

Primer ejercicio

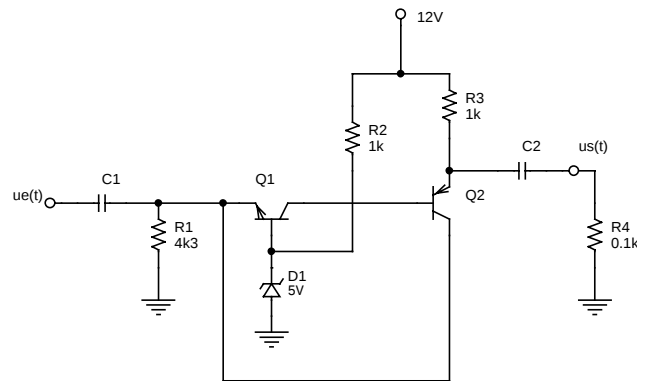
Para el amplificador de pequeña señal de la figura con dos transistores idénticos, determinar:

1. Punto de polarización de los dos transistores.
2. Cual es la utilidad de R2.
3. Tipo de amplificador realimentado
4. Ganancia del amplificador básico y del realimentado a frecuencias medias
5. Ganancia del conjunto del amplificador a frecuencias medias

Datos:

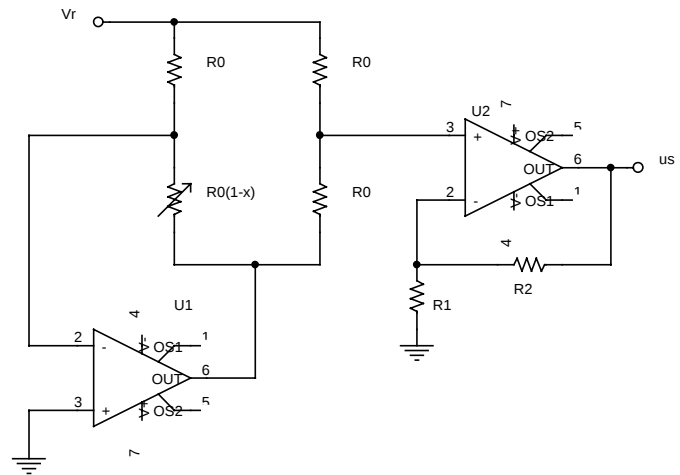
Diodo zener: $V_Z = 5V$;

Transistores $\beta = 100$, $V_{BE} = 0.7V$, $h_{fe} = 100$, $h_{ie} = 1k\Omega$

**Segundo ejercicio**

Las galgas extensométricas son resistencias que varían linealmente su valor en función de la deformación, ϵ , de forma que la variación porcentual de su resistencia, x , es proporcional a la deformación, $x = k\epsilon$, siendo k el factor de sensibilidad de la galga. La deformación depende del esfuerzo aplicado, σ , y según la ley de Hooke, $\sigma = E\epsilon$, donde E es el módulo de Young.

1. Para medir la tensión mecánica sobre una chapa de aluminio se emplea el montaje de la figura adjunta. Determinar la tensión de salida en función de la variación porcentual de resistencia de la galga, $u_s = u_s(x)$.
2. Si por la galga no puede circular más de 5 mA, debido a problemas de autocalentamiento, ¿cuál sería el valor máximo de V_r ?
3. Si se aplica un esfuerzo de 100 kg/cm² sobre el aluminio ($E=70\text{GPa}$) y con un valor de $V_r = 1.5\text{ V}$, determinar R_1 y R_2 para que la tensión de salida, u_s , sea de 1V.



Datos:

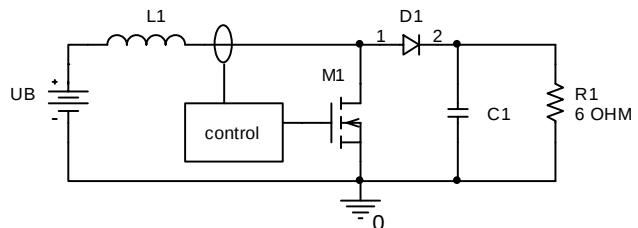
Galga: $R_0 = 350\Omega$, $k=3.5$

Considérese ideales los amplificadores operacionales

Tercer ejercicio

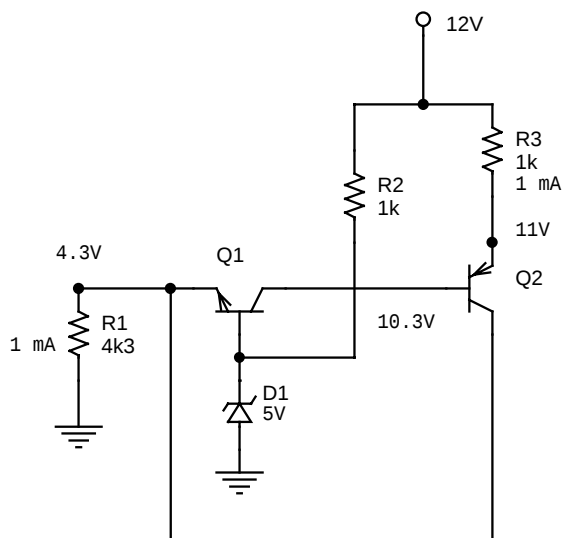
El circuito elevador de la figura se emplea para obtener una tensión de salida constante, U_s , de 48 V a partir de una tensión de entrada, U_B , que puede variar entre 10 V y 40 V. El circuito de control gobierna el interruptor de forma que el rizado de la corriente por la bobina, ΔI_{L1} , es siempre de 2 A. Se pide:

1. Hallar el ciclo de trabajo, d , en función de U_B .
2. Hallar la frecuencia de conmutación, $f_s = 1/T$, en función de U_B .
3. Calcular el valor de L_1 de forma que, para cualquier valor de U_B , f_s alcance como máximo 100 kHz.
4. Suponiendo que el rendimiento es igual a 1, hallar la corriente media de entrada, I_{L1} , en función de U_B .
5. Calcular los valores máximos de corriente y tensión que tienen que ser capaces de soportar el diodo y el transistor.
6. Sabiendo que el rizado de la corriente de entrada está centrado sobre la corriente media de entrada, dibujar las tensiones y corrientes en el diodo y el interruptor para $U_B = 12\text{ V}$.



Resolución del examen**Primer ejercicio**

1. Nótese que la corriente de base de Q2 es igual a la corriente de colector de Q1, por tanto, la corriente que circula por R1 es prácticamente igual a la corriente del colector de Q2. Vea el esquema:

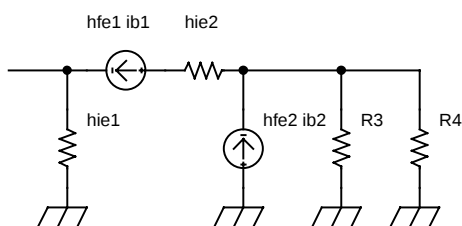


$$Q1(10\mu A \quad 6.7V) \quad Q2(1mA \quad 6V)$$

2. R2 sirve para entregar la corriente mínima que necesita el diodo zener para que funcione como tal.

3. Mezcla: paralelo. Muestreo: Corriente

4.



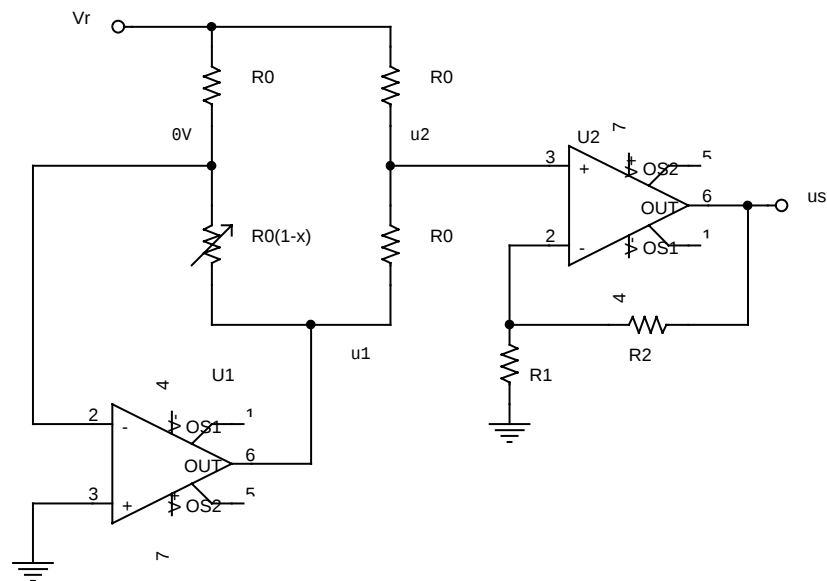
$$A_i = h_{fe} \frac{R3}{R3 + R4} \cong 100 \quad \beta = \frac{R3 + R4}{R3} \cong 1 \quad A'_i = 1$$

$$5. A_i = \frac{i_s i'_e}{i'_e i_e} = A'_i \frac{R1}{Z'_E + R1} \cong 1$$



Segundo ejercicio

- Hay que observar que la combinación entre el primer operacional con la resistencia R0, funciona como generador de corriente constante que ataca a la galga.



$$\left. \begin{aligned} u_s &= \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) u_2 \\ u_2 &= \frac{V_r + u_1}{2} \\ u_1 &= -V_r(1-x) \end{aligned} \right\} u_s = \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) \frac{V_r}{2} x$$

$$2. \quad V_{r \max} = I_{\max} R0 = 1.75V$$

3.

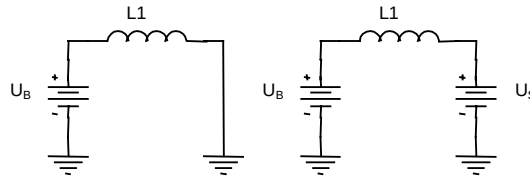
$$x = k \frac{\sigma}{E} = 4.9 \cdot 10^{-4} \Rightarrow 1V = \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) \frac{1.5V}{2} 4.9 \cdot 10^{-4}$$

$$R1 = 1k\Omega, R2 = 2.7M\Omega$$



Tercer ejercicio

1. Dado que el condensador mantiene constante la tensión de salida, los equivalentes del circuito para cada una de las dos partes del ciclo son:



$$0 < t \leq t_{on}$$

Durante el tiempo que el interruptor está cerrado la inductancia queda sometida a la tensión de la batería, de modo que la corriente que la atraviesa aumenta en:

$$\Delta I_1 = \frac{1}{L_1} \int_0^{t_{on}} U_B \cdot dt = \frac{U_B \cdot t_{on}}{L_1}$$

$$t_{on} < t \leq T$$

Cuando el interruptor se abre, la bobina fuerza la entrada en conducción del diodo, a través del cual queda conectada al condensador de salida del convertidor. Durante esta parte del ciclo la tensión sobre la bobina es $U_B - U_S$. En este caso el incremento de corriente que se produce es:

$$\Delta I_2 = \frac{1}{L_1} \int_{t_{on}}^T (U_B - U_S) \cdot dt = \frac{(U_B - U_S) \cdot (T - t_{on})}{L_1}$$

En régimen permanente el incremento de corriente neto ha de ser cero:

$$\Delta I_1 + \Delta I_2 = 0 \Rightarrow \frac{U_B \cdot t_{on}}{L_1} = \frac{(U_S - U_B) \cdot (T - t_{on})}{L_1} \Rightarrow d = 1 - \frac{U_B}{U_S}$$

2. Basándonos en los resultados obtenidos en el primer apartado:

$$\left. \begin{aligned} f_s &= \frac{1}{T} \\ t_{on} &= d \cdot T \\ \Delta I &= \frac{U_B \cdot t_{on}}{L_1} \\ d &= 1 - \frac{U_B}{U_S} \end{aligned} \right\} \Rightarrow f_s = \frac{U_B}{\Delta I \cdot L_1} \left(1 - \frac{U_B}{U_S} \right)$$

3. El valor de U_B para el cual se hace máxima la frecuencia de conmutación se halla resolviendo:

$$\frac{df_s}{dU_B} = 0 \Rightarrow 1 - \frac{U_B}{U_S} - \frac{U_B}{U_S} = 0 \Rightarrow U_B = \frac{U_S}{2}$$

Para esta tensión de batería la frecuencia de conmutación es:

$$f_s \left(\frac{U_S}{2} \right) = \frac{U_S}{4\Delta I L_1} \leq 100 \text{ kHz} \Rightarrow L_1 \geq \frac{U_S}{4\Delta I f_{s\max}} = 60 \mu\text{H}$$

- 4.

$$\eta = 1 \Rightarrow P_e = P_s \Rightarrow U_B \bar{I}_e = U_B \bar{I}_{L_1} = \frac{U_S^2}{R} \Rightarrow \bar{I}_{L_1} = \frac{U_S^2}{U_B R} = \frac{384}{U_B} \text{ A}$$

5. Puesto que los dos semiconductores están en serie con la bobina, han de ser capaces, al menos, de llevar la corriente máxima que atraviese ésta. Puesto que el rizado es constante, el valor máximo de corriente se alcanzará para la corriente



media máxima. De la fórmula obtenida en el apartado anterior se desprende que no existe un máximo, aumentando de forma indefinida la corriente media según disminuye la tensión de la batería. Como se han impuesto límites a esta tensión, la corriente máxima que deben soportar los semiconductores es aquella que se da para la mínima tensión de entrada:

$$I_{Fm\acute{a}x} = I_{Dm\acute{a}x} = \bar{I}_{L_1} + \frac{\Delta I}{2} = \frac{384 \text{ W}}{10 \text{ V}} + 1 \text{ A} = 39,4 \text{ A}$$

Durante la primera parte del ciclo el ánodo del diodo queda conectado a tierra a través del interruptor, mientras que el cátodo permanece a la tensión de salida. Por tanto, la tensión inversa máxima que debe soportar es $U_{RRM} = U_S = 48 \text{ V}$.

Cuando el interruptor se abre y comienza a conducir el diodo, el drenador del MOSFET queda conectado a la tensión de salida a través del diodo. Puesto que su fuente está conectada a masa, la tensión drenador-fuente máxima que deberá soportar será $U_{DSm\acute{a}x} = U_S = 48 \text{ V}$.

6. Las condiciones son:

$$L_1 = 60 \mu\text{H}, U_B = 12 \text{ V} \Rightarrow d = 0,75, f_s = 75 \text{ kHz}, T = 13,3 \mu\text{s}, I_{L1} = 32 \text{ A}$$

