

1er PARCIAL DE ELECTRONICA 1
05/05/08

Resolver cada problema en hojas separadas.

Duración de la prueba: 3 horas 30 minutos.

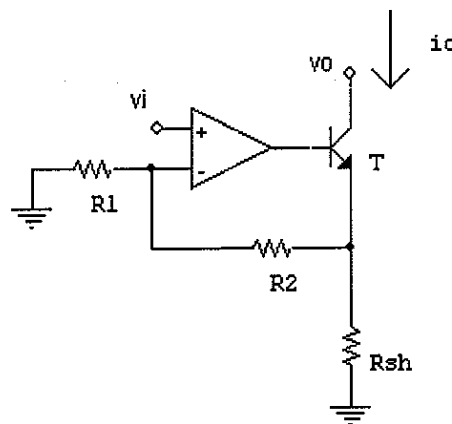
La prueba es sin material.

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

PROBLEMA 1 (27 puntos)

El circuito de la figura implementa un convertor de tensión v_I a corriente i_O . En todo el problema se supone que v_I , la tensión v_O y el circuito que este conectado en el colector de T, son tales que T opera en zona activa. El amplificador operacional es ideal, salvo donde se indica lo contrario. El transistor T tiene $\beta \gg 1$ y tensión base-emisor V_{BE} y tensión de Early infinita.

- Determinar i_O en función de v_I .
- Si se desea variar v_I entre $v_{I\text{MIN}}$ y $v_{I\text{MAX}}$, determinar que condiciones tienen que cumplir los límites del rango de entrada en modo común ($ICMR_{\text{MIN}}$ e $ICMR_{\text{MAX}}$) y de la excursión de salida (OSW_{MIN} y OSW_{MAX}) del operacional para que el circuito funcione correctamente para todo este rango de v_I .
- Si el operacional tiene tensión de offset V_{off} , corriente de polarización I_{BIAS} salientes al operacional y corriente de offset I_{off} , calcular en el peor caso el apartamiento de la corriente a la salida respecto a la calculada en a).
- A los efectos de reducir el efecto de las corrientes de polarización determinado en c) se coloca una resistencia en serie con la entrada v_I , determinar que valor debe tener esta resistencia.

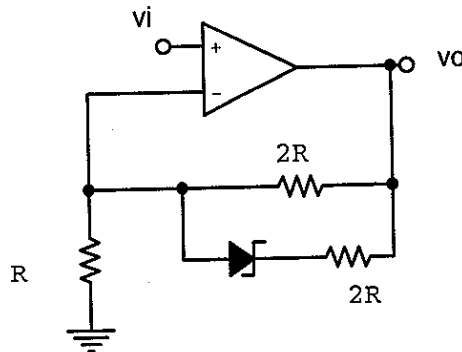


PROBLEMA 2 (26 puntos)

En el circuito de la figura 1, el operacional es ideal salvo donde se indica lo contrario. El diodo D_Z tiene tensión directa V_F , tensión Zener V_Z y corriente inversa mínima de la zona Zener I_{ZK} que se considerará 0.

- Dibujar la transferencia v_O en función de v_I . Indicar todos los puntos notables en la gráfica y la pendiente de la o las rectas involucradas. Sugerencia: A los efectos de determinar las pendientes se sugiere utilizar el principio de superposición a los efectos de determinar la dependencia de v_O en función de v_I .

- b) Si el zener admite una disipación de potencia máxima P_{MAX} , que condición debe cumplir v_I para que el Zener no se dañe.
- c) Determinar cuanto vale el tiempo de subida entre el 10% y el 90% de la respuesta del circuito a un escalón en v_I positivo entre 0 y $V_Z/4$, si:
- el operacional tiene un slew-rate SR,
 - se considera que el slew rate del operacional es el único elemento que limita la velocidad de respuesta del circuito.



PROBLEMA 3 (27 puntos)

Los diodos se suponen idénticos y los operacionales se supondrán ideales. V_{in1} y V_{in2} son tales que los diodos están conduciendo francamente.

- a) Para el circuito de la Figura 1 calcular la función que vincula V_o con V_{in1} y V_{in2} .
- b) El circuito de la Figura 1 se usa para realimentar un operacional como se muestra en la Figura 2. Calcular V_{o3} en función de V_A y V_B .
- c) Para esta parte suponga que el operacional A3 en la Figura 1 no es ideal ya que tiene una frecuencia de transición f_T . Calcular el ancho de banda de la etapa implementada por este operacional, que tiene V_{o1} y V_{o2} como entradas y V_o como salida.

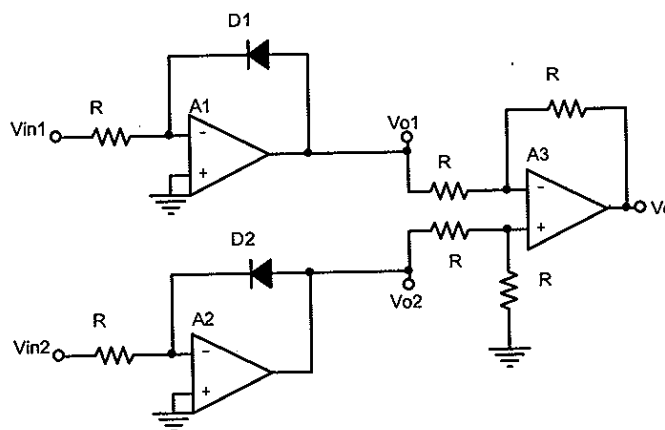


Figura 1.

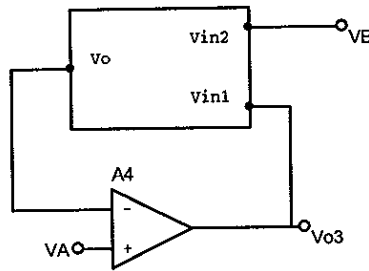


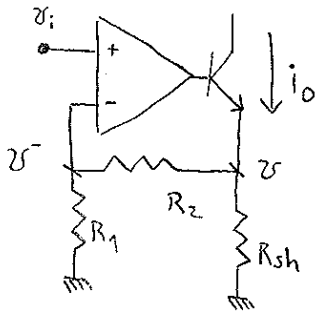
Figura 2.

PREGUNTA (20 pts)

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_0 y el ancho total de la zona de deplexión W_{depl} .
- Si el diodo se polariza en inverso, indicar ~~si~~ como varían respecto al caso en circuito abierto (aumenta, disminuye o no cambia) el ancho de la zona de deplexión y la capacidad de deplexión.

a) Problema 1

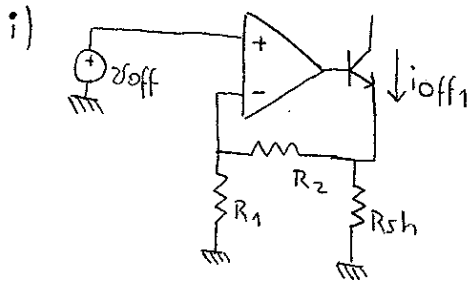


$$\left\{ \begin{array}{l} v^- = v_i \\ \frac{v^-}{R_1} = \frac{v}{R_1 + R_2} \Rightarrow v_i \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) = v \\ \frac{v}{R_{sh}} + \frac{v}{R_1 + R_2} = i_o \end{array} \right\} \Rightarrow i_o = v_i \left(\frac{R_1 + R_2 + R_{sh}}{R_1 R_{sh}} \right)$$

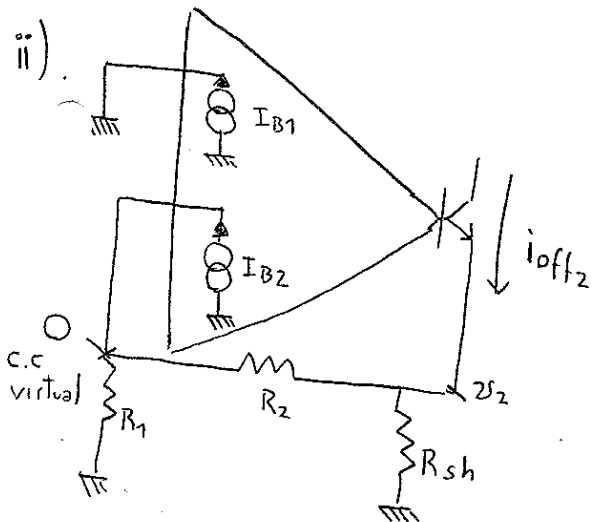
b) * ICMR: $v^+ = v^- = v_i \Rightarrow \text{ICMR} = \frac{v^+ + v^-}{2} = v_i \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} |v_{i\max}| \leq \text{ICMR}_{\max} \\ |v_{i\min}| \geq \text{ICMR}_{\min} \end{array} \right.$

* OSW: $v_{\text{out},AO} = v + v_{BE} = v_{BE} + v_i \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} v_{i\max} \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) + v_{BE} \leq \text{OS}_{\max} \\ v_{i\min} \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) + v_{BE} \geq \text{OS}_{\min} \end{array} \right.$

c) aplico superposición:



$$i_{\text{off}1} = v_{\text{off}} \left(\frac{R_1 + R_2 + R_{sh}}{R_1 R_{sh}} \right)$$



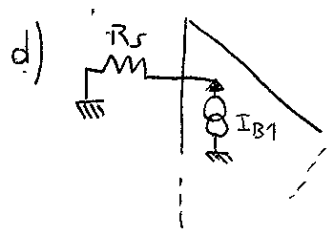
$$I_{B1} = I_{\text{BIAS}} \pm I_{\text{off}}/2$$

$$I_{B2} = I_{\text{BIAS}} \mp I_{\text{off}}/2$$

$$\Rightarrow \left. \begin{array}{l} -I_{B2} = v_2/R_2 \\ \frac{v_2}{R_{sh}} + \frac{v_2}{R_2} = i_{\text{off}2} \end{array} \right\} \Rightarrow i_{\text{off}2} = - \left(\frac{R_2}{R_{sh}} + 1 \right) I_{B2}$$

$$\Rightarrow |i_{\text{off}} - i_o| = \left(\frac{R_2}{R_{sh}} + 1 \right) \left(I_{\text{BIAS}} + \frac{I_{\text{off}}}{2} \right) + \frac{R_1 + R_2 + R_{sh}}{R_1 R_{sh}} v_{\text{off}}$$

↑
peor caso



cambia i_{off2} de la siguiente manera:

$$i_{off2} = -\left(\frac{R_2}{R_{sh}} + 1\right) I_{B2} + R_s \cdot I_{B1} \frac{R_1 + R_2 + R_{sh}}{R_1 R_{sh}}$$

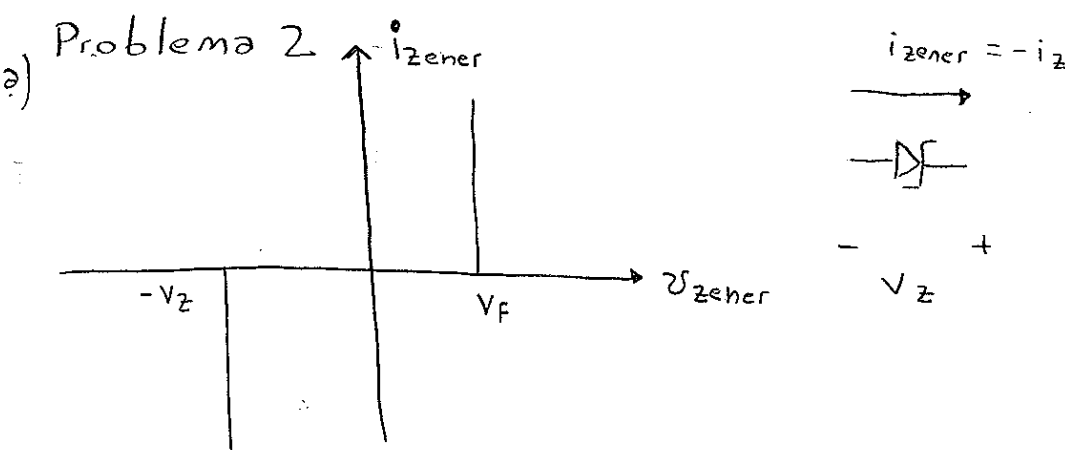
\Rightarrow

$$R_s = \frac{\frac{R_2}{R_{sh}} + 1}{\left(\frac{R_1 + R_2 + R_{sh}}{R_1 R_{sh}}\right)}$$

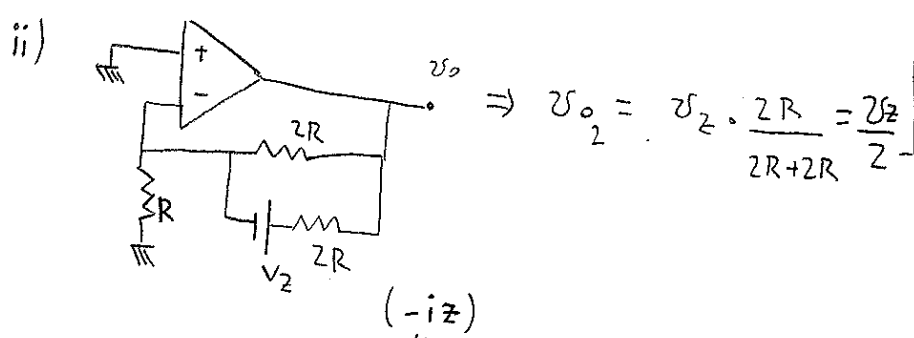
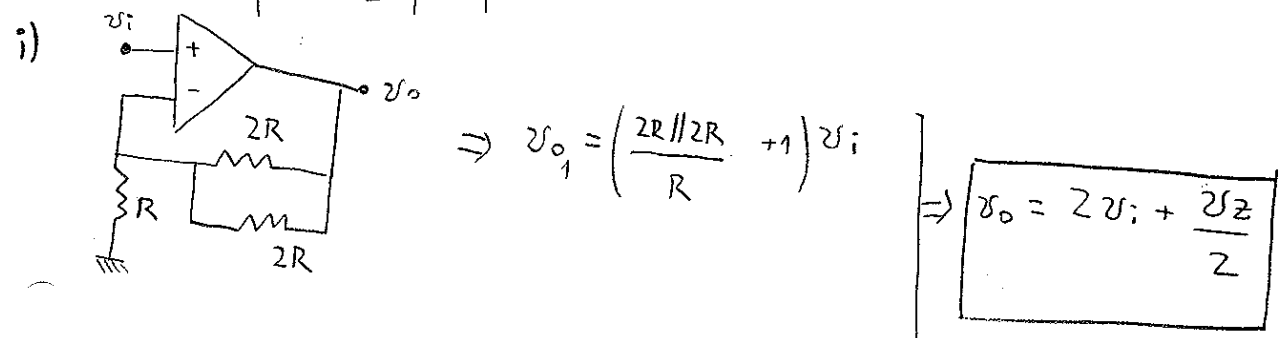
para minimizar el error busco que no dependa de I_{BIAS}

BS

Beardi Sensale



* Zona zener: aplico superposición

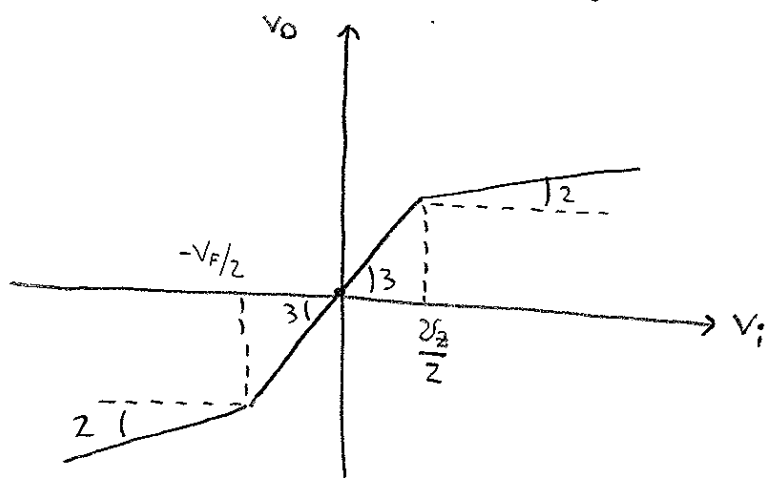


esto ocurre cuando $i_{zener} < 0 \Rightarrow i_z = \frac{v_i}{R} + \frac{v_i}{2R} - \frac{v_o}{2R} \Rightarrow$

$$i_z = \frac{1}{R} \left[\frac{3}{2} v_i - v_i - \frac{v_z}{4} \right] = \frac{1}{R} \left[\frac{v_i}{2} - \frac{v_z}{4} \right] > 0 \Rightarrow v_i > \frac{v_z}{2}$$

*
 Si $i_z = 0 \Rightarrow \frac{v_i}{R} = \frac{v_o}{R+2R} \Rightarrow v_i * 3 = v_o \Rightarrow v_o = 3v_i$

pasa análogo con v_f ; obteniéndose:



$$b) \quad v_z I_z \leq P_{\max} \Rightarrow I_z \leq \frac{P_{\max}}{v_z} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(-\frac{v_z}{4} + \frac{v_i}{2} \right) \cdot \frac{1}{R} \leq \frac{P_{\max}}{v_z} \Rightarrow \boxed{v_i - \frac{v_z}{2} \leq \frac{2R P_{\max}}{v_z}}$$

$$c) \quad SR = \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta V}{SR} \Rightarrow Z = \frac{\Delta V}{SR} \cdot 0,8$$

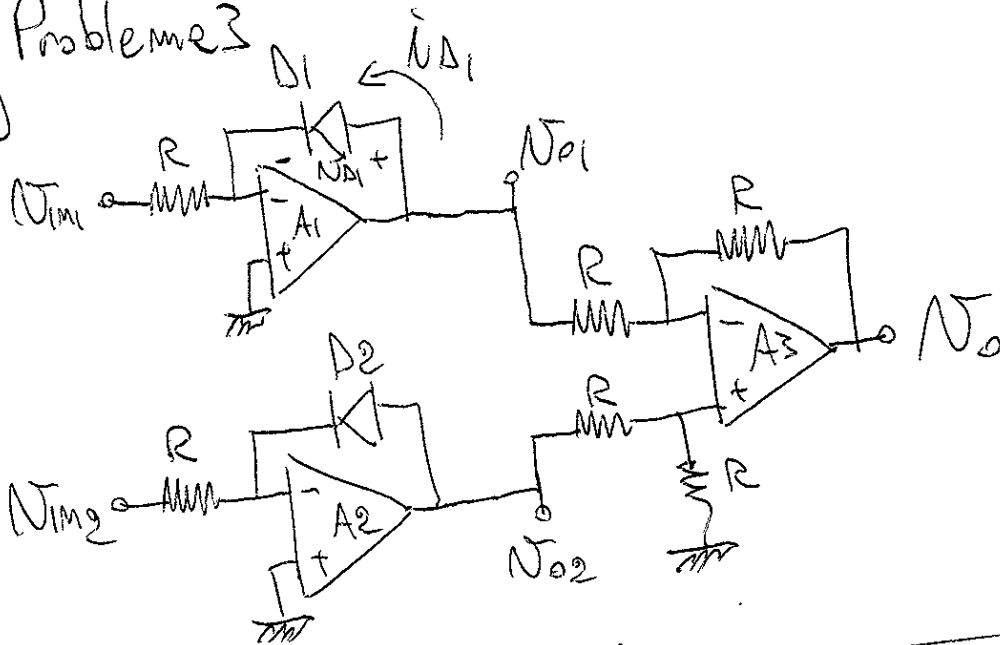
$$\left. \begin{array}{l} \Delta V = \frac{3}{4} v_z \\ SR \text{ conocido} \end{array} \right\} \Rightarrow Z = \frac{3}{4} \frac{v_z}{SR} \cdot 0,8 \Rightarrow \boxed{Z = \frac{3 \cdot v_z}{5 SR}}$$

B9

Berardi Sensale

Probleme 3

a)



$$i_D = I_s \left(e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1 \right) \approx I_s e^{\frac{V_D}{V_T}} \Rightarrow \boxed{V_D = V_T \ln \frac{i_D}{I_s}}$$

condúcien
brancamente

$$\Rightarrow i_{D1} = I_s e^{\frac{V_{D1}}{V_T}} = \frac{-V_{01}}{R} \Rightarrow V_{D1} = V_T \ln \left(\frac{-V_{01}}{R I_s} \right)$$

$$V_{01} = V_{D1} \Rightarrow \boxed{V_{01} = V_T \ln \left(\frac{-V_{01}}{R I_s} \right)}$$

Amalgamentes

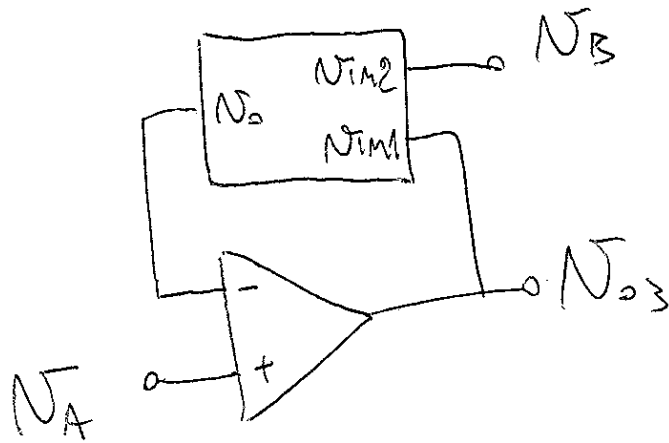
$$\boxed{V_{02} = V_T \ln \left(\frac{-V_{02}}{R I_s} \right)}$$

$$V_0 = V_{02} - V_{01} = V_T \left[\ln \left(\frac{-V_{02}}{R I_s} \right) - \ln \left(\frac{-V_{01}}{R I_s} \right) \right]$$

$$\Rightarrow \boxed{V_0 = V_T \ln \left(\frac{V_{02}}{V_{01}} \right)}$$

Problema 3

b)



$$N_0 = V_T \ln \left(\frac{N_{im2}}{N_{im1}} \right) \Rightarrow N_A = V_T \ln \left(\frac{N_B}{N_{03}} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{N_B}{N_{03}} = e^{\frac{N_A}{V_T}} \Rightarrow N_{03} = N_B e^{-\frac{N_A}{V_T}}$$

c)

$$f_{-3dB} = \frac{f_T}{1 + \frac{R_2}{R_1}} = \frac{f_T}{1 + \frac{R}{R}} \Rightarrow f_{-3dB} = \frac{f_T}{2}$$

Pablo Castro