 Universidad de Granada	Fundamentos Físicos y Tecnológicos G.I.I. y G.I.I.M.	Examen de Teoría 5 de Febrero de 2016
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. Calcula razonadamente la densidad de carga de una esfera dieléctrica de 2m de radio sabiendo que es capaz de crear una diferencia de potencial de 10V entre dos puntos situados a 1m y 1.5m respectivamente de su centro. **(1 punto)**
 Datos: $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$, $S_{esfera} = 4\pi r^2$, $S_{cilindro}^{lat} = 2\pi r l$, $S_{cilindro}^{base} = \pi r^2$, $V_{esfera} = \frac{4}{3}\pi r^3$, $V_{cilindro} = \pi r^2 l$.

2. En el circuito de la figura **1**:

- a) Calcula los equivalentes Thevenin y Norton del circuito vistos desde los puntos A y B si $R=1\text{k}\Omega$, $I=1\text{mA}$, $V_1=2\text{V}$, $V_2=4\text{V}$, $V_3=6\text{V}$. **(2.3 puntos)**
- b) Calcula las potencias asociadas a las fuentes de corriente I y de tensión V_1 del circuito justificando si son consumidas o suministradas. **(0.7 puntos)**

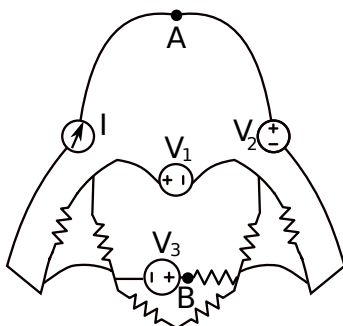


Figura 1: Circuito para el problema 2

3. Calcula en el circuito de la figura **2** el punto de polarización del transistor (I_D , V_{DS} y V_{GS}). Datos: $V_T=2\text{V}$ (tensión umbral del transistor), $k = 2 \cdot 10^{-3} \text{ A/V}^2$, $R=1\text{k}\Omega$, $V_1=10\text{V}$, $V_2=5\text{V}$, $I=1\text{mA}$. ¿Cuánto vale la potencia consumida por el transistor? **(1.5 puntos)**

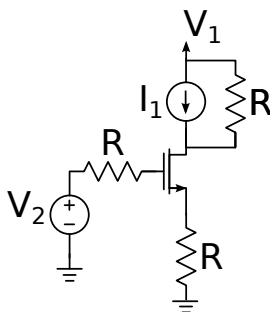


Figura 2: Circuito para el problema 3

4. En el circuito de la figura 3 $R_1=1k\Omega$, $R_2=5k\Omega$, $L=1mH$, $C_1=1\mu F$ y $C_2=10\mu F$.

- Calcula la función de transferencia, su módulo y su argumento. (1 punto)
- Dibujar el diagrama de Bode en amplitud y en fase y explica su significado. A la vista de los resultados, ¿en qué rango de frecuencias habría que trabajar para conseguir una amplitud de señal a la salida menor que la de la entrada? ¿Y para que no haya desfase entre salida y entrada? (0.75 puntos)
- Si colocamos una bobina con autoinducción $L_s=10mH$ conectada entre la salida y la referencia del circuito, ¿cuál es la potencia media e instantánea consumida por este elemento si la entrada es $v_i(t) = 4 \sin(10^2 t + \frac{\pi}{4})V$? (0.75 puntos)

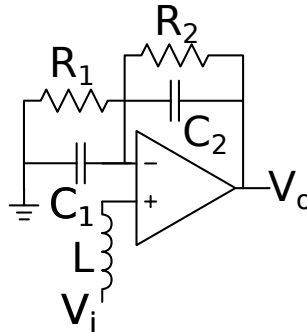


Figura 3: Circuito para el problema 4

- Explica brevemente cómo funciona un transistor MOSFET tipo p. Usa esta explicación para describir brevemente cómo funciona un inversor CMOS y comentar sus ventajas frente a otros inversores. (1 punto)
- Calcule razonadamente y dibuje la característica de transferencia del circuito de la figura 4 si la salida se toma entre los extremos de la resistencia R_1 y la entrada en la fuente que alimenta al circuito. Datos: $V_\gamma = 0.6V$, y $R_1 = R_2 = 1k\Omega$. (1 punto)

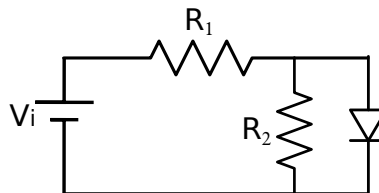
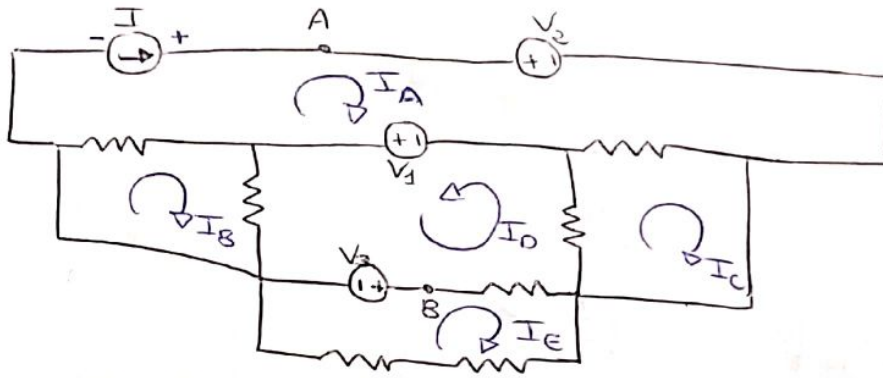


Figura 4: Circuito para el problema 6

1.



Datos

$$R = 1k\Omega$$

$$I = 1mA$$

$$V_1 = 2V$$

$$V_2 = 4V$$

$$V_3 = 6V$$

Ley de mallas

$$V_1 + E_{I_1} - V_2 = I_A(2R) - I_C R - I_B R \quad I_A = 1mA$$

$$0 = I_B 2R - I_A R + I_D R$$

$$0 = I_C 2R - I_A R + I_D R$$

$$V_1 + V_3 = I_D 3R + I_B R + I_C R + I_E R$$

$$V_3 = I_E 3R + I_D R$$

$$\Delta \begin{cases} -2 + f = 2000 \cdot 0.001 - 1000c - 1000b \\ 0 = 2000b - 1 + 1000d \\ 0 = 2000c - 1 + 1000d \\ 8 = 3000d + 1000b + 1000c + 1000e \\ 6 = 3000e + 1000d \end{cases} \quad \begin{cases} b = c \Rightarrow d = -2b + 0.001 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 8 = 3000d + 2000c + 1000e \\ 6 = 3000e + 1000d \end{cases} \quad \begin{cases} 8 = -6000c + 3 + 2000c + 1000e \\ 6 = 3000e - 2000c + 1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 5 = -4000c + 1000e \\ 5 = -2000c + 3000e \end{cases} \Rightarrow \begin{array}{r} 5 = -4000c + 1000e \\ -10 = 4000c + 6000e \\ \hline -5 = -5000e \\ I_E = 1mA \end{array}$$

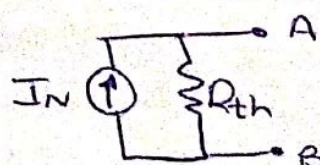
$$\begin{aligned} -2 + f &= 2 - 2000c \\ f &= 6V \end{aligned}$$

$$I_D = 3mA$$

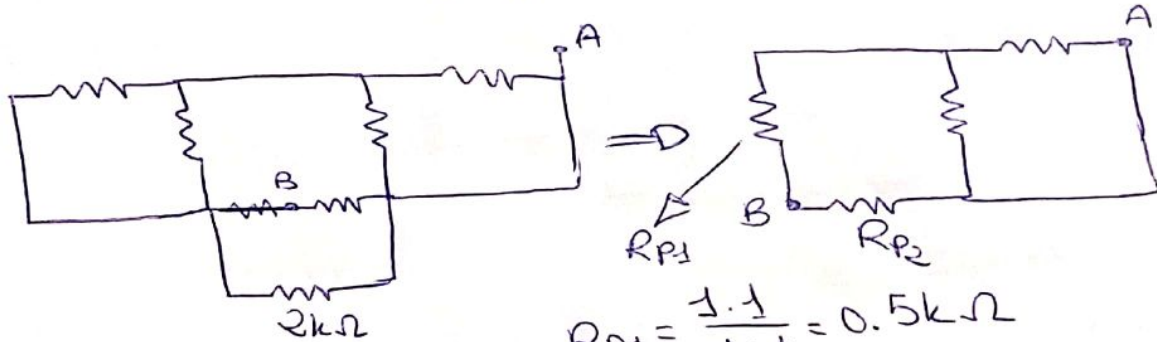
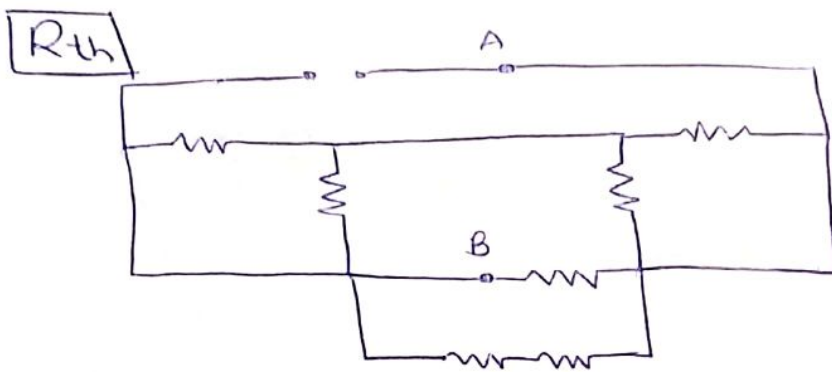
$$I_C = 1mA \quad I_B = 1mA$$

Equiv. Thevenin

$$\begin{aligned} V_A - V_B &= E_{I_1} + V_3 = 0V \\ V_A - V_B &= 4 - 0.004 \cdot 1000 = 0V \end{aligned}$$

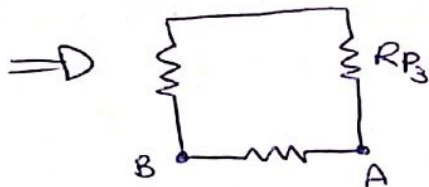
Eg. Norton

$$I_N = \frac{V_{th}}{R_{th}} = 0A$$



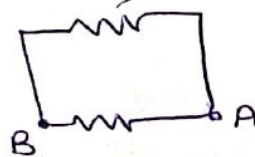
$$R_{P1} = \frac{1 \cdot 1}{1+1} = 0.5k\Omega$$

$$R_{P2} = \frac{1 \cdot 2}{2+1} = 0.6k\Omega$$



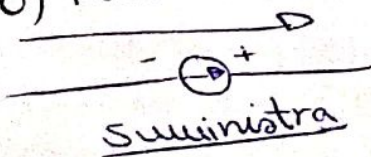
$$R_{P3} = 0.5k\Omega$$

$$R_5 = R_{P1} + R_{P3} = 1k\Omega$$

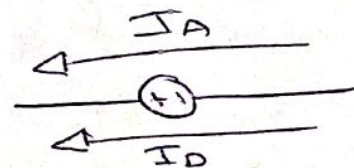


$$R_{th} = \frac{1 \cdot 0.6}{1+0.6} = 0.4k\Omega$$

b) Potencias I y V_1

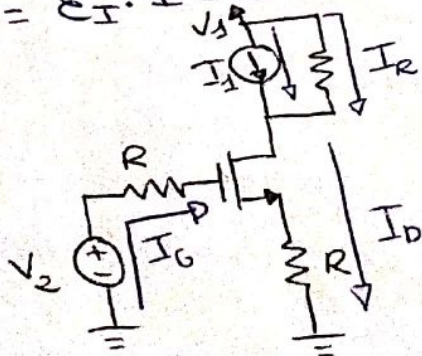


$$P_I = E_I \cdot I = 6 \cdot 1 = 6mW$$



$$P_{V1} = (I_A + I_D) V_1 = 8mW$$

2.



$$\text{Datos} \quad k = 2 \cdot 10^{-3} \frac{A}{V^2} \quad V_T = 2V$$

$$R = 1k\Omega$$

$$V_1 = 10V$$

$$V_2 = 5V$$

$$I = 1mA$$

$$I_D, V_{DS}, V_{GS}, P_D ?$$

$$I_G = 0 \Rightarrow V_G = V_2 = 5V \text{ (Siempre se cumple)}$$

1º) Supongamos CORTE:

$$I_D = 0 \Rightarrow V_S = 0V \Rightarrow V_{GS} = 5V > V_T = 2V$$

Incorrecto

2º) Supongamos SATURACIÓN:

$$I_D = I_1 + I_R \quad I_D = \frac{V_S}{R} \quad I_R = \frac{V_1 - V_S}{R} = \frac{10 - V_S}{R}$$

$$\frac{V_S}{1000} = 0.001 + \frac{10 - V_S}{1000} \Rightarrow V_S \left(\frac{1}{1000} + \frac{1}{1000} \right) = 0.001 + 0.01$$

$$I_D = I_1 + I_R$$

$$I_D = 0.001A + \frac{V_1 - V_0}{1000}$$

$$I_D = \frac{V_S}{R}$$

$$V_S = 5.5$$

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

$$\frac{V_S}{1000} = 10^{-3} (3 - V_S)^2$$

$$V_S = 9 + V_S^2 - 6V_S$$

$$V_S^2 - 7V_S + 9 = 0 \Rightarrow V_S = \frac{7 \pm \sqrt{13}}{2} = 1.697 \text{ or } 5.3$$

$$\frac{V_S}{R} = 0.001 + \frac{V_1 - V_0}{1000}$$

$$\frac{1.697}{1000} = 0.001 + \frac{10 - V_0}{1000} \Rightarrow V_0 = +9.303V$$

$$V_{DS} = 7.606 > V_{GS} - V_T = 1.303$$

$$V_{DS} = 7.606V$$

$$V_{GS} = 3.303V$$

$$I_D = 1.697\mu A$$

$$P_D = I_D \cdot V_{DS} = 12.91\mu W$$

Datos

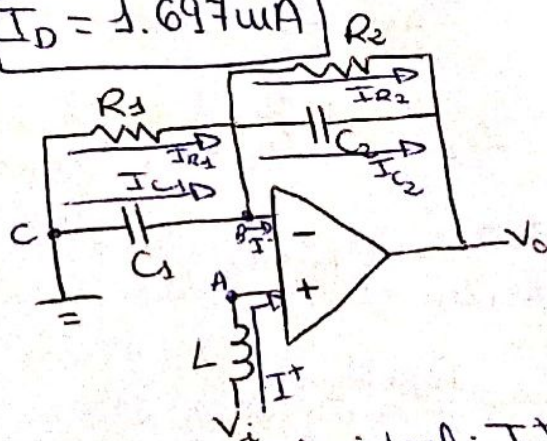
$$R_1 = 1k\Omega$$

$$R_2 = 5k\Omega$$

$$L = 1mH$$

$$C_1 = 1\mu F$$

$$C_2 = 10\mu F$$



•) Modelo lineal ideal: $I^+ = I^- = 0A$

•) Realim. negat.: $V_A = V_B = V_i$

•) Ley de nudos (B): $I_{C1} + I_{R1} = I_{R2} + I_{C2}$

$$I_{C1} = -\frac{V_i}{Z_{C1}} \quad I_{R1} = -\frac{V_i}{Z_{R1}} \quad I_{R2} = \frac{V_i - V_0}{Z_{R2}} \quad I_{C2} = \frac{V_i - V_0}{Z_{C2}}$$

$$\frac{-V_i}{Z_{C_3}} + \frac{-V_i}{Z_{R_3}} = \frac{V_i - V_0}{Z_{R_2}} + \frac{V_i - V_0}{Z_{C_2}}$$

$$V_0 \left(\frac{1}{Z_{R_2}} + \frac{1}{Z_{C_2}} \right) = \left(\frac{1}{Z_{R_2}} + \frac{1}{Z_{R_3}} + \frac{1}{Z_{C_3}} + \frac{1}{Z_{C_2}} \right) V_i$$

$$V_0 \left(\frac{Z_{R_2} + Z_{C_2}}{Z_{R_2} Z_{C_2}} \right) = \left(\frac{Z_{R_3} + Z_{R_2} + Z_{C_3} + Z_{C_2}}{Z_{R_3} Z_{R_2} Z_{C_3} Z_{C_2}} \right) V_i$$

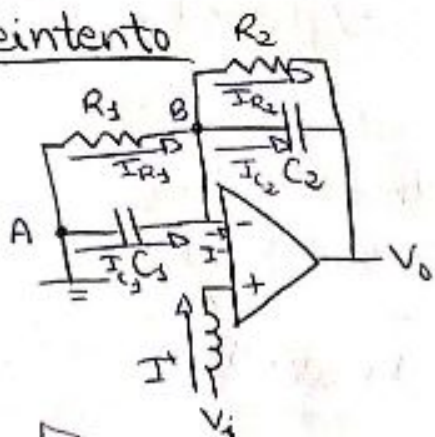
$$\frac{V_0}{V_i} = \frac{Z_{R_3} + Z_{R_2} + Z_{C_3} + Z_{C_2}}{Z_{R_3} Z_{C_3} (Z_{R_2} + Z_{C_2})} =$$

$$= \frac{(R_3 + R_2) + \frac{1}{j\omega C_3} + \frac{1}{j\omega C_2}}{\frac{R_3 R_2}{j\omega C_3} + \frac{1}{j\omega C_3} + \frac{1}{j\omega C_2}} = \frac{(R_3 + R_2)(j\omega C_3 C_2) + j\omega C_3 + j\omega C_2}{R_3 R_2 j\omega C_2 + R_3 + j\omega C_3 j\omega C_2}$$

$$= \frac{(R_3 + R_2)(j\omega C_3 C_2) + j\omega C_3 + j\omega C_2}{R_3 R_2 j\omega C_2 + R_3}$$

Hice un reintento porque lo primero no estaba bien

Reintento



Modelo lineal ideal:

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

Realim. negativa:

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

Ley de nudos (B):

$$I_{R_3} + I_{C_3} = I_{R_2} + I_{C_2}$$

$$\frac{-V_i}{Z_{R_3}} - \frac{V_i}{Z_{C_3}} = \frac{V_i - V_0}{Z_{R_2}} + \frac{V_i - V_0}{Z_{C_2}}$$

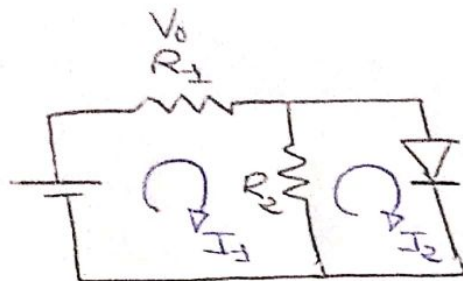
$$\left(\frac{V_0}{Z_{R_2}} + \frac{V_0}{Z_{C_2}} \right) = \frac{V_i}{Z_{R_3}} + \frac{V_i}{Z_{C_3}} + \frac{V_i}{Z_{R_2}} + \frac{V_i}{Z_{C_2}} \Rightarrow V_0 \left(\frac{1}{Z_{R_2}} + \frac{1}{Z_{C_2}} \right) = \left(\frac{1}{Z_{R_3}} + \frac{1}{Z_{C_3}} + \frac{1}{Z_{R_2}} + \frac{1}{Z_{C_2}} \right) V_i$$

$$\Rightarrow V_0 \left(\frac{Z_{R_2} + Z_{C_2}}{Z_{R_2} Z_{C_2}} \right) = \left(\frac{Z_{R_3} + Z_{R_2} + Z_{C_3} + Z_{C_2}}{Z_{R_3} Z_{R_2} Z_{C_3} Z_{C_2}} \right) V_i \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{V_0}{V_i} = \frac{Z_{R_3} + Z_{R_2} + Z_{C_3} + Z_{C_2}}{Z_{R_3} Z_{C_3} (Z_{R_2} + Z_{C_2})} = \frac{R_3 + R_2 + \frac{1}{j\omega C_3} + \frac{1}{j\omega C_2}}{R_3 R_2 \frac{1}{j\omega C_3} + \frac{1}{j\omega C_3} + \frac{1}{j\omega C_2}} =$$

$$= \frac{(R_3 + R_2) j\omega C_3 j\omega C_2}{R_3 R_2 j\omega C_2 + R_3} = \frac{(R_3 + R_2) j\omega C_3}{R_3 R_2 + \frac{R_3}{j\omega C_2}} = \frac{6000 j\omega 10^{-6}}{5000 + \frac{1}{j\omega 10^{-5}} \cdot \frac{1}{R_3}}$$

4.



Datos

$$V_f = 0.6V$$

$$R_1 = R_2 = 1k\Omega$$

Característica de transferencia

1°) Si el diodo estuviera OFF:



$$V_i = I(R_1 + R_2)$$

$$I = \frac{V_i}{R_1 + R_2}$$

$$V_{R_2} = V_d = IR_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_i = \frac{1}{2} V_i$$

$$\frac{1}{2} V_i < V_f \Rightarrow 0.5 V_i < 0.6$$

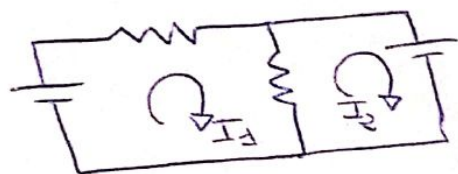
$$\Downarrow$$

$$V_i < 1.2V$$

Para $V_i < 1.2V$:

$$V_o = IR_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_i$$

$$\boxed{V_o = 0.5 V_i}$$

Para $V_i > 1.2V$:

$$\begin{cases} V_i = I_1(R_1 + R_2) - I_2 R_2 \\ -V_f = I_2 R_2 - I_1 R_2 \end{cases}$$

$$\cancel{I_1 R_2 - I_2 R_2 = V_f}$$

$$I_2 = \frac{-V_f + I_1 R_2}{R_2}$$

$$V_i = I_1(R_1 + R_2) + V_f - I_1 R_2$$

$$V_i = +0.6 + I_1 \cdot 1000$$

$$I_1 = \frac{V_i - 0.6}{1000}$$

$$\boxed{V_o = I_1 R_1 = V_i - 0.6}$$

