

A primera vista el código fuente parece algo complicado por lo extenso, pero es muy simple de entender. Primeramente se definen las posiciones de memoria a utilizar y los bits a emplear. Luego se inicializan las posiciones que así lo requieran y se lee de la EEPROM interna las configuraciones. Seguidamente se inicializa el LCD y se completan los caracteres fijos. Tras la primera conversión se coloca la temperatura en pantalla así como los seteos. Estos tres parámetros (Temp. actual, seteo inferior y seteo superior) son los únicos datos que se modifican en el LCD. Se compara si la temperatura esta por debajo de la mínima para conectar el relé o por sobre la máxima para desconectarlos. Luego se controlan las teclas de mando, si alguna es accionada se actúa en consecuencia y por último vuelve en forma cíclica al principio del programa donde se toma una nueva muestra de la temperatura.

Aquí va el código del programa:

```

; Control de temperatura con LM35 y pantalla de LCD
; Una salida se activa ante una temp. baja y se desactiva ante una alta ambas seteables
; Guarda los parámetros en la EEPROM
; Micro: PIC16F870 a 4MHz XT

pcl      equ 0x02      ;Contador de programa (Parte baja)
estado  equ 0x03      ;Registro de estados
ptoa    equ 0x05      ;Puertos de E/S
ptob    equ 0x06
ptoc    equ 0x07
intcon  equ 0x0B      ;Controlador de interrupciones
eedata  equ 0x0C      ;Registro de datos de la EEPROM
eeaddr  equ 0x0D      ;Registro de dirección de la EEPROM
adres   equ 0x1E      ;Resultado de la conversión A/D (HIGH / LOW)
adcon   equ 0x1F      ;Configuración del convertor A/D
uni     equ 0x20      ;Usados para manejar los datos a mostrar en display
dec     equ 0x21
cen     equ 0x22
tiempo1 equ 0x23      ;Usados para temporizar
tiempo2 equ 0x24
letra   equ 0x25      ;Usado para apuntar la letra a colocar en el LCD
menor   equ 0x26      ;Temperatura de activación
mayor   equ 0x27      ;Temperatura de desactivación
buffer  equ 0x28      ;Usado como registro temporal

#define CARRY estado, 0 ;Bit de acarreo
#define CERO estado, 2 ;Flag indicador de resultado cero
#define RP0 estado, 5  ;Bit 0 selector de página de memoria
#define RP1 estado, 6  ;Bit 1 selector de página de memoria
#define ADGO adcon, 2  ;Bit que inicia la conversión (1) / Indica finalización (0)
#define EEREAD eedata, 0 ;Bit que inicia la escritura de la EEPROM - Indica finalización
#define EEWREN eedata, 2 ;Bit que habilita la escritura en la EEPROM
#define EEAREA eedata, 7 ;Bit que selecciona el área de EEPROM a utilizar (0=AREA DE DATOS)
#define MINS ptoa, 1   ;Sube el punto mínimo
#define MINB ptoa, 2   ;Baja el punto mínimo
#define MAXS ptoa, 3   ;Sube el punto máximo
#define MAXB ptoa, 4   ;Baja el punto máximo
#define BUZZER ptoc, 3 ;Salida al aviso acústico
#define RELE ptoc, 4   ;Relé que maneja la carga (calefactor / enfriador)
#define LCDE ptoc, 6   ;Habilitación del LCD
#define LCDRS ptoc, 7  ;Selección de modo del LCD

      bsf RP0          ;Pasa a página 1
      bcf RP1
      movlw b'00011111' ;Configura puerto A
      movwf ptoa
      clrf ptob        ;Puerto B completo como salidas (bus del LCD)
      clrf ptoc        ;Puerto B completo como salidas
      movlw b'10001110' ;Configura los pines del Puerto A
      movwf adcon      ;AN0 como única entrada analoga
      bsf RP1          ;Pasa a página 3
      bcf EEAREA       ;Selecciona el banco de EEPROM de datos
      bcf RP1          ;Pasa a página 0
      movlw b'01000001' ;Enciende y configura el convertidor A/D - Selecciona AN0 como entrada

```

	movwf adcon	
	clrf ptoa clrf ptob clrf ptoc	;Apaga todo
	bsf RP1 clrf eaddr bsf RP0 bsf EEREAD bcf RP0 movf eedata, 0 movwf menor incf eaddr bsf RP0 bsf EEREAD bcf RP0 movf eedata, 0 movwf mayor bcf RP1	;Pasa a la página 2 de memoria ;Direcciona la primera posición de la EEPROM ;Pasa a la página 3 de memoria ;Inicia la lectura de la EEPROM ;Vuelve a la página 3 de memoria ;Dato Leído de la EEPROM -> W ;Guarda el dato leído de la EEPROM en MENOR (punto de activación del relé) ;Direcciona a la segunda posición de la EEPROM ;Pasa a la página 3 de memoria ;Inicia la lectura de la EEPROM ;Vuelve a la página 3 de memoria ;Dato Leído de la EEPROM -> W ;Guarda el dato leído de la EEPROM en MAYOR (punto de desactivación del relé) ;Pasa a la página 0 de memoria
	movlw b'00111000' call CONTROL movlw d'2' call DEMORA movlw b'00000110' call CONTROL movlw d'2' call DEMORA movlw b'00001100' call CONTROL movlw d'2' call DEMORA movlw b'00000001' call CONTROL movlw d'2' call DEMORA	;Comunicación con el LCD a ocho bits - Dos líneas de texto ;Demora 2ms ;Mensaje estático, se desplaza el cursor hacia la derecha ;Demora 2ms ;Enciende el display - Oculta el cursor - Caracter fijo ;Demora 2ms ;Limpia la pantalla y pone cursor en posición inicial ;Demora 2ms
OTRA	clrf letra movf letra, 0 call LINEA1 call DATO incf letra, 1 movf letra, 0 sublw d'16' btfss CERO goto OTRA movlw 0xC0 call CONTROL movlw d'1' call DEMORA	;Coloca el título en el LCD ;Letra actual -> W ;Obtiene el caracter a colocar desde la tabla ;Envía el caracter al LCD ;Comprueba si ya envió los 16 caracteres del título ;Si no llego a la letra 16 sigue enviando ;Posiciona el cursor en la 2da. linea ;Demora 1ms
OTRA2	clrf letra movf letra, 0 call LINEA2 call DATO incf letra, 1 movf letra, 0 ublw d'16' btfss CERO goto OTRA2 call VERINF call VERSUP	;Coloca el título en el LCD ;Letra actual -> W ;Obtiene el caracter a colocar desde la tabla ;Envía el caracter al LCD ;Comprueba si ya envió los 16 caracteres del título ;Si no llego a la letra 16 sigue enviando ;Coloca en el LCD la temp. inferior (de activación) ;Coloca en el LCD la temp. superior (de desactivación)
CICLO	bsf ADGO btfsc ADGO goto \$-1 bsf RP0 movf adres, 0 bcf RP0	;Inicia la conversión A/D ;Espera que termine de convertir ;Pasa a página 1 (para acceder a los ocho bits bajos del resultado) ;Resultado de conversión -> W ;Pasa a página 1

movwf buffer	;Guarda el dato obtenido de ADRESL en el buffer temporal
bcf CARRY	;Limpia el CARRY
btfsz adresh, 0	;Mira el bit menos significativo de ADRESH (Bit 8)
bsf CARRY	;Si está en 1 pone en uno el carry
rrf buffer, 1	;Hace desaparecer el bit 0 de ADRESL, mete el bit 0 de ADRESH por el 7 de ADRESL
movf menor, 0	;Punto de activación -> W
addlw d'1'	;Suma 1 a W
subwf buffer, 0	;W = Temp. Actual - (Menor + 1)
btfsz CARRY	;Si dio negativo es porque la temp. medida es igual o menor al punto de activación
bsf RELE	;Si dio negativo (si carry = 0) acciona el relé
movf mayor, 0	;Punto de desactivación -> W
subwf buffer, 0	;W = Temp. Actual - (Mayor)
btfsz CARRY	;Si dio negativo es porque aún no alcanzó la temp. de desactivación
bcf RELE	;Si dio positivo (si carry = 1) desactiva el relé
movf buffer, 0	;Dato digitalizado -> W
call DECIMAL	;Obtiene UNI, DEC y CEN con el agregado de 30h para la tabla ASCII
movlw 0x8D	;Coloca el cursor en la posición 0Dh de la pantalla.
call CONTROL	
movf cen, 0	;Coloca en el LCD las centenas
call DATO	
movf dec, 0	;Coloca las decenas
call DATO	
movf uni, 0	;Coloca las unidades
call DATO	
btfsz MINS	;Mira el pulsador de incremento en temp. de activación
call SUBEMIN	
btfsz MINB	;Mira el pulsador de decremento en temp. de activación
call BAJAMIN	
btfsz MAXS	;Mira el pulsador de incremento en temp. de desactivación
call SUBEMAX	
btfsz MAXB	;Mira el pulsador de decremento en temp. de desactivación
call BAJAMAX	
goto CICLO	;Vuelve a medir y mostrar
LINEA1	
addwf pcl, 1	;Suma el contenido de W al contador de programa (para explorar la tabla)
retlw "T"	
retlw "E"	
retlw "M"	
retlw "P"	
retlw "E"	
retlw "R"	
retlw "A"	
retlw "T"	
retlw "U"	
retlw "R"	
retlw "A"	
retlw ":"	
retlw " "	
retlw " "	
retlw " "	
retlw " "	
LINEA2	
addwf pcl, 1	;Suma el contenido de W al contador de programa (para explorar la tabla)
retlw " "	
retlw " "	
retlw " "	
retlw " "	
retlw " "	
retlw " "	
retlw b'01111111'	;Flecha izquierda
retlw "-"	
retlw "-"	
retlw b'01111110'	;Flecha derecha
retlw " "	
retlw " "	
retlw " "	
retlw " "	
retlw " "	

```

retlw " "

SUBEMIN incf menor, 1      ;Suma 1 a la temp. de activación
call VERINF               ;Actualiza la información en el LCD
btfss MINS                ;Espera que suelte el pulsador
goto $ -1
goto SAVEMIN              ;Una vez que suelta la tecla va a guardar el parámetro

BAJAMIN decf menor, 1     ;Resta 1 a la temp. de activación
call VERINF               ;Actualiza la información en el LCD
btfss MINB                ;Espera que suelte el pulsador
goto $ -1

SAVEMIN bsf RP1           ;Pasa a página 2
clrf eeaddr               ;Direcciona el primer byte de la EEPROM
movf menor, 0
movwf eeaddr              ;Temp. Activación -> EEPROM
call EESAVE               ;Ejecuta la rutina de grabación
bcf RP1                   ;Pasa a página 0
goto TIC                  ;Va a hacer el TIC de teclado

SUBEMAX incf mayor, 1    ;Suma 1 a la temp. de desactivación
call VERSUP               ;Actualiza la información en el LCD
btfss MAXS                ;Espera que suelte el pulsador
goto $ -1
goto SAVEMAX              ;Una vez que suelta la tecla va a guardar el parámetro

BAJAMAX decf mayor, 1    ;Resta 1 a la temp. de desactivación
call VERSUP               ;Actualiza la información en el LCD
btfss MAXB                ;Espera que suelte el pulsador
goto $ -1

SAVEMAX bsf RP1           ;Pasa a página 2
movlw d'1'
movwf eeaddr              ;Direcciona el 2do. byte de la EEPROM
movf mayor, 0
movwf eeaddr              ;Temp. Activación -> EEPROM
call EESAVE               ;Ejecuta la rutina de grabación
bcf RP1                   ;Pasa a página 0
goto TIC                  ;Va a hacer el TIC de teclado

EESAVE bsf RP0            ;Pasa a página 3
bsf EEWRN                 ;Habilita la escritura en la EEPROM
movlw 0x55                 ;Secuencia de seguridad
movwf eeaddr
movlw 0xAA
movwf eeaddr
bsf EEWRITE               ;Inicia la grabación
bcf EEWRN                 ;Deshabilita la escritura
btfsc EEWRITE              ;Espera que termine de grabar
goto $ -1
bcf RP0                    ;Pasa a página 2
return

TIC    bsf BUZZER          ;Acciona el buzzer
movlw d'100'
call DEMORA                ;Deja sonar el buzzer durante 100ms
bcf BUZZER
return

CONTROL bcf LCDRS         ;Pone en bajo la línea de modo del LCD (Control)
goto ENVIAR                ;Se saltea la sig. línea
DATO    bsf LCDRS         ;Pone en alto la línea de modo del LCD (Dato)
ENVIAR  movwf ptob        ;Coloca el dato o control a enviar en el bus del LCD
movlw d'1'
call DEMORA                ;Demora 1ms
bsf LCDE                   ;Habilita el LCD
movlw d'1'
call DEMORA                ;Demora 1ms
bcf LCDE                   ;Deshabilita el LCD
movlw d'1'
call DEMORA                ;Demora 1ms
return

DECIMAL movwf uni         ;Convierte el dato presente en W en UNI, DEC y CEN
clrf dec

```

```

        clrf cen
        movlw d'100'                ;Determina la cant. de centenas

CENTENA subwf uni, 1
        btfss CARRY
        goto CIEN
        incf cen, 1
        goto CENTENA
CIEN    addwf uni, 1
        movlw d'10'                ;Determina la cant. de decenas
DECENA subwf uni, 1
        btfss CARRY
        goto DIEZ
        incf dec, 1
        goto DECENA
DIEZ   addwf uni, 1                ;Uni queda con la cant. de unidades (sin decenas ni centenas)

        movlw 0x30 ;Le suma 30h a los valores de UNI, DEC y CEN para que queden en ASCII
        addwf uni, 1
        addwf dec, 1
        addwf cen, 1
        return

DEMORA movwf tiempo2                ;Demora tantos milisegundos como valor en w
TOP2   movlw d'110'
        movwf tiempo1
TOP1   nop
        nop
        nop
        nop
        nop
        decfsz tiempo1, 1
        goto TOP1
        decfsz tiempo2, 1
        goto TOP2
        return

VERINF movf menor, 0                ;Temperatura de activación -> W
        call DECIMAL                ;Obtiene UNI, DEC y CEN en formato ASCII
        movlw 0xC2
        call CONTROL                ;Posiciona el cursor en el tercer caracter de la 2da. línea
        movlw d'1'                  ;para escribir el punto de activación
        call DEMORA                ;Demora 1ms
        movf cen, 0                 ;Coloca en el LCD las centenas
        call DATO
        movf dec, 0                 ;Coloca las decenas
        call DATO
        movf uni, 0                 ;Coloca las unidades
        call DATO
        return

VERSUP movf mayor, 0                ;Temperatura de desactivación -> W
        call DECIMAL                ;Obtiene UNI, DEC y CEN en formato ASCII
        movlw 0xCB
        call CONTROL                ;Posiciona el cursor en el caracter 12 de la 2da. línea
        movlw d'1'                  ;para escribir el punto de desactivación
        call DEMORA                ;Demora 1ms
        movf cen, 0                 ;Coloca en el LCD las centenas
        call DATO
        movf dec, 0                 ;Coloca las decenas
        call DATO
        movf uni, 0                 ;Coloca las unidades
        call DATO
        return

        org 0x2100                    ;Guarda los parámetros por default en la EEPROM
        data 0x28                    ;Punto de activación: 40 grados
        data 0x32                    ;Punto de desactivación: 50 grados

end

```

Código original extractado de la página de Pablín (www.pablin.com.ar).