

EL256 - Microcontroladores

Semana 2

Semestre 2023-2

Profesor: Kalun José Lau Gan

1

Agenda:

- La familia PIC18 de Microchip
- El Curiosity Nano PIC18F57Q43
- El MPLAB X
- Primer ejemplo implementado

2

Preguntas previas:

- ¿Debo de tener los materiales para esta semana?
 - Esta semana 2 iniciaremos con las experiencias de laboratorio con el PIC18F57Q43 de manera dirigida, es decir, el profesor hará toda la experiencia de implementación. Se recomienda tener los materiales para las experiencias de la semana 3.
- El lenguaje Assembler para el microcontrolador lo debemos de saber previamente o lo vamos a ver en las clases?
 - Se los va a atender durante las sesiones con el compromiso de que el alumno practique.
- ¿Cuáles son los softwares que necesito instalar en mi PC?
 - MPLAB X versión 6.15 (la mas actual)
 - XC8 versión 2.41 (la mas actual)
- ¿Qué cable se usa para el Curiosity Nano?
 - Cable USB a MicroUSB de datos

3

Preguntas previas:

- ¿Hay algún libro sobre este nuevo microcontrolador?
 - No
- Al conectar el Curiosity Nano a la PC solo se enciende, lo lo detecta. ¿Qué puede ser?
 - El cable USB que has usado no transporta datos por ende no lo reconoce, cambia de cable.

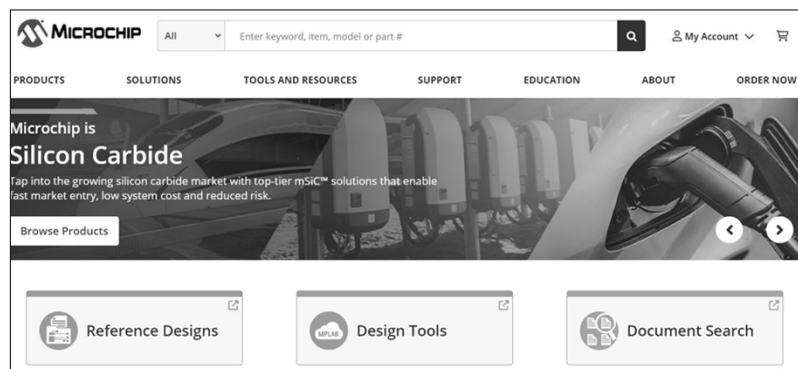
4

Mercado de los microcontroladores

- Actualmente hay preferencias en usar microcontroladores de 8 bits y de 32 bits:
 - Aplicaciones de baja a mediana escala de complejidad -> 8bits
 - Aplicaciones de mediana a alta escala de complejidad -> 32bits
- Se ha disminuido el uso de microcontroladores de 16 bits, muy posible debido a similitud de costos de manufactura y estrecha relación con los de 32 bits.

5

Microchip INC

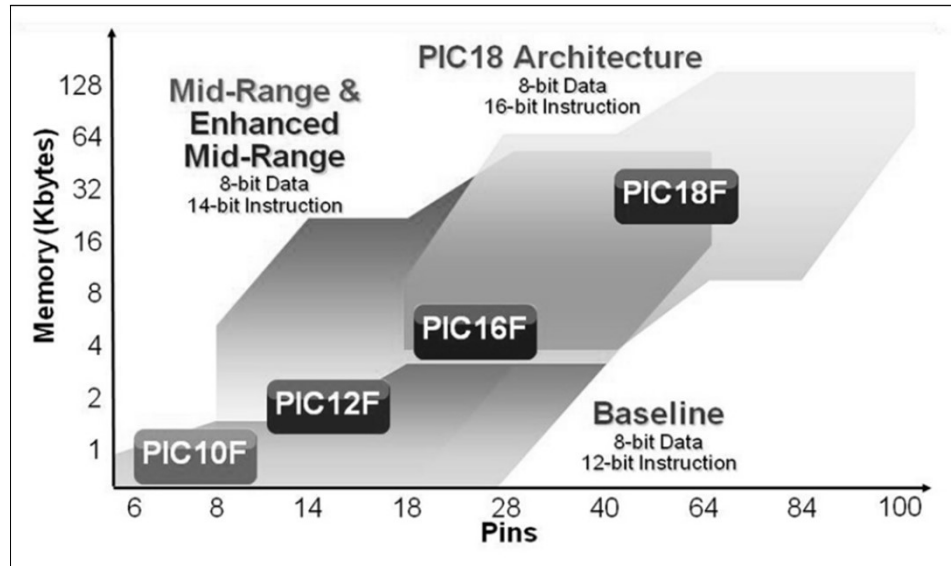


- División de semiconductores de General Instrument, en 1989 se independizó y se formó Microchip INC.
- Actual líder en el mercado de microcontroladores de 8 bits.
- En Julio del 2016 compró Atmel y todo su portafolio de productos.
- También adquirió Micrel, Microsemi, KeeLoq, HI-TECH Software, Novocell, ISSC, etc.

6

Microchip INC

- Familias de microcontroladores PIC de 8 bits



7

ST Semiconductor

- Líder en microcontroladores de 32bits (STM32)



8

Familia PIC18 de Microchip

- Primeros dispositivos PIC18: ej. PIC18F452
- Siguiente 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

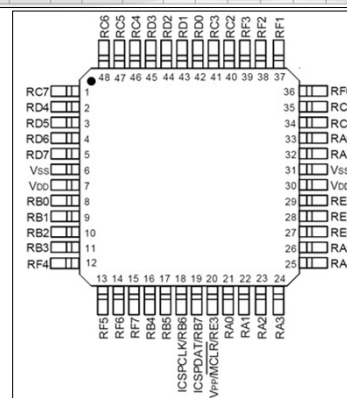
Product Family	Pin Count	Program Flash Memory (KB)	RAM (KB)	Data EE (B)	8-bit PIC® Microcontrollers																																
					Intelligent Analog					Waveform Control ¹⁾					Logic and Math	Safety and Monitoring		Communications				User Interface			Low Power and System Flexibility											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

9

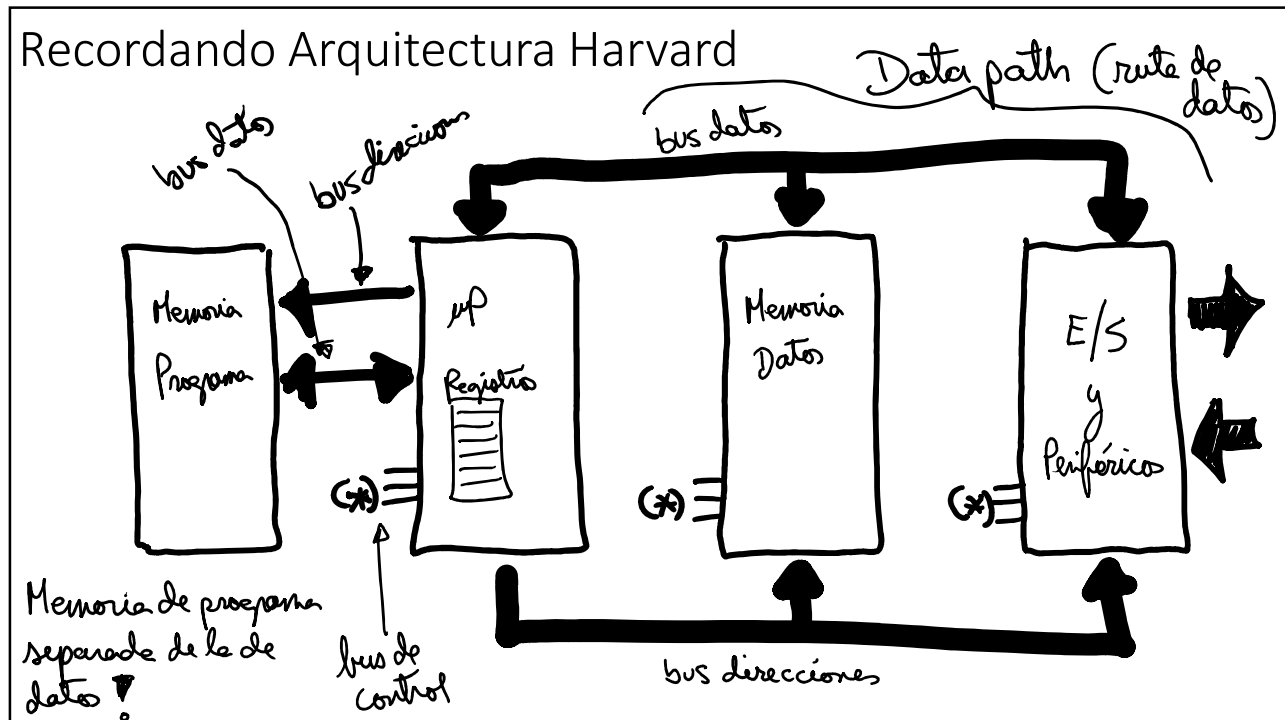
El Microcontrolador PIC18F57Q43

Device	Program Memory Flash (bytes)	Data SRAM (bytes)	Data EEPROM (bytes)	Memory Access Partition/Device Information Area	I/O Pins/Peripheral Pin Select	8-Bit Timer with HLT/16-Bit Timers	16-Bit Dual PWM/CCP	Complementary Waveform Generator	Signal Measurement Timer	Numerically Controlled Oscillator	Configurable Logic Cell	12-Bit ADCC (channels)	8-Bit DAC	Comparator/Zero-Cross Detect	High-Low Voltage Detect	SPI/I ² C	UART/UART with Protocol Support	Direct Memory Access (DMA)	Windowed Watchdog Timer	16-Bit CRC with Scanner	Vectored Interrupts	Peripheral Module Disable	Temperature Indicator
PIC18F27Q43	128k	8192	1024	Y/Y	25/Y	3/4	3/3	3	1	3	8	24	1	2/1	1	2/1	4/1	6	Y	Y	Y	Y	Y
PIC18F47Q43	128k	8192	1024	Y/Y	36/Y	3/4	3/3	3	1	3	8	35	1	2/1	1	2/1	4/1	6	Y	Y	Y	Y	Y
PIC18F57Q43	128k	8192	1024	Y/Y	44/Y	3/4	3/3	3	1	3	8	43	1	2/1	1	2/1	4/1	6	Y	Y	Y	Y	Y

- Encapsulado de 48 pines
- Amplio rango de voltaje de alimentación: 1.8V – 5.5V DC
- Bajo consumo energético (menor a 800nA en modo SLEEP y alrededor de 1mA en operación con 4MHz, 5V)
- Amplio rango de temperatura: -40°C – 85°C (grado industrial)
- Hasta 64MHz de frecuencia en CPU
- Memoria de programa de 128Kbytes y memoria de datos de 8Kbytes
- Periféricos nuevos (detector de cruce por cero, CLC, etc)
- Interrupciones vectorizadas
- Módulo PPS para asignación de funciones en los pines



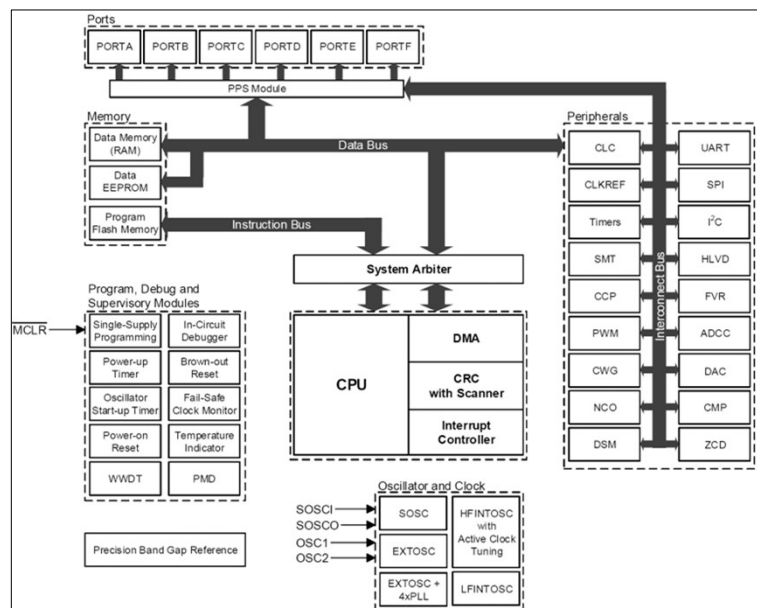
10



11

El Microcontrolador PIC18F57Q43

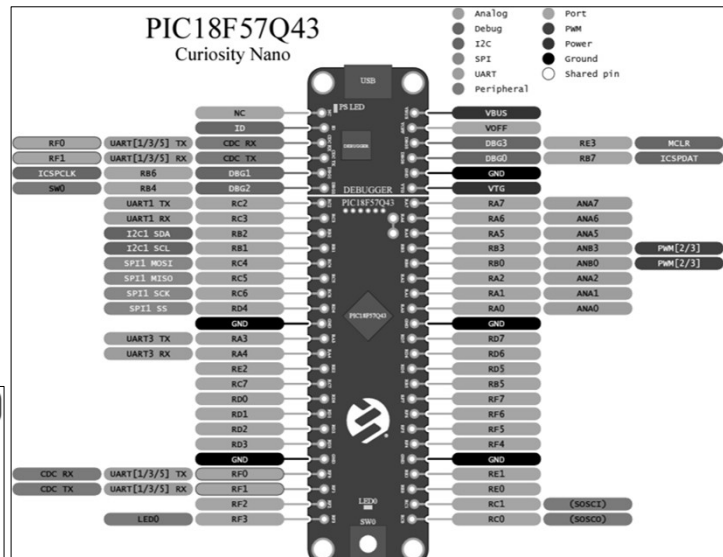
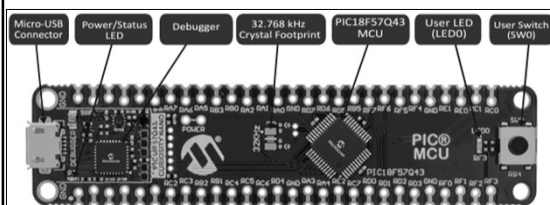
- Arquitectura Harvard:
 - Memoria de programa separada de la memoria de datos y con buses independientes
- Cambio en organización de la memoria de datos
- Módulo Timer0 mejorado
- ADC mejorado de 12bits
- Módulo generador de voltaje de referencia para el ADC



12

El módulo Curiosity Nano PIC18F57Q43

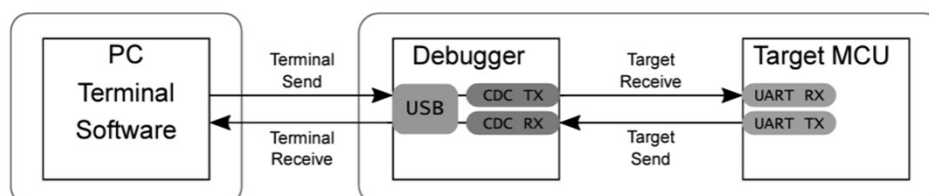
- Plataforma de desarrollo que integra programador/depurador y microcontrolador PIC18F57Q43.
- Integra un LED (RF3) y un pulsador (RB4), ambos activos en bajo, el pulsador requiere resistencia pull-up.



13

El módulo Curiosity Nano PIC18F57Q43

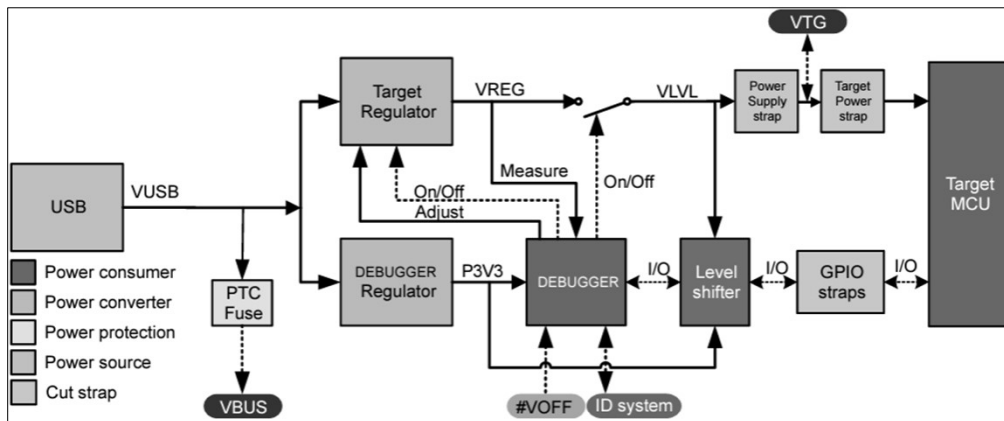
- Al conectar el Curiosity Nano a la PC con el cable de datos USB-MicroUSB se habilitará un puerto serial para hacer labores de depuración/comunicación
- Dirigirse al Administrador de Dispositivos del Windows (dentro del Panel de Control) para que puedan identificar el puerto serial que se ha habilitado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



14

El módulo Curiosity Nano PIC18F57Q43

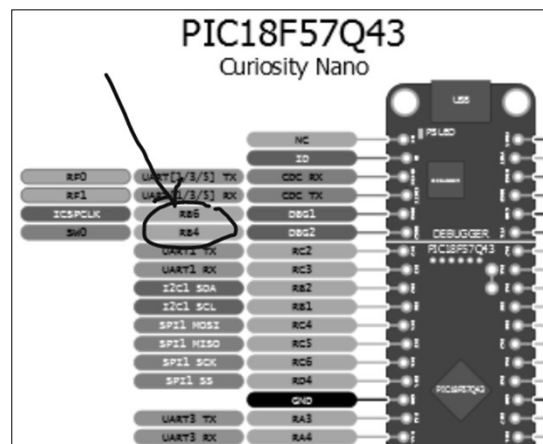
- Posee dos terminales de voltaje de alimentación disponibles para el usuario:
 - VBUS: Conexión directa de la alimentación del puerto USB (5V DC)
 - VTG: Alimentación ajustable y controlable a través del MPLAB X



15

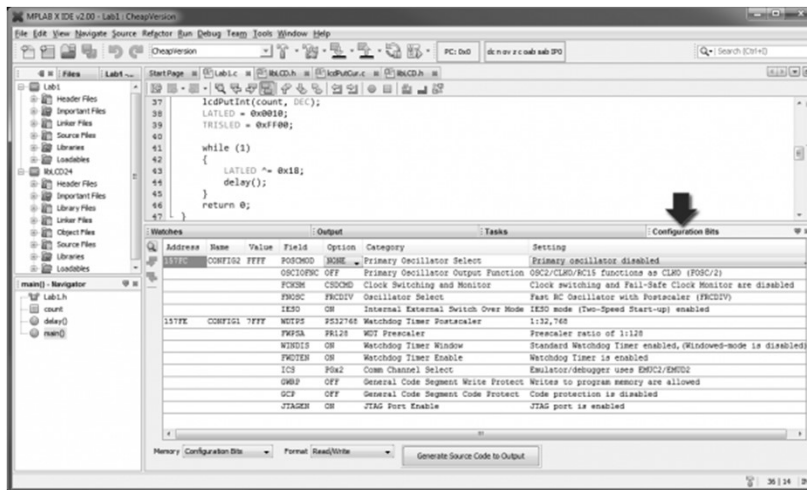
El módulo Curiosity Nano PIC18F57Q43

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



16

El MPLAB X IDE



- Descargable desde el siguiente link:
<https://www.microchip.com/mplab/mplab-x-ide>
<https://www.microchip.com/development-tools/pic-and-dspic-downloads-archive>

17

MPASM vs. PICASM (XC8 Assembler)

- MPASM fué el lenguaje de programación hasta la v5.35, actualmente en obsolescencia
- XC8 PIC Assembler es el nuevo formato de lenguaje y soportado por la nueva versión 6.15
- Las instrucciones en los microcontroladores no han variado, solo la sintaxis de programación (el core del microcontrolador es el mismo).
- Evolución: MPLAB -> MPLAB X (32bits) -> MPLAB X (64bits)

18

Procedimiento para desarrollar una aplicación con el microcontrolador PIC18F57Q43 en los laboratorios

1. Análisis del problema y ver los requerimientos (puertos E/S, tipo de señales, velocidad, consumo energético, etc)
2. Desarrollamos el hardware (el circuito implementado)
3. Elaboramos el algoritmo (Flowchart, Nassi-Schneiderman, etc)
4. Redactamos el código en un lenguaje de programación (Assembler, BASIC, C, Python, etc)
5. Compilar y realizar la pruebas (simulación, emulación, programación)

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

Consideraciones importantes al usar simuladores

- El uso de simuladores ha permitido acelerar los procesos de validación de circuitos eléctricos y electrónicos, **pero** no es un determinante a la hora de validar en forma física.
- En la mayoría de casos en ingeniería electrónica el producto final es algo físico por lo que no solamente podemos fiarnos de una simulación y dar por sentado que la propuesta funcione correctamente.
- En Proteus hay elementos que no se muestran en el momento de hacer simulaciones.
- El software Proteus a la fecha no posee módulo de simulación del microcontrolador PIC18F57Q43

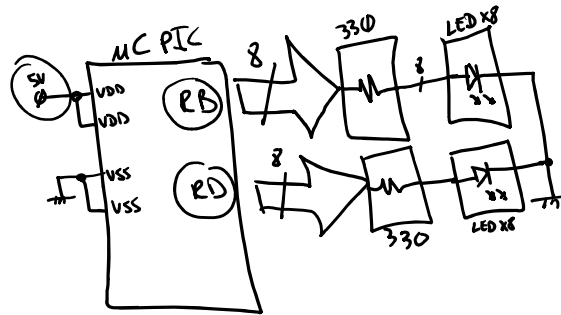
23

Sobre el MPLAB X IDE

1. Crear un proyecto (seleccionar Standalone Project)
2. Seleccionar el dispositivo microcontrolador (PIC18F57Q43)
3. Seleccionar la herramienta "pic-as" (XC8 PIC Assembler)
4. Crear el archivo header (*.inc) 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 (*.s) 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: 

24

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

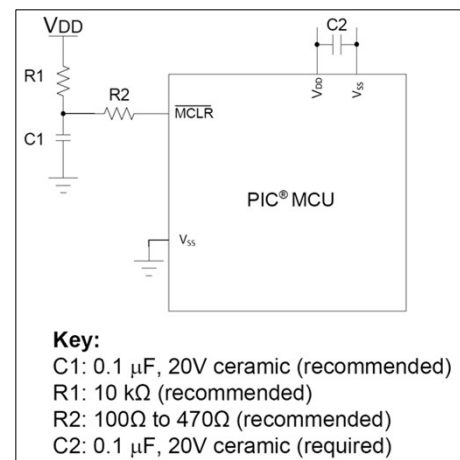


Se deben de conectar todos los pines de alimentación para que el microcontrolador pueda obtener mayor capacidad de corriente en caso lo requiera la aplicación.

25

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



26

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	MCLRRE	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	MVECEN	ON	Multi-vector enable bit	Multi-vector enabled, Vector table used for interr
		1	IVT1WAY	ON	IVTLOCK bit One-way set enable bit	IVTLOCKED bit can be cleared and set only once
		1	LPSBORN	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	PFS1WAY	ON	PFSLOCK bit One-Way Set Enable bit	PFSLOCKED bit can be cleared and set only once; PFS
		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	WDTCP5	WDTCP5_31	WDT Period selection bits	Divider ratio 1:65536; software control of WDTFS
		0	WDTE	OFF	WDT operating mode	WDT Disabled; SWDTEN is ignored
300005	CONFIG6	FF	-	-	-	-
		7	WDTW5	WDTW5_7	WDT Window Select bits	window always open (100%); software control; keyed
		7	WDTCS	SC	WDT issue clock selector	Software Control

27

Ejemplo inicial

• Configuration bits:

- Powerup Timer: 16ms ó 64ms
- Brownout Reset: OFF
- Low Voltage Programming: OFF
- Watchdog Timer: OFF

28

Ejemplo inicial

- Plantilla de un programa en XC8 PIC Assembler:

```

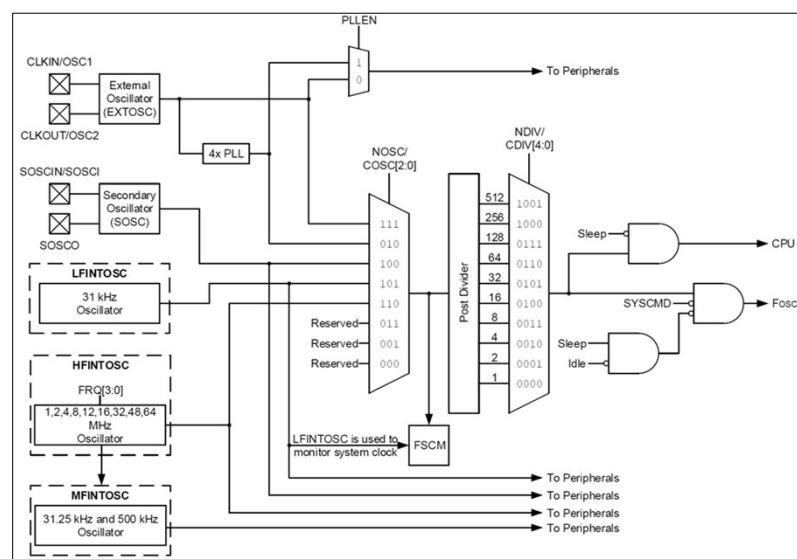
1      PROCESSOR 18F57Q43
2      #include "cabecera.inc"
3
4      PSECT principal, class=CODE, reloc=2, abs
5      principal:
6          ORG 000000H          ;Vector de RESET
7          bra configuro        ;Salto hacia etiqueta configuro
8
9          ORG 000020H          ;Zona de programa de usuario
10     configuro:
11         ;Configuraciones de la aplicación (puertos, periféricos, etc)
12
13     inicio:
14         ;Detalle de lo que va a hacer el microcontrolador
15         bra inicio            ;Salto hacia etiqueta inicio
16
17     end principal
18

```

29

Detalles técnicos iniciales

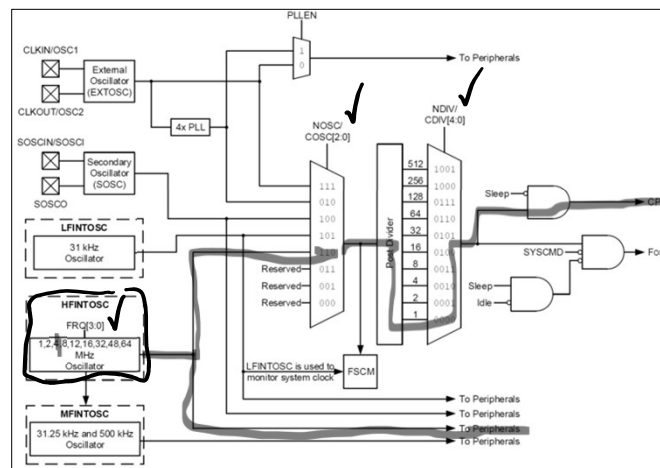
- Fuente de reloj
 - Oscilador secundario sirve para colocar un cristal de 32.768KHz y hacer aplicaciones de reloj en tiempo real con el Timer1.
 - El PLL de este microcontrolador sirve para incrementar la frecuencia de trabajo, hasta 64MHz.
 - Usaremos el oscilador interno HFINTOSC para el CPU en todas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



30

Configuración inicial de fuente de reloj

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



A configurar:

- FRQ
- NOSC/COSC
- NDIV/CDIV

31

Configuración inicial de fuente de reloj

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		PLLOR
0xB3	OSCCEN	7:0	EXTOEN	HFOEN	MFOEN	LFOEN	SOSCEN	ADOEN		PLLEN

32

Configuración inicial de fuente de reloj

Registro OSCCON1:

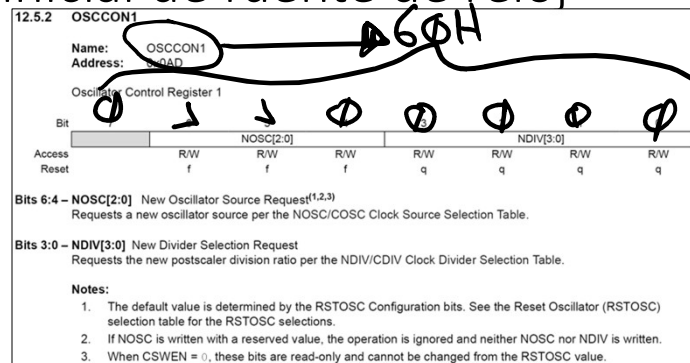


Table 12-2. NOSC/COSC Clock Source Selection Table

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

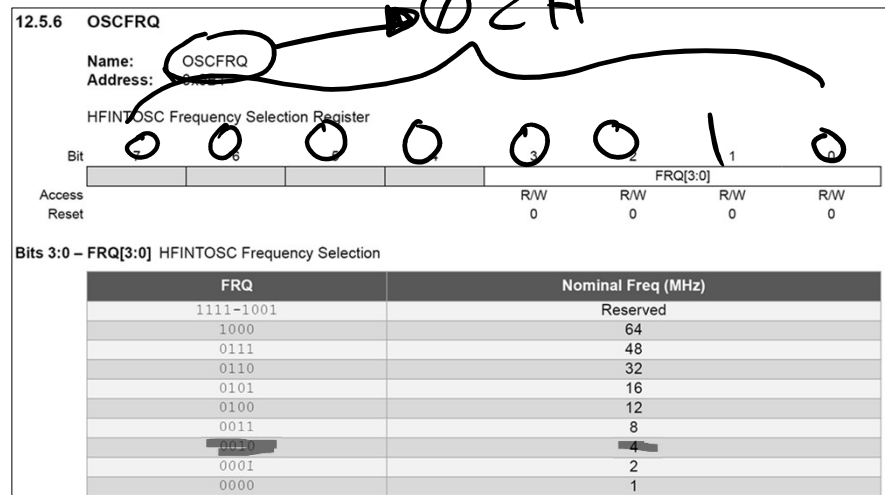
Table 12-3. NDIV/CDIV Clock Divider Selection Table

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	Reserved

33

Configuración inicial de fuente de reloj

Registro OSCFRQ:



34

Configuración inicial de fuente de reloj

Registro OSCEN:

12.5.8 OSCEN

Name: OSCEN
Address: 000040H

Bit 7 - EXTOEN External Oscillator Enable

Bit 6 - HFOEN HFINTOSC Enable

Bit 5 - MFOEN MFINTOSC Enable

Bit 4 - LFOEN LFINTOSC Enable

Bit 3 - SOSSEN Secondary Oscillator Enable

Bit 2 - ADOEN ADCRC Oscillator Enable

Bit 0 - PLEN PLL Enable¹⁾

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

35

Ejemplo inicial

- Configuraremos el PIC18F57Q43 para que funcione a 4MHz con el HFINTOSC

```

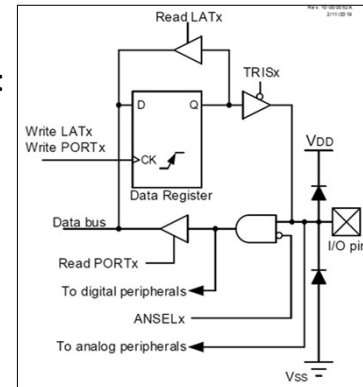
1  PROCESSOR 18F57Q43
2  #include "cabecera.inc"
3
4  PSECT principal, class=CODE, reloc=2, abs
5  principal:
6      ORG 000000H          ;Vector de RESET
7      bra configuro       ;Salto hacia etiqueta configuro
8
9      ORG 000020H          ;Zona de programa de usuario
10     configuro:
11         ;Configuraciones de la aplicación (puertos, periféricos, etc)
12         ;Configuración de la fuente de reloj para 4MHz con el HFINTOSC
13         movlb 0H          ;Bank 0 donde estan los registros de conf del OSC
14         ;OSCFRQ = 02H
15         movlw 02H         ;muevo literal 02H a wreg
16         movwf OSCFRQ, 1   ;muevo contenido de wreg hacia OSCFRQ
17         ;OSCCON1 = 60H
18         movlw 60H         ;muevo literal 60H a wreg
19         movwf OSCCON1, 1  ;muevo contenido de wreg hacia OSCCON1
20         ;OSCEN = 40H
21         movlw 40H         ;muevo literal 40H a wreg (0100 0000)
22         movwf OSCEN, 1    ;muevo contenido de wreg hacia OSCEN
23
24     inicio:
25         ;Detalle de lo que va a hacer el microcontrolador
26         bra inicio       ;Salto hacia etiqueta inicio
27
28     end principal

```

36

Manejo de puertos de E/S en el PIC18F57Q43

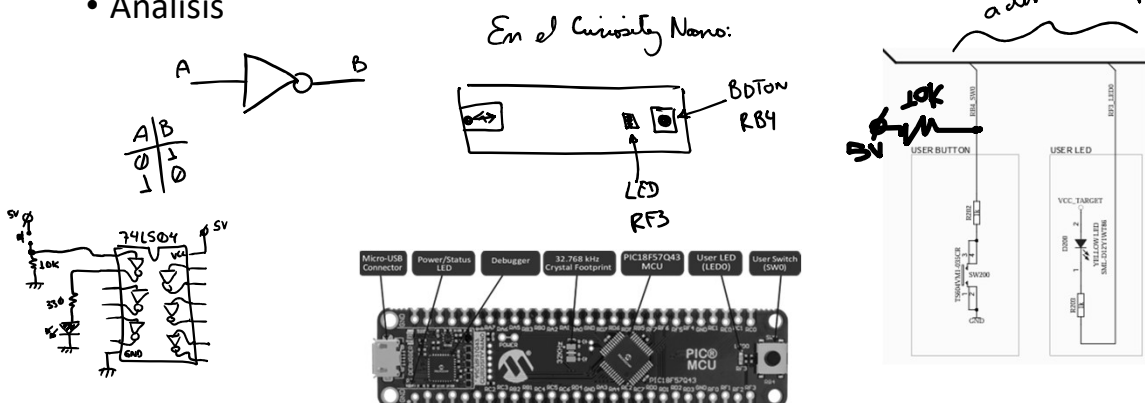
- Revisar 19.0 en la hoja técnica
- Por defecto los puertos están como entradas analógicas.
- Se tienen los siguientes registros para manipular los puertos:
 - TRISx Para configurar el sentido del puerto (entrada ó salida), cero para salida y uno para entrada.
 - PORTx Para leer el puerto
 - LATx Para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



37

Ejemplo: Desarrollar un negador lógico con el microcontrolador PIC18F57Q43

- Análisis

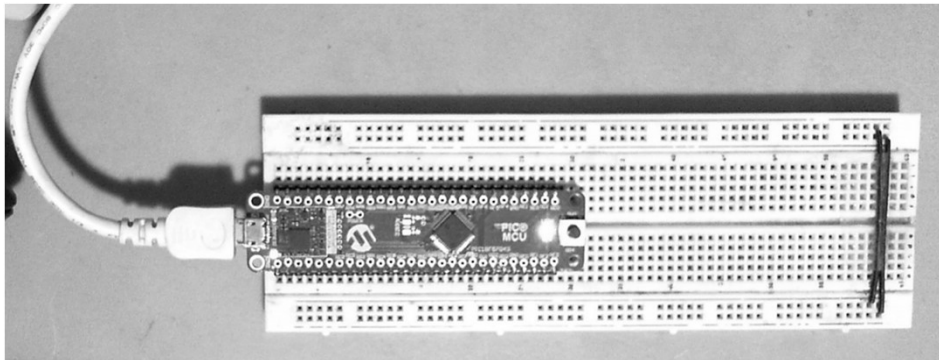


- RB4 entrada digital con pullup activado
- RF3 salida digital

38

Ejemplo: Desarrollar un negador lógico con el microcontrolador PIC18F57Q43

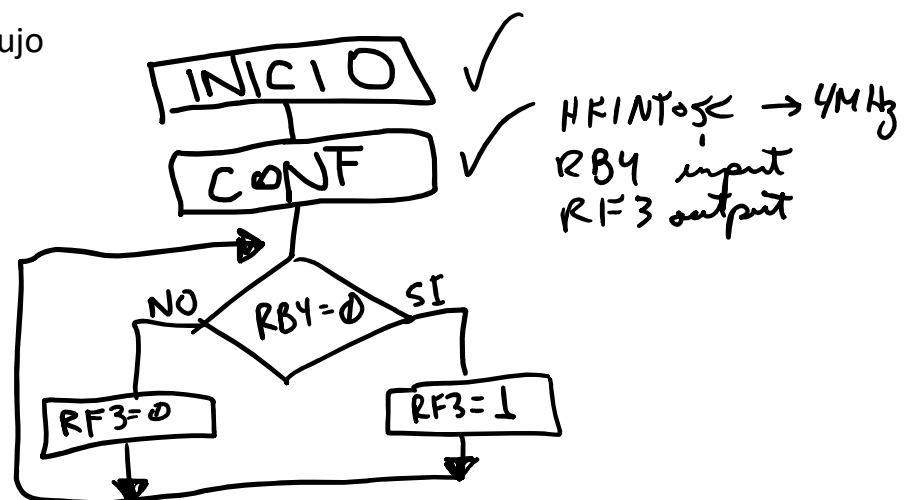
- Prototipo



39

Ejemplo: Desarrollar un negador lógico con el microcontrolador PIC18F57Q43

- Diagrama de flujo



40

Ejemplo: Desarrollar un negador lógico con el microcontrolador PIC18F57Q43

• Código en XC8 Assembler

maincode.s

cabecera.inc

```

1  ; PIC18F57Q43 Configuration Bit Settings
2
3
4  ; Assembly source line config statements
5
6  ; CONFIG1
7  CONFIG FEXTOSC = ECH      ; External Oscillator Sel
8  CONFIG RSTOSC = EXTOSC   ; Reset Oscillator Select
9
10 ; CONFIG2
11 CONFIG CLKOUTEN = OFF     ; Clock out Enable bit (C
12 CONFIG PR1WAY = ON       ; PRLOCKED One-Way Set En
13 CONFIG CSWEN = ON        ; Clock Switch Enable bit
14 CONFIG FCMEN = ON        ; Fail-Safe Clock Monitor
15
16 ; CONFIG3
17 CONFIG MCLR = EXTMCLR    ; MCLR Enable bit (If LVR
18 CONFIG PWRTS = PWRT_16  ; Power-up timer selectio
19 CONFIG MVECEM = ON       ; Multi-vector enable bit
20 CONFIG IVT1WAY = ON      ; IVTLOCK bit One-way set
21 CONFIG LPBOREN = OFF     ; Low Power BOR Enable bit
22 CONFIG BOREN = OFF       ; Brown-out Reset Enable
23
24 ; CONFIG4
25 CONFIG BORV = VBOR_1P9   ; Brown-out Reset Voltage
26 CONFIG ZCD = OFF         ; ZCD Disable bit (ZCD m
27 CONFIG PPS1WAY = ON      ; PPSLOCK bit One-Way Set
28 CONFIG STVREN = ON       ; Stack Full/Underflow Re
29 CONFIG LVP = OFF         ; Low Voltage Programming
30 CONFIG XINST = OFF       ; Extended Instruction Set
31
32 ; CONFIG5
33 CONFIG WDTCPS = WDTCPS_31 ; WDT Period selection bit
34 CONFIG WDTTE = OFF       ; WDT operating mode (WDT
35
36 ; CONFIG6

```

```

1  PROCESSOR 18F57Q43
2  #include "cabecera.inc"
3
4  PSECT principal, class=CODE, reloc=2, abs
5
6  principal:
7  ORG 000000H              ;Vector de RESET
8  bra configuro            ;Salto hacia etiqueta configuro
9
10 ORG 000020H              ;Zona de programa de usuario
11
12 configuro:
13 ;Configuraciones de la aplicación (puertos, periféricos, etc)
14 ;Configuración de la fuente de reloj para 4MHz con el HFINTOSC
15 movlb 0H                 ;Bank 0 donde estan los registros de conf del OSC
16 ;OSCFRQ = 02H
17 movlw 02H                ;muevo literal 02H a wreg
18 movwf OSCFRQ, 1          ;muevo contenido de wreg hacia OSCFRQ
19 ;OSCCON1 = 60H
20 movlw 60H                ;muevo literal 60H a wreg
21 movwf OSCCON1, 1         ;muevo contenido de wreg hacia OSCCON1
22 ;OSCCON2 = 40H
23 movlw 40H                ;muevo literal 40H a wreg
24 movwf OSCCON2, 1         ;muevo contenido de wreg hacia OSCCON2
25 ;Configuración de las E/S para el negador
26 movlb 4H                 ;Bank 4 donde estan los registros de conf de E/S
27 bsf TRISE, 4, 1          ;RB4 como entrada
28 bcf ANSELB, 4, 1         ;RB4 como digital
29 bsf WPUB, 4, 1           ;RB4 con pullup
30 bcf TRISF, 3, 1          ;RF3 como salida
31 bcf ANSELF, 3, 1         ;RF3 como digital
32
33 inicio:
34 ;Detalle de lo que va a hacer el microcontrolador
35 btfsc PORTE, 4, 1        ;Pregunto si RB4 es cero
36 bra nopresione          ;Falso, RB4 es uno
37 bsf LATF, 3, 1          ;Verdadero, apagar el LED
38 bra inicio              ;Salto hacia etiqueta inicio
39
40 nopresione:
41 bcf LATF, 3, 1          ;enciendo el LED
42 bra inicio              ;Salto hacia etiqueta inicio
43
44 end principal

```

41

Fin de la sesión!

42