

Microcontroladores

Semestre: 2021-1

Profesor: Kalun José Lau Gan

Semana 2: El Microcontrolador PIC18F4550

1

Microcontroladores EL174 -LS5A

Evaluación de Entrada

1. Evaluación empieza a las 19:00 y termina 19:20
2. Leer y seguir detenidamente lo indicado en el documento enunciado
3. Se recomienda subir los documentos 5 minutos antes de acabado el tiempo
4. Mantenerse conectado a la sesión en todo el tiempo de la evaluación
5. Dirigirse al AV: Unidad 1 / Semana 2

2

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

3

Preguntas previas:

- En un código fuente en MPASM es importante seguir las indicaciones de mayúsculas y minúsculas?
 - Así es, los nombres de los registros y bits de configuración deben de ir en MAYÚSCULAS
 - Recordar que las directivas e instrucciones deben de ir después de un TAB, pegado a la izquierda van solo las etiquetas (labels)
- ¿Cuál es la diferencia entre TRIS, PORT y LAT?
 - TRIS es para definir si un puerto va a ser salida o entrada
 - PORT es el registro para leer el contenido de un puerto (entrada)
 - LAT es el registro para escribir un dato (salida)
- Si tengo dos proyectos en el MPLABX. ¿Cómo hago para activar uno o el otro?
 - En propiedades del proyecto que quieras activar elige la opción “Set as main Project” y se activará (se colocará el nombre del proyecto en negrita)

4

Preguntas previas:

- ¿Es necesario conectar ambos Vdd y Vss en el microcontrolador?
 - De preferencia si para que el micro tenga toda la capacidad de corriente eléctrica en caso lo necesite la aplicación
- ¿Cuál es la diferencia entre movf y movwf?

*movf [registro], d muere el contenido de [registro] a un destino determinado por "d";
 "f" → al mismo [registro]
 "W" → a registro W*

*movwf [registro] muere el contenido de W
 hacia [registro]*

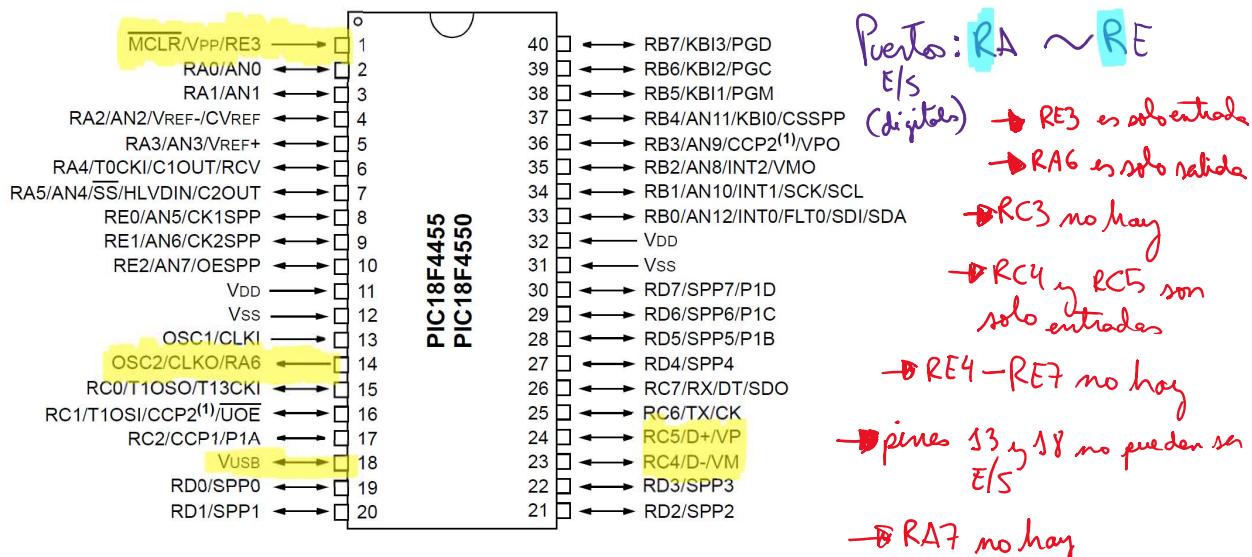
5

Recordatorio:

- La información en las siguientes vistas provienen de la hoja técnica del microcontrolador PIC18F4550

6

Diagrama de pines del PIC18F4550



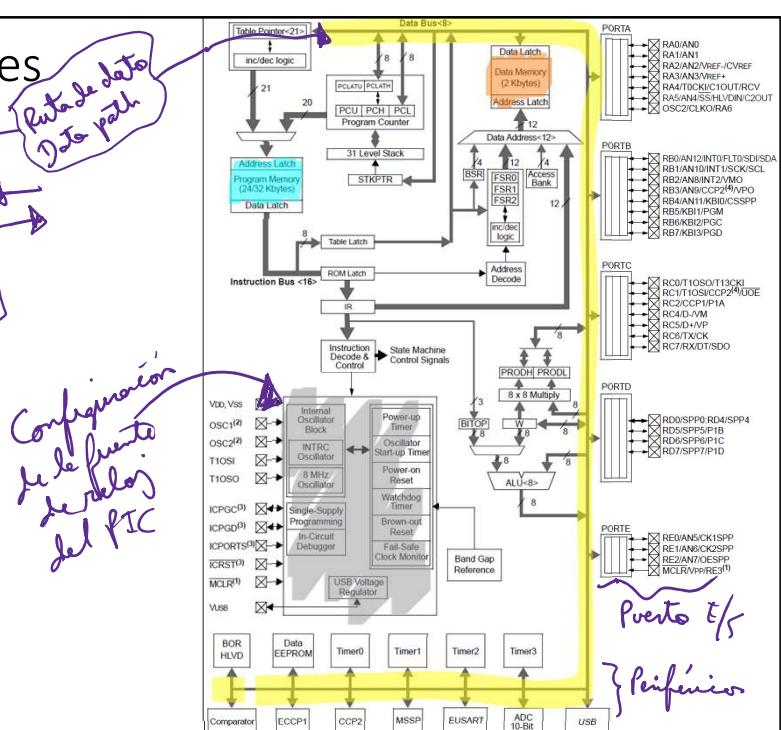
7

Diagrama de bloques

Recordando Arq. Harvard:



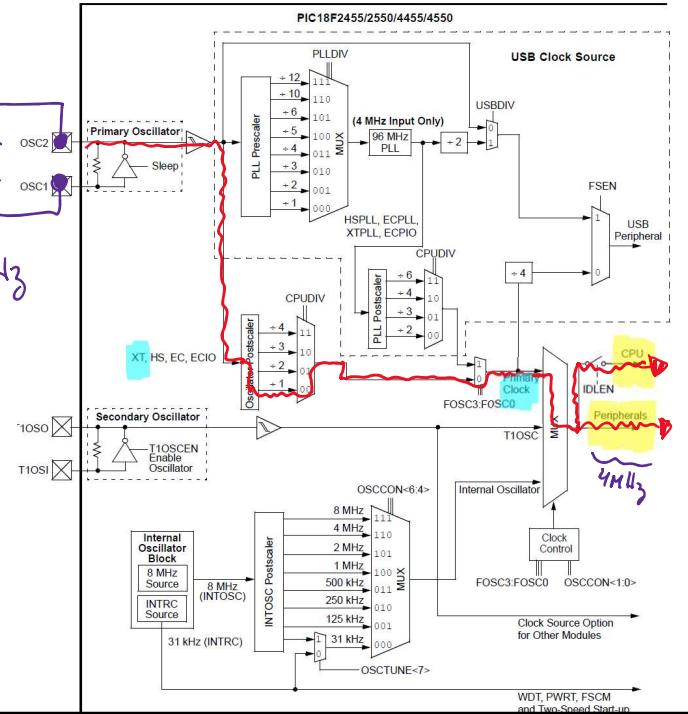
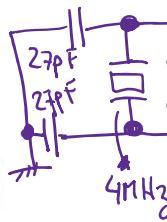
- Memoria de programa separada de la de datos
- Multiplicador 8x8 en hardware
- Oscilador interno de 8 MHz
- Instrucciones ocupan 2 bytes.



8

Configuración de la fuente de reloj del PIC18F4550

*Configuración inicial:
CONFIG FOSC XT-XI*



9

Configuración de la fuente de reloj del PIC18F4550

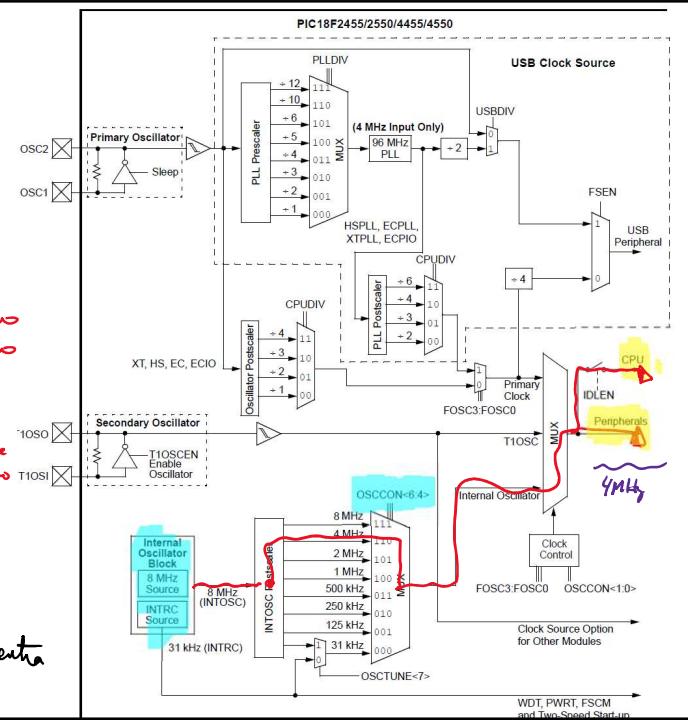
*Configuración inicial:
CONFIG FOSC INTOSCIO-EC
oscilador interno y RS6 habilitado*

En el código:

CONFIGURE: bcf OSCCON, 6 } oscilador interno de
bcf OSCCON, 5 } 8MHz, funcionando
bcf OSCCON, 4 } a 4MHz

Nota:

Por defecto el MUX del INTOSC se encuentra en 1MHz

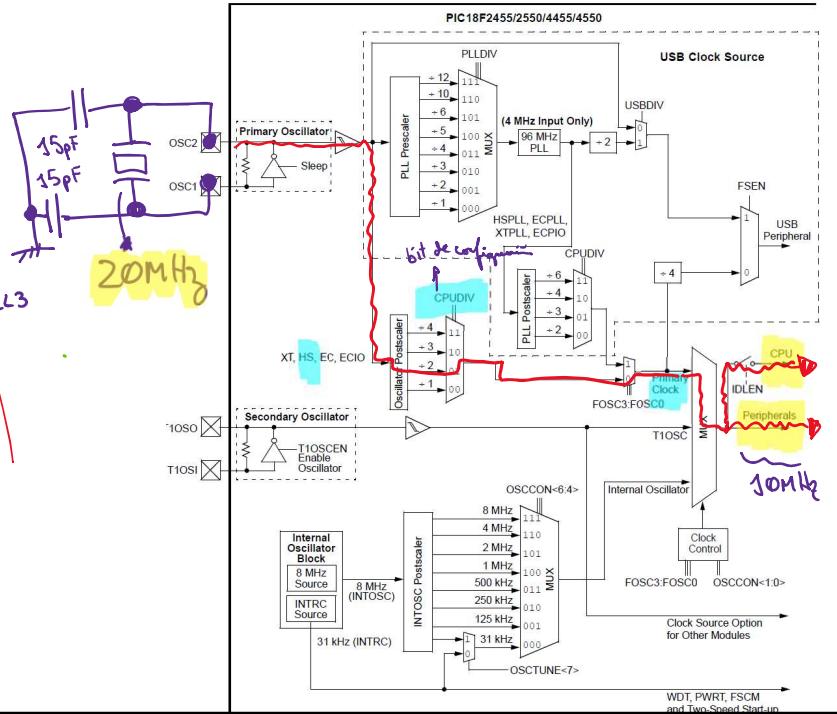


10

Configuración de la fuente de reloj del PIC18F4550

Configuración inicial:

CONFIG FOSC HS
CONFIG CPUDIV OSC2_PLL3



11

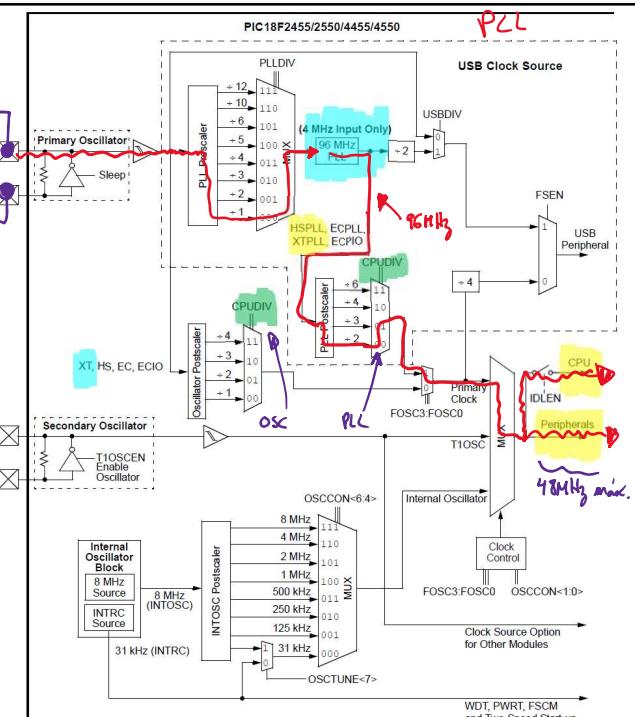
Configuración de la fuente de reloj del PIC18F4550

Configuración inicial:

CONFIG FOSC XTPLL-XT
CONFIG CPUDIV OSC1_PLL2

OSC2_PLL3
OSC3_PLL4
OSC4_PLL6
✓ simPLL
✓ conPLL

Nota:
PLL funciona solo con 4MHz de entrada



12

Formato numérico en MPASM:

- Tenemos el número 126 en decimal

- En MPASM : Decimal $d'126'$
 ~~$d'256'$~~
 ~~$d'306'$~~

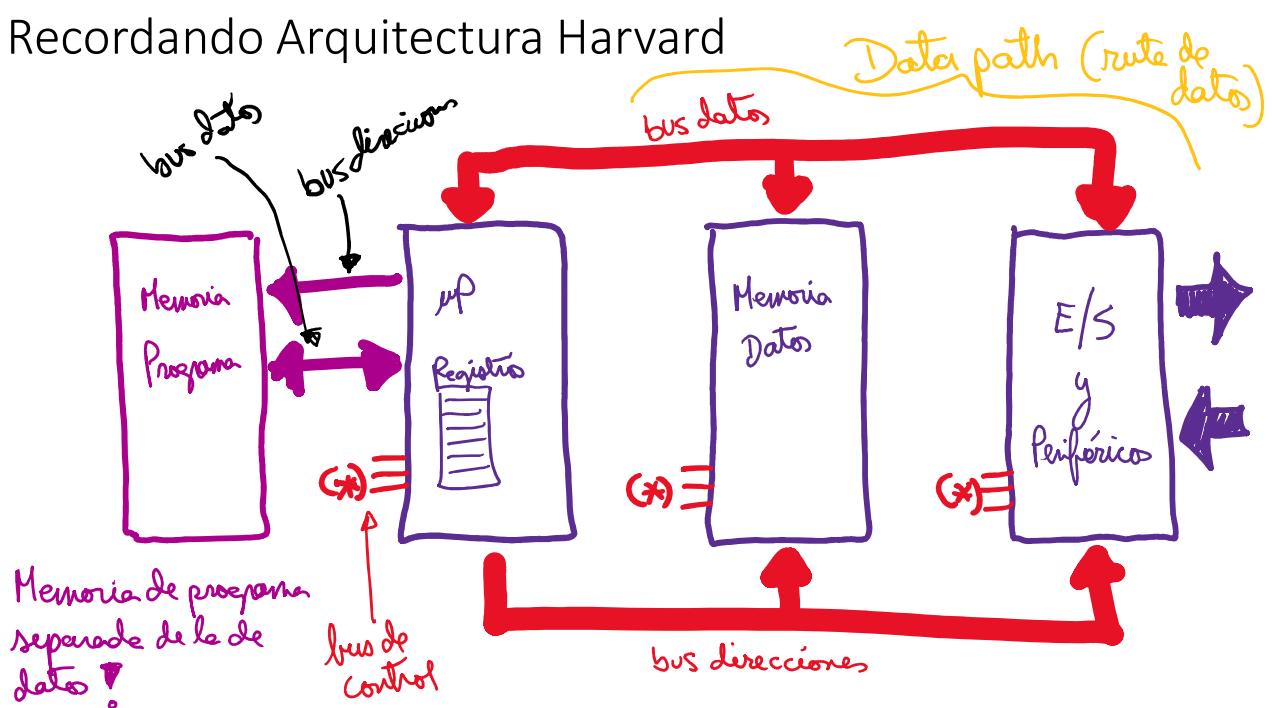
Binario $b'01111110'$

Hexadecimal $0x7E$

~~$d'256'$~~
 ~~$d'306'$~~

13

Recordando Arquitectura Harvard

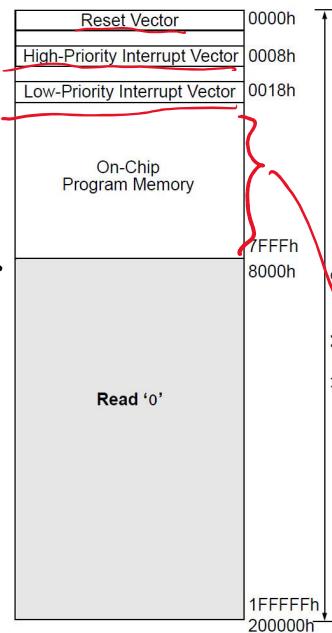


14

Memoria de Programa

Memoria implementada en el PIC18F4550
32 KByte

No implementada en el PIC18F4550.
¿Por qué?



¿Cuál es el tamaño total de la memoria de programa sabiendo que el rango de direcciones va desde 0x2000000 hasta 0x1FFFFFF?

$$2^{21} = 2M\text{ bits}$$

Programa de usuario

$$2^{21} = 2M\text{ bytes}$$

15

Memoria de Datos

En el PIC18F4550:

0x000 ~ 0x7FF
 \Rightarrow 2 kb en RAM (GPR)

0xF60 ~ 0xFFFF
 \Rightarrow 160 para SFR

No implementado

Data Memory Map

00h	Access RAM	000h
FFh	GPR	05Fh
00h	GPR	060h
FFh	GPR	0FFh
00h	GPR	100h
FFh	GPR	1FFh
00h	GPR	200h
FFh	GPR	2FFh
00h	GPR	300h
FFh	GPR ⁽¹⁾	3FFh
00h	GPR ⁽¹⁾	400h
FFh	GPR ⁽¹⁾	4FFh
00h	GPR ⁽¹⁾	500h
FFh	GPR ⁽¹⁾	5FFh
00h	GPR ⁽¹⁾	600h
FFh	GPR ⁽¹⁾	6FFh
00h	GPR ⁽¹⁾	700h
FFh	GPR ⁽¹⁾	7FFh
00h	Unused Read as 00h	800h
FFh	Unused	EFFh
00h	SFR	F00h
FFh		F5Fh
		F60h
		FFFh

0x000 ~ 0xFFFF

12 líneas de dirección

$$2^{12} = 4K\text{ bytes}$$

para todo la familia PIC18

16

Detalle de los registros S.F.R.

#include<P19F4520.h>

Address	Name	Address	Name	Address	Name	Address	Name	Address	Name
FFFn	TOSU	FDFn	INDF2 ⁽¹⁾	FBFn	CCPR1H	F9Fh	IPR1	F7Fh	UEP15
FFEn	TOSH	FDEh	POSTINC2 ⁽¹⁾	FBEh	CCPR1L	F9Eh	PIR1	F7Eh	UEP14
FFDh	TOSL	FDDh	POSTDEC2 ⁽¹⁾	FB Dh	CCPICON	F9Dh	PIE1	F7Dh	UEP13
FFCh	STKPTR	FDCh	PREINC2 ⁽¹⁾	FBCh	CCPR2H	F9Ch	— ⁽²⁾	F7Ch	UEP12
FFFh	PCLATH	FDBh	PLUSW2 ⁽¹⁾	FBBh	CCP2CON	F9Bh	OSCTUNE	F7Bh	UEP11
FEAh	PCLATU	FDAh	FSR2H	FBAh	— ⁽²⁾	F9Ah	— ⁽²⁾	F7Ah	UEP10
FFBh	PCL	FD9h	FSR2L	F9Bh	— ⁽²⁾	F9Bh	— ⁽²⁾	F7Bh	UEP9
FF8h	TBL PTR ⁽¹⁾	FD8h	STATUS	FB0h	BAUDCON	F9Bh	— ⁽⁴⁾	F7Bh	UEP8
FF7h	TBL PTRH	FD7h	TMR0H	FB7h	ECCP1DEL	F97h	— ⁽²⁾	F77h	UEP7
FF5h	TADLAT	FD6h	TMR0L	FB6h	ECCP1IAS	F96h	TRISE ⁽³⁾	F76h	UEP6
FF4h	PRODH	FD5h	T0CON	FB5h	CVRCON	F95h	TRISD ⁽³⁾	F75h	UEP5
FF3h	PRODL	FD3h	OSCCON	FB3h	TMR3H	F93h	TRISC	F73h	UEP4
FF2h	INTCON	FD2h	HLVDCON	FB2h	TMR3L	F92h	TRISB	F72h	UEP3
FF1h	INTCON2	FD1h	WDTCON	FB1h	T3CON	F91h	— ⁽²⁾	F71h	UEP1
FF0h	INTCON3	FD0h	RCON	FB0h	SPBRGH	F90h	— ⁽²⁾	F70h	UEP0
FEFh	INDF0 ⁽¹⁾	FCFh	TMR1H	FAFh	SPBRG	F8Fh	— ⁽²⁾	F6Fh	UCFG
FE Eh	POSTINC0 ⁽¹⁾	FC Eh	TMR1L	FA Eh	RCREG	F8Eh	— ⁽²⁾	F6Eh	UADDR
FE Dh	POSTDEC0 ⁽¹⁾	FC Dh	T1CON	FADh	TXREG	F8Dh	LATE ⁽³⁾	F6Dh	UCON
FE Ch	PREINC0 ⁽¹⁾	FC Ch	TMR2	FACH	TXSTA	F8Ch	LATD ⁽³⁾	F6Ch	USTAT
FE Bh	PLUSW0 ⁽¹⁾	FC Bn	PR2	FABh	RCSTA	F8Bh	LATC	F6Bh	UEIE
FE Ah	FSR0H	FC Ah	T2CON	FAAh	— ⁽²⁾	F8Ah	LATB	F6Ah	UEIR
FE 9h	FSR0L	FC 9h	SSPBUF	FA9h	EEADR	F89h	LATA	F69h	UIE
FE 8h	WREG	FC 8h	SSPADD	FA8h	EEDATA	F88h	— ⁽²⁾	F68h	UIR
FE 7h	INDF1 ⁽¹⁾	FC 7h	SSPSTAT	FA7h	ECCON2 ⁽¹⁾	F87h	— ⁽²⁾	F67h	UFRMH
FE 6h	POSTINC1 ⁽¹⁾	FC 6h	SSPCON1	FA6h	EECON1	F86h	— ⁽²⁾	F66h	UFRML
FE 5h	POSTDEC1 ⁽¹⁾	FC 5h	SSPCON2	FA5h	— ⁽²⁾	F85h	— ⁽²⁾	F65h	SPPCON ⁽³⁾
FE 4h	PREINC1 ⁽¹⁾	FC 4h	ADRESH	FA4h	— ⁽²⁾	F84h	PORTE	F64h	SPPEPS ⁽³⁾
FE 3h	PLUSW1 ⁽¹⁾	FC 3h	ADRESL	FA3h	— ⁽²⁾	F83h	PORTD ⁽³⁾	F63h	SPPCFG ⁽³⁾
FE 2h	FSR1H	FC 2h	ADCON0	FA2h	IPR2	F82h	PORTC	F62h	SPPDATA ⁽³⁾
FE 1h	FSR1L	FC 1h	ADCON1	FA1h	PIR2	F81h	PORTB	F61h	— ⁽²⁾
FE 0h	BSR	FO0h	ADCON2	FA0h	PIE2	F80h	PORTA	F60h	— ⁽²⁾

QFFF → **PC** → **TABLE** → **STATUS**

Son 160 registros

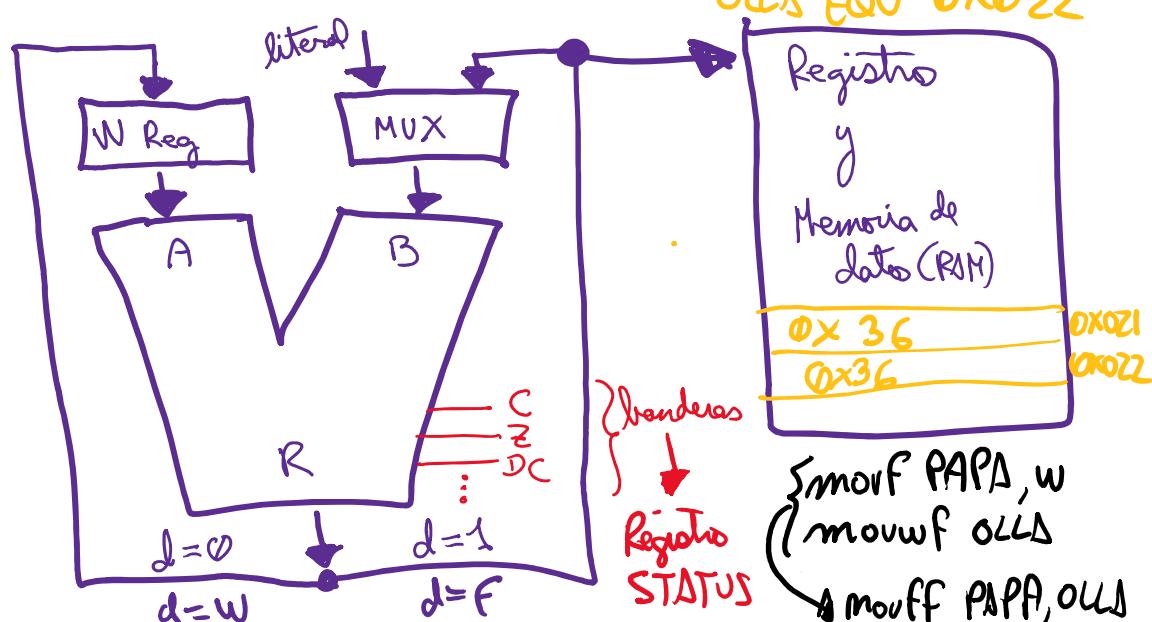
Ejemplo:
movwf LATD

[wreg] → **0x F8C** → LATD
movwf 0xF8C

0xF60

17

Flujo de datos en el CPU



18

Registro STATUS:

REGISTER 5-2: STATUS REGISTER

U-0	U-0	U-0	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x
—	—	—	N	OV	Z	DC ⁽¹⁾	C ⁽²⁾
bit 7							bit 0

Legend:

R = Readable bit W = Writable bit U = Unimplemented bit, read as '0'
 -n = Value at POR '1' = Bit is set '0' = Bit is cleared x = Bit is unknown

- bit 7-5 **Unimplemented:** Read as '0'
 bit 4 **N:** Negative bit
 This bit is used for signed arithmetic (2's complement). It indicates whether the result was negative (ALU MSB = 1).
 1 = Result was negative
 0 = Result was positive
 bit 3 **OV:** Overflow bit
 This bit is used for signed arithmetic (2's complement). It indicates an overflow of the 7-bit magnitude which causes the sign bit (bit 7 of the result) to change state.
 1 = Overflow occurred for signed arithmetic (in this arithmetic operation)
 0 = No overflow occurred
 bit 2 **Z:** Zero bit
 1 = The result of an arithmetic or logic operation is zero
 0 = The result of an arithmetic or logic operation is not zero
 bit 1 **DC:** Digit Carry/Borrow bit⁽¹⁾
 For ADDWF, ADDLW, SUBLW and SUBWF instructions:
 1 = A carry-out from the 4th low-order bit of the result occurred
 0 = No carry-out from the 4th low-order bit of the result
 bit 0 **C:** Carry/Borrow bit⁽²⁾
 For ADDWF, ADDLW, SUBLW and SUBWF instructions:
 1 = A carry-out from the Most Significant bit of the result occurred
 0 = No carry-out from the Most Significant bit of the result occurred

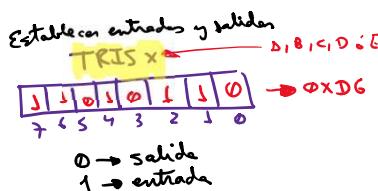
- Note 1:** For Borrow, the polarity is reversed. A subtraction is executed by adding the 2's complement of the second operand. For rotate (RRE, RLF) instructions, this bit is loaded with either bit 4 or bit 3 of the source register.
- 2:** For Borrow, the polarity is reversed. A subtraction is executed by adding the 2's complement of the second operand. For rotate (RRE, RLF) instructions, this bit is loaded with either the high or low-order bit of the source register.

19

Manejo de los puertos de E/S en el PIC18F4550

Puerto A: RA0 – RA6 -7
 Puerto B: RB0 – RB7 -8
 Puerto C: RC0, RC1, RC2, RC4, RC5, RC6, RC7 -7
 Puerto D: RD0 – RD7 -8
 Puerto E: RE0 – RE3 -4

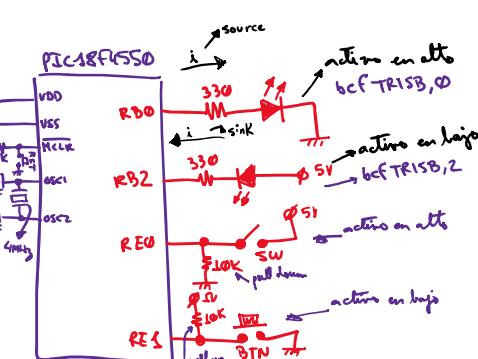
Necesitamos tres registros:



Lectura de datos en el puerto
 PORTX



Conexión de LED's y botones:



Nota: Los puertos son entrada en un reset o al energizarse

R

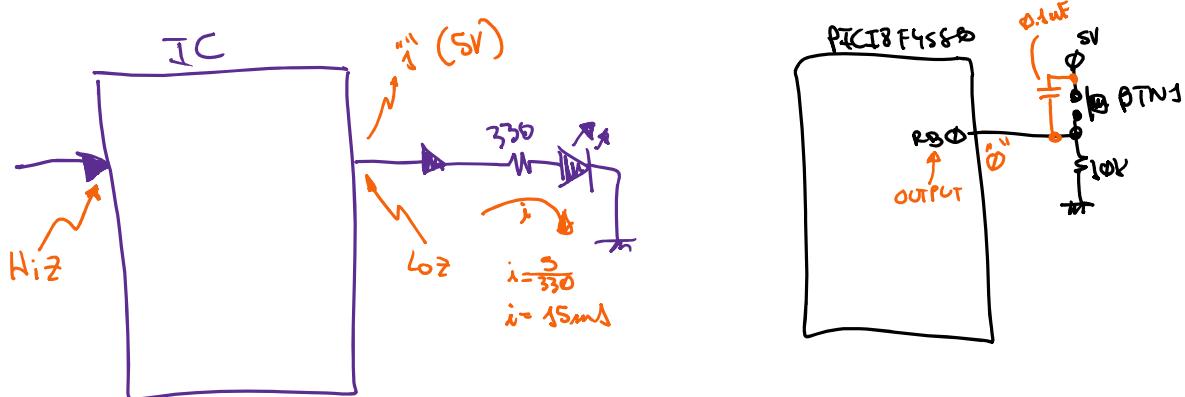
20

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

- Los RBO:RB4 para que sean digitales se debe establecer en el bit de configuración PBADEN = OFF
- Para que RE sean digitales hay que escribir en el registro ADCON1 el valor de 0x0F:
 $\text{movlw } 0x0F$
 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

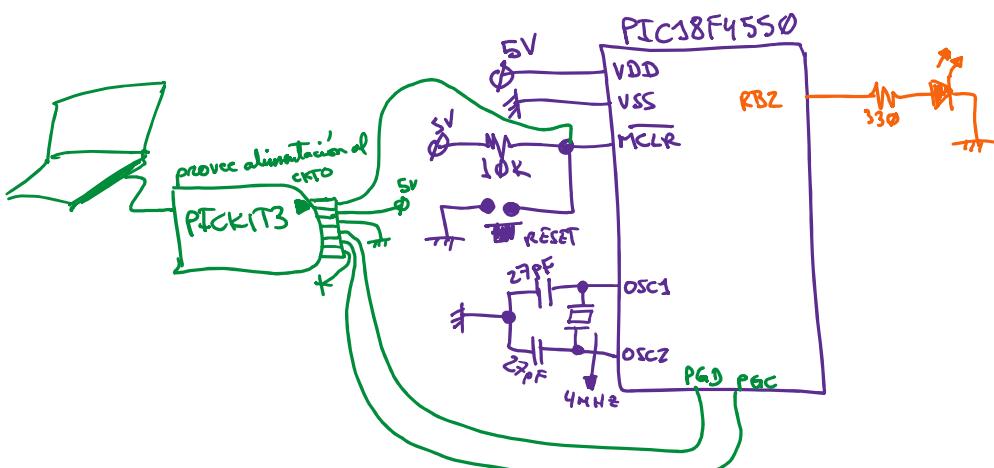
21

Caso:



22

Circuito mínimo del PIC18F4550



23

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?

24

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”?