



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Mazatlán

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA MATERIA

MICROCONTROLADORES

CLAVE DE LA ASIGNATURA: **ETD1022**



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Mazatlán



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PRÁCTICA # 1

PROGRAMACION EN LENGUAJE ENSAMBLADOR

OBJETIVO

Aprender a desarrollar programas sencillos en lenguaje ensamblador y familiarizarse con las herramientas básicas de desarrollo, tales como editores, ensambladores y simuladores de programas para microcontroladores.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de una aplicación para microcontrolador requiere la programación del software. Existen dos alternativas para la programación: el lenguaje ensamblador, el cual es específico de cada microcontrolador, y los lenguajes de nivel medio/alto tales como C, C++ o Java. En esta práctica se pretende que el estudiante se familiarice con la programación en lenguaje ensamblador y las herramientas de software necesarias para este propósito, mediante el desarrollo de programas sencillos.

Cada fabricante de microcontroladores ofrece también (y por lo regular de manera gratuita), las herramientas de desarrollo de software para sus productos. Así, tenemos a nuestra disposición editores de código fuente, compiladores, ensambladores, depuradores, simuladores y emuladores entre otros. Esta práctica tiene el objetivo de que el alumno adquiera destreza en el uso de algunas de estas herramientas proporcionadas por el fabricante del microcontrolador en uso.

Los programas propuestos para esta primera práctica son sencillos. Implican la manipulación de datos en memoria, direccionamiento directo e indirecto y el uso del juego de instrucciones del procesador. Sobre todo, permiten al estudiante familiarizarse con el estilo y lógica de la programación en lenguaje ensamblador.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

MATERIAL Y EQUIPO

- ✚ 1 Computadora personal
- ✚ Conexión a internet.
- ✚ Software de desarrollo MPLAB.

PROCEDIMIENTO

Escriba los programas que a continuación se proponen para el PIC16F84A. Simule su operación en MPLAB.

- 1)- Entre las direcciones de memoria 10H y 1FH hay una tabla de datos de 8 bits sin signo. Escriba un programa que “le dé la vuelta a la tabla”, es decir, que invierta su orden. El primer valor será ahora el último, el segundo el penúltimo y así sucesivamente. La tabla invertida deberá quedar en las mismas localidades de memoria.
- 2)- Entre las direcciones 10H y 1FH hay una tabla de datos de 8 bits. En la localidad 0FH se encuentra almacenado un valor x . Escriba un programa que busque la primera aparición del dato x en la tabla. Dejar la dirección donde se encontró el dato en la dirección 20H. De no encontrar el dato x en la tabla, dejar la localidad 20h en cero.
- 3)- Escriba un programa que cuente las veces que aparece el dato de la localidad 0Fh en la tabla de valores localizados entre las direcciones 10H y 1FH. Dejar el resultado en la localidad 0EH.
- 4)- Escriba un programa que ordene de mayor a menor la tabla de números de 8 bits sin signo localizada entre las direcciones 10H y 1FH inclusive.
- 5)- Escriba un programa que multiplique los números de 8 bits sin signo almacenados en las localidades 0CH y 0DH. Dejar el resultado (de 16 bits) en las localidades 0EH (byte más significativo) y 0FH (byte menos significativo).



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Mazatlán

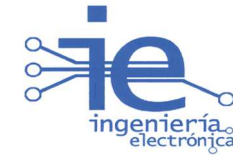
INGENIERÍA ELECTRÓNICA



CONCLUSIONES

REFERENCIAS

- ✚ E. Palacios, F. Remiro, L.J. López, "Microcontrolador PIC16F84, Desarrollo de proyectos". Alfa Omega- Ra-Ma
- ✚ PIC16F84A Data Sheet, Microchip



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

RÚBRICA

CRITERIOS	DEFICIENTE (12 PUNTOS)	REGULAR (18 PUNTOS)	BIEN (20 PUNTOS)	EXCELENTE (25 PUNTOS)	PUNTOS OBTENIDOS
FUNCIONAMIENTO DE LOS PROGRAMAS	Los programas no se ejecutan correctamente. No producen el resultado deseado. El estudiante es incapaz de corregirlo.	Los programas se ejecutan correctamente. Arrojan el resultado correcto, pero no emplean el algoritmo óptimo. El estudiante es incapaz de modificar el programa.	Los programas se ejecutan sin problemas, dando los resultados correctos. Se utiliza un algoritmo óptimo. El estudiante realiza las modificaciones al programa que se le piden.	Los programas se ejecutan correctamente, utilizando un algoritmo novedoso y eficiente. El estudiante introduce fácilmente las modificaciones que se le piden.	
ORIGINALIDAD DEL TRABAJO	El estudiante no muestra evidencia de haber realizado la práctica él mismo. Los programas fueron realizados por alguien más. El estudiante no sabe cómo funcionan los programas.	No se presenta trabajo original. Los programas son copias. Aun así, el estudiante puede explicar su funcionamiento aunque se le dificulta realizar modificaciones.	El estudiante no presenta trabajo original, pero puede explicar su funcionamiento y adquirió la habilidad de hacer las modificaciones que se le piden.	El estudiante presenta trabajo original. Entiende el funcionamiento de la totalidad del programa y puede realizar con facilidad las modificaciones que se le pidan.	
USO DE LA HERRAMIENTA DE DESARROLLO.	El estudiante no está familiarizado con las características básicas de la herramienta de desarrollo. Demuestra inseguridad al utilizarla.	El estudiante utiliza de manera limitada las herramientas y opciones que ofrece la herramienta de desarrollo.	El estudiante demuestra habilidad para utilizar las características básicas de la herramienta de desarrollo.	El estudiante demuestra un amplio dominio de la herramienta de desarrollo, tanto sus características básicas como avanzadas.	
PRESENTACIÓN DEL REPORTE	Presenta un formato de reporte poco adecuado. Faltas de ortografía en exceso. Manejo inadecuado de las TIC.	Limpieza en la presentación. Hasta 10 faltas de ortografía. Manejo regular de las TIC.	Limpieza en la presentación. Menos de 10 faltas de ortografía. Buen manejo de las TIC.	Limpieza en la presentación. Sin faltas de ortografía. Excelente manejo de las TIC.	
CONCLUSIONES	No presenta.	Redacción deficiente y poco clara.	Buena redacción aunque pudo ser más amplia.	Excelente redacción.	
				TOTAL PUNTOS	



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Mazatlán

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PRÁCTICA # 2

ENTRADA Y SALIDA DE DATOS

OBJETIVO

Aprender a programar y utilizar los puertos de entrada y salida del microcontrolador.

INTRODUCCIÓN

Un microcontrolador es un circuito integrado que posee una unidad central de proceso (CPU), memoria para almacenar programas, memoria de datos y puertos de entrada/salida. Los microcontroladores utilizan estos puertos de entrada y salida para enviar y recibir información de circuitos externos. En esta práctica el estudiante utilizará los puertos del E/S del microcontrolador para leer datos de interruptores y enviar información a LEDs.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

MATERIAL Y EQUIPO

- 1 Microcontrolador
- 1 Switch deslizable (Dip Switch) de 4 posiciones
- 1 Oscilador de Cristal
- 2 Capacitores para cristal
- 4 Resistencias de $1k\Omega$
- 8 Resistencias de 330Ω
- 8 LEDs
- 1 Capacitor de $100nF$ cerámico
- 1 Fuente de Voltaje de +5V
- 1 Computadora personal con software de desarrollo de sistemas con microcontrolador instalado.
- 1 Grabador de microcontroladores.

PROCEDIMIENTO

1. Escribir un programa en lenguaje ensamblador que realice las 4 rutinas seleccionables con el Dip Switch. Las rutinas se describen abajo.
2. Armar el circuito de la figura 1 en un software de simulación (Proteus Design Suite, NI MultiSIM, Altium Designer).
3. Simular el circuito en el software utilizando el programa realizado en el paso 1.
4. Armar el circuito de la figura 1 en tablilla de pruebas.
5. Grabar en el microcontrolador el programa realizado en el paso 1.
6. Probar su correcto funcionamiento.

Las rutinas que realizará el microcontrolador son las siguientes:

Rutina 1: Contador Ascendente.

Rutina 2: Contador Descendente.

Rutina 3: Péndulo (desplazamiento de LED de una lado a otro).

Rutina 4: Dos péndulos (desplazamiento de 2 LEDs de un lado a otro).



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

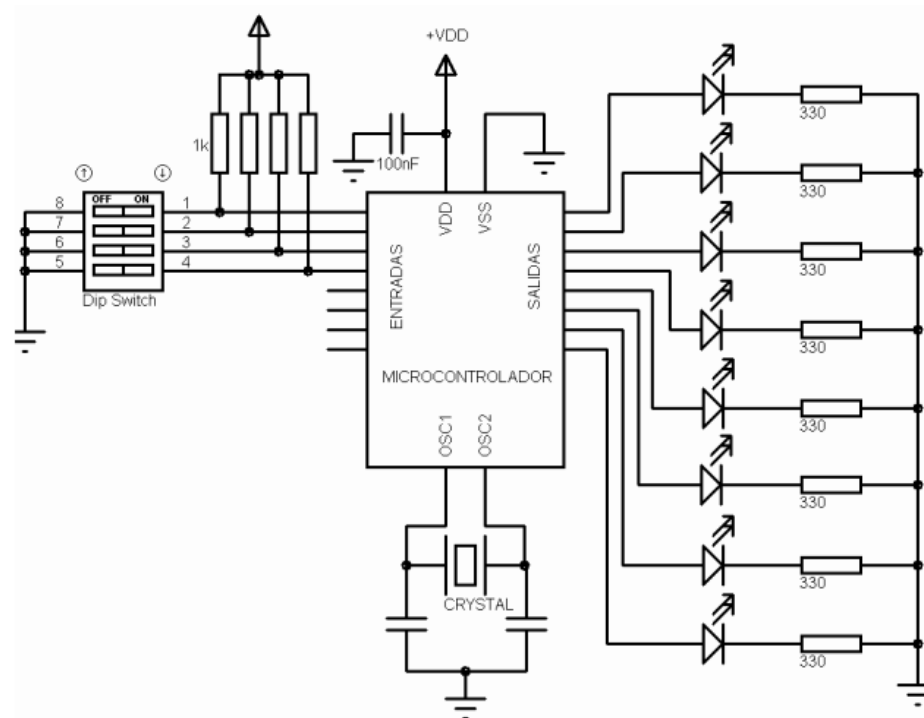


Figura 1- Circuito para la práctica 2.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA



REPORTE

El reporte de la práctica deberá contener:

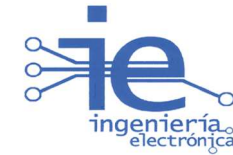
- Portada con los datos pertinentes, incluyendo un resumen descriptivo de la práctica, entre 100 y 150 palabras.
- Objetivo de la práctica.
- Marco teórico
- Metodología empleada (explicar algoritmos mediante diagramas de flujo o de bloques).
- Diagrama esquemático del circuito.
- Listado de programas (se recomienda como apéndice).
- Resultados experimentales obtenidos
- Conclusiones.
- Bibliografía

REVISION DE LA PRÁCTICA

Para la revisión deberá presentar el circuito funcionando y el reporte de practica completo.

REFERENCIAS

- ✚ Enrique Palacios, Fernando Remiro. Microcontrolador PIC16F84 Desarrollo de proyectos. Ed. Alfaomega.
- ✚ José Ma. Angulo, Microcontroladores pic, Diseño práctico de aplicaciones, Ed. Mc. Graw Hill.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

RÚBRICA

CRITERIOS	DEFICIENTE (12 PUNTOS)	REGULAR (18 PUNTOS)	BIEN (20 PUNTOS)	EXCELENTE (25 PUNTOS)	PUNTOS OBTENIDOS
FUNCIONAMIENTO DE La PRÁCTICA	La práctica no funciona correctamente o no realiza la función pedida. El estudiante es incapaz de corregir o modificar el circuito.	La práctica funciona de manera errática. Cumple a medias con las especificaciones o la función pedida. Al estudiante se le dificulta el realizar modificaciones al funcionamiento del circuito.	La práctica funciona bien, cumple con las especificaciones y realiza las funciones pedidas. El estudiante realiza las modificaciones que se le pidan al circuito.	La práctica funciona bien, cumple con las especificaciones y realiza las funciones pedidas. El estudiante realiza con facilidad las modificaciones que se le pidan al circuito.	
ORIGINALIDAD DEL TRABAJO	El estudiante no muestra evidencia de haber realizado la práctica él mismo. Lo programas fueron realizados por alguien más. El estudiante no sabe cómo funcionan los programas.	No se presenta trabajo original. Los programas son copias. Aun así, el estudiante puede explicar su funcionamiento aunque se le dificulta realizar modificaciones.	El estudiante no presenta trabajo original, pero puede explicar su funcionamiento y adquirió la habilidad de hacer las modificaciones que se le piden.	El estudiante presenta trabajo original. Entiende el funcionamiento de la práctica y puede realizar con facilidad las modificaciones que se le pidan.	
TIEMPO DE ENTREGA	Entrega la práctica y el reporte dentro del cuarto 25% del grupo	Entrega la práctica y el reporte dentro del tercer 25% del grupo.	Entrega la práctica y el reporte dentro del segundo 30% del grupo.	Entrega la práctica y el reporte dentro del primer 20% del grupo.	
TRABAJO EN EQUIPO	No se presentó puntualmente ni colaboró en el desarrollo de la práctica.	Se presentó pero no colaboró debidamente en el desarrollo de la práctica.	Se presentó puntualmente y colaboró en el desarrollo de la práctica.	Se presentó puntualmente y tuvo un papel desatacado en el desarrollo de la práctica.	
ESTRUCTURACIÓN Y CONTENIDO DEL REPORTE	No presenta cálculos, diagramas y/o código fuente. Redacción muy deficiente y poco clara.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. Redacción deficiente.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. Redacción clara.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. La redacción del informe y presentación de resultados es sobresaliente.	
CONCLUSIONES	No presenta.	Redacción deficiente y poco clara.	Buena redacción aunque pudo ser más amplia.	Excelente redacción.	
PRESENTACIÓN DEL REPORTE	Presenta un formato de reporte poco adecuado. Faltas de ortografía en exceso. Manejo inadecuado de las TIC.	Limpieza en la presentación. Hasta 10 faltas de ortografía. Manejo regular de las TIC.	Limpieza en la presentación. Menos de 10 faltas de ortografía. Buen manejo de las TIC.	Limpieza en la presentación. Sin faltas de ortografía. Excelente manejo de las TIC.	
				TOTAL PUNTOS	



INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PRÁCTICA # 3

TEMPORIZADOR

OBJETIVO

Desarrollar una aplicación con microcontrolador en la que se haga uso y se demuestren las capacidades de un temporizador programable.

INTRODUCCIÓN

Uno de los recursos típicos con que cuentan los microcontroladores son los registros contadores y temporizadores. Dichos registros se utilizan con frecuencia en la medición de intervalos de tiempo, como generadores de interrupciones a intervalos regulares, para producir retardos de tiempo o como contadores de eventos. Por lo general ofrecen medios para que se pueda controlar la operación de tales registros por software.

En el caso del PIC16F84A, se tiene solamente un registro contador y temporizador, denominado TIMER 0, o en forma abreviada TMR0. Consta de un registro contador de 8 bits ascendente, que puede contar pulsos de reloj externos o internos al microcontrolador, y en este último caso, la velocidad de conteo es programable. Al llegar a la cuenta máxima (FFh) y dar la vuelta a cero, enciende un bit (T0IF) que puede pedir interrupción al CPU. La figura 1 muestra el diagrama a bloques del TIMER 0 de la familia PIC16. El registro TIMER 0 es de lectura y escritura, pudiendo de esta manera leer su valor o modificarlo en cualquier momento.

Toda la operación del TIMER 0 es controlada por los bits de configuración del registro OPTION_REG. A través de este registro podemos configurar este módulo para que trabaje como TIMER (contando pulsos internos) o como CONTADOR (contando pulsos externos aplicados a la terminal RA4/T0CKI), el uso del prescaler y su factor de escala. Además, en el registro INCONT se tiene el permiso para habilitar o deshabilitar la interrupción del TIMER 0 (T0IE) así como el bit de solicitud de interrupción (T0IF). LA figura 2 muestra el registro OPTION_REG.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

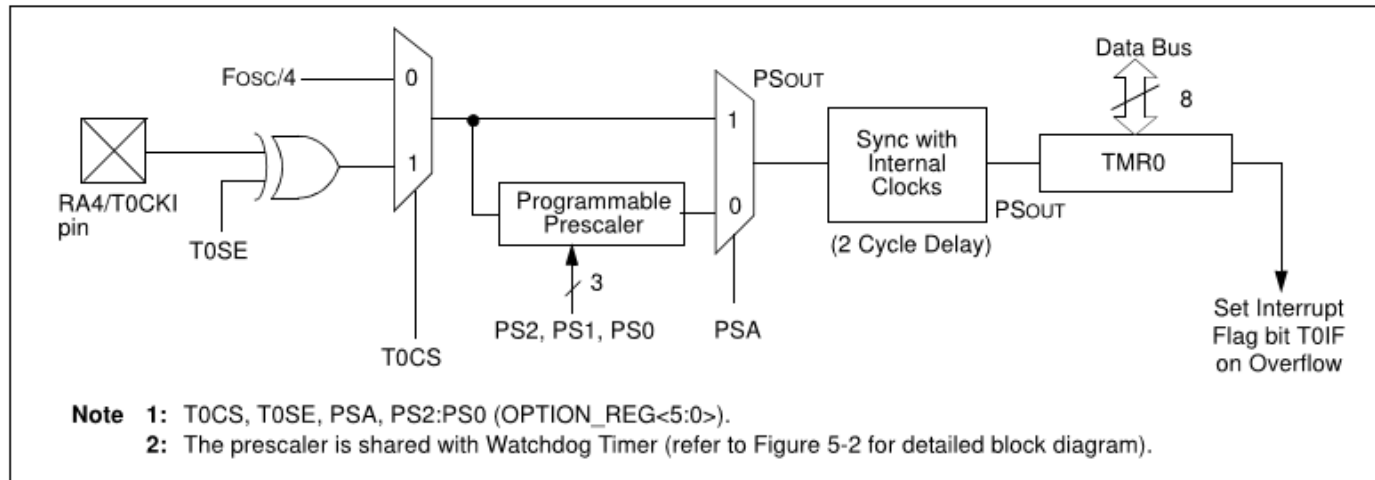
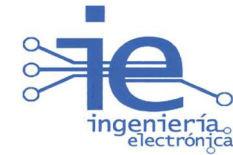


FIGURA 1. Diagrama de bloques del TIMER 0.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

REGISTER 2-2: OPTION REGISTER (ADDRESS 81h)

R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0
							bit 0
bit 7							

- bit 7 **RBPU:** PORTB Pull-up Enable bit
1 = PORTB pull-ups are disabled
0 = PORTB pull-ups are enabled by individual port latch values
- bit 6 **INTEDG:** Interrupt Edge Select bit
1 = Interrupt on rising edge of RB0/INT pin
0 = Interrupt on falling edge of RB0/INT pin
- bit 5 **T0CS:** TMR0 Clock Source Select bit
1 = Transition on RA4/T0CKI pin
0 = Internal instruction cycle clock (CLKOUT)
- bit 4 **T0SE:** TMR0 Source Edge Select bit
1 = Increment on high-to-low transition on RA4/T0CKI pin
0 = Increment on low-to-high transition on RA4/T0CKI pin
- bit 3 **PSA:** Prescaler Assignment bit
1 = Prescaler is assigned to the WDT
0 = Prescaler is assigned to the Timer0 module
- bit 2-0 **PS2:PS0:** Prescaler Rate Select bits

Bit Value	TMR0 Rate	WDT Rate
000	1 : 2	1 : 1
001	1 : 4	1 : 2
010	1 : 8	1 : 4
011	1 : 16	1 : 8
100	1 : 32	1 : 16
101	1 : 64	1 : 32
110	1 : 128	1 : 64
111	1 : 256	1 : 128

FIGURA 2. Registro OPTION_REG



INGENIERÍA ELECTRÓNICA



MATERIAL Y EQUIPO

- 1 Microcontrolador PIC16F84A-4P
- 1 Switch deslizable (Dip Switch) de 4 posiciones
- 1 Oscilador de Cristal de 4 MHz
- 2 Capacitores para cristal de 22 pF
- 1 Capacitor electrolítico de 10 μ F.
- 6 Resistencias de 10 k Ω
- 1 Resistencias de 220 Ω
- 1 Resistencia de 4.7 k Ω .
- 1 LEDs
- 2 Interruptores tipo push-button.
- 1 Transistor 2N2222A
- 2 Diodos rectificadores.
- 1 Relevador de 5 V.
- 1 Bloque de terminales.
- 1 Pequeño motor o lámpara con socket, con alimentación de 1100 VAC.
- 1 Fuente de Voltaje de +5V
- 1 Computadora personal con software de desarrollo de sistemas con microcontrolador instalado.
- 1 Grabador de microcontroladores.
- 1 Protoboard.
- Cables para las conexiones.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PROCEDIMIENTO

- 1- Arme el circuito de la figura 1 en su protoboard. La carga conectada al relevador deberá ser un motor o una lámpara con alimentación de 110 VAC. Para la conexión de la alimentación de 110 VAC utilice un bloque de terminales, para mayor seguridad.
- 2- Escriba un programa para el PIC16F84A que energice el relevador (con lo que se conecta la alimentación de 110 VAC a la carga) cuando se pulse el botón DISPARO, y lo mantenga energizado por un tiempo que dependerá del valor binario puesto en los 4 interruptores del DIP-SWITCH, según se indica en la tabla 1. Mientras el relé esté energizado, el LED parpadeará, con tiempos de encendido y apagado de un segundo respectivamente. Cuando se corte la energía al relevador, el LED permanecerá encendido, y el sistema quedará esperando a que se pulse de nuevo el botón DISPARO. El cronograma de la figura 2 describe el comportamiento del temporizador. Cuando el valor en el DIP-SWITCH sea '1111' el relevador permanecerá apagado aunque se pulse DISPARO.

(NOTA: Ejerza mucha precaución al manejar las líneas de 110 VAC).



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

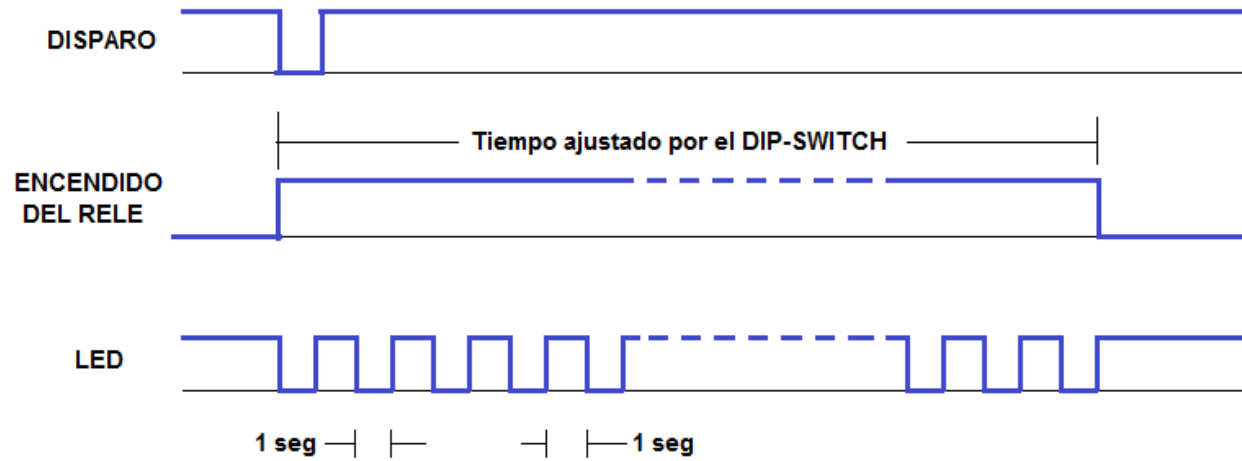


Figura 2- Cronograma del temporizador.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TABLA 1: Tiempos de encendido del temporizador.

RA3	RA2	RA1	RA0	Tiempo en segundos
0	0	0	0	10
0	0	0	1	20
0	0	1	0	30
0	0	1	1	40
0	1	0	0	50
0	1	0	1	60
0	1	1	0	90
0	1	1	1	120
1	0	0	0	180
1	0	0	1	240
1	0	1	0	300
1	0	1	1	480
1	1	0	0	600
1	1	0	1	900
1	1	1	0	1800
1	1	1	1	----



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

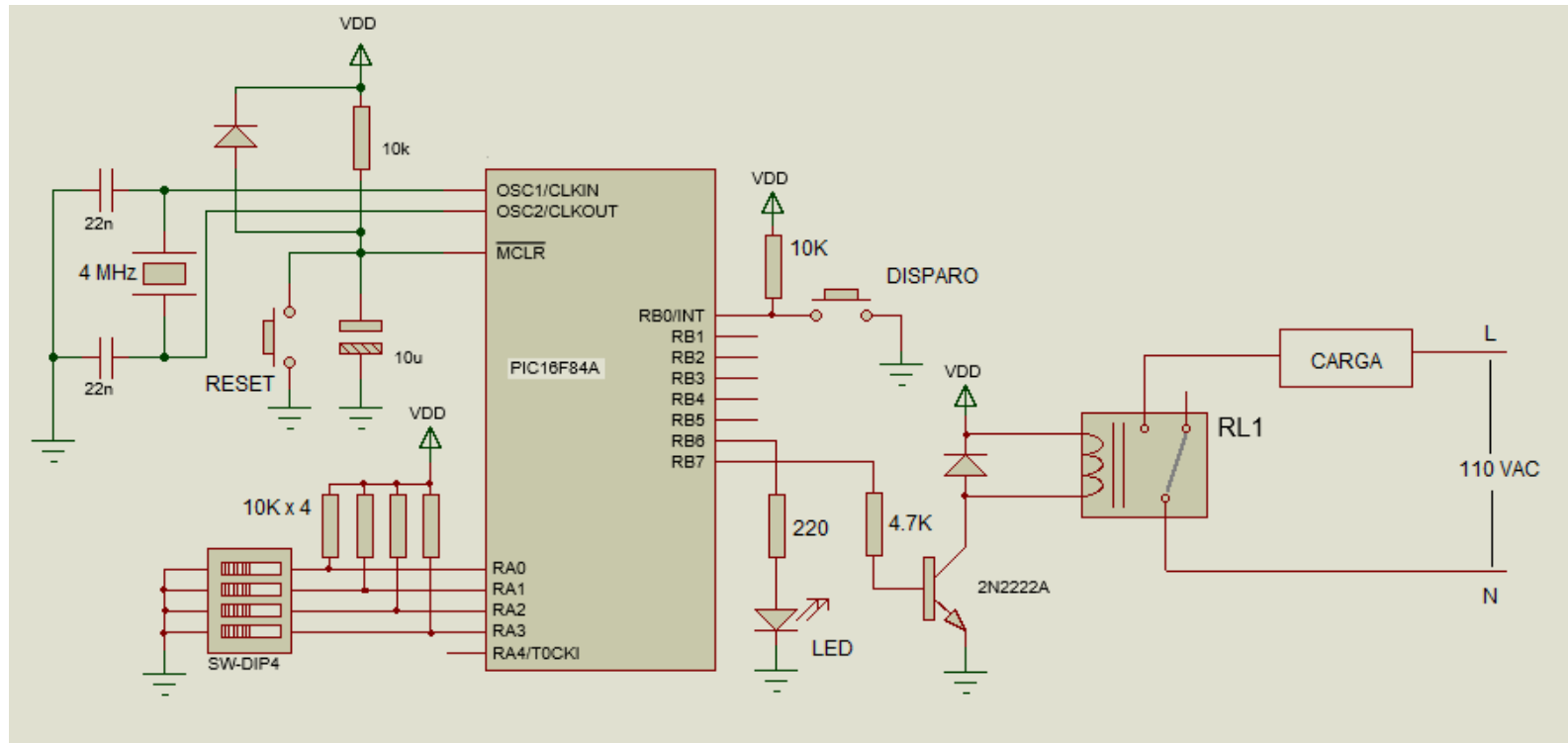


Figura 1- Circuito para la práctica 3.



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Mazatlán

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



CONCLUSIONES

REFERENCIAS

- ✚ Enrique Palacios, Fernando Remiro. Microcontrolador PIC16F84 Desarrollo de proyectos. Ed. Alfaomega.
- ✚ José Ma. Angulo, Microcontroladores pic, Diseño práctico de aplicaciones, Ed. Mc. Graw Hill.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

RÚBRICA

CRITERIOS	DEFICIENTE (12 PUNTOS)	REGULAR (18 PUNTOS)	BIEN (20 PUNTOS)	EXCELENTE (25 PUNTOS)	PUNTOS OBTENIDOS
FUNCIONAMIENTO DE La PRÁCTICA	La práctica no funciona correctamente o no realiza la función pedida. El estudiante es incapaz de corregir o modificar el circuito.	La práctica funciona de manera errática. Cumple a medias con las especificaciones o la función pedida. Al estudiante se le dificulta el realizar modificaciones al funcionamiento del circuito.	La práctica funciona bien, cumple con las especificaciones y realiza las funciones pedidas. El estudiante realiza las modificaciones que se le pidan al circuito.	La práctica funciona bien, cumple con las especificaciones y realiza las funciones pedidas. El estudiante realiza con facilidad las modificaciones que se le pidan al circuito.	
ORIGINALIDAD DEL TRABAJO	El estudiante no muestra evidencia de haber realizado la práctica él mismo. Lo programas fueron realizados por alguien más. El estudiante no sabe cómo funcionan los programas.	No se presenta trabajo original. Los programas son copias. Aun así, el estudiante puede explicar su funcionamiento aunque se le dificulta realizar modificaciones.	El estudiante no presenta trabajo original, pero puede explicar su funcionamiento y adquirió la habilidad de hacer las modificaciones que se le piden.	El estudiante presenta trabajo original. Entiende el funcionamiento de la práctica y puede realizar con facilidad las modificaciones que se le pidan.	
TIEMPO DE ENTREGA	Entrega la práctica y el reporte dentro del cuarto 25% del grupo	Entrega la práctica y el reporte dentro del tercer 25% del grupo.	Entrega la práctica y el reporte dentro del segundo 30% del grupo.	Entrega la práctica y el reporte dentro del primer 20% del grupo.	
TRABAJO EN EQUIPO	No se presentó puntualmente ni colaboró en el desarrollo de la práctica.	Se presentó pero no colaboró debidamente en el desarrollo de la práctica.	Se presentó puntualmente y colaboró en el desarrollo de la práctica.	Se presentó puntualmente y tuvo un papel desatacado en el desarrollo de la práctica.	
ESTRUCTURACIÓN Y CONTENIDO DEL REPORTE	No presenta cálculos, diagramas y/o código fuente. Redacción muy deficiente y poco clara.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. Redacción deficiente.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. Redacción clara.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. La redacción del informe y presentación de resultados es sobresaliente.	
CONCLUSIONES	No presenta.	Redacción deficiente y poco clara.	Buena redacción aunque pudo ser más amplia.	Excelente redacción.	
PRESENTACIÓN DEL REPORTE	Presenta un formato de reporte poco adecuado. Faltas de ortografía en exceso. Manejo inadecuado de las TIC.	Limpieza en la presentación. Hasta 10 faltas de ortografía. Manejo regular de las TIC.	Limpieza en la presentación. Menos de 10 faltas de ortografía. Buen manejo de las TIC.	Limpieza en la presentación. Sin faltas de ortografía. Excelente manejo de las TIC.	
				TOTAL PUNTOS	



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PRÁCTICA # 4

DISPLAY MULTIPLEXADO

OBJETIVO

Construir un display de LEDs de 7 segmentos multiplexado de 4 dígitos y escribir un programa para el PIC16F84A que escriba mensajes en el display.

INTRODUCCIÓN

Un periférico de interfaz con el usuario típico en las aplicaciones de los microcontroladores son los display de LEDs de 7 segmentos. Se utilizan por lo general para desplegar información numérica. Instrumentos de medición tales como termómetros, multímetros, o relojes utilizan este tipo de displays. Su ventaja reside en que consumen poca energía y son fáciles de usar.

La figura 1 muestra un display de LEDs de 7 segmentos. Comercialmente se encuentra en forma de un componente cuyas terminales permiten encender selectivamente los diferentes segmentos del dispositivo, los cuales se designan a, b, c, ..., g. Algunos modelos incluyen un segmento extra, usado como punto decimal. Como muestra la figura 1 hay dos tipos de displays, los de ánodo común y los de cátodo común.

Para mostrar información en un display de este tipo, se requieren 7 bits (u 8 si se usa el punto decimal). Esto significa que se utilizarán 7 u 8 terminales del microcontrolador al cual se conecte el display para que éste pueda desplegar información.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Pero por lo general un solo display no es suficiente. Por lo regular se requiere mostrar varios dígitos numéricos por lo que se requerirán varios displays en paralelo. El conectar directamente cada display al microcontrolador requeriría demasiadas terminales, por lo que en este caso se utiliza la conexión en forma multiplexada.

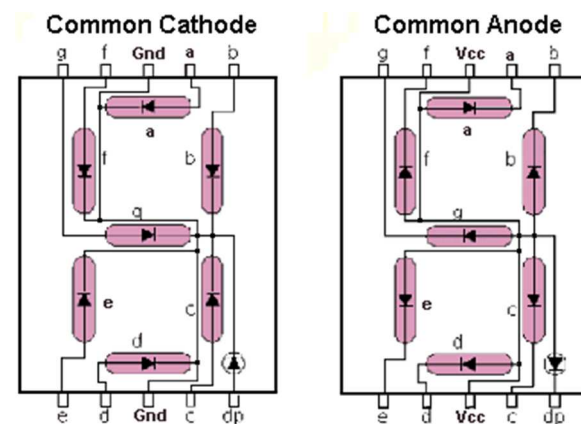


Figura 1- Tipos de displays de LEDs de 7 segmentos.

La figura 2 muestra la conexión de 4 displays de LEDs de 7 segmentos en forma multiplexada. En dicha figura se utilizan displays del tipo ánodo común. Observe que todos los segmentos se conectan en paralelo, es decir, todos los segmentos 'a' a un común, todos los segmentos 'b' a un común, y así sucesivamente. Los ánodos de cada display sirven para seleccionar el que encenderá en cada ocasión. A través de los transistores se hace llegar de manera selectiva la alimentación a cada display.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

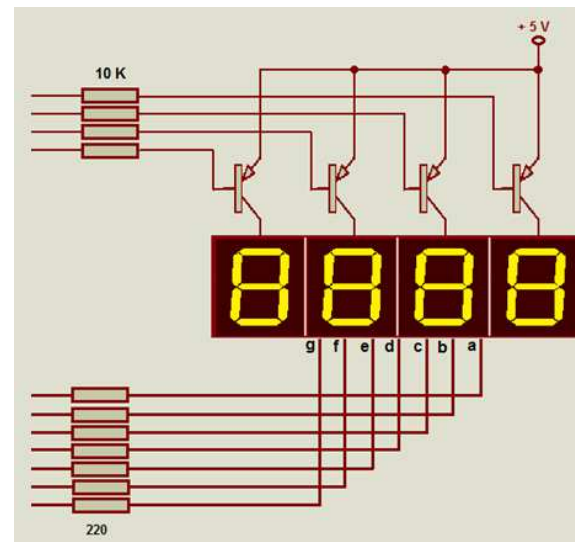


Figura 2- Circuito del display multiplexado de 4 dígitos.

MATERIAL Y EQUIPO

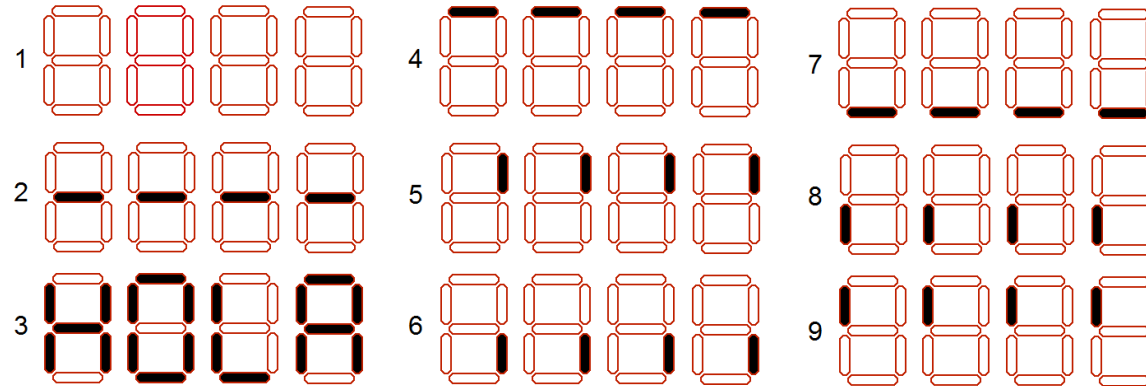
- 1 Microcontrolador PIC16F84A-4P
- 1 Oscilador de Cristal de 4 MHz
- 2 Capacitores para cristal de 22 pF
- 1 Capacitor electrolítico de 10 μ F.
- 1 Resistencia de 1 k Ω
- 7 Resistencias de 220 Ω
- 4 Resistencias de 10 k Ω
- 4 Displays de LEDs de 7 segmentos tipo ánodo común.
- 4 Transistores bipolares PNP BC557.
- 1 Fuente de alimentación de 5 VDC.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROCEDIMIENTO

- 1- Arme el circuito de la figura 3.
- 2- Escriba un programa para el PIC16F84A que muestre en el display multiplexado la siguiente secuencia:



Los pasos del 4 al 9 repétirlos 3 veces y comenzar de nuevo la secuencia.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

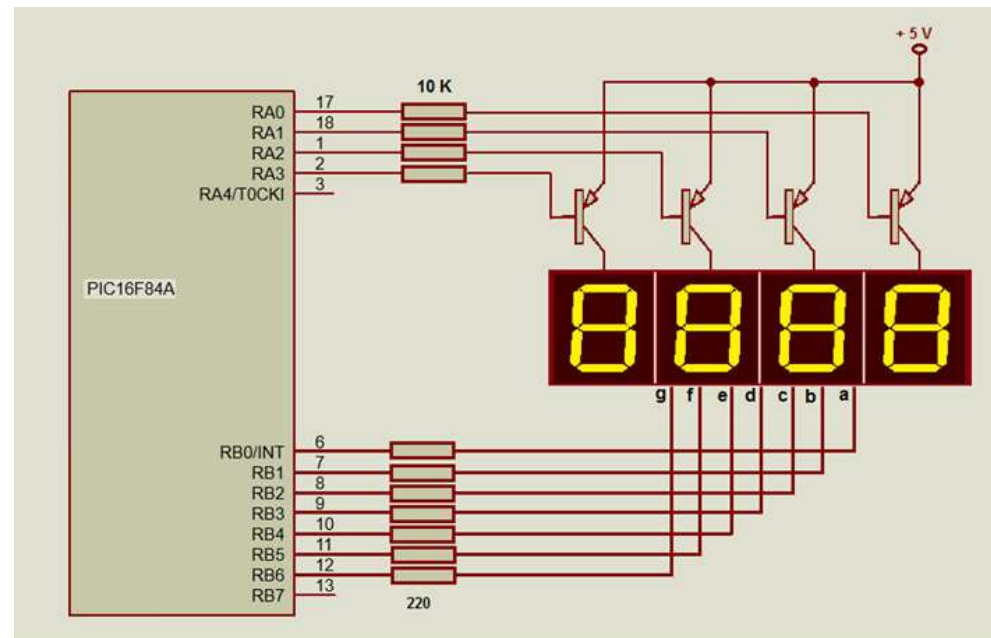


Figura 3- Circuito para la práctica 4.



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Mazatlán

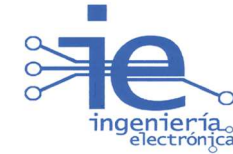
INGENIERÍA ELECTRÓNICA



CONCLUSIONES

REFERENCIAS

- ✚ Enrique Palacios, Fernando Remiro. Microcontrolador PIC16F84 Desarrollo de proyectos. Ed. Alfaomega.
- ✚ José Ma. Angulo, Microcontroladores pic, Diseño práctico de aplicaciones, Ed. Mc. Graw Hill.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

RÚBRICA

CRITERIOS	DEFICIENTE (12 PUNTOS)	REGULAR (18 PUNTOS)	BIEN (20 PUNTOS)	EXCELENTE (25 PUNTOS)	PUNTOS OBTENIDOS
FUNCIONAMIENTO DE La PRÁCTICA	La práctica no funciona correctamente o no realiza la función pedida. El estudiante es incapaz de corregir o modificar el circuito.	La práctica funciona de manera errática. Cumple a medias con las especificaciones o la función pedida. Al estudiante se le dificulta el realizar modificaciones al funcionamiento del circuito.	La práctica funciona bien, cumple con las especificaciones y realiza las funciones pedidas. El estudiante realiza las modificaciones que se le pidan al circuito.	La práctica funciona bien, cumple con las especificaciones y realiza las funciones pedidas. El estudiante realiza con facilidad las modificaciones que se le pidan al circuito.	
ORIGINALIDAD DEL TRABAJO	El estudiante no muestra evidencia de haber realizado la práctica él mismo. Lo programas fueron realizados por alguien más. El estudiante no sabe cómo funcionan los programas.	No se presenta trabajo original. Los programas son copias. Aun así, el estudiante puede explicar su funcionamiento aunque se le dificulta realizar modificaciones.	El estudiante no presenta trabajo original, pero puede explicar su funcionamiento y adquirió la habilidad de hacer las modificaciones que se le piden.	El estudiante presenta trabajo original. Entiende el funcionamiento de la práctica y puede realizar con facilidad las modificaciones que se le pidan.	
TIEMPO DE ENTREGA	Entrega la práctica y el reporte dentro del cuarto 25% del grupo	Entrega la práctica y el reporte dentro del tercer 25% del grupo.	Entrega la práctica y el reporte dentro del segundo 30% del grupo.	Entrega la práctica y el reporte dentro del primer 20% del grupo.	
TRABAJO EN EQUIPO	No se presentó puntualmente ni colaboró en el desarrollo de la práctica.	Se presentó pero no colaboró debidamente en el desarrollo de la práctica.	Se presentó puntualmente y colaboró en el desarrollo de la práctica.	Se presentó puntualmente y tuvo un papel desatacado en el desarrollo de la práctica.	
ESTRUCTURACIÓN Y CONTENIDO DEL REPORTE	No presenta cálculos, diagramas y/o código fuente. Redacción muy deficiente y poco clara.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. Redacción deficiente.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. Redacción clara.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. La redacción del informe y presentación de resultados es sobresaliente.	
CONCLUSIONES	No presenta.	Redacción deficiente y poco clara.	Buena redacción aunque pudo ser más amplia.	Excelente redacción.	
PRESENTACIÓN DEL REPORTE	Presenta un formato de reporte poco adecuado. Faltas de ortografía en exceso. Manejo inadecuado de las TIC.	Limpieza en la presentación. Hasta 10 faltas de ortografía. Manejo regular de las TIC.	Limpieza en la presentación. Menos de 10 faltas de ortografía. Buen manejo de las TIC.	Limpieza en la presentación. Sin faltas de ortografía. Excelente manejo de las TIC.	
				TOTAL PUNTOS	



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Mazatlán



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PRÁCTICA # 5

PANTALLA LCD

OBJETIVO

Demostrar el funcionamiento de una pantalla LCD de texto de 2 renglones de 16 caracteres.

INTRODUCCIÓN

Un periférico de interfaz con el usuario típico en las aplicaciones de los microcontroladores son las pantallas LCD. Estos módulos ofrecen muchas ventajas sobre los displays de LEDs de 7 segmentos, aunque su costo es mayor.

Existen módulos LCD de distintos tipos. En general se dividen entre los LCDs de texto y los gráficos. Los primeros solo pueden desplegar caracteres alfa-numéricos. La información de entrada para ellos son los códigos ASCII de los caracteres que se visualizarán en la pantalla. Los segundos pueden desplegar gráficas, dibujos o imágenes. La información que reciben es información sobre los pixeles de la imagen. También hay LCDs de color o solo blanco y negro.

Sobre los LCD de texto, los hay en diferentes formatos. Esto se refiere a la cantidad de renglones y número de caracteres por cada renglón que pueden desplegar, siendo el formato 16x2 un formato muy común (2 renglones con 16 caracteres cada uno).



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Mazatlán

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



MATERIAL Y EQUIPO

- 1 Microcontrolador PIC16F84A-4P
- 1 Oscilador de Cristal de 4 MHz
- 2 Capacitores para cristal de 22 pF
- 1 Capacitor electrolítico de 10 μ F.
- 1 Resistencia de 1 k Ω
- 1 Potenciómetro de 10 k Ω
- 1 Módulo LCD de 16x2
- 1 Fuente de alimentación de 5 VDC.

PROCEDIMIENTO

- 1- Arme el circuito de la figura 1.
- 2- Escriba un programa para el PIC16F84A que muestre en el módulo LCD un mensaje de al menos 20 caracteres corriendo de derecha a izquierda en renglón superior.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

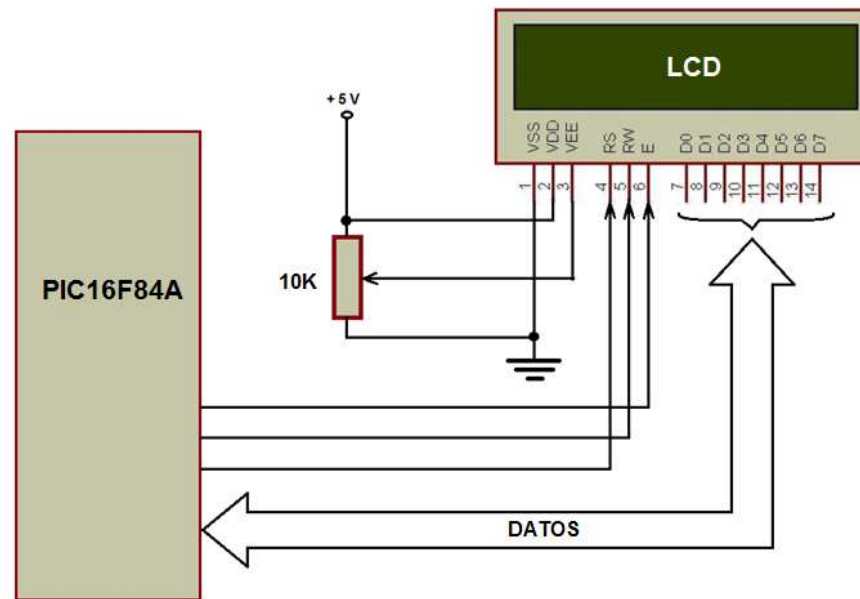


Figura 1: Circuito para la práctica 5.



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Mazatlán

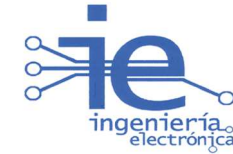
INGENIERÍA ELECTRÓNICA



CONCLUSIONES

REFERENCIAS

- ✚ Enrique Palacios, Fernando Remiro. Microcontrolador PIC16F84 Desarrollo de proyectos. Ed. Alfaomega.
- ✚ José Ma. Angulo, Microcontroladores pic, Diseño práctico de aplicaciones, Ed. Mc. Graw Hill.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

RÚBRICA

CRITERIOS	DEFICIENTE (12 PUNTOS)	REGULAR (18 PUNTOS)	BIEN (20 PUNTOS)	EXCELENTE (25 PUNTOS)	PUNTOS OBTENIDOS
FUNCIONAMIENTO DE La PRÁCTICA	La práctica no funciona correctamente o no realiza la función pedida. El estudiante es incapaz de corregir o modificar el circuito.	La práctica funciona de manera errática. Cumple a medias con las especificaciones o la función pedida. Al estudiante se le dificulta el realizar modificaciones al funcionamiento del circuito.	La práctica funciona bien, cumple con las especificaciones y realiza las funciones pedidas. El estudiante realiza las modificaciones que se le pidan al circuito.	La práctica funciona bien, cumple con las especificaciones y realiza las funciones pedidas. El estudiante realiza con facilidad las modificaciones que se le pidan al circuito.	
ORIGINALIDAD DEL TRABAJO	El estudiante no muestra evidencia de haber realizado la práctica él mismo. Lo programas fueron realizados por alguien más. El estudiante no sabe cómo funcionan los programas.	No se presenta trabajo original. Los programas son copias. Aun así, el estudiante puede explicar su funcionamiento aunque se le dificulta realizar modificaciones.	El estudiante no presenta trabajo original, pero puede explicar su funcionamiento y adquirió la habilidad de hacer las modificaciones que se le piden.	El estudiante presenta trabajo original. Entiende el funcionamiento de la práctica y puede realizar con facilidad las modificaciones que se le pidan.	
TIEMPO DE ENTREGA	Entrega la práctica y el reporte dentro del cuarto 25% del grupo	Entrega la práctica y el reporte dentro del tercer 25% del grupo.	Entrega la práctica y el reporte dentro del segundo 30% del grupo.	Entrega la práctica y el reporte dentro del primer 20% del grupo.	
TRABAJO EN EQUIPO	No se presentó puntualmente ni colaboró en el desarrollo de la práctica.	Se presentó pero no colaboró debidamente en el desarrollo de la práctica.	Se presentó puntualmente y colaboró en el desarrollo de la práctica.	Se presentó puntualmente y tuvo un papel desatacado en el desarrollo de la práctica.	
ESTRUCTURACIÓN Y CONTENIDO DEL REPORTE	No presenta cálculos, diagramas y/o código fuente. Redacción muy deficiente y poco clara.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. Redacción deficiente.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. Redacción clara.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. La redacción del informe y presentación de resultados es sobresaliente.	
CONCLUSIONES	No presenta.	Redacción deficiente y poco clara.	Buena redacción aunque pudo ser más amplia.	Excelente redacción.	
PRESENTACIÓN DEL REPORTE	Presenta un formato de reporte poco adecuado. Faltas de ortografía en exceso. Manejo inadecuado de las TIC.	Limpieza en la presentación. Hasta 10 faltas de ortografía. Manejo regular de las TIC.	Limpieza en la presentación. Menos de 10 faltas de ortografía. Buen manejo de las TIC.	Limpieza en la presentación. Sin faltas de ortografía. Excelente manejo de las TIC.	
				TOTAL PUNTOS	



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Mazatlán



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PRÁCTICA # 6

CERRADURA DIGITAL

OBJETIVO

Construir una cerradura digital con clave de 4 dígitos numéricos.

INTRODUCCIÓN

Una cerradura digital es un dispositivo que permite abrir o cerrar una puerta, requiriendo una clave para poder accionarla. Consta básicamente de un teclado mediante el cual el usuario introduce la clave, y un solenoide lineal que permite a la cerradura asegurar o liberar la puerta.

Pueden incluirse además elementos de interfaz de usuario, de manera que éste sepa el estado en que se encuentra la cerradura. La interfaz puede ser unos simples LEDs indicadores de estado, o un módulo LCD para desplegar mensajes al usuario.



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Mazatlán

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



MATERIAL Y EQUIPO

- 1 Microcontrolador PIC16F84A-4P
- 1 Oscilador de Cristal de 4 MHz
- 2 Capacitores para cristal de 22 pF
- 1 Capacitor electrolítico de 10 μ F.
- 1 Resistencia de 1 k Ω
- 1 resistencia de 4.7 k Ω
- 1 Transistor 2N2222A
- 2 Resistencias de 220 Ω
- 1 LED rojo
- 1 LED verde
- 1 Teclado matricial de 16 teclas
- 1 Solenoide lineal de 5 VDC
- 1 Fuente de alimentación de 5 VDC.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROCEDIMIENTO

- 1- Arme el circuito de la figura 2. El teclado constará de las teclas numéricas 0, 1, 2,..., 9 y dos teclas designadas OC (Open-Close) y P (Programación o cambio de clave).
- 2- Escriba un programa para el PIC16F84A que controle la cerradura de acuerdo al diagrama de estados de la figura 1. Los símbolos empleados en dicho diagrama se muestran a continuación:

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
CH	Chapa o estado del solenoide.
LR	LED rojo
LV	LED verde
OC	Tecla OC
P	Tecla P
4DC-OC	Se pulsan 4 dígitos correctos (clave correcta) más la tecla OC
4DI-OC	Se pulsan 4 dígitos incorrectos (clave incorrecta) más la tecla OC
4DN-OC	Se pulsan 4 dígitos de nueva clave más OC
CL	Cerrado (Close)
OP	Abierto (Open)
ON – OFF	Encendido – Apagado
1s	Transcurrido un segundo



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

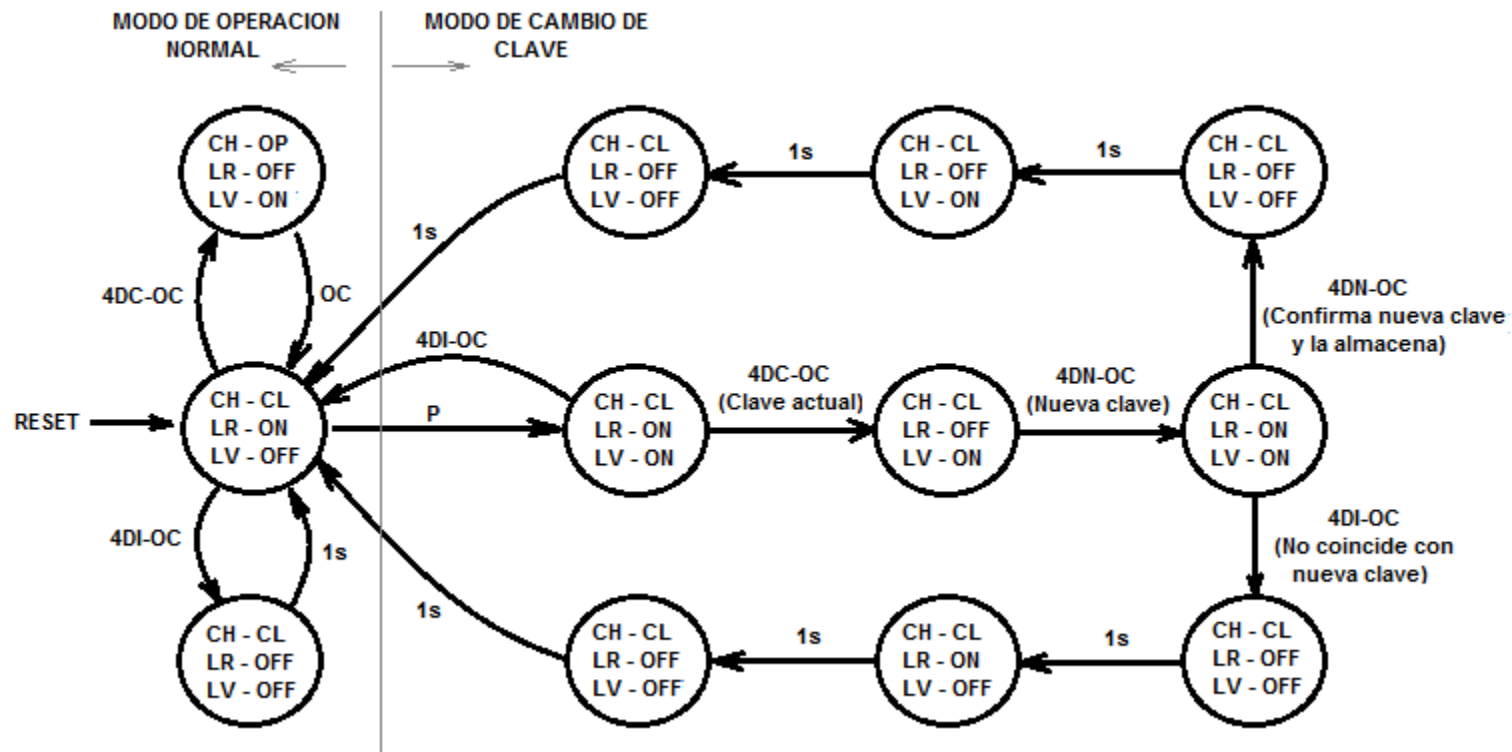


Figura 1- Diagrama de estados de la chapa digital.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

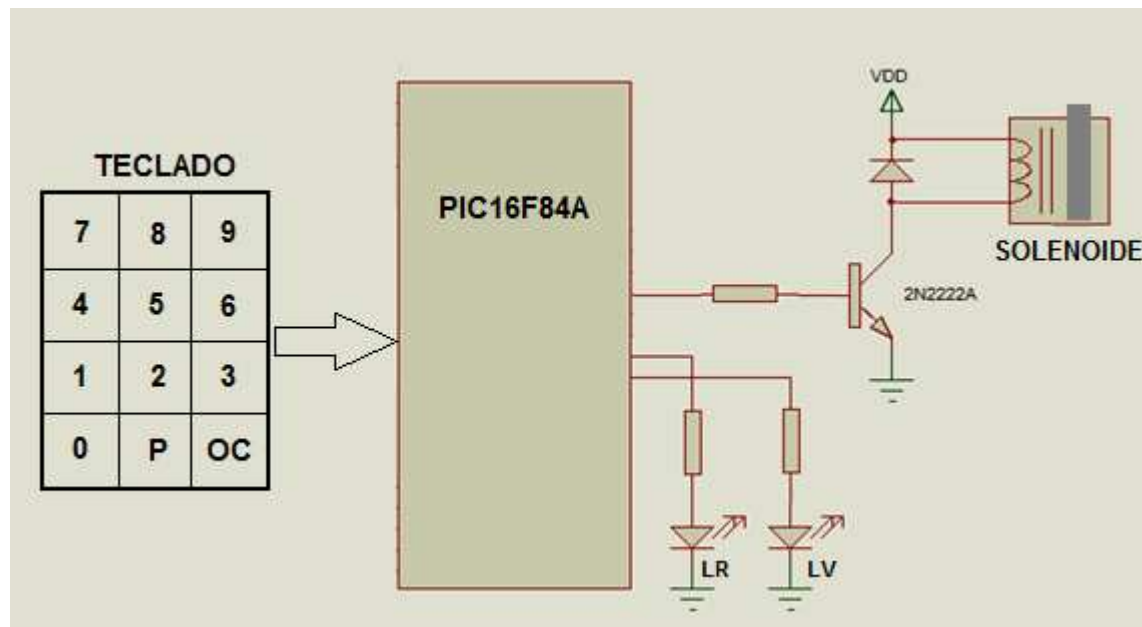


Figura 2- Circuito de la práctica 6



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Mazatlán

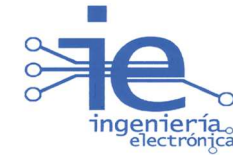
INGENIERÍA ELECTRÓNICA



CONCLUSIONES

REFERENCIAS

- ✚ Enrique Palacios, Fernando Remiro. Microcontrolador PIC16F84 Desarrollo de proyectos. Ed. Alfaomega.
- ✚ José Ma. Angulo, Microcontroladores pic, Diseño práctico de aplicaciones, Ed. Mc. Graw Hill.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

RÚBRICA

CRITERIOS	DEFICIENTE (12 PUNTOS)	REGULAR (18 PUNTOS)	BIEN (20 PUNTOS)	EXCELENTE (25 PUNTOS)	PUNTOS OBTENIDOS
FUNCIONAMIENTO DE La PRÁCTICA	La práctica no funciona correctamente o no realiza la función pedida. El estudiante es incapaz de corregir o modificar el circuito.	La práctica funciona de manera errática. Cumple a medias con las especificaciones o la función pedida. Al estudiante se le dificulta el realizar modificaciones al funcionamiento del circuito.	La práctica funciona bien, cumple con las especificaciones y realiza las funciones pedidas. El estudiante realiza las modificaciones que se le pidan al circuito.	La práctica funciona bien, cumple con las especificaciones y realiza las funciones pedidas. El estudiante realiza con facilidad las modificaciones que se le pidan al circuito.	
ORIGINALIDAD DEL TRABAJO	El estudiante no muestra evidencia de haber realizado la práctica él mismo. Lo programas fueron realizados por alguien más. El estudiante no sabe cómo funcionan los programas.	No se presenta trabajo original. Los programas son copias. Aun así, el estudiante puede explicar su funcionamiento aunque se le dificulta realizar modificaciones.	El estudiante no presenta trabajo original, pero puede explicar su funcionamiento y adquirió la habilidad de hacer las modificaciones que se le piden.	El estudiante presenta trabajo original. Entiende el funcionamiento de la práctica y puede realizar con facilidad las modificaciones que se le pidan.	
TIEMPO DE ENTREGA	Entrega la práctica y el reporte dentro del cuarto 25% del grupo	Entrega la práctica y el reporte dentro del tercer 25% del grupo.	Entrega la práctica y el reporte dentro del segundo 30% del grupo.	Entrega la práctica y el reporte dentro del primer 20% del grupo.	
TRABAJO EN EQUIPO	No se presentó puntualmente ni colaboró en el desarrollo de la práctica.	Se presentó pero no colaboró debidamente en el desarrollo de la práctica.	Se presentó puntualmente y colaboró en el desarrollo de la práctica.	Se presentó puntualmente y tuvo un papel desatacadado en el desarrollo de la práctica.	
ESTRUCTURACIÓN Y CONTENIDO DEL REPORTE	No presenta cálculos, diagramas y/o código fuente. Redacción muy deficiente y poco clara.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. Redacción deficiente.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. Redacción clara.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. La redacción del informe y presentación de resultados es sobresaliente.	
CONCLUSIONES	No presenta.	Redacción deficiente y poco clara.	Buena redacción aunque pudo ser más amplia.	Excelente redacción.	
PRESENTACIÓN DEL REPORTE	Presenta un formato de reporte poco adecuado. Faltas de ortografía en exceso. Manejo inadecuado de las TIC.	Limpieza en la presentación. Hasta 10 faltas de ortografía. Manejo regular de las TIC.	Limpieza en la presentación. Menos de 10 faltas de ortografía. Buen manejo de las TIC.	Limpieza en la presentación. Sin faltas de ortografía. Excelente manejo de las TIC.	
				TOTAL PUNTOS	



INGENIERÍA ELECTRÓNICA



PRÁCTICA # 7

TERMÓMETRO DIGITAL

OBJETIVO

Construir un termómetro digital basado en el PIC16F887, con dos canales de temperatura.

INTRODUCCIÓN

Uno de los recursos típicos que encontramos en los microcontroladores es el convertidor de análogo a digital (ADC). Este módulo posibilita la adquisición de datos de variables analógicas del mundo real, de manera que es posible medir variables como temperatura, presión, aceleración, pH, humedad, etc. También es posible digitalizar señales de audio, imágenes, de radiofrecuencia, etc.

La función de un ADC es entregar como salida un valor numérico proporcional a un voltaje de entrada. Las características más importantes de un ADC son el número de bits y su velocidad de conversión. El número de bits determina la resolución del ADC. Es la cantidad de bits que el ADC utiliza para representar el valor numérico de salida. Entre mayor es este número de bits, mayor es la resolución del ADC.

La segunda característica importante de un ADC es el tiempo que tarda en entregar el resultado de la conversión, desde que se le dio la orden de realizar la conversión. La velocidad de conversión generalmente se mide en miles o millones de conversiones por segundo. La velocidad requerida en cada aplicación dependerá de la velocidad de cambio de la señal a digitalizar. Por ejemplo, la temperatura es una variable que cambia muy lentamente con el tiempo, por lo que no se necesita un ADC muy rápido. En cambio para digitalizar señales de radiofrecuencia se requieren ADC's extremadamente rápidos.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

En esta práctica se pretende que el estudiante experimente con el ADC del PIC16F887. Se trata de un ADC de 10 bits de resolución y una velocidad máxima de 200 mil conversiones por segundo, lo que lo hace relativamente lento en comparación con otros ADCs. Una ventaja es que antes del ADC se dispone de un multiplexor analógico mediante el cual podemos seleccionar para su digitalización, una de entre 14 señales analógicas de entrada. La figura 1 muestra el diagrama de bloques del ADC del PIC16F887.

La práctica consiste en la implementación de un termómetro digital de dos canales de entrada. Se utilizarán entonces dos sensores de temperatura del tipo LM35. Este sensor entrega una salida de voltaje proporcional a la temperatura en que se encuentre el dispositivo, en el rango de -40 y hasta 150 °C.

Normalmente la salida de un sensor no se puede conectar directamente a las entradas analógicas del microcontrolador. Será necesario incluir una etapa acondicionadora de señal que amplificará la señal entregada por el sensor y adaptará las impedancias para que el proceso de conversión se realice correctamente.

MATERIAL Y EQUIPO

- 1 Microcontrolador PIC16F887
- 1 Oscilador de Cristal de 4 MHz
- 2 Capacitores para cristal de 22 pF
- 1 Capacitor electrolítico de 10 μ F.
- 1 Resistencia de 1 k Ω
- 2 Sensores de temperatura LM35
- 1 Módulo LCD de 16x2.
- 4 Amplificadores operacionales LM741
- 1 Fuente de alimentación de 5 VDC.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

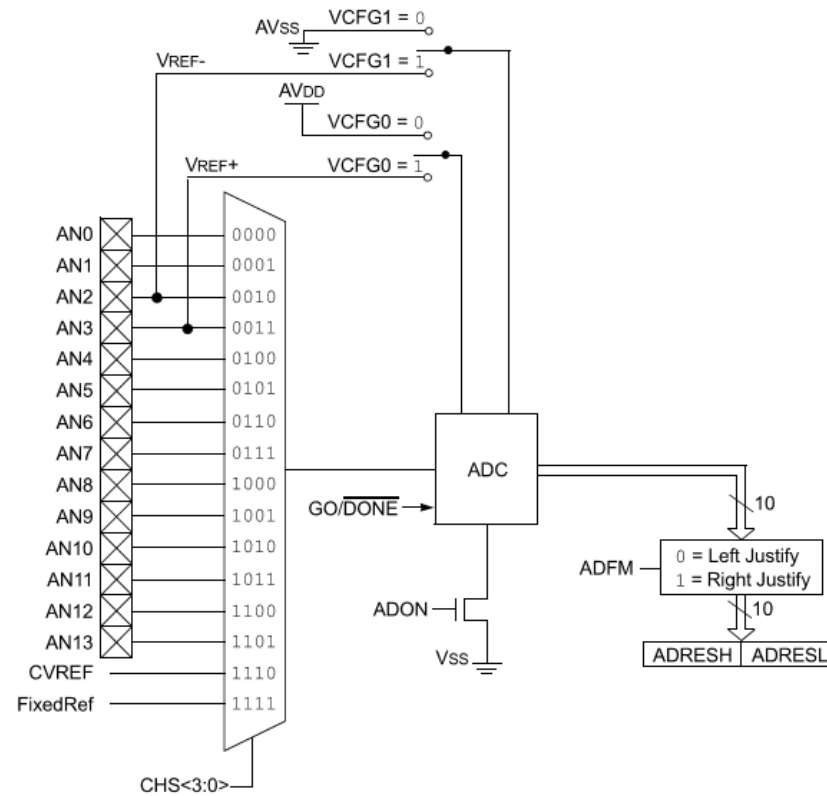


Figura 1- Diagrama a bloques del ADC del PIC16F887.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROCEDIMIENTO

- 1- Diseñe y arme el circuito mostrado a bloques en la figura 2. Los sensores LM35 conéctelos mediante cables largos (50 cm) para usarlos a modo de sondas y medir temperaturas en diferentes puntos.
- 2- Escriba un programa para el PIC16F887 que muestre en el módulo LCD las lecturas de ambos sensores de temperatura en °C.

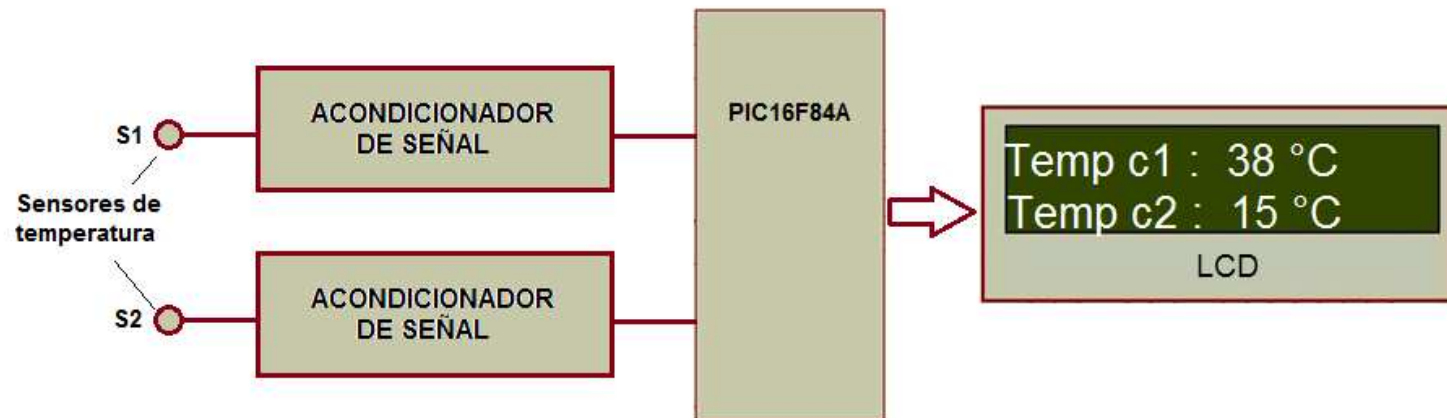


Figura 2- Circuito a bloques de la práctica 7.



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Mazatlán

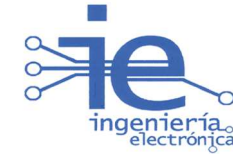
INGENIERÍA ELECTRÓNICA



CONCLUSIONES

REFERENCIAS

- ✚ Enrique Palacios, Fernando Remiro. Microcontrolador PIC16F84 Desarrollo de proyectos. Ed. Alfaomega.
- ✚ José Ma. Angulo, Microcontroladores pic, Diseño práctico de aplicaciones, Ed. Mc. Graw Hill.



INGENIERÍA ELECTRÓNICA

RÚBRICA

CRITERIOS	DEFICIENTE (12 PUNTOS)	REGULAR (18 PUNTOS)	BIEN (20 PUNTOS)	EXCELENTE (25 PUNTOS)	PUNTOS OBTENIDOS
FUNCIONAMIENTO DE La PRÁCTICA	La práctica no funciona correctamente o no realiza la función pedida. El estudiante es incapaz de corregir o modificar el circuito.	La práctica funciona de manera errática. Cumple a medias con las especificaciones o la función pedida. Al estudiante se le dificulta el realizar modificaciones al funcionamiento del circuito.	La práctica funciona bien, cumple con las especificaciones y realiza las funciones pedidas. El estudiante realiza las modificaciones que se le pidan al circuito.	La práctica funciona bien, cumple con las especificaciones y realiza las funciones pedidas. El estudiante realiza con facilidad las modificaciones que se le pidan al circuito.	
ORIGINALIDAD DEL TRABAJO	El estudiante no muestra evidencia de haber realizado la práctica él mismo. Lo programas fueron realizados por alguien más. El estudiante no sabe cómo funcionan los programas.	No se presenta trabajo original. Los programas son copias. Aun así, el estudiante puede explicar su funcionamiento aunque se le dificulta realizar modificaciones.	El estudiante no presenta trabajo original, pero puede explicar su funcionamiento y adquirió la habilidad de hacer las modificaciones que se le piden.	El estudiante presenta trabajo original. Entiende el funcionamiento de la práctica y puede realizar con facilidad las modificaciones que se le pidan.	
TIEMPO DE ENTREGA	Entrega la práctica y el reporte dentro del cuarto 25% del grupo	Entrega la práctica y el reporte dentro del tercer 25% del grupo.	Entrega la práctica y el reporte dentro del segundo 30% del grupo.	Entrega la práctica y el reporte dentro del primer 20% del grupo.	
TRABAJO EN EQUIPO	No se presentó puntualmente ni colaboró en el desarrollo de la práctica.	Se presentó pero no colaboró debidamente en el desarrollo de la práctica.	Se presentó puntualmente y colaboró en el desarrollo de la práctica.	Se presentó puntualmente y tuvo un papel desatacado en el desarrollo de la práctica.	
ESTRUCTURACIÓN Y CONTENIDO DEL REPORTE	No presenta cálculos, diagramas y/o código fuente. Redacción muy deficiente y poco clara.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. Redacción deficiente.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. Redacción clara.	Presenta cálculos, diagramas y código fuente. La redacción del informe y presentación de resultados es sobresaliente.	
CONCLUSIONES	No presenta.	Redacción deficiente y poco clara.	Buena redacción aunque pudo ser más amplia.	Excelente redacción.	
PRESENTACIÓN DEL REPORTE	Presenta un formato de reporte poco adecuado. Faltas de ortografía en exceso. Manejo inadecuado de las TIC.	Limpieza en la presentación. Hasta 10 faltas de ortografía. Manejo regular de las TIC.	Limpieza en la presentación. Menos de 10 faltas de ortografía. Buen manejo de las TIC.	Limpieza en la presentación. Sin faltas de ortografía. Excelente manejo de las TIC.	
				TOTAL PUNTOS	