

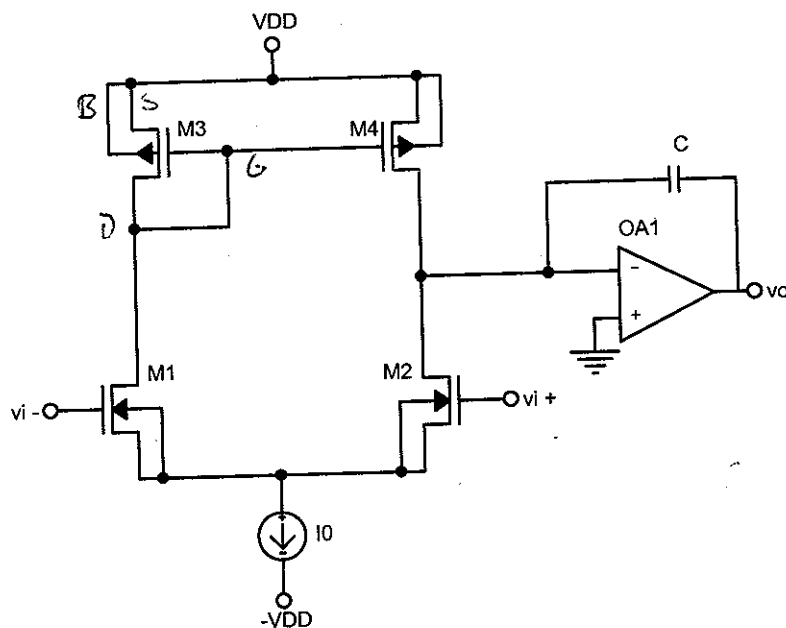
EXAMEN DE ELECTRONICA 1
15/07/2010

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 los parámetros de los transistores MOS son: β_n , V_{t0n} , δ_n (nMOS) y β_p , V_{t0p} , δ_p (pMOS). Además, considere las tensiones de Early de los transistores infinitas y el amplificador operacional ideal. En función de estos parámetros y los indicados en la figura, se pide :

- Si la fuente de corriente tiene una tensión mínima de operación V_{Fmin} , $V_{DD} > V_{SG3,4}$, determinar el rango de entrada de modo común del circuito.
- Determinar la frecuencia de transición f_T .
- Determinar el slew rate (SR).
- Si se aplica a la entrada una señal diferencial sinusoidal, con modo común 0V y frecuencia f_{in} , determinar la máxima amplitud que se puede obtener en la salida V_o del circuito de manera que no haya distorsión debido al slew rate.



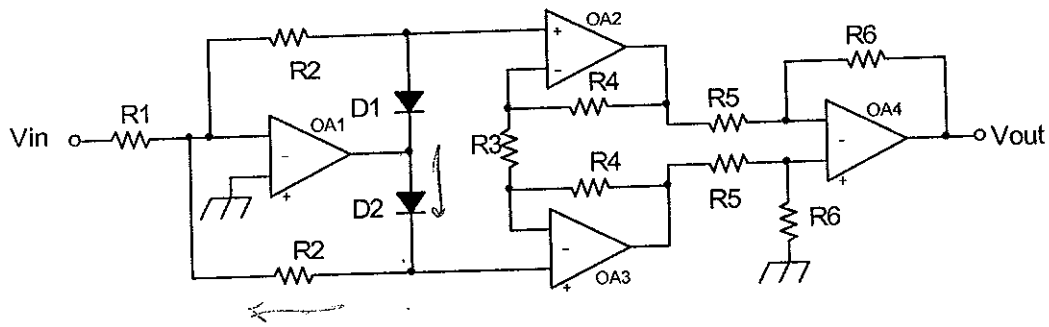
PROBLEMA 2 (40 puntos)

Para el circuito de la figura se pide:

- Si se tiene una entrada sinusoidal, dibujar la forma de onda de V_{out}
- Determinar R_3 para que el valor medio a la salida de V_{out} sea 5 V.
- Determinar el f_T de los amplificadores, para que el circuito funcione correctamente hasta 1 MHz
- Se quiere obtener el valor medio de la señal de salida, para lo cual se agregan dos condensadores iguales C_6 en paralelo con las resistencias R_6 . Si la señal de entrada es una sinusoidal de 50 Hz, ¿qué condición deben cumplir estos condensadores?.

Datos:

- $V_{in} = 0.1 V_p$
- $R_2 = R_1 = 22 k\Omega$, $R_6 = 22 k\Omega$, $R_5 = 10 k\Omega$, $R_4 = 15 k\Omega$
- $D1, D2: V_{D@D>0} = V_\gamma$
- OA1-4: Ideales excepto en lo que indique la letra.



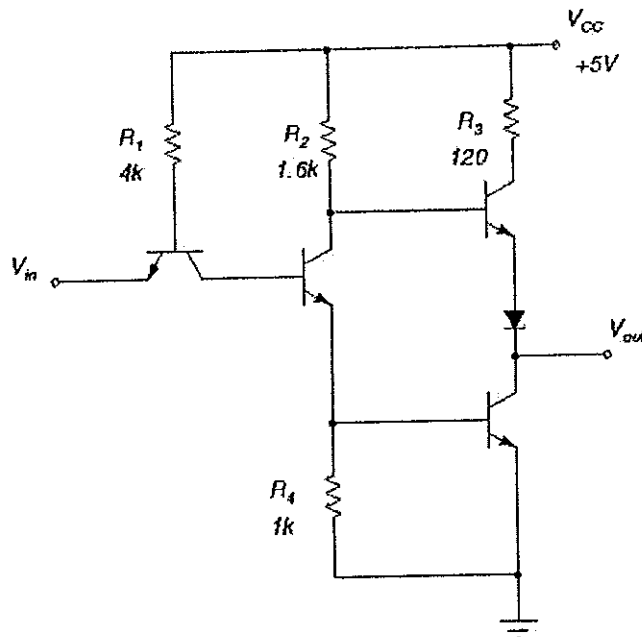
PREGUNTA (20 puntos)

Dado el inversor TTL de la figura,

- a) Indicar:
 - i. El estado de cada uno de los transistores (cortado, saturado, zona activa) y diodos (cortado, conduce) cuando la entrada esta a 0V, fundamentando claramente su respuesta. Si no se fundamenta no se obtendrán puntos.
 - ii. La tensión a la salida V_o .

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

- 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 $4.7k\Omega$.



Problema 1

a) Para que la fuente funcione correctamente $\Rightarrow V_{S1} > V_{Fmim}$

$$V_{S1} = V_{G1} - V_{GS1} = V_{CH} - V_{GS1} \quad \left\| \begin{array}{l} \text{además } V_{SB1} = V_{SB2} = V_{SB3} = V_{SB4} = \phi \\ \Rightarrow V_{A0m} = V_{A0p} \text{ y } V_{Ap} = V_{A0p} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow I_{D1} = \frac{I_0}{2} = \frac{\beta_m (V_{GS1} - V_{A0})^2}{2(1+\delta_m)}$$

$$V_{GS1} = V_{A0m} + \sqrt{\frac{I_0(1+\delta_m)}{\beta_m}} \Rightarrow V_{S1} = V_{CH} - V_{A0m} - \sqrt{\frac{I_0(1+\delta_m)}{\beta_m}} > V_{Fmim}$$

$$\Rightarrow V_{CH} > V_{Fmim} + V_{A0m} + \sqrt{\frac{I_0(1+\delta_m)}{\beta_m}} \quad (1)$$

Para que M_1 y M_2 no se den de saturación \Rightarrow

$$\left. \begin{array}{l} V_{DS1} > V_{DSSAT1} \\ V_{DS2} > V_{DSSAT2} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{Como } V_{D1} = V_{DD} - V_{GS3} > \phi \text{ y } V_{D2} \neq \phi$$

tierra

\Rightarrow le limitante esta en M_2

$$V_{DSSAT2} = \frac{V_{GS2} - V_{A0m}}{(1+\delta_m)} = \frac{V_{GS1} - V_{A0m}}{(1+\delta_m)} = \frac{V_{A0m} + \sqrt{\frac{I_0(1+\delta_m)}{\beta_m}} - V_{A0m}}{(1+\delta_m)} = \frac{\sqrt{\frac{I_0}{\beta_m(1+\delta_m)}}}{1+\delta_m}$$

$$V_{DS2} = \phi - V_{S2} = -V_{S1} = -V_{CH} + V_{A0m} + \sqrt{\frac{I_0(1+\delta_m)}{\beta_m}} > V_{DSSAT2} = \frac{\sqrt{\frac{I_0}{\beta_m(1+\delta_m)}}}{1+\delta_m}$$

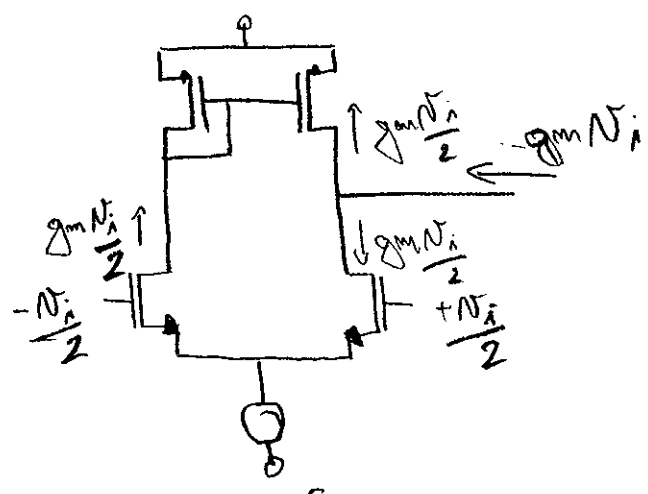
$$\Rightarrow V_{CH} < V_{A0m} + \sqrt{\frac{I_0(1+\delta_m)}{\beta_m}} - \frac{\sqrt{\frac{I_0}{\beta_m(1+\delta_m)}}}{1+\delta_m} \quad (2)$$

① y ②

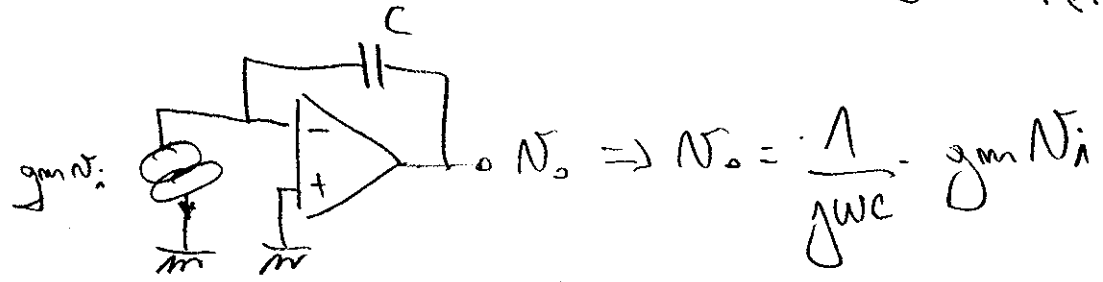
$$\Rightarrow V_{Fmim} + V_{A0m} + \sqrt{\frac{I_0(1+\delta_m)}{\beta_m}} < V_{CH} < V_{A0m} + \sqrt{\frac{I_0(1+\delta_m)}{\beta_m}} - \frac{\sqrt{\frac{I_0}{\beta_m(1+\delta_m)}}}{1+\delta_m}$$

tema 1

b)



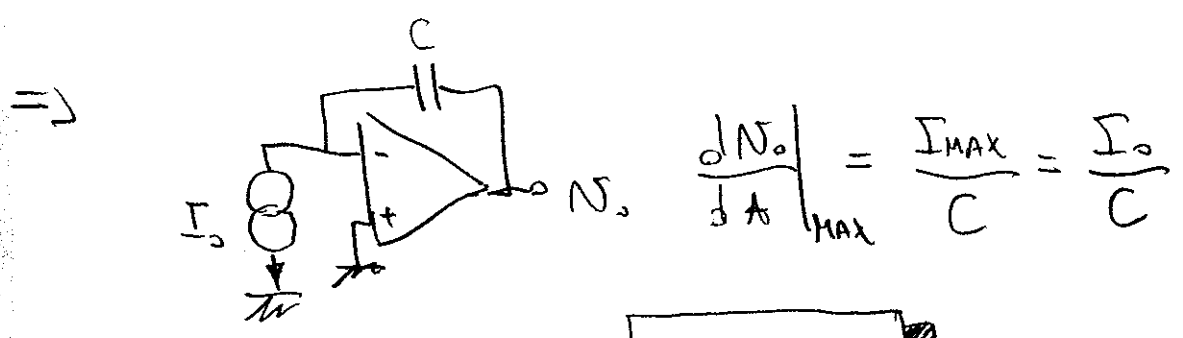
$$g_m = \sqrt{\frac{\beta I_0}{(1+\beta) r_{e1}}}$$



$$\Rightarrow |f_t| / \left| \frac{-g_m}{j\omega C} \right| = 1 \Rightarrow f_t = \frac{g_m}{2\pi C} \Rightarrow \boxed{f_t = \frac{g_m}{2\pi C}}$$

c)

$$SR = \left. \frac{dN_o}{dA} \right|_{MAX} \Rightarrow \text{Si desbalanceo el par diferencial}$$



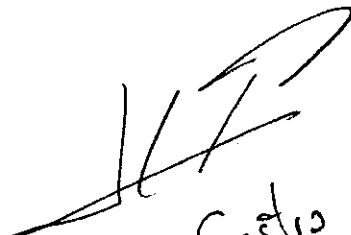
$$\Rightarrow \boxed{SR = \frac{I_0}{C}}$$

problema 1

$$d) N_0 = A_0 \sin(2\pi f_m t)$$

$$\Rightarrow \frac{dN_0}{dt} = 2\pi f_m A_0 \cos(2\pi f_m t)$$

$$\Rightarrow \left. \frac{dN_0}{dt} \right|_{\text{MAX}} = 2\pi f_m A_{0\text{MAX}} = SR = \frac{I_0}{C} \Rightarrow \boxed{A_{0\text{MAX}} = \frac{I_0}{2\pi f_m C}}$$

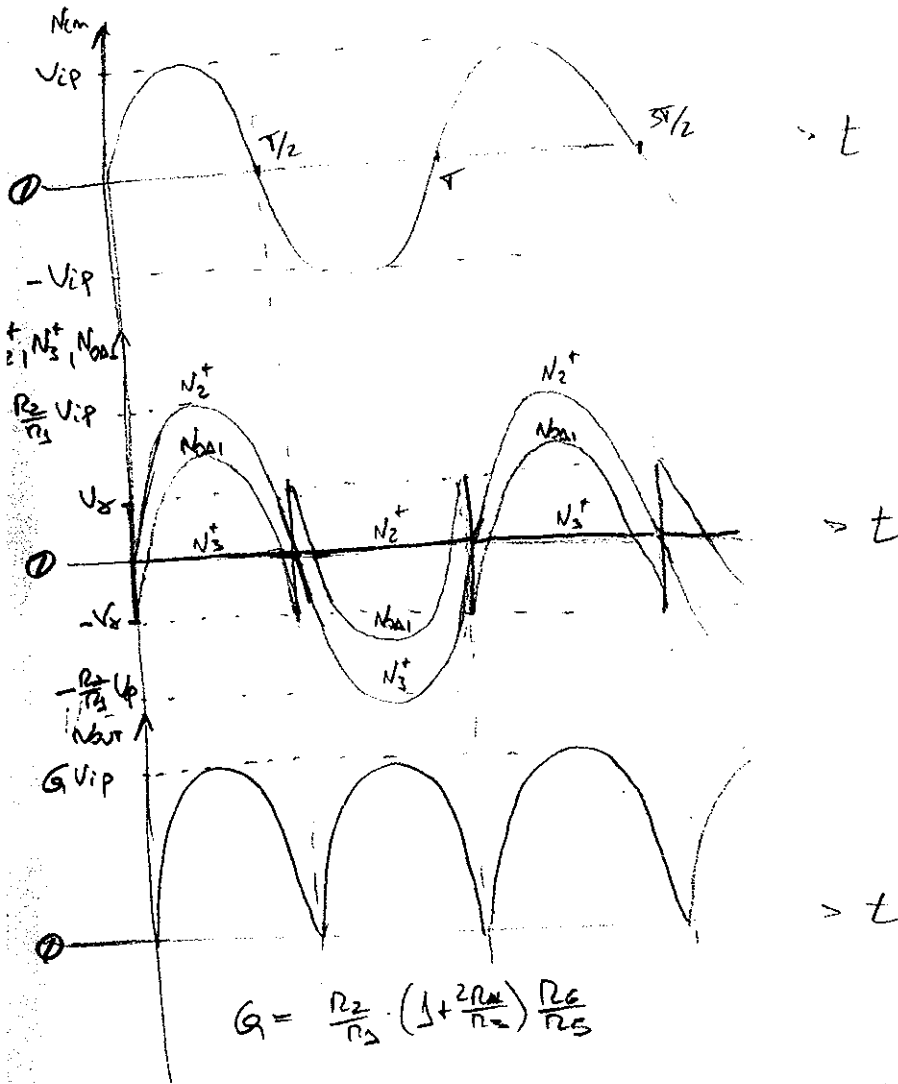

Pablo Castro

P9

(2) $V_{in} > 0 \Rightarrow D1 \text{ ON}, D2 \text{ OFF}$

$V_{in} < 0 \Rightarrow D1 \text{ OFF}, D2 \text{ ON}$

$$V_{out} = \left(1 + \frac{2R_4}{R_3}\right) \frac{R_5}{R_6} (N_2^+ - N_3^+)$$



$$G = \frac{R_2}{R_1} \cdot \left(1 + \frac{2R_4}{R_3}\right) \frac{R_5}{R_6}$$

(b) $\overline{N_0} = \frac{2V_o}{\pi} = \frac{2}{\pi} G V_{iP} \Rightarrow G = \frac{\pi}{2} \frac{\overline{N_0}}{V_{iP}} = 70,5 \frac{V}{V}$

$$1 + \frac{2R_4}{R_3} = G \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_5}{R_6} \Rightarrow R_3 = \frac{2R_4}{G \frac{R_1 R_5}{R_2 R_6} - 1}$$

$\Rightarrow R_3 = 865 \Omega$

(C)

$$OS1: \frac{f_T}{1 + \frac{R_2}{R_3}} > 1 \text{ MHz}, \quad 1 + \frac{R_2}{R_3} = 2$$

$$OS2, OS3: \frac{f_T}{1 + \frac{2R_4}{R_3}} > 1 \text{ MHz}, \quad 1 + \frac{2R_4}{R_3} = 32$$

$$OS4: \frac{f_T}{1 + \frac{R_6}{R_5}} > 1 \text{ MHz}, \quad 1 + \frac{R_6}{R_5} = 3,2$$

El AMP realice todo la mayor ganancia
 es el más restrictivo $\Rightarrow f_T > 32 \text{ MHz}$

(D)

Al agregar los condensadores C_6 ,
 el tipo \rightarrow respuesta pasabajos

$$A_0(s) = \frac{R_6/R_5}{1 + R_6 C_6 s} \quad (\text{hay } -2^{\text{do}} \text{ polo a } \omega_T)$$

Para obtener el valor medio de la señal

$$\text{rectificada } f_m \gg \frac{1}{2\pi R_6 C_6} \quad | \quad f_m = 2 \times 50 \text{ kHz}$$

$$\Rightarrow C_6 \gg \frac{1}{2\pi R_6 f_m} \rightarrow C_6 \geq \frac{10}{2\pi R_6 f_m}$$

$$\Rightarrow \boxed{C_6 \geq 1,45 \mu\text{F}}$$

$$C_6 \geq 0,725 \text{ MF}$$

