

“Digital to Analog Converter (DAC)”

William Neris, Maite Orama

Universidad de Puerto Rico en Humacao

Dept. Física y Electrónica

Abstract:

En este laboratorio estaremos trabajando con un “Digital to Analog Converter”. Explicaremos como funciona la parte de conversión de Digital a Analógico. Finalmente veremos el concepto de “Ladder R-2R”.

I. Introducción:

Conectar circuitos digitales a sensores es sencillo, si estos intrínsecamente son digitales. Switches, Relay y Encoders son fácilmente interfazados con circuitos lógicos debido a su condición de apagado (0) y encendido (1). Cuando los aparatos análogos son los que se van a conectar, la interfase electrónica se vuelve mucho más compleja. Muchas variables físicas son de naturaleza analógica y pueden tomar cualquier valor dentro de un rango continuo de éstos. Como ejemplos de variables de este tipo se incluyen la temperatura, presión, intensidad luminosa, señales de audio, velocidad rotacional y velocidad de flujo entre otras. Por ejemplo, la salida de voltaje de un amplificador de audio hacia los altavoces. Este voltaje es una cantidad analógica porque cada uno de sus posibles valores produce una respuesta diferente en el altavoz, y por lo tanto su valor exacto si es significativo.

Una cantidad digital tiene un valor que se especifica por una de las posibilidades como un 0 o 1, ALTO o BAJO, falso o verdadero, y así sucesivamente. En la práctica una cantidad digital, como un voltaje, podría tener un valor dentro de cualquiera de los rangos especificados. Por ejemplo, para la lógica TTL, se sabe que: de 0.0 V a 0.8 V equivale a un 0 Lógico, de 2.0 V a 5.0 V equivale a un 1 Lógico. Ahora los valores exactos de los voltajes no son significativos, ya que los circuitos digitales responden de la misma

manera para todos los voltajes que se encuentran dentro de un rango dado. Por otra parte, los circuitos analógicos procesan las variables físicas no muy rápidamente, ya que manejan 10 posibles valores y los circuitos digitales procesan variables físicas o señales más rápidamente ya que tienen únicamente dos posibles valores, 0 y 1.

Es por ello que se crearon los convertidores analógico-digitales, para poder aumentar la velocidad del procesamiento de las señales, también se crearon convertidores digital-analógicos para mostrar el resultado de este proceso. Por lo tanto ambos convertidores sirven para acoplar los sistemas analógicos con los sistemas digitales y viceversa, es decir para que exista compatibilidad.⁽¹⁾

La figura 1 muestra el circuito básico para un DAC de 4 bits. Las entradas A, B, C y D son entradas binarias que se suponen tienen valores de 0V a 5V.

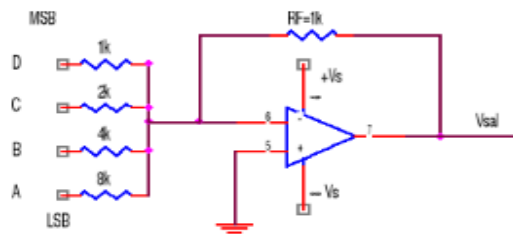


Fig 1. Circuito básico para un DAC

El Amplificador Operacional sirve como amplificador sumador, el cual produce la suma de los factores de ponderación de estos voltajes de entrada y como utiliza retroalimentación negativa el resultado es invertido. Debemos recordar que el Amplificador Sumador multiplica cada voltaje de entrada por la proporción de la resistencia de retroalimentación R_F a la resistencia de entrada correspondiente (R_{ent}). Tomemos el circuito de la figura 1 como ejemplo, en este circuito $R_F = 1k$, de manera que el Amplificador Sumador pasa el voltaje en D sin atenuación. La entrada C tiene $R_{ent} = 2k$, de manera que será atenuada en $1/2$, en forma analógica, la entrada B será atenuada en $1/4$ y la entrada A en $1/8$, por consiguiente, la salida del Amplificador se puede expresar como:

$$V_{sal} = - (VD + 1/2VC + 1/4VB + 1/8VA)$$

La salida del Amplificador Sumador evidentemente es un voltaje analógico que representa una suma de factores de ponderación de las entradas digitales, como lo muestra la tabla 1.

D	C	B	A	V_{sal}
0	0	0	0	0
0	0	0	1	-0.625 LSB
0	0	1	0	-1.250
0	0	1	1	-1.875
0	1	0	0	-2.500
0	1	0	1	-3.125
0	1	1	0	-3.750
0	1	1	1	-4.375
1	0	0	0	-5.000
1	0	0	1	-5.625
1	0	1	0	-6.250
1	0	1	1	-6.875
1	1	0	0	-7.500
1	1	0	1	-8.125
1	1	1	0	-8.750
1	1	1	1	-9.375 E. C.

Tabla 1. Voltaje de salida para cada caso del circuito de la figura 1.

II. Experimento:

1. El generador de señales es colocado en onda cuadrada de 5Vpp con estribo de +2.5 a 10 KHz.
2. Se conecta la salida a la entrada del reloj del 7493 el pin #14.
3. El circuito es ensamblado como lo muestra la figura 2.

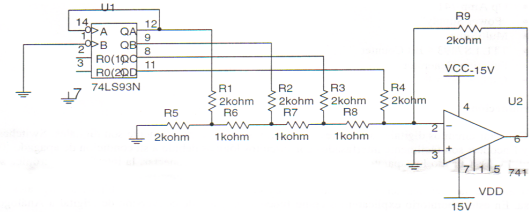


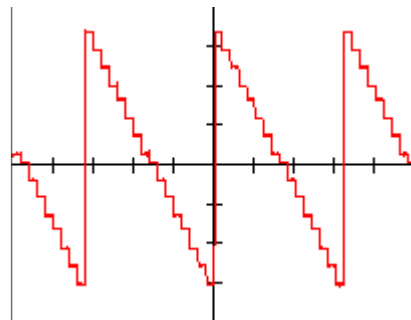
Figura 2: circuito montado

4. Las puntas de prueba son colocadas en la salida 6 del 741. Se adquiere la imagen en HPVEE.
5. Repetimos el procedimiento para tres bits.

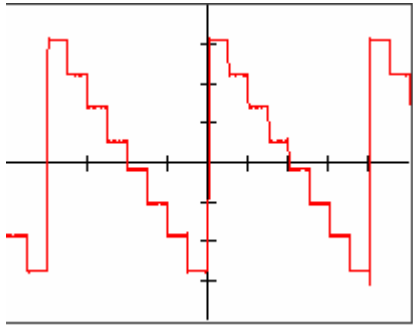
Los valores utilizados de resistencias fueron de 2 k y de 1k.

III. Análisis

Las graficas obtenidas con el circuito de cuatro bits es el siguiente si contamos los escalones creados nos daremos cuenta de que son 16. La diferencia de voltaje entre cada escalón es de: .375 V o 375 mV.



En esta otra grafica vemos lo obtenido con el circuito de tres bits en esta ocasión solo tenemos ocho escalones y la diferencia de voltaje en esta es de: .687 V o de 687 mV.



Si evaluamos la siguiente ecuación para ver cuales son los valores teóricos que se suponen nos dieran los resultados obtenemos lo siguiente:

$$V_o = -\frac{1}{2} \left(V_1 + \frac{V_2}{2} + \frac{V_3}{4} + \frac{V_4}{8} \right)$$

Si evaluamos para cuando V4 es 5 V obtenemos lo siguiente:

$$V_o = -\frac{1}{2} \left(0 + \frac{0}{2} + \frac{0}{4} + \frac{5}{8} \right)$$

El voltaje obtenido es:

$$.315 \text{ V o } 315 \text{ mV}$$

Cuando es de tres bits la ecuación cambia a la siguiente:

$$V_o = -\frac{1}{2} \left(V_1 + \frac{V_2}{2} + \frac{V_3}{4} \right)$$

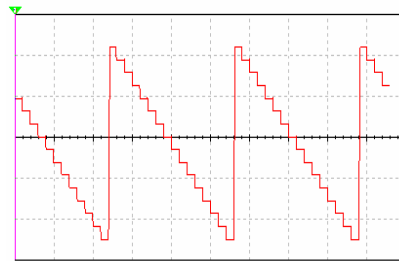
$$V_o = -\frac{1}{2} \left(0 + \frac{0}{2} + \frac{5}{4} \right)$$

El resultado para esta es de .625V o 625m V

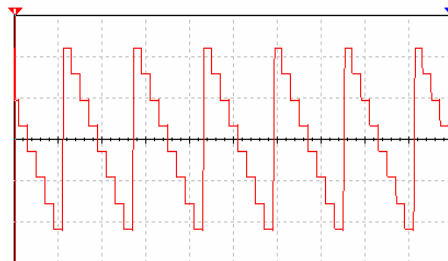
Nuestros valores fueron bien cercano a este la diferencia obtenida es debido a nuestro power supply que nos tira 6 voltios en vez de 5.

En el programa multisim simulamos ambos circuitos el de 4 y 3 bits los resultados obtenidos en el programa fueron los siguientes:

Para la de 4 bits es:



Mientras la de 3 bits es la siguiente:



Si comparamos la calculada en el laboratorio y la obtenida en multisim nos damos cuenta de que son Básicamente las mismas

IV. Conclusión

A pesar de que los resultados no fueron los esperados en este laboratorio vimos la diferencia entre 4 y 3 bits. Este tipo de laboratorio nos ayuda a entender

mucho más el funcionamiento de todos los equipos electrónicos.

V. Referencias

- (1) UNIDAD 5.-CONVERTIDORES
DIGITAL-ANALÓGICO (D/A)
http://pdf.rincondelvago.com/electronica-digital_10.html