




exam\_enero 2018

 Universidad de Granada		<b>Fundamentos Físicos y Tecnológicos</b> <b>D.G.LLA.D.E y D.G.I.I.M.</b>	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  $\omega$ ? Razona tu respuesta.

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

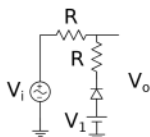


Figura 2: Circuito para el problema 5

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

- Calcule la función de transferencia, su módulo y su argumento. (1 punto)
- Dibuje el diagrama de Bode en amplitud y explique 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)

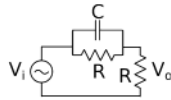


Figura 3: Circuito para el problema 6

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)

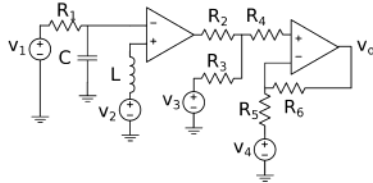


Figura 4: Circuito para el problema 7

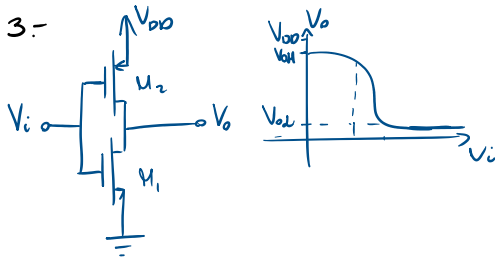
1.- Ley de Faraday: dice que la fuerza contraelectromotriz será proporcional al cambio del flujo con respecto al tiempo al que se somete el conductor

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\phi}{dt} \quad \text{siendo } N = \text{n}^\circ \text{ de vueltas (bobina)}$$

Una bobina induce un campo magnético en su interior cuando la intensidad que la recorre varía.

En C.C. esto se producirá en el momento de conexión o desconexión con la fuente que la alimenta (o si esta cambia) y en C.A. ocurrirá siempre ya que la intensidad variará por el tiempo.

$$3 - \quad \mathcal{M}_{V_{DD}} \quad \mathcal{V}_i \quad \mathcal{V}_o$$

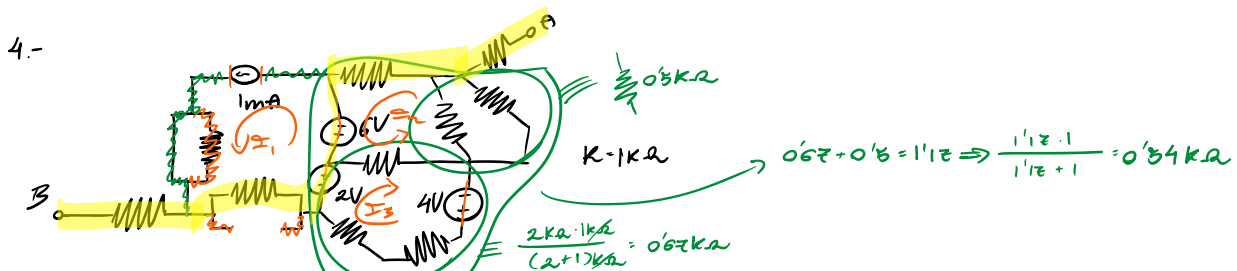


Ambos transistores trabajan la mayoría del tiempo en corte o en lineal, actuando como interruptores abiertos o cerrados respectivamente.

Ventaja: no pot. estática consumida

Desventaja: n° transistores = n° variables de

Varigen de ruido menor



Aplicando mallas:

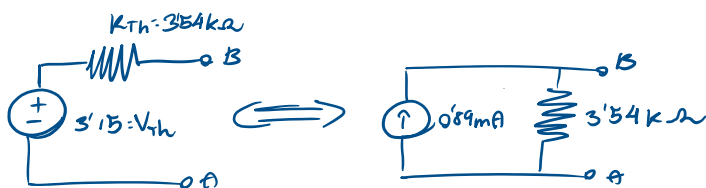
Malla 1:  $V_A + 2 - 6 = I_1(1k\Omega)$   
 $V_A = 1 + 4 = 5V$

Malla 2:  $6 = I_2(2.5k\Omega) + I_3(1k\Omega)$   $\left| \begin{array}{l} 2.5I_2 + I_3 = 6 \\ -2.5I_2 - 3I_3 = -18 \end{array} \right.$

Malla 3:  $6 = I_3(3k\Omega) + I_2(1k\Omega)$   $\left| \begin{array}{l} I_2 + 3I_3 = 6 \\ -6.5I_2 = -12 \end{array} \right.$

$V_B - I_1(1k\Omega) + 2 - 6 + I_2(1k\Omega) = V_A$

$V_A - V_B = -5 + 1.85 = -3.15V \Rightarrow V_B - V_A = 3.15 = V_{th}$

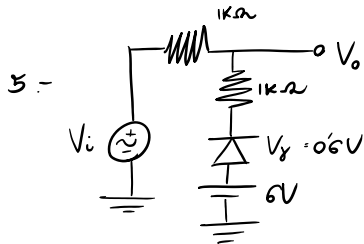


Como  $V_B$  es mayor que  $V_A$ , este irá hacia B

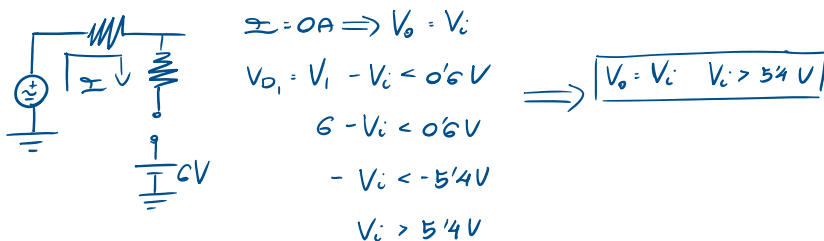
$P_{I_1} = 1mA \cdot V_A = 5V = 5mW \Rightarrow$  Suministra ya que es

$P_{Z_1} = 1\text{mA} \cdot V_{Z_1} = 5\text{V} = 5\text{mW} \Rightarrow$  Suministra ya que la corriente va en el sentido de los potenciales positivos

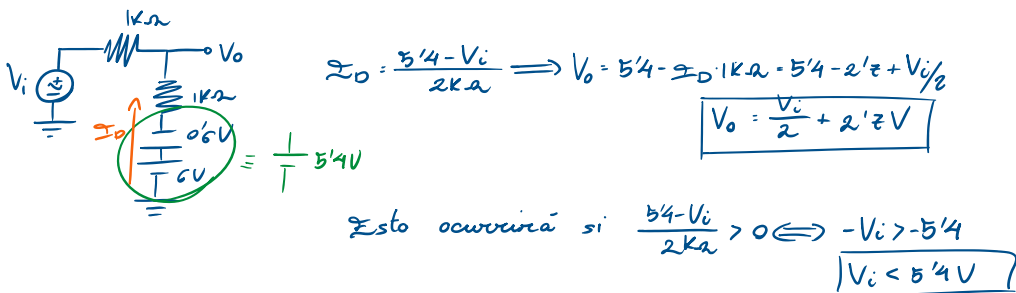
$P_{V_1} = V_1 \cdot (I_1 + I_2) = 2\text{V} \cdot 2'38\text{mA} = 4'76\text{mW} \Rightarrow$  Suministra



Supongo en OFF  $D_1$ :

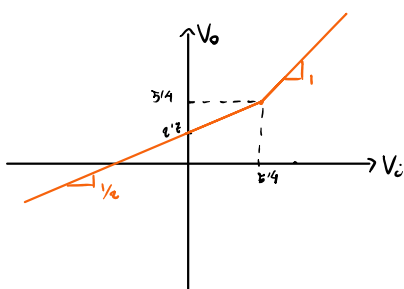


Supongo  $D_1$  en ON:



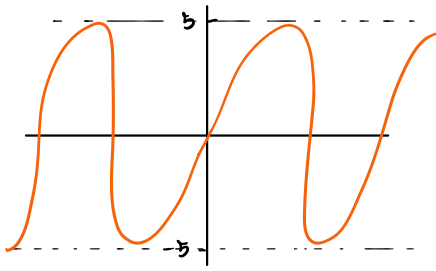
Con lo que

$$V_o = \begin{cases} \frac{V_i}{2} + 2'9\text{V} & V_i < 5'4\text{V} \\ V_i & V_i > 5'4\text{V} \end{cases}$$



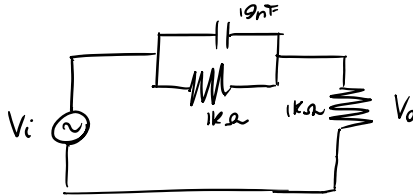
b)  $v_i(t) = 5\text{sen}(\omega t) (\text{V})$

Como  $v_i(t) \in [-5, 5]$  nunca ocurrirá que superará los  $5'4\text{V}$ , con lo que siempre ocurrirá  $v_i(t) = v_o(t)$



La forma de la gráfica no dependerá de  $\omega$ , siempre será sinusoidal. De  $\omega$  dependerá los cortes con el eje  $x$  y donde se alcanzarán los máximos y los mínimos.

6.-



a)  $T(\omega)$ ,  $|T(\omega)|$  y  $\arg(T(\omega))$

$$Z_R \parallel Z_C = \frac{Z_R Z_C}{Z_R + Z_C} = \frac{10^3 \cdot \frac{1}{j\omega 10^{-8}}}{10^3 + \frac{1}{j\omega 10^{-8}}} = \frac{10^{11}}{10^3 j\omega + 10^8} = \frac{10^8}{j\omega + 10^5}$$

$$(Z_R \parallel Z_C) + Z_R = \frac{10^8 + 10^3 j\omega + 10^8}{j\omega + 10^5} = \frac{2 \cdot 10^8 + 10^3 j\omega}{j\omega + 10^5} = Z_T$$

$$I_0 = \frac{V_i}{Z_T} \Rightarrow V_0 = I_0 \cdot Z_R = \frac{Z_R}{Z_T} \cdot V_i = \frac{j\omega + 10^5}{2 \cdot 10^5 + j\omega} V_i$$

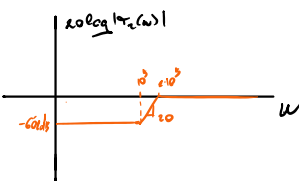
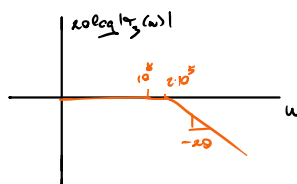
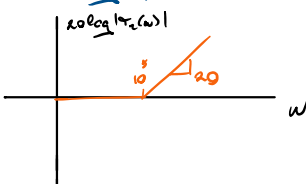
$$T(\omega) = \frac{j\omega + 10^5}{j\omega + 2 \cdot 10^5} \quad |T(\omega)| = \frac{\sqrt{\omega^2 + 10^{10}}}{\sqrt{\omega^2 + 4 \cdot 10^{10}}} \quad \arg(T(\omega)) = \arctan\left(\frac{\omega}{10^5}\right) - \arctan\left(\frac{\omega}{2 \cdot 10^5}\right)$$

b) Bode en módulo *Cero* *Polo*

$$T(\omega) = \frac{1}{2} \cdot \frac{j\omega + 10^5}{10^5} \cdot \frac{2 \cdot 10^5}{j\omega + 2 \cdot 10^5}$$

$\hookrightarrow T_1(\omega)$     $\hookrightarrow T_2(\omega)$     $\hookrightarrow T_3(\omega)$

$$20 \log |T(\omega)| = -6.02 \text{ dB}$$



$$V_0 < V_i \text{ para } \omega < 2 \cdot 10^5 \text{ rad/s}$$

$$V_0 = V_i \text{ en amplitud para } \omega > 2 \cdot 10^5 \text{ rad/s}$$

Se trata de un filtro de paso alta

c)  $\overline{P}(t)$  y  $p(t)$  del condensador con  $v_i(t) = 4 \sin(10^3 t + \frac{\pi}{4}) \text{ V}$

Por definición,  $\overline{P}(t)$  del condensador = 0 W.

$$Z_T(\omega = 10^3) = \frac{2 \cdot 10^8 + 10^3 j}{10^3 + 10^5 j} = \frac{2 \cdot 10^3 + 10^3 j}{10^3 + 10^5 j} = 1500 - 500j = 1581 e^{-j0.32} = 1.58 \cdot 10^3 e^{-j0.32}$$

Por definición,  $\overline{P}(t)$  del condensador = 0 W.

$$Z_T (W = 10^5) = \frac{2 \cdot 10^3 + 10^3 j}{10^3 + 10^3 j} = \frac{2 \cdot 10^3 + 10^3 j}{1 + j} = 1500 - 500j = 1581 e^{-j0.32} = 1.58 \cdot 10^3 e^{-j0.32}$$

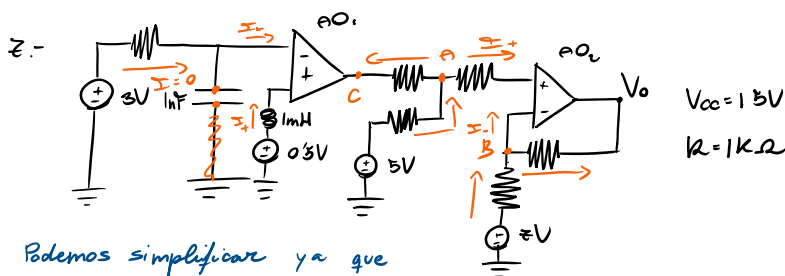
$$I_D = \frac{V_i}{Z_T} = \frac{4 e^{j\frac{\pi}{4}}}{158 \cdot 10^3 e^{-j0.32}} = 2.53 e^{j1.11} \Rightarrow i_D(t) = 2.53 \sin(10^5 t + 1.11) \text{ (mA)}$$

$$V_C = I_D \cdot (Z_C \parallel Z_R) = I_D \cdot \frac{10^8}{\sqrt{10^3 + 10^3 j}} = I_D \cdot \frac{10^3}{1 + j} = I_D \cdot 707.1 e^{-j\frac{\pi}{4}} = 1.79 e^{-j0.32}$$

$$v_C(t) = 1.79 \sin(10^5 t + 0.32) \text{ (V)}$$

$$I_C = \frac{V_C}{Z_C} = \frac{1.79 e^{-j0.32}}{\frac{1}{j10^3 \cdot 10^8}} = \frac{1.79 e^{-j0.32}}{10^{-3} e^{-j\frac{\pi}{2}}} = 1.79 e^{-j1.89} \text{ (mA)}$$

Con lo que  $p_C(t) = v_C(t) \cdot i_C(t) = 1.79^2 \cdot \sin(10^5 t + 0.32) \sin(10^5 t + 1.89) \text{ (mW)}$



Podemos simplificar ya que

$Z_C = \frac{1}{j\omega C} \Rightarrow$  Condensador trabajará como circuito abierto en C.C.

$$I_+ = I_- = 0A \Rightarrow V_{+1} = 0.5V \quad V_{-1} = 3V$$

Como AO1 está en earea abierta, trabajará

como comparador. Como  $V_{-1} > V_{+1} \Rightarrow V_C = -V_{CC} = -15V$

Aplicando la ley de nudos en A

$$\frac{5V - V_A}{1k\Omega} = \frac{V_A + 15}{1k\Omega} + I_+^{0A} \Rightarrow -2V_A = 10 \Leftrightarrow V_A = -5V = V_{+2} = V_{-2} = V_B$$

Aplicando esta en B:

$$\frac{5 - V_B}{1k\Omega} = \frac{V_B - V_0}{1k\Omega} + I_-^{0A} \Rightarrow 12 = -5 - V_0$$

$$V_0 = 17V$$