

El ADC y el UART

J. Rodríguez Aparicio, K. Reyes Reyes

Departamento de ingeniería en sistemas computacionales, ESCOM IPN
chucho970407@gmail.com, kreyesr1300@alumno.ipn.mx

Resumen— A lo largo de este documento se describe la implementación de un programa para un microcontrolador, con el que se medirá un voltaje en valor digital y a dicho valor se le hará una conversión analógica digital, la cual se representará en un display de barras, de igual forma el valor de la conversión se mandará a un segundo microcontrolador, este tendrá un programa que mostrará el valor recibido en un display LCD de 16x2. Los microcontroladores para utilizar son dos PIC16F873.

Palabras Clave — Convertidor analógico-digital, Transmisor-Receptor Asíncrono Universal, display LCD, voltaje, PIC16F873.

Abstract— Throughout this document, the implementation of a program for a microcontroller is described, with which it will measure voltage in digital value and at said value an analog-digital conversion will be made, which will be represented on a bar display, in the same way the value of the conversion is sent to a second microcontroller, this will have a program that shows the value received on a 16x2 LCD display. The microcontrollers to use are two PIC16F873.

Keywords -- Analog-digital converter, Universal Asynchronous Transmitter-Receiver, LCD display, voltage, PIC16F873.

I. INTRODUCCIÓN

A. Convertidor Analógico-Digital

Un convertidor Analógico-Digital (ADC del inglés Analogic to Digiatl Converter) es un dispositivo electrónico, el cual tiene como objetivo el convertir una señal analógica, ya sea de tensión o de corriente, a una señal digital, como podemos ver en la figura 1, entra una señal analógica y salen muchas señales digitales. La señal digital es representada por un código binario, que es una combinación de bits 0 y 1.

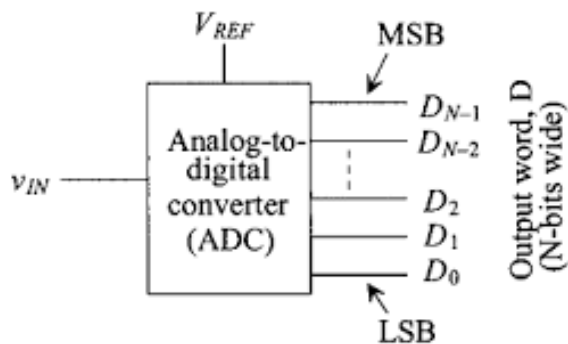


Figura 1.- Diagrama de ADC [3].

La relación entrada-salida de un ADC suele establecerse con la ayuda de un voltaje de referencia.

B. Comunicación en serie

Como su nombre indica, se trata de una comunicación en serie, es decir los datos son enviados uno tras otro (y no todo junto como lo hace la comunicación en paralelo) en la figura 2 se observa dicho comportamiento; sin embargo, se necesita de algún tipo de sincronización (reloj) para realizar una comunicación exitosa.

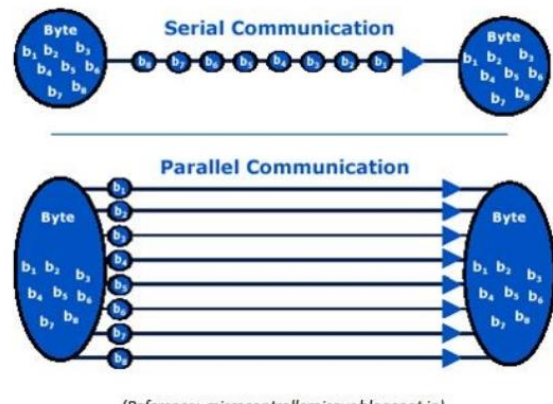


Figura 2.- Comunicación en serie y comunicación en paralelo [3].

Se debe tener muy claro que en la comunicación serial, la comunicación se realiza en serie mientras que el procesamiento de los datos es de manera paralela (en forma de registros).

C. Transmisor-Receptor Asíncrono Universal

El Transmisor-Receptor Asíncrono Universal (UART del inglés Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) es un dispositivo electrónico, cuyo objetivo principal es convertir los datos serie a paralelos cuando se trata de datos recibidos (de entrada) y de convertir datos paralelos a serie para transmisión (de salida).

En microcontrolador PIC16F873 tiene un UART con dos pines que serán, Tx y Rx, por los cuales se hará la transmisión. Estos pines se deben cruzar para comunicar dos dispositivos, es decir, el Tx del dispositivo 1 debe conectarse al Rx del dispositivo 2. El Tx del dispositivo 2 debe conectarse al Rx del dispositivo 1. Además, ambos dispositivos deben tener una tierra en común, como se muestra en la figura 3.

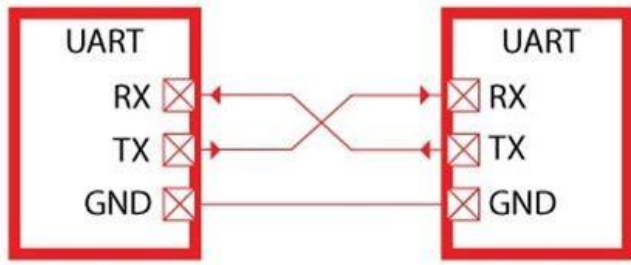


Figura 3.- Diagrama de transmisión con UART [3].

La sincronización en la transmisión de los datos se lleva a cabo colocando en primer lugar un bit de comienzo (start bit), después se envían los datos (data bits) usualmente entre 5 y 9 bits empezando siempre por el bit menos significativo, LSB, y por último, se envía un bit de parada (stop bit). Los UART's que trabajan con 8 bits añaden un bit de detección de error o bit de paridad. Esto se realiza secuencialmente hasta completar la transmisión.

II. METODOLOGÍA/DESARROLLO

A. Herramientas a utilizar

Para el desarrollo de la practica se utilizarán dos PIC16F873, un display LCD, y un teclado matricial. Los programas para los microcontroladores se realizarán en lenguaje C, para esto se hará uso del IDE MPLAB. Por último, se utilizó el programa Proteus para probar el funcionamiento del circuito final que se muestra en figura 4.

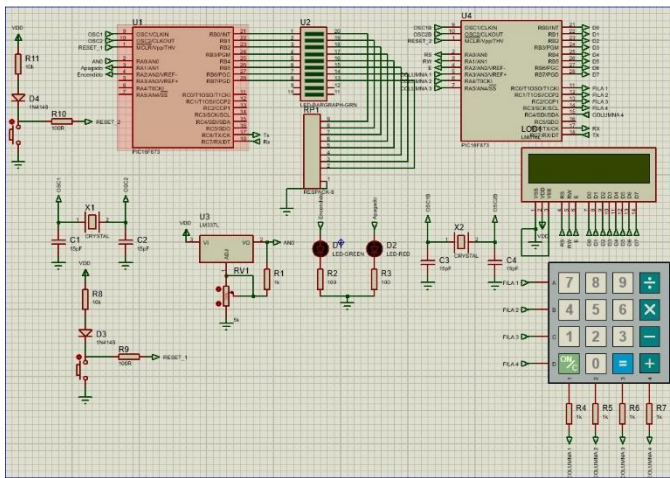


Figura 4.- Esquema del circuito.

B. Convertidor Analógico Digital

Lo primero que se hizo fue configurar el ADC en el primer PIC, para así poder utilizarlo, comenzando por los registros de control, con los cuales se configura el pin de la entrada analógica, y el canal 0 para la conversión digital. Así mismo hacemos las configuraciones pertinentes para las interrupciones, borrando el señalizador ADIF.

Se utilizó un voltaje de referencia positivo de 5V y negativo de 0V para un ADC de 8 bits, por lo que si hacemos la división del voltaje entre el total de bits tenemos que para cada bit necesitamos 625mV como se muestra en las siguientes ecuaciones.

$$\text{Voltaje por led} = \frac{\text{Voltaje de referencia}}{\text{Total de bits}} \quad (1)$$

$$\text{Voltaje por led} = \frac{5V}{8} \quad (2)$$

$$\text{Voltaje por led} = 625 \text{ mV} \quad (3)$$

Por lo que tenemos que los leds del display de barras se encenderán conforme a la tabla 1.

TABLA I
RELACIÓN DE VOLTAJE Y VALOR NUMÉRICO PARA EL ENCENDIDO DEL
DISPLAY DE BARRAS

	Voltaje encendido	Valor numérico
LED 1	625 mV	128
LED 2	1.25 V	256
LED 3	1.87 V	384
LED 4	2.5 V	512
LED 5	3.125 V	640
LED 6	3.75 V	768
LED 7	4.37 V	896
LED 8	5 V	1024

C. Transmisor-Receptor Asincrono Universal

Para la parte del UART en ambos PICS se deben realizar las configuraciones iniciales, tanto para el transmisor como para el receptor comenzando por la configuración de las entradas que se utilizaran tanto para la transmisión como para la recepción, así como configurar los valores pertinentes a los registros de configuración.

La velocidad para establecer es de 9600 baudios, para esto es necesario hacer el cálculo de una variable X, con la ecuación 4, el resultado será el cual se establecerá como valor del registro SPBRG.

$$\text{Velocidad en baudios} = \frac{F_{osc}}{K(X + 1)} \quad (4)$$

Debido a que ambos microcontroladores estarán enviando y recibiendo información. Estos deben ser usado tanto como maestros y como esclavos.

Una vez terminadas las configuraciones necesarias para ambos dispositivos, empieza la comunicación; primero, el primer PIC enviará la conversión resultante del ADC al segundo PIC y este mostrará en un LCD el valor recibido una vez convertido a volts. De igual forma el segundo PIC podrá recibir un valor desde un teclado matricial, este valor debe ser ingresado como un numero de 4 dígitos, completando si es necesario con 0's a la izquierda, el cual será enviado al PIC uno como nuevo voltaje de entrada.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultados de esta práctica se pudo observar como una fuente de voltaje pasaba un valor analógico a un microcontrolador y este hacia una conversión analógica – digital, para esta parte se pudo ver en la simulación de MPLAB el correcto funcionamiento con los pulso de entrada correspondientes, pero en el programa Proteus no nos fue posible visualizarlo, se tuvo que hacer la programación del PIC físico para la comprobación de su funcionamiento y pudimos ver que este era correcto y lo más preciso posible.

En cuanto a los resultados de la transmisión y el display LCD nos encontramos con el problema de que tenía que compartir el bus de datos y al principio nuestras instrucciones del LCD no se mostraban, pero después de hacer pruebas y los ajustes pertinentes se logró hacer que ambas partes, tanto el display LCD como la transmisión del UART funcionaran simultáneamente.

IV. CONCLUSIONES

Al finalizar la practica tenemos que es posible implementar un voltímetro con un ADC incluido en un PIC haciendo las configuraciones necesarias para esto, puede no ser el mas preciso al principio, ya que primero el resultado es mostrado en un display de barras el cual no nos dice demasiado, pero este puede ser mejorado una vez que se realizan las conversiones pertinentes y se muestran en un display LCD.

Así mismo, vimos que se puede hacer que dos dispositivos se comuniquen a través de un USART, en este caso dos PIC's, que de igual forma que en el ADC, se haciendo uso del UART

interno que estos traen y haciendo las configuraciones pertinentes a cada uno estos pueden enviarse información entre ellos.

Esta práctica implico varias técnicas y funcionalidades que desconocíamos de los microprocesadores PIC, en realidad su realización fue muy interesante y retadora ya que se tuvo que hacer mucha investigación, igual el hecho de que haya tenido mucha relación con la practica anterior fue muy bueno ya que podemos ir viendo como juntar las cosas que se van viendo a lo largo del curso teniendo así una secuencia y no varias partes por separado que no tiene relación alguna.

AGRADECIMIENTOS

Para el termino de esta práctica, agradecemos a todos aquellos que día a día se esfuerzan por compartir su conocimiento a través de diferentes medios, ya sea por videos, publicaciones en blogs y libros o artículos, sin los cuales el desarrollo de esta práctica hubiera sido más complicado de entender y realizar. De igual forma agradecemos a nuestros familiares y amigos que siempre nos apoyan para seguir avanzado en nuestros estudios.

REFERENCIAS

- [1] Wikipedia, Conversor Analógico Digital, Diciembre 2020 https://es.wikipedia.org/wiki/Conversor_de_se%C3%B1al_anal%C3%B3gica_a_digital
- [2] It-brain, Aplicaciones de circuitos integrados, 2020 https://es.it-brain.online/tutorial/linear_integrated_circuits_applications/linear_integrated_circuits_applications_direct_type_adcs/
- [3] Andrés Felipe SierraVallejo, Diseño e implementación de un convertidor analógico digital mediante un registro de aproximaciones sucesivas en técnicas de microelectrónica, 2013
- [4] Comunicaciones Asincronas (UARTS'S). http://www.el.uma.es/marin/Practica4_UART.pdf