



Control mediante joystick de tarjeta AVR Butterfly (con microcontrolador ATmega 169) mediante comunicación RS232 con tarjeta LPCXpresso controladora de motor BLDC. (Noviembre 2012)

Cinthia Castelo⁽¹⁾, Brian Rosero⁽²⁾, Carlos Valdivieso⁽³⁾
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación⁽¹⁾⁽³⁾⁽³⁾
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾,
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral, Apartado 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador⁽¹⁾⁽³⁾⁽³⁾
ccastelo@fiee.espol.edu.ec⁽¹⁾, brosero@fiee.espol.edu.ec⁽¹⁾, cvaldiv@fiee.espol.edu.ec⁽¹⁾

Resumen

El proyecto que a continuación se presenta consiste en el uso de una comunicación RS232 entre la tarjeta AVR Butterfly y la tarjeta LPCXpresso la cual controlará a un motor BLDC.

El sistema permite que a través del joystick de la tarjeta AVR Butterfly se controle los movimientos del motor, esto se realizará mediante el envío de datos a través de su puerto uart, los cuales van a ser recibidos por la tarjeta LPCXpresso 1769, quien procesa dichos datos para establecer el movimiento del motor.

Para realizar este proyecto se hace uso de la tarjeta AVR Butterfly la cual cuenta en su interior con un microcontrolador ATmega 169 de 8 bits, que fue programado por medio del software AVR Studio 4 y que cumple la función de transmisor.

La tarjeta LPCXpresso cuenta en su interior con un microcontrolador ARM Cortex M3 de 32 bits, la cual realiza la función de receptor y fue programada por medio del software LPCXpresso.

Palabras Claves: AVR Butterfly, LPCXpresso, Comunicación RS232.

Abstract

The project involves the use of an RS232 communication between the AVR Butterfly and LPCXpresso that will control a BLDC motor.

The system allows the joystick of the AVR Butterfly to control motor movements; this will be done by sending data through its UART port, it will be received by the card LPCXpresso 1769, which processes the data to determine the direction of the motor.

For this project we use the AVR Butterfly card which has inside a microcontroller ATmega 169, 8 bits, that was programmed by AVR Studio 4 software and serves as a transmitter.

The LPCXpresso card has inside 32-bits ARM Cortex M3 processor, which performs the function of receiver and was programmed by LPCXpresso software.

Keywords: AVR Butterfly, LPCXpresso, RS232 communication.

INTRODUCCION

El proyecto consiste en realizar una comunicación alámbrica RS232 entre una tarjeta LPCXpresso 1769 y el kit AVR Butterfly, los cuales deberán controlar los movimientos de un motor DC sin escobillas enviando señales digitales a la tarjeta LPCXpresso 1114 y la LPCXpresso base board.

Para realizar este proyecto debemos programar la tarjeta LPCXpresso 1769 y el microcontrolador Atmega 169 que se encuentra en el interior del kit AVR Butterfly, para esto usaremos lenguaje C en el software LPCXpresso y el AVR Studio 4 respectivamente los cuales son programas proporcionados por los fabricantes y en los cuales se debe manipular los registros respectivos de cada microcontrolador para lograr que las tarjetas realicen las funciones que necesitamos.

La tarjeta LPCXpresso cuenta con puertos de entrada y salida de datos y puertos para varios de tipos de comunicación, mientras que el kit AVR Butterfly es una pequeña tarjeta que cuenta con una pantalla LCD que nos permite visualizar datos, puertos de entrada y salida de datos, puertos para varios tipos de comunicación y un joystick que nos permite realizar movimientos en varias direcciones que nos ayudarán a controlar los movimientos del motor.

II. UART O USART

El Transmisor y Receptor Serial Universal Asincrónico (Universal Asynchronous Serial Receiver and Transmitter UART) es un dispositivo de comunicación serial altamente flexible. Sus características principales se listan a continuación.

- Operación Full Duplex (Registros Independientes para Recepción y Transmisión Serial).
- Funcionamiento Asincrónico y Sincrónico.
- Funcionamiento Master o Slave.
- Generador de Tasa de Baudio de Alta Resolución.
- Soporta Tramas Seriales con 5, 6, 7, 8 y 9 Bits de Datos y 1 ó 2 Bits de Parada.
- Generación de Paridad Par e Impar y Comprobación de Paridad Soportada por Hardware.
- Detección de Desbordamiento de Datos.
- Detección de Error de Trama.
- Filtrado de Ruido que Incluye Detección de Falso Bit de Inicio y Filtro Digital Pasabajo.
- Tres Interrupciones Separadas por los Eventos “TX Finalizada”, “Registro de Datos de TX Vacío” y “RX Finalizada”.
- Modo de Comunicación de Multi-procesador.
- Modo de Comunicación Asincrónico de Doble Velocidad.

III. TARJETA LPCXPRESSO 1769

El target board es un microcontrolador de 32 bits con todo lo necesario para desarrollar aplicaciones de ingeniería y también una herramienta que incluye un programador y debugger.

Las versiones de alta velocidad (LPC1769 y LPC1759) operan a velocidades de hasta 120 MHz. Otras versiones pueden operar a 100 MHz. La ARMCortex-M3 de la CPU incorpora 3 etapas y utiliza una arquitectura de Harvard con instrucción local separada y buses de datos, así como un tercer autobús para los periféricos. La arquitectura ARMCortex-M3 de la CPU también incluye una unidad de procesamiento interno que soporta variantes.

El depurador JTAG proporciona un USB de alta velocidad para JTAG / SWD interfaz para el IDE y puede ser conectado a dispositivos de depuración, tales como un prototipo del cliente. Los usuarios también pueden usar el IDE LPCXpresso con el adaptador JTAG de Código Rojo.

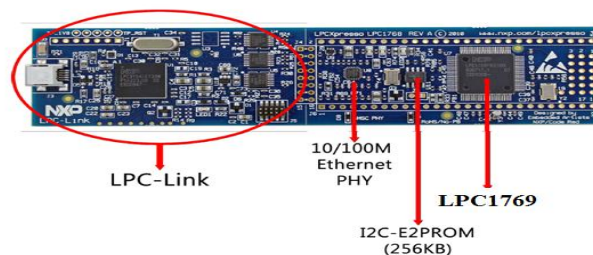


Figura 1 Tarjeta LPCXpresso 1769 [1]

COMUNICACIÓN UART EN TARJETA LPCXPRESSO

Serial - UART:

- USB-to-serial bridge, with automatic ISP activation
- RS422/485 interface
- Interface socket for XBee RF-module

Para la recepción de los caracteres hemos programado la tarjeta haciendo uso del registro Uart3 el cual usa el pin 9 para emisión Tx y el pin 10 para recepción Rx con los cuales nos ayudaremos para realizar la comunicación con la tarjeta AVR Butterfly.

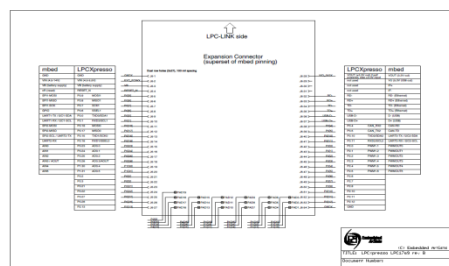


Figura 2. Pines tarjeta LPCXpresso 1769 [2].

IV. TARJETA AVR BUTTERFLY

El Kit AVR Butterfly se diseñó para demostrar los beneficios y las características importantes de los microcontroladores ATMEL.

El AVR Butterfly utiliza el microcontrolador AVR ATmega169, que combina la Tecnología Flash con el más avanzado y versátil microcontrolador de 8 bits disponible. En la Figura 3 se puede apreciar el Kit AVR Butterfly.

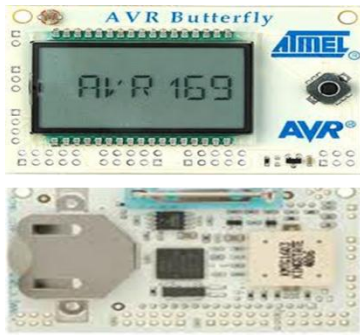


Figura 3. Kit AVR Butterfly [3]

A. CARACTERÍSTICAS

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.
- Periféricos:
 - Controlador LCD.
 - Memorias:
 - ✓ Flash, EEPROM, SRAM.
 - ✓ Data Flash 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).

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

A. JOYSTICK

Para operar el AVR Butterfly se emplea el joystick como una entrada para el usuario. Este opera en cinco direcciones,

incluyendo presión en el centro; tal como se puede ver en la Figura 4.

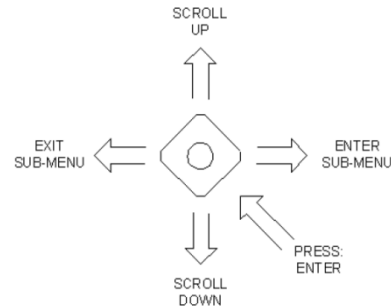


Figura 4. Entrada tipo Joystick[4]

C. PUERTO UART DE LA TARJETA AVR BUTTERFLY

El Transmisor USART es habilitado por el bit Habilitador de Transmisión (Transmit Enable – TXEN) en el registro UCSRB. Cuando el transmisor está habilitado, el USART anula el funcionamiento normal de puerto del pin TxD y le da la función de salida serial del Transmisor. La baud rate, el modo de funcionamiento y el formato de la trama deben fijarse una sola vez antes de que se haga cualquier transmisión. Si se usa funcionamiento sincrónico, el reloj en el pin XCK será anulado y usado como reloj de la transmisión.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	UCSZ2	RXB8	TXB8	UCSRB
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 1. Registro B del Uart del ATmega169 [5]

D. CONEXIÓN ENTRE LA TARJETA LPCXPRESSO Y LA AVR BUTTERFLY

En la figura 6 y 7 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 LPCXpresso.

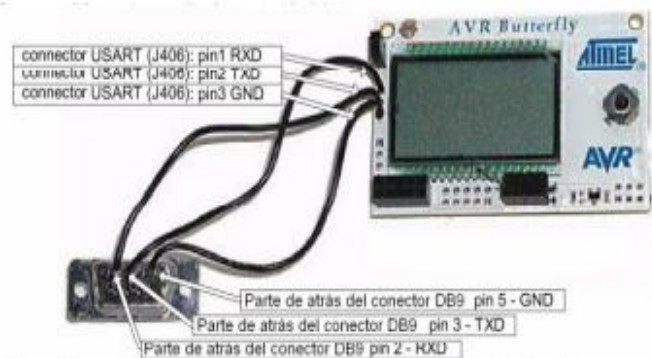


Figura 6. Conexiones AVR Butterfly.

mbed	LPCXpresso		
GND	GND	GND	↔ J5-1
VIN (4.5-14V)	VIN (4.5-5.5V)	EXT_POWR	↔ J5-2
VB (battery supply)	VB (battery supply)	VB	↔ J5-3
nR (reset)	RESET_N	RESET_N	↔ J5-4
SP1-MOS	P0.9 MOS1	P0.9	↔ J5-5
SP1-MISO	P0.8 MISO1	P0.8	↔ J5-6
SP1-SCK	P0.7 SCK1	P0.7	↔ J5-7
GPIO	P0.6 SSEL1	P0.6	↔ J5-8
UART1-TX / I2C1-SDA	P0.0 TXD0/SDA1	P0.0	↔ J5-9
UART1-RX / I2C1-SCL	P0.1 RXD0/SCL1	P0.1	↔ J5-10
SP2-MOS	P0.18 MOS0	P0.18	↔ J5-11
SP2-MISO	P0.17 MISO0	P0.17	↔ J5-12

Figura 7. Conexiones tarjeta LPCXpresso.

Se debe conectar el pin TX de la AVR Butterfly con el pin Rx del registro Uart3 de la tarjeta LPCXpresso 1769, y el pin RX de la AVR Butterfly con el pin Tx del registro uart3 de la tarjeta LPCXpresso 1769.

V. HERRAMIENTAS DE PROGRAMACION

LPCXpresso v 4.1.5

LPCXpresso™ es una nueva plataforma de bajo costo de desarrollo disponible de NXP. Es compatible con microcontroladores basados en ARM LPC de NXP, la plataforma se compone de un simplificado programa basado en Eclipse IDE y de bajo costo, incluyen un depurador JTAG adjunto.

Diseñado para la simplicidad y facilidad de uso, el LPCXpresso IDE (alimentado por el Código Rojo (code red)) proporciona a los ingenieros de software una manera rápida y fácil para desarrollar sus aplicaciones. Las tablas de destino LPCXpresso son desarrolladas en conjunto por empresas integradas, Code Red y NXP.

El LPCXpresso cuenta con un kit completo para evaluación y desarrollo con microcontroladores de NXP.

Está compuesto por:

- LPCXpresso IDE y "development tools"
- IDE basado en Eclipse
- compiler y linker GNU
- GDB debugger
- LPCXpresso target board (stick)
- BaseBoard o hardware adicional(opcional)

IDE de LPCXpresso (alimentado por Code Red) es un entorno de software altamente integrado de desarrollo para microcontroladores LPC de NXP, que incluye todas las herramientas necesarias para desarrollar soluciones de alta calidad de software de una manera efectiva en tiempo y costo.

LPCXpresso está basado en Eclipse con muchas mejoras específicas de LPC. También cuenta con la última versión de la cadena de herramientas GNU estándar de la industria con una biblioteca propia optimizado C que proporciona herramientas profesionales de calidad a bajo costo.

El IDE LPCXpresso puede construir un ejecutable de cualquier tamaño con la optimización de código completo, y es compatible con un límite de descarga de 128 KB después del registro.

Eclipse utiliza algunos conceptos que no siempre son comunes a otros entornos de desarrollo por lo que vamos a ver algunos de ellos.

- **Workspace:** Es el contenedor de nuestros proyectos. Estos proyectos pueden ser aplicaciones y/o bibliotecas. También almacena todas las configuraciones del entorno por lo que se puede mover muy fácilmente de computadora en computadora.
- **Proyecto:** Este puede ser de dos tipos. Biblioteca estática o una aplicación ejecutable. Contiene archivos de código fuente (.c), encabezados (.h) y cualquier otro archivo que se desee.

En general utilizaremos el workspace para intercambiar proyectos (en el sentido convencional de la palabra) ya que el mismo incluirá todas las bibliotecas necesarias.

Los proyectos pueden ser de dos tipos:

- **Aplicaciones:** Se compilan y se pueden descargar directamente al target.
- **Bibliotecas estáticas:** Se pueden compilar, pero para usarlas, un proyecto de tipo aplicación debe hacer llamadas a las funciones que este contiene. Es decir, no puede tener un main(). Este tipo de proyectos no se puede descargar por si solo al microcontrolador.

A continuación en la Figura 8 se muestra el IDE que utilizaremos para la programación de nuestra LPCXpresso.

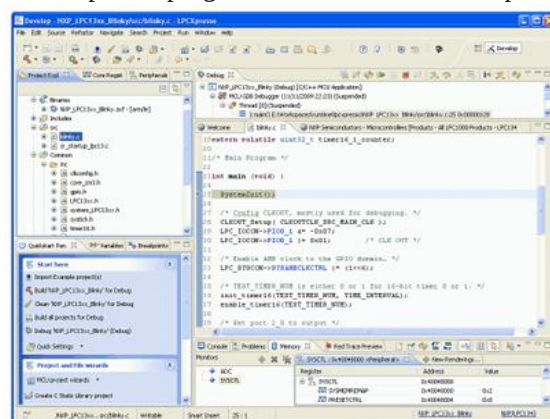


Figura 8. Ventana de programación LPCXpresso

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 9.

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

Éste 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 microcontroladores AVR de 8 bits. [6]

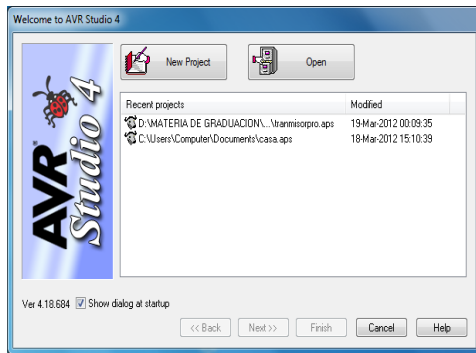


Figura 9. Entorno de AVR STUDIO 4

AVR Studio 4 consiste de muchas ventanas y sub-módulos. Cada ventana apoya a las partes del trabajo que se intenta emprender. En la Figura 10 se puede apreciar las ventanas principales del IDE.

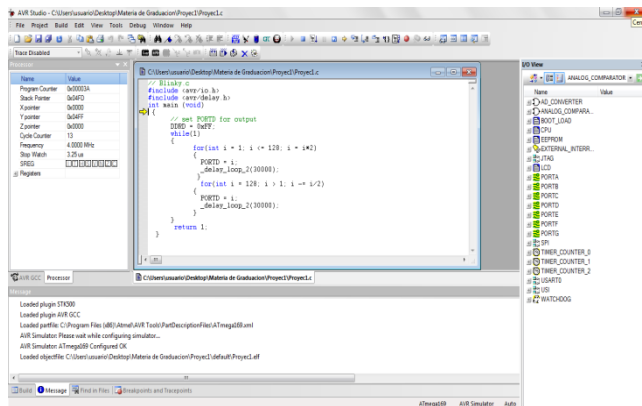


Figura 10. Ventana Principal IDE

WINAVR

WinAVR es un conjunto de herramientas de desarrollo para microcontroladores 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.
- avr-gdb, el depurador.
- Programmers Notepad, el editor.
- MFile, generador de archivo makefile.

Para obtener gratuitamente WinAVR, es necesario visitar la página Web <http://sourceforge.net/projects/winavr> y descargar la última versión de este software.

VI. PROYECTO

El proyecto consiste en realizar una comunicación alámbrica RS232 entre una tarjeta LPCXpresso 1769 y el kit AVR Butterfly, los cuales deberán controlar los movimientos de un motor DC sin escobillas enviando señales digitales a la tarjeta LPCXpresso 1114 y la LPCXpresso base board., La figura 10 muestra el funcionamiento de todo el proyecto

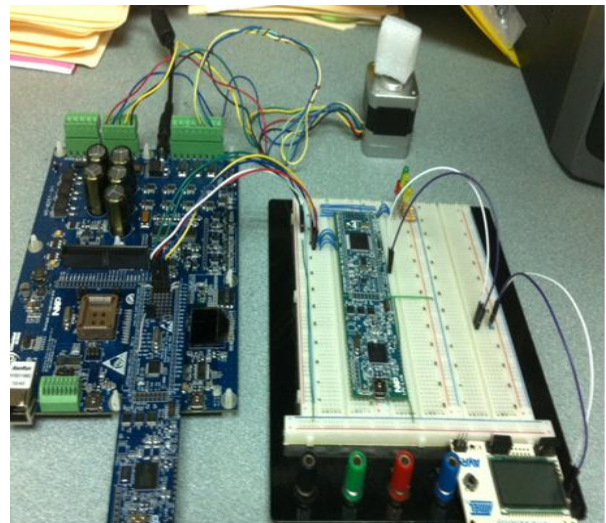
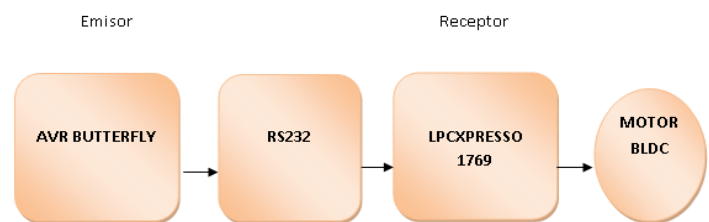


Figura 11. Proyecto funcionando

DIAGRAMA DE BLOQUES



FUNCIONAMIENTO

Podemos observar su funcionamiento en la figura 11.

En la tarjeta AVR Butterfly:

Mediante el uso del Joystick del AVR Butterfly se usa las interrupciones generadas por las mismas por cambio de estado en lo cual se procede a enviar una trama por medio de la comunicación USART presente en el ATmega169 la cual contiene un caracter que indica la opción que ha sido realizada por el usuario de la siguiente manera:

- Si presiono hacia arriba envío el caracter U.
- Si presiono hacia abajo envío el caracter D.
- Si presiono hacia la derecha envío el caracter R.
- Si presiono hacia la izquierda envío el carácter L.
- Si presiono hacia el centro envío el caracter C.

En la tarjeta LPCXPRESSO:

- Si recibo U, el motor aumenta su velocidad.
- Si recibo D, el motor disminuye su velocidad.
- Si recibo R, el motor cambia de giro.
- Si recibo L, enciendo o apago el motor.

CARACTER	CONTENIDO DEL PUNTERO	ASIGNACIÓN
'U'	0X55	Asigna un bajo en el pin 43
'D'	0x42	Asigna un bajo en el pin 44
'R'	0x52	Asigna un bajo en el pin 45
'L'	0x4c	Asigna un bajo en el pin 46
'C'	0x43	Asigna un bajo en el pin 47

Tabla 2. Salidas de la tarjeta LPCXpresso 1769

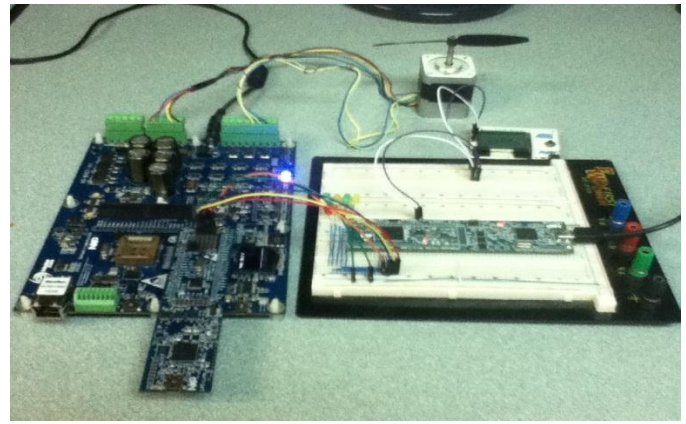


Figura 12. Proyecto completo

VII. CONCLUSIONES

1. La comunicación RS232 es muy importante debido a su característica principal de ser full dúplex lo cual es una ventaja en su construcción física, además es muy confiable debido a que la pérdida de datos es prácticamente nula y tiene la capacidad de ejecutarse en diferentes tarjetas con microcontroladores que poseen otros registros pero que logran comunicarse entre sí sin ningún problema y con alta fidelidad.
2. Verificamos la importancia que tienen las Tarjetas que incluyen Microcontroladores ya que gracias a ellos podemos realizar muchos circuitos aplicables y de gran utilidad en muchos ámbitos, en este caso logramos realizar un circuito en el cual se controla un motor BLDC usando dos tarjetas con microcontroladores diferentes que se pudieron comunicar entre sí.
3. El uso de software para la programación de los microcontroladores nos proporciona gran utilidad debido a que podemos usar tarjetas como la AVR Butterfly que es programada en el software AVR Studio y debe ser elaborada en lenguaje assembler lo cual es complicado de realizar, pero existe un software adicional como el WinAVR que nos facilitará usar códigos en distintos lenguajes como C.
4. La tarjeta de desarrollo AVR Butterfly a pesar de ser de tamaño diminuto nos brinda muchas aplicaciones al usar sus puertos de comunicación ya sea de entrada o de salida, que nos permite operar en conjunto con otras tarjetas de desarrollo y que además nos puede mostrar datos de forma interactiva a través de su pantalla LCD, tal y como lo realizado en nuestro proyecto.

5. El uso de simuladores como Proteus, brinda la ventaja de poder realizar pruebas sin correr el riesgo de producir daños en las tarjetas reales y nos da la oportunidad de hacer cambios instantáneos de programación para corregir posibles errores que pudiéramos ocasionar.

VIII. RECOMENDACIONES

1. En la programación del transmisor es necesario crear un proyecto en el cual se debe hacer uso de librerías ya establecidas para el manejo del joystick, de la pantalla LCD y también de su puerto de comunicación uart, ya que estos componentes de la tarjeta AVR Butterfly son indispensables para la construcción de nuestro proyecto.
2. Es importante verificar la forma de onda a la salida del puerto uart de la tarjeta AVR Butterfly para tener en cuenta que señal estamos enviando según sea el botón que presionemos en el joystick de la tarjeta AVR Butterfly puesto que eso nos proporciona una gran ayuda para verificar en el receptor que tipo de datos están llegando lo cual es bueno para saber si la comunicación es defectuosa o exitosa.
3. Tomar en cuenta que si bien es cierto que la comunicación RS232 puede realizarse mediante un solo cable ya que hemos configurado una interfaz asincrónica de canal simplex, es necesario contar con el cable de conexión a tierra entre la tarjeta LPCXpresso y el kit de desarrollo AVR Butterfly para una correcta comunicación entre ellas.
4. Para recibir los datos en la tarjeta LPCXpresso debemos hacer uso de un puntero, en este caso el arreglo Uart3Buffer el cual estará apuntando a la primera posición, la cual debemos tomar su contenido para verificar el valor hexadecimal y realizar la comparación respectiva en las condicionales existentes en el receptor.
5. Para la comunicación RS232 entre la tarjeta LPCXpresso y la AVR Butterfly es necesario definir el mismo valor de baud rate en ambas tarjetas para realizar una comunicación segura, pero hay que destacar que en la tarjeta AVR Butterfly no existe una función que permita ingresar el valor del baud rate, sino que hay un registro UBRR (Uart Baud Rate Register) el cual consta de dos valores un UBRR alto y un UBRR bajo, para lo cual existe tablas de conversión para hallar los valores de UBRR según sea el valor de baud rate que deseamos configurar.

IX. REFERENCIAS

- [1] <http://ics.nxp.com/lpcxpresso/~LPC1769/>
Autor: NXP (Fabricante LPCXpresso)
Fecha de consulta: 15/03/12.
Temas consultados: Configuración, características principales, software de programación y aplicaciones de la tarjeta LPCXpresso
- [2]:<http://ics.nxp.com/support/documents/microcontrollers/pdf/lpcxpresso.getting.started.pdf>
Autor: NXP Semiconductors
Fecha de consulta: 20/03/12.
Temas consultados: Diagrama esquemático y configuración de pines de la tarjeta LPCXpresso 1769
- [3] moon-20.googlecode.com/files/ATmega164p_guide.pdf
Autor: Atmel Corporation (traducción Andrés Mejía y Fernando Morales Estudiantes de la Escuela politécnica nacional, facultad de Control)
Fecha de consulta: 15/03/12.
Temas consultados: Registros del microcontrolador Atmega 169
- [4] www.atmel.com/products/AVR/butterfly
Autor: Atmel Corporation
Fecha de consulta: 15/02/12.
Temas consultados : AVR Butterfly Evaluation, KitUserGuide.
- [5]
www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2514.pdf
Autor: Atmel Corporation
Fecha de consulta: 28/03/12.
Temas consultados : ATMEGA 169 datasheet
- [6]http://www.atmel.com/dyn/products/tools_card.asp?tool_id=3146
Autor : Atmel Corporation
Fecha de consulta: 17/01/12.
Temas consultados : Productos de Atmel, aplicaciones, herramientas y Software de programación AVR Studio.