

# MOTORES PASO A PASO (versión 10-4-18)

## Conociendo los motores paso a paso. PROMETEC

### OBJETIVOS

- Presentar y comprender los **motores paso a paso**.
- Ver las características que los definen y porque son diferentes de los servos o motores CC normales.
- Conocer los distintos tipos de motores paso a paso.

### MATERIAL REQUERIDO.

En sesiones previas quizás o mas adelante conocimos los motores de corriente continua y también los motores Servos. Cada uno de ellos tiene su utilidad, dependiendo de lo que queramos hacer, pero imaginemos que queremos mover con una cierta precisión los dos ejes de una impresora de chorro de tinta.

Un servo no será adecuado porque tiende a fijar una posición y quedarse allí y el problema de los motores de corriente continua es que cuando le das una orden resulta complicado saber cuánto se ha movido exactamente, porque no tenemos en principio ningún mecanismo de realimentación que nos informe.

Suponte que medimos exactamente la alimentación de 1 segundo a uno de esos motores... ¿Pero cómo saber cuántas revoluciones o fracciones de revolución ha dado en ese tiempo?

Podemos incluir un sistema de realimentación como un sensor de efecto Hall y un pequeño imán en la rueda, o un disco transparente con múltiples marcas en el borde, de modo que una foto sensor detecte el número de marcas que han pasado por delante de él.

- *Ambos procedimientos son muy frecuentes y existe sensores hechos para esto directamente disponibles en la industria, y ruedas con ellos incluidos.*

Pero aun así, tendremos información de que nos hemos pasado o no pero no será fácil corregir la posición. Necesitamos un sistema de controlar con precisión el movimiento de un motor eléctrico y aquí es donde aparecen **los motores pasos a paso o stepper motors**.

Un **motor paso a paso** es parecido a los motores de continua que vimos antes, pero en lugar de montar un sistema de asegurarnos de que siempre hay una bobina fuera del equilibrio, en un **motor paso a paso** montamos un sistema de varias bobinas que garantizan que solo se mueve la distancia (O paso) entre las bobinas contiguas.

¿O sea que solo se mueve un paso? Y entonces ¿Cómo hago para que gire de forma continuada?

Simplemente controlando cuidadosamente la alimentación de los grupos bobinas que fuerzan el movimiento de un paso y la secuencia en la que alimentamos las bobinas.

De alguna manera hemos convertido en digital el movimiento del motor, ya que controlamos el movimiento que puede hacer, saltando entre posiciones discretas, dando pulsos a las bobinas contiguas cuando queremos mantener el giro.

Recordad que la fuerza que mueve un motor es fácil de sentir cuando tratas de unir los polos iguales de dos imanes permanentes. Por eso cuando excitamos una de las bobinas de la imagen, el rotor gira un pequeño paso y queda listo para que excitemos la segunda bobina y luego la siguiente.

Aquí se puede controlar con precisión el movimiento del motor porque lo diseñamos para eso, y para que se mueva a medida que nosotros vamos alimentando en secuencia las bobinas correspondientes y si dejamos de hacerlo, el motor se para fulminantemente y sabemos a ciencia cierta donde está.



Controlarlos es un poco más difícil que controlar un motor CC normal, porque para moverlo no basta con dar tensión y olvidarnos, si no que hay que secuenciar la excitación de las bobinas en un orden preciso y en un tiempo preciso, de allí la necesidad de usar un microcontrolador, o una placa Arduino, para hacer este tipo de control en modo automático.

A cambio los motores de paso a paso tienen una serie de ventajas y desventajas.

#### VENTAJAS

- Podemos posicionar uno de estos motores con mucha precisión con un sencillo control digital.
- Son ideales para robots y demás, porque se puede sincronizar su movimiento velocidad y aceleración, con gran facilidad (Y un poco de cálculo)
- Máximo par motor a bajas velocidades. Porque están diseñados para eso, en cambio un motor CC normal tiene muy poco par a baja revoluciones.

#### DESVENTAJAS

- Para mantener el motor clavado en una posición hay que mantener excitada al menos una de las bobinas, lo que nos coloca en la absurda situación de que consume en parado tanto o más que en marcha.
- Normalmente están diseñados para que el par motor sea máximo a baja velocidad y eso hace que a gran velocidad el par no sea especialmente bueno.
- A diferencia de los servos, los motores paso a paso no tiene un modo de saber dónde está cuando arrancas por ejemplo, y eso supone que solemos necesitar con ellos algún tipo de fin de carrera para saber dónde está el cero o el tope, aunque luego el posicionamiento es perfecto.

## QUE BUSCAR AL COMPRAR UN MOTOR DE PASOS

Si normalmente el mercado ofrece electrónica especializada para cualquier necesidad que se os pueda ocurrir, en el caso de los motores paso a paso la situación es inabarcable, y hay modelos para miles opciones necesidades y configuraciones.

Por eso vamos a centrarnos en unas pocas características para empezar y ya iremos viendo más adelante como evoluciona la cosa.

Un motor paso a paso se define con los siguientes parámetros:

- **Par motor o torque:** Es lo que os define la capacidad del motor para mover objetos. Normalmente se expresa en kilogramos por centímetro. Cuanto mayor, más potente el motor.

- **Tensión de alimentación del motor, y resistencia de las bobinas.** Lo que nos indica la **Intensidad de la corriente que absorbe en carga.**
- **Pasos por vuelta.** Cuanto más, mejor precisión tiene el posicionamiento del motor y se suele medir como número de pasos por vuelta o por un Angulo que equivale a  $360^\circ$  de una vuelta dividido por el número de pasos.

Por supuesto que si queremos aumentar la precisión del posicionado, tenemos que aumentar el número de bobinas que incluye el motor y esto es caro, así que en general se suelen utilizar reductoras mecánicas que mejoran la precisión a bajo costo.

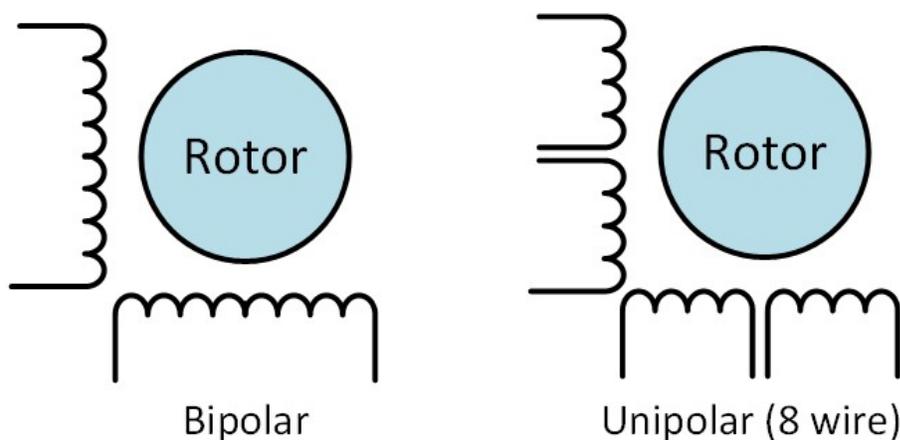
Si tenemos un motor de pasos de digamos 4 bobinas, una vuelta completa serian 4 pasos, pero con una reductora de 16:1 se convertiría en un motor de  $16 \times 4 = 64$  pasos para alcanzar la vuelta completa.

Además el par motor aumenta considerablemente, pero a cambio la velocidad disminuye, y por eso en la práctica hay que revisar tanto el par como la relación de la reductora, dependiendo de tus necesidades.

## MOTORES PASO A PASO UNIPOLARES Y BIPOLARES

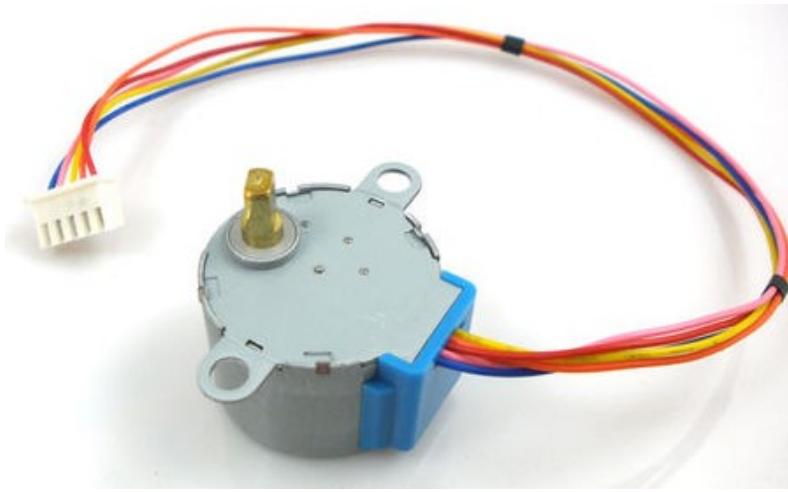
Lo mismo que con los motores de corriente continua típicos, el problema viene cuando queremos cambiar la dirección de giro (Ya que un motor que solo avanza no suele ser demasiado útil)

¿Cómo podemos hacer para invertir el sentido de giro de uno de estos motores?. Ver en la siguiente imagen:



El caso de la izquierda o **Motor Bipolar** solo tiene un par de espiras (*Normalmente dos pares de espiras conectadas*), lo que requiere invertir la dirección de la corriente para invertir la dirección de giro, pero esto es algo que no podemos hacer con **Arduino** sin electrónica externa, es decir un H-Bridge (Puente H).

El caso de la derecha tiene las espiras partidas y conectadas por la mitad, lo que nos permite gobernar la dirección del motor sin necesidad de un **H-Bridge**, simplemente usando la pata central como GND y alimentar uno u otro extremo con diferentes salidas de nuestro **Arduino** y un par de transistores. A estos motores se les llama **unipolares**.



## Motor 28BYJ-48

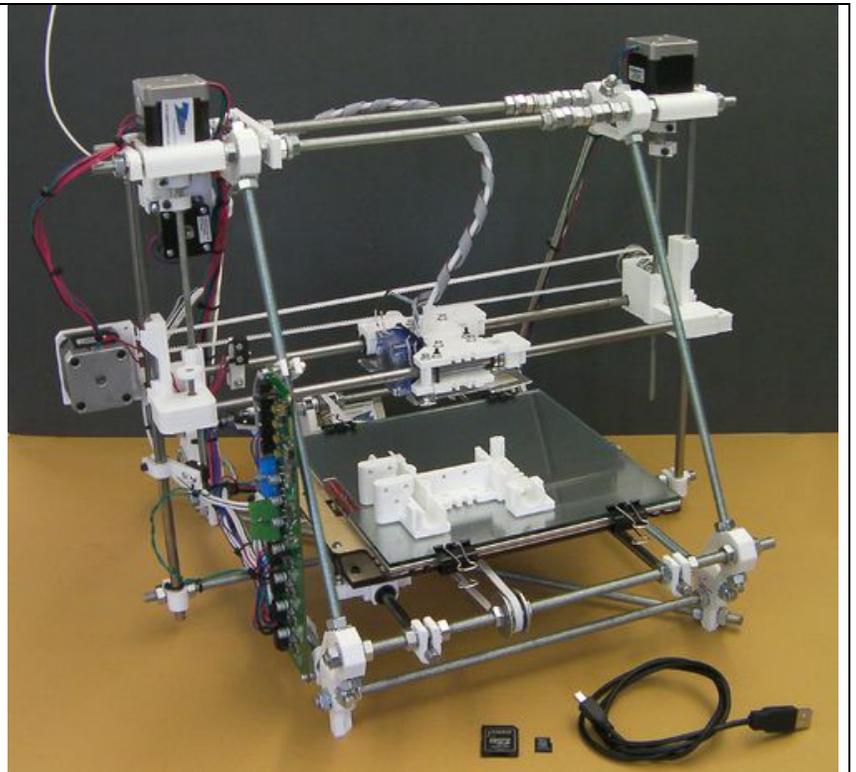
### Unipolar

5 hilos y 4 fases, y viene incluido en el kit clásico de Arduino

En proyectos importantes la mayoría de motores paso a paso que usaremos con Arduinos serán bipolares y son bastante típicos los Nema 17. Son motores de 3,2 Kg / cm, o sea con fuerza, y son los que encontraremos por ejemplo en las impresoras 3D típicas, las Reprap.



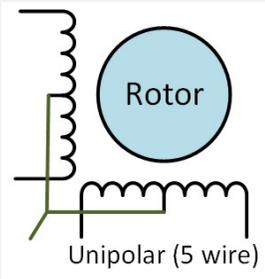
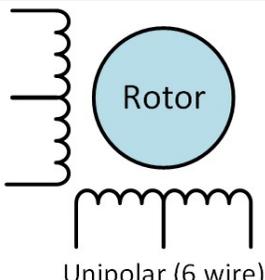
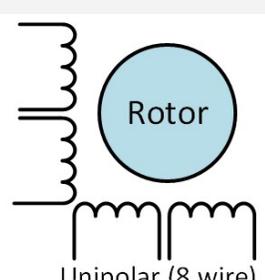
**Motor Nema 17 bipolar**



Pero en esta sesión vamos a usar un motor de pasos mucho más modesto de 5 hilos y 4 fases, y que viene incluido en el kit de inicio.

¿Cuántos hilos usa el control de un motor unipolar de paso a paso?

Pues depende. Básicamente depende de como se configuren los devanados y cada forma tiene sus propias ventajas en inconvenientes.

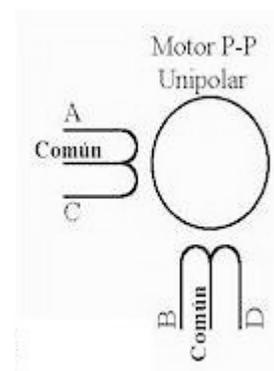
CONFIGURACION	COMENTARIOS
 <p>Unipolar (5 wire)</p>	<p>En el caso de los unipolares, el mercado ofrece soluciones variadas en cuanto al número de hilos de control que ofrece. Pueden ser 5, si unimos las patas centrales y sacamos los 4 extremos más uno de las dos patas centrales unidas.</p>
 <p>Unipolar (6 wire)</p>	<p>Podemos convertirlo en uno de 5 hilos uniendo las patas centrales de cada espira</p>
 <p>Unipolar (8 wire)</p>	<p>Naturalmente es el que más posibilidades y versatilidad ofrece</p>

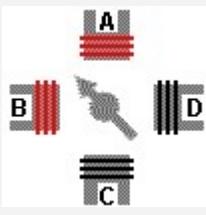
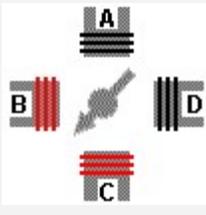
Las diferentes configuraciones nos permiten, en función de que busquemos, más par motor, o más velocidad o menos resistencia etc.

Para este tutorial, vamos a usar un pequeño motor **unipolar BYJ48**, que viene incluido en el kit de inicio promotec.net.

Veamos como manejarlo, con unos gráficos de la página de Todorobots.

Si nombramos los hilos a la manera del grafico de la izquierda, entonces la secuencia para hacer girar el motor es como sigue:



PASO	BOBINA A	BOBINA B	BOBINA C	BOBINA D	
1	ON	ON	OFF	OFF	
2	OFF	ON	ON	OFF	

3	OFF	OFF	ON	ON	
4	ON	OFF	OFF	ON	

El movimiento resultante (*Gira contra el reloj*). VEA FIGURA [GiraContraRelej.gif](#)

Es la secuencia que recomienda el fabricante, porque al haber siempre dos bobinas activas tenemos un par motor (Torque) importante para avanzar y para mantener la posición.

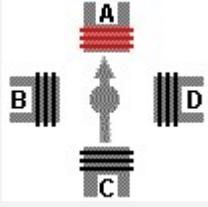
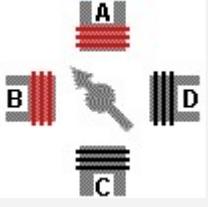
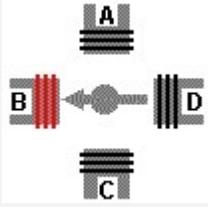
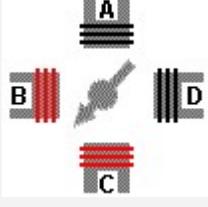
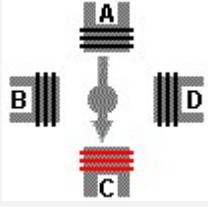
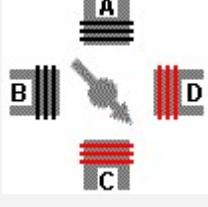
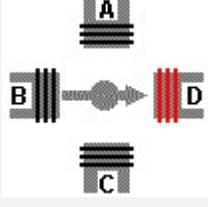
Pero también podríamos activar solo una bobina cada vez de esta manera:

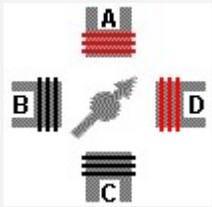
PASO	BOBINA A	BOBINA B	BOBINA C	BOBINA D	
1	ON	OFF	OFF	OFF	
2	OFF	ON	OFF	OFF	
3	OFF	OFF	ON	OFF	
4	OFF	OFF	OFF	ON	

Que produciría un movimiento como el que puede ver en la figura [GiraContraRelej2.gif](#)

El consumo es menor, ya que solo se activa un devanado cada vez, pero también disminuye el par por el mismo motivo.

Y por ultimo podríamos hacer un mix:

PASO	BOBINA A	BOBINA B	BOBINA C	BOBINA D	
1	ON	OFF	OFF	OFF	
2	ON	ON	OFF	OFF	
3	OFF	ON	OFF	OFF	
4	OFF	ON	ON	OFF	
5	OFF	OFF	ON	OFF	
6	OFF	OFF	ON	ON	
7	OFF	OFF	OFF	ON	

8	ON	OFF	OFF	ON	
---	----	-----	-----	----	---

Donde vamos jugando con excitar una o dos bobinas para tener un movimiento mas suave y de mas pasos, con un resultado similar a como puede ver en la figura [GiraContraReloj3.gif](#)

Se recomienda para repasar y terminar de entender lo dicho sobre MPAP Unipolares, leer el apunte [Motores Paso a Paso \(Stepper motors\)](#).

## RESUMEN DE LA SESIÓN

- Hemos presentado los motores paso a paso, que aun sinodo de CC son diferentes de los servos y de los motores de giro continuo.
- Vimos como funcionan y como se diseñan para moverse solo cuando se lo ordenamos con un pulso, y como retienen su posición mientras estén alimentados.
- Vimos que hay varios tipos y hablamos de los Unipolares y los Bipolares