

CONTROL DE MOVIMIENTO P.I.D. DIGITAL PARA SERVOMOTOR DE DC 1.5KW.

Agustín Cruz Contreras.

*J.Carlos González Robles

Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico en Cómputo (CIDETEC-IPN).
Av. Té 950 Edif. de Graduados UPIICSA, 2º. piso, Col. Granjas México, C.P. 08400
Tel: (915) 624-20-00 Ext. 70286
Email: acruz@redipn.ipn.mx

*Escuela Superior de Computo (ESCOM-IPN).

Av. Juan de Dios Batiz, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco.
Email: jgrobles@redipn.ipn.mx
Tel: (915) 624-20-00 Ext. 52012

RESUMEN: Este trabajo consiste en el desarrollo de un control de movimiento para servomotor de DC de 1.5kw. EL control es de tipo Proporcional - Integral - derivativo (P.I.D.) digital basado en el procesador dedicado de control de movimiento LM629, la parte de potencia se basa en un puente "H" formado con transistores MOSFET.

ABSTRACT: This work presents the development of a movement control for a 1.5 kw DC servomotor. The control is a digital Proportional - Integral - Derivative Control (P.I.D.) built on a dedicated processor for movement control, a LM629 device. Power electronics are based on a "H" bridge, that is formed with MOSFET transistors.

1. INTRODUCCIÓN.

Los sistemas automatizados como son los equipos de control numérico por computadora (CNC) se basan en acciones de control de posición y velocidad, para lo cual emplean servomotores, los servomotores requieren de un driver para poder ser operados desde el computador.

Los servomotores por sus características son ideales para el control de posición y velocidad, estos son mucho más caros que un motor normal, se fabrican para DC y AC, en el caso de DC existen con y sin carbones, de estos tres tipos los más económicos son los de DC con carbones, estos tienen la desventaja de requerir mantenimiento por el desgaste natural de los carbones.

Este trabajo se desarrolla para motores de DC con carbones, pensando en aplicaciones de bajo costo donde los costos por paro de mantenimiento no son significativos.

El control tradicional P.I.D. tiene la ventaja de ser un método probado y con desarrollos alrededor de él que pueden facilitar su aplicación, este es el caso del C.I. LM629 que es un procesador dedicado para control de movimiento.

2. DESCRIPCIÓN DEL LM629

EL LM629 es un procesador dedicado para control de movimiento de motores de DC con y sin carbones, cuenta con registros de 32 bits para los datos de posición, velocidad y aceleración, un filtro P.I.D. programable con coeficientes de 16 bits, opera en modo posición y modo velocidad.

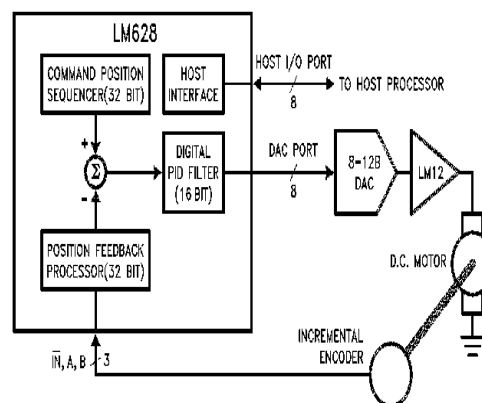


Fig.1 Diagrama a bloques LM628

El diagrama a bloques se muestra en la fig.1, en este se puede ver un puerto bidireccional de 8 bits para la comunicación con el procesador anfitrión, de donde recibe la configuración y trayectorias del movimiento, un encoder incremental proporciona la retroalimentación para el control en lazo cerrado, el filtro digital P.I.D. corrige el error entre la posición deseada y la real.

El LM628 y el LM629 son similares en sus funciones cambiando únicamente en la forma de su salida, el LM628 tiene como salida un puerto de 8 bits para alimentar un DAC con un amplificador de potencia, el LM629 tiene una salida en signo y magnitud a 8 bits PWM (modulación por ancho de pulso) en la fig.2 se muestra la forma de onda de la salida PWM.

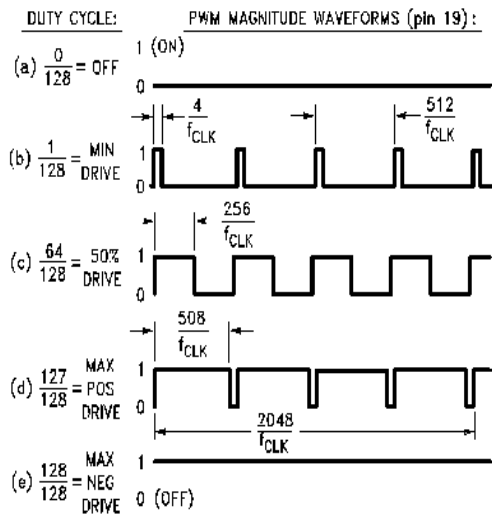


Fig.2 Formas de onda PWM

3. CONEXIÓN DEL LM629

En la fig.3 se muestra la conexión del LM629 con el BUS y el Encoder, en el BUS se requieren 8 líneas de datos, lectura y escritura, solicitud de interrupción, decodificador de direcciones (GAL16V8) y con el Encoder señales de cuadratura A y B e índice IN.

En esta aplicación el LM629 está mapeado en la dirección 300H para comandos y 301H para datos, la solicitud de interrupción se atiende en la IRQ5.

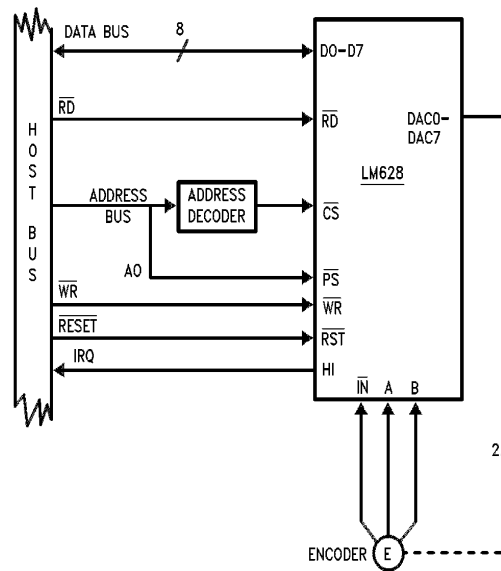


Fig.3 Conexión del LM629 y el Bus anfitrión

4. PROGRAMACIÓN

Para la programación del LM629 se dispone de los comandos listados en la fig.4

Command	Type	Description
RESET	Initialize	Reset LM628
PORT8	Initialize	Select 8-Bit Output
PORT12	Initialize	Select 12-Bit Output
DFH	Initialize	Define Home
SIP	Interrupt	Set Index Position
LPEI	Interrupt	Interrupt on Error
LPES	Interrupt	Stop on Error
SBPA	Interrupt	Set Breakpoint, Absolute
SBPR	Interrupt	Set Breakpoint, Relative
MSKI	Interrupt	Mask Interrupts
RSTI	Interrupt	Reset Interrupts
LFIL	Filter	Load Filter Parameters
UDF	Filter	Update Filter
LTRJ	Trajectory	Load Trajectory
STT	Trajectory	Start Motion
RDSTAT	Report	Read Status Byte
RDSIGS	Report	Read Signals Register
RDIP	Report	Read Index Position
RDDP	Report	Read Desired Position
RDRP	Report	Read Real Position
RDDV	Report	Read Desired Velocity
RDRV	Report	Read Real Velocity
RDSUM	Report	Read Integration Sum

Fig.4 Tabla de comandos del LM629

La programación se integra básicamente por los siguientes puntos:

- Inicialización.
- Configuración del filtro PID.
- Carga de la trayectoria.
- Inicio de movimiento.

Para inicialización del sistema el diagrama de flujo de la fig.5 muestra la lógica a seguir.

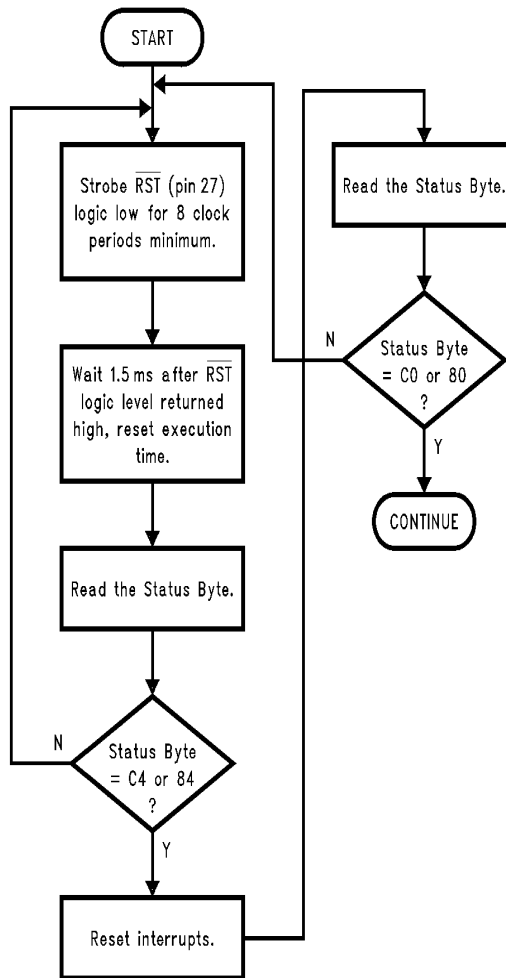


Fig.5 Diagrama de flujo de inicialización.

La inicialización se integra con un Reset al sistema y uno de interrupciones. El Reset del sistema se puede dar por Hardware aplicando un pulso en activo bajo con una duración mínima de 8 periodos de reloj, el Reset por Software se da a través del comando RESET, si este es correcto el registro de Status reporta un valor de C4H o 84H .

El Reset de interrupciones se da con el comando RSTI, el Status debe reportar C0H o 80H para poder continuar.

Antes de enviar un comando se debe verificar que el sistema esté disponible, esto se determina verificando el Bit de ocupado en el registro de Status tal como lo muestra el diagrama de flujo de la fig.6

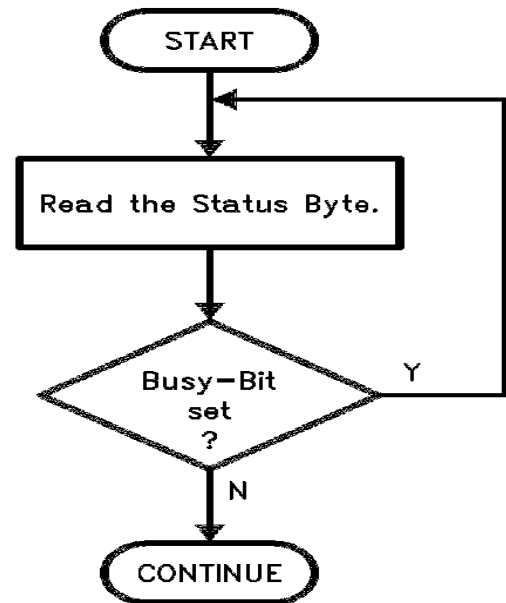


Fig.6 Diagrama de flujo para revisar bit de ocupado

Para leer el Status se utiliza el comando RDSTAT, esto es simplemente leer el puerto de comandos. Con el comando LFIL se cargan los datos de las constantes del filtro KP, KI, KD y con UDF se actualiza el filtro.

Con el comando LTRJ se cargan los datos de la trayectoria posición, velocidad y aceleración.

El LM629 trabaja en modo velocidad y modo posición, para el modo velocidad sólo se requiere velocidad y aceleración.

Con el comando STT se inicia la ejecución del movimiento.

5. ENCODER

El encoder es de tipo incremental, entrega dos señales de cuadratura y una de índice, las señales de cuadratura informan de la posición y sentido de giro del motor, la señal de índice toma el nivel bajo una vez por revolución. La fig.6 muestra la gráfica de estas señales.

Los encoder entregan un número determinado de cuentas por vuelta, 100, 600, 700, 1200 cuentas por vuelta, son algunos ejemplos, la fig.7 muestra su forma física.

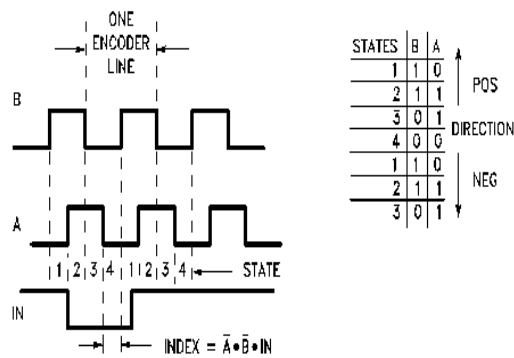


Fig.6 Señales del Encoder incremental.



Fig.7 Encoder

6. PUENTE H

En la fig.8 se muestra un arreglo de cuatro interruptores conocido como puente "H", este puente recibe una alimentación de DC y permite un control bidireccional de la corriente que circula en el motor.

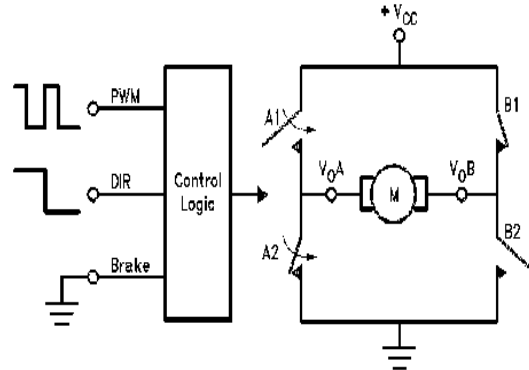


Fig.8 Puente H

La fig.9 presenta las formas de onda ideales para un control signo-magnitud PWM con puente "H". La señal de dirección cambia el sentido de giro en el motor y la señal PWM controla la corriente promedio.

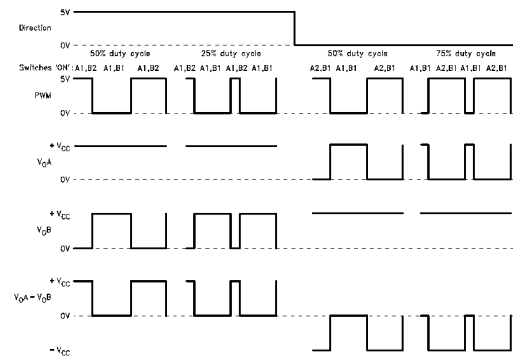


Fig.9 Control signo – magnitud PWM

El diagrama completo del puente "H" se presenta en la fig.10, se integra por cuatro transistores MOSFET IRF250, estos actúan como interruptores tres optoacopladores H11L1, para aislar la parte de control, dos C.I. IR2110 para disparo de los MOSFET inferior y superior, un control de corriente formado por una resistencia de sensado de 0.1 ohm, amplificador diferencial (LM324), comparador de voltaje (LM311), la salida del comparador se aplica a la función Shutdown del IR2110, esta función apaga los transistores hasta la llegada del siguiente pulso, lo que permite un control de corriente ciclo por ciclo.

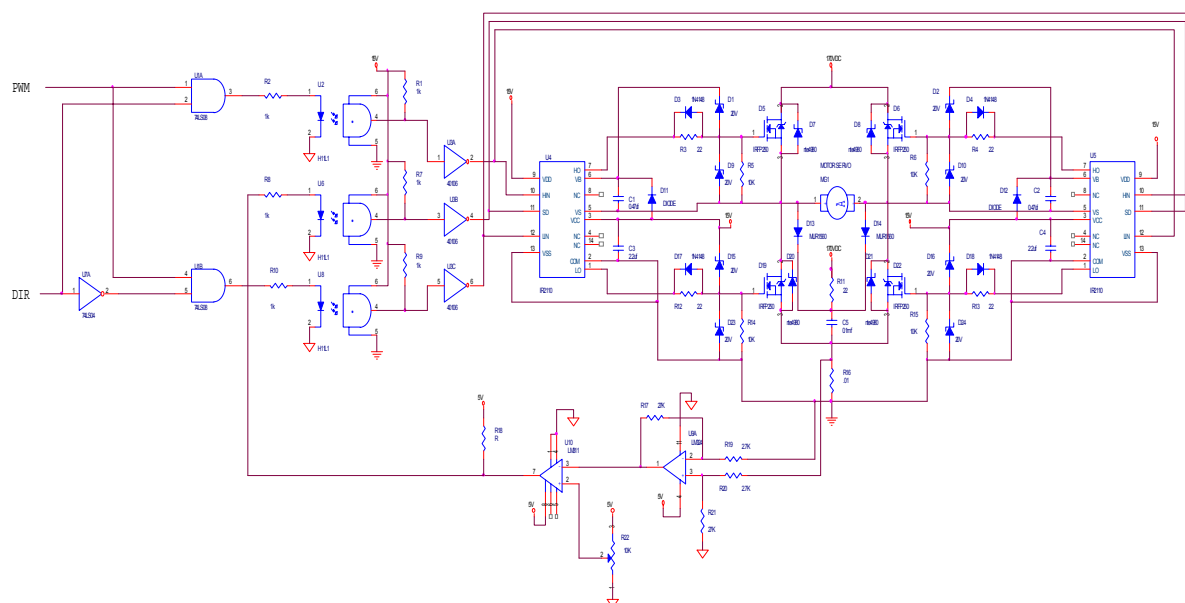


Fig.10 Diagrama Puente H

7. CONCLUSIONES:

Al revisar los equipos de control numérico, se aprecia que la parte de control (CNC), drivers y motores contribuyen mayoritariamente al costo del equipo, al poder sustituir el Control y los Drivers con desarrollos propios se reduce mucho su costo, situación que puede permitir la fabricación de equipos completos que tengan las características técnicas de los equipos comerciales con costos de adquisición y mantenimiento al alcance de micros y pequeñas empresas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Philip T. Krein, Elements of Power Electronics, Oxford
- [2] Ned Mohan, Power Electronics, Wiley
- [3] Muhammad H. Rashid, Power Electronics, Prentice Hall.
- [4] National Semiconductor, Data sheets LM629
- [5] International Rectifier, Data sheets IR2110

