

# Comunicación UART de la PC con la Plataforma Interactiva Creada, Basada en la Tarjeta de Desarrollo AVR BUTTERFLY a Través del Puerto Serie RS232. (Enero 2012)

Frank Benalcázar<sup>(1)</sup>, Jorge Arévalo<sup>(2)</sup>, Carlos Valdivieso<sup>(3)</sup>  
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación<sup>(1)(2)(3)</sup>  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)<sup>(1)(2)(3)</sup>  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral, Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador<sup>(1)(2)(3)</sup>  
fbenalca@fiec.espol.edu.ec<sup>(1)</sup>, jarevalo@fiec.espol.edu.ec<sup>(2)</sup>, cvaldiv@fiec.espol.edu.ec<sup>(3)</sup>

## Resumen

*Este artículo tiene como objetivo de mostrar el funcionamiento de la comunicación UART, a través del puerto serie del computador hacia la plataforma interactiva creada, que está basada en el kit de desarrollo Avr Butterfly, la cual va permitir verificar los recursos disponibles en la comunicación UART y desarrollar muchos proyectos, el Kit de desarrollo consta de un micro-controlador integrado el Atmega169, de una pantalla LCD, de un Joystick que nos permite la interacción con la tarjeta y de otra funciones muy optimas para la realización de proyectos.*

*Para la realización del proyecto se utiliza el Kit AVR Butterfly, que posee un ATmega 169, que fue programado en el entorno de AVR Studio 4 con compilador GCC, para la utilización del joystick y la transmisión correspondiente de la instrucción.*

**Palabras claves:** AVR Butterfly, Plataforma Interactiva, Comunicación UART.

## Abstract

*This article aims to show the operation of the UART communication through the computer serial port to the interactive platform created, which is based on the AVR Butterfly development kit, which will allow verification of communication resources UART and development of many projects, the development kit consists of an integrated microcontroller Atmega169, an LCD screen, a joystick that allows interaction with the card and other functions for the implementation of projects.*

*For this project the AVR Butterfly kit, was used which an ATmega 169 that was has programmed in AVR Studio4 environment with a communication function GCC compiler, using of the joystick and the corresponding transmission of the instruction.*

**Keywords:** AVR Butterfly, Platform Interactive, UART Communication.

## I. INTRODUCTION

EL corazón del sistema de comunicaciones serie es la UART, acrónimo de Universal Asynchronous Receiver-Transmitter. Es un chip cuya misión principal es convertir los datos recibidos del bus del PC en formato paralelo, a un formato serie que será utilizado en la transmisión hacia el exterior. También realiza el proceso contrario: transformar los datos serie recibidos del exterior en un formato paralelo entendible por el bus. [8]

Para la realización de este proyecto se ha creado una plataforma interactiva que nos permite apreciar el funcionamiento de los recursos disponibles en la comunicación UART, en este artículo vamos a tratar todo lo relacionado a la comunicación UART, su importancia, sus principales características, el modo de establecer la comunicación y los principales fabricantes de Micro-controladores.

Se utiliza dos softwares muy funcionales, los cuales son el Avr Studio 4 de la misma fabricante del Avr Butterfly la Cía. Atmel este software lo utilizamos para la programación en lenguaje C y ensamblador, además de el Proteus 7.0 el cual nos permite simular nuestro proyecto de una forma animada y verificar su funcionamiento.

Las UART o USART se diseñaron para convertir las señales que maneja la CPU y transmitir las al exterior. Las UART deben resolver problemas tales como la conversión de voltajes internos del DCE (Data Communication Equipment) con respecto al DTE (Data Terminal Equipment), gobernar las señales de control, y realizar la transformación desde el bus de datos de señales en paralelo a serie y viceversa. Debe ser robusta y deberá tolerar circuitos abiertos, cortocircuitos y escritura simultánea sobre un mismo pin, entre otras consideraciones.

## II. IMPORTANCIA DE LA COMUNICACIÓN UART

La UART es un dispositivo programable en el que pueden establecerse las condiciones que se utilizarán para la transmisión (velocidad, paridad, longitud y bits de parada). En los primeros PCs, eran circuitos integrados 8250 de National Semiconductor (un chip de 40 patillas DIP -Dual-In-Line-), pero se han ido utilizando otros a lo largo de la evolución del PC.

Este periférico está presente en casi cualquier micro-controlador, normalmente en forma de UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) o USART (Universal Sincronos Asynchronous Receiver Transmitter) dependiendo de si permiten o no el modo sincrónico de comunicación.

El destino común de este periférico es la comunicación con otro micro-controlador o con una PC y en la mayoría de los casos hay que agregar circuitos externos para completar la interfaz de comunicación. La forma más común de completar el puerto serie es para comunicarlo con una PC mediante la interfaz EIA-232 (más conocida como RS-232), es por ello

que muchas personas se refieren a la UART o USART como puerto serie RS-232, pero esto constituye un error, puesto que este periférico se puede utilizar para interconectar dispositivos mediante otros estándares de comunicación. En aplicaciones industriales se utiliza preferiblemente RS-485 por sus superiores alcances en distancia, velocidad y resistencia al ruido.

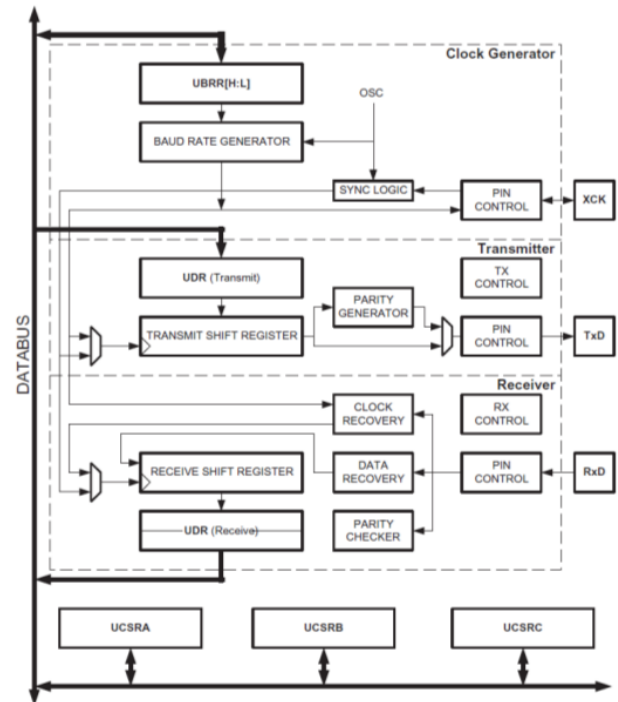


Fig. 1. Diagrama de bloques de la UART.

Cuando se requiere conectar un micro-controlador (con señales típicamente entre 3.3 y 5 V) con un puerto RS-232 estándar se utiliza un driver de línea, típicamente un MAX232 o compatible, el cual mediante dobladores de voltaje positivos y negativos permite obtener la señal bipolar (típicamente alrededor de +/- 6V) requerida por el estándar.

El correcto funcionamiento y velocidad de la UART es fundamental para las comunicaciones serie; con independencia de la velocidad del módem, la comunicación no podrá ser más rápida que la que permita la UART.

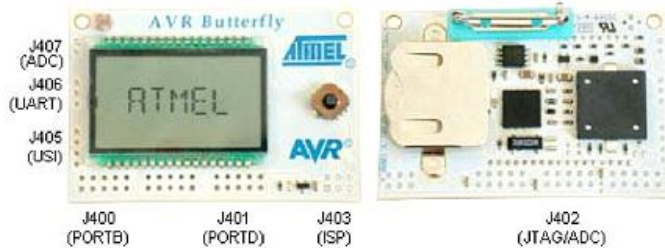
### A. CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNICACIÓN USART DEL ATMEGA169

La USART o Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter; Fig. 1, es un dispositivo de comunicación serial altamente flexible, sus principales características son:

- Operación Full Duplex
- Registros de transmisión y recepción independientes
- Operación síncrona o asíncrona

- Generador de BaudRate de alta resolución
- Detección de error
- Filtro de ruido
- Modo de comunicación multiproceso
- Doble velocidad en modo de comunicación asíncrono.

El manejo de la comunicación serial presenta muchos beneficios, entre los que destacan, el control de sistemas a través de la computadora realizando cálculos complejos,



**Fig. 2. Conectores del AVR Butterfly para acceso a periféricos**

Visualizando y graficando datos, entre otros. Es importante destacar que también existen muchos programas aparte de la Hyperterminal los cuales pueden entablar comunicación serial con el micro-controlador, programas como MatLab, LabVIEW, TeraTerm entre otros.

### B. CONECTORES DEL AVR BUTTERFLY

Algunos de los pines de I/O del micro-controlador ATmega169 están disponibles en los conectores del AVR Butterfly. Estos conectores son para comunicación, programación y entrada al ADC del ATmega169. En la Fig 2. se puede apreciar los conectores del AVR Butterfly.

### C. DISTRIBUCION DE PINES PARA LA COMUNICACIÓN SERIAL ENTRE EL AVR Y LA PC

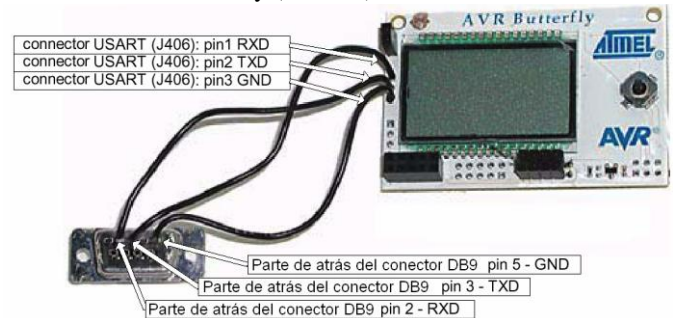
La comunicación con la PC requiere de tres líneas: TXD, RXD y GND. TXD es la línea para transmitir datos desde la PC hacia el AVR Butterfly, RXD es la línea para recepción de datos enviados desde el AVR Butterfly hacia la PC y GND es la tierra común. En la Tabla 1, se observa la distribución de los pines para la comunicación serial, a la izquierda los pines del AVR Butterfly y a la derecha los pines del conector DB9 de la PC.

**TABLA. 1.**

AVR Butterfly UART	COM2
Pin 1 (RXD)	Pin 3
Pin 2 (TXD)	Pin 2
Pin 3 (GND)	Pin 5

**Distribución de pines, AVR Butterfly vs. PC**

En la Fig. 3 se observa cómo se debe hacer el cableado para la comunicación, a través de la interfaz serial RS-232, entre el AVR Butterfly y la PC. A la izquierda se aprecia un conector DB9 hembra soldado a los cables que se conectan a la interfaz USART del AVR Butterfly (derecha).



**Fig. 3. Conexiones para interfaz USART del AVR Butterfly**

## III. RECURSOS DE HARDWARE Y SOFTWARE DEL MICROCONTROLADOR ATMEL AVR

### INTRODUCCION

ATMEL fabrica los micro-controladores de la familia AVR, esta nueva tecnología proporciona todos los beneficios habituales de arquitectura RISC (Reduced instruction set computer) y memoria flash reprogramable eléctricamente. La característica que los identifica a estos micro-controladores de ATMEL es la memoria flash y eeprom que incorpora. AVR compete con varias familias de micro-controladores bien establecidas en el mercado, tales como 8051 de Intel, 68HC11 de Motorola y la familia PIC de Microchip. La firma también produce y vende varios subproductos de la popular familia 8051 con la diferencia de que están basados en la memoria flash.

Adicionalmente, ATMEL también proporciona en línea el entorno software (AVR estudio) que permite editar, ensamblar y simular el código fuente. Una vez ensamblado y depurado el código fuente del programa, se transferirá el código máquina a la memoria flash del micro-controlador para esto se debe disponer de otro entorno de desarrollo para programar en forma serial o paralelo la memoria flash.

A continuación se va a tratar sobre los recursos de hardware y software disponibles en la familia de microcontroladores de ATMEL, tales como Avr Studio 4, WinAvr, Avr Butterfly, las principales características del hardware y el firmware, además del Proteus que es una herramienta de software muy necesaria para la simulación de los proyectos.

### AVR STUDIO 4

AVR Studio es un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) para escribir y depurar aplicaciones AVR en el entorno de Windows 9x/Me/NT/2000/XP/7. Ver Fig.4.

AVR Studio 4 soporta varias de las fases por las cuales se atraviesa al crear un nuevo producto basado en un micro-

controlador AVR. Las fases típicas son:

- La definición del producto. El producto que debe crearse se define basándose en el conocimiento de la tarea que se quiere resolver y la entrada que tendrá en el mercado.

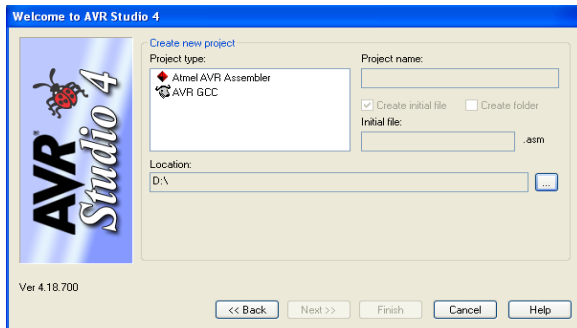


Fig.III. Entorno de AVR STUDIO 4

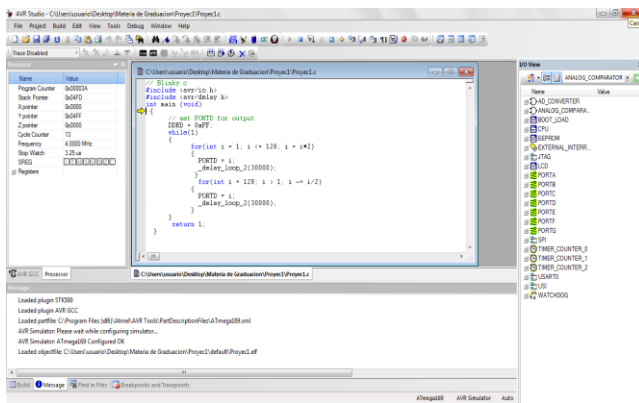


Fig. 5. Ventana Principal IDE

- La especificación formal. Se define una especificación formal para el producto.
- Asignación de la tarea a un equipo. A un equipo del proyecto, que consiste de una o más personas, se le asigna la tarea de crear el producto basándose en la especificación formal.
- El equipo del proyecto pasa por la secuencia normal de diseño, desarrollo, depuración, comprobación, planificación de producción, prueba y embarque.

Como se dijo anteriormente, el AVR Studio es un entorno de Desarrollo Integrado (IDE). Este tiene una arquitectura modular completamente nueva, que incluso permite interactuar con software de otros fabricantes.

AVR Studio 4 proporciona herramientas para la administración de proyectos, edición de archivo fuente, simulación del chip e interfaz para emulación In-circuit para la poderosa familia RISC de micro-controladores AVR de 8 bits.

AVR Studio 4 consiste de muchas ventanas y sub-módulos. Cada ventana apoya a las partes del trabajo que se intenta emprender. En la Fig. 5. se puede apreciar las ventanas principales del IDE.

## WINAVR

La distribución WinAvr, que es una recopilación de programas de software libre diseñados para facilitar las tareas de programación y desarrollo de los microcontroladores Avr. Dicha distribución WinAvr incorpora además del compilador gcc de consola, un editor de texto especialmente diseñado para ayudar al programador y hacer el código más legible mediante su resaltado con colores.

El programador vía puerto serie mprog.exe, que permite transferir el programa compilado, que se encuentra en un archivo llamado main.hex, a la memoria flash del micro-controlador utilizando únicamente un cable de tres líneas.

En pocas palabras WinAVR es un conjunto de herramientas de desarrollo para micro-controladores RISC AVR de Atmel, basado en software de código abierto y compilado para funcionar en la plataforma Microsoft Windows. WinAVR incluye las siguientes herramientas:

- Avr-gcc, el compilador de línea de comandos para C y C++.
- Avr-libc, la librería del compilador que es indispensable para avr-gcc.
- Avr-as, el ensamblador.
- Avrdude, la interfaz para programación.
- Avarice, la interfaz para JTAG ICE.
- Avr-gdb, el depurador.
- Programmers Notepad, el editor.
- MFile, generador de archivo makefile.

## AVR BUTTERFLY

El Kit AVR Butterfly Fig. 2. se diseñó para demostrar los beneficios y las características importantes de los micro-controladores ATMEL. El AVR Butterfly utiliza el micro-controlador AVR ATmega169V, que combina la Tecnología Flash con el más avanzado y versátil micro-controlador de 8 bits disponible.

El Kit AVR Butterfly expone las siguientes características principales:

- ✓ La arquitectura AVR en general y la ATmega169 en particular.
- ✓ Diseño de bajo consumo de energía.
- ✓ El encapsulado tipo MLF.
- ✓ Periféricos:
  - Controlador LCD.
  - Memorias:
    - Flash, EEPROM, SRAM.
    - DataFlash externa.
- ✓ Interfaces de comunicación:
  - UART, SPI, USI.
- ✓ Métodos de programación
  - Self-Programming/Bootloader, SPI, Paralelo, JTAG.
- ✓ Convertidor Analógico Digital (ADC).
- ✓ Timers/Counters:
  - Contador de Tiempo Real (RTC).

- Modulación de Ancho de Pulso (PWM).

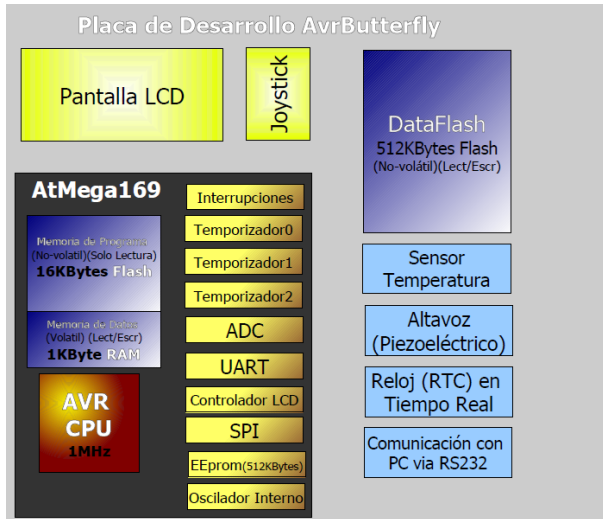


Fig. 6. Diagrama de bloques Avr Butterfly

El AVR Butterfly está proyectado para el desarrollo de aplicaciones con el ATmega169 y además puede usarse como un módulo dentro de otros productos.

#### HARDWARE DISPONIBLE

Los siguientes recursos están disponibles en el Kit AVR Butterfly, tal como se muestra en el diagrama de bloques de la Fig. 6:

- Micro-controlador ATmega169V (en encapsulado tipo MLF).
- Pantalla tipo vidrio LCD de 120 segmentos, para demostrar las capacidades del controlador de LCD incluido dentro del ATmega169.
- Joystick de cinco direcciones, incluida la presión en el centro.
- Altavoz piezoeléctrico, para reproducir sonidos.
- Cristal de 32 KHz para el RTC.
- Memoria DataFlash de 4 Mbit, para el almacenar datos.
- Convertidor de nivel RS-232 e interfaz USART, para comunicarse con unidades fuera del Kit sin la necesidad de hardware adicional.
- Termistor de Coeficiente de Temperatura Negativo (NTC), para sensar y medir temperatura.
- Resistencia Dependiente de Luz (LDR), para sensar y medir intensidad luminosa.
- Acceso externo al canal 1 del ADC del ATmega169, para lectura de voltaje en el rango de 0 a 5 V.
- Emulación JTAG, para depuración.
- Interfaz USI, para una interfaz adicional de comunicación.
- Terminales externas para conectores tipo Header, para el acceso a periféricos.

- Batería de 3 V tipo botón (600mAh), para proveer de energía y permitir el funcionamiento del AVR Butterfly.
- Bootloader, para programación mediante la PC sin hardware especial.
- Aplicación demostrativa pre-programada.
- Compatibilidad con el Entorno de Desarrollo AVR Studio 4.

#### FIRMWARE INCLUIDO

El AVR Butterfly viene con una aplicación pre-programada. Esta sección presentará una revisión de los elementos de esta aplicación.

Los siguientes bloques vienen preprogramados en el AVR Butterfly:

- ✓ Código Cargador de Arranque (BootloaderCode).
- ✓ Código de la Aplicación.
  - ❖ Máquina de Estados
  - ❖ Funciones incluidas:
    - Nombre-etiqueta.
    - Reloj (fecha).
    - Mediciones de temperatura.
    - Mediciones de luz.
    - Lecturas de voltaje.
    - Reproducción de tonadas/melodías.
    - Ahorro de energía automático.
    - Ajuste de contraste del LCD.
  - ❖ Más funciones podrán ser agregadas después, como por ejemplo:
    - Calculadora.
    - Función de recordatorio.
    - Alarma (alarmas diarias, temporizadores para la cocina, etc.).
    - Reproducción de melodías y visualización del texto (función de Karaoke).
    - Con la DataFlash de 4 Mb el usuario podrá almacenar una cantidad grande de datos.

#### PROTEUS

Proteus es una aplicación CAD, compuesta de tres módulos:

- ISIS (Intelligentschematic input sistem): Es el módulo de captura de esquemas.
- VSM (Virtual sistemmodelling): Es el módulo de simulación incluyendo Prospice.
- ARES (Advancedroutingmodelling): Es el modulo para la realización de circuitos impresos (PCB).

El modulo ISIS es un programa que nos permite dibujar sobre un área de trabajo un circuito que posteriormente podremos simular. [6]

En la manipulación del software casi siempre existirán varias opciones para un mismo fin, normalmente podremos optar por seguir un menú, acceder a un icono o trabajar en el teclado.

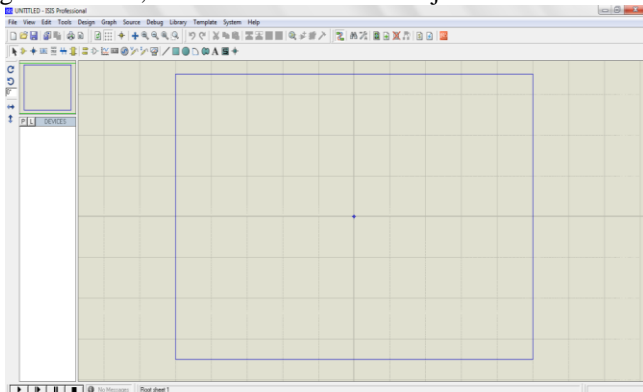


Fig. 7. Ventana de Trabajo de Proteus

El menú permite acceder a la mayor parte de opciones del programa, sin embargo algunas solo están disponibles en los iconos de las barras de herramientas. Las barras de herramientas son varias y se pueden colocar en cualquier parte de la pantalla. El área de trabajo es donde realizaremos nuestros circuitos, ver Fig. 7. [7]

Al abrir Proteus, lo primero que necesitamos es extraer los componentes que se van a utilizar en el circuito, para lo que debemos usar la barra de herramientas de componentes. Para acceder a una librería hay que presionar P que se encuentra en el extremo izquierdo, en las librerías son donde se encuentran los componentes y a partir de aquí se empieza a seleccionar los que necesitamos. Luego de armado nuestro circuito se lo guarda y se lo puede simular.

#### IV. PLATAFORMAS UTILIZADAS PARA DESARROLLAR EL PROYECTO

##### INTRODUCCIÓN

Para desarrollar este proyecto se utilizó dos plataformas que en conjunto nos permitió obtener una plataforma interactiva para realizar la demostración de los principales atributos de la comunicación UART, entre las plataformas que se utilizaron tenemos la estación de trabajo educativa y el conector serial DB9, esto en conjunto con la tarjeta de desarrollo Avr Butterfly forman parte de la plataforma interactiva educativa, además se muestran los enunciados y listados de componentes de los ejercicios que se van a probar en la plataforma interactiva.

##### ESTACION DE TRABAJO EDUCATIVA PARA PRUEBAS EXPERIMENTALES

Es una placa de uso genérico reutilizable, o semipermanente usado para construir prototipos de circuitos electrónicos con o sin soldadura. Normalmente se utilizan para la realización de pruebas experimentales. Además de los protoboard plásticos,

libres de soldadura, también existen en el mercado otros modelos de placas de prueba.

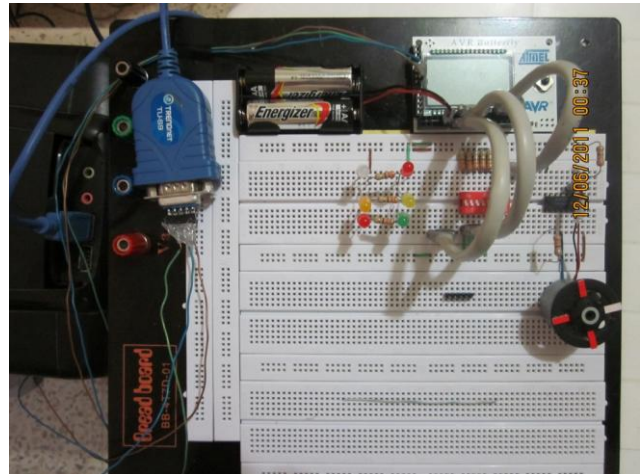


Fig. 8. Plataforma Interactiva

La tableta experimental, es una herramienta que nos permite interconectar elementos electrónicos, ya sean resistencias, capacidades, semiconductores, etc., sin la necesidad de soldar los componentes. Está lleno de orificios metalizados –con contactos de presión- en los cuales se insertan las componentes del circuito a ensamblar.

##### CONECTOR DB9 DEL PC

En los PC's hay conectores DB9 macho (Figura 3.1.2.1), de 9 pines, por el que se conectan los dispositivos al puerto serie. Los conectores hembra que se enchufan tienen una colocación de pines diferente, de manera que se conectan el pin 1 del macho con el pin 1 del hembra, el pin2 con el 2, etc (Fig. 8).

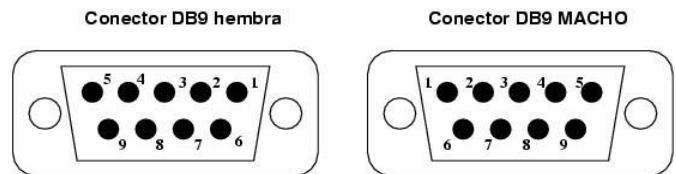


Fig. 8. Conectores DB9.

La información asociada a cada uno de los pines es la siguiente:

TABLA. 2.

Número de pin	Señal
1	DCD (Data Carrier Detect)
2	RX
3	TX

4	DTR (Data Terminal Ready)
5	GND
6	DSR (Data SheetReady)
7	RTS (RequestToSend)
8	CTS (Clear ToSend)
9	RI (Ring Indicator)

Pines de Conector DB9

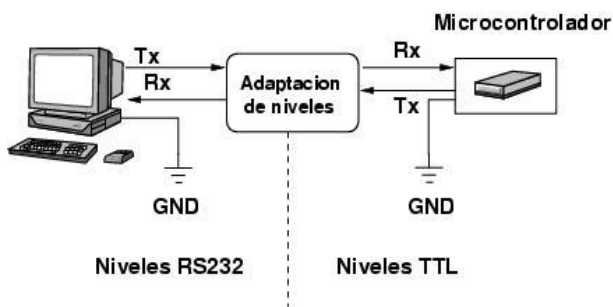


Fig. 9. Esquema de conexión serie

### CONEXIÓN DE UN MICROCONTROLADOR AL PUERTO SERIE DE UNA PC.

Para conectar el PC a un microcontrolador por el puerto serie se utilizan las señales Tx, Rx y GND (Fig. 9). El PC utiliza la norma RS232, por lo que los niveles de tensión de los pines están comprendidos entre +15 y -15 voltios. Los microcontroladores normalmente trabajan con niveles TTL (0-5v). Es necesario por tanto intercalar un circuito que adapte los niveles.

## V. EJERCICIOS

### INTRODUCCIÓN

A continuación vamos a enunciar los ejercicios que serán probados en la plataforma interactiva educativa, la cual va a permitir demostrar el funcionamiento y los recursos disponibles en la comunicación UART.

### ESPECIFICACIÓN

- En los Switchs se podrá seleccionar, activar externamente alguna instrucción para que el Butterfly realice alguna acción en su programación o lo transmita a otro dispositivo externo, los cuales se

pueden presentar en el virtual terminal del computador lo que se vaya a realizar.

- En el Joystick del Butterfly se podrá interactuar, seleccionar y activar funciones que nosotros programemos para cuando estos sean pulsados realicen dicha acción.

### EJERCICIO #1

El Programa transmite un Dato desde la tarjeta AVR BUTTERFLY hacia el computador (Virtual Terminal) Fig.10, este dato se genera de acuerdo al valor que se selecciona en los Switchs y en el joystick. El programa funciona de la siguiente manera:

- En los 5 Switchs se podrá seleccionar las decenas, estas pueden ir desde 0 hasta el 63 en código ASCII, los cuales se representaran en el virtual terminal con su respectivo símbolo.
  - Presionando el botón del centro PUSH se obtiene el número 1.
  - Presionando el botón UP se obtiene el número 2.
  - Presionando el botón DOWN se obtiene el número 3.
  - Presionando el botón LEFT se obtiene el número 4.
  - Presionando el botón RIGHT se obtiene el número 5.

### DIAGRAMA DE BLOQUE

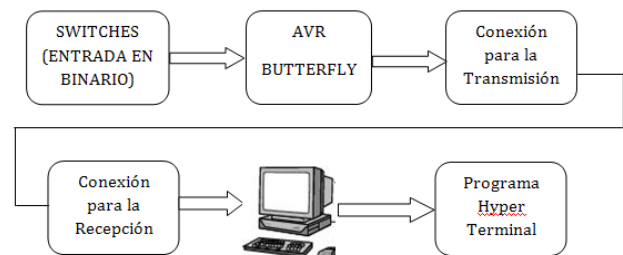


Fig. 10. Diagrama de Bloque.

### SIMULACION DEL PROYECTO

Primeramente se escogen las decenas en los switch, luego se espera hasta seleccionar la posición en el joystick, y dependiendo de esto se transmiten las decenas con las unidades seleccionadas en el joystick en código Ascii hacia la PC. Fig.11.

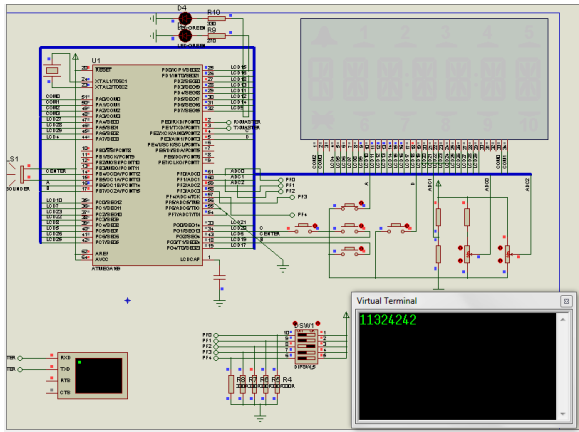


Fig. 11. Simulación del Proyecto.

## EJERCICIO #2

El programa transmite datos desde la tarjeta electrónica AVR BUTTERFLY hasta el computador (Virtual Terminal), Fig. 12. Al comenzar aparece en la pantalla LCD el mensaje “Materia de Graduación”, Fig.13, y posteriormente si interactuamos con el Joystick se transmite el dato que se genera de la siguiente manera:

- ❖ Presionando en el Joystick el botón del centro, aparece en la pantalla LCD la palabra “CENTRO” y se transmite la palabra (CENTRO).
- ❖ Presionando en el Joystick el botón de la Izquierda, aparece en la pantalla LCD la palabra “IZQUIERDA” y se transmite la palabra (IZQUIERDA).
- ❖ Presionando en el Joystick el botón de la Derecha, aparece en la pantalla LCD la palabra “DERECHA” y se transmite la palabra (DERECHA).Fig.15.
- ❖ Presionando en el Joystick el botón de Arriba, aparece en la pantalla LCD la palabra “ARRIBA” y se transmite la palabra (ARRIBA).Fig.14.
- ❖ Presionando en el Joystick el botón de Abajo, aparece en la pantalla LCD la palabra “ABAJO” y se transmite la palabra (ABAJO).

## DIAGRAMA DE BLOQUE

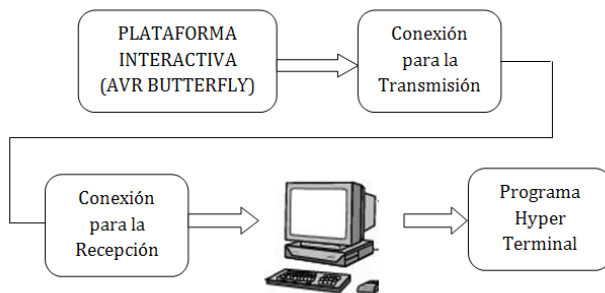


Fig. 12. Diagrama de Bloque.

## SIMULACION DEL PROYECTO

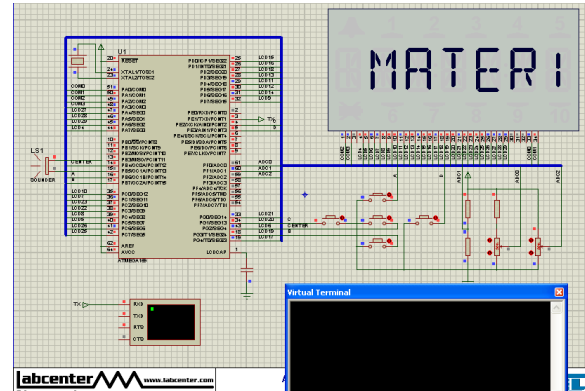


Fig. 13. Simulación del Proyecto, al encender la plataforma interactiva.

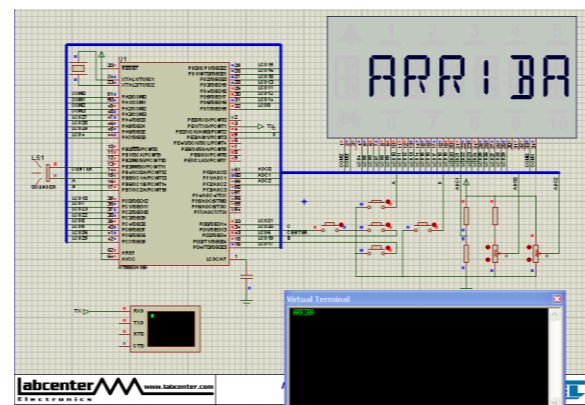


Fig. 14. Simulación del Proyecto, al activar un botón del Joystick.

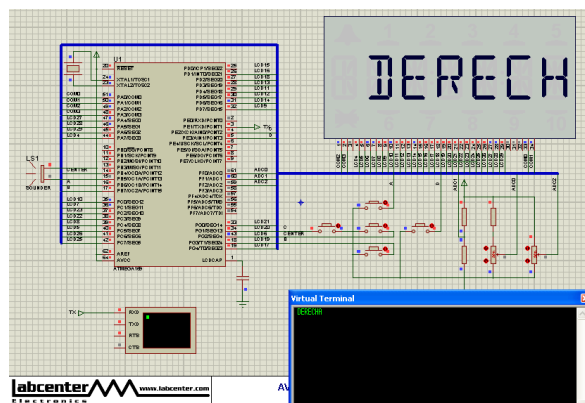


Fig. 15. Simulación del Proyecto, al activar un botón del Joystick.



## VI. CONCLUSIONES

1. En base al desarrollo de este proyecto podemos concluir que fue muy útil y necesario contar con una herramienta como lo es el kit de la compañía Atmel el *Avr Butterfly*, con el cual se pudo construir y desarrollar la plataforma interactiva, la cual cuenta con las herramientas necesarias para la ejecución de diferentes proyectos, en el que se tenga que establecer la comunicación UART, por lo tanto fue acertada la decisión de utilizar este Kit para que forme parte de la plataforma interactiva.
2. Con la construcción de la plataforma interactiva educativa se pudo obtener una herramienta útil y a bajo costo, por cuanto esta nos permite apreciar el funcionamiento de los recursos disponibles en la comunicación UART, y en la misma podemos desarrollar diferentes proyectos programándolos y cargándolos en la tarjeta.
3. En la realización del proyecto nos damos cuenta que para el caso particular del ejercicio en que se utiliza el Motor, se tuvo que poner un Micro-controlador para acoplar la tarjeta *Avr Butterfly* con el Motor, con esto se verifico el buen funcionamiento de nuestra plataforma interactiva.
4. El uso de drivers capaces de manejar niveles de corriente que un micro-controlador no puede suministrar facilita mucho el desarrollo de proyectos de control de motores ya que todas las instrucciones son realizadas por el micro-controlador y el mismo se encarga de enviar las señales a los diferentes drivers para que puedan suministrar el nivel de potencia necesario para dicha labor.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Es importante acotar que en la configuración de la comunicación UART, siempre se tiene que asegurar que tengan los mismos parámetros (Velocidad de transferencia de datos ect.) tanto en el *Avr Butterfly* como en la computadora, ya que si no se tiene esto no podremos establecer la comunicación entre ambos dispositivos.
2. Es necesario que en la construcción de este tipo de proyectos en los que se tenga que construir plataformas interactivas y educativas, se tome en cuenta que van a ser utilizadas por otras personas, los cuales necesitan tener todo de una forma comprensible y clara en base al funcionamiento de esta plataforma para que ellos la puedan utilizar e interactuar con la misma.
3. Antes de realizar un proyecto con la plataforma interactiva es preferible que las personas lean todo lo

relacionado con el micro-controlador Atmega169 y el Kit de desarrollo *Avr Butterfly*, así como también la documentación de esta tesina, con lo cual podrán sacarle el mayor provecho a la plataforma interactiva y podrán entender mejor todos los atributos de la comunicación UART.

4. Para realizar la comunicación entre la PC y la tarjeta de desarrollo interactiva, es necesario que se cuente con un cable de comunicación serial RS232 de USB a DB9, y que este sea de buena calidad, ya que así nos evitaremos muchos dolores de cabeza a la hora de intentar hacer la comunicación entre estos dos dispositivos.

## VIII. REFERENCIAS

- [1]ATMEL. (s.f.). Atmel Products, de Atmel AVR 8- and 32-bit Microcontrollers: [http://www.atmel.com/dyn/products/tools\\_card.asp?tool\\_id=3146](http://www.atmel.com/dyn/products/tools_card.asp?tool_id=3146); Fecha de consulta Octubre 2011.
- [2]Computación, F. d. Control por cambio de frecuencia de motor síncrono usando micro-controladores. Guayaquil-Ecuador: Tesina de Seminario de Graduación; ESPOL; Facultad de Ingeniería en Electrónica en Electricidad y Computación; fecha de consulta Noviembre 2011.
- [3]Guía de desarrollo de prácticas de laboratorio y tutoriales; Kit de desarrollo *Avr butterfly*. Sangolquí - Ecuador: Departamento de Eléctrica y Electrónica; fecha de consulta Octubre 2011.
- [4]Hazael, I. (s.f.). Monografias.com., de <http://www.monografias.com/trabajos-ppt/tutorial-isis-proteus/tutorial-isis-proteus.shtml>; fecha de consulta el 05 de 11 de 2011.
- [5]Pardue, J., Micros, p. p., & Knoxville. C Programing for Microcontrollers. The Next Generation; fecha de consulta 2011.
- [6]Simulación con AVR Studio 4, [http://www2.tech.purdue.edu/ecet/courses/ecet309/Reference\\_Materials/Simulation\\_AVR\\_Studio\\_4.pdf](http://www2.tech.purdue.edu/ecet/courses/ecet309/Reference_Materials/Simulation_AVR_Studio_4.pdf); fecha de consulta Octubre 2011.
- [7]Hazael, I. (s.f.). Monografias.com. de <http://www.monografias.com/trabajos-ppt/tutorial-isis-proteus/tutorial-isis-proteus.shtml>. Fecha de consulta el 2011.
- [8]Monterrey, T. d. (s.f.). Maestría con Doble Grado en Tecnologías de Información, de <http://www.duiops.net/hardware/modems/modems.htm>; Fecha de consulta 05 de Diciembre de 2011.