

Ideas en acción

La vanguardia del desarrollo de los motores

FREDDY GYLLENSTEN, DMITRY SVECHKARENKO, REZA RAJABI MOGHADDAM – ABB ha desarrollado una tecnología revolucionaria llamada “motor síncrono de reluctancia”, cuyas siglas son SynRM. El diseño de motores eléctricos SynRM los hace intrínsecamente fiables, de alto rendimiento y capaces de contener altos niveles de potencia en un pequeño volumen.

El motor de inducción (IM) domina las aplicaciones industriales, incluso en aplicaciones de velocidad variable, como el bombeo de agua que se ilustra en → 8. El motivo es que un IM arranca directamente en la red (la forma tradicional de hacerlo y la que continúa actualmente, incluso después de la introducción de los modernos convertidores de frecuencia). Sin embargo, el IM tiene algunos inconvenientes implícitos como consecuencia de su funcionamiento asíncrono que se traduce en pérdidas relativamente altas en el rotor, y calentamiento de los cojinetes y devanados, que incide en los intervalos entre una operación de mantenimiento y la siguiente, y que acorta la vida de los cojinetes y el aislamiento.

Los motores síncronos de reluctancia no presentan esos inconvenientes y están mucho mejor adaptados al funcionamiento a velocidad variable.

La tecnología de los motores SynRM

Aunque se sepa desde hace tiempo, los motores de CA de imán permanente no se convirtieron en competidores de los IM hasta la década de 1980 con la creación de una nueva generación de imanes permanentes basados en elementos de tierras raras (REE). Un requisito previo para la introducción de estos nuevos

Los inconvenientes de un IM no se presentan en un motor síncrono de reluctancia que está mucho mejor adaptado al funcionamiento de velocidad variable.

imanes en los motores fue el avance paralelo de los accionamientos de CA necesarios para controlarlos y manejarlos.

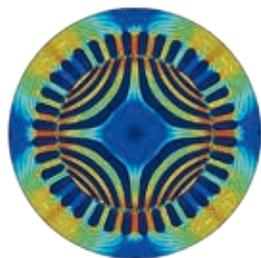
No obstante, los REE son caros y su precio puede verse sometido a variaciones. Además, su intenso campo magnético del rotor puede hacer más difícil el mantenimiento, un aspecto clave para un motor industrial clásico. Entra en escena el motor síncrono de reluctancia sin REE. El motor síncrono de reluctancia es un motor eléctrico trifásico con una estructura de rotor magnéticamente anisótropa compuesto por láminas de acero eléctrico apiladas con orificios perforados

como barreras de flujo. En la versión de cuatro polos, el rotor tiene cuatro ejes de alta permeancia y cuatro de baja permeancia. Alta permeancia quiere decir alta conductividad magnética y mayor inductancia, en tanto que baja permeancia significa menor inductancia. Reluctancia es lo contrario de permeancia y es, en términos prácticos, resistencia magnética; una alta reluctancia origina una baja inductancia. Los ejes con alta permeancia (hierro) pueden considerarse como el eje directo o eje “d”, mientras que los de alta reluctancia (aire) serían los ejes de cuadratura o ejes “q” → 9.

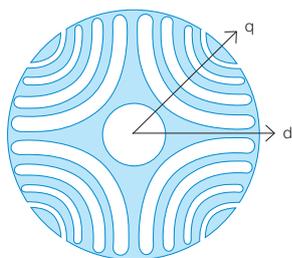
Cuando se produce un campo magnético en el entrehierro al aplicar corrientes de excitación a los devanados del estator, el rotor trata de alinear su eje más conductivo magnéticamente (el eje “d”) con el campo aplicado, a fin de minimizar la reluctancia en el circuito magnético. En otras palabras, se produce un par en el espacio de aire entre el estator y el rotor siempre que el vector del campo aplicado y el eje “d” del rotor dejen de estar alineados. Esto hace que el rotor gire. El rotor se mueve en sincronía con el campo magnético aplicado, tratando de minimizar la reluctancia en el circuito magnético. Este principio funcional ha dado su nombre a la tecnología: reluctancia síncrona.



9 Motor síncrono de reluctancia de cuatro polos



9a Sección transversal de un motor síncrono de reluctancia de cuatro polos



9b Definición de los ejes magnéticos "d" y "q" del rotor



9c Montaje del motor

Puesto que el rotor no tiene devanados y, por tanto, no tiene pérdidas por efecto Joule, trabaja considerablemente más frío y con mejor rendimiento y fiabilidad que un IM. Los motores síncronos de reluctancia funcionan con suavidad debido a la distribución sinusoidal en el entrehierro y al funcionamiento con corriente sinusoidal. Un inconveniente es que el motor no puede ponerse en marcha con una alimentación directa en línea, ya que debe conocerse la posición del rotor.

Historia del desarrollo del motor SynRM

La implicación de ABB en SynRM comenzó en 2004, cuando se detectaron nuevas oportunidades para los motores síncronos de reluctancia en el floreciente mercado basado en VSD. Esta tecnología permitiría mayores rendimiento y fiabilidad, sin necesidad de

imanes permanentes de REE. Los resultados favorables de las exploraciones iniciales llevaron eventualmente a un proyecto de tecnología que comenzó en 2007. Al mismo tiempo, se comprobó si había demanda del producto en el mercado.

Para profundizar en la comprensión de la materia, en 2006 se inició un máster de ciencias (MSc) sobre el concepto del motor. A este trabajo le siguió posteriormente una tesis doctoral.

En 2009 se habían realizado progresos técnicos satisfactorios, por ejemplo, el fallo de los cojinetes y de las láminas del rotor habían llevado a pruebas completas de duración y de análisis del modo de fallo. En 2011, el desarrollo había avanzado lo suficiente para sacar a la luz el SynRM en la Feria de Hannover. Ese mismo año, la tecnología recibió el pre-

La implicación de ABB en SynRM comenzó en 2004.

mio Automation Award en la exposición SPS IPC Drives, en Alemania. Los primeros productos se lanzaron en 2012.

En 2014 se presentó una ampliación de la gama de productos SynRM: el SynRM2. Una característica exclusiva de este motor (desarrollada especialmente por los principales colaboradores de ABB en el ámbito de SynRM, Alessandro Castagnini, Pietro Savio Termini y Giulio Secondo) es que utiliza imanes de ferrita (Fe_2O_3), que tienen normalmente mejor relación coste-eficacia y se obtienen con más facilidad que los imanes REE. Esto se traduce en un producto muy potente, y sostenible desde el punto de vista económico y ecológico.

El año siguiente, 2015, la familia SynRM se amplió una vez más con la introducción de la tecnología DOL SynRM, que puede arrancar directamente en la red puesto que está equipada con una jaula de ardilla dentro de las barreras del rotor del SynRM.

SynRM ha recorrido un largo trecho desde sus primeros días, pero sigue siendo una tecnología relativamente joven para el uso comercial. Los productos actuales de ABB tienen el potencial de mejorar aún más sus prestaciones con diseños y construcciones actualizados, y de esa forma ofrecer soluciones optimizadas para las numerosas y variadas necesidades de los clientes.

Freddy Gyllensten
Dmitry Svehkarenko
Reza Rajabi Moghaddam
 ABB Discrete Automation and Motion,
 Motors and Generators
 Vasteras, Suecia
 freddy.gyllensten@se.abb.com
 dmitry.svehkarenko@se.abb.com
 reza.r.moghaddam@se.abb.com