


|   |  |  |
|---|--|--|
|  <b>Universidad de Granada</b> | <b>Fundamentos Físicos y Tecnológicos</b><br><b>G.I.I.</b> | <b>Examen de Teoría</b><br><b>1 de Febrero de 2013</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. La diferencia de potencial entre el centro de un cilindro dieléctrico cargado y un punto a 10cm de su eje es 50V. Calcula:

- a) La densidad de carga del cilindro.(0.5 puntos)
  - b) La dirección, sentido y el valor numérico del campo eléctrico a esa distancia.(0.5 puntos)
- Datos:  $R_{cilindro} = 30cm$ ,  $L_{cilindro} = 40m$ ,  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$ ,  $S_{lat} = 2\pi rl$ ,  $S_{base} = \pi r^2$ ,  $V = \pi r^2 l$ .

2. En el circuito de la figura 1:

- a) Calcula el equivalente Thevenin del circuito visto desde los puntos A y B si  $R=1k\Omega$ ,  $I_1=1mA$ ,  $I_2=2mA$ ,  $V_1=2V$ ,  $V_2=5V$ .(2.5 puntos)
- b) Calcula la potencia en cada una de las fuentes de corriente del circuito justificando si es consumida o suministrada.(0.5 puntos)

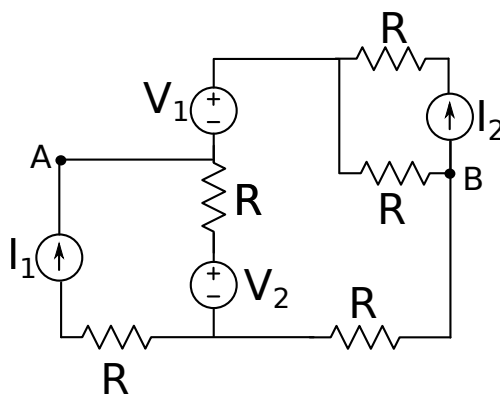


Figura 1: Circuito para el problema 2

3. Calcula en el circuito de la figura 2 el punto de polarización del transistor ( $I_D$ ,  $V_{DS}$  y  $V_{GS}$ ). Datos:  $V_\gamma=1,4V$  (tensión umbral del diodo),  $V_T=0.6V$  (tensión umbral del transistor),  $k = 2 \cdot 10^{-3} A/V^2$ ,  $R=1k\Omega$ ,  $V_{DD}=15V$ .(1.5 puntos)

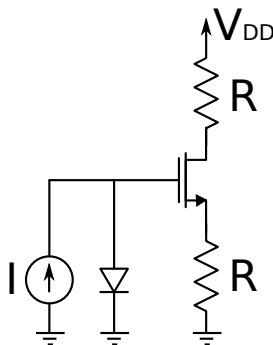


Figura 2: Circuito para el problema 3

4. En el circuito de la figura 3,  $R_1=35k\Omega$ ,  $R_2=1k\Omega$ ,  $L=1mH$  y  $C=10nF$ .

- Calcula la función de transferencia. (1 punto)
- Dibujar el diagrama de Bode en amplitud y en fase y explica su significado. (1 punto)
- Explica cómo se comportaría el circuito de la figura 3 en corriente continua. (0.25 puntos)
- Escribe la forma de la salida ( $v_o(t)$ ) que se obtendría con una entrada  $v_i(t) = 10 \sin(200t + 0.12)V$ . (0.5 puntos)

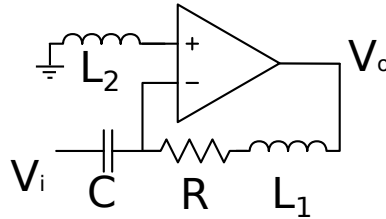


Figura 3: Circuito para el problema 4

- Dibuje usando tecnología MOSFET el circuito que implementa la función lógica  $f(A, B, C, D) = A \cdot (B + C \cdot D)$  teniendo en cuenta que se busca usar el mínimo número de transistores posibles y que es importante usar el menor espacio posible. Razone el estado de cada transistor del circuito para la combinación de entradas (1,0,1,0). (1 punto)
- Explique brevemente el funcionamiento del circuito de la figura 4. (0.75 puntos)

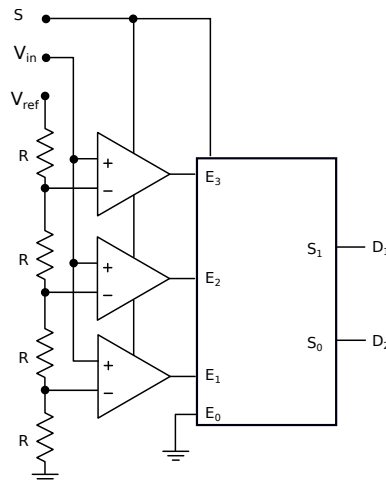


Figura 4: Circuito para el problema 6

2.

Datos

$R = 1k\Omega$

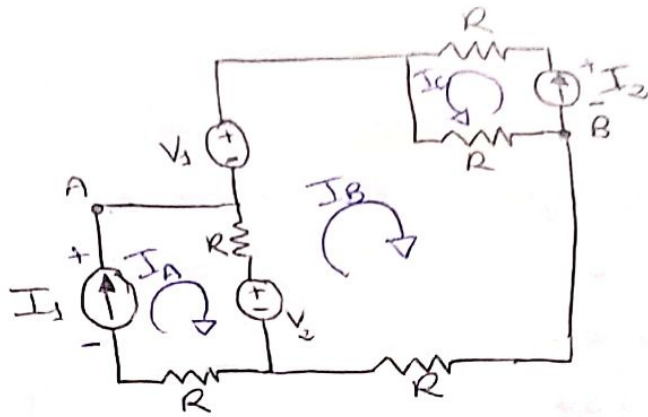
$I_1 = 1mA$

$I_2 = 2mA$

$V_1 = 2V$

$V_2 = 5V$

Eq. Th. entre A y B

Ley de mallas

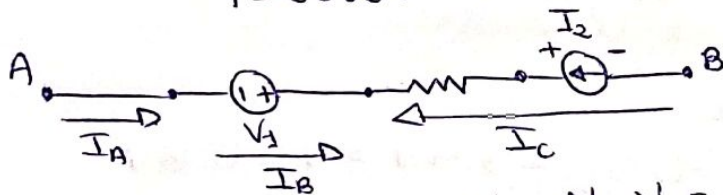
$$I_A = I_1 = 0.001A \quad I_C = I_2 = 0.002A$$

$$\begin{cases} E_{I_1} - V_2 = I_A 2R - I_B R \\ V_1 + V_2 = I_B 3R - I_A R + I_C R \Rightarrow 7 = 3000b - 1 + 2 \\ E_{I_2} = I_C 2R + I_B R \end{cases}$$

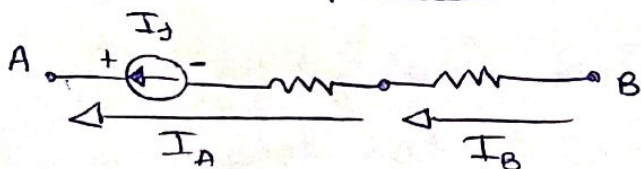
$$e_1 - 5 = 2 - 1000b$$

$$e_2 = 4 + 1000b$$

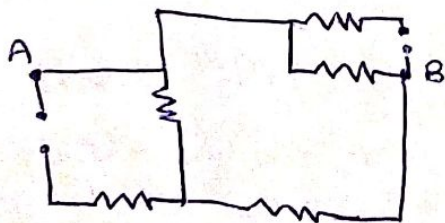
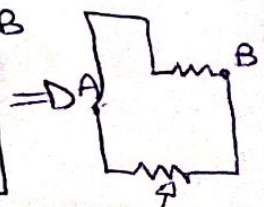
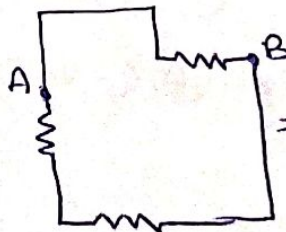
$$7 = 3000b - 1 + 2 \Rightarrow I_B = 2mA \Rightarrow E_{I_1} = 5V \Rightarrow E_{I_2} = 6V$$



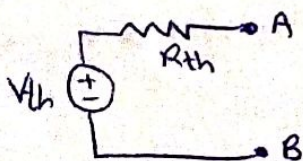
$$V_{th} = V_A - V_B = -V_1 - I_C R + E_{I_2} = 2V$$

Segunda comprobación

$$V_{th} = V_A - V_B = E_{I_1} - I_A R - I_B R = 2V$$

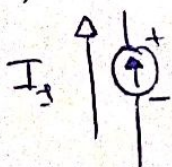
Rth $\Rightarrow$ 

En serie = 0.5kΩ

Eq. Thevenin

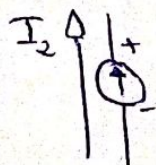
$$R_{th} = \frac{2 \cdot 1}{2+1} = 0.6k\Omega$$

b) Potencia fuentes



Suministra

$$P_{I_1} = E_{I_1} \cdot I_1 = 5mW$$




Suministra

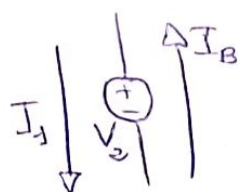
$$P_{I_2} = E_{I_2} \cdot I_2 = 12mW$$



Suministra



$$P_{V1} = I_B \cdot V_1 = 4 \text{ mW}$$



Como  $I_B > I_1$ :

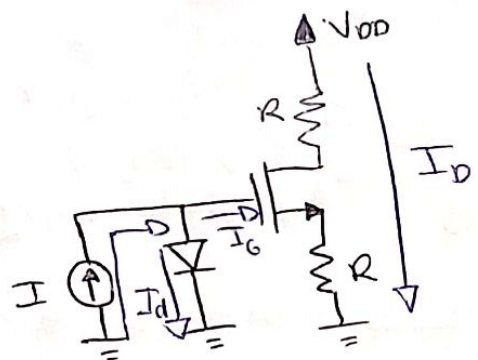
Suministra

$$P_{V2} = (I_B - I_1) V_2 = 5 \text{ mW}$$

### 3. Datos

$$\begin{aligned} k &= 2 \cdot 10^{-3} \text{ A/V}^2 \\ R &= 1 \text{ k}\Omega \\ V_T &= 0.6 \text{ V} \\ V_{DD} &= 15 \text{ V} \\ V_Y &= 1.4 \text{ V} \end{aligned}$$

$\hat{c} I_D, V_{DS}, V_{GS}?$



$I_G = 0 \text{ A}$

Por la ley de nudos:

$$I = I_D$$

Como por la ley de nudos se deduce que  $I$  atraviesa el diodo de arriba a abajo,

deducimos que siempre está conduciendo (lo sabemos porque nos han dado el sentido de la corriente) y, por lo tanto,  $V_G = V_Y = 1.4 \text{ V}$ . Ahora comenzaremos con las suposiciones sobre el transistor:

1º) Supongo CORTE:

$$I_D = 0 \Rightarrow V_S = 0 \text{ V} \Rightarrow V_{GS} = 1.4 \text{ V} > V_T = 0.6 \text{ V}$$

Suposición incorrecta

2º) Supongo LINEAL:

$$V_{DD} = I_D R + V_{DS} + I_D R \quad I_D = \frac{k}{2} (V_{GS} - V_T)^2$$

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

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

$$V_S = (0.8 - V_S)^2 \Rightarrow V_S = 0.64 + V_S^2 - 1.6 V_S$$

$$V_S^2 - 2.6 V_S + 0.64 = 0$$

$$V_S = \frac{2.6 \pm 2.0494}{2} = \begin{cases} 0.27 \\ 2.3247 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} V_{GS} &= 1.13 \text{ V} \\ I_D &= 0.27 \mu\text{A} \\ V_{DS} &= 14.46 \text{ V} \end{aligned}$$

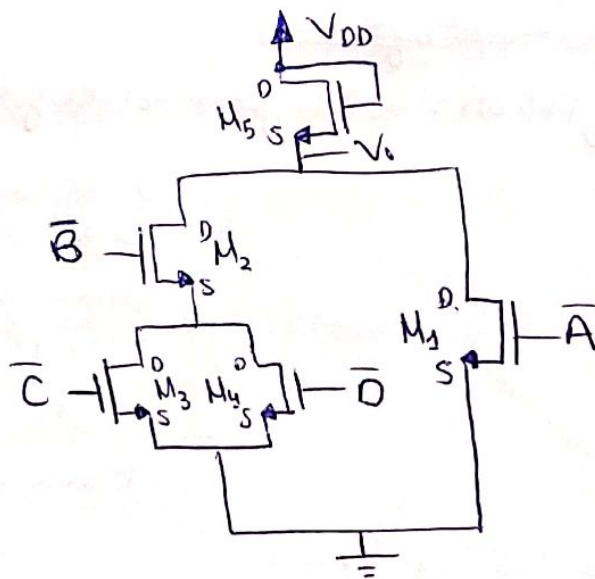
Se cumple que  $V_{DS} = 14.46 \text{ V} > V_{GS} - V_T = 0.53 \text{ V}$  ✓



5.  $f(A, B, C, D) = A \cdot (B + CD)$

Como debe ocupar el mínimo espacio posible, el modelo 1 queda descartado ya que las resistencias ocupan más espacio. También queda descartado el modelo 3 ya que emplea 2 transistores por cada variable. Usaremos el modelo 2:

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



Estado de cada transistor para la combinación (1,0,1,0)

$M_5$ : SAT  
 $M_1$ : CORTE  
 $M_2$ : LINEAL  
 $M_3$ : CORTE  
 $M_4$ : LINEAL

Cumple la función ✓

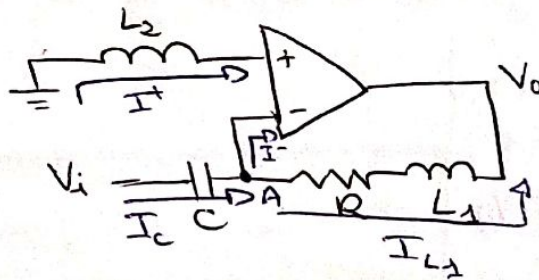
#### 4. Datos

$$R_1 = 35k\Omega$$

$$R_2 = 1k\Omega$$

$$L = 1\mu H$$

$$C = 10nF$$



#### a) Función de transferencia

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

•) Realim. negat.:  $V^+ = V^- = 0V$

•) Ley de nudos (A):

$$I_C = I_{L1} \Rightarrow \frac{V_i}{Z_C} = \frac{-V_0}{Z_R + Z_{L1}} \Rightarrow \frac{V_0}{V_i} = -\frac{Z_R + Z_{L1}}{Z_C}$$

$$\frac{V_0}{V_i} = (R + j\omega L)(-j\omega C) = R(1 + j\omega L \cdot \frac{1}{R})(-j\omega C) =$$

$$= (1 + j\omega \frac{L}{R})(-Rj\omega C) = (1 + j\omega 10^{-6})(-j\omega 10^{-2}) =$$

$$= (1 + j\frac{\omega}{10^6})(-j\frac{\omega}{10^2})$$



$$1 + j \frac{\omega}{10^6}$$

Módulo =  $\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{10^6}\right)^2}$

Argumento =  $\arctg \frac{\omega}{10^6}$

Si  $\omega \ll 10^6 \Rightarrow \arg T(\omega) = 0$

Si  $\omega \gg 10^6 \Rightarrow \arg T(\omega) = \frac{\pi}{2}$

Si  $\omega = 10^6 \Rightarrow \arg T(\omega) = \frac{\pi}{4}$

Si  $\omega \ll 10^6$ :

$20 \log |T(\omega)| = 0 \text{ dB}$

Si  $\omega = 10^6$ :

$20 \log |T(\omega)| = 3 \text{ dB}$

Si  $\omega \gg 10^6$ :

$20 \log |T(\omega)| = 20 \log \omega - 20 \log 10^6$   
(Recta)

$$-j \frac{\omega}{10^2}$$

Módulo =  $\frac{\omega}{10^2}$  Argumento =  $\frac{3\pi}{2}$

~~Si  $\omega \ll 10^2 \Rightarrow 20 \log |T(\omega)|$~~

$20 \log |T(\omega)| = 20 \log \omega - 20 \log 10^2$

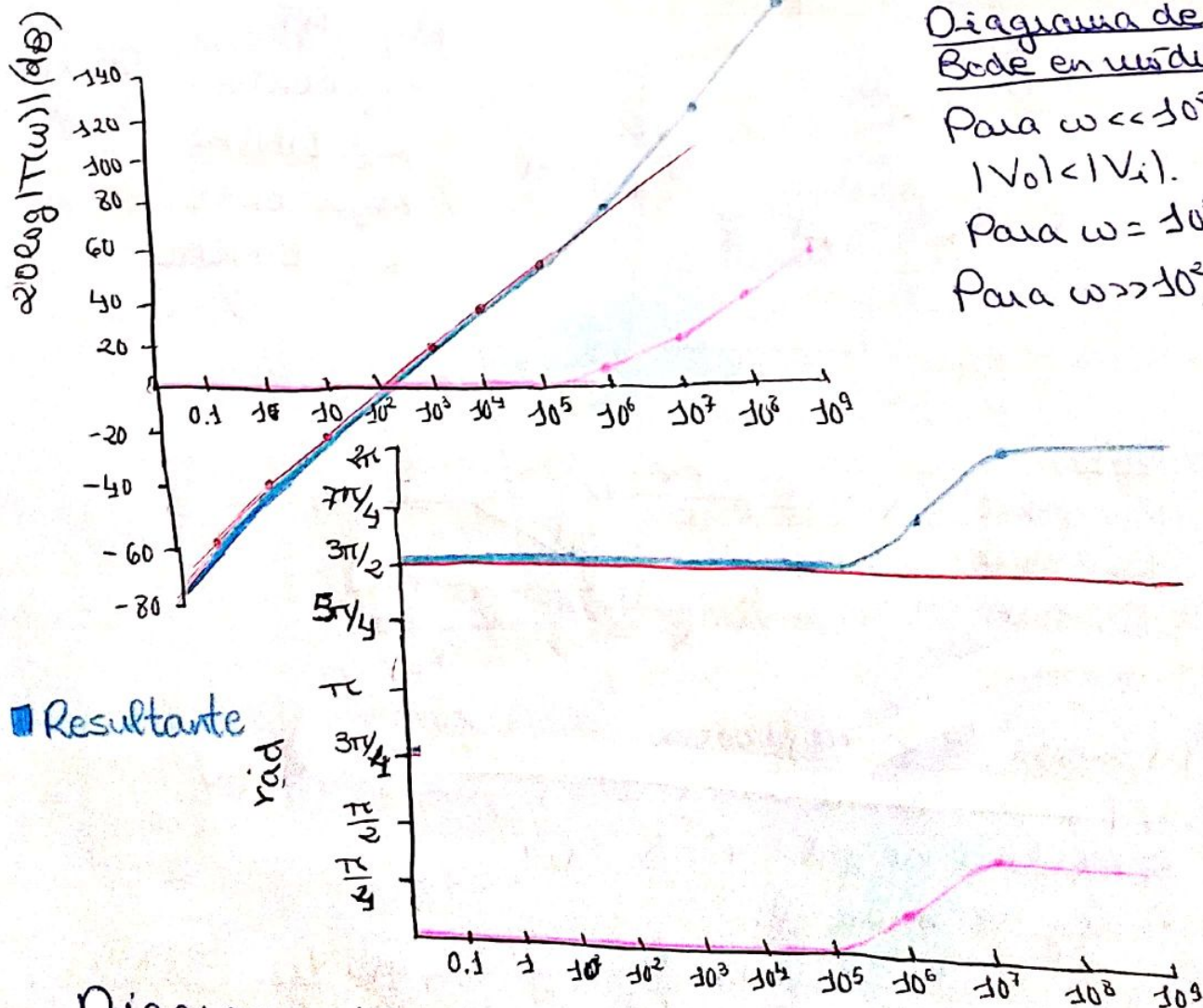


Diagrama de Bode en módulo

Para  $\omega \ll 10^2$ ,  
 $|V_o| < |V_i|$ .

Para  $\omega = 10^2$ ,  $|V_o| = |V_i|$

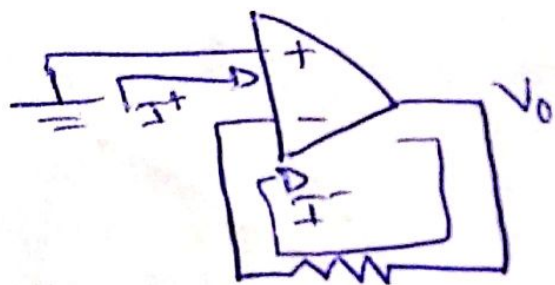
Para  $\omega \gg 10^2$ ,  $|V_o| > |V_i|$

Diagrama de Bode en argumento

$\arg(V_o) > \arg(V_i)$  Siempre

c) ¿Cómo funcionaría en continua?

En continua, bobina = cable y condensador = circuito abierto



•) Modelo lineal ideal:

$$I^+ = I^- = 0A \Rightarrow DV^+ = 0V$$

•) Realim. negativa:

$$V^+ = V^- = 0V \Rightarrow DV_o = 0V$$

d) Si  $v_i(t) = 10 \sin(200t + 0.12)V$ , ¿ $v_o(t)$ ?

$$V_o = - \frac{Z_R + Z_{L1}}{Z_C} V_i = 20e^{j4.833}$$

$$V_i = 10e^{j0.12}$$

$$V_o = 20 \sin(200t + 4.833) V$$