

Control de Motores sin Escobillas (BLDC) y con Sensores Usando el Microcontrolador Arm Cortex3 con 32 Bits de LPCXpresso, Mediante Comandos Enviados desde Tarjeta Butterfly (con Microcontrolador Atmega169)

Guartatanga Cedeño Pablo Arturo ⁽¹⁾

Córdova Alvarado Danny Fabricio ⁽²⁾

Ing. Carlos Valdivieso ⁽³⁾

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863. Guayaquil Ecuador

fcordova@fiec.espol.edu.ec ⁽¹⁾

pguartat@fiec.espol.edu.ec ⁽²⁾

cvaldiv@fiec.espol.edu.ec ⁽³⁾

Resumen

El objetivo de este proyecto es crear un prototipo para el control de motores BLDC con sensores. Para esto se utilizarán la tarjeta LPCXpresso LPC1769, LPCXpresso Motor Control Kit y de la tarjeta Butterfly, así como también las herramientas de software LPCXpresso v4.1.5_219 para la programación de la tarjeta LPCXpresso 1769 y AVR STUDIO 4 para la tarjeta Butterfly. De esta manera, se cumplió el objetivo propuesto, identificando las entradas y salidas de las LPC logrando el control del motor BLDC con sensores. Para controlar la velocidad del motor BLDC usamos una señal PWM con un duty cycle que no excede el 90% y para ello se utilizaron los TIMER0 y TIMER1 en modo de 32 bits de la LPC1114. El control de velocidad para motores BLCD con sensores efecto Hall utilizados en este proyecto muestra la fácil implementación y aplicación para el uso didáctico, y experimental donde se puede comprobar el funcionamiento de sus etapas, tal como la de control y de potencia del motor.

Palabras claves: motor; BLDC; LPCXpresso; sensores; efecto Hall

Abstract

The objective of this project is to create a prototype for BLDC motor control with sensors. For this purpose, we use the LPCXpresso LPC1769 board, LPCXpresso Motor Control Kit and Butterfly board, as well as software tools LPCXpresso v4.1.5_219 for programming LPCXpresso 1769 board and AVR STUDIO 4 for Butterfly board. In this way, the objective of this project was fulfilled, identifying inputs and outputs of the LPC making BLDC motor control with sensors. To control the BLDC motor speed, we use a PWM signal with a duty cycle not exceeding 90%, and for this we used TIMER0 and TIMER1 in 32-bit mode of LPC1114. The motor speed control BLCD with Hall effect sensors that were used in this project show the easy deployment and implementation for educational and experimental use, where you can check the operation of its stages, such as control and engine power.

Keywords: motor, BLDC, LPCXpresso, sensors, Hall Effect.

1. Introducción

Desde la creación de los motores, ya sea motores diseñados para la industria [1] como también los utilizados para proyectos donde se necesiten motores pequeños, desde entonces ha existido la necesidad de controlar su arranque, velocidad y giro del rotor. El principal objetivo de este proyecto es la implementación del control del motor BLCD usando el microcontrolador ARM Cortex-M3 para el control del arranque, inversión de giro y para el incremento o decremento de la velocidad.

Para llevar a cabo este proyecto se hizo uso de varias herramientas como el software LPCXpresso v4.1.5_219 y el AVR STUDIO 4 para poder programar el cerebro del Motor Control Kit y la tarjeta butterfly para el envío de comandos respectivamente. En el proyecto se usa la comunicación UART para enviarles los comandos desde la tarjeta butterfly hacia la LPCXpresso LPC1769 [2], como veremos más adelante el microcontrolador AMR cortex-M3 nos permite también realizar otro tipo de comunicaciones de la butterfly hacia la LPCXpresso LPC1769 como son SPI e I²C, que son muy usadas para este tipo de proyectos.

Nuestro interés en este proyecto viene de la necesidad de optimizar el rendimiento de la energía eléctrica y mejorar las aplicaciones de la automatización en la industria, ya que lo que más se utilizan son los motores; por ende es prioritario aplicar la nueva tecnología en motores BLDC y aprender su funcionamiento y nuevas aplicaciones [3].

2. Materiales y Métodos

El proyecto comprende dos partes, una física y la parte de software.

2.1 Composición Física:

En la Figura 1 se muestra el Diagrama de bloques que comprende las partes físicas del proyecto como lo son las tarjetas y el motor.

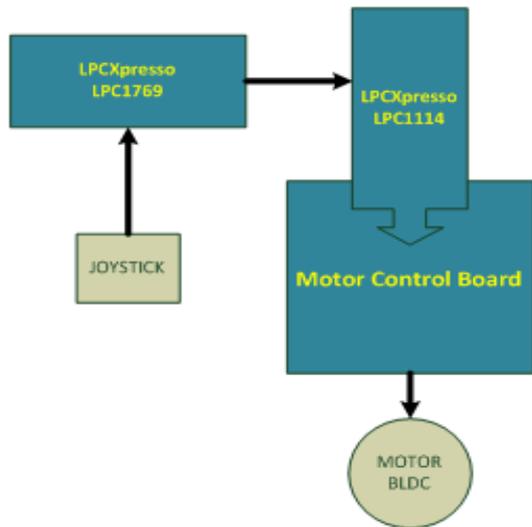


Figura . Diagrama de Bloques del Proyecto

2.1.1. LPCXpresso Motor Control Kit

Este sistema le hace posible para usted familiarizarse inmediatamente con el prototipo de mando de motor. Es una plataforma universal para voltaje bajo para el mando de motor. Con esta plataforma es posible controlar BLDC, BLAC, stepper y motores de DC con escobillas [4]. La tarjeta se ha diseñado para evaluación y no para

aplicación final.

En la Figura 2 se muestra el LPCXpresso Motor Control Kit para el desarrollo de este proyecto.



Figura . Motor Control Kit

Lista de Elementos:

- Socket para LPCXpresso LPC1114, LPC11C24 y LPC1343
- Socket para LPCXpresso LPC176x
- Socket para LPC1xxx en PLCC44
- Conector 4 fases (basado en NXP PMSN2R6-40YS NMOSFET).
- Salida de Voltaje (en tres fases y la tierra virtual)
- Conector para sensores Hall & QEI.
- Sensor de Temperatura
- 15W suministro de poder (+11V, +5V, +3.3V) en la tarjeta.
- Interface de Comunicación
- Conexión USB
- Conexión Ethernet.
- Interfaz de RS422/485
- Interfaz UART-a-USB

- Joystick

2.2 Software

Utilizaremos, como habíamos especificado, el software LPCXpresso v4.1.5_219 que se detallará mas adelante para la programación de la tarjeta LPCXpresso LPC1769 y AVR STUDIO 4 para la programación de la tarjeta butterfly.

2.2.1. LPCXpresso v4.1.5_219

El IDE de LPCXpresso es un ambiente de desarrollo de software favorablemente integrado para NXP LPC Microcontroladores que incluye todas las herramientas necesario desarrollar las soluciones de software de calidad altas en un oportuno y costo la moda eficaz. LPCXpresso es basado en Eclipse con muchos LPC las mejoras específicas. También ofrece la última versión de la industria la cadena de herramienta de GNU normal con una propiedad perfeccionada que biblioteca del C que proporciona la calidad profesional labra con herramienta al costo bajo. El LPCXpresso IDE puede construir un ejecutable de cualquier tamaño con la optimización del código llena y apoya un transmite limite de 128 kB después de la registración. LPCXpresso apoya el ciclo de plan de producto incluido lleno moviendo más allá de la evaluación de la astilla aborda y desarrollo de apoyo en las tarjetas del blanco externas (Figura 3).

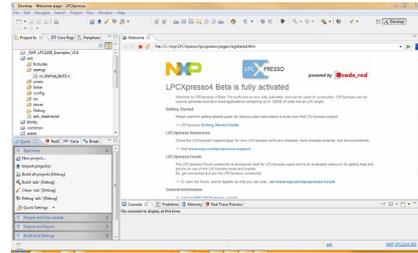


Figura . LPCXpresso IDE

3. Resultados

Con los programas instalados en cada tarjeta se procede a hacer las pruebas respectivas, que en este caso, son las de velocidad del motor, verificando que el motor funcione correctamente y que responda a los mandos programados especificados anteriormente. Y efectivamente, es así como con el joystick logramos controlar la velocidad del motor BLDC. En la Figura 4 se puede ver la tarjeta LPC1769 con las señales de prueba:

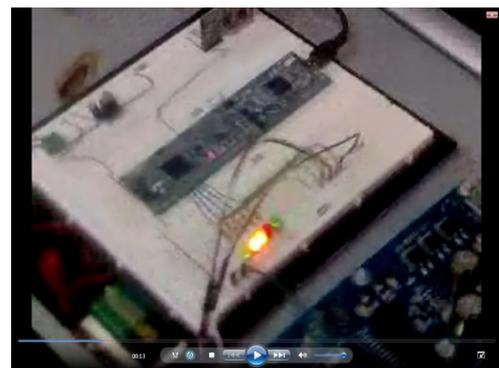


Figura . Señales del Joystick en LPC1769

Y esas señales de prueba son recibidas por la LPCXpresso 1114 como se puede ver en la Figura 5, y conectada sobre la Motor Control Board envía las señales al motor y recibe las señales de los sensores de efecto Hall del mismo [5].

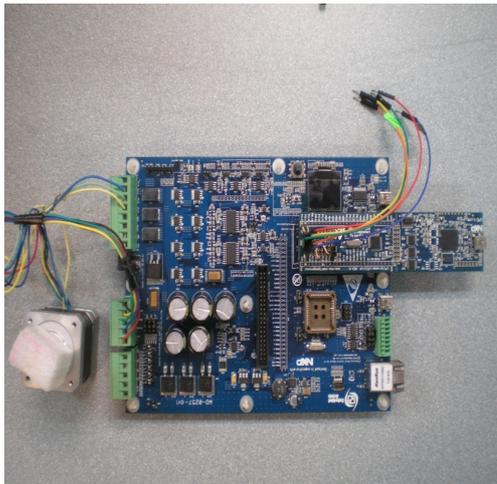


Figura 5. **Parámetros y control del Motor en la tarjeta LPCXpresso 1114**

En la Figura 6 se puede ver el Motor Control Board o Motherboard, que como se especificó en capítulos anteriores, es la interface entre el circuito de control y fuerza, del motor y se puede apreciar su correcto funcionamiento (Los Leds nos indican que la tarjeta se encuentra en estado operativo).



Figura 6. **La tarjeta motor control kit en funcionamiento**

Finalmente se puede observar en la Figura 7 como el motor responde a las señales enviadas desde la tarjeta AvrButterfly como se esperaba desde un principio el motor responde a los mandos de la tarjeta butterfly [6].



Figura 7. **Motor BLDC controlado por Joystick de la tarjeta AvrButterfly**

4. Conclusiones

Mediante la teoría correspondiente a Microcontroladores y lo documentado en esta Tesina, complementamos lo anteriormente dicho implementando un prototipo para control de un motor BLDC, haciendo uso de varias herramientas como el software LPCXpresso v4.1.5_219 y sus respectivas tarjetas programables como lo son la LPCXpressoLPC1769 y la LPCXpressoLPC1114.

Se programó el mando del motor (encendido, apagado y cambio de velocidades) en la tarjeta LPCXpressoLPC1769 mediante el software ya mencionado el cual es el LPCXpresso v4.1.5_219. Así mismo, el control del motor, todas sus características y los algoritmos de funcionamiento con sus respectivas librerías fueron programadas en la tarjeta LPCXpressoLPC1769.

En este proyecto se logró optimizar el proceso de control de velocidad de un motor BLDC y también mejorar el rendimiento y consumo de energía, ya que de por sí las características y prestaciones de este tipo de motores hacen posible que se pueda hacer el control correcto del motor con sus parámetros, y este control no fuera posible sin la avanzada tecnología y velocidad de los dispositivos electrónicos de NXP como lo son las LPCXpresso.

Existen diferentes formas de obtener la lectura de los sensores del motor BLCD para generar la secuencia correcta para el giro del rotor de imán permanente, y a su vez existen diferentes métodos de control del motor BLCD los cuales fueron programados en la LPCXpressoLPC1114 mediante el LPCXpresso v4.1.5_219 como se mencionó antes.

Se identificaron las entradas y salidas del joystick y del display en la tarjeta LPCXpresso Motor Control para implementar su funcionamiento con otros periféricos externos como la tarjeta Butterfly o con botoneras independientes las cuales serían leídas por la LPCXpressoLPC1769 y transmitidas por medio de estas a la LPCXpressoLPC1114.

Para controlar la velocidad del motor BLDC usamos una señal PWM con un duty cycle que no excede el 90% y para ello se utilizaron los TIMER0 y TIMER1 en modo de 32 bits.

El control de velocidad para motores BLCD con sensores efecto Hall utilizados en este proyecto muestra la fácil implementación y aplicación para el uso didáctico, y experimental donde se puede comprobar el funcionamiento de sus etapas, como la etapa de control y potencia del motor.

5. Agradecimientos

A Dios, a nuestros padres, a nuestros amigos y familiares, a todos y cada uno de los que nos ayudaron con sus conocimientos, consejos y sus palabras de aliento para seguir adelante en la carrera.

6. Referencias

[1] Allied Motion Technologies Inc., Brushless Motors,

<http://www.alliedmotion.com/Products/Product.aspx?p=2>, Abril de 2012

[2] NXP Semiconductors, LPC1769/68/67/66/65/64/63,

http://www.nxp.com/documents/data_sheet/LPC1769_68_67_66_65_64_63.pdf, Abril de 2012.

[3] Ingenia-cat - Motion Control Department, Técnicas de control para motores Brushless, <http://www.ingeniamc.com/Es/-Control-techniques-for-brushless-motors.pdf>, Marzo de 2012

[4] Motor Control Kit, NXP.

(http://www.embeddedartists.com/sites/default/files/support/xpr/motor_kit/LPCXpresso_Motor_Control_Users_Guide.pdf). Febrero de 2012.

[5] Sensores de Efecto Hall,
http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_de_efecto_Hall,
Marzo del 2012

[6] Tarjeta Avr Butterfly,

<http://www.atmel.com/Images/doc4271.pdf>, Abril de 2012