

1. Medición corriente de bias y tensión de offset

1.1. Introducción

Las corrientes de **bias** son las corrientes de polarización de la electrónica dentro de los amplificadores operacionales, en el informe se analizará 2 operacionales, uno con corrientes de bias atribuidas a la corriente de base de un par diferencial de bjt a la entrada del mismo y otro implementado con jfet que si bien teoricamente no debería tener corriente de gate realmente la tiene. La tensión de offset es la diferencia de potencial que se encuentra a la salida del operacional teniendo una tensión nula a la entrada. Otra corriente de interés es la Corriente de offset. Con el modelo del Op Amp que tiene en cuenta estos fenómenos se puede definir.

$$I_{offSet} = |I_b^+ - I_b^-| \text{ y } I_{Bias} = \frac{I_b^{++} - I_b^+}{2}$$

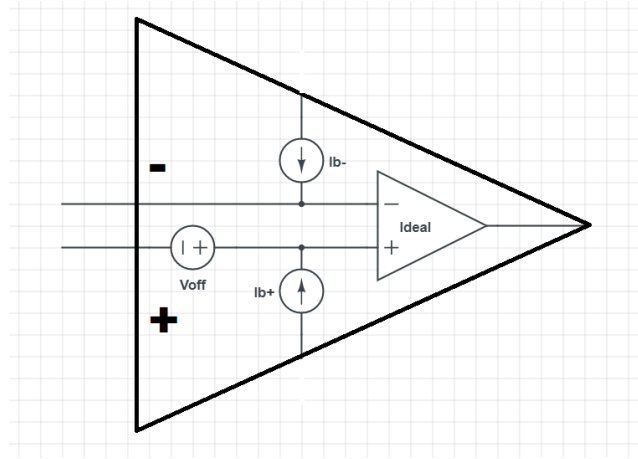


Figura 1: Modelo OpAmp con corriente de bias y tensión de offset.

Se proporcionó el siguiente circuito para medir las corrientes de bias y la tensión de offset.

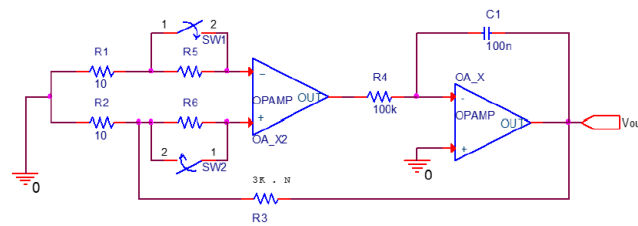


Figura 2: Circuito de medición.

1.2. Estabilidad

Se analizó cada modulo del circuito por separado realizando el diagrama de flujo de señal para el analisis de estabilidad.

Se comenzó por la segunda parte dado que es necesario un resultado de esta parte para realizar la primera

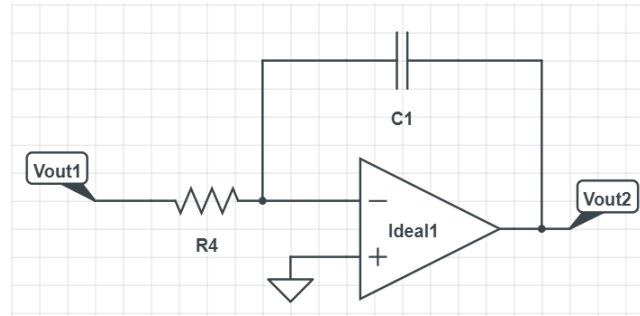


Figura 3: Segunda Etapa.

La corriente circulara a travez de la resistencia y el capacitor.

$$\frac{V_{out1} - V^-}{R_4} = (V^- - V_{out2}) \cdot sc$$

Despejando para V^- se llega a:

$$V^- = V_{out1} \cdot \frac{1}{scR_4 + 1} + V_{out2} \cdot \frac{scR_4}{scR_4 + 1}$$

y utilizando la ecuación del OpAmp:

$$V_{out2} = A_0 \cdot (-V^-)$$

Se llega al siguiente diagrama

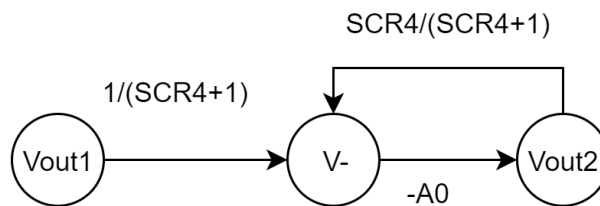


Figura 4: Diagrama de flujo de señal de la segunda etapa.

De aqui se puede apreciar que el circuito es estable dado a que la realimentacion es negativa y por lo tanto estable, si se invitiese la entrada, el circuito pasaria a ser inestable

Luego analizando la primer etapa

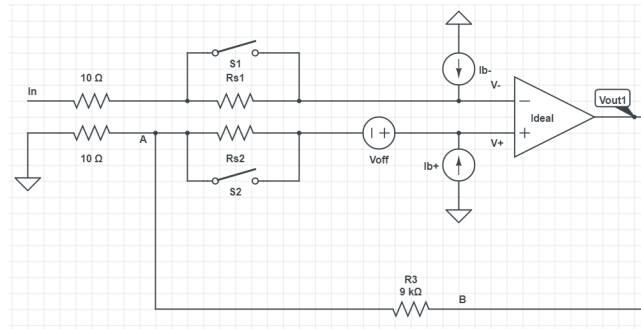


Figura 5: Primer Etapa.

Sabiendo que la tensión en B sera el resultado de la configuración inversora de la segunda etapa.

$$V_{out1} = A_0 \cdot (V^+ - V^-)$$

$$V^+ = V_{out1} \cdot \frac{-1}{SC R_4} \cdot \frac{10}{10 + R_3}$$

$$V^- = V_{+in}$$

Se obtiene el diagrama de flujo de señal:

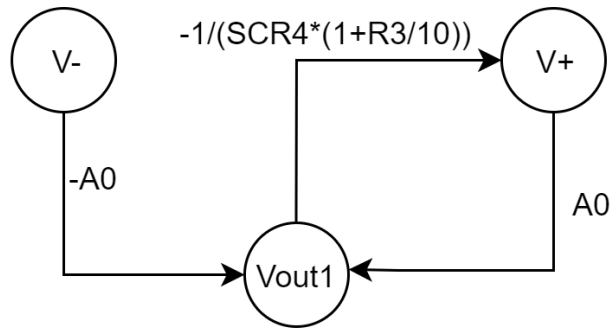


Figura 6: Diagrama de flujo de señal de la primer etapa.

El cual tambien se puede notar que es estable dado a la realimentacion negativa, en caso de permutar las entradas cambiarian los signos de los lazos y seria inestable. Finalmente si se invierten las entradas de ambas etapas en simultaneo tambien sera inestable dado que la primer etapa todavia estará con una realimentacion positiva.

A modo de conclusión se llega a que el la única configuración estable es la original, dado que la permutacion de las entradas lleva a situaciones inestables por la realimentacion positiva.

1.3. Deducción de expresiones para medir.

Teniendo en cuenta el circuito entero de medicion, las corrientes de bias y la tension de offset se lo puede modelar de la siguiente manera

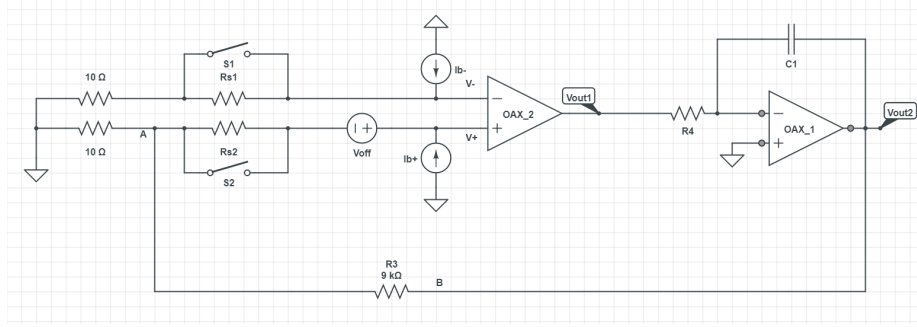


Figura 7: Circuito de medición.

El Opamp a medir será el OAX-2

$$V_{out1} = A_0 \cdot (V^+ - V^-)$$

Dado a que la corriente de bias es unicamente continua para la segunda etapa el opamp es como si estuviese a laso abierto

$$V_{out2} = A_0 \cdot V_{out1}$$

$$V^- = I_b^- \cdot (R_{s2} + 10)$$

$$V^+ = I_b^+ \cdot R_{s1} + V_A + V_{off}$$

$$V_A = V_{out2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{10}{R_3}}$$

Despejando para V_{out2} se llega a:

$$V_{out2} = A_0^2 \cdot \frac{I_b^+ R_{s1} - I_b^- \cdot (R_{s2} + 10) + V_{off}}{1 - A_0^2 \cdot \frac{1}{1 + \frac{10}{R_3}}}$$

$$\lim_{A_0 \rightarrow \infty} A_0^2 \cdot \frac{I_b^+ R_{s1} - I_b^- \cdot (R_{s2} + 10) + V_{off}}{1 - A_0^2 \cdot \frac{1}{1 + \frac{10}{R_3}}} = -(I_b^+ R_{s1} - I_b^- \cdot (R_{s2} + 10) + V_{off}) \cdot \frac{1}{1 + \frac{10}{R_3}}$$

Luego cambiando de posicion la llave se va apoder medirlos diferentes observables de interes del circuito.

La V_{off} se medirá poniendo en corto R_{s1} y R_{s2} y se despreciará la caída sobre el resistor de 10ω dado a su pequeño valor y que la corriente de bias tambien es muy pequeña.

$$V_{off} = V_{out2} \cdot \frac{10}{10 + R_3}$$

Ahora que se tiene un valor de V_{off} se puede poner en corto S1 ó S2 arbitrariamente y se conseguirá una expresión para I_b^+ o I_b^- en función de V_{off} y V_{out2} . Se tuvo en cuenta elegir un valor de resistencia alto para R_{s1} y R_{s2} talque sea mas apreciable la caída de potencial sobre ellas; se eligió 1 Mega.

$$I_b^+ = \frac{V_{out2} \cdot \frac{10}{10+R_3} - V_{off}}{R_{s1}}$$

Para esta expresión se desprecia el valor de I_b^-

$$I_b^- = \frac{V_{out2} \cdot \frac{10}{10+R_3} - V_{off}}{R_{s2}+10}$$

1.4. Ruido Ambiente.

La segunda etapa si bien está a laso abierto para las corrientes de bias dado que es de continua se comporta como un filtro para el ruido ambiente que se encuentra a 50Hz, con los valores actuales de resistencia y capacitor atenuará $\approx 0.45\text{dB}$, aumentando el valor del capacitor a $1\mu\text{F}$ sera de $\approx 20\text{dB}$. Un problema que se presentaria aplicando un capacitor demasiado chico es que el ruido haría mucho mas difícil las mediciones.

1.5. Resultados.

1.5.1. Mediciones

Se midio el circuito utilizando osciloscopio y un multmetro de banco obteniendo la siguiente tabla.

LF356	I_b^+	I_b^-	V_{off}	I_{bias}	I_{off}
Osciloscopio					
Multmetro de banco					
Fabricante	-	-	10mV	200pA	50pA

TL081	I_b^+	I_b^-	V_{off}	I_{bias}	I_{off}
Osciloscopio					
Multmetro de banco					
Fabricante	-	-	10mV	400pA	100pA

1.5.2. Analisis de resultados.

Esto se va a poner feo

1.6. Compensacion de tension de offset y corrientes de bias.

1.6.1. Compensación Bias

Para la compensacion de corriente de bias lo que se desea es hacer que la diferencia entre I_b^+ y I_b^- sea ≈ 0 Un ejemplo de esto es tomar un Op Amp en configuración inversora de las siguientes características:

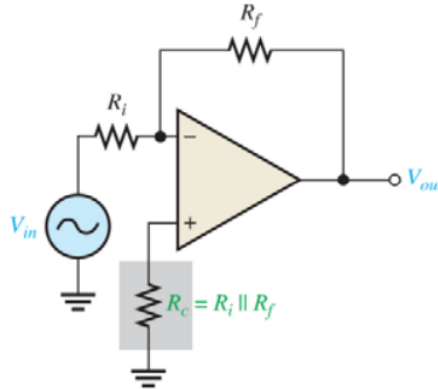


Figura 8: Circuito inversor para la compensación de BIAS.

Asumiendo ya compensada la tensión de offset se procede a la deducción de el valor de R_c para minimizar las corrientes de bias.

$$V_{out} = A_0 \cdot (V^+ - V^-)$$

$$V^+ = -I_b^+ \cdot R_c$$

$$\frac{V_{in} - V^-}{R_i} = \frac{V^- - V_{out}}{R_f} - I_b^-$$

Despejando para V_{out} queda:

$$V_{out} = V_{in} \cdot -\frac{R_f}{R_i} + I_b^+ R_f - I_b^- R_c \cdot \frac{R_i + R_f}{R_i R_f} \cdot R_f$$

Teniendo un valor de $R_c = R_i // R_f$ se deberían anular o atenuar significativamente las corrientes de bias.

1.6.2. Compensación Tensión de Offset

Para la compensación de la tensión de offset hay varias alternativas. En el caso de los Opamps que fueron usados en este informe cuentan con unos pines para configurar la tensión de offset(1 y 5), la forma que se va a desarrollar es un circuito externo que funcione en configuración inversora. El circuito a implementar es el siguiente:

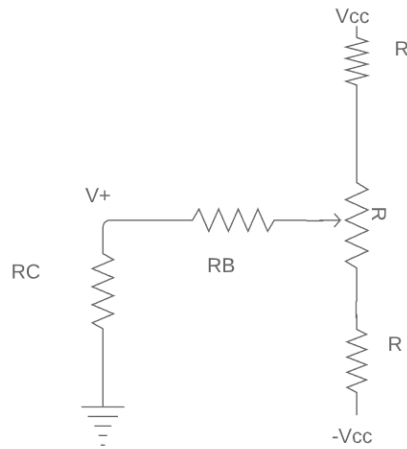


Figura 9: Circuito para la compensacion de Tension de Offset.

El potenciómetro será utilizado para variar la tensión que se le agrega a V^+ a través del divisor resistivo conformado por R_C y R_B donde R_C podría ser una resistencia para compensar el BIAS. R_B debe ser un valor por lo menos 10 veces superior a R_C dado que la tensión que se quiere corregir es pequeña. el propósito de las 2 resistencias 'R' es aumentar la sensibilidad para elegir la tensión. El valor del potenciómetro debería ser un orden de magnitud menor que R_B