

Control de Motores Usando Plataforma NIOS II

José Zambrano⁽¹⁾, Angel Lara⁽²⁾, Ronald Ponguillo⁽³⁾
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación⁽¹⁾
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral, Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
josanzam@espol.edu.ec⁽¹⁾, aalara@espol.edu.ec⁽²⁾, rponguil@espol.edu.ec⁽³⁾

Resumen

El proyecto tuvo como finalidad mostrar el uso de los sistemas embebidos en chip SOC, la cual le permite a los ingenieros diseñar sistemas embebidos como microcontroladores que posean características como un número variable de PWM, DSP, convertidores D/A o A/D, tantos como sean requeridos para el desarrollo de un sistema. En el presente proyecto con un mismo FPGA se controla diferentes tipos de motores entre los cuales están: motores de paso, motores AC y motores DC, los cuales son muy usados en la industria.

También se presentan otras ventajas como el ahorro de espacio, el bajo consumo de potencia, la alta velocidad de estos dispositivos y la facilidad de programación mediante una interfaz en lenguaje C.

Usando la plataforma NIOS II nos permitió programar un microcontrolador embebido en el FPGA la cual controla la secuencia del proceso y envía las señales respectivas a los diferentes periféricos para interactuar con los motores mediante tarjetas de acoplamiento y con el usuario mediante una LCD.

Palabras claves: *FPGA, Embebido, Control, Motores, NIOS II.*

Abstract

This project had a goal to show the embedded systems on chip SOC, which allow to the engineer to design systems as microcontrollers who has specifics characters as a variable number of PWM, DSP, ADC or DAC converter as such as we need to specific develops systems. In this project with a single FPGA we have controlled three different motor's type, which were: step motors, AC motors and DC motors, which are widely used in industry.

Other advantages such as space saving, low power consumption, high speed of data processing and the easy way of programming are presented through an interface in C language.

NIOS II is a platform who allowed us to program a microcontroller embedded into a FPGA which controls the sequence of the process and sends signals to interact with each motor by coupling cards and the user LCD interface.

Keywords: *FPGA, Embedded, Control, Engine, NIOS II.*

1. Introducción

Este proyecto de graduación tiene como objetivo destacar el uso de los sistemas de embebidos para control de procesos industriales en los cuales lo más común es el uso de motores para realizar posicionamiento, flujo de líquidos, mezclado y control de velocidad y torque.

2. Fundamento teórico

Este proyecto está basado en el uso de la plataforma NIOS II para la programación de un microcontrolador embebido dentro de la tarjeta de desarrollo DE2 de la compañía Altera el cual viene listo para programar y con periféricos incorporados para uso del diseñador tales como LCD, Pulsadores, Interruptores etc. Los cuales han sido utilizados para el control de motores en una simulación de proceso industrial.

3. Especificaciones de hardware

3.1 Hardware embebido

Uno de los componentes básicos del diseño del controlador lo conforma la tarjeta de desarrollo DE2, el programa Quartus II para el desarrollo del hardware embebido, la plataforma Qsys para el desarrollo del Microcontrolador con todas sus características necesarias y la plataforma de programación NIOS II la cual nos permite mediante el lenguaje C, programar la secuencia de trabajo de cada parte del proceso.

Herramientas de Diseño del controlador:

- Quartus II
- Qsys
- NIOS II
- Tarjeta de desarrollo DE2

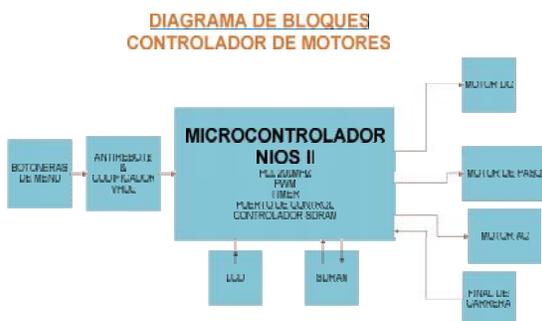


Figura 1. Controlador Embebido.

3.2 Hardware del Proceso

La parte del hardware del proyecto esta constituida por los motores controlados desde la DE2, debido a que la tarjeta tiene salidas a 3.3VDC, se tuvo que optoislar el circuito de fuerza.

Los dispositivos utilizados en el proyecto son:

- Relé de estado sólido SSR
- Tarjeta de Opto acoplado
- Módulo L298N
- Motor AC
- Motor DC
- Motor de paso

3.2.1 Relé de estado solido

Los relé de estado sólido se utilizan para con una señal de entre 4 a 30 VDC cierra o abre un contacto electrónico basado en triac el cual puede soportar una corriente alterna de hasta 40Arms.



Figura 2. Relé de estado solido

3.2.2 Tarjeta de Opto acoplado

La tarjeta de Optoacoplado se utiliza proteger las salidas del controlador y también se usan para cambiar de la señal normal enviada por el controlador de 3.3VDC a un voltaje de 3,3VDC o mayor de 5VDC para poder accionar los relés de estado sólido.

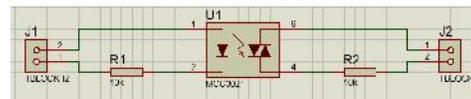


Figura 3. Tarjeta de opto acoplado

3.2.3 Modulo L298N

El módulo L298N es un integrado con doble puente H el cual sirve para controlar el motor de paso y motor DC mediante las señales de control por las cuales se puede definir el arranque, parada y sentido de giro del motor.

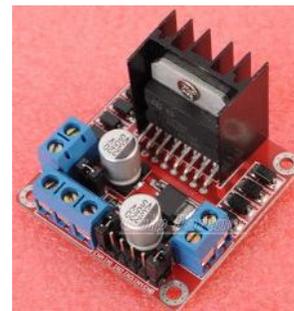


Figura 4. Módulo L298N

Aquí utilizamos la pantalla LCD, los pulsadores, los led rojos y los interruptores. Con el programa se puede generar un configuración predefinida o por defecto para la DE2.

Cuando se utiliza configuraciones por defecto como por ejemplo DE2_Media_Computer, se le debe agregar módulos como el PWM el cual fue debidamente explicado en el seminario de "Microprocesadores Embebidos Configurables" del cual previamente se debe revisar la configuración de los pines asignados, para que no exista algún conflicto con los módulos generales.

4.2 Software del controlador

El programa es realizado en el entorno de programación NIOS II en la cual tiene un entorno muy amigable con el usuario y es posible realizar programación mixta entre lenguaje ensamblador y el lenguaje C.

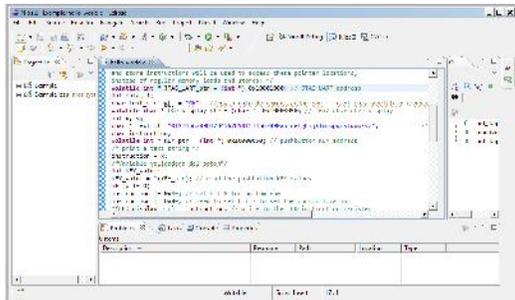


Figura 10. Entorno de programación NIOS II.

4.3 Sensor magnético

Este sensor tiene como objetivo detectar cuando una botella llega a la posición deseada mientras el plato está girando.

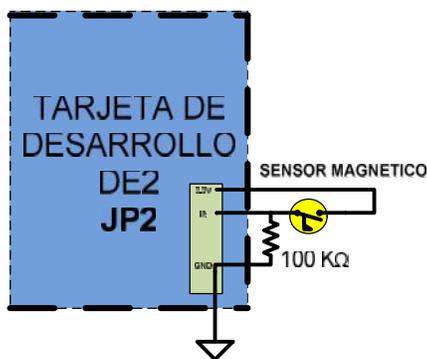


Figura 11. Sensor Magnético.

4.4 Motor DC

El motor DC se usa mediante una regulación de voltaje DC por un PWM y la tarjeta de acoplamiento se puede definir la velocidad, el sentido de giro del mismo.

La tarjeta módulo L298N genera un gran aporte al control del motor logrando que solo necesitemos dos señales para lograr hacer trabajar al motor DC.

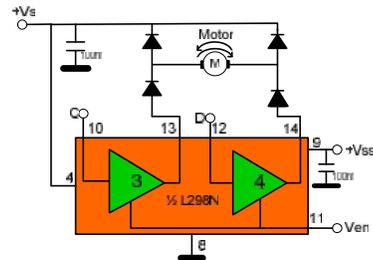


Figura 12. Conexión de motor DC.

4.5 Motor AC

El motor AC solo está siendo controlada su arranque pero sin ningún control de velocidad o giro. Se utiliza el relé de estado sólido como un interruptor el cual da arranque y parada al motor.

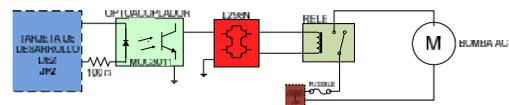


Figura 13. Conexión de motor AC.

4.6 Motor de Paso

El motor de pasos está completamente conectado al módulo L298N para alimentar las dos bobinas y generar la secuencia de giro a pasos.

Uno de los principales problemas con el plato giratorio era su peso, por lo cual se tenían que enviar pulsaciones en la secuencia mucho más prolongadas.

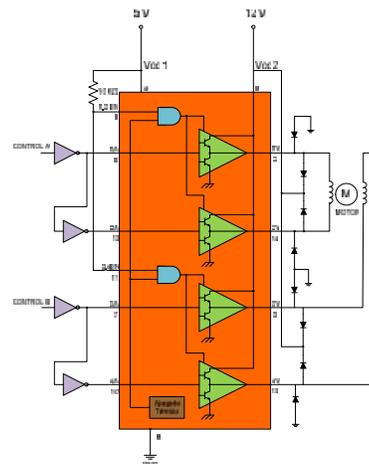


Figura 14. Conexión de motor de paso.

5. Pruebas del proyecto

Las pruebas de aplicación fueron realizadas por separado, Primero se probó la fuente de poder la cual va a generar la energía para toda la maqueta, A continuación se probó los códigos de manera simulada dentro de la DE2, para verificar la modulación del ancho de pulso y el proceso respectivo usando los LEDs, Además de los mensajes en la LCD.

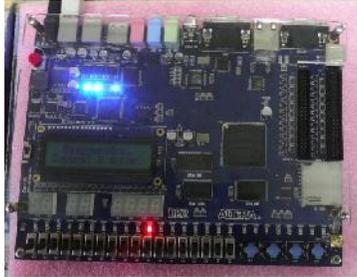


Figura 15. Tarjeta DE2.

Por separado se realizó pruebas de funcionamiento a la tarjeta optoacoplada, y a la de fuerza, como se muestra en la siguiente figura.

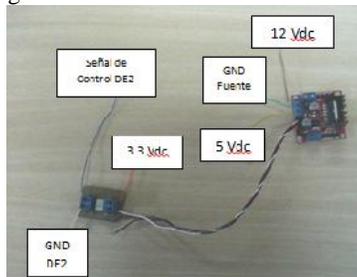


Figura 16. Conexión de tarjetas de prueba.

Se demostró además de su funcionalidad, el voltaje correspondiente al ingreso y a la salida de las tarjetas de fuerza.

5.1 Prueba de los motores AC

Para realizar la prueba de motores AC, se siguieron los siguientes pasos:

Primero se realizó un programa en NIOS II, el cual mediante un DIP_Switch simularía el encendido y apagado del motor conectándolo como lo muestra la figura 17.

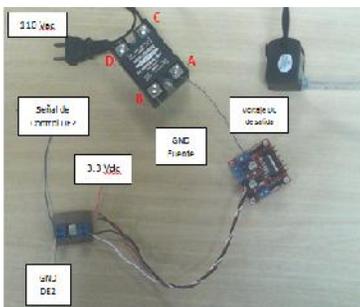


Figura 17. Conexión para pruebas AC.

Debido a que es un arranque directo sólo se tomó mediciones de voltaje y de corriente en los puntos especificados (punto A, B, C, D).

5.2 Datos de motores AC

Los datos adquiridos en la prueba del motor AC se van a indicar en la siguiente tabla.

Tabla 1. Datos de prueba de Voltajes.

DIP_Switch	Red LED	Voltaje AB	Voltaje CD
down	Off	0.41 mV dc	0.35 mV Ac
up	On	11.7 V dc	115.2 V Ac

5.3 Prueba de motores DC

Para la prueba del motor DC al igual que el motor AC se realizó un programa en NIOS II, el cual mediante un DIP_Switch simularía el encendido y apagado del motor conectándolo como lo muestra la figura 18.

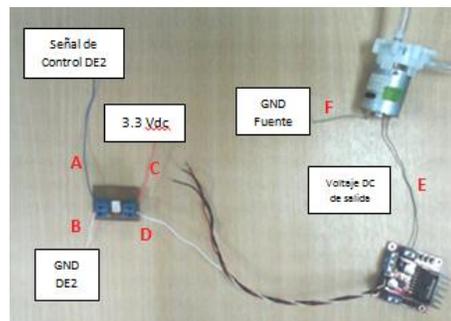


Figura 18. Conexión para pruebas DC.

Como podemos observar en la figura 18 el motor DC se encuentra conectado mediante la tarjeta optoacoplada de una línea de control de 3.3Vdc comandado por la tarjeta de desarrollo DE2 con el circuito de fuerza y se va a realizaron las pruebas correspondientes en los puntos especificados en la figura (puntos A, B, C, D, E, F).

5.4 Datos de motores DC

Los datos adquiridos en la prueba del motor DC se van a indicar en la siguiente tabla.

Tabla 2. Datos de prueba de Voltajes.

DIP Switch	Voltaje AB	Voltaje CD	Voltaje EF	Capacidad de llenado ml/10useg
0	0.01mVdc	0.2mVdc	0.00 mVdc	2.5 ml
1	0.52Vdc	0.48 Vdc	3.22 Vdc	7.5 ml
2	1.15Vdc	1.10 Vdc	6.10 Vdc	15 ml
3	2.3 V dc	2.2 Vdc	9.40 Vdc	22.5 ml
4	3.1 V dc	3.3 Vdc	11.82 Vdc	30 ml

5.5 Prueba de motor de Pasos

Las pruebas del motor de pasos también se realizaron usando un código para poderlo conectar mediante la tarjeta optoacoplada y la tarjeta de fuerza como lo muestra la siguiente figura 19.

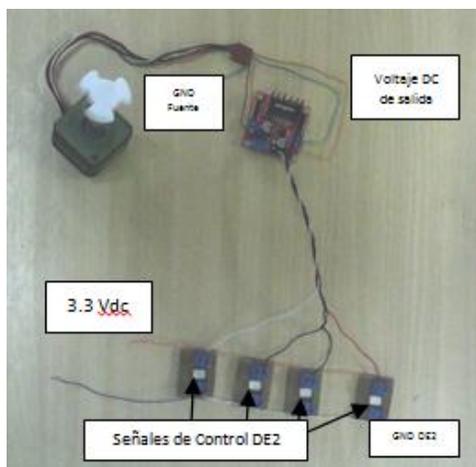


Figura 19. Conexión de motor de pasos.

6. Conclusiones

Hemos concluido que la versatilidad de los FPGA de Altera nos ha permitido generar un sistema embebido adecuado a nuestra aplicación la cual se puede extender más en sistemas de control de lazo cerrado con PID, permitiéndonos diseñar procesadores de señales digitales de muy bajo costo, aminorando el tiempo de diseño ya que el microcontrolador embebido puede ser conectado a compuertas lógicas, contadores y demás. Que también estarían embebidos en el chip. Logrando además un ahorro de espacio físico.

Debido a la conclusión anterior y a lo experimentado en el proyecto durante la construcción de la maqueta concluimos también que el uso en la industria es viable ya que desde el FPGA se puede controlar arranques de motores, brazos robóticos, activación de solenoides, electroválvulas, bombas, etc. Las cuales son muy comunes en maquinarias y equipos industriales.

En la industria se usa mucho la comunicación Ethernet, la misma que presenta la FPGA como interfaz de comunicación permitiéndole así ser apto para formar parte de una red neuronal industrial dando como único inconveniente que ninguna de las tarjetas de desarrollo viene encapsulada en una caja hermética con protección internacional (IP) entre 65 y 67.

La capacidad de este FPGA de trabajar con una frecuencia de 50 MHz y teniendo la posibilidad de usar un PLL (Phase-Locked Loop o Lazo de seguimiento de fase) propio del FPGA que le da la posibilidad de incrementar la frecuencia de trabajo hasta 200 MHz le permite generar una interfaz fluida entre la máquina y el usuario mediante un sistema gráfico la cual puede ser una VGA o una pantalla táctil, aprovechando la salida y el controlador integrado a la tarjeta de desarrollo DE2. Se puede diseñar un sistema SCADA (supervisor de control y adquisición de datos) cubriendo así todos los niveles de control y supervisión que exige la industria hoy en día a muy bajos costos económicos pero de gran valor en propiedad intelectual.

7. Referencias

- [1]. National Instrument, FPGAs a Fondo <http://www.ni.com/white-paper/6983/es>, 2 de Enero del 2014
- [2]. Altera, Cyclone II FPGAs at Cost That Rivals ASICs <http://www.altera.com/devices/fpga/cyclone2/cy2-index.jsp>, 2 de Enero del 2014
- [3] Altera, DE2 Development and Education Board <http://www.altera.com/education/univ/materials/boards/de2/unv-de2-board.html>, 2 de Enero del 2014
- [4] Universidad de Toronto, GPIO Puerto 1 y 2 http://www-ug.eecg.toronto.edu/desl/nios_devices/dev_pit.html, 2 de Enero del 2014
- [5] Ayuda de manuales de la compañía Altera, ftp://ftp.altera.com/up/pub/Webdocs/DE2_UserManual.pdf <http://www.altera.com/literature/lit-cyc2.jsp>, 5 de Enero del 2014
- [6] Datasheet de los integrados <http://www.datasheetcatalog.com/>, 5 de Enero del 2014
- [7] Datasheet DE2 <http://www.altera.com/education/univ/materials/boards/de2/unv-de2-board.html>, 5 de Enero del 2014
- [8] Secuencia de Motores de Paso [Es.m.wikipedia.org/wiki/Motor_paso_a_paso](http://es.m.wikipedia.org/wiki/Motor_paso_a_paso), 5 de Enero del 2014
- [9] Motores de Corriente Alterna http://platea.pntic.mec.es/jgarrigo/SAP/archivos/1eva/introducción_motores_ca.., 5 de Enero del 2014