

LOS PIC16F88X: EEPROM de Usuario

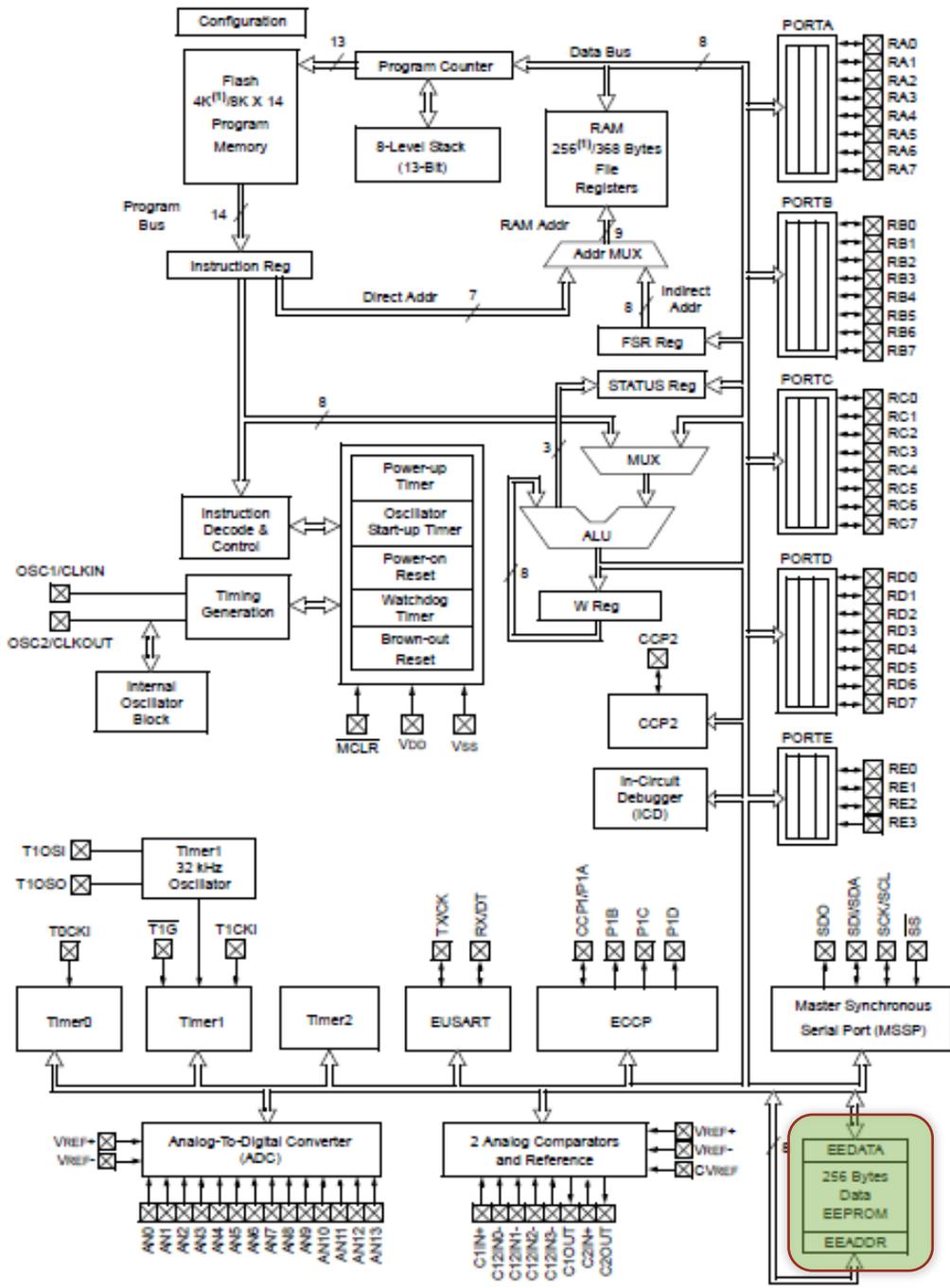
IES Juan de la Cierva



Aprendizaje de la Electrónica a través de la Robótica

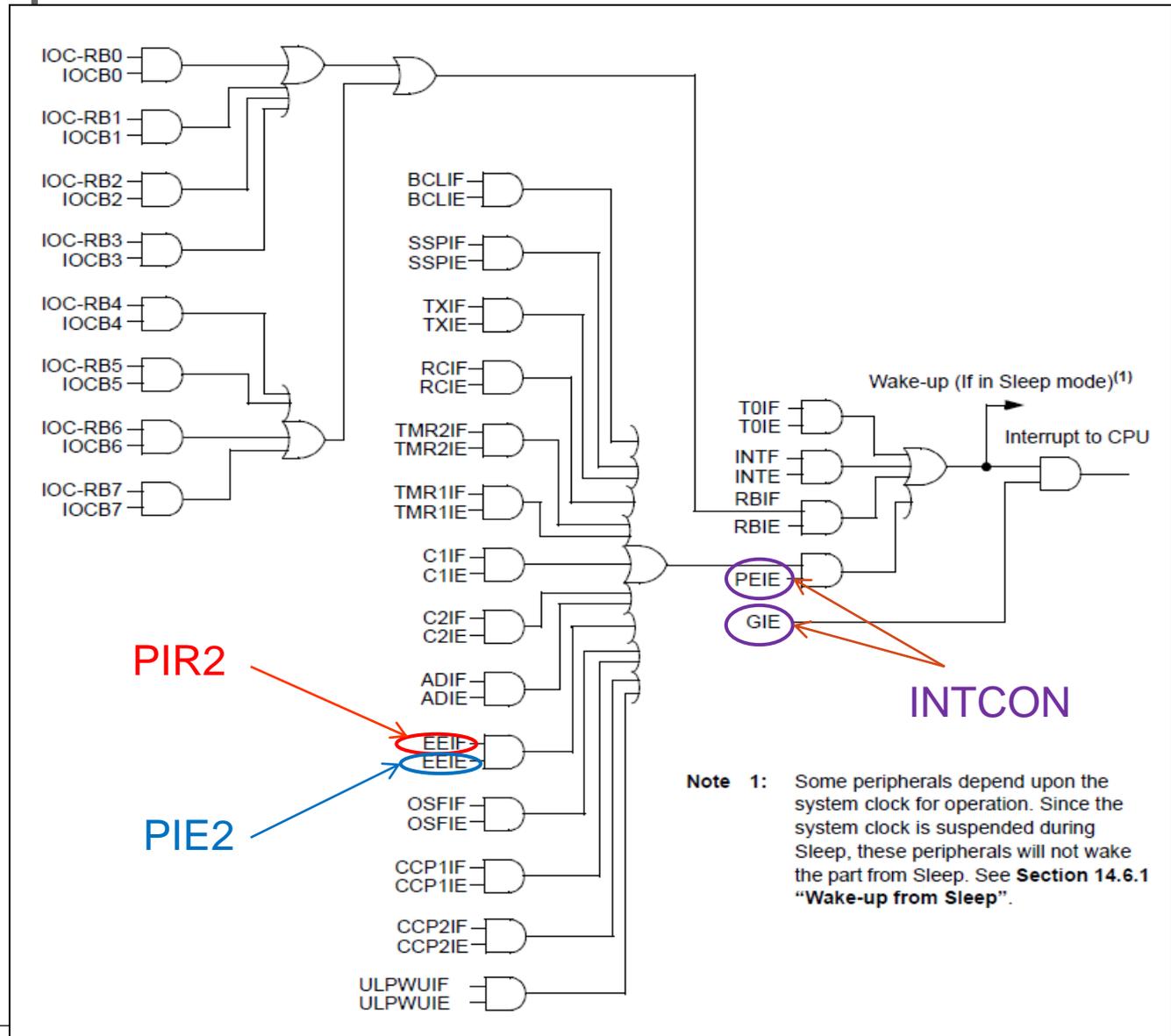
Diagrama de bloques

PIC16F884-PIC16F887



Note 1: PIC16F884 only.

Interrupciones en de los PIC16F88X



Note 1: Some peripherals depend upon the system clock for operation. Since the system clock is suspended during Sleep, these peripherals will not wake the part from Sleep. See Section 14.6.1 "Wake-up from Sleep".

EEPROM de Usuario

- En esta familia de microcontroladores se puede modificar tanto la EEPROM de usuario como la memoria FLASH de programa, por programa, sin necesidad de un programador externo.
- Se dispone de 6 registros FSR para leer y escribir sobre la memoria no volátil: **EECON1**, **EECON2**, **EEDATA**, **EEDATH**, **EEADR** y **EEADRH**.

Registro EECON1 (18C h)



R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0
EEPGD	—	—	—	WRERR	WREN	WR	RD
bit7							bit 0

EEPGD: bit de selección de memoria de Programa/Datos EEPROM

1 = Acceso a la memoria FLASH de programa

0 = Acceso a la memoria EEPROM de datos

WRERR: Flag de error de escritura en la EEPROM

1 = El proceso de escritura se ha producido prematuramente (Cuando se produce cualquier tipo de RESET)

0 = Se ha realizado el proceso de escritura con éxito

Registro EECON1 (18C h)



R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0
EEPGD	—	—	—	WRERR	WREN	WR	RD
bit7							bit 0

WREN: bit de habilitación de escritura

1 = Permite inicializar el ciclo de lectura

0 = Inhibe la escritura

WR: bit de inicio de escritura

1 = Cuando se pone a 1 comienza el ciclo de escritura. Se pone a “0” al finalizar la escritura.

0 = Toma este valor cuando termina el ciclo de escritura de la memoria no volátil.

Registro EECON1 (18C h)



R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0
EEPGD	—	—	—	WRERR	WREN	WR	RD
bit7							bit 0

RD: bit de inicio de lectura

1 = Cuando se pone a 1 comienza el ciclo de lectura. Este bit se pone a 0 por hardware al finalizar la lectura

0 = No se ha ordenado el ciclo de lectura de la memoria

Secuencia para la lectura de la EEPROM

La secuencia para realizar la lectura de la EEPROM de datos es la siguiente:

1. Seleccionar el banco 2
2. Cargar el registro EEADR con la dirección cuyo dato se desea leer
3. Seleccionar el banco 3
4. Borrar el bit EEPGD del registro EECON1 para acceder a la EEPROM de datos.
5. Activar el bit RD del registros EECON1 para iniciar el ciclo de lectura.
6. Seleccionar el banco 2
7. Leer el registro EEDAT que contendrá el byte recién leído desde la EEPROM.

Rutina Lectura EEPROM

;EE_Read: Lee un byte de la EEPROM de datos, en su dirección actual, y lo
; devuelve en la variable EE_Dato el dato de la dirección EE_Dir

EE_Read

```
    movf    EE_Dir,W
    bsf     STATUS,RP1      ;Selecciona banco 2
    movwf   EEADR          ;Escribe la dirección actual
    bsf     STATUS,RP0      ;Selecciona banco 3
    bcf     EECON1,EEPGD    ;Selecciona memoria EEPROM de datos
    bsf     EECON1,RD       ;Activa modo lectura
    bcf     STATUS,RP0      ;Selecciona banco 2
    movf    EEDATA,W        ;Lee el byte
    bcf     STATUS,RP1      ;Selecciona banco 0
    movwf   EE_Dato        ;Salva el dato leído
    return
```

Secuencia para la escritura de la EEPROM

La secuencia para realizar la escritura de la EEPROM de datos es la siguiente:

1. Seleccionar el banco 2
2. Cargar el registro EEADR con la dirección cuyo dato se desea escribir
3. Cargar en el registro EEDAT el dato a escribir.
4. Seleccionar el banco 3
5. Borrar el bit EEPGD del registro EECON1 para acceder a la EEPROM de datos.
6. Activar el bit WREN del registros EECON1 para dar permiso de escritura.
7. Ejecutar, sobre el registros EECON1, la secuencia de escritura establecida por Microchip.
8. Activar el bit WR del registro EECON1 para inicial el ciclo de escritura.
9. Esperar a que finalice (el bit WR se debe de poner a “0”).
10. Desactivar el bit WREN del registro EECON1 para anular el permiso de escritura.

Rutina de escritura EEPROM

```
;*****  
;EE_Write: Graba un byte en la dirección actual de la EEPROM de datos. El byte a grabar está presente en la variable EE_Dato  
;*****  
EE_Write   bcf          PIR2,EEIF          ;Restaura el flag de la EEPROM  
           movf        EE_Dato,W  
           bsf         STATUS,RP1         ;Selecciona el banco 2  
           movwf       EEDATA             ;Dato a grabar en la EEPROM  
           bcf         STATUS,RP1         ;Selecciona el banco 0  
           movf        EE_Dir,W  
           bsf         STATUS,RP1         ;Selecciona el banco 2  
           movwf       EEADR              ;Pone la dirección actual  
           bsf         STATUS,RP0         ;Selecciona el banco 3  
           bcf         EECON1,EEPGD       ;Selecciona EEPROM de datos  
           bsf         EECON1,2           ;Habilita la escritura  
           movlw       0x55  
           movwf       EECON2  
           movlw       0xaa  
           movwf       EECON2             ;Secuencia descrita por Microchip  
           bsf         EECON1,WR          ;Inicio de escritura  
           bcf         STATUS,RP0  
           bcf         STATUS,RP1         ;Selecciona banco 0  
EE_Write_Wait  
           btfss       PIR2,EEIF          ;Fin del ciclo de escritura ??  
           goto        EE_Write_Wait  
           return
```

Secuencia de lectura de la memoria FLASH de programa

1. Seleccionar el Banco 2
2. Cargar en el registro **EEADRH** con la parte alta de la dirección a leer.
3. Cargar en el registro **EEADR** con la parte baja de la dirección a leer.
4. Selecciona el banco 3
5. Activar el bit **EEPGD** del registro **EECON1** para acceder a la memoria FLASH de programa
6. Activar el bit **RD** del registro **EECON1** para iniciar el ciclo de lectura.
7. Ejecutar la secuencia establecida por Microchip
8. Seleccionar el banco 2
9. Leer el registro **EEDATA** que contiene los 8 bits de menos peso del dato leído
10. Leer el registro **EEDATH** que contiene los 6 bits de más peso del dato leído.

Rutina de lectura de la memoria FLASH de programa

```
bcf      STATUS,RP0
bsf      STATUS,RP0      ;Selecciona el banco 2
movlw   Direccion_H
movwf   EEADRH      ;Carga EEADRH con la parte alta de la dirección
movlw   Dirección_L
movwf   EEADR      ;Carga EEADR con la parte baja de la dirección

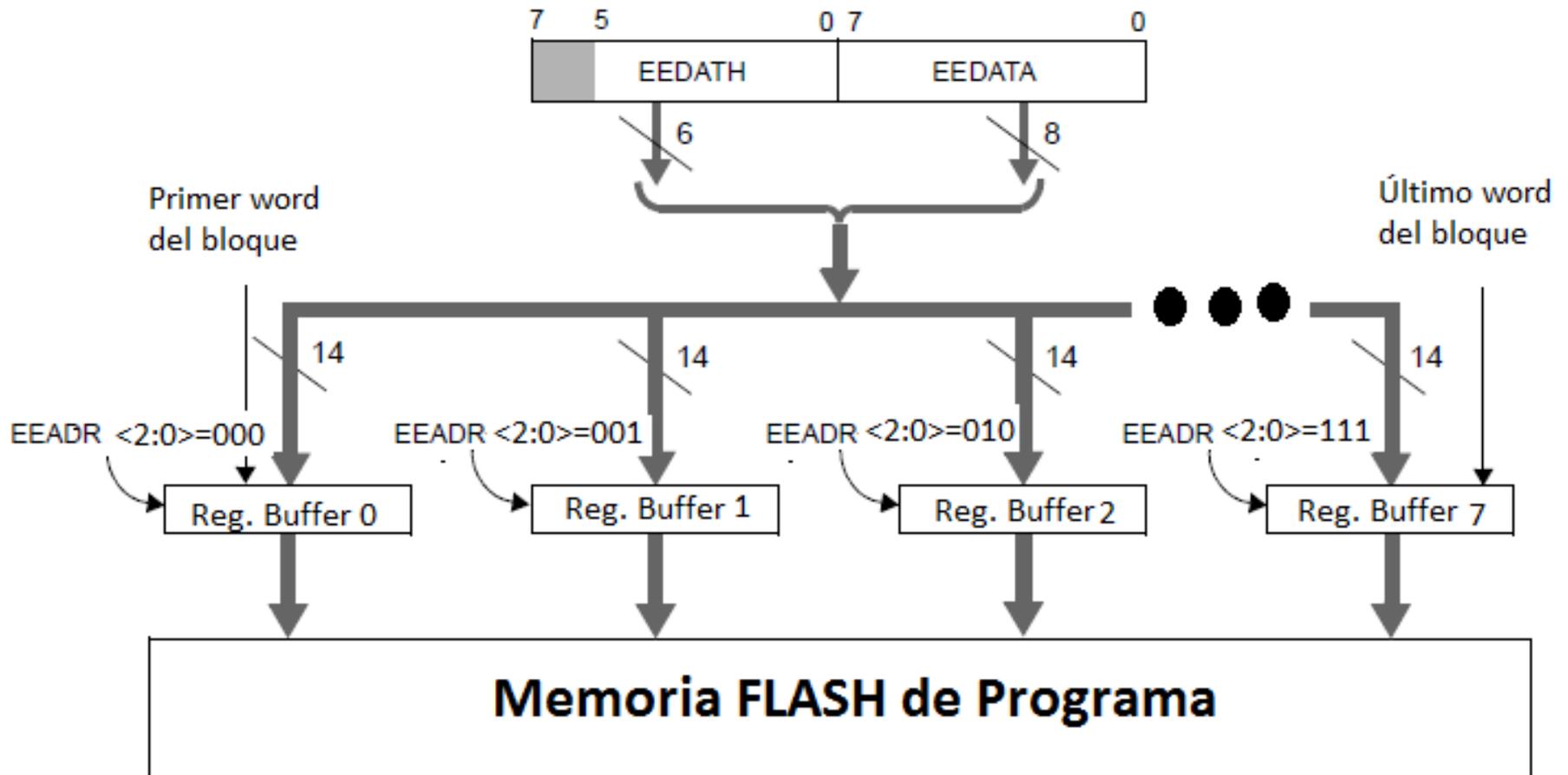
bsf      STATUS,RP0      ;Selecciona el banco 3
bsf      EECON1,EEPDG      ;Acceso a la memoria FLASH de programa
bsf      EECON1,RD      ;Inicializa el ciclo de lectura

nop
nop      ;Secuencia establecida por Microchip
bcf      STATUS,RP0      ;Selecciona el banco 0
movf    EEDATH,W
movwf   Dato_H      ;Recupera y salva la parte alta del dato leído
movf    EEDAT,W
movwf   Dato_L      ;Recupera y salva la parte baja del dato leído.
```

Secuencia de escritura sobre la memoria FLASH de usuario.

- En los microcontroladores PIC16F88X la escritura sobre la memoria FLASH se hace siempre en bloques de 8 words consecutivos de 14 bits cada uno. La dirección inicial en EEADR debe ser siempre múltiplo de 8, lo que implica que sus tres bits de menor peso deben valer siempre “000”. Nuestro programa debe enviar de forma secuencial los 8 words que se irán almacenando en otros tantos buffers internos, antes de grabarse físicamente en la memoria.

Buffer de escritura sobre la FLASH



- Los registros **EEADR** y **EEADRH** deben contener la dirección inicial de la memoria FLASH sobre la que se va a escribir. Esta dirección debe ser múltiplo de 8 y direcciona el primero de los 8 buffers internos (**EEADR<2:0>=000**).
- La pareja de registros **EEDATH** y **EEDATA** contienen los 14 bits del word a grabar y que se almacenan en el registro buffer direccionado.
- **EEADRH** y **EEADR** se incrementan para direccionar al siguiente registro buffer donde se almacenará el siguiente word.
- Secuencialmente se van almacenando los 8 word que forman el bloque, sobre sus correspondientes buffer. Cuando se escribe el último (**EEADR<2:0> = 111**), se procede a grabar físicamente la FLASH.
- En los dispositivos PIC16F882/883/884 (con 2K y 4K de memoria, el bloque a grabar está formado por 4 word con sus correspondientes 4 buffers.

```

bcf      STATUS,RP0
bsf      STATUS,RP0 ; Selecciona el banco 2
movf    Dir_H,W      ;Carga la parte alta de la dirección de la FLASH
movwf   EEADRH
movf    Dir_L,W      ;Carga la parte bajade la dirección de la FLASH
movwf   EEADR
movwf   Data_Dir,W
movwf   FSR          ;Inicializa el buffer de datos
Loop    movf   INDF,W      ;Almacena la parte baja del dato a grabar
movwf   EEDATA
incf    FSR,W
movwf   INDF
movwf   EEDATAH      ;Almacena la parte alta del dato a grabar
bsf     STATUS,RP0 ;Selecciona el Banco 3
bsf     EECON1,EPGD  ;Selecciona el acceso a la memoria FLASH
bsf     EECON,WREN   ;Habilita Escritura

```

```

bcf          INTCON,GIE
btfsc       INTCON,GIE          ;Asegura la inhabilitación de la interrupcion
goto        $-2
movlw       0x55
movwf       EECON2
movwf       0xAA
movwf       EECON2
bsf         EECON1,WR          ;Inicia el ciclo de escritura
nop
nop
bcf         EECON1,WREN        ;Inhabilita la escritura
bsf         INTCON,GIE        ;Habilita la interrupción si se desea
bcf         STATUS,RP0        ;Selecciona el Banco 2
movf        EEADR,W
incf        EEADR,F          ;Siguiente dirección del siguiente registro del buffer
andlw       0x0F
sublw       0x07
btfsc       STATUS,Z          ;Si es el último word del bloque de 8 ?
goto        Loop             ;No grabar en el buffer el siguiente word

```

Registros asociados a la memoria E2PROM

Dirección	Nombre	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0Bh,8Bh, 10Bh,18Bh	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF
10Dh	EEADR	Byte bajo registro de dirección de EEPROM							
10Fh	EEADRH	-	-	-	Byte Bajo dirección EEPROM				
10Ch	EEDATA	Byte Bajo registro de datos EEPROM							
10Eh	EEDATH	-	-	Byte Alto registro de datos EEPROM					
18Ch	EECON1	EEPGD	-	-	-	WERR	WREN	WR	RD
18Dh	EECON2	Registro de control EEPROM (registro No físico)							
8Dh	PIE2	-	-	-	EEIE	BCLIE	-	-	CCP2IE
0Dh	PIR2	-	-	-	EEIF	BCLIF	-	-	CCP2IF

Centros participantes en el proyecto: “Aprendizaje de la Electrónica a través de la Robótica” 2009-2011



- IES Politécnico Jesús Marín (Málaga)
- IES Juan de la Cierva (Madrid)
- IES Luis de Lucena (Guadalajara)
- IES María Moliner (Segovia)
- IES Joan Miró (San Sebastián de los Reyes. Madrid)
- IES Virgen de las Nieves (Granada)
- IES Torreón del Alcázar (Ciudad Real)