

EXAMEN DE ELECTRONICA 1

15/07/2011

Resolver cada problema en hojas separadas.

Duración de la prueba: 3 horas 30 minutos.

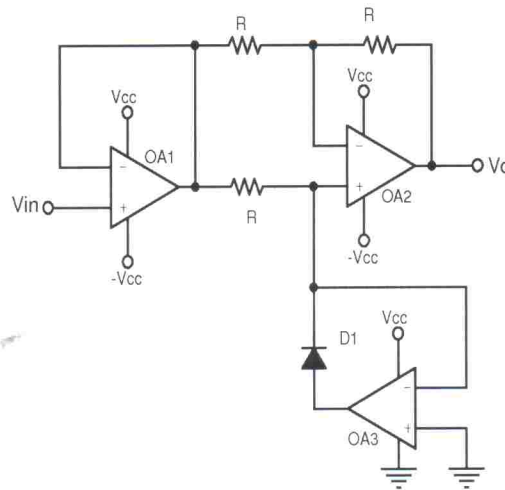
La prueba es **sin** material.

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

PROBLEMA 1 (40 puntos)

En el circuito de la figura el diodo D1 tiene tensión de umbral $V\gamma$.

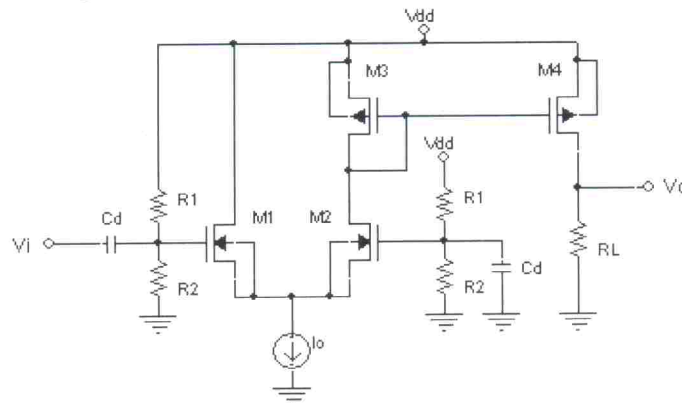
- a) Si los amplificadores operacionales son ideales, dibujar la forma de onda de la señal a la salida $V_o(t)$ si $V_{in}(t) = V_p \cdot \text{sen}(\omega t)$ fundamentando su respuesta. ¿Que función implementa el circuito?
- b) ¿Que condición deben cumplir el Rango de Modo Común de entrada ICMR y la excursión de Salida OSW de **cada uno** de los operacionales para que el circuito funcione correctamente?
- c) Si los amplificadores OA1 y OA2 tienen una frecuencia de transición f_T y un Slew Rate S_r , y OA3 es ideal ¿cual es la máxima frecuencia de la señal a la entrada para que el circuito funcione correctamente?



PROBLEMA 2 (40 puntos)

En el circuito de la figura los condensadores C_d son condensadores de desacople que se considerarán un cortocircuito a la frecuencia de interés.

- a) Determinar la corriente por todos los transistores y la expresión literal y numérica de la ganancia V_o/V_i si los transistores operan en saturación.
- b) Calcular la resistencia de entrada del amplificador.
- c) Determinar en que rango se puede elegir la tensión continua fijada por R_1 y R_2 en los gates de M1 y M2 para que M1 y M2 operen en saturación y la fuente I_o opere correctamente cuando V_i es cero.
- d) Determinar la excursión que se tiene en la salida V_o del amplificador.



Datos: $V_{dd} = 10V$, $I_o = 1mA$, $V_{T_{\text{mínimo}}} = 0.5 V$, $R_L = 10k$, $V_{\text{ton}} = 1V$, $|V_{\text{top}}| = 1.5V$, $\beta_n = \beta_p = 0.2mA/V^2$, $\delta_n = \delta_p = 0$.

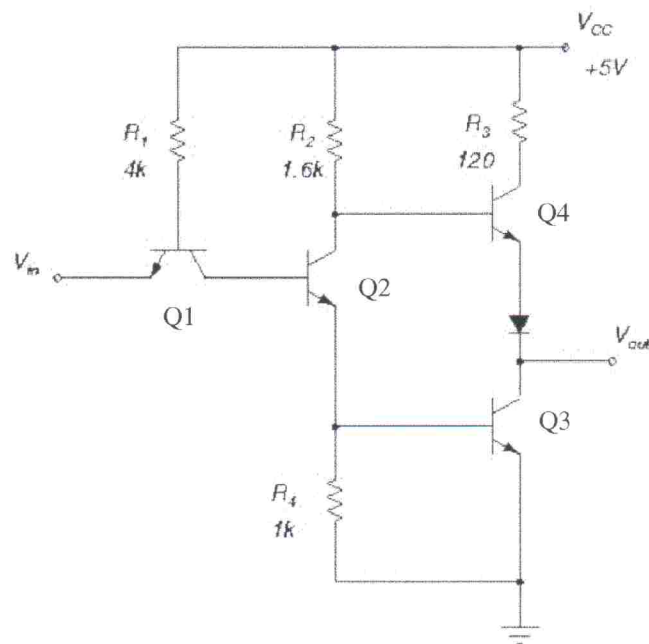
PREGUNTA (20 puntos)

Dado el inversor TTL de la figura,

- a) Indicar:
- El estado de cada uno de los transistores (cortado, saturado, zona activa) y diodo (cortado, conduce) cuando la entrada está a 0V, fundamentando claramente su respuesta. Si no se fundamenta no se obtendrán puntos.
 - La tensión a la salida V_{out} .

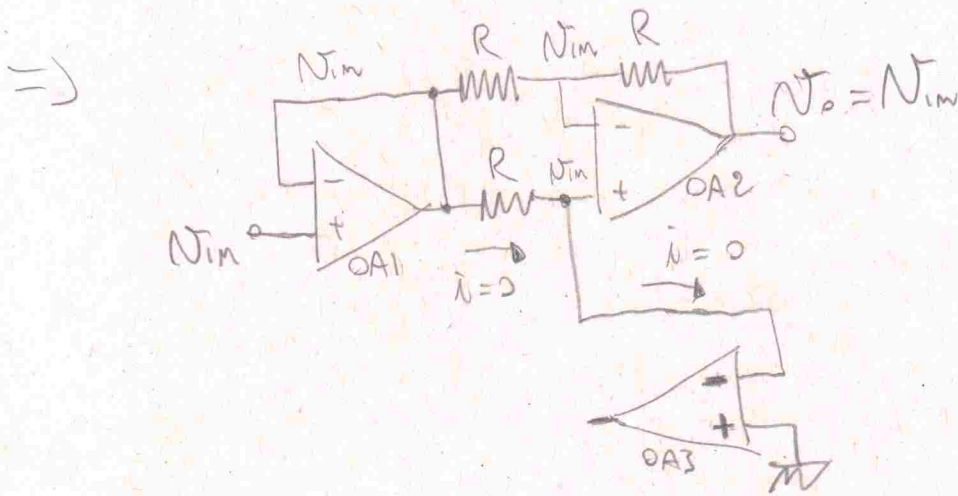
Asumir que a la salida del inversor se toma, debido a las entradas de las compuertas TTL conectadas a su salida, una corriente de $75\mu\text{A}$ hacia tierra. Datos: $\beta=100$, $V_{BE}=0.7\text{V}$, $V_{CESAT}=0.1\text{V}$.

- b) Repetir la parte a) para el caso en que a la salida se conecta una compuerta CMOS y una resistencia de "pull-up" (conectada entre la salida y la fuente de alimentación VCC) de $4.7\text{k}\Omega$.



Problema 1

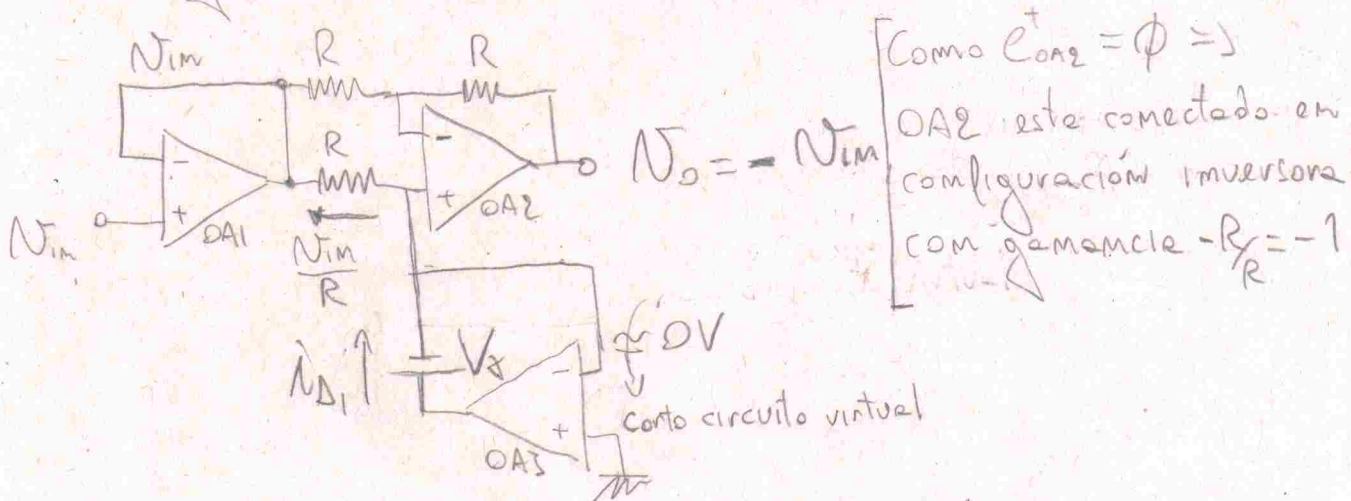
a) Asumo que si $N_{in} \geq 0 \Rightarrow D_1$ off



Verifico $V_{D1} < \phi \Rightarrow$ Como $e_{OA3}^+ = \phi$ y $e_{OA3}^- = N_{in} > 0 \Rightarrow N_{OA3} = -V_{cc}$

$\Rightarrow V_{D1} = -V_{cc} - N_{in} < \phi \checkmark$

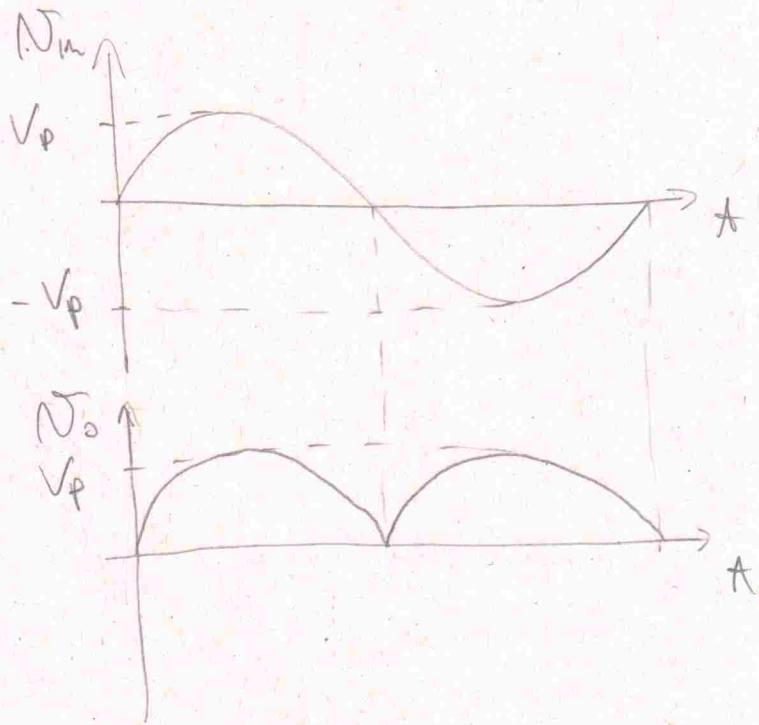
Asumo que si $N_{in} < 0 \Rightarrow D_1$ on



Verifico $i_{D1} > \phi \Rightarrow i_{D1} = \frac{0 - N_{in}}{R} = \frac{-N_{in}}{R} > \phi$ porque $N_{in} < 0$

$\Rightarrow i_{D1} > \phi \checkmark$

Problema 1



⇒ Es un rectificador de onda completa

b) OA1

$$ICMR_1^{MAX} > V_p$$

$$ICMR_1^{MIN} < -V_p$$

$$OSW_1^{MAX} > V_p$$

$$OSW_1^{MIN} < -V_p$$

OA2

$$ICMR_2^{MAX} > V_p$$

$$ICMR_2^{MIN} < \phi$$

$$OSW_2^{MAX} > V_p$$

$$OSW_2^{MIN} < \phi$$

OA3

$$ICMR_3^{MAX} > \phi$$

$$ICMR_3^{MIN} < \phi$$

$$OSW_3^{MAX} > V_x$$

$$OSW_3^{MIN} < V_x$$

Problema 1

$$c) N_m = V_p \sin(\omega t) \Rightarrow \left. \frac{dN_m}{dt} \right|_{\max} = 2\pi f V_p$$

Tanto para la configuración inversora como para la no inversora $f_{-3dB} = \frac{f_T}{1 + \frac{R_e}{R_i}}$

OA1 - Configuración no inversora con $R_2 = 0$ y $R_1 = \infty$ $\Rightarrow f_{-3dB}^{OA1} = f_T$

$$\Rightarrow f < \text{Min} \left\{ \frac{f_T}{10}, \frac{SR}{2\pi V_p} \right\}$$

OA2 - Configuración inversora con $R_2 = R$ y $R_1 = R$ $\Rightarrow f_{-3dB}^{OA2} = \frac{f_T}{2}$

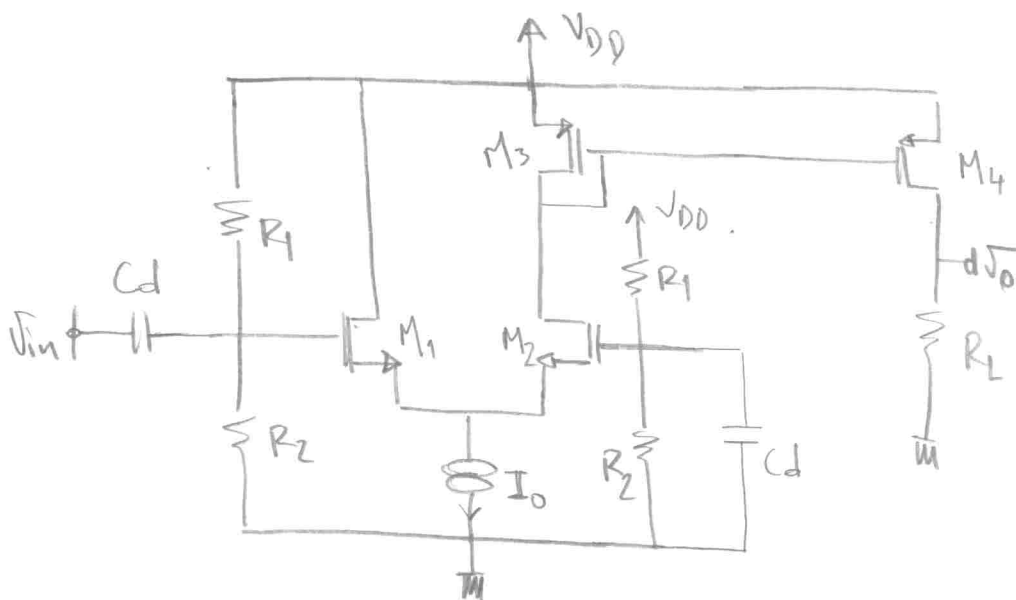
$$\Rightarrow f < \text{Min} \left\{ \frac{f_T}{20}, \frac{SR}{2\pi V_p} \right\}$$

$$\Rightarrow \boxed{f < \text{Min} \left\{ \frac{f_T}{20}, \frac{SR}{2\pi V_p} \right\}}$$

Pablo Castro



Problema 2



DATOS

$$I_0 = 1 \text{ mA}$$

$$V_{IO \text{ min}} = 0,5 \text{ V}$$

$$R_L = 10 \text{ k}$$

$$V_{TON} = 1 \text{ V}$$

$$|V_{TOP}| = 1,5 \text{ V}$$

$$\beta_n = \beta_p = 0,2 \text{ mA/V}^2$$

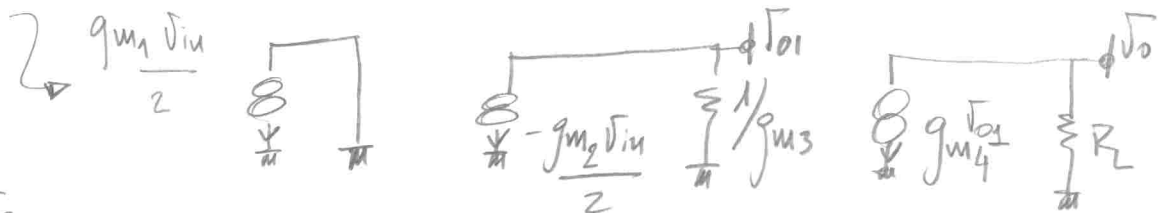
$$\lambda_n = \lambda_p = 0$$

(a) M_1, M_2 par dif. con corriente de polarización $I_0 = 1 \text{ mA} \rightarrow I_1 = I_2 = 0,5 \text{ mA}$

M_3, M_4 espejo de corriente con relación de copia unitaria $\rightarrow I_3 = I_4 = 0,5 \text{ mA}$

$$\rightarrow \boxed{I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = 0,5 \text{ mA}}$$

modelo en pequeña señal



$$\frac{v_o}{v_{in}} = \frac{v_{o1}}{v_{in}} \cdot \frac{v_o}{v_{o1}} = \frac{g_{m2}}{2g_{m3}} \cdot (-g_{m4}R_L) = -\frac{g_{m2}R_L}{2} \rightarrow \frac{v_o}{v_{in}} = -2,25 \text{ V/V}$$

$$g_{m2} = \sqrt{2\beta_n I_2} = 0,45 \text{ mS}$$

(b) $R_{in} = R_1 \parallel R_2$

(c) $* I_1 = \frac{\beta_n}{2} (V_{GS1} - V_{TON})^2 \rightarrow V_{GS1} = \sqrt{\frac{2I_{D1}}{\beta_n}} + V_{TON} = 3,24 \text{ V}$

$$V_{GS1 \text{ min}} = V_{GS1} + V_{IO \text{ min}} = 3,74 \text{ V}$$

$$* V_{DSSAT_2} = V_{GS2} - V_{TO_n} = 2,24 \text{ V}$$

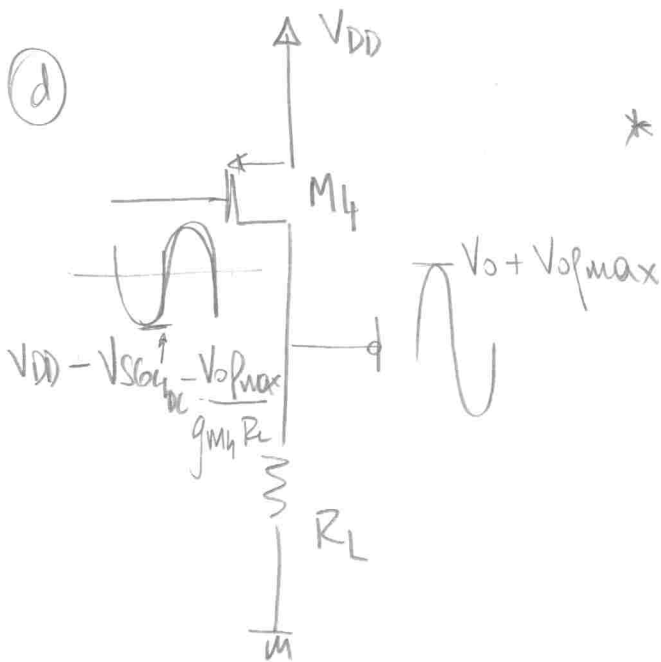
$$V_{S63} = 3,74 \text{ V}$$

$$V_{O2 \text{ MAX}} - V_{GS2} + V_{DSSAT_2} + V_{S63} = V_{DD}$$

$$\Rightarrow V_{O2 \text{ max}} = V_{DD} + V_{GS2} - (V_{DSSAT_2} + V_{S63}) = 7,26 \text{ V}$$

$$\rightarrow \boxed{V_O = (3,74 \text{ V} - 7,26 \text{ V})}$$

(d)



$$V_O = I_4 R_L = 5 \text{ V}$$

$$* V_{SD_4} > V_{SDSAT} = |V_{S64} - |V_{TOP}|$$

$$\Rightarrow V_{DD} - (V_O + V_{opmax}) > V_{S64_{DC}} + \frac{V_{opmax}}{g_{m4} R_L} - |V_{TOP}|$$

$$\Rightarrow V_{pmax} < \frac{g_{m4} R_L (V_{DD} - (V_O + |V_{S64_{DC}}| - |V_{TOP}|))}{1 + g_{m4} R_L}$$

$$\rightarrow \boxed{V_{pmax} < 2,26 \text{ V}}$$

Fierro