

# **Inversor**

## **Curso de ahorro de energía**

Este curso le ayudará a comprender cómo los inversores contribuyen con el ahorro de energía.

## Introducción **Objetivo del curso**



Durante las lecciones de este curso, aprenderá:

- ¿Por qué un motor controlado por un inversor puede ahorrar energía?
- ¿Cómo los motores de alta eficiencia permiten un mayor ahorro de energía?

Este curso requiere un conocimiento básico sobre los inversores.  
Le recomendamos que comience con el curso para principiantes "FA Equipment for Beginners (Inverters)"  
(Equipamiento de automatización completa (FA) para principiantes (inversores)).

## Introducción Estructura del curso



Este curso cuenta con los siguientes capítulos.  
Se recomienda aprender estos capítulos en orden, desde el Capítulo 1.

### Capítulo 1: Tendencias del ahorro de energía

Conozca las tendencias en torno al ahorro de energía.

### Capítulo 2: Principio de ahorro de energía con los inversores

Aprenda sobre el principio de ahorro de energía para comprender por qué se utilizan los inversores para esta finalidad.

### Capítulo 3: Funciones útiles de ahorro de energía de la serie FR-F800/700

Conozca las funciones útiles de ahorro de energía disponibles en la serie FR-F800/700.

### Capítulo 4: Regulaciones de motores de alta eficiencia

Conozca las regulaciones de los motores de alta eficiencia.

### Capítulo 5: Serie "Superline premium" SF-PR

Conozca la serie "Superline premium" SF-PR.





### Capítulo 6: Ahorro de energía con inversores y motores IPM (imán permanente interior)

Aprenda sobre el ahorro de energía mediante el uso combinado de inversores y motores IPM (imán permanente interior).

### Prueba final

Calificación para aprobar: 60% o más

# Introducción **Cómo usar esta herramienta de aprendizaje en línea**

Ir a la página siguiente		Ir a la página siguiente.
Regresar a la página anterior		Regresar a la página anterior.
Ir a la página deseada		Se visualizará el "Índice", lo que le permitirá navegar a la página deseada.
Salir del aprendizaje		Salir del aprendizaje.

## Introducción Precauciones de uso



### Precauciones de seguridad

Cuando aprenda usando productos reales, lea con cuidado las precauciones de seguridad ubicadas en los manuales correspondientes.

### Precauciones en este curso

Las pantallas exhibidas del software de ingeniería MELSOFT que utilice podrían ser diferentes de aquellas de este curso.

## Capítulo 1 Tendencias del ahorro de energía



Este capítulo detalla las tendencias relacionadas con el ahorro de energía y el porcentaje de consumo de energía de los motores con respecto al consumo mundial de energía.

1.1 Tendencias del ahorro de energía

1.2 Porcentaje de consumo de energía de motores con respecto al consumo mundial de energía

1.3 Resumen

Existen crecientes preocupaciones en torno a los problemas ambientales debido al aumento de la temperatura promedio en todo el mundo, como el cambio climático anormal, la reducción de la productividad de los cultivos, el impacto en los ecosistemas y el cambio de hábitat provocado por el aumento en los niveles de los mares. Se requieren de forma urgente acciones de ahorro de energía para evitar el calentamiento global (a fin de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>).



### ■ Europa

- **2001: se aprobó la Directiva de promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad.**

Se definieron los objetivos de energía renovable para cada país.

- **2009: se aprobó la Directiva de fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.**

Esta directiva establece objetivos para todos los países de la Unión Europea con la finalidad global de lograr que las fuentes de energía renovables representen aproximadamente el 20% del consumo de energía de la Unión Europea para el año 2020.

### ■ Francia

- **2005: se aprobó la Ley de energía.**

Esta ley define los siguientes objetivos:

- Una reducción del 75% de los gases de efecto invernadero para el año 2050.
- Mejora de la eficiencia energética de al menos 2% por año para el año 2015 y de 2,5% por año en promedio entre el año 2015 y 2030.

### ■ EE. UU.

- **2011: se introduce la ley estatal denominada Estándar de cartera renovable (RPS, por sus siglas en inglés).**

Treinta estados y territorios han adoptado estas normas para promocionar el uso de energía procedente de fuentes renovables. El objetivo es un 33% de las ventas minoristas de electricidad procedentes de las fuentes de energía renovables.

### ■ China

- **2006: se aprobó la Ley de energía renovable.**

El objetivo es un 15% del consumo de energía total procedente de fuentes de energía renovables para el año 2020.

- **2011: se estableció el 12vo Plan Quinquenal (FYP, por sus siglas en inglés).**

Los objetivos de este plan incluyen:

- Una reducción del 17% de las emisiones de CO<sub>2</sub> para el año 2015.
- Aumento de la energía no fósil a 11,4% del consumo total de energía.

# 1.2 Porcentaje de consumo de energía de motores con respecto al consumo mundial de energía

Los motores se utilizan en todas partes en nuestra vida diaria.

Por ejemplo, se utilizan motores para:

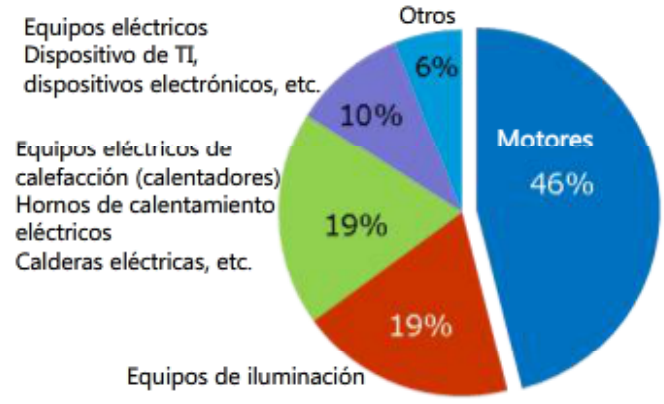
- Equipos de aire acondicionado (para edificios, centros comerciales, fábricas, etc.)
- Ascensores/escaleras mecánicas
- Herramientas mecánicas
- Transportadores
- Estacionamientos de varios pisos

Debido a que los motores se utilizan para diferentes tipos de equipos, la **energía consumida por los sistemas de motores eléctricos representan el 46% del consumo mundial de energía.**

**(Aproximadamente 55% en Japón).**

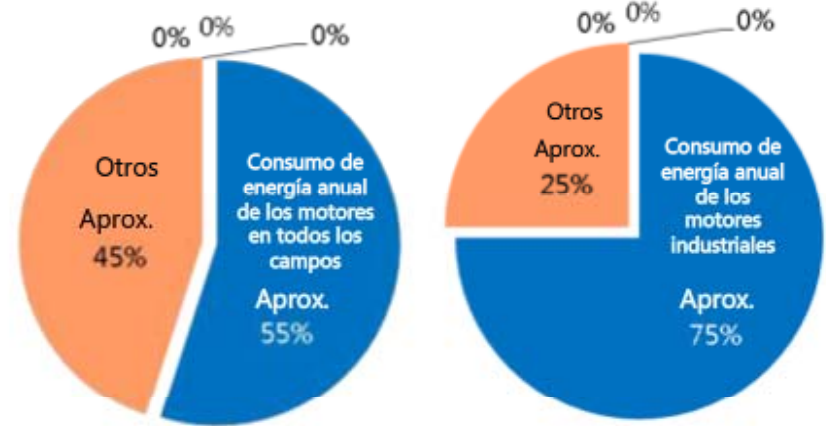
Si todos los motores actualmente en uso se reemplazaran por motores de ahorro de energía, el consumo de energía sería mucho más bajo que lo que es actualmente.

Distribución del consumo mundial de energía (21,4 billones de kWh en el año 2010).



Fuente: MOTOR SUMMIT 2012 - Key World Energy STATISTICS 2012

Distribución del consumo de energía de Japón (1 billón de kWh en el año 2009).



Fuente: IAE-0919107 (informe de la encuesta de 2009 sobre la situación actual de los equipos que consumen energía)



**1.3****Resumen**

En este capítulo, pudo aprender:

**Puntos**

Tendencias del ahorro de energía	Existen crecientes preocupaciones en torno a los problemas ambientales debido al aumento de la temperatura promedio en todo el mundo, como el cambio climático anormal, la reducción de la productividad de los cultivos, el impacto en los ecosistemas y el cambio de hábitat provocado por el aumento en los niveles de los mares. Se requieren de forma urgente acciones puntuales de ahorro de energía para evitar el calentamiento global (a fin de reducir las emisiones de CO <sub>2</sub> ).
Porcentaje de consumo de energía de motores con respecto al consumo de energía de Japón	Debido a que los motores se utilizan para diferentes tipos de equipos, la energía consumida por los sistemas de motores eléctricos representan el 46% del consumo mundial de energía. Si todos los motores actualmente en uso se reemplazaran por motores de ahorro de energía, el consumo de energía sería mucho más bajo que lo que es actualmente.

## Capítulo 2 Principio de ahorro de energía con los inversores



Este capítulo explica el principio de ahorro de energía con inversores.

2.1 Cómo cambiar la velocidad con motores estándares

2.2 Control de motores estándares con inversores

2.3 Características de par de torsión de carga

2.4 Concepto de cálculo de ahorro de energía

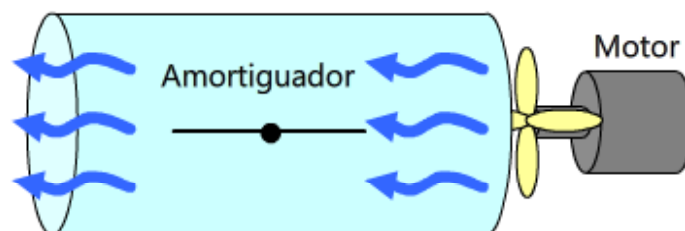
2.5 Resumen

## 2.1

## Cómo cambiar la velocidad con motores estándares

## Control del volumen de aire con la fuente de alimentación comercial

El volumen de aire se controla a través de una placa de protección denominada amortiguador. Debido a que la velocidad del motor es constante, reducir el volumen de aire no reduce ampliamente el consumo de energía.



Generalmente, no se puede cambiar la velocidad de un motor estándar. Normalmente, la velocidad del motor cambia a través de un acoplamiento, que se instala entre el motor y la carga para crear un efecto deslizante. En el caso de una carga de par de torsión variable, se suelen utilizar amortiguadores o válvulas para reducir el flujo de aire o agua.

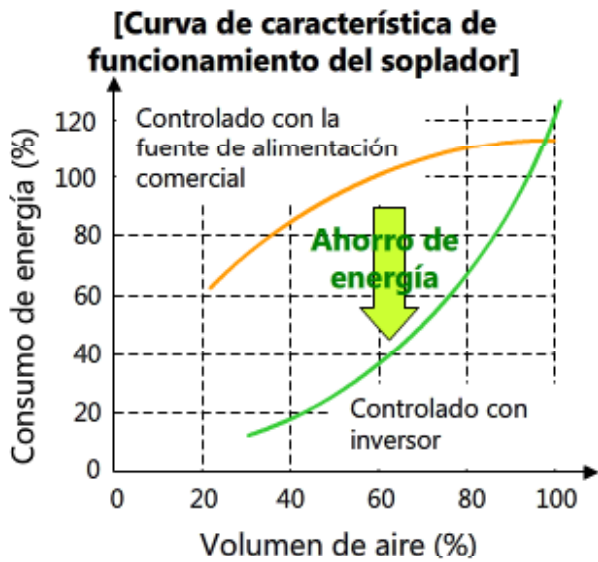
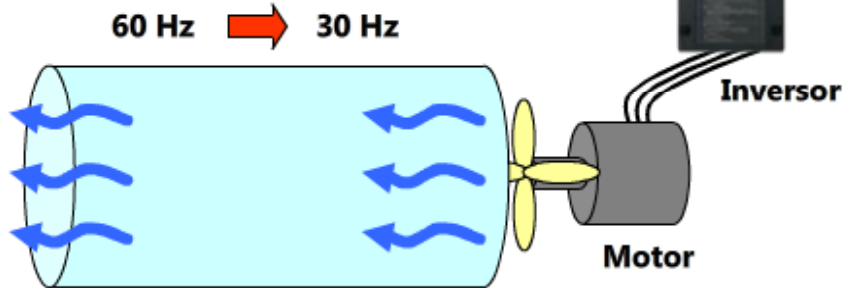
Sin embargo, debido a que la velocidad de rotación de un motor estándar es casi constante, la salida del motor no cambia demasiado, incluso cuando cambia la velocidad de la carga o el volumen de aire/agua. Por lo tanto, la potencia restante después de restar la potencia requerida de la salida del motor se consume a medida que se pierde calor en el acoplamiento o amortiguador.

# 2.2 Control de motores estándares con inversores

## Control del volumen de aire a través del control de la velocidad del motor (control del inversor)

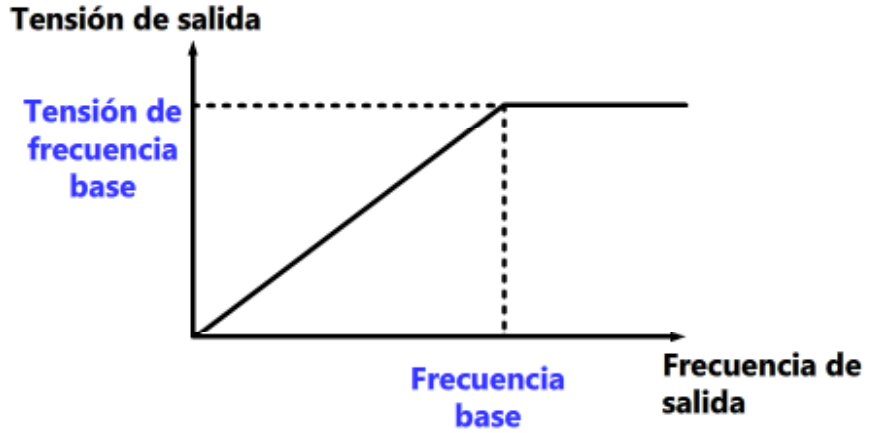
El volumen de aire se controla a través de la velocidad del motor, que se puede reducir al disminuir la frecuencia de salida.

La reducción del volumen de aire permitirá lograr grandes ahorros de energía.



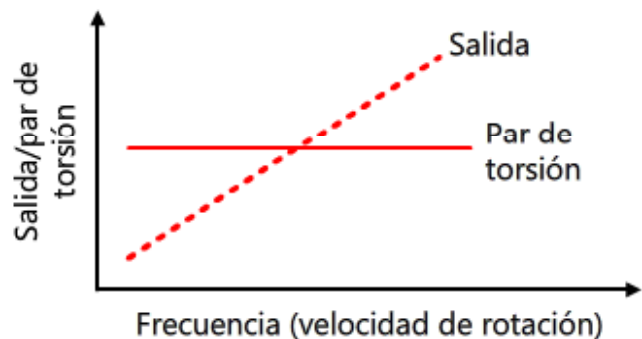
### ■ ¿Por qué los motores controlados por inversores pueden ahorrar energía?

Cuando un motor se controla a través de un inversor a una velocidad media, se reduce la tensión en proporción a la velocidad del motor, independientemente del flujo actual. Esto permite ahorrar energía. Puede decirse que, en cualquier aplicación, controlar un motor de velocidad variable con un inversor puede reducir el consumo de energía. Esto significa que el control de un motor de velocidad variable con un inversor puede ahorrar mucha más energía que el control de un motor estándar con la fuente de alimentación convencional, al igual que la aplicación de frenos para reducir su velocidad a una velocidad media.



## 2.3 Características de par de torsión de carga

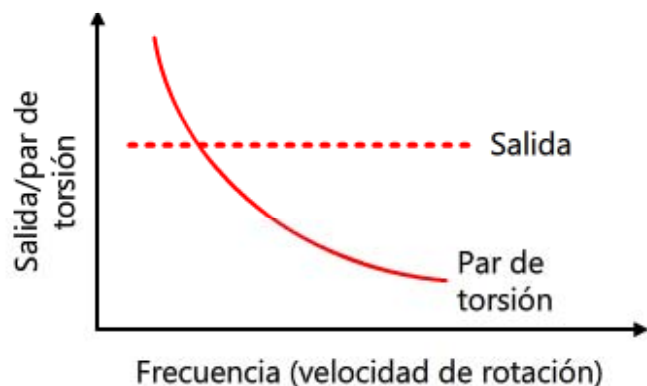
- **Carga de par de torsión constante:** El par de torsión no cambia demasiado, incluso si varía la velocidad del motor.



**Principales aplicaciones:** Bandas transportadoras, transportadores, etc.



- **Carga de salida constante:** A medida que aumenta la velocidad de rotación, se reduce el par de torsión.

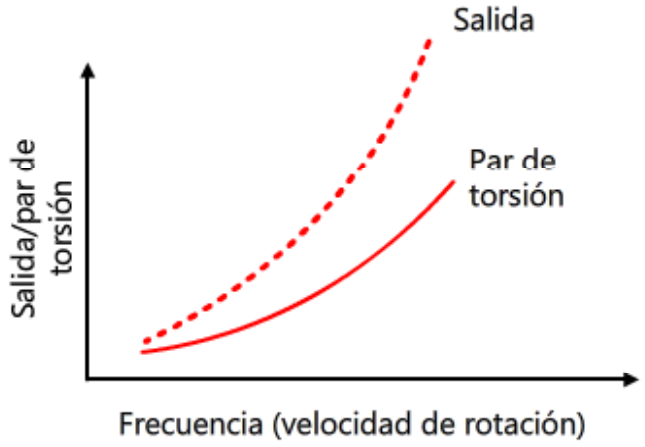


**Principales aplicaciones:** Herramientas mecanizadas, bobinadoras, etc.



## 2.3 Características de par de torsión de carga

■ **Carga de par de torsión variable:** A medida que se reduce la velocidad de rotación, se reduce el par de torsión.



**Se esperan lograr grandes ahorros de energía con una máquina con una carga de par de torsión variable controlada con un inversor, en comparación a cuando se la controla con la fuente de alimentación comercial.**

**Principales aplicaciones: Ventiladores, bombas, sopladores, etc.**



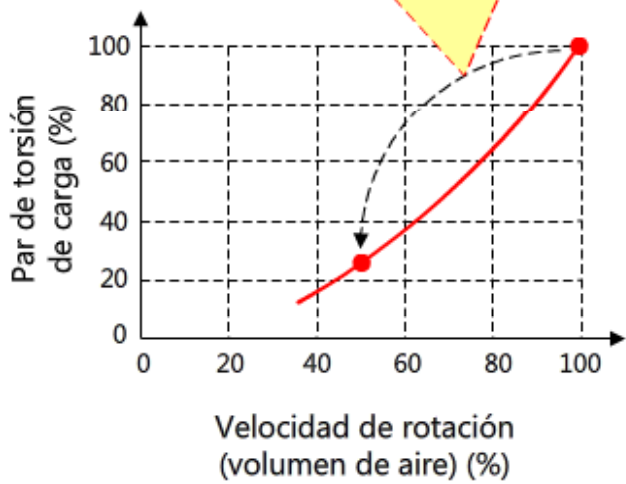
# 2.3 Características de par de torsión de carga

Para ventiladores y bombas (características de carga de par de torsión variable)

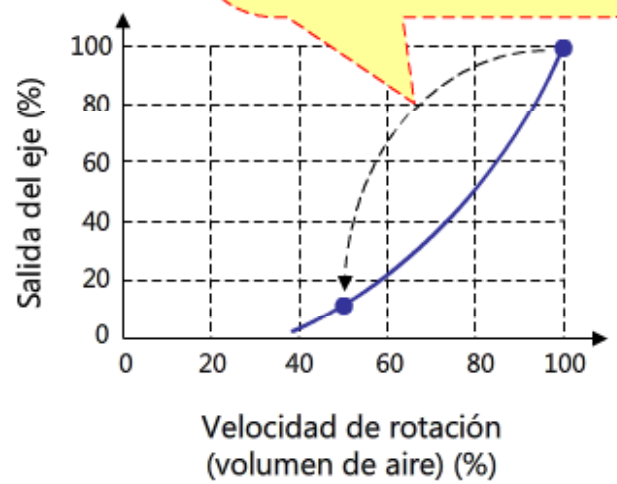
Par de torsión de carga: Proporcional al cuadrado de la velocidad de rotación (volumen de aire)  $T \propto N^2$   
Salida del eje: Proporcional al cubo de la velocidad de rotación (volumen de aire)  $P \propto N^3$

Específicamente, tal como se muestra en los siguientes gráficos, cuando la velocidad de rotación se reduce al 50%, la potencia del eje del motor se reduce a  $(1/2)^3 = 1/8$ .

Quando al velocidad de rotación se reduce a 1/2, el par de torsión de carga pasa a ser 1/4.



Quando al velocidad de rotación se reduce a 1/2, la salida del eje pasa a ser 1/8. Por lo tanto, se puede esperar una eficiencia energética significativa.



**2.4****Concepto de cálculo de ahorro de energía**

Se pueden calcular los costos totales de energía y electricidad que se ahorrarán por año obteniendo la diferencia en el consumo anual de energía entre un motor controlado por la fuente de alimentación comercial y un motor controlado por un inversor.

Para obtener detalles sobre el método de cálculo, consulte la *NOTA TÉCNICA n° 27 CÁLCULO DE AHORRO DE ENERGÍA CON INVERSORES*.



## 2.5

## Resumen



En este capítulo, pudo aprender:

## Puntos

Cómo cambiar la velocidad con motores estándares	El volumen de aire se controla a través de una placa de protección denominada amortiguador. Debido a que la velocidad del motor es constante, reducir el volumen de aire no reduce ampliamente el consumo de energía.
Control de motores estándares con inversores	El volumen de aire se controla a través de la velocidad del motor, que se puede reducir al disminuir la frecuencia de salida. La reducción del volumen de aire permitirá lograr grandes ahorros de energía.
Características de par de torsión de carga	Se esperan lograr grandes ahorros de energía cuando un inversor controla una máquina con una carga de par de torsión variable (por ejemplo, un ventilador, bomba o soplador), ya que la salida del eje se reduce a 1/8 en comparación a cuando se lo controla con la fuente de alimentación comercial.
Concepto de cálculo de ahorro de energía	Es importante calcular los costos totales de energía y electricidad que se ahorrarán por año obteniendo la diferencia en el consumo anual de energía entre un motor controlado por la fuente de alimentación comercial y un motor controlado por un inversor.

## Capítulo 3 Funciones útiles de ahorro de energía de la serie FR-F800/700



Este capítulo detalla las series FR-F800 y FR-F700PJ, y sus funciones que contribuyen al ahorro de energía.

- 3.1 Introducción a la serie FR-F800 y FR-F700PJ
- 3.2 Funcionamiento mejorado de ahorro de energía
- 3.3 Compatibilidad con motores de otros fabricantes
- 3.4 Reducción del consumo de energía en espera
- 3.5 Vistazo rápido sobre el ahorro de energía
- 3.6 Resumen

En este capítulo, se utilizan los siguientes íconos para indicar la serie en la que está disponible la función.

Ícono	Inversor correspondiente
<b>F800</b>	FR-F800
<b>F700PJ</b>	FR-F700PJ

# 3.1 Introducción a la serie FR-F800 y FR-F700PJ

## ■ Serie FR-F800: inversores de última generación con control mejorado de ahorro de energía

Los inversores serie FR-F800 son fáciles y seguros de utilizar, y admiten una amplia variedad de aplicaciones de ahorro de energía al ofrecer diferentes funciones ideales para ventiladores y bombas.

- Un control de excitación óptimo avanzado de desarrollo completamente nuevo ofrece un gran par de torsión inicial, mientras mantiene la misma eficiencia del motor que con el control de excitación óptimo convencional.
- Admiten motores estándares y motores IPM (imán permanente interior). Los motores IPM (imán permanente interior) logran una mejor eficiencia energética que los motores estándares. El motor que se utilizará puede cambiarse entre un motor estándar y un motor IPM (imán permanente interior) a través de una sola configuración.
- La función de ajuste permite que el inversor admita motores de uso general y PM (imán permanente) de otros fabricantes(\*1), lo que aumenta la gama de aplicaciones de inversores para el ahorro de energía.
- Gracias a la fuente de alimentación externa de 24 V CC, la señal MC de entrada puede desactivarse después de detener el motor y activarse antes de que se active el motor. El inversor permite la gestión autoadaptable para reducir la energía en espera.



\*1: En función de las características del motor que se utilizará, es posible que no se pueda realizar el ajuste.

## ■ Serie FR-F700PJ: inversores compactos ideales para sistemas de aire acondicionado

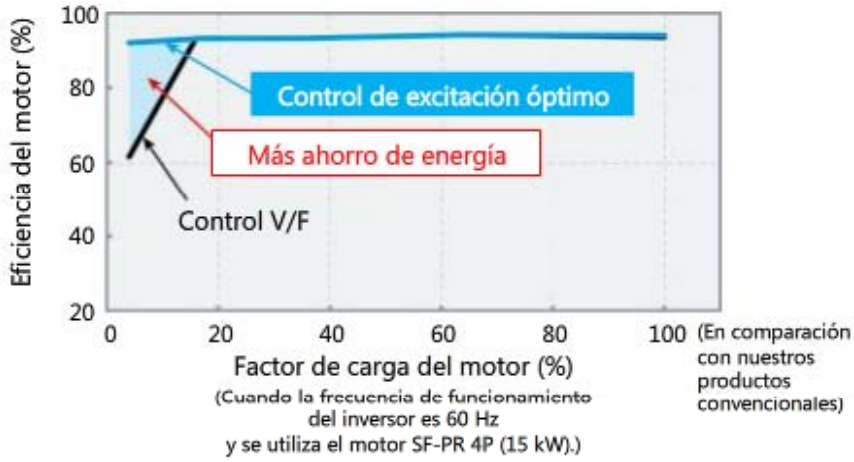
Funciones ideales para ventiladores y bombas que permiten el ahorro de energía. El paquete de filtro integrado contribuye a lograr un diseño compacto con cableado reducido.

- El control de velocidad de rotación adoptado para el control del volumen de aire permite ahorrar energía.
- La eficiencia de ahorro de energía puede comprobarse fácilmente en el monitor de ahorro de energía o con la onda cuadrada de la potencia de salida.
- Se admiten motores estándares y motores IPM (imán permanente interior). Los motores IPM (imán permanente interior) logran una mejor eficiencia energética que los motores estándares. El motor que se utilizará puede cambiarse entre un motor estándar y un motor IPM (imán permanente interior) a través de una sola configuración.



# 3.2 Funcionamiento mejorado de ahorro de energía F800

Un control de excitación óptimo avanzado de desarrollo completamente nuevo ofrece un gran par de torsión inicial, mientras mantiene la misma eficiencia del motor que con el control de excitación óptimo convencional. Se puede lograr una rápida aceleración sin una configuración de parámetros complicada (por ejemplo, mejora del par de torsión, tiempo de aceleración/desaceleración). Se puede lograr un funcionamiento de ahorro de energía con una máxima eficiencia del motor durante el uso a velocidad constante.



# 3.3

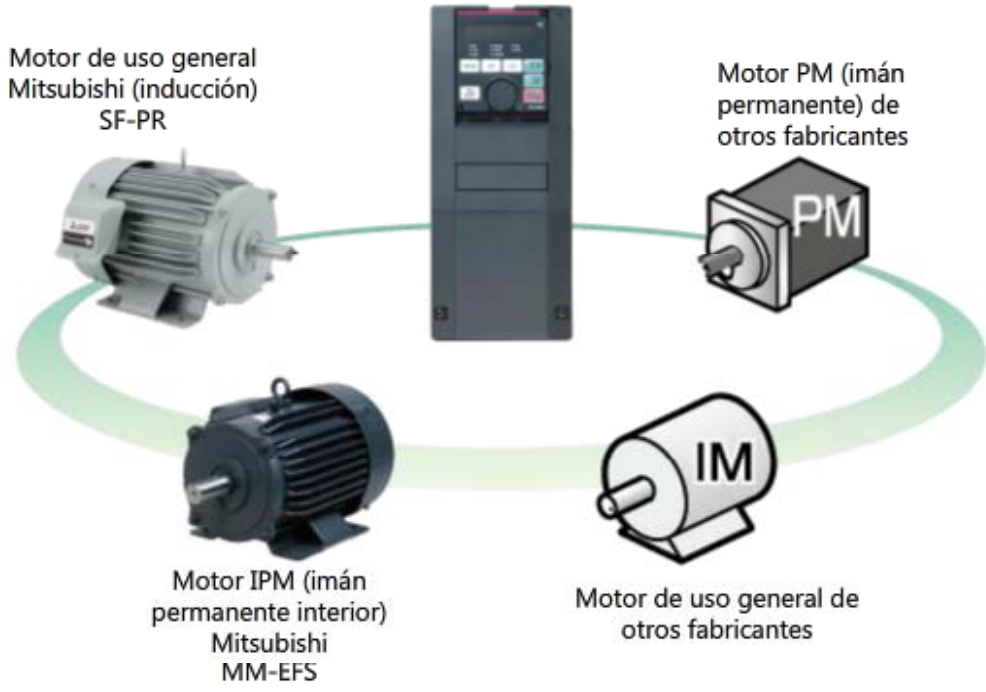
## Compatibilidad con motores de otros fabricantes

F800

La función de ajuste automático fuera de línea para medir las constantes del circuito del motor permite un funcionamiento óptimo de los motores incluso cuando varían las constantes del motor, cuando se utiliza un motor de otro fabricante o cuando la distancia del cableado es extensa. Tanto con los motores de uso general Mitsubishi y los motores PM (imán permanente) Mitsubishi (MM-EFS y MM-THE4), se puede realizar un funcionamiento sin sensores con los motores de uso general de otros fabricantes\* y motores PM (imán permanente) de otros fabricantes\*.

La función de ajuste permite un control de excitación óptimo avanzado de los motores de uso general de otros fabricantes\*, lo que aumenta su uso en las aplicaciones de ahorro de energía.

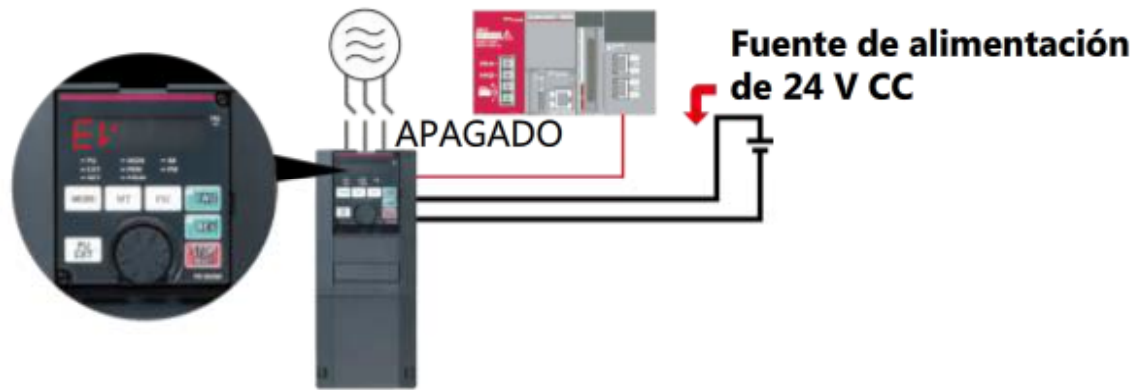
\*: En función de las características del motor que se utilizará, es posible que el ajuste no esté disponible.



# 3.4 Reducción del consumo de energía en espera

Además de la fuente de alimentación de control en R1 y S1 (AC), también se proporciona una entrada de 24 V CC. Debido a que la fuente de alimentación externa de 24 V CC permite que el circuito de control funcione de forma independiente, la configuración de parámetros y la comunicación son posibles incluso después de apagar la alimentación principal. Esto permite reducir el consumo de energía en espera, lo que a su vez permite un trabajo de mantenimiento seguro.

**F800**



- Gracias a la fuente de alimentación externa de 24 V CC, la señal MC de entrada puede desactivarse después de detener el motor y activarse antes de que se active el motor. El inversor permite la gestión autoadaptable para reducir la energía en espera. **F800**

- El ventilador de refrigeración del inversor puede controlarse en respuesta a los cambios de temperatura de las aletas de refrigeración del inversor. Debido a que pueden emitirse señales en respuesta al funcionamiento del ventilador de refrigeración del inversor, se puede utilizar un ventilador instalado en un panel en sincronización con el ventilador de refrigeración del inversor. Se puede reducir un consumo de energía innecesario mientras el motor no está en servicio. **F800** **F700PJ**

# 3.5 Vistazo rápido sobre el ahorro de energía F800 F700PJ

- También está disponible un monitor de ahorro de energía. El efecto de ahorro de energía puede comprobarse a través del panel operativo, terminal de salida o red.
- La potencia de salida medida con el inversor puede tener una salida de pulsos. La cantidad de potencia acumulada puede comprobarse de forma sencilla.
- Gracias al módulo de medición de energía de Mitsubishi, el efecto de ahorro de energía puede visualizarse, medirse y recolectarse.



**3.6****Resumen**

En este capítulo, pudo aprender:

**Puntos**

Introducción a la serie FR-F800 y FR-F700PJ	Admiten motores estándares y motores IPM (imán permanente interior).
Funcionamiento mejorado de ahorro de energía	Se puede lograr un par de torsión inicial grande mientras se mantiene la misma eficiencia del motor que con el control de excitación óptimo convencional.
Compatibilidad con motores de otros fabricantes	La función de ajuste automático para el cálculo automático de la constante del motor garantiza un funcionamiento del motor con las características óptimas, incluso cuando existe discrepancia en las constantes del motor, el motor es de otro fabricante o el cableado instalado es demasiado extenso.
Reducción del consumo de energía en espera	Una fuente de alimentación externa de 24 V CC permite que el circuito de control funcione de forma independiente, lo que reduce el consumo de energía en espera.
Vistazo rápido sobre el ahorro de energía	Está disponible el monitor de ahorro de energía, y la potencia de salida puede transmitirse en pulsos. Se puede comprobar el efecto de ahorro de energía.



## Capítulo 4 Regulaciones de motores de alta eficiencia



Este capítulo detalla las regulaciones relacionadas con los motores de alta eficiencia.

4.1 Acerca de las regulaciones de motores de alta eficiencia

4.2 ¿Qué es IE?

4.3 Regulaciones mundiales de motores de alta eficiencia

4.4 Resumen

# 4.1 Acerca de las regulaciones de motores de alta eficiencia

Se pueden lograr grandes ahorros de energía mejorando la eficiencia de los motores o al utilizar motores combinados con inversores. Puesto a que se estima que los motores consumen casi el 60% de la energía eléctrica mundial, el efecto de dicha mejora puede generar grandes ahorros de energía. La introducción de regulaciones para el uso obligatorio de motores de alta eficiencia está promocionándose en todo el mundo debido al aumento en la concientización de la necesidades de lograr ahorros de energía para evitar el calentamiento global.



# 4.2 ¿Qué es IE?

IE es la abreviatura de Nivel Estándar de Eficiencia Internacional y define los estándares internacionales relacionados con la eficiencia de los motores.

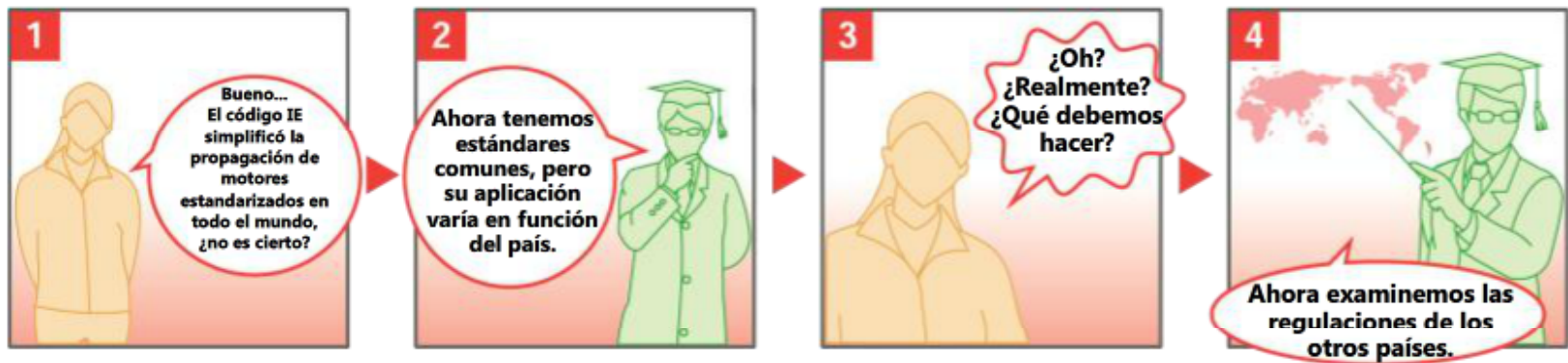
La tendencia global hacia la mejora de la eficiencia está acompañada por el aumento en la demanda de motores de alta eficiencia. A fin de aumentar el uso de motores de alta eficiencia en todo el mundo, era necesario integrar los estándares de eficiencia de motores que se habían definido únicamente de acuerdo con los países individuales.

En octubre de 2008, IEC estableció el estándar internacional IEC 60034-30 (Clases de eficiencia para motores de inducción tipo jaula de ardilla de velocidad única). Este estándar define los códigos IE. Los códigos IE incluyen 4 clases.



Clase de eficiencia IEC 60034-30	Eficiencia de motores Mitsubishi	
	Motor de uso general	Motor IPM (imán permanente interior)
IE4 (eficiencia súper "premium") <sup>*3</sup>	—	IPM <sup>*4</sup> de alta eficiencia "premium" (M-EFS, MM-THE4)
IE3 (eficiencia "premium")	Serie "Superline premium" (SF-PR)	—
IE2 (alta eficiencia)	Serie "Superline eco" (SF-HR)	—
IE1 (eficiencia estándar)	Serie Superline (SF-JR)	—
Por debajo de la clase	—	—

<sup>\*3</sup> Los detalles de IE4 se definen en IEC 60034-31.  
<sup>\*4</sup> IPM = imán permanente interior



## 4.3

## Regulaciones mundiales de motores de alta eficiencia



Una clase IE entre paréntesis indica una clase que se introducirá en el futuro.



### Europa

En Europa, se han puesto en vigencia a partir del 16 de junio de 2011 regulaciones que estipulan que los motores deben cumplir con el nivel de eficiencia IE2. Sin embargo, se excluyen los siguientes motores: motores de frenos, motores diseñados para funcionar totalmente sumergidos en líquido, motores integrados en un producto (donde el rendimiento energético no puede probarse de forma independiente) y motores diseñados para funcionar en un entorno específico (como en altitudes que exceden los 1000 metros por sobre el nivel del mar o a una temperatura ambiente de más de 40°C). Al utilizar un motor en Europa, es importante consultar sus detalles de especificaciones. Esta regulación se actualizó el 1ero de enero de 2015 y estipula que los motores de 7,5 a 375 kW deben cumplir con el nivel de eficiencia IE3. A partir del 1ero de enero de 2017, los motores de 0,75 kW a 375 kW deben cumplir con el nivel de eficiencia IE3. Nuestros motores SF-PR-EU cumplen con esta regulación.



### China

Se aprobó una regulación el 1ero de julio de 2011 que estipula que los motores deben tener la certificación "Grado GB2" (equivalente a IE2) en lugar de la certificación anterior "Grado GB3" (equivalente a IE1). Esta regulación también tiene validez para los motores a prueba de explosiones. Puesto que la regulación se aplica a los motores comerciales, es necesario estar al tanto de cualquier cambio que surja en la regulación. Se aprobó una regulación el 1ero de enero de 2016 que estipula que los motores de 7,5 a 375 kW deben cumplir con el nivel de eficiencia "Grado GB2" (equivalente a IE3). A partir del 1ero de enero de 2017, los motores de 0,75 a 375 kW deben cumplir con el nivel de eficiencia GB2 (IE3). Nuestros motores SF-PR-CN cumplen con esta regulación.

## 4.3 Regulaciones mundiales de motores de alta eficiencia



### Corea

Se introdujo una regulación en julio de 2008 que requiere un nivel de eficiencia equivalente a IE2. Las organizaciones para las que la certificación es obligatoria están limitadas a empresas que tienen sus fábricas en Corea. Esta regulación se actualizó el 1ero de enero de 2015 y estipula que los motores deben cumplir con el nivel de eficiencia IE3. El rango de potencia de los motores para el que se aplica esta regulación se extenderá en etapas. Nuestros motores SF-PR-KR cumplen con esta regulación.



### EE. UU.

Los motores estaban originalmente regulados por la Ley de Política Energética (EPAAct) para lograr una eficiencia energética mejorada equivalente a IE2. A la Ley de Política Energética (EPAAct) la siguió la Ley de Seguridad e Independencia Energética ("EISA"), que entró en vigencia en diciembre de 2010. A continuación, se detallan las principales enmiendas:

- Los motores deben cumplir con el nivel de eficiencia equivalente a IE3 en lugar de con el nivel IE2 aplicado previamente.
- La regulación se extendió a fin de establecer que el nivel IE2 sea obligatorio para motores que estaban previamente fuera del alcance de la Ley de Política Energética (EPAAct).

Nuestros motores SF-PR cumplen con esta regulación.



### Canadá

Desde enero de 2011, se ha intentado lograr una mayor eficiencia energética utilizando la amplitud de regulaciones que siguen a aquellas aplicadas en EE. UU.



### México

La regulación de eficiencia energética revisada entró en vigencia en enero de 2011. Básicamente, Norteamérica y Centroamérica han intentado obtener altos niveles de eficiencia utilizando la amplitud de regulaciones que siguen a aquellas aplicadas en EE. UU. Sin embargo, al exportar motores, se deben prestar atención a las excepciones que podrían incluirse en dichas regulaciones. Nuestros motores SF-PR-MX cumplen con esta regulación.



### Brasil

Como miembro del grupo BRICS, Brasil ocupa el octavo lugar en el consumo de energía principal. A partir del 8 de diciembre de 2009, los motores deben estar certificados con prácticamente la misma clase de eficiencia energética requerida por la Ley de Política Energética (EPAAct) (es decir, equivalente a IE2). Además, el etiquetado es obligatorio para los productos certificados.



### Japón

Una mayor mejora de la alta eficiencia energética de los motores ha estado en el centro del debate desde noviembre de 2009. En 2012, se anunciaron los criterios para la evaluación de la eficiencia energética basándose en la Ley de Conservación de Energía y la Ley de Uso Racional de la Energía (Ley de Conservación de la Energía), que se sancionó en abril de 2015. Como resultado, los motores suministrados deben cumplir con el estándar "Top Runner" en principio. Nuestros motores SF-PR cumplen con esta regulación.

**4.4****Resumen**

En este capítulo, pudo aprender:

**Puntos**

Regulaciones de motores de alta eficiencia	Se está promocionando en todo el mundo la introducción de regulaciones para el uso obligatorio de motores de alta eficiencia.
¿Qué es IE?	IE es la abreviatura de Nivel Estándar de Eficiencia Internacional y define los estándares internacionales relacionados con la eficiencia de los motores. En octubre de 2008, IEC estableció el estándar internacional IEC 60034-30 (Clases de eficiencia para motores de inducción tipo jaula de velocidad única), en el que se definieron los códigos IE.
Regulaciones mundiales de motores de alta eficiencia	Una cantidad cada vez mayor de países de todo el mundo han estado introduciendo regulaciones relacionadas con los motores de alta eficiencia. Sin embargo, Japón está levemente por detrás de Europa y EE. UU. en términos de esfuerzos para aplicar dichas regulaciones.

## Capítulo 5 Serie "Superline premium" (SF-PR)



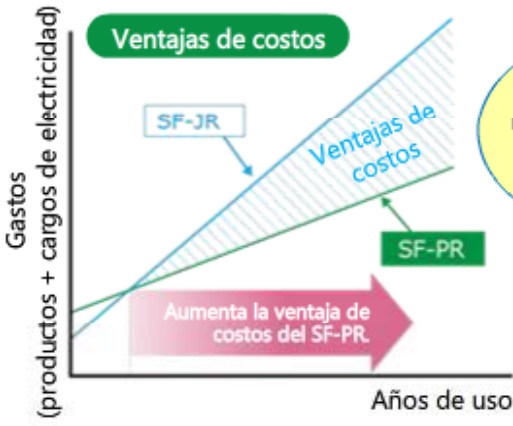
Este capítulo detalla la serie "Superline premium" SF-PR que cumple con la eficiencia "premium" IE3. Al utilizar esta serie en combinación con el inversor FR-A800, el motor funciona continuamente desde una baja velocidad.

- 5.1 Comparación de la eficiencia de ahorro de energía entre la serie SF-PR y la serie SF-JR
- 5.2 Motor SF-PR más apto para la serie FR-F800
- 5.3 Estimación del efecto de ahorro de energía del motor SF-PR
- 5.4 Simulación en el costo de ciclo de vida (LCC) del motor SF-PR
- 5.5 Línea de motores SF-PR
- 5.6 Resumen

# 5.1 Comparación de la eficiencia de ahorro de energía entre la serie SF-PR y la serie SF-JR

El motor SF-PR que cumple con los exclusivos estándares del programa "Top Runner" de Japón (equivalentes a IE3) puede lograr un 6% más de eficiencia energética que el motor estándar SF-JR. (7,5 kW)

El funcionamiento con ahorro de energía puede reducir los cargos de electricidad, lo que a su vez reduce los costos de funcionamiento.



Los motores SF-PR son los mejores motores de ahorro de energía, ¿no es así?

Cuanto más tiempo se utilice el motor, mayores serán los ahorros en energía y costos. Por ejemplo, la vida útil promedio de un motor de compresor es 16 años.

Sin dudas.

**Ahorros anuales (cargos de electricidad)**

$$\text{Salida (kW)} \times \left( \frac{100}{\text{Eficiencia del motor actual (\%)}} - \frac{100}{\text{Eficiencia del motor SF-PR (\%)}} \right) \times \text{Cantidad de motores} \times \text{Horas de uso (h/día)} \times \text{Días de uso (días/año)} \times \text{Cargos de electricidad (yenes/kWh)}$$

[Para 7,5 kW]

$$7,5 \text{ (kW)} \times \left( \frac{100}{85,6(\%)} - \frac{100}{91,2(\%)} \right) \times 1 \text{ (motor)} \times 24 \text{ (h/día)} \times 365 \text{ (días/año)} \times 16 \text{ (yenes/kWh)}$$

**Con un aumento del 6% de la eficiencia = 75.406 yenes**

**Aprox. 75.000 yenes/año en cargos de electricidad que pueden ahorrarse.**

**Si se utilizan 100 motores.**

**Aprox. 7,5 millones de yenes que pueden ahorrarse por año.**

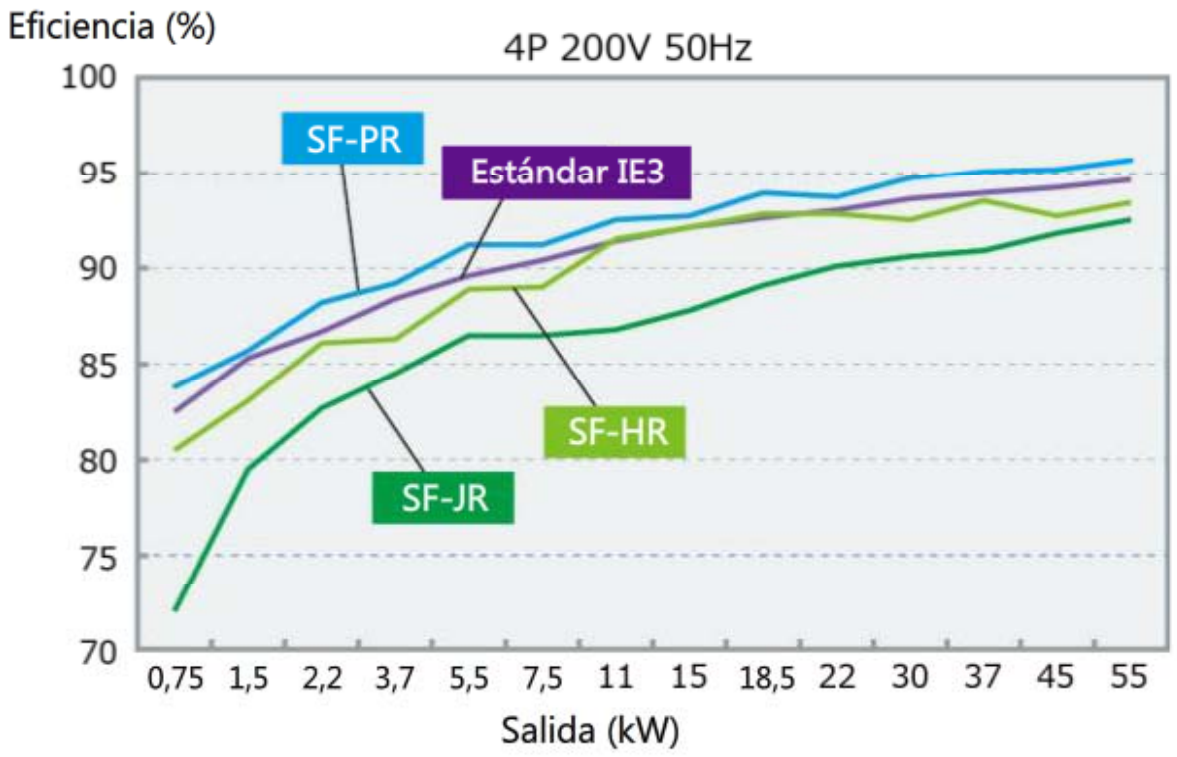


# 5.2 Motor SF-PR más apto para la serie FR-F800

Si desea controlar un motor SF-PR a través de un inversor FR-F800, todo lo que tiene que hacer es establecer los parámetros del motor SF-PR (70, 73, 74) en Pr.71 (Motor aplicado). Debido a que las constantes del motor se han establecido internamente para los inversores FR-F800, no se requieren ajustes complicados. Sumado a los motores de ahorro de energía y alta eficiencia convencionales, también se lo puede utilizar como una alternativa para un motor de par de torsión constante controlado por inversor.

## Motor ideal de alta eficiencia

Debido a que las constantes del motor se han establecido internamente para los inversores FR-F800, se puede lograr un funcionamiento con ahorro de energía ajustando los parámetros de forma sencilla. El motor SF-PR, que cumple con los exclusivos estándares del programa "Top Runner" de Japón (equivalentes a IE3), permite un funcionamiento con eficiencia energética y cargos de electricidad reducidos, lo que a su vez reduce los costos de funcionamiento.



# 5.3 Estimación del efecto de ahorro de energía del motor SF-PR


## ■ Efecto de ahorro de energía en la creación de nuestro diseño

(Inversor + motor de uso general (SF-JR) → Inversor + motor de uso general (SF-PR))

**Condiciones**

[Unidades a controlar]

- Ventilador (soplador)
  - 0,75 kW × 3 unidades
  - 1,5 kW × 1 unidad
  - 2,2 kW × 3 unidades
- Aire acondicionado
  - 15 kW × 1 unidad
  - 18,5 kW × 1 unidad
  - 30 kW × 2 unidades



**Patrones de funcionamiento**



Motor	Aprox. kWh	Aprox. millones de yenes
● Con motor SF-JR	250.000 kWh	3,44 millones de yenes
● Con motor SF-PR	230.000 kWh	3,2 millones de yenes/año

Efecto de reemplazar un sistema convencional con los motores SF-PR controlados por inversores

- **Efecto anual de ahorro de energía (diferencia en las cantidades y costos)**  
Aprox. 17.000 kWh  
**Aprox. 240.000 yenes**
- **Reducción anual de las emisiones de CO<sub>2</sub>**  
Aprox. 17.000 kWh **9,5 toneladas**



Calculado en yenes japoneses.

## 5.4 Simulación en el costo de ciclo de vida (LCC) del motor SF-PR

■ **Condiciones de uso** Capacidad del motor: 15 kW; volumen de aire: 70%;  
 Horas de funcionamiento: 16 horas/día × 250 días/año = 4.000 horas/año

	Motor estándar controlado con la fuente de alimentación comercial (Control de amortiguador)	Motor de alta eficiencia controlado por inversor	Comentarios
Capacidad del motor	15 kW		El costo inicial del control del amortiguador es el mismo que el precio estándar de un motor estándar. El costo inicial de implementar un motor estándar controlado por inversor o un motor IPM (imán permanente interior) controlado por inversor incluye el precio estándar del motor que se implementará y su costo de instalación (motor + inversor) × 0,5.
Nombre del modelo del inversor	No utilizado	<b>FR-F840-15K</b>	
Costo inicial	291.000 yenes	1.396.800 yenes	
Volumen de aire (%)	70%		
Consumo de electricidad anual (kWh)	64.800 kWh	29.400 kWh	
Cargos de electricidad anuales	907.200 yenes	411.600 yenes	14 yenes/kWh
Costo de reemplazamiento de cojinetes	120.000 yenes	120.000 yenes	El costo de reemplazo varía de acuerdo con las circunstancias.
Ciclo de reemplazamiento de cojinetes (*)	5 años	5 años	
Ciclo de reemplazamiento del inversor		10 años	
Diferencia en los cargos de electricidad en comparación con IPM (imán permanente interior)	571.200 yenes	75.600 yenes	El efecto de ahorro de energía anual después de implementar un motor IPM (imán permanente interior) "premium" (1.000 kWh ≈ 0,555 toneladas-emisiones de CO <sub>2</sub> )
Diferencia en la reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> (toneladas) en comparación con IPM (imán permanente interior)	<b>22,6 toneladas</b>	<b>2,9 toneladas</b>	
Costo de ciclo de vida (LCC) (en 1.000 yenes)	14.259	8.153	Costo de ciclo de vida (LCC) durante 15 años

(\*) Se extendió la vida útil de engrase de cojinetes.

Calculado en yenes japoneses.

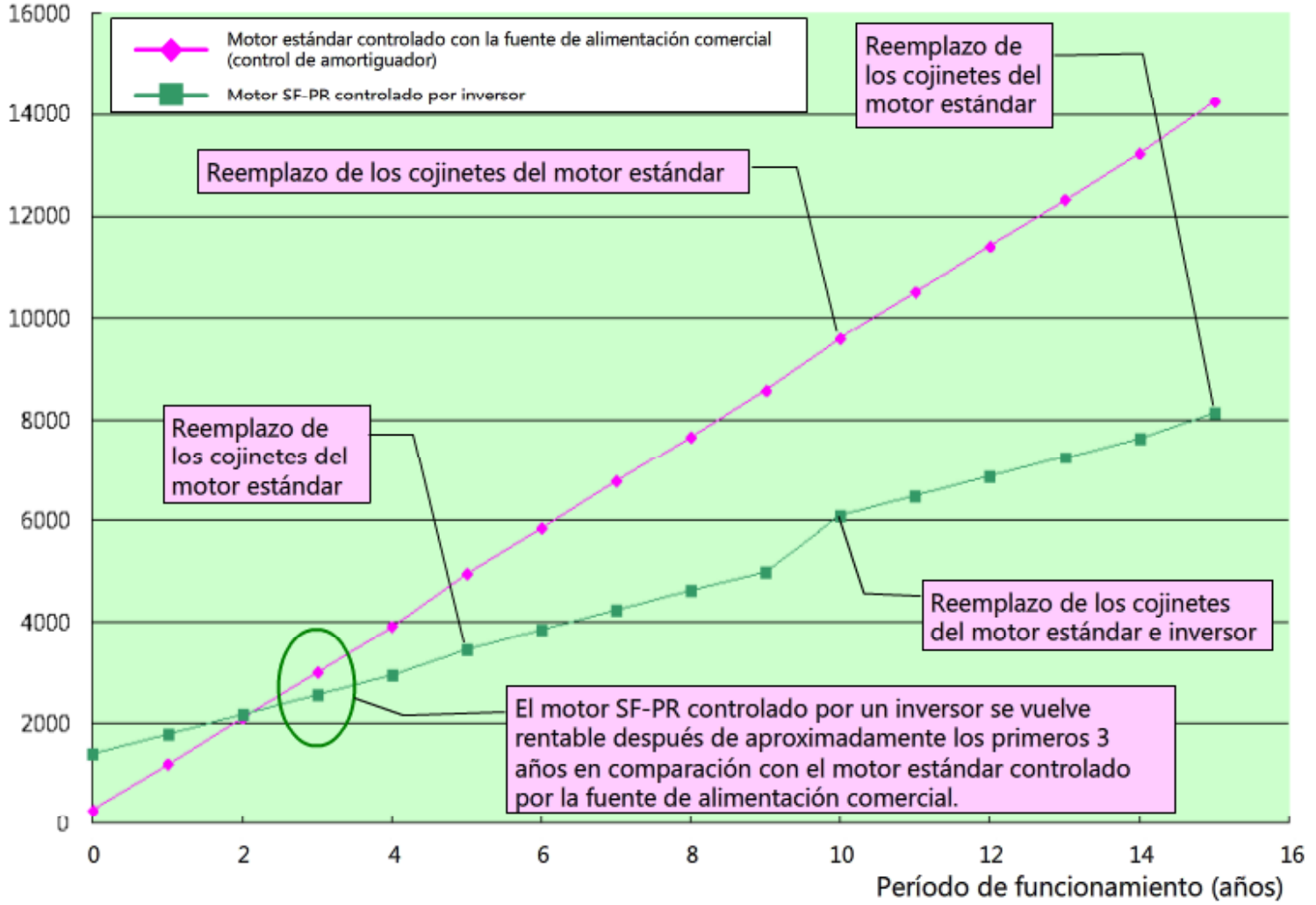
Debido a que el rotor raramente genera calor, la temperatura de los cojinetes se mantiene en un nivel bajo. Esto extiende la vida útil del engrase de los cojinetes.

\* La vida útil de los cojinetes del motor se ve ampliamente afectada por la temperatura. Se estima que una reducción de la temperatura de 10°C duplica la vida útil.

# 5.4 Simulación en el costo de ciclo de vida (LCC) del motor SF-PR

■ **Condiciones de uso** Capacidad del motor: 15 kW; volumen de aire: 70%;  
Horas de funcionamiento: 16 horas/día × 250 días/año = 4.000 horas/año

Costo de ciclo de vida (LCC) (en 1.000 yenes) Calculado en yenes japoneses.



# 5.5 Línea de motores SF-PR

La compatibilidad en las dimensiones de instalación del motor (número de bastidor) entre la serie SF-PR y la serie SF-JR permite que sea sencillo reemplazar el motor.

## Nombre del modelo



Símbolo	Estructura	Símbolo	Estructura de protección	Símbolo	Serie	Símbolo	Método de montaje	Símbolo	Clasificación	Símbolo	Clasificación
S	Serie Superline	F	Tipo integrado	PR	Serie "premium" Bastidor de acero	No utilizado	Tipo horizontal con patas	No utilizado	Interior	No utilizado	Sin freno
						V	Tipo vertical	O	Exterior	P	Con freno
						F	Tipo de brida	P	Resistente al polvo y agua		

## Gama disponible

Nombre del modelo		SF-PR			SF-PRV			SF-PRF		
Cantidad de polos		2P	4P	6P	2P	4P	6P	2P	4P	6P
Salida [kW]	0,75	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	1,5	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	2,2	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	3,7	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	5,5	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	7,5	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	11	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	15	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	18,5	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	22	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	30	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	37	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	45	●	●	●	●	●	●	●	●	-
55	●	●	-	●	●	-	-	-	-	

# 5.6

## Resumen

En este capítulo, pudo aprender:

### Puntos

<p>Comparación de la eficiencia de ahorro de energía entre la serie SF-PR y la serie SF-JR</p>	<p>El motor SF-PR que cumple con los exclusivos estándares del programa "Top Runner" de Japón (equivalentes a IE3) puede lograr un 6% más de eficiencia energética que el motor estándar SF-JR. (7,5 kW)</p> <p>El funcionamiento con ahorro de energía puede reducir los cargos de electricidad, lo que a su vez reduce los costos de funcionamiento.</p>
<p>Motor SF-PR más apto para la serie FR-F800</p>	<p>Debido a que las constantes del motor se han establecido internamente para los inversores FR-F800, se puede lograr un funcionamiento con ahorro de energía ajustando los parámetros de forma sencilla. El motor SF-PR, que cumple con los exclusivos estándares del programa "Top Runner" de Japón (equivalentes a IE3), permite un funcionamiento con eficiencia energética y cargos de electricidad reducidos, lo que a su vez reduce los costos de funcionamiento.</p>
<p>Estimación del efecto de ahorro de energía del motor SF-PR</p>	<p>El reemplazo de un motor estándar (SF-JR) por un motor de alta eficiencia (SF-PR) reduce los cargos de electricidad y las emisiones de CO<sub>2</sub>.</p>
<p>Simulación en el costo de ciclo de vida (LCC, por sus siglas en inglés) del motor SF-PR</p>	<p>El costo inicial de implementar un motor de alta eficiencia (SF-PR) es elevado. Sin embargo, su alta eficiencia y consumo de energía reducido permitirán lograr un funcionamiento más rentable después de los primeros 2 años en comparación con el uso de la fuente de alimentación comercial (control de amortiguador).</p>
<p>Línea de motores SF-PR</p>	<p>La compatibilidad en las dimensiones de instalación del motor (número de bastidor) entre la serie SF-PR y la serie SF-JR permite que sea sencillo reemplazar el motor.</p>

Este capítulo explica cómo lograr un ahorro de energía con el uso combinado de un inversor y motor IPM (imán permanente interior).

- 6.1 ¿Qué es un motor IPM (imán permanente interior)?
- 6.2 Estructura y principio de utilización de motores IPM (imán permanente interior)
- 6.3 Motores IPM (imán permanente interior) (MM-EFS y MM-THE4)
- 6.4 ¿Por qué los motores IPM (imán permanente interior) son más eficientes que los motores de inducción?
- 6.5 Comparación de la eficiencia de un motor IPM (imán permanente interior) y un motor estándar
- 6.6 Simulación en el costo de ciclo de vida (LCC) del motor IPM (imán permanente interior)
- 6.7 Estimación del efecto de ahorro de energía del motor IPM (imán permanente interior)
- 6.8 Línea de productos MM-EFS y MM-THE4
- 6.9 Resumen

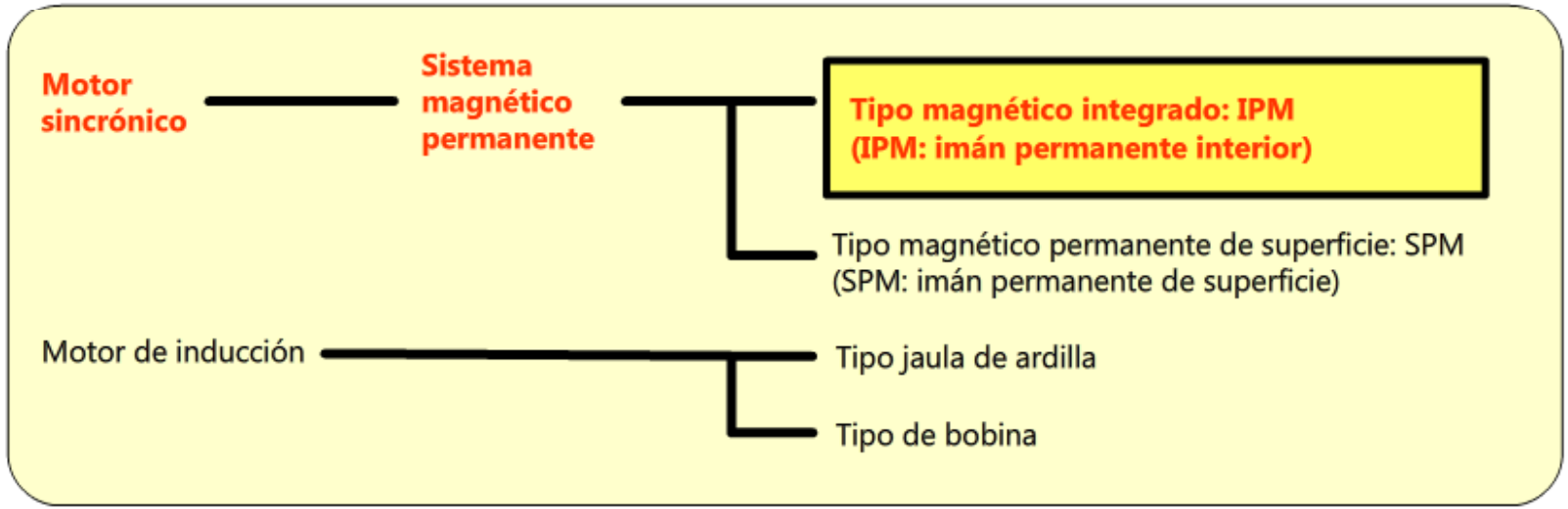
# 6.1 ¿Qué es un motor IPM (imán permanente interior)?

## ■ Acerca de los motores IPM (imán permanente interior)

IPM es la abreviatura de "imán permanente interior". Los motores IPM con imanes permanentes integrados en el rotor tienen una eficiencia más alta que los motores de inducción y satisfacen las necesidades de los clientes de lograr un mayor ahorro de energía.



## ■ Tipos de motores de CA





# 6.2 Estructura y principio de utilización de motores IPM (imán permanente interior)

	Motor IPM (imán permanente interior) (motor sincrónico)	Motor de uso general (motor de inducción)
<b>Estructura (Vista de sección)</b>	<p>Bobina del estátor principal (bobina trifásica)</p> <p>Estátor principal (núcleo)</p> <p>Eje</p> <p>Rotor secundario (núcleo)</p> <p><b>Imán permanente</b></p> <p>*Motor de 6 polos</p>	<p>Bobina del estátor principal (bobina trifásica)</p> <p>Estátor principal (núcleo)</p> <p>Eje</p> <p>Rotor secundario (núcleo)</p> <p><b>Conductor del rotor secundario (Cobre o aluminio)</b></p>
<b>Principio de funcionamiento</b>	El campo magnético giratorio del estátor y los campos magnéticos de los imanes integrados en el rotor generan el par de torsión para generar la potencia de rotación.	Cuando se aplica tensión de la fuente de alimentación al estátor, aparece el campo magnético giratorio, y se induce corriente en el conductor del rotor. Se genera un par de torsión entre esta corriente y el campo magnético giratorio para generar potencia de rotación.
<b>Modelo de corte</b>	<p><b>¡Los imanes permanentes están integrados!</b></p> <p><b>Imán permanente</b></p>	<p><b>No se utilizan imanes. (Aluminio fundido)</b></p> <p>Conductor secundario</p> <p>Núcleo del rotor secundario</p> <p>Núcleo del estátor</p> <p>Bobina del estátor principal</p>

# 6.3 Motores IPM (imán permanente interior) (MM-EFS y MM-THE4)

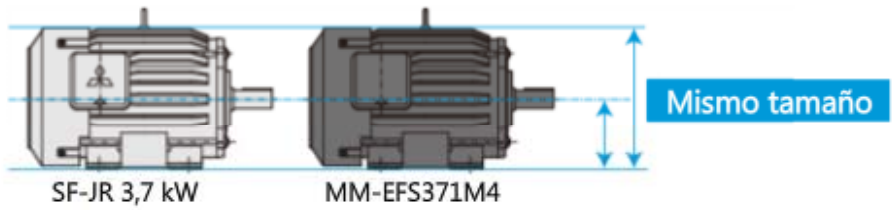
## Compatible con los inversores serie FR-F800/F700PJ

Los motores IPM (imán permanente interior) Mitsubishi (MM-EFS y MM-THE4) son compatibles con la serie FR-F800 y FR-F700PJ.

Debido a que las series FR-F800 y FR-F700PJ admiten motores IPM (imán permanente interior) y motores estándares, la primera opción para mejorar la eficiencia energética es implementar un inversor para el control de un motor trifásico estándar. Después de implementar el sistema, se puede mejorar en etapas para lograr una mayor eficiencia energética, como al reemplazar solo el motor por un motor IPM (imán permanente interior).

## Números de bastidor comunes (55 kW o menos) entre motores IPM (imán permanente interior) de alta eficiencia y motores de inducción (4 polos)

El motor puede reemplazarse sin realizar ninguna modificación al bastidor de montaje del motor de una máquina diseñada para un motor de inducción.



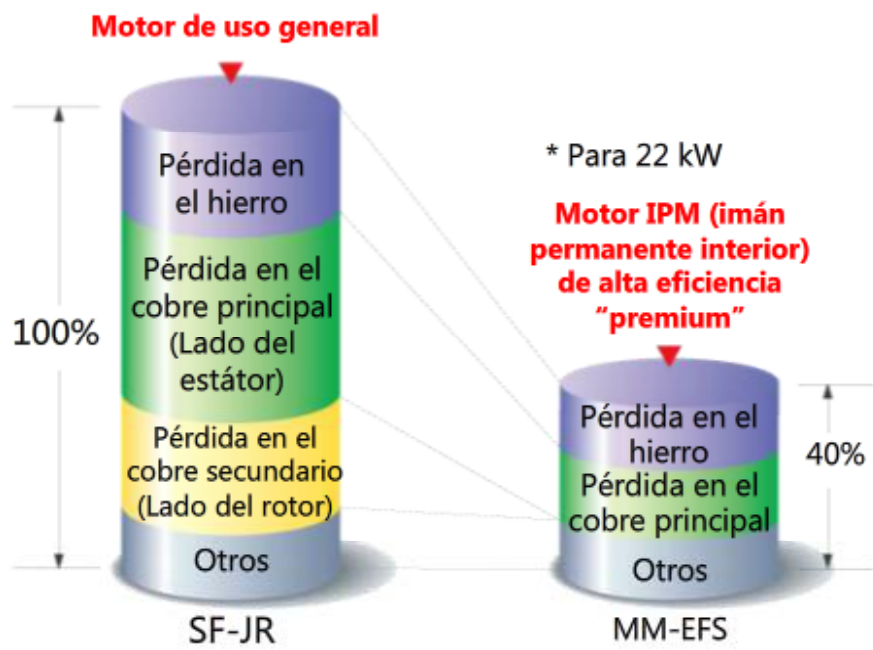
# 6.4 ¿Por qué los motores IPM (imán permanente interior) son más eficientes que los motores de inducción?

Debido a que no fluye corriente a través del lado del rotor (lado secundario), no existe una pérdida en el cobre secundario. Esto reduce la pérdida de energía. ⇒ Se mejora la eficiencia.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} \times 100 [\%] = \frac{\text{Salida}}{\text{Salida} + \text{pérdida}} \times 100 [\%]$$

## Comparación de pérdida de los motores

\*Cada una de los siguientes gráficos muestra el desglose de la pérdida interna del motor. (En comparación con los productos de nuestra empresa)



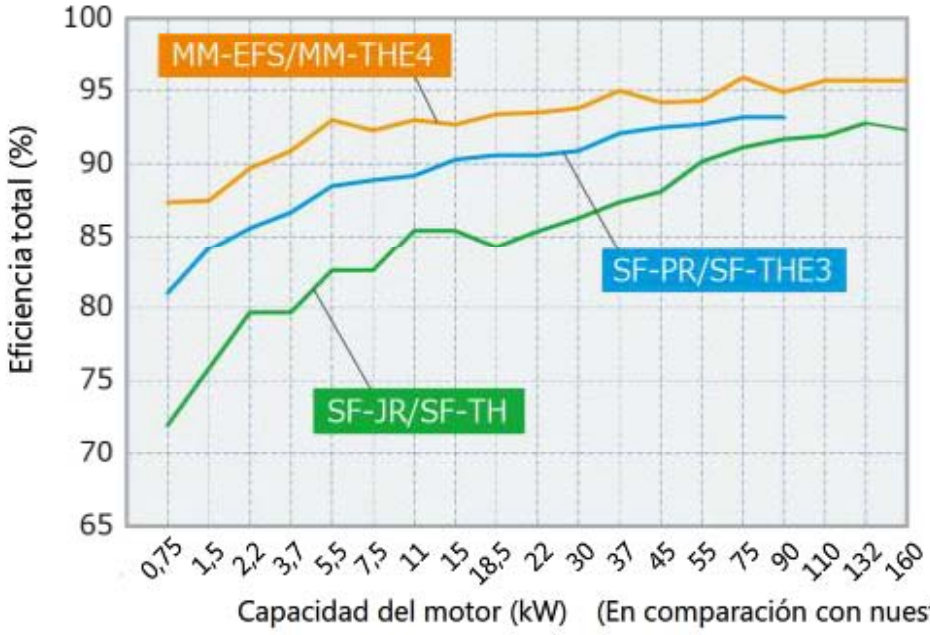
# 6.5 Comparación de la eficiencia de un motor IPM (imán permanente interior) y un motor estándar

Si se utiliza un motor estándar (motor de inducción) con un inversor con la misma velocidad de rotación que cuando se utilizaba con la fuente de alimentación comercial, la pérdida de energía ocurre únicamente en el inversor. Mientras tanto, cuando se utiliza un motor IPM (imán permanente interior) con un inversor a la misma velocidad que se utilizaba con la fuente de alimentación comercial, la pérdida de energía total en el motor IPM (imán permanente interior) y el inversor se vuelve más pequeña que cuando se controla un motor estándar con la fuente de alimentación comercial (55 kW o menos).



**Los motores IPM (imán permanente interior) permiten un funcionamiento con ahorro de energía incluso cuando no se cambia la velocidad de rotación y permanece constante.**

## Comparación de la eficiencia en las combinaciones de motor IPM (imán permanente interior), motor estándar (inducción) y fuente de alimentación comercial



\* Eficiencia: El motor IPM (imán permanente interior) y el motor estándar se utilizaron con el inversor a la velocidad nominal (1800 r/min); la eficiencia total es la suma de la eficiencia del motor y la eficiencia del inversor con la carga nominal. Con la combinación de un motor estándar y la fuente de alimentación comercial, se calculó la eficiencia con el motor controlado por la fuente de alimentación comercial (220 V y 60 Hz).

## 6.6 Simulación en el costo de ciclo de vida (LCC) del motor IPM (imán permanente interior)

■ **Condiciones de uso** Capacidad del motor: 15 kW; volumen de aire: 70%;  
 Horas de funcionamiento: 16 horas/día × 250 días/año = 4.000 horas/año

	Motor estándar controlado con la fuente de alimentación comercial (Control de amortiguador)	Motor de alta eficiencia controlado por inversor	Motor IPM (imán permanente interior) de alta eficiencia controlado por inversor (MM-EFS)	Comentarios
Capacidad del motor	15 kW			
Nombre del modelo del inversor	No utilizado	FR-F840-15K		
Costo inicial	291.000 yenes	1.396.800 yenes	1.738.800 yenes	El costo inicial del control del amortiguador es el mismo que el precio estándar de un motor estándar. El costo inicial de implementar un motor estándar controlado por inversor o un motor IPM (imán permanente interior) controlado por inversor incluye el precio estándar del motor que se implementará y su costo de instalación (motor + inversor) × 0,5.
Volumen de aire (%)	70%			
Consumo de electricidad anual (kWh)	64.800 kWh	29.400 kWh	24.000 kWh	
Cargos de electricidad anuales	907.200 yenes	411.600 yenes	336.000 yenes	14 yenes/kWh
Costo de reemplazamiento de cojinetes	120.000 yenes	120.000 yenes	150.000 yenes	El costo de reemplazo varía de acuerdo con las circunstancias.
Ciclo de reemplazamiento de cojinetes (*)	5 años	5 años	10 años	
Ciclo de reemplazamiento del inversor		10 años	10 años	
Diferencia en los cargos de electricidad en comparación con IPM (imán permanente interior)	571.200 yenes	75.600 yenes		El efecto de ahorro de energía anual después de implementar un motor IPM (imán permanente interior) "premium" (1.000 kWh ≈ 0,555 toneladas-emisiones de CO <sub>2</sub> )
Diferencia en la reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> (toneladas) en comparación con IPM (imán permanente interior)	<b>22,6 toneladas</b>	<b>2,9 toneladas</b>		
Costo de ciclo de vida (LCC) (en 1.000 yenes)	14.259	8.153	7.511	Costo de ciclo de vida (LCC) durante 15 años

(\*) Se extendió la vida útil de engrase de cojinetes.

Calculado en yenes japoneses.

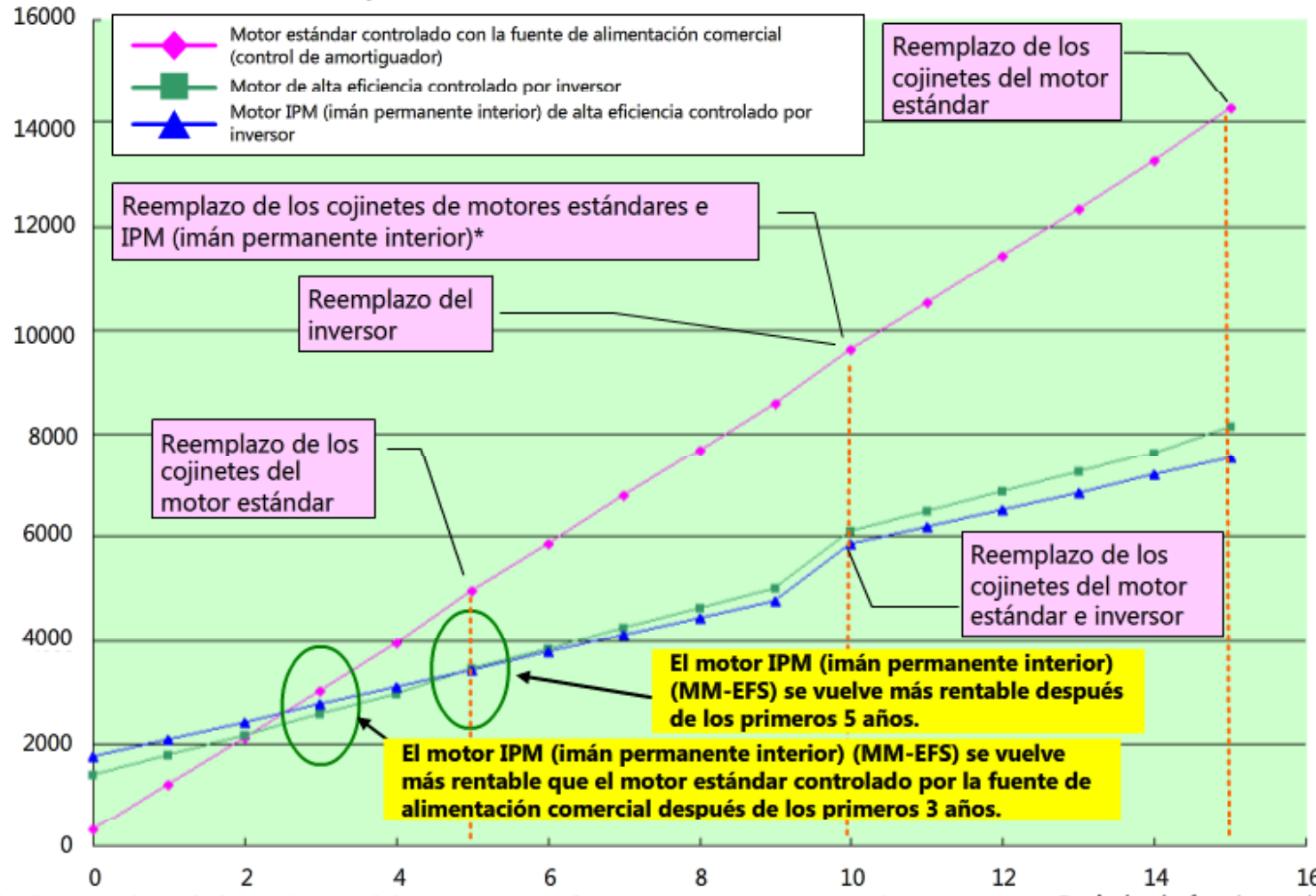
Debido a que el rotor raramente genera calor, la temperatura de los cojinetes se mantiene en un nivel bajo. Esto extiende la vida útil del engrase de los cojinetes.

\* La vida útil de los cojinetes del motor se ve ampliamente afectada por la temperatura. Se estima que una reducción de la temperatura de 10°C duplica la vida útil.

# 6.6 Simulación en el costo de ciclo de vida (LCC) del motor IPM (imán permanente interior)

■ **Condiciones de uso** Capacidad del motor: 15 kW; volumen de aire: 70%;  
Horas de funcionamiento: 16 horas/día × 250 días/año = 4.000 horas/año

Costo de ciclo de vida (LCC) (en 1.000 yenes) Calculado en yenes japoneses.


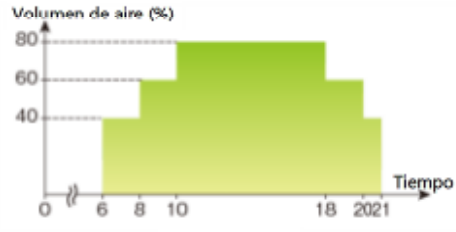



\* El ciclo de reemplazo de los cojinetes del motor IPM (imán permanente interior) es de 10 años, que es el doble de tiempo que aquel para los cojinetes del motor estándar.

# 6.7 Estimación del efecto de ahorro de energía del motor IPM (imán permanente interior)

## ■ Efecto de ahorro de energía en la creación de nuestro diseño


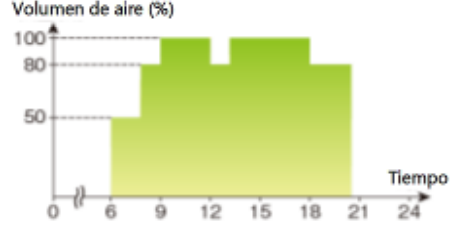

(Inversor + motor de uso general (SF-JR) → Inversor + motor IPM (imán permanente interior) (MM-EFS)

<p>Condiciones</p>	<p>Patrones de funcionamiento</p>	<p>Efecto de reemplazar sistemas convencionales con los motores IPM (imán permanente interior) controlados por inversores</p>
<p>[Unidades a controlar]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ventilador (soplador)                     <ul style="list-style-type: none"> <li>0,75 kW × 3 unidades</li> <li>1,5 kW × 1 unidad</li> <li>2,2 kW × 3 unidades</li> </ul> </li> <li>● Aire acondicionado                     <ul style="list-style-type: none"> <li>15 kW × 1 unidad</li> <li>18,5 kW × 1 unidad</li> <li>30 kW × 2 unidades</li> </ul> </li> </ul> 	 <p>Volumen de aire (%)</p> <p>5,475 horas/año</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Con motor estándar                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Aprox. 250.000 kWh</li> <li>Aprox. 3,44 millones de yenes</li> </ul> </li> <li>● Con motor IPM (imán permanente interior)                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Aprox. 220.000 kWh</li> <li>Aprox. 3,02 millones de yenes</li> </ul> </li> </ul>	<p>● <b>Efecto anual de ahorro de energía (diferencia en las cantidades y costos)</b></p> <p>Aprox. 30.000 kWh</p> <p><b>Aprox. 420.000 yenes</b> </p> <p>● <b>Reducción anual de las emisiones de CO<sub>2</sub></b></p> <p>Aprox. 30.000 kWh <b>16,7 toneladas</b></p>

Calculado en yenes japoneses.

## ■ Aire acondicionado para edificios

(Inversor + motor de uso general (SF-JR) → Inversor + motor IPM (imán permanente interior) (MM-EFS)

<p>Condiciones</p>	<p>Patrones de funcionamiento</p>	<p>Efecto de reemplazar sistemas convencionales con los motores IPM (imán permanente interior) controlados por inversores</p>
<p>[Unidades a controlar]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ventiladores para aires acondicionados                     <ul style="list-style-type: none"> <li>5,5 kW × 10 unidades</li> <li>7,5 kW × 10 unidades</li> <li>3,7 kW × 100 unidades</li> </ul> </li> </ul> 	 <p>Volumen de aire (%)</p> <p>5,110 horas/año</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Con motor de uso general                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Aprox. 2,39 millones de kWh</li> <li>Aprox. 33,42 millones de yenes</li> </ul> </li> <li>● Con motor IPM (imán permanente interior)                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Aprox. 2,1 millones de kWh</li> <li>Aprox. 29,43 millones de yenes</li> </ul> </li> </ul>	<p>● <b>Efecto anual de ahorro de energía (diferencias en las cantidades y costos)</b></p> <p>Aprox. 280.000 kWh</p> <p><b>Aprox. 3,99 millones de yenes</b> </p> <p>● <b>Reducción anual de las emisiones de CO<sub>2</sub></b></p> <p>Aprox. 280.000 kWh <b>158 toneladas</b></p>

Calculado en yenes japoneses.

# 6.8 Línea de productos MM-EFS y MM-THE4

## Motor IPM (imán permanente interior) de alta eficiencia "premium"

55 kW o menos

**MM-EFS 7 1M 4**

Símbolo	Salida	Símbolo	Salida	Símbolo	Salida	Símbolo	Velocidad nominal <sup>*1</sup>	Símbolo	Clase de tensión	Símbolo	Especificaciones <sup>*2</sup>	Símbolo	Especificaciones <sup>*2</sup>
7	0,75 kW	75	7,5 kW	30K	30 kW	1M	1500 r/min	No utilizado	200 V	No utilizado	Estándar	No utilizado	Estándar
15	1,5 kW	11K	11 kW	37K	37 kW			4	400 V	Q	Clase B	P1	Exterior
22	2,2 kW	15K	15 kW	45K	45 kW								
37	3,7 kW	18K	18,5 kW	55K	55 kW								
55	5,5 kW	22K	22 kW										

\*1: Puede utilizarse para aplicaciones a una velocidad nominal de 1800 r/min.

\*2: El tipo para exteriores y la clase B son modelos semiestándares.

75 kW o más

**MM-THE4**

- El motor puede utilizarse para aplicaciones que requieren una velocidad nominal de 1500 r/min y 1800 r/min.
- Para motores dedicados, como los de tipo exterior, tipo de eje largo, tipo de brida, tipo resistente al agua y para exteriores y tipo con especificaciones a prueba de daños ocasionados por la salinidad, póngase en contacto con nuestros representantes de ventas.

Salida nominal (kW)	0,75	1,5	2,2	3,7	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90	110	132	160	
<b>Nombre del modelo del motor</b>	7	15	22	37	55	75	11K	15K	18K	22K	30K	37K	45K	55K	—	—	—	—	—	
<b>Clase de 200 V</b>	<b>MM-EFS□1M</b>																			
<b>Clase de 400 V</b>	<b>MM-EFS□1M4</b>																			
<b>Clase de 200 V</b>	—															<b>MM-THE4</b>				
<b>Clase de 400 V</b>	—															<b>MM-THE4</b>				

**Precaución**

- El motor IPM (imán permanente interior) serie MM-EFS/MM-THE4 no puede controlarse con la fuente de alimentación comercial
- La longitud total del cableado para los motores IPM (imán permanente interior) debe ser 100 metros o menos.
- Solo un motor IPM (imán permanente interior) puede conectarse a cada inversor.
- Para un accionamiento por correa con un modelo MM-EFS de 11 kW o más, comuníquese con nosotros.



# 6.8 Línea de productos MM-EFS y MM-THE4

## Motor IPM (imán permanente interior) de alta eficiencia "premium" (3000 r/min)

15 kW o menos

# MM - EFS 7 3

Símbolo	Salida	Símbolo	Salida
7	0,75 kW	55	5,5 kW
15	1,5 kW	75	7,5 kW
22	2,2 kW	11K	11 kW
37	3,7 kW	15K	15 kW

Símbolo	Velocidad de rotación nominal
3	3000 r/min

Símbolo	Clase de tensión
No utilizado	200 V
4	400 V

- **Precaución**
- El motor IPM (imán permanente interior) serie MM-EFS no puede controlarse con la fuente de alimentación comercial.
  - La longitud total del cableado para los motores IPM (imán permanente interior) debe ser 100 metros o menos.
  - Solo un motor IPM (imán permanente interior) puede conectarse a cada inversor.
  - Los motores IPM (imán permanente interior) con una capacidad de 11 kW o más están diseñados para la conexión directa.

En este capítulo, pudo aprender:

### Puntos

¿Qué es un motor IPM (imán permanente interior)?	Los motores IPM (imán permanente interior) son motores sincrónicos con un rotor en el que se integran los imanes permanentes. Los motores IPM (imán permanente interior) pueden ofrecer un mayor rendimiento y eficiencia energética en comparación con los motores de inducción.
Estructura y principio de utilización de motores IPM (imán permanente interior)	El campo magnético giratorio del estátor y los campos magnéticos de los imanes integrados en el rotor generan el par de torsión para generar la potencia de rotación.
Motores IPM (imán permanente interior) (MM-EFS y MM-THE4)	Los motores IPM (imán permanente interior) Mitsubishi (MM-EFS y MM-THE4) pueden utilizarse para la serie FR-F800 y FR-F700PJ. El motor puede reemplazarse sin realizar ninguna modificación al bastidor de montaje del motor de una máquina diseñada para un motor de inducción.
¿Por qué los motores IPM (imán permanente interior) son más eficientes que los motores de inducción?	Debido a que no fluye corriente a través del lado del rotor (lado secundario), no existe una pérdida en el cobre secundario. Esto reduce la pérdida de energía.
Comparación de la eficiencia de un motor IPM (imán permanente interior) y un motor estándar	Mientras tanto, cuando se utiliza un motor IPM (imán permanente interior) con un inversor a la misma velocidad de rotación que se utilizaba con la fuente de alimentación comercial, la pérdida total en el motor IPM (imán permanente interior) y el inversor se vuelve más pequeña que cuando se utiliza un motor estándar con la fuente de alimentación comercial (55 kW o menos).
Simulación en el costo de ciclo de vida (LCC, por sus siglas en inglés) del motor IPM (imán permanente interior)	El costo inicial de implementar un motor IPM (imán permanente interior) de alta eficiencia "premium" es elevado. Sin embargo, su alta eficiencia y consumo de energía reducido permitirán lograr el funcionamiento más rentable después de los primeros 5 años.
Estimación del efecto de ahorro de energía del motor IPM (imán permanente interior)	El reemplazo de un motor estándar (SF-JR) por un motor IPM (imán permanente interior) (MM-EFS) reduce los cargos de electricidad y las emisiones de CO <sub>2</sub> .
Línea de productos MM-EFS y MM-THE4	Se explica la línea de productos MM-EFS y MM-THE4.

## Prueba Prueba final



Ahora que ha completado todas las lecciones del curso **Ahorro de energía con inversores**, está listo para tomar la prueba final.

Si no tiene claro alguno de los temas cubiertos, tome esta oportunidad para revisar esos temas.

**Hay un total de 5 preguntas (20 áreas) en esta Prueba Final.**

Puede tomar la prueba final las veces que desee.

### Cómo calificar la prueba

Luego de seleccionar la respuesta, asegúrese de hacer clic en el botón **Responder**. Su responder se perderá si no hace clic en el botón Responder. (Se considerará como pregunta sin responder.)

### Resultados de la calificación

El número de respuestas correctas, el número de preguntas, el porcentaje de respuestas correctas, y el resultado sobre si aprobó o no aparecerá en la página de calificación.

Respuestas correctas: **5**

Total de preguntas: **5**

Porcentaje: **100%**

Para aprobar la prueba, debe responder correctamente el **60%** de las preguntas.

Continuar

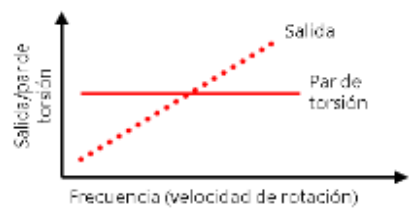
Revisar

- Haga clic en el botón **Continuar** para salir de la prueba.
- Haga clic en el botón **Revisar** para revisar la prueba. (Verificar la respuesta correcta)
- Haga clic en el botón **Volver a intentar** para tomar la prueba nuevamente.

# Prueba Prueba final 1

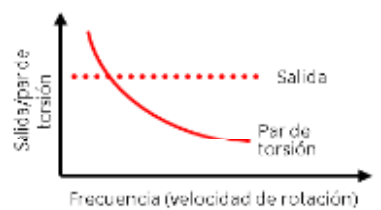
A continuación, se muestran las características de par de torsión de carga. Seleccione la respuesta correcta para cada gráfico.

--Select-- : El par de torsión no cambia demasiado, incluso si varía la velocidad del motor.



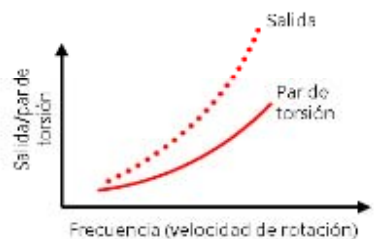
**Principales aplicaciones:** Bandas transportadoras, transportadores, etc.

--Select-- : A medida que aumenta la velocidad de rotación, se reduce el par de torsión.



**Principales aplicaciones:** Herramientas mecanizadas, bobinadoras, etc.

--Select-- : A medida que se reduce la velocidad de rotación, se reduce el par de torsión.



**Principales aplicaciones:** Ventiladores, bombas, sopladores, etc.

Responder      Volver

**Prueba Prueba final 2**

Seleccione la carga de par de torsión correcta que proporcione una mejora significativa de la eficiencia energética cuando se controla un motor con un inversor en lugar de con la fuente de alimentación comercial.

- [Carga de par de torsión constante]
- [Carga de salida constante]
- [Carga de par de torsión variable]

[Responder](#)[Volver](#)

**Prueba Prueba final 3**

A continuación, se detallan las funciones de las unidades de frecuencia variable FR-F800. Seleccione la respuesta correcta para completar la explicación.

- Un  de desarrollo completamente nuevo ofrece un gran par de torsión inicial, mientras mantiene la misma eficiencia del motor que con el control de excitación óptimo convencional.
- Se admiten  y  y los motores IPM (imán permanente interior) logran una mejor eficiencia energética que los motores estándares. El motor que se utilizará puede cambiarse entre un motor estándar y un motor IPM (imán permanente interior) a través de una sola configuración.
- La función de  permite que el inversor admita motores de uso general y PM (imán permanente) de otros fabricantes, lo que aumenta la gama de aplicaciones de inversores para el ahorro de energía.
- Gracias a la  la señal MC de entrada puede desactivarse después de desactivar el motor y activarse antes de que se active el motor.  
El inversor permite la  para reducir la energía en espera.
- También está disponible el monitor de ahorro de energía. El  puede comprobarse a través del panel operativo, terminal de salida o red.
- La potencia de salida medida con el inversor puede tener una salida de pulsos.  
La  puede comprobarse de forma sencilla.
- Gracias al módulo de medición de energía de Mitsubishi, .

## Prueba Prueba final 4



La siguiente tabla muestra las clases de eficiencia IE en el orden de la más alta a la más baja. Seleccione el nombre correcto de un motor para cada clase.

	IE4 (eficiencia súper "premium")	<input type="text" value="--Select--"/>
	IE3 (eficiencia "premium")	<input type="text" value="--Select--"/>
	IE2 (alta eficiencia)	<input type="text" value="--Select--"/>
	IE1 (eficiencia estándar)	<input type="text" value="--Select--"/>
	Por debajo de la clase	<input type="text" value="--Select--"/>

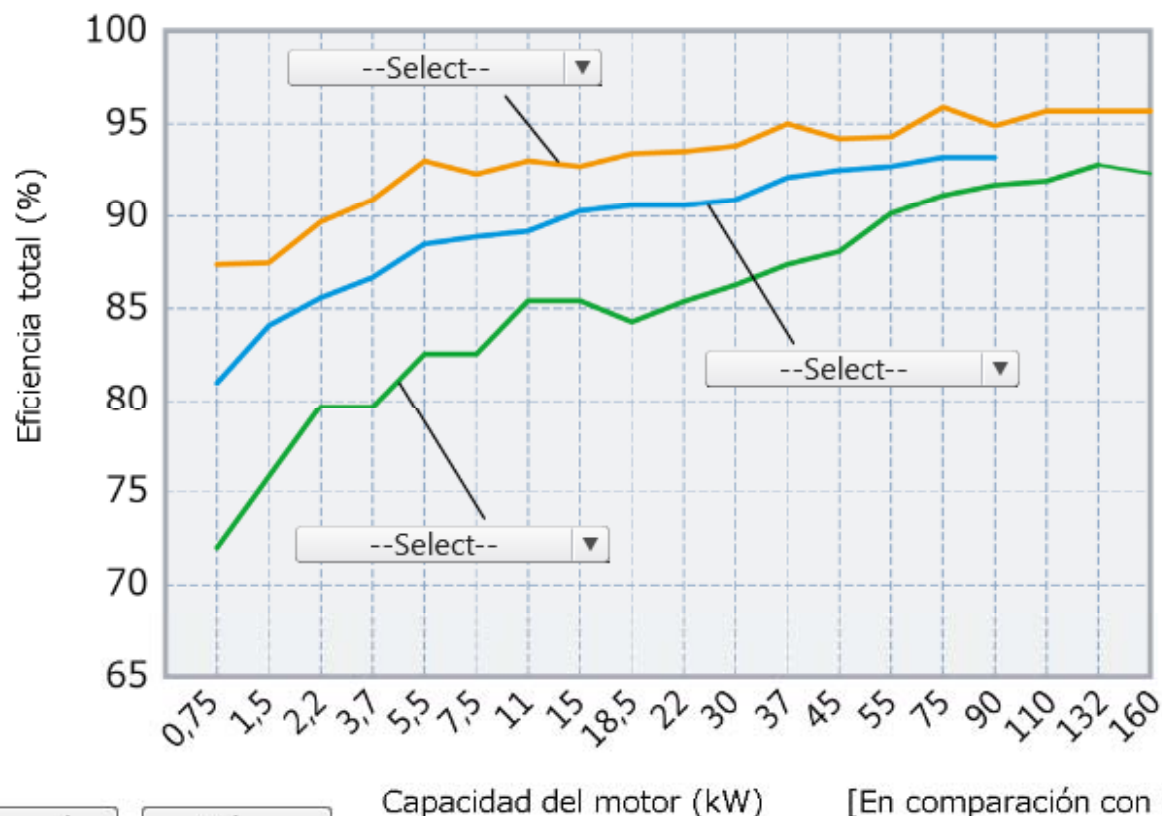
IPM = imán permanente interior

Responder

Volver

# Prueba Prueba final 5

La siguiente tabla muestra la comparación de eficiencia entre un motor IPM (imán permanente interior) y un motor estándar (motor de inducción) controlado por la fuente de alimentación comercial. Seleccione el nombre correcto de un motor que coincida con cada línea del gráfico.



Responder

Volver

Capacidad del motor (kW)

[En comparación con nuestros productos convencionales]



## Prueba Calificación de la prueba

Ha completado la prueba final. Sus resultados del área son los siguientes.  
Para finalizar la prueba final, continúe con la próxima página.

Respuestas correctas: **5**

Total de preguntas: **5**

Porcentaje: **100%**

Continuar

Revisar

**Felicitaciones. Aprobó la prueba.**

Ha completado el curso de **Ahorro de energía con inversores.**

Gracias por tomar este curso.

Esperamos que haya disfrutado las lecciones y que la información recibida en este curso le sea útil en el futuro.

Puede revisar el curso las veces que desee.

[Revisar](#)

[Cerrar](#)