

ARTÍCULO ESPECIALIZADO

Logrando una eficiencia IE5 con motores sin imanes



Rápidos avances en tecnología de motores

Hoy por hoy, el 45 por ciento de toda la electricidad se transforma en movimiento mediante motores en edificios y aplicaciones industriales. Es evidente que, a medida que el mundo se vuelve cada vez más dependiente de los motores eléctricos, tenemos que mejorar nuestra eficiencia energética.

Con los motores eléctricos, siempre merece la pena considerar el sistema en su conjunto y escoger el tamaño correcto de motor para el trabajo que se vaya a realizar. Un motor demasiado grande consumirá un exceso de energía cuando solo aporte una fracción de la potencia disponible; y un motor poco potente desperdiciará energía si funciona sobrecalentado. En algunos casos, basta elegir un tamaño adecuado de motor para ahorrar energía y dinero a las empresas.

Según las normas internacionales de eficiencia, a mayor número, mayor eficiencia del motor.

Una vez determinado el tamaño óptimo del motor, toca pensar en la clase de eficiencia de este. Aunque hay diversas tecnologías en el mercado, la realidad es que la base instalada usa principalmente motores más antiguos y de muy baja eficiencia. Con todo, en la pasada década, los avances tecnológicos en materia de motores eléctricos han sido excepcionalmente rápidos, con la aparición de nuevas tecnologías energéticamente eficientes.

Un avance muy significativo es el motor síncrono de reluctancia (SynRM), que funciona junto con un convertidor de frecuencia. Los motores síncronos de reluctancia pueden utilizarse para reemplazar motores de inducción IE3 estándar y reducen las pérdidas de energía en el motor hasta un 40 por ciento.¹



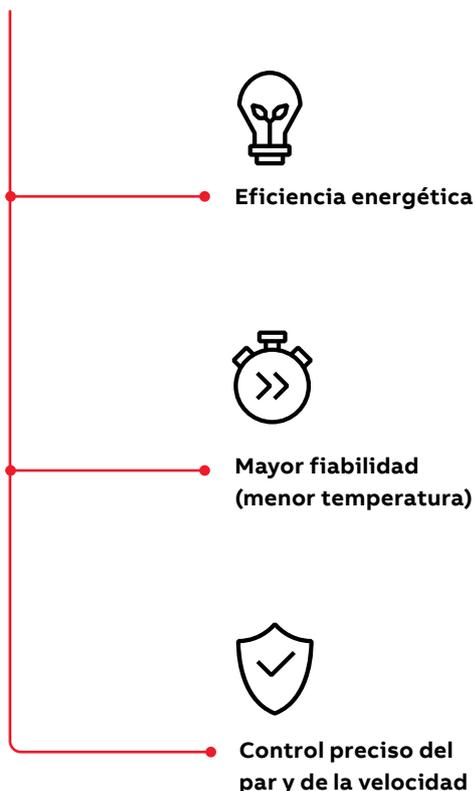
Los conjuntos de SynRM y convertidor de frecuencia son una excelente solución para el retrofit de motores. Dado que las principales dimensiones exteriores y la potencia de salida siguen siendo las mismas, no hacen falta modificaciones mecánicas. Por ejemplo, un SynRM IE5 tiene el mismo tamaño que un motor de inducción IE2.

Logrando una eficiencia IE5 con motores SynRM

Los motores síncronos de reluctancia (SynRM) IE5 de ABB ofrecen una eficiencia energética ultra-premium. Se trata de un nuevo nivel de eficiencia definido por la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), y los motores SynRM son la nueva primera opción para satisfacer la creciente demanda mundial de mayor rendimiento energético.



Las ventajas de los motores SynRM



La tecnología síncrona de reluctancia combina el rendimiento de los motores de imanes permanentes con la sencillez y facilidad de servicio de los motores de inducción, ya que los imanes permanentes no llevan materiales de tierras raras. El rotor de un motor síncrono de reluctancia no tiene imanes ni devanados y prácticamente no sufre pérdidas de potencia. Y como no hay fuerzas magnéticas en el rotor, el mantenimiento es tan sencillo como en los motores de inducción.

Los clientes pueden aumentar su eficiencia energética y mejorar la sostenibilidad pasándose a los motores SynRM de clase IE5 ultra-premium de ABB, que pierden hasta un 40 por ciento menos de energía que los motores IE3, además de reducir considerablemente el consumo de energía y las emisiones de CO₂ que suelen tener los habituales motores de inducción IE3.²

La tecnología SynRM ofrece hasta 30 °C menos de temperatura en el devanado y hasta 15 °C menos en los rodamientos, lo que aumenta la fiabilidad, prolonga la vida útil del motor y reduce la necesidad de mantenimiento.³

Las temperaturas más bajas de los rodamientos son un factor importante para reducir los costes del ciclo de vida, ya que las averías en los rodamientos causan más o menos el 70 por ciento de las paradas no programadas de los motores.⁴

El motor SynRM de alto rendimiento de ABB salió al mercado en 2011 con una clase de eficiencia IE4, primero disponible para bombas y ventiladores, y ahora para todas las aplicaciones. Y, luego, en 2019, ABB lanzó el motor SynRM de eficiencia ultra-premium IE5.

Con una gama de motores estándar, el conjunto de SynRM y convertidor es una solución perfecta para el retrofit de motores. El SynRM IE5 tiene el mismo tamaño que un motor de inducción de clase IE2, lo que elimina la necesidad de realizar modificaciones mecánicas y lo convierte en un fácil sustituto de los motores de inducción tradicionales. Además, hoy en día, está aumentando el número de aplicaciones con convertidores de frecuencia, lo que está favoreciendo la comercialización y aceptación de la tecnología SynRM.

En la práctica, los motores IE5 sufren un 20 por ciento menos de pérdidas que un motor IE4, independientemente de la tecnología o norma IEC empleada.

Ahorra energía y dinero: motores SynRM IE5

La estructura de un motor síncrono de reluctancia

Por fuera, un motor SynRM se parece mucho a un motor de inducción tradicional. Incluso el estátor de su interior es tradicional. La innovación está en el rotor. El rotor está fabricado con capas de hierro laminado que forman una construcción ligera pero sólida que permite que el magnetismo fluya a través de él. La forma está diseñada con precisión para guiar la reluctancia magnética dentro del rotor. Como resultado, el rotor se alinearé con el flujo magnético producido por las bobinas del estátor, esencialmente “bloqueando” su posición. Esto le permite moverse exactamente a la misma velocidad que el flujo magnético, es decir, de forma síncrona, de ahí el nombre de motor síncrono de reluctancia. El rotor no contiene imanes ni componentes basados en tierras raras y su fabricación requiere menos material que un motor tradicional.

El funcionamiento de un SynRM

Al igual que otros motores eléctricos, un motor SynRM produce movimiento de rotación que puede utilizarse para hacer funcionar máquinas. La rotación del flujo magnético producido por el estátor —y, por tanto, la velocidad del rotor— se controla mediante un convertidor de frecuencia. El convertidor monitoriza la posición del rotor para garantizar que se mantenga sincronizado.

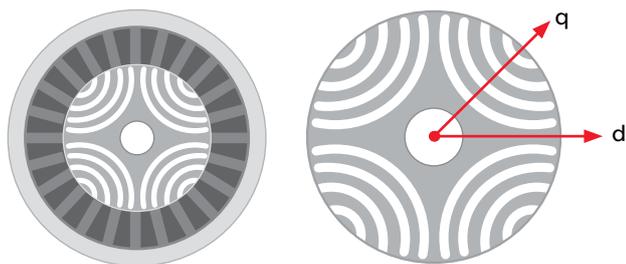


Las ventajas de un SynRM

Los motores SynRM tienen considerablemente menos pérdidas de energía que los motores de inducción comparables. Por ejemplo, los motores SynRM no sufren pérdidas en el rotor. La consecuencia es una menor temperatura de funcionamiento que, junto con la estructura del rotor sin devanados, reduce las necesidades de servicio y el riesgo de averías en comparación con los motores tradicionales. Y si se produce algún problema, los sistemas de monitorización conectados pueden indicar la necesidad de posibles reparaciones.

Mejor aún, el nivel de ruido de los motores SynRM es netamente inferior al de los de inducción tradicionales, lo que conlleva un entorno de trabajo menos incómodo.⁵

Los motores SynRM también tienen poca huella ambiental porque se fabrican sin usar tierras raras, lo que significa que no hay que extraerlas de ninguna mina y, también, que se generan menos residuos. Además, sus emisiones de carbono son bajas durante todo su ciclo de vida, desde la producción hasta el reciclaje, presentando el mejor rendimiento con bajas emisiones de su clase.



El par producido por un motor síncrono de reluctancia es proporcional a la diferencia entre las inductancias de los ejes d y q : cuanto mayor sea esta diferencia, mayor será el par producido. Los motores síncronos de reluctancia IE4, por tanto, están diseñados con material magnéticamente conductor (hierro) en el eje d , y material magnéticamente aislante (aire) en el eje q .

Sacar el máximo partido a los motores con convertidores de frecuencia

Los convertidores de frecuencia pueden ayudar a que los motores funcionen de forma mucho más eficiente. De hecho, si se añade un convertidor de frecuencia a una aplicación de motor estándar de tamaño medio, se puede reducir un 25 por ciento el consumo de energía. Y, aunque los convertidores sean necesarios para el funcionamiento de los motores síncronos de reluctancia, están perfectamente preparados para usarse con otros tipos de motores, como los de inducción.

La cantidad de energía adecuada para la aplicación

Un convertidor de frecuencia controla y optimiza el funcionamiento de un motor, variando la frecuencia y la tensión de la electricidad suministrada al motor para ajustar el par y la velocidad. Dado que los convertidores controlan directamente la velocidad del motor, no hacen falta válvulas, engranajes, estranguladores ni frenos para controlar la velocidad de la aplicación alimentada por el motor. Eso significa que el motor no necesita funcionar a toda velocidad todo el tiempo y que el control mecánico de la velocidad no supone un desperdicio de energía. Por ello, los motores controlados por convertidor pueden ahorrar mucha energía en comparación con los motores que no lo tienen.

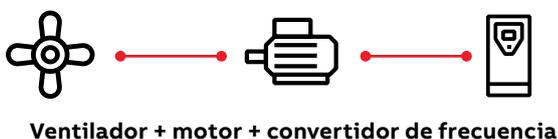
En la actualidad, alrededor del 23 % de los motores del mundo están equipados con convertidores de frecuencia, por lo que todavía hay mucho margen de mejora en términos de eficiencia energética con los motores en todo el planeta.⁶

La estabilidad del proceso reduce los residuos y el desperdicio de energía

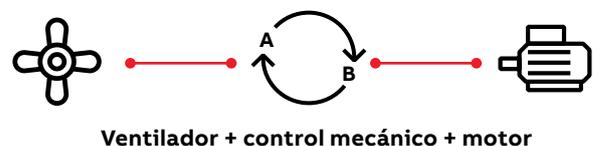
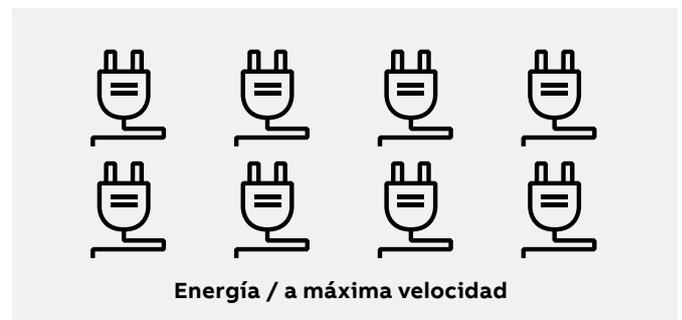
Los convertidores también posibilitan una excelente estabilidad del proceso. En muchos procesos de producción, esto puede dar lugar a más calidad y menos rechazos, con lo que también se desperdicia menos energía. Por ejemplo, los convertidores pueden proporcionar, de forma fiable, una tolerancia de 0,5 rpm a 1500 rpm. Si aplicamos esto en toda su gama de velocidades a una máquina de moldeo por extrusión, tendremos un producto de mayor calidad, menos residuos y menos productos rechazados. Dado que los residuos y los productos rechazados generalmente se devuelven a la extrusora y se vuelve a calentar, con un control más preciso de la extrusora también se reduce el consumo de energía.

.....
El ámbito de uso más común de los motores industriales es el de las bombas, los ventiladores y los compresores. Añadiendo un convertidor de frecuencia, se puede reducir un 25 por ciento el consumo de energía

Control de velocidad



Control mecánico



Los convertidores de frecuencia ahorran energía en cada rotación. Según las leyes de afinidad, las bombas y ventiladores que funcionan a media velocidad consumen una octava parte de la energía.⁵

La eficiencia IE5 permite un ahorro energético real

Eficiencia a carga parcial

Cuando realmente destacan los conjuntos de motor SynRM IE5 y convertidor es al usarse con una carga parcial. Según el nuevo Reglamento (UE) 2019/1781 (directiva de diseño ecológico) los fabricantes deben indicar las pérdidas en puntos de carga especificados para el motor (1.7.2022). Esto permite comparaciones de motor a motor en condiciones de carga parcial con servicio de convertidor de frecuencia. Tradicionalmente, la comparación no era posible por falta de información sobre las pérdidas de los motores de inducción en servicio con convertidor.

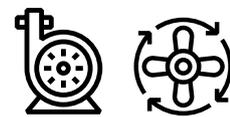
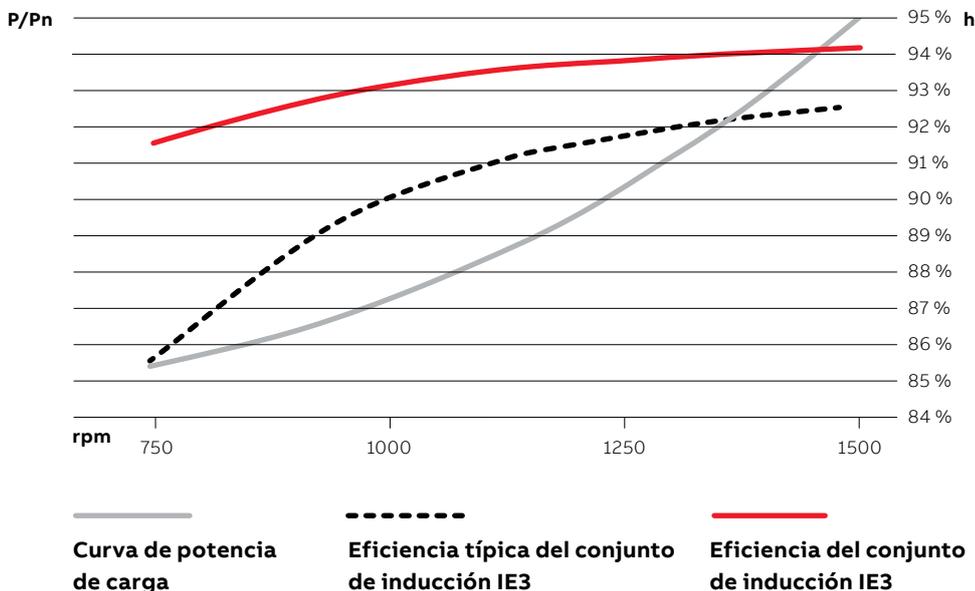
Como se puede ver en el siguiente gráfico, alrededor de un 2 % de beneficio es a plena carga, mientras que a carga parcial el beneficio puede ser hasta del 6-7 %.

Motores de inducción SynRM IE5 frente a IE3 en servicio con convertidor

Las mediciones de laboratorio de ABB muestran que los motores SynRM IE5 ya aventajan a los motores IE3, también en condiciones de carga parcial, y la ventaja es aún mayor si se compara con el punto nominal. La figura siguiente muestra el rendimiento de eficiencia típico del motor de inducción SynRM IE5 frente a un motor de inducción IE3 en servicio de bomba/ventilador según las mediciones de laboratorio de ABB.⁷



110 kW,
sistema de convertidor a 1500 rpm
en servicio de bomba/ventilador



Ejemplo: Para un sistema de convertidor de 110 kW a 1500 rpm en servicio de bomba/ventilador, con un motor de inducción IE3, la eficiencia del conjunto es del 92,5 %; mientras que con un motor SynRM IE5, la eficiencia del conjunto es del 94,2%.

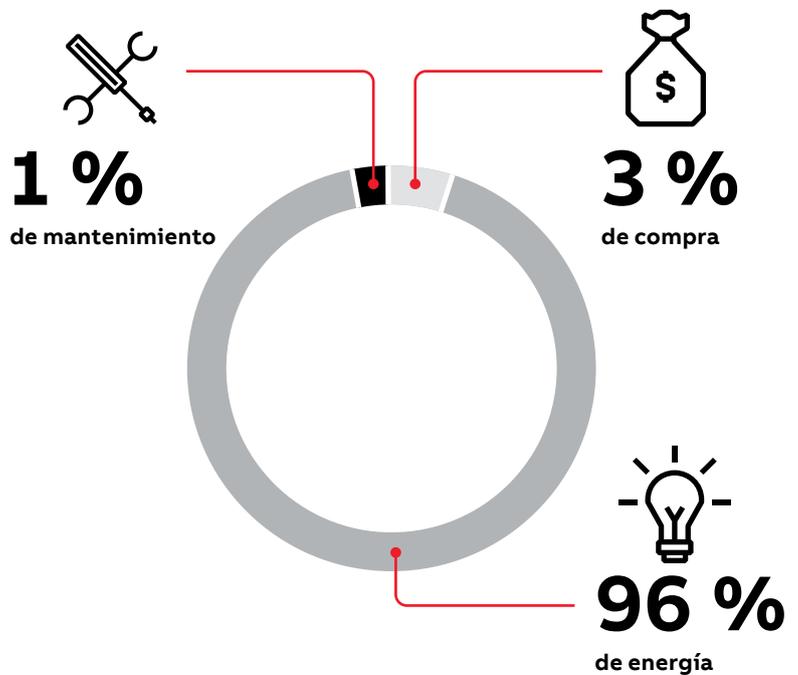
Campbell's Australia recorta costes gracias a SynRM

En Campbell's Australia, un conjunto de SynRM y convertidor de ABB permitió un descenso considerable en los costes de energía. Durante un periodo de 12 meses, las cifras mostraron claramente un 14 % menos de gasto energético. En total, han ahorrado casi 15 000 dólares australianos al año en energía, lo cual ha supuesto también una reducción anual de aproximadamente 131 toneladas en las emisiones de CO₂.

Un menor consumo de energía se traduce en un menor coste total de explotación

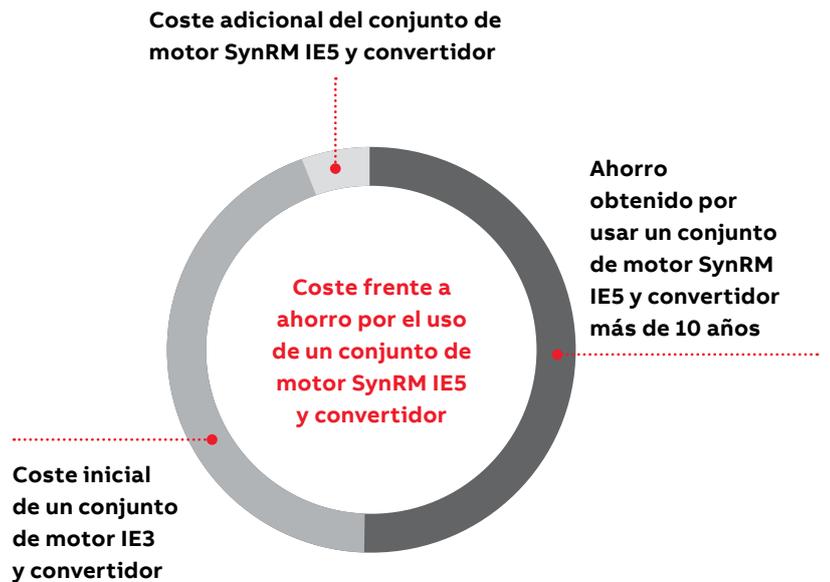
Disminuir el consumo de energía con conjuntos de SynRM y convertidor de frecuencia conlleva una reducción del coste de funcionamiento del proceso y, también, del coste total de explotación. Y, aunque las empresas puedan mostrarse reacias a cambiar los motores o a añadir convertidores a sus procesos debido a la importante inversión inicial que implica, el coste de un motor solo supone una fracción del gasto en la energía empleada para su funcionamiento.⁸

Los principales costes del ciclo de vida de un sistema de bombeo controlado mecánicamente. La mayor parte del coste proviene de la energía empleada para hacer funcionar el motor.



Se amortiza con la energía ahorrada durante su vida útil

Para un motor de 110 kW que funcione a 1500 rpm, la diferencia en el precio de coste inicial entre un motor SynRM IE5 y otro IE3 resulta insignificante respecto al ahorro económico anual en energía. En comparación con el conjunto IE3, un conjunto de motor IE5 ahorrará energía y costes nada más entrar en funcionamiento, amortizándose la diferencia de precio al cabo de 13 meses, más o menos. Además, el conjunto SynRM IE5 seguirá generando un ahorro anual durante el resto de su vida útil, que puede oscilar entre los 10 y 15 años. Dentro de unos 10 años, el ahorro generado por el menor consumo de energía habrá compensado el coste inicial de todo el conjunto IE5.



Si se hace una inversión moderada para actualizar la tecnología de un motor eléctrico, dicha inversión puede recuperarse en tan solo un año.

Conclusión

Como se ha comentado, la tecnología de motores necesaria para mejorar radicalmente la eficiencia energética ya está disponible, probada y demostrada. Los conjuntos de motor SynRM y convertidor mejoran de forma espectacular la eficiencia energética. Una eficiencia que, de aplicarse a escala mundial, ayudaría a reducir el consumo de energía y a luchar contra el cambio climático.

Para las empresas, la decisión debería ser fácil. Si se pueden permitir pagar un poco más por un motor actualizado, podrán ver el retorno de su inversión en apenas un año, aparte de otros retornos a lo largo del ciclo de vida del motor.



Para los gobiernos y responsables municipales, es importante saber que las opciones más eficientes desde el punto de vista energético ya están disponibles para todo, desde infraestructuras hasta empresas de transporte y servicios públicos. Lo que se necesita ahora es la voluntad de hacerlo realidad y apoyo para que las soluciones de eficiencia energética sean la opción más fácil y preferida.

(1) De conformidad con IEC 60034-30-1 y IEC TS 60034-30-2.

(2) De conformidad con IEC 60034-30-1 y IEC TS 60034-30-2.

(3) Según pruebas y mediciones de ABB.

(4) Fuente: Austin. H. Bonnett y Chuck. Yung, "Increased Efficiency versus Increased Reliability," IEEE Ind. Appl. Magazine, enero/febrero de 2008.

(5) Basándose en experiencias de clientes.

(6) Omdia, "Low Voltage Motors Intelligence Service," 2020.

(7) Según mediciones y cálculos de ABB.

(8) Según www.energy.gov/sites/prod/files/2014/04/f15/amo_motors_sourcebook_web.pdf



ABB Motion

P.O. Box 1
FI-00232
Helsinki, Finlandia