

CIRCUITOS ELECTRÓNICOS I

GUÍA DE TRABAJOS PRÁCTICOS N° 4

AMPLIFICADORES OPERACIONALES

Cuestionario

- 1) Mencionar seis características de un amplificador operacional ideal.
- 2) Definir: a) Corriente de polarización, b) Corriente de offset, c) Offset de entrada, d) Corrimiento de la tensión de offset de entrada, e) Tensión de offset de salida.
- 3) Proponer circuitos con operacionales que realicen: a) suma inversora, b) suma no-inversora, c) conversión corriente - tensión, d) conversión tensión – corriente, e) seguidor de tensión.
- 4) Dibujar el amplificador diferencial más simple realizado con operacionales. ¿Qué inconvenientes presenta? ¿Cómo pueden resolverse?

Bibliografía

Básica:

P. R. Gray & R. C. Meyer, *Análisis y Diseño de Circuitos Integrados Analógicos*. Prentice Hall. 3ra Ed. 1995

J. Millman & A. Grabel, *Microelectronics*. Mc Graw-Hill. 1987 (En español e inglés).

Jerald G. Graeme & Gene E. Tobey, *Operational Amplifiers: Design and Applications*, Burr Brown, 1971.

C. F. Wojlaw & E. A. Moustakas, *Operational Amplifiers: The Devices and their applications*, John Wiley & Sons 1986.

Complementaria:

RCA IC-42, *Circuitos Integrados Lineales*, Capítulo V, Ed. Arbó, Buenos Aires 1971.

National Semiconductors, *Linear Applications Handbooks* Vol I y II.

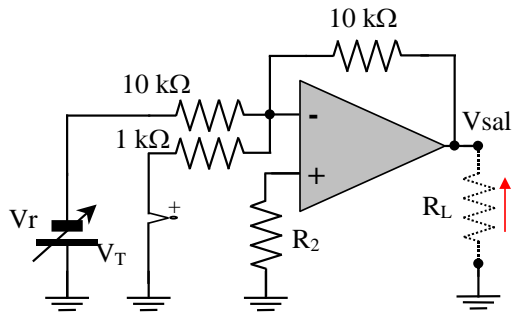
PROBLEMAS

Problema N° 1

En el siguiente circuito sumador, V_r es una tensión de referencia ajustable manualmente y V_T es función de la temperatura. Cuando la tensión de salida V_s es igual a cero se conecta un sistema de alarma de protección contra altas temperaturas. La termocupla es de *Chromel - Alumel*, coeficiente de $43 \mu\text{V} / ^\circ\text{C}$. ($V_T = 0$ a $T = 0 ^\circ\text{C}$)

Determinar: a) $V_s = f(V_r)$ para $T = 0 ^\circ\text{C}$.

b) ¿A qué temperatura actúa la alarma?



Problema N° 2

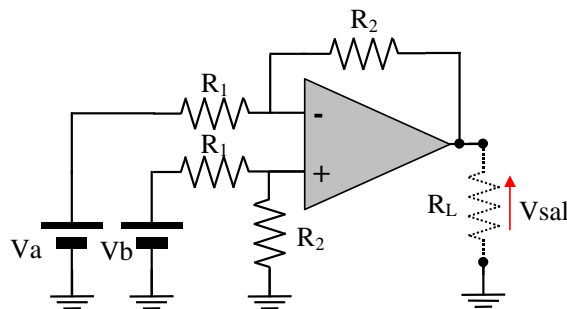
En el siguiente Amp. Op. en conexión diferencial:

a) Calcular V_o si $V_a = 10 \text{ mV}$, $V_b = 30 \text{ mV}$, $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ y $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$.

Obtener previamente la función transferencia.

b) ¿Cuánto vale la impedancia de cada entrada?

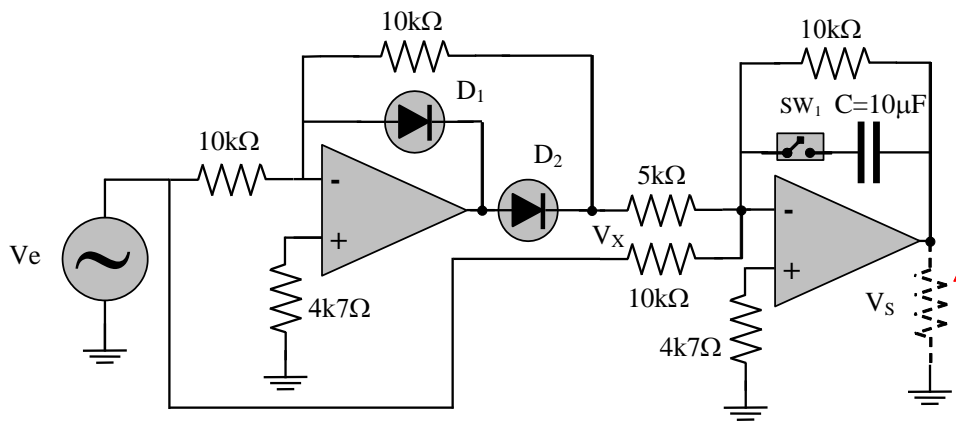
c) Defina Modo Diferencial de entrada y Modo Común de entrada y calcule las impedancias de entrada de MD y MC.



Problema N° 3

Se utiliza un puente de Wheatstone y un amplificador diferencial para medir la temperatura en un proceso industrial. Las resistencias del puente tienen un valor $R = 1\text{k}\Omega$ y una de ellas varía linealmente con la temperatura en el rango de trabajo ($c = 1\Omega / 1^\circ\text{C}$).

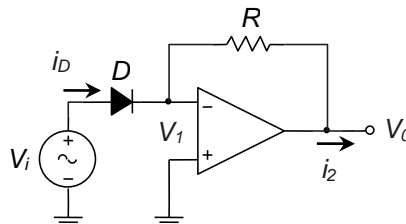
- Dibujar el circuito del sistema.
 - Calcular la señal de modo común en las entradas del amplificador diferencial.
 - Determinar la expresión de la salida en Volts del amplificador. Calcular el valor obtenido para $\Delta T = 50^\circ\text{C}$.
 - ¿Cual es el error que introduce el amplificador debido al modo común?
- Datos: $V_{dd} = 5\text{V}$, $A_d = 10$, $\text{CMRR} = 1000$.

Problema N° 4**Rectificador de precisión**

- Para una entrada V_e sinusoidal, dibujar V_x en función del tiempo. Amplitud $V_e = 0.5\text{V}$, frecuencia: 500Hz .
- En el mismo gráfico, trazar V_s como suma de V_x y de V_e (Considerar SW_1 abierta).
- Igual que b), con SW_1 cerrada.

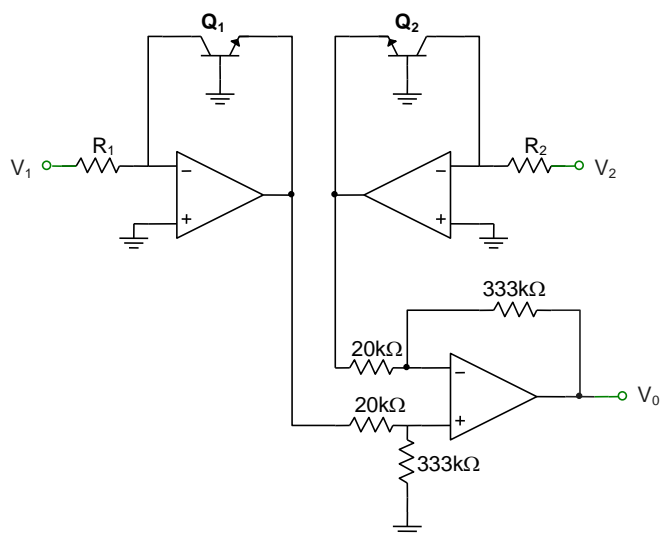
Problema N° 5

Para el circuito de la figura encuentre la relación entre la tensión de salida V_o y la entrada V_i ($V_i = 0$). Siendo $R = 10\text{k}\Omega$ se ha realizado una medición y la salida V_o resultó -1.957V cuando la entrada fue de 650mV . Calcule la corriente inversa del diodo (I_s).

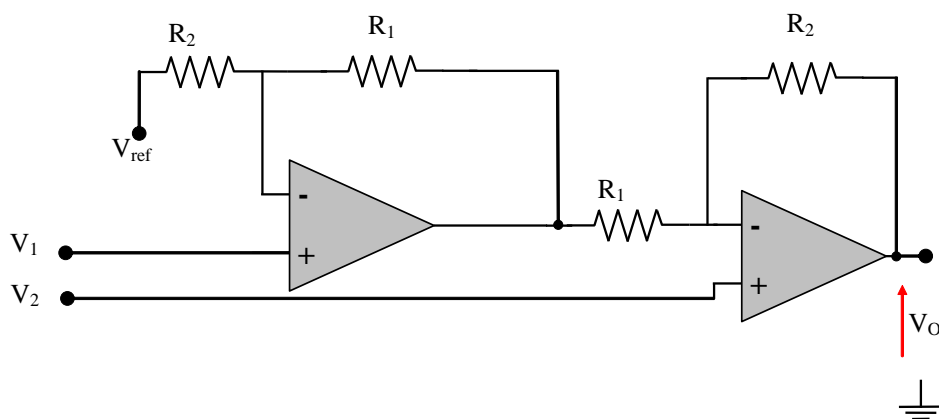


Problema N° 6

Suponiendo que en el circuito de la figura los transistores Q_1 y Q_2 son idénticos, encuentre la ganancia de tensión $V_o = f(v_1, v_2)$.

**Problema N° 7**

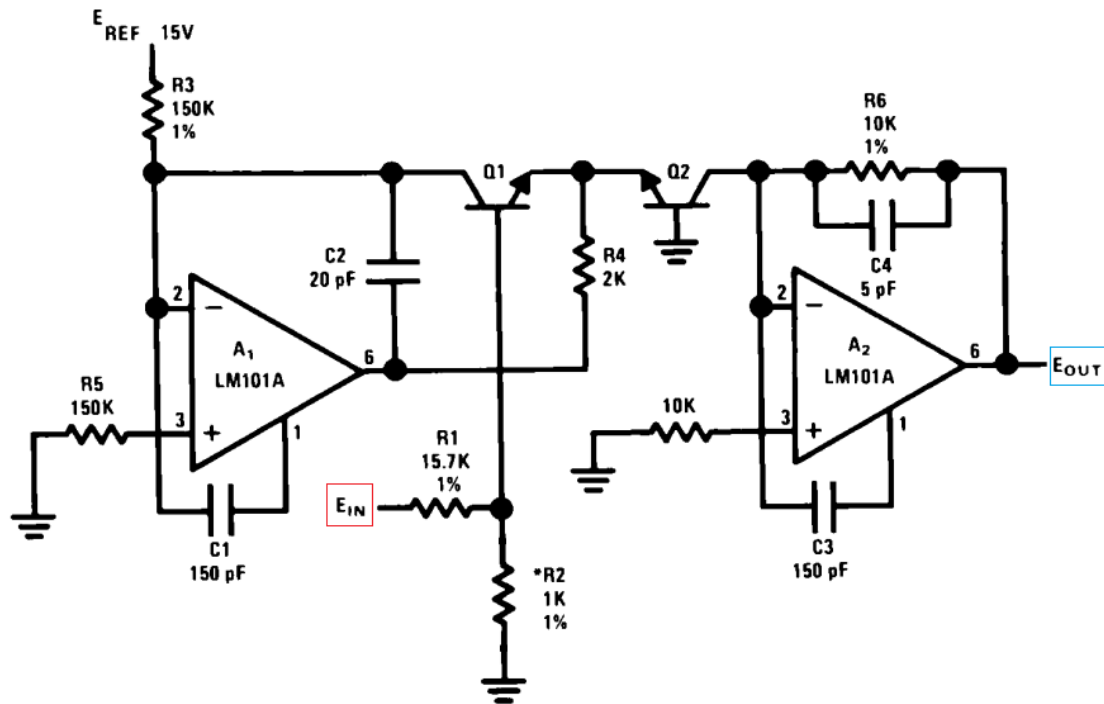
Halle la expresión de la tensión de salida V_o en función de las tensiones de entrada V_1 y V_2 , de la tensión de referencia V_{ref} y de las resistencias R_1 , y R_2 del siguiente amplificador.



Problema N° 8

Función no-lineal. Determine la expresión de la tensión de salida (E_{OUT}) del siguiente circuito en función de E_{IN} y E_{REF} . Considere que los capacitores son circuitos abiertos en el modelo de señal y los AO son ideales.

Datos: transistores idénticos ($I_{S1} = I_{S2}$), $V_T = 26 \text{ mV}$, $E_{REF} = 15 \text{ V}$.

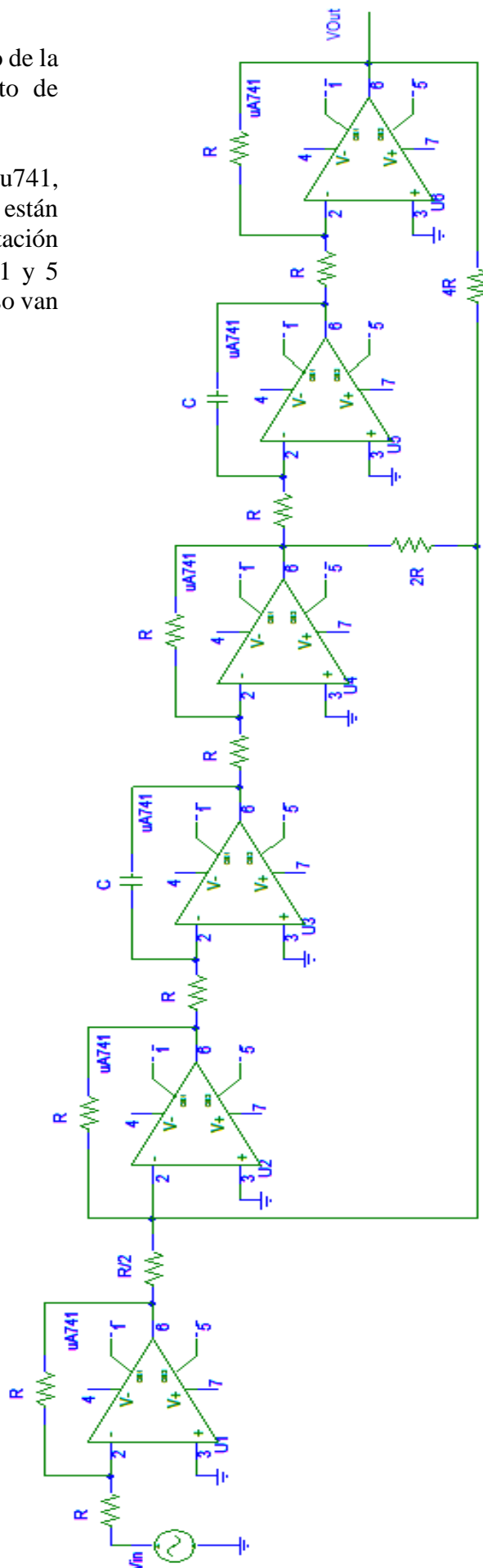


Ayuda: desprecie corrientes de base de los transistores y determine primero la tensión de los emisores de Q_1 y Q_2 en función de E_{IN} y E_{REF} .

Problema N° 9

Determine la transferencia del circuito de la siguiente figura. Emplee el concepto de tierra virtual.

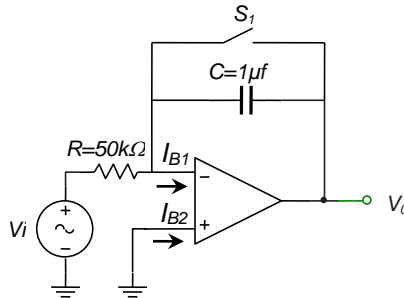
Observación: Todos los AO son u741, suponga que los pines 4 y 7 están conectados a la alimentación correspondiente ($\pm V_{cc}$). Los pines 1 y 5 son para compensar el AO, en este caso van sin conexión (NC).



Problema N° 10

En el integrador de la figura las corrientes de polarización son $I_{B1} = I_{B2} = 0.1 \mu\text{A}$.

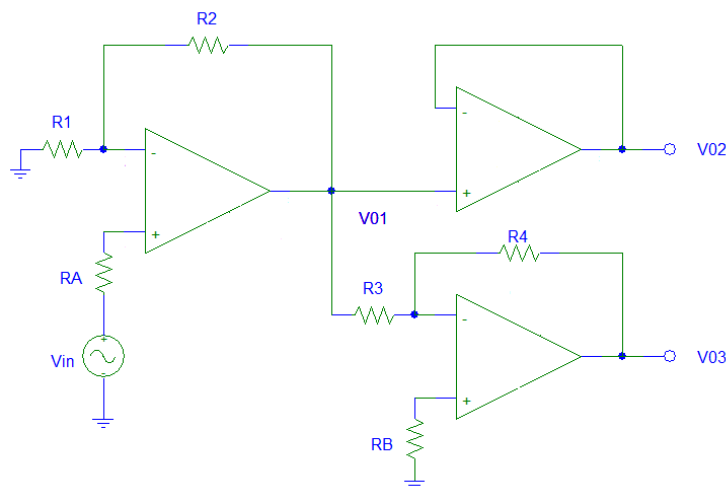
- Dibuje el modelo de un A.O. incluyendo las corrientes de base.
- Suponiendo que la llave S se abre en $t = 0$, encuentre una expresión para la tensión de salida en función del tiempo para $v_i = 0$.
- Repita los cálculos suponiendo que se agrega una R de valor $50\text{k}\Omega$ en la entrada no inversora. ¿Usted cree que sirve para algo dicho agregado en este circuito?

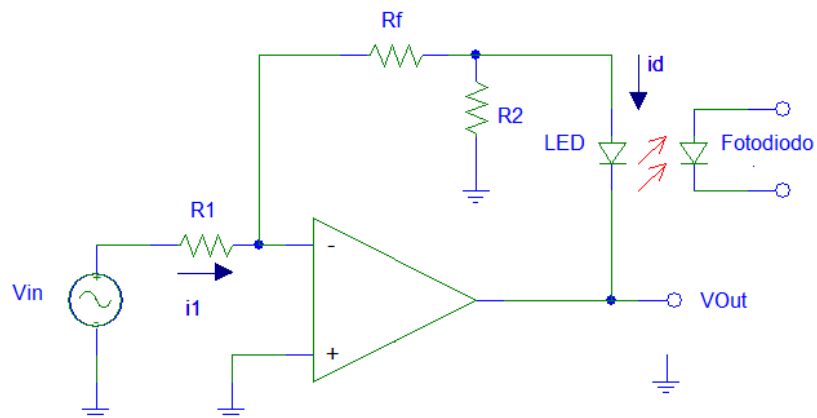
**Problema N° 11**

Para el circuito de la figura, los AO son ideales excepto que cada uno tiene una corriente de polarización $I_{B1} = I_{B2} = I_B = 10 \mu\text{A}$.

- Calcule las tensiones de salida de cada AO (V_{O1} , V_{O2} y V_{O3}) en función de la entrada V_i .
- Para $V_i = 0$ y $R_A = R_B = 0 \text{ k}\Omega$, determine los valores de V_{O1} , V_{O2} y V_{O3} debido a las corrientes de polarización.
- Determine valores de R_A y R_B adecuados para compensar el efecto de I_{B1} , I_{B2} .
- Si $I_B = 10 \mu\text{A}$ e $I_{OS} = 2 \mu\text{A}$, determine los valores de V_{O1} , V_{O2} y V_{O3} utilizando los resultados obtenidos en c).

Datos: $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 50 \text{ k}\Omega$, $R_3 = R_4 = 20 \text{ k}\Omega$.



Problema N° 12

Para el circuito de la figura:

- Determine la Ganancia i_d/i_1 .
- Diseñe para $i_1=1\text{mA}$ e $i_d=12\text{ mA}$ con $V_{in} = 5\text{V}$.
- Determine V_{Out} si el forward voltaje del LED es $V_\gamma = 1.6\text{V}$.