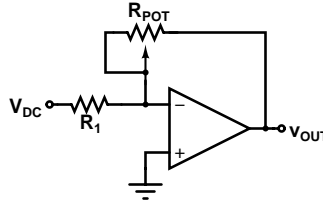


- (20 puntos) En el siguiente circuito el potenciómetro R_{POT} es usado como un sensor de desplazamiento para medir el movimiento de una plataforma. La resistencia del potenciómetro cambia linealmente de 0Ω a $1k\Omega$ cuando la plataforma se mueve de 0 a $10cm$. Determine valores de V_{DC} y R_1 para obtener una salida lineal de entre 0 y $10V$ en v_{OUT} .

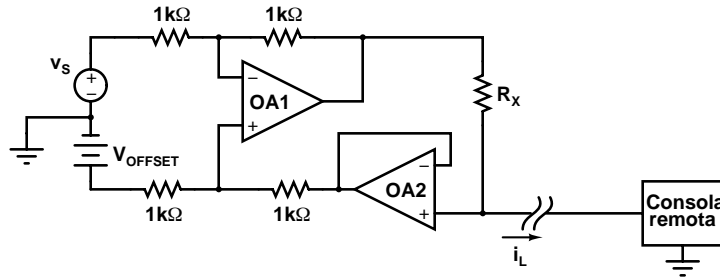


Respuesta: Cuando la posición es $0cm$, la ganancia es cero y $v_{OUT} = 0V$ como se desea. Cuando la posición es $10cm$,

$$v_{OUT} = -\frac{R_{POT}}{R_1} \times V_{DC} = -\frac{1k\Omega}{R_1} \times V_{DC} = 10V$$

Todos los valores de R_1 y V_{DC} que satisfacen esta ecuación son aceptables. Por ejemplo, $R_1 = 100\Omega$ y $V_{DC} = -1V$ son valores apropiados.

- (25 puntos) Se desea usar el siguiente circuito para enviar la señal v_S a una consola remota como una corriente i_L que varía de 4 a $20mA$. Determine valores apropiados para V_{OFFSET} y R_X si v_S varía de 0 a $4V$.



Respuesta:

$$v_{OA2} = v_{OA1} - i_L R_X$$

Aplicando superposición con $v_S = 0$,

$$\begin{aligned} v_+ &= V_{OFFSET} + \frac{v_{OA2} - V_{OFFSET}}{2} \\ &= \frac{1}{2}V_{OFFSET} + \frac{1}{2}v_{OA2} \\ v_{OA1} &= 2v_+ = V_{OFFSET} + v_{OA2} \end{aligned}$$

Con $V_{OFFSET} = 0$,

$$v_{OA1} = -v_S$$

Combinando los dos resultados,

$$\begin{aligned} v_{OA1} &= V_{OFFSET} - v_S + v_{OA2} \\ &= V_{OFFSET} - v_S + v_{OA1} - i_L R_X \end{aligned}$$

De donde concluimos que

$$i_L = \frac{V_{OFFSET} - v_S}{R_X}$$

Cuando $v_S = 0V$,

$$i_L = 20mA = \frac{V_{OFFSET}}{R_X}$$

mientras que si $v_S = 4V$,

$$i_L = 4mA = \frac{V_{OFFSET} - 4}{R_X}$$

Si dividimos la primera entre la segunda obtenemos que

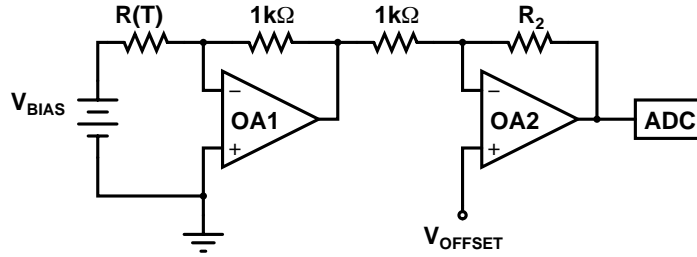
$$\frac{V_{OFFSET}}{V_{OFFSET} - 4} = \frac{20}{4} = 5 \rightarrow \boxed{V_{OFFSET} = 5V}$$

$$R_X = \frac{V_{OFFSET}}{20mA} = \frac{5V}{20mA} \rightarrow \boxed{R_X = 250\Omega}$$

3. (25 puntos) El siguiente circuito es usado para conectar un detector de temperatura de Platino (*Platinum resistance temperature detector*, o RTD) a un convertidor analógico-digital de 8 bits, representado por el bloque ADC. La resistencia del RTD esta dada por

$$R(T) = R_O \times (1 + \alpha T)$$

donde $\alpha = 0.00392/^\circ C$ y $R_O = 100\Omega$ a $0^\circ C$. El sensor tiene un factor de auto-calentamiento de $0.1^\circ C/mW$. Se desea que el instrumento mida temperaturas de $0^\circ C$ a $100^\circ C$ con la resolución máxima permitida por el ADC; o sea el error debe ser menor a $\pm \frac{1}{2}$ bit.



Determine valores apropiados para V_{BIAS} , V_{OFFSET} y R_2 si el ADC acepta voltajes de entrada de $0V$ a $+5V$.

Respuesta: El error en temperatura debe ser menor a

$$e_T \leq \frac{1}{2} \frac{100^\circ C}{2^8} \approx 0.195^\circ C$$

así que, si P_s representa la potencia disipada en el sensor,

$$P_s \times 0.1^\circ C/mW \leq 0.195^\circ C \rightarrow P_s = \frac{V_{BIAS}^2}{R(T)} \leq 1.95mW$$

La $R(T)$ mínima es 100Ω y

$$V_{BIAS}^2 \leq 1.95mW \times 100\Omega = 0.195V^2 \rightarrow V_{BIAS} \leq 0.442V$$

Si usamos $V_{BIAS} = 0.4V$, a $0^\circ C$,

$$v_{OA1} = 0.4V \times -\frac{1k\Omega}{100\Omega} = -4V$$

a $100^\circ C$, $R(100^\circ C) = 100\Omega(1 + 0.00392 \times 100^\circ C) = 139.2\Omega$ y

$$v_{OA1} = 0.4V \times -\frac{1k\Omega}{139.2\Omega} = -2.874V$$

La ganancia de la segunda etapa debe ser

$$A_2 = \frac{\Delta v_{out}}{\Delta v_{in}} = \frac{5V - 0V}{-4V - (-2.874V)} = -4.44V/V$$

así que $\boxed{R_2 = 4440\Omega}$.

Con $V_{OFFSET} = 0V$, el voltaje promedio en la entrada del ADC seria $-4.44 \times \frac{-4V + -2.874V}{2} = 15.26$.
Observando que V_{OFFSET} es amplificado por una ganancia igual a 5.44,

$$V_{OFFSET} = \frac{-15.26}{5.44} \rightarrow \boxed{V_{OFFSET} = -2.8V}$$