

Comparación motores paso a paso de 2 y 5 fases

Si en la búsqueda de un accionamiento la elección nos lleva a motores paso a paso, la siguiente pregunta debe plantearnos cuál es la mejor la tecnología: 2 fases ó 5 fases. Oriental Motor fabrica ambas soluciones de motores y drivers y por este motivo podemos explicar las principales diferencias en términos de resolución, vibraciones, par, precisión y sincronismo entre el campo magnético del estator y el rotor.

Diferencia entre 2 fases y 5 fases

Hay dos diferencias principales, la primera de ellas mecánica. Básicamente un motor paso a paso se compone de un rotor y un estátor. A su vez, el rotor está hecho de tres componentes: un rotor con 2 segmentos y un imán permanente. En un motor de 2 fases el estátor consiste en 8 polos magnéticos con un pequeño dentado mientras que en un motor de 5 fases dispone de 10 polos magnéticos. Cada polo del estátor dispone de su propio bobinado.

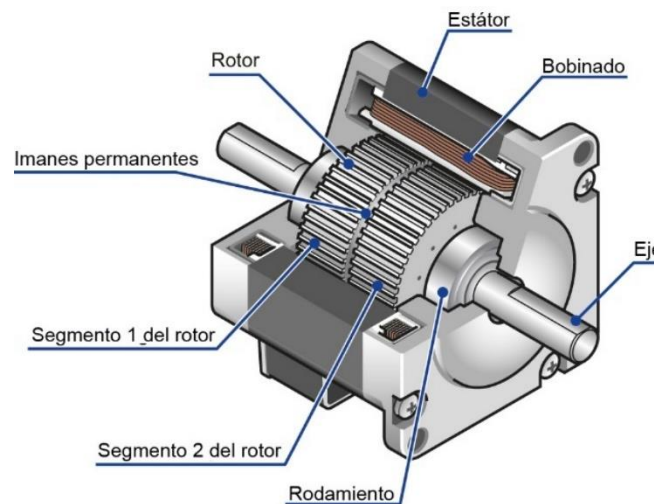


Fig. 1: Estátor, rotor, imanes permanentes y bobinados son los principales componentes de un motor paso a paso.

La segunda diferencia está en el número de fases. Un motor de 2 fases tiene 2 fases, fase A y fase B, mientras que un motor de 5 fases dispone de 5 fases.

Esencialmente el número de fases hace referencia a los diferentes grupos de polos magnéticos en el estátor, por cuyos bobinados fluye la corriente generando un campo magnético que rota e interactúa con el rotor.

¿Cómo afectan estas diferencias al comportamiento del motor? El comportamiento de un motor paso a paso viene dado por diversos factores. Hay diferentes formas de controlar estos motores y el modo de operación tiene un gran impacto en su funcionamiento. El control mediante un solo bobinado, paso completo, medio paso o micro pasos son las formas más comunes y cada uno ofrece un funcionamiento muy diferente. Fuera de estos métodos de control, los parámetros más importantes para caracterizar el comportamiento de los motores de 2 y 5 fases son los siguientes:

Resolución

Estructuralmente los motores de 5 fases no difieren mucho de los motores de dos fases, el rotor dispone de 50 dientes en ambos casos. La diferencia está en que el motor de 5 fases dispone de 10 polos (2 por fase), de forma que el rotor solo necesita moverse 1/10 parte del paso de dientes del estátor para alinearse con la siguiente fase. Con los motores de 2 fases, el rotor debe moverse 1/4 del paso de dientes del estátor para alinearse con la siguiente fase (8 polos, 4 por fase). Esto significa que el motor de dos fases requiere 200 pasos por revolución ($1,8^\circ$ por paso), mientras que los motores de 5 fases necesitan 500 pasos ($0,72^\circ$ por paso). La mayor resolución de 5 fases se debe pues al diseño. En conjunción con un driver de micropasos, los motores de 5 fases pueden ejecutar pasos de hasta $0,00288^\circ$, aunque la precisión de posicionamiento y repetitividad dependen en cualquier caso de la precisión mecánica del motor. Es en ambos casos de $\pm 0,05$.

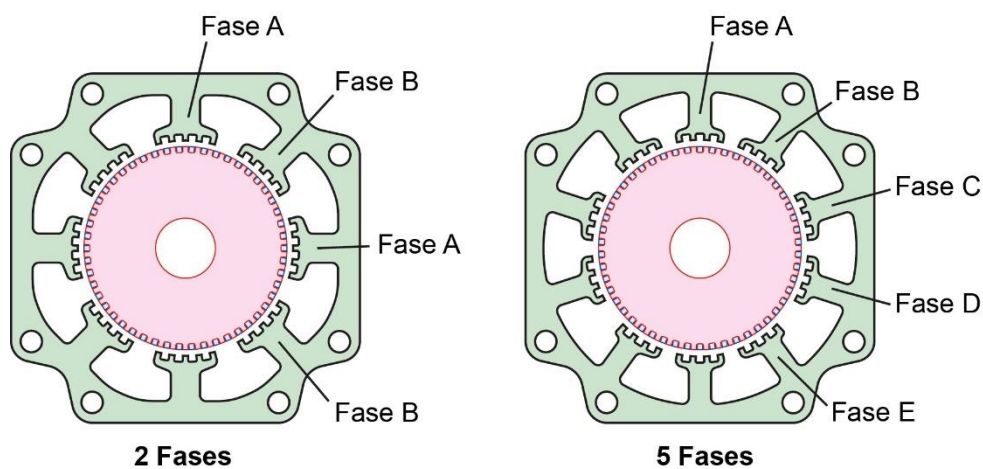


Fig. 2: El mayor número de polos magnéticos en motores de 5 fases consigue un ángulo de paso menor de $0,72^\circ$.

Vibraciones

Debido al menor ángulo de paso de $0,72^\circ$ comparado con $1,8^\circ$, la vibración de los motores de 5 fases es considerablemente menor que en motores de 2 fases. La imagen 3 muestra una comparativa de vibraciones donde la diferencia es visible. Los diagramas representan los valores medidos de la característica de vibraciones en una operación con micropasos de 5.000 pasos por revolución. Para estas mediciones, se ha acoplado un generador a un motor de doble eje. La vibración del motor se representa gráficamente según el voltage generado: cuanto mayor es la vibración del motor, mayor es el voltage generado.

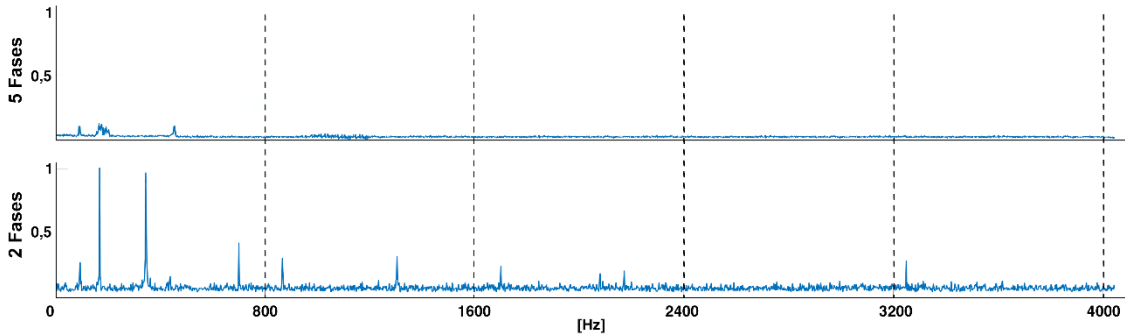


Fig. 3: Diferente característica de vibración en motores de 2 y 5 fases.

Par

El par de un motor paso a paso de 2 fases no difiere mucho de aquel de 5 fases, pero éste último tiene un mejor aprovechamiento. Esto se debe a un rizado menor en el par de salida debido al principio constructivo. La operación de medio paso o micropaso de un motor de 5 fases incrementa el par útil máximo en un 10% debido a un mayor número de fases activas de forma simultánea. Los motores de 2 fases pierden hasta un 40% del par en funcionamiento mediante medio paso o micropasos aunque muchos drivers de 2 fases compensan este hecho ajustando el vector de par opuesto.

Cada fase del motor contribuye al par de salida resultante según la curva sinusoidal de par (Fig. 4). La variación entre el par máximo y las intersección generadas constituye el rizado del par de salida resultante. Éste rizado causa vibraciones de forma que cuanto mayor es esta diferencia, mayores son las vibraciones.

El rizado de par en motores de 5 fases es significativamente menor que en motores de 2 fases debido a que un mayor número de fases contribuyen al par resultante de salida del motor. La variación entre pico y valle de este rizado puede llegar al 29% en motores de 2 fases, mientras que en motores de 5 fases es del 5%. Dado que el rizado del par contribuye directamente a la vibración, el motor de 5 fases funciona de forma más silenciosa que un motor de 2 fases.

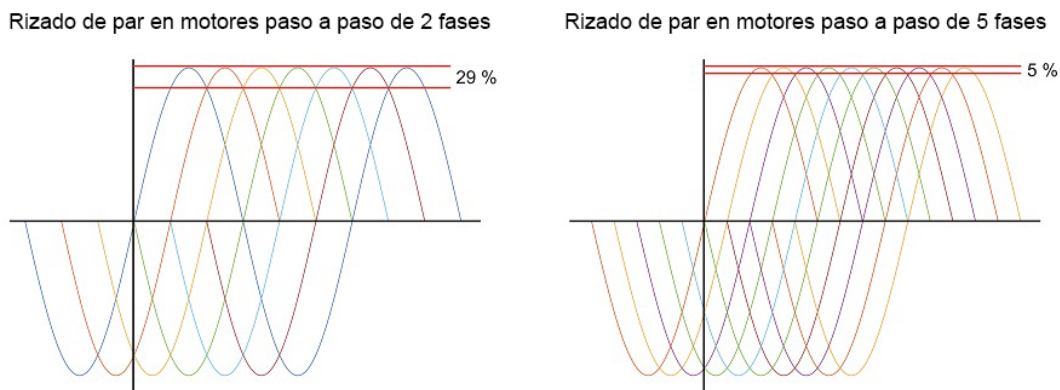


Fig. 4: Un menor trenzado del par en motores de 5 fases resulta en menores vibraciones.

Precisión

Por lo que respecta a la precisión, tanto factores eléctricos como mecánicos juegan un papel importante. Cuando las fases de un motor no están correctamente equilibradas se pueden producir errores debido a desviaciones eléctricas. Por ejemplo, si un motor tiene un par nominal de 10W con una desviación de $\pm 10\%$, una fase puede que contribuya con 9,2W y otra con 10,6W. Esta diferencia puede provocar que el rotor se alinee más con una de las fases durante la operación. En el caso de errores por desviaciones mecánicas, la configuración de los dientes es crucial. Aunque teóricamente los dientes son cuadrados según diseño, el desgaste de herramientas y utillajes en los procesos de estampación puede causar que algunos dientes o partes sean redondeados. En lugar de que el flujo magnético pase direccionadamente, los dientes redondeados puede contribuir a fugas parásitas. Las especificaciones de los componentes afectan por lo tanto a la precisión del motor. En operaciones de paso completo o full step, un motor de 2 fases vuelve a su mismo estado eléctrico cada cuatro pasos mientras que en un motor de 5 fases sucede cada 10 pasos. Cualquier desviación causada por desequilibrios eléctricos se ve por lo tanto despreciada cada 4 pasos en los motores de 2 fases y cada 10 pasos en motores de 5 fases de forma que solo permanezca en ese caso el error mecánico.

Los errores causados por desviación mecánica se eliminan una vez se ha completado una rotación completa de 360° cuando el mismo diente vuelve exactamente a la posición en la que estaba. Esto ocurre cada 200 pasos en motores de 2 fases y cada 500 pasos en motores de 5 fases.

Sincronismo entre el rotor y el flujo magnético del estátor

Dado que los motores de 5 fases se mueven una distancia de sólo $0,72^\circ$ por paso, es casi imposible que el motor pierda pasos durante la sobreoscilación. Dicho de otra forma, un motor pierde un paso o pierde el sincronismo si los dientes del rotor no están alineados correspondientemente con los dientes del estátor. Esto se produce cuando el rotor se pasa o se queda corto en más de $3,6^\circ$.

Tecnología adecuada de excitador o driver

Oriental Motor ha desarrollado drivers para motores de 2 y 5 fases (Fig. 5) que optimizan aún más el rendimiento del sistema. La última tecnología en drivers proporciona importantes mejoras en términos de par y vibraciones. Los driver CVD usan transistores con efecto de campo de bajas pérdidas con efectos muy positivos en generación de calor. En la gráfica 6 se muestra una comparativa mediante imagen térmica de dos motores de 5 fases alimentados con una corriente de fase de 1,4 A/fase. Mientras que con el driver de la generación anterior la temperatura del motor se incrementaba hasta los $67,9^\circ\text{C}$, con el driver CVD la temperatura es tan solo de $48,3^\circ\text{C}$. Esta diferencia de casi 20°C contribuye a una mayor vida útil de los componentes y a un ahorro energético del 75% (Fig. 7).

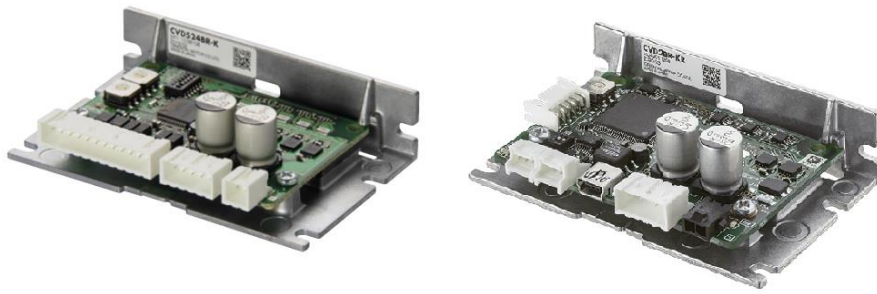
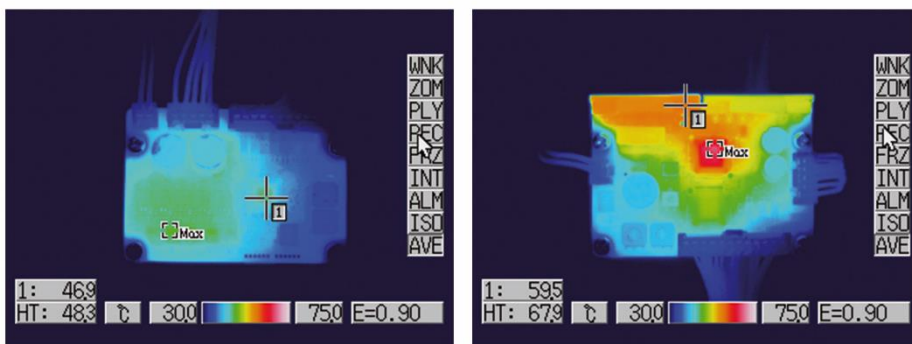


Fig. 5: Driver CVD para motores paso a paso de 2 y 5 fases, también con comunicación RS-485.



Motor de 5 fases con driver CVD

Motor de 5 fases con driver convencional

Fig. 6: Disminución significativa de generación de calor con driver CVD en imagen térmica.

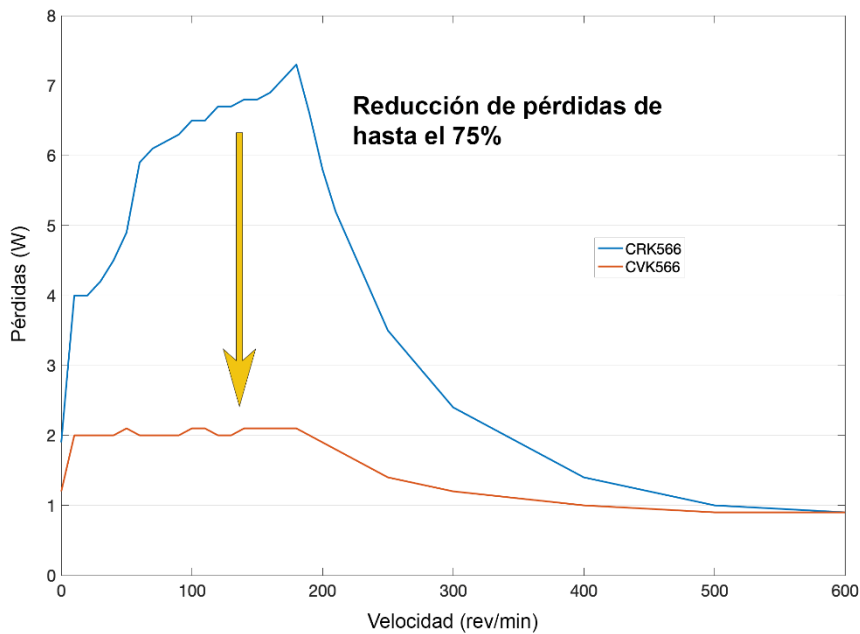


Fig. 7: Hasta un 75% menos de pérdidas con el uso de driver CVD en comparación con un driver convencional.

Los drivers CVD de micropasos están disponibles para motores paso a paso tanto de 2 como de 5 fases. Además de la opción con control por pulsos, también hay la opción de control por comunicación RS-485.

Contacto:

Oriental Motor (Europa) GmbH, Sucursal en España, Tel.: +34 918 266 565,
info@orientalmotor.es