

# Diseño y desarrollo de una placa entrenadora del microcontrolador PIC18F45K50

Francisco Javier Mendoza Bautista  
Universidad de Guanajuato  
Departamento de Comunicaciones y Electrónica  
Salamanca/Guanajuato, México  
fj.mendozabautista@ugto.mx

Second Author  
Institution2  
First line of institution2 address  
Second line of institution2 address  
SecondAuthor@institution2.com

## Abstract

*El campo de la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica es pilar en los avances tecnológicos cuyo desarrollo y crecimiento ha sido exponencial en los últimos años. Uno de los principales objetivos que se busca dentro de la Ingeniería Electrónica es resolver tareas diversas de manera eficiente y rápida. En este punto los microcontroladores juegan un papel importante ya que son pequeños y pueden ser programados para que realicen acciones por medio de instrucciones que nosotros deseamos. Si queremos avanzar en el mundo tecnológico se debe preparar para ello, por lo tanto es esencial desarrollar habilidades en el software del microcontrolador y utilizar un hardware que nos permita comprobar el software escrito. En este estudio se presenta una placa de prueba y desarrollo en la que se puede programar un microcontrolador PIC18F4550 o un PIC18F45K50, dejando atrás la manera convencional de unir el microcontrolador con la parte electrónica y dando lugar a la flexibilidad de trabajar con módulos dentro de la placa. El conjunto incluye pantalla tipo OLED, conjunto de leds, teclado matricial, 7 segmentos unificados, bluetooth, conexión wifi, grupo de botones, puerto USB tipo c, buzzer, potenciómetro para el adc, sistema de alimentación externa, módulo de radiofrecuencia y la posibilidad de programar por medio de PIKIT3 o vía USB.*

## 1. Introducción

A medida que la tecnología crece, el plan de estudios y los desafíos en la industria están comprometidos a mantenerse al mismo ritmo, por lo tanto debemos incorporar herramientas que nos permita crecer y desarrollar nuevas tecnologías. No podemos hablar de un origen de las “placas de desarrollo” pero podemos partir de los nuevos productos

que siguen incorporándose día a día. Estos productos permiten el crecimiento en las tecnologías de control y por lo mismo mantenerse al día con el desarrollo de microcontroladores se vuelve un tanto complicado.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. PIC18F45K50

PIC18F45K50 es un circuito integrado programable, también llamado microcontrolador, perteneciente a la familia de PIC18 y que puede ejecutar tareas programadas según sea su aplicación en los distintos sectores: industria, automoción, electrónica de consumo, entre otros.

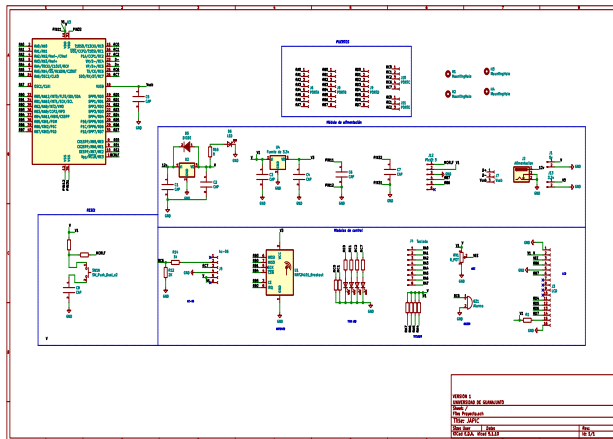
Entre las características a destacar del PIC18F45K50 se encuentran su capacidad para soportar voltajes de operación de 4.2V hasta 5.5V, módulos de comunicación serial UART, A/E/USART, SPI, I<sup>2</sup>C, módulo MSSP (SPI-I<sup>2</sup>C), 13 canales de ADC trabajando a 10 bits, 35 pines I/O disponibles, 2 comparadores análogos, una memoria tipo EEPROM de 256 bytes, memoria flash de 32 kB y frecuencia máxima de 48MHz [1]; suficientes para posicionar a este microcontrolador como uno de los más complejos y preferidos del momento, además de que su precio es considerablemente menor comparado con otros disponibles en el mercado.

### 2.2. Placa entrenadora Versión 1.0

Consistió en el diseño de un circuito de prueba al que denominamos versión 1.0; de inicio se dispuso de un software de uso libre para la automatización del diseño electrónico (EDA) de los diagramas de circuito, los cuales incluyeron los siguientes componentes: un módulo robusto de alimentación, botón RESET, led indicador de alimentación ya

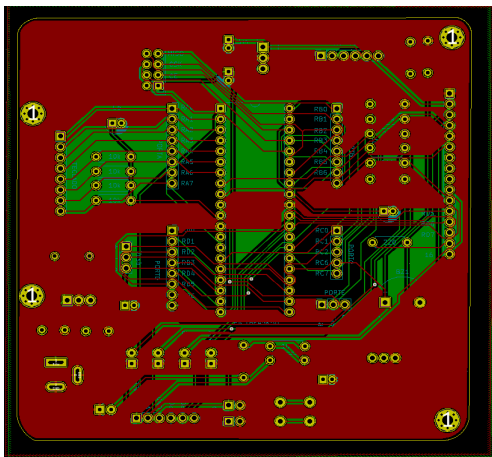
sea vía PIKIT3 o USB, salida por PIN del PIC18F45K50 y módulo de sensores (conformado por HC-06, NRF24L01, 4 leds, teclado, buzzer, y un potenciómetro para regular el brillo de la pantalla LCD).

La primera versión contó con tecnología through hole (THT), favoreciendo las pruebas de fuentes de alimentación a las que se sometieron cada uno de los módulos por separado. Posteriormente, para evaluar su correcto funcionamiento integral, se utilizó un código DEMO para la realización simultánea de pruebas de comunicación vía serial, SPI y  $I^2C$ , como se muestra en la Fig. 1



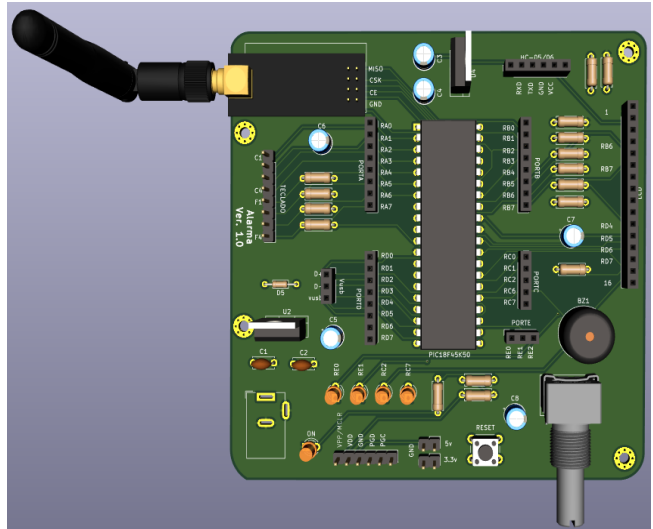
**Figure 1. Diagrama de circuito Verión 1.0**

Después de verificar el procedimiento anterior, se siguió con el dibujo del circuito impreso teniendo como premisa de diseño no exceder un tamaño de 10x10cm a fin de presentar un producto compacto y atractivo, de fácil acceso y uso para el usuario. En la Fig. 2 se muestra el diagrama de circuito impreso propuesto.



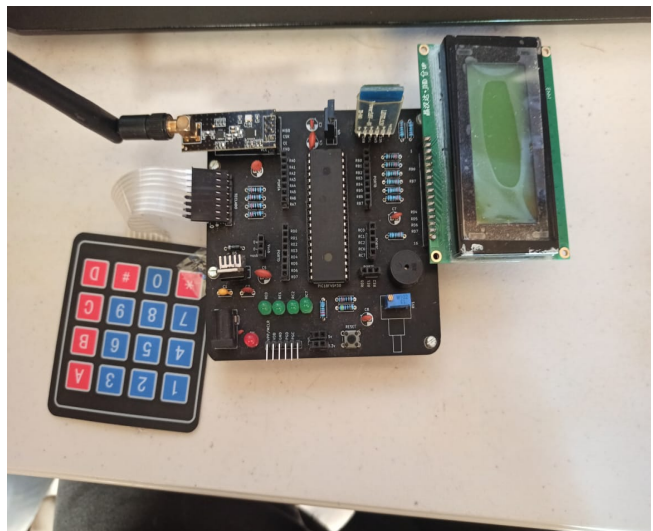
**Figure 2. Diagrama de circuito impreso Verión 1.0**

Como método para evitar errores de diseño al dibujar el circuito impreso, nos apoyamos en la visualización 3D que se puede apreciar en la Fig. 3 y en el estudio minucioso del modelo.



**Figure 3. Modelo 3D de circuito impreso Verión 1.0**

Una vez obtenida la alineación de todos los componentes, se imprimió el diseño del circuito en la placa que resulta en la forma final que se advierte en la Fig. 4

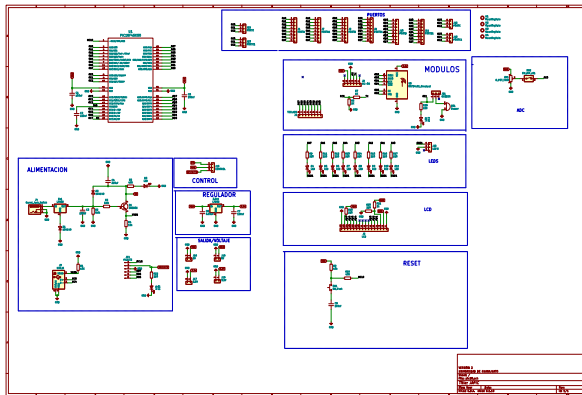


**Figure 4. Placa de desarrollo Verión 1.0**

Gracias a este diseño se comprobó que cada uno de los módulos funcionaba correctamente.

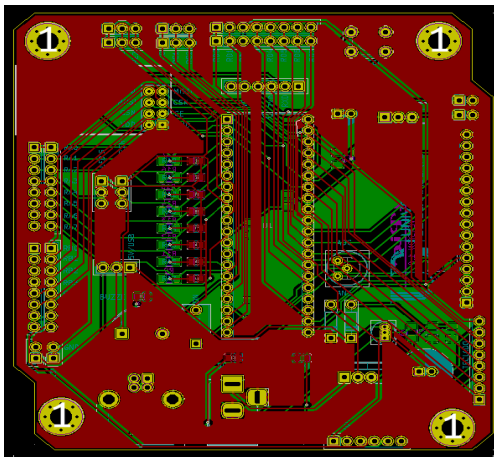
### 2.3. Placa entradora Versión 2.0

Esta nueva versión parte del diseño descrito anteriormente, removiéndose los elementos THT para sustituirlos por tecnología de montaje superficial (SMD); asimismo, se añadieron: 2 salidas por PIN del PIC18F45K50, salidas de 3.3V y 5V, 7leds que cubren el PORTA, un control de leds, un control buzzer, led indicador de activación del buzzer, potenciómetro para ADC, control de ADC y brillo automático en la pantalla LCD. Esta serie de cambios permitieron la Versión 2.0 representada inicialmente en el diagrama de la Fig. 5



**Figure 5. Diagrama de circuito Versión 2.0**

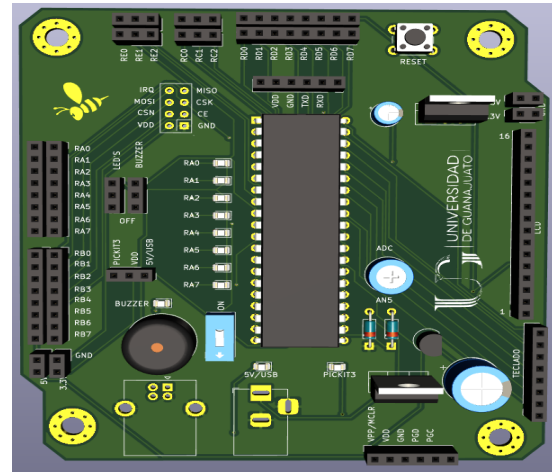
Por consecuencia se ajustó el dibujo del circuito impreso para agregar los nuevos elementos, sin embargo, cabe destacar que las medidas de diseño se redujeron a 9.017cm x 9.906cm como se muestra en la Fig. 8.



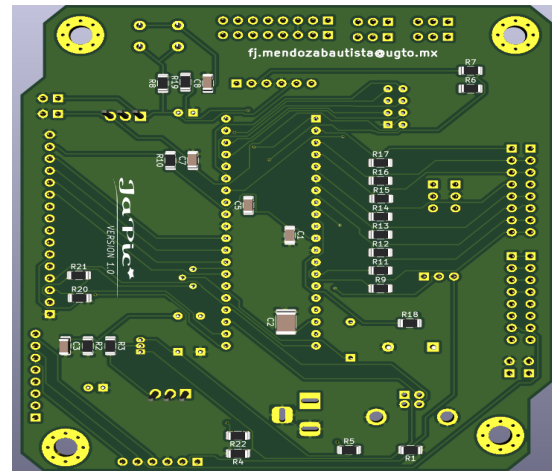
**Figure 6. Diagrama de circuito impreso Versión 2.0**

Nuevamente recurrimos al análisis a partir de un modelo 3D para evitar posibles fallas en el dibujo del circuito

impreso, como se puede apreciar en la Fig.7.

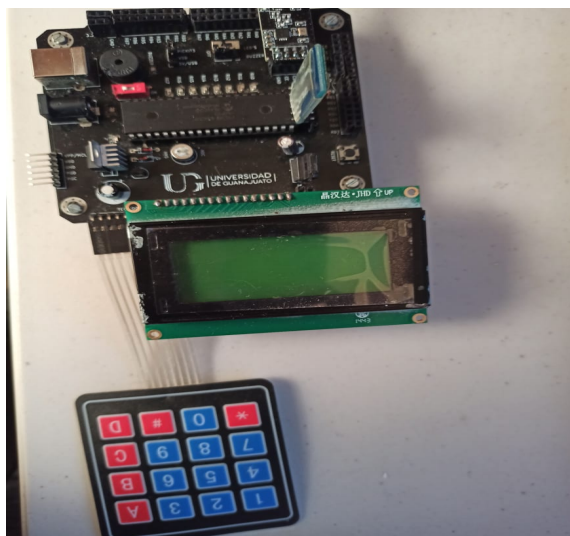


**Figure 7. Modelo 3D de circuito impreso Versión 2.0 capa superior**



**Figure 8. Modelo 3D de circuito impreso Versión 2.0 capa inferior**

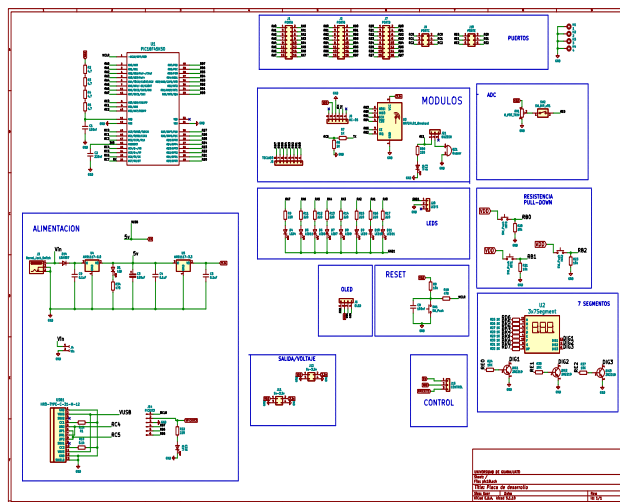
Una vez obtenida la alineación de todos los componentes, se imprimió el diseño del circuito en la placa que resulta en la forma final que se advierte en la Fig. 9



**Figure 9.** Placa de desarrollo Versión 2.0

## 2.4. Placa entradora Versión 3.0

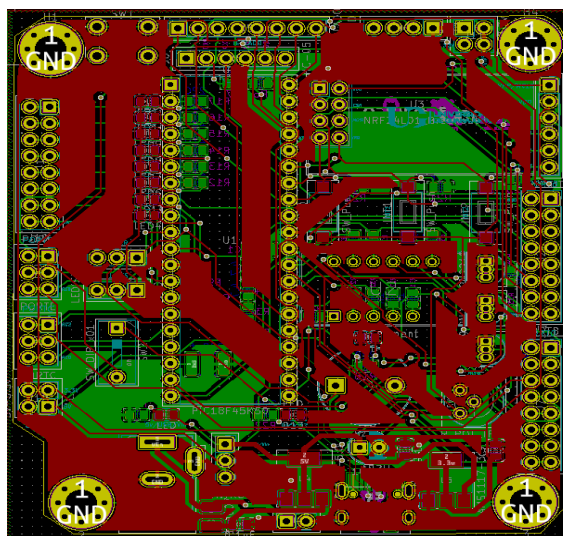
En la tercera y más reciente versión se agregó un puerto USB tipo C, nuevo sistema de alimentación, pantalla OLED, 3 push button para interrupciones, modo de programación con bootloader y 3 display de 7 segmentos unificados; todo esto se dispone en el diagrama de la Fig. 10.



**Figure 10.** Diagrama de circuito Versión 3.0

Continuando con el diseño del circuito impreso, una vez más se consiguió reducir las medidas de construcción de la placa en un 37% aproximado respecto a la versión anterior, quedando de 7.080 x 8.050 cm.

Los componentes de la placa de entrenamiento propuesta en este estudio se describen a continuación en la Fig. 11



**Figure 11.** Diagrama de circuito impreso Versión 3.0

### A. Módulo de Programación

Se agregó una entrada para el PIKIT4, que es el programador oficial que nos proporciona la empresa Microchip. para la familia PIC18; este permite grabar un programa hexadecimal dentro del software del PIKIT3 o en el IDE MPLAB. También se realizaron las conexiones pertinentes para habilitar la programación vía USB.

### B. Conjunto de push button

Se colocó un botón con configuración pull-down por cada interrupción del microcontrolador: *INT0*, *INT1* y *INT2*; en los pines correspondientes a *RB0*, *RB1* y *RB2*, dichas interrupciones son activadas por medio de software.

Las aplicaciones que se le pueden dar a los push button son: interrupciones, modo Bootloader y de uso ordinario.

### C. Display 7 Segmentos unificados

Se conectó en la salida de cada display un transistor NPN en configuración switch para su activación por medio de software. Cada led del 7 segmentos es protegido con la resistencia propuesta por el fabricante. [2].

### D. Buzzer y ADC

Estos dos elementos están conectados en el PORTE, el BUZZER tiene un control de activación que no es más que un jumper puente corto circuito y un led que indica cuando está en funcionamiento. El módulo del ADC está conformado por un Dip switch que controla la conexión a los 5v, para variar el voltaje el módulo cuenta con un potenciómetro.

### E. Módulo de LED's

Está conectado al PORTA y en total son 8 led's. Este



modulo tiene un control de activación formado por un jumper puente corto circuito.

#### F. Módulo bluetooth

Está diseñado para el sensor HC-06 dicho sensor permite la conexión a un smartphone, celular o PC de forma inalámbrica, en cuanto a las conexiones tiene 4 pines: Vcc, GND, TX y RX.

#### G. Módulo de radiofrecuencia

Está diseñado para el sensor NRF24L01 que opera en la banda de 2.4GHz, son muy usados gracias a su funcionalidad, bajo consumo y bajo costo, con respecto a las conexiones tiene 7 pines: GND, Vcc, CE, CSN, SCK, MOSI y MISO.

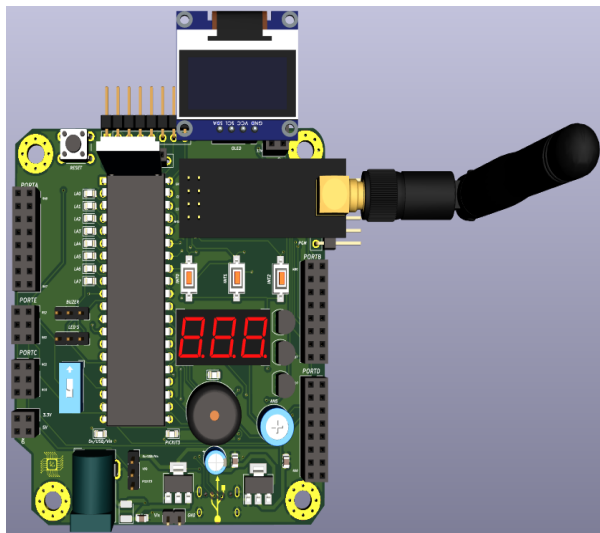
#### H. Teclado matricial 4x4

Es un dispositivo integrado por 4 filas y 4 columnas para un total de 16 teclas. El teclado es de tipo membrana eso permite que el espacio requerido para su instalación sea menor.

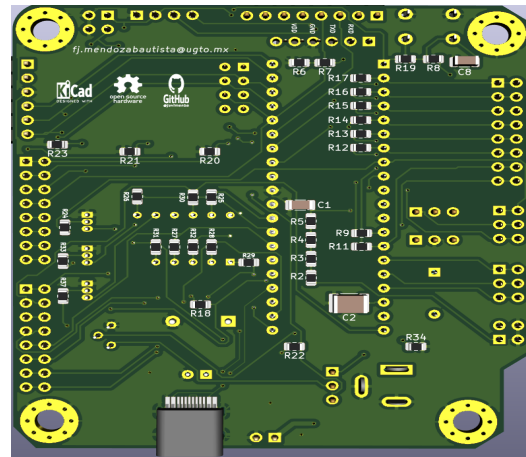
#### I. Pantalla OLED

Este dispositivo vino a suplir las pantallas lcd, ya que son capaces de consumir menos recursos, brindar una imagen mas brillante y nítida además de comunicarse vía  $I^2C$  o SPI.

Luego de tener cada uno de los elementos alineados, se procedió a imprimir el diseño del circuito en la placa y se obtuvo la forma final como se muestra en la figura 13



**Figure 12. Modelo 3D de circuito impreso Versión 3.0**  
capa superior



**Figure 13. Modelo 3D de circuito impreso Versión 3.0**  
capa inferior

### 3. Resultados y discusión

La versión 1.0 fue pensada para cumplir una sola función adaptada a un sistema de alarma, la cuál cumple satisfactoriamente en cuanto a posibles fallas se encontró un sobrecalentamiento en un elemento del módulo de alimentación, el cuál se pudo dar solución realizando una prueba de corto circuito encontrando el origen de la falla en el elemento regulador LM7805, es posible que esta pieza presentará una falla de fabricación por lo tanto se retiró dicho componente y sustituirlo por uno nuevo. En la Fig.12 se puede apreciar un DEMO.

En la versión 2.0 se consiguió agregar más elementos a la vez que se redujo el tamaño de la placa, esto es el resultado de utilizar componentes de montaje superficial (SMD) es decir, manejar elementos más pequeños permite una mejor distribución dentro de una área de trabajo. El tamaño de los encapsulados rectangulares SMD que se utilizo en esta versión fue de 1206( 3.2 x 1.6 mm ), se decidió por este tamaño ya que se consideró que se tendría mayor facilidad en el momento del ensamblaje. En la Fig.13 se puede apreciar un DEMO.

En la versión 3.0 finalmente se optó por reducir el tamaño de los encapsulados rectangulares SMD a 0805( 2.0 x 1.25 mm ) en consecuencia la proporción de tamaño de la placa se redujo aún mas a consideración de la versión 2.0. Se implemento un nuevo sistema de alimentación donde los elementos through hole (THT) que lo conformaban fueron sustituidos por componentes SMD, se cambió el grosor de las pistas en esta sección de la placa para brindar mas vida útil.

Por último con respecto al tamaño del diseño del circuito impreso de la primera versión se logro optimizar el espacio gracias a la tecnología de fabricación de circuitos de doble cara, el porcentaje que se redujo de la versión 1.0 respecto a la versión 3.0 es de 49.5% en otras palabras se convierte en una placa atractiva para sus diferentes uso y campos de trabajo dado que, por su flexibilidad de tamaño se puede implementar en un gran número de áreas que abarcan desde ingeniería, medicina, química, educación, entre otras.

En definitiva se debe motivar a las nuevas generaciones, estudiantes de ingeniería electrónica a profundizar sobre el diseño de circuitos electrónicos y brindarle esas herramientas prácticas para que sean capaces de realizar productos acabados que se convierta en un incremento de la producción de la zona y del país.

*“No hay emoción más intensa para un inventor que ver unas de sus creaciones funcionando”*

**Nikola Tesla**

## **References**

- [1] Microchip. Pic18(l)f2x/45k50 data sheet. *Microchip Technology Inc*, 2012.
- [2] N. F. OPTO. Led digit display. *ELECTRONICS CO, LTD*, 2012.