



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLAS DE HIDALGO
Facultad de Ingeniería Eléctrica**



Laboratorio de Instrumentación II

PRÁCTICA 7

“El Convertidor de Digital a Analógico”

Objetivo

Diseño e implementación de un convertidor de digital a analógico. Utilizar alguna de las técnicas de conversión basadas en la conversión por resistencias ponderadas o R-2R. Utilizar al menos 6 bits. Determinar experimentalmente la relación entrada/salida.

ANTECEDENTES

El Convertidor Digital-Analógico (DAC) es un circuito que transforma un dato digital a analógico, esto es, entran en él un cierto número de líneas binarias (4, 8, 10, 12, etc.) y entrega como salida un voltaje o una corriente proporcional al dato binario de entrada. En el ejemplo de la figura 1, donde se tiene un DAC de 4 bits, mismo que tiene 16 diferentes combinaciones de entrada y por lo tanto tendrá 16 diferentes voltajes de salida, incluido el cero.

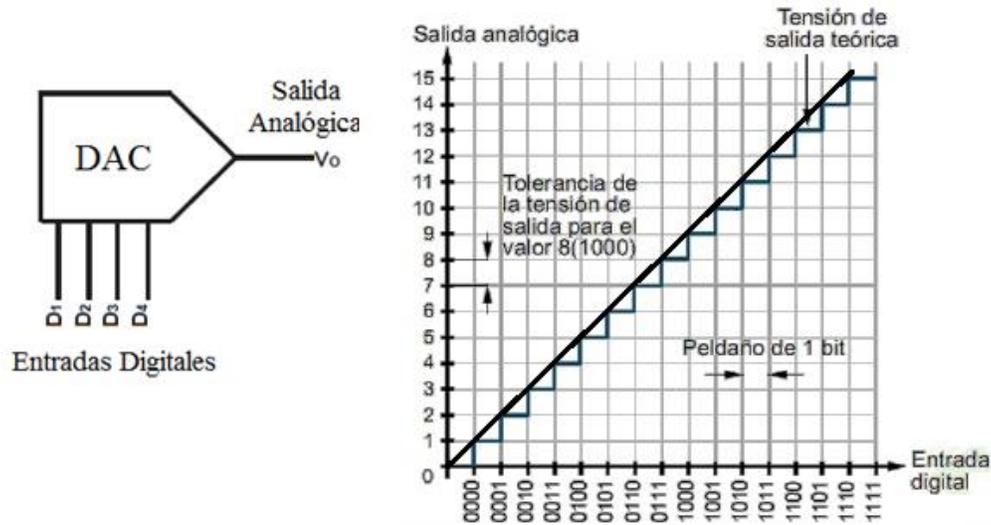


Figura 1 Símbolo esquemático del DAC y grafica entrada/salida

Características del DAC

Existen diversas características o parámetros relacionados con la arquitectura y condiciones de operación de un DAC que nos dan a conocer más explícitamente cada dispositivo:

- El número de niveles de salida (N) que puede tener un DAC está directamente relacionado con su número de entradas (n).

$$N = 2^n$$

- Resolución: es la razón de cambio en el voltaje de salida producido por un cambio del bit menos significativo en la entrada digital

$$\text{Resolución} = \frac{V_{oFS}}{N - 1}$$

Donde: V_{oFS} es el voltaje de salida a plena escala (cuando todas las entradas son 1)

- Otra forma de expresar la resolución es en base al factor de paso (step size): es el valor incremental más pequeño posible en el V_{oFS}

$$\text{factor de paso} = 1LSB = \frac{V_{oFS}}{N - 1}$$

- Precisión: La precisión está en función del error a plena escala y la no-linealidad.
 - Error a plena escala: es la máxima desviación en el valor ideal esperado en la salida.

- No-Linealidad: es la variación en el tamaño del paso de un bit a otro que produce una no-linealidad; por ejemplo, si el paso es de 20mV y la no-linealidad de ± 0.01 , el paso puede tener una desviación de hasta ± 0.2 mV.
- Tiempo de establecimiento: Es el tiempo que transcurre desde que las entradas cambian de cero a unos, hasta que el V_0 se estabiliza en $V_0 \pm 12 /LSB$. Si se tiene rebote entonces el DAC está subamortiguado. Ligado al tiempo de establecimiento se encuentra el hecho de que si la salida cambia drásticamente y el DAC es lento, el V_0 puede presentar un pico de importante amplitud y corta duración (glitch).
- Voltaje de offset: Es el voltaje en la salida cuando todas las entradas están en cero.

DAC con red R-2R

Cuando se busca construir un DAC que tenga mayores ventajas en cuanto a la facilidad para conseguir sus componentes y que presente la misma resistencia en cada entrada, se prefiere utilizar una red R-2R. Aunque este DAC tiene los mismos inconvenientes que el sumador en lo referente a precisión, es uno de los circuitos discretos preferidos por los diseñadores en aplicaciones de bajo desempeño se eleva altamente para 8 o más entradas. Su Diagrama se muestra en la Figura 2.

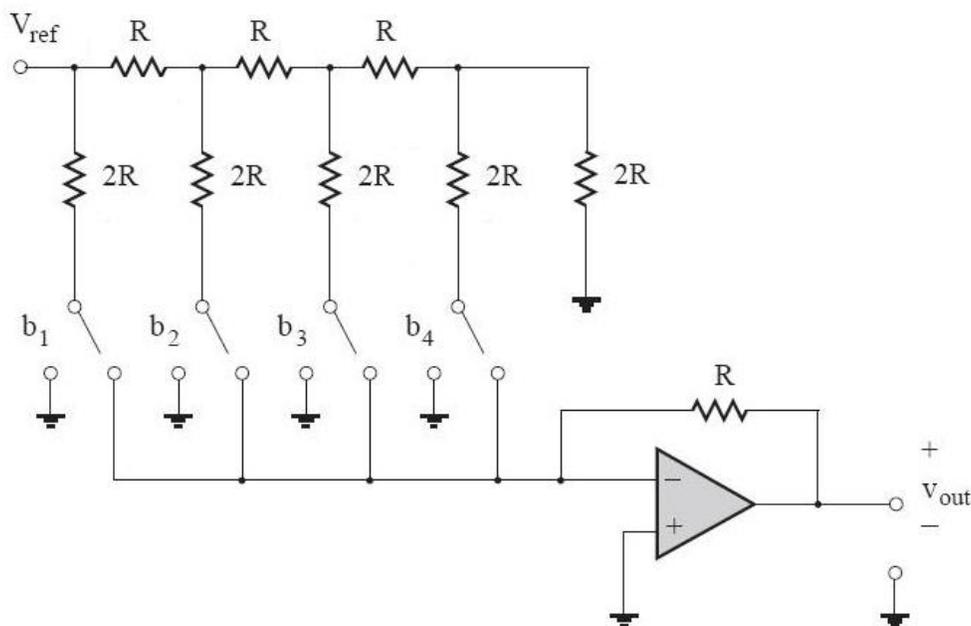


Figura 2 Diagrama esquemático de una red R-2R con amplificador inversor

Y su ecuación de salida es la siguiente:

$$V_o = -I_{sal} \cdot R_f$$

y

$$I_{sal} = \text{resolución} \times D$$

donde

D= El valor en decimal de la salida digital

por tanto

$$V_o = -\text{resolución actual} \cdot R_f$$

y

$$\text{resolución actual} = I_o \cdot R_f$$

V_o se puede escribir como

$$V_o = -\text{resolución} \cdot D$$

Y en los términos del circuito

$$V_o = \left(\frac{V_{ref}}{R} \cdot \frac{R_f}{2^n} \right) \cdot D$$

DESARROLLO

- 1.- Diseñe un DAC de 6 bits con una red R-2R con ganancia unitaria. Utilizar resistencias del orden de decenas de K Ω .
- 2.- Implementar el circuito diseñado y llenar una tabla con todos los valores obtenidos. Tomar como ejemplo la siguiente tabla:

Entradas						Salida (volts)
b5	b4	b3	b2	b1	b0	
0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	1	
0	0	0	0	1	1	
1	0	0	0	0	0	
1	1	1	1	1	1	

- 3.- Proponer e implementar un circuito para que la salida de voltaje no sea negativa

Reportar

- Cálculos del diseño, resolución, factor de paso, ganancia

- Tabla de valores obtenidos
- Observaciones y problemas (en caso de haberlos tenido).
- Observaciones y conclusiones de forma individual.