

1er PARCIAL DE ELECTRONICA 1

30/04/2011

Resolver cada problema en hojas separadas.

Duración de la prueba: 3 horas 30 minutos.

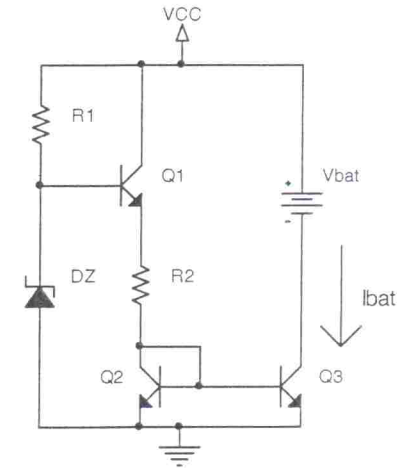
La prueba es sin material.

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

PROBLEMA 1 (28 puntos)

El circuito de la figura implementa un cargador de batería a corriente constante con independencia de la tensión de alimentación V_{cc} dentro de cierto rango de la misma y de la tensión en la batería V_{bat} . Suponga que V_{cc} y los valores de los componentes son tales que todos los transistores operan en zona activa.

- Calcule de forma analítica la relación entre la corriente I_{bat} y la corriente de emisor de Q1: I_{E1} .
- Determine $R2$ para que la corriente que carga la batería (I_{bat}) sea 50 mA.
- Determinar que condiciones debe cumplir $R1$ para que el circuito funcione correctamente cuando V_{cc} varía entre 4.5V y 9V.
- Si $R1$ y $R2$ cumplen con lo hallado en las partes anteriores y V_{cc} varía entre 4.5V y 9V analizar si se cumple la hipótesis de que todos los transistores operan en zona activa, determinando eventualmente la condición que debe cumplir V_{bat} para que dicha hipótesis se cumpla.



Datos:

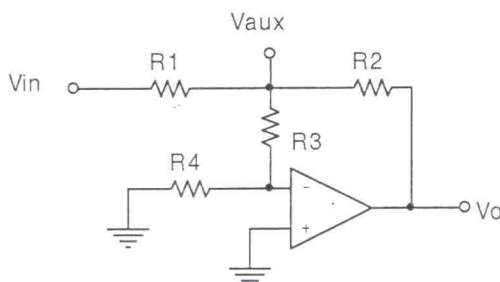
Transistores: $V_{BE} = 0.7V$; $V_A = \infty$; $\beta = 100$; $V_{CESAT} = 0.3V$.

DZ: $P_{max} = 1W$, $I_{zt}@V_{zt} = 5mA$, $V_{zt} = 3.3V$, $r_z = 0$.

PROBLEMA 2 (28 puntos)

El circuito de la figura se utiliza para medir la ganancia en loop abierto y baja frecuencia A_0 de un amplificador operacional, permitiendo medir, con el operacional operando en loop cerrado, una ganancia menor que A_0 , pero relacionada directamente con A_0 .

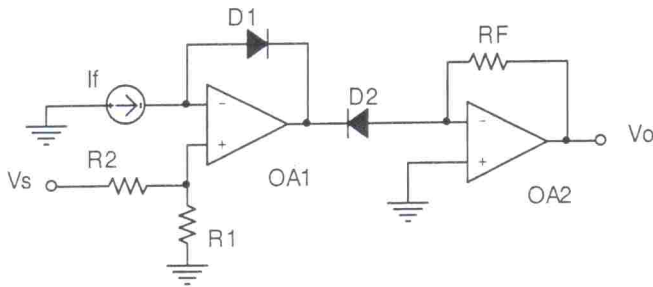
- Indicar la relación de A_0 con (V_o/V_{aux}) y que condición debe cumplir la frecuencia de la señal que se inyecta por V_{in} para que al medir (V_o/V_{aux}) sea posible determinar A_0 .
- Determinar la tensión de continua a la salida si el amplificador tiene una tensión de Offset V_{OFF} y las corrientes de polarización se pueden considerar despreciables.
- Si $R3=100k\Omega$, $R4 = 100\Omega$, $R1=R2=1k\Omega$, el amplificador tiene un output swing de $\pm 4.5V$, un A_0 estimado de 110dB y la mínima amplitud que se puede distinguir en el osciloscopio son 5mVp. ¿Cuál es el máximo offset que puede tener el amplificador de manera que sea posible medir correctamente V_o y V_{aux} para determinar el valor de A_0 ?
- Si se considera la resistencia de entrada finita del amplificador ¿Qué condición debe cumplir la misma para que la relación calculada en a) no se vea afectada ?



PROBLEMA 3 (24 puntos)

En el circuito de la figura suponga que V_s e I_f son tales que D1 y D2 conducen francamente en directo.

- a) Determinar V_o en función de V_s
- b) Determine las condiciones que tienen que cumplir V_s e I_f para que el resultado de la parte a) sea válido.



PREGUNTA (20 puntos)

- a) Para una juntura p-n, con $N_A > N_D$, indicar en la Tabla 1 la relación entre las variable indicadas, colocando en los casilleros de la tabla un signo de mayor (>), menor (<) o igual según corresponda y justificando la respuesta en TODOS los casos.

	Relación (<, > o =)		
Ancho de la zona de deplexión del lado n		Ancho de la zona de deplexión del lado p	
Carga en la zona de deplexión del lado n		Carga en la zona de deplexión del lado p	
Concentración de portadores minoritarios en exceso en el borde de la zona de deplexión del lado n ($p_n - p_{n0}$), con la juntura en directo		Concentración de portadores minoritarios en exceso en el borde de la zona de deplexión del lado p ($n_p - n_{p0}$), con la juntura en directo	
Concentración de portadores minoritarios lejos de la zona de deplexión del lado n (p_{n0}), con la juntura en directo		Concentración de portadores minoritarios lejos de la zona de deplexión del lado p (n_p), con la juntura en directo	

- b) En un transistor bipolar npn, indicar quién está más dopado entre la base y el emisor, explicando porqué se hace así.
- c) ¿ Qué componentes de corriente forman la corriente de base ?

PROBLEMA 1

$$R_2 = \frac{V_{ZT} - 2 \times V_{BE}}{I_{BAT}}$$

$$b) \quad R_2 @ 50mA = 38 \Omega$$

$$c) \quad R_{1MAX}: I_{R_1} = I_{ZT} \rightarrow R_{1MAX} = \frac{V_{CCMIN} - V_{ZT}}{I_{ZT}} = \frac{(4,5 - 3,3)V}{5mA}$$

$$R_{1MAX} = 240 \Omega$$

$$R_{1MIN}: I_{ZMAX @ P=1W} = \frac{1W}{3,3V} = 303mA \rightarrow R_1 = \frac{V_{CCMAX} - V_{BE}}{I_{ZMAX}} = \frac{9V - 3,3V}{303mA} = 18 \Omega$$

$$d) \quad \text{SATURACIÓN } Q_3: V_{CC} - V_{BAT} > V_{CESAT}$$
$$4,5 - V_{BAT} > 0,3$$

$$V_{BAT} < 4,2 V$$

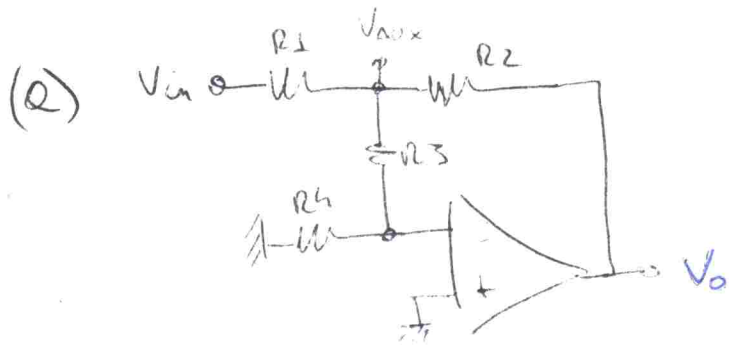
$$\text{SATURACIÓN } Q_2: V_{CE} = V_{CC} - \underbrace{(V_{BE} + I_{BAT} \times R_2)}_{2,6V} > V_{CESAT} \quad \checkmark$$

$$a) \quad I_{E1} = I_{BAT} \left(1 + \frac{2}{\beta}\right)$$

$$\beta = 100 \Rightarrow$$

$$I_{E1} \approx I_{BAT}$$

Problema 2 (2) - 1ª PARCIAL ELECTRONICA 1 2012

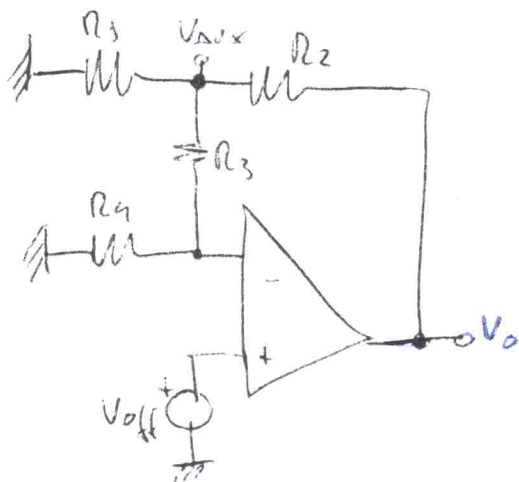


$$e^- = V_{aux} \frac{R_4}{R_3 + R_4} \quad \left\{ \Rightarrow V_o(s) = - \frac{A_o}{1 + \frac{sA_o}{\omega_f}} \frac{V_{aux}(s) R_4}{R_3 + R_4} \right.$$

$$V_o = -A(s) e^-$$

$$\Rightarrow s \ll \frac{\omega_f}{A_o} : \left(A_o = - \frac{V_o}{V_{aux}} \left(\frac{R_3}{R_4} + 1 \right) \right) \quad \left(f_m \ll \frac{f}{A_o} \right)$$

(b)



Ⓜ $e^+ = e^-$:

$$\frac{V_{off}}{R_4} = \frac{V_{aux} - V_{off}}{R_3} \Rightarrow V_{aux} = \left(1 + \frac{R_3}{R_4} \right) V_{off}$$

$$\frac{V_o - V_{aux}}{R_2} = \frac{V_{aux}}{R_3 \parallel (R_3 + R_4)}$$

$$\Rightarrow V_o = V_{aux} \left(1 + \frac{R_2}{R_3 \parallel (R_3 + R_4)} \right)$$

$$\Rightarrow \cancel{V_{off}} \quad \left(V_o = \left(1 + \frac{R_3}{R_4} \right) \left(1 + \frac{R_2}{R_3 \parallel (R_3 + R_4)} \right) V_{off} \right)$$

CONDICIÓN Ⓜ : $A_o \beta \gg 1 \quad / \quad \beta = \frac{e^-}{V_o}$ (en lazo abierto)

$$\Rightarrow A_o \gg \left(1 + \frac{R_3}{R_4} \right) \left(1 + \frac{R_2}{R_3 \parallel (R_3 + R_4)} \right) //$$

(c)

$$R_1 = 1k$$

$$R_3 + R_4 \approx 100k \left\{ \begin{array}{l} \Rightarrow R_1 \ll R_3 + R_4 \\ \Rightarrow R_1 // (R_3 + R_4) \approx R_1 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow V_{o_{V_{off}}} \approx +V_{off} \left(1 + \frac{R_3}{R_4} \right) \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \approx +2000 V_{off}$$

$\xrightarrow{\text{b.a.}} \quad \xrightarrow{\text{b.2}}$

$\hookrightarrow (2000 \ll \Delta_0 = 150 \text{ kS})$

$$\Rightarrow V_{o_{V_{aux}}} = -\frac{\Delta_0}{1 + R_3/R_4} V_{aux} \approx -316 V_{aux}$$

$\Delta_0 = 100 \text{ kS}$
 $= 316 \times 10^3$

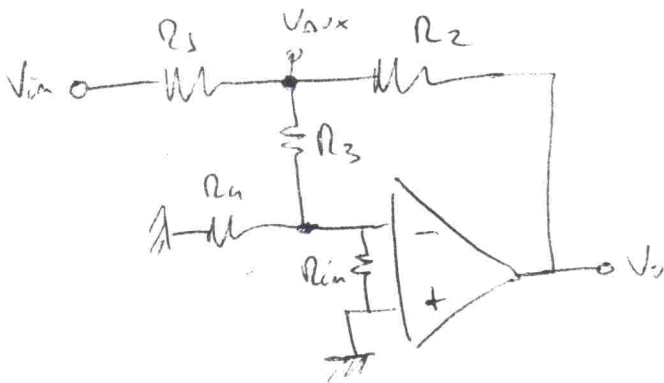
$$V_{aux_{min}} = +5 \text{ mV} \Rightarrow V_{o_{V_{aux_{min}}}} = \mp 1,58 \text{ V}$$

$$\Rightarrow V_o = V_{o_{V_{off}}} + V_{o_{V_{aux}}} \in (-4,5; 4,5)$$

Por caso, ambos terminos ca el mismo signo $\Rightarrow 2000 V_{off} + 1,58 \text{ V} \leq 4,5 \text{ V}$

$$\Rightarrow \boxed{V_{off_{max}} = 1,46 \text{ mV}}$$

(d)



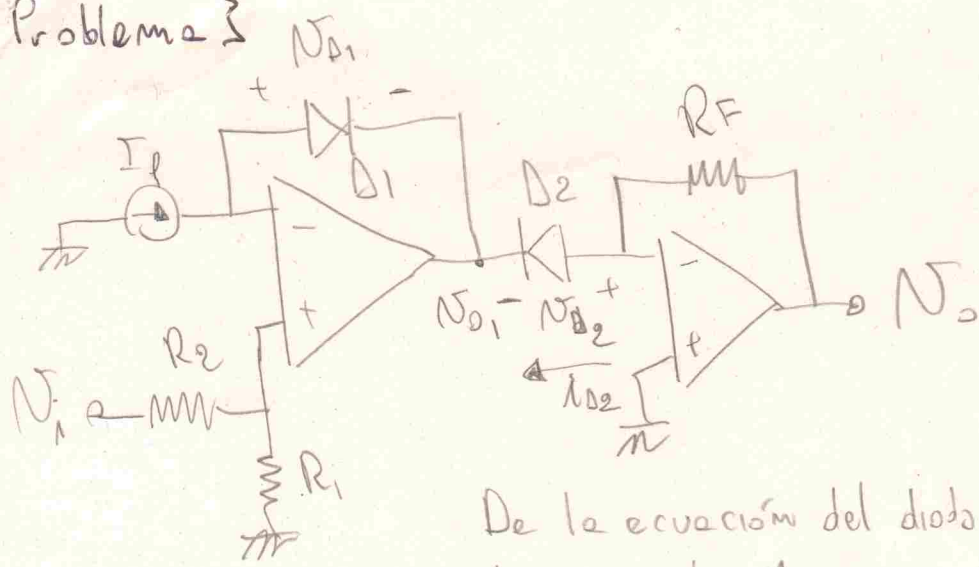
$$V_o = -\Delta_0 V_{aux} \cdot \frac{R_2 // R_{in}}{R_1 // R_{in} + R_3}$$

\Rightarrow La condición para mantener la relación hallada en (a)

$$\text{es } \boxed{R_{in} \gg R_4}$$

Problema 3

2)



De la ecuación del diodo $i_D = I_S (e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1)$
 desprecio el -1 porque conducen fuercemente.

$$\left. \begin{aligned} N_{D1} &= V_T L_m \left(\frac{I_p}{I_S} \right) \\ e^{\frac{V_{D1}}{V_T}} &= \frac{R_1 N_i}{R_1 + R_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow N_{D1} = \frac{R_1 N_i - V_T L_m \left(\frac{I_p}{I_S} \right)}{R_1 + R_2}$$

$$N_o = R_f I_{D2} = R_f I_S e^{\frac{V_{D2}}{V_T}} = R_f I_S e^{\frac{-\frac{R_1 N_i}{R_1 + R_2} + L_m \frac{I_p}{I_S}}{V_T}} = \frac{I_p}{I_S}$$

$$\Rightarrow \boxed{N_o = R_f I_p e^{\frac{-\frac{R_1 N_i}{R_1 + R_2} + L_m \frac{I_p}{I_S}}{V_T}}}$$

b) Para ambos diodos se asumió $i_D = I_S (e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1) \approx I_S e^{\frac{V_D}{V_T}}$

En el caso de $D1$: $I_p = I_S e^{\frac{V_{D1}}{V_T}} - I_S \approx I_S e^{\frac{V_{D1}}{V_T}} \Rightarrow \boxed{I_p \gg I_S}$

En el caso de $D2$: $I_{D2} = I_S \left(e^{\frac{-\frac{R_1 N_i}{R_1 + R_2} + L_m \frac{I_p}{I_S}}{V_T}} - 1 \right)$

$$\Rightarrow e^{\frac{-\frac{R_1 N_i}{R_1 + R_2} + L_m \left(\frac{I_p}{I_S} \right)}{V_T}} \gg 1 \Rightarrow \frac{-\frac{R_1 N_i}{R_1 + R_2} + L_m \left(\frac{I_p}{I_S} \right)}{V_T} \gg 0$$

$$\boxed{\frac{R_1 N_i}{R_1 + R_2} \ll L_m \left(\frac{I_p}{I_S} \right)}$$