



# MANUAL DE PRÁCTICAS DE MICROCONTROLADORES

Área: Electrónica



## Práctica 2 Operaciones con registros.

### Agradecimiento

Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM-DGAPA-PAPIME  
PE110618

#### 1. Objetivos de aprendizaje

##### a. Objetivo general.

- Que el alumno integre conocimientos para realizar operaciones con registros digitales dentro de la memoria de un microcontrolador.

##### b. Objetivos específicos.

- Aplicar la teoría del microcontrolador para ejecutar operaciones lógicas y aritméticas usando los registros de propósito específico y general.
- Diseñar el programa empleando diagramas de flujo.
- Simular el sistema electrónico usando el programa diseñado.



# MANUAL DE PRÁCTICAS DE MICROCONTROLADORES



Área: Electrónica

- Implementar el circuito físico basado en los puntos anteriores.

## 2. Introducción

Un microcontrolador puede realizar una serie de operaciones con palabras binarias, para lo cual se auxilia de registros y se pueden encontrar de dos tipos: de propósito específico y propósito general. Las operaciones con registros más frecuentes son de tipo aritmético, por ejemplo: suma, resta, incremento y decremento, operaciones lógicas: and, or y xor, por mencionar las más comunes. También se pueden definir y guardar variables de usuario usando registros, normalmente, las variables son para manipular información durante la ejecución del programa. Una aplicación de las operaciones con registros es el acondicionamiento de señales digitales que provengan del medio externo (por ejemplo, de sensores), comúnmente para filtrar, amplificar, comparar o transmitir dichas señales.

## 3. Equipo y material

- Microcontrolador con dieciséis pines disponibles (entradas/salidas cada uno de ocho bits)
- Reloj de cuarzo (oscilador).
- Capacitores.
- Botón pulsador (para reiniciar el microcontrolador).
- Interruptores (16 para las entradas).
- Resistencias.
- Luces indicadoras (8 para las salidas).
- Protoboard y cables.
- Fuente de alimentación.

## 4. Metodología.

Se solicita al alumno que entienda la teoría sobre los registros asociados a la configuración de los pines de los puertos en un microcontrolador para emplearlos como entradas o salidas. Adicionalmente se solicita que genere un programa donde se lea información del medio externo, se procese la información



# MANUAL DE PRÁCTICAS DE MICROCONTROLADORES



Área: Electrónica

en forma digital dentro del microcontrolador y posteriormente se despliega la información relacionada con las entradas.

## 5. Desarrollo

### a. Actividad I.

**Diseño del programa.** Se recomienda el uso de una tabla de entradas y salidas, definir las variables internas que necesite el programa (en su caso), generar y discutir diagramas de flujo. Se recomienda el uso de computadora y los programas necesarios para la compilación del programa en el lenguaje seleccionado; además, se debe consultar la hoja de especificaciones del microcontrolador.

### b. Actividad II

**Diseño y simulación del circuito electrónico.** Se consulta la hoja de especificaciones del microcontrolador para conectar los dispositivos de entrada y salida, así como los elementos de soporte, por ejemplo, oscilador, fuente de alimentación, botón de reinicio (*reset*), por mencionar algunos. Se recomienda el uso de computadora y los programas necesarios para la simulación del circuito, empleando el programa diseñado en la actividad I.

### c. Actividad III

**Alambrado del circuito.** Interconectar los elementos seleccionados siguiendo el diagrama electrónico en una tarjeta *protoboard* (placa que posee unos orificios conectados eléctricamente entre sí siguiendo un patrón horizontal o vertical. Es empleada para realizar pruebas de circuitos electrónicos), previamente se debe grabar el código generado para el microcontrolador (archivo \*.HEX), en un grabador, finalmente verificar que en el circuito no existan cortocircuitos antes de energizar el sistema.

## 6. Resultados

Para que el usuario de este manual pueda ver resultados, es necesario definir qué tipo de operación se realizará y provocar cambios en las entradas de dos puertos de 8 bits cada uno, de forma que el valor digital se desplegará en el puerto de salida de 8 bits. Se verificará que se cumplan los valores de entrada en comparación a los de salida.

## 7. Aplicaciones



# MANUAL DE PRÁCTICAS DE MICROCONTROLADORES

Área: Electrónica



Las aplicaciones con operaciones digitales son muy útiles en verificación de tramas de información, enmascaramiento de puertos, entre otros.

## 8. Bibliografía

- Enrique Palacios Municio. Fernando Remiro Domínguez, Lucas J. López Pérez. (2004). Microcontrolador PIC16F84 Desarrollo de proyectos. México: Alfaomega.
- Ramón Pallas Areny. (2007). Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC. México: Alfaomega.
- Microchip® (2019), PIC16F887 enero del 2019, de Microchip Sitio web: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/30292D.pdf>



# MANUAL DE PRÁCTICAS DE MICROCONTROLADORES



Área: Electrónica

## 9 Posible Solución

Lista de material sugerido

1. Microcontrolador: PIC16F887 o similar
2. Oscilador: Reloj de cuarzo de 20 MHz
3. Capacitores: Dos capacitores de 22pF
4. Interruptores: deslizables de ocho palancas (dos)
5. Luces indicadoras: Barras de LEDs
6. Botón de reinicio: botón pulsador
7. Resistencias: 16 de 330  $\Omega$  y 17 de 1K $\Omega$
8. Tarjeta de desarrollo: Protoboard
9. Cables de colores: preferentemente calibre 22
10. Fuente de poder: 5V CD
11. Computadora: Programas de simulación y compilación
12. Grabador de microcontroladores.

## DESARROLLO

a. Actividad I.

### Diseño del programa y circuito electrónico.

Generando una tabla de entradas y salidas para las conexiones al microcontrolador. Se consultó la hoja de especificaciones.

Entrada	BIT	PIN	Registro de configuración asociado, (Asignar "unos" lógicos)	Salida	BIT	PIN	Registro de configuración asociado, (Asignar "ceros" lógicos)
PORTB	0	33	TRISB	PORTD	0	19	TRISD
	1	34			1	20	
	2	35			2	21	
	3	36			3	22	
	4	37			4	27	
	5	38			5	28	
	6	39			6	29	
	7	40			7	30	
PORTC	0	15	TRISC				
	1	16					
	2	17					
	3	18					



# MANUAL DE PRÁCTICAS DE MICROCONTROLADORES



Área: Electrónica

	4	23		
	5	24		
	6	25		
	7	26		

Tabla 2.1. Registros de entradas y salidas (versión 1) Fuente(s): Construcción propia, 2018.

El siguiente programa sirve para leer un valor de ocho bits que se adquiere por el Puerto B (Tabla 2.1) y otros ocho bits será el Puerto C, también configurado como entrada. El resultado de la operación se despliega en el Puerto D a través de 8 luces, en este caso con una barra de LED (Tabla 2.1). La Figura 2.1 muestra el diagrama de flujo. A continuación, se muestra una breve descripción del programa diseñado.

1. Inicio.
2. Para configurar los puertos como entradas o como salidas con ayuda de los registros relacionados indicados por el fabricante. (Ver Tabla 2.1).
3. El valor binario del Puerto B de entrada se “opera” con el valor del Puerto C y se guarda en el registro *W (work)*, el cual se despliega en el Puerto D
4. Repite.



# MANUAL DE PRÁCTICAS DE MICROCONTROLADORES



Área: Electrónica

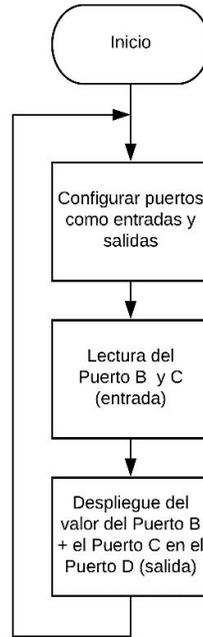


Figura 2.1. Diagrama de flujo del ejemplo de operaciones con registros de entradas y salidas. En particular se ejemplifica la operación SUMA (versión 1)  
Fuente(s): Construcción propia, 2018.

## b. Actividad II

### Simulación del circuito.

Se recomienda el uso de computadora y los programas necesarios para la simulación y la compilación del programa en lenguaje ensamblador.

El código mostrado en la Figura 2.2 se diseñó en el entorno de desarrollo de MPLAB para este documento.

```
#include <p16F887.inc>
__CONFIG __CONFIG1, _MCLR_OFF & _WDT_OFF & _LVP_OFF & _CPD_OFF & _CP_OFF & _BOR_OFF & _PWRTE_ON & _FCMEN_OFF & _IESO_OFF & _DEBUG_OFF & _HS_OSC
```



# MANUAL DE PRÁCTICAS DE MICROCONTROLADORES

Área: Electrónica



```
org 0x00

SETUP
BSF STATUS,RP0 ; Seleccion banco 03.
BSF STATUS,RP1

MOVLW 0x00 ; Haciendo digital al puerto b.
MOVWF ANSELH

MOVLW 0x00 ; Haciendo digital al puerto a.
MOVWF ANSEL

BSF STATUS,RP0 ; Seleccion banco 01.
BCF STATUS,RP1

MOVLW 0x00 ; Haciendo al puerto D salida.
MOVWF TRISD

MOVLW 0xFF ; Haciendo al puerto B entrada.
MOVWF TRISB

MOVLW 0xFF ; Haciendo al puerto C entrada.
MOVWF TRISC

MOVLW 0xFF ; Haciendo al puerto a entrada.
MOVWF TRISA

BCF STATUS,RP0 ; Selección del banco 00 para el loop.
BCF STATUS,RP1

LOOP
BTFSS PORTA,0 ; Leyendo el bit 0 del puerto a.
GOTO RESTA ; Salta a la etiqueta RESTA
GOTO SUMA ; Salta a la etiqueta SUMA

SUMA
MOVF PORTB,W ; Moviendo los datos del puerto b al acumulador.
ADDWF PORTC,W ; Sumando los datos del puerto c al acumulador, (puerto b).
MOVWF PORTD ; Moviendo los datos del acumulador al puerto D.
GOTO LOOP ; Haciendo el loop.

RESTA
MOVF PORTB,W ; Moviendo los datos del puerto b al acumulador.
SUBWF PORTC,W ; Restado los datos del puerto c al acumulador, (puerto b).
MOVWF PORTD ; Moviendo los datos del acumulador al puerto D.

GOTO LOOP ; Haciendo el loop.

END
```

Figura 2.2. El programa en ensamblador (versión 1) Fuente(s): Construcción propia, 2018.

Además, en la Figura 2.3 se muestra una captura de pantalla del funcionamiento del PIC en el ambiente de simulación Proteus.

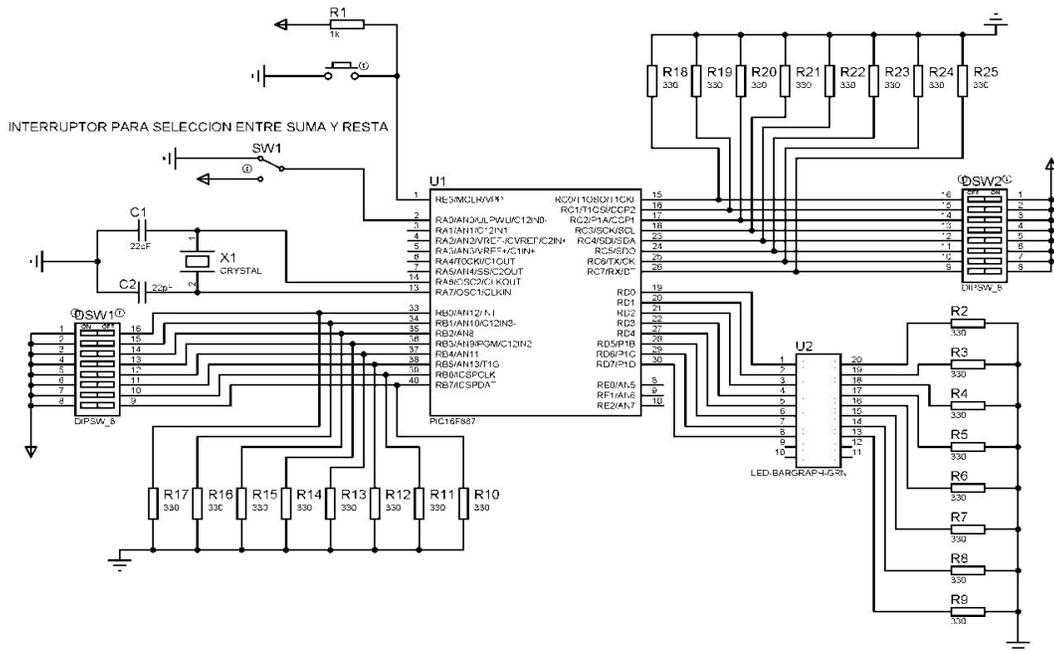


Figura 2.3. Circuito de la simulación, se observa que las salidas de la derecha reflejan lo que se ingresa por el puerto asociado a los interruptores de la izquierda (versión 1) Fuente(s): Construcción propia, 2018.

### c. Actividad III Alambrado del circuito.

Se muestra en la figura 2.4 un circuito armado de la solución con los componentes sugeridos.

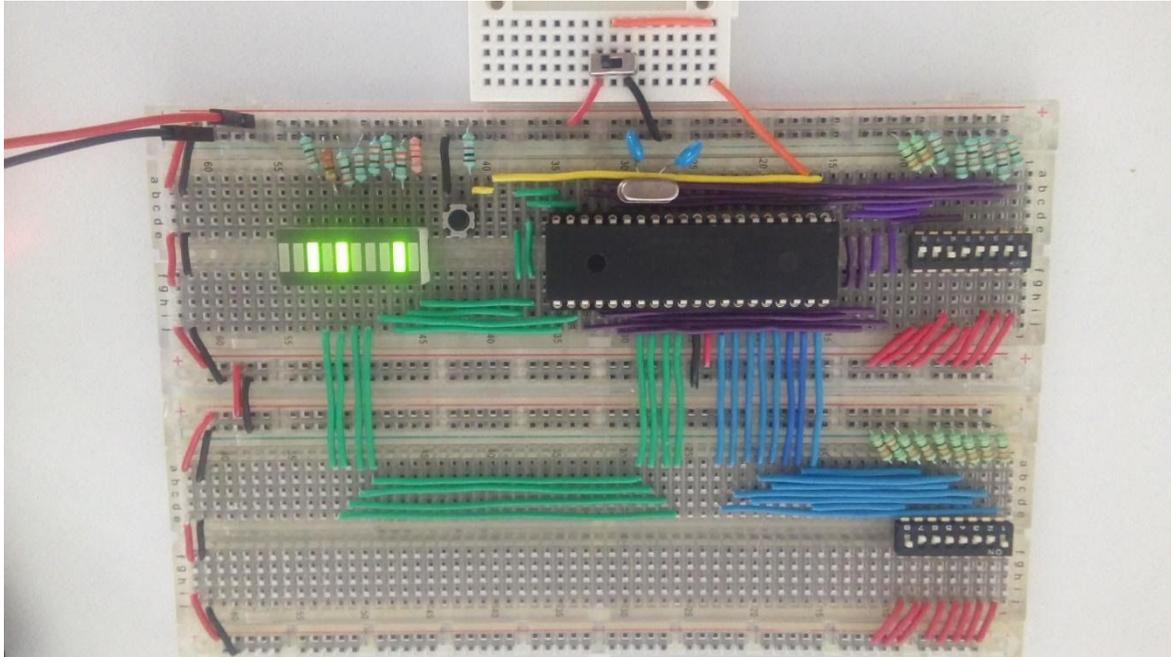


Figura 2.4. El circuito real de la práctica (versión 1) Fuente(s): Construcción propia, 2018.

## Resultados / Conclusión

Se configuraron tres puertos de un microcontrolador, dos como entradas y uno como salida de ocho bits cada uno, se ingresó la información para realizar las operaciones digitales, los resultados se reflejaron por el puerto de salida asignado.

## 10 Agradecimientos

- Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM-DGAPA-PAPIME PE110618.
- Trabajo realizado con el apoyo de la Facultad de Estudios Superiores Aragón.



# MANUAL DE PRÁCTICAS DE MICROCONTROLADORES

Área: Electrónica

