



# IMPLEMENTACION DE UNA TARJETA DE DESARROLLO ELECTRÓNICA PARA LA ENSEÑANZA EN EL ÁREA DE LOS MICROCONTROLADORES

*Implementation of electronics development card for microcontrollers teaching area*

## **ING. NELSON JAVIER RODRÍGUEZ**

Docente Investigador grupo Tesla  
Escuela Suboficiales Fuerza Aérea  
Colombiana ESUFA

Investigador grupo GIDAM Universidad  
Militar Nueva Granada UMNG

E-mail: [nelsonhenge@hotmail.com](mailto:nelsonhenge@hotmail.com)

Fecha de recepción: 19 de mayo de 2013.

Fecha de aprobación: 24 de mayo de 2013

## **ABSTRACT**

This article shows the theoretical-practical development of an electronics card for teaching of digital electronics, in special of micro-controllers systems. This card has as goal providing the students a tool for the development of practices and labs inside of digital electronics field.

### **Key Words:**

Microcontroller, card of development, self-programming system (APS), USB, PCB, CAD software.

## **RESUMEN**

En este artículo se muestra el desarrollo teórico-práctico de una tarjeta electrónica para la enseñanza de la electrónica digital, en especial de sistemas microcontrolados. Esta tarjeta tiene el fin de darles a los estudiantes una herramienta para el desarrollo de prácticas y laboratorios dentro de la electrónica digital.

### **Palabras claves:**

Microcontrolador, tarjeta de desarrollo, sistema de autoprogramación (APS), USB, PCB, software CAD.

## INTRODUCCIÓN

Los microcontroladores son dispositivos electrónicos programables con unidades funcionales similares a una computadora que permiten mediante un hardware y software especializado realizar infinidad de aplicaciones tanto civiles, industriales y militares. El microcontrolador incluye dentro de un solo circuito integrado las unidades funcionales de un sistema de procesamiento digital como: CPU, memoria y unidades o periféricos de entrada y/o salida, módulos de comunicaciones.

Figura 1. Microcontroladores de montaje superficial(SMD) y Through-hole [1].

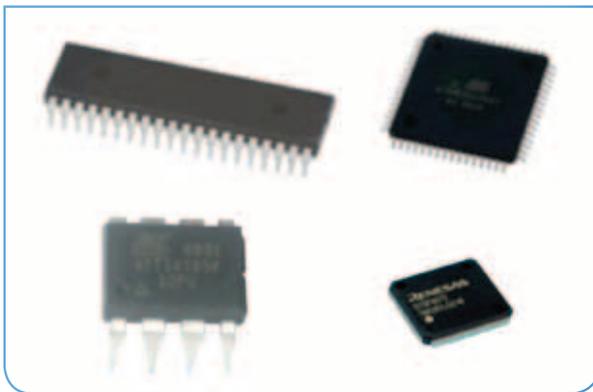
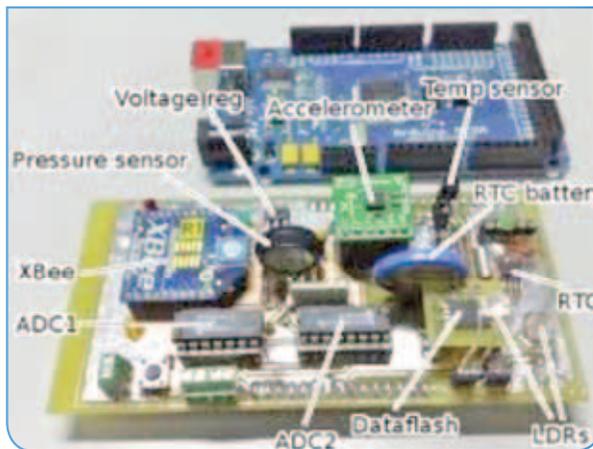


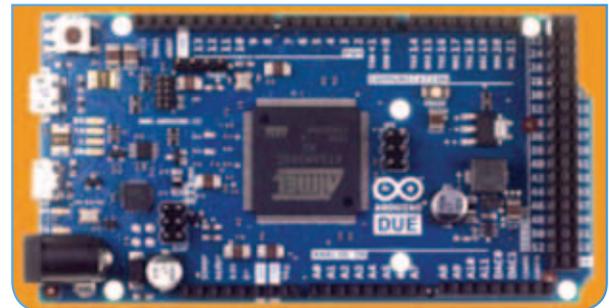
Figura 2. Algunos sensores y periféricos utilizados en un sistema electrónico digital.



Como en una aplicación electrónica típica usualmente se requiere leer y procesar la información analógica

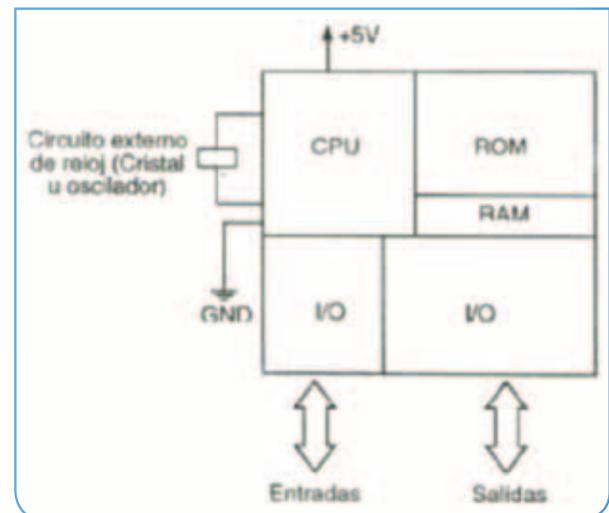
y/o digital de sensores (temperatura, presión, voltaje, corriente) y visualizarla por ejemplo en un display, o enviarla por internet, un microcontrolador sería el dispositivo electrónico encargado de realizar estas tareas de procesamiento digital, ya que en su mayoría los sensores y transductores no realizan ningún procesamiento digital sobre la variable física medida.

Figura 3. Microcontrolador como “cerebro” de procesamiento de un sistema electrónico digital [1].



## ESTRUCTURA FUNCIONAL DE UN MICROCONTROLADOR

Figura 4. Diagrama de bloques funcional de un microcontrolador [2].



En los microcontroladores tenemos bien diferenciadas los siguientes diagramas funcionales:

**CPU (Central Processor Unit) [3].** Unidad de procesamiento central que se encarga de ejecutar las instrucciones del programa que está almacenado en la memoria ROM.

**ROM (Read Only Memory) (Actualmente memoria flash) [3].** Memoria ROM de solo lectura donde se encuentra almacenado el programa que contiene las instrucciones que debe ejecutar el microcontrolador. Es análogo al disco duro de un computador (almacena los programas). Este tipo de memoria usualmente no se puede alterar durante el funcionamiento del programa. Si el microcontrolador se desenergiza (apaga), este tipo de memoria retiene la información guardada en él (no se borra). En un computador la memoria ROM o disco duro tiene capacidades del orden de gigabytes (GB), próximamente terabytes (TB), mientras que en un microcontrolador encontramos tamaños de memoria ROM máximo de 128 kilobytes (KB).

**RAM (Random Access Memory) [3].** Memoria de acceso aleatorio aunque hay una mejor definición (Read and memory) leer y grabar, esta memoria permite almacenar variables utilizadas en el procesamiento de datos durante la ejecución del programa. En un computador encontramos memorias RAM de alrededor de unas cuantas gigabytes, mientras que en un computador encontramos máximo 4kB para microcontroladores habituales.

**Circuito Oscilador.** Debido a que el microcontrolador efectúa las instrucciones de programa en forma secuencial, requiere para funcionar una señal de reloj (clk) la cual le da a su lógica secuencial la velocidad o frecuencia de funcionamiento. En un computador PC la velocidad de procesamiento está alrededor de los Gigahertz, lo que permite velocidades de procesamiento del orden de cientos o miles de MIPS (Millones de instrucciones por segundo), mientras que en un microcontrolador habitual tenemos velocidades de máximo 30 MIPS.

**Periféricos de entrada y/o salida (I/O lines).** Para que el microcontrolador sea útil en aplicaciones reales, es

necesario que este se comunique con el “mundo exterior”, es decir que el microcontrolador se podrá conectar dependiendo de la aplicación a dispositivos de entrada y/o salida como:

#### Entradas:

**Sensores.** Temperatura, presión, humedad, capacidad, giróscopos, inductancia, acelerómetros.

**Pulsadores.** Los pulsadores permiten a operadores humanos activar ciertas funcionalidades en los sistemas como las aeronaves.

#### Salidas:

Las salidas permiten indicar eventos, o activar o no cargas AC o DC, dentro de estas salidas tenemos:

**Leds.** El microcontrolador podrá indicar por medio de leds el estado de ciertos eventos, por ejemplo si una alarma de temperatura elevada.

**Displays.** Los displays permiten la visualización alfanumérica de información como variables numéricas (temperatura, velocidad, altitud...) y variables textuales como informaciones de ciertos procesos.

*Figura 5. Displays utilizados en una aeronave de combate.*



Para el control de una aeronave el piloto debe conocer muchas variables físicas como temperatura de las toberas, velocidad del viento, altitud, velocidad del motor, yaw, pitch, etc, esta información se la muestran los displays o pantallas colocados en la cabina, detrás

de esta información vital se encuentran los sistemas electrónicos digitales como son los microcontroladores los cuales procesan la información de los sensores y la muestran al piloto.

**Relés y dispositivos de estado sólido.** Estos permiten la activación o no de cargas AC o DC según se requiera, dentro de este tipo de cargas tenemos como ejemplo:

- Motores.
- Lámparas halógenas, fluorescentes o led.
- Actuadores hidráulicos o neumáticos.

Aunque la capacidad de procesamiento de un microcontrolador comparado con un computador es menor, este ha permitido avances importantes en el ámbito industrial y militar, por ejemplo el sistema de control de vuelo del Apolo en el vuelo en el que se colocó un hombre en la luna era comandado por un microcontrolador de 8 bits, que para esa época era un gran avance.

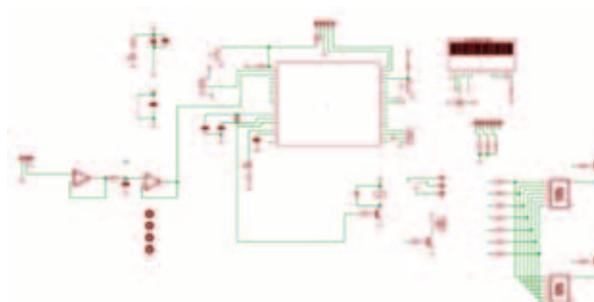
## FASES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TARJETA DE DESARROLLO

- Reunión de requerimientos.
- Diseño y desarrollo esquemático o plano eléctrico.
- Diseño de la tarjeta PCB.
- Fabricación de la tarjeta PCB.
- Ensamble de la tarjeta.
- Pruebas.
- Desarrollo de laboratorios y prácticas de electrónica digital.

**Reunión de requerimientos.** en esta etapa se definen los periféricos de entrada y salida que va tener la tarjeta.

**Diseño y desarrollo esquemático o plano eléctrico.** en esta fase se utiliza un software CAD o de diseño asistido por computador, en el cual se harán las conexiones eléctricas necesarias para la tarjeta de desarrollo.

Figura 5. Esquemático tarjeta de desarrollo.



### Diseño de la tarjeta PCB:

Figura 6. Diseño CAD PCB

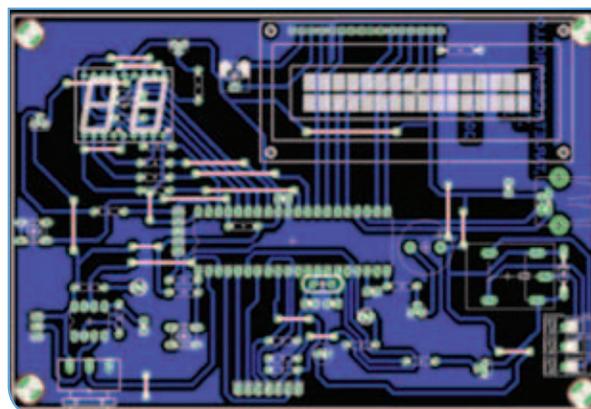


Figura 7. Estudiantes de TEA en la etapa de diseño del PCB.



**Fabricación de la tarjeta PCB.** en esta etapa se realiza la fabricación de la tarjeta PCB (Printed Circuit Board), existen varios métodos como foto-termotransferible, o la

utilización de la máquina de prototipado rápido la cual dispone la escuela de suboficiales de la fuerza aérea:

*Figura 8. Máquina de fabricación de prototipado rápido PCB en la escuela de suboficiales de la fuerza aérea FAC.*



*Figura 9. Etapa ensamble de la tarjeta, estudiantes TSA.*



## LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN UTILIZADO PARA PROGRAMAR LA TARJETA DE DESARROLLO

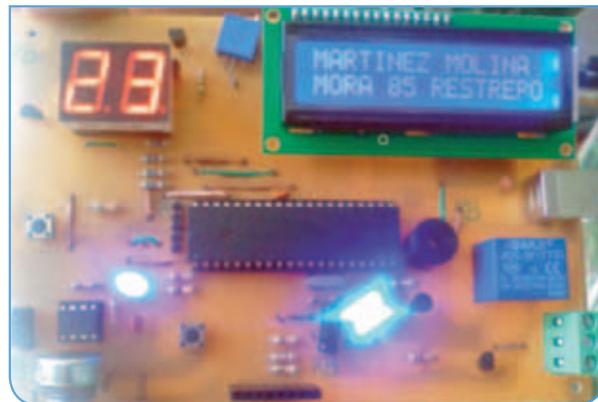
Existen muchos lenguajes de programación para implementar soluciones con microcontroladores como el lenguaje de máquina, el lenguaje assembler entre otros, el más aceptado a nivel mundial es lenguaje C. Este lenguaje es un estándar de programación, las diferentes empresas fabricantes de microcontroladores como Atmel, ARM, Freescale, Microchip, NXP, ST, Philips, etc entre otras

lo han elegido como lenguaje de programación nativo por lo cual no se recomienda utilizar otros lenguajes de programación.

El lenguaje de programación Assembler o ensamblador es un lenguaje de excelente, pero a nivel de implementación retrasa en tiempo la puesta en marcha de un proyecto, la curva de aprendizaje es más larga comparado con el lenguaje C, por ejemplo el lenguaje C tiene implementadas librerías para el control de periféricos y demás.

Pruebas y desarrollo de laboratorios y prácticas de electrónica digital:

*Figura 10. Pruebas y desarrollos de prácticas en la tarjeta implementada.*



Esta tarjeta además tiene implementada la función de auto programación, lo que le permite ser programada desde los computadores de los estudiantes sin necesidad de un hardware o programador adicional.

## COMPETENCIAS QUE SE PRETENDE DESARROLLAR EN LOS ESTUDIANTES CON LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTA TARJETA DE DESARROLLO

- Comprender el funcionamiento y la forma de conectar periféricos de entrada como sensores, potenciómetros, comunicación serial y de salida como displays LCD y 7 segmentos.

- Conocer e implementar los métodos de fabricación de tarjetas PCB.
- Operar las herramientas de soldadura como cautín, estaño, flux, etc.
- Implementar buenas técnicas de manejo del equipo de laboratorio como pinzas, cortafíos, manejo de multímetro digital, osciloscopio, etc.
- Programar en el lenguaje de alto nivel C.
- Diagnosticar y solucionar fallas en sistemas electrónicos digitales.
- Dar soluciones a problemas tecnológicos en el ámbito de la aviación y la electrónica en general.

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la profesora Alicia Martínez a la profesora Patricia Cadena por su apoyo para la elaboración de artículos para la revista Tecnoesufa y al TS. Omar Morales, Capitán Sierra y demás jefes de las tecnologías por su apoyo a las actividades de investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] [https://www.google.com.co/search?q=microcontroladores+imagenes&bav=on.2,or.r\\_cp.r\\_qf.&bvm=bv.48175248,d.dmg&biw=1905&bih=949&um=1&ie=UTF-8&hl=es-419&tbm=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=R\\_fCUbyHG47Q9gTKooDwCQ,»](https://www.google.com.co/search?q=microcontroladores+imagenes&bav=on.2,or.r_cp.r_qf.&bvm=bv.48175248,d.dmg&biw=1905&bih=949&um=1&ie=UTF-8&hl=es-419&tbm=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=R_fCUbyHG47Q9gTKooDwCQ,») [En línea].
- [2] A. M. J.M. Angulo Usategui, *Microcontroladores PIC: Diseño práctico de aplicaciones*, McGraw Hill, 2006.
- [3] J. M. A. U. E. Martín Cuenca, *Microcontroladores Pic*, Paraninfo, 2001.
- [4] F. E. V. Pérez, *Microcontroladores: Fundamentos y Alfaomega*, 2007.