

# Guía de Usuario Tarjeta de Entrenamiento



**Tecnología Digital del Bajío**  
Av. Vicente Guerrero 1003  
Irapuato, Gto. Mex. C.P. 36690  
Teléfono: (462) 145 35 22  
[www.tecdigitaldelbajio.com](http://www.tecdigitaldelbajio.com)

# Contenido

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1 Beneficios para el Usuario .....	1
1.2 Características Técnicas .....	1
<b>2. Componentes de la tarjeta .....</b>	<b>3</b>
2.1 Microcontrolador .....	3
2.2 Conector de Programación ICSP .....	4
2.3 LEDs .....	6
2.4 Dip-Switch .....	7
2.5 Push-Button .....	10
2.6 Display de 7 segmentos .....	11
2.6.1 Multiplexacion por Software .....	15
2.7 Pantalla de Cristal Líquido .....	17
2.8 Conector de alimentación .....	19
2.9 Conectores de expansión .....	20
<b>3. Programación de la Tarjeta .....</b>	<b>25</b>
<b>4. Contacto .....</b>	<b>26</b>

# 1. Introducción

La tarjeta de entrenamiento para microcontroladores está especialmente diseñada para la enseñanza y aprendizaje de la programación de microcontroladores.

Los microcontroladores son un componente vital en la electrónica de hoy en día y su aprendizaje es esencial en los cursos de electrónica, nuestra empresa fabrica tarjetas de entrenamiento para que el usuario se concentre en aprender puramente el lenguaje de programación, y no tenga que perder tiempo alambrando el hardware.

## 1.1 Beneficios para el Usuario

- La tarjeta es ideal para ingenieros, estudiantes y aficionados a la electrónica que deseen aprender a programar el fascinante mundo de los microcontroladores, de una forma rápida y práctica
- También facilita la enseñanza pues puede ser usada por profesores en los cursos de microcontroladores, ya sea en educación superior o media superior.
- El usuario se concentra en el aprendizaje de la programación de microcontroladores, pues con la tarjeta no pierde tiempo en alambrear el circuito en una tablilla de experimentos (protoboard).

## 1.2 Características Técnicas

Enseguida se muestra las características más sobresalientes de la tarjeta de entrenamiento

- Incluye el PIC16f886 en la tarjeta.
- Incluye modulo LCD de 16 \* 2 (16 caracteres por 2 renglones)
- 8 LEDs indicadores
- 2 Displays de 7 segmentos.
- Conector para programación vía ICSP por lo que no se requiere remover el PIC de la tarjeta, compatible con nuestro programador USB.

- 2 push-button normalmente abiertos
- 1 dip-switch de 4 posiciones.
- Salida de voltaje regulada de 5 Volts para conexión con otros dispositivos.
- Bloques de terminales para conectar a una protoboard o a otros periféricos.
- Todos los periféricos de la tarjeta están listos para usarse, no hay necesidad de que el usuario tenga que usar “jumpers” para cambiar de un periférico a otro.

## 2. Componentes de la tarjeta

### 2.1 Microcontrolador

El corazón de la tarjeta es el microcontrolador PIC16F886, el cuál es mostrado en la figura 2.1.



Figura 2.1 Microcontrolador PIC16F886

El microcontrolador PIC16F886 está montado en la tarjeta en una base para circuitos integrados, esto con el objetivo de que se pueda desmontar con relativa facilidad, pensando que el usuario a futuro, puede usarlo para conectarlo con otros periféricos que no se incluyen en la tarjeta de entrenamiento.

Algunas de sus características más sobresalientes de este microcontrolador se muestran enseguida:

- Microcontrolador de 8 bits
- Velocidad de hasta 20 MHz
- 8K de memoria de programa tipo Flash
- 256 Byte de memoria EEPROM
- 368 Byte de memoria RAM
- ADC (Analog-Digital Converter, Convertidor analógico-Digital)

- Módulos para generar PWM (Pulse Width Modulation, Modulación en Ancho de pulso)
- 35 terminales de entrada/salida, divididas en tres puertos (Puerto A, Puerto B y Puerto C).
- Temporizadores.
- Puertos para la comunicación serial □ Programación en sistema.

Finalmente se muestra el diagrama de terminales del microcontrolador en la figura 2.2.

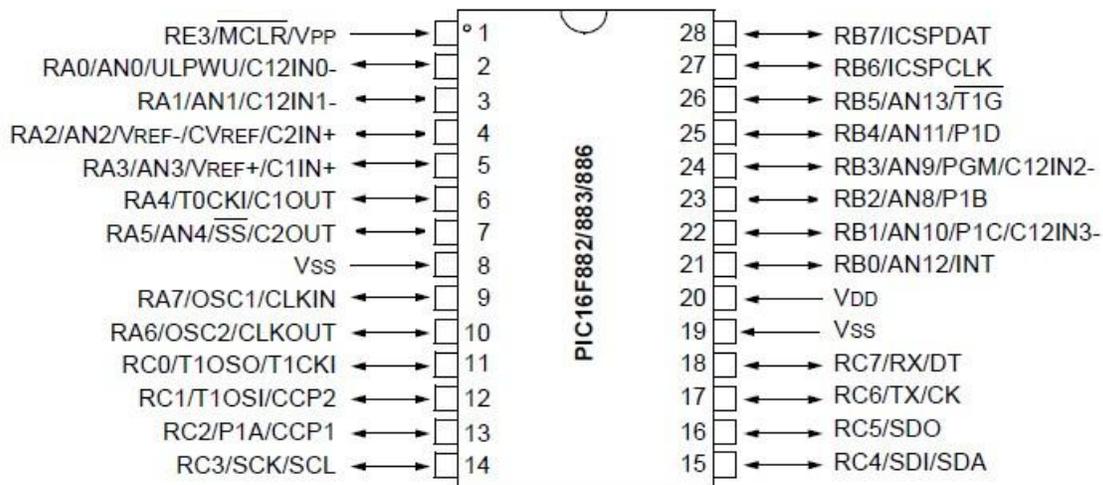


Figura 2.2 Diagrama de terminales del PIC16F886

Aunque el microcontrolador puede trabajar hasta 20 MHz, con un cristal de cuarzo externo, la tarjeta de entrenamiento usa el oscilador interno del PIC16F886, es decir, no tiene conectado ningún cristal en sus terminales, esto fue con la finalidad de usar todas las terminales posibles del PIC como puertos de entrada/salida. Entonces, al usar la tarjeta de entrenamiento se debe programar el PIC16F886 usando siempre la configuración de oscilador interno como reloj del microcontrolador.

## 2.2 Conector de Programación ICSP

La tarjeta de entrenamiento cuenta con un conector macho de 5 terminales, conectado a las terminales de programación del PIC16F886, la figura 2.3 muestra la ubicación exacta del conector de programación.

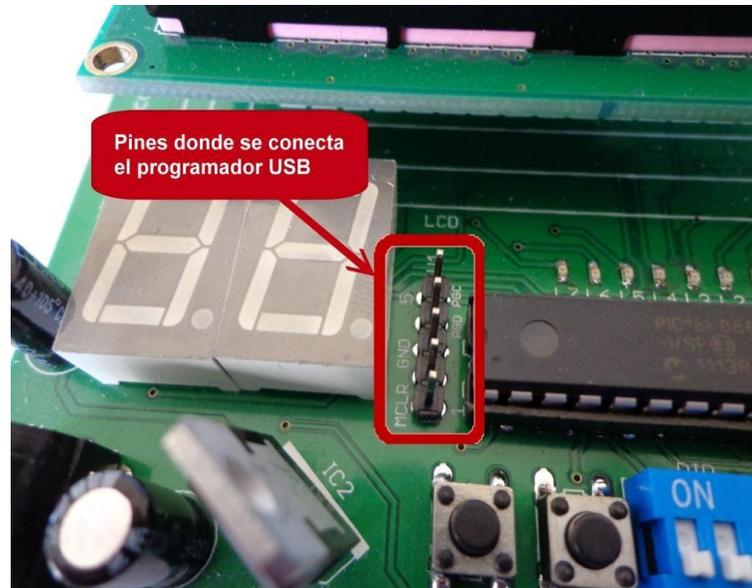


Figura 2.3 Ubicación del conector para programación

Justo en el conector se inserta nuestro [programador USB](#) o un programador compatible con el objetivo de transferirle el archivo de programación al microcontrolador. La programación del microcontrolador se realiza usando la programación ICSP (*In-Circuit Serial programming*, Programación serial en circuito) cuya ventaja es que no se requiere remover el PIC de la tarjeta para poder programarlo. La figura 2.4 muestra la conexión de nuestro programador USB a la tarjeta de entrenamiento.

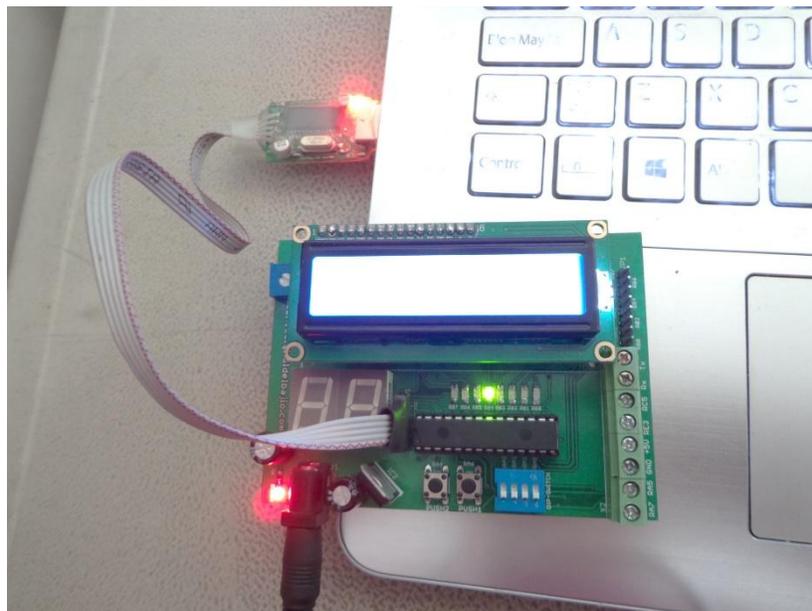


Figura 2.4 Conexión de un programador USB a la tarjeta

En la misma tarjeta se puede observar la conexión a la que va cada uno de los terminales del conector de 5 pines, los cuales se muestran también en la tabla 2.1.

Terminal	Descripción
1	<b>MCLR</b> . Conectada a la terminal MCLR del PIC16F886
2	No se conecta
3	<b>GND</b> . Conectada a la tierra de la tarjeta
4	<b>PGD</b> . Conectada a la terminal de datos (ISCPDAT) del PIC16F886
5	<b>PGC</b> . Conectada a la terminal de reloj (ISCPCLK) del PIC16F886

Tabla 2.1 Descripción de las terminales del conector de programación

### 2.3 LEDs

La tarjeta de entrenamiento tiene 8 LEDs de montaje superficial, como se observa en la figura 2.5, Los LEDs están etiquetados desde L7 hasta L0.

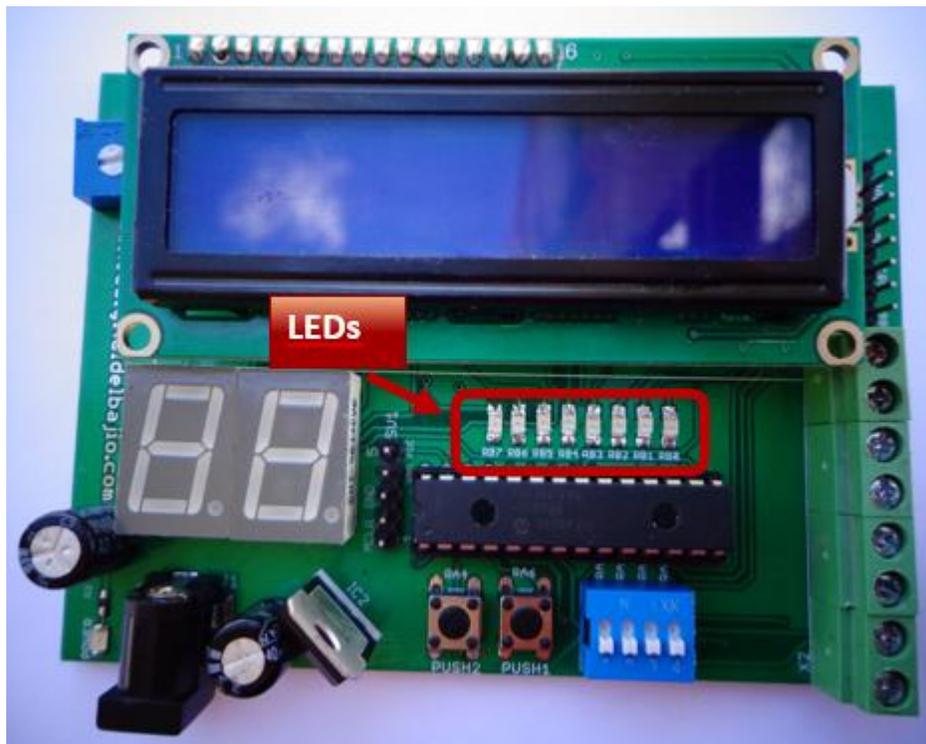


Figura 2.5 Ubicación de los LEDs de la tarjeta.

Cada uno de los LEDs están conectados a su respectiva terminal del puerto B del microcontrolador, tal y como se observa en la figura 2.6.

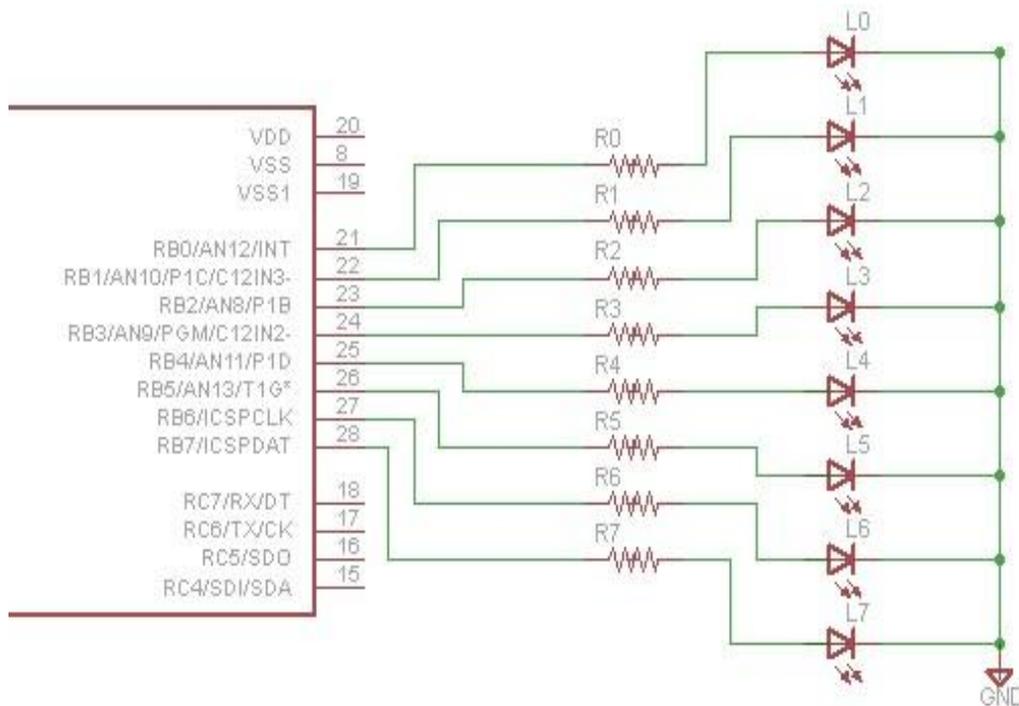


Figura 2.6 Conexión del PIC16F886 con los LEDs

Para que un LED encienda basta con enviar un nivel alto (+5 Volts) a la respectiva terminal del Puerto B del PIC y obviamente un nivel bajo (0 Volts) apaga el LED.

El LED L7, es el más significativo, pues se encuentra conectado al pin RB7 del PIC16F886 y el LED L0 es el menos significativo y se encuentra conectado al pin RB0 del microcontrolador como se observa en la figura anterior.

## 2.4 Dip-Switch

La tarjeta cuenta con un dip-switch de 4 posiciones, como se observa en la figura 2.7. Un dip-switch es un dispositivo que agrupa, en este caso cuatro interruptores, es usado para enviar un valor alto (+5 Volts) o un valor bajo (0 Volts) a la terminal respectiva del PIC16F886, éste es un periférico de entrada.

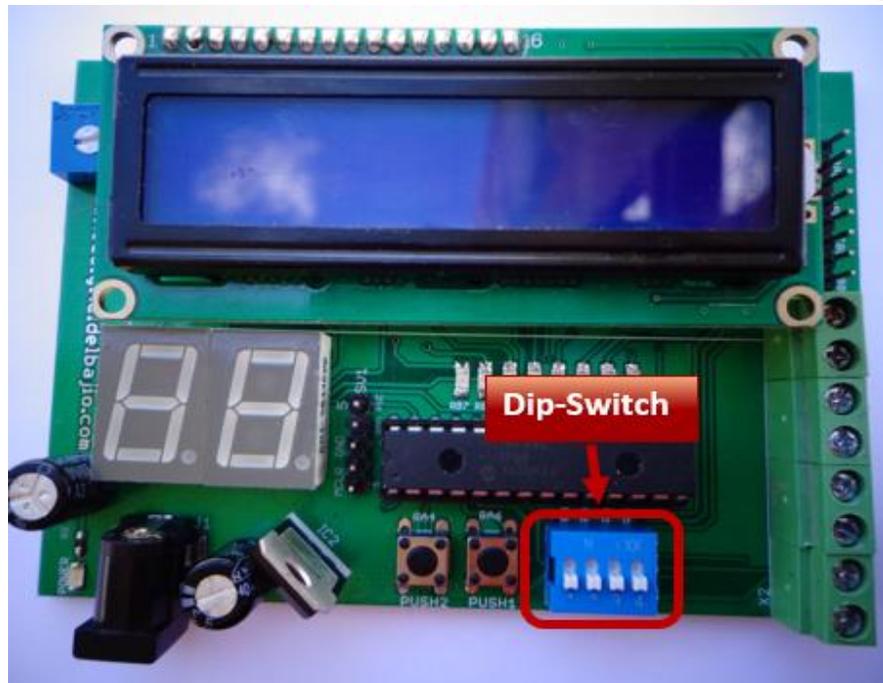


Figura 2.7 Ubicación del dip-switch

Observe el indicador “ON” del dip-switch, cuando el interruptor se desliza hacia esa posición se le está enviando + 5V a la respectiva terminal del PIC, esto es un nivel alto, en caso contrario se envían 0 volts, o un nivel bajo a la terminal del PIC.

La figura 2.8 muestra exactamente a qué terminales del PIC se conecta cada uno de los interruptores del dip-switch.

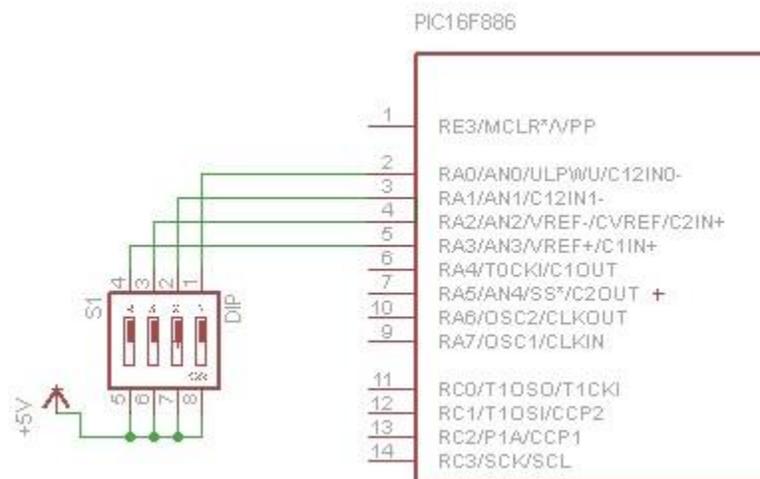


Figura 2.8 Conexión del dip-switch al PIC16F886

En la figura anterior no se observa, pero todas las terminales del dip-switch que se conectan al PIC16F886, cuentan con resistencias de pull-down, para asegurar que siempre haya un valor de “0” o “1” en la terminal del PIC.

Como ejemplo se observa en la tabla 2.2 algunos valores que se reciben en el puerto A del PIC16F886 para determinadas posiciones del dip-switch.

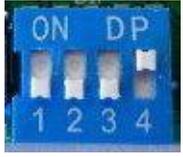
Dip-switch	Puerto A			
	RA3	RA2	RA1	RA0
	0	0	0	0
	0	0	0	1
	0	0	1	0
	0	1	0	1
	1	0	1	0
	1	1	1	1

Tabla 2.2 Algunos valores del dips-switch

## 2.5 Push-Button

La tarjeta de entrenamiento tiene dos interruptores de tacto mejor conocidos como push-button, del tipo normalmente abierto. La figura 2.9 muestra claramente su ubicación.

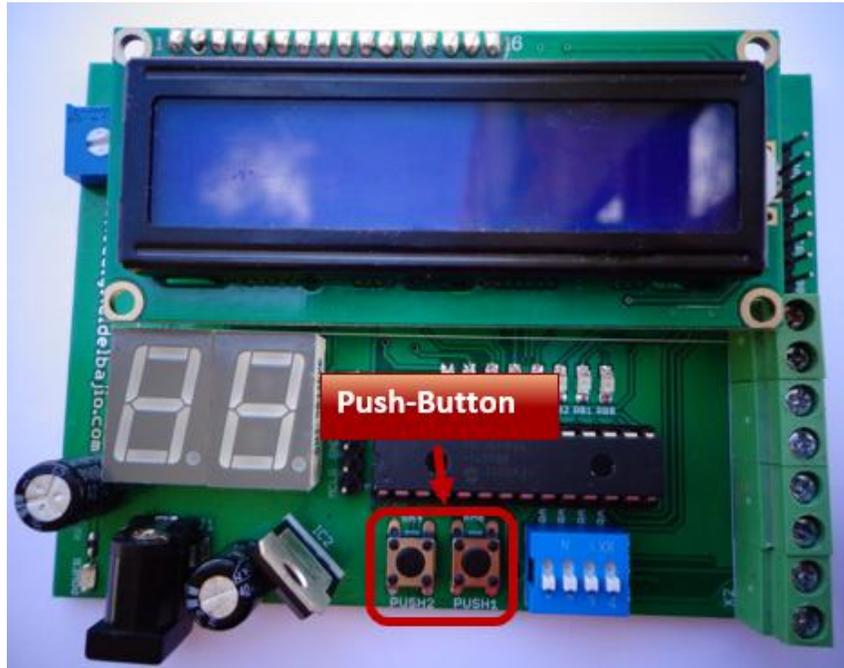


Figura 2.9 ubicación de los push-button

Debido a resistencias de pull-up que tiene la tarjeta, los push-button cuando no se presionan envían un nivel alto (+5 Volts) a la terminal respectiva del PIC, y cuando el push button es presionado se envía un nivel bajo (0 volts) a la terminal respectiva del PIC. La figura 2.10 muestra la conexión exacta de los push-button, en la figura se omitieron las resistencias de pull-up.

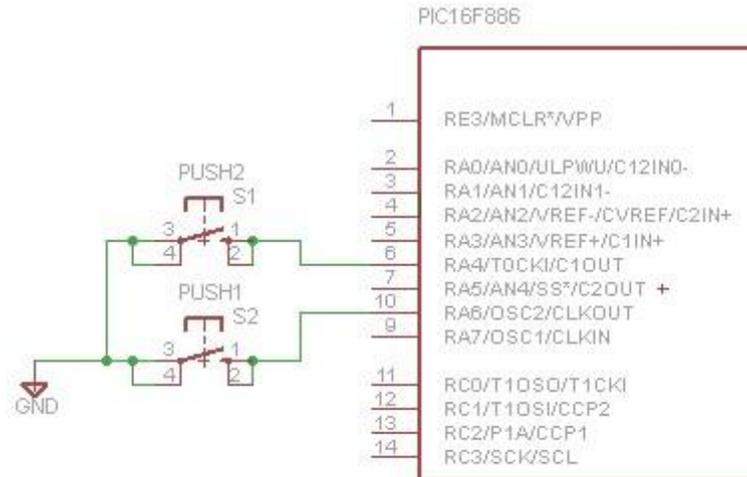


Figura 2.10 Conexión de los push-button

## 2.6 Display de 7 segmentos

La figura 2.11 muestra la ubicación exacta de los dos displays de 7 segmentos.

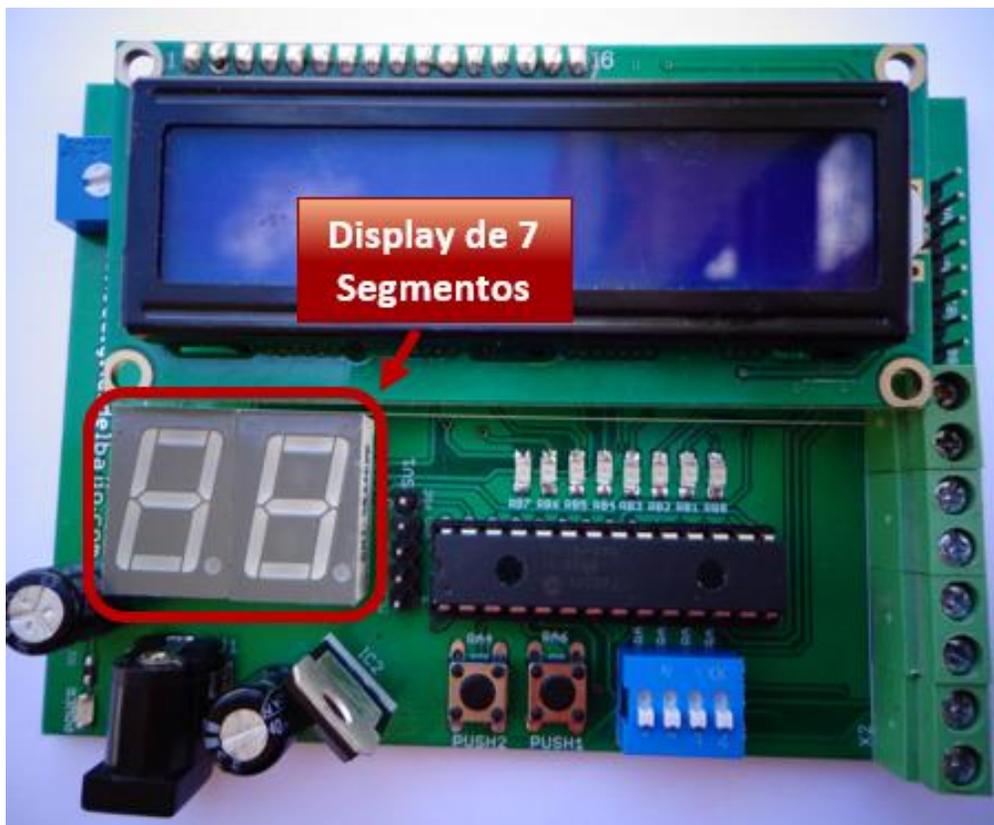


Figura 2.11 Ubicación de los displays de 7 segmentos

Los displays de 7 segmentos se componen de ocho LEDs arreglados en un patrón capaz de formar los números del 0 al 9 cuando sus LEDs están encendidos, los displays usados en la tarjeta son de cátodo común y sus 16 LEDs de los dos displays están conectados al puerto B, tal y como se observa en la figura 2.12. Observe la conexión el pin RB0 se conecta al segmento “a” de ambos displays, el pin RB1 al segmento “b” y así sucesivamente

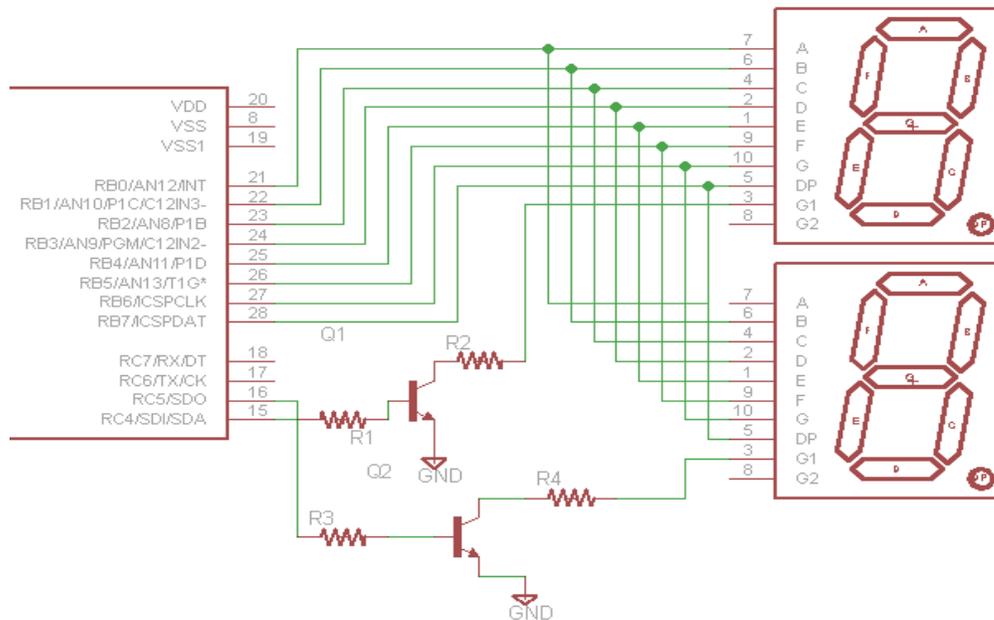


Figura 2.12 Conexión de los displays de 7 segmentos al PIC16F886

Observe la conexión de la figura anterior, con 8 terminales del puerto B se conectan los 16 segmentos de ambos displays, este tipo de conexión me permite ahorrar terminales de conexión del PIC, pues de otra forma se hubiera tenido que usar 16 terminales del PIC, ocho para cada uno de los diplays. También observe como se usan transistores conectados a las terminales RC5 y RC4 del puerto C del PIC, para enviar el nivel de voltaje a los cátodos de ambos displays.

Un nivel alto en la respectiva terminal del puerto B, hace que el segmento encienda y se podrá observar solo si el cátodo del display tiene un nivel bajo (0 volts) para ello es necesario enviar por la respectiva terminal RC5 o RC4 del PIC un nivel alto, que haga que el transistor envíe el nivel bajo al cátodo común del display, enseguida detallamos lo anterior, para que se observe que valores debe enviar el PIC16F886 para encender los displays.

Para mostrar un número en el display de 7 segmentos, basta con enviar la combinación correcta de unos y ceros por el puerto B y el nivel alto a los pines del puerto C, primero se muestra en la Tabla 3.3 la combinación exacta que se debe enviar al puerto b para formar los números entre el 0 y el 9.

Display	Terminales del PIC								Valor Hex.
	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0	
	0	0	1	1	1	1	1	1	3F
	0	0	0	0	0	1	1	0	06
	0	1	0	1	1	0	1	1	5B
	0	1	0	0	1	1	1	1	4F
	0	0	1	1	0	1	1	0	66
	0	1	1	0	1	1	0	1	6D
	0	1	1	1	1	1	0	1	7D
	0	0	0	0	0	1	1	1	07
	0	1	1	1	1	1	1	1	7F
	0	1	1	0	1	1	1	1	6F

Tabla 2.3 Valores para formar los números del 0 al 9 en el display

Ahora observe en la tabla 2.4. El efecto que tienen los cátodos de ambos displays cuando se envía el número 3 por el puerto B y se colocan unos o ceros en los pines de los cátodos (RC5 y RC4).

Puerto B (HEX)	RC5	RC4	Displays
0x4F	0	1	
0x4F	1	0	
0x4F	1	1	
0x4F	0	0	

Tabla 2.4 Valores en los cátodos del display

Aunque se tengan conectados ambos displays al puerto B del PIC, es posible mostrar números entre 00 y 99 usando la técnica de multiplexación por software como se observa en la sección siguiente.

### 2.6.1 Multiplexacion por Software

Haciendo uso de la técnica de multiplexación es posible mostrar cualquier número en los dos displays de 7 segmentos, aunque están conectados al mismo puerto B. La técnica de multiplexación aprovecha la lenta respuesta del ojo humano, a cambios rápidos en su entorno.

La Multiplexacion se detalla enseguida:

1. Colocar el patrón en el puerto B para mostrar un número en el display 1 y apagar el cátodo del display 2, como se observa en la figura 2.13 donde como ejemplo se observa el número 3 en el display 1.

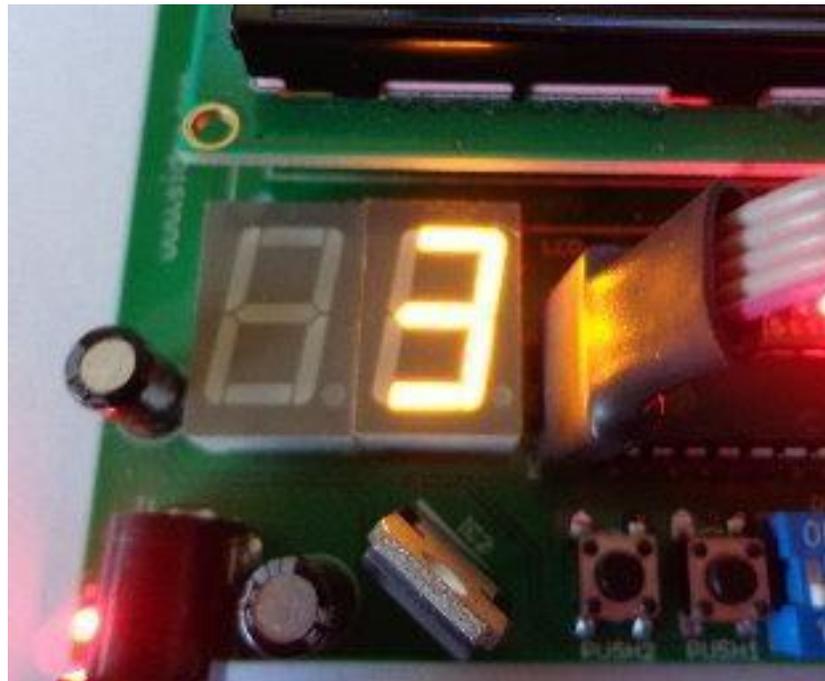


Figura 2.13 Activación del display 1

2. Apagar el display 1 y colocar otro patrón de bits en el puerto B para mostrar por ejemplo el número 1 en el display 2. Esto se observa en la figura 2.14.

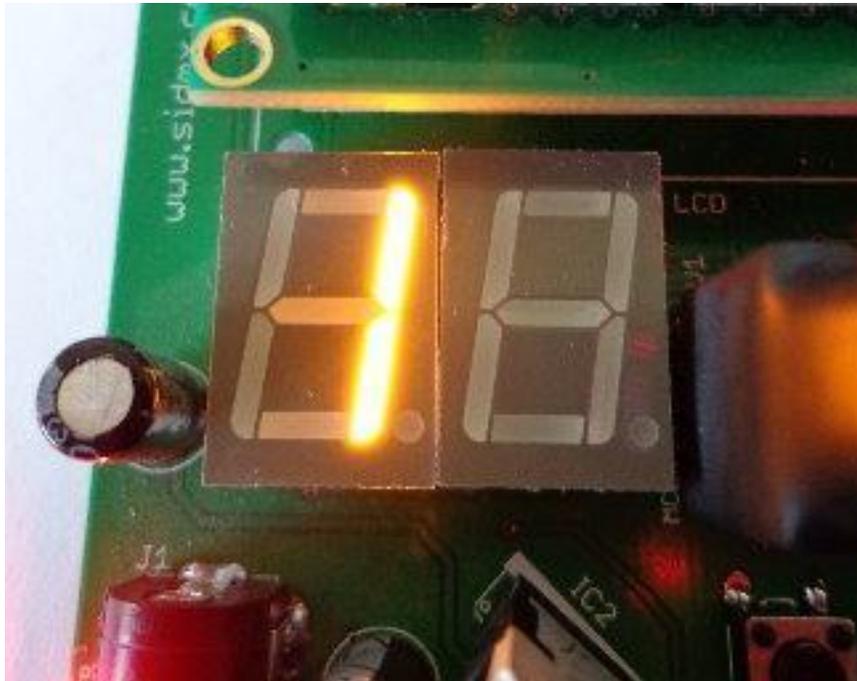


Figura 2.14 Activación del display 2

3. Repetir el paso 1 y 2 más de 30 veces por segundo y con eso basta para poder observar los dos números, tal y como se observa en la figura 2.15.

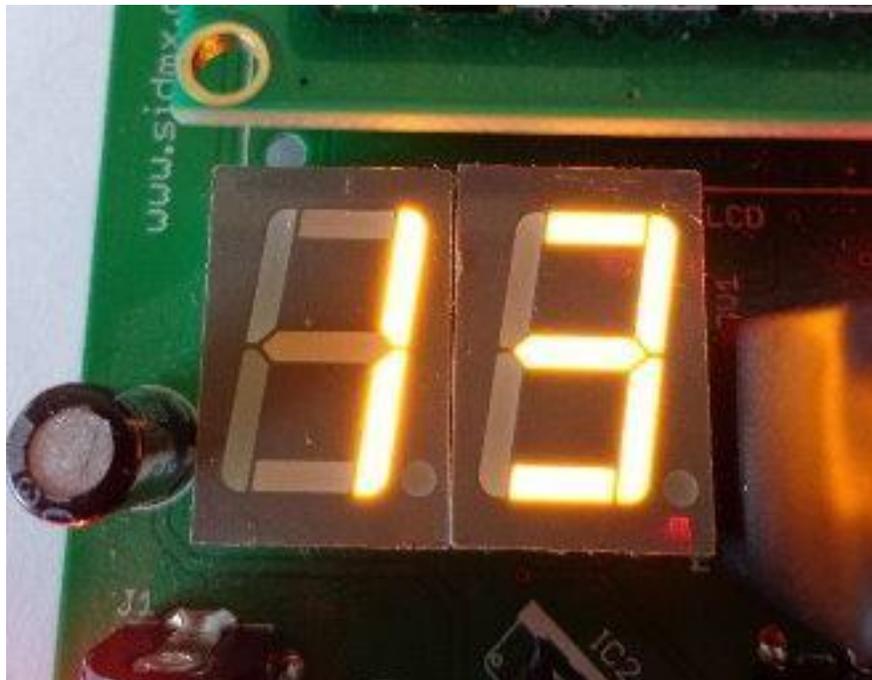


Figura 2.15 Número en los dos displays

## 2.7 Pantalla de Cristal Líquido

La figura 2.16 muestra la ubicación de la pantalla de cristal líquido (LCD).



La LCD es de 2 \* 16 caracteres, esto es, puede mostrar en dos renglones hasta 16 caracteres, la LCD muestra el texto en color blanco sobre un fondo azul, este tipo de displays se pueden conectar al microcontrolador de dos formas con una interfaz de datos de 8 bits, lo que implica usar 8 pines del microcontrolador para los datos o la interfaz de 4 bits, con obviamente 4 conexiones de datos al microcontrolador.

La tarjeta de entrenamiento usa la interfaz de 4 bits para ahorrar conexiones del PIC como se observa en la figura 2.17.

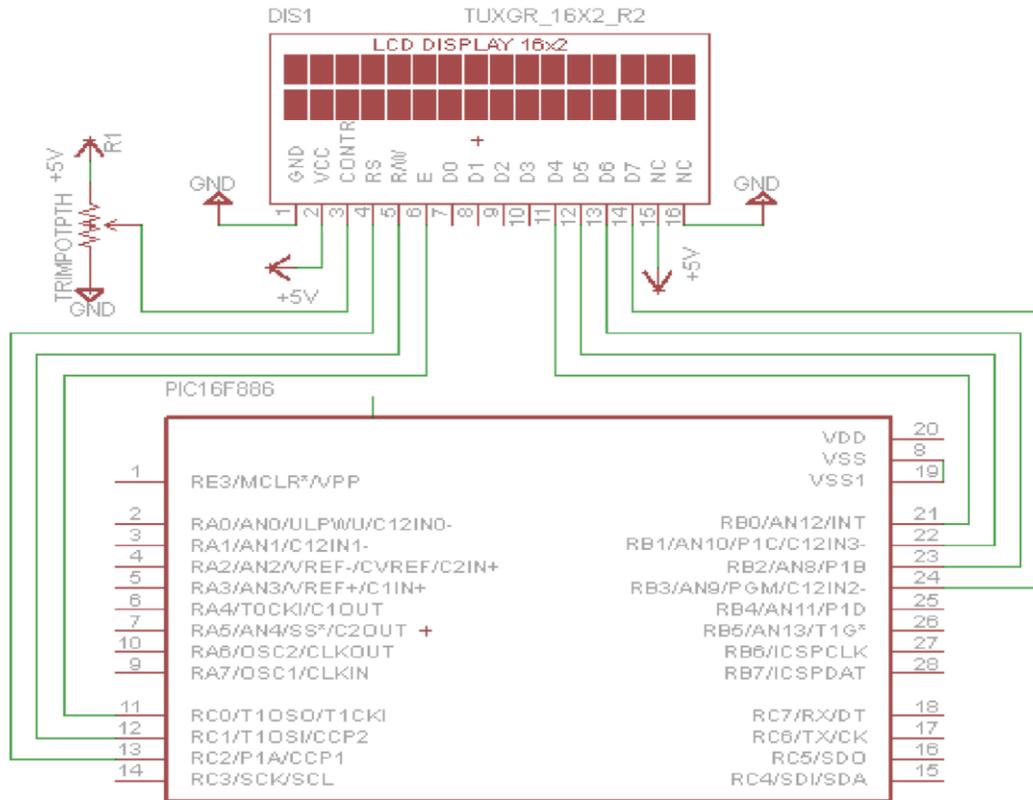


Figura 2.17 Conexión de la LCD al PIC16F886

La LCD usa un controlador estándar por lo que fácilmente se puede interactuar con ella, usando las librerías que manejan los softwares más populares para programar microcontroladores, como el MPLAB X IDE, el PIC C Compiler y el mikroC. Aun así, si el lector desea, puede bajar la hoja de datos de la LCD desde el siguiente enlace, donde se observa en detalle todos los datos técnicos de la pantalla incluyendo las instrucciones.

<http://tecdigitaldelbajo.com/documentos-tarjeta.html>

La tarjeta cuenta con un potenciómetro ubicado en la esquina superior izquierda como se observa en la figura 2.18. El potenciómetro tiene la finalidad de cambiar el contraste en la LCD, para ello simplemente de vuelta al potenciómetro con un desarmador plano.

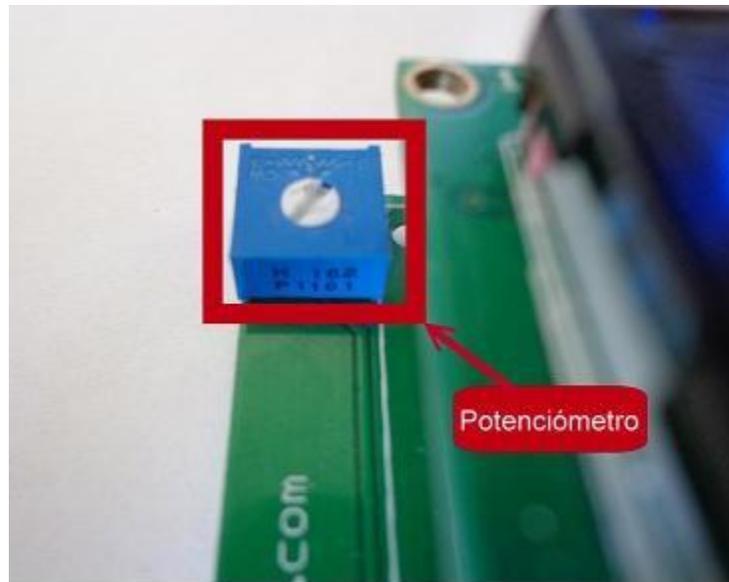


Figura 2.18 Ubicación del potenciómetro de contraste para la LCD

## 2.8 Conector de alimentación

La figura 2.19 muestra la ubicación exacta del conector para alimentar la tarjeta con el eliminador.

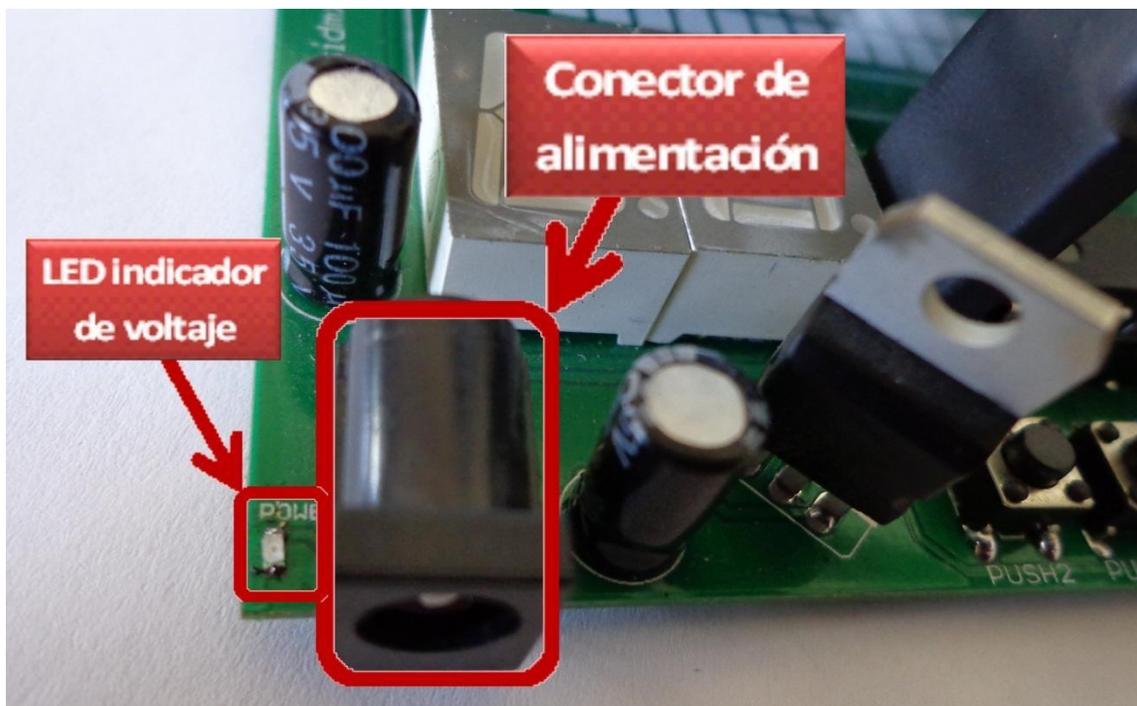


Figura 2.19 Conector de alimentación

Al conector de alimentación, se puede conectar cualquier eliminador en el rango de voltaje de entre 6 y 12 volts, el eliminador se puede conseguir en cualquier tienda de electrónica pues son muy comunes, solo tenga cuidado que el conector del eliminador tenga el positivo en el centro.

A un lado del conector de alimentación se observa un LED indicador que enciende cuando el eliminador está conectado a la red eléctrica. Este conector está conectado a un regulador de voltaje del tipo 7805 como se observa en la figura 2.20.

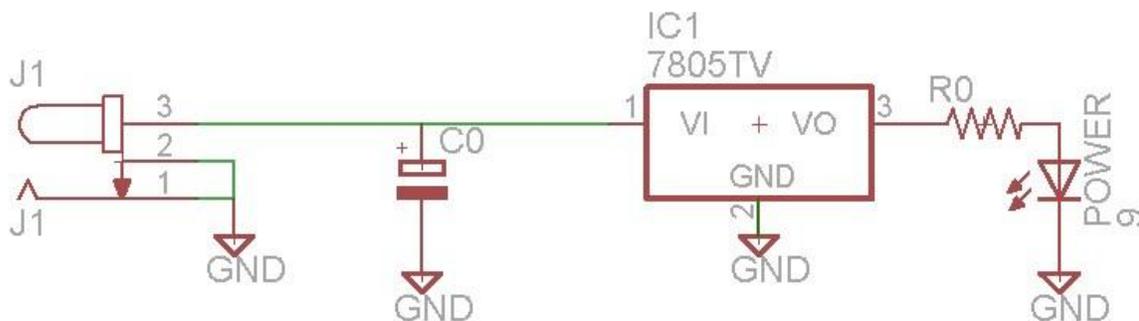


Figura 2.20 Conexión del regulador 7805

El regulador de voltaje disipa la potencia proporcionada a la tarjeta por medio de calor, por lo que se debe tener cuidado y no tocarlo, pues el regulador está permanentemente caliente sobre todo cuando la tarjeta demanda más corriente y esto sucede cuando se usan los display de 7 segmentos de la tarjeta o el LCD.

## 2.9 Conectores de expansión

La tarjeta cuenta con dos bloques de terminales o conectores de expansión, ahí van conectadas algunas terminales del PIC, la figura 2.21 muestra la ubicación exacta del bloque de terminales.



Figura 2.21 Conexión de la LCD al PIC16F886

Nota: En la figura anterior, la serigrafía en la tarjeta de entrenamiento tiene una terminal denotada como RC5, es incorrecto debería ser RC3, como lo mostramos en la siguiente sección, el usuario debe tener cuidado con este lamentable error en la serigrafía.

En la figura 2.22 se muestra la conexión exacta de las terminales de los conectores de expansión y el PIC.

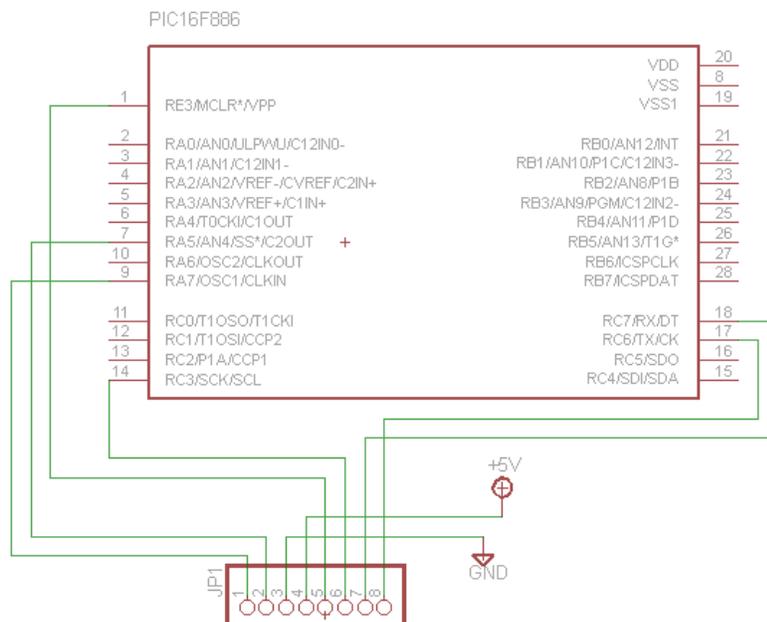


Figura 2.22 Diagrama de conexiones del conector de expansión

Se describe la conexión del conector de expansión anterior en la tabla 2.5.

Terminal del conector de expansión	Descripción
RA7	Terminal que se puede configurar como entrada/salida digital.
RA5	Terminal que se puede configurar como entrada/salida digital.
GND	Terminales de voltaje y tierra que se pueden usar para alimentar otros dispositivos
+ 5V	
RE3	Terminal que <b>se puede usar como entrada digital solamente</b> , se debe tener cuidado pues esta terminal va conectada al MCLR para programar el PIC, se recomienda no tener conectado nada en esta terminal cuando se programa el PIC.
RC3	Terminal que se puede configurar como entrada/salida digital.
RC7/Rx	Terminal RC7 del PIC, se puede usar como entrada/salida digital o <u>como entrada de datos seriales (receptor)</u> .
RC6/Tx	Terminal RC6 del PIC, se puede usar como entrada/salida digital o <u>como salida de datos seriales (transmisor)</u> .

Tabla 2.5. Descripción de las terminales del conector de expansión

La tarjeta de entrenamiento tiene otro conector de expansión, para usarse con otros dispositivos, el conector es mostrado en la figura 2.23.



Figura 2.23 Conector de expansión JP1

En la figura 2.24 se muestra exactamente la conexión al PIC16F886.

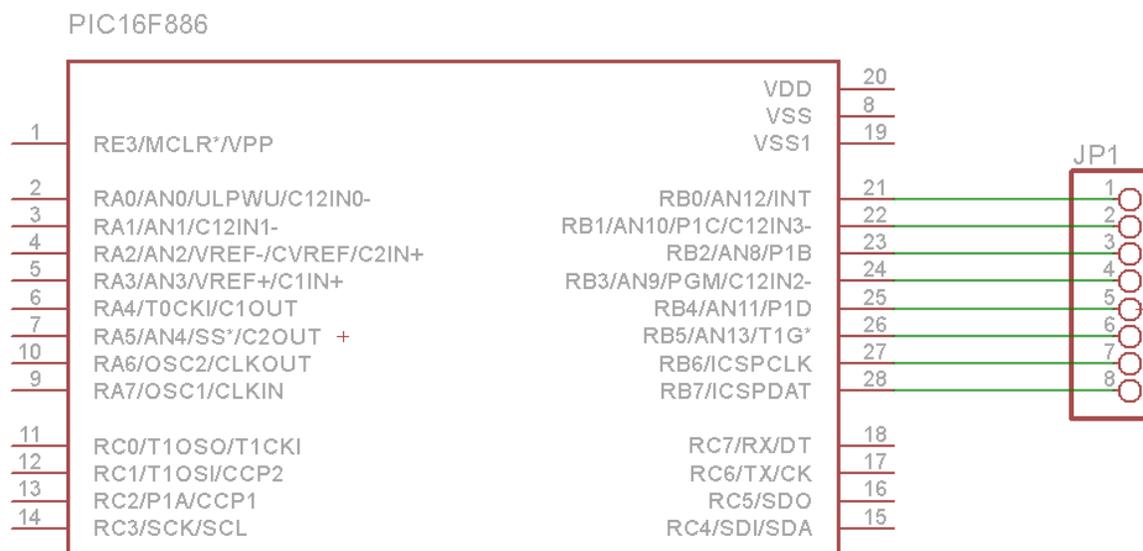


Figura 2.24 Diagrama de conexiones del conector JP1

**Nota:** El usuario debe tener cuidado al usar este conector o estas terminales del microcontrolador, pues todas las terminales del puerto B están conectadas a los diferentes periféricos de la tarjeta como se observó en las secciones anteriores.

La tabla 2.6 muestra las terminales de este conector.

Terminal del conector	Descripción
RB0	Terminal que se puede configurar como entrada/salida, esta además conectada a varios periféricos de la tarjeta.
RB1	Terminal que se puede configurar como entrada/salida, esta además conectada a varios periféricos de la tarjeta.
RB2	Terminal que se puede configurar como entrada/salida, esta además conectada a varios periféricos de la tarjeta.
RB3	Terminal que se puede configurar como entrada/salida, esta además conectada a varios periféricos de la tarjeta.
RB4	Terminal que se puede configurar como entrada/salida, esta además conectada a varios periféricos de la tarjeta.
RB5	Terminal que se puede configurar como entrada/salida, esta además conectada a varios periféricos de la tarjeta.
RB6	Terminal que se puede configurar como entrada/salida, esta además conectada a varios periféricos de la tarjeta.
RB7	Terminal que se puede configurar como entrada/salida, esta además conectada a varios periféricos de la tarjeta.

Tabla 2.6. Descripción de las terminales del conector de expansión JP1

## 3. Programación de la Tarjeta

La tarjeta se puede programar con cualquier entorno que genere el archivo HEX para programar el microcontrolador, en la página web de Tecnología Digital del Bajío se muestran algunos artículos con enlaces a algunos de los entornos de programación en lenguaje C más populares, el usuario puede tener acceso a ellos desde la sección "Documentos Técnicos" el siguiente enlace:

<http://tecdigitaldelbajio.com/productos1/tarjeta-entrenamiento-v2.html>

Se muestran tres artículos donde se indica como bajar el software más popular para programar en lenguaje C los microcontroladores PICs:

- MPLAB X IDE de Microchip
- PIC C Compiler de CCS
- mikroC de MikroElektronika

En cada uno de los artículos incluso se observa un video tutorial con código para encender y apagar un LED de la tarjeta de entrenamiento, en los videos se muestra todo el proceso desde la creación del proyecto hasta la programación y prueba en la tarjeta de entrenamiento.

También se muestra una serie de ejemplos en forma de video tutorial, donde se observa código en lenguaje C para los tres entornos más populares en el mundo (MPLAB X IDE, PIC C Compiler y mikroC). Los códigos de ejemplos muestran el funcionamiento de cada uno de los periféricos de la tarjeta, desde usar los LEDs hasta programas para enviar información a la LCD.

## 4. Contacto

Para más información, documentación, asistencia técnica o dudas acerca de la tarjeta de enternamiento, por favor contáctenos en:

Página Web: <http://www.tecdigitaldelbajio.com>

Ventas: [ventas@tecdigitaldelbajio.com](mailto:ventas@tecdigitaldelbajio.com)

Teléfono: (462) 14 5 35 22