

Qüestions (40% de l'examen parcial)

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta.

Encerceleu les respostes que considereu correctes de manera clara.

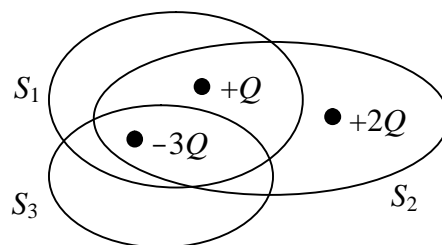
Aquestes qüestions tipus test s'avaluen de la manera següent:

resposta correcta (1 punt), incorrecta (-0.25 punts), i en blanc (0 punts)

1. Considereu dues càrregues elèctriques puntuals $+q$ i $-q$ situades sobre l'eix de les x . Quina afirmació és certa?

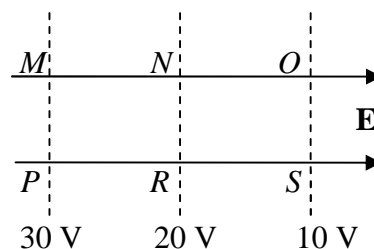
- a) Només hi ha un punt de l'eix de les x on el camp elèctric és nul.
- b) Hi ha dos punts de l'eix de les x on el camp elèctric és nul.
- c) Només hi ha un punt de l'eix de les x on el potencial és zero.
- d) Hi ha dos punts de l'eix de les x on el potencial és zero.

2. La figura representa tres superfícies tancades S_1 , S_2 i S_3 , i tres càrregues puntuals $+Q$, $+2Q$ i $-3Q$, respectivament, on $Q > 0$. Si f_1 és el flux de camp elèctric que travessa S_1 , f_2 el que travessa S_2 , i f_3 el que travessa S_3 , quina relació és correcta?



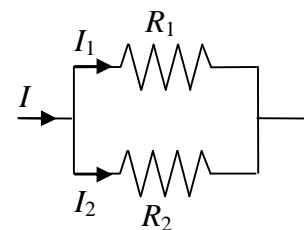
- a) $f_1 < f_2 < f_3$
- b) $f_3 < f_1 < f_2$
- c) $f_2 < f_3 < f_1$
- d) $f_3 < f_2 < f_1$

3. Les línies discontinües MP , NR i OS de la figura representen superfícies equipotencials d'un camp elèctric uniforme de mòdul $E = 1000 \text{ N/C}$. Quin treball fa el camp elèctric si una càrrega puntual positiva de $2 \mu\text{C}$ es desplaça des del punt N al S ?



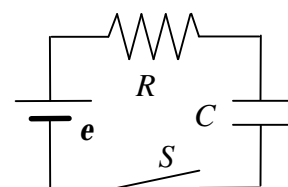
- a) $2 \times 10^{-5} \text{ J}$
- b) $-2 \times 10^{-5} \text{ J}$
- c) 2000 J
- d) -2000 J

4. Considereu la combinació en paral·lel de les resistències R_1 i R_2 de la figura. Si $I_2 = I_1/3$,



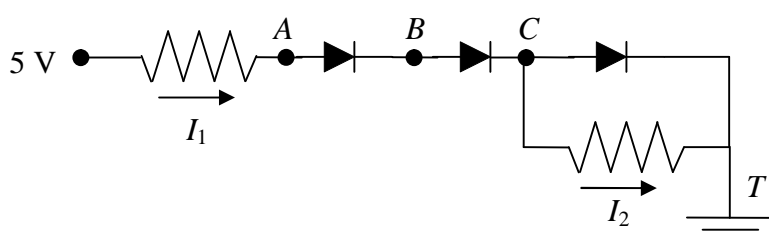
- a) $R_2 = 9R_1$
- b) $R_2 = 3R_1$
- c) $R_2 = R_1$
- d) $R_2 = R_1/3$

5. En un circuit RC com el de la figura, el condensador es comença a carregar quan tanquem l'interruptor S . Quina de les afirmacions següents és FALSA?



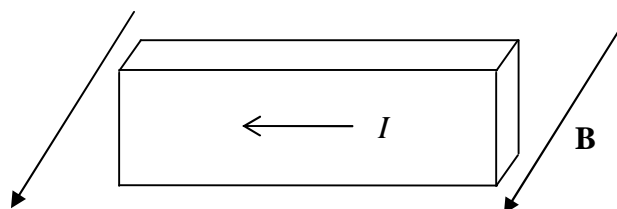
- a) La intensitat és màxima quan el condensador es comença a carregar.
- b) La càrrega final del condensador depèn de la seva capacitat.
- c) Quan més petita és la constant de temps, més ràpid és el procés de càrrega.
- d) Quan més gran és la fem de la bateria, més ràpid és el procés de càrrega.

6. La figura representa la branca d'un circuit. La tensió llindar dels tres díodes és de 0.7 V i les dues resistències són de 1 k Ω . Quina de les afirmacions següents és la correcta?



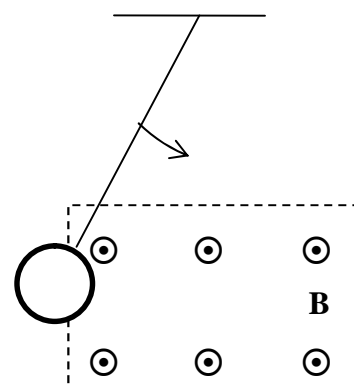
- a) $V_A = 4.3 \text{ V}$
- b) $V_B = 0.7 \text{ V}$
- c) $I_1 = 5 \text{ mA}$
- d) $I_2 = 0.7 \text{ mA}$

7. Per la cinta metàl·lica de la figura circula un corrent elèctric cap a l'esquerra. Recordeu que els portadors de càrrega en els metalls són electrons. La placa està en presència d'un camp magnètic uniforme en la direcció i sentit indicats a la figura. Quina afirmació és certa?



- a) El costat superior de la cinta està a un potencial elèctric més baix que la inferior.
- b) El costat superior de la cinta està a un potencial elèctric més alt que la inferior.
- c) La cara davantera de la cinta està a un potencial elèctric més baix que la de darrera.
- d) La cara davantera de la cinta està a un potencial elèctric més alt que la de darrera.

8. La figura representa un pèndol format per una espira conductora penjada d'un fil que entra en una regió de l'espai (delimitada pel rectangle amb línia discontinua) on hi ha un camp magnètic **B** perpendicular al paper i dirigit cap enfora. Quan l'espira entra en aquesta regió movent-se cap a la dreta, quina afirmació és certa?



- a) Per l'espira no circula corrent.
- b) Per l'espira circula un corrent en sentit antihorari.
- c) Per l'espira circula un corrent en sentit horari.
- d) Cap de les anteriors.

9. El camp elèctric i el camp magnètic d'una ona electromagnètica són

- a) perpendiculars entre si i paral·lels a la direcció de propagació de l'ona.
- b) perpendiculars entre si i a la direcció de propagació de l'ona.
- c) paral·lels a la direcció de propagació de l'ona.
- d) paral·lels entre si i perpendiculars a la direcció de propagació de l'ona.

10. L'amplitud del camp elèctric d'una ona electromagnètica esfèrica a una distància r_1 d'una emissora és E_{01} . L'amplitud del camp elèctric a una distància r_2 és $E_{02} = E_{01}/2$. Quina relació hi ha entre les dues distàncies?

- a) $r_2 = r_1/4$
- b) $r_2 = r_1/2$
- c) $r_2 = 2r_1$
- d) $r_2 = 4r_1$

Qüestions (40% de l'examen parcial)

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta.

Encercleu les respostes que considereu correctes de manera clara.

Aquestes qüestions tipus test s'avaluen de la manera següent:

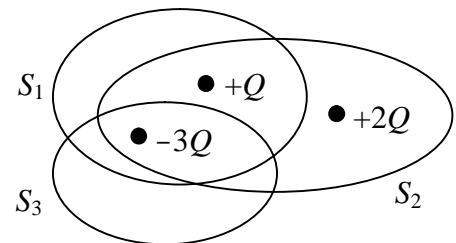
resposta correcta (1 punt), incorrecta (-0.25 punts), i en blanc (0 punts)

1. Considereu dues càrregues elèctriques puntuals $+q$ i $-q$ situades sobre l'eix de les x . Quina afirmació és certa?

- a) Només hi ha un punt de l'eix de les x on el potencial és zero.
- b) Hi ha dos punts de l'eix de les x on el potencial és zero.
- c) Només hi ha un punt de l'eix de les x on el camp elèctric és nul.
- d) Hi ha dos punts de l'eix de les x on el camp elèctric és nul.

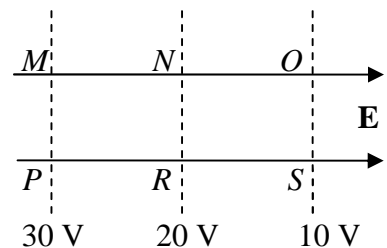
2. La figura representa tres superfícies tancades S_1 , S_2 i S_3 , i tres càrregues puntuals $+Q$, $+2Q$ i $-3Q$, respectivament, on $Q > 0$. Si f_1 és el flux de camp elèctric que travessa S_1 , f_2 el que travessa S_2 , i f_3 el que travessa S_3 , quina relació és correcta?

- a) $f_1 < f_2 < f_3$
- b) $f_3 < f_2 < f_1$
- c) $f_2 < f_3 < f_1$
- d) $f_3 < f_1 < f_2$



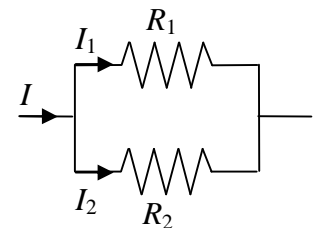
3. Les línies discontinües MP , NR i OS de la figura representen superfícies equipotencials d'un camp elèctric uniforme de mòdul $E = 1000 \text{ N/C}$. Quin treball fa el camp elèctric si una càrrega puntual positiva de $2 \mu\text{C}$ es desplaça des del punt N al S ?

- a) $-2 \times 10^{-5} \text{ J}$
- b) $2 \times 10^{-5} \text{ J}$
- c) -2000 J
- d) 2000 J



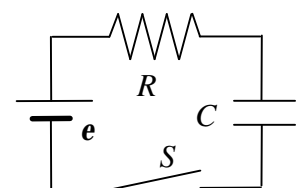
4. Considereu la combinació en paral·lel de les resistències R_1 i R_2 de la figura. Si $I_2 = I_1/3$,

- a) $R_2 = R_1/3$
- b) $R_2 = R_1$
- c) $R_2 = 3R_1$
- d) $R_2 = 9R_1$

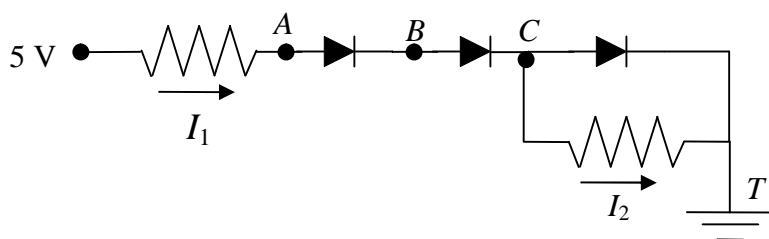


5. En un circuit RC com el de la figura, el condensador es comença a carregar quan tanquem l'interruptor S . Quina de les afirmacions següents és FALSA?

- a) La càrrega final del condensador depèn de la seva capacitat.
- b) La intensitat és màxima quan el condensador es comença a carregar.
- c) Quan més gran és la fem de la bateria, més ràpid és el procés de càrrega.
- d) Quan més petita és la constant de temps, més ràpid és el procés de càrrega.

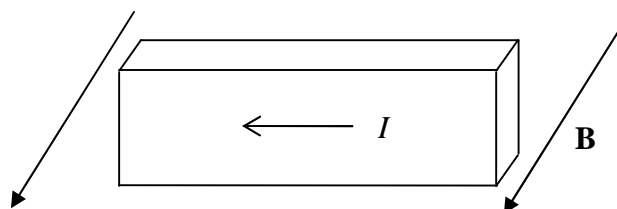


6. La figura representa la branca d'un circuit. La tensió llindar dels tres díodes és de 0.7 V i les dues resistències són de 1 k Ω . Quina de les afirmacions següents és la correcta?



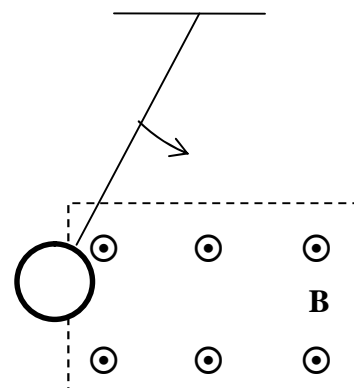
- a) $I_1 = 5 \text{ mA}$
- b) $I_2 = 0.7 \text{ mA}$
- c) $V_B = 0.7 \text{ V}$
- d) $V_A = 4.3 \text{ V}$

7. Per la cinta metàl·lica de la figura circula un corrent elèctric cap a l'esquerra. Recordeu que els portadors de càrrega en els metalls són electrons. La placa està en presència d'un camp magnètic uniforme en la direcció i sentit indicats a la figura. Quina afirmació és certa?



- a) La cara davantera de la cinta està a un potencial elèctric més baix que la de darrera.
- b) La cara davantera de la cinta està a un potencial elèctric més alt que la de darrera.
- c) El costat superior de la cinta està a un potencial elèctric més baix que la inferior.
- d) El costat superior de la cinta està a un potencial elèctric més alt que la inferior.

8. La figura representa un pèndol format per una espira conductora penjada d'un fil que entra en una regió de l'espai (delimitada pel rectangle amb línia discontinua) on hi ha una camp magnètic **B** perpendicular al paper i dirigit cap enfora. Quan l'espira entra en aquesta regió movent-se cap a la dreta, quina afirmació és certa?



- a) Per l'espira circula un corrent en sentit horari.
- b) Per l'espira circula un corrent en sentit antihorari.
- c) Per l'espira no circula corrent.
- d) Cap de les anteriors.

9. El camp elèctric i el camp magnètic d'una ona electromagnètica són

- a) paral·lels entre si i perpendiculars a la direcció de propagació de l'ona.
- b) paral·lels a la direcció de propagació de l'ona.
- c) perpendiculars entre si i paral·lels a la direcció de propagació de l'ona.
- d) perpendiculars entre si i a la direcció de propagació de l'ona.

10. L'amplitud del camp elèctric d'una ona electromagnètica esfèrica a una distància r_1 d'una emissora és E_{01} . L'amplitud del camp elèctric a una distància r_2 és $E_{02} = E_{01}/2$. Quina relació hi ha entre les dues distàncies?

- a) $r_2 = 4r_1$
- b) $r_2 = 2r_1$
- c) $r_2 = r_1/2$
- d) $r_2 = r_1/4$

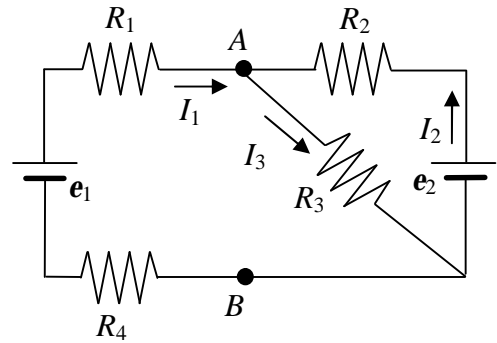
Examen final de Física - 15 de juny de 2009

Problema 1 (20% de l'examen final)

Al circuit de la figura $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10 \Omega$, però els valors de e_1 i e_2 no els coneixem. En canvi sabem que $V_A - V_B = 4 \text{ V}$.

a) Quin és el circuit equivalent Thévenin entre els punts A i B ? Quina intensitat circularà per una resistència $R = 20 \Omega$ connectada entre A i B ?

b) Si $e_2 = 5 \text{ V}$, quan val e_1 ?



Problema 2 (20% de l'examen final)

La tensió llindar dels díodes del circuit de la figura és $V_g = 0.7 \text{ V}$ i les característiques del transistor són $V_g = 0.7 \text{ V}$, $\beta = 100$ i $V_{CEsat} = 0.3 \text{ V}$. Els valors de les resistències són $R_C = 10 \text{ k}\Omega$ i $R_1 = R_2 = 180 \text{ k}\Omega$.

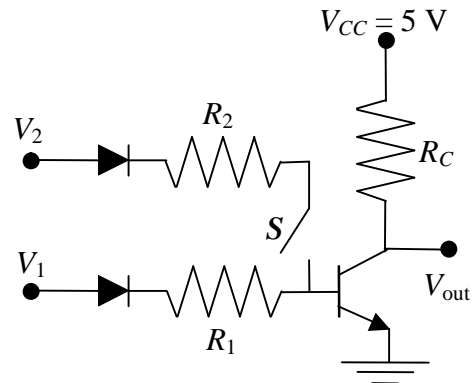
a) Si $V_1 = 5 \text{ V}$ i l'interruptor S està obert (com a la figura), quina és la tensió V_{out} ?

b) Si tanquem l'interruptor S , digueu quins són els valors de la intensitat de base del transistor i de la tensió V_{out} quan

b1) $V_1 = 5 \text{ V}$ i $V_2 = 0$

b2) $V_1 = V_2 = 5 \text{ V}$

b3) Digueu, tot raonant la resposta, quina funció lògica implementa el circuit (amb S tancat)?



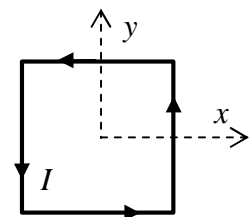
Problema 3 (20% de l'examen final)

Per l'espira quadrada de la figura, de costat $L = 1 \text{ m}$, situada al pla xy amb el centre a l'origen de coordenades, circula una intensitat $I = 4 \text{ A}$ en sentit antihorari. L'espira està en presència d'un camp magnètic extern uniforme $\mathbf{B}_0 = (5 \text{ T}) \mathbf{j}$.

a) Quina força exerceix \mathbf{B}_0 sobre cadascun dels quatre costats de l'espira?

b) Quin és el vector camp magnètic que crea la pròpia espira al seu centre?

c) A més a més de l'espira quadrada, considereu una espira circular de radi $R = 1 \text{ cm}$ que també està al pla xy i centrada a l'origen de coordenades. Quin és el coeficient d'inducció mútua entre les dues espires?



Atès que l'espira circular és molt petita, es pot considerar que el camp magnètic que la travessa és uniforme i igual al camp que crea l'espira quadrada al centre.

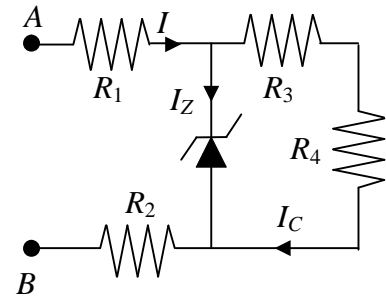
Les notes sortiran el dimarts 30 de juny.

La revisió de l'examen es farà el dimecres 1 de juliol en sessions de matí (11:00-12:00) i tarda (15:00-16:00) a l'aula B4-212, al segon pis del Mòdul B4.

(Darrera hi ha l'examen de pràctiques de laboratori)

Examen de pràctiques de laboratori – 15 de juny de 2009

Amb un díode Zener, les tensions característiques del qual són $V_Z = 6\text{ V}$ i $V_g = 0.6\text{ V}$, quatre resistències de valors nominals $R_1 = 100\ \Omega$, $R_2 = R_3 = 200\ \Omega$ i $R_4 = 50\ \Omega$, i sis connectors en forma de pont, muntem sobre un tauler de connexions el circuit limitador de tensió de la fotografia, que és equivalent al de la figura de la dreta.



- Disposem d'una font de tensió que podem connectar als punts A i B del circuit. On connectarem el born positiu de la font, i on el negatiu, perquè el díode estigui en polarització inversa?
- Amb el díode polaritzat inversament, anem augmentant progressivament la fem e de la font (inicialment a zero volts). Quin és el valor de la fem a partir del qual el díode començarà a conduir?
- Quina intensitat circularà per cadascuna de les resistències si la fem de la font és $e = 10\text{ V}$.

Respostes correctes de les qüestions del test (40% de l'examen final)

Qüestió	Model A	Model B
1	c	a
2	b	d
3	a	b
4	b	c
5	d	c
6	d	b
7	a	c
8	c	a
9	b	d
10	c	b

Raonaments:

1. En el punt de l'eix de les x equidistant a les dues càrregues (a la mateixa distància r de les dues) $V = [kq/r] + [k(-q)/r] = 0$.

2. La llei de Gauss estableix que el flux de camp elèctric a través d'una superfície tancada és $\Phi = Q_{int}/\epsilon_0$ on Q_{int} és la càrrega a l'interior de la superfície. Per tant,
 $f_1 = (+Q-3Q)/\epsilon_0 = -2Q/\epsilon_0$; $f_2 = (+Q+2Q-3Q)/\epsilon_0 = 0$; $f_3 = -3Q/\epsilon_0 \rightarrow f_3 < f_1 < f_2$

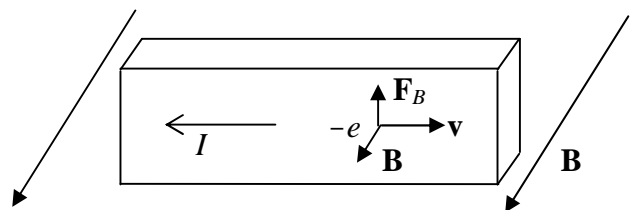
3. $W_N^S = \int_N^S \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = \int_N^S (q\mathbf{E}) \cdot d\mathbf{l} = q \int_N^S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -q(V_S - V_N) = -(2 \times 10^{-6} \text{ C})(10 \text{ V} - 20 \text{ V}) = 2 \times 10^{-5} \text{ J}$

4. Atès que R_1 i R_2 estan en paral·lel, tenen la mateixa diferència de potencial als seus extrems: $R_1 I_1 = R_2 I_2$. Aleshores, si $I_2 = I_1/3 \rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_1/3 \rightarrow R_2 = 3R_1$

5.

6. La diferència de potencial al cada díode és 0.7 V : $I_2 = (0.7 \text{ V})/(1 \text{ k}\Omega) = 0.7 \text{ mA}$
 $V_B = V_B - V_T = 2(0.7 \text{ V}) = 1.4 \text{ V}$; $V_A = V_A - V_T = 3(0.7 \text{ V}) = 2.1 \text{ V}$; $I_1 = (5 \text{ V} - 2.1 \text{ V})/(1 \text{ k}\Omega) = 2.9 \text{ mA}$

7. Els electrons ($q = -e$) es mouen en sentit oposat a I . La força magnètica sobre els electrons és $\mathbf{F}_B = (-e)\mathbf{v} \times \mathbf{B}$. A la figura, el resultat del producte vectorial $\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ és un vector cap a baix i, per tant, \mathbf{F}_B , va cap amunt, de manera que al costat superior de la cinta s'acumula un excés de càrrega negativa i està a un potencial elèctric més baix que a l'inferior.



8. Quan l'espira entra a la regió del camp magnètic movent-se cap a la dreta, el flux magnètic al seu través augmenta i s'indueix un corrent els efectes del qual són oposats a aquest augment, la qual cosa implica que el corrent induït és en sentit horari per tal de crear un camp magnètic induït que travessi l'espira en sentit oposat al del camp extern.

9.

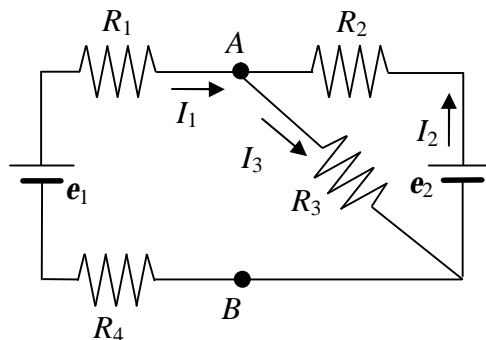
10. A les ones electromagnètiques harmòniques linealment polaritzades,

$$I = \langle S \rangle = E_0 B_0 / (2m_0) = c E_0^2 / (2m_0)$$

$$\text{Si son esfèriques, } I = P / (4\pi r^2) \rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \rightarrow \frac{E_{01}^2}{E_{02}^2} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \rightarrow \frac{E_{01}^2}{(E_{01}/2)^2} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \rightarrow r_2 = 2r_1$$

Problema 1 (20% de l'examen final)

Al circuit de la figura $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10 \Omega$, però els valors de e_1 i e_2 no els coneixem. En canvi sabem que $V_A - V_B = 4 \text{ V}$.



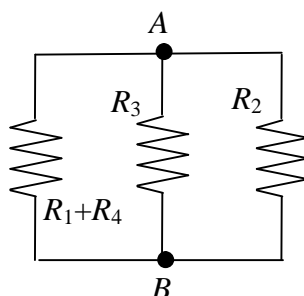
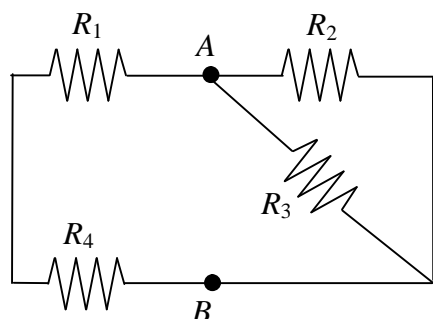
a) Quin és el circuit equivalent Thévenin entre els punts A i B? Quina intensitat circularà per una resistència $R = 20 \Omega$ connectada entre A i B?

b) Si $e_2 = 5 \text{ V}$, quan val e_1 ?

a) La fem Thévenin e_{Th} del circuit equivalent entre els punts A i B del circuit de la figura és la diferència de potencial entre A i B (abans de connectar R).

$$e_{Th} = V_A - V_B = 4 \text{ V}$$

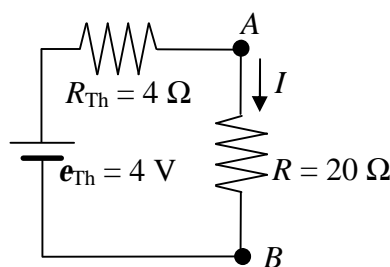
La resistència Thévenin R_{Th} és la resistència equivalent entre A i B de la combinació de la figura següent, que s'obté d'anul·lar les fem's del circuit original.



Per tant, R_{Th} correspon a les resistències R_1 i R_4 en sèrie $R_{14} = R_1 + R_4 = 20 \Omega$, en paral·lel amb R_3 i R_2 .

$$R_{Th} = \left(\frac{1}{R_{14}} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right)^{-1} = \left(\frac{5}{20} \right)^{-1} = 4 \Omega$$

Aleshores, connectar una resistència $R = 20 \Omega$ entre A i B és equivalent a connectar-la al circuit equivalent Thévenin format per una bateria de fem $e_{Th} = 4 \text{ V}$ en sèrie amb una resistència $R_{Th} = 4 \Omega$, tal com es mostra a la figura de la dreta. Per tant, la intensitat que circularà és



$$I = \frac{e_{Th}}{R_{Th} + R} = \frac{4}{4 + 20} = \frac{1}{6} \text{ A} = 0.1667 \text{ A}$$

b) Si ens fixem en el circuit de l'enunciat amb $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10 \Omega$ i sabem que $V_A - V_B = 4 \text{ V}$, la llei d'Ohm a R_3 implica $I_3 = (V_A - V_B)/R_3 = 4/10 = 0.4 \text{ A}$.

Si $e_2 = 5 \text{ V}$, a la branca dreta s'ha satisfer

$$(V_A - V_B) = e_2 - R_2 I_2 \rightarrow I_2 = [e_2 - (V_A - V_B)]/R_2 = (5 - 4)/10 = 0.1 \text{ A}$$

i aplicant la llei dels nusos $I_1 + I_2 = I_3 \rightarrow I_1 = I_3 - I_2 = 0.4 - 0.1 = 0.3 \text{ A}$

Tenint en compte que a la branca esquerra s'ha satisfer

$$(V_A - V_B) = -R_4 I_1 + e_1 - R_1 I_1 \rightarrow e_1 = (V_A - V_B) + (R_1 + R_4) I_1 = (4 \text{ V}) + (20 \Omega)(0.3 \text{ A}) = 10 \text{ V}$$

Resolució del problema 2 (20% de l'examen final)

La tensió llindar dels díodes del circuit de la figura és $V_g = 0.7 \text{ V}$ i les característiques del transistor són $V_g = 0.7 \text{ V}$, $\beta = 100$ i $V_{CEsat} = 0.3 \text{ V}$. Els valors de les resistències són $R_C = 10 \text{ k}\Omega$ i $R_1 = R_2 = 180 \text{ k}\Omega$.

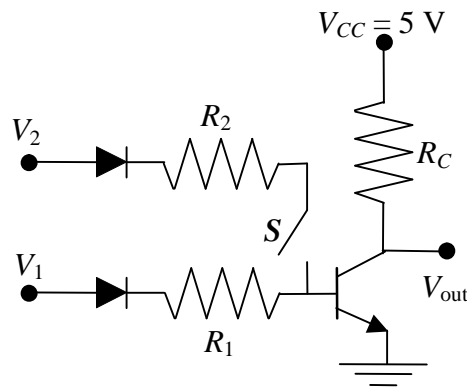
a) Si $V_1 = 5 \text{ V}$ i l'interruptor S està obert (com a la figura), quina és la tensió V_{out} ?

b) Si tanquem l'interruptor S , digueu quins són els valors de la intensitat de base del transistor i de la tensió V_{out} quan

b1) $V_1 = 5 \text{ V}$ i $V_2 = 0$

b2) $V_1 = V_2 = 5 \text{ V}$

b3) Digueu, tot raonant la resposta, quina funció lògica implementa el circuit (amb S tancat)?



a) Amb l'interruptor S està obert no pot passar corrent per R_2 , i si $V_1 = 5 \text{ V}$, el díode de sota està polaritzat directament i el transistor no està en tall, de manera que pel díode circula un corrent de intensitat

$$I_B = \frac{V_1 - V_g - V_g}{R_1} = \frac{(5 - 0.7 - 0.7) \text{ V}}{180 \text{ k}\Omega} = 0.02 \text{ mA}$$

que és el corrent de base del transistor. Si suposem que el transistor està en activa

$$I_C = \beta I_B = 100(0.02 \text{ mA}) = 2 \text{ mA} \rightarrow V_{out} = V_{CC} - R_C I_C = (5 \text{ V}) - (10 \text{ k}\Omega)(2 \text{ mA}) = -15 \text{ V}$$

la qual cosa és absurda. Per tant, el transistor està en saturació i $V_{out} = V_{CEsat} = 0.3 \text{ V}$

b) Si tanquem l'interruptor S ens queda el circuit següent.

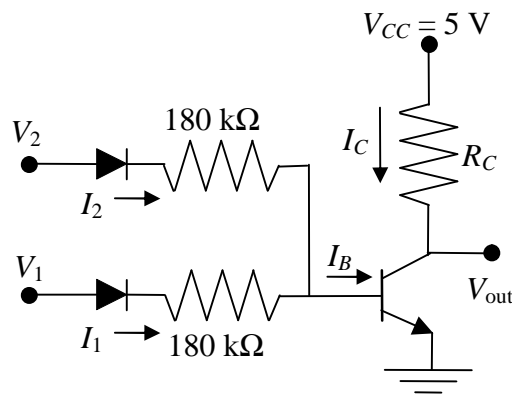
b1) Si $V_1 = 5 \text{ V}$ i $V_2 = 0$, el díode superior es comporta com un interruptor obert, amb la qual estem en la mateixa situació de l'apartat anterior. Per tant

$$I_B = 0.02 \text{ mA} \quad \text{i} \quad V_{out} = V_{CEsat} = 0.3 \text{ V}$$

b2) Si $V_1 = V_2 = 5 \text{ V}$, els dos díodes condueixen

$$I_1 = I_2 = \frac{(5 - 0.7 - 0.7) \text{ V}}{180 \text{ k}\Omega} = 0.02 \text{ mA}$$

$$I_B = I_1 + I_2 = 0.04 \text{ mA}$$



Si suposem que el transistor està en saturació $V_{out} = 0.3 \text{ V} \rightarrow I_C = \frac{(5 - 0.3) \text{ V}}{10 \text{ k}\Omega} = 0.47 \text{ mA}$

la qual cosa és correcta perquè $I_C < \beta I_B = 100(0.04 \text{ mA}) = 4 \text{ mA}$.

b3) Si $V_1 = 0$ i $V_2 = 5 \text{ V}$, estem en una situació semblant a l'apartat b1, però amb el paper dels díodes intercanviat, la qual cosa no afecta al funcionament del transistor, que seguirà en saturació amb $V_{out} = 0.3 \text{ V}$.

Si $V_1 = V_2 = 0$, cap dels dos díodes condueix i el transistor està en tall, de manera que $I_B = I_C = 0$ i $V_{out} = V_{CC} = 5 \text{ V}$.

Amb aquests resultats, i els dels apartats b1 i b2, tenim la taula de la dreta, que identificant els 5 V amb un 1, i 0 o 0.3 V en un 0, correspon a la porta

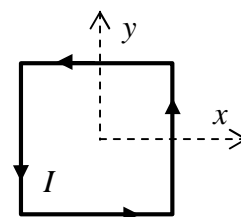
NOR

V_1	V_2	V_{out}
0	0	5 V
0	5 V	0.3 V
5 V	0	0.3 V
5 V	5 V	0.3 V

Resolució del problema 3 (20% de l'examen final)

Per l'espina quadrada de la figura, de costat $L = 1$ m, situada al pla xy amb el centre a l'origen de coordenades, circula una intensitat $I = 4$ A en sentit antihorari. L'espina està en presència d'un camp magnètic extern uniforme $\mathbf{B}_0 = (5 \text{ T}) \mathbf{j}$.

- Quina força exerceix \mathbf{B}_0 sobre cadascun dels quatre costats de l'espina?
- Quin és el vector camp magnètic que crea la pròpia espina al seu centre?
- A més a més de l'espina quadrada, considereu una espina circular de radi $R = 1$ cm que també està al pla xy i centrada a l'origen de coordenades. Quin és el coeficient d'inducció mútua entre les dues espines?



Atès que l'espina circular és molt petita, es pot considerar que el camp magnètic que la travessa és uniforme i igual al camp que crea l'espina quadrada al centre.

a) La força que exerceix un camp magnètic uniforme \mathbf{B}_0 sobre un segment rectilini de corrent és $\mathbf{F} = I\mathbf{l} \times \mathbf{B}_0$, on I és la intensitat que circula i \mathbf{l} és un vector de mòdul igual a la longitud del segment, en la direcció del segment i el sentit del corrent.

Atès que el camp magnètic $\mathbf{B}_0 = B_0\mathbf{j}$, on $B_0 = 5$ T, és paral·lel als costats dret i esquerre, la força que actua sobre aquests costats és nul·la (el producte vectorial \times entre vectors paral·lels és nul).

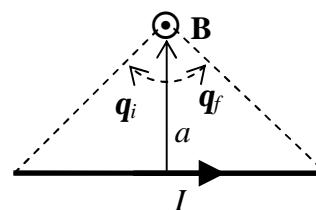
Per al costat inferior $\mathbf{l}_{\text{inf}} = L\mathbf{i} \rightarrow \mathbf{F}_{\text{inf}} = I(L\mathbf{i}) \times (B_0\mathbf{j}) = ILB_0(\mathbf{i} \times \mathbf{j}) = (4 \text{ A})(1 \text{ m})(5 \text{ T})\mathbf{k} = (20 \text{ N})\mathbf{k}$

Per al costat superior $\mathbf{l}_{\text{sup}} = -L\mathbf{i} \rightarrow \mathbf{F}_{\text{sup}} = I(-L\mathbf{i}) \times (B_0\mathbf{j}) = -ILB_0(\mathbf{i} \times \mathbf{j}) = -(20 \text{ N})\mathbf{k}$

$$\boxed{\mathbf{F}_{\text{esq}} = \mathbf{F}_{\text{dret}} = 0 ; \mathbf{F}_{\text{inf}} = (20 \text{ N})\mathbf{k} ; \mathbf{F}_{\text{sup}} = -(20 \text{ N})\mathbf{k}}$$

b) El mòdul del camp magnètic que crea un segment de corrent rectilini en un punt que es troba a una distància a com a la figura és

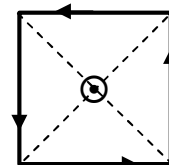
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{a} (\sin \mathbf{q}_f - \sin \mathbf{q}_i)$$



on el sentit positiu dels angles és el de la intensitat I ($\mathbf{q}_f > 0$ i $\mathbf{q}_i < 0$).

Segons la llei de de Biot i Savart, $d\mathbf{B} = (\mu_0/4\pi)I(d\mathbf{l} \times \mathbf{r})/r^3$, la direcció i sentit de \mathbf{B} és la del producte vectorial de \mathbf{l} per un vector que va del segment al punt. A la figura anterior aquest producte vectorial és perpendicular al pla del paper i cap enfora.

En el cas del centre de l'espina, per a cada costat $I = 4$ A, $a = L/2 = 0.5$ m, $\mathbf{q}_i = -45^\circ$ i $\mathbf{q}_f = 45^\circ$, amb $\sin(45^\circ) = -\sin(-45^\circ)$, i cadascun crea un camp amb el mateix mòdul B en la direcció i sentit de l'eix de les z . Per tant, el camp al centre és $\mathbf{B}_{\text{esp}} = B_{\text{esp}}\mathbf{k}$ amb $B_{\text{esp}} = 4B = 4(\mu_0/4\pi)(I/a)2\sin(45^\circ)$



$$B_{\text{esp}} = 4 \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{a} 2 \sin 45^\circ = 4 \frac{4\pi \times 10^{-7}}{4\pi} \frac{4}{0.5} 2 \sin 45^\circ = 4.52 \times 10^{-6} \text{ T}$$

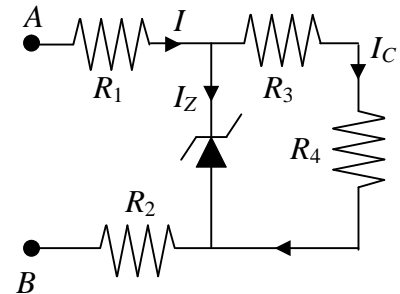
$$\boxed{\mathbf{B}_{\text{esp}} = (4.52 \times 10^{-6} \text{ T})\mathbf{k}}$$

c) El flux del camp magnètic de l'espina quadrada a través de la superfície delimitada per la circular (d'àrea πR^2 , on $R = 1$ cm = 0.01 m) és proporcional a la intensitat I que circula per la quadrada, $\mathbf{f} = MI$, on M és el coeficient d'inducció mútua. Atès que l'espina circular és molt petita, es pot considerar que el camp magnètic que la travessa és uniforme i igual al camp \mathbf{B}_{esp} que crea l'espina quadrada al centre. Llavors, com que \mathbf{B}_{esp} és perpendicular al pla de l'espina circular

$$\mathbf{f} = B_{\text{esp}}(\pi R^2) \rightarrow \boxed{M = \frac{\mathbf{f}}{I} = \frac{B_{\text{esp}}(\pi R^2)}{I} = \frac{(4.52 \times 10^{-6})(\pi 0.01^2)}{4} = 3.55 \times 10^{-10} \text{ H}}$$

Resolució de l'examen de pràctiques de laboratori – 15 de juny de 2009

Amb un díode Zener, les tensions característiques del qual són $V_Z = 6 \text{ V}$ i $V_g = 0.6 \text{ V}$, quatre resistències de valors nominals $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = R_3 = 200 \Omega$ i $R_4 = 50 \Omega$, i sis connectors en forma de pont, muntem sobre un tauler de connexions el circuit limitador de tensió de la fotografia, que és equivalent al de la figura de la dreta.



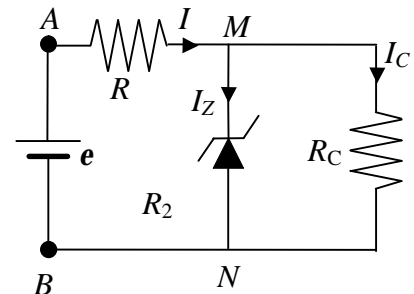
- Dispossem d'una font de tensió que podem connectar als punts A i B del circuit. On connectarem el born positiu de la font, i on el negatiu, perquè el díode estigui en polarització inversa?
- Amb el díode polaritzat inversament, anem augmentant progressivament la fem e de la font (inicialment a zero volts). Quin és el valor de la fem a partir del qual el díode començarà a conduir?
- Quina intensitat circularà per cadascuna de les resistències si la fem de la font és $e = 10 \text{ V}$.

a) Perquè el díode estigui en polarització inversa cal connectar

el born positiu de la font al punt A i el negatiu a B

de manera que el circuit que queda és com el de la figura on

$$R = R_1 + R_2 = 300 \Omega \quad \text{i} \quad R_C = R_3 + R_4 = 250 \Omega$$



b) Perquè el díode Zener condueixi, el circuit equivalent Thevénin al qual està connectat (entre M i N) ha de tenir una fem Thevénin $e_{Th} > V_Z = 6 \text{ V}$.

La fem Thevénin del circuit al qual està connectat, és la tensió que hi hauria entre els punts M i N quan no hi ha el díode. Si no hi ha el díode (o quan no condueix), només circularà corrent per la malla exterior amb

$$I = I_C = \frac{e}{R + R_C} \quad \rightarrow \quad e_{Th} = (V_M - V_N)_{CO} = R_C I = \frac{R_C}{R + R_C} e = \frac{250}{550} e$$

$$\text{Aleshores, per tal que } e_{Th} > 6 \text{ V} \quad \rightarrow \quad \frac{250}{550} e > 6 \text{ V} \quad \rightarrow \quad e > \frac{550}{250} 6 \text{ V} = 13.2 \text{ V}$$

c) Si $e = 10 \text{ V} < 13.2 \text{ V}$, el díode no condueix i per totes les resistències circula

$$I = I_C = \frac{e}{R + R_C} = \frac{10}{550} = 0.0182 \text{ A}$$