

**APÉNDICE B.**  
**PROGRAMA DEL PIC16F874 EN LENGUAJE ENSAMBLADOR**

```

INIAX      EQU    0X20
INIBX      EQU    0X21
INICX      EQU    0X22
INIDX      EQU    0X23
INIEY      EQU    0X24
INIFY      EQU    0X25
INIGY      EQU    0X26
INIHY      EQU    0X27
SELECCION  EQU    0X28
APUNTADOR  EQU    0X29
TEMPORAL   EQU    0X2A
CUENTA1    EQU    0X2B
CUENTA2    EQU    0X2C
CUENTA3    EQU    0X2D
FINALA     EQU    0X50
FINALB     EQU    0X51
FINALC     EQU    0X52
FINALD     EQU    0X53

DATOA      EQU    0X30
DATOB      EQU    0X31
MULTA      EQU    0X32
MULTB      EQU    0X33
MULTC      EQU    0X34
MULTD      EQU    0X35
PRODA      EQU    0X36
PRODB      EQU    0X37
PRODC      EQU    0X38
PRODD      EQU    0X39
CONT       EQU    0X3A

DIVISOR    EQU    0X40
RESULTADOA EQU    0X41
RESULTADOB EQU    0X42
RESULTADOC EQU    0X43
RESULTADOD EQU    0X44
DIVIDENDOA EQU    0X45
DIVIDENDOB EQU    0X46
DIVIDENDOC EQU    0X47
DIVIDENDOD EQU    0X48
CONT2      EQU    0X49
CONT3      EQU    0X4A
    
```

**MAIN**

```

BSF    STATUS,RP0      ; Banco 1
CLRF   TRISB           ; Puerto B de salida limpiado
CLRF   TRISA           ; Puerto A limpiado
CLRF   TRISD           ; Puerto D de salida limpiado
CLRF   TRISC
BSF    TRISC,2         ; Pin ccpl como entrada
MOVLW 0X07
    
```

## APÉNDICE B

---

```
MOVWF ADCON1           ; Puerto A pin 0 salida
BCF  PIE1,CCP1IE       ; deshabilita interrupciones
BCF  PIE2,CCP2IE       ; deshabilita interrupciones
BCF  STATUS,RP0        ; Banco 0
CLRF  PORTB
CLRF  PORTD
MOVLW 0X00
MOVWF INTCON
CLRF  TMR1L           ; Iniciar el timer en 0
CLRF  TMR1H
CLRF  PIR1           ; limpiar banderas del PIR1
CLRF  PIR2           ; limpiar banderas del PIR2
MOVLW 0X38           ; T1CON, Registro de Control del TMR1 con
                    ; preescala 1:8

MOVWF T1CON
CLRF  CCP1CON
CLRF  PIR2           ; limpiar banderas del PIR2
MOVLW 0X04
MOVWF CCP1CON        ; se activa el ccp1 en modo captura en
                    ; flanco de bajada

BCF  PIR1,CCP1IF
BSF  STATUS,RP0        ; Banco 1
BCF  PIE1,CCP1IE       ; deshabilita interrupciones
BCF  STATUS,RP0        ; Banco 0
BCF  PIR2,CCP2IF
BSF  T1CON,TMR1ON     ; encendido del TMR1

PULSO
CLRF  CCP2CON
MOVLW 0X0A
MOVWF CCP2CON        ; se activa el ccp2 en modo de comparación
BCF  PIR2,CCP2IF
BSF  PORTA,0
CLRF  TMR1L           ; Iniciar el timer en 0
CLRF  TMR1H
MOVLW 0X06
MOVWF CCPR2L        ; se carga al comparador con el número de
                    ; ciclos a comparar (10 us)

MOVLW 0X00
MOVWF CCPR2H
BCF  PIR2,CCP2IF     ; se limpia la bandera después de la
                    ; comparación

BCF  PIR2,CCP2IF

SRF1
BSF  PORTC,6         ; Inicio de ciclo para obtener X

CICLO
BTFSS PIR2,CCP2IF   ; revisa la bandera de comparación ( uno
                    ; cuando se alcanza la cuenta)

GOTO  CICLO         ; Ciclo de desbordamiento
BCF  PIR2,CCP2IF
BCF  PORTA,0
BCF  PIR2,CCP2IF
BCF  PIR2,CCP2IF
BCF  PIR2,CCP2IF
BCF  PIR2,CCP2IF
GOTO  CICLO2
```

## APÉNDICE B

---

```
SRF2                                ; Inicio de ciclo para obtener Y
    BSF    T1CON,TMR1ON             ; encendido del TMR1
    GOTO   CICLO3

CICLO3
    BTFSS  PIR2,CCP2IF             ; revisa la bandera de comparación ( uno
                                     ; cuando se alcanza la cuenta)
    GOTO   CICLO3                   ; Ciclo de desbordamiento
    BCF    PIR2,CCP2IF
    BCF    PORTC,5
    BCF    PIR2,CCP2IF
    BCF    PIR2,CCP2IF
    BCF    PIR2,CCP2IF
    BCF    PIR2,CCP2IF
    GOTO   CICLO4

CICLO2
    BTFSS  PIR1,CCP1IF             ; revisa la bandera de captura ( 1 cuando
                                     ; llega un flanco de bajada)
    GOTO   CICLO2
    GOTO   CAPTURAX

CICLO4
    BTFSS  PIR1,CCP1IF             ; revisa la bandera de captura ( 1 cuando
                                     ; llega un flanco de bajada)
    GOTO   CICLO4
    GOTO   CAPTURAY

CAPTURAX
    BCF    PIR1,CCP1IF             ; cálculos para obtener distancia en X
    BCF    T1CON,TMR1ON           ; limpia la bandera de captura ccpl
    CLRF   TMR1L                   ; se apaga el timer1
    CLRF   TMR1H                   ; Iniciar el timer en 0
    MOVF   CCPR1H,W                 ; Iniciar el timer en 0
    MOVWF  FINALC                   ; se copia el valor que hay en el CCPR2H
    MOVWF  FINALD                   ; para el inicio del pulso

    MOVF   CCPR1L,W
    MOVWF  FINALD                   ; se copia el valor que hay en el CCPR2L
    MOVWF  FINALD                   ; para el inicio del pulso

    CALL   RESTA

M1
    MOVF   FINALA,W
    MOVWF  DATOA
    MOVF   FINALB,W
    MOVWF  DATOB
    CALL   DECIMAL

MOSTRAR1
    CALL   DIV
    MOVF   RESULTADOA,W
    MOVWF  INIDX
    MOVF   RESULTADOB,W
    MOVWF  INICX
    MOVF   RESULTADOC,W
    MOVWF  INIBX
    MOVF   RESULTADOD,W
    MOVWF  INIAX
```

## APÉNDICE B

---

```
    BCF    PORTC,6
    BSF    PORTC,5
    BSF    PORTC,7
    NOP
    NOP
    NOP
    NOP
    BSF    PORTC,7
    GOTO   SRF2
CAPTURAY                                ; cálculo para obtener la distancia en Y
    BCF    PIR1,CCP1IF                    ; limpia la bandera de captura ccpl
    BCF    T1CON,TMR1ON                  ; se apaga el timer1
    CLRF   TMR1L                          ; Iniciar el timer en 0
    CLRF   TMR1H                          ; Iniciar el timer en 0
    MOVF   CCPR1H,W
    MOVWF  FINALC
    MOVF   CCPR1L,W
    MOVWF  FINALD
    CALL   RESTA
M2
    MOVF   FINALA,W
    MOVWF  DATOA
    MOVF   FINALB,W
    MOVWF  DATOB
    CALL   DECIMAL
MOSTRAR2
    CALL   DIV
    MOVF   RESULTADOA,W
    MOVWF  INIHY
    MOVF   RESULTADOB,W
    MOVWF  INIGY
    MOVF   RESULTADOC,W
    MOVWF  INIFY
    MOVF   RESULTADOD,W
    MOVWF  INIEY
    BCF    PORTC,7
LOOP                                          ; Inicia el proceso de mostrar los datos
    MOVLW  .100                            ; en los 8 displays
    MOVWF  CUENTA3
    BCF    T1CON,TMR1ON                    ; se detiene el timer
LOOP1
    MOVLW  0X01
    MOVWF  SELECCION
    MOVWF  APUNTADOR
    MOVLW  INIAX
    MOVWF  FSR                              ; Se inicializa el apuntador
    MOVWF  TEMPORAL
LOOP2
    MOVF   INDF,0
    CLRF   PORTD                            ; Puerto para encender los displays
    CALL   BCD                              ; Selección del dígito a mostrar
    MOVWF  PORTB                            ; se envía el valor en BCD
    MOVF   SELECCION,0
    MOVWF  PORTD                            ; se activa que display mostrará el valor
    CALL   ESPERA2                          ; Tiempo para hacer los dígitos visibles
    RLF   SELECCION,1                       ; selección del siguiente display
```

## APÉNDICE B

---

```
    INCF  FSR,1
    BTFSS STATUS,0
    GOTO  LOOP2
    CLRF  TMR1L           ; Iniciar el timer en 0
    CLRF  TMR1H
    DECFSZ CUENTA3,1
    GOTO  LOOP1
    BSF   T1CON,TMR1ON   ; encendido del TMR1
    GOTO  PULSO

BCD
    ADDWF PCL,1           ; equivalente del dígito en 7 segmentos
    RETLW B'00111111' ;0
    RETLW B'00000110' ;1
    RETLW B'01011011' ;2
    RETLW B'01001111' ;3
    RETLW B'01100110' ;4
    RETLW B'01101101' ;5
    RETLW B'01111101' ;6
    RETLW B'00000111' ;7
    RETLW B'01111111' ;8
    RETLW B'01101111' ;9
    RETLW B'01110111' ;A
    RETLW B'01111100' ;B
    RETLW B'00111001' ;C
    RETLW B'01011110' ;D
    RETLW B'01111001' ;E
    RETLW B'01110001' ;F

ESPERA2
    MOVLW .10
    MOVWF CUENTA1

LOOP3
    MOVLW .200
    MOVWF CUENTA2

LOOP4
    NOP
    NOP
    DECFSZ CUENTA2,1
    GOTO  LOOP4
    DECFSZ CUENTA1,1
    GOTO  LOOP3

    RETURN
    NOP
    NOP

RESTA
    MOVF  FINALC,W
    MOVWF FINALA
    MOVLW 0X8C
    SUBWF FINALD,W
    MOVWF FINALB
    BTFSC STATUS,C       ; Revisa el STATUS para saber si existe
                          ; carry
    RETURN
    BCF   STATUS,C
    DECF  FINALA,1
    RETURN
```

## APÉNDICE B

---

```
DECIMAL                                ; Multiplicación del valor por 46A0
    MOVLW 0X00
    MOVWF PRODA
    MOVWF PRODB
    MOVWF PRODC
    MOVWF PRODD
    MOVWF MULTA
    MOVLW 0X00
    MOVWF MULTB
    MOVLW 0X46
    MOVWF MULTC
    MOVLW 0XA0
    MOVWF MULTD
    MOVLW .32
    MOVWF CONT

REPITE
    BCF    STATUS,C
    BTFSC DATOB,0
    CALL  SUMA
    CALL  DECDATO
    CALL  MULTX2
    DECFSZ      CONT,1
    GOTO  REPITE
    RETURN

SUMA
    MOVF  PRODD,W
    ADDWF MULTD,W
    BTFSS STATUS,C
    GOTO  PD
    CALL  INCC

SIGUE1
    MOVF  PRODC,W
    ADDWF MULTC,W
    BTFSS STATUS,C
    GOTO  PC
    CALL  INCB

SIGUE2
    MOVF  PRODB,W
    ADDWF MULTB,W
    BTFSS STATUS,C
    GOTO  PB
    CALL  INCA

SIGUE3
    MOVF  PRODA,W
    ADDWF MULTA,W
    MOVWF PRODA
    RETURN

PD
    MOVWF PRODD
    GOTO  SIGUE1

PC
    MOVWF PRODC
    GOTO  SIGUE2

PB
    MOVWF PRODB
    GOTO  SIGUE3
```

## APÉNDICE B

---

INCC

```
MOVWF PRODD
INCF  PRODC,1
RETURN
```

INCB

```
MOVWF PRODC
INCF  PRODB,1
RETURN
```

INCA

```
MOVWF PRODB
INCF  PRODA,1
RETURN
```

DECDATO

```
BCF  STATUS,0
RRF  DATOB,1
BTFSC DATA,0
BSF  DATOB,7
BCF  STATUS,0
RRF  DATA,1
RETURN
```

MULTX2

```
BCF  STATUS,0
RLF  MULTA,1
BTFSC MULTB,7
BSF  MULTA,0
BCF  STATUS,0
RLF  MULTB,1
BTFSC MULTC,7
BSF  MULTB,0
BCF  STATUS,0
RLF  MULTC,1
BTFSC MULTD,7
BSF  MULTC,0
BCF  STATUS,0
RLF  MULTD,1
BTFSC MULTD,7
BSF  MULTC,0
BCF  STATUS,0
RLF  MULTD,1
BCF  STATUS,0
RETURN
```

DIV

; División del valor por el factor 10

```
MOVLW 0X00
MOVWF DIVIDENDO A
MOVWF DIVIDENDO B
MOVF  PRODA,W
MOVWF DIVIDENDO C
MOVF  PRODB,W
MOVWF DIVIDENDO D
MOVLW 0X0A
MOVWF DIVISOR
MOVLW .16
MOVWF CONT2
MOVLW .4
MOVWF CONT3
```

COMPARAR

```
MOVF  DIVISOR,W
SUBWF DIVIDENDO B,W
BTFSS STATUS,C
GOTO  INCREMENTAR
```

## APÉNDICE B

---

```
CALL SUB
GOTO COMPARAR
```

### INCREMENTAR

```
RLF DIVIDENDOD,1
RLF DIVIDENDOC,1
RLF DIVIDENDOB,1
RLF DIVIDENDOA,1
;BCF DIVIDENDOB,4
BCF STATUS,C
DECFSZ CONT2,1
GOTO COMPARAR
MOVF DIVISOR,W
SUBWF DIVIDENDOB,W
BTFSC STATUS,C
CALL SUB
GOTO SE
```

### FIN

```
CLRF DIVIDENDOB
GOTO COMPARAR
```

### SUB

```
MOVWF DIVIDENDOB
BSF DIVIDENDOD,0
RETURN
```

### SE

```
MOVF RESULTADOB,W
MOVWF RESULTADOA
MOVF RESULTADOC,W
MOVWF RESULTADOB
MOVF RESULTADOD,W
MOVWF RESULTADOC
MOVF DIVIDENDOB,W
MOVWF RESULTADOD
MOVLW .16
MOVWF CONT2
DECFSZ CONT3,1
GOTO FIN
RETURN
```

```
END
```