

PRIMER PARCIAL DE ELECTRONICA 1 ---21/05/2002

Resolver cada problema en hojas separadas.

Duración de la prueba: 3 horas 30 minutos.

La prueba es sin material.

Verifique que la letra de este parcial posea **2** hojas

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

PROBLEMA 1 (25 puntos)

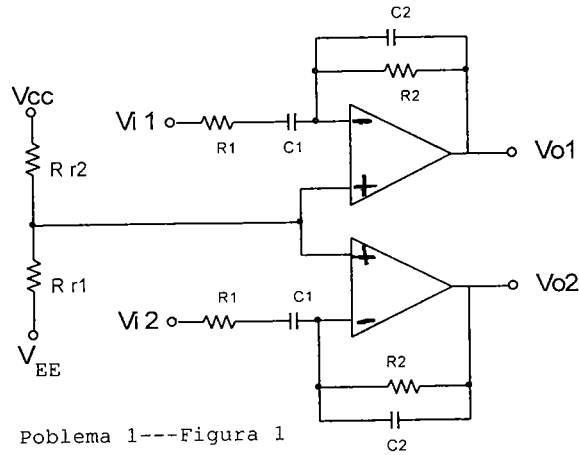
Los circuitos de la figura toman su tensión de referencia del divisor resistivo formado por R_{r1} y R_{r2} . Los operacionales son ambos del tipo MC1741C, alimentados entre $V_{CC} = +15V$ y $V_{EE} = -15V$, no utilizan el potenciómetro de compensación de offset y operan a $25^\circ C$.

- Analizar que condición deben cumplir R_{r1} y R_{r2} para minimizar el error en continua a la salida de los operacionales respecto a la tensión de referencia teórica impuesta por R_{r1} y R_{r2} . Recordar que la resistencia de entrada especificada en los datos de un amplificador operacional refiere a la resistencia de entrada en señal, no en continua.
- Dadas las características del MC1741C de la hoja de datos adjunta y si R_{r1} y R_{r2} cumplen exactamente la condición impuesta en a), dar la expresión que permite, sustituyendo los valores numéricos de los componentes que corresponda, calcular cuál es el máximo error en DC (peor caso) respecto al caso ideal a la salida de los operacionales. En esta expresión se deberán incluir los valores numéricos que correspondan tomados de los datos adjuntos del MC1741C.
- De acuerdo a los datos adjuntos del MC1741C, en que rango de tensiones se puede elegir la tensión de referencia dada por R_{r1} y R_{r2} para que el operacional funcione correctamente.

En todos los casos en que se utilicen valores de los datos adjuntos del MC1741C, indicar claramente el valor utilizado a qué parámetro corresponde (con el nombre que aparece en la hoja de datos adjunta) y fundamentar claramente porqué se eligió dicho valor, en caso contrario la respuesta no tendrá valor.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = +15V$, $V_{EE} = -15V$, $T_A = 25^\circ C$, unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Input Offset Voltage ($R_S \leq 10k$)	V_{IO}	–	2.0	6.0	mV
Input Offset Current	I_{IO}	–	20	200	nA
Input Bias Current	I_{IB}	–	80	500	nA
Input Resistance	r_i	0.3	2.0	–	M Ω
Input Capacitance	C_i	–	1.4	–	pF
Offset Voltage Adjustment Range	V_{IOR}	–	± 15	–	mV
Common Mode Input Voltage Range	V_{ICR}	± 12	± 13	–	V
Large Signal Voltage Gain ($V_O = \pm 10V$, $R_L \geq 2.0k$)	A_{VOL}	20	200	–	V/mV
Output Resistance	r_o	–	75	–	Ω
Common Mode Rejection ($R_S \leq 10k$)	CMR	70	90	–	dB
Supply Voltage Rejection ($R_S \leq 10k$)	PSR	75	–	–	dB
Output Voltage Swing ($R_L \geq 10k$) ($R_L \geq 2.0k$)	V_O	± 12 ± 10	± 14 ± 13	– –	V
Output Short Circuit Current	ISC	–	20	–	mA
Supply Current	I_D	–	1.7	2.8	mA
Power Consumption	P_C	–	50	85	mW
Transient Response (Unity Gain, Noninverting) ($V_I = 20mV$, $R_L \geq 2.0k$, $C_L \leq 100pF$) Rise Time	t_{LH}	–	0.3	–	μs
($V_I = 20mV$, $R_L \geq 2.0k$, $C_L \leq 100pF$) Overshoot	os	–	15	–	%
($V_I = 10V$, $R_L \geq 2.0k$, $C_L \leq 100pF$) Slew Rate	SR	–	0.5	–	V/ μs

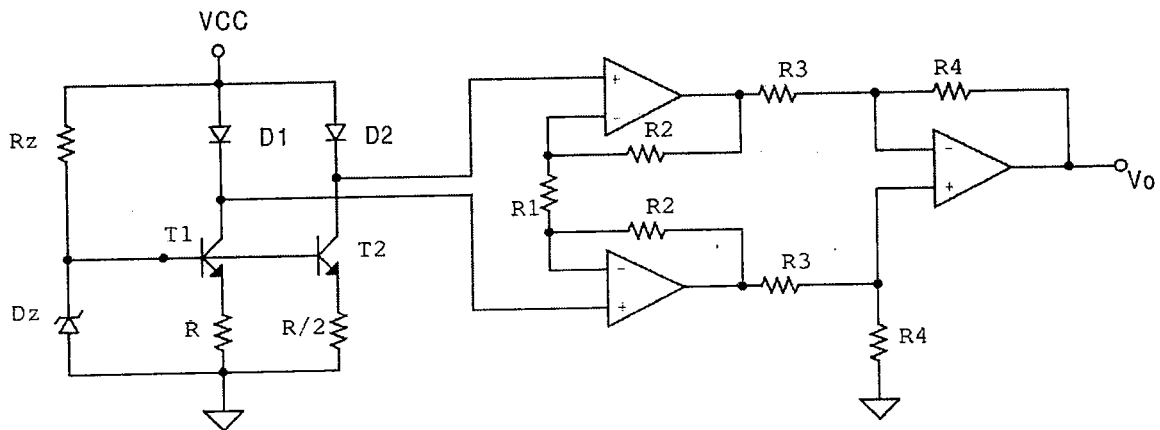


Poblema 1---Figura 1

PROBLEMA 2 (25 puntos)

En el circuito de la figura los operacionales se supondrán ideales, D_1 y D_2 son idénticos y T_1 y T_2 son idénticos. Considerar los datos usuales para los diodos y transistores.

- a) Suponiendo que R_z es tal que el diodo D_z está en zona Zener, determinar cuál es el mínimo valor de V_{CC} tal que los transistores estén en zona activa.
- b) Calcular V_o .
- c) Si todos los componentes están a temperatura ambiente fija a excepción de los diodos D_1 y D_2 que están a una misma temperatura T_D , ¿ cómo varía V_o con T_D ? ¿ Para qué se puede utilizar este circuito ?



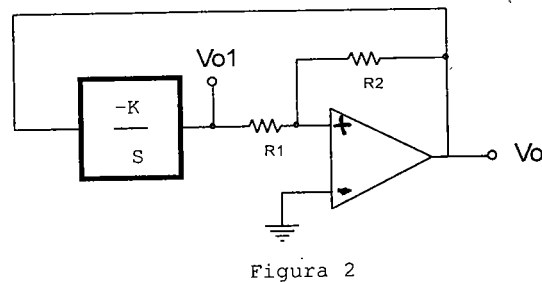
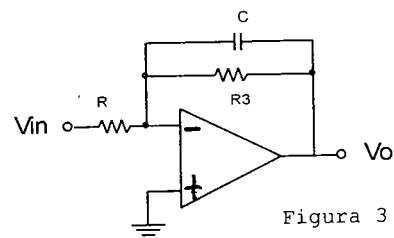
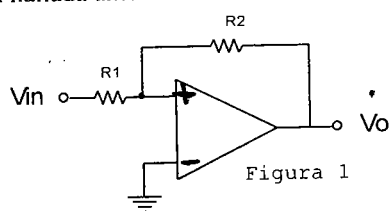
PROBLEMA 3 (30 puntos)

a) Estudiar el comportamiento del circuito de la Fig. 1 y graficar V_o en función de V_{in} . El operacional es ideal y está alimentado por fuentes simétricas de valor V_{cc} y $-V_{cc}$.

b) En el circuito de la Fig. 2, el bloque de la izquierda es un integrador ideal con ganancia $-K$, con $K > 0$. Graficar las señales V_o y V_{o1} en función del tiempo y calcular la frecuencia f de la señal V_o

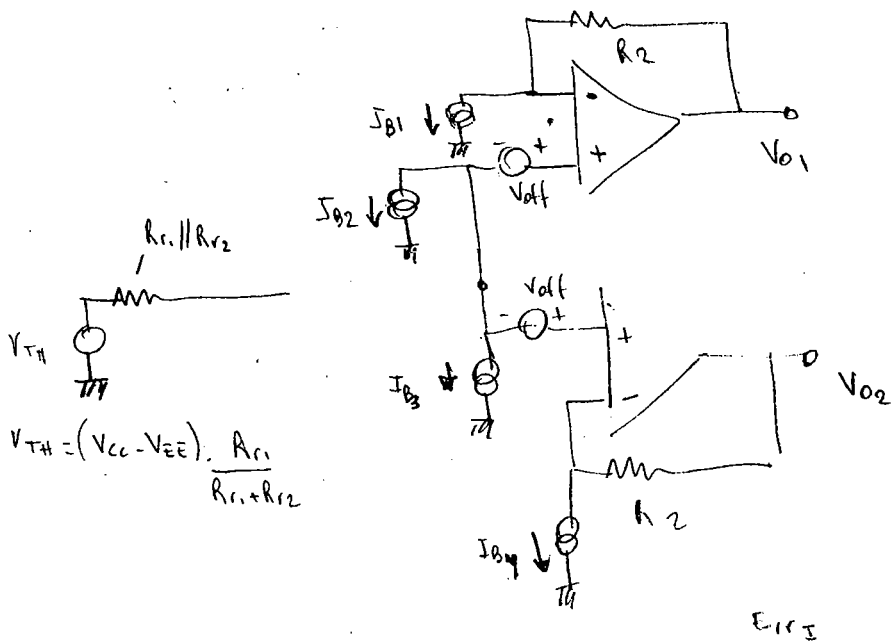
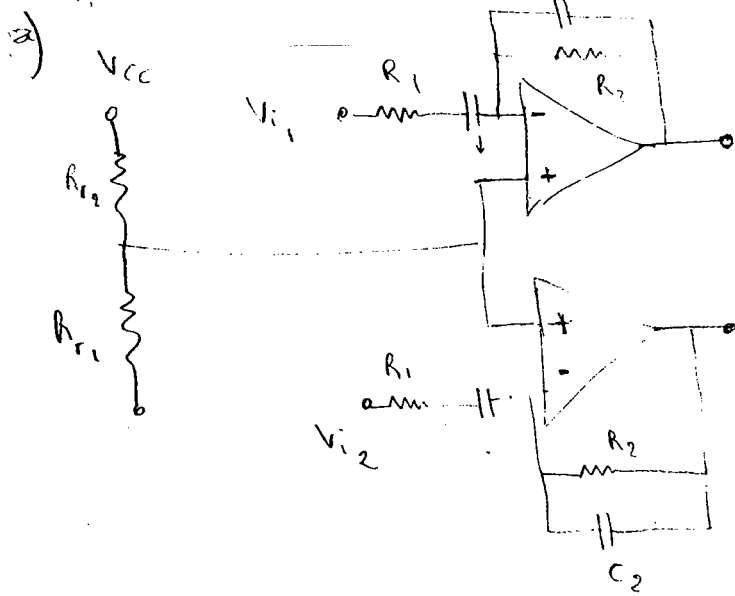
c) El bloque integrador utilizado en la Fig. 2 se implementa con el circuito de la Fig. 3 ¿Qué función cumple R_3 ? ¿Qué condición debe cumplir R_3 para que no altere el comportamiento analizado en b)?

d) Si ambos operacionales son ideales, excepto por tener un slew-rate finito SR , ¿Cuál puede ser un criterio a exigir a SR para que la onda generada en V_o se pueda considerar no distorsionada respecto a la ideal hallada anteriormente?

**PREGUNTA (20 puntos)**

En un diodo p-n en circuito abierto, con dopajes N_A y N_D a ambos lados de la juntura,

- Graficar como varía la densidad de carga ρ , el campo eléctrico E y el potencial V en función de la posición.
- Deducir la relación entre el ancho de la zona de deplexión a ambos lados de la juntura.
- Deducir la relación entre el potencial de contacto V_o y el ancho total de la zona de deplexión W_{depl} .



$$\frac{I_{B1} + I_{B2}}{2} = \frac{I_{B3} + I_{B4}}{2} = I_{IB}$$

$$(I_{B1} - I_{B2}) = |I_{B4} - I_{B3}| = I_{IO}$$

$$V_{o1} = V_{TH} + \underbrace{V_{off}}_{\text{Error}} + R_2 I_{B1} - (I_{B2} + I_{B3}) R_{r1} || R_{r2}$$

$$V_{o2} = V_{TH} + V_{off} + R_2 I_{B4} - (I_{B2} + I_{B3}) R_{r1} || R_{r2}$$

Para minimizar el error en continuo $R_{r1} || R_{r2} = \frac{R_2}{2}$ de
 esa forma el error debido a las corrientes de polarización
 se reduce.

$$b) \Delta V_o = V_{off} + R_2 \left(I_{B4} - \frac{I_{B2} + I_{B3}}{2} \right)$$

Para eso $I_{B4} \text{ m\u00e1x} \Rightarrow \frac{I_{B4} - I_{B2} + I_{B3}}{2}$
 $I_{B2}, I_{B3} \text{ m\u00edn} \Rightarrow I_{IO}$

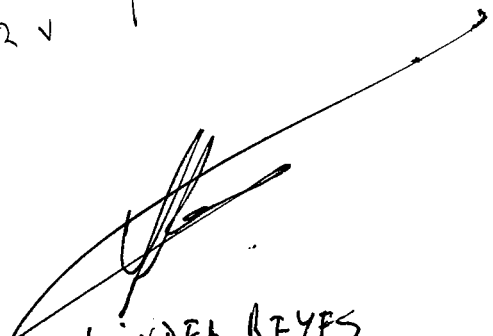
$$\Delta V_o = V_{io} + R_2 \cdot I_{io}$$

c) La tensión de referencia debe ser tal que no supere el rango de modo común de entrada ni la máxima excursión a la salida

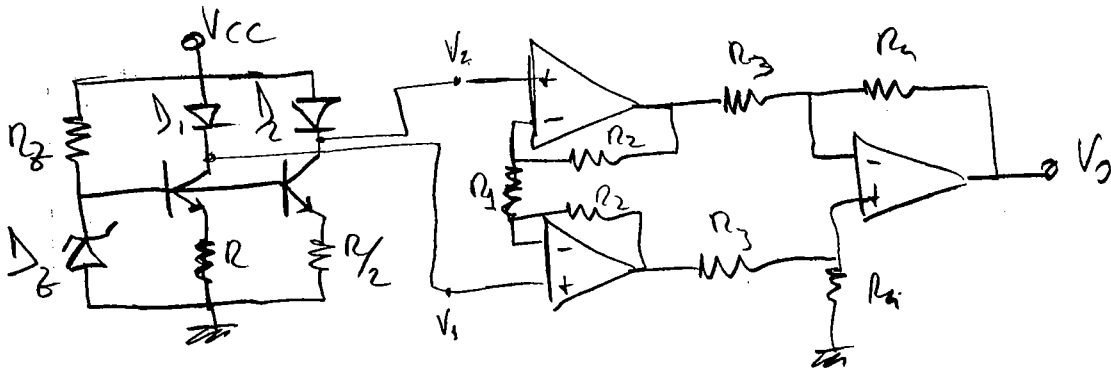
$$|V_{TH}| < V_{ICR \min} = 12V$$

$$|V_{TH}| < V_o \min = 12V$$

$$\Rightarrow |V_{TH}| < 12V$$


LINDA REYES

Problem



(a) $I_{D1} \approx I_{D2} \Rightarrow \Delta I_{D1} \approx \Delta I_{D2} \Leftrightarrow \left. \begin{array}{l} V_{CE1} \geq V_{CE_{SAT}} \\ I_C > 0 \end{array} \right\} (i)$

zona zona:
 $\Rightarrow V_{BSS} = V_2$

$\Rightarrow V_3 = V_2 - V_{BSS}$
 $\Rightarrow I_1 = \frac{V_2 - V_{BSS}}{R}$

$I_2 = 2I_1$

cond (i)

$V_{CE_{MIN}} = V_{CC} - V_{D_{MAX}} - V_B \geq V_{CE_{SAT}}$

cond (ii)
 $I_C = \frac{V_2 - V_{BSS}}{R} > 0$
 $\Rightarrow V_2 > V_{BSS}$

$V_{D_i} = \eta V_T \ln\left(\frac{I_i}{I_S}\right) \Rightarrow V_{D_{MAX}} = V_{D_2} = \eta V_T \ln\left(\frac{I_2}{I_S}\right)$

$\Rightarrow V_{CC_{MIN}} = V_{CE_{SAT}} + V_2 - V_{BSS} + \eta V_T \ln\left(\frac{2(V_2 - V_{BSS})}{R I_S}\right)$

(b) $V_{C1} = V_{CC} - \eta V_T R_1 \left(\frac{I}{I_S}\right) = V_1$

$V_{C2} = V_{CC} - \eta V_T R_1 \left(\frac{2I}{I_S}\right) = V_2$

$V_0 = \frac{R_4}{R_3} \left(1 + \frac{2R_2}{R_1}\right) (V_1 - V_2)$

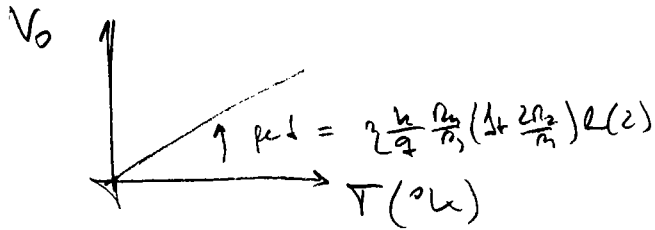
$V_0 = \frac{R_4}{R_3} \left(1 + \frac{2R_2}{R_1}\right) \left(-\eta V_T \ln\left(\frac{I}{I_S}\right) + \eta V_T \ln\left(\frac{2I}{I_S}\right)\right)$

$V_0 = \frac{R_4}{R_3} \left(1 + \frac{2R_2}{R_1}\right) \left[\eta V_T \ln\left(\frac{2I I_S}{I I_S}\right)\right]$

$\Rightarrow V_0 = \eta V_T \ln(2) \frac{R_4}{R_3} \left(1 + \frac{2R_2}{R_1}\right)$

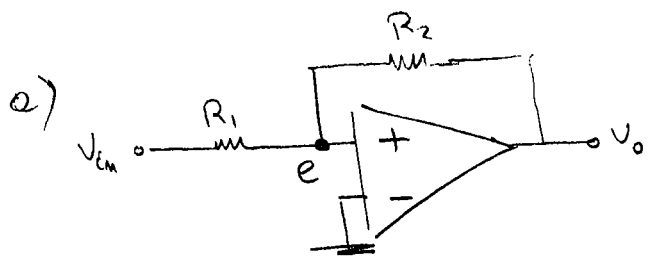
(c) $V_T = \frac{kT}{q}$ [°K]

→ V_0 varia linealmente co a temperatura



Segue para seguir la temperatura tanto
esta los datos, por ejemplo μP

PROBLEMA 3

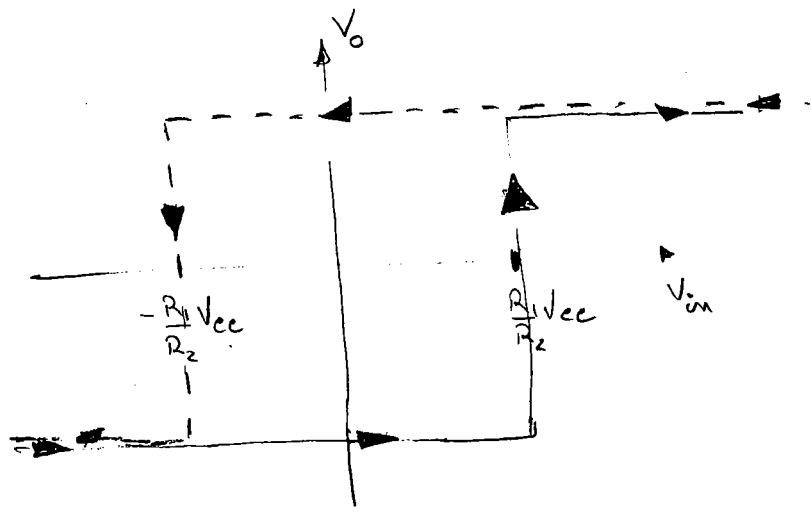


* Operacional ideal realimentado positivo $\rightarrow V_o = \pm V_{cc}$ y $e = \frac{1}{R_1 + R_2} [R_2 V_{in} + R_1 V_o]$

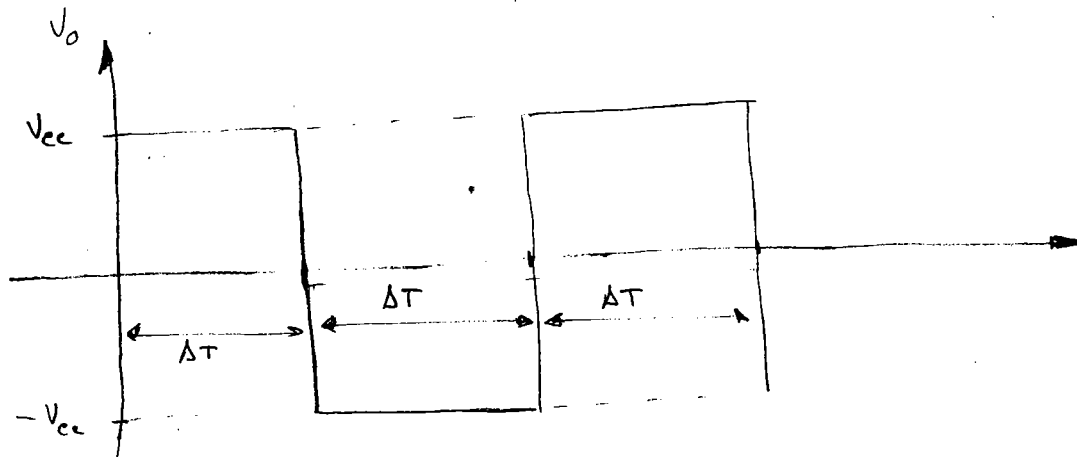
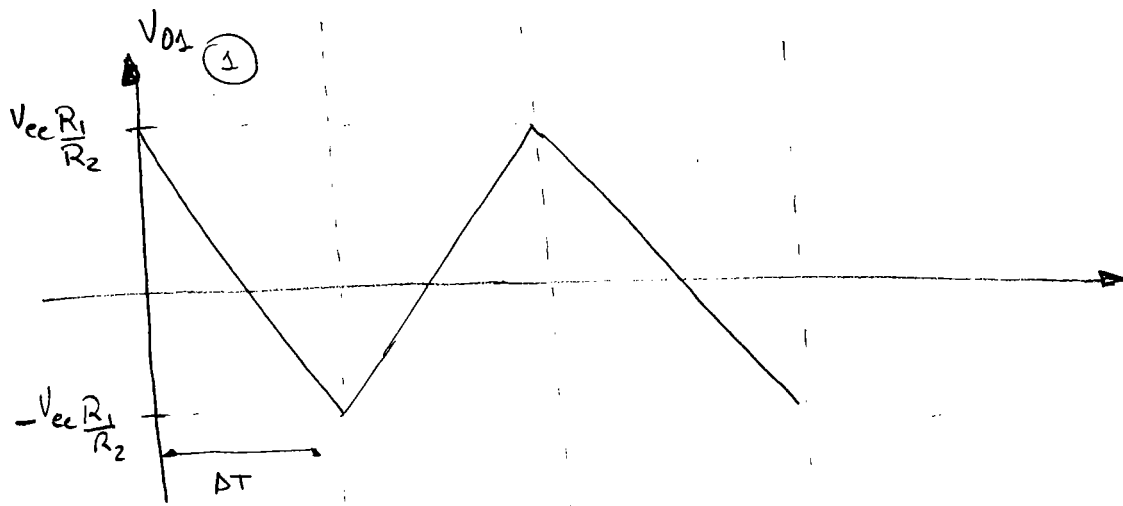
* $V_o = V_{cc}$ mientras $e > 0 \Rightarrow R_2 V_{in} + R_1 V_{cc} > 0 \Rightarrow \boxed{V_{in} > -\frac{R_1}{R_2} V_{cc}}$
 (gráfica -----)

* $V_o = -V_{cc}$ mientras $e < 0 \Rightarrow R_2 V_{in} - R_1 V_{cc} < 0 \Rightarrow \boxed{V_{in} < +\frac{R_1}{R_2} V_{cc}}$
 (gráfica ———)

\Rightarrow El circuito se comporta como un comparador con histéresis.



b) Asumiendo el bloque como integrador ideal, V_o va a ser una onda triangular de pendientes: $-K(\pm V_{cc})$



$f = \frac{1}{2\Delta T}$, cálculo de ΔT : analizamos la forma de onda en cualquier intervalo por ejemplo en ① $V_{O1}(t) = V_{cc} \frac{R_1}{R_2} - V_{cc} k t$

$$\rightarrow V_{O1}(t = \Delta T) = V_{cc} \frac{R_1}{R_2} - V_{cc} k \cdot \Delta T = -V_{cc} \frac{R_1}{R_2}$$

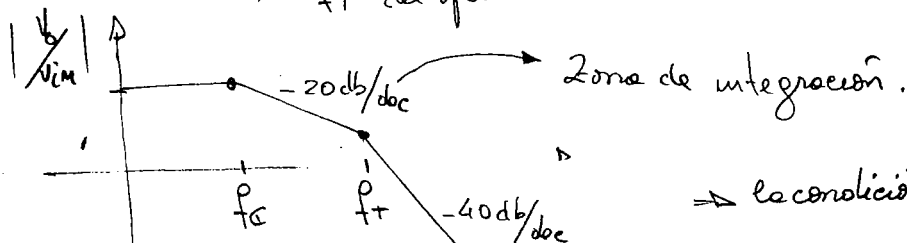
$$\Rightarrow \Delta T = \frac{2 R_1}{k R_2} \Rightarrow \boxed{f = \frac{k R_2}{4 \cdot R_1}}$$

e) R_3 cumple la función de descargar el C y eliminar el problema de que el integrador sature por cause del V_{off} .

* El integrador se comporte como ideal, en un rango de frecuencias dados por:

1) el polo de R_3 y C ; $f_c = \frac{1}{2\pi R_3 C}$

2) f_T del operacional.



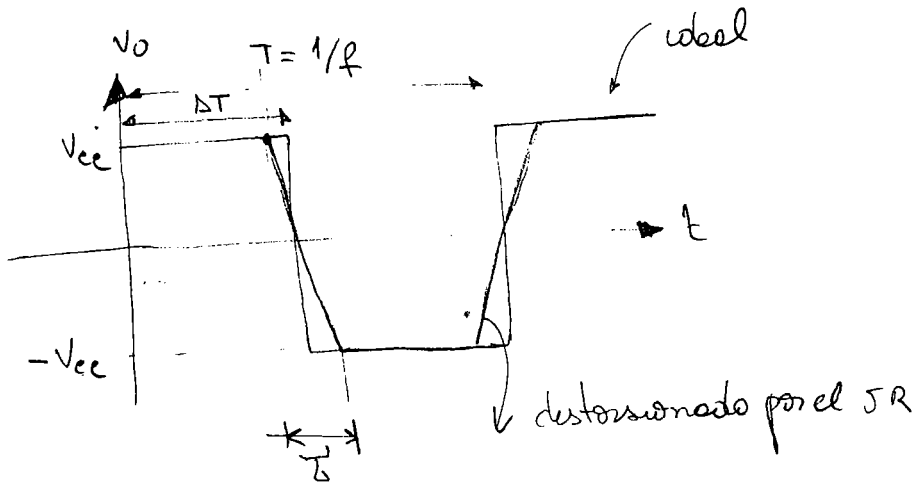
\Rightarrow la condición para R_3 es $\frac{1}{2\pi R_3 C} \ll f$

Alcanza con imponer una década

$$\Rightarrow \frac{10}{2\pi R_3 C} < f \Rightarrow$$

$$R_3 > \frac{20 R_1}{\pi C k R_2}$$

d)



Un criterio puede ser. $V \ll \frac{T}{2} = \frac{2}{f} = \Delta T$

Pero $V = \frac{2V_{cc}}{SR} \Rightarrow$

$$\frac{2V_{cc}}{SR} \ll \frac{2}{f}$$

(se debe tener cuidado al evaluar numéricamente pues usualmente $[SR] = V/\mu\text{seg}$)

y con criterio de 10%.

$$10 \frac{V_{cc}}{SR} < \frac{1}{f} \Rightarrow$$

$$SR_{op. \text{ absoluta}} > 10 V_{cc} f$$

para el operacional de salida

Para el operacional del integrador.

$$\frac{2 V_{cc} \frac{R_1}{R_2}}{\Delta T} \leq SR \Rightarrow$$

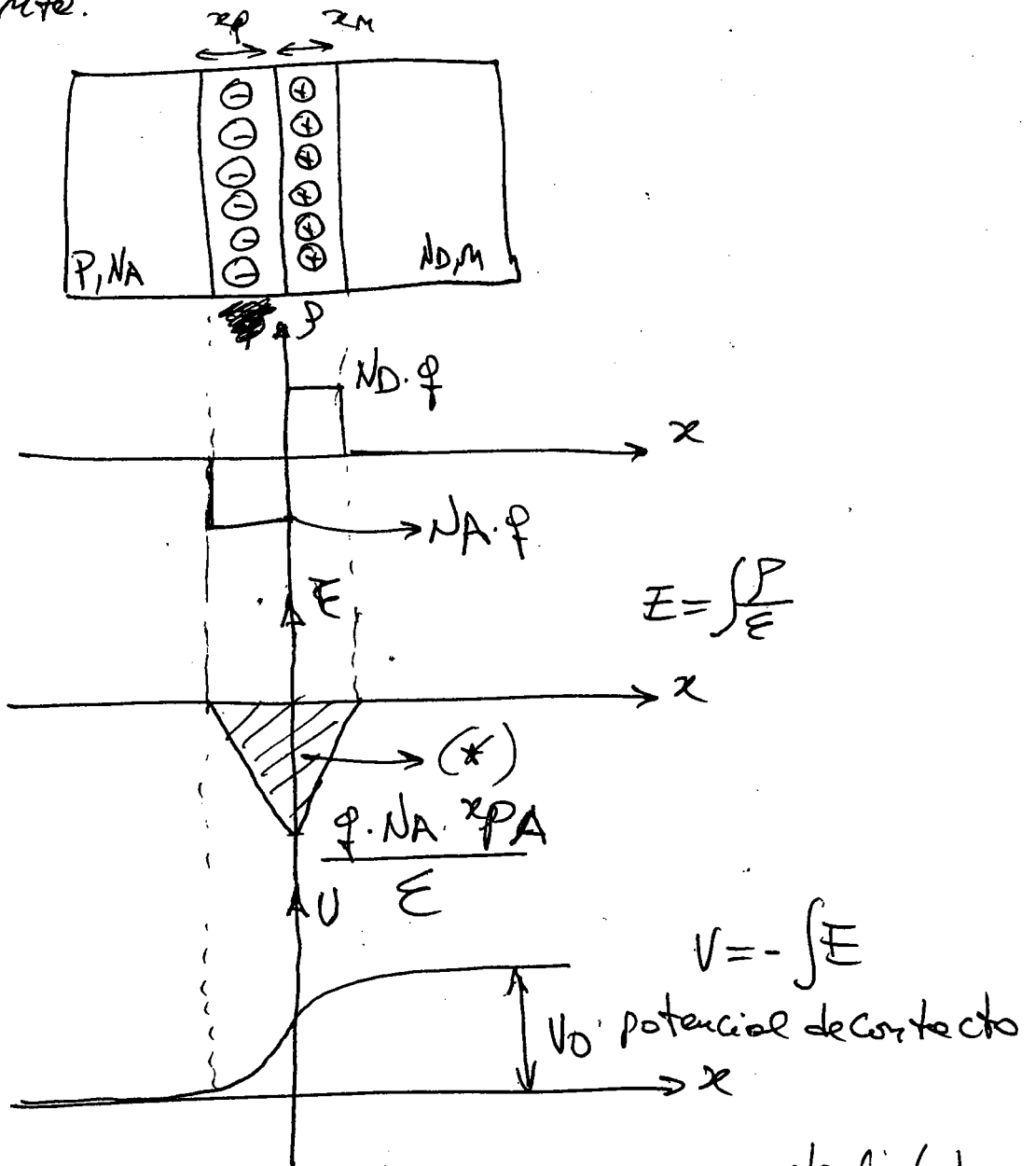
$$V_{cc} \frac{R_1}{R_2} \cdot f \leq SR \Rightarrow$$

$$SR_{op. \text{ integ.}} > V_{cc} f \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

Dependiendo del valor de $\frac{R_1}{R_2}$ un operacional puede ser más restrictivo que otro.

ELECTRONICA I Ser parcial 2008
Pregunta.

a)



b) Carga en ambos lados igual por neutralidad eléctrica $\Rightarrow x_p \cdot NA = x_m \cdot ND$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{x_p}{x_m} = \frac{ND}{NA}}$$

c) $V_0 = \text{área del triángulo (*)}$

$$V_0 = \frac{\phi \cdot NA \cdot x_p \cdot A}{\epsilon} \cdot \frac{1}{2} \cdot W_{dep} \quad , \quad W_{dep} = x_p + x_m$$

$$x_m = \frac{NA}{ND} \cdot x_p$$

De estas 3 ecs \Rightarrow

$$\boxed{V_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\phi}{\epsilon} \cdot \frac{NA \cdot ND \cdot A}{NA + ND} \cdot W_{dep}}$$