

EXAMEN DE ELECTRONICA 1
18/12/2008

Resolver cada problema en hojas separadas.

Duración de la prueba: 3 horas 30 minutos.

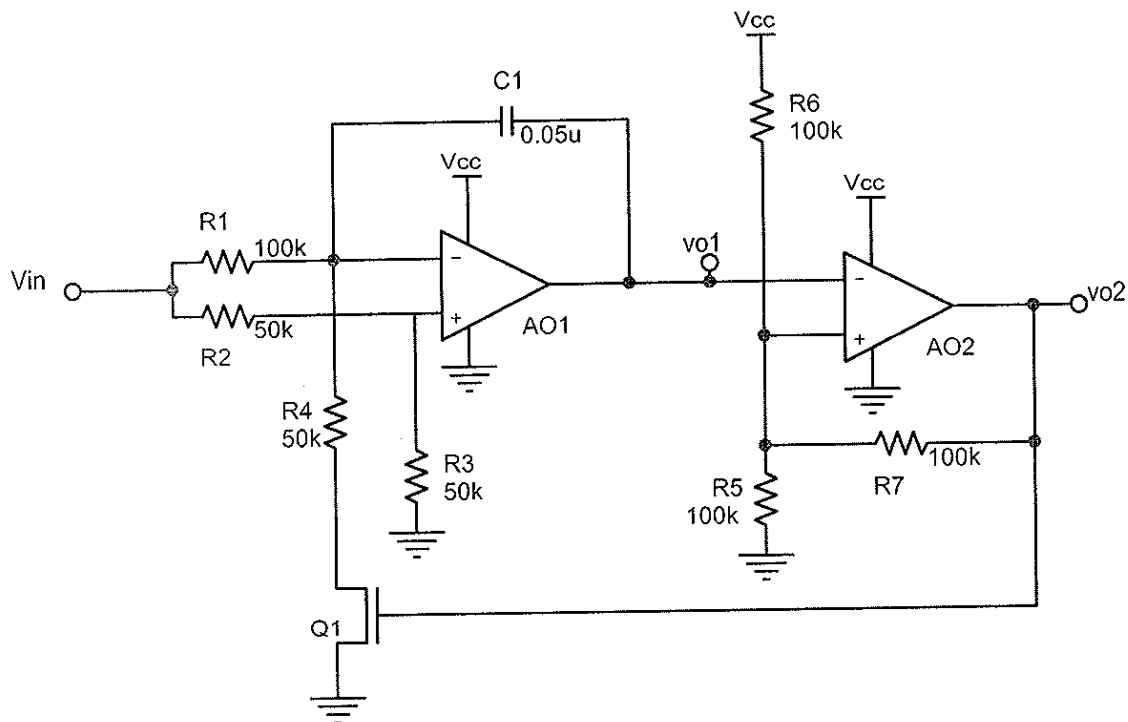
La prueba es **sin** material.

Los puntajes de los problemas se indican sobre un total de 100 puntos.

PROBLEMA 1 (40 puntos)

En el generador de ondas de la figura a menos que se diga lo contrario los amplificadores operacionales son ideales, el transistor MOS opera como llave y V_i es una tensión continua tal que $V_i \geq 0$.

- Dibujar las formas de onda en los puntos $vo1$ y $vo2$ indicando los puntos notables en los ejes de tiempo y de tensión. Indicar la expresión que relaciona la frecuencia de la señal en $vo2$ con V_i .
- Si el operacional AO1 tiene rango de entrada en modo común entre 0 y $V_{CC} - 1.5V$, ¿cuál es el valor máximo de V_i que asegura que el circuito funcione correctamente?
- Si el operacional AO1 tiene slew rate finito $SR1$, indicar que condición debe cumplir el mismo para que el circuito funcione como se determinó en la parte a).

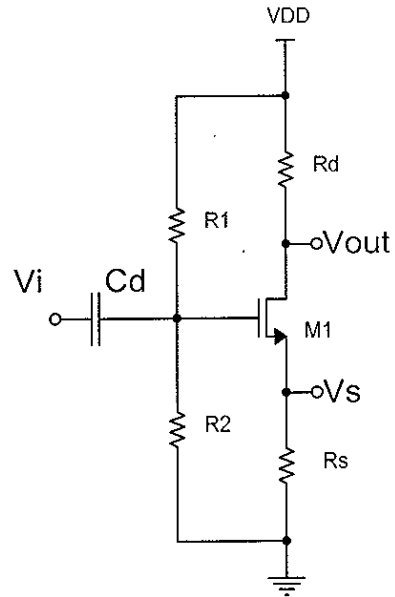


PROBLEMA 2 (35 puntos)

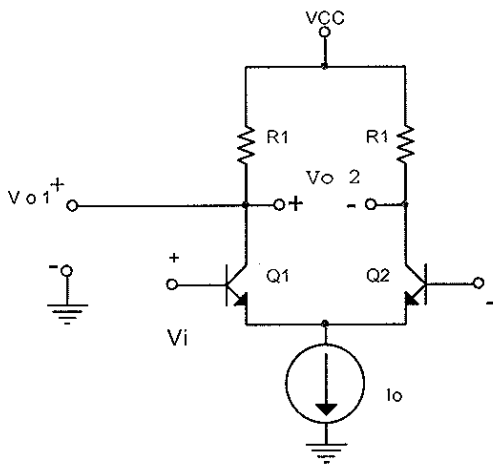
En el amplificador de la figura determinar:

- a) Las ganancias V_{out}/V_i y V_s/V_i a frecuencias medias.
- b) La excursión en V_{out} .
- c) Determinar C_d para que la frecuencia de corte inferior sea 100Hz.

$V_{DD}=15V$; $V_{to}=0.7$; $\beta=2.5mS$; $\delta=0$; $R_s=1.4k\Omega$; $R_d=12.1k\Omega$; $R_1 = 121k\Omega$; $R_2 = 29k\Omega$



PROBLEMA 3 (25 puntos)



Para el par diferencial de la figura, denominaremos **Acse** a la ganancia en modo común cuando se toma la salida en forma “single ended” en V_{o1} y denominaremos **Acdif** a la ganancia en modo común cuando se toma la salida en forma diferencial en V_{o2} . Se desea analizar la influencia del apareo de los transistores T_1 y T_2 y de la resistencia de salida R_{out} de la fuente de corriente I_0 en estas ganancias en modo común. Se pide indicar en las dos tablas que se muestran, correspondientes a cada una de las ganancias en modo común antes definidas, en que casos la ganancia en modo común considerada es 0, fundamentando claramente la respuesta (de completarse solamente las tablas sin fundamentación el problema no tendrá valor). La tensión de Early de Q_1 y Q_2 se supondrá infinita en todo el problema.

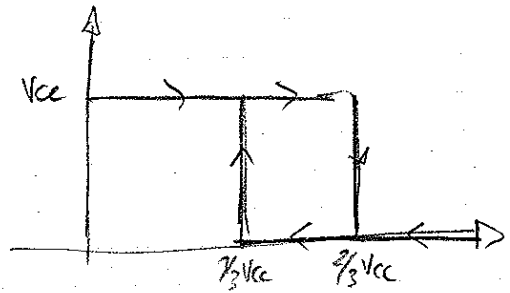
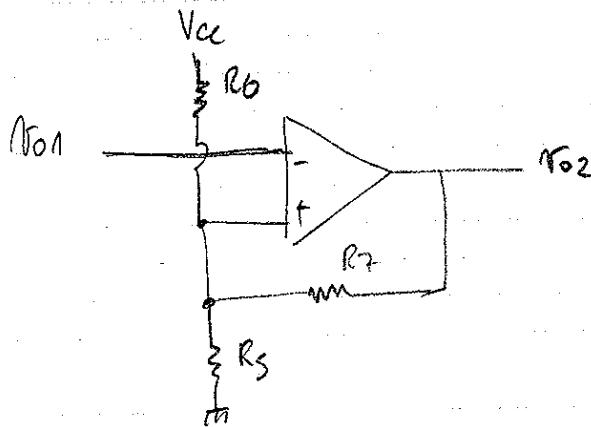
Acse	I_0 ideal ($R_{out} = \infty$)	I_0 no ideal ($R_{out} \neq \infty$)
$T_1 \equiv T_2$		
$T_1 \neq T_2$		

Acdif	I_0 ideal ($R_{out} = \infty$)	I_0 no ideal ($R_{out} \neq \infty$)
$T_1 \equiv T_2$		
$T_1 \neq T_2$		

Problema 1

ELECTRO 1 DIC 2008

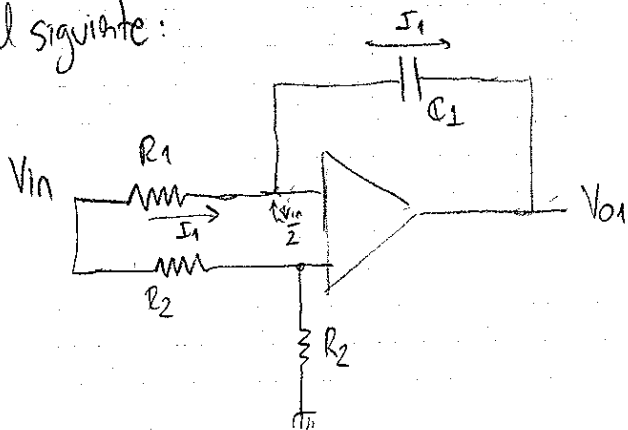
a) A02 funciona como comparador (realimentado positivo)



$$\text{Si } V_{o2} = V_{cc} \Rightarrow V^+ = \frac{R_5 \cdot V_{cc}}{R_5 + R_6 // R_7} \Rightarrow V^+ = \frac{2}{3} V_{cc}$$

$$\text{Si } V_{o2} = 0 \Rightarrow V^+ = \frac{R_5 // R_7 \cdot V_{cc}}{R_6 + R_5 // R_7} \Rightarrow V^+ = \frac{1}{3} V_{cc}$$

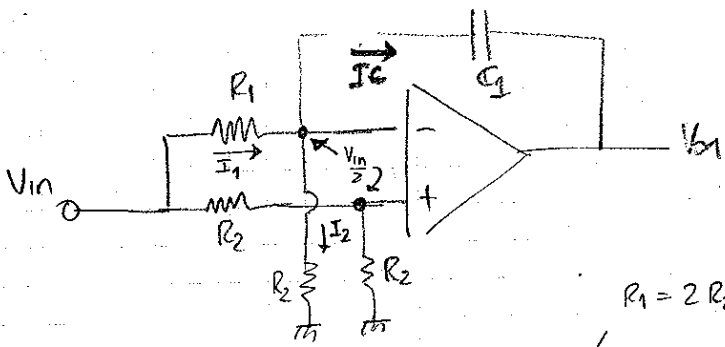
Assumo que $V_{o2} = 0 \Rightarrow Q1$ está cortado y el circuito de entrada es el siguiente:



$$I_1 = \frac{V_{in}/2}{R_1} = \frac{V_{in}}{2R_1} \Rightarrow C_1 \text{ se carga con corriente constante} \Rightarrow I_1 = +C_1 \frac{d}{dt} \left(\frac{V_{in}}{2} - V_{o1} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{o1} = -\frac{I_1}{C_1} t + V_{o1}^{ini}$$

V_{o1} arranca en V_{o1}^{ini} y empieza a decaer linealmente (ra-pa) hasta $\frac{1}{3} V_{cc}$ donde el comparador va cambiar su salida a $V_{o2} = V_{cc}$ y $Q2$ empezará a conducir, quedando el siguiente circuito:

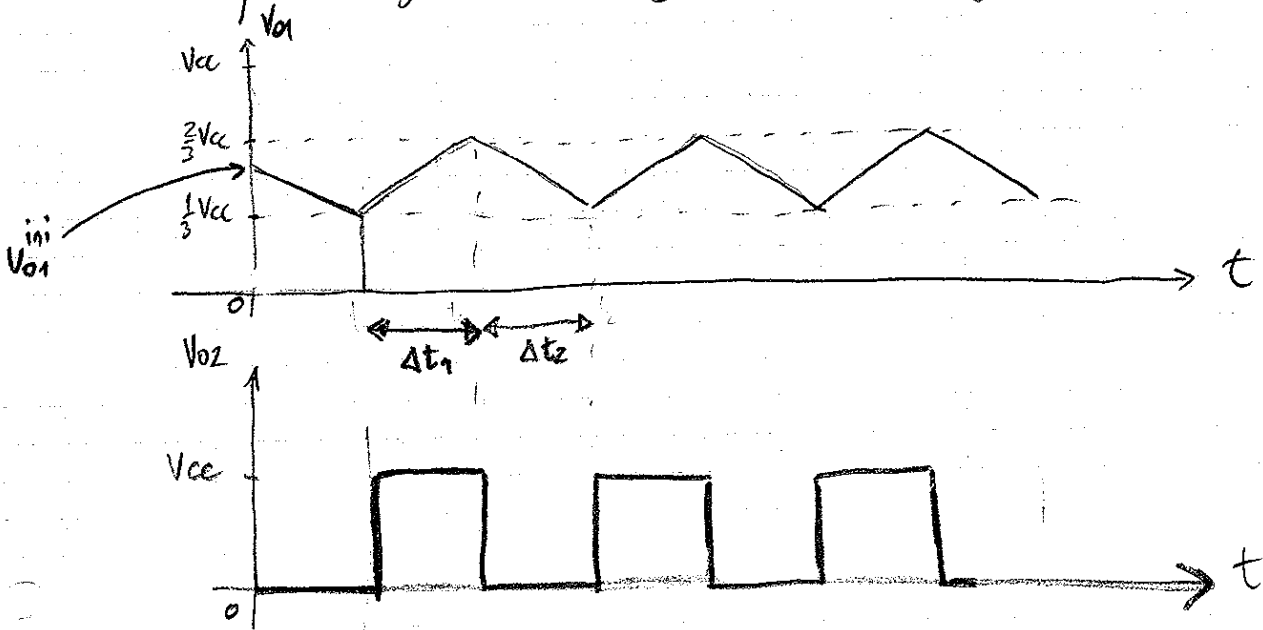


$R_1 = 2R_2$

$I_C = I_1 - I_2 = \frac{V_{in}}{2R_1} - \frac{V_{in}}{2R_2} = -\frac{V_{in}}{2R_1} \Rightarrow C_1$ se descarga a corriente constante $\frac{1}{3}V_{cc}$

$I_C = -C_1 \frac{dV_{out}}{dt} \Rightarrow V_{out}(t) = \frac{-I_C}{C_1} t + V_{out}' \Rightarrow V_{out}(t) = \frac{V_{in}}{2R_1 C_1} t + \frac{1}{3}V_{cc}$

V_{out} ahora crece linealmente hasta $\frac{2}{3}V_{cc}$ donde vuelve a cambiar el comparador y entra en régimen, según las siguientes gráficas:



$\frac{1/3 V_{cc}}{\Delta t_1} = \frac{V_{in}}{2R_1 C_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{2}{3} R_1 C_1 \frac{V_{cc}}{V_{in}}$

$-\frac{1/3 V_{cc}}{\Delta t_2} = \frac{-V_{in}}{2R_1 C_1} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{2}{3} R_1 C_1 \frac{V_{cc}}{V_{in}}$

$\Rightarrow T = \frac{4}{3} R_1 C_1 \frac{V_{cc}}{V_{in}} \Rightarrow$

$\Rightarrow f = 150 \frac{V_{in}}{V_{cc}}$

b) A la entrada de AOA tenemos $\frac{V_{in}}{2} \Rightarrow 0 \leq \frac{V_{in}}{2} \leq V_{cc} - 1.5V \Rightarrow$

$\Rightarrow V_{in}^{max} = 2(V_{cc} - 1.5V)$

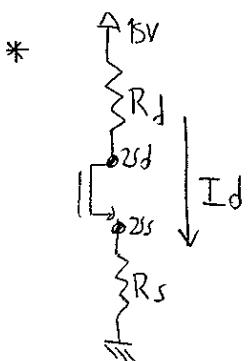
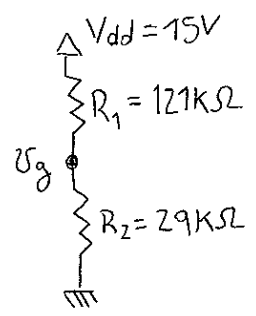
c) $SRA > \max \left(\frac{dV_{out}}{dt} \right) = \max \left| \frac{V_{in}}{2R_1 C_1}, \frac{-V_{in}}{2R_1 C_1} \right| \Rightarrow SRA > \frac{V_{in}}{2R_1 C_1}$

Ejercicio 2

a)

En DC:

$$* \frac{V_{dd}}{R_1 + R_2} = \frac{V_g}{R_2} \Rightarrow V_g = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{dd} = 2,9V$$



$$\frac{V_{DD} - V_d}{R_d} = I_D \Rightarrow V_d = V_{DD} - R_d I_D$$

$$\frac{V_s}{R_s} = I_D \Rightarrow V_s = R_s I_D$$

$$I_D = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_{t0})^2 = \frac{\beta}{2} (V_G - R_s I_D - V_{t0})^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_D = \frac{2,5m}{2} (2,2 - 1,4K \cdot I_D)^2 \Rightarrow 800 I_D = 2,2^2 - 2 \cdot 2,2 \cdot 1,4K \cdot I_D + (1,4K \cdot I_D)^2$$

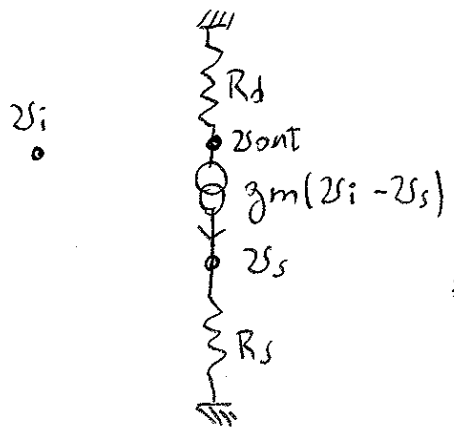
$$\Rightarrow I_D = 0,0026A \rightarrow V = 3,64V \rightarrow V_D = -16,48V \rightarrow V_{DS} < 0 \quad X$$

$$I_D = 0,00095A \rightarrow V_s = 1,33V \rightarrow V_D = 3,52V \rightarrow V_{DS} = 2,09V > V_{t0} \quad \checkmark$$

$$\Rightarrow \boxed{I_D = 0,95mA ; V_G = 2,9V ; V_s = 1,33V ; V_D = 3,52V}$$

En AC:

$$g_m = \sqrt{2\beta I_D} = 2,2mS$$



$$* g_m (v_{s_i} - v_{s_s}) = \frac{v_{s_s}}{R_s} \Rightarrow \boxed{\frac{v_{s_s}}{v_{s_i}} = \frac{g_m R_s}{1 + g_m R_s} = 0,75V/V}$$

$$* \frac{v_{s_{ont}}}{v_{s_s}} = -\frac{R_d}{R_s} \Rightarrow \boxed{\frac{v_{s_{ont}}}{v_{s_i}} = -\frac{g_m R_d}{1 + g_m R_s} = -6,5V/V}$$

BS

b) $V_{DSS} \rightarrow V_{DSAT}$ (no zone lined)

$$V_D = V_{D,DC} \pm v_{out}$$

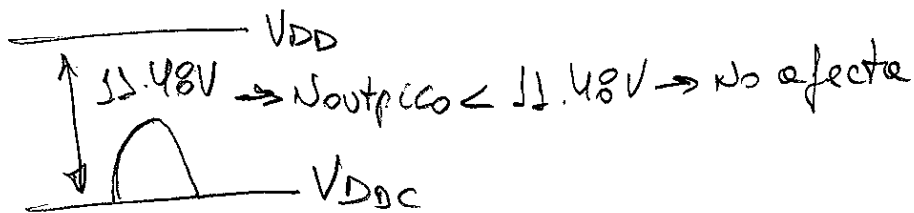
$$V_S = V_{S,DC} \pm v_s = V_{S,DC} \mp \frac{v_{out}}{(R_d/R_s)} = V_{S,DC} \mp \frac{v_{out}}{8,67}$$

$$V_{DSAT} = \frac{V_{GS} - V_t}{1+\epsilon} = \frac{V_{SS} - V_{t0}}{1+\epsilon}$$

$$\Rightarrow \overbrace{(V_{D,DC} - V_{S,DC})}^{2,09V} - v_{out} \cdot \left(1 + \frac{1}{8,67}\right) > 0,87V \Rightarrow -v_{out} \cdot \left(1 + \frac{1}{8,67}\right) > -1,22V$$

$$\Rightarrow 1,22V > \left(1 + \frac{1}{8,67}\right) |v_{out}| \Rightarrow \boxed{1,09V > |v_{out}|}$$

No corte: $i_D > 0$



$$c) 100Hz = \frac{1}{2\pi C_d (R_1 || R_2)} \rightarrow \boxed{C_d = 68nF}$$

BO