


| | | | |
|---|------|--|---|
|  Universidad de Granada | | Fundamentos Físicos y Tecnológicos D.G.I.I.A.D.E y D.G.I.I.M. | Examen de Teoría 11 de Enero de 2018 |
| Apellidos: | | | Firma: |
| Nombre: | DNI: | Grupo: | |

- 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. Enuncia la ley de Faraday y utilízala para explicar el comportamiento de una bobina tanto en corriente continua como en corriente alterna. **(0.75 puntos)**
2. Pinta el esquema de un transistor MOSFET tipo p y explica la estructura de la puerta razonando el valor de la corriente a través de este terminal. **(0.75 puntos)**
3. Pinta un inversor CMOS y su característica de transferencia. Explica su comportamiento. Comenta las ventajas que posee frente a otros tipos de inversores basados en tecnología MOS vistos en la asignatura. **(1 punto)**
4. En el circuito de la figura **1**:
 - a) Calcula y **dibuja** los equivalentes Thevenin y Norton del circuito visto desde los puntos A y B si $R=1k\Omega$, $I_1=1mA$, $V_1=2V$, $V_2=4V$, $V_3=6V$. Para calcular V_{th} usa el camino sombreado. **(1.5 puntos)**
 - b) Si soltásemos un electrón entre los puntos A y B, ¿hacia dónde iría? Justifica tu respuesta. **(0.25 puntos)**
 - c) Calcula la potencia de las fuentes I_1 y V_1 del circuito justificando si son consumidas o suministradas. **(0.75 puntos)**

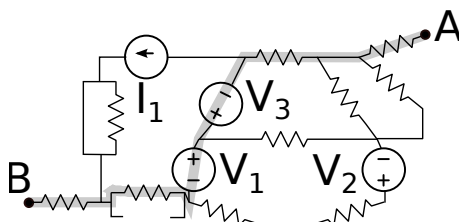


Figura 1: Circuito para el problema 4

5. Para el circuito de la figura **2**:
 - a) Calcula razonadamente y pinta la característica de transferencia. Determina el valor de V_i para el que el diodo comienza a conducir.
 - b) Pinta la salida que se observaría si la entrada fuera $v_i(t)=5 \sin(\omega t)V$. ¿Depende la forma de la salida de la frecuencia ω ? Razona tu respuesta.

Datos: $V_\gamma=0.6V$ (tensión umbral del diodo), $R=1k\Omega$, $V_1=6V$. **(1.5 puntos)**

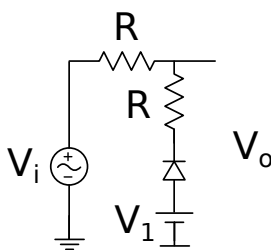


Figura 2: Circuito para el problema 5

6. En el circuito de la figura 3 $R=1k\Omega$ y $C=10nF$.

- Calcula la función de transferencia, su módulo y su argumento. (1 punto)
- Dibuja el diagrama de Bode en amplitud y explica su significado. (0.5 puntos)
- ¿Cuáles serían las potencias media e instantánea en el condensador si la entrada fuera $v_i(t) = 4 \sin(10^5 t + \frac{\pi}{4})V$? (0.75 puntos)

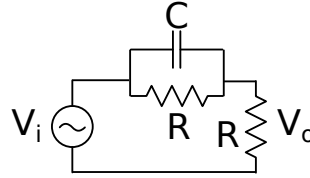


Figura 3: Circuito para el problema 6

7. Determina razonadamente el valor de V_o teniendo en cuenta que $V_1 = 3V$, $V_2 = 0.5V$, $V_3 = 5V$, $V_4 = 7V$, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 1k\Omega$, $C = 1nF$, $L = 1mH$, $V_{CC} = 15V$ y $-V_{CC} = -15V$. (1.25 puntos)

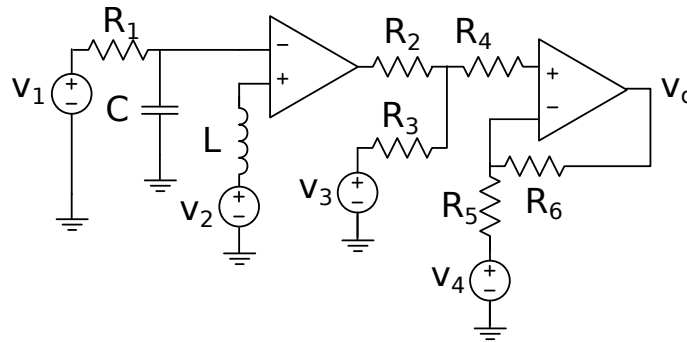
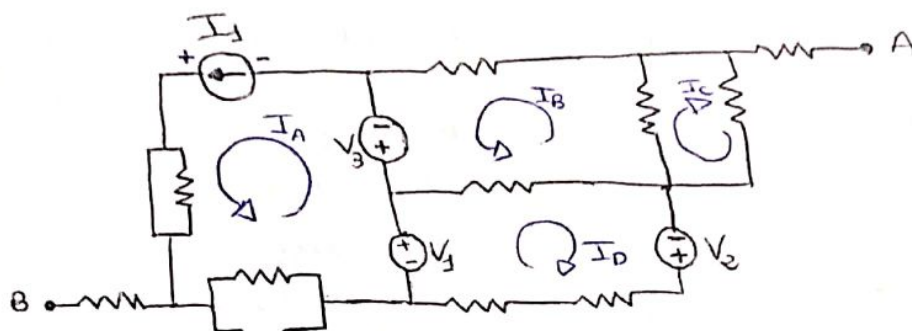


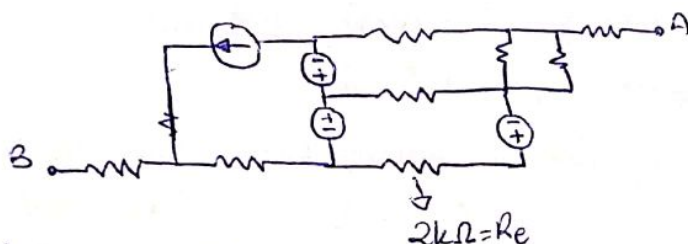
Figura 4: Circuito para el problema 7


$$R = 1k\Omega$$
$$I_1 = 1mA$$

$$V_1 = 2V$$

$$V_o = 4V$$

$$V_3 = 6V$$

$$C.V_{th} \text{ ? } C.R_{th} \text{ ?}$$


Ley de mallas

$$I_A = I_B = 1 \text{ mA}$$

Key de matrices

$$\begin{cases} V_1 + E_{I_1} - V_3 = I_A R \\ V_3 = I_B(3R) + I_D R + I_C R \\ 0 = I_C(2R) + I_B R \\ V_1 - V_2 = I_D R + I_D R_C + I_B R \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -4 + E_{I_1} = 1 \Rightarrow \boxed{E_{I_1} = 5V} \\ 6 = 3000d + 1000c + 1000b \\ 0 = 2000c + 1000b \Rightarrow b = -2c \\ -2 = 3000d + 1000b \end{cases}$$

$15000c - 3000d$


$$\begin{cases} 6 = -5000c + 1000d \\ -2 = 3000d - 2000c \end{cases} \cdot (-3) \rightarrow \begin{array}{r} -18 = 15000c - 3000d \\ -2 = 3000d - 2000c \\ \hline -20 = 13000c \Rightarrow I_c \end{array}$$

$$-20 = 13000 I_c \Rightarrow I_c = \ominus 1.54 \text{ mA}$$

$$I_B = 3.08 \mu A$$

$$I_0 = -1.69 \text{ mA}$$

Sentido contrario al supuesto \Rightarrow I_D

$I_c = -1.54 \text{ mA}$
 Sentido
 contrario
 al supuesto


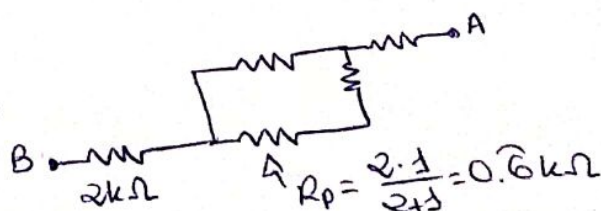
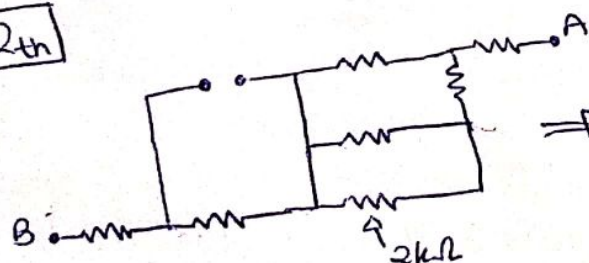
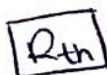
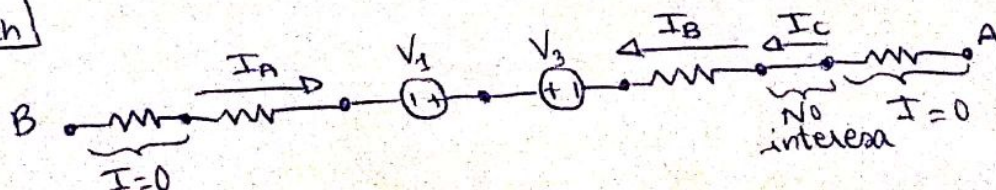


Diagram 1: A circuit with a $2k\Omega$ resistor in series with a parallel combination of $3k\Omega$ and $3.6k\Omega$ resistors. This is followed by another $3k\Omega$ resistor in series, leading to terminal A. The total resistance is $7.2k\Omega$.

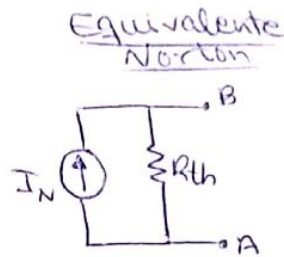
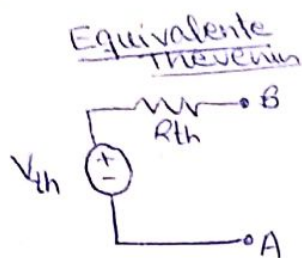
$$R_{P2} = \frac{1.6 \cdot 3}{2.6} = 0.625 k\Omega$$

$$R_{th} = 3.625 \text{ k}\Omega$$

V_{th}



$$V_B - V_A = I_A R - V_1 + V_2 - I_B R = 1 \mu A \cdot 1k\Omega - 2 + 6 - 3.08 \cdot 1k\Omega = -1.98V$$

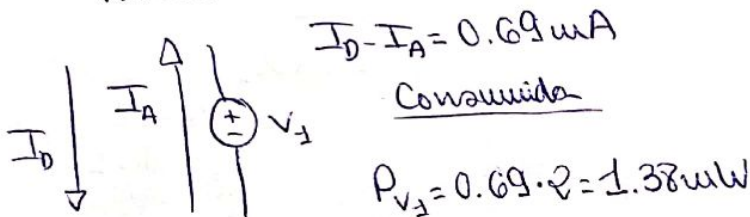


$$I_N = \frac{V_{th}}{R_{th}} = 0.53 \mu A$$

b) ¿Camino que seguirá un electrón entre A y B?

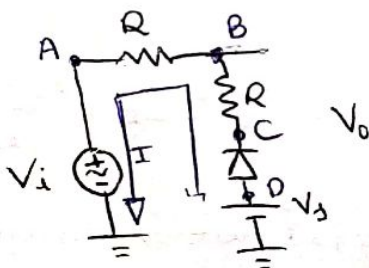
En sentido contrario a las corrientes y en dirección a los potenciales mayores, es decir, hacia B.

c) Potencia I_1 y V_1 y justifica si son consumidas o suministradas



I_1
+ -
Suministrada
 $P_{I_1} = E_{I_1} \cdot I_1 = 5 \mu W$

2.



Datos
 $R = 1k\Omega$
 $V_1 = 6V$
 $V_f = 0.6V$

a) Característica de transferencia

Si el diodo estuviera OFF: $I = 0$

$$V_d = V_1 - V_i \Rightarrow V_d = 6 - V_i$$

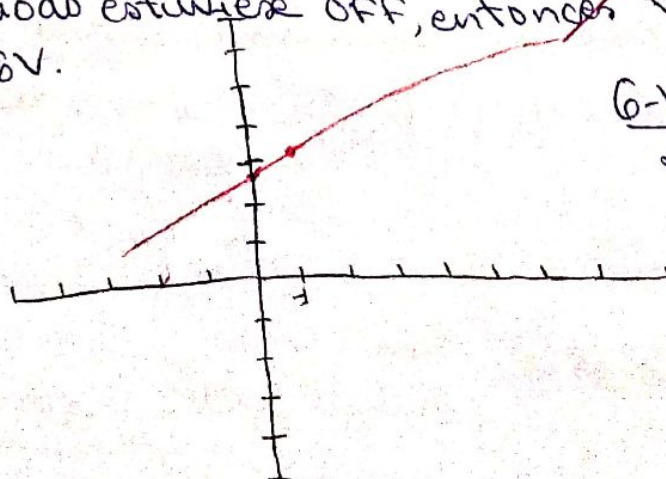
$$6 - V_i < 0.6 \Rightarrow V_i > 6.6V$$

•) Ley de nudos (B): $V_B = V_0$

$$I = I \Rightarrow \frac{V_0 - V_i}{R} = \frac{V_1 - V_d - V_0}{R} \Rightarrow V_0 - V_i = V_1 - V_d - V_0 \Rightarrow 2V_0 = 6 - V_d + V_i$$

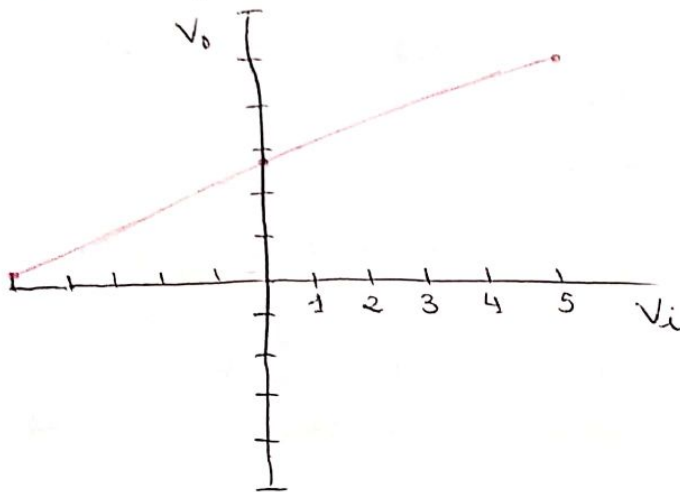
$$\Rightarrow V_0 = \frac{6 - V_d}{2} + \frac{1}{2} V_i \quad (\text{En caso de que el diodo esté conduciendo, esta sería la caract. de transf. y } V_d = V_f = 0.6V)$$

Si el diodo estuviera OFF, entonces $V_0 = V_i$, es decir, para $V_i > 6.6V$.



$$\frac{6 - V_d}{2} = 2.7V \quad (\text{Para } V_i < 6.6V)$$

b) Si $v_i(t) = 5 \sin(\omega t)$ V. ¿Depende la forma de la salida de la frecuencia ω ? Razona tu respuesta.



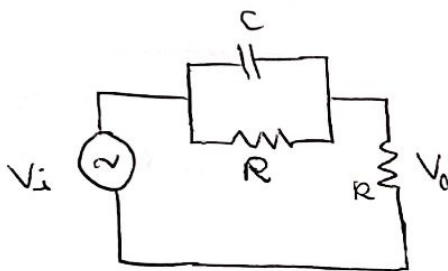
$$v_i(t) < 6 \text{ GV Siempre}$$

(D) Diodo ON Siempre

No depende su forma de ω , ya que solo depende de

v_i , la cual en este caso siempre $-5V < v_i(t) < 5V$

3.

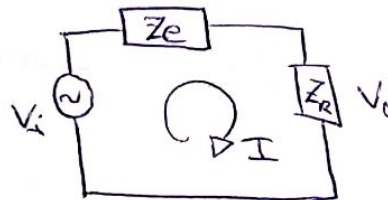


$$Z_e = \frac{Z_R Z_C}{Z_R + Z_C}$$

Datos

$$R = 1k\Omega$$

$$C = 10nF$$



Ley de mallas

$$v_i = I(Z_e + Z_R)$$

$$I = \frac{Z_R + Z_C}{Z_R Z_C} v_i$$

Ley de Ohm $\Rightarrow v_o = I Z_R = \frac{Z_R + Z_C}{Z_C} v_i$

$$\boxed{\frac{v_o}{v_i} = \frac{Z_R + Z_C}{Z_C}} \Rightarrow \text{Función de transferencia}$$

$$\frac{Z_R + Z_C}{Z_C} = \frac{R + \frac{1}{j\omega C}}{\frac{1}{j\omega C}} = \frac{Rj\omega C + 1}{\frac{1}{j\omega C}} = 1 + Rj\omega C = 1 + j\omega CR$$

$$= 1 + j \frac{\omega}{10^2} \quad \text{Módulo} = \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{10^2}\right)^2} \quad \text{Argumento} = \arctg \frac{\omega}{10^2}$$

b) Diagrama de Bode en amplitud + Amplitud

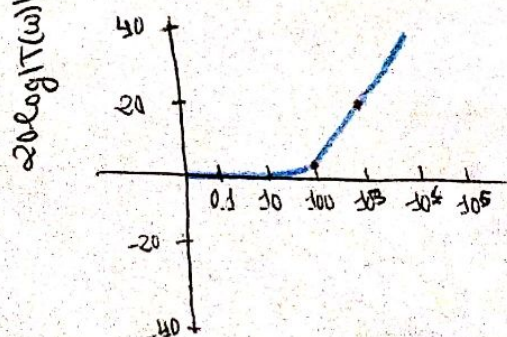
$$20 \log |T(\omega)| = 20 \log \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{10^2}\right)^2} \right)$$

$$\text{Si } \omega \gg 10^2 \Rightarrow$$

$$20 \log |T(\omega)| = 20 \log \omega - 20 \log \omega_0$$

$$\text{Si } \omega = 10^2 \Rightarrow 20 \log |T(\omega)| = 3 \text{ dB}$$

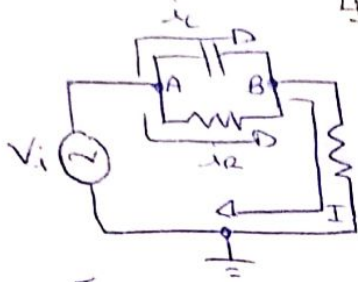
$$\text{Si } \omega \ll 10^2 \Rightarrow 0 \text{ dB}$$



Para $\omega \ll 10^2$, $|v_o| = |v_i|$

Para $\omega \gg 10^2$, $|v_o| > |v_i|$ y dicha diferencia se incrementa con el tiempo.

c) ¿Potencias media e instantánea en el condensador si $v_i(t) = 4 \sin(10^5 t + \frac{\pi}{4}) V$?



•) Ley de nudos (A):

$$I = i_c + i_R \quad i_c + i_R = I$$

$$i_R = \frac{V_i - V_B}{Z_R} \quad i_c = \frac{V_i - V_B}{Z_C}$$

$$I = \frac{V_B}{Z_R}$$

$$V_i = 4e^{j\frac{\pi}{4}} (V)$$

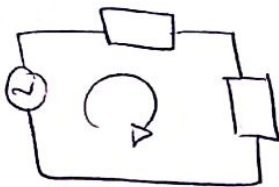
$$Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j10^5 \cdot 10^{-5}} = -j = 1e^{j\frac{3\pi}{2}}$$

$$\frac{V_B}{Z_R} = \frac{V_i - V_B}{Z_R} + \frac{V_i - V_B}{Z_C}$$

$$V_B \left(\frac{1}{Z_R} + \frac{1}{Z_R} + \frac{1}{Z_C} \right) = V_i \left(\frac{1}{Z_R} + \frac{1}{Z_C} \right)$$

$$V_B = 4e^{j\frac{\pi}{4}}$$

¿Y por mallas?



$$V_i = I(Z_C + Z_R)$$

$$I = \frac{V_i}{Z_C + Z_R}$$

$$Z_C = \frac{Z_C Z_R}{Z_C + Z_R}$$

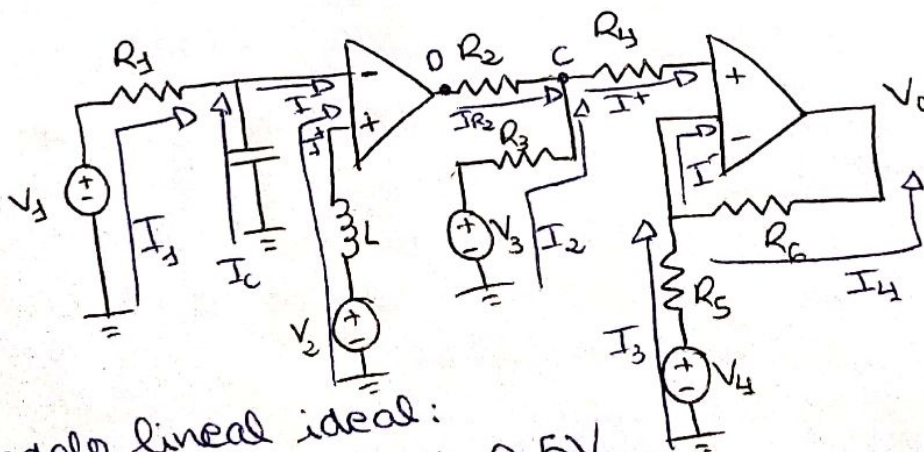
$$V_C = I Z_C = \frac{V_i}{Z_C + Z_R} \cdot Z_C$$

$$V_C = 0.004 e^{j\frac{\pi}{4}}$$

Sabemos que en CA, la potencia media de un condensador es nula.

Potencia instantánea $\Rightarrow P_c(t) = i_c(t) \cdot v_c(t) = 0W$

4.



Datos

$$V_1 = 3V$$

$$V_2 = 0.5V$$

$$V_3 = 5V$$

$$V_4 = 7V$$

$$R = 1k\Omega$$

$$C = 1nF$$

$$L = 1mH$$

$$V_{CC} = +15V$$

$$-V_{CC} = -15V$$

•) Modelo lineal ideal:

$$I^+ = I^- = 0A \Rightarrow V^+ = V_2 = 0.5V$$

$I_C = 0 \Rightarrow$ Condensador en continua (Circuito abierto)

$$I_1 = I_C + I^- = 0 \Rightarrow V^- = V_1 = 3V$$

$$\text{Como } V^- > V^+ \Rightarrow V_{CC} = +15V$$

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

$$I_{R_2} = -I_2 \Rightarrow \frac{-15 - V_C}{R_2} = -\frac{V_3 - V_C}{R_3} \Rightarrow V_C = -5V = V^+$$

•) Realim. negat.: $V^+ = V^- = -5V$

$$I_3 = I_4 \quad I_3 = \frac{V_4 - V^-}{R_5} = \frac{7 - (-5)}{1000} = 12 \mu\text{A}$$

$$I_4 = \frac{V^- - V^0}{R_6} \Rightarrow I_4 R_6 = V^- - V^0 \Rightarrow V^0 = V^- - I_4 R_6 = -17 \text{V}$$