



Universidad de Cuenca
Facultad de Ingeniería
Ingeniería en Telecomunicaciones

Microprocesadores, Microcontroladores y Sistemas Embebidos

Kenneth S. Palacio Baus
kenneth.palacio@ucuenca.edu.ec

Práctica 6

PIC18F4550 - Manejo del Conversor Analógico-Digial (ADC) y memoria EEPROM

- **Fecha de Entrega Informe:** 27 de Junio de 2024
- **Valoración:** 10 puntos.
- **Tipo de Trabajo:** Trabajo práctico en parejas / informe individual
- **Objetivos:** Mediante la presente práctica cada estudiante aprenderá a:
 - Manejar el módulo conversor analógico digital (DAC) integrado en el microcontrolador PIC18F4550.
 - Visualizar el resultado de la conversión ADC de 10 bits, en un display LCD.
 - Realizar tareas básicas de toma de decisiones basadas en una medición analógica
 - Investigar y poner en funcionamiento el módulo de memoria EEPROM.
- **Recursos:** Como base de esta práctica, utilizaremos MPLAB X y la hoja de datos del microcontrolador PIC18F4550.

Instrucciones

Para obtener una calificación en la presente práctica, cada estudiante deberá entregar un informe escrito según la estructura que se menciona más adelante. No olvide que puede contactar al profesor via correo electrónico en caso que necesite asistencia adicional.

- Envíe su trabajo mediante la plataforma e-virtual y también en la plataforma Turnitin.
- El nombre el archivo de su informe debe tener el formato:
ApellidoNombre_Pract06_MicroCon_M24.pdf
- Si su envío no cumple con el nombre de archivo y fecha de entrega, no recibirá calificación.

1. PROCEDIMIENTO

1. Implemente el circuito de la figura 1.1 en un project board.

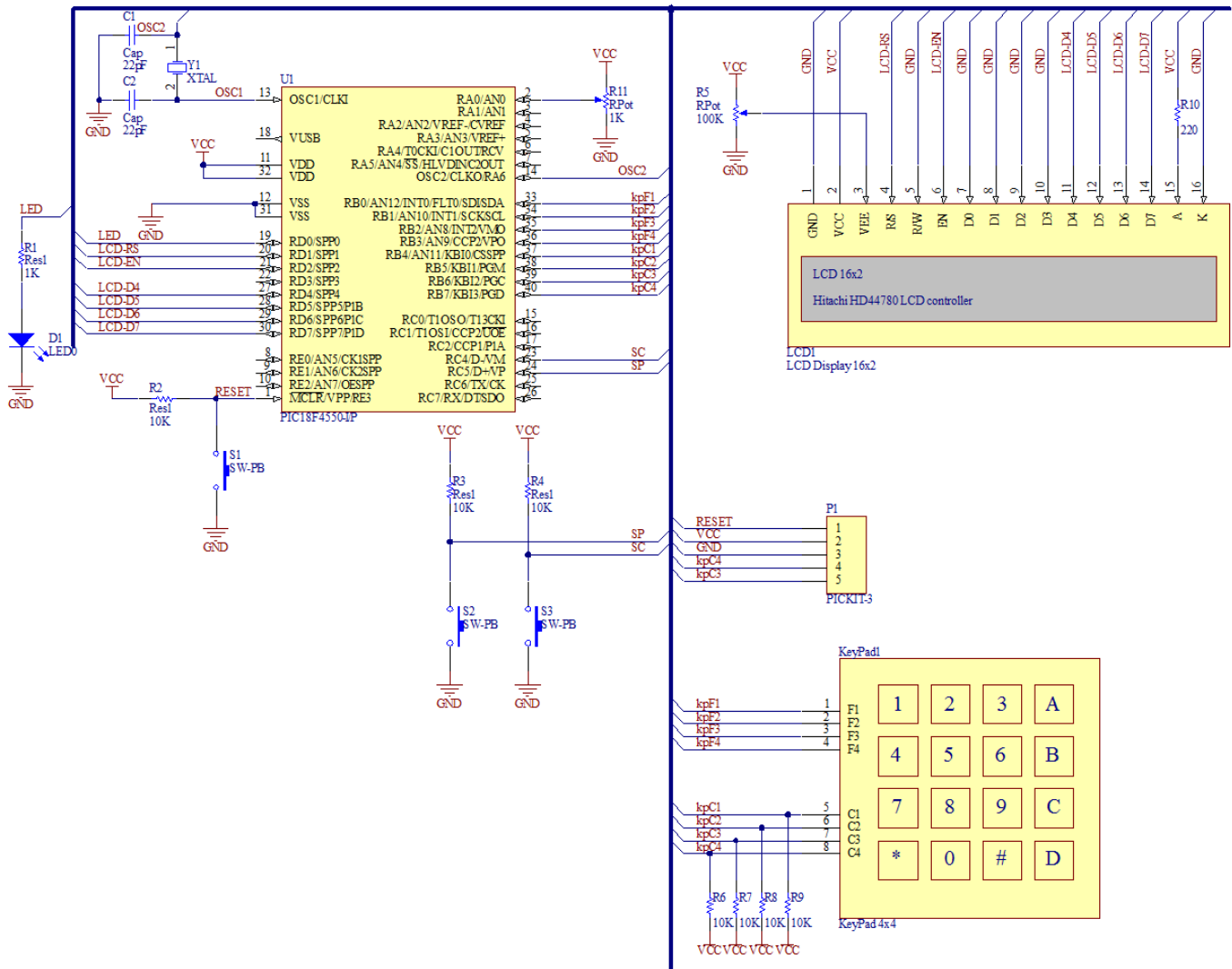


Figura 1.1: Manejo de LCD inteligente y teclado matricial.

2. Desarrolle un programa en lenguaje C/C++ que cumpla con las siguientes condiciones:

1.1. PARTE 1: INTRODUCCIÓN

- Desarrolle un programa en lenguaje C/C++ mediante el compilador XC8 en MPLAB X IDE que cumpla con las siguientes condiciones:
- Implemente una subrutina de inicialización con el LED en RD0: 10 pulsos en intervalos de 50ms y luego permanecer APAGADO **hasta que se indique lo contrario**.
- Configure el LCD y el teclado matricial acorde al hardware mostrado arriba.
- Después de la rutina de inicio marcada por el LED RD0, muestre los siguientes mensajes en el LCD:

- 1) Visualice el texto: **Universidad de Cuenca**, durante 2 segundos y seguidamente limpie la pantalla por 1 segundo.
- 2) Visualice el Texto: **Modulo ADC v1.0**, durante 2 segundos y seguidamente limpie la pantalla, sin que se muestre nada en la pantalla durante 1 segundo.

1.2. PARTE 2: LECTURA BÁSICA DE UNA SEÑAL ANALÓGICA

- a) Configure un temporizador para que genere una interrupción cada 200ms. Dentro de la subrutina de interrupción, se realizará la lectura del módulo ADC y actualización de la pantalla LCD.
- b) En la primera línea del LCD visualice el texto: $ADC = 0578$. Donde el número mostrado deberá reflejar la lectura del valor del potenciómetro como una cantidad entera entre 0 y 1023.
- c) Implemente un sistema que permita considerar el valor leído por el ADC para controlar la velocidad de oscilación de un LED intermitente conectado en RD0, es decir, que deberá encenderse de manera intermitente según la siguiente tabla:

Lectura ADC	Intervalo LED
0–256	200 ms
256–512	100 ms
512–768	50 ms
768–1023	25 ms

Donde la columna Intervalo LED, indica el tiempo que el LED debe permanecer encendido y apagado, por ejemplo 200ms prendido y 200ms apagado.

- d) Note que los cambios en la velocidad de oscilación del LED deben reflejarse de manera automática mientras se mueve el potenciómetro R11.
- e) Así mismo, los cambios del potenciómetro R11 deben visualizarse en tiempo real en el LCD.

1.3. PARTE 3: USO DE EEPROM

Modifique su programa para incorporar la siguiente funcionalidad:

- a) Mientras el circuito opera bajo las condiciones anteriores, se le permitirá al usuario presionar el botón *A* del teclado matricial, que le permitirá entrar en un modo de configuración, el cual visualizará en la pantalla del LCD el mensaje: “Conf. MODE”
- b) Se puede salir del modo de configuración presionando el botón *B* del teclado matricial, y el LCD deberá regresar a la pantalla que muestra la lectura del ADC.
- c) Note que las teclas numéricas no deben estar habilitadas a no ser que se ingrese al modo de configuración.
- d) Cuando el circuito se encuentra en el modo de configuración, se podrá establecer un valor numérico, que denotaremos como UMBRAL entre 800 y 1000, de tal modo que si el valor de la lectura del ADC supera dicho UMBRAL, el LED en RD0 ya no funcionará de manera intermitente, sino que se iluminará de manera continua.
- e) Si la lectura del ADC está por debajo del UMBRAL, entonces el circuito funcionará acorde a la tabla anterior, mostrada en la PARTE 2.
- f) El valor de UMBRAL por defecto será de 800 (al iniciar su programa por primera vez), sin embargo, cuando el usuario entra en el modo de configuración, puede personalizar este valor con cualquier cantidad entre 800 y 1000.
 - 1) Para personalizar el valor del UMBRAL, deberá permitir el ingreso al modo de configuración: Presionando la tecla *A* mientras se encuentra en la pantalla principal.
 - 2) En el modo de configuración: muestre un mensaje en la segunda línea del LCD que indique al usuario el ingreso mediante teclado matricial, por ejemplo: $UMBRAL = 900$.
 - 3) Una vez que el usuario ingresa el valor, la tecla *D* se utilizará a manera de enter para que el dato sea registrado y se establezca el nuevo valor del UMBRAL.

- 4) Una vez que se presionó la tecla *D* y el valor de umbral se haya grabado exitosamente, muestre un breve mensaje en el LCD: UMBRAL GRABADO; y regrese a la pantalla normal de operación del circuito.
- 5) En el ejemplo mostrado, el nuevo valor de UMBRAL es de 900.
Esto significa que si la lectura del valor del ADC es mayor o igual que 900, el LED en RD0 debe mantenerse encendido de manera continua.
- 6) Su código deberá hacer que el valor del UMBRAL se grabe en la memoria EEPROM del microcontrolador, con el objetivo de que al desconectar la energía, y reiniciar el circuito, el valor del umbral sea el último que ingresó el usuario.
- 7) Verifique para diferentes valores de umbral, comprobando que se grabe correctamente en la EEPROM y quitando la energía de su circuito para verificar que el valor de umbral es aquel personalizado por el usuario cada vez que se inicie el programa.
- 8) Note que solamente puede ingresar un número entero entre 800 y 1000 en el establecimiento del nuevo umbral.
- 9) Note que las teclas A, D, E, F no tienen ninguna función en el modo de configuración y deben estar deshabilitadas.
- 10) Note que si en el modo de configuración se llega a presionar la tecla B, el usuario abandona el modo de configuración, la operación es cancelada, y no se actualiza el valor del umbral, por lo que éste deberá ser el último ingresado por el usuario. Puede incluir un mensaje que indique OPERACION CANCELADA por 2 segundos y luego regresar a la pantalla de operación habitual.

2. INFORME

Cada estudiante presentará un informe escrito siguiendo los lineamientos presentados a continuación. Utilice lenguaje técnico, tanto para expresar adecuadamente la información relacionada a los registros del microcontrolador utilizados para la práctica así como para sus comentarios y explicaciones.

Su informe debe incluir las siguientes secciones:

1. **Tema de la Práctica:** Práctica 5: - Manejo del Conversor Analógico-Digital (ADC) y memoria EEPROM.
2. **Objetivos:**
 - Manejar el módulo conversor analógico digital (DAC) integrado en el microcontrolador PIC18F4550.
 - Visualizar el resultado de la conversión ADC de 10 bits, en un display LCD.
 - Realizar tareas básicas de toma de decisiones basadas en una medición analógica
 - Investigar y poner en funcionamiento el módulo de memoria EEPROM.
3. **Materiales y Equipos.** Escriba aquí la lista de materiales y equipos que utilizó en la práctica, incluyendo los elementos electrónicos empleados, tales como resistencias, micropulsantes, LEDs, LCD, etc.
4. **Breve Marco Teórico.** Describa con detalle el funcionamiento del módulo ADC, y además, de la memoria EEPROM del microcontrolador.
5. **Diseño del sistema microcontralado.** Explique brevemente su proyecto, las consideraciones y aspectos considerados para lograr el/los objetivos de la práctica.
 - a) **Plataforma de Hardware:** Incluya los esquemas eléctricos de su proyecto y explique la necesidad de incluir los diferentes componentes, y bloques, etc.
 - b) **Funcionamiento Software:** Explicar el programa, su funcionamiento general y específico. **Describa con extremo detalle** lo siguiente:
 - 1) La subrutina de lectura del valor del ADC.
 - 2) La forma en la que los datos del ADC se visualizan en el LDC.
6. **Pruebas y verificaciones.** Escriba aquí los resultados obtenidos, describiéndolos con detalle.
7. **Conclusiones y Recomendaciones:** Escriba aquí la lista de las conclusiones de la práctica. Sus conclusiones deberán ser muy bien meditadas, de tal modo que demuestren su comprensión de los experimentos realizados y sobre todo, deben reflejar lo que usted aprendió luego de haber realizado esta práctica.
8. **Referencias:** Esta parte incluirá todas aquellas referencias bibliográficas en las que basó el Sustento Teórico. Las citas bibliográficas deberán estar en el formato IEEE Transactions.

3. PREGUNTAS.

Incluya la respuesta a las siguientes preguntas al final de su informe:

1. Indique cómo modificaría el hardware de esta práctica para leer un transductor de temperatura LM35 en lugar del potenciómetro:
 - a) Muestre el diagrama electrónico.
 - b) Indique los cambios que debería realizar en el software acorde a los valores que entrega dicho transductor con el objetivo de visualizar la lectura de temperatura.
2. Especifique las limitaciones y capacidades de uso de la memoria EEPROM del microcontrolador PIC18F4550.
3. Explique la forma en la que cambiaría su código de esta práctica para simultáneamente en la pantalla del LCD, mostrar la lectura del potenciómetro conectado en el pin AN0 y de un transductor de temperatura LM35 conectado en el pin AN1.