Control de Motores a Pasos Vía Puerto Serial

Miguel Magos Rivera, Ricardo Godínez Bravo

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Depto. de Electrónica
San Pablo 180 Col. Reynosa. 02200 México D.F.
mrm@correo.azc.uam.mx rgb@correo.azc.uam.mx

Resumen

Los motores a pasos son muy utilizados en aplicaciones de robótica y control numérico entre muchas aplicaciones. En este artículo se presenta el desarrollo de un dispositivo electrónico para controlar motores a pasos de tipo bipolar mediante comunicación serial. El sistema, basado en un microcontrolador, recibe comandos de control asociados a la dirección, velocidad y posición del motor. El trabajo incluye un interfaz para computadora mediante el cual se envían los comandos al sistema. En este documento se presentan los bloques del sistema y los resultados obtenidos. Se concluye el trabajo mencionando algunas de las posibles aplicaciones de este tipo de controladores.

Palabras Clave: Motor Paso a Paso Electrónica de Potencia, Interfaz por Computadora, Microcontroladores.

I. Introducción

Los motores a pasos son dispositivos que tienen como característica principal el poder hacer girar su eje en forma de pasos angulares discretos. Este tipo de motor es empleado en aplicaciones en las cuales se requieren movimientos precisos [1]. La alimentación eléctrica para estos dispositivos se proporciona en forma de pulsos secuenciales aplicados a las distintas bobinas que constituyen el motor. Por cada pulso de energía aplicado a una de las bobinas, el eje realiza un desplazamiento angular discreto permaneciendo fijo en dicha posición hasta que otro paso sea aplicado. Controlando la frecuencia a la que se aplican los pulsos de energía es posible controlar la velocidad de giro del motor, asimismo, aplicando la secuencia de pulsos en forma inversa, es posible cambiar el sentido de giro del dispositivo.

Existen en el mercado motores a pasos con distintos tamaños de paso, uno de los más comunes es el de 1.8°. Este motor requiere realizar 200 pasos para tener una vuelta completa. Otra característica que poseen estos motores es que su eje puede permanecer inmóvil en una posición determinada siempre y cuando se mantengan energizadas las bobinas que lo componen.

Las características mencionadas hacen que este tipo de motores sea muy empleado en aplicaciones de robótica, control numérico y en general en situaciones en las cuales el posicionamiento preciso de un eje es importante.

El diseño del circuito electrónico de control encargado de enviar la secuencia de pulsos de energía a las bobinas de un motor a pasos debe considerar la frecuencia de los mismos así como el número de estos. Dependiendo de la aplicación generalmente la secuencia de control está asociada al movimiento y posicionamiento deseado en el eje. Existen en el mercado distintos controladores para este tipo de motores.

La compañía Autonics distribuye el modelo MD2U-MD-20 el cual permite controlar motores a pasos con consumos de corriente de hasta 2 A [2].

Por su parte, RMS Technologies propone el controlador modelo R356 [3]. Se trata de un circuito electrónico embebido con capacidad de recibir comandos por su puerto serial para controlar motores a pasos con consumos de corriente de hasta 3 A. El fabricante proporciona un programa de computadora que permite el envío de comandos de control al dispositivo desde un interfaz amigable.

Esta característica facilita las tareas de diseño y pruebas de sistemas mecatrónicos en los cuales se tienen involucrados motores a pasos.

Buscando tener una herramienta que se adapte a los requerimientos de desarrollos de tipo académico que se realizan en instituciones educativas, se propuso la construcción de un controlador para motor a pasos el cual, en forma similar al de la compañía RMS Technologies, tiene la capacidad de recibir, en forma serial, comandos provenientes de una computadora, un controlador lógico programable o cualquier equipo que cuente con un puerto serial. El tipo de comunicación propuesta es RS-232, sin embargo este protocolo puede ser fácilmente remplazado por otro de tipo USB y/o RS-485.

En este artículo se presenta el diseño y la construcción de un sistema de control para motores a pasos mediante comandos enviados vía serial por una computadora. En la primera sección de este artículo se describe brevemente el principio de funcionamiento de un motor a pasos así como las aplicaciones de los mismos. En la segunda sección del documento se describen los bloques que conforman el sistema de propuesto. En la última sección del trabajo, se presentan los resultados obtenidos así como las conclusiones y se plantea una serie de trabajos a futuro.

II. Desarrollo

Los elementos que conforman el sistema pueden ser agrupados en cuatro bloques funcionales mismos que se muestran en el diagrama de la figura 1 y que son descritos en el resto de esta sección.

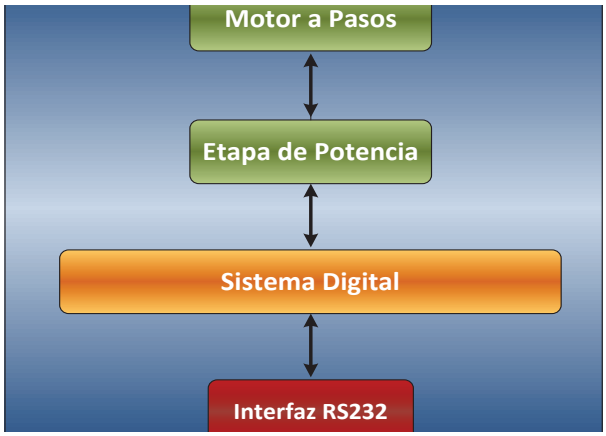

Fig. 1. Diagrama de bloques del sistema desarrollado.

Etapa de Potencia

Este bloque consta principalmente de un circuito L298N (Driver Push Pull), para el control de dirección y velocidad del motor. Cuenta con señales de habilitación ENABLE_A y ENABLE_B para cada uno de los dos driver integrados (pines 6 y 11), señales de entrada para el control del sentido de la corriente en la carga y señales de salida en la carga, voltaje de salida en la carga Vs hasta de 36 volts, voltaje de alimentación Vss y tierra GND.

Básicamente su funcionamiento es el siguiente. Cuando un nivel alto es detectado por las entradas EA Y EB, la corriente fluirá a través de las salidas de los buffer internos dependiendo de los niveles bajo o alto que existan en las señales de entrada. La figura 2 muestra el diagrama de control para motores bidireccionales. En el caso de los motores paso a paso se tienen dos bobinas como si fueran dos motores independientes. Este voltaje en la carga

dependerá del valor de las señales de entrada como se muestra en la tabla 1.

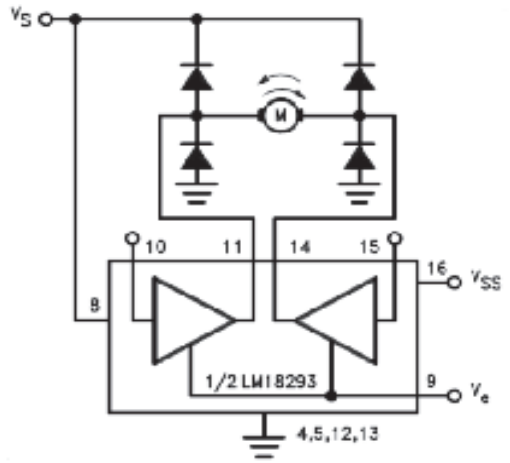

Fig. 2. Diagrama de control para motores bidireccionales.

V_{IN} 1	V_{IN} 2	Step
L	L	1
L	H	2
H	H	3
H	L	4
L	L	1

Note : V_E 1 and V_E 2 = H

Tabla 1. Secuencia de control.

De la tabla 1 se observa que las señales de entrada corresponden con los primeros cuatro números del código GRAY binario, así el motor girará en sentido de las manecillas del reloj (CW) o contra el sentido de las manecillas del reloj (CCW) cambiando el orden de esta secuencia siempre y cuando las señales de habilitación estén activas (nivel alto).

En la figura 2, el arreglo de diodos permite la disipación de la corriente almacenada en los embobinados del motor, corriente que al desenergizar al sistema tiende a descargarse hacia la etapa de baja potencia. Con este arreglo se asegura que la energía almacenada por los motores se disipe en forma de calor y el sistema de baja potencia no sufra ningún daño.

Sistema Digital

El sistema digital es el encargado de recibir y procesar la información proporcionada por el sensor de temperatura para ser enviada posteriormente al módulo de conversión Ethernet.

Microcontrolador. La base del sistema digital es el microcontrolador AT89C2051 de ATMEL, este dispositivo está basado en los microprocesadores de 8 bits, contiene internamente una CPU de 8 bits, 2 puertos de entrada y salida paralelo los cuales pueden ser direccionados por bit; contiene señales de control para comunicación serial (UART), 2 entradas para Timer/Contador de 16 bits, terminales para detectar interrupciones externas y un comparador analógico de precisión.

El puerto serie del microcontrolador es un puerto "FULL DUPLEX", lo cual significa que puede transmitir y recibir datos simultáneamente. El receptor contiene un almacén o "Buffer" que le permite comenzar a recibir un segundo dato sin necesidad de que el primero haya sido completamente leído del registro buffer. Sin embargo si el primer byte permanece sin ser leído hasta el final de la recepción del segundo dato, este se perderá. El dato de la recepción y de la transmisión se encuentra en el registro SBUF del área de funciones especiales del dispositivo (SFR's). Una aplicación interesante del microcontrolador AT89C2051 es la comunicación con otros dispositivos inteligentes, como puede ser una computadora personal.

Interfaz RS-232

La norma de comunicación serie RS-232 es una de las más extendidas. Una de sus

características es la de los rangos de tensiones que utiliza para representar los niveles lógicos. El nivel alto se representa con una tensión entre -3 y -15 volts, mientras que el nivel bajo utiliza el rango de +3 a +15 volts.

En este desarrollo se empleó el circuito integrado ICL232 para la conversión de las señales de salida serial. Este elemento dispone de dos canales de entrada para niveles TTL, que son los TXIN (pines 10 y 11), con sus correspondientes salidas TXOUT (pines 7 y 14). Igualmente posee dos canales de entrada para niveles de RS-232 RXIN (pines 8 y 13) y sus correspondientes salidas TTL, RXOUT (pines 9 y 12). Este circuito tiene la ventaja de alimentarse con +5 volts. En esta aplicacion se empleó uno de los dos canales disponibles. La línea de salida del microcontrolador (TxD) aplica la información a transmitir (TTL) por el pin TXIN del ICL232. Dicha información es enviada por la terminal TXOUT, pero convertida a niveles RS-232, enviándose por un pin del conector estándar DB9 hacia la PC.

La línea de recepción RS-232 (TxD) corresponde con el pin 2 del conector DB9. La información que se recibe se introduce al ICL232, que la convierte a niveles TTL que salen por RXOUT hacia la terminal de recepción RxD del microcontrolador.

Programa del microcontrolador. El programa desarrollado para el microcontrolador y que se encuentra residente en memoria FLASH, es el encargado de la secuencia de control de actividades. El programa se encarga de enviar las señales necesarias para controlar el movimiento del motor, giro a la izquierda y giro a la derecha de forma continua y además puede realizar una secuencia de movimientos en ambas direcciones la cantidad de grados (pasos) que el usuario determine.

El diagrama de flujo del programa principal, se muestra en la figura 3. Se observa como el sistema está en un lazo continuo de giro en la dirección seleccionada.

Los diagramas de flujo que se muestran en la figura 4, corresponden al comando de giro izquierdo y derecho.

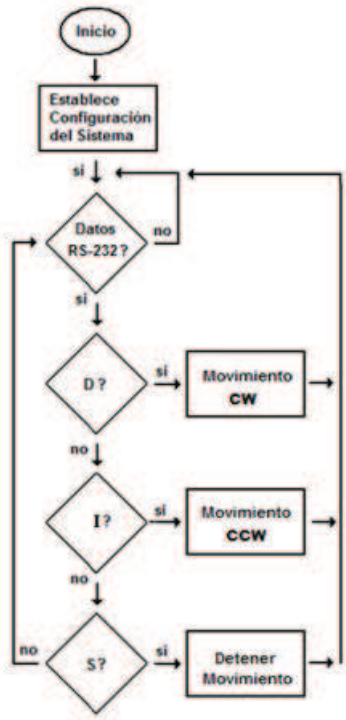

Fig. 3. Diagrama de flujo del programa principal del microcontrolador.

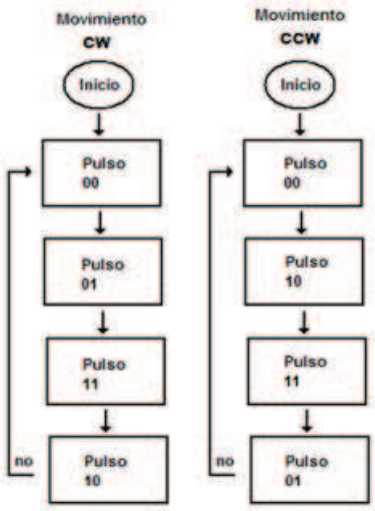

Fig. 4. Diagramas de flujo para giro en ambas direcciones.

Este programa recibe mediante comunicación serial RS232 la siguiente información para el control del motor:

Movimiento Continuo:

D = inicia movimiento del motor en la dirección de las manecillas del reloj

I = inicia movimiento del motor en la dirección opuesta de las manecillas del reloj

S = detiene el movimiento del motor

Antes de cambiar de dirección siempre se debe detener el motor enviando el dato ”S”.

En el caso de solicitar una secuencia de movimientos en ambas direcciones durante una cierta cantidad de pasos, el sistema digital espera recibir la siguiente cadena de caracteres (archivo txt):

SECUENCIA =
&@ppppGv#@ppppGv#@ppppGv#...@ppppGv#%

Donde & = carácter de inicio de la secuencia

@ = carácter de inicio del movimiento

pppp = número de pasos para el motor (formato hexadecimal)

G = dirección de giro (***I***zquierda, ***D***erecha)

v = velocidad de movimiento (a, b, c, d, e)

% = carácter de fin de secuencia

El diagrama de flujo correspondiente se muestra en la figura 5.

En la figura 6, se muestra una vista del circuito impreso correspondiente al sistema electrónico construido.

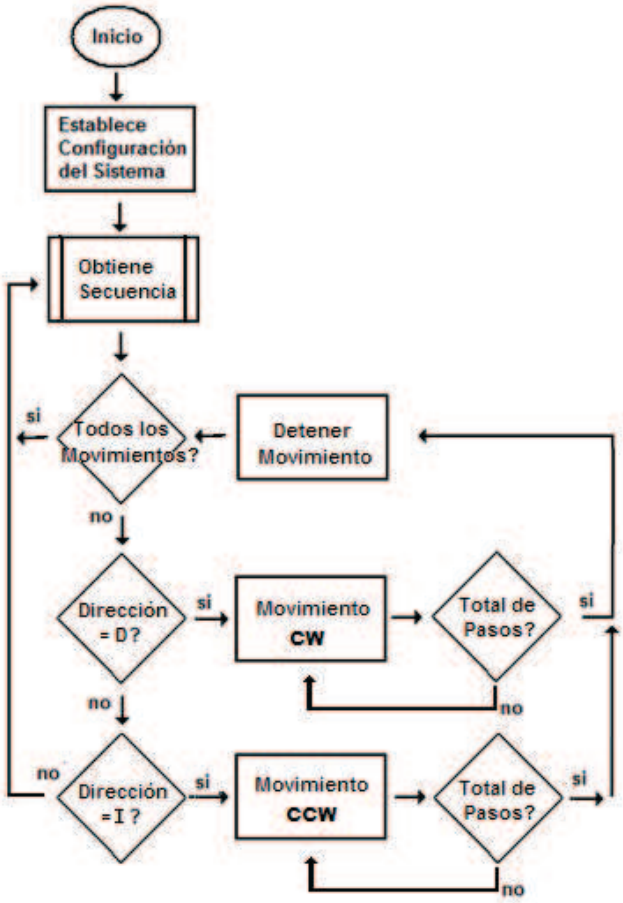

Fig. 5. Diagrama de flujo para giro continuo.

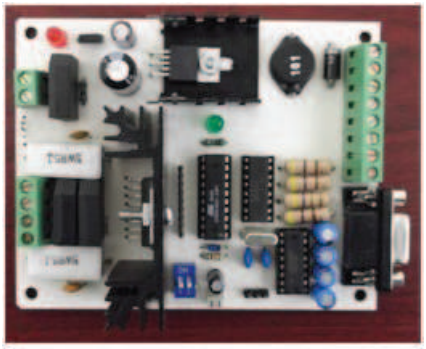

Fig. 6. Vista del circuito impreso del sistema construido.

Interfaz Gráfica de Usuario

Como se mencionó, el sistema cuenta con una interfaz gráfica para computadora, la cual

permite enviar comandos simples al sistema electrónico respecto a los movimientos que se desean realizar. Este programa fue desarrollado en Visual basic. El diagrama de flujo del programa se muestra en la figura 7.

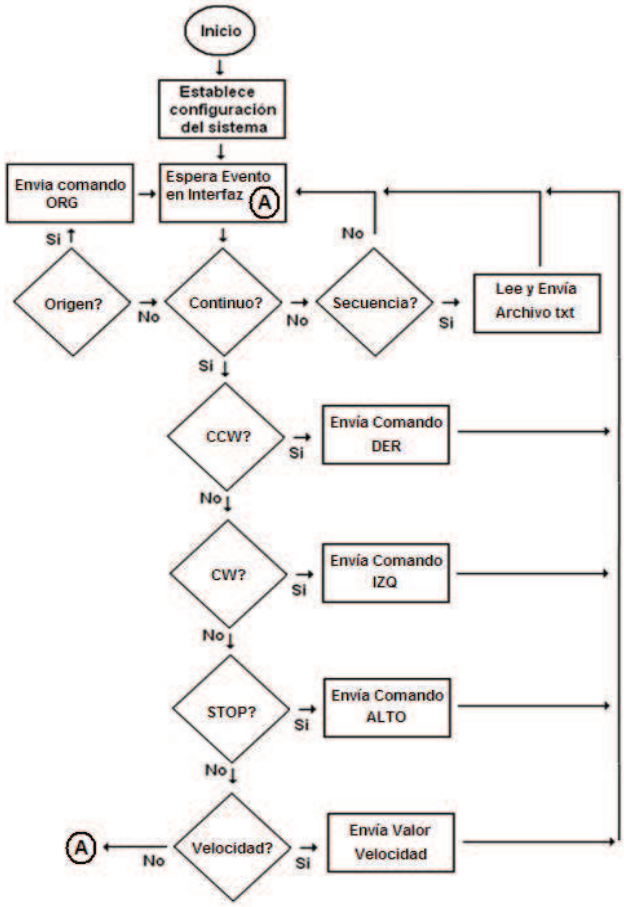

Fig. 7. Diagrama de flujo de la interfaz gráfica.

Finalmente, la figura 8 muestra la ventana del interfaz en la cual el usuario puede señalarle al sistema la acción a realizar.

Puede observarse que el usuario tiene la posibilidad de elegir el sentido de giro del motor. También es posible modificar la velocidad de giro y/o detener el funcionamiento.

En la opción Secuencia, es posible grabar una serie de pasos a realizar, mismos que quedaran almacenados en el sistema digital para que este controle el giro del motor siguiendo las instrucciones almacenadas.

Fig. 8. Vista de la interfaz gráfica de usuario.

III. Resultados y Conclusiones

En este trabajo se presentó el desarrollo de un sistema electrónico para controlar motores a pasos. El sistema fue construido y evaluado en diversas aplicaciones resultando de gran ayuda en el diseño de prototipos del área de mecatrónica. La interfaz para computadora elaborada le da gran versatilidad al sistema.

Hasta el momento el sistema sea probado en mecanismos de desplazamiento XY. El trabajo a futuro consiste en ampliar el interfaz para aumentar las funciones del sistema. Se considera también agregar un puerto de comunicación RS485 al sistema con la finalidad de poder conectar varios equipos en red y tener así, desde una sola interfaz, el control de varios motores, lo cual sería de gran utilidad para sistemas que ocupan múltiples motores, como son mecanismos XYZ, brazos de robots, sistemas de control de puertas eléctricas, etc.

Agradecimientos

Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto *Diseño y Construcción de un Prototipo de un Nuevo Sistema de Puertas para el Metro de la Ciudad de México con Dispositivo Inhibidor de la Apertura de las Mismas del Lado Contrario*, apoyado por CONACYT-Gobierno del Distrito Federal con clave 120694.

IV. Referencias

[1] "Hybrid Step Motors". Pacific Scientific. E.U.A. November, 2000.

[2] "Sensores y Controladores". Autonics. E.U.A. 2009.

[3] "R356 Controller". RMS Technologies. E.U.A. September, 2009.

V. Autores

Dr. Miguel Magos Rivera es Ingeniero en Electrónica por la Universidad Autónoma Metropolitana, Maestro y Doctor en Control Automático por la Universidad Claude Bernard de Lyon (Francia). Actualmente es profesor-investigador en la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco.

Ing. Ricardo Godínez Bravo es Ingeniero en Electrónica por la Universidad Autónoma Metropolitana. Actualmente se encuentra cursando la Maestría en Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Ecatepec además de ser profesor-investigador en la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco.