

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

9 consejos para aumentar la eficiencia energética con la tecnología de convertidor

drives.danfoss.com

Introducción: **9 consejos para aumentar la eficiencia energética con la tecnología de convertidor**

Los precios de la energía están aumentando y han alcanzado cotas sin precedentes. Es hora de revisar las medidas de ahorro energético para mantener los costes bajo control en la medida de lo posible. Con esta lista de comprobación de 9 puntos para convertidores energéticamente eficientes de Danfoss Drives, puede obtener rápidamente una visión general de los problemas energéticos de sus instalaciones, así como medidas para aprovechar la eficiencia energética en equipos accionados por motor utilizando la tecnología de convertidor. Aprenderá por dónde puede empezar a trabajar para aumentar la eficiencia y, de este modo, ahorrar costes. Después de todo, la tecnología de convertidor de frecuencia eléctrico es una tecnología esencial para lograr la mayor eficiencia energética. Actualmente es la solución más eficaz, rápida y sencilla para reducir el consumo de energía de forma rápida y significativa.

El control de velocidad de los motores eléctricos puede funcionar de forma optimizada desde el punto de vista energético en casi cualquier aplicación, como transportadores, ascensores, compresores de neveras, sistemas de aire acondicionado en edificios, bombas y muchas otras aplicaciones industriales. En su libro World Energy Outlook 2016, la AIE estima que el consumo mundial de electricidad puede reducirse en un 8 % para 2040 si se utilizan convertidores de frecuencia en todas las aplicaciones adecuadas y si se utilizan de forma eficiente.

Esta lista de comprobación de la eficiencia energética le ayudará con prácticos consejos y le mostrará dónde se encuentra el mayor potencial para aprovecharlo rápidamente. Estas medidas son doblemente beneficiosas: cada kilovatio/hora de electricidad ahorrada no solo reduce sus costes energéticos, sino que también minimiza la huella de CO₂ de su empresa.

- 1 El control de velocidad es importante: aproveche rápidamente el potencial de ahorro energético en todas sus aplicaciones de motor
- 2 Aproveche las soluciones que tiene a mano: compruebe si hay ventiladores y bombas en sus aplicaciones e instalaciones
- 3 Tecnología de convertidor de frecuencia: cómo aumentar cada pizca de eficiencia energética en su producción corrigiendo los ajustes de sus convertidores de frecuencia
- 4 Hágalo bien desde el principio y supervise su progreso
- 5 No comprometa la fiabilidad del sistema
- 6 ¿La energía regenerativa es una opción?
- 7 Compruebe el rendimiento del convertidor: ¿qué convertidor de frecuencia es el adecuado para usted o para su aplicación?
- 8 Analice más detalladamente las tecnologías de motor
- 9 Por último, pero no por ello menos importante: la regla de 10-30-60

1 El control de velocidad es importante: **aproveche rápidamente el potencial de ahorro energético en todas sus aplicaciones de motor**

Los motores eléctricos son responsables de alrededor del 40 % del consumo mundial de energía eléctrica. En la industria, su cuota es de entre el 65 y el 75 %, en función de la región y el sector.

A medida que la energía se vuelve más cara, se ha demostrado que el control de velocidad variable de los motores eléctricos es una de las medidas disponibles más eficaces para reducir costes. En aproximadamente el 60-70 % de los motores tiene sentido aplicar el control de velocidad, lo que lo convierte en un buen punto de partida para su viaje hacia la eficiencia energética.

Por supuesto, las máquinas eléctricas grandes son importantes, pero hay un mayor potencial oculto en todos los motores pequeños que utiliza en sus aplicaciones, procesos e instalaciones. Aproveche este potencial.



Información importante

Los convertidores de frecuencia no solo ayudan a los operadores a ahorrar energía y costes energéticos, sino que también ayudan a ahorrar costes de funcionamiento, mantenimiento y reparación, ya que se reducen los costes de la vida útil. A menudo, los convertidores de frecuencia con control de velocidad son la mejor opción para ahorrar energía y costes.

Para obtener más información sobre el uso energéticamente eficiente de los convertidores de frecuencia, vaya directamente al **punto de comprobación 3**.

Tenga en cuenta los arrancadores suaves

En aplicaciones en las que el control de velocidad no es una opción, merece la pena plantearse la utilización de un arrancador suave equipado con un bypass. Sin bypass, el dispositivo producirá pérdidas innecesarias en el funcionamiento del motor.

En general, los arrancadores suaves suelen utilizarse en aplicaciones que funcionan directamente en la red. Están diseñados para proteger su motor eléctrico de posibles daños y, al mismo tiempo, prolongar su vida útil y la vida útil de todo el sistema reduciendo el calor provocado por arranques y paradas frecuentes, lo que disminuye la tensión mecánica sobre el motor y su eje, entre otros factores.



Consejo

Identifique todos sus motores >0,75 kW que aún no tienen control de velocidad, pero que tienen potencial. ¿Utiliza válvulas, compuertas u otras tecnologías para controlar el caudal o la velocidad en las aplicaciones? ¡Son candidatos perfectos para empezar!

En la planta de tratamiento de aguas residuales de Marselisborg, el uso de convertidores de frecuencia en equipos giratorios crea una producción neta de electricidad y calor y reduce su huella de carbono en un 35 %.

Puede obtener más información [aquí](#).

Identifique todos sus motores >0,75 kW que aún no tienen control de velocidad, pero que tienen potencial.



2 Aproveche las soluciones que tiene a mano: **compruebe si hay ventiladores y bombas en sus aplicaciones e instalaciones**

Un buen punto de partida es la evaluación de sus aplicaciones de bombas y ventiladores. Los ventiladores y las bombas suelen ser aplicaciones de par cuadrático y ofrecen un enorme potencial de ahorro en el funcionamiento con control de velocidad.

Por ejemplo, al reducir la velocidad media del motor del ventilador solo en un 20 %, pasando del 100 al 80 %, se ahorra un 50 % de energía. La reducción de la velocidad media en un 50 % aumenta el ahorro hasta un 80 %.

Por lo que respecta a las aplicaciones de bombas, es necesario saber que muchos convertidores de bombas están sobredimensionados y funcionan a plena potencia, mientras que los caudales volumétricos suelen controlarse a través de válvulas reguladoras. Con los convertidores de frecuencia, el caudal se controla mediante la velocidad con buenos resultados: si la velocidad de una bomba se reduce solo un 20 % de media, la demanda de energía se reduce en un 50 %.



Información importante

Al considerar los costes totales de la vida útil, los costes de capital normalmente solo representan alrededor del 10 %. El 90 % de los costes son operativos, por ejemplo, costes de energía, mantenimiento y servicio. Sobre todo en aplicaciones con una curva de carga cuadrática, el control de velocidad casi siempre ahorra una cantidad considerable de energía y costes, por lo que la inversión se amortiza rápidamente. Los períodos de amortización que antes eran de 1 a 2 años se reducen actualmente a unos pocos meses debido al aumento de los costes energéticos. Al mismo tiempo, reduce el desgaste mecánico y aumenta el tiempo de actividad.

Ejemplo de cálculo: bomba o ventilador

Potencia nominal del motor: 22 kW

Horas de funcionamiento: 8760 horas/año

Precio de la energía: 0,36 € por kWh

Reducción media de la velocidad: 10 %

Rendimiento del motor: 94 %

Rendimiento del convertidor de frecuencia de Danfoss: 98 %

Inversión en el convertidor de frecuencia de Danfoss: 6245 €

Costes energéticos sin convertidores de frecuencia (por año): 71 902 €

Ahorro con el convertidor de frecuencia: 17 975 €

Tiempo de amortización del regulador: 4 meses

Ahorro tras 10 años de funcionamiento (con el mismo precio de la energía): 179 750 €



Consejo

Aproveche las soluciones que tiene a mano para ahorrar energía: Considere el control de velocidad para todas sus aplicaciones de bombas o ventiladores. Su inversión se amortizará rápidamente.

¿Alguna vez se ha planteado realizar un reacondicionamiento?

Para garantizar el máximo ahorro posible, los componentes de la tecnología de convertidor deben estar actualizados y recibir un mantenimiento periódico.

En la mayoría de los casos, la sustitución de un convertidor de frecuencia antiguo ofrecerá beneficios en pocos meses.

Ya hemos ayudado a las empresas a aprovechar las soluciones que tienen a mano. Un ejemplo de ello es la fábrica de Volkswagen Navarra, donde se logró un ahorro energético del 20 % en el funcionamiento con AHU. Obtenga más información [aquí](#).



Aproveche las soluciones que tiene a mano para ahorrar energía.

20 %
de ahorro energético en Volkswagen





3 Tecnología de convertidor de frecuencia: cómo aumentar cada pizca de eficiencia energética en su producción corrigiendo los ajustes de sus convertidores de frecuencia

A menudo, los convertidores de frecuencia solo se ponen en marcha de forma parcial o incorrecta. Sin embargo, para que el funcionamiento sea lo más eficiente posible desde el punto de vista energético, es importante que estén ajustados para su funcionamiento. Las funciones adicionales, como la **adaptación automática del motor (AMA)** y la **optimización automática de energía (AEO)**, deben activarse siempre:

Utilice un control del motor optimizado:

Los convertidores de frecuencia pueden hacer funcionar muchos motores de forma fiable con datos de motor estándar. Sin embargo, para facilitar la instalación y la primera puesta en servicio, las funciones de configuración automática del motor, como la AMA de Danfoss, son cada vez más habituales. Estas funciones miden, por ejemplo, la resistencia y la inductancia del estátor. También se tiene en cuenta el efecto de la longitud del cable entre el convertidor de frecuencia y el motor.

Optimización automática de la energía con convertidores de frecuencia

En aplicaciones en las que no se producen cambios rápidos de la carga, el operador puede utilizar la AEO. El convertidor de frecuencia reduce la magnetización del motor al mínimo. Esto ahorra energía y las funciones han demostrado su eficacia con todos los controles lentos, como los usados habitualmente con las bombas y los ventiladores.



Información importante

Pequeñas medidas pueden tener un gran impacto en la eficiencia energética y el ahorro: por ejemplo, con un modo reposo o de ahorro de energía, los ventiladores y las bombas solo funcionan cuando es necesario. Además, un convertidor de frecuencia con AEO puede ahorrar aprox. un 5 % de energía si se ajusta la tensión del motor.



Consejo

Compruebe si se han programado los datos correctos del motor y si se ha llevado a cabo una AMA y se ha tenido en cuenta la AEO.

Utilice un control del motor optimizado y una optimización automática de la energía con convertidores de frecuencia.





4

Hágalo bien desde el principio y supervise su progreso

Cuando empiece a optimizar su sistema, documente lo que ha aprendido desde el principio. Esto le ayudará a identificar las medidas más prometedoras para su sistema. Además, es posible que se sorprenda por algunos efectos secundarios positivos, como una vida útil prolongada gracias a un menor desgaste mecánico o una reducción de los arranques.

Reducción de los arranques

Cada arranque no controlado de un motor eléctrico requiere energía adicional para poner en marcha el motor y volver a acelerar las cargas. El control de velocidad puede reducir el número de arranques en muchas aplicaciones. Ejemplo: en el caso de las bombas, el consumo de energía del arranque suele ser del 5-10 % del consumo total de energía, pero hay casos en los que se consume hasta el 40 % de la energía necesaria. Además, se reducen los picos de corriente y las tensiones mecánicas causados por los golpes durante la puesta en marcha.



Información importante

Al usar el control de velocidad en una aplicación, se conseguirán algunos efectos secundarios positivos. Por ejemplo, se reduce la cantidad de arranques necesarios por día. Esto no solo supone un ahorro energético, sino que también disminuye el desgaste mecánico y prolonga la vida útil de una aplicación.



Consejo

Controle el consumo de energía antes y después de aplicar el control de velocidad. Además, se consiguen beneficios como un menor desgaste mecánico y una mayor vida útil de su aplicación gracias a la reducción de los arranques.

Controle el consumo de energía antes y después de aplicar el control de velocidad.



5 No comprometa la fiabilidad del sistema

Debido a su funcionamiento, los convertidores de frecuencia de velocidad variable producen una serie de efectos secundarios no deseados, como una tensión de aislamiento del bobinado del motor, una tensión del cojinete, un ruido de conmutación en el motor e interferencias electromagnéticas. En la mayoría de las aplicaciones, estos efectos no afectan a la instalación existente, pero en algunos casos deben mitigarse, por ejemplo, cuando los motores han estado en funcionamiento entre 20 y 30 años. Para mitigar estos efectos, se instalan filtros en la salida de los convertidores de frecuencia. Los filtros más conocidos son los filtros du/dt, los filtros de onda senoidal y los filtros de modo común. Sin embargo, probablemente también valga la pena comprobar la clasificación de los propios motores.



Información importante

Cuando un equipo o sistema puede funcionar satisfactoriamente en su entorno electromagnético sin introducir perturbaciones intolerables en dicho entorno, se habla de compatibilidad electromagnética (EMC).

Los convertidores de frecuencia pueden generar interferencias en la EMC. Para evitar que afecte a su instalación, asegúrese de seleccionar los productos con el mejor filtro EMC de su clase que sea adecuado para su entorno. Asegúrese también de que se sigan las normas estándar para la instalación de EMC.



Consejo

Asegúrese de que el producto elegido proporcione los mejores filtros EMC de su clase para un funcionamiento seguro y una alta fiabilidad del sistema. Asegúrese también de que la instalación de EMC sea correcta, por ejemplo, utilizando prensacables compatibles y una conexión a tierra adecuada.



Asegúrese de que el producto elegido proporcione los mejores filtros EMC de su clase para un funcionamiento seguro y una alta fiabilidad del sistema.



6 ¿La energía regenerativa es una opción?

Los motores eléctricos pueden funcionar como generadores en determinadas condiciones y la energía puede reenviarse al sistema de alimentación. Por desgracia, la tecnología necesaria para utilizar esta energía suele generar más pérdidas durante el funcionamiento estándar del motor.

Con el aumento de los precios de la energía, puede resultar tentador utilizar la energía liberada. Puede volver a generar la energía de frenado, utilizarla directamente en ejes adicionales o almacenarla para usarla posteriormente. Sin embargo, aunque suene bien, es importante saber que la regeneración de energía suele generar más pérdidas que ahorros en aplicaciones en las que se utilizan convertidores de frecuencia.

Esta opción tiene más sentido en aplicaciones como los sistemas elevadores, que se benefician de los sistemas de bus de CC que suelen arrancar con un determinado nivel de potencia (>7,5 kW). En la mayoría del resto de aplicaciones, no tiene sentido.

Tenga en cuenta que: cuanto mayor sea la potencia nominal, mejor. El uso de energía regenerativa no suele dar sus frutos con potencias nominales inferiores a 7,5 kW. En caso de duda, póngase en contacto con su experto en convertidores de frecuencia.



Información importante

Los módulos de entrada regenerativa de los convertidores de frecuencia pueden devolver energía regenerativa a la red a través de un rectificador controlado. En la mayoría de las aplicaciones, impera el estado de funcionamiento del motor. La energía obtenida mediante la energía regenerativa suele ser inferior a las pérdidas adicionales causadas por el rectificador controlado en el funcionamiento del motor. Por lo tanto, los convertidores de frecuencia regenerativos a menudo solo se amortizan con niveles de potencia más altos, teniendo en cuenta el ciclo de carga y muchas condiciones restrictivas, como el frenado frecuente.

Los operadores deben examinar detenidamente las inversiones en acoplamiento de CC o sistemas regenerativos. Por lo general, se sobrevalora la proporción de energía generada. La determinación de la proporción de energía regenerativa del ciclo de funcionamiento, así como la estimación de la energía de frenado media del sistema, son decisivos para una evaluación económica. En la mayoría de los casos, el uso de resistencias de frenado tiene más sentido desde el punto de vista económico y ecológico que el uso de la energía generada durante el frenado.



Consejo

Haga comprobaciones exhaustivas al utilizar convertidores de frecuencia en sistemas de regeneración de energía. ¡A menudo no vale la pena!



Haga comprobaciones exhaustivas al utilizar convertidores de frecuencia en sistemas de regeneración de energía.



7

Compruebe el rendimiento del convertidor: **¿qué convertidor de frecuencia es el adecuado para usted o para su aplicación?**

Los convertidores de frecuencia de diferentes fabricantes pueden compararse con mayor precisión basándose en la información sobre la pérdida de potencia de un dispositivo, y, a veces, hay importantes diferencias en la pérdida de potencia total y el consumo de energía adicional correspondiente.

En Europa, los fabricantes deben proporcionar las pérdidas por ley. En el punto nominal, pero, lo que es más importante, con carga parcial. Dado que el beneficio del control de velocidad variable reside en el funcionamiento con carga parcial, no olvide comprobar estos datos.



Información importante

No todos los rendimientos son iguales. Compare los convertidores de frecuencia no solo en función de su clase de rendimiento energético, sino también en función de su pérdida de potencia. Esto le ahorrará dinero, ya que muchas veces los costes de funcionamiento pueden superar los costes de compra, a pesar de tener la misma clasificación de rendimiento energético.

¿Por qué? Aquí tiene un ejemplo: Cuanto mayor sea la pérdida de potencia del convertidor de frecuencia, mayor será el calor generado, lo que conllevará un mayor aumento de los costes energéticos, ya que necesitará utilizar dispositivos de refrigeración adicionales para refrigerar los armarios.



Consejo

Lo importante está en los detalles: merece la pena comparar las pérdidas de potencia (en kilovatios/hora) de los convertidores de frecuencia de diferentes fabricantes. Dado que el beneficio del control de velocidad variable reside en el funcionamiento con carga parcial, no olvide comprobar estos datos.



Merece la pena comparar las pérdidas de potencia (en kilovatios/hora) de los convertidores de frecuencia de diferentes fabricantes.



8

Analice más detalladamente las tecnologías de motor

Durante décadas, los motores de inducción 3~ eran los más avanzados. En los últimos años, han llegado al mercado tecnologías de motor nuevas y más eficientes, y se ha detectado que las clases de rendimiento energético de los grupos de motores tienen que ver con su eficiencia energética.

Tenga en cuenta que estas clases de rendimiento energético son diferentes para los motores conectados a la red y cuando estos funcionan con un convertidor de velocidad variable (VSD).



Información importante

La norma IEC 61800-9-2 ayuda a los usuarios a establecer sistemas eficientes de motor y VSD mediante un método unificado. Solo tiene que añadir las pérdidas de cada componente en un punto de carga determinado.

MyDrive® ecoSmart™ de Danfoss es una herramienta en línea diseñada para ello. Le facilita el cálculo de las clases IE e IES de acuerdo con la norma.

Puede utilizar la herramienta para las tareas siguientes:

- Buscar datos de pérdida parcial estándar para convertidores de frecuencia de Danfoss
- Adquirir puntos de carga parcial específicos para la aplicación
- Calcular la clase IE y la carga parcial de un convertidor de frecuencia
- Calcular la clase IES de una combinación de motor de inducción y convertidor de frecuencia
- Generar informes de datos de pérdida de carga parcial y clases de rendimiento energético IE o IES
- Exportar los datos de carga parcial para transferirlos a su sistema



Consejo

Sobre todo cuando se utilizan motores más antiguos, es lógico comprobar la clase de rendimiento energético. Si no se proporciona ninguna clase, es muy probable que haya motores más eficientes disponibles.

Al evaluar un motor nuevo, asegúrese de tener en cuenta los puntos de carga parcial.

Si le parece interesante, consulte nuestro caso práctico en Hjørring District Heating A.m.b.a [aquí](#).



Sobre todo cuando se utilizan motores más antiguos, es lógico comprobar la clase de rendimiento energético.



2 años

en motores IE4 SynRM en comparación con motores IE2 tradicionales que funcionan con carga parcial



9 Por último, pero no por ello menos importante: la regla de 10-30-60

La mayoría de los ahorros se consiguen en el sistema. Por regla general, la eficiencia energética de los componentes puede suponer un ahorro potencial del 10 % en un sistema. El uso del control de velocidad añade un 30 % adicional, pero la mayoría (el 60 %) solo puede realizarse en el sistema.

Cuando evalúe el control de velocidad de su sistema, tómese el tiempo necesario para comprobar si es posible conseguir un mayor ahorro desde el punto de vista del sistema.



Información importante

Aquí tiene dos ejemplos:

1. El uso del motor y el convertidor de frecuencia más eficientes no compensa cuando se utiliza, por ejemplo, una caja de engranajes con una clasificación de bajo rendimiento.
2. Tener enormes pérdidas de calor en un armario, que se traducen en la necesidad de una climatización adicional, tampoco es una solución óptima.

Tenga en cuenta que: los convertidores de frecuencia modernos pueden ser más beneficiosos que el control de velocidad. Le ayudan a controlar el estado de su sistema.

Con la **monitorización basada en condiciones**, puede detectar y eliminar de forma más rápida fugas o roturas en tuberías, por ejemplo.

¿Sabía que puede utilizar su convertidor de frecuencia para supervisar el estado de una aplicación y recibir alertas tempranas para evitar tiempos de inactividad? Con el uso de convertidores de frecuencia inteligentes con la función de monitorización basada en condiciones (CBM) integrada, obtendrá información precisa en el momento preciso. Le permite controlar el nivel de carga de sus aplicaciones de bombeo y ventilación para que pueda detectar antes fugas o tuberías rotas, por ejemplo. También le ayuda a detectar la suciedad de los filtros para que pueda sustituirlos antes de que se obstruyan.

Puede planificar con antelación y reducir los costes de forma significativa, ahorrando un tiempo de inactividad imprevisto y reduciendo incluso las piezas de repuesto.

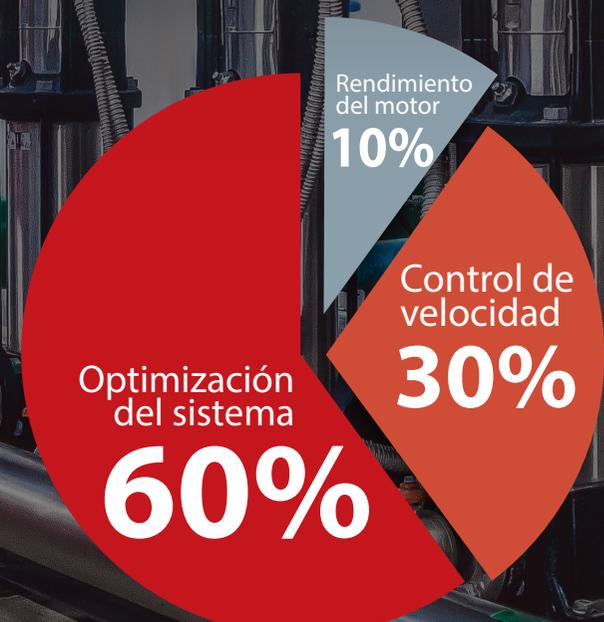


Consejo

Piense en 10-30-60: la mejor manera de aprovechar todo el potencial de ahorro de energía es observar y optimizar el sistema completo. No basta con utilizar el motor con el mayor rendimiento energético de su clase y un convertidor de frecuencia altamente eficiente si se combinan con un ventilador o una bomba que no son eficientes.

Danfoss ha ayudado a la empresa de fabricación de cerveza HEINEKEN con una sencilla supervisión basada en el estado. Obtenga más información [aquí](#).

Piense en 10-30-60: la mejor manera de aprovechar todo el potencial de ahorro de energía es observar y optimizar el sistema completo.



Muchas gracias por leer nuestros 9 consejos para aumentar la eficiencia energética con la tecnología de convertidor.

Visite **danfoss.com** para obtener más información:

contamos con una red de socios muy sólida que puede ayudarle siempre que lo necesite, sin importar en qué parte del mundo se encuentre. Puede encontrarla en: <https://www.danfoss.com/es-es/contact-us/contacts-list/?filter=type%3Adanfoss-sales-service-center>

Cualquier información, incluida, entre otras, la información sobre la selección del producto, su aplicación o uso, el diseño del producto, el peso, las dimensiones, la capacidad o cualquier otro dato técnico presente en los manuales de los productos, descripciones de catálogos, anuncios, etc., independientemente de si se ofrece por escrito, oralmente, electrónicamente, en línea o mediante descarga, se considera información de carácter informativo y solo será vinculante en la medida en que se haga referencia explícita a dicha información en un presupuesto o confirmación de pedido. Danfoss no acepta ninguna responsabilidad por posibles errores que pudieran aparecer en sus catálogos, folletos, videos y otros materiales. Danfoss se reserva el derecho a modificar sus productos sin previo aviso. Esto también se aplica a los productos solicitados pero no entregados, siempre que dichas alteraciones puedan realizarse sin cambios en la forma, el ajuste o la función del producto. Todas las marcas comerciales que aparecen en este material son propiedad de Danfoss A/S o de empresas del grupo Danfoss. Danfoss y el logotipo de Danfoss son marcas comerciales de Danfoss A/S. Todos los derechos reservados.