**Instituto Politécnico Nacional**

**Escuela Superior de Cómputo**

Electrónica Analógica

***Práctica 9:*** *Convertidor Analógico Digital*

**Integrantes del equipo:**

Martínez Ortega Juan Yael

Rojas Alvarado Luis Enrique

Sampayo Hernández Mauro

**Grupo:** 2CM5

**Profesor:** *Oscar Carranza Castillo* **Fecha de entrega:** 28 de mayo de 2019

Práctica 9: Convertidor Analógico Digital

2CM5

ESCOM-IPN

*1. Introducción*

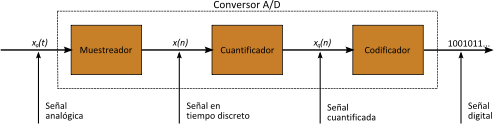
**1.1 Definición de un convertidor analógico digital**

Un conversor analógico digital (ADC por sus siglas en inglés) es un dispositivo electrónico capaz de convertir una señal analógica, ya sea de voltaje o de corriente, en una señal digital mediante un cuantificador y codificándose en muchos casos en un código binario en particular. El código generado representa de forma unívoca a todos los elementos.

En la cuantificación de la señal se produce pérdida de la información que no puede ser recuperada en el proceso inverso, es decir, en la conversión de señal digital a analógica y esto es debido a que se truncan los valores entre 2 niveles de cuantificación, mientras mayor cantidad de bits mayor resolución y por lo tanto menor información perdida.

**1.2 Fases de un ADC**

El proceso descrito anteriormente, se realiza en 3 fases, las cuales son ilustradas en la imagen siguiente:



**1.2.1 Muestreo y retención**

En esta etapa la señal analógica fa entra al ADC y se genera un proceso denominado muestreo, en el cual, la continuidad temporal de la señal (Es decir, su frecuencia) se divide en cuantos de tiempo para ser discretizados por el cuantificador, esta nueva frecuencia cuantizada es denominada frecuencia de muestreo y es generalmente identificada por fm; la determinación de la cantidad de cuantos a ser utilizados viene dada por el teorema de Nyquist, que establece que .

**1.2.2 Cuantificación**

Ya teniendo los puntos de muestreo de la señal, se procede a discretizar cada amplitud de esos puntos (es decir, el eje de las ordenadas) en 2n niveles; mientras más niveles se coloquen, mayor será la precisión de discretización para cada valor del muestreo, pero mayor cantidad de bits serán necesaria para poder representarla; por ejemplo, para 7 niveles, se necesitan 3 bits para representarlos, y para 31 niveles, se necesitan 5 bits para representar todos los niveles. De todos los bits, el bit menos significativo (LSB por sus siglas en inglés) es el más importante, dado a que él determinará la cantidad de voltaje necesaria para cada cambio entre niveles, y la manera en cómo se representarán los puntos tomados en el muestreo (Truncamiento). El LSB es calculado mediante la siguiente fórmula:

Donde el voltaje de referencia viene dado por el fabricante, y puede ser 3, 3.3 o 5 V, y n es la cantidad de niveles propuesta.

Posteriormente, se mapea cada voltaje analógico obtenido en el muestreo a un voltaje digital, mismo que será traducido en su equivalente en binario. Este proceso se realiza mediante la fórmula:

**1.3 Tipos de ADC comunes**

Los ADC son clasificados según la forma en como el cuantificador encuentra cada uno de los voltajes analógicos del muestreo para posteriormente ser cuantificados y codificados, y se tiene:

**1.3.1 ADC de rampa simple**

El ADC de rampa simple hace un barrido lineal por todos los valores de los niveles para encontrar y cuantificar cada muestra por cada ciclo de reloj, es decir, la cuantificación de cada muestra tiene un orden lineal. Este es el menos eficiente de todos dado a que la codificación total es costosa, y se debe cumplir que: , lo cual para casos prácticos generalmente no es posible.

**1.3.2 ADC de aproximaciones sucesivas.**

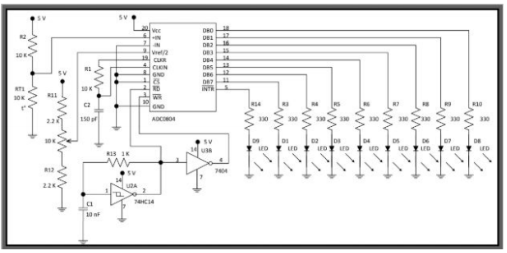
A diferencia del primero, la búsqueda del voltaje analógico por muestra en este caso inicia con cambios al MSB (Bit más significativo) para comparar si el valor es mayor o menor de la mitad del total de niveles, y así sucesivamente, haciendo que la cuantificación de cada muestra tenga un orden temporal de . Mucho más rápido que el ADC de rampa simple, lo cual hace que la frecuencia de reloj fCLK tenga que ser sólo mayor o igual a n\*fm.

**1.3.3 ADC Paralelo o flash**

Este hace uso de un arreglo de 2n amplificadores operacionales (donde n representa la cantidad de bits utilizados) en paralelo que reciben el voltaje analógico; después hay un circuito combinacional que traduce a un voltaje digital la salida de cada amplificador. Para cada muestra del total de muestro, el voltaje digital es encontrado al instante, sin embargo, por la cantidad de componentes necesarios para su construcción, es uno de los más caros.

*2. Desarrollo de la práctica.*

Se arma el siguiente circuito que permite convertir una señal analógica a digital por medio del método de aproximaciones sucesivas. Se alimenta el ADC con 5 V en la terminal 20 y GND en las terminales 1, 8, 7 y 10, y se alimenta al 7414 y el 7404 con el mismo voltaje en la terminal 14 y GND en la terminal 7. Se varía la temperatura del termistor y se mide el voltaje que se tiene en el pin 6 del ADC para 10 valores de temperaturas diferentes.



Así, se determinó que el LSB es de 0.35 V, lo cual significa que por cada 0.35 V hay variaciones en la salida.

Dado a errores en el circuito, no se pudo registrar los cambios en los LEDs de forma precisa, pero aquel que representaba el MSB siempre se mantuvo encendido.

*3. Cálculos y simulaciones*

Debido a errores en el circuito propuesto, no se pudieron realizar cálculos ni simulaciones.

*4. Cuestionario*

1. ¿Qué representa el LSB y el MSB?

R. El LSB representa la variación de voltaje necesaria para pasar de un nivel de cuantificación a otro, y el MSB representa, según su estado, la mitad y el tope superior del máximo de niveles presentes en la capa de cuantificación.

2. ¿Cuáles son los circuitos más indicados para establecer el voltaje de referencia en el ADC?

R. Los circuitos seguidores de voltaje.

3. Menciona 5 tipos diferentes de ADC

R. Conversor de rampa simple, de rampa doble, flash, conversor delta y conversor de aproximaciones sucesivas.

4. ¿Qué diferencia existe entre el ADC0801 y el ADC0804?

R. Los rangos de temperatura en los que pueden operar, el margen de error en cada uno, la impedancia de entrada y la corriente necesaria para su alimentación.

*5. Conclusiones*

**5.1 Martínez Ortega Juan Yael**

A través de la realización de esta práctica se pudo comprobar, al menos de forma práctica, el funcionamiento de los ADCs y la trascendencia del LSB y el MSB, además de poder digitalizar el voltaje entregado de una temperatura, lo cual tiene aplicaciones directas en dispositivos de uso doméstico.

**5.2 Sampayo Hernández Mauro**

No se pudo comprobar el funcionamiento apropiado del convertidor analógico a digital. Pero se pudo observar el comportamiento de los leds al ser reiniciada la fuente de voltaje, se reiniciaba la configuración del ADC cada vez.

Teóricamente, este convertidor puede resultar muy útil para el manejo de señales, especialmente si se le añaden filtros para asegurar la integridad de los resultados.

**5.3 Rojas Alvarado Luis Enrique**

Pudo observarse que en la cuantificación de la señal se produce pérdida de la información que no puede ser recuperada en el proceso inverso, es decir, en la conversión de señal digital a analógica y esto es debido a que se truncan los valores entre 2 niveles de cuantificación, mientras mayor cantidad de bits mayor resolución y por lo tanto menor información perdida.