



Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Cómputo
Departamento de Ciencias e Ingeniería
de la Computación



Sistemas en Chip

Práctica 13

“Convertidor Analógico-Digital”

Profesor: Fernando Aguilar Sánchez

Grupo: 6CM1

Equipo 3

Alumnos:

Ocampo Téllez Rodolfo

Patlani Mauricio Adriana

Ruvalcaba Flores Martha Catalina

Sandoval Hernández Eduardo

Fecha de entrega: 15/01/2023

Objetivo

Al término de la sesión, los integrantes del equipo contarán con la habilidad de hacer uso del convertidor analógico digital del microcontrolador.

Introducción Teórica

El microcontrolador ATMEGA8535 fabricante ATMEL. En la figura 1 se muestra el microcontrolador ATMEGA8535 la cual maneja datos de 8 bits es decir su bus de datos de 8 bits. Aunque este contiene tres registros los cuales son el x, y y z, los cuales manejan datos de 16 bits.

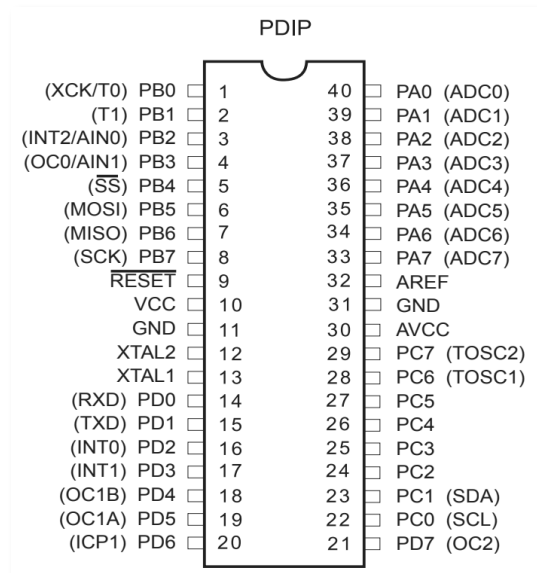


Figura 1. Configuración de pines ATmega8535

La comunicación interna del microcontrolador se categoriza en 4 puertos, en la figura 1 se puede analizar la etiquetación de los puertos PA0 al PA7, PB0 al PB7, PC0 al PC7 y PD0 al PD7. Cabe recordar que maneja datos de 8 bits.

Posee un oscilador interno de 1MHz, sin embargo, como es un oscilador RC, es susceptible a variar la frecuencia con respecto a las variaciones de temperatura. Por otro lado, puede conectarse un oscilador de 0 a 8 MHz o de 0 a 16 MHz.

El microcontrolador utiliza una arquitectura cerrada, es decir, aquel que es inmodificable por los programadores ajenos a la compañía propietaria del código fuente. Por lo tanto, a este sistema no se le pueden colocar dispositivos periféricos, solo se usa el hardware de la compañía propietaria ya que los dispositivos ajenos a dicha compañía no son compatibles.

Tiene 8 canales que sirven a un ADC de 10 bits, los 8 canales son de una sola terminal, 7 canales son diferenciales para únicamente paquetes TQFP y 2 de esos canales diferenciales permiten ganancia programable de 1x, 10x, o 200x.

El microcontrolador ATMEGA8535 utiliza un encapsulado DIP-40, común en la construcción de circuitos integrados que consiste en un bloque con dos hileras paralelas de pines, observar la figura 2.



Figura 2. Microcontrolador Atmega853.

Analógico y Digital

En la naturaleza, el conjunto de señales que percibimos es analógicas, así la luz, el sonido, la energía etc., son señales que tienen una variación continua.

Una señal digital se trata de la señal cuyos signos representan ciertos valores discretos que contienen información codificada. Los sistemas que emplean señales digitales suelen apelar a la lógica binaria, de dos estados, los cuales son remplazados por unos y ceros, que indican el estado alto o bajo del nivel de tensión eléctrica. Una señal digital pierde poca calidad y puede reconstruirse por un proceso de regeneración

Conversión Analógica-Digital

La conversión analógica-digital consiste en la transcripción de señales analógicas en señal digital, con el propósito de facilitar su procesamiento (codificación, comprensión, etcétera) y hacer la señal resultante (digital) más inmune al ruido y otras interferencias a las que son más sensibles las señales analógicas.

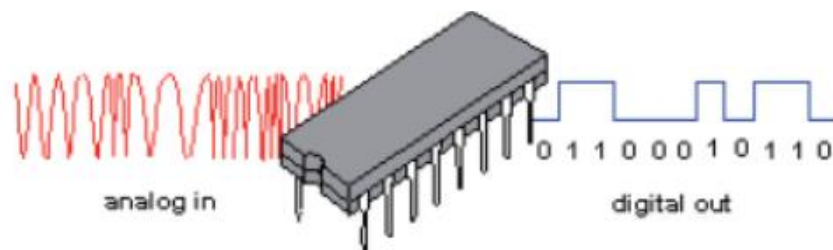


Figura 3. Conversión de información analógica a una digital.

Para realizar esa tarea, se utiliza un ADC (Analog-to-Digital Converter – Conversor Analógico-Digital) que tiene que efectuar los siguientes procesos:

- Muestreo de la señal analógica, que es la medición periódica de la amplitud de una señal para poder evaluar su nivel. Sin embargo, este proceso no se contempla desde el punto de vista matemático, puesto que es un recurso técnico sin modelo matemático y con limitaciones prácticas. Durante el muestreo, la señal sigue siendo analógica ya que ésta puede tomar cualquier valor.

- Cuantización o cuantificación, en este proceso lo que se mide es el voltaje de cada muestra, asignándoles un margen de valor de una señal analizada a un único nivel de salida. La desventaja es que siempre el resultado lleva una distorsión llamada “ruido de cuantificación”.
- Codificación del resultado, codificar es la acción por la cual los valores que se obtuvieron en la cuantificación se traducen en un código binario o en otro tipo de códigos similares. La longitud de la palabra binaria obtenida depende de la resolución (en bits) que se decida utilizar.

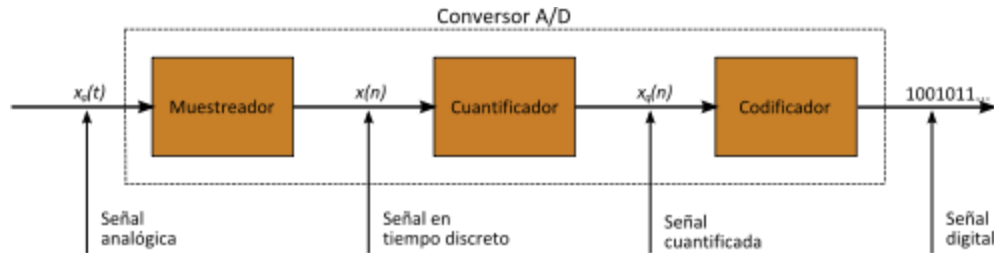


Figura 4. Diagrama del proceso de conversión analógica-digital.

Materiales y Equipo empleado

- ✓ CodeVision AVR
- ✓ AVR Studio 4
- ✓ Microcontrolador ATmega 8535
- ✓ 8 LEDS
- ✓ 8 Resistores de 330 Ω a $\frac{1}{4}$ W
- ✓ 1 Potenciómetro de 10 K Ω

Desarrollo Experimental

1.- Realice una conversión de 8 bits sobre el canal 0 del ADC, con un $V_{ref} = 5V$, muestre el resultado con leds en el Puerto B.

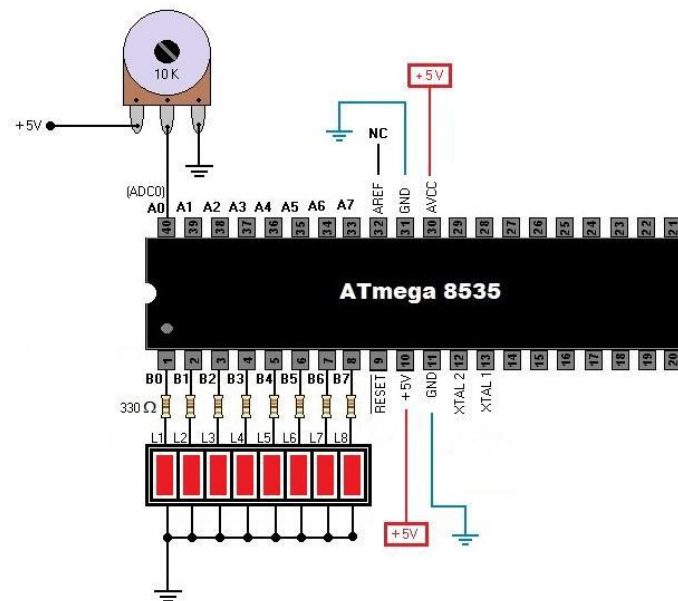


Figura 5. Circuito para el convertidor analógico digital.

Estructura del programa

Código de la configuración de los periféricos utilizados y código del programa principal en C, proporcionados por el IDE de CodeVision.

```
#include <mega8535.h>
#include <delay.h>
// Voltage Reference: AREF pin
#define ADC_VREF_TYPE ((0<<REFS1) | (0<<REFS0) | (1<<ADLAR))

unsigned char valorADC;
unsigned char read_adc(unsigned char adc_input)

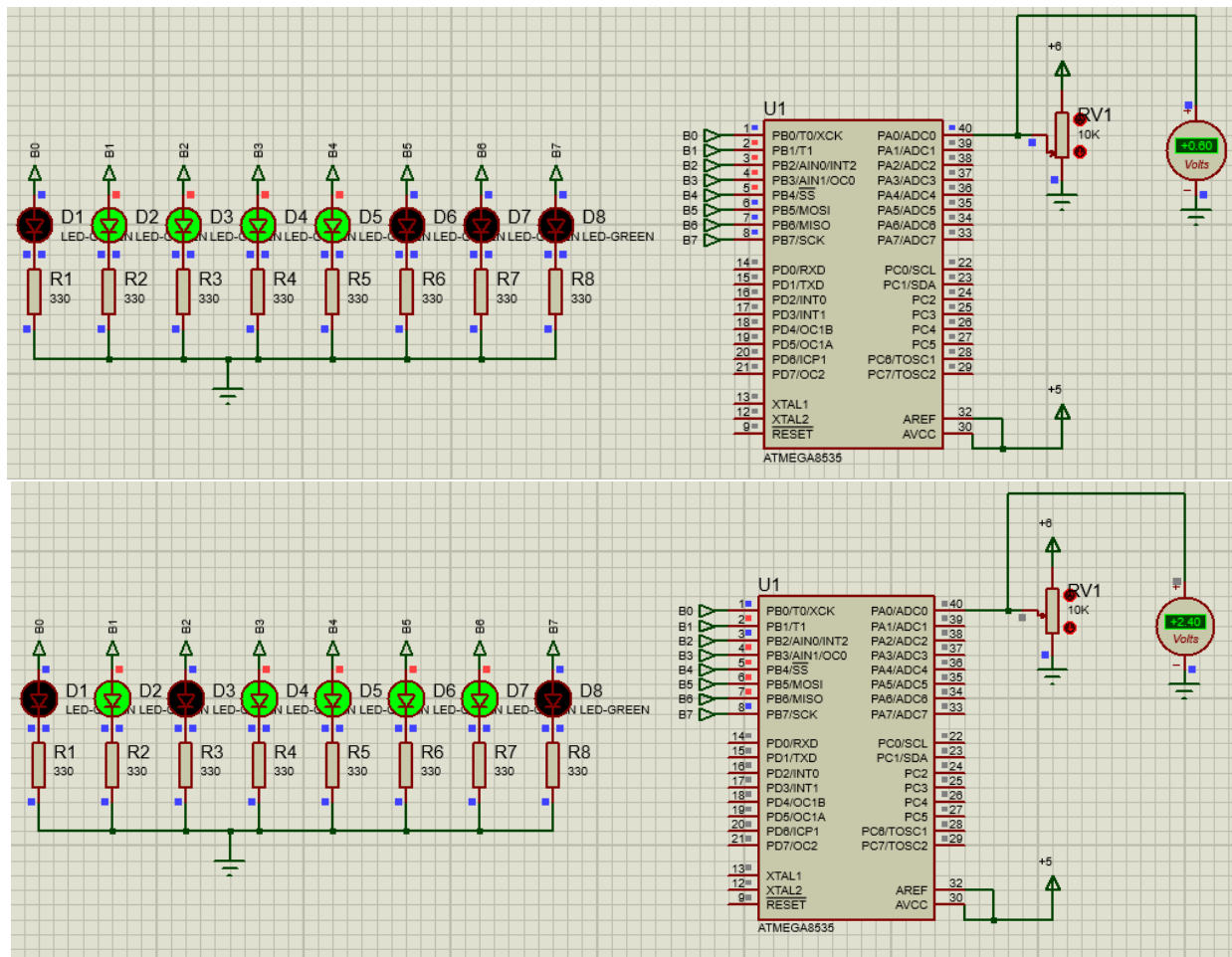
{
ADMUX=adc_input | ADC_VREF_TYPE;
// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
delay_us(10);
// Start the AD conversion
ADCSRA|=(1<<ADSC);
// Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & (1<<ADIF))==0);
ADCSRA|=(1<<ADIF);
return ADCH;
}

void main(void)
{
// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
DDRA=(0<<DDA7) | (0<<DDA6) | (0<<DDA5) | (0<<DDA4) | (0<<DDA3) | (0<<DDA2) | (0<<DDA1)
| (0<<DDA0);
PORTA=(0<<PORTA7) | (0<<PORTA6) | (0<<PORTA5) | (0<<PORTA4) | (0<<PORTA3) | (0<<PORTA2)
| (0<<PORTA1) | (0<<PORTA0);
// Port B initialization
DDRB=(1<<ddb7) | (1<<ddb6) | (1<<ddb5) | (1<<ddb4) | (1<<ddb3) | (1<<ddb2) | (1<<ddb1)
| (1<<ddb0);
PORTB=(0<<PORTB7) | (0<<PORTB6) | (0<<PORTB5) | (0<<PORTB4) | (0<<PORTB3) | (0<<PORTB2)
| (0<<PORTB1) | (0<<PORTB0);
// Port C initialization
DDRC=(0<<DDC7) | (0<<DDC6) | (0<<DDC5) | (0<<DDC4) | (0<<DDC3) | (0<<DDC2) | (0<<DDC1)
| (0<<DDC0);
PORTC=(0<<PORTC7) | (0<<PORTC6) | (0<<PORTC5) | (0<<PORTC4) | (0<<PORTC3) | (0<<PORTC2)
| (0<<PORTC1) | (0<<PORTC0);
// Port D initialization
DDRD=(0<<DDD7) | (0<<DDD6) | (0<<DDD5) | (0<<DDD4) | (0<<DDD3) | (0<<DDD2) | (0<<DDD1)
| (0<<DDD0);
```

```
PORTD=(0<<PORTD7) | (0<<PORTD6) | (0<<PORTD5) | (0<<PORTD4) | (0<<PORTD3) | (0<<PORTD2)
| (0<<PORTD1) | (0<<PORTD0);
...
...
while (1)
{
    valorADC = read_adc(0);
    PORTB = valorADC;
    delay_ms(10);
}
}
```

Simulaciones

La simulación se realizó en el software Proteus Design Suite, previamente cargado el programa en formato “.hex” obtenido del software CodeVision AVR, el cual es un software para el microcontrolador Microchip AVR y sus contrapartes XMEGA.



Figuras 6 (a y b). Simulación de la práctica 13.

Fotografía del circuito armado

A continuación, se muestra la figura 7 la evidencia sobre la realización y prueba de la practica 13.

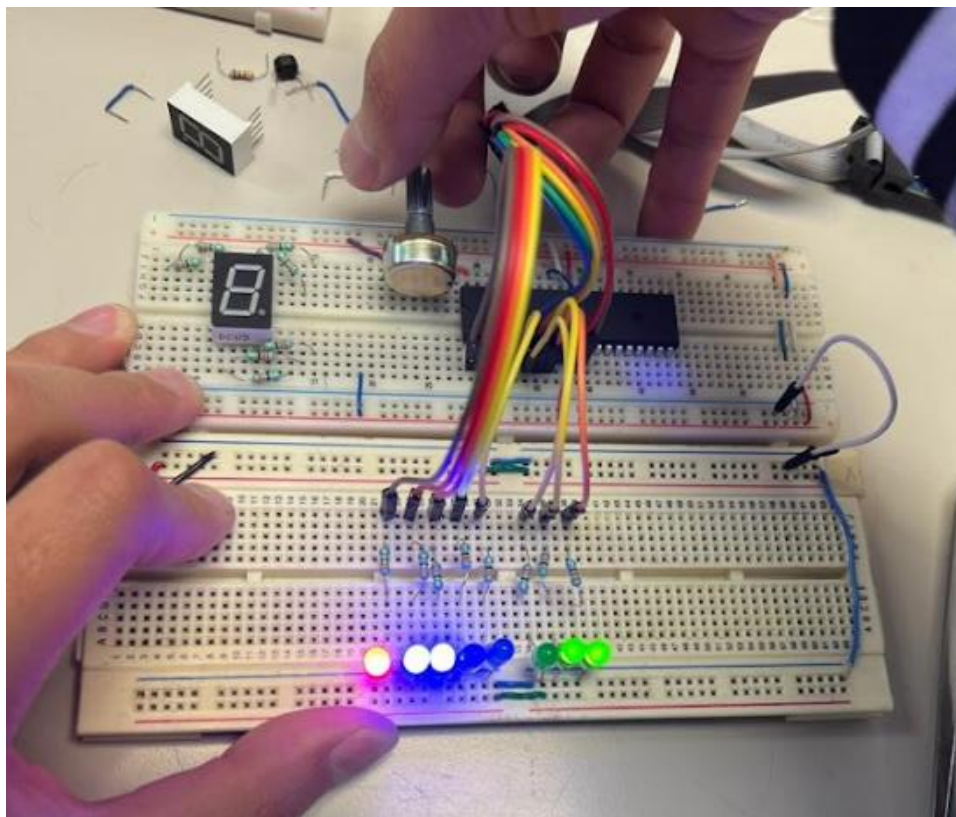


Figura 7. Circuito armado y funcionamiento de la práctica 13.

Observaciones y conclusiones Individuales

Ocampo Téllez Rodolfo

En esta práctica se utilizó el convertidor analógico-digital que viene integrado en el Atmega 8535 en 1 de los 8 canales que posee. Dado que en materias previas como Procesamiento Digital de Señales se había manejado toda la teoría y realizado circuitos conversores A/D, la realización de esta práctica resultó sencilla y fue esencialmente para familiarizarse con el que trae específicamente este microcontrolador ya que podría ser necesario utilizarlo en el futuro. Aunque el Atmega 8535 tiene un A/D de 10 bits que es una capacidad muy buena de resolución ($2^n \rightarrow 2^{10}=1024$), en esta práctica se utilizó únicamente una resolución a 8 bits ($2^n \rightarrow 2^8=256$), usando un voltaje de 5 V, esto es que a cada salto de conversión analógico (voltaje) a digital (palabra binaria) le correspondía 19,53 mV. A la hora de verificar su funcionamiento en lo práctico para 2,4 V la palabra binaria mostrada fue 122, lo que según los saltos necesarios equivaldría aproximadamente a 2,38 V, siendo un resultado aceptable.

Patlani Mauricio Adriana

En esta práctica se comprendió la diferencia entre las señales analógicas y digitales y así poder convertir dichas señales usando el convertidor integrado del microcontrolador. Comprendiendo e interpretando las

señales de onda de las señales digitales (variando por el tiempo) y las señales analógicas (valores discretos) se aproximan haciendo rectángulos en las señales.

Ruvalcaba Flores Martha Catalina

La práctica tuvo como objetivo realizar un convertidor analógico digital del microcontrolador, por lo que fue importante entender que una señal análoga es una señal continua que posee valores que van variando con el tiempo y una señal digital tiene valores discretos en cada punto de muestro. Por lo tanto, para el microcontrolador lo que se hace es aproximar una señal análoga por medio de pequeños rectángulos digitales. Este microcontrolador ATMEGA8535 de acuerdo con su datasheet se puede observar que tiene una resolución del conversor de señal analógica a digital de 10 bit, entonces mientras más resolución tenga este, más pequeños podrán ser los rectángulos que se forman, es decir, que se aumenta el muestreo de la señal para aproximarse a la forma de la onda original. Entonces por ser de 10 bits, la señal digitalizada trabaja entre 0 a 1024, por lo tanto, la resolución es de $5V/1024$ que es igual a 0.0048mv/paso , esto indica los pasos análogos que se deben dar para producir un incremento de un bit en la salida digital.

Sandoval Hernández Eduardo

Esta práctica resultó exitosa sin mayor complicación una vez que se supo cómo hacer uso del adc del microcontrolador en sus diferentes configuraciones respecto a la alimentación de referencia, además de que el circuito en sí fue sencillo de armar, así como el código fácil de escribir dado que no es muy complejo. Comprender el funcionamiento del adc nos servirá para la implementación de las prácticas futuras.

Bibliografía

- Atmel Corporation. (2006). 8-bit Microcontroller with 8K Bytes In-System Programmable Flash. [Online]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1acpQaDlsyLHr3w3ReSgrlXRbshZ5Z-lb/view>
- F. Cereijo. (2004, Diciembre 28). Microcontroladores PIC. [Online]. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1mAydVlkZYqtYXhFQ0Tnr_UjZyjiwIp90/view
- P. Rosero. (s.f.) Conversión Análoga DIGITAL. [Online]. Disponible en: <https://paulrosero-montalvo.com/gallery/conversion%20analoga%20digital.pdf>
- Menna. (s.f.) Cómo funciona un convertidor analógico a digital. [Online]. Disponible en: <https://como-funciona.co/como-funciona-un-convertidor-analogico-a-digital/>