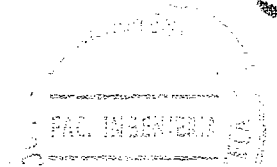


EXAMEN DE ELECTRONICA 1

01/03/06

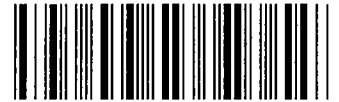


Resolver cada problema en hojas separadas.

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.



50709650

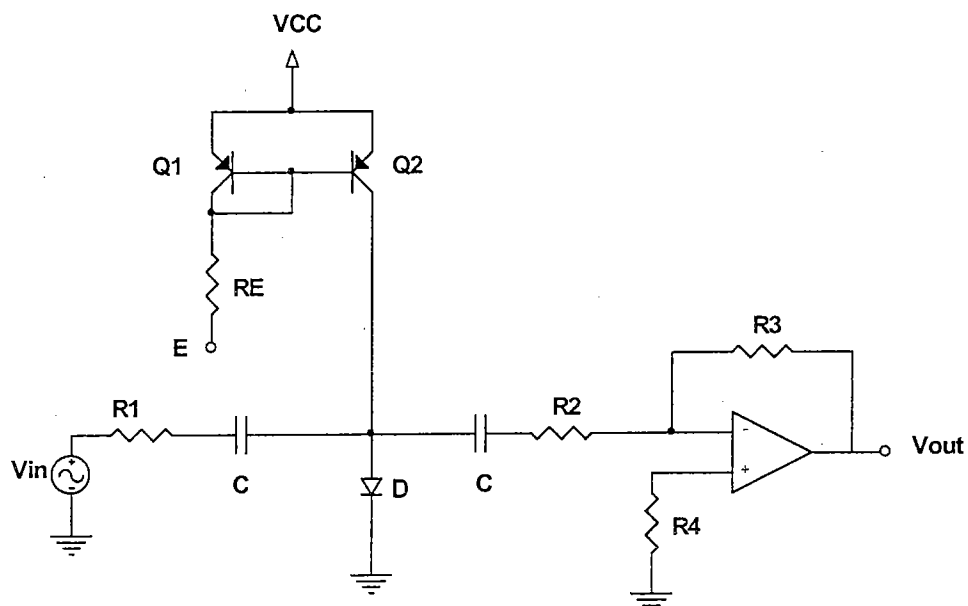
PROBLEMA 1 (40 ptos)

El circuito de la figura es un amplificador cuya ganancia se controla variando la resistencia dinámica o de pequeña señal del diodo D. El amplificador operacional está alimentado entre V_{CC} y $-V_{CC}$. Llamaremos V_{in} y V_{out} a las tensiones de señal existentes en la entrada y salida del circuito respectivamente y E a una fuente de tensión DC variable conectada como muestra la figura.

- Obtener la ganancia V_{out}/V_{in} en función de E .
- Considere ahora que el amplificador operacional tienen una ganancia a baja frecuencia finita A_0 y un producto ganancia por ancho de banda fT . Determine el ancho de banda del circuito.
- Si ahora el amplificador operacional tiene una tensión de offset V_{off} , corriente de polarización I_{bias} , y corriente de offset I_{off} , determinar, en el peor caso, cuál es la máxima tensión de continua que aparece a la salida.
 - ¿Cuánto tiene que valer R_4 para minimizar el efecto de las corrientes de polarización?

Los resultados se expresaran en función de los siguientes parámetros que se asumen conocidos para todo el problema:

- Q_1 y Q_2 son idénticos con tensión emisor base V_{EB} , $\beta \gg 1$ y se desprecia efecto Early
- Resistencias: R_E , R_1 , R_2 y R_3 ($R_2 < R_3$)
- Los condensadores C se supondrán infinitos.

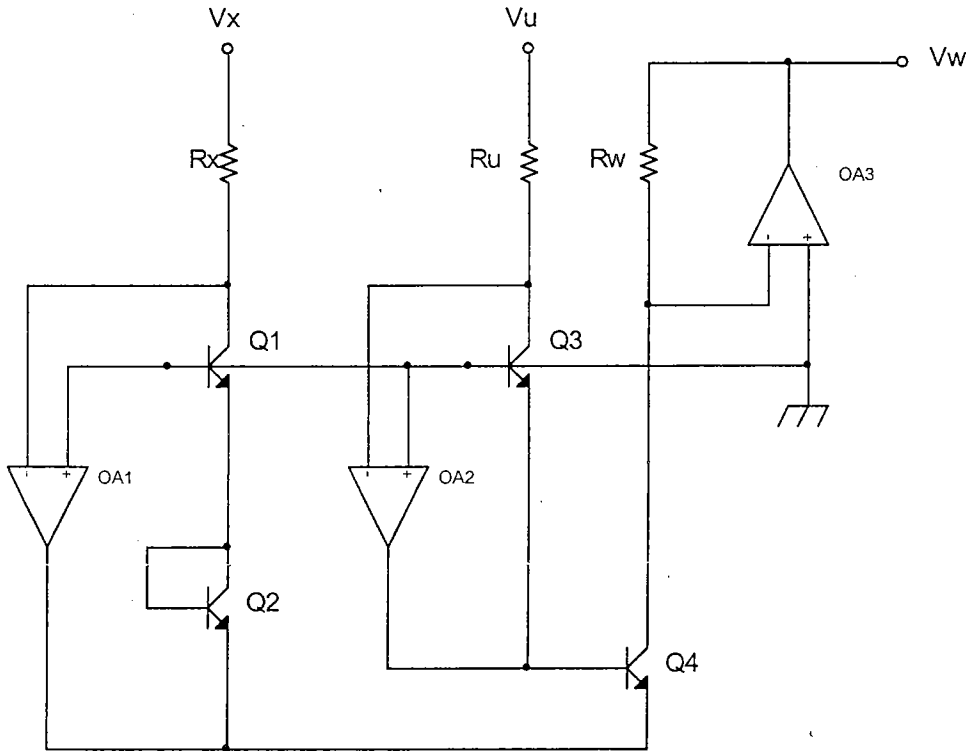




2/A

PROBLEMA 2 (40 pts)

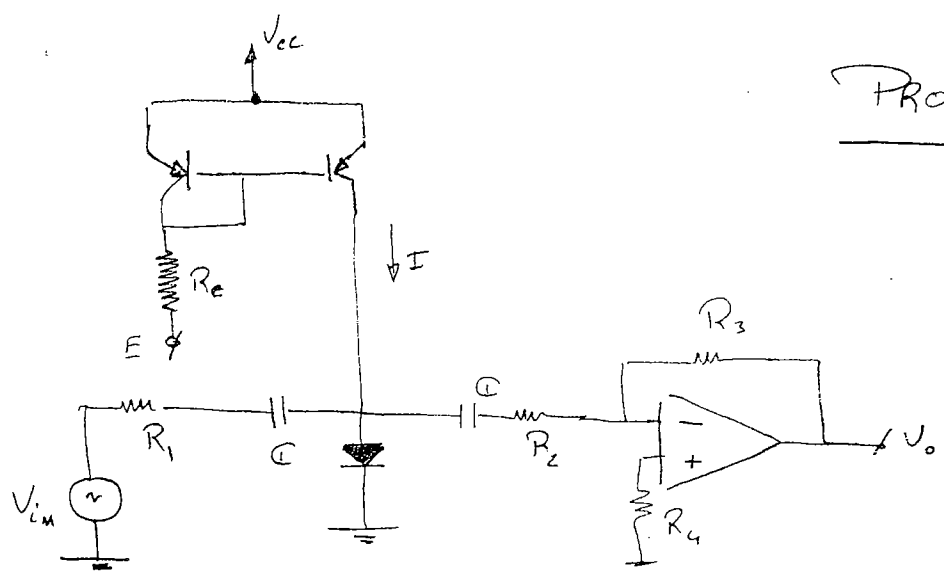
El circuito de la figura obtiene en V_w una función de V_x y V_u , independiente de los parámetros del transistor. Determinar esta función y qué condición tienen que cumplir V_x y V_u para que la función sea efectivamente independiente de los parámetros del transistor. Los transistores son idénticos y tienen $\beta \gg 1$, los operacionales son ideales.



PREGUNTA (20 pts)

Un circuito digital CMOS tiene un consumo de 12W operando a 120MHz alimentado de 3.3V, el cuál se reparte en 30% de consumo estático y 70 % de consumo dinámico. La potencia disipada por camino directo entre VDD y VSS se considera despreciable. En esta situación, el camino crítico (máximo retardo), tiene un retardo que corresponde a medio período de reloj, mientras que el retardo máximo admisible es de un período de reloj. Se desea reducir el consumo operando con una menor tensión de alimentación. Se supondrá que la tensión de alimentación es en todos los casos mucho mayor que la tensión umbral de los transistores de la tecnología. ¿Cuál es la mínima potencia que se puede consumir y con que tensión de alimentación se alcanzaría si se desprecia la dependencia del consumo estático con la tensión de alimentación?

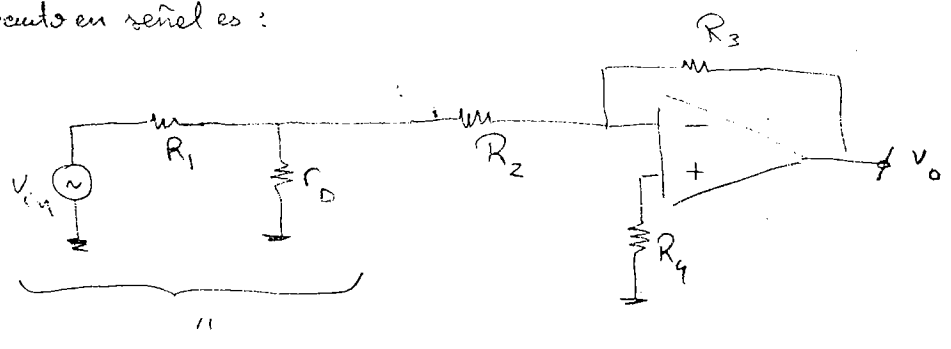
PROBLEMA 1



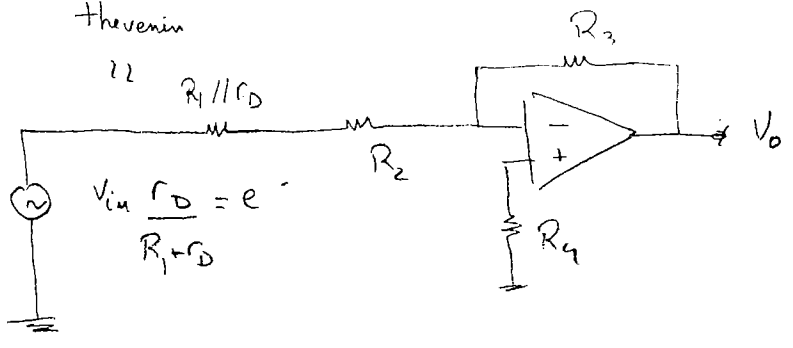
a)
$$I = \frac{V_{CC} - V_{EB} - E}{R_E}$$

para el diodo
$$r_D = \frac{\partial V_D}{\partial I_D} = \frac{V_T}{I_D} \Rightarrow r_D = V_T \cdot \frac{R_E}{V_{CC} - V_{EB} - E}$$

El circuito en señal es:



Thévenin



$$\frac{e}{(R_1 \parallel r_D) + R_2} = - \frac{V_o}{R_3} \Rightarrow$$

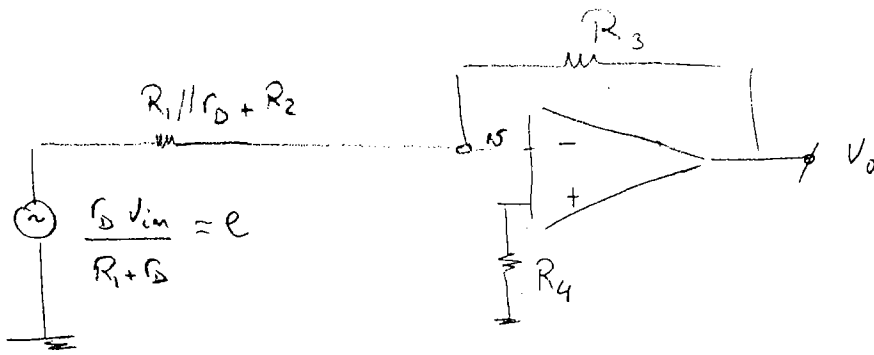
$$\frac{V_o}{V_{in}} = - \frac{r_D R_3}{(R_1 + r_D)(R_1 \parallel r_D + R_2)}$$

con $r_D = \frac{V_T R_E}{V_{CC} - V_{EB} - E}$

Se puede simplificar un poco a

$$G = \frac{- R_3}{R_1 + R_2 \left(\frac{R_1}{r_D} + 1 \right)}$$

2)



$$\Rightarrow 1) \frac{e - v}{(R_1 // r_D) + R_2} = \frac{v - v_0}{R_3}$$

$$2) \frac{-A_0}{1 + j\frac{\omega}{\omega_p}} \cdot v = v_0$$

• ($A_0 \omega_p = \omega_T$)

$$\Rightarrow \frac{e}{(R_1 // r_D) + R_2} + \frac{v_0}{R_3} = v \left[\frac{1}{R_3} + \frac{1}{(R_1 // r_D) + R_2} \right]$$

$$\Rightarrow R_3 \cdot e + v_0 [(R_1 // r_D) + R_2] = -\frac{v_0 (R_3 + R_2 + R_1)}{A(j\omega)}$$

$$\Rightarrow \frac{v_0}{v_{in}} = -\frac{R_3 r_D}{(R_1 + r_D)} \cdot \frac{1}{R_1 // r_D + R_2 + \frac{R_3 + R_2 + R_1 // r_D}{A(j\omega)}}$$

$$\frac{v_0}{v_{in}} = -\frac{\left(\frac{R_3 r_D}{R_1 + r_D}\right) \left(\frac{1}{(R_1 // r_D) + R_2}\right)}{1 + \left(1 + j\frac{\omega}{\omega_p}\right) \left(\frac{R_3 + R_2 + R_1 // r_D}{R_1 // r_D + R_2}\right) \cdot \frac{1}{A_0}}$$

$$\frac{v_0}{v_{in}} = -\frac{\left(\frac{R_3 r_D}{R_1 + r_D}\right) \left(\frac{1}{(R_1 // r_D) + R_2}\right)}{1 + \left(\frac{1}{A_0} + j\frac{\omega}{\omega_T}\right) \left(1 + \frac{R_3}{R_1 // r_D + R_2}\right)}$$

$$\frac{v_0}{v_{in}} = \frac{\left(\frac{-R_3 r_D}{R_1 + r_D}\right) \left(\frac{1}{(R_1 // r_D) + R_2}\right)}{1 + \frac{1}{A_0} \left(1 + \frac{R_3}{R_1 // r_D + R_2}\right) + j\frac{\omega}{\omega_T} \left(1 + \frac{R_3}{R_1 // r_D + R_2}\right)}$$

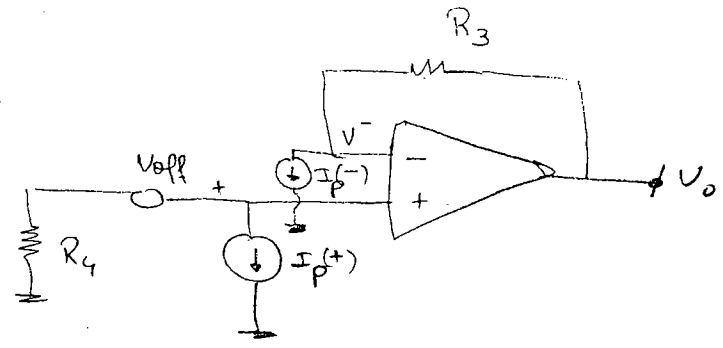
si $A_0 \gg 1$

$$y \quad A_0 \gg 1 + \frac{R_3}{R_1 // r_D + R_2}$$

$$\Rightarrow \boxed{\omega_{3dB} = \frac{\omega_T}{1 + \frac{R_3}{R_1 // r_D + R_2}}}$$



modelo para estudiar el offset



$$1) V^- = V^+ = V_{off} - I_P^{(+)} R_4$$

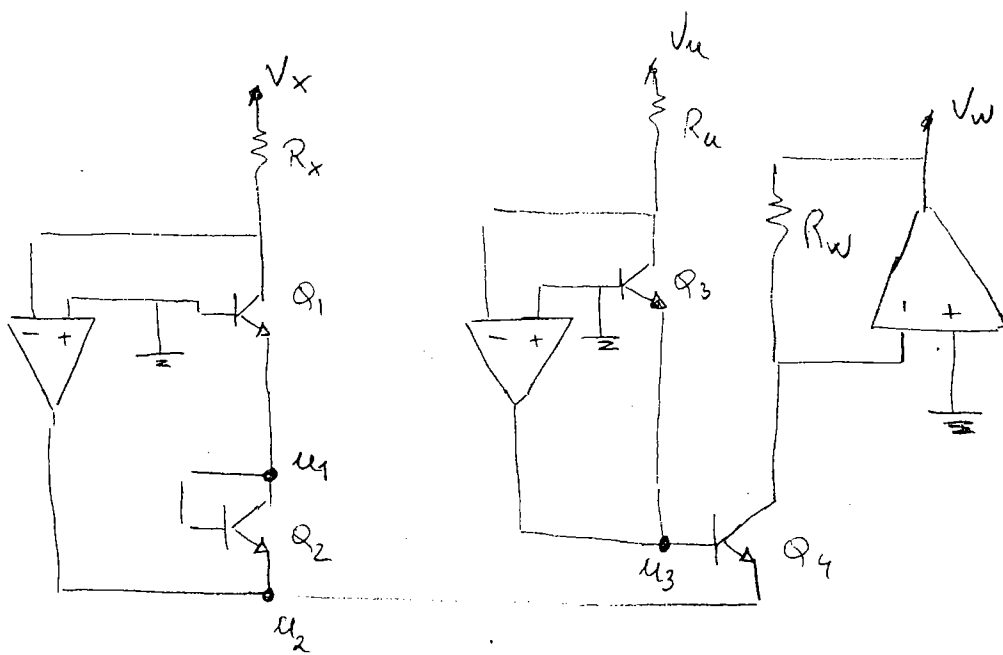
$$2) V^- - V_0 = -R_3 I_P^{(-)} \Rightarrow V_0 = V_{off} + R_3 I_P^{(-)} - R_4 I_P^{(+)}$$

⇒ tomamos $R_3 = R_4$

$$V_0 = V_{off} + R_3 [I_P^{(-)} - I_P^{(+)}]$$

Por caso serie $\boxed{V_0 = V_{off} + R_3 I_{off}} \quad (\text{si } R_4 = R_3)$

PROBLEMA 2



Asumo:

* $\beta \gg 1$
 \rightarrow desprecia todas las corrientes de base

* $I_{S1} = I_{S2} = I_{S3} = I_{S4} = I_S$



(1)
$$\frac{V_x}{R_x} = I_S e^{-u_1/V_T} = I_S e^{\frac{u_1 - u_2}{V_T}} = I_S e^{\frac{u_1}{V_T}} e^{-\frac{u_2}{V_T}}$$

(2)
$$\frac{V_u}{R_u} = I_S e^{-u_3/V_T} \quad \parallel \quad I_S \frac{R_x}{V_x}$$

(3)
$$\frac{V_w}{R_w} = I_S e^{\frac{u_3 - u_2}{V_T}} = I_S e^{\frac{u_3}{V_T}} e^{-\frac{u_2}{V_T}}$$

$$\parallel (2) \quad I_S \frac{R_u}{V_u}$$

Tomamos que:

(1)
$$\frac{V_x^2}{R_x^2} = I_S^2 e^{-u_2/V_T}$$

 (2)
$$\frac{V_w}{R_w} = I_S^2 \cdot \frac{R_u}{V_u} \cdot e^{-u_2/V_T}$$

$$\frac{V_x^2}{R_x^2} \cdot \frac{R_w}{V_w} = \frac{V_u}{R_u} \Rightarrow \boxed{V_w = \frac{V_x^2}{V_u} \cdot \frac{R_w \cdot R_u}{R_x^2}}$$

V_x y V_u tales que $I_{CQ1}, I_{CQ2}, I_{CQ3}, I_{CQ4} \gg I_S$ para que valgan las ecuaciones (1), (2), (3)

Examen Electrónica 1
01/03/06.

77



Pregunta :

$$P = 12 \text{ W} \quad @ \quad V_{DD} = 3,3 \text{ V}, \quad f = 120 \text{ MHz}.$$

$$P = P_{din} + P_{est}.$$

$$P_{din} = 70 \% P$$

$$P_{est} = 30 \% P$$

$$P_{din} = 8,4 \text{ W}$$

⇒

$$P_{est} = 3,6 \text{ W}$$

$$P_{din} = K \cdot V_{DD}^2 \cdot f.$$

$$t_p @ V_{DD} = 3,3 \text{ V} = \frac{1}{2f} = \frac{K''}{V_{DD}}$$

$$t_{p \max} \leq T = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{K''}{V_{DD \min}} \leq \frac{1}{f}$$

$$\Rightarrow V_{DD \min} \geq \frac{3,3}{2}$$

$$P_{@ V_{DD \min}} = P_{est} + P_{din} = 3,6 \text{ W} + K V_{DD \min}^2 \cdot f = 3,6 \text{ W} + 2,1 \text{ W} = \underline{5,7 \text{ W}}$$

