



Universidad  
Francisco de Vitoria  
**UFV** Madrid



# Arquitectura y Organización de Computadores

*Sesiones de Laboratorio curso 2019-2020*



Olga Peñalba Rodríguez y Daniel León

# Sesión de laboratorio 1

---

Esta primera sesión está orientada a permitirte un primer contacto con los materiales y herramientas que utilizaremos en el desarrollo de los ejercicios y proyectos de esta parte de la asignatura.

A diferencia del resto de sesiones, esta será totalmente guiada, seguirás los pasos que te vaya indicando durante la clase, aunque todavía no comprendas bien alguno de ellos. Perseguimos tener una visión global de cómo trabajaremos en el laboratorio, no tanto empezar a desentrañar los misterios de la programación de bajo nivel.

## Objetivos

Los principales objetivos que se persiguen en esta sesión son:

- Conocer el sistema hardware (placa USB PIC School) que se utilizará para el desarrollo de los ejercicios y proyectos. En concreto, aprenderás a conectar y verás el funcionamiento del teclado y el display LCD.
- Instalar en tu equipo el entorno integrado de desarrollo proporcionado por el fabricante del microcontrolador (PIC16F886), Microchip.
- Conocer el entorno de desarrollo (herramientas software), tanto para la edición y ensamblado (MPLAB X IDE) como para el grabado y depuración (PicKit-2)
- Conocer el proceso completo de creación de programas y proyectos en ensamblador para este sistema: edición – ensamblado – grabación – verificación.
- Conocer el funcionamiento de la placa y el alcance de los proyectos que se pueden crear con los dispositivos periféricos que incorpora.
- Conocer las directrices y comprobaciones de seguridad para evitar la contención de señales durante nuestras prácticas.
- Distinguir los diferentes manuales disponibles para la asignatura y la utilidad de cada uno.

## Resultados de aprendizaje

Tras la realización de esta sesión de laboratorio, deberás ser capaz de:

- Conectar adecuadamente el teclado al puerto B del PIC
- Conectar adecuadamente la pantalla LCD a los puertos A y B del PIC
- Conectar adecuadamente los leds al puerto B del PIC
- Configurar el entorno MPLAB X IDE para trabajar con el PIC16F886

- Crear un proyecto nuevo en MPLAB X IDE y añadir archivos ya editados
- Verificar la ausencia de contención de señales en la placa (colisiones)
- Seleccionar y configurar el programa de grabación PICKit-2
- Ensamblar y grabar un programa en el de la placa USB PIC School
- Ejecutar y probar un programa cargado en la memoria del PIC de la placa

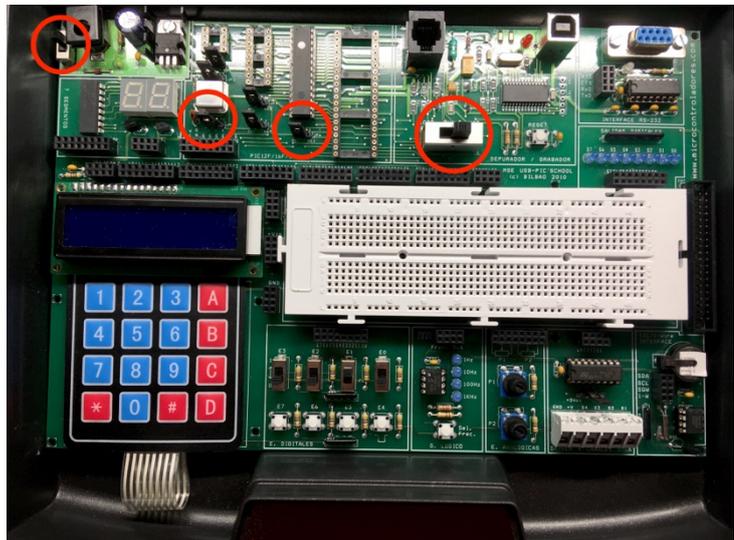
## Desarrollo

Vamos a empezar con un juego, el programa "Adivina el número secreto". Es un programa en ensamblador que utiliza la pantalla LCD y el teclado insertados en la placa USB PIC School.

Para ello, solo tienes que seguir los siguientes pasos (y las explicaciones ofrecidas en clase, que te ayudarán a no perderte en estos inicios):

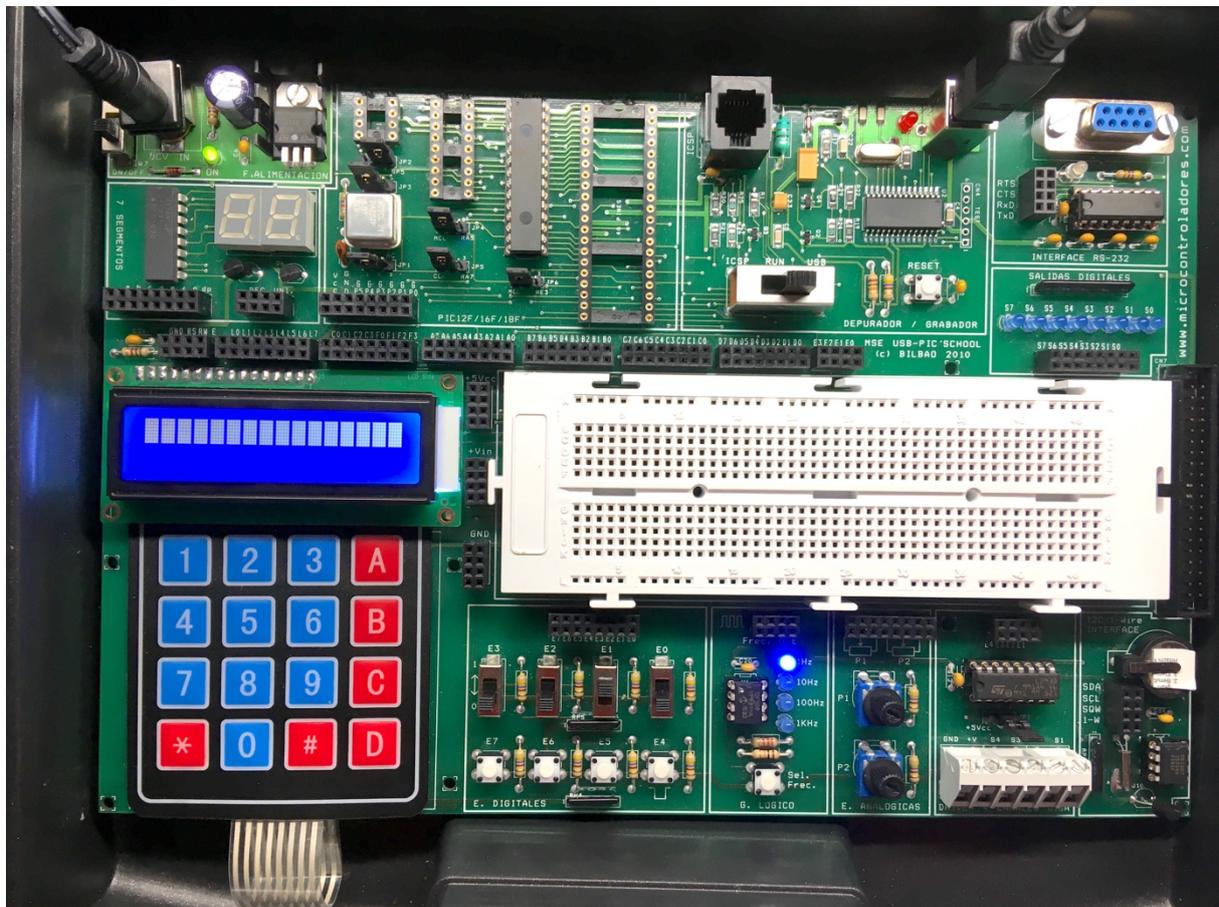
1. Una vez instalado el entorno MPLAB X en tu ordenador, procedemos a conectarlo con la placa de pruebas. Cierra el programa y realiza las siguientes comprobaciones:
  - a. Asegúrate de que la placa se encuentra sin cables de conexión entre sus componentes
  - b. El interruptor del pickit2 está en posición **USB** (hacia la derecha)
  - c. El interruptor de corriente está apagado (hacia arriba)
  - d. El JP1 está colocado en posición 1-2, Oscilador XT
  - e. El JP6 está colocado en posición 1-2, MCLR

La placa debe estar en este estado:



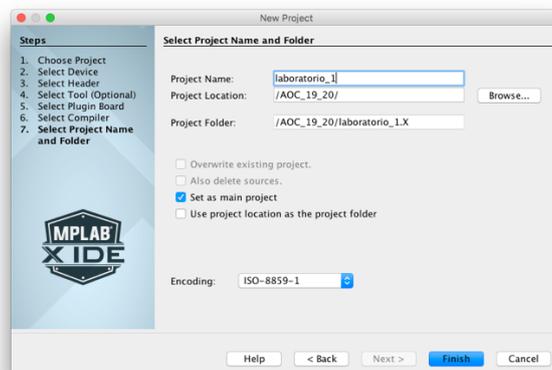
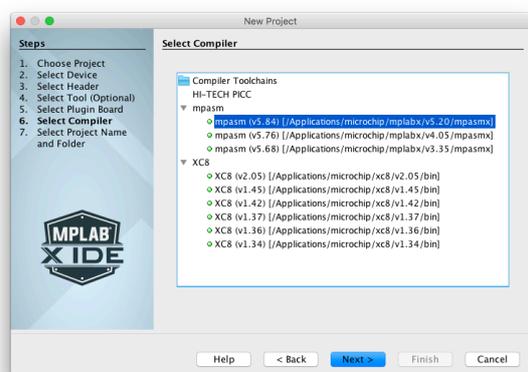
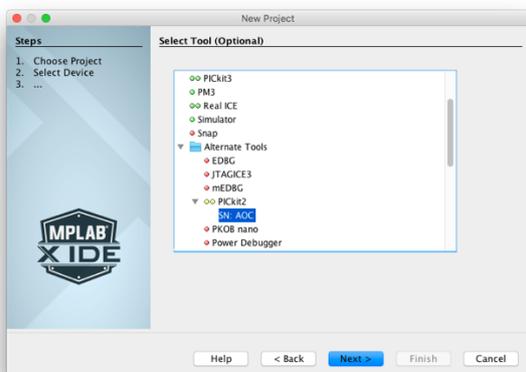
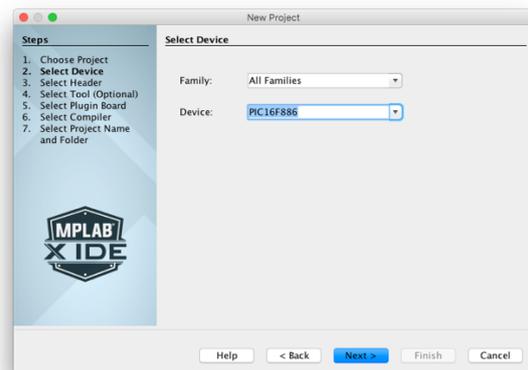
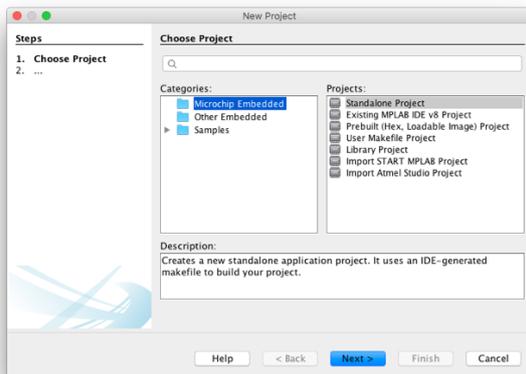
2. Conecta la fuente de alimentación y el cable USB entre la placa y tu ordenador. Y enciende la placa poniendo su interruptor en **on**. Un led verde debe encenderse junto al enchufe de alimentación, la pantalla debe iluminarse

en blanco o con una fila de cuadrados blancos y el generador lógico con un led azul encendido en posición 1Hz.



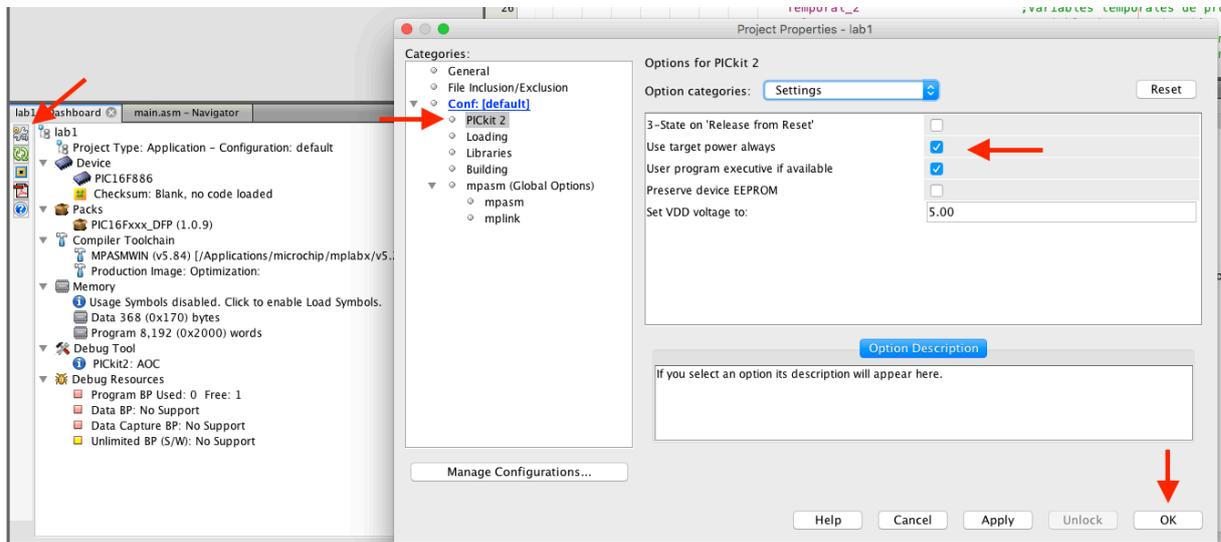
3. Vamos a grabar y probar el programa de test (puedes descargar el código **Adivina.asm** del Aula Virtual, junto con todas las rutinas que necesita, ubicadas en archivos con extensión **inc** (que significa "include").
4. Arranca ahora el MPLAB X IDE que acabamos de instalar. El trabajo en este entorno es siempre por proyectos. Luego para empezar a trabajar necesitas crear un nuevo proyecto, a través del menú **File -> New Project**. Sigue los pasos de alta de proyecto seleccionando proyecto "standalone", dispositivo PIC16F886, Pickit 2 como herramienta (tool) y la versión mayor disponible del ensamblador mpasm. Elige donde quieres guardar tu proyecto y un nombre que no contenga espacios ni caracteres no estándar.

Si no aparece el dispositivo PicKit2, comprueba que has conectado correctamente el cable USB y que el PIC School está encendido.

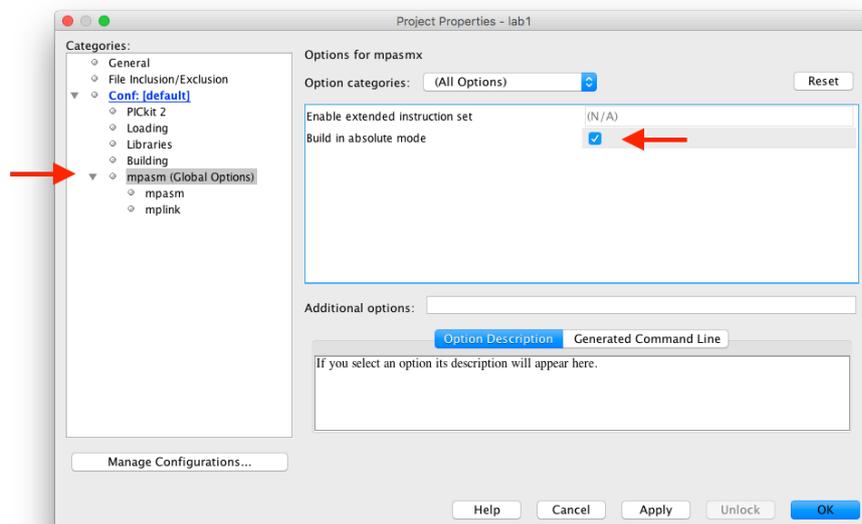


5. Configura la gestión de energía de la herramienta de depuración y programación pickit2. Para ello, selecciona, en el dashboard del proyecto, el icono de configuración. Se abre una ventana de propiedades del proyecto.

Elige PicKit 2 y marca la opción **Use target power always**. Verifica tu nueva configuración con OK.



6. En la misma pantalla de propiedades, selecciona el apartado **mpasm (Global options)** y marca **Build in absolute mode** (esto habrá que hacerlo más adelante). Esto da al programador el control total de la memoria del dispositivo.



7. Tras crear el proyecto, tienes en el panel superior izquierdo el árbol de navegación de archivos fuente del mismo. Inicialmente no existen archivos en el proyecto.

8. Los archivos con código fuente pueden crearse con cualquier editor de texto, como Notepad, aunque el entorno proporciona su propio editor (a través del menú **File->New File** o con el menú contextual del botón derecho se crea un nuevo archivo). De momento, guardaremos siempre con la extensión **.asm**, preferiblemente en la misma carpeta donde se ha creado el proyecto y dentro de la carpeta **Source Files** del proyecto.
9. Creamos un nuevo archivo de tipo **AssemblyFile.asm** con el nombre **main** y copiamos el contenido del fichero Adivinat.asm (copy-paste).
10. Copiamos los archivos **teclado.inc**, **MSE\_Delay.inc** y **lcd4bitsPIC16.inc** a la carpeta del proyecto. Luego, pulsando el botón derecho encima de **Source Files** de MPLABX, seleccionamos **add existing ítem** y añadimos, por selección múltiple, estos tres archivos a nuestro proyecto.
11. Tras añadir el archivo con el código fuente, hay que ensamblarlo para traducirlo a lenguaje máquina (ceros y unos). Para ello selecciona **Production-> [Clean and] Build Main Project**. Existen iconos de acceso directo a estas opciones de compilación, así como teclas asociadas. Si el código está libre de errores, mostrará el mensaje *BUILD SUCCESSFUL*. En otro caso, mostrará *BUILD FAILED*. En ese caso, nos destaca también los errores y la línea en la que se encuentran.
12. Ahora vamos a grabar el programa en la memoria del PIC insertado en nuestra placa.

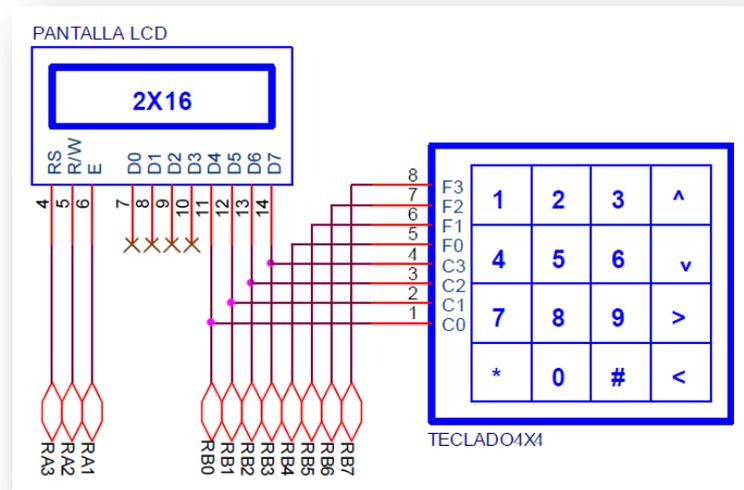
Para ello, en primer lugar, verifica que has configurado la placa en el modo comunicación USB con el PC, situando el conmutador en la posición de la derecha y que está conectada al PC con el cable USB. Comprueba también que la alimentación de la placa está encendida.



13. Para grabar el programa pulsa el icono de *make and program* que se encuentra en la parte superior del IDE. Si todo funciona correctamente, el último mensaje será *Running target...* Si tienes algún fallo, prueba a resetear el programador con el pulsador blanco que está debajo del enchufe USB de la placa.
14. En este punto tenemos nuestro software compilado y cargado en la placa, pero no tenemos conectado el microcontrolador a los dispositivos que necesita nuestro programa: el teclado y la pantalla LCD. [Apaga la placa de pruebas](#) y

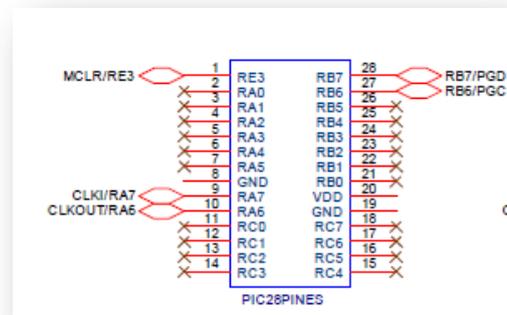


conecta los periféricos al PIC16F886 según se indica en el siguiente esquema (Figura 3-23 del Manual de Usuario del USB PIC School, página 3-30).



Las líneas RAx y RBx (siendo x un número de 0 a 7) se corresponden con las 8 líneas que forman los puertos A y B del PIC, con los que el procesador se comunica con el exterior.

El PIC16F886 tiene un encapsulado de 28 de pines. En la imagen de la derecha (Figura 1-8 del Manual de Usuario del USB PIC School, página 1-7) puede verse la numeración de dichos pines y cuáles se corresponden con las líneas RA y RB (aunque no tendrás que conectar los cables directamente a los pines, la placa dispone de otros puntos de conexión de más fácil acceso).



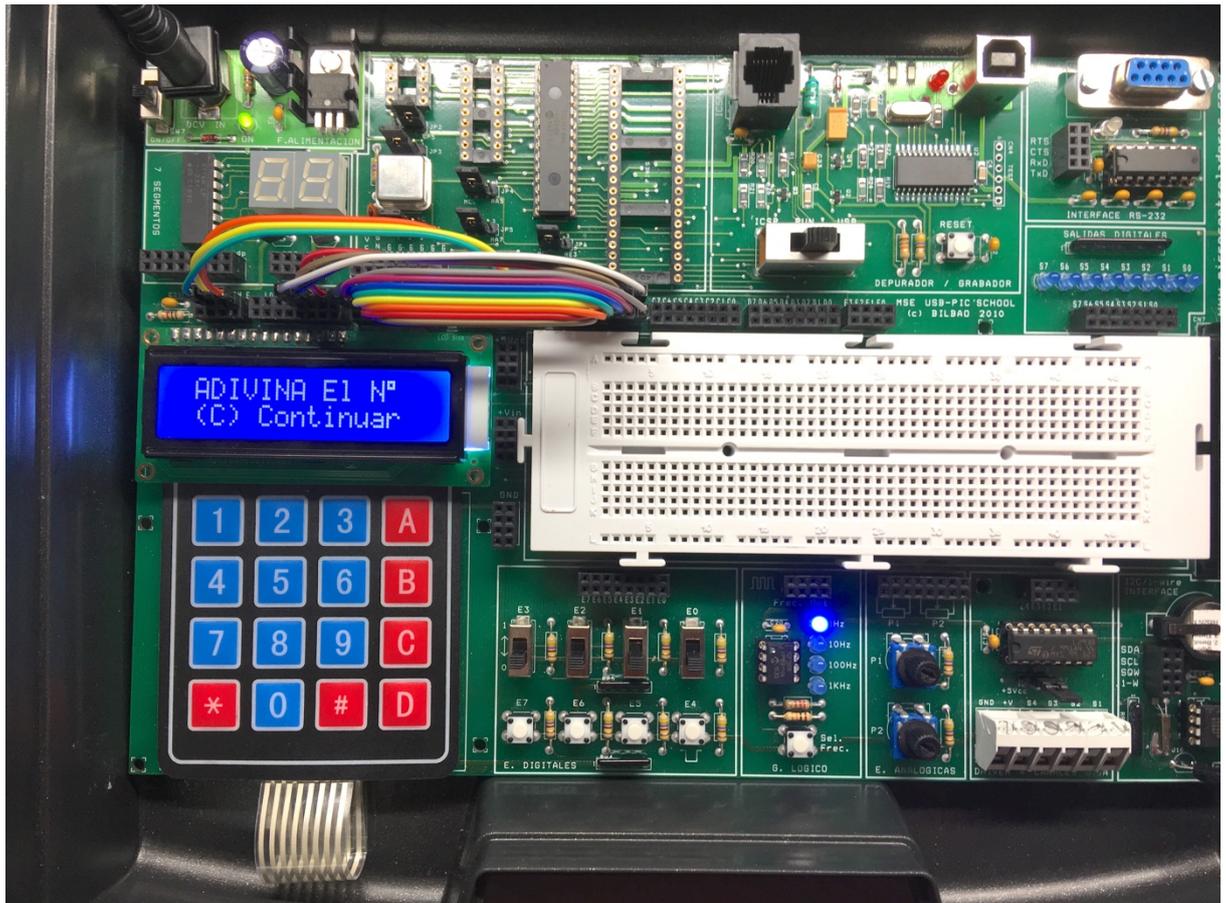
La fila de conectores negros situada justo encima del LCD contiene conectores a las líneas de entrada y salida tanto del LCD como del Teclado como a los puertos A, B y C del PIC.

Ten en cuenta que aunque el esquema muestra D7..D0 para el LCD, en la serigrafía de la placa se indica L7..L0.

15. Aunque para este primer laboratorio no es imprescindible, al estar el código y el diseño hardware ya probado, ahora haremos las comprobaciones de no colisión de señales. Para ello revisaremos que ninguna señal de salida está conectada a otra señal de salida, ni directamente ni a través de un interruptor o pulsador. Para verificar el estado de los pines del microcontrolador, hay que

revisar el estado de los registros TRISA, TRISB y TRISC. Busca en el código dónde se hace referencia a estos registros (normalmente en la inicialización) y comentaremos en clase su significado.

16. Para probar el funcionamiento del programa y el conexionado, cambiar el conmutador de la placa a la posición central (RUN) y encender la placa de pruebas. Ahora, ¡a jugar!



## Ejercicio opcional

Si has completado el anterior proyecto, te sugiero que repitas los pasos con otro programa, para que refuerces los aprendizajes y recuerdes mejor los pasos a dar en las sesiones futuras.

En este caso, se trata de un programa que visualiza sobre cuatro de los leds el código binario de la tecla pulsada. Por ejemplo, si se pulsa el 0, se apagarán todos los leds, si se pulsa el 1, se encenderá el led de la derecha, si se pulsa la # (asociada al número 15) se encenderán los 4 leds, y así para cada tecla pulsada.

Descarga el archivo TeclaBin del Aula Virtual e intenta completar el proceso tú solo. En la siguiente figura se muestran las conexiones necesarias (puedes mantener las mismas conexiones para el teclado que ya tienes en la placa, eliminar las del LCD y conectar las nuevas para los cuatro leds). ¡Suerte!

