

Contador de pulsos para Servomecanismos

René de J. Romero Troncoso¹, Juan Arturo Orozco Cardiel²

Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica. Universidad de Guanajuato.

Av. Tampico 912, Col. Bellavista, Salamanca, Gto., C.P. 36730, México.

¹ troncoso@salamanca.ugto.com

² arturo_orozco@todito.com

Resumen. En este trabajo se muestra el desarrollo de un núcleo de diseño (*core*) para posicionar servomecanismos[1] con una resolución de 32 bits, con su eficiente realización en FPGAs. El desarrollo del *core* se realiza mediante una descripción *top-down*[2] en VHDL para dejarlo como un módulo reutilizable en aplicaciones de control e instrumentación que contengan servomecanismos, facilitando el concepto de diseño en una sola pastilla, SOC (*System On-a Chip*). La importancia del presente desarrollo se manifiesta al utilizar una estructura digital completamente síncrona que enlaza contadores de baja resolución para obtener uno de muy alta resolución (32 bits), evitando la inferencia directa de contadores de cadenas muy largas que requieren mucha área y degradan el desempeño en velocidad de los sistemas. Con este trabajo se cuenta con un sistema posicionador para servomecanismos de alta resolución y cuya realización en FPGAs es eficiente tanto en área como en velocidad.

Palabras clave: Servomotores, *core*, diseño VHDL.

1 Introducción

El trabajo con servomotores[3] juega un papel muy importante en el área industrial, ya que la tendencia en esta área es de automatizar las Máquinas-Herramientas. Un servomotor (Servo) es un dispositivo electromecánico en el cual una entrada eléctrica determina la posición de un motor con la ayuda de un codificador óptico[4] (*encoder*). Este se encuentra adaptado al servomotor, del cual se obtiene una serie de pulsos que indican la posición en que se encuentra el servo, además del sentido de giro.

Los servos se utilizan extensivamente en robótica[5], coches, aviones y en barcos radio-controlados, por nombrar algunos. La importancia de conocer la posición de un servomotor es que en base a esta se puede conocer la velocidad y aceleración del dispositivo que lo utiliza haciendo uso, por ejemplo, de un controlador.

En lo que respecta al campo de aplicación del *encoder*, lo tiene mayormente, en los sistemas de control[6] de movimiento. El *encoder* entrega una serie de pulsos en cuadratura a través de dos canales, y dependiendo de la secuencia que estos tengan se obtiene el incremento o decremento de la posición en que se encuentre el servo. Hay un tercer canal, llamado Índice, el cual indica el término de una vuelta completa del encoder. En la figura 1 es mostrada la serie de pulsos que entrega este dispositivo a través de sus tres canales:

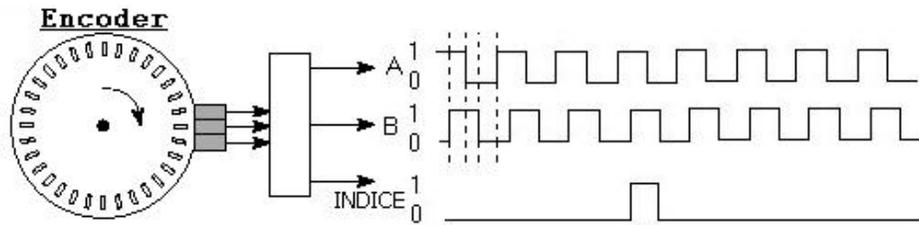


Fig. 1. Forma de onda entregada por un *encoder*.

La serie de pulsos entregada por el *encoder* es relativa, mientras que a la salida del contador de pulsos se obtiene una posición absoluta. El ambiente industrial actual, es decir, la automatización de máquinas exige nuevos sistemas digitales que sean compatibles con demás sistemas, para lograr un sistema mucho más complejo y obtener una solución a problemas mayores.

2 Estado del Arte

Empresas como *National Semiconductor* [7], *DeltaTau*[8], *Siemens*[9] entre otras, han desarrollado circuitos integrados que resuelven esta problemática pero no se encuentran disponibles, es decir, forma parte de una arquitectura cerrada que se encuentra dentro de sus circuitos integrados de aplicación específica para aplicaciones de control y por lo tanto, no son reutilizables. Como ejemplo, podemos mencionar al LM628, de *National Semiconductor*, el cual contiene un contador de 32 bits, una interfaz, un filtro PID digital y una retroalimentación de posición el cual recibe las señales provenientes del encoder.

La empresa *DeltaTau* cuenta con un CI que realiza la función de contador. La desventaja de este es que utiliza una estructura asíncrona, dando como consecuencia una limitación en su velocidad de trabajo.

El objetivo principal de este trabajo, es el de diseñar y construir un sistema el cual pueda ser reutilizable y transportable hacia cualquier plataforma de diseño, dando como resultado un trabajo con tecnología propia.

3 Desarrollo

En el desarrollo de este trabajo es utilizada la metodología de diseño *top-down*. El sistema completo, diseñado para 8 canales, es mostrado en la figura 2, en la cual intervienen los servos, los *encoders* acoplados a él y el sistema de posicionamiento. Este es conectado a un Microprocesador, mediante el cual se lee y se escribe la información.

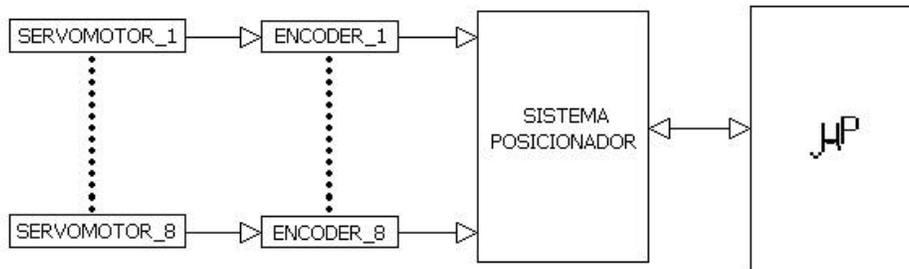


Fig. 2. Sistema completo que determina la posición de los servos.

El bloque llamado sistema posicionador, es el sistema desarrollado en este trabajo. Mediante este se obtienen las señales provenientes del *encoder* y son procesadas para obtener un posicionamiento absoluto del servo.

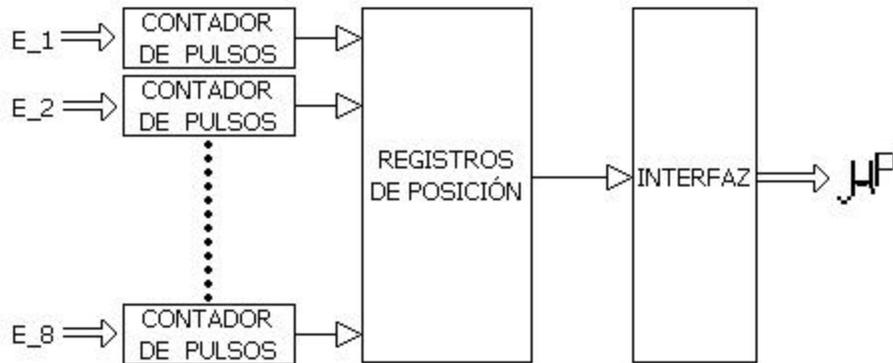


Fig. 3. Descripción a bloques del sistema de posicionamiento.

Como se observa en la figura 3, las señales provenientes del encoder son la entrada del contador de pulsos, luego pasa al bloque llamado registros de posición, en el cual se actualiza la secuencia de posición. Este bloque es habilitado por una señal proveniente del Microprocesador. Delante de este bloque, se encuentra la Interfaz, la cual administra la información entre el sistema y el Microprocesador. Esta interfaz cuenta con un modo de operación estático mediante el cual se conoce la posición del servo seleccionado en cualquier instante. La importancia de esta interfaz es que es compatible con microprocesadores de 8, 16 y 32 bits.

La estructura del contador de pulsos es mostrada en la figura 4. En este bloque las señales provenientes del *encoder* son sincronizadas para poder ser procesadas por el sistema, además de que estas señales son relativas y el sistema busca obtener una posición absoluta. Después los pulsos sincronizados son codificados por medio de una máquina de estados síncrona, la cual envía una señal al contador de alta resolución para que este lleve las cuentas de posición del servo.

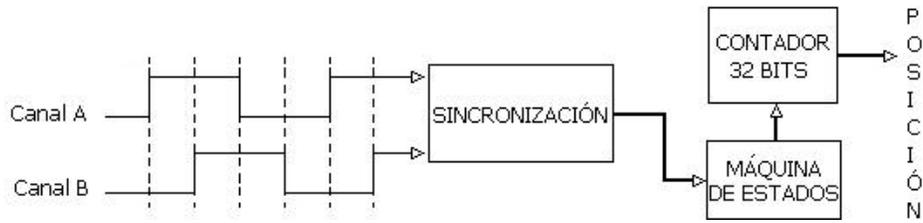


Fig. 4. Diagrama que muestra la estructura del contador de pulsos.

Una desventaja de utilizar un contador completo de 32 bits, es decir, utilizando la cadena de completa de estos, nos genera una gran cantidad de lógica combinatorial, dando como resultado un bajo desempeño en velocidad de éste. De otra manera, utilizando cuatro rebanadas de 8 bits, conectados en sincronía, no es generada tanta lógica, puesto que son utilizadas cadenas pequeñas de 8 bits, logrando así un mayor desempeño funcional: que responda eficientemente y no cargue siempre con la cadena completa de 32 bits, sólo con los bits necesarios. En la figura 5 es mostrada en forma gráfica la conexión en sincronía de cuatro contadores de baja resolución, dando como resultado otro de muy alta resolución, 32 bits.

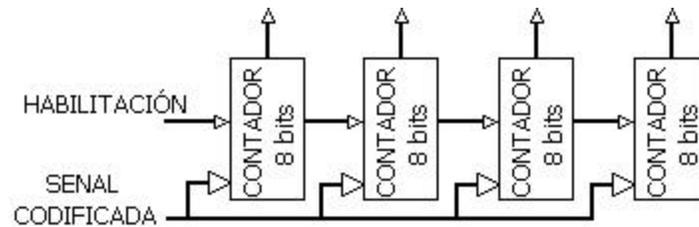


Fig. 5. Estructura a bloques del contador de 32 bits.

La estructura interna que contiene cada contador de 8 bits, es mostrada en la figura 6.

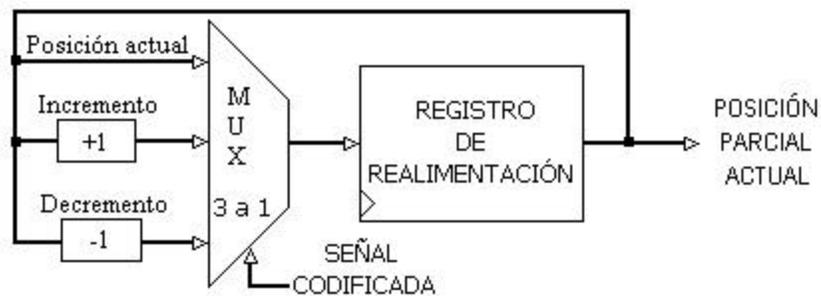


Fig. 6. Estructura interna del contador de 8 bits.

La señal codificada es la proveniente de la máquina de estados. En base al valor contenido en esta señal, que es la de selección del multiplexor, se decide si se

incrementa la cuenta, se decrementa o mantiene el mismo valor. La salida del multiplexor es enviada al registro llamado de realimentación. La salida de éste es la posición actual parcial, además de que es enviada como entrada al multiplexor para iniciar así un nuevo ciclo. La descripción del sistema posicionador completo es descrita de manera jerárquica en VHDL.

4 Resultados

Para comprobar la funcionalidad del sistema, se armó un prototipo, el cual se muestra en la figura 7. Existen muchas familias de FPGAs, pero el utilizado para este desarrollo fue el A54SX32A de Actel, de velocidad estándar, dado que la relación costo-beneficio de este dispositivo, es baja. La capacidad de este dispositivo es de 32,000 compuertas lógicas. Dicho prototipo contiene un sistema de reset, interruptores *on-off* para la selección del servomotor a conocer la posición. Esta posición actual es mostrada en forma binaria a través de un panel de leds, que es otra tarjeta impresa. En esta figura se observa la parte inferior de cuatro conectores por los cuales es enviada la posición hacia el panel de leds, además de recibir las señales de cada uno de los servomotores a través de conectores tipo DB. Cada *encoder* trae un conector, que, para que se adapte al tipo DB, pasa primero por una pequeña tarjeta impresa la cual realiza este trabajo de adaptación de un conector a otro. El reloj maestro utilizado es un cristal piezoeléctrico de frecuencia 10 Mhz.

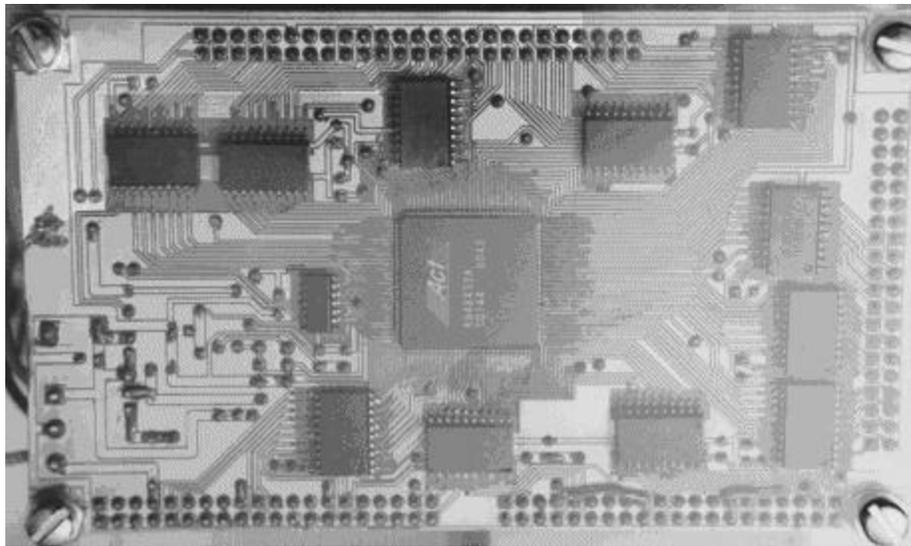


Fig. 7. Prototipo armado para comprobar la funcionalidad del sistema.

Los resultados técnicos indican el uso de un 71% del total del chip, es decir 22.720 compuertas lógicas. Además, el sistema es funcional a una frecuencia de 10 MHz, y su

máxima funcionalidad en frecuencia es de 14,9 MHz. Todo el sistema fue montado en una base de material acrílico con el fin de realizar las pruebas más eficientemente y cómodamente. Los resultados técnicos al sintetizar la descripción VHDL son los siguientes:

Celdas:	Total	Usadas	Porcentaje usado
Combinacionales	1800	1364	76%
Secuenciales	1080	657	61%
Total	2880	2021	71%

Frecuencia:	
Deseada	10 MHz.
Estimada	14.9 MHz.

5 Conclusiones

Al término de este trabajo se cuenta con la descripción VHDL de un sistema posicionador de servomecanismos, el cual fue implementado en un FPGA, y comprobando, a través de éste, la funcionalidad del sistema. El desarrollo de este sistema deja como consecuencia la obtención de tecnología propia, y esto es una ventaja, ya que de esta manera la descripción VHDL puede ser utilizada en aplicaciones diferentes o como parte de un sistema de mayor complejidad.

Referencias

- [1] Bulliet L. J., *Servomechanisms*, Addison Wesley, 1967.
- [2] Pardo F. – Boluda J., *VHDL lenguaje para síntesis y modelado de circuitos*, Alfaomega, 1999.
- [3] <http://www.maxonmotorusa.com>
- [4] Considine, Douglas M., *Process Industrial Instruments Controls Hand Book*, Mc. Graw Hill, 1993.
- [5] Groover M and Weis M., *Industrial Robotics Technology, Programming and Applications*, Mc. Graw Hill, 1986.
- [6] Bishop R. and Dorf R., *Modern Control Systems*, Addison Wesley, 1998.
- [7] Power ICs, *National Semiconductor Data Book*, 1998.
- [8] <http://www.deltatau.com>
- [9] <http://www..siemens.com/products>