}$; $R_1 = 22 \Omega$; $R_2 = 15 \Omega$; $R_3 = 15 \Omega$ i $R_4 = 10 \Omega$. També sabem que $I_5 = (1/3) \text{ A}$. Calculeu:

- El valor de ε_4 i la resta d'intensitats I_1, I_2, I_3, I_4 . (4p)
- El circuit equivalent Thévenin entre A i B. (2p)
- La càrrega que assoliria en estat estacionari un condensador de capacitat $C = 45 \mu\text{F}$ connectat entre A i B. (2p)
- Quina resistència caldria connectar entre A i B per tal que s'hi dissipés una potència de 1 W. (2p)



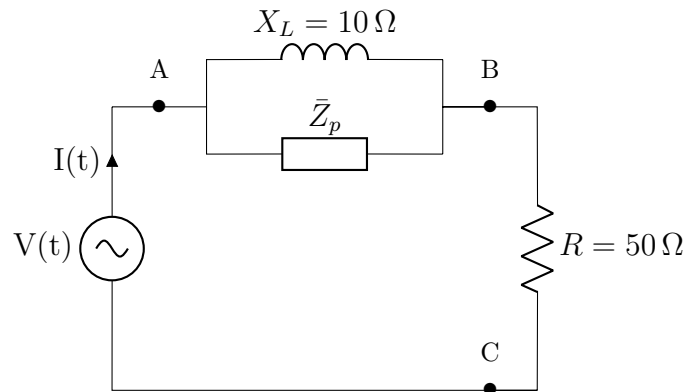
COMENCEU LA RESOLUCIÓ DEL PROBLEMA EN AQUEST MATEIX FULL

Examen parcial de Física - Corrent Continu i Corrent Altern
2 de novembre de 2022

Problema 2: 30% de l'examen

Al laboratori hem vist que mesurant la tensió en una resistència i a la font, som capaços de determinar els elements del circuit per casos senzills. Suposem que pel circuit de la figura veiem a l'oscil·loscopi que $V(t) = 100 \cos(100\pi t)$ V, i que la tensió a R ($V_{BC}(t)$) té un valor màxim de 90 V i va *endarrerida* 14° respecte de $V(t)$. Determineu:

- La intensitat instantània $I(t)$ subministrada pel generador, la impedància complexa \bar{Z}_{total} del circuit, i la potència mitjana P que consumeix. (5p)
- La impedància complexa equivalent \bar{Z}_{AB} entre A i B, i la tensió instantània $V_{AB}(t)$ entre aquests dos mateixos punts. (3p)
- El fasor de la intensitat \bar{I}_L de la branca on hi ha X_L , i també el fasor de la intensitat \bar{I}_p per la branca on hi ha la impedància desconeguda \bar{Z}_p (que podríem ara determinar fàcilment, però no cal que ho feu). (2p)



COMENCEU LA RESOLUCIÓ DEL PROBLEMA EN AQUEST MATEIX FULL

Respostes correctes de les qüestions del Test

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

Resolució del Model A

- T1)** Si I és la intensitat en el circuit, l'equació de Kirchhoff s'escriu com $\varepsilon_2 - \varepsilon_1 = 2rI$. Per tant, la intensitat val $I = (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)/(2r)$. La potència elèctrica que la bateria amb ε_2 subministra és $P_{\varepsilon_2} = \varepsilon_2 I - rI^2 = (\varepsilon_2^2 - \varepsilon_1^2)/(4r)$.
- T2)** Sabem que no circula corrent per cap branca on hi ha un condensador al règim estacionari. Això vol dir que el corrent $I = 2\text{ A}$ que entra pel punt A circula íntegrament per la font de 8 V , passa per la resistència de $5\ \Omega$, passa en sentit descendent per la resistència de $3\ \Omega$, circula de dreta a esquerra pel generador de 3 V , circula en sentit ascendent per la resistència de $1\ \Omega$ i per la font de 5 V , per passar finalment per la font de 10 V i sortir pel punt B. No pot passar per cap altre camí degut a la presència dels condensadors. Així doncs, seguint el camí esmentat resulta l'equació $V_A + 8 - 5 \cdot 2 - 3 \cdot 2 - 3 - 1 \cdot 2 + 5 + 10 = V_B$, d'on s'obté finalment $V_B - V_A = 2\text{ V}$.
- T3)** L'energia emmagatzemada a un condensador és $U = Q^2/(2C)$. En el procés de descàrrega, com que $Q(t) = Q_0 \exp(-t/\tau)$, $U = Q_0^2 \exp(-2t/\tau)/(2C)$. Busquem l'instant en que $U = 0.25Q_0^2/(2C)$, és a dir, $0.25Q_0^2/(2C) = Q_0^2 \exp(-2t/\tau)/(2C)$, $0.25 = \exp(-2t/\tau)$, d'on es troba $t = -\ln(0.25) \cdot \tau/2 = 0.693\tau$.
- T4)** La funció de transferència és $V_{out}/V_{in} = R/\sqrt{(R^2 + (L\omega)^2)}$. Comprovem que per $\omega = 2R/L$ ens queda $V_{out}/V_{in} = 1/\sqrt{5}$.
- T5)** Sabem que la velocitat de transmissió v és igual a la meitat de l'ample de banda, per tant és $f_b = 2v = 200\text{ GHz}$. D'altra banda la durada dels pols serà $\tau = 1/f_b = 1/(200 \cdot 10^9) = 0.005 \cdot 10^{-9}\text{ s} = 0.005\text{ ns}$.

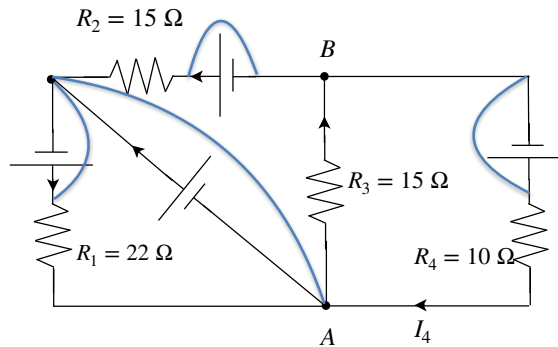
Resolució del Problema 1

a) Segons les regles de Kirchhoff:

1. Pel nus "D", tenim que: $I_2 + I_3 = I_1$ (1)
2. Pel nus "B", tenim que: $I_5 = \frac{1}{3} = I_2 + I_4$ (2)
3. La malla de l'esquerra satisfà: $12 - 22I_1 + 10 = 0$ (3)
4. La malla del mig satisfà: $5 - 15I_2 - 10 - 15 \cdot \frac{1}{3} = 0$ (4)
5. La malla de la dreta satisfà: $\varepsilon_4 - 10I_4 - 15 \cdot \frac{1}{3} = 0$ (5)

De l'equació (3), trobem $I_1 = 22/22 = 1$ A. De l'equació (4) obtenim $I_2 = -\frac{2}{3}$ A. De l'equació (5) deduïm que $\varepsilon_4 = 10I_4 + 5$. De (2) obtenim que $I_4 = I_5 - I_2 = \frac{1}{3} - \left(-\frac{2}{3}\right) = 1$ A, per tant resulta $\varepsilon_4 = 15$ V. Finalment, de (1) obtenim $I_3 = I_1 - I_2 = \frac{5}{3}$ A. Comprovació (nus "A"): $I_1 + I_4 = I_3 + I_5$.

b) La fem del circuit Equivalent Thévenin serà: $\varepsilon_{Th.} = V_A - V_B = 15I_5 = 5$ V. Si curtcircuitem els generadors (veure figura), la resistència equivalent entre A i B resulta ser (donat que la branca amb R_1 i ε_1 es curtcircuita):



És a dir: $\frac{1}{R_{Th.}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{7}{30}$ o bé $R_{Th.} = \frac{30}{7} \sim 4.29 \Omega$.

c) Farem ús de l'equivalent Thévenin. Coneixent la diferència de potencial entre A i B (apartat b)), $\Delta V = \varepsilon_{Th.} = 5$ V), podem calcular la càrrega del condensador com: $Q = C\Delta V = 0.225$ mC.

d) Novament amb l'ajut de l'equivalent Thévenin, podem connectar una resistència R desconeguda entre A i B de forma que la potència dissipada en ella serà: $P_{diss.} = I^2 R$. El corrent que passa per R és $I = \frac{\varepsilon_{Th.}}{R + R_{Th.}}$.

Així, per trobar R ens cal resoldre l'equació de segon grau: $R^2 - 16.42R + 18.4 = 0$, que té per solucions $R_+ = 15.2 \Omega$ i $R_- = 1.2 \Omega$. Ambdúes solucions són vàlides.

Resolució del Problema 2

- (a) El fasor de la tensió a R vindrà donat, d'acord amb les dades que tenim, per l'expressió $\bar{V}_R = 90\angle-14^\circ$ V, i així en resultarà el fasor de la intensitat total

$$\bar{I} = \frac{\bar{V}_{BC}}{\bar{Z}_R} = \frac{90\angle-14^\circ}{50\angle0^\circ} = 1.8\angle-14^\circ \text{ A} = 1.75 - j0.44 \text{ A},$$

el que equival a la intensitat instantània

$$I(t) = 1.8 \cos(100\pi t - 14^\circ) \text{ A}$$

La impedància total s'obtéindrà a partir dels fasors de la tensió i la intensitat totals com

$$\bar{Z}_{total} = \frac{\bar{V}}{\bar{I}} = \frac{100\angle0^\circ}{1.8\angle-14^\circ} = 55.5\angle14^\circ = 53.9 + j13.44 \Omega.$$

Finalment, coneixent doncs el desfasament entre tensió i intensitat, per la potència mitjana tindrem

$$P = \frac{I_0 V_0}{2} \cos \varphi = \frac{1.8 \cdot 100}{2} \cos 14^\circ = 87.33 \text{ W}.$$

- (b) El elements entre A i B estan connectats en sèrie amb la resistència R , per tant

$$\bar{Z}_{total} = \bar{Z}_{AB} + \bar{Z}_R$$

d'on obtenim

$$\bar{Z}_{AB} = \bar{Z}_{total} - \bar{Z}_R = 3.9 + j13.44 \Omega = 14\angle73.5^\circ \Omega$$

Per la tensió tindrem doncs

$$\bar{V}_{AB} = \bar{Z}_{AB} \cdot \bar{I} = 25.2\angle60^\circ \text{ V}$$

d'on resulta la tensió instantània

$$V_{AB}(t) = 25.2 \cos(100\pi t + 60^\circ) \text{ V}$$

- (c) Per la branca de la bobina tindrem

$$\bar{I}_L = \frac{\bar{V}_{AB}}{\bar{Z}_L} = \frac{25.2\angle60^\circ}{10\angle90^\circ} = 2.52\angle-30^\circ \text{ A} = 2.18 - j1.26 \text{ A}$$

i per tant la intensitat per la branca on tenim \bar{Z}_p valdrà

$$\bar{I}_Z = \bar{I} - \bar{I}_L = (1.75 - j0.44) - (2.18 - j1.26) = -0.43 + j0.82 \text{ A} = 0.92\angle117.6^\circ \text{ A}$$