 <b>Universidad de Granada</b>		<b>Fundamentos Físicos y Tecnológicos</b> <b>G.I.I.</b>	<b>Examen de Teoría</b> <b>3 de Febrero de 2012</b>
Apellidos:			Firma:
Nombre:	DNI:	Grupo:	

- Responde a cada pregunta en hojas separadas.
- Indica en cada hoja tu nombre, el número de página y el número de páginas totales que entregas.
- Lee detenidamente los enunciados antes de contestar.
- No es obligatorio hacer los ejercicios en el orden en el que están planteados.

1. Un cilindro dieléctrico de radio  $R = 2\text{cm}$  y de longitud  $L = 10\text{m}$  ( $L \gg R$ ) se carga con  $Q = -3C$ .

- Calcula el campo eléctrico creado en cualquier punto del espacio por esta estructura. Explique razonadamente la dirección y sentido de dicho campo. **(0.5 puntos)**
- Calcula la diferencia de potencial entre dos puntos que están a 5cm y 7cm del centro del cilindro respectivamente. **(0.5 puntos)**

Ayuda:  $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{C}^2/\text{Nm}^2$ ,  $S_{lat} = 2\pi r l$ ,  $S_{base} = \pi r^2$  y  $V = \pi r^2 l$

2. En el circuito de la figura **I**:

- Calcula el equivalente Thevenin del circuito visto desde los puntos A y B si  $R=2\text{k}\Omega$ ,  $V=6\text{V}$ ,  $I_1=4\text{mA}$  y  $I_2=2\text{mA}$ . **(1.5 puntos)**
- Calcula la potencia en cada una de las fuentes del circuito justificando si es consumida o suministrada. **(1.2 puntos)**

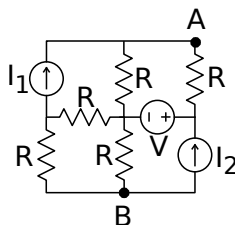


Figura 1: Circuito para el problema 2

3. Calcula en el circuito de la figura **2** el punto de polarización del transistor ( $I_D$  y  $V_{DS}$ ). Datos: Para el diodo  $V_T=0.7\text{V}$ . Para el MOSFET  $V_T=2\text{V}$ ,  $V_{CC}=10\text{V}$ ,  $R_1=100\text{k}\Omega$ ,  $R_2=5\text{k}\Omega$ ,  $k=20 \cdot 10^{-4} \text{A/V}^2$ . **(1.5 puntos)**

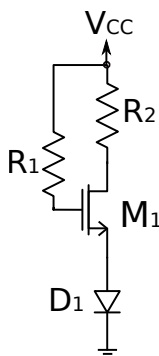


Figura 2: Circuito para el problema 3

4. En el circuito de la figura 3,  $R_1=R_2=R_3=10k\Omega$  y  $L=1mH$ .

- Calcula la función de transferencia. **(1 punto)**
- Dibuja y explica el diagrama de Bode en amplitud y en fase. **(1.5 puntos)**
- Calcula la intensidad que circula por  $R_3$ . **(0.25 puntos)**
- Si  $v_i(t) = 10\cos(2 \cdot 10^5 t)V$ , ¿cual es la expresión de  $v_o(t)$ ? **(0.25 puntos)**

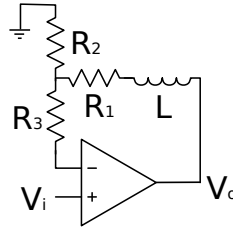


Figura 3: Circuito para el problema 4

5. Dibuja el circuito que implementa la función lógica  $f(A, B, C) = A \cdot C + B$  teniendo en cuenta que se necesita que el consumo de potencia sea el menor posible **(0.5 puntos)**.

Para las siguientes combinaciones de entradas:

- $A=1, B=1, C=1$
- $A=0, B=0, C=0$
- $A=0, B=1, C=0$

explica razonadamente cual es el valor de la función usando el circuito que has pintado y comentando el estado en el que se encuentran cada uno de los transistores que ha utilizado. **(0.5 puntos)**

6. Explica de forma breve el funcionamiento y la utilidad del circuito de la figura 4 **(0.8 puntos)**

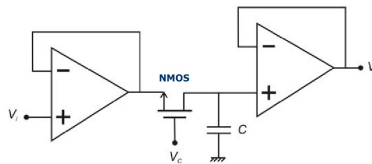
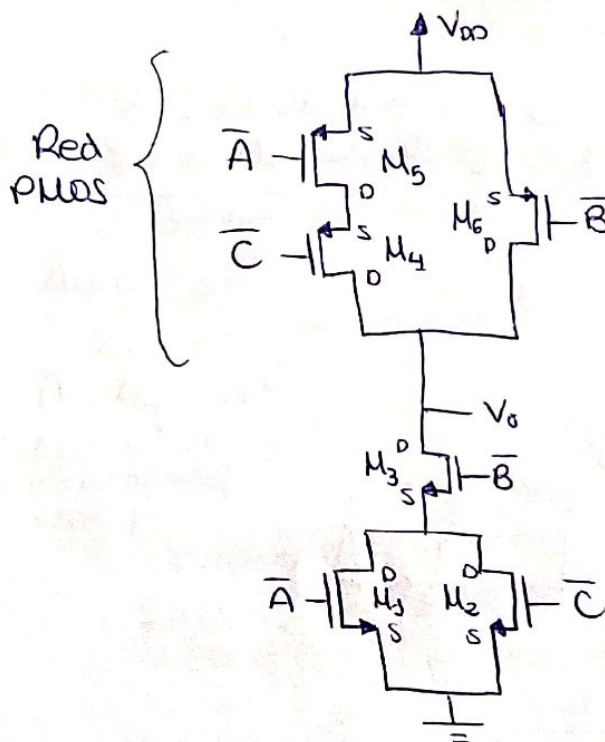


Figura 4: Circuito para el problema 6

5.  $f(A,B,C) = A \cdot C + B$  Menor consumo de potencia posible  
 Razonar los estados de los transistores para las combinaciones  $(1,1,1)$ ,  $(0,0,0)$  y  $(0,1,0)$ .

La tecnología que usaremos será la CMOS ya que el consumo de potencia debe ser el mínimo.

$$\overline{f(A,B,C)} = \overline{AC+B} = \overline{AC} \cdot \overline{B} = (\overline{A} + \overline{C}) \overline{B}$$



Entrada  $(0,0,0)$

$M_1, M_2$  y  $M_3$  en lineal

$M_4, M_5$  y  $M_6$  en corte

Entrada  $(0,1,0)$

$M_1, M_2$  en lineal

$M_3$  en corte

$M_4, M_5$  en corte

$M_6$  en lineal

Entrada  $(1,1,1)$

$M_1, M_2$  y  $M_3$  en corte

$M_4, M_5$  y  $M_6$  en lineal

#### 4. Datos

$$R_1 = R_2 = R_3 = 10k\Omega$$

$$L = 1mH$$

a) Función de transferencia.

•) Modelo lineal ideal:

$$I^+ = I^- = 0A$$

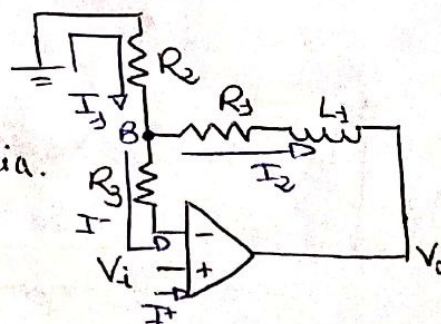
•) Realim. negat.:

$$V^- = V^+ = V_i$$

•) Ley de nudos (B):  $V_B = V_i$  pues  $I^- = 0A$

$$I_1 = I_2 + I_3 \Rightarrow \frac{-V_B}{R_2} = \frac{V_B - V_0}{R_3 + j\omega L} \Rightarrow \frac{V_0}{R_3 + j\omega L} = \left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3 + j\omega L} \right) V_i$$

$$\Rightarrow \frac{V_0}{V_i} = 1 + \frac{R_3 + j\omega L}{R_2} = 1 + \frac{R_3}{R_2} + j\omega \frac{L}{R_2}$$





$$\frac{V_o}{V_i} = 2 + j\omega 10^7 = 2 + j \frac{\omega}{10^7}$$

$$\text{Módulo} = \sqrt{4 + \left(\frac{\omega}{10^7}\right)^2} \quad \text{Argumento} = \arctg \frac{\omega}{2 \cdot 10^7}$$

b) Diagramas de Bode en módulo y argumento + Significados

$$\text{Si } \omega \ll 10^7, 20 \log |T(\omega)| = 6 \text{ dB}$$

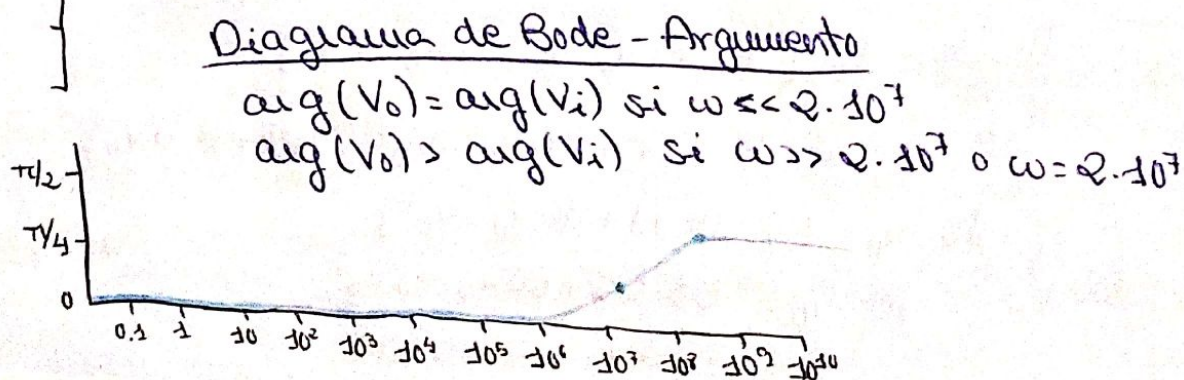
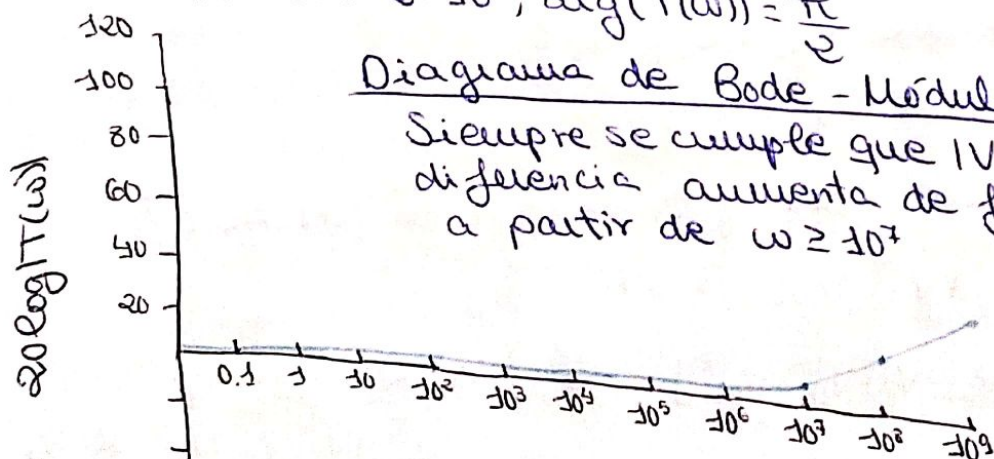
$$\text{Si } \omega = 10^7, 20 \log |T(\omega)| = 6.98 \text{ dB}$$

$$\text{Si } \omega \gg 10^7, 20 \log |T(\omega)| = 20 \log \omega - 20 \log 10^7$$

$$\text{Si } \omega \ll 2 \cdot 10^7, \arg(T(\omega)) = 0 \text{ rad}$$

$$\text{Si } \omega = 2 \cdot 10^7, \arg(T(\omega)) = \frac{\pi}{4}$$

$$\text{Si } \omega \gg 2 \cdot 10^7, \arg(T(\omega)) = \frac{\pi}{2}$$



c) Intensidad por  $R_3 \Rightarrow OA = DI = OA$  (Modelo lineal ideal)

d) Si  $v_i(t) = 10 \cos(2 \cdot 10^5 t) \text{ V}$ , ¿ $v_o(t)$ ?

$$V_o = \left(1 + \frac{Z_{R_3} + Z_L}{Z_{R_2}}\right) V_i = 20 e^{j0.001}$$

$$V_i = 10 e^{j0}$$

$$v_o(t) = 20 \cos(2 \cdot 10^5 t + 0.001) \text{ V}$$



### 3. Datos

$$V_T = 0.7V$$

$$V_T = 2V$$

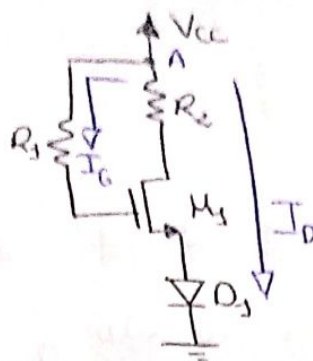
$$V_{CC} = -10V$$

$$R_1 = 100k\Omega$$

$$R_2 = 5k\Omega$$

$$k = 20 \cdot 10^{-4} \frac{A}{V^2}$$

¿ $I_D$  y  $V_{DS}$ ?



Siempre se tiene que  $I_G = 0A$ , por lo que  $V_{CC} = V_A = V_G = -10V$

1°) Supongo diodo ON y transistor en saturación:

$$V_S = V_T = 0.7V$$

$$V_{GS} = 9.3V > V_T = 2V \checkmark$$

$$V_{CC} = I_D R_2 + V_{DS} + V_T$$

$$I_D = \frac{k}{2} (V_{GS} - V_T)^2$$

$$I_D = 20 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1}{2} (7.3)^2 = 53.29 \mu A$$

$$V_D = V_{CC} - I_D R_2 - V_T + V_S = -256.45V$$

¿Se cumple que  $V_{DS} > V_{GS} - V_T$ ?

$$-257.45 > 7.3 \times$$

2°) Supongo diodo ON y transistor en LINEAL:

$$V_S = V_T = 0.7V \quad V_{GS} = 9.3V$$

$$I_D = \frac{k}{2} [2(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2] \quad V_{CC} = I_D R_2 + V_{DS} + V_T$$

Igualemos las  $I_D$ :

$$I_D = \frac{V_{CC} + V_T - V_D}{R_2} = \frac{-10 - V_D}{5000}$$

$$\frac{-10 - V_D}{5000} = 10^{-3} [14.6(V_D - V_S) - (V_D - V_S)^2]$$

$$-10 - V_D = 5 [-10.22 + 14.6V_D - V_D^2 - 0.49 + 1.4V_D]$$

$$-10 - V_D = 5 [-10.71 + 16V_D - V_D^2]$$

$$-10 - V_D = -53.55 + 80V_D - 5V_D^2$$

$$5V_D^2 - 81V_D + 63.55 = 0$$

$$V_D = \frac{81 \pm \sqrt{5290}}{10} = \begin{matrix} 15.37 \\ 0.8268 \end{matrix}$$

Si  $V_D = 15.37 \Rightarrow V_{DS} = 14.67V \Rightarrow V_{DS} < V_{GS} - V_T$ ? NO

Si  $V_D = 0.8268 \Rightarrow V_{DS} = 0.1268V \Rightarrow V_{DS} < V_{GS} - V_T$ ? SI

$$V_{DS} = 0.1268V$$

$$I_D = 1.835 \mu A$$



## 2. Datos

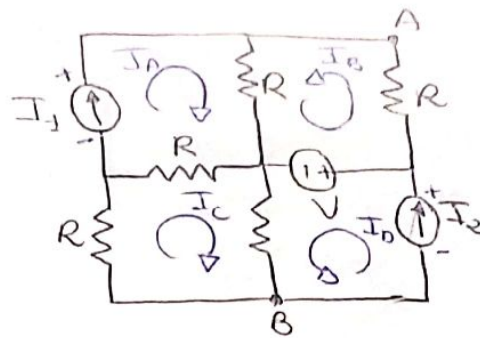
$$R = 2k\Omega$$

$$V = 6V$$

$$I_1 = 4mA$$

$$I_2 = 2mA$$

¿Eg. Thevenin entre A y B?



### Ley de mallas

$$I_A = I_1 \quad I_D = I_2$$

$$\mathcal{E}_{I_1} = I_A 2R + I_B R - I_C R$$

$$V = I_B 2R + I_A R$$

$$0 = I_C 3R - I_A R + I_D R$$

$$-V + \mathcal{E}_{I_2} = I_D R + I_C R$$

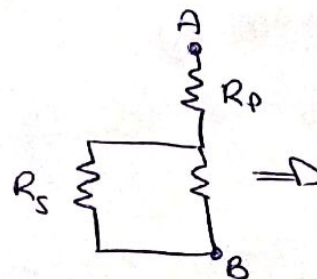
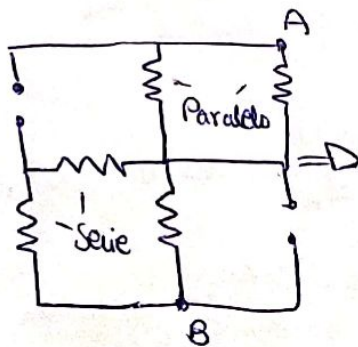
→ Sentido contrario al supuesto

$$I_B = -0.5mA \quad \mathcal{E}_1 = 13.67V$$

$$I_C = 0.6mA \quad \mathcal{E}_2 = 11.33V$$

$$\begin{cases} \mathcal{E}_1 = 16 + 2000b - 2000c \\ 6 = 4000b + 8 \\ 0 = 6000c - 8 + 4 \\ \mathcal{E}_2 - 6 = 4 + 2000c \end{cases}$$

$R_{th}$



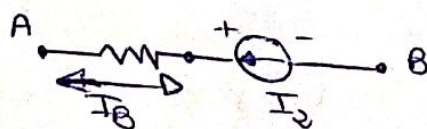
$$R_D = 2 + 2 = 4k\Omega$$

$$R_P = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = 1k\Omega$$

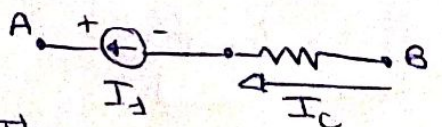
$$R_{P3} = \frac{4 \cdot 2}{4 + 2} = 1.33k\Omega$$

$$R_{th} = 2.33k\Omega$$

$V_{th}$



$$V_{th} = V_A - V_B = +I_B R + \mathcal{E}_{I_2} = 12.33V$$

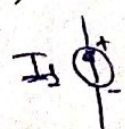


$$V_{th} = V_A - V_B = \mathcal{E}_{I_1} - I_C R = 12.33V$$

Eg. Thevenin



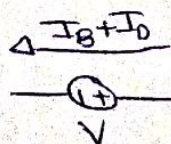
c) Potencia fuentes



$$\begin{aligned} \text{Suministra} \\ P_{I_1} &= \mathcal{E}_{I_1} \cdot I_1 = \\ &= 54.68mW \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Suministra} \\ P_{I_2} &= \mathcal{E}_{I_2} \cdot I_2 = \\ &= 22.66mW \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Consumo} \\ P_V &= (I_B + I_D) V = \\ &= 15mW \end{aligned}$$