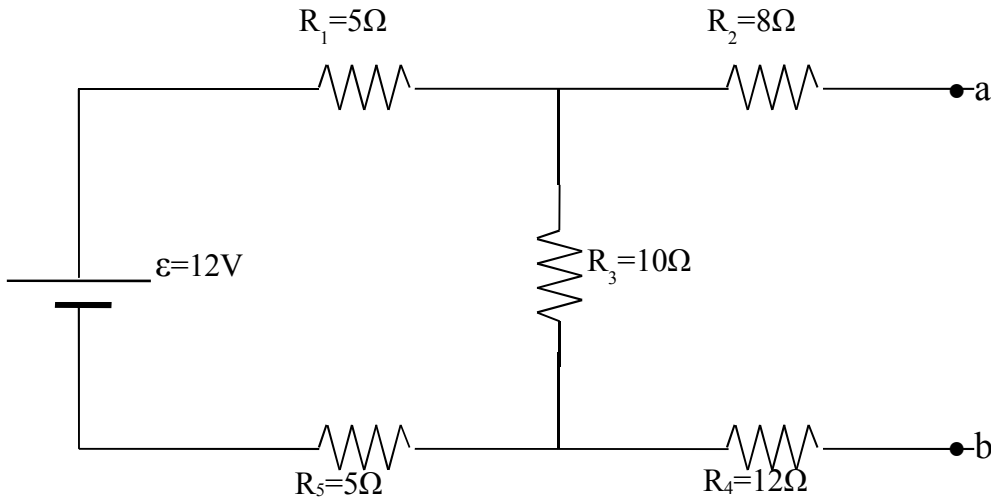


## EXAMEN FINAL DE FÍSICA - 24 GENER 2005

### Problema 1

Donat el circuit de la figura

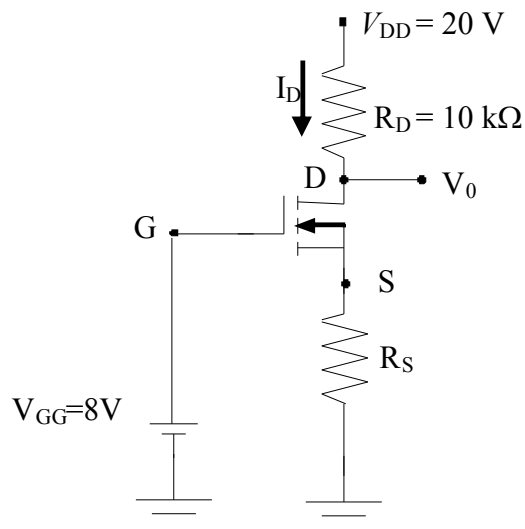
- Determineu el circuit equivalent Thévenin entre els punts a i b.
- Si connectem un condensador de capacitat  $C = 6\text{nF}$  entre els punt a i b, quina càrrega adquirirà i quant valdrà l'energia emmagatzemada? (Suposeu règim estacionari.)



### Problema 2

En el circuit de la figura els paràmetres característics del transistor són  $V_T = 1\text{V}$  i  $K=200\ \mu\text{A}$ . Trobeu  $V_{GS}$ ,  $I_D$ ,  $V_0$  i digueu la zona de treball del transistor quan

- $R_S = 0$
- $R_S = 5\ \text{k}\Omega$



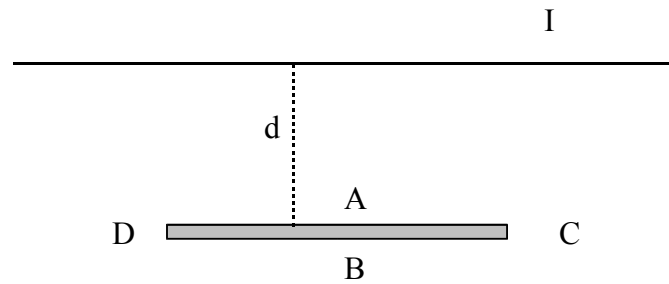
### Problema 3

Disposem d'una sonda Hall calibrada de manera que apareix una diferència de potencial entre els seus extrems (tensió Hall,  $V_H$ ) de 1 V si es troba en presència d'un camp magnètic perpendicular a la sonda de valor  $B = 0.01$  T.

Volem usar aquesta sonda per determinar, de manera aproximada, quin corrent elèctric circula per un fil infinitament llarg. Per això col·loquem la sonda a una distància  $d = 5$  cm del fil (veure figura) i mesurem  $V_H = V_A - V_B = -1$  mV.

a) Considerant que la sonda és molt estreta (la distància entre A i B és molt petita, de manera que el camp magnètic produït pel corrent del fil infinit és pràcticament constant dins la sonda), quin és el corrent aproximat,  $I$ , que circula pel fil infinit?

b) Justifiqueu quin és el sentit del corrent  $I$  de l'apartat anterior, si dins la sonda Hall hi ha un corrent elèctric format per electrons que van de C cap a D.



### Problema 4

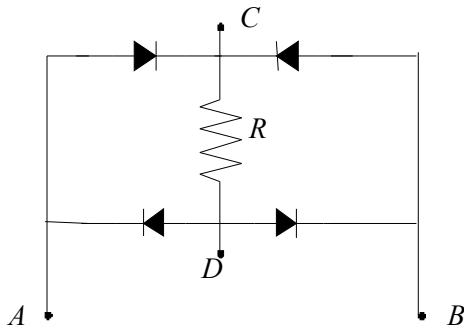
Una emissora marítima emet ones e.m. de radio, de freqüència  $f = 156.45$  Mhz, amb una potència mitjana de 25 W. Considerant les ones esfèriques:

a) Calculeu quins són els valors, en un punt Q situat a una distància de 1.5 Km de l'emissora, de la intensitat mitjana de l'ona e.m. i del camp elèctric màxim.

b) Es vol captar el senyal generat per la inducció del camp magnètic de l'ona e.m. en una espira circular de  $0.2$  m<sup>2</sup> de superfície, que actua com antena del receptor. Suposant que l'antena se situa perpendicularment al camp magnètic determineu la màxima distància a la que es podrà captar el senyal si el receptor necessita -per a operar correctament- una f.e.m. induïda amb una amplitud més gran que 0.0025 V.

### Notes:

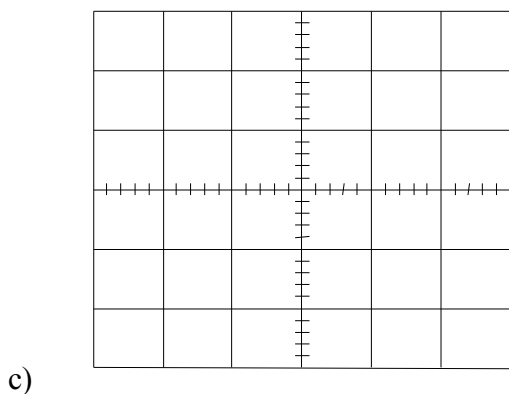
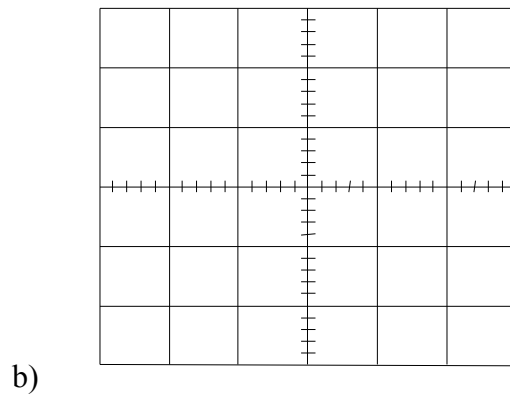
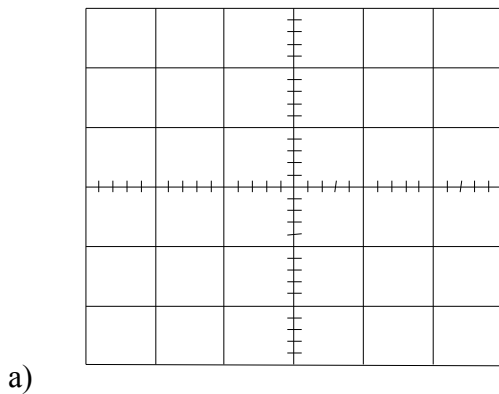
- Tots els problemes puntuen igual
- Feu els problemes en fulls separats
- Poseu el vostre codi al marge superior dret de tots els fulls
- Les notes es publicaran el dimecres 2 de febrer. La revisió es farà el dijous 3 de febrer en sessions de matí (12h-13h) i tarda (15h-16h) a l'aula B4212 (Mòdul B4, segona planta).



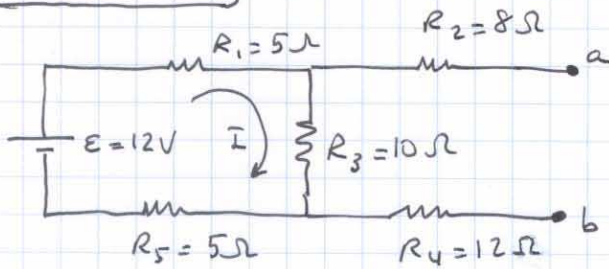
Connectem entre els punts A i B de la figura una tensió sinusoidal de freqüència 500 Hz i 4V d'amplitud. Visualitzem el senyal  $V_A - V_B$  al canal I, i el senyal  $V_C - V_D$  al canal II de l'oscil·loscopi. Pels dos canals, la base de temps és de 0.5 ms/div i el coeficient de deflexió és de 2V/div.

- Representeu gràficament  $V_A - V_B$ .
- Si els díodes del circuit fossin ideals (és a dir, amb tensió llindar zero), representeu  $V_C - V_D$ , tot justificant la resposta.
- Si la tensió llindar de cada díode fos de 0.4 V, representeu novament  $V_C - V_D$ , justificant la resposta.
- Si entre els punts C i D connectem un condensador de capacitat gran, expliqueu com es modificaria el resultat  $V_C - V_D$  obtingut a l'apartat anterior.

Nota: Feu les gràfiques a les graelles següents. Els comentaris podeu fer-los al darrera d'aquest enunciat.

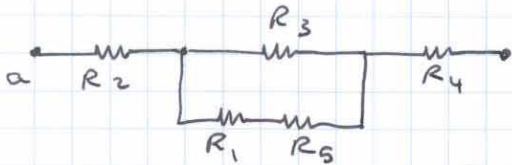


### Problema 1



$$a) \quad I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_3 + R_5} = \frac{12}{20} = 0.6 \text{ A}$$

$$\mathcal{E}_{Th} = (V_a - V_b)_{c.o.} = R_3 I = 6 \text{ V}$$



$$\Rightarrow R_{Th} = 25 \Omega$$

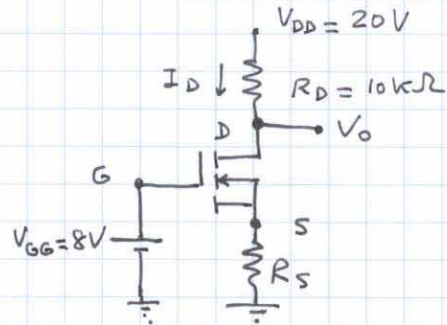
$$b) \quad Q = C \cdot (V_a - V_b) = 6 \text{ nF} \cdot 6 \text{ V} = 36 \text{ nC}$$

$$U = \frac{1}{2} Q \cdot (V_a - V_b) = 108 \text{ nJ}$$

### Problema 2

$$a) \quad R_S = 0$$

$$V_{GS} = 8 \text{ V}$$



Hipòtesi: Suposem saturació:  $I_D = \frac{k}{2V_T^2} (V_{GS} - V_T)^2 = 4.9 \text{ mA}$

$$V_{DS} = V_{DD} - R_D I_D = -2.9 \text{ V} < 0 \quad \text{IMPOSSIBLE!}$$

$$\Rightarrow \text{Treballa en } \boxed{\text{zona } \Omega\text{mica}} \Rightarrow \begin{cases} I_D = \frac{k}{V_T^2} (V_{GS} - V_T) V_{DS} \\ V_{DS} = V_{DD} - R_D I_D \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left. \begin{aligned} I_D &= 14 \times 10^{-4} V_{DS} \\ V_{DS} &= 20 - 10^4 I_D \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} V_{DS} &= 1.333 \text{ V} < V_{GS} - V_T = 7 \text{ V} \quad \text{OK.} \\ I_D &= 1.867 \text{ mA} \end{aligned} \quad ; \quad \boxed{V_o = V_{DS} = 1.333 \text{ V}}$$

$$b) \quad R_S = 5 \text{ k}\Omega$$

$$V_{GS} = V_{GG} - R_S I_D = 8 - 5 \times 10^3 I_D$$

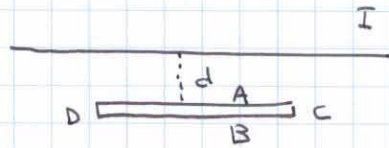
Hipòtesi: Suposem saturació:  $I_D = \frac{k}{2V_T^2} (V_{GS} - V_T)^2 = 10^{-4} (V_{GS} - 1)^2$  } sistema

Substituint 2ª en 1ª:  $V_{GS} = 8 - 0.5 (V_{GS} - 1)^2 \Rightarrow V_{GS} = \begin{cases} 3.87 \text{ V} \Rightarrow I_D = 825.4 \mu\text{A} \\ -3.87 \text{ V} \end{cases}$

$$V_{DS} = V_{DD} - I_D (R_D + R_S) = 7.62 \text{ V} > V_{GS} - V_T \Rightarrow \boxed{\text{SATURACIÓ}} ; \quad V_o = V_{DD} - R_D I_D$$

$$\boxed{V_o = 11.75 \text{ V}}$$

### Problema 3



a) Calibració:  $[V_H = 1 \text{ quan } B = 10^{-2} \text{ T}]$  (camp perpendicular a la sonda)

Mesura:  $V_A - V_B = V_H = -1 \text{ mV} \Rightarrow B = 10^{-5} \text{ T}$  : mòdul del camp magnètic als punts de la sonda. Es perpendicular a la sonda i produït pel corrent infinit.

Fil infinit:  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \Rightarrow \boxed{I = \frac{2\pi d B}{\mu_0} = \frac{10^{-5} \times 2\pi \times 5 \times 10^{-2}}{4\pi \times 10^{-7}} = 2.5 \text{ A}}$

b) Dins la sonda: electrons (càrrega  $-e$ , negativa) viatgen de C cap a D

$\vec{v}_d \leftarrow \bullet$  (representant electrons  $-e$ ). La força magnètica els acumula cap a A (doncs  $V_A - V_B < 0$ )  
 $[\vec{F}_m = -e \vec{v}_d \times \vec{B}] \Rightarrow B \otimes$  entra dins la sonda  $\Rightarrow$   
 el corrent I del fil infinit va d'esquerra a dreta

### Problema 4

$f = 156.45 \text{ MHz}$ ;  $\langle P \rangle = 25 \text{ W}$ . Ona e.m. esfèrica

a)  $d = 1.5 \text{ km}$ ;  $\boxed{\langle I(d) \rangle = \frac{\langle P \rangle}{4\pi d^2} = 8.842 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2}$

$\langle I(d) \rangle = \langle \eta(d) \rangle c = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2(d) c = \frac{1}{2\mu_0} B_0^2(d) c = \frac{1}{2\mu_0} \frac{E_0^2(d)}{c}$

$\boxed{E_0(d) = \sqrt{2 \langle I(d) \rangle \mu_0 c} = 0.02582 \text{ V/m}}$ ;  $B_0(d) = \frac{E_0(d)}{c}$

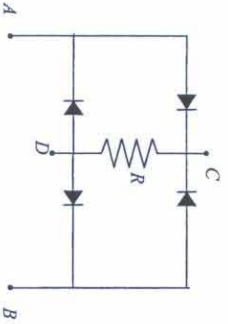
b)  $\phi(t) = B(d, t) S_a = B_0(d) S_a \sin(kx - \omega t)$ ;  $S_a = 0.2 \text{ m}^2$ ;  $\omega = 2\pi f$

$\epsilon = -\frac{d\phi}{dt} = \frac{B_0(d) S_a \omega \cos(kx - \omega t)}{E_0(d)}$ ;  $E_0(d) = B_0(d) S_a \omega = \frac{E_0(d) S_a \omega}{c}$

$E_0(r) = \frac{S_a \omega}{c} \sqrt{\frac{2 \langle P \rangle}{4\pi r^2} \mu_0 c} = \frac{\omega S_a}{r} \sqrt{\frac{2 \langle P \rangle \mu_0}{c 4\pi}} > E_0^{\min}$

amb  $E_0^{\min} = 0.0025 \text{ V}$   $\Rightarrow r < \frac{2\pi f S_a}{E_0^{\min}} \sqrt{\frac{\mu_0 2 \langle P \rangle}{4\pi c}} \approx 10.1 \text{ km}$

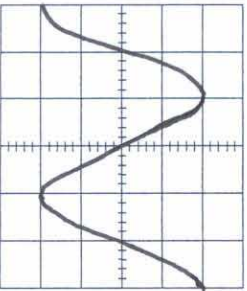
$\Rightarrow \boxed{r_{\max} \approx 10.1 \text{ km}} \quad (10152 \text{ m})$



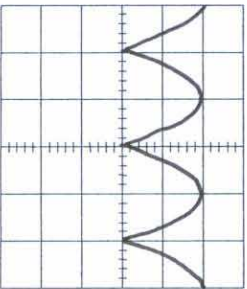
- Connectem entre els punts A i B de la figura una tensió sinusoidal de freqüència 500 Hz i 4V d'amplitud. Visualitzem el senyal  $V_A - V_B$  al canal I, i el senyal  $V_C - V_D$  al canal II de l'oscil·loscopi. Pels dos canals, la base de temps és de 0.5 ms/div i el coeficient de deflexió és de 2V/div.
- Representeu gràficament  $V_A - V_B$ .
  - Si els díodes del circuit fossin ideals (és a dir, amb tensió llindar zero), representeu  $V_C - V_D$ , tot justificant la resposta.
  - Si la tensió llindar de cada díode fos de 0.4 V, representeu novament  $V_C - V_D$ , justificant la resposta.
  - Si entre els punts C i D connectem un condensador de capacitat gran, expliqueu com es modificaria el resultat  $V_C - V_D$  obtingut a l'aparatat anterior.

Nota: Feu les gràfiques a les graelles següents. Els comentaris poden fer-los en aquest mateix full.

$V_A - V_B$



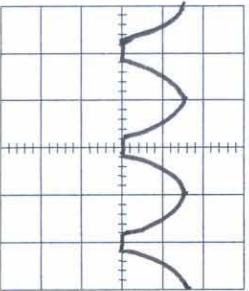
a)



b)

$V_C - V_D$

$V_C - V_D$



c)

a)  $f = 500 \text{ Hz} \Rightarrow T = \frac{1}{f} = 2 \text{ ms}$ . Si la base de temps és de 0.5 ms/div  $\Rightarrow$  la periodicitat és cada 4 divisions horitzontals.

Éssent l'amplitud de 4V i el coeficient de deflexió de 2V/div, el màxim es troba a 2 divisions verticals.

b)  $V_C - V_D$  mai és negatiu, degut a la disposició del pont de díodes. És un rectificador d'una completa amb amplitud de 4V.

c) L'amplitud de  $V_C - V_D$  es redueix a 3.2V degut a què cada díode té  $V_S = 0.4 \text{ V}$ . En els intervals de temps en què  $|V_A - V_B| < 0.8 \text{ V}$ , aleshores  $V_C - V_D = 0$ .

d) Apareixeria una línia horitzontal a 2V. El condensador es carregaria desconnegant amb una constant de temps RC que, per C gran, no permet arribar a valors propers a 0 ni a 3.2V. El corrent que circulava per R és pràcticament continu.