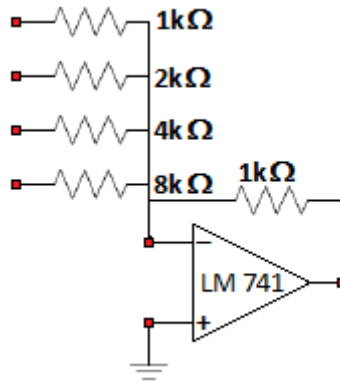


Electrónica

Convertidor Digital-Analógico

Problema 1.-Un circuito de control tiene una salida digital de 4 bits, cada una de 0V para 0-lógico y 5V para 1-lógico. Se requiere conectar esta salida a un actuador con entrada de 4-20mA. Diseñar un circuito DAC para este acoplamiento. En tu diseño 4mA debe corresponder a “0000” y 20mA a “1111”

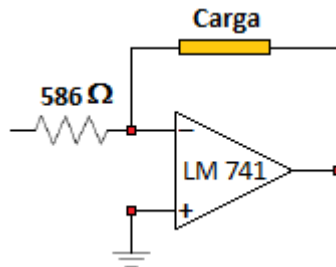
Solución: Hay varias formas de resolver este problema. Si construimos un convertidor digital-análogo de 4 bits podemos regular un voltaje de salida de la siguiente manera:



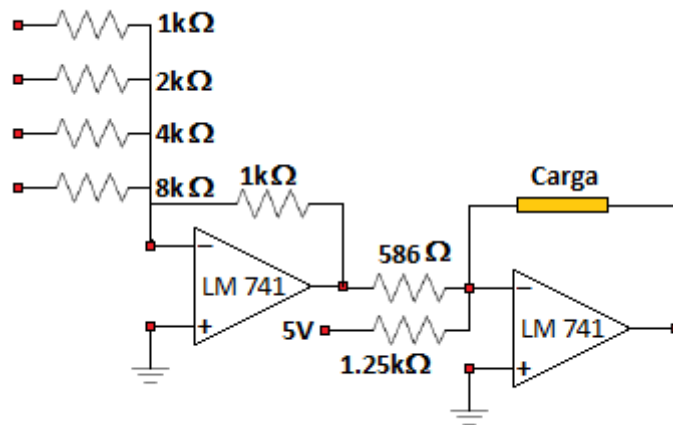
La salida en voltaje irá de un mínimo de cero a un máximo de

$$V_{1111} = 5 \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \right) = -9.375V$$

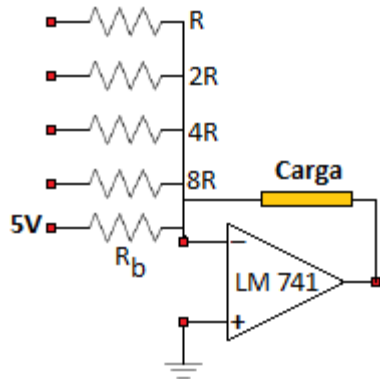
Para convertir este voltaje en un rango de 16mA lo debemos dividir por una resistencia de valor $R = \frac{9.375V}{16mA} = 586\Omega$ que se puede realizar con un opamp como se indica a continuación.



Para conseguir los 4mA de offset podemos añadir una fuente fija con una resistencia, por ejemplo, 5V y 1.25kohm, dándonos el circuito final mostrado:



Otra posibilidad, más simple, es convertir las señales de 5V directamente a corriente con este esquema:



Para conseguir los 4mA en 0000 tenemos $R_b = \frac{5V}{4mA} = 1.25k\Omega$

Y para regular hasta 20mA (es decir 16mA más) cuando las cuatro entradas estén en 5V o 1111 tenemos:

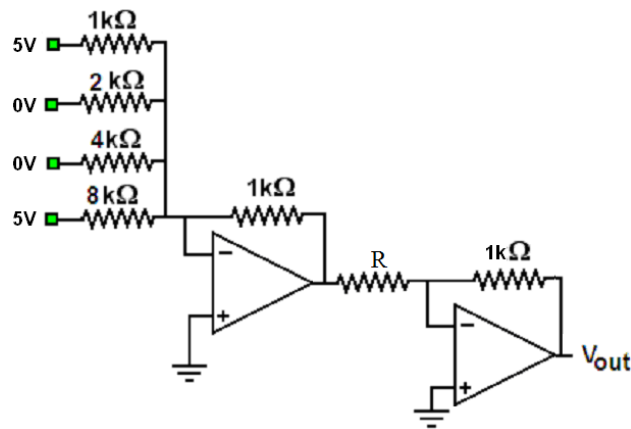
$$16mA = \frac{5V}{R} + \frac{5V}{2R} + \frac{5V}{4R} + \frac{5V}{8R} \rightarrow R = 586\Omega$$

Problema 2.- Diseñar un convertidor digital-análogo de 5 bits. Las señales digitales son de voltaje 0-lógico=0V y 1-lógico=5V. La salida análoga debe ser de 0V para una entrada 00000 y de 10V correspondiente a una entrada 11111. No cargar las señales digitales.

Problema 3.- Diseñar un convertidor digital-análogo con 4 entradas de 0V (0 lógico)-5V (1 lógico) y salida de 0 a 10V (0000 a 1111).
¿Cuál será la salida con una entrada de 1001?

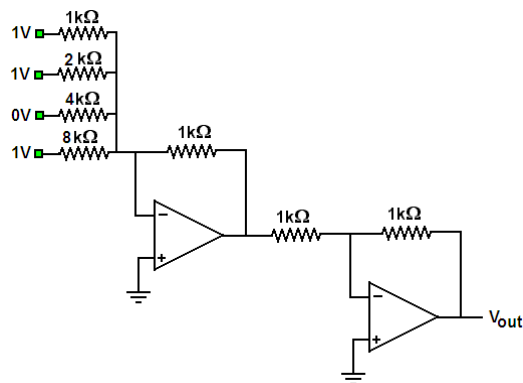
Solución: En el diseño mostrado debajo resuelve el problema de conversión digital-análoga, pero para obtener 10V cuando la entrada es 1111 tenemos que:

$$10V = \left(5V + \frac{5V}{2} + \frac{5V}{4} + \frac{5V}{8} \right) \frac{1k\Omega}{R} \rightarrow R = 938\Omega$$



En la situación de 1001 la salida será $\left(5V + \frac{5V}{8} \right) \frac{1k\Omega}{938\Omega} = 6V$

Problema 4.- Encontrar el voltaje de salida del siguiente DAC de 4 bits.



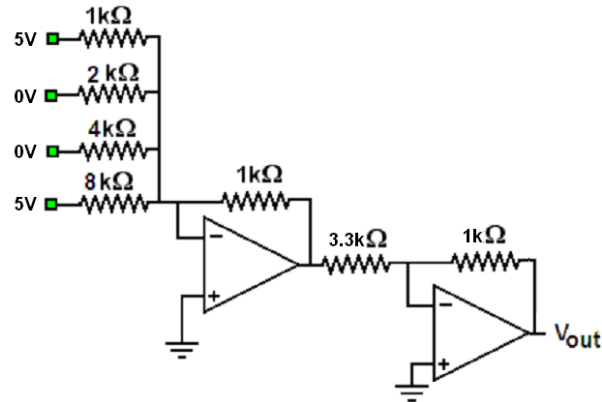
Solución: Notar que el segundo opamp con su resistencia de realimentación se comporta como un inversor.

El primer opamp en cambio es un amplificador sumador, cuya salida está dada por la ecuación:

$$V_{OUT1} = -\frac{1V(1k\Omega)}{1k\Omega} - \frac{1V(1k\Omega)}{2k\Omega} - \frac{0V(1k\Omega)}{4k\Omega} - \frac{1V(1k\Omega)}{8k\Omega} = -1.625V$$

El segundo opamp invierte esta salida dando +1.625 V.

Problema 4a.- El siguiente es un DAC de 4 entradas. Calcular su salida en la situación mostrada.



Solución: Similar al problema anterior, la salida es:

$$Output = \left[-\left(\frac{5V}{1k\Omega} + \frac{0V}{2k\Omega} + \frac{0V}{4k\Omega} + \frac{5V}{8k\Omega} \right) \times 1k\Omega \right] \left(-\frac{1k\Omega}{3.3k\Omega} \right) = \mathbf{1.7V}$$