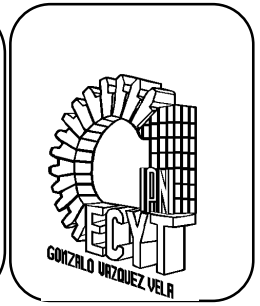


INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos N° 1
“Gonzalo Vázquez Vela”
Academia de Sistemas Digitales
Prácticas de Micro Electrónica Programable



NOMBRE DEL ALUMNO: _____
 Apellido Paterno _____
 Apellido Paterno _____ Nombre _____
 N° DE BOLETA: _____ GRUPO: _____

ASIGNATURA: **Micro Electrónica Programable**

HOJA	DE	FECHA			EVALUACION
		DIA	MES	AÑO	

PROFESOR: _____

Práctica 9

Convertidor Analógico-Digital

Competencias de La Unidad:

- Emplea un microcontrolador para procesamiento de señales analógicas y digitales

Resultado de Aprendizaje Propuesto (RAP):

- Usa el convertidor analógico digital que contiene el microcontrolador para interpretar y emplear señales analógicas

Objetivos de la Práctica:

1. Adquirir señales analógicas mediante el convertidor analógico-digital integrado en el microcontrolador
2. Realizar un monitoreo de una variable física, con el fin de efectuar una acción de control.
3. Implementar programas en un circuito basado en microcontrolador, para comprobar su funcionamiento.

Equipo Necesario

Computadora (con el Software MPLAB IDE, IC-PROG o similar, compilador C, Simulador de circuitos electrónicos “Proteus”)

Programador tipo JDM o similar.

Material Necesario

Instrucciones del PIC 16F887 u otro de gama media o alta.

Hoja de especificaciones del PIC 16F887 u otro de gama media o alta

Manual de Referencia de CCS

Introducción Teórica

Convertidor analógico-digital

El interés en digitalizar una señal puede surgir por varios motivos: uno de ellos es almacenarla en un soporte digital o transmitirla digitalmente para poder reconstruirla, poder tratar con programas los valores analógicos que dé un sensor, etc.

El microcontrolador PIC16F88X puede desempeñar muchas funciones y una de más relevantes es la convertidor analógico-digital. Antes iniciar comentando es necesario comentar los conceptos.

Para lo cual, tiene los siguientes registros asociados al módulo

Estos registros son:

- ADRESH : Parte alta del resultado de la conversión
- ADRESL: Parte baja del resultado de la conversión
- ADCON0: Registro de Control 0 ; control del funcionamiento del conversor
- ADCON1, Registro de Control 1; configuración de los pines del puerto

Para utilizar el convertidor analógico digital es necesario realizar los siguientes pasos:

- Inicializa los registros ADCON0 y ADCON1
- Seleccionar el canal por donde se realizará la conversión (hay 8 canales posibles).
- Poner el bit GO/DONE en 1 para que comience a convertir. (La función de CCS lo realiza)
- Leer el valor de conversión almacenado en los registros ADRESL y ADRESH.

ACTIVIDADES TEÓRICAS PREVIAS

Investigar los siguientes:

- **Investigar que significa el concepto de cuantificación y muestro**
- **¿Menciona que características tiene un convertido analógico-digital de aproximaciones sucesivas?**
- **Investiga la configuración de cada uno de los registros asociados al convertidor analógico-digital.**
- **¿Cuales es el tiempo mínimo para realizar una conversión adecuada en el PIC?**
- **¿Cuál es criterio de Nyquist ?**
- **Investiga las características de los registros asociados al modulo de conversión analógica-digital**
- **¿Que significado tienen las terminales $+V_{ref}$ y $-V_{ref}$ en el microcontotrador?**
- **¿Cómo se configuración los canales analógicos del microcontrolador?**
- **¿Cuáles son las funciones asociados al convertidor en el compilador CCS?**

ACTIVIDADES PREVIAS

- **Crear un proyecto de nombre pra9 en la carpeta c:\MEPIC\ practica9 en MPLAB o PIC C Compiler. Los programas de cada ejercicio deben ser guardados con el nombre practica9X.c con X= 1, 2, 3...,A.**
- **En el caso de utilizar MPLAB, realizar los siguientes pasos:**
 - a. **Utilizar Project wizard y seleccionar el compilador de c**
 - b. **Agregar al proyecto los archivos adecuados con extensión c y h.**
 - c. **Habilitar Simulador MPLAB SIM y modificar la frecuencia del simulador a 4 Mhz.**
 - d. **Utilizaremos la herramienta de stopwatch, para obtener la elija Debugger >> Stopwatch.**
 - e. **Obtener la herramienta de watch, de la siguiente manera View>> watch.**
 - f. **Y seleccione los registros PORTA, PORTB, PORTC, PORTD, PORTE, TRISA, TRISB, TRISC, TRISD, TRISE y W**
- **Si usa PIC C compiler crear el proyecto únicamente.**

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Parte 1

1. **Realizar los siguientes programas que ejemplifican el funcionamiento del convertidor analógico digital, simulándolos en Proteus mediante el circuito propuesto.**

Ejemplo 1

El siguiente programa ejemplifica el uso del convertidor (figura 9. 1)

```
#include <16F887.h>
#define adc=10 //define el numero de bits a utilizar en el módulo adc
#define XT,NOWDT,NOPUT,NOMCLR,NOPROTECT,NOCPD,NOBROWNOUT,NOIESO,NOFCMEN,NOLVP
#include <LCD.C>
void main() {
    int16 q;
    float p;
    setup_adc_ports(SAN0); //configura Canal 0 como analógico
    // En el caso de requerir todos los
    //canales colocar ALL_ANALOG
    setup_adc(ADC_CLOCK_DIV_32); //Fuente de reloj
    lcd_init();
    while (true) {
        set_adc_channel(0); //Habilitación canal0
        delay_us(20); // tiempo de retardo para iniciar lectura
        q = read_adc(); //Lectura canal0
        p = 5.0 * q / 1023.0; //Conversión a voltaje
        printf(lcd_putc, "\fADC = %4ld", q);
        printf(lcd_putc, "\nVoltaje = %01.2fV", p);
        delay_ms(100);
    }
}
```

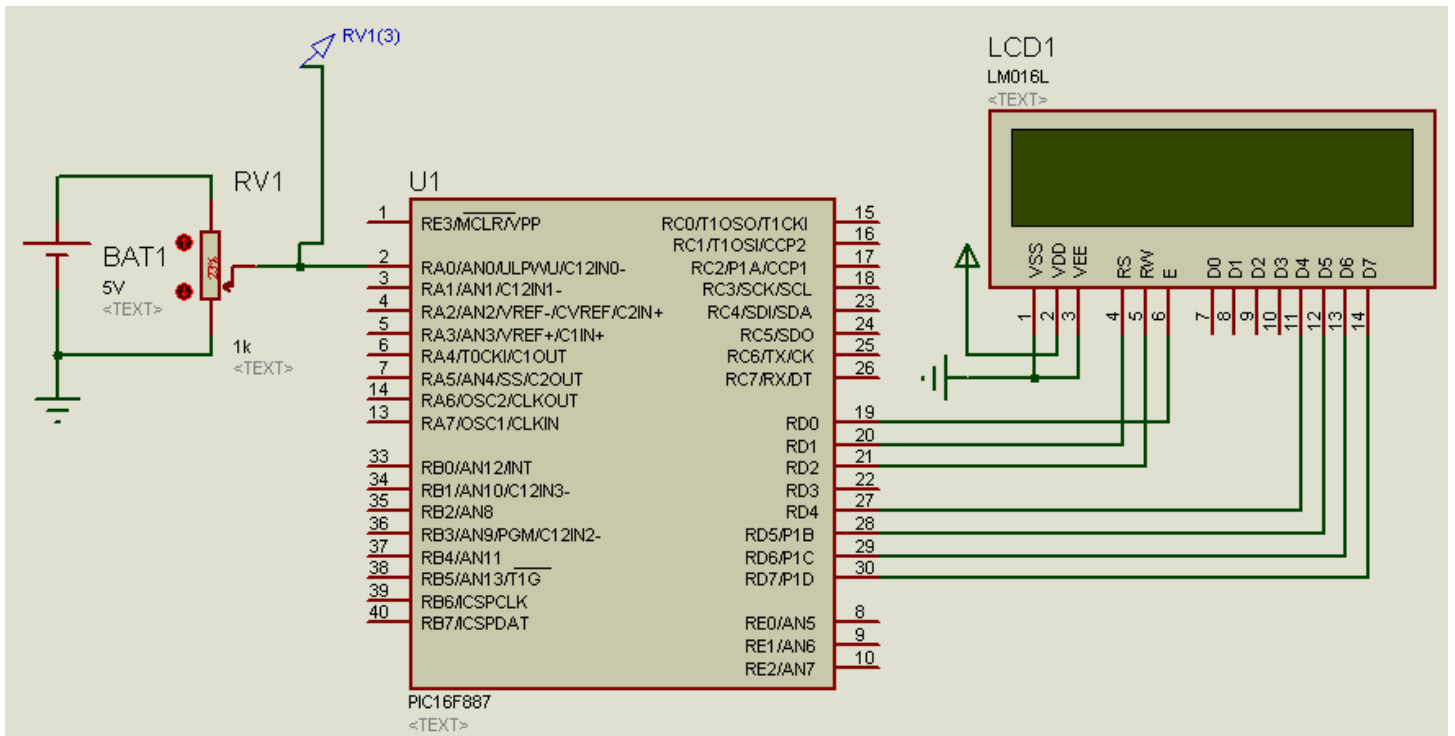


Figura9.1

En el programa anterior modifique la directiva #device adc=10 a #device adc=8 y explique que sucede:

Ejemplo 2 Mediante el Timer0 adquiere dos señales (sensor de temperatura LM35) cada determinado tiempo (figura9.2) y la lectura de temperatura de cada sensor se visualiza en el LCD.

```
#include <16F887.h>
#device adc=10
#fuses XT,NOWDT,NOPUT,NOMCLR,NOPROTECT,NOCPD,NOBROWNOUT,NOIESO,NOFCMEN,NOLVP
#use delay(clock=4000000)
#include <LCD.C>
#byte INTCON= 0x0B
int16 q,r;
float p,temp,d,res;
int aux;
#INT_TIMER0
void TIMER0_isr(void)
{
delay_us(10);
aux=1;
set_timer0 (170);
}
void main() {
setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_256); //Configuración timer0
set_timer0 (170); //Carga del timer0
enable_interrupts(INT_TIMER0); //Habilita interrupción timer0
enable_interrupts(global);
setup_adc_ports(ALL_ANALOG); //configura Canal 0 como analógico
// En el caso de requerir todos los canales colocar ALL_ANALOG
setup_adc(ADC_CLOCK_DIV_32); //Fuente de reloj RC
lcd_init();
while (true) {
aux=0; //Lectura canal0
```

```

set_adc_channel(0); //Habilitación canal0
delay_us(30); // tiempo de retardo para iniciar lectura
q = read_adc();
set_adc_channel(1); //Habilitación canal0
delay_us(30); // tiempo de retardo para iniciar lectura
r = read_adc();
res=5.0/1023.0; //resolucion adc
p = q* res; //Conversión a voltaje
temp = 150.0 * q / 308;
d = 150.0 * r / 308;
printf(lcd_putc, "\fTemp = %01.2f gd", temp);
printf(lcd_putc, "\nTemp2 = %01.2f gd", d);
while(bit_test(AUX,0)!=1)
{delay_us(1);
}
}

```

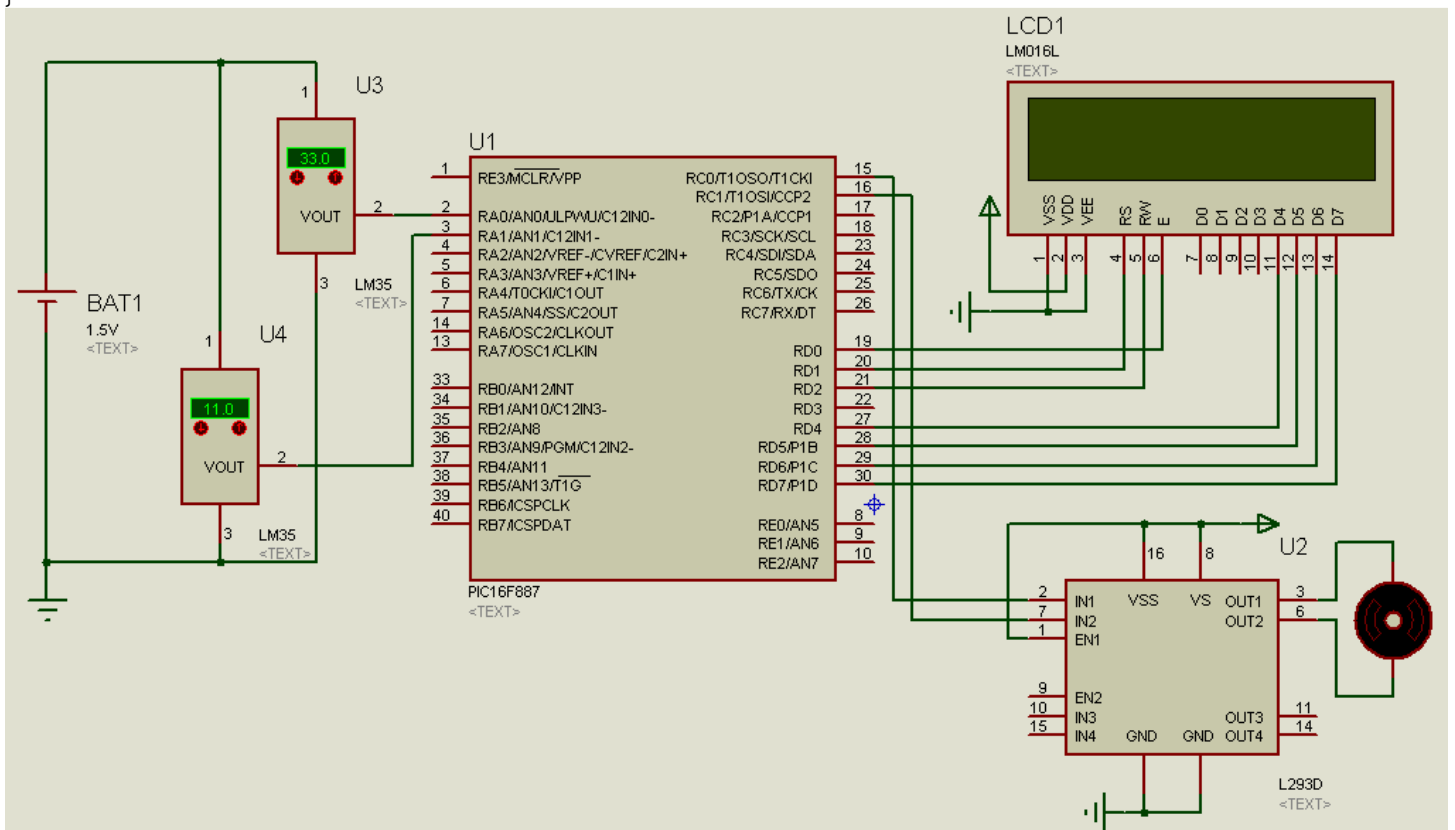


Figura 9.2

Explique cuál es la función que tiene la instrucción `while(bit_test(AUX,0)!=1)` en el programa del ejemplo 2.

`while(bit_test(AUX,0)!=1)` en el programa del ejemplo 2.

Parte 2

Realizar el siguiente programa con su respectiva simulación, obtenga la lectura de dos sensores conectados al convertidor analógico digital en AN0 y AN1 como en la figura 9.2 cada 40ms y cuando el sensor conectado a AN0 sea de mayor 30° grado y el conectado AN1 sea menor a 18° y se active un motor de CD que simula un ventilador, el valor de lectura de temperatura de cada sensor se tiene que visualizar en el LCD.

2. Conclusiones

A. Realizar conclusiones de manera individual.

3. Cuestionario

- a) ¿Cómo se determina la resolución en un convertidor analógico digital?
- b) ¿Cuántas canales analógicas puede seleccionar en el PIC16f887?
- c) ¿Qué registros están asociados al convertidor analógico digital?
- d) ¿Investigue cómo funciona la interrupción del convertidor analógico digital?

Comentarios Finales

- **El alumno entrega un reporte de la práctica, como el profesor lo indique.**
- **El reporte debe contener el diagrama de flujo o algoritmo (Seudo código) de cada uno de los programas.**
- **Además, en el reporte deben anexarse las conclusiones y cuestionario contestado.**