ELECTRÓNICA **3º DE GRADO EN FÍSICA** **6/5/2013**

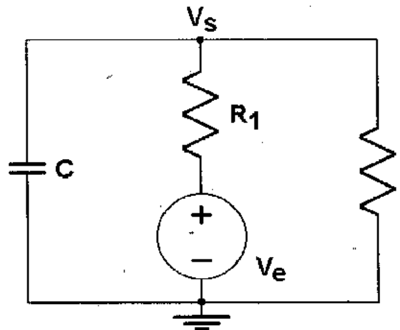
Apellidos...**Nombre**..

1) (2 puntos) En el circuito de corriente alterna la fuente V_e es una fuente de señal alterna de frecuencia variable. Suponiendo conocidos los valores nominales de los elementos del circuito:

a) Determinar la ganancia de tensión V_s/V_e en función de la frecuencia, su módulo y su fase.

b) Hallar la frecuencia de corte y los límites de la ganancia en dB cuando la frecuencia tiende a cero y a infinito.

c) Obtener la expresión temporal de la corriente por la resistencia R_2 cuando la señal de entrada es de la forma $V_e(t)= V_p \operatorname{sen}(\omega_c t)$, siendo ω_c la frecuencia de corte anteriormente determinada.



a) $\dfrac{V_s}{R_2} + \dfrac{V_s - V_e}{R_1} + \dfrac{V_s}{Z_c} = 0$; $V_s\left(\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \dfrac{1}{Z_c}\right) = \dfrac{V_e}{R_1}$

$A_v = \dfrac{V_s}{V_e} = \dfrac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{R_1}{Z_c}}$; $A_v(j\omega) = \dfrac{1}{\frac{R_1+R_2}{R_2} + j\omega R_1 C}$

$|A_v| = \dfrac{1}{\sqrt{\left(\frac{R_1+R_2}{R_2}\right)^2 + (\omega R_1 C)^2}}$; $\varphi = -\operatorname{arctg}\left(\dfrac{\omega R_1 R_2 C}{R_1+R_2}\right)$

b) $\omega_c \Rightarrow |A_v| = \dfrac{|A_v|_{máx}}{\sqrt{2}} \Rightarrow (\omega R_1 C)^2 + \left(\dfrac{R_1+R_2}{R_2}\right)^2 = 2\left(\dfrac{R_1+R_2}{R_2}\right)^2$

$\omega_c = \dfrac{R_1+R_2}{R_1 R_2 C}$

$A_{dB} = 20 \log |A_v| = -20 \log \sqrt{\left(\frac{R_1+R_2}{R_2}\right)^2 + (\omega R_1 C)^2}$

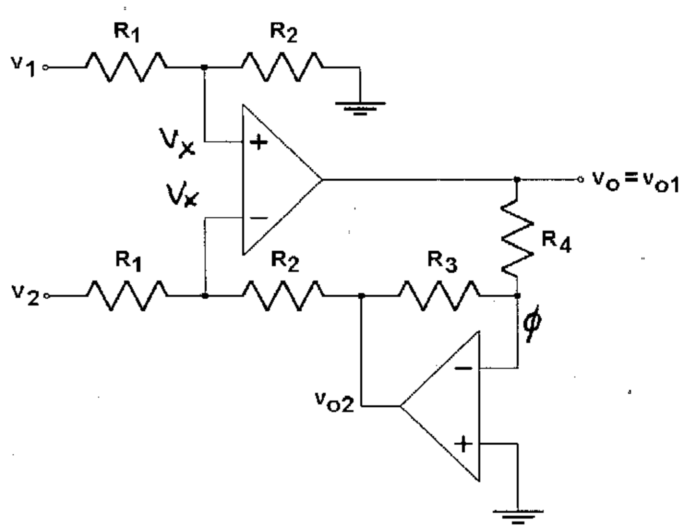
$\lim\limits_{\omega \to 0} A_{dB} = -20 \log\left(\dfrac{R_1+R_2}{R_2}\right)$; $\lim\limits_{\omega \to \infty} A_{dB} \to -\infty$

c) $i_{R_2} = \dfrac{V_s}{R_2} \underset{\omega = \omega_c}{\uparrow}{=} \dfrac{V_p}{R_2} \dfrac{1}{\sqrt{2}} \dfrac{R_2}{R_1+R_2} e^{-j\pi/4} = \dfrac{V_p}{\sqrt{2}(R_1+R_2)} e^{-j\pi/4}$; $i_{R_2}(t) = \dfrac{V_p \operatorname{sen}(\omega_c t - \frac{\pi}{4})}{\sqrt{2}(R_1+R_2)}$

2) (2 puntos)

a) Obtener las tensiones a la salida de cada amplificador operacional.

b) Tomando $R_1 = R_3 = 10k\Omega$, $R_2 = R_4 = 100k\Omega$, y alimentaciones simétricas de ±15V, determinar los valores entre los que debe variar ($v_1 - v_2$) para que ambos amplificadores se encuentren simultáneamente trabajando en la región lineal.



a)

$$\frac{V_1 - V_x}{R_1} = \frac{V_x}{R_2} \; ; \quad V_x = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_1$$

$$\frac{V_2 - V_x}{R_1} = \frac{V_x - V_{o2}}{R_2} \; ; \quad V_{o2} = \frac{1}{R_1}\left[(R_1+R_2)V_x - R_2 V_2\right] = \frac{R_2}{R_1}(V_1 - V_2)$$

$$\frac{V_{o2}}{R_3} = \frac{-V_{o1}}{R_4} \; ; \quad V_{o1} = -\frac{R_4}{R_3} V_{o2} = -\frac{R_2 R_4}{R_1 R_3}(V_1 - V_2)$$

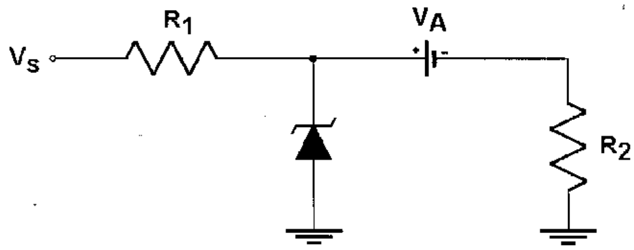
b)

$$V_{o2} = 10\,(V_1 - V_2) \; ; \quad V_{o1} = -100\,(V_1 - V_2) \quad \Rightarrow \quad |V_{o1}| > |V_{o2}|$$

$$|V_{o1}| < 15V \quad \Rightarrow \quad |V_1 - V_2| < \frac{15V}{100} = 0{,}15V$$

$$-0{,}15V < V_1 - V_2 < 0{,}15V$$

3) (2 puntos) Considerando para el zéner los modelos de las tensiones umbrales (V_γ, V_{Z1}, $R_d = 0$, $R_Z = 0$):
a) Obtener las expresiones de la tensión Vs que producen cambios en el estado del diodo, e indicar los intervalos de Vs en que se da cada modo de funcionamiento del mismo.
b) Tomando $R_1 = 4k\Omega$, $R_2 = 1k\Omega$, $V_A = 3V$, $V_\gamma = 0'7V$ y $V_Z = 5V$, obtener y representar gráficamente la corriente por la resistencia R_2 en el intervalo de tensiones $-20V < V_s < 20V$.



a) Corte $\leftrightarrow$ conducción directa: $V_D = V_\gamma$, $I_D = 0$

$$\frac{V_{s1} - (-V_\gamma)}{R_1} = \frac{-V_\gamma - V_A}{R_2} \; ; \; V_{s1} = -\frac{(R_1+R_2)}{R_2} V_\gamma - \frac{V_A}{R_2} R_1$$

Corte $\leftrightarrow$ conducción inversa: $V_D = -V_Z$, $I_D = 0$

$$\frac{V_{s2} - V_Z}{R_1} = \frac{V_Z - V_A}{R_2} \; ; \; V_{s2} = \frac{R_1+R_2}{R_2} V_Z - \frac{V_A}{R_2} R_1$$

$V_s < V_{s1} \Rightarrow$ zener en cond. directa

$V_{s1} < V_s < V_{s2} \Rightarrow$ zener en corte

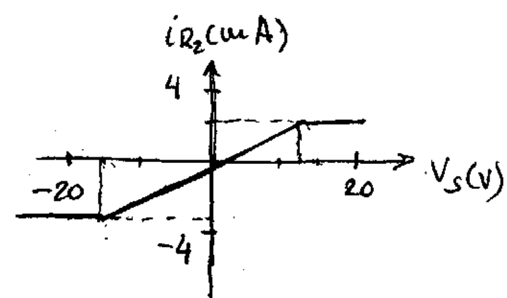
$V_{s2} < V_s \Rightarrow$ zener en cond. inversa.

b) $V_{s1} = -15{,}5V$; $V_{s2} = 13V$

$V_s < -15{,}5V$: (cond. directa del zener) : $i_{R_2} = -\dfrac{V_\gamma - V_A}{R_2} = -3{,}7\,mA$

$-15{,}5 < V_s < 13V$: (corte) : $i_{R_2} = \dfrac{V_s - V_A}{R_1 + R_2} = \dfrac{V_s}{5k\Omega} - 0{,}6\,mA$

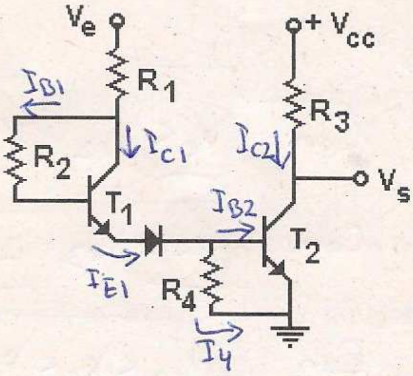
$13V < V_s$: $i_{R_2} = \dfrac{V_Z - V_A}{R_2} = 2\,mA$



ELECTRÓNICA **3º DE GRADO EN FÍSICA** **6/5/2013**

Apellidos...**Nombre**...

4) (2 puntos) En el circuito de la figura, similar a la puerta inversora DTL, ambos transistores son iguales, con una ganancia de corriente β, una tensión umbral de conducción para la unión base-emisor V_γ, y una tensión colector-emisor en saturación V_{SAT}. El diodo tiene una tensión umbral de conducción también igual a V_γ, y V_{CC} es una fuente de tensión continua.



a) Suponiendo que ambos transistores se encuentran en la región activa ¿cuál es la relación entre las tensiones de salida y entrada (V_s/V_e)?

b) ¿Para qué valor de la tensión de entrada?:

1) el transistor T1 pasa de corte a activa
2) el transistor T2 pasa corte a activa
3) el transistor T2 pasa de activa a saturación

c) Suponiendo los siguientes valores de los componentes: $R_1=R_2=R_4= 10k\Omega$, $R_3= 2k\Omega$, , $(\beta+1) \approx \beta =100$, $V_{CC} =5V$, $V_\gamma = 0'6V$ y $V_{SAT} = 0'2V$, dibujar aproximadamente la curva de tensión de salida frente a la de entrada para valores de ésta última comprendidos entre 0 y 5V.

a)

$$V_s = V_{cc} - R_3 I_{C2} = V_{cc} - R_3 \beta I_{B2}$$

$$I_{B2} = I_{E1} - I_4 = (\beta+1) I_{B1} - \frac{V_\gamma}{R_4}$$

$$(1)\ V_e - (I_{B1}+I_{C1})R_1 - I_{B1}R_2 - 3V_\gamma = 0$$

$$\boxed{V_s = V_{cc} + \frac{\beta R_3 V_\gamma}{R_4} - \frac{\beta(\beta+1)R_3}{(\beta+1)R_1+R_2}(V_e - 3V_\gamma)}$$

b)

1) Para que T1 empiece a conducir ($V_{BE1}=V_\gamma$) el diodo también ha de conducir ($V_D=V_\gamma$), pero una pequeña corriente deriva por R_4 dejando todavía $V_{BE2}\approx 0$ → $\boxed{V_{e1} = 2V_\gamma}$

2) Cuando T2 empieza a conducir $\left\{\begin{array}{l} V_{BE2}=V_\gamma \\ I_{C2}=I_{B2}=0 \end{array}\right.$ $\left\{ I_{E1} = I_4 = \frac{V_\gamma}{R_4} = (\beta+1) I_{B1}\right.$

Con este valor de I_{B1} sustituido en la ecuación (1) anterior

$$\boxed{V_{e2} = 3V_\gamma + \frac{(\beta+1)R_1+R_2}{(\beta+1)R_4} V_\gamma}$$

3) La expresión de V_s del apartado a) es válida, pero ahora toma el valor $V_s=V_{SAT}$, lo que da

$$\boxed{V_{e3} = 3V_\gamma + \left[(V_{CC}-V_{SAT}) + \frac{\beta V_\gamma R_3}{R_4}\right]\frac{(\beta+1)R_1+R_2}{\beta(\beta+1)R_3}}$$

c)

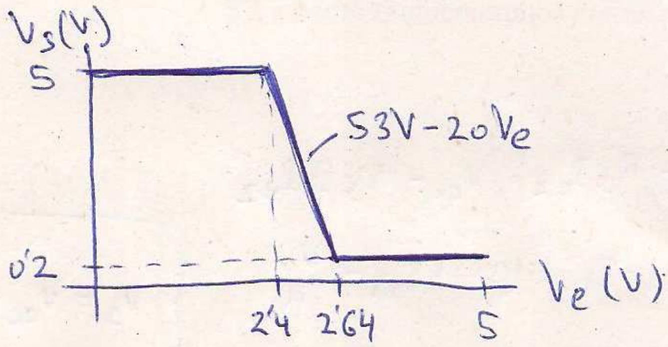
Con los valores dados $V_{e2} \simeq 4V_\gamma = 2'4V$

$V_{e3} \simeq 2'64V$

Con $\boxed{V_e < V_{e2} = 2'4V} \rightarrow$ T2 en corte $\rightarrow \boxed{V_s = V_{cc} = 5V}$

Con $\boxed{V_e > V_{e3} = 2'64V} \rightarrow$ T2 en satur. $\rightarrow \boxed{V_s = V_{SAT} = 0'2V}$

Con $\boxed{V_{e2} < V_e < V_{e3}}$, ambos transistores en activa y la relación del apartado a) toma los valores $\boxed{V_s \simeq 53V - 20V_e}$



5) (4 puntos)

Un circuito que realiza la división de dos números de dos bits dispone de las entradas del dividendo (A_1A_0) y del divisor (B_1B_0), así como de la salida para la parte entera del cociente (C_1C_0) y de otra salida adicional (D), que normalmente está a cero y se activa a uno en el caso de división por cero (en este caso, además, el cociente aportado debe ser cero).

a) Escribir las tablas de verdad de las variables de salida

b) Escribir las correspondientes tablas de Karnaugh.

c) Simplificar la expresión de las salidas mediante las tablas anteriores a partir tanto de su desarrollo por unos como por ceros.

d) Expresar C_0 como suma de productos completos.

e) Implementar, sólo con puertas NAND e inversores el circuito que proporcione las salidas C_1 y C_0.

f) Implementar, mediante un descodificador de 2 a 4, y las puertas lógicas adicionales necesarias, la salida D.

g) Implementar, mediante un multiplexor de 8 a 1, y las puertas lógicas adicionales necesarias, la salida C_0 (conectar $A_1A_0B_1$ a las entradas de selección del multiplexor).

h) Escribir, para un multiplexor 4 a 1, la función lógica de salida en función de las entradas de selección y de las entradas de datos.

a)

$A_1A_0B_1$	A_1A_0	B_1B_0	C_1C_0		D
0	0 0	0 0	0 0	0	1
	0 0	0 1	0 0		0
1	0 0	1 0	0 0	0	0
	0 0	1 1	0 0		0
2	0 1	0 0	0 0	B_0	1
	0 1	0 1	0 1		0
3	0 1	1 0	0 0	0	0
	0 1	1 1	0 0		0
4	1 0	0 0	0 0	0	1
	1 0	0 1	1 0		0
5	1 0	1 0	0 1	$\bar{B}_0$	0
	1 0	1 1	0 0		0
6	1 1	0 0	0 0	B_0	1
	1 1	0 1	1 1		0
7	1 1	1 0	0 1	1	0
	1 1	1 1	0 1		0

g) g)

b)

C_1

B_1B_0 \ A_1A_0	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	1
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

C_0

B_1B_0 \ A_1A_0	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	1	1	0
11	0	0	1	0
10	0	0	1	1

D

B_1B_0 \ A_1A_0	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

c)

$C_1 = A_1\bar{B}_1B_0$ [1's]

$C_1 = A_1\cdot\bar{B}_1\cdot B_0$ [0's]

[1's]

$C_0 = A_0\bar{B}_1B_0 + A_1B_1\bar{B}_0 + A_1A_0B_0$

$C_0 = (B_1+B_0)(A_1+\bar{B}_1)(A_0+\bar{B}_0)$

[0's]

$D = \bar{B}_1\bar{B}_0$ [1's]

$D = \bar{B}_1\bar{B}_0$ [0's]

d) Cogiendo los minterms de la tabla de verdad de C_0

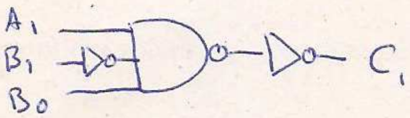
$$C_0 = m_5 + m_{10} + m_{13} + m_{14} + m_{15} =$$

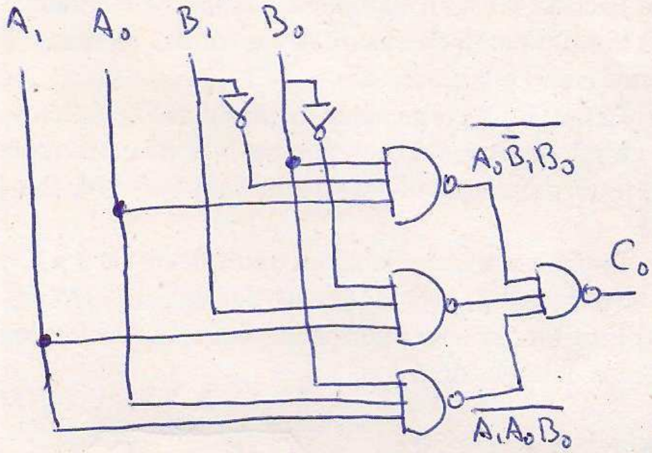
$$= \bar{A}_1A_0\bar{B}_1B_0 + A_1\bar{A}_0B_1\bar{B}_0 + A_1A_0\bar{B}_1B_0 + A_1A_0B_1\bar{B}_0 + A_1A_0B_1B_0$$

e)

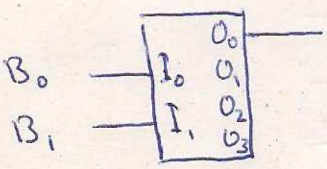
$C_1 = \overline{\overline{A_1 \overline{B}_1 B_0}}$

$C_0 = \overline{(\overline{A_0 \overline{B}_1 B_0}) \cdot (\overline{A_1 B_1 \overline{B}_0}) \cdot (\overline{A_1 A_0 B_0})}$



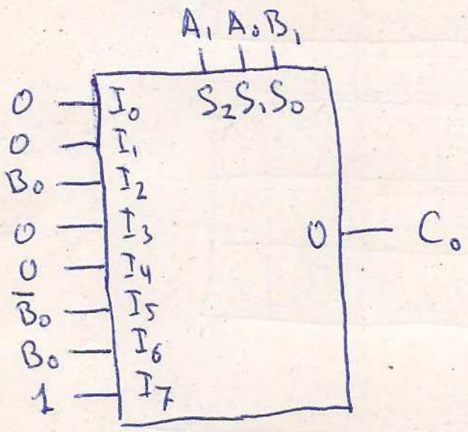


f)



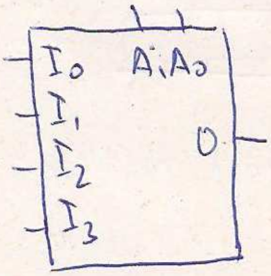
$D = \overline{B}_0 \overline{B}_1$

g)



Conectando $A_1 A_0 B_1$ a las entradas de selección, para cada valor de entrada seleccionado la salida del multiplexor coincide con C_0 si a cada entrada se conecta la variable mostrada (ver columnas marcadas con g) en las tablas de verdad del apartado a)

h)



$O = \overline{A}_1 \overline{A}_0 I_0 + \overline{A}_1 A_0 I_1 + A_1 \overline{A}_0 I_2 + A_1 A_0 I_3$