

Tutorial de motores paso a paso (PaP)

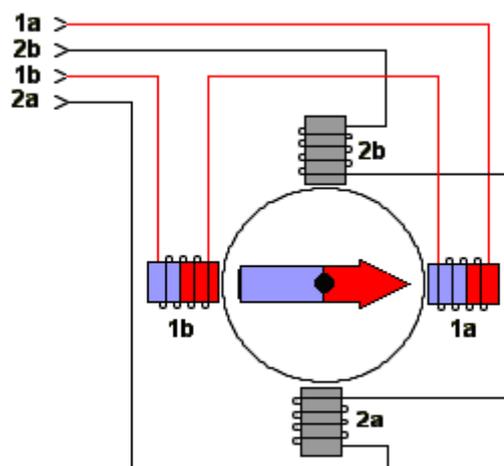
Autor: José Antonio Casas ihouses@iespana.es - 21-1-2004

1 INTRODUCCIÓN

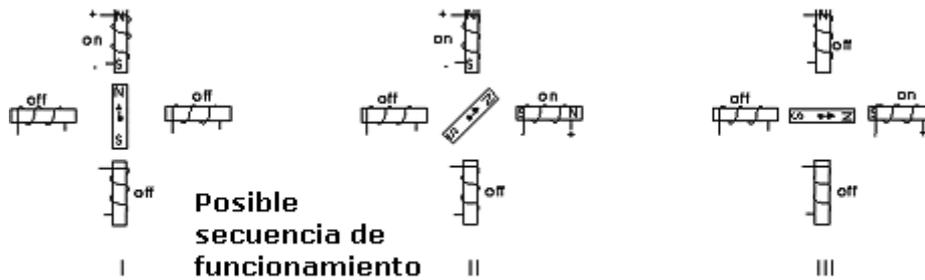
Los motores paso a paso (PaP en adelante) a diferencia de los motores CC (motores de continua) giran un ángulo determinado en cada maniobra, es decir, hacen girar su eje un cierto grado a cada paso y se quedan parados en esa posición hasta que no cambiamos la tensión de las bobinas. Esto los hace ideales para el posicionamiento preciso de mecanismos y de pequeñas masas.

Además otra de sus características es que ejercen un par relativamente importante. Esto quiere decir que ejerce una fuerza considerable lo que permite que en muchas aplicaciones no sea necesario un mecanismo de reducción como en otros tipos de motor.

La idea de un PaP es relativamente sencilla: hay unos electroimanes que pueden ser alimentados y que están alrededor de un cilindro imantado montado en el eje. Cada vez que alimentamos un electroimán el cilindro gira hasta situar su campo magnético en oposición al del bobinado. Una vez en esta posición se mantiene hasta que no cambien las alimentaciones de las bobinas.



Modelo conceptual de un motor PaP bipolar



Los parámetros que debemos conocer de nuestro motor PaP es el voltaje al que funciona, el ángulo de paso y la resistencia eléctrica de los devanados.



Características dadas por el fabricante

La resistencia interna de las bobinas está relacionada con la tensión máxima que les aplicaremos, pues al aumentar la tensión aumentará la corriente que pasa por las bobinas y estas tenderán a calentarse. A más corriente la fuerza que podrá ejercer el motor también será mayor. Así pues, todo es un compromiso entre el par del motor, la intensidad máxima permitida y el consumo máximo del motor.

Para extraer mas fuerza del motor se puede aumentar el voltaje, pero esto puede provocar un excesivo calentamiento de los devanados internos que puede terminar por destruir el motor.

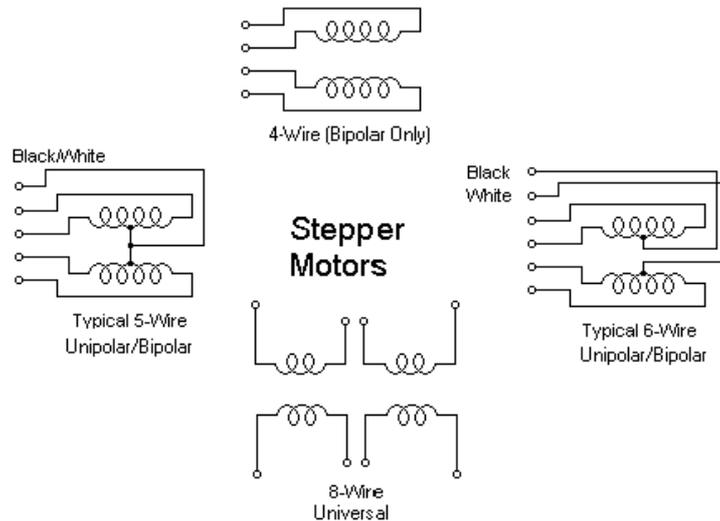
El voltaje suele aparecer en alguna pegatina en muchos PaP, la mayoría suelen ser de 6V o de 12V.

2 TIPOS DE MOTORES PAP

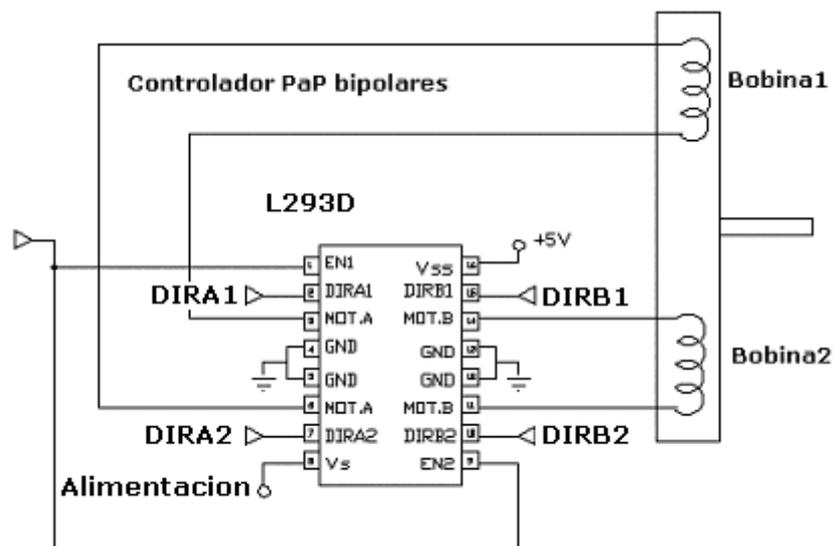
Hay tres tipos de motores PaP. Unipolares, bipolares y universales. Podemos diferenciar cada tipo por el número de cables que sale del motor, así pues si salen 4 cables es bipolar, si salen 5 o 6 es monopolar y si salen más de 6 es universal. Un PaP tipo universal se puede hacer funcionar como uno bipolar o

como un monopolar, dependiendo de la manera que conectemos los cables que salen del motor.

La diferencia básica entre cada tipo de motor, es la manera de encender y apagar las bobinas internas del motor. La secuencia del encendido/apagado nos permitirá controlar la velocidad de giro y el par.



2.1 PaP BIPOLAR



PaP Bipolar	DIR A1	DIR B1	DIR A2	DIR B2
PASO 1	ON	ON	OFF	OFF
PASO 2	OFF	ON	ON	OFF
PASO 3	OFF	OFF	ON	ON
PASO 4	ON	OFF	OFF	ON

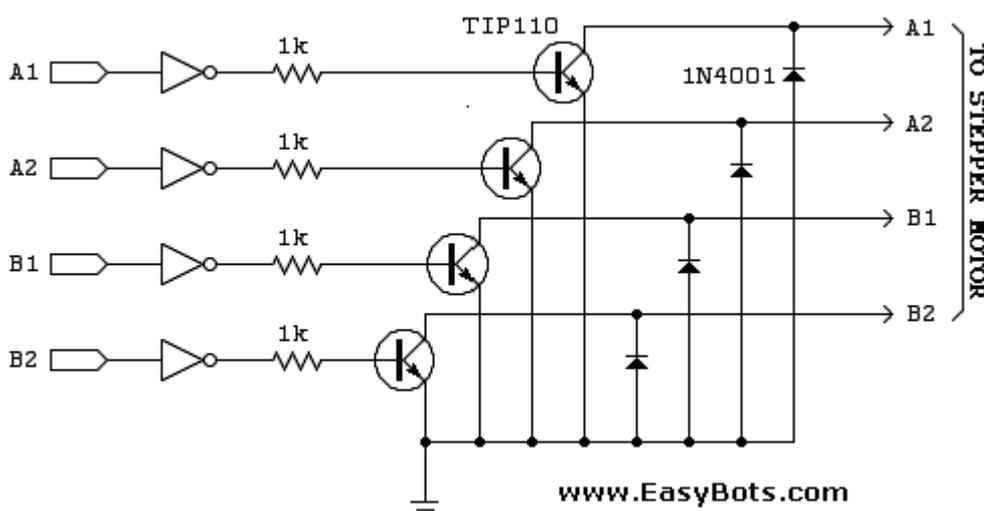
Secuencia PaP bipolar

Como podréis observar en el esquema eléctrico, los motores bipolares están compuestos por dos bobinas. El movimiento se consigue cambiando la dirección de la corriente que circula por cada una de ellas siguiendo la secuencia arriba descrita. El buffer para motores I293D nos servirá para controlar motores bipolares con poco consumo de corriente. Para motores más grandes y de más consumo escogeremos otro buffer como puede ser el L298N.

2.2 PaP Unipolar

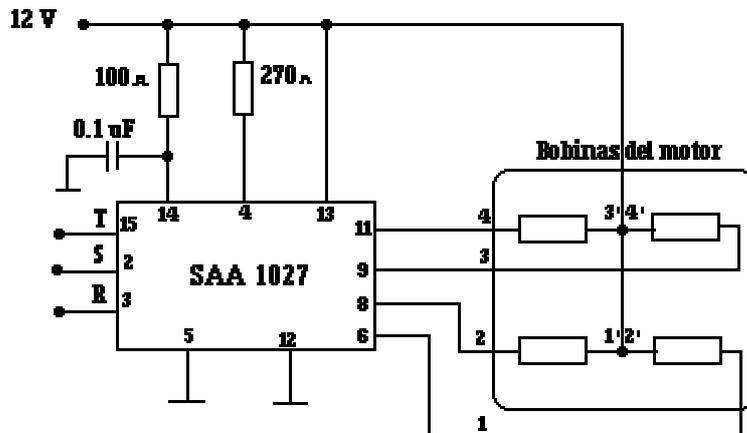
Los motores monopolares disponen de cuatro bobinas internas que podemos activar/desactivar por separado, dependiendo de la secuencia que utilizemos conseguiremos hacer que el motor gire en el sentido y velocidad deseados.

Hay dos tipos de secuencias de control posibles, full step y half step. Si usamos la primera el motor girará en cada paso el ángulo que nos indica el fabricante, para el segundo caso girará la mitad de dicho valor.



En este esquema, el transistor TIP110 puede ser cualquiera que pueda soportar las corrientes máximas que pasaran por las bobinas, esas corrientes

máximas las tendremos que calcular en función de la resistencia de cada bobina y la tensión a la que la estamos alimentando.



Descripción de las patillas de control:

Patilla T:

A esta patilla se le introducen pulsos generados externamente, como consecuencia de estos pulsos el motor comenzará a girar, hay que tener en cuenta que la frecuencia de los pulsos nos determinará la velocidad del motor, y que el número de pulsos entrados es igual al número de pasos o posiciones que avanzará el motor.

Patilla R:

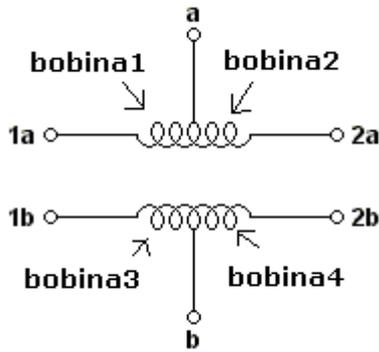
La misión de esta patilla es controlar el sentido del giro del motor paso-paso así obtendremos que:

para R= "1 lógico" , el motor gira en sentido antihorario.

para R= "0 lógico", el motor gira en sentido horario.

Patilla S:

Esta patilla nos permite habilitar el integrado, esto quiere decir que si introducimos un 1 lógico por S el integrado responderá a las patillas de entrada, mientras que si mantenemos un 0 lógico es S el integrado no responderá a ninguna señal de control.



Index	1a	1b	2a	2b
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	0	0	0
6	0	1	0	0
7	0	0	1	0
8	0	0	0	1

Esquema interno y secuencia full-step

Index	1a	1b	2a	2b
1	1	0	0	1
2	1	1	0	0
3	0	1	1	0
4	0	0	1	1
5	1	0	0	1
6	1	1	0	0
7	0	1	1	0
8	0	0	1	1

Secuencia Full Step con mayor torque pues hay pasos en los que se activa 2 bobinas a la vez

Index	1a	1b	2a	2b
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1
9	1	0	0	0
10	1	1	0	0
11	0	1	0	0
12	0	1	1	0
13	0	0	1	0
14	0	0	1	1
15	0	0	0	1
16	1	0	0	1

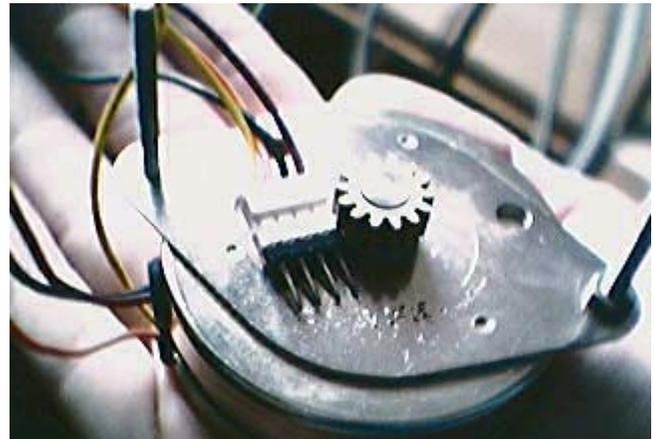
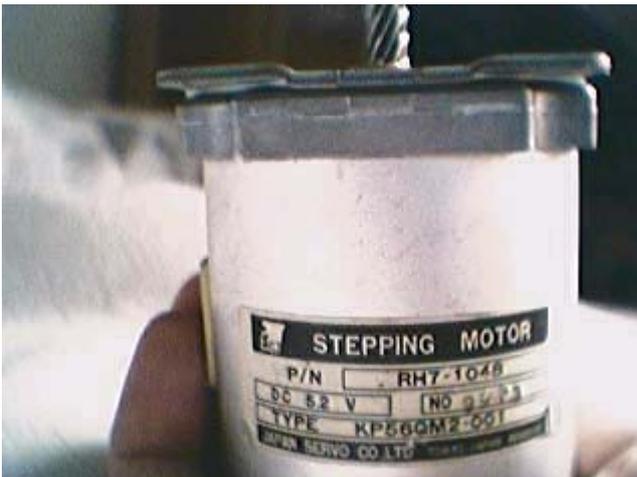
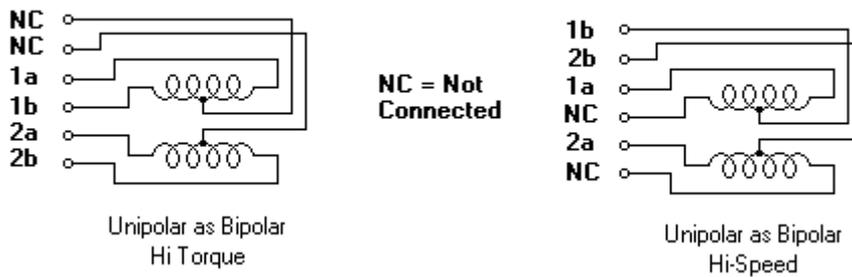
Secuencia Half Step

En la figura anterior podemos ver que en una de las secuencias se dice que se ejerce mayor torque, es decir, el eje gira con más fuerza. Ello es debido a que en esa secuencia, en cada paso se conectan dos bobinas, por tanto el campo magnético al que está sometido el imán al que está sujeto el eje será mayor y la fuerza de giro será mayor. Por supuesto, el consumo será mayor, pues ahora se conectan dos bobinas cada vez en vez de una, que sería lo mínimo imprescindible.

En la secuencia Half-Step también podemos ver que en algunos pasos se conectan dos bobinas y en otros una. Esto hace que la fuerza con la que se mueve el eje no sea la misma en todas la posiciones.

Finalmente, si disponemos de un motor monopolar, podremos usarlo como uno bipolar haciendo las conexiones como indica el diagrama siguiente.

Unipolar Motor As Bipolar



Motores PaP

3 En la práctica

En la práctica la velocidad de rotación del eje es mucho menor que la de cualquier motor CC convencional. Si bien cada motor PaP es distinto de los demás la velocidad máxima suele ser de 2-3 revoluciones por segundo.

La dirección de giro se controla siguiendo las secuencias anteriormente descritas en orden creciente o decreciente.

La velocidad se controla simplemente variando la frecuencia a la que cambiamos la corriente en las bobinas, siguiendo siempre la misma secuencia. Si superamos la velocidad máxima a la que puede ir el motor nos encontraremos que el motor sigue un movimiento errático, no gira o incluso puede que gire en sentido inverso.

Finalmente, otro factor a tener en cuenta es que cuando aumentamos la velocidad, el par del motor decae rápidamente. Es decir, a velocidades pequeñas el motor tiene un par relativamente grande, por ejemplo comparado con un motor CC, pero a la velocidad límite el par se ha reducido drásticamente

y dependiendo de la utilidad que le queramos dar esto puede representar un inconveniente importante.