

EL174 - Microcontroladores

UPC Semestre 2021-0
Profesor: Kalun José Lau Gan

1

Agenda:

- El CPU del PIC18Fxxxx, la memoria de programa y memoria de datos, la pila (stack).
- Conjunto de instrucciones.
- El contador de programa, el puntero de tabla, modos de direccionamiento.
- Esquematización de un algoritmo en diagrama de flujo.
- Estructuras condicionales y de repetición en MPASM

20

Características generales del microcontrolador PIC18F4550



- Microcontrolador de 8 bits
- Arquitectura RISC-Harvard
- Frecuencia de operación hasta 48MHz
- Formato de 40 pines (versión DIP)
- Memoria de programa (Flash EEPROM) de 32KB (16384 palabras)
- Dos vectores de interrupción
- Múltiples periféricos (A/D, Timers, etc)
- Etc
- (ref. datasheet PIC18F4550 pág.1)

Universal Serial Bus Features:

- USB V2.0 Compliant
- Low Speed (1.5 Mb/s) and Full Speed (12 Mb/s)
- Supports Control, Interrupt, Isochronous and Bulk Transfers
- Supports up to 32 Endpoints (16 bidirectional)
- 1 Kbyte Dual Access RAM for USB
- On-Chip USB Transceiver with On-Chip Voltage Regulator
- Interface for Off-Chip USB Transceiver
- Streaming Parallel Port (SPP) for USB streaming transfers (40/44-pin devices only)

Power-Managed Modes:

- Run: CPU on, Peripherals on
- Idle: CPU off, Peripherals on
- Sleep: CPU off, Peripherals off
- Idle mode Currents Down to 5.8 μ A Typical
- Sleep mode Currents Down to 0.1 μ A Typical
- Timer1 Oscillator: 1.1 μ A Typical, 32 kHz, 2V
- Watchdog Timer: 2.1 μ A Typical
- Two-Speed Oscillator Start-up

Flexible Oscillator Structure:

- Four Crystal modes, including High-Precision PLL for USB
- Two External Clock modes, Up to 48 MHz
- Internal Oscillator Block:
 - 8 user-selectable frequencies, from 31 kHz to 8 MHz
 - User-tunable to compensate for frequency drift
- Secondary Oscillator using Timer1 @ 32 kHz
- Dual Oscillator Options allow Microcontroller and USB module to Run at Different Clock Speeds
- Fail-Safe Clock Monitor:
 - Allows for safe shutdown if any clock stops

Peripheral Highlights:

- High-Current Sink/Source: 25 mA/25 mA
- Three External Interrupts
- Four Timer modules (Timer0 to Timer3)
- Up to 2 Capture/Compare/PWM (CCP) modules:
 - Capture is 16-bit, max. resolution 5.2 ns (TCy/16)
 - Compare is 16-bit, max. resolution 83.3 ns (TCy)
 - PWM output: PWM resolution is 1 to 10-bit
- Enhanced Capture/Compare/PWM (ECCP) module:
 - Multiple output modes
 - Selectable polarity
 - Programmable dead time
 - Auto-shutdown and auto-restart
- Enhanced USART module:
 - LIN bus support
- Master Synchronous Serial Port (MSSP) module Supporting 3-Wire SPI (all 4 modes) and I²C™ Master and Slave modes
- 10-Bit, Up to 13-Channel Analog-to-Digital Converter (A/D) module with Programmable Acquisition Time
- Dual Analog Comparators with Input Multiplexing

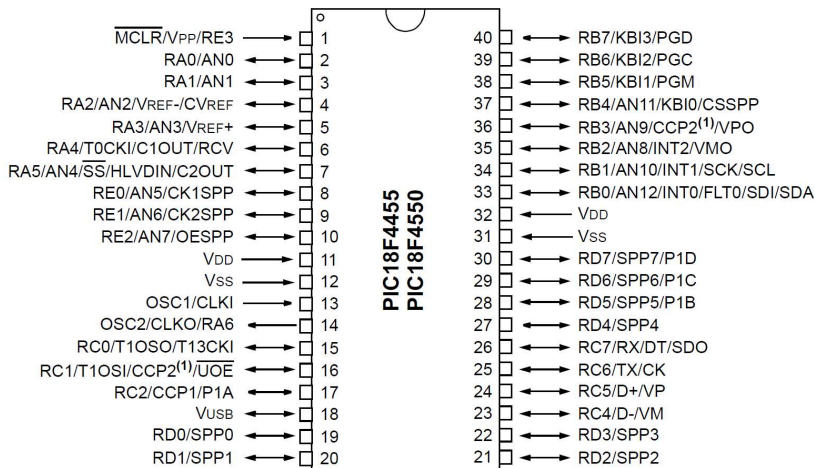
Special Microcontroller Features:

- C Compiler Optimized Architecture with Optional Extended Instruction Set
- 100,000 Erase/Write Cycle Enhanced Flash Program Memory Typical
- 1,000,000 Erase/Write Cycle Data EEPROM Memory Typical
- Flash/Data EEPROM Retention: > 40 Years
- Self-Programmable under Software Control
- Priority Levels for Interrupts
- 8 x 8 Single-Cycle Hardware Multiplier
- Extended Watchdog Timer (WDT):
 - Programmable period from 41 ms to 131s
- Programmable Code Protection
- Single-Supply 5V In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via Two Pins
- In-Circuit Debug (ICD) via Two Pins
- Optional Dedicated ICD/ICSP Port (44-pin, TQFP package only)
- Wide Operating Voltage Range (2.0V to 5.5V)

Características eléctricas del PIC18F4550

- Dos versiones: (ref. hoja técnica cap.28)
 - PIC18F4550
 - Rango de voltaje de alimentación: 4.2V – 5.5V DC
 - PIC18LF4550
 - Rango de voltaje de alimentación: 2.0V – 5.5V DC
- Pines de alimentación
 - Vdd (pin 11, pin 32)
 - Vss (pin 12, 31)

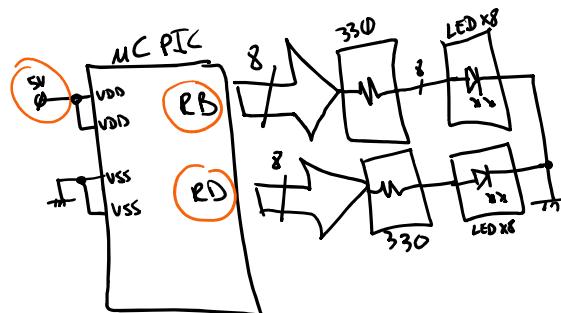
Diagrama de pines del PIC18F4550



- Cinco puerto (A, B, C, D, E)
- Solo RB y RD tienen 8 bits completos
- No existe RC3
- RA(0,1,2,3,4,5)
- RC(0,1,2,4,5,6,7)
- RE(0,1,2,3)
- RA6 solo salida
- RE3 solo entrada
- Pines tienen diferentes funcionalidades (una a la vez)

23

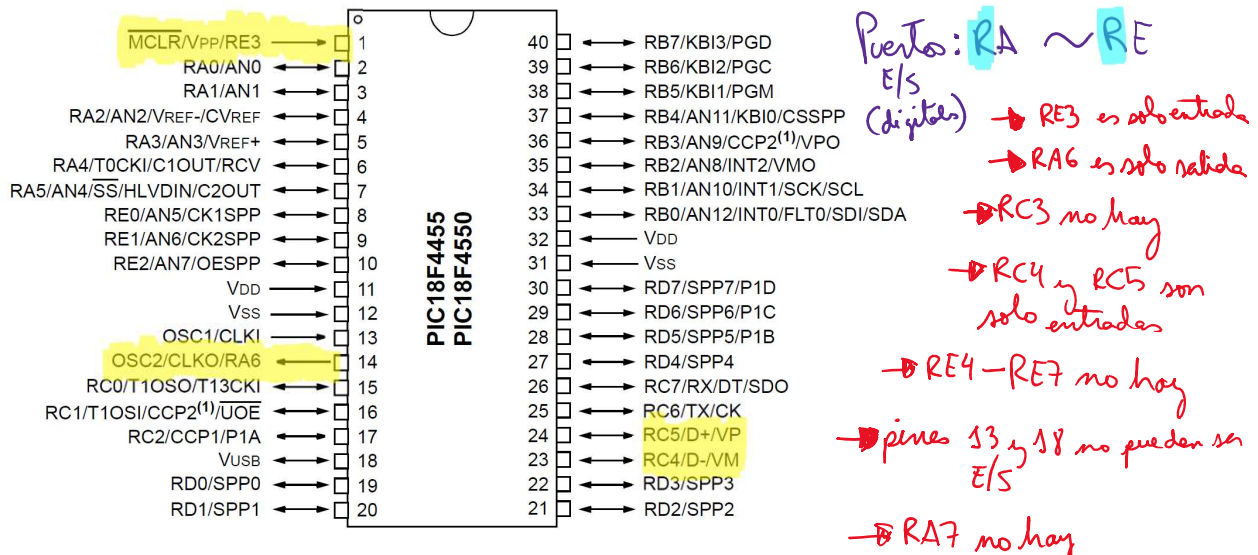
Hay dos pines de Vdd y dos pines de Vss, es necesario conectar todos?



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.

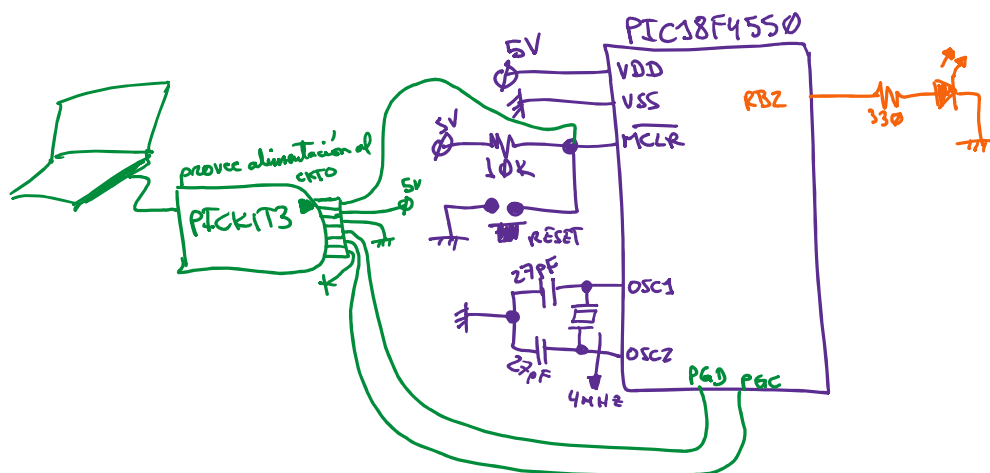
24

Diagrama de pines del PIC18F4550



25

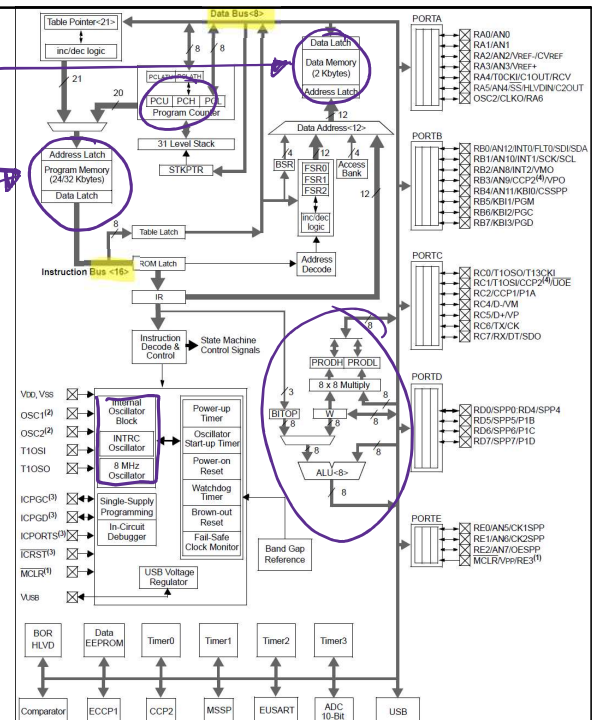
Circuito mínimo del PIC18F4550



26

Diagrama de bloques del microcontrolador PIC18F4550

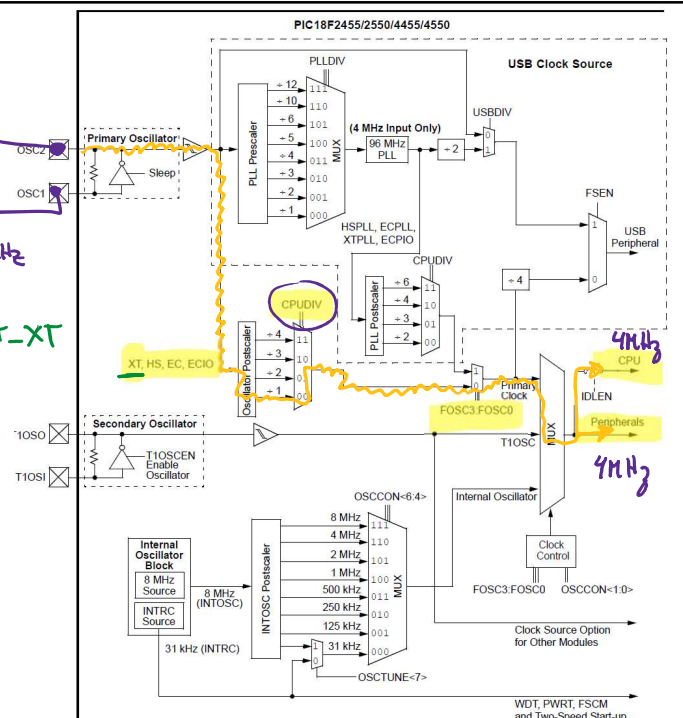
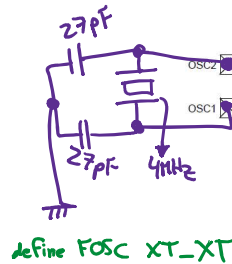
Memoria de Datos
Memoria Programa



27

Configuración de la fuente de reloj del PIC18F4550

Opción: cristal 4MHz alimentando directamente al CPU y periféricos



28

Configuración de la fuente de reloj del PIC18F4550

Opción: Usando el oscilador interno de 8MHz para alimentar al CPU y periféricos a 4MHz

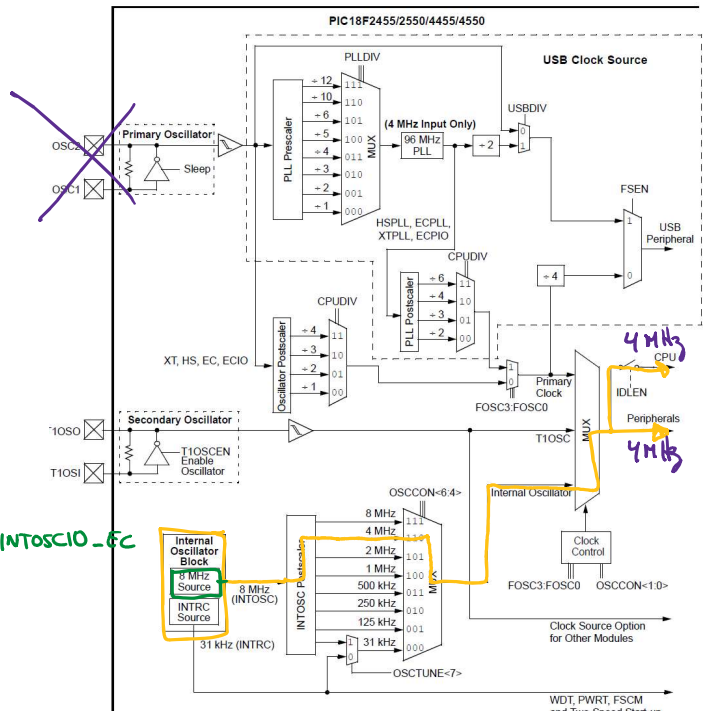
Ventajas frente a la anterior opción

- Menos espacio
- Ahorro en componentes
- Menor consumo de energía

Desventajas:

- Reloj no tan estable

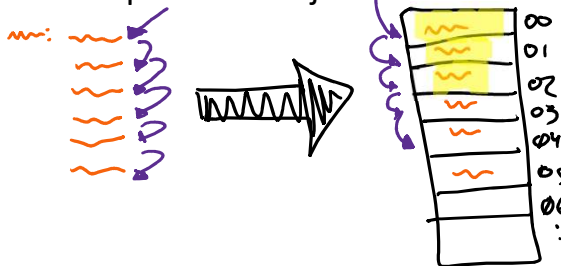
define FOSC INTOSCIO - FC



29

El contador de programa del PIC18xxxx

- El microcontrolador es un sistema secuencial (ejecuta órdenes de manera ordenada)
- El contador de programa (PC) almacena la dirección de la siguiente instrucción que se va a ejecutar



30

Manejo de los puertos de E/S en el PIC18F4550

Puerto A: RA0 – RA6
 Puerto B: RB0 – RB7
 Puerto C: RC0, RC1, RC2, RC4, RC5, RC6, RC7
 Puerto D: RD0 – RD7
 Puerto E: RE0 – RE3

Registro $TRISx$ (configura si es salida o entrada determinando pin de E/S)

7	6	5	4	3	2	1	0

"0" → salida
 "1" → entrada

Note: Por defecto los puertos son entradas



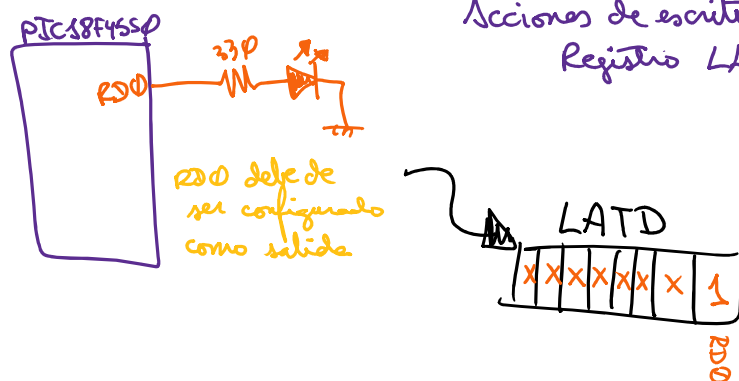
31

Manejo de los puertos de E/S en el PIC18F4550

Puerto A: RA0 – RA6
 Puerto B: RB0 – RB7
 Puerto C: RC0, RC1, RC2, RC4, RC5, RC6, RC7
 Puerto D: RD0 – RD7
 Puerto E: RE0 – RE3

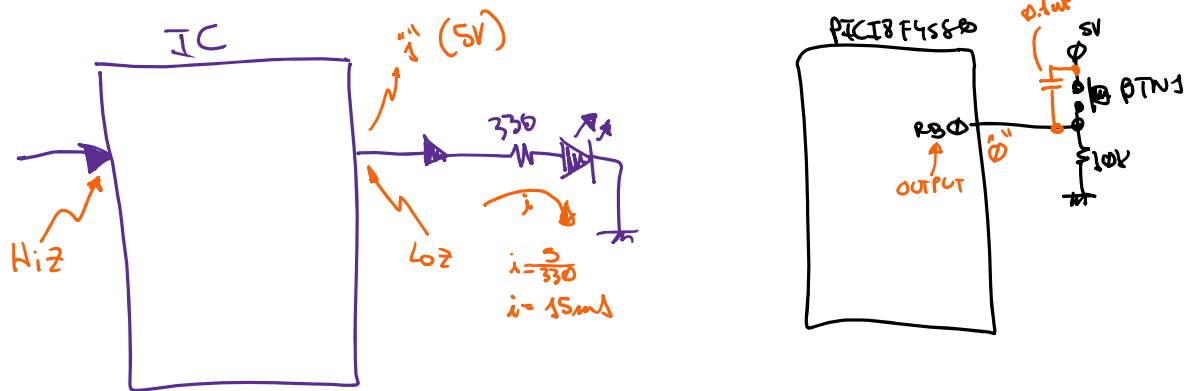
Acciones de lectura:
 Registro $PORTx$

Acciones de escritura:
 Registro $LATx$



32

Caso:



33

Consideraciones adicionales en el manejo de puertos de E/S:

- Los RB0:RB4 para que sean digitales se debe de establecer en el bit de configuración PBDEN = OFF
- Para que RE sean digitales hay que escribir en el registro ADCON1 el valor de 0x0F:

$$\text{movlw } 0x0F$$

$$\text{movwf ADCON1}$$
- Para usar RA6 debes de establecer el bit de configuración FOSC con el valor de INTOSCIO_EC
- Para usar RE3 se debe de deshabilitar la función de MCLR con el bit de configuración MCLRE = OFF
- Recordar que RE3 es solo entrada y RA6 es solo salida
- Recordar que RC4 y RC5 son solo entradas

34

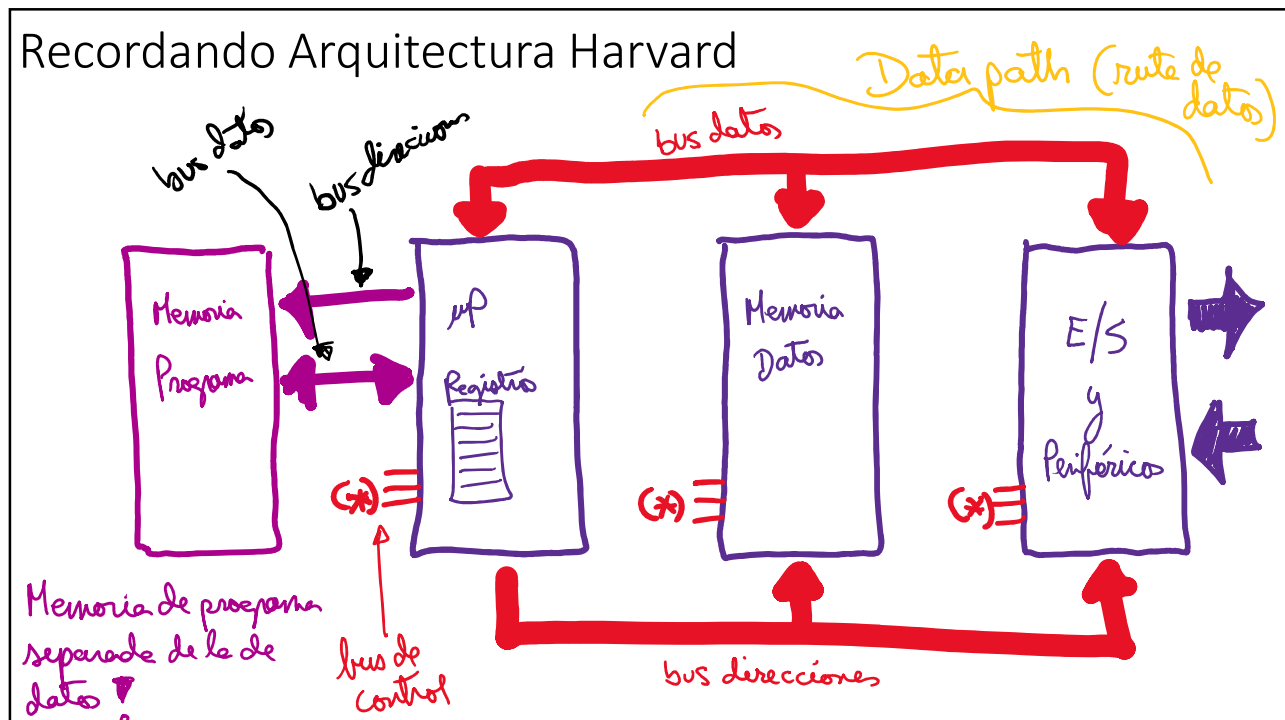
Formato numérico en MPASM:

Decimal: 10 , d'10'

Hexadecimal: 0x 0A

Binario: b'00001010'

35



36

Cuestionario:

- Explicar el cómo funciona la estructura pipeline de los microcontroladores de la familia PIC18
- ¿Qué puertos son los que tienen la funcionalidad de pull-up interno? ¿Cómo se activan dichas pull-ups?
- Según la hoja técnica. ¿Cuál es el rango de voltaje de operación del PIC18F4550? ¿Y del PIC18LF4550?
- Explicar el funcionamiento del Watchdog en el PIC18F4550
- ¿Qué procedimiento hay que hacer para que los pines del puerto B sean digitales?
- ¿Cómo desactivo el MCLR para poder usar dicho pin como entrada digital?

42

Cuestionario:

- ¿Qué nombre tienen los pines necesarios para hacer la programación del microcontrolador PIC18F4550 con el programador PICKIT3?
- Cuánta corriente puede como máximo entregar un pin del microcontrolador PIC18F4550 configurado como salida?
- Si cambiamos el cristal de 4MHz por uno de 20MHz. ¿Qué debemos de configurar en el microcontrolador para que funcione correctamente? ¿Cuánto demorará en ejecutarse una instrucción "nop"?

43