

Almacenamiento de datos de vibraciones de motor BLDC para graficación y análisis en displays disponibles en tarjeta AVR BUTTERFLY y en tarjeta controladora LPCXPRESSO y presentación de mensajes de operación. (Noviembre 2012)

Luis Patiño ⁽¹⁾, Fernando Orbea ⁽²⁾, Carlos Valdivieso ⁽³⁾
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación ⁽¹⁾⁽²⁾⁽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⁾⁽²⁾⁽³⁾
lualpat@espol.edu.ec ⁽¹⁾, fernandoever@hotmail.com ⁽²⁾, cvaldiv@fiec.espol.edu.ec ⁽³⁾

Resumen

Este artículo tiene como objetivo mostrar una aplicación que hemos desarrollado basada en el uso de dos tipos de microcontroladores avanzados, esta será implementar un sensor de impactos sonoros para un motor BLDC.

Para la realización del proyecto se utilizan dos microcontroladores la tarjeta LPCXPRESSO 1769 de 32 bits y el Kit AVR Butterfly, que fueron programados con ayuda de dos herramientas de programación llamadas LPCXpresso 4 y AVR Studio 4 respectivamente para la utilización del joystick, pantalla LCD disponibles en tarjeta AVR Butterfly y presentación de mensajes de operación en tarjeta LPCXPRESSO 1769.

Palabras claves: AVR Butterfly, LPCXPRESSO.

Abstract

This article aims to show an application that we have developed based on the use of two types of advanced microcontroller, it will implement a Sound Impact Sensor for a BLDC motor.

To carry out the project uses two microcontrollers are used the LPCXpresso 1769 board and the 32-bit AVR Butterfly Kit, which were programmed with two programming tools called LPCXpresso 4 and AVR Studio 4 to use the joystick, an LCD AVR card available in the Butterfly kit and present of operation messages in the LPCXpresso 1769 card.

Keywords: AVR Butterfly, LPCXpresso.

I. INTRODUCCION

Nuestro proyecto consiste en el monitoreo de datos de vibraciones de motores BLDC haciendo uso de un sensor de impactos sonoros, quien será el encargado de obtener de los datos de vibración hacia el AVR Butterfly que actuará como maestro para luego ser transmitido mediante comunicación SPI (Serial Peripheral Interface) a la tarjeta LPC1769 utilizada como esclavo para posteriormente representar en un display el análisis de los datos obtenidos.

Algunos dispositivos solo pueden ser transmisores y otros solo receptores, generalmente un dispositivo que tramite datos también puede recibir. El bus SPI emplea un simple registro de desplazamiento para transmitir la información.

II. COMUNICACIÓN SPI [1]

La comunicación Interfaz de Periférico Serie (SPI-Serial Peripheral Interface) es un bus de cuatro líneas, sobre el cual se transmiten paquetes de información de 8 bits. Cada una de estas cuatro líneas porta la información entre los diferentes dispositivos conectados al bus, ya sea esto en una comunicación simple de un maestro y un esclavo, como en la de un maestro y varios esclavos.

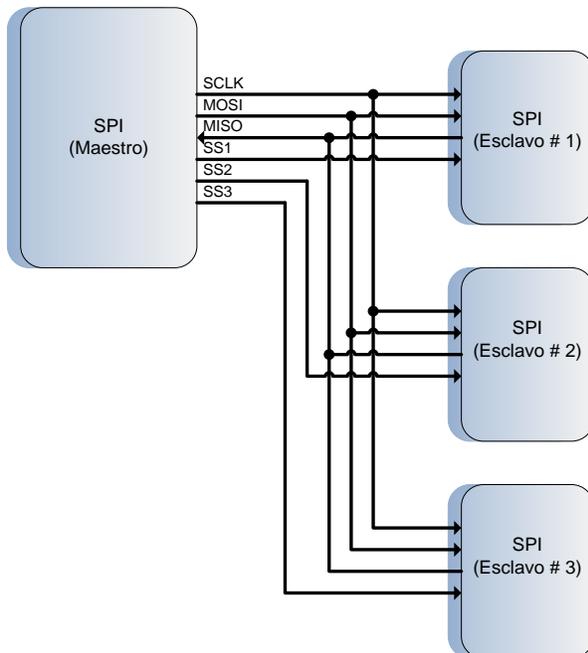


Figura 1 Conexión SPI entre el maestro y varios esclavos

Cada dispositivo conectado al bus puede actuar como transmisor y receptor al mismo tiempo, por lo que

este tipo de comunicación serial es llamado también full dúplex.

Dos de estas líneas transfieren los datos en diferentes modalidades MISO (Master Input Slave Output) y MOSI (Master Output Slave Input) una en cada dirección y las otras dos líneas son la señal de reloj SCK (Signal Clock) y el selector de esclavo necesaria cuando en una comunicación tenemos varios esclavos SSEL (Slave Selector). [2]

Nombre del pin	Función
SSEL	Slave Select: seleccionar al dispositivo como esclavo.
SCK	SPI Clock: señal de reloj para SPI.
MOSI	Master Out Slave In: pin de salida para el maestro y de entrada para el esclavo.
MISO	Master In Slave Out: pin de entrada para el maestro y de salida para el esclavo.

Tabla 1 Función de los pines del SPI

III. TARJETA LPCXPRESSO 1769 [3]

El LPC1769 es un ARM Cortex-M3 basado en un microcontrolador para aplicaciones embebidas que requieren un alto nivel de integración y baja disipación de potencia.

El procesador ARM Cortex-M3 es la próxima generación de los CORE, que ofrece mejoras en el sistema de depuración, tales como modernización características y un mayor nivel de apoyo a la integración del bloque.

Las versiones de alta velocidad (LPC1769 y LPC1759) operan a frecuencias de hasta 120 MHz. Otras versiones operan a una frecuencia de hasta 100 MHz. EL CPU de la ARM Cortex-M3 incorpora una tubería de 3 etapas y utiliza una arquitectura de hardware con instrucción local y buses de datos separados, así como un tercer autobús para los periféricos. El procesador ARM Cortex-M3 también incluye una unidad de captación previa interna que soporta procesos especulativos.

Los periféricos de la LPC1769 incluyen:

- ❖ Hasta 512 KB de memoria flash, hasta 64 kB de memoria de datos
- ❖ Ethernet MAC
- ❖ Una interfaz USB que puede ser configurada como: host, dispositivo o OTG

- ❖ 8 canales de uso general controlados por DMA
- ❖ 4 UARTs
- ❖ 2 canales CAN
- ❖ 2 controladores de SSP
- ❖ interfaz SPI
- ❖ 3 interfaces I2C
- ❖ 2 plus de entrada y 2 interfaces de salida I2S
- ❖ 8 canales ADC de 12 bits
- ❖ 10 bits DAC
- ❖ Control de motor PWM
- ❖ Interfaz de codificador de cuadratura
- ❖ 4 temporizadores de uso general
- ❖ 6 de salida de propósito general PWM
- ❖ Una fuente ultra-low RTC con suministro de batería por separado, y hasta 70 pines I/O de propósito general.

- 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).

Este Kit puede reprogramarse de varias formas diferentes, incluyendo programación serial a través del puerto JTAG; pero se prefiere el uso del Bootloader precargado junto con el AVR Studio.

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

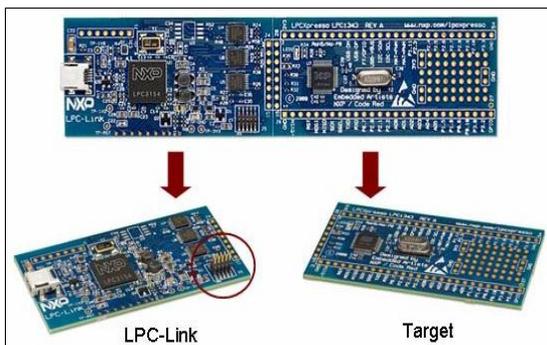


Figura 2 Identificación Tarjeta LPC1769 [4]

IV. TARJETA AVR BUTTERFLY [5]

El Kit AVR Butterfly está diseñado para demostrar los beneficios y las principales características de los microcontroladores ATMEL.

El AVR Butterfly contiene un microcontrolador ATmega169, un microcontrolador de baja potencia CMOS de 8 bits el cual va a realizar el comando de las diferentes funciones de las que es capaz este kit.

CARACTERÍSTICAS

- ❖ Diseño de bajo consumo de energía.
- ❖ El encapsulado tipo MLF.
- ❖ Periféricos:

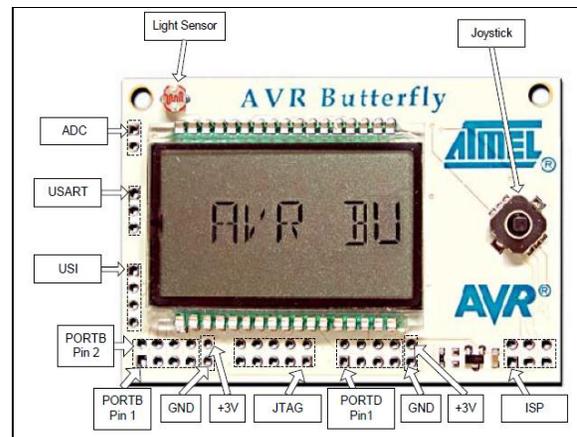


Figura 3 Identificación AvrButterfly [6]

v. SENSOR DE IMPACTO DE SONIDO [7]

El sensor de impacto de sonido proporciona un medio para agregar el control del ruido a su proyecto y responde a la fuerte ruidos, como una palmada en las manos. A través del micrófono incorporado, detecta cambios en nivel de decibelios, lo que desencadena un pulso de alta para ser enviado a través de la terminal de señal del sensor.

Este cambio puede ser leído por un pasador de E/S de cualquier microcontrolador Parallax. Este sensor

también incluye un potenciómetro incorporado para un fácil ajuste del rango de detección del sensor.

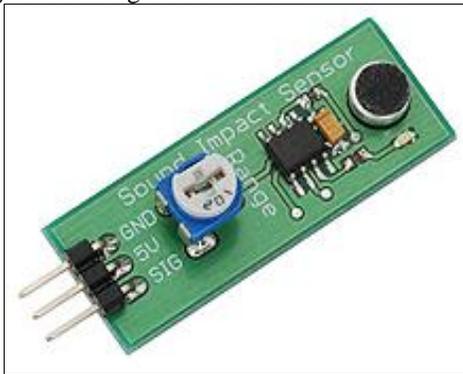


Figura 4 Sensor de Impacto de Sonido

CARACTERÍSTICAS

- ❖ Rango de detección hasta 3 metros de distancia.
- ❖ Incorpora un potenciómetro que proporciona un rango ajustable de la detección.
- ❖ Salida de un solo bit
- ❖ 3-pin SIP encabezado listo para protoboard o proyectos a través del agujero
- ❖ Capacidad de la resistencia en serie para ser compatible con el microcontrolador de la hélice y otros dispositivos de 3,3 V

El sensor de impacto de sonido tiene un alcance máximo de detección de 3 metros. Sin embargo, si usted va a utilizar este sensor en un área donde los factores ambientales pueden desencadenar lecturas falsas, el intervalo puede acortarse por ajustando el potenciómetro en la parte delantera de la tabla.

ESPECIFICACIONES CLAVES

- ❖ Requisitos de alimentación: 5 VDC.
- ❖ Comunicación: Bit único de alta/baja de salida.
- ❖ Dimensiones: 0.6 x 1.5 pulgadas (15 x 38 mm).
- ❖ Temperatura de funcionamientos: 32 a 158 °F (0 a +70 °C).

DEFINICIÓN DE PINES

Pin	Nombre	Función
1	GND	Tierra
2	5V	5 Voltios VDC
3	SIG	Señal del Pin

Tabla 2 Definición de pines

DIAGRAMA DE CONEXIONES

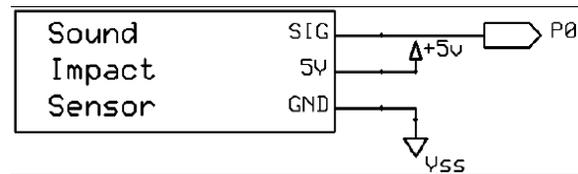


Figura 5 Diagrama de Conexiones

VI. HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN

LPCXPRESSO 4

LPCxpresso (creado por Code Red) es un software altamente integrado desarrollado para trabajar con microcontroladores LPC de NXP, que incluye todas las herramientas necesarias para desarrollar soluciones de software de alta calidad, de una manera efectiva en tiempo y costo.



Figura 6 Ventana de presentación de LPCxpresso 4

LPCxpresso es una nueva plataforma de bajo costo de desarrollo disponible en NXP. El software consiste de algunos aumentos para su mejora, como:

- ❖ IDE basado en Eclipse.
- ❖ Compilador de C basado en GNU.
- ❖ Depurador GDB mejorado.
- ❖ LPCxpresso IDE puede construir un ejecutable de cualquier tamaño con optimización del código completo.
- ❖ Soporta un límite de descarga de 128 KB después del registro.

AVR STUDIO 4

AVR Studio 4 posee un entorno muy acogedor con el usuario el cual ayuda con la visualización para la creación de programas en lenguaje *.asm (assembler) el cual es un lenguaje muy parecido al lenguaje de máquina que usan los micros y computadoras al momento de cargar al programa en el micro, incluye un editor, ensamblador, descargador de archivos *.hex y un emulador de microcontroladores.



Figura 7 Ventana de presentación del AVR Studio 4.0

AVR Studio 4 consiste de muchas ventanas y sub-módulos. Cada ventana apoya a las partes del trabajo que se intenta emprender.

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.

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.

VII. PROYECTO TERMINADO

Consiste en obtener datos de vibraciones de un motor BLDC usando un sensor de impactos de sonido, estos datos son tomados por la tarjeta AVR Butterfly que se encuentra funcionando como maestro y los transmite a la tarjeta LPC1769 que se encuentra como esclavo y finalmente es mostrado en un display de 7 segmentos para su visualización.

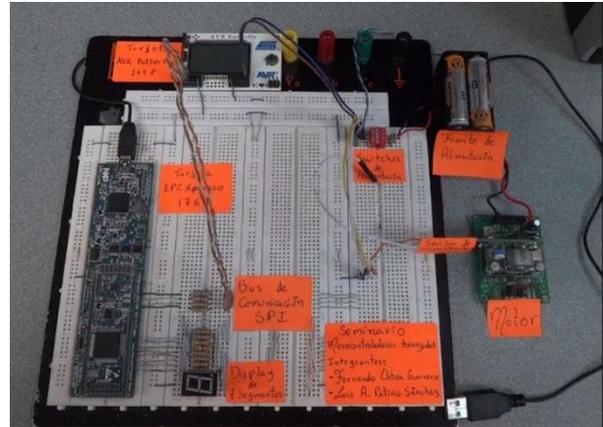


Figura 8 Implementación del proyecto

DIAGRAMA DE BLOQUES

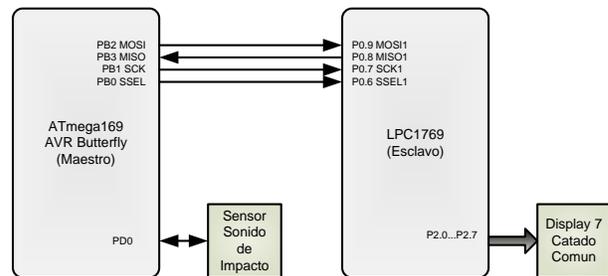


Figura 9 Diagrama de bloques proyecto

DIAGRAMA DE FLUJO

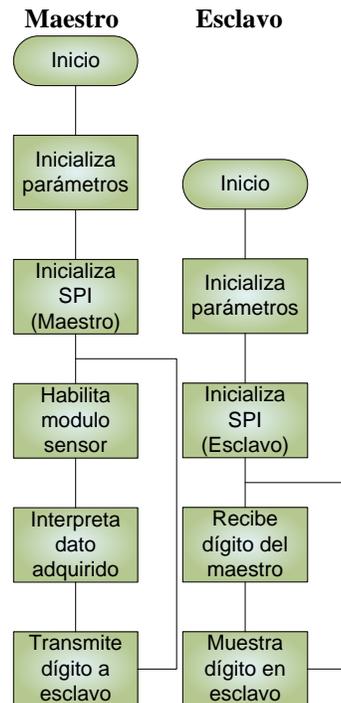


Figura 10 Diagrama de Flujo

DESCRIPCIÓN DEL ALGORITMO

Maestro

- a) Se inicializan las variables y los puertos a utilizar.
- b) Inicializamos el protocolo SPI.
- c) Habilitamos el contador del dígito que ira incrementando de 0 al 9 de manera cíclica.
- d) Se muestra el dígito transmitido en un display de 7 segmentos cátodo común.
- e) Se procede a transmitir el dígito hacia el esclavo y repetimos el ciclo.

Esclavo

- a) Se inicializan las variables y los puertos a utilizar.
- b) Inicializamos el protocolo SPI.
- c) Recibimos el dígito enviado por el maestro.
- d) Se muestra el dígito recibido en un display de 7 segmentos cátodo común.

VIII. CONCLUSIONES

1. En esta plataforma de trabajo se ha utilizado el kit de desarrollo AvrButterfly herramienta muy útil para el desarrollo de aplicaciones realizadas en microcontroladores conjuntamente con la tarjeta LPC1769 que tiene prestaciones similares a la mencionada anteriormente, haciendo uso del protocolo de comunicación SPI que ambos microcontroladores lo tienen implementado, se ha podido transmitir datos entre estos dos dispositivos.
2. Se ha complementado la utilización de recursos, que estos microcontroladores ofrecen para obtener buenos resultados en los ejercicios de prueba detallados en este documento, que se han realizado con la finalidad de introducir e incentivar al nuevo programador, a realizar otras aplicaciones de intereses común, manteniendo el protocolo de comunicación SPI establecido.
3. Cabe recalcar que por medio de la práctica realizada en esta tesina se ha podido comprobar y demostrar la simplicidad, flexibilidad, entre otras ventajas que ofrece este tipo de comunicación tanto para su ensamblaje como

funcionamiento, además la posibilidad de administrar varios dispositivos, que han de configurarse en modo esclavo, cada cual con una referencia de selección diferente, para que sea identificado por el dispositivo maestro.

4. La adquisición de los datos de vibración del motor BLDC se la realizo haciendo uso del sensor de impacto de sonido de la familia Parallax, el cual envía un alto en la salida de la señal para indicar que se ha recibido un estímulo, se pudo calibrar el potenciómetro de sensibilidad de tal manera que se ajustara a los requerimientos del proyecto.

VII. RECOMENDACIONES

1. Leer los manuales de usuario del kit de desarrollo AvrButterfly y de la tarjeta LPC1769, que podemos encontrar en el internet en las páginas web de sus respectivos fabricantes, poniendo énfasis en el funcionamiento del protocolo de comunicación SPI que es el usado en este proyecto.
2. Descargar el software que utilizan ambos microcontroladores, para conocer el entorno de programación, realizando pequeños ejemplos prácticos que permitan la familiarización y destreza del individuo en el uso de estos programas, luego aprender acerca de las librerías y módulos que se integran también en estos sistemas, y facilitar aun mas el desarrollo de alguna aplicación.
3. Tomar en cuenta el debido cuidado al manipular las tarjetas ya que son tecnología Cmos, susceptibles a la exposición de energía estática, la que podría presentarse en nuestro cuerpo al utilizar las manos, si es este el caso utilizar pulseras aterrizadas que se encuentran de venta en cualquier electrónica para evitar el daño irreparable de las mismas.
4. Cuando realicemos el ajuste del potenciómetro que tiene el sensor de impacto de sonido, debemos hacerlo con mucho cuidado utilizando herramientas adecuadas ya que podríamos dañar dicho elemento y quedarnos sin la posibilidad de variar su sensibilidad. Colocar la entrada del sensor próximo a la fuente que se desea muestrear si que esto pueda causar daño alguno a ninguna de las partes.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Scribd, Serial Peripheral Interface
<http://es.scribd.com/doc/80280302/Collection>
Fecha de consulta: 12/03/2012
- [2] Wikipedia, Serial Peripheral Interface
http://es.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface
Fecha de consulta: 13/03/2012
- [3] LPCXpresso, Getting Starting LPC1769
<http://ics.nxp.com/support/documents/microcontrollers/pdf/lpcxpresso.getting.started.pdf>
Fecha de consulta: 09/04/2012
- [4] LPCXpresso, User Manual LPC1769
http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10360.pdf
Fecha de consulta: 09/04/2012
- [5] Atmel Corporation, AVR Butterfly guía para el usuario
<http://www.atmel.com/Images/doc4271.pdf>
Fecha de consulta: 05/04/2012
- [6] ESPE, Características del Kit AVR Butterfly en español
repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/424/1/T-ESPE-014271.pdf
Fecha de consulta: 07/04/2012
- [7] Parallax, Sound Impact Sensor
<http://www.parallax.com/Portals/0/Downloads/docs/prod/sens/29132-SoundImpactSesnor-v1.0.pdf>
Fecha de consulta: 14/04/2012