

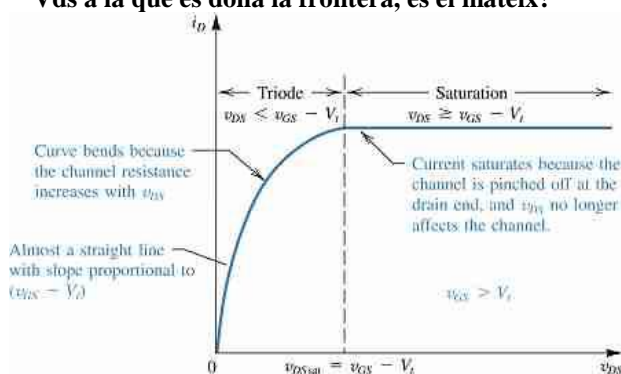
**EXAMEN 2ª convocatòria 2011. TEORIA**

Indicar nom i NIUB i la resposta correcta a la taula del final del qüestionari

**1. Els terminals d'un transistor MOSFET s'anomenen:**

- a) Superior, mig i inferior.
- b) Emissor, base i col·lector.
- c) Emissor, porta i col·lector.
- d) Font, porta i drenador.

**2. La condició  $V_{ds}=V_{gs}-V_t$ , separa la regió de triode i la regió de saturació. La gràfica inferior així ho reflexa. Però de fet aquesta només està dibuixada per a un valor concret de tensió de porta. En el cas de tenir diferents tensions de porta, el valor de tensió  $V_{ds}$  a la que es dona la frontera, és el mateix?**



- a) No, depèn de  $V_{ds}$ .
- b) No, depèn de  $V_t$ .
- c) No, depèn de  $V_{gs}$ .
- d) No, depèn de  $(W/L)$ .
- e) No, depèn de  $K'n$ .

**3. Aquest NMOS, estarà sempre en ...**

- a) Saturació, independentment de  $V_{dd}$ .
- b) Saturació, si  $V_{dd}$  és inferior a la tensió llindar.
- c) Saturació, si  $V_{dd}$  és superior a la tensió llindar.
- d) Triode, si  $V_{dd}$  és superior a la tensió llindar.
- e) Triode, si  $V_{dd}$  és inferior a la tensió llindar.

**4. El corrent de porta d'un NMOS...**

- a) No depèn de cap tensió i és sempre nul.
- b) Depèn de  $V_{ds}$  i  $V_{gs}$ .
- c) Augmenta amb  $V_{ds}$ .
- d) Disminueix amb  $V_{ds}$ .

**5. La resistència del canal d'un MOSFET:**

- a) És sempre constant.
- b) Només depèn de  $V_{ds}$ .
- c) Només depèn de  $V_{gs}$ .
- d) Pot dependre de  $V_{ds}$  i també de  $V_{gs}$ .

**6. La família lògica CMOS fa ús...**

- a) del sentit comú.
- b) de combinacions de transistors MOS i BJT.
- c) de combinacions de transistors NMOS i PMOS.
- d) de combinacions de flip-flops i de banners-flappys.

**7. La funció esglaió  $u(t)$  és ...**

- a) 1 per  $t < 0$  i zero per  $t > 0$ .
- b) zero per  $t < 0$  i 1 per  $t > 0$ .
- c) Zero per  $t > 1$  i 1 per  $t < 1$ .
- d) Zero per  $t < 1$  i 1 per  $t > 1$ .

**8. De la transformada de Laplace d'un condensador, sabem que la corresponent impedància ...**

- a) No depèn de la freqüència.
- b) Augmenta amb la freqüència.
- c) Disminueix amb la freqüència.
- d) Es pot calcular.

**9. Podem dir que un sistema és estable quan ...**

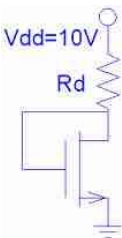
- a) El sistema està quiet i no es mou durant un breu instant de temps
- b) Quan té transformada de Laplace no divergent.
- c) Quan al diagrama de pols i zeros de la transformada de Laplace apareixen els pols a la part esquerra.
- d) Quan al diagrama de pols i zeros de la transformada de Laplace apareixen els pols a la part dreta.

**10. Quin és el procediment general per resoldre un circuit amb senyals variables amb el temps (dinàmics) mitjançant l'espai de Laplace?**

- a) Es resol el circuit, es transforma el resultat a l'espai de Laplace i després s'antitransforma a l'espai temporal.
- b) L'espai de Laplace no té res a veure amb la resolució de circuits. Té a veure amb l'astronomia.
- c) Es transforma tot el circuit a l'espai de Laplace i es resol el circuit amb Kirchhoff.
- d) Es transforma tot el circuit a l'espai de Laplace, es resol el circuit amb Kirchhoff i finalment es fa la substitució  $s=t$  per obtenir la resposta a l'espai temporal.
- e) Es transforma tot el circuit a l'espai de Laplace, es resol el circuit amb Kirchhoff i finalment s'antitransforma a l'espai temporal.

**11. Quan fem l'antitransformada d'un senyal...**

- a) No serveix de res fer l'antitransformada d'un senyal per què tornem a obtenir el mateix senyal.
- b) Només coneixerem el senyal a l'espai temporal per  $t > 0$ .
- c) Només coneixerem el senyal a l'espai de Laplace per  $s > 0$ .
- d) No sabrem res del senyal per què, en general, serà un senyal complex.



### 12. Què ens indica el diagrama de Bode (d'amplitud)?

- És l'evolució temporal del senyal de sortida quan l'entrada és un senyal sinusoidal.
- Les amplituds del senyal sinusoidal d'entrada en funció de la seva freqüència.
- L'amplitud del senyal sinusoidal de sortida en funció de la seva freqüència.
- El guany d'amplituds quan l'entrada és un senyal sinusoidal per diferents freqüències d'aquest senyal d'entrada sinusoidal.
- La forma del senyal de sortida quan l'entrada és un senyal esglaó.

### 13. Com afecten els pols i zeros al diagrama de Bode (d'amplituds)?

- Cada zero introdueix un pendent de +20dB/dècada, i cada pol de -20dB/dècada.
- Cada zero introdueix un pendent de -20dB/dècada, i cada pol de +20dB/dècada.
- El diagrama de Bode no té res a veure amb els pols i zeros.
- Els zeros donen un valor 0 del guany i els pols un guany infinit.
- Depèn de si el pol és nord o sud.

### 14. La resistència d'entrada d'un amplificador operacional és:

- Petita, usualment de l'ordre de 10 Ohm.
- Gran, usualment de l'ordre de 500 KOhm.
- Pràcticament zero.
- Pràcticament infinita.

### 15. Un amplificador operacional es comporta com:

- Una font de tensió governada per tensió.
- Una font de tensió governada per corrent.
- Una font de corrent governada per tensió.
- Una font de corrent governada per corrent.

### 16. En quina zona treballa un amplificador operacional en realimentació negativa (de $V_o$ a -)?

- En la zona ideal ja que  $V_+$  és aprox  $V_-$ .
- En la zona de tall ja que  $V_+$  és aprox  $V_-$ .
- En la zona lineal ja que  $V_+$  és aprox  $V_-$ .
- En la zona de saturació ja que  $V_+$  és aprox  $V_-$ .

### 17. En un amplificador operacional, $V_{cc+}$ i $V_{cc-}$ són:

- Sempre iguals.
- Sempre iguals però de diferent signe, per exemple +15V i -15V.
- Sempre iguals però el mateix signe, per exemple +15A.
- $V_{cc+}$  sempre major a  $V_{cc-}$ .
- Es poden deixar sense connectar a cap font d'alimentació.

### 18. En un amplificador operacional en realimentació negativa polaritzat segons $V_{cc+}=+15V$ i $V_{cc-}=-15V$ , què succeeix quan $V_+ < V_-$ ?

- Això no pot succeir, si treballa a la zona lineal.
- Que la sortida val -15V.
- Que la sortida val +15V.
- Que la sortida val zero.

### 19. Quins són els avantatges dels filtres actius respecte els passius?

- Podem tenir un guany major que 1 i són més ideals que els passius.
- Podem tenir un guany major que 1.
- Podem tenir un guany major que 1, i es poden interconnectar entre ells sense influència en el seu funcionament.
- El principal avantatge es que permeten modelar la forma que volem del filtre.

### 20. Quines són les característiques generals dels filtres actius de Butterworth i Chebyshev?

- Pel mateix ordre de filtre, el de Butterworth té una transició més progressiva ("suau") i no presenta arrissat del guany a la banda passant.
- Pel mateix ordre de filtre, el de Butterworth té una transició més progressiva ("suau") però el guany és més petit.
- Pel mateix ordre de filtre, el de Butterworth té una transició més progressiva ("suau").
- El filtre de Butterworth és un filtre ideal i el de Chebyshev és un filtre real.

NOM:

NIUB:

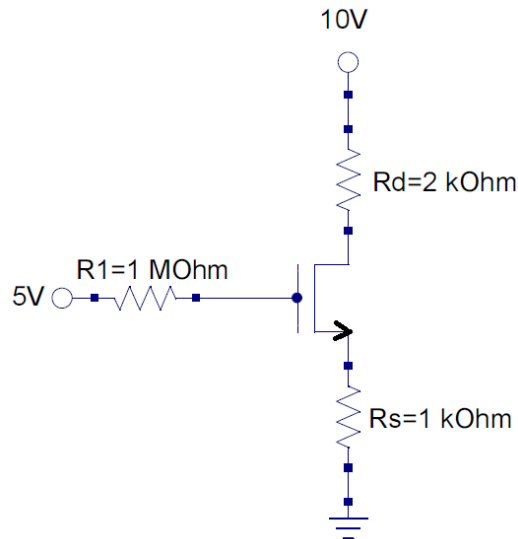
Indicar aquí l'única resposta correcta

Pregunta	Resp.	Pregunta	Resp.
1	d	11	b
2	c	12	d
3	c	13	a
4	a	14	d
5	d	15	a
6	c	16	c
7	b	17	d
8	c	18	a
9	c	19	c
10	e	20	a

Resposta Correcta=0.15 Resposta Incorrecta=-0.05

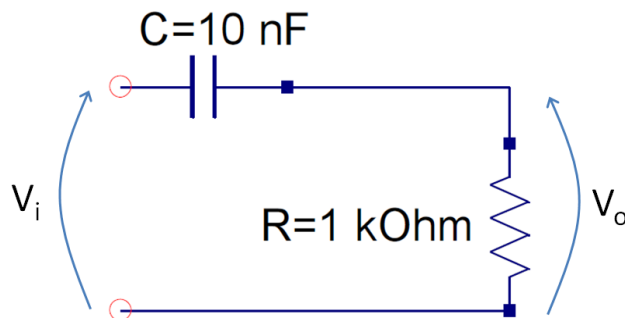
## EXAMEN 2ª convocatòria 2011. Problemes.

P1) (1.5 punt) Resol aquest circuit (obtenir totes les tensions i corrents). El transistor té les següents característiques:  $V_T = 2V$ ,  $K_n' \cdot W/L = 2 \text{ mA/V}^2$ . (Si fos necessari resoldre en tríode, feu-lo en tríode lineal).



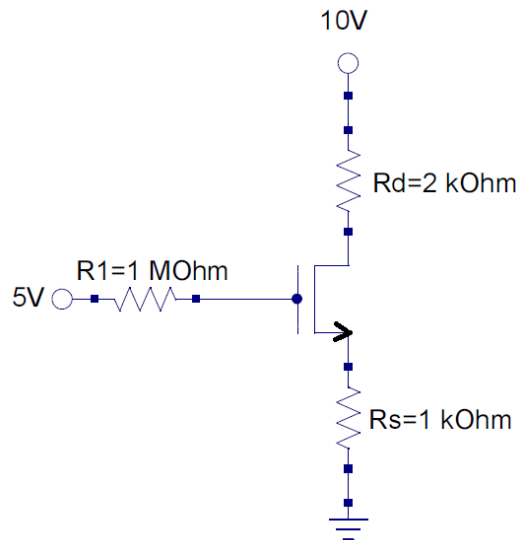
P2) (1.5 punts) Respecte al circuit de la figura:

- Obtenir la funció de transferència del circuit prenent com a senyal de sortida  $V_o$  i senyal d'entrada  $V_i$ .
- Per una entrada esglaió d'alçada 2V, obteniu el senyal de sortida a l'espai de temps. (considereu condicions inicials nul·les, i utilitzeu la funció de transferència obtinguda).
- Dibuixeu qualitativament la gràfica de  $V_o$  respecte el temps.



P3) (1 punt) Tenim dos sensors de posició per tal de mesurar la rotació d'un cos. Cadascun d'aquests sensors ens dóna un senyal de tensió en un rang de 0 mV fins a 100 mV. Dissenyeu un circuit (dibuix del circuit i valors de resistències), fent ús d'amplificadors operacionals, per tal d'obtenir una tensió en el rang de 0V fins a 10V per cada sensor i després obtenir la diferència d'ambdues senyals amplificades. Fes el diagrama de blocs del sistema.

P1) (1.5 punt) Resol aquest circuit (obtenir totes les tensions i corrents). El transistor té les següents característiques:  $V_T = 2V$ ,  $K_n' \cdot W/L = 2 \text{ mA/V}^2$ . (Si fos necessari resoldre en tríode, feu-lo en tríode lineal).



El primer que podem fer és obtenir la tensió de porta. Per la branca de porta no pot passar corrent. Consequentment, tampoc hi ha caigudes de tensió i, per tant:

$$V_G = 5V$$

Per resoldre la branca del transistor, utilitzem l'equació característica del transistor NMOS. Com que no es pot veure si el transistor està en saturació, tríode o tall, suposem que està en saturació (i quan l'hàgim resolt comprovarem si és així o no). Treballant en unitats de V, mA i kΩ:

$$\begin{aligned} I_d &= \frac{1}{2} \cdot K_n' \cdot \frac{W}{L} \cdot (V_{GS} - V_T)^2 \\ \Rightarrow I_d &= 1 \cdot (V_G - V_S - V_T)^2 \\ \Rightarrow I_d &= (5 - I_d - 2)^2 = 0.5 \cdot (3 - I_d)^2 \\ \Rightarrow I_d &= 9 - 6 \cdot I_d + I_d^2 \\ \Rightarrow I_d^2 - 7 \cdot I_d + 9 &= 0 \end{aligned}$$

D'aquesta equació podem obtenir les dues possibles solucions:

$$I_d = \frac{7 \pm \sqrt{7^2 - 4 \cdot 1 \cdot 9}}{2} = \begin{cases} 5.3 \text{ mA} \\ 1.7 \text{ mA} \end{cases}$$

Comprovem si cap d'aquestes dues solucions és compatible amb saturació. Per això comprovem que no hi sigui en tall i, si és així, si compleix la condició de saturació.

Per la primera solució:

$$V_s = I_d \cdot 1 = 5.3V$$

Com que  $V_G=5V$ , això voldria dir que el transistor hi seria en tall. Per tant, aquesta solució no és possible. Mirem ara la segona solució:

$$V_s = I_d \cdot 1 = 1.7 V \Rightarrow V_{GS} = 5 - 1.7 = 3.3 V$$

Això és compatible amb saturació, ja que aquesta tensió es major que la tensió llindar ( $V_T=2V$ ).  
Comprovem ara la condició de saturació:

$$V_d = 10 - I_d \cdot 2 = 10 - 1.7 \cdot 2 = 6.6 V \Rightarrow V_{ds} = 6.6 - 3.3 = 3.3 V$$

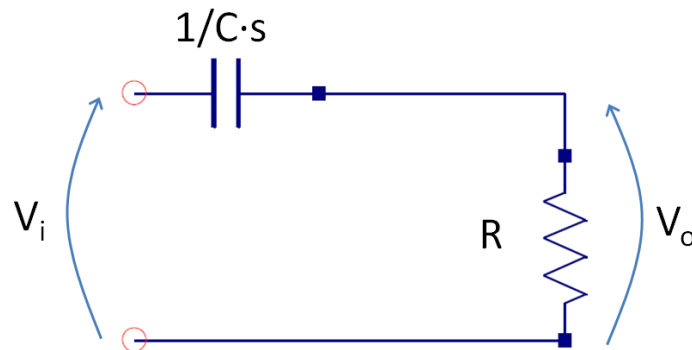
$$V_{ds} > V_{gs} - V_T \quad ? \rightarrow 3.3 > 3.3 - 2 \rightarrow 3.3 > 1.3$$

Aquesta condició és certa, per tant la segona solució és la solució correcta.

P2) (1.5 punts) Respecte al circuit de la figura:

- Obtenir la funció de transferència del circuit prenent com a senyal de sortida  $V_o$  i senyal d'entrada  $V_i$ .
- Per una entrada esglaió d'alçada  $2V$ , obteniu el senyal de sortida a l'espai de temps. (considereu condicions inicials nul·les, i utilitzeu la funció de transferència obtinguda).
- Dibuixeu qualitativament la gràfica de  $V_o$  respecte el temps.

Per obtenir la funció de transferència s'ha de considerar sempre condicions inicials nul·les. Llavors, el circuit transformat a l'espai de Laplace és el següent:



Per resoldre aquest circuit s'ha de resoldre com si tots els elements fossin resistències amb els valors donats a la figura. Per tant aquest circuit és com un divisor de tensió:

$$V_o = \frac{R}{R + \frac{1}{C \cdot s}} \cdot V_i = \frac{R \cdot C \cdot s}{R \cdot C \cdot s + 1} \cdot V_i = \frac{s}{s + \frac{1}{R \cdot C}} \cdot V_i$$

Per tant, la funció de transferència és:

$$H(s) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{s}{s + \frac{1}{R \cdot C}}$$

Per obtenir  $V_o$  per una  $V_i$  igual a un esglaió d'alçada de  $2V$ , utilitzarem la funció de transferència que hem obtingut. Primer, sabem quina forma té  $V_i$  a l'espai de Laplace:

$$V_i(s) = \frac{2V}{s}$$

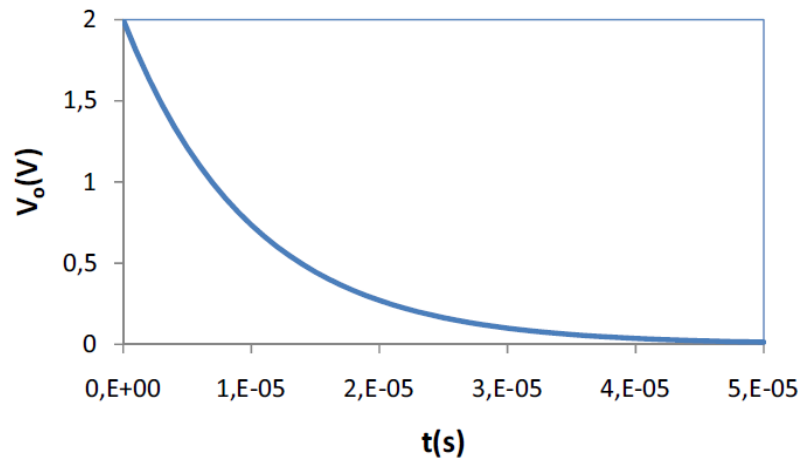
Llavors obtenim  $V_o(s)$  com:

$$V_o = H(s) \cdot V_i = \frac{s}{s + \frac{1}{R \cdot C}} \cdot \frac{2}{s} = \frac{2}{s + \frac{1}{R \cdot C}}$$

Ara només hem d'antitransformar aquest senyal. Però aquesta expressió ja la sabem antitransformar utilitzant la taula (ja que apareix l'antitransformada de  $1/(s+a)$ ). Per tant:

$$V_o(t) = u(t) \cdot \left[ 2 \cdot e^{-\frac{1}{R \cdot C} t} \right]$$

La gràfica d'aquesta funció té la següent forma:



(fer un gràfic aproximat és suficient).

P3) (1 punt) Tenim dos sensors de posició per tal de mesurar la rotació d'un cos. Cadascun d'aquests sensors ens dona un senyal de tensió en un rang de 0 mV fins a 100 mV. Dissenyeu un circuit (dibuix del circuit i valors de resistències), fent ús d'amplificadors operacionals, per tal d'obtenir una tensió en el rang de 0V fins a 10V per cada sensor i, després, obtenir la diferència d'ambdues senyals amplificades. Fes el diagrama de blocs del sistema.

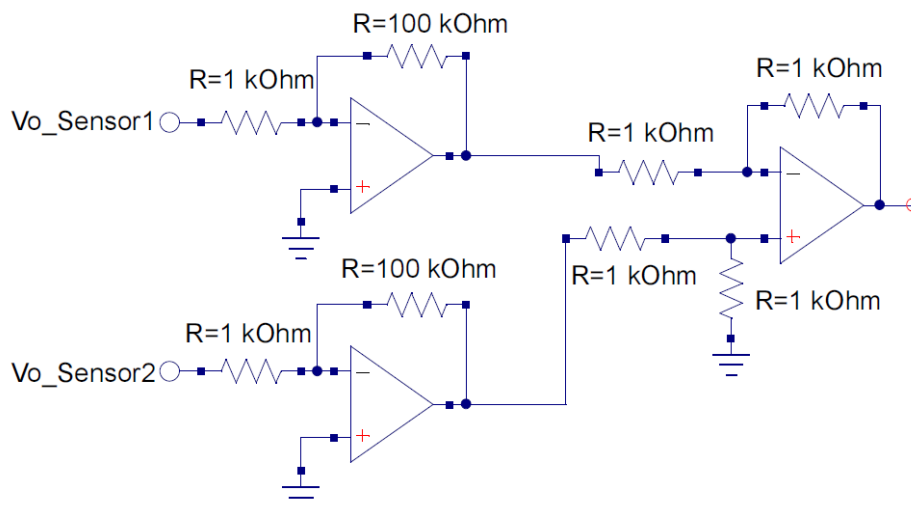
Primer hem d'amplificar el senyal dels sensors. Per això utilitzem els amplificadors (podem utilitzar tant els inversors com els no-inversors ja que després farem la resta dels dos senyals). Utilitzem els més senzills que són els inversors. Només hem de conèixer el factor d'amplificació:

$$\text{amplificació} = \frac{10V - 0V}{100mV - 0mV} = \frac{10V}{0.1V} = 100$$

Per l'amplificador inversor, el factor de guany es  $R_2/R_1$  (sense tenir en compte el signe). Si agafem  $R_1$  com a 1kΩ, llavors  $R_2$  hauria de ser 100 kΩ. Utilitzem dos amplificadors idèntics, un per cada sensor.

Ara ens demanen fer la resta d'ambos senyals. Per tant, agafem el bloc restador que ja coneixem. Com que no necessitem aplicar cap amplificació addicional, agafem totes les resistències amb el mateix valor. Per exemple, 1 kΩ.

Per tant, el circuit podria quedar com:



Les tensions d'alimentació dels amplificadors operacionals podrien ser, per exemple,  $V_{cc+} = 15V$  i  $V_{cc-} = -15V$ . Així ens assegurem que els valors màxim i mínim de sortida dels amplificadors sempre estigui per sota d'aquests valors de l'alimentació (és a dir, que no es satura).

S'ha de tenir en compte que hi han diferents possibilitats d'implementar la mateixa funció i, per tant, aquesta solució no és única.

El diagrama de blocs el podríem posar com:

