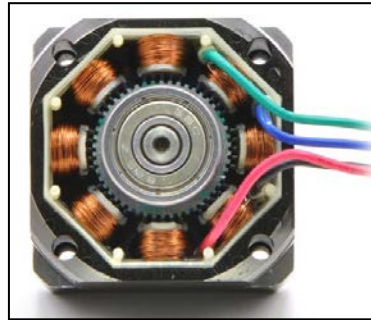




ANEJO I. MOTORES PASO A PASO

Básicamente estos motores están constituidos 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.



Estos motores poseen la habilidad de poder quedar enclavados en una posición o bien totalmente libres. Si una o más de sus bobinas están energizados, el motor estará enclavado en la posición correspondiente y por el contrario quedará completamente libre si no circula corriente por ninguna de sus bobinas.

El ángulo de paso depende del diseño; para un motor de dos bobinas de 200 pasos por vuelta, el ángulo es de $1,8^\circ$ ($\pm 5\%$) en paso completo. Un paso simple se realiza cuando las dos bobinas reciben plena corriente alternativamente. Aquí, el motor de paso a paso realiza un paso de $1,8^\circ$ cada vez que se alterna la corriente en las bobinas.

Pero también es posible alimentar ambas bobinas simultáneamente con diferentes intensidades. Esto produce un medio, cuarto, quinto, octavo, décimo de vuelta, etc., según la distribución de la intensidad. Esto permite un considerable refinamiento en la máxima resolución de posiciones a las que puede funcionar un motor de paso a paso.

El recorrido incremental más pequeño (resolución) en un eje de posicionado viene determinado por el ángulo de paso del motor (número de pasos por revolución) y la constante de avance del eje de posicionado (determinado por el diámetro del piñón de entrada o el paso del husillo). Estos pueden calcularse como sigue:

$$\text{Cantidad de pasos por vuelta} = \frac{360^\circ}{\text{Ángulo de paso del motor}}$$
$$\text{Resolución} = \frac{\text{Cte avance eje} * \text{Relación de transmisión}}{\text{Pasos por vuelta}}$$

Por ejemplo, sea un motor con ángulo de paso de $0,9^\circ$, en el que la constante de avance de los ejes de posicionamiento es de 120mm/revolución, y la relación de transmisión es de 1/4 (reducción 4), entonces:

$$\text{Cantidad de pasos por vuelta} = \frac{360^\circ}{0,9} = 400 \text{ pasos}$$
$$\text{Resolución} = \frac{120 * 1/4}{400} = 0,075 \text{ mm}$$



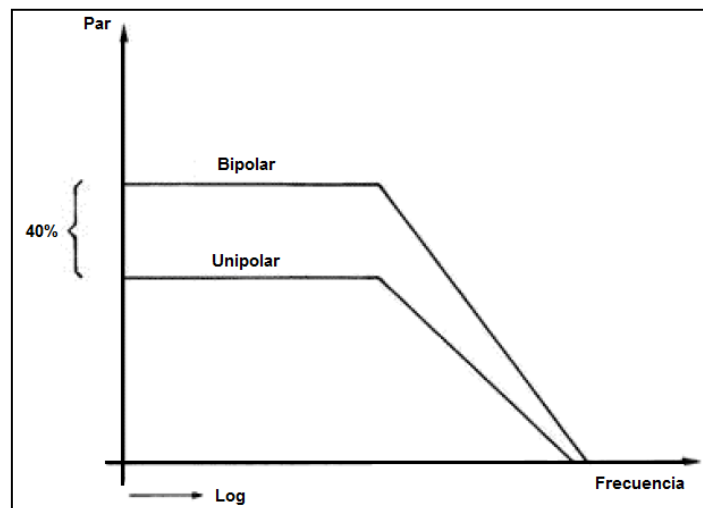
Esta configuración de eje-motor-reductora ofrece una resolución de 0.075mm por paso. Por otro lado, si el motor funciona en cuartos de vuelta, la resolución es 0,0375 mm; con un paso de un décimo, incluso es posible alcanzar una resolución de 0,00375 mm por paso. Para obtener resultados reales, hay que calcular el juego del eje, la holgura de los engranajes y la tolerancia del propio motor. La tolerancia de los motores de paso a paso siempre debe tenerse en cuenta como valor absoluto de un paso completo. Esto debe aplicarse cuando se realizan posicionados de muy alta precisión, aspecto que se escapa de interés en este proyecto, en el que se supone que la resolución de los motores es absolutamente franca.

Motor unipolar y bipolar

Los motores bipolares tienen dos bobinados, correspondiendo cada uno de ellos a una fase. Disponen de cuatro hilos, dos para cada bobinado. Para su control, normalmente se emplea un puente H por cada bobina.

En los motores unipolares, el bobinado por cada fase es doble, unido en el interior y puesto en serie hace que se disponga de 6 hilos, agrupados de tres en tres para cada fase (uno de estos es el punto común). El control es unipolar, aunque se puede realizar un control bipolar serie dejando el hilo central al aire.

El par de un motor paso a paso es proporcional a la intensidad del campo magnético generado por los devanados del estator. Solo puede aumentarse si se añaden mas espiras en el bobinado o se aumenta la corriente por cada fase. Para obtener el máximo par, resulta peligroso el aumento de la temperatura del motor debido a las perdidas en los bobinados. Esto pone al motor unipolar en una clara desventaja sobre el bipolar, ya que este tiene una resistencia el doble que el otro, debido a que la sección del hilo es aproximadamente la mitad por las limitaciones físicas de la cavidad del estator que alberga los bobinados.



En el motor bipolar la corriente por el bobinado puede aumentarse en un factor ($\sqrt{2}$), lo cual tiene un efecto directo sobre el par. Gracias a su menor pérdida de potencia, los motores bipolares proporcionan aproximadamente un 40% más de par que los motores unipolares, construidos en una carcasa del mismo tamaño. En igualdad de par en un motor bipolar se puede reducir el tamaño.

A continuación se muestra una tabla que contiene la mayoría de topologías de conexión tanto de motores unipolares, como de bipolares, así de configuraciones más complejas de motores a ocho hilos.

