

# Taller de Microcontroladores y Placas de Desarrollo

Profesor: Kalun José Lau Gan

Semestre 2023-2

Sesión 2

1

Preguntas previas:

2

## Agenda:

- Introducción a la familia de microcontroladores PIC18 Q43
- Estructura interna del PIC18F57Q43
- El módulo de desarrollo Microchip Curiosity Nano PIC18F57Q43
- El entorno de desarrollo de MPLAB X IDE v6.15 + XC8 v2.45
- Configuración del reloj del PIC18F57Q43
- Manipulación de E/S en el Curiosity Nano PIC18F57Q43
- Workflow para el desarrollo de aplicaciones con microcontroladores
- El lenguaje XC8 de alto nivel
- Ejemplos prácticos de manipulación de E/S

3

## Introducción a los microcontroladores de la familia PIC18 Q43

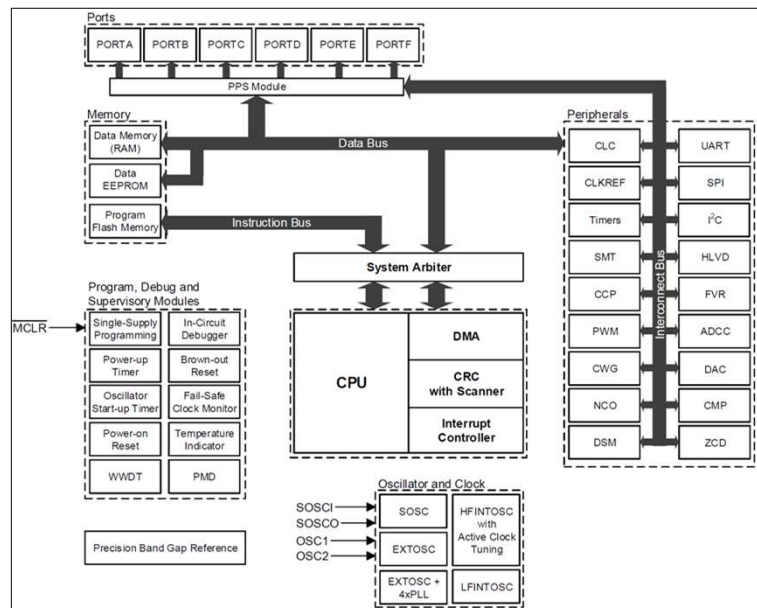
- Primeros dispositivos PIC18: ej. PIC18F452
- Siguiete generación de PIC18: ej. PIC18F4550
- Actualización de generación de PIC18: Familia K ej. PIC18F45K50
- Familias “Q” de PIC18: Q10, Q40/41, Q43, Q71, Q83/84 ej. PIC18F57Q43

Product Family	8-bit PIC® Microcontrollers																																					
	Pin Count	Program Flash Memory (KB)	RAM (KB)	Data EE (B)	Intelligent Analog				Waveform Control <sup>(1)</sup>				Logic and Math	Safety and Monitoring		Communications				User Interface			Low Power and System Flexibility															
					ADC (# of bits)	Comp	HSComp	DAC (# of bits)	OPA	SlopeComp / PRG	ZCD	TEMP/TS	CCP/ECAP/PWM	16-bit PWM	COG/CWG	NCO	DSM	Universal Timer	SMT (24-bit)	CLC	MULT	CRC/SCAN	HLT	WWDT	Functional Safety Ready	USART/UART	UART with Protocols	I²C/SPI	USB with ACT	LIN Capable	CAN FD/CAN2.0B	mTouch® Sensing	HCVD	LCD w/ charge pump	RTCC	PPS	IDLE/DOZE/PMO	DMA/Vectored INT
PIC18-Q40/41	14–20	16–64	1–4	512	12 <sup>(2)</sup>	✓	8	✓ <sup>(3)</sup>	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PIC18-Q43	28–48	32–128	2–8	1024	12 <sup>(2)</sup>	✓	8		✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PIC18-Q83 <sup>(2)</sup> /84 <sup>(2)(3)</sup>	28–48	64–128	8–13	1024	12 <sup>(2)</sup>	✓	8		✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓ <sup>(3)</sup>	✓	✓	✓	✓	3	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PIC18-Q10	28–40	16–128	1–3.6	256–1024	10 <sup>(4)</sup>	✓	5		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PIC18-Q71	28–48	16–64	1–4	256	12 <sup>(2)</sup>	✓	8 <sup>(7)/10</sup>	2	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

4

## Estructura interna del PIC18F57Q43

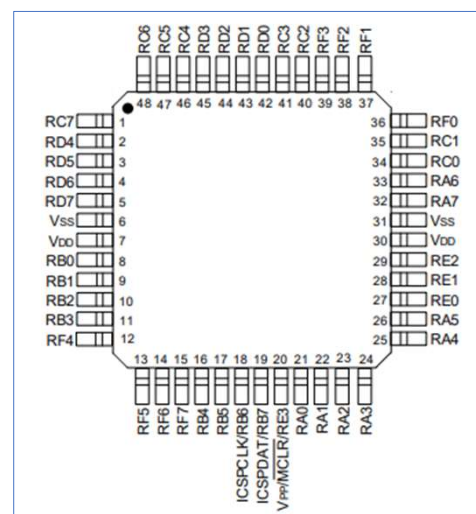
- Arquitectura Harvard:
  - Memoria de programa separada de la memoria de datos y con buses independientes
- Cambio en organización de la memoria de datos
- Módulo Timer0 mejorado
- ADC mejorado de 12bits
- Módulo generador de voltaje de referencia para el ADC



5

## PIC18F57Q43: Diagrama de pines

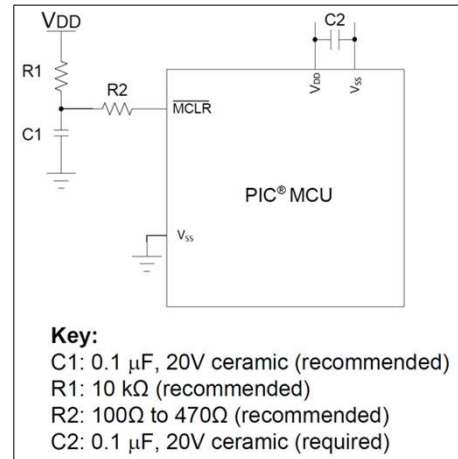
- Encapsulado TQFP48



6

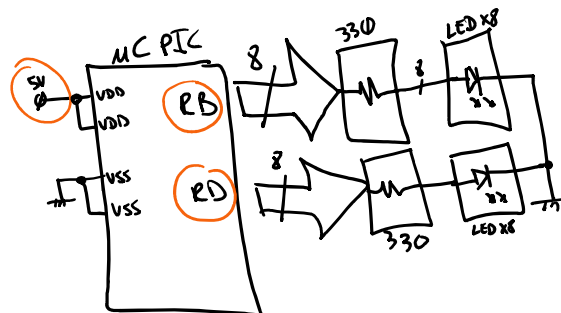
## Detalles técnicos iniciales

- Voltaje de alimentación del PIC18F57Q43
  - Voltajes menores a -0.5V son perjudiciales
  - Voltaje de operación máximo 5.5V
  - Voltaje de operación mínimo 1.8V



7

Hay dos pines de Vdd y dos pines de Vss, es necesario conectar todos?



Se deben de conectar todos los pines de alimentación para que el microcontrolador pueda obtener mayor capacidad de corriente en caso lo requiera la aplicación.

8

## El Curiosity Nano PIC18F57Q43 de Microchip

- Estructura de la memoria de programa del PIC18F57Q43:
  - 128Kbyte de capacidad (000000H-01FFFFFFH)
  - Data EEPROM (1Kbyte) se encuentra mapeado en 380000H
  - Bits de configuración están mapeadas en 300000H – 300009H

Address	Device
00 0000h to 00 3FFFh	PIC18F57Q43
00 4000h to 00 7FFFh	Program Flash Memory (64 KWords) <sup>(1)</sup>
00 8000h to 00 FFFFh	
01 0000h to 01 FFFFh	
02 0000h to 1F FFFFh	Not Present <sup>(2)</sup>
20 0000h to 20 003Fh	User ID (32 Words) <sup>(3)</sup>
20 0040h to 2B FFFFh	Reserved
2C 0000h to 2C 00FFh	Device Information Area (DIA) <sup>(4)</sup>
2C 0100h to 2F FFFFh	Reserved
30 0000h to 30 0009h	Configuration Bytes <sup>(5)</sup>
30 000Ah to 37 FFFFh	Reserved
38 0000h to 38 03FFh	Data EEPROM (1024 Bytes)
38 0400h to 3B FFFFh	Reserved
3C 0000h to 3C 0009h	Device Configuration Information
3C 000Ah to 3F FFFFh	Reserved
3F FFFCh to 3F FFFDh	Revision ID (1 Word) <sup>(5A)</sup>
3F FFFDh to 3F FFFFh	Device ID (1 Word) <sup>(5A)</sup>

Notes: 1. Storage Area Flash is implemented as the last 128 Words of User Flash, if enabled.  
 2. The addresses do not roll over. The region is read as '0'.  
 3. Not code-protected.  
 4. Hard-coded in silicon.  
 5. This region cannot be written by the user and it is not affected by a Bulk Erase.

9

## El Curiosity Nano PIC18F57Q43 de Microchip

- Estructura de la memoria de datos del PIC18F57Q43:
  - Memoria del tipo volátil (se borra el contenido en un PoR)
  - A diferencia del PIC18F45K50, la memoria RAM esta mapeada a partir del Bank 5 (500H) y los registros de funciones especiales (SFR) se encuentran entre Bank 0 y Bank 4
  - Tener en cuenta que la RAM de datos es de 8Kbyte

b13	b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	
1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 2500H
1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1 25FFH
														2400H
														24FFH

Bank	BSR add[13:8]	add[7:0]	PIC18F x7043
0	'b00 0000	0x00-0xFF	
1	'b00 0001	0x00-0xFF	
2	'b00 0010	0x00-0xFF	
3	'b00 0011	0x00-0xFF	
4	'b00 0100	0x00-0xFF	
5	'b00 0101	0x00-0xFF	
6	'b00 0110	0x00-0xFF	
7	'b00 0111	0x00-0xFF	
8	'b00 1000	0x00-0xFF	
9	'b00 1001	0x00-0xFF	
10	'b00 1010	0x00-0xFF	
11	'b00 1011	0x00-0xFF	
12	'b00 1100	0x00-0xFF	
13	'b00 1101	0x00-0xFF	
14	'b00 1110	0x00-0xFF	
15	'b00 1111	0x00-0xFF	
16	'b01 0000	0x00-0xFF	
17	'b01 0001	0x00-0xFF	
18	'b01 0010	0x00-0xFF	
19	'b01 0011	0x00-0xFF	
20	'b01 0100	0x00-0xFF	
21	'b01 0101	0x00-0xFF	
22	'b01 0110	0x00-0xFF	
23	'b01 0111	0x00-0xFF	
24	'b01 1000	0x00-0xFF	
25	'b01 1001	0x00-0xFF	
26	'b01 1010	0x00-0xFF	
27	'b01 1011	0x00-0xFF	
28	'b01 1100	0x00-0xFF	
29	'b01 1101	0x00-0xFF	
30	'b01 1110	0x00-0xFF	
31	'b01 1111	0x00-0xFF	
32	'b10 0000	0x00-0xFF	
33	'b10 0001	0x00-0xFF	
34	'b10 0010	0x00-0xFF	
35	'b10 0011	0x00-0xFF	
36	'b10 0100	0x00-0xFF	
37	'b10 0101	0x00-0xFF	
38	'b10 0110	0x00-0xFF	
to	-	-	
63	'b11 1111	0x00-0xFF	

Virtual Access Bank  
 Access RAM 0x00-0xFF  
 Fast SFR 0x00-0xFF

GPR  
 SFR  
 Buffer RAM  
 Unimplemented

10

## Los bits de configuración en el PIC18F57Q43

- Son las configuraciones iniciales a realizar en el microcontrolador
- Algunos recursos que se configuran en los bits de configuración:
  - Powerup Timer: Cuando se energiza el microcontrolador, este módulo retrasa la ejecución del CPU con el fin de esperar a que se estabilice la fuente de energía que alimenta al microcontrolador y evitar problemas de funcionamiento en el arranque.
  - Watchdog Timer: Un temporizador que funciona de manera independiente y su función es reiniciar el CPU cuando su cuenta se desborda, por lo que de usarse se tiene que evaluar en qué partes del programa se tiene que hacer un reinicio de cuenta (CLRWDT).
  - Brownout Reset: Mecanismo de protección el cual mantiene en RESET el CPU cuando el voltaje de alimentación cae debajo de un umbral.
  - etc

11

## Ejemplo inicial

- Configuration bits:

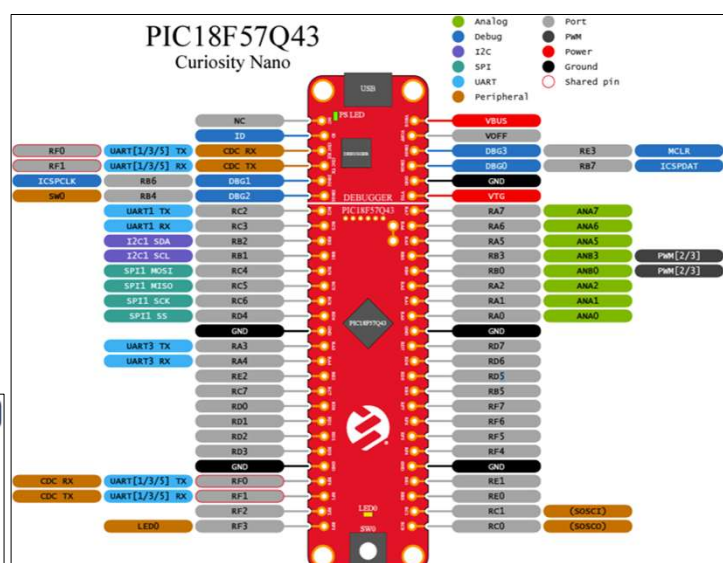
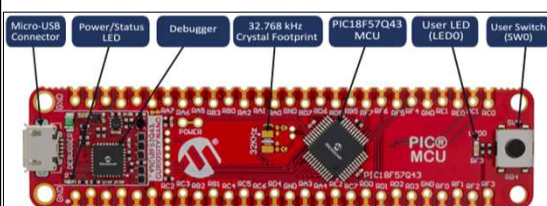
300000	CONFIG1	FC	-	-	-	-
		4	FEXTOSC	OFF	External Oscillator Selection	Oscillator not enabled
		7	RSTOSC	EXTOSC	Reset Oscillator Selection	EXTOSC operating per FEXTOSC bits (device manufactu
300001	CONFIG2	FF	-	-	-	-
		1	CLKOUTEN	OFF	Clock out Enable bit	CLKOUT function is disabled
		1	PR1WAY	ON	PRLOCKED One-Way Set Enable bit	PRLOCKED bit can be cleared and set only once
		1	CSWEN	ON	Clock Switch Enable bit	Writing to NOSC and NDIV is allowed
		1	FCMEN	ON	Fail-Safe Clock Monitor Enable bit	Fail-Safe Clock Monitor enabled
300002	CONFIG3	3D	-	-	-	-
		1	MCLRE	EXTMCLR	MCLR Enable bit	If LVP = 0, MCLR pin is MCLR; If LVP = 1, RE3 pin f
		2	PWRTS	PWRT_64	Power-up timer selection bits	PWRT set at 64ms
		1	MVPEEN	ON	Multi-vector enable bit	Multi-vector enabled, Vector table used for interrupt
		1	IVT1WAY	ON	IVTLOCK bit One-way set enable bit	IVTLOCKED bit can be cleared and set only once
		1	LPBOREN	OFF	Low Power BOR Enable bit	Low-Power BOR disabled
		0	BOREN	OFF	Brown-out Reset Enable bits	Brown-out Reset disabled
300003	CONFIG4	DF	-	-	-	-
		3	BORV	VBOR_1F9	Brown-out Reset Voltage Selection bits	Brown-out Reset Voltage (VBOR) set to 1.9V
		1	ZCD	OFF	ZCD Disable bit	ZCD module is disabled. ZCD can be enabled by setti
		1	PPS1WAY	ON	PPSLOCK bit One-Way Set Enable bit	PPSLOCKED bit can be cleared and set only once; PPS
		1	STVREN	ON	Stack Full/Underflow Reset Enable bit	Stack full/underflow will cause Reset
		0	LVP	OFF	Low Voltage Programming Enable bit	HV on MCLR/VPP must be used for programming
		1	XINST	OFF	Extended Instruction Set Enable bit	Extended Instruction Set and Indexed Addressing Mod
300004	CONFIG5	9F	-	-	-	-
		1F	WDTCPS	WDTCPS_31	WDT Period selection bits	Divider ratio 1:65536; software control of WDTPS
		0	WDTE	OFF	WDT operating mode	WDT Disabled; SWDTEN is ignored
300005	CONFIG6	FF	-	-	-	-
		7	WDTWNS	WDTWNS_7	WDT Window Select bits	window always open (100%); software control; keyed .
		7	WDTCS	SC	WDT input clock selector	Software Control

12

- Configuration bits:
  - External oscillator selection: OFF
  - Powerup Timer: 16ms ó 64ms
  - Brownout Reset: OFF
  - Low Voltage Programming: OFF
  - Watchdog Timer: OFF

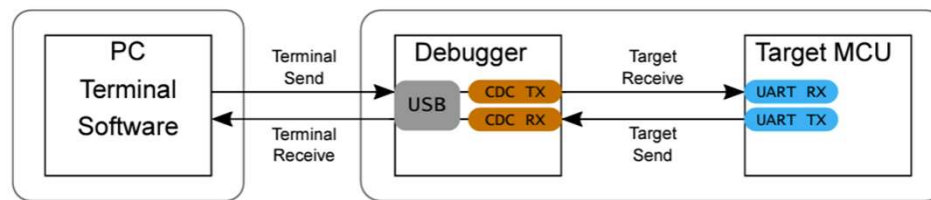
14

- Plataforma de desarrollo que integra programador/depurador y microcontrolador PIC18F57Q43.
- Integra un LED (RF3) y un pulsador (RB4), ambos activos en bajo, el pulsador requiere resistencia pull-up.



## El módulo Curiosity Nano PIC18F57Q43

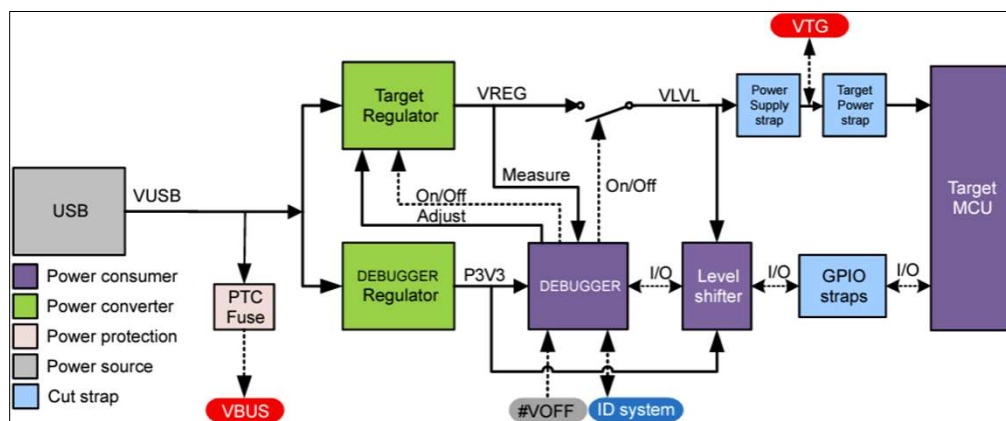
- Al conectar el Curiosity Nano a la PC con el cable de datos USB-MicroUSB se habilitará un puerto serial para hacer labores de depuración/comunicación
- Dirigirse al Administrador de Dispositivos del Windows (dentro del Panel de Control) para que puedan identificar el puerto serial que se ha habilitado (COMx)
- Software terminal serial puede ser el PuTTY, HyperTerminal, Arduino IDE



15

## El módulo Curiosity Nano PIC18F57Q43

- Posee dos terminales de voltaje de alimentación disponibles para el usuario:
  - VBUS: Conexión directa de la alimentación del puerto USB (5V DC)
  - VTG: Alimentación ajustable y controlable a través del MPLAB X

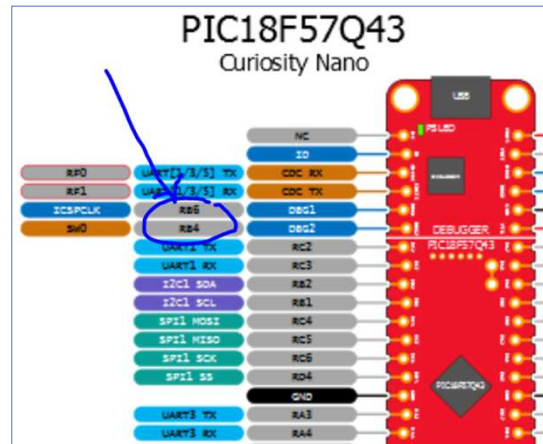


16



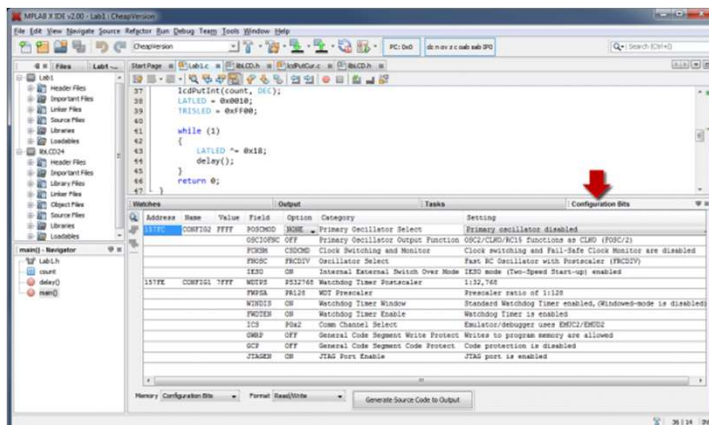
## El módulo Curiosity Nano PIC18F57Q43

- No encuentro los pines RB4 y RB6 en el Curiosity Nano...



17

## El entorno de desarrollo de MPLAB X IDE



- Entorno de desarrollo integrado proporcionado por Microchip
- Posee herramientas para desarrollar una aplicación con los microcontroladores PIC y AVR, soporta el uso de diferentes lenguajes de programación y diferentes programadores.
- Descargable desde el siguiente link: <https://www.microchip.com/mplab/mplab-x-ide>

18

## El compilador XC8



```


190
191 if (SPI_header.Number_of_messages > 0) {
192     uint32_t todo = SPI_header.Number_of_messages;
193     uint32_t sensornr = 0;
194     while (todo > 0 && (gsm_post_failed_flag == false)) {
195         uint32_t this_iter;
196         if (todo > MAX_MESSAGES_PER_POST) {
197             this_iter = MAX_MESSAGES_PER_POST;
198         } else {
199             this_iter = todo;
200         }
201         todo -= this_iter;
202
203         //calculate post size
204         uint32_t post_size = this_iter * SENSOR_MESSAGE_SIZE_ASCII;
205         post_size += (this_iter - 1); // ':' separator between messages
206         //start GSM post
207         while (gsm_start_post(post_size) == false && gsm_post_failed_flag == false) {
208             CLRWDI();
209         }
210     }
211     __nop();
  
```

- Compilador que da soporte de lenguaje XC8 PIC Assembler y XC8 de alto nivel
- Separado del MPLAB X IDE
- Descargable desde el siguiente link: <https://www.microchip.com/en-us/tools-resources/develop/mplab-xc-compilers/downloads-documentation#XC8>

19

## Importancia de tener las hojas técnicas de los IC's a usar:

- Las hojas técnicas (datasheet) son proporcionadas por el fabricante del IC's y se detallan todas las funcionalidades, capacidades, configuraciones, limitaciones, etc de dicho dispositivo, es la información mas fiel.
- En nuestro caso tendremos siempre presente la hoja técnica del microcontrolador PIC18F57Q43


**MICROCHIP**

**PIC18F27/47/57Q43**

**28/40/44/48-Pin, Low-Power, High-Performance  
Microcontroller with XLP Technology**

---

### Introduction

The PIC18-Q43 microcontroller family is available in 28/40/44/48-pin devices for real-time control applications. This family features a 12-bit Analog-to-Digital Converter with Computation (ADCC) automating Capacitive Voltage Divider (CVD) techniques for advanced capacitive touch sensing, averaging, filtering, oversampling and threshold comparison. This family showcases a new 16-bit Pulse-Width Modulator (PWM) module which provides dual independent outputs on the same time base. Additional features include vectored interrupt controller with fixed latency for handling interrupts, system bus arbiter, Direct Memory Access (DMA) capabilities, Universal Asynchronous Receiver-Transmitter (UART) with support for asynchronous, Digital Multiplex (DMA), Digital Addressable Lighting Interface (DALI) and Local Interconnect Network (LIN) protocols, Serial Peripheral Interface (SPI), PC memory features like Memory Access Partition (MAP) to support users in data protection and bootloader applications, and Device Information Area (DIA), which stores factory calibration values to help improve temperature sensor accuracy.

### PIC18-Q43 Family Types

Table 1: Devices Included in This Data Sheet

Device	Program Memory (Words)	Data Memory (Bytes)	Data EEPROM (Words)	IO Pins	Power-Down Current (µA)	10-Bit ADC Channels	16-Bit PWM	Comparator	OpAmp	12-Bit DAC	8-Bit DAC	28-Pin Voltage Detector	8-Bit/10-Bit Comparator	High-Speed Comparator	8-Bit/10-Bit Comparator	UART	UART with Protocol Support	Direct Memory Access (DMA)	Modular Memory Access	16-Bit Cyclic with Retention	16-Bit Cyclic with Retention	Peripheral Bus	Temperature Indicator
PIC18F27Q43	128K	8192	1024	YY	25V	34	3/5	5	1	3	8	24	1	2/1	1	2/1	4/1	6	Y	Y	Y	Y	Y
PIC18F47Q43	128K	8192	1024	YY	36V	34	3/5	5	1	3	8	35	1	2/1	1	2/1	4/1	6	Y	Y	Y	Y	Y
PIC18F57Q43	128K	8192	1024	YY	44V	34	3/5	5	1	3	8	43	1	2/1	1	2/1	4/1	6	Y	Y	Y	Y	Y

20

## Revisión de documentos

- Hoja técnica del PIC18F57Q43
  - <https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/MCU08/ProductDocuments/DataSheets/PIC18F27-47-57Q43-Data-Sheet-40002147F.pdf>
- Hoja técnica del Curiosity Nano PIC18F57Q43
  - <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/PIC18F57Q43-Curiosity-Nano-HW-UserGuide-DS40002186B.pdf>

21

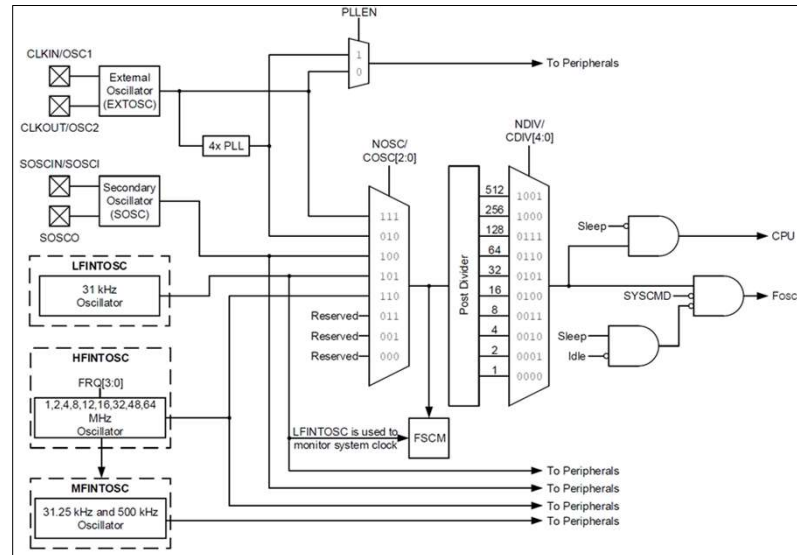
## Importancia de los comentarios en un código fuente

- Cuando uno desarrolla un programa, en cualquier lenguaje de programación, es fundamental colocar comentarios.
- Los comentarios no añaden espacio de memoria luego de la compilación.
- Los comentarios sirven para recordar ideas, configuraciones, procesos, algoritmos, etc que le permitan al programador en un tiempo después ver lo que hizo en dicho momento.
- En MPASM ó XC8 PICASM los comentarios van antecidos por un punto y coma (;)

22

## Configuración de la fuente de reloj del PIC18F57Q43

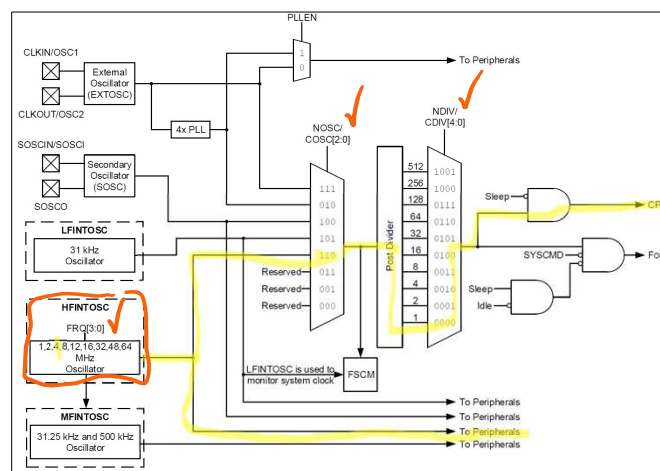
- Revisar cap.12 de la hoja técnica
- Fuente de reloj
  - Oscilador secundario sirve para colocar un cristal de 32.768KHz y hacer aplicaciones de reloj en tiempo real con el Timer1.
  - El PLL de este microcontrolador sirve para incrementar la frecuencia de trabajo, hasta 64MHz.
  - Usaremos el oscilador interno HFINTOSC para el CPU en todas nuestras aplicaciones.
  - MFINTOSC no puede derivarse hacia el CPU, solo hacia periféricos.



23

## Configuración de la fuente de reloj del PIC18F57Q43

Para obtener 4MHz al CPU y periféricos a partir del oscilador interno:



A configurar:  
 -FRQ  
 -NOSC/COSC  
 -NDIV/CDIV

24

# Configuración de la fuente de reloj del PIC18F57Q43

Registros implicados en la configuración del reloj:

A configurar:  
-FRQ  
-NOSC/COSC  
-NDIV/CDIV

## 12.6 Register Summary - Oscillator Module

Address	Name	Bit Pos.	7	6	5	4	3	2	1	0
0xAC	ACTCON	7:0	ACTEN	ACTUD			ACTLOCK		ACTORS	
0xAD	OSCCON1	7:0			NOSC[2:0]			NDIV[3:0]		
0xAE	OSCCON2	7:0			COSC[2:0]			CDIV[3:0]		
0xAF	OSCCON3	7:0	CSWHOLD	SOSCPWR		ORDY	NOSCR			
0xB0	OSCTUNE	7:0					TUN[5:0]			
0xB1	OSCFRQ	7:0						FRQ[3:0]		
0xB2	OSCSTAT	7:0	EXTOR	HFOR	MFOR	LFOR	SOR	ADOR		PLLR
0xB3	OSCEN	7:0	EXTOEN	HFOEN	MFOEN	LFOEN	SOSCEN	ADOEN		PLLEN

25

# Configuración de la fuente de reloj del PIC18F57Q43

Registro OSCCON1:

**12.5.2 OSCCON1**

Name: OSCCON1  
Address: 0xAD

Oscillator Control Register 1

Bit

Access: R/W, R/W, R/W, R/W, R/W, R/W, R/W  
Reset: f, f, f, q, q, q, q

Bits 6:4 – NOSC[2:0] New Oscillator Source Request<sup>(1,2,3)</sup>  
Requests a new oscillator source per the NOSC/COSC Clock Source Selection Table.

Bits 3:0 – NDIV[3:0] New Divider Selection Request  
Requests the new postscaler division ratio per the NDIV/CDIV Clock Divider Selection Table.

Notes:

- The default value is determined by the RSTOSC Configuration bits. See the Reset Oscillator (RSTOSC) selection table for the RSTOSC selections.
- If NOSC is written with a reserved value, the operation is ignored and neither NOSC nor NDIV is written.
- When CSWEN = 0, these bits are read-only and cannot be changed from the RSTOSC value.

Table 12-2. NOSC/COSC Clock Source Selection Table

NOSC / COSC	Clock Source
111	EXTOSC <sup>(1)</sup>
110	HFINTOSC <sup>(2)</sup>
101	LFINTOSC
100	SOSC
011	Reserved
010	EXTOSC + 4xPLL <sup>(3)</sup>
001	Reserved
000	Reserved

Table 12-3. NDIV/CDIV Clock Divider Selection Table

NDIV / CDIV	Clock Divider
1111~1010	Reserved
1001	512
1000	256
0111	128
0110	64
0101	32
0100	16
0011	8
0010	4
0001	2
0000	1

26

## Configuración de la fuente de reloj del PIC18F57Q43

Registro OSCFRQ:

**12.5.6 OSCFRQ**

Name: OSCFRQ  
Address: 0x0041

HFINTOSC Frequency Selection Register

Bit 7 6 5 4 3 2 1 0

Access: R/W R/W R/W R/W R/W R/W R/W R/W  
Reset: 0 0 0 0 0 0 0 0

FRQ[3:0]

Bits 3:0 – FRQ[3:0] HFINTOSC Frequency Selection

FRQ	Nominal Freq (MHz)
1111-1001	Reserved
1000	64
0111	48
0110	32
0101	16
0100	12
0011	8
0010	4
0001	2
0000	1

27

## Configuración de la fuente de reloj del PIC18F57Q43

Registro OSCEN:

**12.5.8 OSCEN**

Name: OSCEN  
Address: 0x0040

Oscillator Enable Register

Bit 7 6 5 4 3 2 1 0

Access: R/W R/W R/W R/W R/W R/W R/W R/W  
Reset: 0 0 0 0 0 0 0 0

EXTOEN HFOEN MFOEN LFOEN SOSSEN ADOEN PLEN

Bit 7 – EXTOEN External Oscillator Enable

Value	Description
1	EXTOSC is explicitly enabled, operating as specified by FEXTOSC
0	EXTOSC can be enabled by a peripheral request

Bit 6 – HFOEN HFINTOSC Enable

Value	Description
1	HFINTOSC is explicitly enabled, operating as specified by OSCFRQ
0	HFINTOSC can be enabled by a peripheral request

Bit 5 – MFOEN MFINTOSC Enable

Value	Description
1	MFINTOSC is explicitly enabled
0	MFINTOSC can be enabled by a peripheral request

Bit 4 – LFOEN LFINTOSC Enable

Value	Description
1	LFINTOSC is explicitly enabled
0	LFINTOSC can be enabled by a peripheral request

Bit 3 – SOSSEN Secondary Oscillator Enable

Value	Description
1	SOSC is explicitly enabled, operating as specified by SOSCPWR
0	SOSC can be enabled by a peripheral request

Bit 2 – ADOEN ADCRC Oscillator Enable

Value	Description
1	ADCR is explicitly enabled
0	ADCR may be enabled by a peripheral request

Bit 0 – PLEN PLL Enable<sup>(1)</sup>

Value	Description
1	EXTOSC multiplied by the 4x system PLL is used by a peripheral request
0	EXTOSC is used by a peripheral request

Note:

1. This bit only controls external clock source supplied to the peripherals and has no effect on the system clock.

28

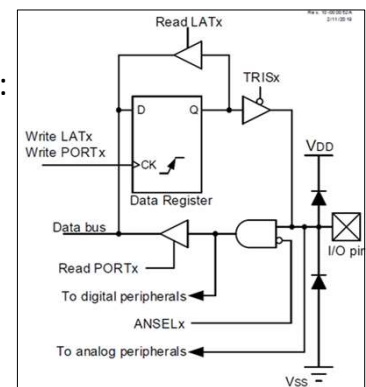
## Configuración de la fuente de reloj del PIC18F57Q43

- En resumen para XC8:
  - OSCCON1 = 0x60
  - OSCFRQ = 0x02
  - OSCEN = 0x40

29

## Manipulación de E/S en el Curiosity Nano PIC18F57Q43

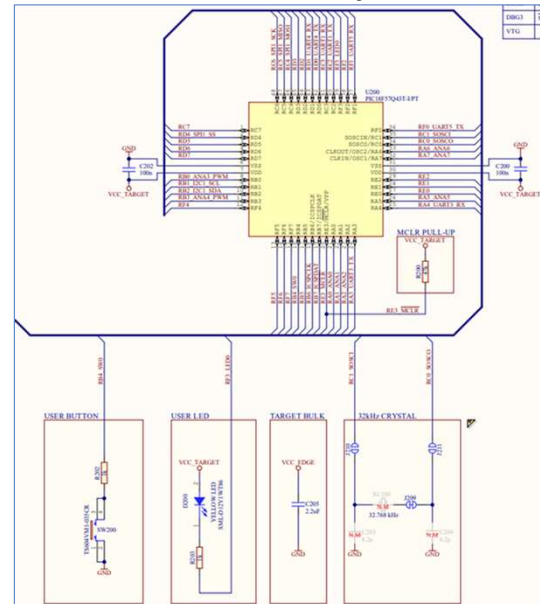
- Revisar 19.0 en la hoja técnica
- **Por defecto los puertos están como entradas analógicas.**
- Se tienen los siguientes registros para manipular los puertos:
  - **TRISx** Para configurar el sentido del puerto (entrada ó salida), cero para salida y uno para entrada.
  - **ANSELx** Para configurar el puerto en analógico o digital, uno para analógico y cero para digital.
  - PORTx Para leer el puerto
  - LATx Para escribir el puerto
  - WPUx Para habilitar las resistencias de pullup: 1 activado, 0 desactivado
  - SLRCON Para configurar la velocidad de respuesta en el puerto configurado como salida.



30

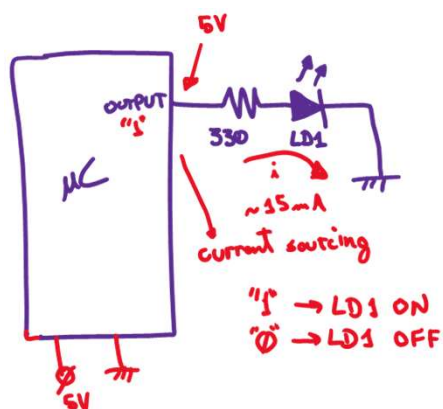
## LED y pulsador integrado en el Curiosity Nano PIC18F57Q43

- El LED en RF3 es activo en bajo
- El pulsador en RB4 es activo en bajo y no posee resistencia de pull-up

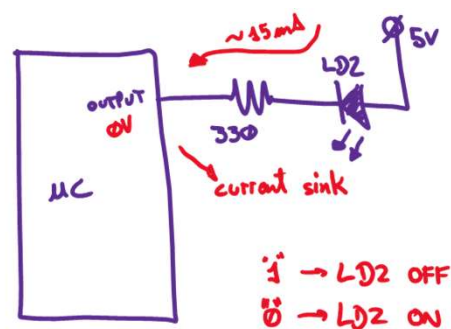


31

¿Current source? ¿Current sink?



Activo en alto

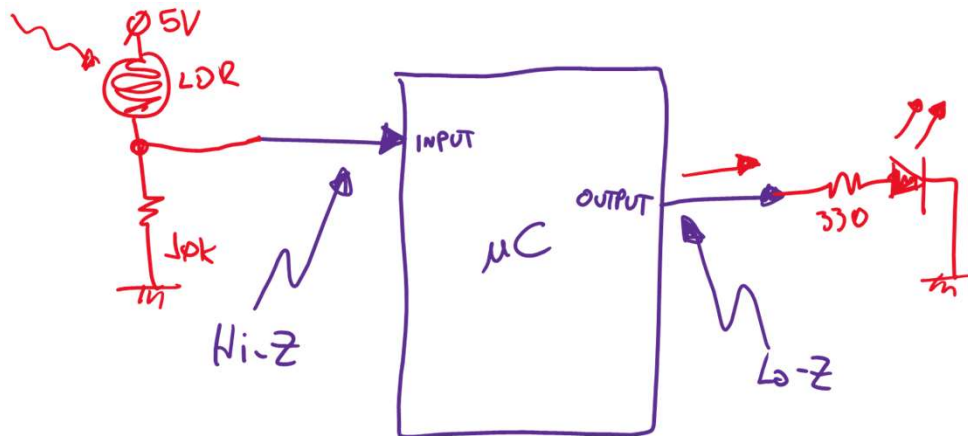


Activo en bajo

32



## Alta impedancia y baja impedancia Input: Hi-z / Output: Lo-z





33

## Workflow para el desarrollo de aplicaciones con microcontroladores:

1. Análisis de los requerimientos de la aplicación (prestaciones, consumo energético, puertos de E/S, funcionalidades, expandibilidad, actualizaciones a futuro, etc).
2. Desarrollo del hardware
  - a) Prototipado en físico usando protoboard
  - b) Prototipado en simulador (Proteus)
3. Desarrollo del algoritmo en diagrama de flujo
4. Codificación del algoritmo en un lenguaje de programación (XC8)
5. Pruebas en físico como en simulación
6. Elaboración de PCB (Autodesk Eagle)
7. Elaboración de carcasa (Autodesk Fusion 360)

34

## Procedimiento para usar el MPLAB X

1. Crear un proyecto (seleccionar Standalone Project)
2. Seleccionar el dispositivo microcontrolador (PIC18F57Q43)
3. Seleccionar la herramienta (XC8)
4. Crear el archivo header (\*.h) e incluirle los bits de configuración (Window / Target Memory Views / Configuration Bits), dicho archivo debe de estar en la carpeta "Header Files"
5. Crear el archivo fuente (\*.c) e incluir el archivo header dentro del cuerpo, dicho archivo debe de estar en la carpeta "Source Files"
6. Para compilar: 
7. El archivo generado de la compilación tiene extensión \*.hex ó \*.elf
8. Para grabar en el Curiosity Nano: 

35

## Ejercicios prácticos de manipulación de E/S

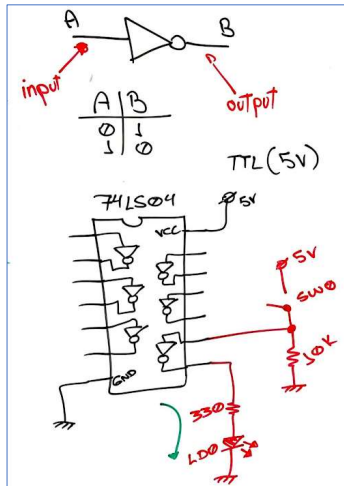
- Negador lógico de un bit
- Parpadeo de un LED con period de 500ms
- Contador autoincremental con visualización en display de siete segmentos
- Visualizador de la palabra "UPAO" en un display de siete segmentos a razón de una letra a la vez y periodo de cambio 250ms

36

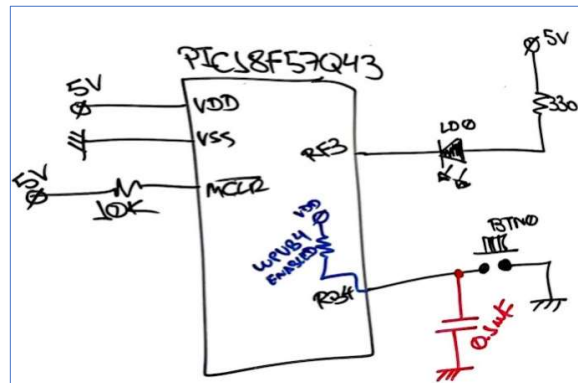
## Negador lógico de un bit

Se empleará el botón y LED integrados del módulo de desarrollo Curiosity Nano PIC18F57Q43

### 1. Análisis



### 2. Diseño de hardware

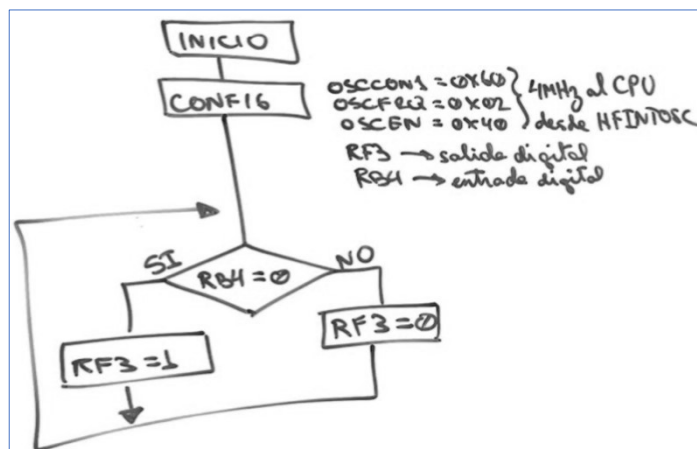


37

## Negador lógico de un bit

Se empleará el botón y LED integrados del módulo de desarrollo Curiosity Nano PIC18F57Q43

### 3. Algoritmo en diagrama de flujo



### 4. Código fuente en XC8

```

1  #include <xc.h>
2  #include "cabecera.h"
3  #define _XTAL_FREQ 4000000UL
4
5  void configuro(void) {
6      OSCCON1 = 0x60;
7      OSCFREQ = 0x02;
8      OSCEN = 0x40;
9      TRISFbits.TRISF3 = 0;
10     ANSELFbits.ANSELF3 = 0;
11     TRISBbits.TRISB4 = 1;
12     ANSELBbits.ANSELB4 = 0;
13     WPUBbits.WPUB4 = 1;
14 }
15
16 void main(void) {
17     configuro();
18     while(1) {
19         if(PORTEbits.RB4 == 0) {
20             LATFbits.LATF3 = 1;
21         }
22         else {
23             LATFbits.LATF3 = 0;
24         }
25     }
26 }

```

38

## Fin de la sesión

- Realizar los ejercicios propuestos pendientes siguiendo el workflow