

3. SECCIÓN DE MOTORES A PASOS

En nuestros días los motores paso a paso tienen una amplia gama de aplicaciones; esto es debido a que poseen una gran precisión. Esta es la característica que fue determinante en su elección. En el presente capítulo, en el primer apartado, se describe de manera general los principios de funcionamiento de los motores paso a paso. En el siguiente punto se explica el diseño de la parte de potencia de los motores, es decir el manejo de las corrientes de las bobinas. Finalmente, en la última parte del capítulo se hará una breve introducción del diseño del controlador de los motores.

3.1 Funcionamiento de los motores a pasos

Los motores a pasos son muy utilizados en la actualidad para el desarrollo de mecanismos que requieren de una alta precisión. Este tipo de motores poseen cualidades

especiales por el hecho de poderlos mover desde un paso hasta una secuencia interminable de pasos dependiendo de la cantidad de pulsos que se les aplique. Este paso puede ir desde pequeños movimientos de 1.8° hasta de 90° . Es por eso que este tipo de motores son muy utilizados, ya que pueden moverse a deseo del usuario según la secuencia que se les indique a través de un microcontrolador.

Estos motores poseen la habilidad de quedar enclavados en una posición si una o más de sus bobinas está energizada o bien totalmente libres si no existe corriente alguna circulando por sus éstas. Básicamente estos motores están constituidos normalmente por un rotor sobre el que van aplicados distintos imanes permanentes y por un cierto número de bobinas excitadoras bobinadas en su estator. Las bobinas son parte del estator y el rotor es un imán permanente. Toda la conmutación (o excitación de las bobinas) deber ser externamente manejada por un controlador.

Existen dos tipos de motores paso a paso de imán permanente que son los más utilizados en robótica: unipolares y bipolares. A continuación se muestra una descripción de estos dos tipos de motores y una imagen del tipo de motor utilizado en este proyecto que es bipolar (figura 3.1-1), esta elección se baso únicamente en que era el motor disponible.



Figura 3.1-1
Motor a pasos

3.1.1 Unipolares

Estos motores suelen tener 6 ó 5 cables de salida dependiendo de su conexionado interno, que suelen ser comúnmente 4 cables por los cuales se reciben los pulsos que indican al motor la secuencia y duración de los pasos y los restantes sirven como alimentación al motor.

Secuencias para manejar motores paso a paso unipolares

Existen tres secuencias posibles para este tipo de motores, las cuales se detallan a continuación. Todas las secuencias comienzan nuevamente por el paso 1 una vez alcanzado el paso final (4 u 8). Para revertir el sentido de giro, simplemente se deben ejecutar las secuencias en modo inverso.

➤ Secuencia Normal

Con esta secuencia el motor avanza un paso por vez y debido a que siempre hay al menos dos bobinas activadas, se obtiene un alto torque de paso y de retención. En la tabla 3.1.1-1 se muestran los valores de voltaje que deben suministrarse al motor para la realización de los pasos:

Paso	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D
1	+V	+V	-V	-V
2	-V	+V	+V	-V
3	-V	-V	+V	+V
4	+V	-V	-V	+V

Tabla 3.1.1-1

Secuencia normal de pasos para motores unipolares

➤ Secuencia del tipo wave drive

En esta secuencia se activa solo una bobina a la vez. En algunos motores esto brinda un funcionamiento más suave, pero por otro lado al estar solo una bobina activada, el torque de paso y retención es menor. En la tabla 3.1.1-2 se muestran los valores que deben suministrarse al motor:

Paso	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D
1	+V	-V	-V	-V
2	-V	+V	-V	-V
3	-V	-V	+V	-V
4	-V	-V	-V	+V

Tabla 3.1.1-2

Secuencia de tipo wave drive de pasos para motores unipolares

➤ Secuencia del tipo medio paso

En esta secuencia se activan las bobinas de tal forma que se realice un movimiento igual a la mitad del paso real. Para ello se activan primero 2 bobinas y luego solo 1 y así sucesivamente. En la tabla 3.1.1-3 se ve la secuencia completa que consta de 8 movimientos en lugar de 4.

Paso	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D
1	+V	-V	-V	-V
2	+V	+V	-V	-V
3	-V	+V	-V	-V
4	-V	+V	+V	-V
5	-V	-V	+V	-V
6	-V	-V	+V	+V
7	-V	-V	-V	+V
8	+V	-V	-V	+V

Tabla 3.1.1-3
Secuencia del tipo medio paso para motores unipolares

3.1.2 Bipolares

Este tipo de motores tienen generalmente cuatro cables de salida. Necesitan ciertas manipulaciones para ser controlados, debido a que requieren del cambio de dirección del flujo de corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento. Es necesario además un puente H por cada bobina del motor, es decir que para controlar un motor paso a paso de 4 cables (dos bobinas), se necesitaran usar dos puentes H.

Secuencia para manejar motores paso a paso bipolares

Como se dijo anteriormente, estos motores necesitan la inversión de la corriente que circula en sus bobinas en una secuencia determinada. Cada inversión de la polaridad provoca el movimiento del eje en un paso, cuyo sentido de giro está determinado por la secuencia seguida. A continuación se puede ver la tabla con la secuencia necesaria para controlar motores paso a paso del tipo bipolares:

Paso	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D
1	+V	-V	+V	-V
2	+V	-V	-V	+V
3	-V	+V	-V	+V
4	-V	+V	+V	-V

Tabla 3.1.2-1
Secuencia para manejar motores bipolares

Como comentario final al tema de los motores a pasos cabe destacar que debido a que éstos son dispositivos mecánicos y como tal deben vencer ciertas inercias, el tiempo de duración y la frecuencia de los pulsos aplicados es un punto muy importante a tener en cuenta. En tal sentido el motor debe alcanzar el paso antes que la próxima secuencia de pulsos comience. Si la frecuencia de pulsos es muy elevada, el motor puede reaccionar en alguna de las siguientes formas:

- Puede que no realice ningún movimiento en absoluto
- Puede comenzar a vibrar pero sin llegar a girar
- Puede girar erráticamente
- Puede llegar a girar en sentido opuesto

Para obtener un arranque suave y preciso, es recomendable comenzar con una frecuencia de pulso baja y gradualmente ir aumentándola hasta la velocidad deseada sin superar la máxima tolerada. Si se desea cambiar el sentido de giro debería también ser realizado previamente bajando la velocidad del motor y luego cambiar el sentido de rotación.

3.2 Controlador de los motores

Como se describió en el apartado anterior, los motores a pasos requieren de una secuencia de pulsos en sus bobinas para generar su movimiento. En este proyecto, el controlador capaz de enviar esta secuencia, queda a cargo de un microcontrolador. Como se ha mencionado anteriormente, en el mecanismo se utilizan dos motores paso a paso; por lo cual se debe realizar un controlador, que tenga la capacidad de manejar dos secuencias de manera independiente. Cabe mencionar, que las dos secuencias no son manejadas

simultáneamente, aunque podría realizarse. Sin embargo, en este caso el tiempo no es un factor determinante, sobre todo siendo el movimiento de uno de los motores (altura) muy breve. Así que, por mayor simplicidad en el manejo y estructura de la programación, se controla cada motor por separado, uno en secuencia del otro. En este capítulo, no corresponde el brindar una explicación detallada del funcionamiento del programa realizado para implementar este controlador; sólo se menciona su realización y que será descrito a detalle en la sección 5.7 ya que es el encargado de describir la estructura de los programas.

3.3 Puente H (L293b)

Los motores paso a paso requieren del cambio de dirección del flujo de corriente a través de sus bobinas en la secuencia apropiada. Dicha corriente es muy elevada con respecto a lo que un microcontrolador puede soportar. Dado lo anterior, es necesario utilizar un puente H por cada bobina del motor. Un puente H es un dispositivo capaz de soportar el flujo bidireccional de corriente invertida. A continuación se presenta la configuración y función de un puente H.

Un puente H, es básicamente un arreglo de cuatro interruptores acomodados como se muestra en la figura 3.3-1.

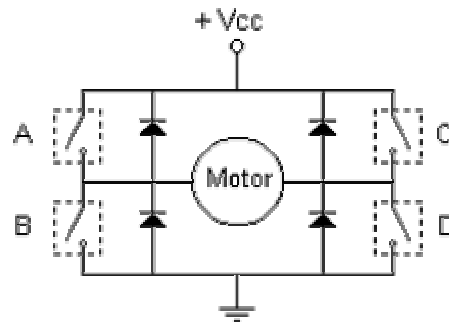


Figura 3.3-1
Puente H

Estos interruptores (A, B, C y D) pueden ser de transistores bipolares, mosfets, jfets, relevadores o cualquier combinación de elementos. Los puentes H se utilizan para hacer funcionar el elemento central (en este caso el motor) en dos sentidos (adelante y atrás) sin tener que manejar voltajes negativos.

Si se cierran solamente los contactos **A** y **D** la corriente circulará en un sentido a través del motor (o del relevador o de cualquier sistema que esté conectado), y si se cierran solamente los contactos **B** y **C** la corriente circulará en sentido contrario. Siempre se debe tener cuidado en no cerrar los contactos A y B o C y D al mismo tiempo, porque se ocasionaría un corto circuito. Es recomendable colocar diodos de protección para el motor para asegurar que la corriente no regrese, debido al efecto inductivo de sus bobinas.

Existen en el mercado diversos circuitos integrados que son controladores para motores a pasos. Estos ya incluyen en su interior los puentes H necesarios para manejar las bobinas de los motores a pasos. La cantidad de puentes que contiene así como características específicas, varían entre diversos dispositivos. En nuestro caso, después de leer sus características y realizar una investigación, decidimos por el uso del integrado L293b

(figura 3.3-2). A continuación se hace una breve presentación acerca de este circuito integrado.

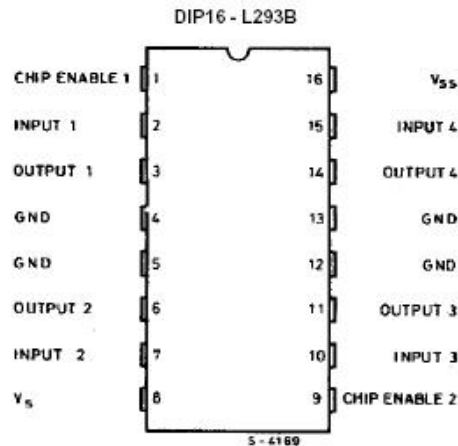


Figura 3.3-2
Circuito integrado L293b

Este integrado es un controlador de cuatro canales capaz de entregar hasta 1 ampere de salida cada uno y 2 amperes pico. Cada canal es controlado por una entrada de nivel TTL. Cada par de canales (un puente completo) tiene un habilitador (TTL) que activa o desactiva los cuatro transistores. Tiene además separada la alimentación lógica (5V) de la de los motores (hasta 36V). Posee cuatro pines a tierra, los cuales permiten disipar el calor. Por las características mencionadas, este integrado puede manejar sin problemas los motores de este proyecto, que consumen 400mA en sus bobinas, cuando estas se encuentran energizadas.

Utilizando el integrado anterior, agregando los diodos de protección y por supuesto el motor, queda listo el hardware para el controlador de los motores a pasos. El esquemático y

diagrama a bloques del sistema resultante se pueden observar en las figuras 3.3-3 y 3.3-4 respectivamente.

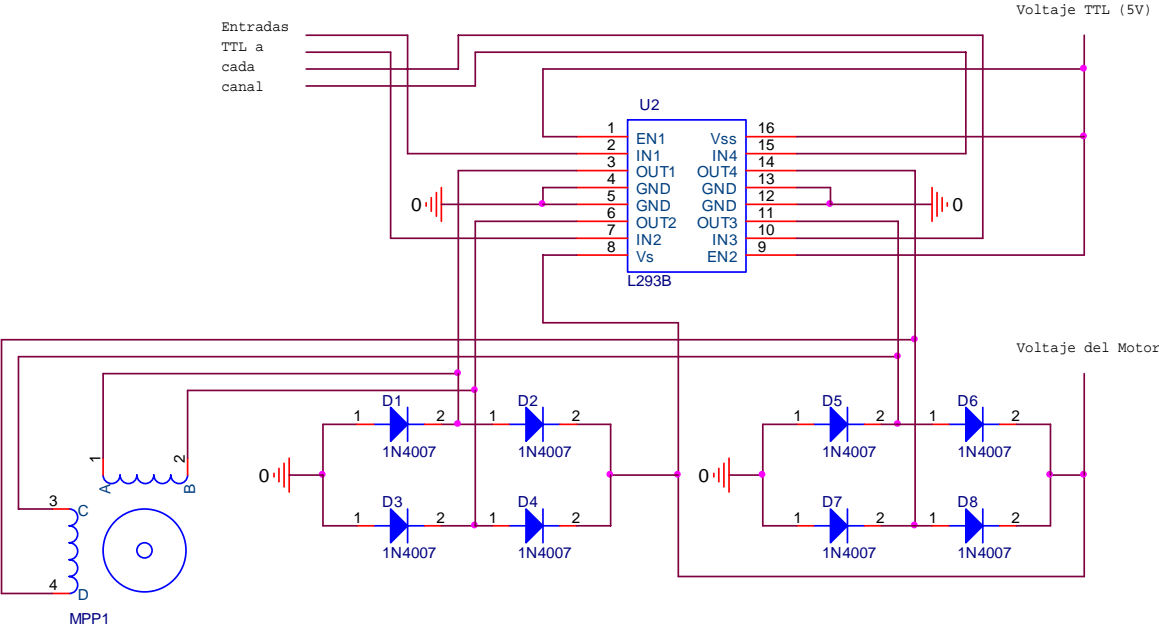


Figura 3.3-3
Esquemático del hardware para el controlador de motores a pasos

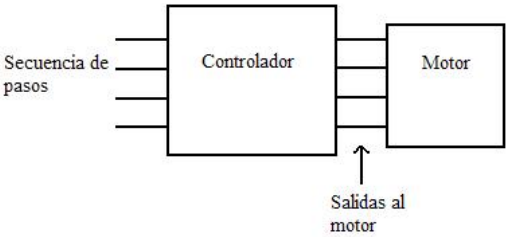


Figura 3.3-4
Controlador de los motores a pasos

El diagrama a bloques muestra el sistema final del controlador para los motores a pasos (hardware únicamente). En él se cuenta con cuatro entradas, que corresponden a donde se debe aplicar la secuencia de pasos descrita en la sección 3.1, ésta se aplica mediante la sección de software del controlador. Como salida tenemos el movimiento del motor.