República Bolivariana de Venezuela

Universidad Nacional Experimental Politécnica

“Antonio José de Sucre”

Vicerrectorado: Puerto Ordaz

Asignatura: Microprocesadores I

**LABORATORIO 2 Y 3**

**CRONÓMETRO DIGITAL**

Docente: Alumno:

José Rodríguez Oliver Polo. C.I: 28.161.706

Ciudad Guayana, marzo de 2024

Se desea realizar el diseño de un cronometro digital, el cual deberá mostrar los minutos, segundos y centésimas en display 7 segmentos. Dispondrá de pulsadores para las funciones de START/PAUSA y RESET. Adicionalmente el cronometro tiene la posibilidad de operar en modo regresivo a partir de un valor ajustable por el usuario, cuando se agote el tiempo genera un beep intermitente de 10 segundos de duración o hasta que se presione cualquier botón. Dispondrá de 4 botones: 1- Menu/Enter 2- Arriba, 3- Abajo y 4- Atrás. Use estos botones para operar el diseño. Nota: observe el comportamiento de un cronómetro comercial y un timer regresivo. (El parámetro a ajustar deberá estar intermitente. (Ver un reloj digital comercial en modo ajuste)

**Configuración física:**

Diagrama, Esquemático

Descripción generada automáticamente

**Imagen (1a). Diseño en Proteus (Cronómetro en Stand By)**

**Configuración de pines:**

Los pines del RC0 al RC3 se usaron para entradas digitales (botones Pull Up), el pin RC4 se usó para activar la alarma indicando que se agotó en tiempo cuando está en modo Temporizador además cuenta con un indicador LED cian por el mismo pin y el pin RC5 se usó para indicar el estado (modo Cronómetro LED amarillo, modo Temporizador LED rosado), los pines del RB0 al RB6 se usan como salidas digitales para enviar el número 7 segmentos al display y el pin RB7 se usó para encender los puntos de separación, los pines del RA0 al RA5 se usaron para hacer el barrido mientras que el pin RA6 se usó como bandera para corregir el barrido.

**Funcionamiento:**

Al iniciar el dispositivo el modo principal es Cronómetro el cual queda en Stand By hasta que el usuario empiece a operarlo.

**Botones:**

A: pin RC0

B: pin RC1

C: pin RC2

D: pin RC3

* Si se pulsa el botón A, el Cronómetro empieza a correr
* Si el cronómetro está corriendo y se pulsa el botón A, éste se pausa
* Si se pulsa el botón B y el dispositivo se encuentra en modo cronómetro, éste se reinicia (aunque esté corriendo o esté en pausa)
* El botón C no cumple ninguna función en modo Cronómetro
* Si el dispositivo está en modo Cronómetro y se pulsa el botón D, éste pasa a modo Temporizador
* Si el dispositivo está en modo Temporizador los botones A y D se usan para desplazar el cursor de ajuste a la izquierda o derecha respectivamente
* Si el dispositivo está en modo Temporizador los botones B y C se usan para incrementar o decrementar respectivamente el número en el que se encuentra el cursor
* Si el dispositivo está en modo Temporizador y el cursor se encuentra en las centésimas y se pulsa el botón D, éste pasa a modo Cronómetro
* Estando en modo Temporizador, si el cursor se encuentra en los minutos y ya el usuario ya ingreso el tiempo, si se pulsa el botón A empieza la temporización. En caso de que el usuario no haya ingresado el tiempo y se pulse el botón A, el cursor se regresa a las centésimas
* Si ya se está descontando el tiempo de la temporización y se pulsa el botón A, éste se pausa, al igual que si se encuentra en pausa y se pulsa el botón A, éste continúa descontando.
* Para reiniciar el Temporizador se pulsa el botón D

**Modo Cronómetro:**

Imagen de la pantalla de un video juego

Descripción generada automáticamente con confianza baja

**Imagen (2a): Modo Cronómetro**

**Modo Temporizador:**

Imagen de la pantalla de un video juego

Descripción generada automáticamente con confianza baja

**Imagen (3a): Modo Temporizador**

**Banderas de control de flujo:**

Diagrama

Descripción generada automáticamente

**Cálculo del TMR0**

El tiempo de refrescamiento del display será 1ms, éste también será el tiempo base del TMR0.

Queriendo un refrescamiento de 1ms y sustituyendo, tomando en cuenta que la oscilación interna será 4Mhz, nos queda:

Despejando:

Tomando un divisor de frecuencia igual a 8:

**Asignación de nombre a registros.**

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación

Descripción generada automáticamente

**Configuración para escribir el código en diferentes partes de la página.**

Imagen que contiene Diagrama

Descripción generada automáticamente

**Configuraciones de puertos, divisor de frecuencia y limpieza de registros**

Tabla

Descripción generada automáticamente con confianza baja

**Inicialización de registros**

Texto

Descripción generada automáticamente

**Subrutinas de interrupción por desbordamiento del TMR0 y por Cambio de nivel en el puerto C.**

Interfaz de usuario gráfica

Descripción generada automáticamente con confianza baja

**Subrutinas para el botón A (multipropósito).**

Texto

Descripción generada automáticamente

**Subrutinas para el botón B (multipropósito).**

Tabla

Descripción generada automáticamente con confianza media

**Subrutina para el botón C.**

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación

Descripción generada automáticamente

**Subrutinas para el botón D (multipropósito).**

Tabla

Descripción generada automáticamente

**Subrutina para incrementar los registros en modo ajuste.**

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación, Correo electrónico

Descripción generada automáticamente

**Subrutina para decrementar los registros en modo ajuste.**

Texto

Descripción generada automáticamente con confianza baja

**Subrutinas para rotar el cursor a la izquierda en modo ajuste.**

Imagen que contiene Texto

Descripción generada automáticamente

**Subrutinas para rotar el cursor a la derecha en modo ajuste.**

Tabla

Descripción generada automáticamente con confianza media

**Subrutinas para mostrar los dígitos en el display.**

Tabla

Descripción generada automáticamente con confianza media

**Subrutinas para cronómetro.**

Tabla

Descripción generada automáticamente con confianza media

**Subrutinas para Temporizador.**

Tabla

Descripción generada automáticamente con confianza media

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación, Correo electrónico

Descripción generada automáticamente

**Subrutinas de alarma.**

Texto

Descripción generada automáticamente

**Subrutina de parpadeo para modo ajuste.**

Imagen que contiene Texto

Descripción generada automáticamente

**Subrutina para separar un número de dos dígitos en unidad y decena.**

Tabla

Descripción generada automáticamente con confianza media

**Subrutina para mostrar el modo en el puerto C, Cronómetro o Temporizador.**

Imagen que contiene Texto

Descripción generada automáticamente

**Subrutina para encender los puntos de separación.**

**(minutos . segundos . centesimas)**

Texto

Descripción generada automáticamente con confianza baja

**Subrutina para convertir un número a su equivalente en 7 segmentos.**

Texto, Tabla

Descripción generada automáticamente

**Código Ensamblador Cronómetro/Temporizador**

list p=16f1787

include <p16f1787.inc>

\_\_CONFIG \_CONFIG1, \_FOSC\_INTOSC & \_WDTE\_OFF

centesimas equ 0x20

segundos equ 0x21

minutos equ 0x22

banderas equ 0x23

barrido equ PORTA

current\_display equ 0x24

bcd\_unidad equ 0X25

bcd\_decena equ 0X26

check\_zero equ 0x27 ;Cuando se decrementa, si check\_zero = .3 se detuvo el temp

cursor equ 0x28 ;Almacena el registro del display que estï¿½ seteando el usuario

cont\_ms equ 0x29

parp\_ms equ 0x30

alarma1\_ms equ 0x31

alarma2\_ms equ 0x32

alarma3\_ms equ 0x33

parp\_display equ 0x34

;Inicio

org 0x00

goto CONFIG\_\_

;Interrupcion

org 0x04

goto INTER

org 0x05

;Configuraciï¿½n de puertos y registros

CONFIG\_\_

banksel OSCCON

movlw 0x6F

movwf OSCCON

banksel ANSELA

clrf ANSELA

clrf ANSELB

;Configuraciï¿½n de entradas y salidas

banksel TRISA

movlw b'10000000'

movwf TRISA

clrf TRISB

movlw b'11001111'

movwf TRISC

banksel OPTION\_REG

movlw b'00000010'

movwf OPTION\_REG

;Limpiando los registros

clrf BSR

clrf centesimas

clrf segundos

clrf minutos

clrf banderas

clrf barrido

clrf FSR0L

clrf FSR0H

clrf FSR1L

clrf FSR1H

clrf PORTC

;Inicializando registro de barrido

movlw 0x01

movwf barrido

movwf PORTA

;Inicializando registro de display

movlw 0x20

movwf current\_display

movwf cursor

;Inicializando registro para contar 10ms

movlw .10

movwf cont\_ms

;Inicializando tiempo de parpadeo para modo ajuste (60ms)

movlw .60

movwf parp\_ms

;Inicializando tiempo de alarma (50\*2\*100)ms = 10000ms = 10s

movlw .50

movwf alarma1\_ms

movlw .2

movwf alarma2\_ms

movlw .100

movwf alarma3\_ms

;Configuraciï¿½n de interrupciones

movlw b'11101000'

movwf INTCON

banksel IOCCN

movlw 0x0f

movwf IOCCN

clrf BSR

PROGRAMA goto $

INTER call SHOW\_STATUS

btfsc INTCON, TMR0IF

goto TMR\_INT

goto FLANCO\_INT

;Interrupciï¿½n por TMR0

TMR\_INT call ROTA\_DISP

call SHOW\_DISP

btfsc banderas, 6

goto ALARMA

btfss banderas, 1

goto CRONOMETRO

btfsc banderas, 3

goto TEMPORIZADOR

RESET\_TMR movlw .131

movwf TMR0

bcf INTCON, TMR0IF

retfie

;Interrupciï¿½n por cambio de nivel (flanco de bajada)

FLANCO\_INT call CHECK\_ALARMA

banksel IOCCF

btfsc IOCCF, 0

call BOTON0

btfsc IOCCF, 1

call BOTON1

btfsc IOCCF, 2

call BOTON2

btfsc IOCCF, 3

call BOTON3

banksel IOCCF

clrf IOCCF

clrf BSR

retfie

;Configuraciï¿½n para el botï¿½n 0 (RC0)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

BOTON0 clrf BSR

btfss banderas, 1

goto BTN0\_CRON

goto BTN0\_TEMP

;Botï¿½n START/PAUSE

BTN0\_CRON btfsc banderas, 2

goto PAUSE

bsf banderas, 2

return

;Si el cronometro estï¿½ contando se detiene

PAUSE bcf banderas, 2

bcf IOCCF, 0

return

BTN0\_TEMP btfss banderas, 4

goto BTN0\_TEMP\_PAUSE

call RL\_CURSOR

banksel IOCCF

return

BTN0\_TEMP\_PAUSE

btfsc banderas, 2

goto TEMP\_PAUSE

bsf banderas, 2

banksel IOCCF

return

TEMP\_PAUSE bcf banderas, 2

banksel IOCCF

return

;\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

;Configuraciï¿½n para el botï¿½n 1 (RC1)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

BOTON1 clrf BSR

btfss banderas, 1

goto BTN1\_CRON

goto BTN1\_TEMP

BTN1\_CRON clrf BSR

bcf banderas, 2

clrf centesimas

clrf segundos

clrf minutos

banksel IOCCF

return

BTN1\_TEMP btfss banderas, 4

goto $+4

movf cursor, W

movwf FSR1L

;incf INDF1, F

call INC\_FILE

banksel IOCCF

return

;\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

;Configuraciï¿½n para el botï¿½n 2 (RC2)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

BOTON2 clrf BSR

btfss banderas, 4

goto $+6

btfss banderas, 1

goto $+4

movf cursor, W

movwf FSR1L

call DEC\_FILE

banksel IOCCF

return

;\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

;Configuraciï¿½n para el botï¿½n 3 (RC3)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

BOTON3 clrf BSR

btfsc banderas, 4

goto BTN3\_ADJ

bcf banderas, 2

clrf centesimas

clrf segundos

clrf minutos

bsf banderas, 1

bcf banderas, 2

bsf banderas, 4

return

BTN3\_ADJ movlw centesimas

xorwf cursor, W

btfss STATUS, Z

goto RR\_CURSOR

bcf banderas, 4

bcf banderas, 1

clrf centesimas

clrf segundos

clrf minutos

banksel IOCCF

return

;\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

;Incremeta el registro en modo ajuste

;Si el valor de las centesimas es 99, el incremento coloca el registro en 0

;Si el valor de los segundos o minutos es 59, el incremento coloca el registro en 0

INC\_FILE movlw centesimas

xorwf cursor, W

btfsc STATUS, Z

goto INC\_LIM99

goto INC\_LIM59

INC\_LIM99 incf INDF1, F

movf INDF1, W

xorlw .100

btfss STATUS, Z

return

clrf INDF1

return

INC\_LIM59 incf INDF1, F

movf INDF1, W

xorlw .60

btfss STATUS, Z

return

clrf INDF1

return

;Decrementa el registro en modo ajuste

;Si el valor de las centesimas es 0, el decremento coloca el registro en 99

;Si el valor de los segundos o minutos es 0, el decremento coloca el registro en 59

DEC\_FILE movlw centesimas

xorwf cursor, W

btfsc STATUS, Z

goto DEC\_LIM99

goto DEC\_LIM59

DEC\_LIM99 decf INDF1, F

movf INDF1, W

xorlw .255

btfss STATUS, Z

return

movlw .99

movwf INDF1

return

DEC\_LIM59 decf INDF1, F

movf INDF1, W

xorlw .255

btfss STATUS, Z

return

movlw .59

movwf INDF1

return

;Rota el cursor de ajuste a la izquierda

RL\_CURSOR movlw minutos

xorwf cursor, W

btfsc STATUS, Z

goto CHECK\_RLCUR

incf cursor, F

return

;Comprueba si los registros ya tienen datos

;sino el cursor vuelve al display de centesimas

CHECK\_RLCUR movlw .0

xorwf centesimas, W

btfss STATUS, Z

bsf banderas, 3

movlw .0

xorwf segundos, W

btfss STATUS, Z

bsf banderas, 3

movlw .0

xorwf minutos, W

btfss STATUS, Z

bsf banderas, 3

btfss banderas, 3

goto $+6

movf minutos, W

xorwf cursor, W

btfss STATUS, Z

goto $+2

goto TEMPORIZADOR

movlw 0x20

movwf cursor

return

RR\_CURSOR decf cursor, F

banksel IOCCF

return

;Mostrando los dï¿½gitos en los display (bcd\_decena, bcd\_unidad)

SHOW\_DISP movf INDF0, W

call DECIMAL\_A\_BCD

btfsc banderas, 0

goto SHOW\_UNI

goto SHOW\_DEC

SHOW\_UNI movf bcd\_unidad, W

call TABLA\_7SEG\_AC

btfsc banderas, 4

call BCD\_PARP

movwf PORTB

call PUNTOS

bcf banderas, 0

return

SHOW\_DEC movf bcd\_decena, W

call TABLA\_7SEG\_AC

btfsc banderas, 4

call BCD\_PARP

movwf PORTB

call PUNTOS

bsf banderas, 0

return

;Activa el display a la izq y lo deja asï¿½ por 1ms (base de tiempo del TMR0)

;barrido = PORTA

ROTA\_DISP rlf barrido, F

btfsc barrido, 6

goto CORREGIR

btfsc banderas, 0

incf current\_display, F

movf current\_display, W

movwf FSR0L

return

CORREGIR movlw 0x01

movwf barrido

movlw 0x20

movwf current\_display

movwf FSR0L

return

CRONOMETRO btfss banderas, 2

goto RESET\_TMR

decfsz cont\_ms, F

goto RESET\_TMR

call INCREMENTA

goto RESET\_TMR

INCREMENTA movlw .10

movwf cont\_ms

movf centesimas, W

xorlw .99

btfsc STATUS, Z

goto INC\_SEG

incf centesimas, F

return

INC\_SEG clrf centesimas

movf segundos, W

xorlw .59

btfsc STATUS, Z

goto INC\_MIN

incf segundos, F

return

INC\_MIN clrf segundos

movf minutos, W

xorlw .59

btfsc STATUS, Z

goto CLR\_INC

incf minutos, F

return

CLR\_INC clrf centesimas

clrf segundos

clrf minutos

return

TEMPORIZADOR

btfss banderas, 2

decfsz cont\_ms, F

goto RESET\_TMR

call DECREMENTA

goto RESET\_TMR

DECREMENTA bcf banderas, 4

goto CHECK\_DEC

DECR movlw .10

movwf cont\_ms

movf centesimas, W

xorlw .0

btfsc STATUS, Z

goto DEC\_SEG

decf centesimas, F

return

DEC\_SEG movlw .99

movwf centesimas

movf segundos, W

xorlw .0

btfsc STATUS, Z

goto DEC\_MIN

decf segundos, F

return

DEC\_MIN movlw .59

movwf segundos

decf minutos, F

;Se verifica si todos los registros estï¿½n en cero (minutos=0, segundos=0, centesimas=0)

CHECK\_DEC movf minutos, W

xorlw .0

btfss STATUS, Z

goto DECR

movf segundos, W

xorlw .0

btfss STATUS, Z

goto DECR

movf centesimas, W

xorlw .0

btfss STATUS, Z

goto DECR

bcf banderas, 3

bsf banderas, 4

movlw centesimas

movwf cursor

bsf banderas, 6 ;Si todos los registro llegan a cero se activa la alarma

retfie

;Se hacen varias temporizaciones "anidadas", cada dos temporizaciones de 100ms

;se alterna el bit 4 del puerto C, haciendo esto 50 veces la alarma dura 10s

ALARMA decfsz alarma3\_ms, F

goto RESET\_TMR

movlw .100

movwf alarma3\_ms

decfsz alarma2\_ms, F

goto ALARMA

call TOGGLE\_BEEP

movlw .2

movwf alarma2\_ms

decfsz alarma1\_ms, F

goto ALARMA

bcf banderas, 6

movlw .50

movwf alarma1\_ms

bcf PORTC, 4

goto RESET\_TMR

TOGGLE\_BEEP btfss PORTC, 4

goto $+3

bcf PORTC, 4

return

bsf PORTC, 4

return

;Luego de la interrupciï¿½n por cambio de nivel, si estï¿½ transcurriendo el tiempo de alarma

;se detiene colocando a cero el bit 4 del puerto C

CHECK\_ALARMA

btfss banderas, 6

return

bcf banderas, 6

bcf PORTC, 4

goto RESET\_TMR

;Si estï¿½ en modo ajuste, envï¿½a al display donde se encuentra el cursor

;0xff por 60ms y luego el dato que deberï¿½a ir al display por otros 60ms

BCD\_PARP movwf parp\_display

movf FSR0L, W

xorwf cursor, W

btfsc STATUS, Z

goto COMP\_PARP

movf parp\_display, W

return

COMP\_PARP decfsz parp\_ms, F

goto FIN\_PARP

movlw .60

movwf parp\_ms

btfsc banderas, 5

goto PARP\_ON

goto PARP\_OFF

PARP\_ON bcf banderas, 5

movf parp\_display, W

return

PARP\_OFF bsf banderas, 5

movlw 0xff

return

FIN\_PARP btfss banderas, 5

goto $+3

movlw 0xff

return

movf parp\_display, W

return

;Separa los digitos de un registro

;deja la decena en bcd\_decena y la unidad en bcd\_unidad

DECIMAL\_A\_BCD

movwf bcd\_unidad

clrf bcd\_decena

RESTA\_DECENA

movlw .10

subwf bcd\_unidad

btfss STATUS, C

goto SUMA\_UNIDAD

incf bcd\_decena, F

goto RESTA\_DECENA

SUMA\_UNIDAD addwf bcd\_unidad, F

return

;Muestra si estÃ¡ en modo CronÃ³metro o Temporizador a travÃ©s del bit 5 del puerto C

SHOW\_STATUS btfss banderas, 1

goto IS\_TEMP\_OFF

bsf PORTC, 5

return

IS\_TEMP\_OFF bcf PORTC, 5

return

PUNTOS btfss banderas, 0

return

movf current\_display, W

xorlw centesimas

btfsc STATUS, Z

return

bcf PORTB, 7

return

;Tabla display 7seg ï¿½nodo comï¿½n

TABLA\_7SEG\_AC

brw

retlw b'11000000' ; CERO

retlw b'11111001' ; UNO

retlw b'10100100' ; DOS

retlw b'10110000' ; TRES

retlw b'10011001' ; CUATRO

retlw b'10010010' ; CINCO

retlw b'10000010' ; SEIS

retlw b'11111000' ; SIETE

retlw b'10000000' ; OCHO

retlw b'10010000' ; NUEVE

end