Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

LAB. CONTROLADORES Y MICROCONTROLADORES PROGRAMABLES

Práctica P7
Convertidor Analógico Digital (ADC)

Nombre o nombres de los integrantes junto con su matrícula:

#Verónica Yazmín Gómez Cruz #1884224
#Nahaliel Gamaliel Ríos Martínez #1884244

Ing. Jesús Daniel Garza Camarena

Semestre Febrero 2021 – Junio 2021

MN1N2

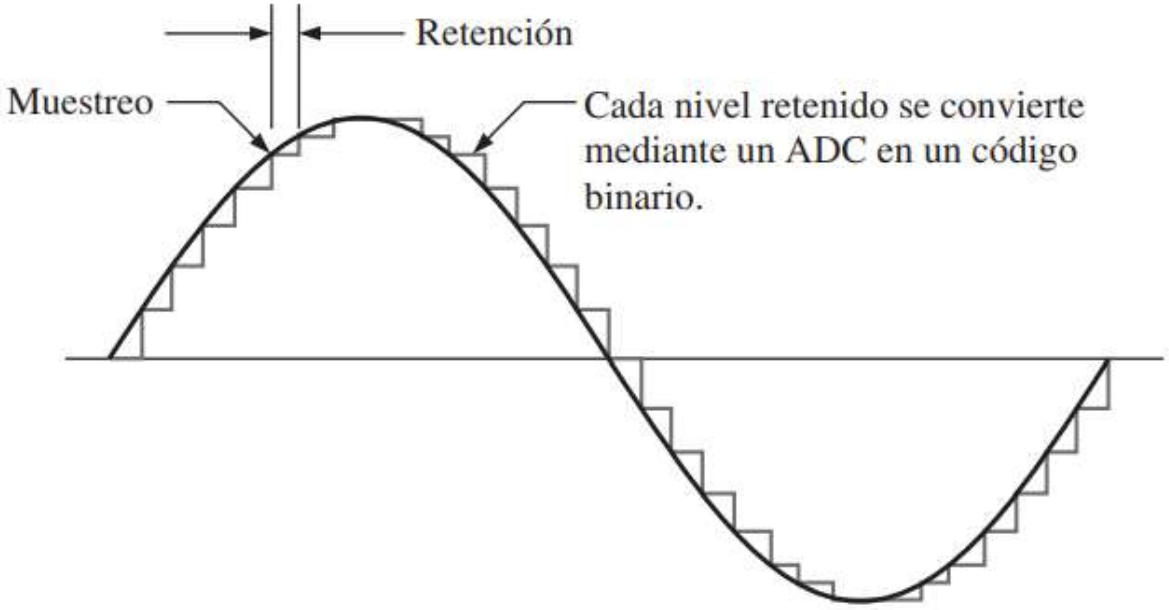
San Nicolás de los Garza, N.L. 13.05.2021

Objetivo

Investigar y aplicar el funcionamiento de los convertidores analógicos digitales (ADC) de un Microcontrolador

Introducción.

Un sistema de procesamiento digital de la señal traduce primero una señal analógica que varía de manera continua a una serie de niveles discretos. Esta serie de niveles sigue las variaciones de la señal analógica y se asemeja a una escalera.



El proceso de modificar la señal analógica original, obteniendo una aproximación “en escalera” de la misma, se realiza mediante un circuito de muestreo y retención.

A continuación, la aproximación “en escalera” se cuantifica para obtener una serie de códigos binarios que representan cada uno de los pasos discretos de esa aproximación, mediante un proceso denominado conversión analógico-digital (A/D). El circuito que realiza la conversión A/D se denomina convertidor analógico digital (ADC, Analog-to-Digital Converter).

Una vez convertida la señal analógica a formato con codificación binaria, se la aplica a un procesador digital de la señal (DSP, Digital Signal Proccesor). El DSP puede realizar diversas operaciones con los datos entrantes, como por ejemplo eliminar las interferencias no deseadas, aumentar la amplitud de ciertas frecuencias de la señal y reducir la de otras, codificar los datos para realizar una transmisión segura de los mismos y detectar y corregir errores en los códigos transmitidos.

El ADC puede trabajar en dos modos: **single conversion mode** y **free running mode**. En modo single conversion el ADC hace una sola conversión y para, pero en modo free

running el ADC está continuamente convirtiendo, es decir, hace una conversión y luego comienza con la siguiente.

El ADC en microcontroladores AVR utiliza una técnica conocida como aproximación sucesiva mediante la comparación de la tensión de entrada con la mitad de la tensión de referencia generada internamente. La comparación continúa dividiendo de nuevo la tensión y actualizando cada bit del registro ADC a 1 si el voltaje es HIGH en la comparación o 0 en el otro caso. Este proceso se realiza 10 veces (por cada bit de resolución del ADC) y genera como resultado la salida binaria.

Los registros utilizados en el manejo de las entradas analógicas en el ATMEGA328p son:

- ADMUX: ADC Multiplexer Selection Register. Selector del canal del multiplexor del ADC y el voltaje de referencia.
- ADCSRA: ADC Control and Status Register A. Control del ADC y su estado.
- ADCSRB: ADC Control and Status Register B.
- ADCL: ADC Data Register Low. Cuando la conversión ADC ha finalizado, el resultado se deja en estos dos registros.
- ADCH: Data Register High
- DIDR0: Digital Input Disable Register 0. Para deshabilitar la entrada digital de los pines analógicos. Página 326.

Diagrama de bloques

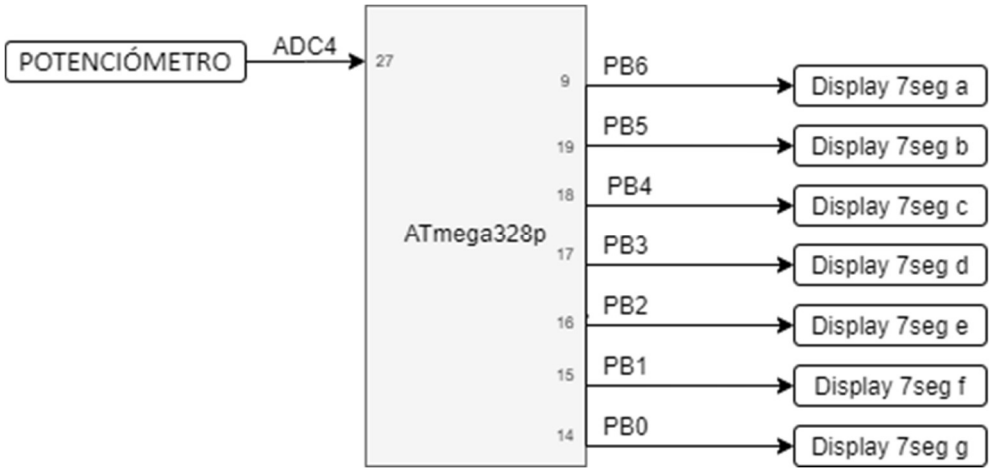
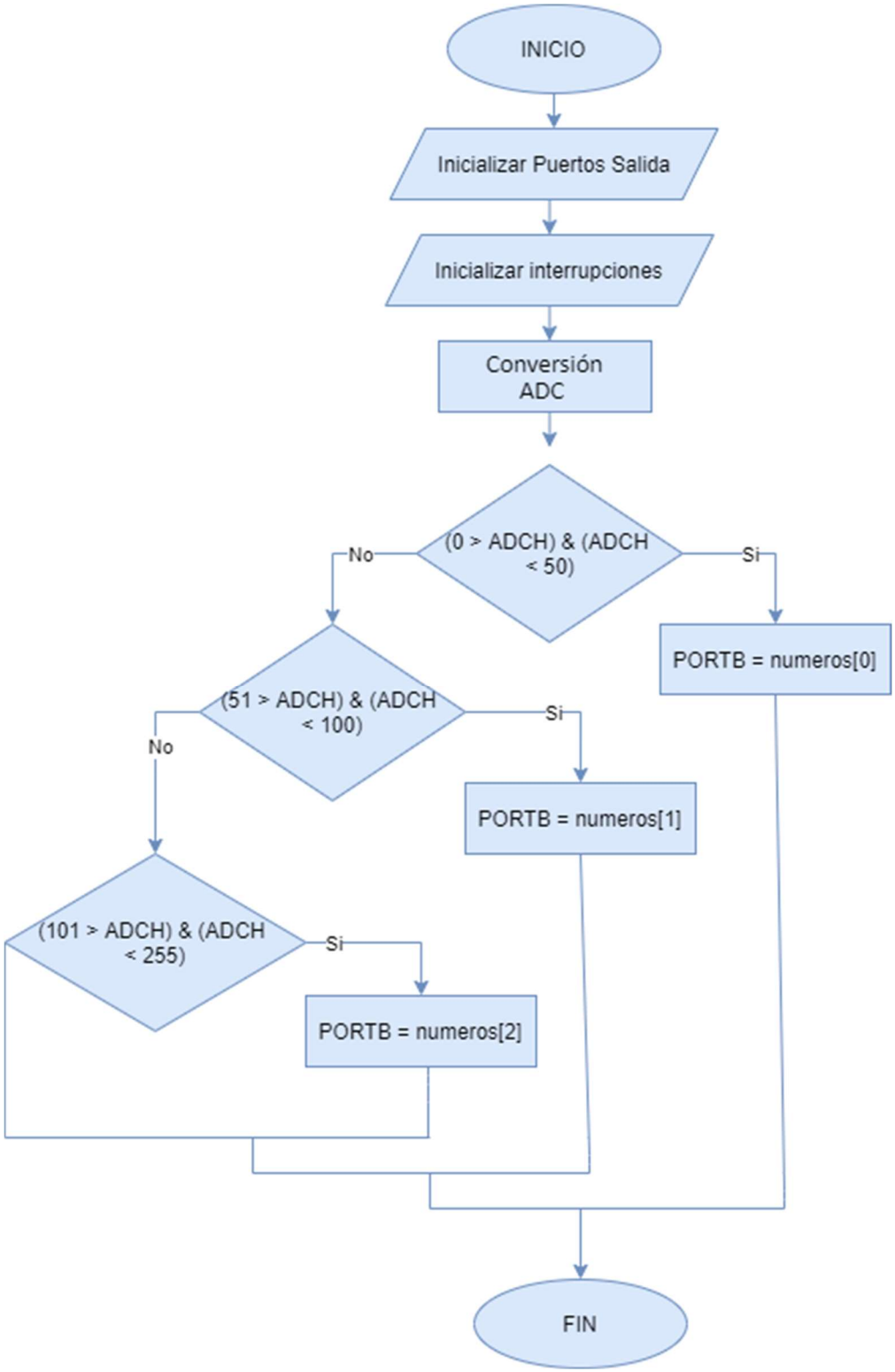


Diagrama de flujo.



Materiales utilizados

1 ATMEGA328P
1 Push Button
1 Potenciómetro
1 resistencaias (10K)
3 capacitores
1 Display 7 seg

Código en Atmel.

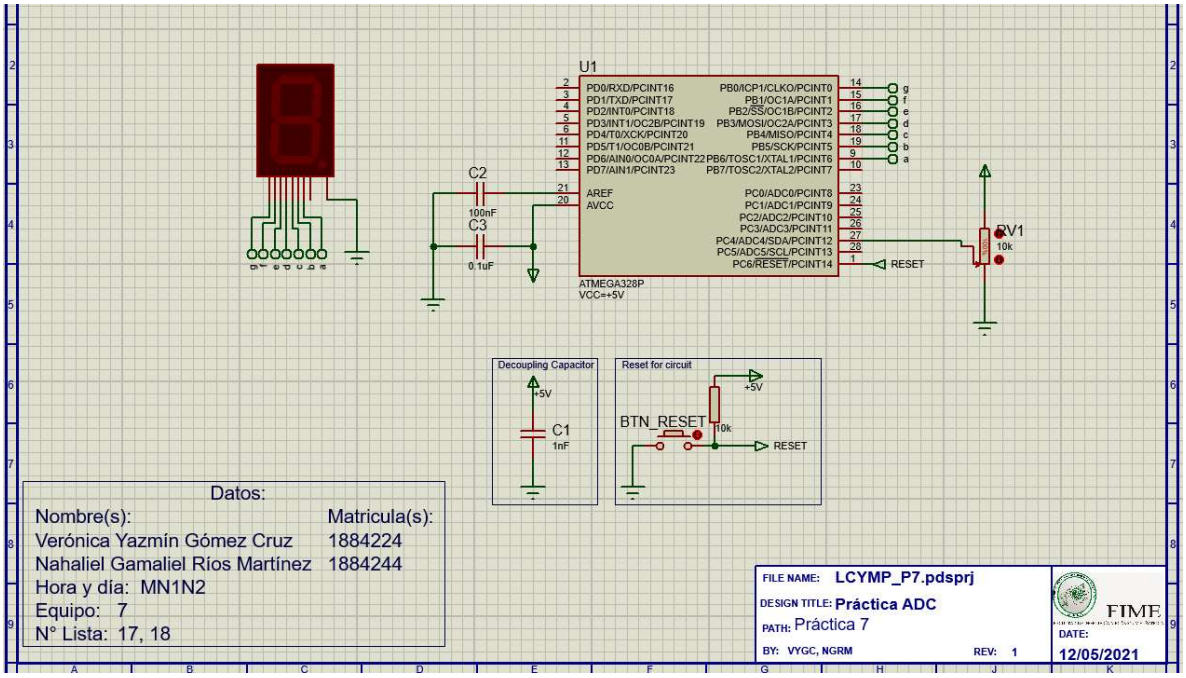
```
/*************************************************
 * LLENAR ESTE ESPACIO CON LOS SIGUIENTES DATOS:    *
 * Nombre: Verónica Yazmín Gómez Cruz               *
 *         Nahaliel Gamaliel Rios Martinez          *
 * Hora clase: N1-N2                                *
 * Día: M                                           *
 * N° de lista: 17, 18                              *
 * N° de Equipo: 7                                  *
 * Dispositivo: ATMEGA328P                          *
 * Rev: 1.0                                         *
 * Propósito de la actividad:                       *
 * Implementar un detector de rango el cual muestre *
 * las siguientes letras en un display dependiendo  *
 * de los niveles existentes en la entrada del      *
 * microcontrolador utilizando un potenciómetro     *
 * (resistencia variable) en la entrada siendo      *
 * leído por el ADC para convertir el nivel de      *
 * voltaje mostrado en un número binario.           *
 *                                                  *
 * - 0 a 50 (numero decimal)? Letra "L" de Low      *
 *   (Letra mostrada en el display)                 *
 * - 51 a 100 ? Letra "S" de Safe                   *
 * - 101 a 255 ? Letra "H" de High                  *
 *                                 Fecha: 13.05.2021 *
 *************************************************/
/*atmega328P PIN - OUT*/
/*       PIN - OUT
         atmega328P
          -------
    PC6  |1     28| PC5
    PD0  |2     27| PC4
    PD1  |3     26| PC3
    PD2  |4     25| PC2
    PD3  |5     24| PC1
    PD4  |6     23| PC0
    VCC  |7     22| GND
    GND  |8     21| AREF
    PB6  |9     20| AVCC
    PB7  |10    19| PB5
    PD5  |11    18| PB4
    PD6  |12    17| PB3
    PD7  |13    16| PB2
    PB0  |14    15| PB1
          --------
```

```
*/
/*atmega328P PIN FUNCTIONS*/
 /*
 atmega328P PIN FUNCTIONS
 pin   function              name    pin     function              name
 1     !RESET/PCINT14        PC6     15      PCINT1/OC1A           PB1
 2     RxD/PCINT16           PD0     16      PCINT2/OC1B/SS        PB2
 3     TxD/PCINT17           PD1     17      PCINT3/OC2A/MOSI      PB3
 4     INT0/PCINT18          PD2     18      PCINT4/MISO           PB4
 5     INT1/PCINT19/OC2B     PD3     19      PCINT5/SCK            PB5
 6     PCINT20               PD4     20      ANALOG VCC            AVCC
 7     +5v                   VCC     21      ANALOG REFERENCE      AREF
 8     GND                   GND     22      GND                   GND
 9     XTAL1/PCINT6          PB6     23      PCINT8/ADC0           PC0
 10    XTAL2/PCINT7          PB7     24      PCINT9/ADC1           PC1
 11    PCINT21/OC0B          PD5     25      PCINT10/ADC2          PC2
 12    PCINT22/OC0A/AIN0     PD6     26      PCINT11/ADC3          PC3
 13    PCINT23/AIN1          PD7     27      PCINT12/ADC4/SDA      PC4
 14    PCINT0/AIN1           PB0     28      PCINT13/ADC5/SCL      PC5
 */
/******************Bibliotecas*****************************/
#include <avr/io.h>//se incluyen las Bibliotecas de E/S del AVR atmega328P
#include <avr/interrupt.h>// librería de interrupciones
#include <avr/delay.h>

/*****************Macros y constantes*********************/
#define F_CPU 1000000UL //1 Mhz

/******************Variables globales*********************/
//--Espacio para declarar variables globales
#define a PINB0
#define b PINB1
#define c PINB2
#define d PINB3
#define e PINB4
#define f PINB5
#define g PINB6

uint8_t numeros[3] = {
       //gfedcba
       0b0111000, //L
       0b1101101, //S
       0b1110110, //H
};


/***********************Funciones************************/
//--Espacio para Establecer funciones
/*********************Declaración de Funciones************/
//--Espacio para declarar funciones
void initialize_ports(void); // Inicializar puertos
void ADC_init(void);
void ADC_on(void);

/******************Programa principal*********************/
int main(void)
{
//--Inicialización
```

```
    cli();
    initialize_ports(); // va hacía la inicialización
    ADC_init();
    sei();
    ADC_on();

//--Ejecución
    while (1) //loop infinito
    {

    } // END loop infinito

} // END MAIN
/******************Definición de funciones*****************/
//*********************************************************
//Descripcion de lo que hace la funcion:                   *
//initialize_ports : inicializa los puertos de entrada o   *
//salida                                                   *
//*********************************************************
void initialize_ports(void)
{
       //--Entradas

    //--Salidas
       DDRB |=_BV(a);
       DDRB |=_BV(b);
       DDRB |=_BV(c);
       DDRB |=_BV(d);
       DDRB |=_BV(e);
       DDRB |=_BV(f);
       DDRB |=_BV(g);

       PORTB = 0x00; //-Por seguridad iniciamos en 0

}
//*********************************************************
//Descripcion de lo que hace la funcion:                   *
//ADC_init : Habilitamos la interrupción y configuramos    *
// el ADC                                                  *
//*********************************************************
void ADC_init(void)
{
       //Avcc como pin de referencia
       ADMUX &=~ (1<<REFS1);
       ADMUX |=  (1<<REFS0);

       //8 bits
       ADMUX |= (1<<ADLAR);

    //PIN ADC4
    ADMUX &=~ (1<<MUX3);
    ADMUX |=  (1<<MUX2);
    ADMUX &=~ (1<<MUX1);
    ADMUX &=~ (1<<MUX0);

       //Freeruning
       ADCSRA |= (1<<ADATE);
```

```
	//Habilitar interrupción
	ADCSRA |= (1<<ADIE);

	//velocidad de muestreo
	// 1 MHz clock / 8 = 125 kHz ADC clock debe de estar entre 50 - 200Khz
	ADCSRA &=~ (1<<ADPS0);
	ADCSRA |=  (1<<ADPS1);
	ADCSRA |=  (1<<ADPS2);
}
//*********************************************************
//Descripcion de lo que hace la funcion:                   *
//ADC_init : Leer y convertir señal análoga                *
//*********************************************************
void ADC_on(void)
{
	//Encendemos el ADC
	ADCSRA |= (1<<ADEN);
	_delay_ms(10);
	// Iniciar la conversión
	ADCSRA |= (1 << ADSC);
}
ISR(ADC_vect)
{

	//0 a 5V -> 0 a 255bits

	//0 a 50 (numero decimal)? Letra "L" de Low (Letra mostrada en el display)
	if ( (ADCH >= 0) && (ADCH <= 50) )
	{
		PORTB = numeros[0];

	//51 a 100 ? Letra "S" de Safe
	}else if((ADCH >= 51) && (ADCH <= 100)){
		PORTB = numeros[1];

	//101 a 255 ? Letra "H" de High
	}else if((ADCH >= 101) && (ADCH <= 255)){
		PORTB = numeros[2];
	}

}
```

Diagrama del circuito en PROTEUS.



Conclusión

En esta práctica de laboratorio aprendimos cuales son los registros que debemos configurar para utilizar las entradas analógicas del ATMEGA328P. También vimos otra utilidad de las interrupciones que veníamos viendo en prácticas anteriores, pues son necesarias para utilizar este tipo de entradas. Creo que aprender a utilizar las entradas analógicas y saber configurarlas correctamente dependiendo de los valores que estamos esperando es de vital importancia pues se utilizan mucho para manejar diversos tipos de sensores

Bibliografía

Floyd, T. L. (2006). Fundamentos de sistemas digitales. Pearson Educación.

JECRESPOM (2017b, septiembre 5). ADC –. Aprendiendo Arduino. https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/adc/#:%7E:text=El%20ADC%20puede%20trabajar%20en,luego%20comienza%20con%20la%20siguiente.

ATmega328P. 8-bit AVR Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash. DATASHEET. https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf