

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Ahorro de energía sistemático EC+

es el concepto inteligente en tecnología de convertidores de frecuencia HVAC

EC+

sistema de eficiencia óptimo. Permite seleccionar libremente los componentes con mayor eficiencia del sistema.



www.danfoss.com/spain

VLT[®]
THE REAL DRIVE

Mayor rendimiento con componentes mejorados

El concepto Danfoss EC+ permite utilizar convertidores de frecuencia VLT® de Danfoss con motores de magnetización permanente (PM) de dimensiones estándar CEI. Danfoss ha incorporado el algoritmo de control necesario en la serie de convertidores VLT® actual.

Ello supone que no hay cambios para el operario. Tras introducir los datos de motor necesarios, el usuario disfrutará del elevado rendimiento del motor con tecnología EC.

Ventajas del concepto EC+

- Libre elección de la tecnología del motor: PM o asíncrono con el mismo convertidor de frecuencia
- La instalación del dispositivo y el funcionamiento son los mismos
- Libre elección del fabricante para todos los componentes
- Elevado rendimiento del sistema gracias a la combinación de componentes individuales con rendimiento óptimo
- Es posible reequipar los sistemas actuales
- Amplia gama de potencias nominales para motores estándar y PM



Un factor clave para el ahorro de energía en los servicios de edificación es el uso de convertidores de velocidad variable para compresores, bombas y ventiladores. Aquí concurren dos factores decisivos: elevado rendimiento de máquina y motor y control eficiente de la energía de la aplicación.

Además del mayor uso de motores de inducción de mayor rendimiento, los motores con rotores de magnetización permanente, conocidos como Imanes permanentes, se utilizan con una frecuencia cada vez mayor debido a su mayor rendimiento. Estos motores se conocen fundamentalmente como "motores EC" en el sector HVAC. Funcionan sobre la base del principio del motor de CC sin escobillas (BLDC). Normalmente se utilizan en ventiladores de rotor externo con una baja producción de aire.

Para permitir a los usuarios beneficiarse de la elevada eficiencia de los motores de tecnología EC en todas las áreas, Danfoss ha refinado su probado y ensayado algoritmo VVC+, y lo ha optimizado para operar en motores síncronos permanentemente magnetizados (PNSM). Estos motores, a los que normalmente se hace referencia simplemente como motores de imanes permanentes (PM), tienen el mismo rendimiento que los motores EC. A diferencia de los motores EC, están disponibles con la misma construcción mecánica que los motores estándar IEC, integrándose fácilmente tanto en sistemas nuevos como en sistemas ya existentes.

Así Danfoss simplifica en gran medida la puesta en servicio de motores de imanes permanentes (PM). Es tan sencillo de operar como un motor de inducción estándar con un convertidor de frecuencia.

Ventajas para los usuarios:

Tecnología familiar

Muchos usuarios están familiarizados con el funcionamiento de motores estándar con convertidores HVAC VLT®. Los ajustes de configuración son esencialmente los mismos. El usuario sólo debe introducir los datos del motor para el motor PM. Tampoco cambia la gestión de motor del sistema de control del edificio. Por tanto, es fácil controlar distintos conceptos de motor en el mismo sistema. También es posible sustituir un motor de inducción estándar por un motor PM. El esfuerzo de formación para la nueva tecnología PM es mínimo.

Independencia del fabricante

Los usuarios se benefician de una flexibilidad máxima gracias a la opción de poder elegir diversos fabricantes para los componentes estándar necesarios. Si, por ejemplo, surgen dificultades a la hora de conseguir un repuesto, puede conseguir el mismo repuesto de un fabricante distinto.

Óptimo rendimiento del sistema

La única manera de lograr un rendimiento óptimo del sistema es utilizar los mejores componentes individuales posibles. Los usuarios que desean ahorrar una cantidad significativa de energía necesitan algo más que componentes eficientes, necesitan un sistema general eficiente.

Servicio de bajo coste

Los sistemas integrados presentan con frecuencia la desventaja de que los componentes individuales no pueden sustituirse. Los componentes que se desgastan, como los cojinetes de motor, no siempre se pueden sustituir individualmente. Esto puede resultar costoso. Sin embargo el concepto EC+ se basa en componentes estandarizados que el usuario puede sustituir individualmente. De este modo se reducen al mínimo los costes de mantenimiento.

Factura energética: ¿paga por los componentes o por el sistema?

La mejora del rendimiento es una manera sencilla de reducir el consumo energético. Para ello la Unión Europea ha introducido normas mínimas de eficiencia para determinados dispositivos técnicos. El mejor ejemplo en el sector de la tecnología de convertidores de frecuencia es la introducción de normas de rendimiento mínimo (MEPS) para motores de inducción trifásicos. Los motores comercializados por fabricantes y usuarios de la Unión Europea deben satisfacer niveles de rendimiento mínimos definidos a partir de las fechas especificadas. Sin embargo, los operadores de sistemas siempre deben tener en cuenta

Periodo	Potencia	MEPS	MEPS alternativo
A partir del 16 de junio de 2011	0,75-375 kW	IE2	–
A partir del 1 de enero de 2015	0,75-7,5 kW	IE2	–
	7,5-375 kW	IE3	IE2 + convertidor
A partir del 1 de enero de 2017	0,75-375 kW	IE3	IE2 + convertidor

No se podrán comercializar nuevos motores trifásicos en la UE con posterioridad a las fechas especificadas sin una clasificación IE adecuada.

$$\eta_{\text{sistema}} = \eta_{\text{convertidor}} \times \eta_{\text{motor}} \times \eta_{\text{acoplador}} \times \eta_{\text{ventilador}}$$

El rendimiento del sistema se calcula conforme a VDI DIN 6014 multiplicando los rendimientos de los componentes.

todo el sistema para asegurar un ahorro efectivo de energía. Por el simple hecho de que, por ejemplo, quedan excluidos de este requisito los motores con un ciclo de trabajo inferior al 80%. Frecuentes ciclos de paradas y arranques con este modo de trabajo, dan lugar a un consumo de energía con motores IE2 que es superior al ahorro durante el funcionamiento, como también sucede en aplicaciones de ventiladores y bombas. En estas aplicaciones puede ahorrarse más energía utilizando un convertidor de frecuencia para controlar la velocidad que usando el motor más eficiente.

2 x 2 = 4?

Atención a los detalles

El factor decisivo para los usuarios no es el rendimiento de los componentes individuales sino el rendimiento general del sistema.

Puede verse un ejemplo práctico en las versiones EC de ventiladores radiales con motores de rotor externo. Para lograr una construcción lo más compacta posible el motor se acopla directamente a la impulsión. Esto altera el rendimiento del ventilador y, por tanto, el rendimiento de toda la unidad de ventilación. El resultado es que un elevado rendimiento del motor no conlleva a un rendimiento elevado del sistema.

Ejemplo de cálculo de rendimiento para un sistema del convertidor con un ventilador radial de 450 mm

Motor EC + electrónica integrada + ventilador	Motor de inducción + VSD + ventilador de convertidor directo	Motor PM/EC + VSD + ventilador de convertidor directo
$\eta_{\text{Convertidor}} = 89\%$	$\eta_{\text{Convertidor}} = 83\%$	$\eta_{\text{Convertidor}} = 89\%$
$\eta_{\text{Ventilador}} = 68\%$	$\eta_{\text{Ventilador}} = 75\%$	$\eta_{\text{Ventilador}} = 75\%$
$\eta_{\text{Sistema}} = 60\%$	$\eta_{\text{Sistema}} = 63\%$	$\eta_{\text{Sistema}} = 66\%$

Los rendimientos declarados de convertidor (convertidor x motor) se basan en mediciones, mientras que los rendimientos de ventilador se toman de los catálogos de los fabricantes.

Debido al ventilador accionado directamente, $\eta_{\text{acoplador}} = 1$

¿Qué son los motores EC?

En el mercado de HVAC el término "motor EC" se utiliza habitualmente para designar a un tipo específico de motor que muchos usuarios asocian con una construcción compacta y un elevado rendimiento. Los motores EC se basan en la idea de utilizar conmutación electrónica (EC, por sus siglas en inglés) en vez de conmutación convencional de escobillas de carbono para motores de CC. Para ello, los fabricantes de estos motores sustituyen el devanado del motor por imanes permanentes e incorporan circuitos de conmutación. Los imanes mejoran el rendimiento mientras la conmutación electrónica elimina el desgaste mecánico de las escobillas de carbono. Dado que el principio

operativo se basa en el de un motor de CC, los motores EC también se denominan motores de CC sin escobillas (BLDC).

Estos motores se utilizan generalmente en intervalos de baja potencia de unos pocos cientos de vatios. Los motores de este tipo utilizados en el sector de HVAC toman la forma de motores de rotor externo y abarcan un amplio rango de potencias, actualmente hasta unos 6 kW.

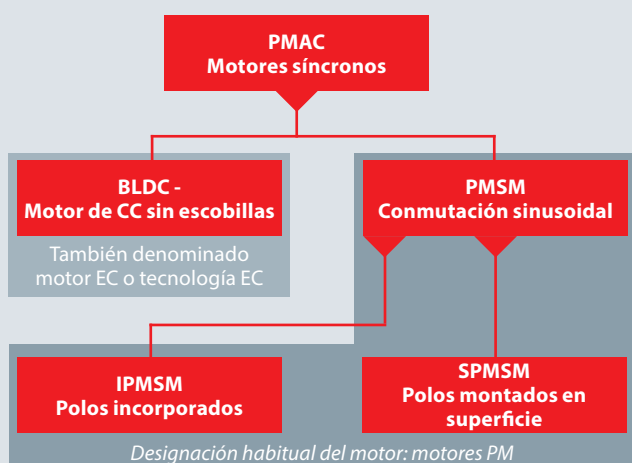
La tecnología

Gracias a los imanes permanentes incorporados, los motores de imanes permanentes no necesitan un devanado de magnetización

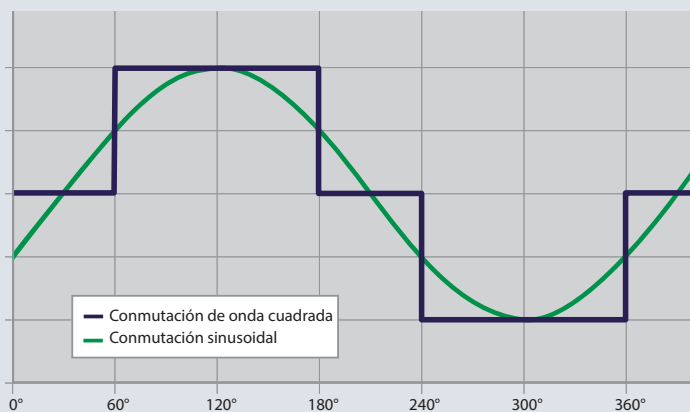
separado. Sin embargo, necesitan un controlador electrónico que genere un campo magnético rotatorio. Generalmente el funcionamiento directo desde la red no es posible o, en muchos casos, sólo lo es con un rendimiento reducido. Para accionar el motor, el controlador (p. ej. un convertidor de frecuencia) debe ser capaz de determinar constantemente la posición actual del rotor. Para ello se utilizan dos métodos con o sin respuesta de la posición de rotor actual proporcionada por un sensor o un encoder.

La diferencia básica con los motores de imanes permanentes es la forma de la onda de la fuerza contraelectromotriz (FCEM). Al funcionar como generador un motor con magnetización permanente produce una tensión conocida como FCEM. Para asegurar un control óptimo de este tipo de motor, el controlador debe ajustar la forma de la onda de la tensión de alimentación lo más posible a la forma de la onda de la FCEM. En el caso de los motores de CC sin escobillas (BLDC) los fabricantes utilizan conmutación de onda cuadrada debido a la forma de onda trapezoidal de la tensión.

Los motores síncronos de imanes permanentes (PMSM) poseen una FCEM sinusoidal por lo que operan con una tensión sinusoidal (conmutación sinusoidal). Se hace una distinción adicional entre motores con conmutación sinusoidal dependiendo de si los imanes están pegados al rotor (SPMSM) o integrados en las laminaciones del rotor (IPMSM). Debido a estas abreviaturas un poco difíciles de manejar, en la práctica se utiliza con frecuencia el término «motor PM» para referirse a motores con conmutación sinusoidal.



PMAC = Motor de Magnetización Permanente de CA; BLDC = Motor de CC sin Escobillas; PMSM = motor síncrono de magnetización permanente; IPMSM = Motor Síncrono de Magnetización Permanente Interior (polos incorporados); SPMSM = Motor Síncrono de Magnetización Permanente Superficial (polos montados en el rotor)



Motores PM, ¿una alternativa a EC?

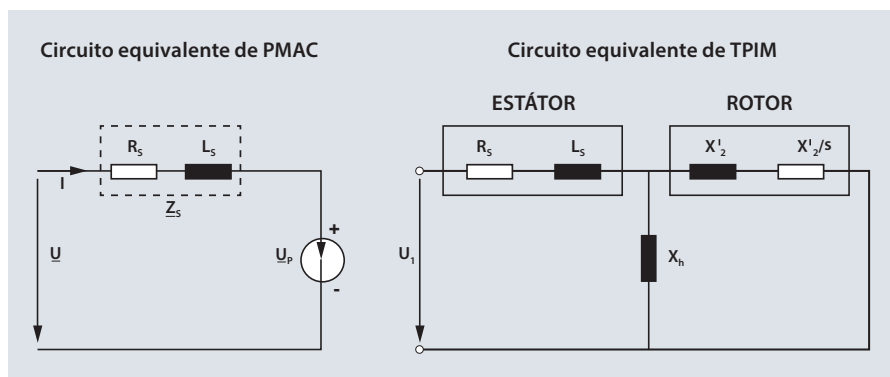
Como sucede con todas las tecnologías cada tipo de motor de magnetización permanente posee sus ventajas y desventajas. Los motores PM con conmutación sinusoidal son más fáciles de incorporar desde un punto de vista estructural pero poseen unos circuitos de control más complejos. Para los motores EC sucede lo contrario: producir una FCEM de onda cuadrada es más difícil pero la estructura de los circuitos de control es más simple.

Sin embargo, el rizado del par es peor con tecnología EC debido a la conmutación de onda cuadrada por sus mayores pérdidas de hierro. Además la intensidad es 1,22 veces mayor que con los motores PM debido a que se distribuye en dos fases en vez de en tres.

Rendimiento

Con magnetización permanente en el rotor es posible eliminar prácticamente las pérdidas de rotor en el motor. El resultado es un mayor rendimiento.

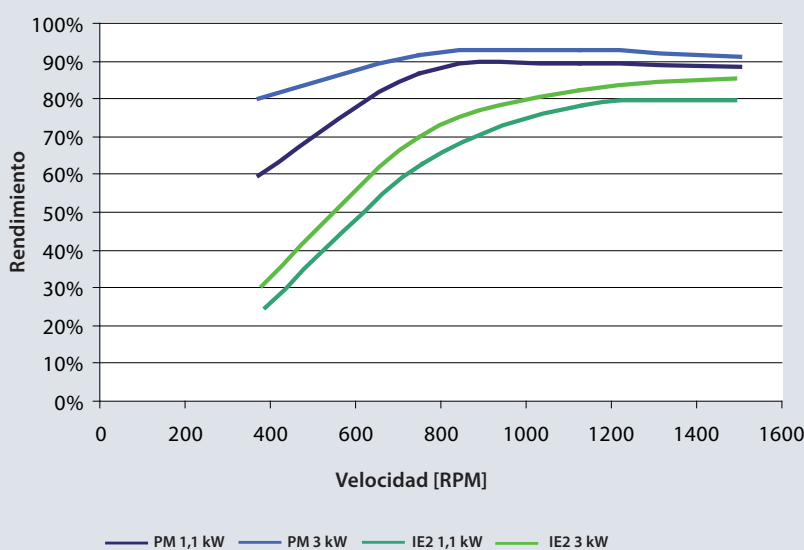
Las ventajas de rendimiento de los motores EC comparado con los motores de inducción monofásicos y de polos protegidos normalmente utilizados son particularmente significativas en el intervalo de potencia de unos pocos cientos de vatios. Esto también se debe al hecho de que los motores EC poseen un rendimiento extremadamente elevado. Los motores de inducción trifásicos se utilizan normalmente para una potencia nominal mayor superior a los 750 vatios. En comparación con estos motores la ventaja de rendimiento es significativamente menor y disminuye a medida que aumenta la potencia. Los sistemas de motor PM y EC (electrónica más motor) con configuraciones equiparables (alimentación de red, filtro de EMC, etc.) poseen niveles de rendimiento similares.



TPIM = Motores de inducción trifásicos

La comparación de los circuitos equivalentes simplificados muestra la ausencia de pérdidas de rotor con motores de PM / EC. Esto proporciona un mayor rendimiento comparado con los motores trifásicos.

Comparación entre PM / EC y IE2 (VT)



El diagrama muestra valores medidos por una universidad independiente. Los resultados incluyen las pérdidas de la electrónica de control requerida.

Motores PM con dimensiones IEC estándar

Actualmente se utilizan en muchas aplicaciones motores de inducción trifásicos con dimensiones de montaje normalizadas y tamaño de bastidor especificados en EN 50487 o IEC 72. Sin embargo, la mayor parte de los motores PM se han basado en diseños distintos. Los servomotores son el mejor ejemplo. Con un diseño compacto y rotores largos, se optimizan para procesos muy dinámicos.

Para poder aprovechar el alto rendimiento de motores de imanes permanente en los sistemas existentes, los motores PM están también disponibles hoy con protecciones para tamaños de bastidor IEC estándar. Esto permite sustituir modelos antiguos de motores de inducción trifásicos estándar (TPIM) en sistemas ya existentes por motores con un mayor rendimiento.

Actualmente existen dos tipos principales de motor PM con dimensiones IEC.

Opción 1:

Mismo tamaño del bastidor: el motor PM / EC y el TPIM tienen el mismo tamaño del bastidor.

Ejemplo:

Un TPIM de 3 kW puede ser sustituido por un motor EC / PM del mismo tamaño.

Opción 2:

Tamaño de bastidor optimizado: el motor PM / EC y el TPIM tienen la misma potencia nominal. Dado que los motores PMSM son normalmente más compactos que los TPIM con la misma potencia nominal se utiliza un tamaño de bastidor IEC menor que para los TPIM.

Ejemplo:

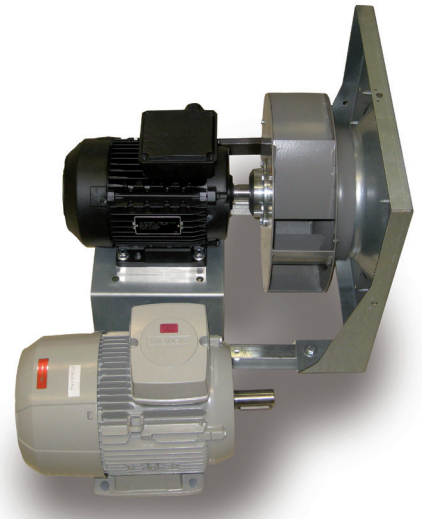
Un TPIM de 3 kW puede ser sustituido por un motor EC / PM con el mismo tamaño del bastidor que un motor TPIM de 1,5 kW.

EC+: nueva tecnología en un entorno familiar

El concepto EC+ de Danfoss está diseñado para satisfacer muchos de los requisitos de los usuarios. Permite utilizar los motores PM con los convertidores de frecuencia Danfoss estándar. Los usuarios pueden elegir el motor del fabricante que prefieran. Esto les permite obtener el rendimiento de motor de tecnología EC a un coste relativamente bajo al tiempo que se conserva la opción de optimizar todo el sistema según sea necesario.

La combinación de los mejores componentes individuales en el mismo sistema también ofrece muchas ventajas. Al utilizar componentes estándar los usuarios no dependen de un fabricante concreto y se asegura la disponibilidad de repuestos durante largo tiempo. No es necesaria ninguna adaptación de las dimensiones de conexión con posteriores conversiones o extensiones.

La puesta en servicio es similar a la puesta en servicio de un motor de inducción trifásico. Únicamente los parámetros del motor son ligeramente distintos. Como sucede con el uso de componentes estándar no es necesaria formación adicional para el personal de servicio o de puesta en servicio.



Comparación dimensional de un motor de inducción trifásico estándar (abajo) y motor PM optimizado (arriba)

LAFERT		Made in Italy	CE	CE
Type	HPS 112 3000 117	IEC 60034 3-Mot	N° SAMPLE	
S	5.5 kW	17.5 Nm	In = 11.7 Amp	Efficiency = 92.9 %
Rated Speed	= 3000 Rpm			
Ke	= Voltage constant 0.87 Vs			
Kt	= Torque constant 1.5 Nm/A			
BEMF at 3000 rpm	= 272 V			
In.CI.(ΔT)=F(B)	T.amb. 40°C S1			
	0310 L1			

Los parámetros del motor se introducen en el variador según los datos y especificaciones técnicas reflejados en la placa de datos del motor.

Ahorro de energía: ¿es vital para nuestro futuro o tan sólo es un argumento de marketing?

El ahorro de energía es uno de los argumentos que encuentran los usuarios con más frecuencia. Cada nuevo dispositivo, instalación o solución ahorra más energía y es más respetuosa con el medio ambiente que la anterior. Sin embargo, esto también demuestra que no hay una solución definitiva para un mayor ahorro de energía.

La energía es valiosa y somos conscientes de ello

Durante mucho tiempo la energía ha sido muy barata por lo que muchas empresas y consumidores no tenían un incentivo económico para ahorrar energía. La actitud respecto al uso de energía comenzó a cambiar únicamente después de que los precios de la energía aumentaran rápidamente, convirtiéndola en una mercancía cara.

Las válvulas de radiador termostáticas, que actualmente están en todos los edificios, son un buen ejemplo de esta tendencia. Cuando Danfoss las presentó por primera vez en los años 50 suscitaban muy poco interés. No fue hasta la crisis energética de principios de los años 70, con unos precios de la energía cada vez más altos, cuando la demanda aumentó fuertemente.

La demanda actual aumenta impulsada por los costes de la energía, un elevado nivel de concienciación medioambiental y por las medidas políticas. La introducción de niveles mínimos obligatorios de rendimiento, para los sistemas convertidores de frecuencia entre otros, pretende aumentar el rendimiento energético de los productos técnicos.

¿Existe alguna solución fácil?

Pueden lograrse ahorros considerables en muchas áreas de forma bastante simple; otros ahorros

requieren más esfuerzo y un conocimiento especializado. Un ejemplo son las lámparas de bajo consumo. El ahorro de energía se reduce normalmente sustituyendo las bombillas estándar por estas lámparas. Sin embargo, la variedad de lámparas y precios indica que no todos los productos son iguales. Las interferencias de la red, el espectro de color de las lámparas, los procesos permisibles de arranque y los problemas de eliminación debidos al mercurio son algunos de los "efectos secundarios" que únicamente aparecen en una fase posterior.

Las aplicaciones y los sistemas son importantes

Si se instala una lámpara de ahorro energético en una habitación que sólo requiere luz muy ocasionalmente (p. ej. un sótano) el ahorro económico es cuestionable. A pesar de que, en general, sea aconsejable aumentar el rendimiento de los componentes individuales hay que valorar el contexto.

Danfoss describe varios aspectos importantes del ahorro de energía con sistemas de convertidores de frecuencia en el folleto «Ahorro inteligente en sistemas automatizados». Esto es aplicable a una amplia gama de aplicaciones de tecnología de convertidores de frecuencia, incluyendo aplicaciones importantes en edificación.

Es difícil comparar el rendimiento de los equipos en funcionamiento ya que dependen de numerosos parámetros, tales como, carga, frecuencia, etc... pero podemos comparar las pérdidas caloríficas entre equipos de primer nivel.

Los variadores VLT® Danfoss ahorran entre 20 y un 80% de pérdidas caloríficas con respecto a los principales fabricantes del mercado, lo que redunda en la amortización económica de la inversión.



Todo lo que los usuarios deben saber sobre el control de velocidad de bombas y ventiladores. En el folleto «Ahorro inteligente en sistemas automatizados» encontrará estos y otros aspectos del ahorro de energía en sistemas de convertidores de frecuencia.

1,5 millones

de convertidores de frecuencia HVAC VLT® instalados en todo el mundo, y que suponen un ahorro superior al consumo anual de energía de 60 millones de hogares.

Todo sobre VLT®

Danfoss Drives es líder y referente mundial entre los fabricantes de Convertidores de Frecuencia – y todavía creciendo en cuota de mercado.

Protección del Medioambiente

Los productos VLT® se fabrican con máximo respeto hacia el medioambiente tanto físico como social.

Todas las actividades se planifican y realizan teniendo en cuenta al empleado, el ambiente de trabajo, y el ambiente externo. La producción se lleva a cabo sin ruidos, humo u otros agentes contaminantes y asegura la correcta eliminación de los productos.

UN Global Compact

Danfoss ha firmado el documento de las Naciones Unidas – UN Global Compact – de responsabilidad social y medioambiental y nuestras compañías actúan de modo responsable en las sociedades en cada país.

Directivas EU

Todas las fábricas están certificadas de acuerdo al estándar ISO14001 y cumplen las Directivas EU para la Seguridad General de Productos (GPSD) y la Directiva de Máquinas. Danfoss Drives está implementando en todas las series de productos la Directiva EU respecto a Sustancias Peligrosas en Equipos Eléctricos (RoHS) y está diseñando todos sus productos de acuerdo a la Directiva EU sobre Desechos de Equipos Eléctricos y Electrónicos (WEEE).

Impacto de Productos

Un año de producción de VLT® ahorrará la energía equivalente a una planta de energía por fusión. Mejores procesos de control al mismo tiempo mejoran la calidad de los productos y reducen el mal gasto y desecho de productos.

Dedicados a Drives

La dedicación ha sido la palabra clave desde que en 1968, Danfoss introdujo al mundo el primer Convertidor de Frecuencia en producción en serie para motores de CA – denominado VLT®.

Dos mil empleados desarrollan, fabrican, venden y dan servicio a Convertidores de Frecuencia y Arrancadores Suaves en más de 100 países, especializados únicamente en estos dos productos.

Inteligente e Innovador

Los diseñadores de Danfoss Drives han adoptado principios totalmente modulares tanto en el desarrollo como en el diseño, producción y configuración de los productos fabricados.

Los futuros modelos se desarrollan en paralelo con las más avanzadas plataformas tecnológicas. Esto permite que el desarrollo de todos los elementos se lleve a cabo en paralelo

y al mismo tiempo, reduciendo tiempos de introducción al mercado y asegurando que los clientes siempre disfruten de los beneficios de los últimos avances.

Confianza en los expertos

Tenemos la responsabilidad de cada elemento en nuestra producción. El hecho de que desarrollemos y fabriquemos nuestros propios equipos, hardware, software, módulos de potencia, tarjetas electrónicas, y accesorios, es una garantía de productos fiables.

Soporte Local – Globalmente

Los convertidores de frecuencia VLT® funcionan en aplicaciones a lo largo de todo el mundo, y los expertos de Danfoss Drives están disponibles en más de 100 países listos para dar soporte al cliente, con ayuda en aplicaciones y servicio, siempre que lo necesite. Los expertos de Danfoss Drives no paran hasta que los desafíos de los variadores de los clientes son resueltos.

