

Introducción a los motores asíncronos vectoriales

¿Qué tipo de motor instala usted con su variador de frecuencia?

Si formulamos esta pregunta a la mayoría de ingenieros, la respuesta en muchos casos será simplemente: "Un motor asíncrono normal y corriente". Pocos técnicos son conscientes de que el motor de inducción convencional, ideado para su conexión directa a red, no es el adecuado para ser usado con convertidores de frecuencia. Es como equipar un coche deportivo con neumáticos de vehículo utilitario. Veamos por qué.

HIPÓTESIS DE DISEÑO DEL MOTOR ASÍNCRONO CONVENCIONAL

Un motor de corriente alterna (AC) asíncrono convencional ha sido diseñado y construido considerando en todo momento que va a funcionar conectado directamente a la red eléctrica. Por tanto:

- Se ha pensado en una cierta tensión (p.ej. 230 Vac, 400 Vac) y en una determinada frecuencia fija (en España, 50 Hz). Se ha supuesto por tanto que la relación tensión / frecuencia, que a la postre determina entre otras cosas el par disponible, va a ser fija y constante.
- La refrigeración de un motor asíncrono convencional suele provenir del propio motor mediante un ventilador acoplado al rotor (autoventilación), ya que se supone que el rotor estará girando siempre a la velocidad nominal o cerca de ella, la cual sería suficiente para evitar el calentamiento excesivo del motor.
- Los aislamientos entre bobinados se han dimensionado para baja frecuencia, la única que se espera encontrar en la red.
- No se suponen requerimientos especiales en cuanto a aceleración angular. El motor girará a una sola velocidad. Por tanto el rotor no se ha diseñado para baja inercia.

Todas estas hipótesis son falsas cuando se utiliza variador de frecuencia.

PROBLEMAS DERIVADOS DEL USO DE MOTORES CONVENCIONALES CON VARIADORES DE FRECUENCIA

- Problemas a bajas velocidades

La autoventilación es claramente insuficiente para el régimen permanente a bajas revoluciones, al menos si se quiere mantener el par nominal, lo que nos obliga a instalar ventilación forzada exterior (dificultades de montaje...) o bien a sobredimensionar el motor. Recordemos que en la práctica el factor térmico suele ser el que limita la potencia de utilización del motor.

- Problemas a altas velocidades

Por encima de la velocidad nominal, los motores asíncronos entran en un cierto rango de funcionamiento en el que el par cae a medida que sube la velocidad, pero la potencia final se mantiene: es la llamada zona de *potencia constante*.

Lamentablemente, este rango de velocidades está a su vez muy limitado. Si continuamos incrementando la velocidad, la potencia disponible deja de mantenerse constante para empezar a caer rápidamente. Las causas son básicamente dos:

- a) La autoventilación. La potencia mecánica absorbida por el propio ventilador aumenta de forma cúbica con la velocidad. A velocidad nominal es poco importante, pero al doble de velocidad esa potencia se ha multiplicado por ocho. En cambio el motor no está desarrollando más potencia de la nominal, y por tanto la autoventilación es claramente excesiva. Esta potencia debería estar dedicándose a mover la carga y sin embargo se está malgastando en mover aire inútilmente.
- b) Pérdidas magnéticas en el entrehierro, que aumentan notablemente con la frecuencia.

Todo esto prácticamente invalida al motor convencional para trabajar a velocidades sustancialmente superiores a su nominal. En ese rango de velocidades la mayoría de fabricantes ni siquiera se atreve a garantizar un valor límite de velocidad para el funcionamiento a potencia constante.

- Bajas prestaciones dinámicas

El diseño mecánico del rotor no ha sido optimizado para presentar una baja inercia. Ello hace que las aceleraciones angulares máximas disponibles se vean limitadas.

- Destrucción de bobinados

Los armónicos presentes en la salida de potencia del convertidor son ricos en muy altas frecuencias y con el tiempo acaban degradando los bobinados, cuyos barnices de aislamiento no están preparados a largo plazo para un bombardeo permanente de transiciones abruptas de tensión.



Los armónicos presentes a la salida de los variadores son ricos en altas frecuencias

- Caso de aplicaciones en lazo cerrado

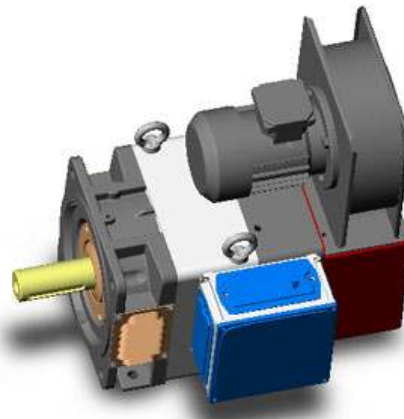
El motor convencional no suele incorporar de fábrica ningún elemento de medición de velocidad o posición (normalmente *encoder*, o bien *resolver* o dinamo tacométrica). En las aplicaciones con control de velocidad en lazo cerrado acaba siendo el técnico quien tiene que instalarlo, operación no siempre fácil y que comporta ciertos riesgos de complicaciones en la puesta en marcha.

VENTAJAS DE LOS MOTORES VECTORIALES

Los llamados motores vectoriales, como los *DriveAX* (IP54) y *Tetravec* (IP23) de la familia *Powertech*, fabricados por **Comer**, han sido concebidos y fabricados teniendo presente su utilización con variadores de frecuencia.



Powertech DriveAX (IP54)



Powertech Tetravec (IP23)

Sus características principales son:

- La carcasa, que por su forma recuerda a la de los motores de corriente continua (especialmente la gama *Tetravec*), está construida con chapa magnética, lo que minimiza las pérdidas magnéticas en el entrehierro. Gracias a ello las prestaciones de estos motores a velocidades por encima de la nominal son muy superiores a los asíncronos convencionales.
- Incorporan de fábrica la ventilación forzada, a elegir entre radial (como en el *Powertech Tetravec*) o axial (como en el *Powertech DriveAX*).
- Los bobinados han sido diseñados para soportar a largo plazo los armónicos de muy altas frecuencias, así como altas temperaturas.
- Por los motivos anteriores, son motores que trabajan con un rendimiento excelente en un amplio rango de frecuencias del convertidor, tanto bajas como altas. El rango de funcionamiento a potencia constante es conocido y está disponible en catálogo.
- Al no haber de sobredimensionar el motor, normalmente se puede elegir una talla bastante menor a la necesaria con motores convencionales sobredimensionados, especialmente en el caso de la gama *Tetravec*.
- En la mayoría de modelos se incluye un encoder ya montado de serie. Opcionalmente se puede montar un resolver.

- Gracias a su diseño alargado, la inercia del rotor del *DriveAX* y sobre todo del *Tetravec* es notablemente inferior a la de los motores asíncronos convencionales. Ello le otorga un excelente comportamiento dinámico.
- Estos motores incorporan sondas térmicas para su protección, ya que el exceso de temperatura es su principal enemigo.
- Además, la velocidad nominal puede elegirse a voluntad entre un muy amplio abanico de valores, sin estar limitados a los pocos valores típicos derivados de la frecuencia de red y el número de polos (1500 rpm, 3000 rpm...)



Máquina equipada con motores asíncronos vectoriales Powertech DriveAX

CONCLUSIONES

Mientras los motores de inducción convencionales son los más adecuados para aplicaciones a velocidad fija mediante conexión directa a red, los motores óptimos para su uso con variador de frecuencia son los **motores asíncronos vectoriales**.

Su coste es superior al de los motores asíncronos convencionales de la misma potencia nominal, pero dentro de un orden de magnitud similar, y en general queda claramente compensado con sus ventajas técnicas. En cualquier caso hay que considerar los costes totales del motor convencional: la instalación posterior de ventilación forzada o de encoder / tacodinamo requiere unos materiales y una mano de obra que también se

deben contabilizar. Asimismo hay que tener en cuenta que muchas veces se escoge un motor convencional de potencia nominal superior a la realmente requerida, por culpa de su pobre comportamiento a velocidades diferentes a la nominal. Esto no es necesario si se usan motores vectoriales, con lo que esta elección suele ser la realmente económica.

El uso de este tipo de motores combinados con variadores de frecuencia vectoriales de altas prestaciones, preferentemente con control de orientación de campo o *FOC – Field Oriented Control* (como el convertidor vectorial Delta VFD-VE) permite construir accionamientos de características cercanas a los servomotores. Esta alternativa es tanto más económica cuanto mayor es la potencia a considerar, ya que el coste del conjunto "servomotor + servodrive" crece mucho más rápidamente con la potencia que el del conjunto "motor asíncrono vectorial + variador vectorial".

Mecánica Moderna, S.A.

www.mecmod.com

Enlaces relacionados con este artículo:

- Powertech DriveAX (IP54): <http://www.mecmod.com/fitxa.asp?id=361>
- Powertech Tetravec (IP23): <http://www.mecmod.com/fitxa.asp?id=362>
- Otros motores asíncronos optimizados para variador de frecuencia: <http://www.mecmod.com/fitxa.asp?id=471>
- Nuestra propuesta de variadores de frecuencia: <http://www.mecmod.com/Convertidores-de-frecuencia.asp?tipo=16>