

1er PARCIAL DE ELECTRONICA 1

06/05/2015

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 (29 puntos)

En el circuito de la Figura la señal de entrada $V_i = V_P \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)$ con $V_P = 5V$ y $f = 1MHz$.

a) Determinar la amplitud de pico de la señal V_o asumiendo OA1 y OA2 ideales.

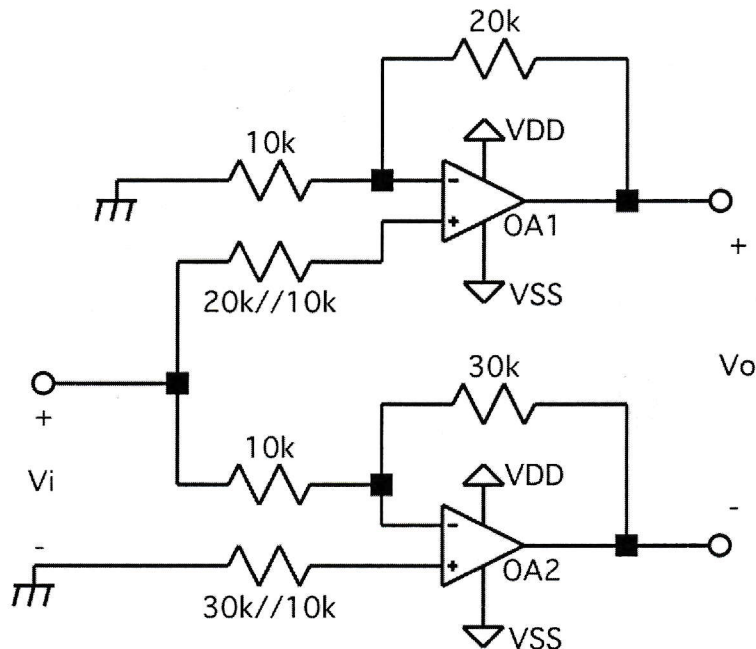
En las siguientes partes se pide determinar qué condición deben cumplir los parámetros que se indican para que el circuito funcione de acuerdo a lo hallado en la parte a). Observar que en todos los casos se pide indicar qué condición se debe cumplir para cada uno de los operacionales.

b) Frecuencia de transición (f_T): $f_{T,OA1}$ y $f_{T,OA2}$

c) Rango de entrada en modo común (ICMR): $ICMR_{OA1}$ e $ICMR_{OA2}$

d) Excursión de salida (OSW): OSW_{OA1} y OSW_{OA2}

e) Slew rate (SR): SR_{OA1} y SR_{OA2}



PROBLEMA 2 (29 puntos)

El circuito de la Figura 1 es un regulador de tensión que trata de dar en V_{out} una tensión fija. Se asume que I_L puede variar entre 0 y un valor máximo que se determina en a).

- a) Calcule el valor de R_1 que permite que el regulador funcione correctamente y calcule el valor máximo de I_L que es capaz de suministrar. Asuma en esta parte que la tensión a la entrada V_{in} es constante y de valor 15 V.
- b) Se sabe ahora que V_{in} podría variar entre 15 V y un valor superior, por lo que se agrega un circuito de protección para evitar que Dz se dañe, como se muestra en la Figura 2. Se pide determinar el valor de la resistencia R para que la protección actúe correctamente. En esta parte considere que la corriente de base de Q_1 es despreciable.
- c) ¿Cuál es el máximo valor de V_{in} para el que se puede considerar que la corriente de base de Q_1 es efectivamente despreciable?

Dz : $V_Z = 3.0\text{ V}$, $I_{ZT} = 1\text{ mA}$, $P_{Dmax} = 0.1\text{ W}$, $r_Z = 0\ \Omega$.
 Q_1 : $V_{EB,on} = 0.7\text{ V}$, $\beta = 100$, $V_{ECsat} = 0.3\text{ V}$.

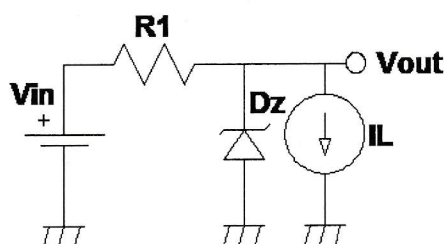


Figura 1

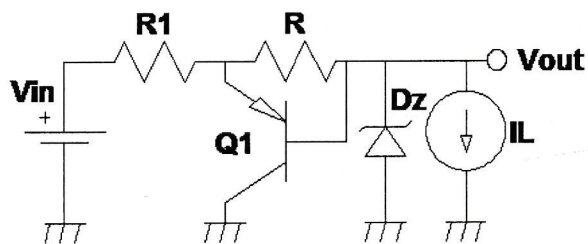


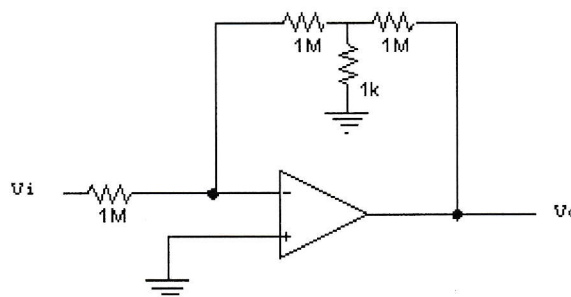
Figura 2

PROBLEMA 3 (22 puntos)

(Problema 7 practico 2)

El circuito de la Figura utiliza en la realimentación una técnica para simular una resistencia de valor más alto. Se analiza el efecto de la tensión de offset en este circuito y cómo se puede modificarlo utilizando condensadores de desacople, que a partir de cierta frecuencia (baja) no alteran el comportamiento del circuito. Si el amplificador operacional tiene $\pm 5\text{mV}$ de offset y se pueden despreciar los efectos de la corriente de bias.

- a) ¿Cuál es el voltaje de offset en la salida?
- b) Repita el cálculo de la parte (a) considerando que la entrada está acoplada mediante un condensador C .
- c) Repita el cálculo de la parte (a) si ahora la resistencia de $1\text{ k}\ \Omega$ está acoplada capacitivamente a tierra.



PREGUNTA (20 puntos)

a) Recordando la ley de acción de masas ($n \cdot p = n_i^2$), deducir los valores de concentraciones de portadores minoritarios en equilibrio n_{p0} y p_{n0} a ambos lados de una juntura p-n con dopajes N_A y N_D en función de dichos dopajes.

b) Recordando las expresiones de la corriente de difusión de huecos y electrones:

$$I_p = -A \cdot q \cdot D_p \cdot (dp/dx) \text{ e } I_n = A \cdot q \cdot D_n \cdot (dn/dx)$$

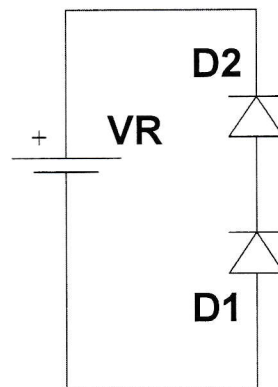
deducir la expresión de I_s de un diodo p-n con dopajes N_A y N_D sabiendo que las concentraciones de portadores minoritarios inyectados a ambos lados de la juntura con una tensión directa V están dadas por:

$$p_n(x) = p_{n0} + p_{n0} \cdot \left(e^{\frac{V}{V_T}} - 1 \right) \cdot e^{-\left(\frac{x-x_n}{L_p} \right)} \text{ para } x \geq x_n$$

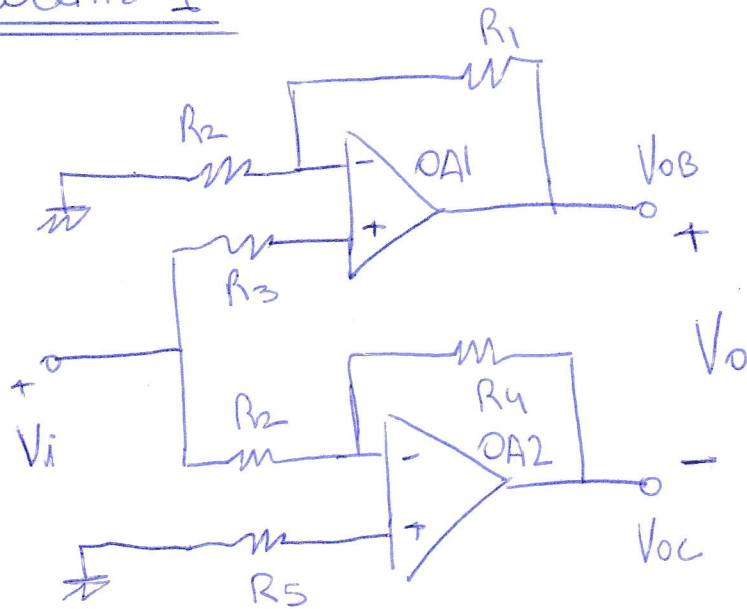
$$n_p(x) = n_{p0} + n_{p0} \cdot \left(e^{\frac{V}{V_T}} - 1 \right) \cdot e^{\left(\frac{x+x_p}{L_n} \right)} \text{ para } x \leq -x_p$$

siendo x_n y x_p los anchos de las zonas de deplexión del lado n y p respectivamente.

c) Se tienen dos diodos D1 y D2 con áreas de juntura $A_1 = A$ y $A_2 = 2 \cdot A$ respectivamente. Si se les aplica una tensión inversa V_R alta (varios voltios) a la serie de ambos diodos como se indica en la Figura, mostrar utilizando una gráfica cómo se reparte la tensión V_R entre D1 y D2, explicando claramente la respuesta.



Problem 1



$$R_1 = 20 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 6,7 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = 30 \text{ k}\Omega$$

$$R_5 = 7,5 \text{ k}\Omega$$

(a)
$$V_{OB} = V_i \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) = 3 V_i ; V_{OC} = -V_i \cdot \frac{R_4}{R_2} = -3 V_i$$

$$V_o = V_{OB} - V_{OC} = [3 - (-3)] V_i = 6 V_i \Rightarrow V_{op} = 6 V_{ip} = 30 \text{ V}$$

(b)
$$1 \text{ MHz} \ll \omega_p = \frac{f_{T1}}{1 + R_1/R_2} = \frac{f_{T1}}{3} \Rightarrow f_{T1} \gg 3 \text{ MHz}$$

$$= \frac{f_{T2}}{1 + R_4/R_2} = \frac{f_{T2}}{4} \Rightarrow f_{T2} \gg 4 \text{ MHz}$$

(c) $V_i \subset \text{ICMR}_1 \Rightarrow \text{ICMR}_{1\text{min}} = (-5 \text{ V}, 5 \text{ V})$

$\text{gnd} \subset \text{ICMR}_2 \Rightarrow \text{ICMR}_{2\text{min}} = \text{gnd}$

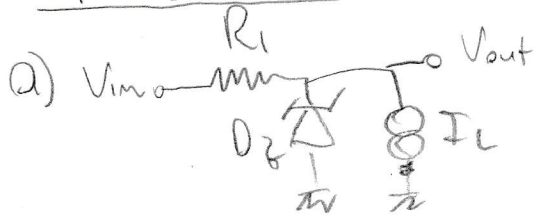
(d) $V_{OB} \subset \text{OSW}_1 \Rightarrow \text{OSW}_{1\text{min}} = (-15 \text{ V}, 15 \text{ V})$

$V_{OC} \subset \text{OSW}_2 \Rightarrow \text{OSW}_{2\text{min}} = (-15 \text{ V}, 15 \text{ V})$

(e)
$$\left. \frac{dV_{OB}}{dt} \right|_{\text{max}} = \left. \frac{dV_{OC}}{dt} \right|_{\text{max}} = 15 \text{ V} \cdot \omega = 15 \cdot 2\pi \cdot 1 \text{ M} = 94,2 \text{ V}/\mu\text{s}$$

$$\Rightarrow \text{SR}_{\text{sig}} > 95 \text{ V}/\mu\text{s}$$

Problema 2



$$I_{z_{MAX}} = \frac{P_{0MAX}}{V_z} = 33,3 \text{ mA}$$

$$I_z < I_{z_{MAX}} \quad (I_L = \emptyset)$$

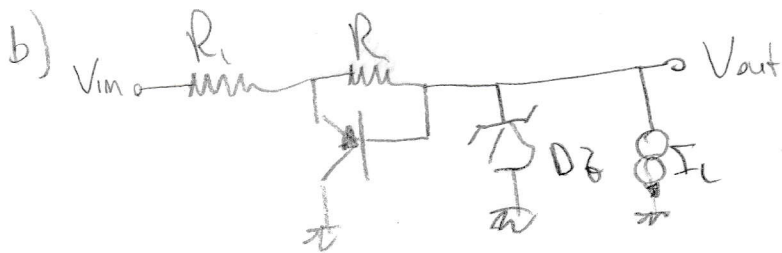
$$\Rightarrow \frac{V_i - V_z}{R_1} \leq I_{z_{MAX}} \Rightarrow$$

$$R_1 = 360 \Omega$$

$$I_z > I_{zT} \quad (I_L = I_{LMAX})$$

$$\Rightarrow \frac{V_i - V_z}{R_1} - I_{LMAX} \geq I_{zT}$$

$$\Rightarrow I_{LMAX} = 32,2 \text{ mA}$$



- En funcionamiento normal Q_1 en corte ($I_C = \emptyset$, $V_{EB} < V_{EB_{on}}$)

- El peor caso es cuando V_{in} crece e $I_L = \emptyset$.

$$\Rightarrow V_{EB_{on}} = I_{z_{MAX}} R \Rightarrow R = 21 \Omega$$

c) En este caso la protección está activa \Rightarrow

Lo que buscamos es: $I_B < \frac{I_R}{10}$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{EB} = V_{EB_{on}} \\ I_C = \beta I_B \\ I_C > \emptyset \\ V_{CE} > V_{CE_{SAT}} \end{array} \right.$$

$$I_R = \frac{V_{EB_{on}}}{R} \quad // \quad I_B = \frac{I_E}{\beta+1} = \frac{I_{R1} - I_R}{\beta+1} = \left(\frac{V_i - (V_{EB_{on}} + V_z)}{R_1} - I_R \right) \frac{1}{\beta+1}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{V_i - (V_{EB_{on}} + V_z)}{R_1} - I_R \right) \frac{1}{\beta+1} < \frac{I_R}{10} \Rightarrow \frac{V_i - (V_{EB_{on}} + V_z)}{R_1} < I_R \left(\frac{\beta+1}{10} + 1 \right)$$

$$\Rightarrow V_i < V_{EB_{on}} + V_z + R_1 I_R \left(\frac{\beta+1}{10} + 1 \right) \Rightarrow V_i < 137 \text{ V}$$

$I_{z_{MAX}}$

Ter parcial 2015

①

Prep:

$$e) \quad m_{p0} \cdot \underbrace{p_{p0}}_{NA} = n_i^2 \rightarrow m_{p0} \approx \frac{n_i^2}{NA}$$

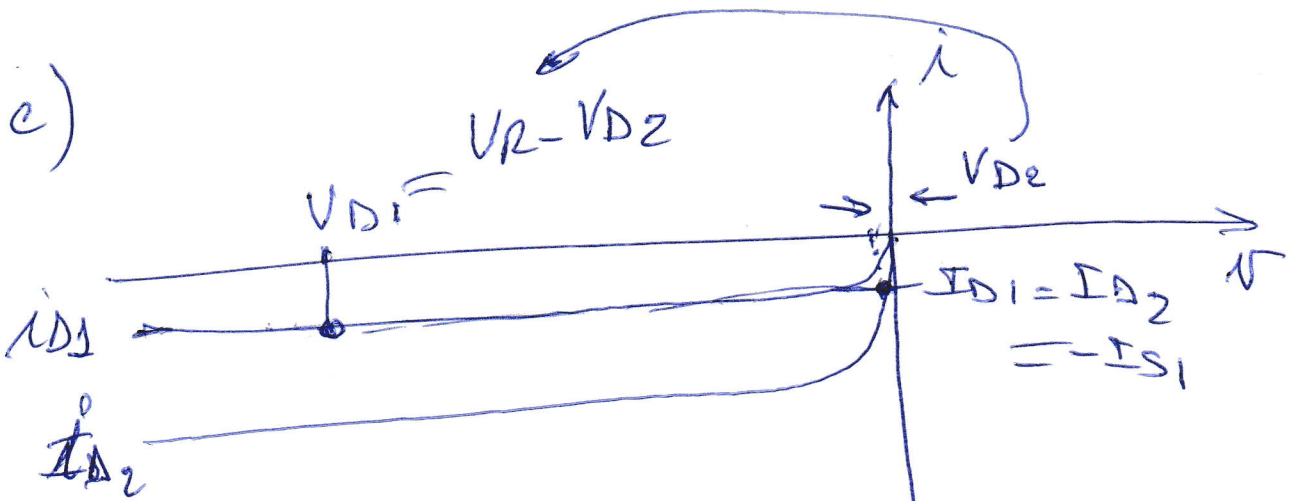
Análogamente $p_{n0} = \frac{n_i^2}{ND}$

$$b) \quad I_D = I_M + I_P$$

$$I_M = A \cdot q \cdot D_M \cdot \left. \frac{dmp}{dx} \right|_{x=-x_p}$$
$$= A \cdot q \cdot D_M \cdot \frac{m_{p0} (e^{V/V_T} - 1)}{L_M}$$

$$I_P = -A \cdot q \cdot D_P \cdot \left. \frac{dpm}{dx} \right|_{x=x_n}$$
$$= A \cdot q \cdot D_P \cdot \frac{p_{n0} (e^{V/V_T} - 1)}{L_P}$$

$$\Rightarrow I_D = \underbrace{A \cdot q \cdot \left[\frac{D_M}{L_M} \frac{1}{NA} + \frac{D_P}{L_P} \frac{1}{ND} \right]}_{I_S} \cdot n_i^2 \cdot (e^{V/V_T} - 1)$$



$(V_{D1} + V_{D2}) = V_R$ (como V_R depende de el
 mismo modo de los diodos tiene $i_D = -I_S$)

$I_{D1} = I_{D2} \Rightarrow I_{D1}$ es su límite

lo contrario $\Rightarrow I_{D1} = -I_S$