

EXAMEN PARCIAL DE FÍSICA - 3 NOVEMBRE 2004

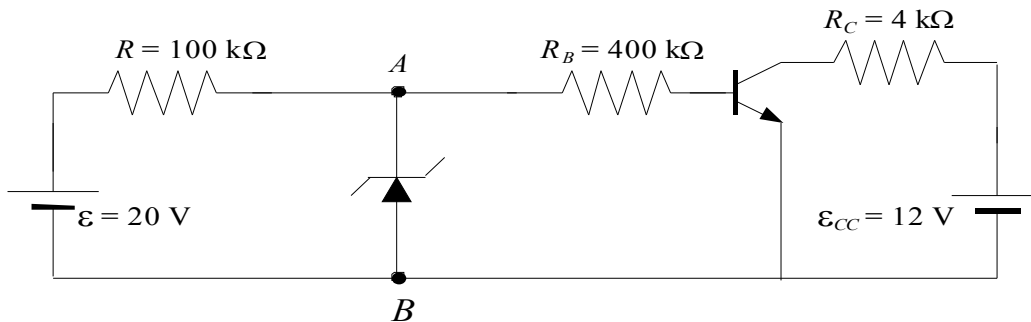
Problema 1

Sobre la superfície de dos conductors plans i quadrats, de 4 cm de costat, dipositem càrregues $q_1 = 32 \text{ pC}$ i $q_2 = -32 \text{ pC}$ respectivament, de forma que aquestes es reparteixent uniformement. A continuació apropem els conductors fins que la seva separació sigui només $d = 2 \text{ mm}$ (amb les superfícies carregades paral.leles). Per aquesta configuració trobeu:

- El camp elèctric E a qualsevol punt de l'eix perpendicular als dos conductors i que passa pels seus centres (feu-ho en l'aproximació de plans infinits), la diferència de potencial V_{12} entre els dos conductors i l'energia electrostàtica emmagatzemada dins del volum definit pels conductors.
- El flux del camp elèctric a través d'una superfície esfèrica de radi r , centrada al punt mig del volum definit pels conductors quan: i) $r = 0.5 \text{ mm}$ i ii) $r = 2 \text{ mm}$
- Connectem les dues plaques quadrades mitjançant un fil conductor de resistència $R = 10 \Omega$. Trobeu el temps que ha de transcórrer per tal que la càrrega de qualsevol dels conductors es redueixi a la meitat.

Problema 2

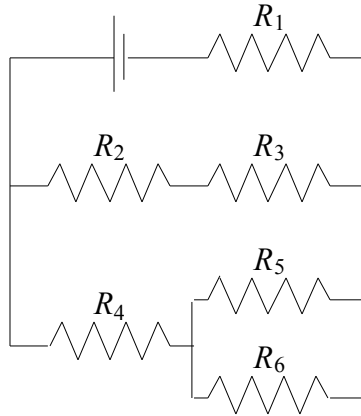
El díode Zener del muntatge de la figura actua protegint el transistor BJT. Les característiques del Zener són: $V_Z = 10 \text{ V}$ i $V_Z = 10 \text{ V}$. Les del transistor són: $V_{\gamma} = 0.7 \text{ V}$, $\beta = 140$ i $V_{CE \text{ sat.}} = 0.3 \text{ V}$.



- Condueix el díode? Si ho fa, indiqueu el valor i sentit del corrent que el travessa.
- Condueix el transistor? Si ho fa, indiqueu el règim de treball, els valors i sentits de les intensitats que hi circulen, així com la tensió col·lector-emissor ($V_{CE} = V_C - V_E$).
- Si invertim la polaritat del díode, especifiqueu quin valor tindran les intensitats al díode, a la base i al col·lector del transistor. Doneu també V_{CE} en aquest cas.

EXAMEN DE PRÀCTIQUES DE FÍSICA - 3 NOVEMBRE 2004

Els valors nominals de les resistències del circuit esquematitzat a la figura són $R_1 = 25 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$, $R_3 = R_4 = 50 \Omega$, $R_5 = R_6 = 200 \Omega$.

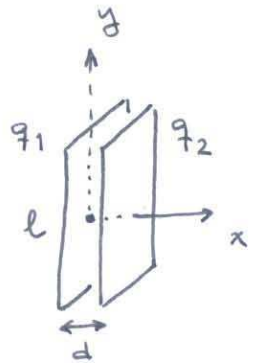


- Si la bateria té una fem de 4.5 V i la seva resistència interna és negligible, quina intensitat circula teòricament per la resistència R_2 ?
- Feu un esquema per indicar com connectaríeu un voltímetre per mesurar la diferència de potencial de R_2 . Feu un altre esquema indicant la connexió d'un amperímetre per mesurar la intensitat que circula per R_2 .
- Si en realitzar les mesures anteriors trobéssim 2.3 V i 22 mA, quin valor de R_2 ens donaria la llei d'Ohm?
- Suposant que l'amperímetre i el voltímetre són digitals, i que la resolució utilitzada és de 0.1 V i 1 mA, respectivament, determineu l'error propagat al calcular R_2 a l'apartat anterior.
- Expresseu el valor de R_2 amb el seu error, de manera que l'error només tingui dues xifres significatives.

Notes:

- Tots els problemes puntuen igual
- Feu els problemes en fulls separats
- Poseu el vostre codi al marge superior dret de tots els fulls
- Les notes es publicaran el dimecres 24 de novembre. La revisió es farà el divendres 26 de novembre en sessions de matí (12h-13h) i tarda (15h-16h) a l'aula B4212 (Mòdul B4, segona planta).

1. $q_1 = -q_2 = 32 \text{ pC}$; $d = 2 \text{ mm}$, $l = 4 \text{ cm}$



a) $\vec{E} = \vec{0}$ a l'exterior de les plaques

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \hat{i} = \frac{q_1}{l^2 \epsilon_0} \hat{i} = \frac{32 \times 10^{-12} \text{ C}}{(0.04 \text{ m})^2 \cdot 8.86 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2}} = 2257.3 \frac{\text{N}}{\text{C}} \hat{i}$$

a l'interior del condensador

$$V_{12} = V_1 - V_2 = \vec{E} \cdot \vec{d} = E \cdot d = 4.51 \text{ V}$$

$$U = \frac{1}{2} C V^2 = 7.2 \times 10^{-12} \text{ J}$$

$$C = \epsilon_0 \frac{l^2}{d} \approx 7.1 \text{ pF}$$

b) i) $\phi = \frac{q_{\text{int}}}{\epsilon_0} = 0$ doncs $q_{\text{int}} = 0$

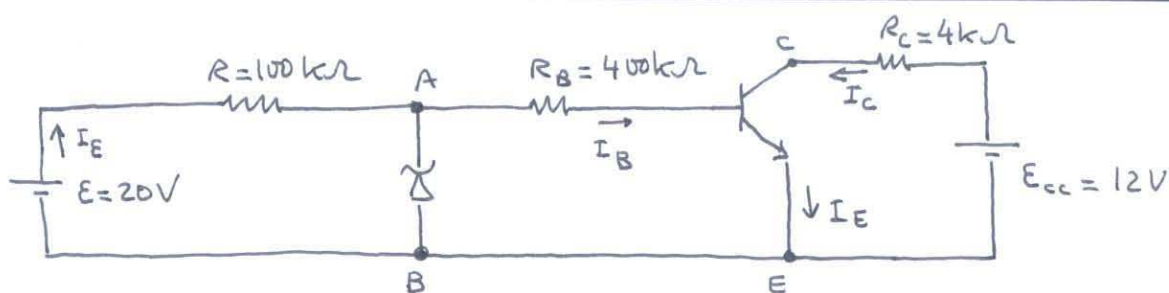
ii) $\phi = \frac{q_{\text{int}}}{\epsilon_0} = \frac{q_+ + q_-}{\epsilon_0} = 0$ doncs $q_- = -q_+$

c) $Q(t) = Q_0 e^{-t/\tau}$; $\tau = RC$; $R = 10 \Omega$, $C = 7.1 \text{ pF}$

$$\frac{Q_0}{2} = Q_0 e^{-t/\tau} \Rightarrow -\ln 2 = -\frac{t}{\tau} \Rightarrow t = \tau \ln 2$$

$$t = RC \ln 2 = 49.2 \text{ ps}$$

2.-



Zener: $V_Z = 0.7V$; $V_Z = 10V$; Transistor: $V_{BE} = 0.7V$; $\beta = 140$; $V_{CE}^{sat} = 0.3V$

a) Suposem que el Zener no condueix

$$E - R I_B - R_B I_B - V_Z = 0 \Rightarrow I_B = \frac{E - V_Z}{R + R_B} = 38.6 \mu A$$

$$V_{AB} = V_A - V_B = E - R I_B = 16.14 V > V_Z \Rightarrow \text{ZENER CONDUEIX!}$$

Com el Zener condueix $\Rightarrow V_A - V_B = V_Z = 10V$

$$E - V_Z = R I_E \Rightarrow I_E = \frac{E - V_Z}{R} = 0.1 mA$$

$$V_Z - V_{BE} = R_B I_B \Rightarrow I_B = \frac{V_Z - V_{BE}}{R_B} = 23.25 \mu A$$

$$I_Z = I_E - I_B \Rightarrow I_Z = 76.75 \mu A \quad (\text{sentit de A cap a B})$$

b) El transistor conduirà, doncs $V_{AB} = 10V > V_{BE}$. No és zona tall

Suposem zona activa:

$$I_C = \beta I_B = 3.255 mA ; \quad V_{CE} = E_{cc} - R_C I_C < 0 \quad \text{Impossíble!}$$

\Rightarrow Zona Saturació! : $V_{CE} \approx V_{CE}^{sat} = 0.3V$

$$I_C = \frac{E_{cc} - V_{CE}^{sat}}{R_C} = 2.925 mA$$

$$I_E = I_B + I_C = 23.25 \mu A + 2.925 mA \approx 2.948 mA$$

c) Invertint el díode zener:

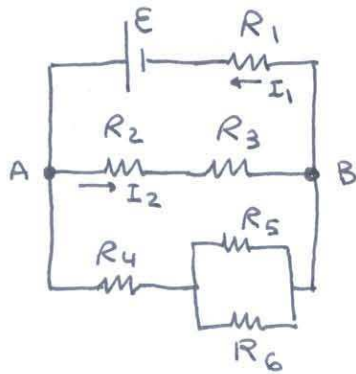
$$V_A - V_B = V_{BE} = 0.7V ; \quad E - V_{BE} = R I_{Díode} \Rightarrow$$

$$I_{Díode} = \frac{E - V_{BE}}{R} = 193 \mu A$$

$$I_B = 0 \Rightarrow I_C = 0 \Rightarrow I_E = 0$$

$$V_{CE} = E_{cc} = 12V$$

Práctica -



$$R_1 = 25 \Omega; R_2 = 100 \Omega$$

$$R_3 = R_4 = 50 \Omega$$

$$R_5 = R_6 = 200 \Omega$$

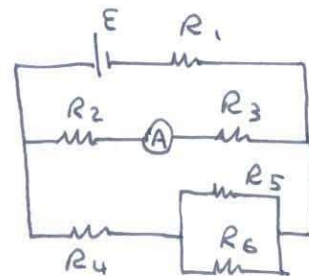
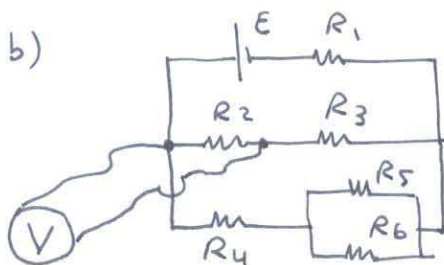
a) $\epsilon = 4.5V$. I_2 ?

La resistència equivalent de R_2, R_3, R_4, R_5 i R_6 és $R_{eq} = 75 \Omega$.

Per ella, i per R_1 , circula
$$I_1 = \frac{\epsilon}{R_{eq} + R_1} = \frac{4.5}{100} = 45 \text{ mA}$$

$$V_{AB} = R_{eq} \cdot I_1 = 3.375V$$

$$I_2 = \frac{V_{AB}}{R_2 + R_3} = \frac{3.375}{150} = 22.5 \text{ mA}$$



c) $R_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{2.3}{22 \times 10^{-3}} = 104.54 \Omega$

d) $\epsilon_{V_2}(R_2) = \left| \frac{\partial R_2}{\partial V_2} \right| \epsilon(V_2) = \frac{1}{I_2} \epsilon(V_2) = R_2 \frac{\epsilon(V_2)}{V_2} = 4.5454 \Omega$

$$\epsilon_{I_2}(R_2) = \left| \frac{\partial R_2}{\partial I_2} \right| \epsilon(I_2) = \frac{V_2}{I_2^2} \epsilon(I_2) = R_2 \frac{\epsilon(I_2)}{I_2} = 4.752 \Omega$$

$$\epsilon(R_2) = \sqrt{[\epsilon_{V_2}(R_2)]^2 + [\epsilon_{I_2}(R_2)]^2} = 6.57 \Omega$$

e) $R_2 = (104.5 \pm 6.6) \Omega$