

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Armónicos – un problema costoso **fácil de solucionar**

<40%

De carga del transformador con convertidores Danfoss VLT, previene problemas con armónicos. Por encima será necesario filtrar.

www.danfoss.com/spain

VLT[®]
THE REAL DRIVE



Q ¿Qué son los armónicos?

A Una fuente de corriente alterna es teóricamente una onda sinusoidal pura de 50 Hz (EU) o 60 Hz (USA) de frecuencia fundamental y todo equipo eléctrico se diseña para un rendimiento óptimo sobre esta fuente.

Los armónicos son corrientes y tensiones que tienen componentes de frecuencia múltiplos enteros de la frecuencia fundamental – perturbando la onda sinusoidal pura.

Aparatos electrónicos como los usados en rectificadores, variadores de frecuencia de velocidad variable, SAIs, reguladores de luz, televisiones y contenedores de otros equipos consumen corriente de forma no-sinusoidal.

Esta corriente no sinusoidal interactúa con las fuentes de corriente y distorsiona la tensión en mayor o menor grado dependiendo de la fuerza o debilidad (nivel del fallo) del suministro. Generalmente cuanto mayor es el número de equipos electrónicos de conmutación instalados, mayor es el grado de distorsión armónica.

Q ¿Por qué son los armónicos un problema?

A Una excesiva distorsión armónica en la alimentación implica que la fuente no sólo transporta frecuencias de 50-60 Hz sino también componentes de mayor frecuencia.

Estas componentes no pueden utilizarse por los equipos eléctricos y los efectos adversos pueden ser graves e incluir:

- Limitaciones en el suministro y uso de la red
- Aumento de pérdidas
 - Aumento del calentamiento de transformador, motor y cables
 - Reducción de la vida útil del equipo
 - Costly unintended production stops
- Costosas paradas de producción no intencionadas
- Errores en los sistemas de control
- Par motor reducido y pulsante
- Ruido audible

Sencillamente, los armónicos reducen la fiabilidad, afectan a la calidad del producto e incrementan los costes operativos.

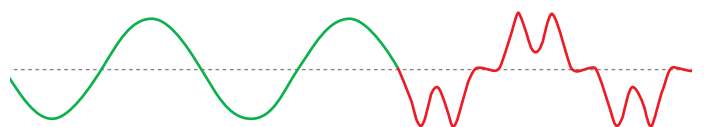


Gráfico de una onda sinusoidal pura perturbada

Q ¿Significa que todo variador conlleva problemas de armónicos?

A En absoluto. Todos los variadores Danfoss VLT® están equipados con bobinas de corriente continua * para reducir la interferencia armónica y, en la mayoría de los casos, es suficiente para evitar la perturbación de la curva de tensión.

En algunos casos puede requerirse la supresión adicional de armónicos debido a condiciones de la red o a la instalación de múltiples variadores. Por ese motivo Danfoss ofrece un amplio rango de soluciones de mitigación de armónicos tales como Variadores VLT® de 12 pulsos y varia-

dores con filtros armónicos activos o pasivos, de serie o externos.

Además Danfoss también ofrece soluciones activas y pasivas para la supresión de armónicos centrales en los que varias cargas pueden compensarse simultáneamente.

Determinar el grado de alteración de la tensión en su red es muy sencillo con el software gratuito de Cálculo de Armónicos Danfoss VLT® MCT 31.

Le ayudará a determinar si es necesario o no una supresión adicional de armónicos.



VLT® MCT 31 estima la distorsión armónica de corriente y tensión de su aplicación y determina si se necesita un filtro armónico. Además el software calcula el efecto de añadir equipos de mitigación y si su sistema cumple con varias normativas.

** Con excepción del VLT® Micro Drive FC 51, en el que está disponible una solución externa de mitigación de armónicos.*



Danfoss ofrece un estudio in-situ de armónicos y recomienda la solución de mitigación más adecuada.

Q ¿Cómo se elige la solución de armónicos óptima?

A Existen diferentes equipos para reducir la perturbación armónica y todos ellos tienen sus ventajas e inconvenientes.

Ninguna solución se adapta perfectamente a todas las aplicaciones y condiciones de la red.

Para conseguir la solución de mitigación óptima han de considerarse varios parámetros.

Los parámetros clave pueden dividirse en cuatro grupos:

- Condiciones de la red incluyendo otras cargas
- Aplicación
- Cumplimiento de la normativa
- Coste

Danfoss realizará, bajo pedido, un estudio completo de armónicos y recomendará la solución más apropiada y eficiente para su instalación.

El estudio considerará las cargas instaladas, las normativas regulatorias y la variedad de sus operaciones y aplicaciones.

Consideraciones esenciales

Dos Filtrados Activos VLT® compensan I de variadores en navíos con espacio condiciones adversas.



Más de 300 Filtrados de Armónicos Avanzados VLT® instalados en estaciones de bombeo descentralizadas. Aseguran las operaciones de bombeo 24 horas al día.



Dos Filtrados de Armónicos Avanzados VLT® para equipos HVAC instalados en un hospital aseguran un suministro estable para equipos vitales.



Las soluciones Danfoss se instalan, son puestas en servicio y ajustadas individualmente a su aplicación de una manera sencilla.

¿Cómo afectan las condiciones de red a la perturbación armónica?

El factor más importante al determinar la perturbación armónica es la impedancia del sistema.

La impedancia del sistema depende fundamentalmente del tamaño del transformador en relación con el consumo total de las cargas instaladas. Cuanto mayor es el transformador en relación con el consumo de potencia no sinusoidal, menor es la perturbación.

La red es un sistema interconectado de fuentes de alimentación y consumidores conectados por medio de transformadores. Todas las cargas que trazan una curva de corriente no sinusoidal contribuyen a la perturbación de la red, tanto en baja como alta tensión.

Al medir en una toma de corriente siempre estará presente cierto grado de perturbación. Esto se denomina pre-distorsión armónica.

Como no todos los consumidores trazan la misma curva de corriente trifásica, la carga en cada fase es distinta. Esto conlleva valores de tensión distintos en cada fase causando un desequilibrio de fases.

Las distintas soluciones de armónicos tienen diferente inmunidad frente a la pre-distorsión y el desequilibrio y debiéndose evaluar al determinar la solución de mitigación de armónicos más adecuada.

la aplicación para hélices disponible limitado en

Tres Variadores VLT® de armónicos bajos instalados en una depuradora aseguran el cumplimiento de la norma IEEES19.

Seis Variadores VLT® de 12 pulsos incluyendo el transformador instalados en una planta de manipulación de materiales.



¿Qué aspectos de la aplicación deben considerarse?

La distorsión armónica aumenta con la cantidad de potencia consumida por las cargas no lineales y así tanto el número de variadores instalados como sus potencias individuales y perfiles de carga deben ser tenidos en cuenta.

La distorsión de un variador se define por la por la distorsión total de corriente armónica (THDi – total harmonic current distortion) que es la relación entre el sumatorio de los componentes armónicos y la frecuencia fundamental.

La carga de cada variador es importante ya que el THDi aumenta a carga parcial, de modo que sobredimensionar los variadores aumenta la perturbación armónica en la red.

Además las limitaciones ambientales y físicas también deben tenerse en cuenta ya que las distintas soluciones tienen características que las hacen más o menos adecuadas a unas condiciones específicas.

Lo que se debe considerar es, por ejemplo, el espacio disponible, la refrigeración por aire (contaminado o no), las vibraciones, la temperatura ambiente, la altitud, la humedad, etc.

¿Se cumple la normativa a nivel global?

Para asegurar una cierta calidad de la red la mayoría de las distribuidoras solicitan que los consumidores cumplan con la normativa y las recomendaciones.

Existen distintas normativas de aplicación en las diferentes zonas geográficas e industrias pero todas tienen un único objetivo básico, limitar la distorsión de la tensión de red.

La normativa depende de las condiciones de la red y es imposible garantizar el cumplimiento de la misma sin conocer las especificaciones de la red.

La normativa no obliga a adoptar una solución de mitigación específica por lo que la comprensión de la misma y sus recomendaciones es importante para evitar costes innecesarios en equipamiento de mitigación.

¿Qué costes deben considerarse al diseñar la mitigación de armónicos?

Por último, la inversión inicial y los costes de explotación deben ser evaluados para asegurar la elección de la solución más eficiente en coste.

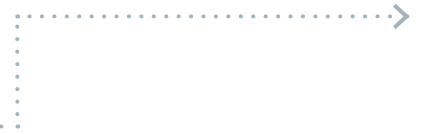
La inversión inicial de las distintas soluciones de mitigación de armónicos en comparación con la de los variadores varía con la potencia. La solución de mitigación más eficiente en coste para un rango de potencia no es necesariamente la mejor en toda la gama de potencia.

Los costes de explotación se calculan mediante la eficiencia de las soluciones dentro de los perfiles de carga y los costes de mantenimiento/servicio durante su vida útil.

Comparados con las soluciones activas, las pasivas a menudo no requieren de un mantenimiento tan regular. Por otro lado, las soluciones activas tienden a mantener el factor de potencia real cerca de la unidad a lo largo de todo el rango de carga, obteniéndose una mejor utilización de la energía en carga parcial.

Los planes de desarrollo futuro de la planta o el sistema también han de tenerse en cuenta ya que aunque una solución será óptima para un sistema estático, otra será más flexible si el sistema necesita ampliarse.

La ruta hacia ...



Condiciones de red

Condiciones de red

Antes de considerar el equipo de mitigación debe conocerse la impedancia del sistema.

Ninguna red es ideal debido a la pre-distorsión y el desequilibrio está siempre presente y, por lo tanto, necesita tenerse en cuenta al elegir el equipo.

Aplicación

Aplicación

Un escollo común es sobredimensionar los componentes entre carga y red. La consecuencia es un pobre rendimiento armónico, una baja eficiencia del sistema y unos altos costes de inversión.

Cumplimiento de la normativa

Cumplimiento de la normativa

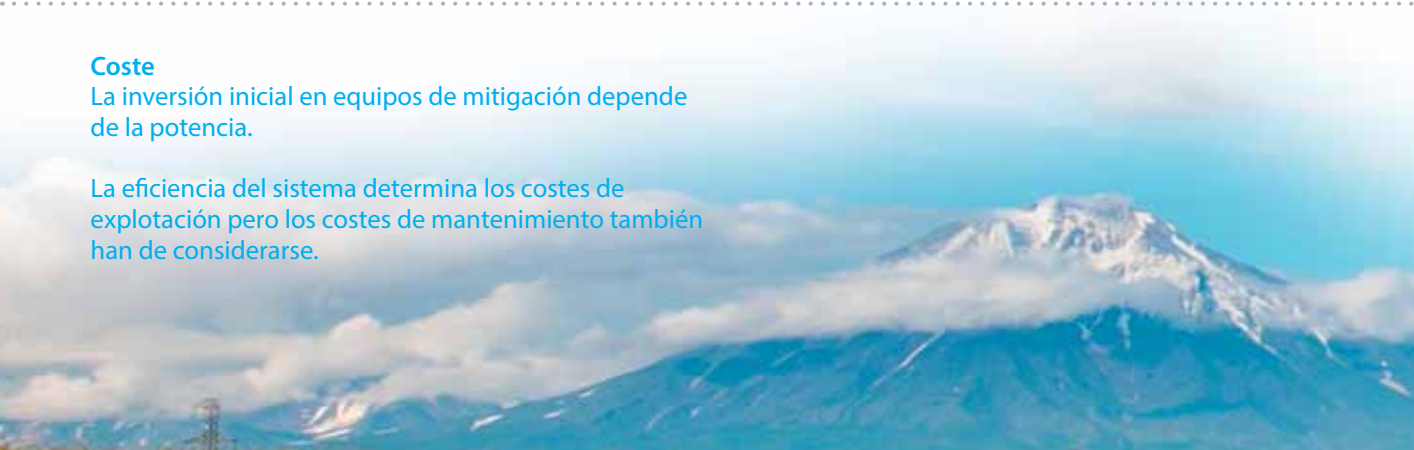
Una distorsión de la tensión total (THDv – total voltage distortion) del 5-8% de diseño de ingeniería hará cumplir, en la mayoría de los casos, con la normativa local y las recomendaciones. Asegura que las paradas no intencionadas o roturas de componentes no son causadas por la perturbación armónica.

Coste

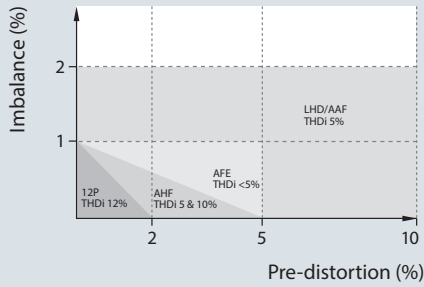
Coste

La inversión inicial en equipos de mitigación depende de la potencia.

La eficiencia del sistema determina los costes de explotación pero los costes de mantenimiento también han de considerarse.

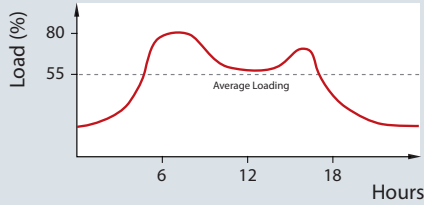
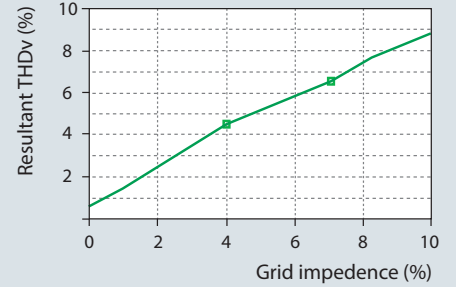


Mitigación efectiva en costes



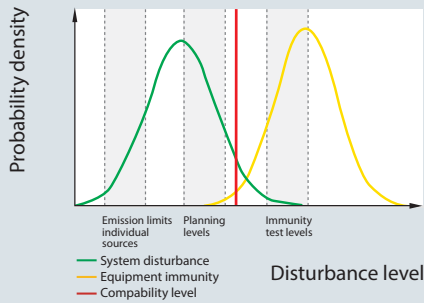
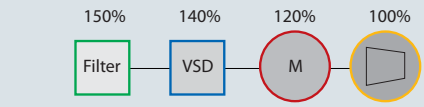
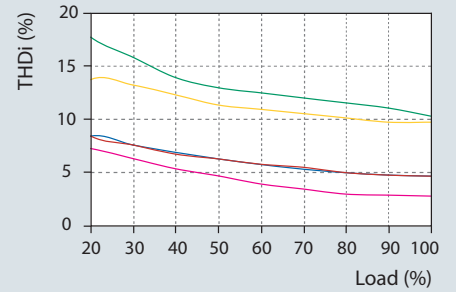
Desequilibrio y pre-distorsión

El rendimiento de mitigación de armónicos de las diferentes soluciones depende de la calidad de la red. Cuanto mayor son el desequilibrio y la pre-distorsión, mayor es el armónico que el equipo debe suprimir. El gráfico muestra a qué nivel de pre-distorsión y desequilibrio cada tecnología puede mantener su rendimiento THDi garantizado.



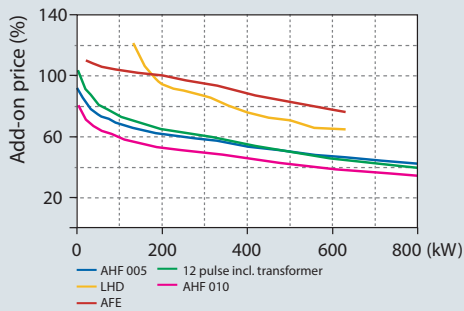
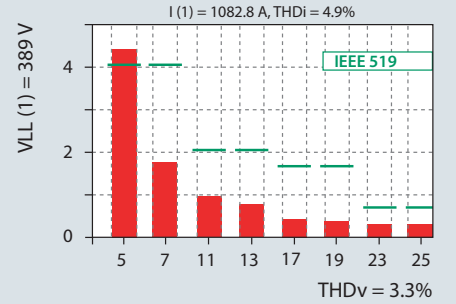
Sobredimensionamiento

Los datos de filtros publicados están medidos al 100% de carga pero los filtros rara vez funcionan a plena carga debido al sobredimensionamiento y el perfil de carga. Equipos de mitigación en serie siempre deben dimensionarse para la corriente máxima, pero siendo conscientes de la duración de la operación de carga parcial y evaluando de acuerdo con ello los distintos tipos de filtros. El sobredimensionamiento proporciona un pobre rendimiento de mitigación y unos altos costes de explotación, a la vez que es un despilfarro económico.



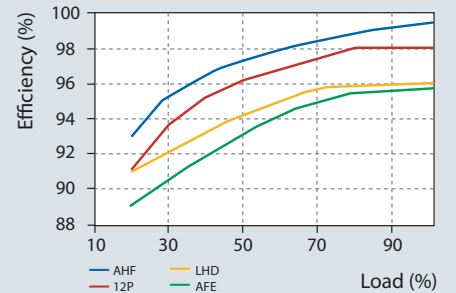
Cumplimiento de la normativa

Mantener la inmunidad del equipamiento más elevada que la distorsión del sistema asegura operaciones sin problemas. La mayoría de las normativas establecen restricciones sobre la distorsión de la tensión total de acuerdo a un nivel establecido generalmente entre el 5 y el 8%. La inmunidad del equipamiento es, en la mayoría de los casos, mucho más alta: para variadores está entre el 15 y el 20%. Sin embargo esto tiene influencias adversas en la vida útil del equipo.



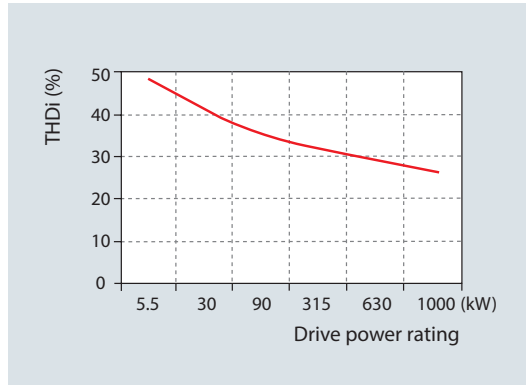
Potencia e inversión inicial

Comparadas con el convertidor de frecuencia, las distintas soluciones de mitigación tienen incrementos de precios diferentes dependiendo de la potencia. Las soluciones pasivas en general ofrecen los menores costes de inversión y a medida que se incrementa la complejidad de las soluciones, también lo hace el precio.



Impedancia del sistema

Como ejemplo, un variador FC 102 de 400 kW con un transformador de 1000 kVA y un 5% de impedancia proporciona aproximadamente un 5% THDv (total harmonic voltage distortion) en condiciones de red ideales, mientras el mismo variador con un transformador de 1000 kVA y 8% de impedancia ofrece un THDv un 50% superior, concretamente un 7,5%.

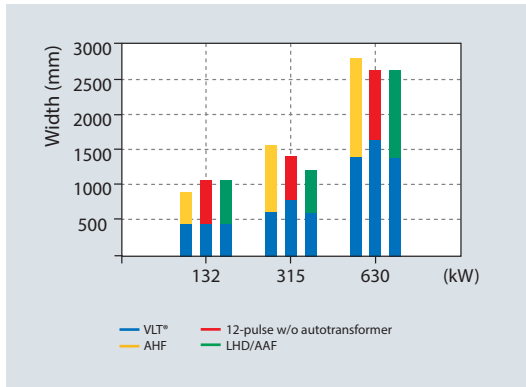


Distorsión armónica total

Cada variador genera su propia distorsión armónica de corriente (THDi) que depende de las condiciones de red. Cuanto mayor es el variador con respecto al transformador, menor es el THDi.

Rendimiento armónico

Cada tecnología de mitigación de armónicos tiene sus propia THDi característica que depende de la carga. Estas características se establecen para condiciones ideales de red sin pre-distorsión y fases equilibradas (balanceadas). Las variaciones del mismo proporcionarán mayores valores de THDi.



Espacio disponible

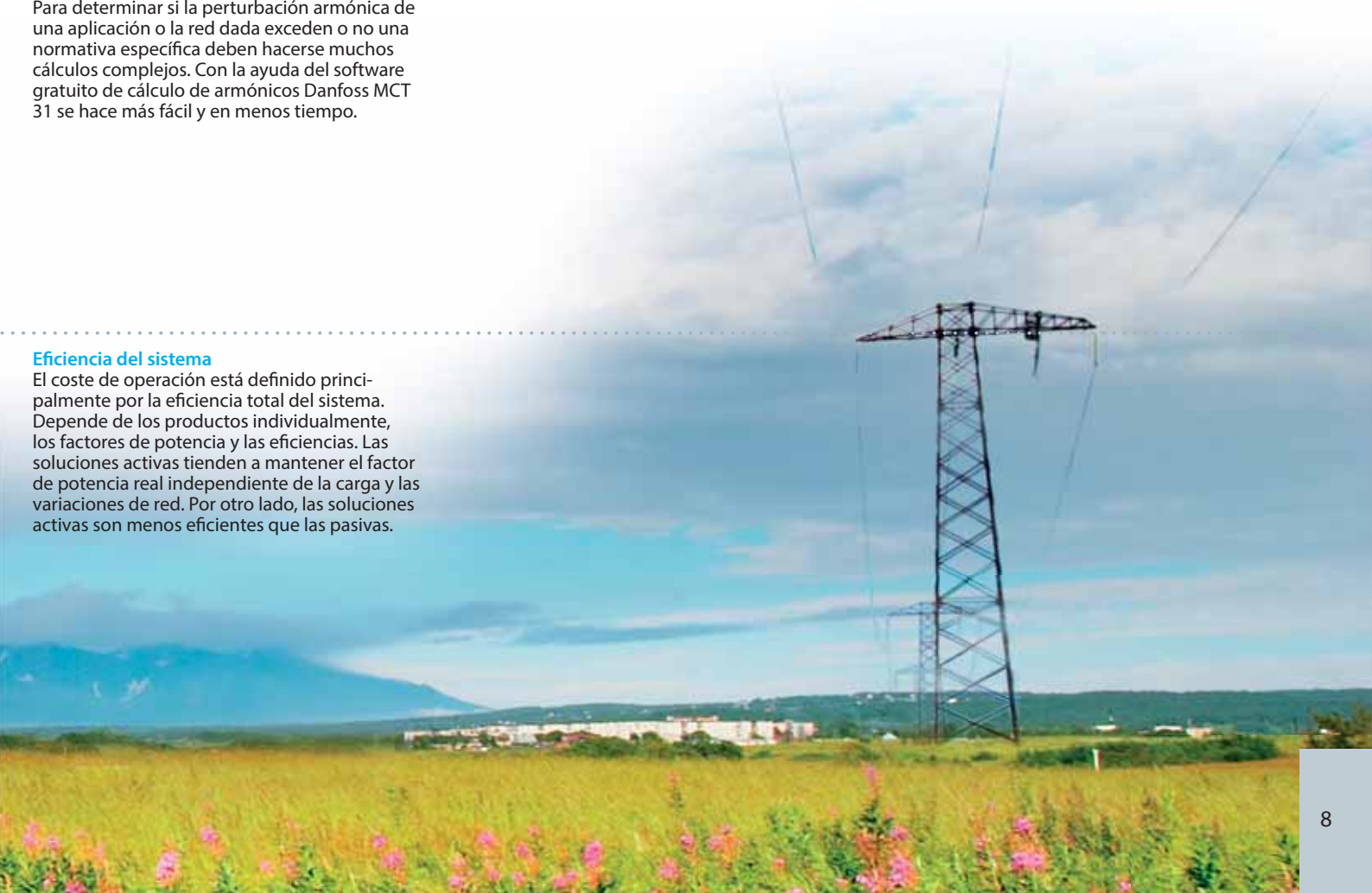
En muchas aplicaciones el espacio disponible es limitado y debe optimizarse al máximo disponible. Basadas en diferentes tecnologías, las distintas soluciones armónicas tienen una relación óptima entre dimensiones y potencia.

Cumplimiento de la normativa

Para determinar si la perturbación armónica de una aplicación o la red dada exceden o no una normativa específica deben hacerse muchos cálculos complejos. Con la ayuda del software gratuito de cálculo de armónicos Danfoss MCT 31 se hace más fácil y en menos tiempo.

Eficiencia del sistema

El coste de operación está definido principalmente por la eficiencia total del sistema. Depende de los productos individualmente, los factores de potencia y las eficiencias. Las soluciones activas tienden a mantener el factor de potencia real independiente de la carga y las variaciones de red. Por otro lado, las soluciones activas son menos eficientes que las pasivas.



... la mejor elección



La aplicación

Para garantizar la multitud de actividades al aire libre durante la temporada de invierno, varios cañones de nieve aseguran la disponibilidad de nieve cerca de las pistas en Östersund (Suecia).

Los cañones de nieve pueden conectarse rápidamente a una red de tuberías en la que el agua se suministra desde una única gran bomba instalada en una caseta móvil cercana.

Como parte del proyecto de renovación, el cliente solicitó que se instalara una nueva bomba de 200 kW. La bomba debía mantener un caudal y presión constantes a lo largo de todo el sistema de tuberías independientemente del número de cañones de nieve conectados.

Debido a las largas distancias desde el suministro de energía, las autoridades locales impusieron una distorsión máxima de corriente total del 5%.

La solución

Se instaló un variador VLT® AQUA de bajos armónicos para suministrar el caudal y la presión solicitados. Las variaciones de carga del 20 – 100% y la distorsión de red existente del 2,4% fueron factores importantes cuando se evaluó la aplicación. El variador se suministró con placas barnizadas y montado en un bastidor IP54 para resistir la alta humedad en el recinto galvanizado sin aislar de la bomba. Aunque el suministro de las fuentes era débil, el variador alcanzó con facilidad los requerimientos de un THDi <5%.



La aplicación

En un mundo en el que el objetivo de la reducción de las emisiones de CO2 aumenta, la búsqueda de alternativas a los combustibles fósiles crece incesantemente. El bio-refinado de cereales significa que el grano, como el del trigo, se rompe en azúcares y proteínas y las primeras fermentadas en bio-combustible. Los sólidos proteínicos y las restantes partes del grano se convierten en pienso animal de alto contenido proteico sin residuos. Para construir una de las bio-refinerías más grandes de Europa el cliente solicitó una potencia instalada de variadores VLT® de más de 7 MW desde potencias de 2,2 hasta los 350 kW.

Con su propio transformador de 33000/400 V la bio-refinería tuvo que establecer un cumplimiento de la normativa de armónicos para asegurar una alta fiabilidad e intervalos de servicio lo más largos posibles como había sido solicitado por el cliente.

Para conseguirlo, los armónicos tuvieron que mantenerse por debajo del 8% de la Distorsión total demandada (TDD – total demanded distortion) en el transformador de suministro.

La solución

En total se instalaron 48 variadores VLT® para controlar las bombas y los ventiladores en toda la bio-refinería.

Basándose en las potencias de los variadores VLT® y las demandas de robustez/fiabilidad, la mayoría de los variadores se diseñaron e instalaron con Filtros Armónicos Avanzados montados lado a lado en los cuadros IP 54 y la especificación del 8% del TDD se alcanzó con facilidad.

Todo sobre VLT®

Danfoss Drives es el líder mundial entre los fabricantes de Convertidores de Frecuencia – y aún 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 disposición 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 gusto 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.

