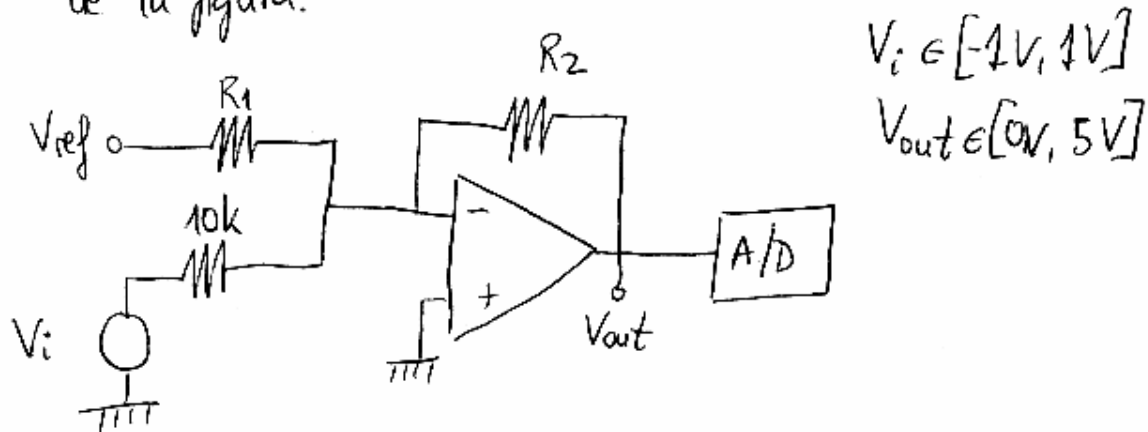


1.

a) Calcular los valores necesarios de R_1 y R_2 y elegir el valor adecuado de V_{ref} para poder convertir V_i con el circuito de la figura.



Primero de todo, calcularemos V_{out} . Tenemos un sumador inversor; si resolvemos por superposición (tenemos en cada caso un inversor), obtenemos:

$$V_{out}(V_i) = -\frac{R_2}{10k} V_i - \frac{R_2}{R_1} V_{ref}$$

La función $V_{out}(V_i)$ es estrictamente decreciente, independientemente del valor de V_{ref} , ya que el coeficiente de V_i es negativo.

Por tanto, $V_{out}(-1V) > V_{out}(+1V)$, así que haremos la correspondencia de rango como sigue:

$$V_{out}(-1V) = 5V \iff \frac{R_2}{10k} - \frac{R_2}{R_1} V_{ref} = 5V \quad (1)$$

$$V_{out}(+1V) = 0V \iff +\frac{R_2}{10k} + \frac{R_2}{R_1} V_{ref} = 0, \frac{1}{10k} = -\frac{1}{R_1} V_{ref}$$

$$V_{ref} = -\frac{R_1}{10k}$$

Está claro que V_{ref} debe ser negativo, por lo que elegiremos el valor de $-12V$.

$$V_{ref} = -12V \Rightarrow R_1 = -V_{ref} \cdot 10k = 12V \cdot 10k = 120k = R_1$$

De (1) despejamos R_2 :

$$R_2 \left(\frac{1}{10k} - \frac{V_{ref}}{R_1} \right) = 5V; \quad R_2 \left(\frac{R_1 - 10k V_{ref}}{10k R_1} \right) = 5;$$

$$R_2 = \frac{5 \cdot 10k \cdot R_1}{R_1 - 10k \cdot V_{ref}} = \frac{5 \cdot 10k \cdot 120k}{120k + 10k \cdot 12} = \frac{50k \cdot 120k}{2 \cdot 120k};$$

$$R_2 = 25k\Omega$$

b) Calcular el n de bits necesarios en el conversor A/D para poder apreciar cambios de $10mV$ en la señal V_i .

Vamos a calcular qué fracción de la variación máxima permitida ($2V$) suponen variaciones de $10mV$.

$$\frac{10mV}{2V} = 5 \cdot 10^{-3} \approx 0.5\%. \text{ Por tanto, variaciones del } 0.5\%$$

en V_i se traducirán en variaciones del 0.5% en el rango

$[0V, +5V]$ que hay a la entrada del CAD.

$$\frac{0.5 \cdot 5V}{100} = 0.025V \text{ de variación a la entrada del CAD.}$$

Por tanto, si el CAD debe apreciar variaciones de $0.025V$ a su entrada,

esto sólo será posible si la precisión es mayor o igual a 0'025V; es decir, si el intervalo de voltaje que corresponde a una misma salida digital, es menor o igual a 0'025V.

$$\text{Resolución} = \frac{\text{Rango entrada}}{2^{n-\text{bits}}} = \frac{5V}{2^x} = \text{longitud intervalo.}$$

$$\frac{5V}{2^x} \leq 0'025 \iff 2^x \geq \frac{5}{0'025} \iff 2^x \geq 200 \iff$$

$\iff \boxed{x \geq 8}$ Por tanto, el CAD debe tener al menos 8 bits.