

EXAMEN DE ELECTRONICA I

21/02/04



50705369

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)

- a) Dado el circuito de la Figura 1 calcular la corriente I_{EE} para que se tenga la máxima excursión a la salida V_{out}
- b) Si la fuente I_{EE} no es ideal y tiene una resistencia de salida R_{EE} (esta última suficientemente grande para no alterar significativamente las corrientes continuas calculadas en (1)), calcular la resistencia de entrada diferencial R_{ID} , la ganancia en modo diferencial A_{DM} y la ganancia en modo común A_{CM} .
- c) Si la fuente de corriente es implementada como se muestra en la Figura 2, calcular el Rango de Modo Común de Entrada ICMR.

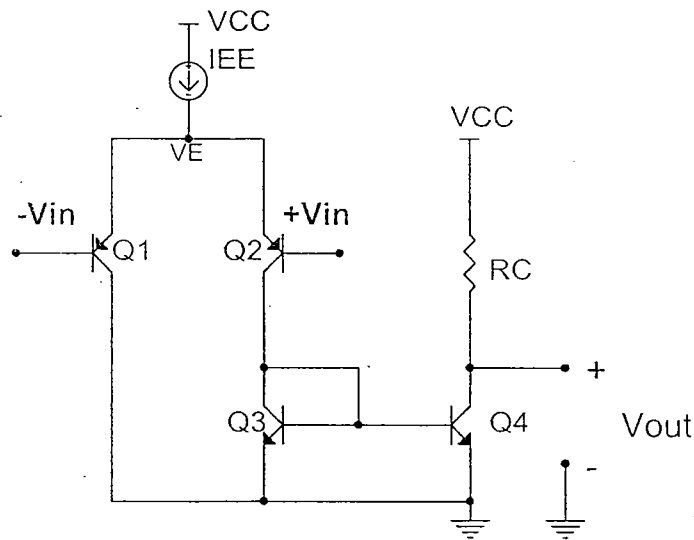


Figura 1

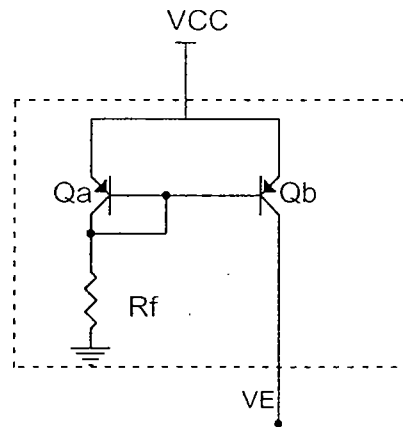


Figura 2



PROBLEMA 2 (40 puntos)

El circuito de la Figura 2 implementa un generador de una señal periódica, cuya frecuencia es regulable a través de V_C .

- Grafique la característica V_{out} en función de V_{in} para el circuito de la Figura 1, considerando que M1 se comporta como una llave ideal. Defina claramente los puntos notables.
- En la Figura 2, considere que M2 también se comporta como una llave ideal. Grafique V_{o1} en función del tiempo y calcule la frecuencia de oscilación en función de V_C .
- Considere ahora que M2 es un transistor MOS real con $\beta_n = 0.2 \text{ mA/V}^2$, $V_1 = 1 \text{ V}$, $\delta = 0$.
 - ¿Cuanto es la constante de tiempo de descarga del condensador C?
 - Si la llave se mantuviera encendida indefinidamente, ¿cuál es el valor final de V_{o1} después de dicha descarga?
 - ¿Qué condición debe cumplir el valor hallado en ii. para que el circuito oscile?

Datos:

$$V_{CC} = V_{EE} = 15 \text{ V}$$

$$R_1 = 3 \text{ k}\Omega, R_2 = 300 \Omega, R_3 = 30 \text{ k}\Omega$$

$$R = 10 \text{ k}\Omega, C = 8.2 \text{ nF}$$

Los amplificadores de las figuras se supondrán ideales.

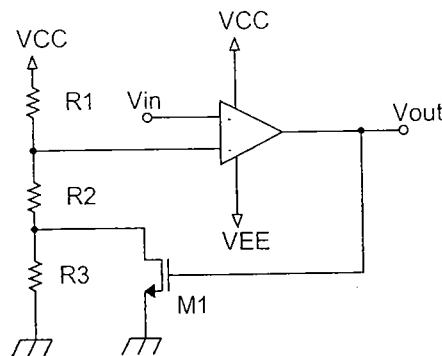


Figura 1

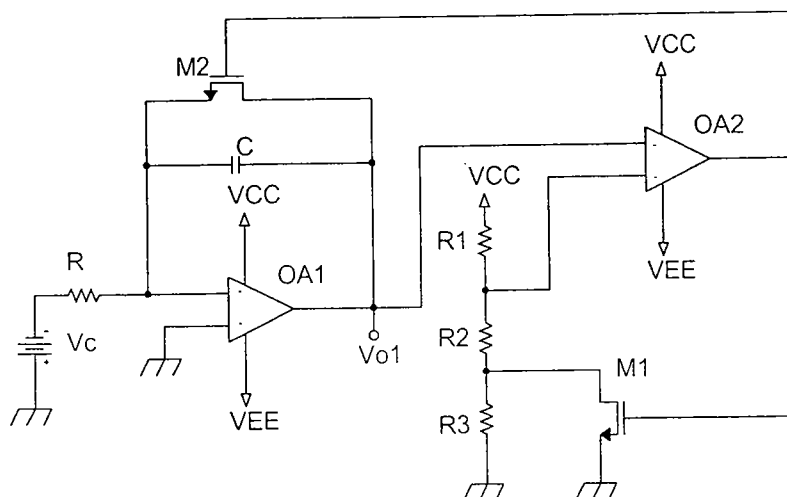


Figura 2



PREGUNTA (20 puntos)

En el circuito de la figura 1 se muestra la implementación de una función lógica, cuyas tres entradas son A, B y C y cuya salida es VOUT.

- a) Hallar la tabla de verdad que implementa este circuito en función de sus entradas.
- b) Considere que el circuito está cargado a la salida con un capacitor C_1 , que la forma de onda de las entradas son como se muestra en la Figura 2 donde todos los intervalos entre segmentos punteados valen t_0 y que esta secuencia de entradas se repite:
 - i. Dibujar la forma de onda de la salida.
 - ii. Dar el valor del consumo de potencia dinámica de la fuente de alimentación.

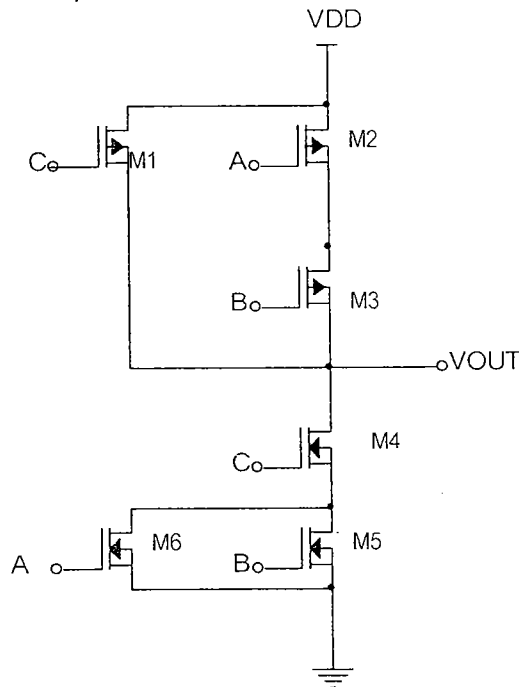


Figura 1

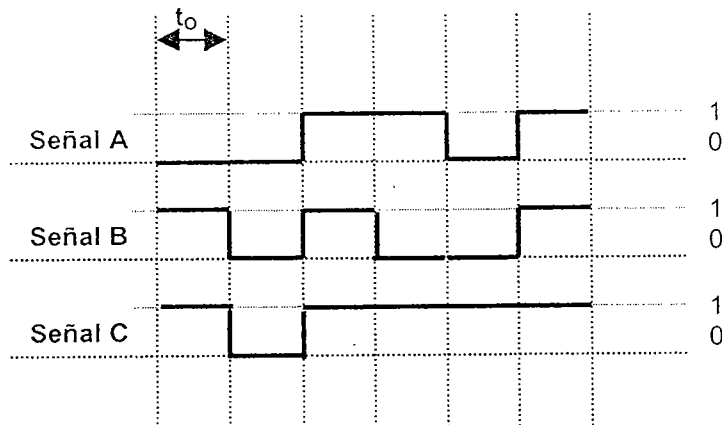
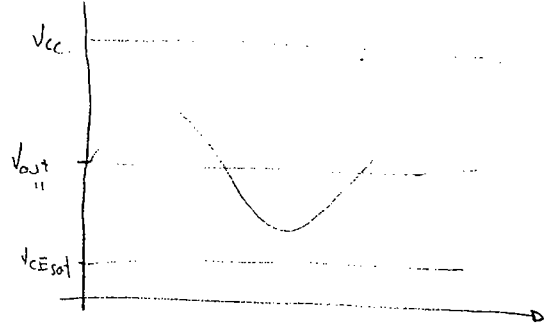
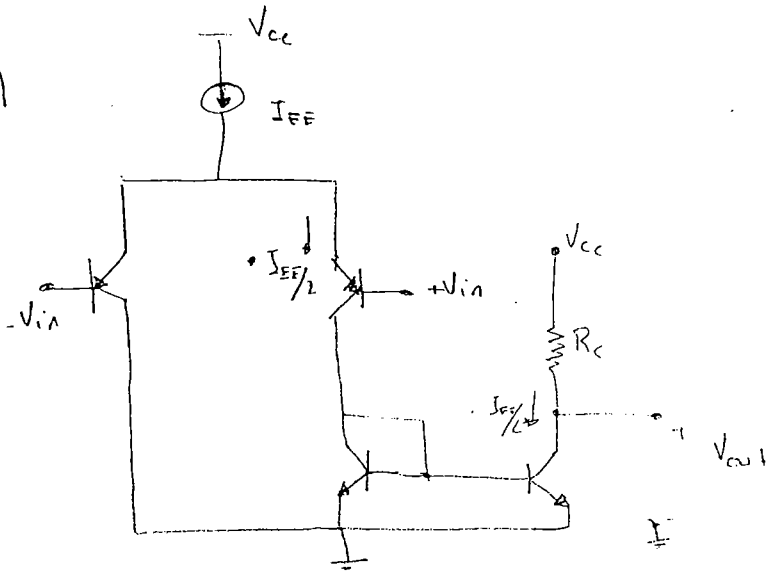


Figura 2



Problema 1

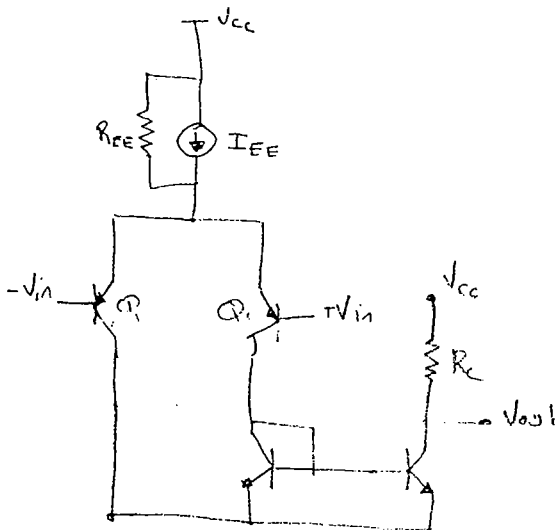
a)



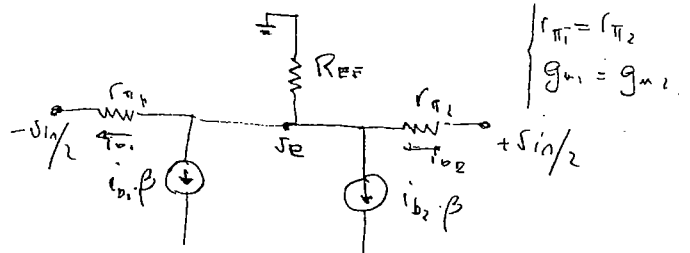
$$\Rightarrow v_{out} = V_{CC} - \frac{I_{EE}}{2} R_C$$

$$\left. \begin{aligned} \text{Tomo } v_{out} / v_{out} &= \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{2} \\ I_{EE} &= \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{R_C} \end{aligned} \right\}$$

b)



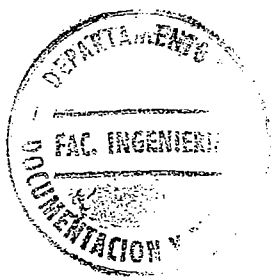
i - R_ID:



Se tiene una entrada diferencial $\rightarrow J_E = 0$

$$\Rightarrow v_{in}/2 = r_{\pi} \cdot i_{b1} \Rightarrow \frac{v_{in}}{r_{b1}} = 2 r_{\pi}$$

$$\Rightarrow \boxed{R_{ID} = 2 r_{\pi}}$$



iii) A_{DM}

21

5/9

$$i_{c2} = -g_m \cdot \frac{v_{in}}{2}$$

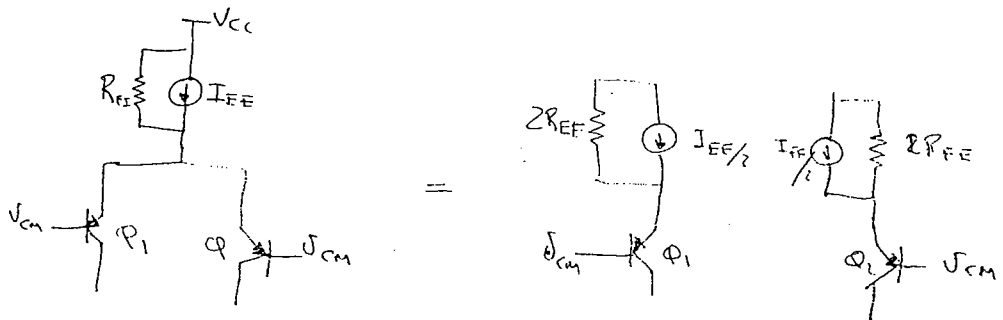
Transistores Q_3 y Q_4 : espejo de corriente

$$\Rightarrow i_{c4} = -g_m \frac{v_{in}}{2}$$

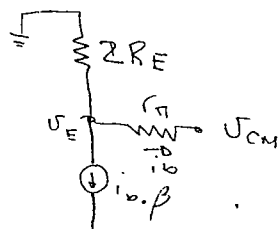
$$\Rightarrow v_{out} = + \frac{g_m}{2} \cdot v_{in} \cdot R_c \Rightarrow$$

$$A_{DM} = + \frac{g_m \cdot R_c}{2}$$

iii) A_{CM}



Entonces en pequeña señal; para el transistor Q_2 :



$$\frac{-v_E}{2R_E} = \frac{v_E - v_{CM}}{r_{\pi}} + g_m (v_E - v_{CM}) \approx (v_E - v_{CM}) \frac{\beta}{r_{\pi}}$$

$$v_{CM} = \left(\frac{r_{\pi}}{\beta} \cdot \frac{1}{2R_E} + 1 \right) v_E \Rightarrow v_E = \frac{v_{CM} \beta \cdot 2R_E}{\beta 2R_E + r_{\pi}}$$

$$i_b = \frac{v_E - v_{CM}}{r_{\pi}} = \frac{v_{CM} \cdot (\beta 2R_E - \beta 2R_E - r_{\pi})}{r_{\pi} (\beta 2R_E + r_{\pi})} \approx \frac{v_{CM}}{2R_E \beta}$$

$$i_{c2} = \beta i_b = - \frac{v_{CM}}{2R_E}$$

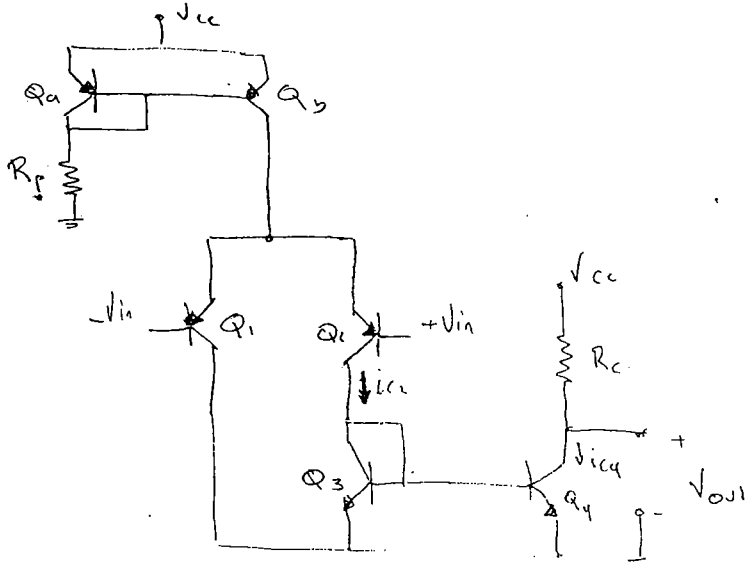
$$i_{c4} = i_{c2} \Rightarrow$$

$$v_{out} = -R_c \cdot \left(- \frac{v_{CM}}{2R_E} \right) \Rightarrow$$

$$A_{CM} = \frac{R_c}{2R_E}$$



c)



$$\rightarrow V_{CC} - V_{CE_{sat}^{Q_5}} - V_{BE}^{Q_2} = V_{CM}^{max}$$

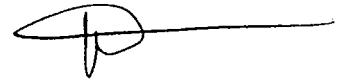
$$V_{CM}^{min} + V_{BE}^{Q_2} - V_{CE_{sat}^{Q_2}} - V_{BE}^{Q_3} \geq 0$$

$$\underline{V_{CC} - V_{CE_{sat}^{Q_5}} - V_{BE}^{Q_2} > V_{CM} > V_{CE_{sat}^{Q_2}}}$$

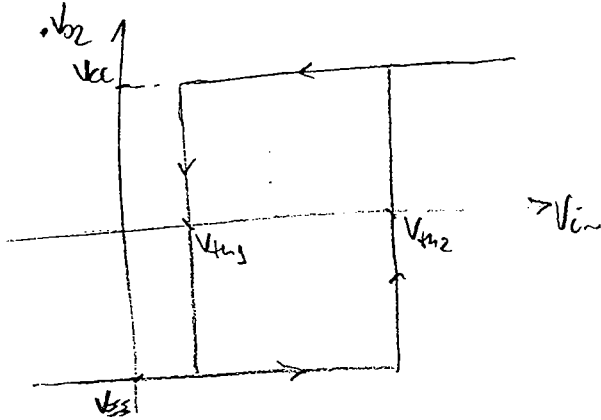
Rafael Fize Al



Problema 2



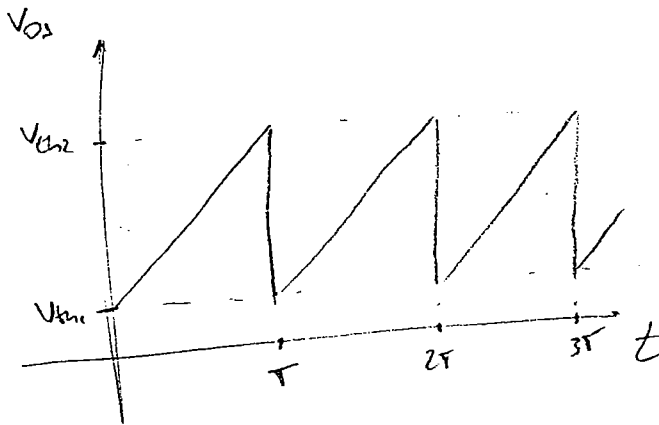
(a)



$$V_{b1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{cc} = 1,36 \text{ V}$$

$$V_{b2} = \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3} V_{cc} = 3,6 \text{ V}$$

(b)



$$I = \frac{V_c}{R}$$

$$\Rightarrow V_{b2} = \frac{I}{C} t + V_{b1}(0)$$

$$\begin{cases} V_{b1}(0) = V_{b1} \\ V_{b1}(T) = V_{b2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow T = (V_{b2} - V_{b1}) \frac{C}{I} = \frac{\Delta V_{b2} RC}{V_c} = \frac{1 \text{ ms}}{V_c} = \frac{1}{f_c}$$

$$\Rightarrow \boxed{f_{osc}/V_c = 1 \text{ kHz/V}}$$



(c)

2) $n_2 : \beta = 92 \mu A/V^2 \quad V_t = 1V \quad S = \emptyset$

$V_{GS2} = 15V \Rightarrow V_{DS_{SAT}} = V_{GS} - V_t = 14V$

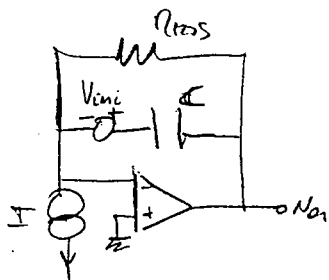
$N_{D1}|_{max} = 13.6V \Rightarrow$ SIEMPRE ESTAROS EN ZONA LINEAL

$\Rightarrow I_{DS} = \beta (V_{GS} - V_t) V_{DS} \Rightarrow N_{D1} = R_{DSS} I_{DS}$

$R_{DSS} = \frac{1}{\beta (V_{GS} - V_t)} = 360 \Omega$

\rightarrow la cte de tiempo es $R_{DSS} C = 2.9 \mu seg$

(ii)



$V_{ini} = V_{th2}$

La bce

$V_{D1}(s) = \frac{I}{s} \frac{R_{DSS}}{1 + R_{DSS}Cs} + \frac{V_{th2}}{s} \frac{R_{DSS}}{R_{DSS} + 1/Cs}$

tenemos valor final

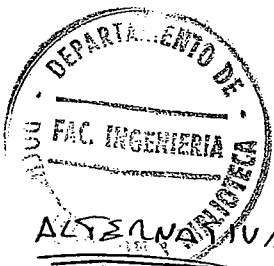
$N_{D1}(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} s V_{D1}(s) = \frac{I R_{DSS}}{1 + R_{DSS}Cs} + V_{th2} \frac{R_{DSS}Cs}{1 + R_{DSS}Cs}$

$\Rightarrow N_{D1} \xrightarrow{t \rightarrow \infty} R_{DSS} I = \frac{R_{DSS} V_c}{R}$

ALTERNATIVA: $t \rightarrow \infty$ el capacitor a DC \Rightarrow C esta abierto $\Rightarrow N_{D1} = R_{DSS} I$

(iii) Para que oscile el valor final de $N_{D1} < V_{th2}$

$\Rightarrow \frac{R_{DSS} V_c}{R} < V_{th2} \Rightarrow V_c < \frac{R V_{th2}}{R_{DSS}} = 37.8V$



Pregunta

a.

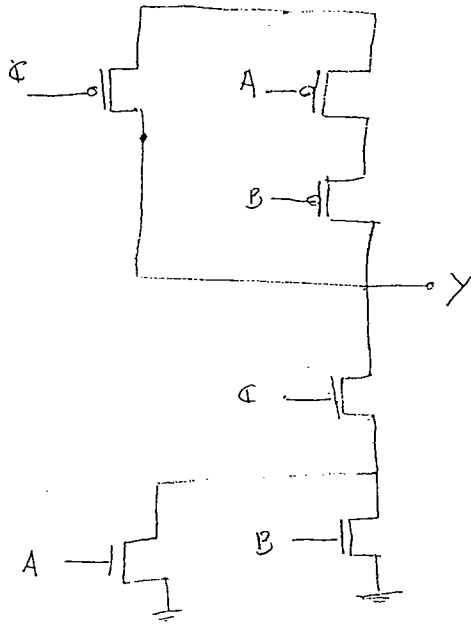
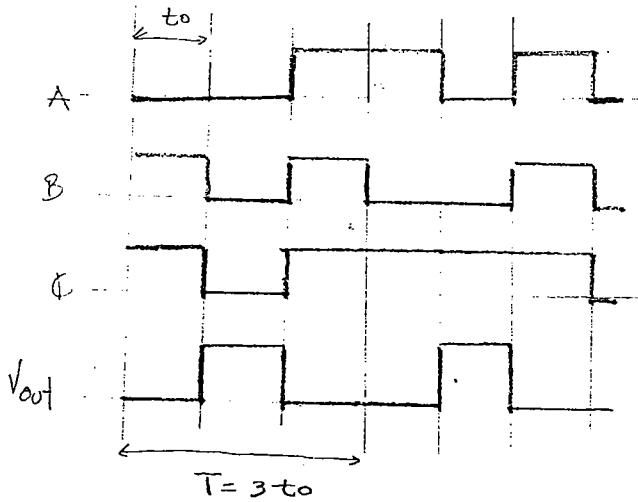


Tabla de Verdad

A	B	C	Y
X	X	0	1
0	0	1	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

$$Y = \overline{C} + (\overline{A \cdot B})$$

b.



$$P_D = f \cdot C_L \cdot V_{DD}^2$$

$$f = \frac{1}{3to}$$

⇓

$$P_D = \frac{C_L \cdot V_{DD}^2}{3to}$$



Pafullisell