

ABB

3|10

La revista técnica
corporativa
del Grupo ABB

revista

Accionamientos y amortización medioambiental 6

El edificio verde de ABB 10

Las turbinas eólicas afrontan desafíos en alta mar 23

Una plataforma común para la automatización 49

Energía y recursos



Power and productivity
for a better world™





La humanidad se está volviendo cada vez más innovadora a la hora de encontrar formas de reducir el impacto medioambiental de sus actividades. Las turbinas eólicas de la portada de este número de la *Revista ABB* son las señales visibles y representativas de dicha innovación. Sin embargo, las soluciones ecológicas no sólo tienen que ver con las energías alternativas. También se trata de usar los recursos disponibles, ya sean energéticos o de otro tipo, de la forma más eficiente. El interior de la portada muestra el laboratorio de pruebas de tensión ultra alta de ABB. Los investigadores de ABB están mejorando continuamente los componentes y los sistemas para reducir los residuos.

Accionamientos y energía

Un mundo más verde

- 6 **Reducción de las emisiones de dióxido de carbono**
Análisis de la amortización medioambiental con los accionamientos de ABB
- 10 **Diseñado para la eficiencia**
El nuevo centro de fabricación y logística de ABB en Sudáfrica se ha diseñado para respetar el medioambiente de principio a fin
- 14 **Una jugada redonda**
La tecnología de control directo del par (DTC) se aplica en la pantalla de vídeo y la cubierta más grandes del mundo
- 19 **Llegar a buen puerto**
La propulsión eléctrica consigue reducir el consumo de combustible en buques de remolque, suministro y manejo de anclas
- 23 **De cara al viento**
ABB y el parque eólico Alpha Ventus

Componentes y tecnologías

- 27 **La desmitificación de los semiconductores**
Parte 1: Los chips en el corazón de la cambiante red eléctrica
- 33 **Alcanzar nuevos niveles**
El nuevo centro de pruebas de tensión ultra alta (UHV) de ABB es el centro de pruebas de alta tensión en CC más avanzado del mundo
- 36 **Arc Guard System™**
Un sistema de protección que salva vidas y negocios
- 40 **Interruptores seccionadores (DCB)**
Las subestaciones aisladas en aire con DCB ofrecen la máxima disponibilidad en el mínimo espacio

Opiniones del lector

- 47 **Cuestionario**
Contamos con su colaboración para hacer una *Revista ABB* aún mejor

Soluciones de automatización

- 49 **Sistemas colaborativos de automatización de procesos**
El System 800xA de ABB, un modelo ejemplar

Energía y recursos



Peter Terwiesch
Director General de Tecnología
ABB Ltd.

Estimado lector:

Los lectores habituales habrán observado que la *Revista ABB* presenta una nueva imagen desde el número 1 de este año. Más allá del aspecto, buscamos constantemente adaptar los contenidos a sus necesidades y expectativas, por lo que nos gustaría conocer sus opiniones mediante una breve encuesta (de tan sólo 10 preguntas), que encontrará en www.abb.com/abbreview. Así pues, le rogamos que participe, ya que su opinión es importante para nosotros y tendrá la oportunidad de ganar uno de los varios detalles que ofrecemos.

El presente número de la revista está dedicado a la energía y los recursos. No sólo está la población mundial en continuo crecimiento, sino también el nivel de vida global. Especialmente en los países en desarrollo, cada vez más personas avanzan hacia una mayor prosperidad y con ello, hacia un estilo de vida que requiere más energía y recursos. Aunque hay que agradecer estas mejoras, también aumentan las presiones relacionadas con la disponibilidad limitada de numerosos recursos. Muchos de ellos, desde el agua a la energía y los minerales básicos, están escaseando. Básicamente, se puede hacer frente a esta escasez explotando nuevas fuentes o mediante la eficiencia, es decir, logrando más con menos. El proceso de transformación de las materias primas en los productos y servicios terminados implica numerosos pasos individuales, los cuales suelen conllevar todos ellos costes, residuos y pérdidas. Aumentar la eficiencia y reducir los residuos en cada uno de los pasos (aunque sólo sea una cantidad relativamente pequeña) supone un ahorro importante. Además, permite a las empresas e individuos ser más competitivos y reducir su huella medioambiental, además de reutilizar los recursos para que sirvan a más personas sin necesidad de que tenga que empeorar su estilo de vida.

Un aspecto importante de la optimización de cualquier proceso es mejorar su control, de forma que se minimicen los residuos y se maximice el rendimiento global. En este número abordaremos el potencial del sistema de automatización industrial System 800xA de ABB. Otra tecnología complementaria que puede albergar un enorme potencial, tanto en términos energéticos como de mayor control,

son los accionamientos de velocidad variable. En artículos anteriores de esta revista se ha hablado de su corto período de amortización. Este número analiza su rentabilidad medioambiental en términos amplios y muestra que es igualmente impresionante.

En cuanto a los accionamientos, también analizamos algunas aplicaciones más inusuales, como mover los imponentes paneles de la cubierta de un gran estadio deportivo y proporcionar así una forma energéticamente eficiente y flexible de adaptar la estructura a distintos fines y condiciones meteorológicas. Ayudar a los clientes a mejorar las operaciones para reducir su impacto medioambiental es sólo una parte de la ecuación. Como empresa de fabricación, ABB es en sí misma una gran consumidora de materias y energía. Las nuevas instalaciones de la empresa en Longmeadow, Sudáfrica, integran numerosas medidas de gran complejidad para ahorrar recursos y utilizan algunos de los productos de la empresa para ello. Y no se trata de un proyecto aislado: ABB se ha marcado el objetivo de reducir su consumo energético en un 2,5% por empleado al año.

En relación con el desarrollo de fuentes alternativas, las tecnologías de ABB suelen ponerse al servicio de la generación de energía de fuentes renovables. En este número veremos el papel de ABB como proveedor de equipamiento para el parque eólico Alpha Ventus, como los generadores y los convertidores de las mayores turbinas eólicas instaladas hasta el momento en el mundo.

Confío en que este número de la *Revista ABB* ofrezca una visión renovada de las soluciones que ayudan a reducir nuestro impacto medioambiental.

Que disfrute de la lectura.

Peter Terwiesch
Director General de Tecnología
ABB Ltd.





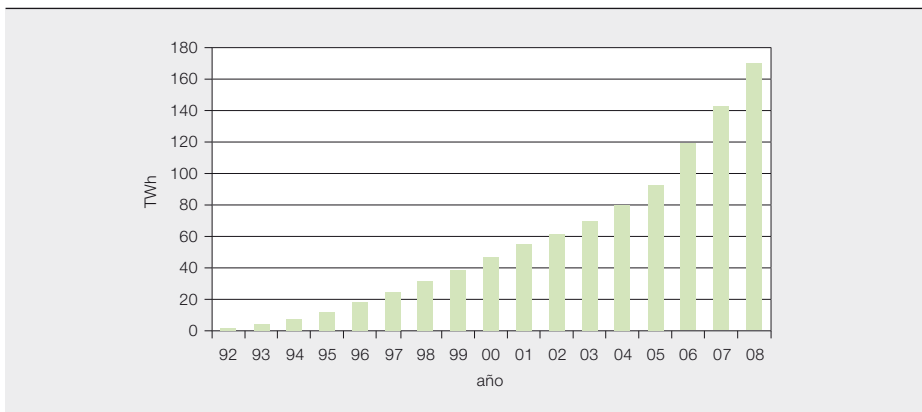
Reducción de las emisiones de dióxido de carbono

Análisis de la amortización medioambiental con los accionamientos de ABB

JUKKA TOLVANEN, TIMO MIETTINEN – Las declaraciones ambientales de productos (DAP) intentan describir las consecuencias para el entorno de la fabricación de un determinado componente. El problema de este enfoque es que no tiene en cuenta las ventajas aportadas por la futura utilización del equipo. Por ello, ABB está desarrollando una nueva forma de evaluar el impacto medioambiental de un equipo a lo largo de su vida operativa y más allá, considerando los costes de producción, su utilización y su potencial de reciclaje que proporciona un valor de recuperación del

capital natural (RCN). Al calcular la RCN, un cliente puede evaluar el plazo de amortización del equipo. Por ejemplo, la evaluación de los accionamientos de velocidad variable (VSD) proporcionaría un indicador del tiempo durante el que tendrían que funcionar antes de que se compensara la huella de carbono generada durante la fabricación. Las DAP actuales no tienen en cuenta el ahorro energético conseguido a lo largo de la vida útil de los equipos. El uso de VSD en las industrias que utilizan bombas y ventiladores daría lugar a ahorros sustanciales.

1 La base instalada de accionamientos de baja tensión de ABB ha permitido ahorrar unos 170 TWh en 2008



El ahorro de energía en 2008 equivale al consumo de más de 42 millones de hogares de la UE-27 por año.

Se estima que los motores eléctricos representan el 65% del consumo industrial de energía; sin embargo, alrededor de un 20% de esta energía se pierde con los métodos despilfarradores utilizados para regular su velocidad. En la mayor parte de los casos, la velocidad de los motores se controla mediante algún tipo de mecanismo de estrangulamiento. El motor funciona a la velocidad máxima, pero se ajustan las válvulas de un sistema de bombas o álabes de una aplicación de ventiladores para variar su velocidad efectiva de funcionamiento. De la misma manera, se pueden utilizar engranajes y correas para regular la velocidad de las máquinas rotativas, pero como el motor que las acciona sigue funcionando a toda velocidad, dichos mecanismos son intrínsecamente ineficientes y despilfarradores

Las mejoras en la eficiencia operativa de los accionamientos industriales tienen el potencial de lograr ahorros considerables y ayudan a reducir las emisiones de CO₂. Hay dos formas principales de reducir el consumo de los motores eléctricos:

- estableciendo un control eficiente de la velocidad a la que funcionan
- aumentando la eficiencia de los propios motores

En las aplicaciones de bombas y ventiladores, el empleo de accionamientos de velocidad variable puede reducir la factura eléctrica hasta en un 60%. Una bomba o un ventilador que funcione a medio régimen consume sólo una cuarta parte de la energía necesaria para trabajar a velocidad máxima. La velocidad de un motor se puede ajustar cambiando la tensión y la frecuencia de alimentación. La electricidad de corriente alterna se suministra con una tensión y una frecuencia fijas, lo que significa que un motor de CA funcionará continuamente a un régimen fijo. Modificando la tensión y la frecuencia, se puede regular la velocidad de un motor de corriente alterna. Un cambio de frecuencia ocasiona una variación correspondiente de la velocidad (y del par) del motor. Esto significa que la velocidad del motor, y por tanto la velocidad del equipo accionado, puede fijarse en función de parámetros externos de producción, como el caudal o la temperatura, cambiando la tensión y la frecuencia de la alimentación. Los accionamientos de velocidad variable (VSD) proporcionan un sistema de variación y regulación de la tensión y la frecuencia de la corriente suministrada al motor.

Amortización medioambiental

Muchos motores trabajan por debajo de su capacidad total, aunque giren a velocidad máxima. Los VSD están diseñados para modificar la velocidad del motor de modo que consuma la menor cantidad de energía durante su funcionamiento. Esta reducción del consumo de energía se puede cuantificar en días de amortización medioambiental. Éste es el tiempo que tarda el VSD en compensar las emisiones de CO₂ (dióxido de carbono) producidas durante su fabricación. Con los accionamientos

Una evaluación de la RCN de un VSD proporcionaría un indicador del tiempo durante el que tendría que funcionar antes de que se compensara la huella de carbono generada durante su fabricación.

2 Datos de la declaración ambiental del producto (DAP) para el accionamiento industrial de ABB, ACS800, de 250 kW - emisiones

Efecto medioambiental	Unidad equivalente	Fase de fabricación	Fase de utilización
Potencial de calentamiento global (PCG)	kg CO ₂ / kW	3,65	1,570
Potencial de acidificación (PA)	kmol H ⁺ / kW	0,00	0,27
Eutrofización	kg O ₂ / kW	0,05	18,20
Potencial de agotamiento del ozono (PAO)	kg CFC-11 / kW	0,00	0,00
Oxidantes fotoquímicos (PCOF)	kg etileno / kW	0,00	0,27

mayores, el menor consumo de energía del motor puede compensar la energía necesaria para fabricar el VSD en menos de un día de funcionamiento. Esto significa que los siguientes días de funcionamiento reducirán de forma efectiva las emisiones de CO₂ que se habrían producido si se utilizaran los métodos clásicos para regular la velocidad del motor.

Regulación de motores pequeños

Aunque el rendimiento de los motores ha mejorado por término medio un 3% durante la pasada década, aún se podría conseguir un ahorro más importante, ya que una reducción pequeña de la velocidad puede tener una repercusión notable en el consumo de energía.

Se ha calculado que los accionamientos de corriente alterna suministrados por ABB

A pesar de las ventajas obvias del ahorro de energía, el 97% de todos los motores de aplicaciones de menos de 2,2 kW no disponen de ningún tipo de control de la velocidad. Esto corresponde a unos 37 millones de motores industriales vendidos al año en todo el mundo, y los VSD pequeños se han hecho menos costosos año tras año, de forma que el plazo de amortización de la financiación de un VSD está entre seis meses y dos años, dependiendo de la aplicación (dos años para muchas aplicaciones de bombas y ventiladores).

Fabricación frente a uso

El término declaración ambiental de producto (DAP) se utiliza frecuentemente para describir el impacto de la fabricación en el medio ambiente. El problema de este método es que se centra únicamente en la fase de fabricación y no tiene en cuenta el impacto medioambiental del futuro uso del equipo → 2.

El retorno ambiental, por otra parte, se calcula como el tiempo necesario que se debe utilizar un producto para que compense la carga medioambiental puntual causada por su fabricación.

A veces esto se denomina recuperación del capital natural (RCN).

Datos de emisiones procedentes de la DAP muestran que la huella de carbono de fabricación de un accionamiento ACS800 de 250 kW es de 3,65 kg de CO₂/kW, equivalente a un total de 912,5 kg de CO₂ por cada accionamiento ACS800 de 250 kW.

Estudios realizados en la Universidad Tecnológica de Tampere indican que la información de amortización medioambiental para el mismo accionamiento, en términos de potencial de calentamiento global (PCG), es de 0,5 días. Dicho de otro modo: basta con que el motor funcione durante escasamente media jornada para compensar las emisiones de dióxido de carbono realizadas durante su fabricación. A partir de ahí la huella se vuelve "negativa", ya que el sistema de accionamiento reducirá las emisiones del motor que controla a lo largo de toda su vida operativa → 3.

La fabricación de un VSD ligero produce obviamente menos emisiones de CO₂ que la de un VSD industrial. Sin embargo, el tiempo de amortización medioambiental de los accionamientos más grandes es menor. Esto se debe a que los accionamientos mayores ahorran cantidades considerables de energía y, por lo tanto, tienen un mayor impacto en la reducción de emisiones de CO₂. En una aplicación típica de bombas o ventiladores, un VSD ahorra el 50% del consumo de energía del motor.

Consumo de energía

Los cinco factores principales que afectan al periodo de amortización medioambiental de un VSD son:

- el consumo de energía del motor
- la fabricación de placas de circuitos
- el montaje final
- la carcasa
- los condensadores

El factor que más influye en el tiempo de amortización medioambiental de un VSD es la energía consumida durante su funcionamiento. Esto se puede mejorar, no sólo optimizando el control y el rendimiento de los VSD, sino optimizando también el ren-

Las mejoras en la eficiencia operativa de los accionamientos industriales tienen el potencial de lograr ahorros considerables y ayudan a reducir las emisiones de CO₂.

en los últimos diez años para el control de velocidad de bombas y ventiladores han reducido el consumo de electricidad en unos 170 TWh por año → 1. Esto equivale al consumo medio anual de electricidad de más de 42 millones de hogares europeos. Esto corresponde a una reducción media de las emisiones de CO₂ de más de 140 millones de toneladas al año.

3 Retorno ecológico (en días) de tres tipos de accionamientos de ABB

Producto	Potencia kW	PCG	
ACS140	0,75	6	
ACS350	7,5	1,1	
ACS800	250	0,5	
Producto	PA	PE	PCOF
ACS140	6,0	8,0	15,0
ACS350	0,9	1,2	1,3
ACS800	0,4	0,9	1,0

Hipótesis: el accionamiento proporciona un ahorro energético del 50% en una aplicación típica de bomba o ventilador empleando una combinación media de fuentes de electricidad de la UE-25.

dimiento de todos los equipos del sistema: motor, bombas, ventiladores o mecanismo de extrusión. Se pueden realizar más ahorros mejorando el diseño y optimizando la utilización del accionamiento.

Bajas emisiones durante la fabricación

Durante la fabricación del VSD, el factor más importante que influye en el tiempo de amortización medioambiental es la fabricación de los componentes electrónicos. Más del 50% de las emisiones de CO₂ se

En las aplicaciones de bombas y ventiladores, el empleo de accionamientos de velocidad variable puede reducir la factura eléctrica hasta en un 60%.

generan durante su fabricación. Aquí, la fabricación de placas de circuito crea la mayor carga medioambiental. El transporte suele ser menos importante, siempre que no se haga por vía aérea.

El propio proceso de fabricación se puede optimizar para reducir las emisiones utilizando componentes modulares intercambiables fáciles de montar para así optimizar el proceso de montaje gracias al aumento del rendimiento de la fabricación y la reducción del inventario, especialmente cuando se emplea un mismo componente

4 Se puede utilizar una tabla MET (materiales, energía, toxicidad) para evaluar los distintos componentes de la carga medioambiental de un producto

Fase	Materiales	Energía	Toxicidad
- Fabricación	- Peso (kg) – principales aportaciones de materiales - Materiales recuperados - Plásticos (kg) - Metales valiosos (kg) - Placas de circuitos impresos y electrónica (kg, mm ² , capas) - Utilización de agua en procesos (l) - Productos químicos (kg) - Volumen (m ³)	- Consumo de energía de los procesos de fabricación (kWh) (I+D, equipos y planta de fabricación asignados a un producto)	- Productos químicos utilizados en la fabricación (cantidades, toxicidad, ...) - Emisiones de los procesos de fabricación - Materiales de interés (para separar al final de su vida útil)

para fabricar distintos modelos. Un montaje fácil también puede ayudar al proceso de desmontaje, lo que significa que las piezas se pueden clasificar fácilmente para su posible reutilización. Estas consideraciones explican que sea más importante la elección de las materias primas para la fabricación.

El uso de productos y sistemas ecoeficientes contribuye a reducir la carga medioambiental. La consideración de la eficiencia del reciclado de los VSD al final de su vida útil ayuda a reducir su repercusión sobre el entorno reutilizando los materiales o extrayendo su contenido energético. Por ejemplo, las piezas de aluminio pueden volverse a fundir, lo que evita el costoso impacto medioambiental de la extracción de aluminio a partir del mineral.

Para evaluar la carga medioambiental de un producto se pueden reunir los factores de las distintas fases de producción en la denominada tabla MET (MET = materiales, energía y toxicidad). Aquí presentamos la fila correspondiente a la fabricación → 4. La tabla incluye normalmente filas para materias primas y producción de materias primas y componentes, su uso y su utilidad al final de la vida del producto.

El enfoque holístico

Los fabricantes han tratado de describir la cuota medioambiental de un determinado componente durante su proceso de fabricación mediante una declaración ambiental del producto (DAP). El problema de este enfoque es que no presta atención a la utilización futura del equipo. En lugar de la DAP, ABB ha desarrollado una nueva forma de predecir los costes medioambientales a lo largo de la vida. Con estos cálculos de amortización medioambiental se demues-

A pesar de las ventajas obvias del ahorro de energía, el 97% de todos los motores de aplicaciones de menos de 2,2 kW no disponen de ningún tipo de control de la velocidad.

tra que la carga medioambiental de fabricación de los VSD se amortiza en un plazo de días, dependiendo del tamaño y la utilización del VSD.

Jukka Tolvanen
Timo Miettinen
ABB Automation Products
Helsinki, Finlandia
jukka.tolvanen@fi.abb.com
timo.j.miettinen@fi.abb.com



Diseñado para la eficiencia

El nuevo centro de fabricación y logística de ABB en Sudáfrica se ha diseñado para respetar el medioambiente de principio a fin

CHESNEY BRADSHAW, PAULO DAVID – Como una de las primeras empresas de ingeniería del mundo, ABB se ha propuesto ayudar a sus clientes a hacer un uso eficiente de la electricidad, a aumentar la productividad industrial y a reducir el impacto medioambiental de modo sostenible. De hecho, la visión que tiene la empresa de la energía y la productividad para un mundo mejor empieza en sus propias oficinas: el nuevo edificio que acoge la sede central y el centro de fabricación de ABB en Sudáfrica ha sabido enfrentarse a todos estos desafíos y se ha desarrollado como un lugar de trabajo tecnológicamente avanzado, que utiliza los recursos y la energía de forma eficiente. El nuevo edificio está ayudando a ABB a reducir el impacto medioambiental y los costes de explotación.



Conocidas como el campus de ABB, las nuevas instalaciones de alta tecnología constituyen el centro de fabricación y logística de ABB en Sudáfrica → 1. El edificio se diseñó y desarrolló prestando especial atención al diseño, la construcción y la automatización de la gestión de las instalaciones, la eficiencia de los recursos, el reciclaje y la máxima reducción del impacto medioambiental. El objetivo de ABB era crear un edificio que constituyera un modelo de eficiencia energética y ahorro de recursos y que tuviera un impacto mínimo sobre la salud y el medio ambiente, en consonancia con la política ecológica de la empresa. Aproximadamente 18.000 m² del edificio se han dedicado a oficinas, mientras que 23.000 m² se han destinado al almacén y la fábrica. Finalizadas en 2009, las instalaciones cuentan actualmente con más de 1.000 empleados, procedentes de cuatro plantas diferentes de Sudáfrica.

Elementos constructivos

La atención prestada a la eficiencia energética se refleja en numerosos aspectos de

este edificio de 72 millones de dólares estadounidenses (550 millones de rands), que está dotado de elementos constructivos ecológicos, como paneles solares, un sistema de aprovechamiento de aguas residuales domésticas y un sistema de iluminación energéticamente eficiente, que aprovecha al máximo la luz natural tanto en las oficinas como en la fábrica. Las ventanas están revestidas de una película ultravioleta y cuentan con persianas que atenuan la luz solar, lo que permite hacer un menor uso del aire acondicionado y reducir la consiguiente pérdida energética. Y para reducir aún más el uso del aire acondicionado, el edificio está aislado y se emplean accionamientos de ABB para maximizar el control de la temperatura dentro del edificio, junto con motores ff1 de alta eficiencia y sistemas de gestión de edificios de ABB. Para regar los jardines de vegetación autóctona se usan depósitos de atenuación.

Además, se espera que el edificio permita reducir el consumo de energía mediante el uso de un sistema de calefacción de agua por energía solar, un intercambiador de calor para el aire acondicionado, los motores ff1, el uso de iluminación fluorescente compacta, el aprovechamiento de las aguas residuales domésticas, y la implantación de sistemas de automatización de edificios de ABB → 2.

Hasta un 80% de la energía utilizada para calentar el edificio procede de la energía solar.

Calefacción solar

Un sistema de calefacción solar con orientación norte en el tejado del edificio se encarga de calentar el agua de las duchas. Esta fuente de energía natural elimina la necesidad de utilizar la calefacción eléctrica y no produce emisiones de dióxido de carbono. Hasta un 80% de la energía utili-



zada para calentar el agua procede de la energía solar. También se ha reducido el consumo de energía del sistema de calefacción mediante un sistema de intercambio de calor que emplea el aire caliente del sistema de aire acondicionado para ofrecer apoyo a las calderas del edificio. En torno al 95% del agua se calienta mediante energía solar y recuperación de calor.

Conservación del agua

Otro aspecto de la reducción del impacto medioambiental es la conservación del agua. Toda el agua de lluvia que cae sobre el tejado o el área de almacenamiento se

estanques de contención para regar los jardines autóctonos. Los estanques se mantienen llenos mediante una función de llenado, que permite regar los jardines incluso cuando no llueve. Un sistema de válvulas de flotador distribuye automáticamente el agua.

En el interior, el agua de las duchas y los lavabos se reutiliza para las cisternas del inodoro. Primero se recogen las aguas residuales domésticas para su depuración y reaprovechamiento, y posteriormente se redirigen al sistema de cañerías de los inodoros. En promedio se recogen 15 m³ de aguas residuales domésticas cada día.

Configuración del edificio: la forma al servicio de la función

Sin duda, el principio de diseño “la forma al servicio de la función” desempeñó un importante papel en el desarrollo del campus de ABB. Su estructura en forma de H contribuye a reducir la demanda energética, ya que las oficinas se encuentran situadas en los lados exteriores del edificio, donde reciben una gran cantidad de luz natural. De igual modo, el techo de la fábrica también permite ahorrar luz artificial gracias al buen aprovechamiento de la luz natural.

Iluminación

Cada estación de trabajo cuenta con un dispositivo fotosensible que enciende la luz cuando llega el personal y la apaga cuando se va. Todas las luces son de consumo reducido, ya que las luces empotradas en el techo y la iluminación de emergencia instaladas en todas las áreas de servicio son de 12 kV. En todo el recinto de la fábrica, se han utilizado luces fluorescentes compactas de consumo reducido. Además, la red

de suministro eléctrico permite encender y apagar las luces de los departamentos de manera independiente en función de las necesidades.

Los ventiladores y el aire acondicionado están accionados por motores de velocidad variable de ABB, de alta eficiencia y consumo reducido.

Aislamiento y aire acondicionado

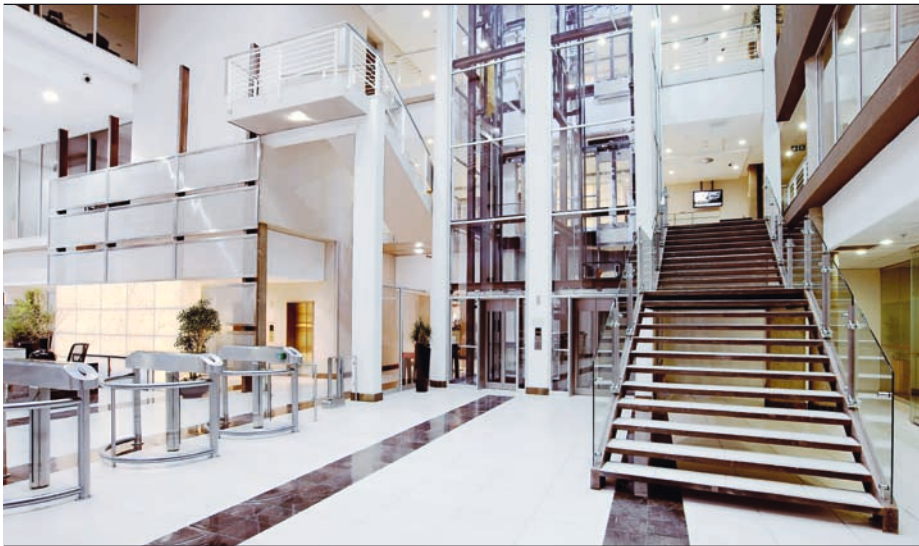
Otra vía para conseguir un mayor ahorro energético es el control climático. El sótano se diseñó abierto para conseguir una ventilación natural eficaz. Por otra parte, cuenta con ventiladores y medidores de CO₂ que activan automáticamente la extracción de aire cuando los niveles de CO₂ alcanzan un valor predeterminado. Los ventiladores y el aire acondicionado están accionados por motores de velocidad variable de ABB, de alta eficiencia y consumo reducido, que usan la energía de la forma más eficiente y ganan velocidad de forma lenta y controlada para evitar los picos súbitos de demanda energética iniciales.

El sótano en invierno puede alcanzar temperaturas de hasta 5°C y, por eso, las plantas de oficinas que se encuentran inmediatamente encima se han construido con losas de hormigón de 200 mm de espesor

Con el aislamiento instalado, los costes de refrigeración pueden reducirse hasta en un 8% en verano y los de calefacción hasta en un 30% en invierno.

recoge en un estanque de contención, que además aporta un valor estético. El tejado de la fábrica y el área de almacenamiento constituyen una superficie de captación de 40.000 m². Así pues, una tormenta que deje 100 mm de lluvia (lo que es bastante común en Sudáfrica) proporciona un total de 4.000 litros de agua de lluvia a los dos

2 El centro de fabricación y logística hace uso de las tecnologías más avanzadas para obtener el mayor ahorro.



aisladas con una capa de Styrofoam de 100 mm, al igual que los muros laterales y el techo del edificio. El aislamiento permite garantizar que la planta de aire acondicionado es entre un 20% y un 30% más eficaz a la hora de mantener la temperatura idónea. Con el aislamiento instalado, los costes de refrigeración pueden reducirse hasta en un 8% en verano y los de calefacción hasta en un 30% en invierno.

Control del edificio

En la nueva instalación se ha integrado un sistema de gestión de edificios (BMS, por sus siglas en inglés) programado para automatizar, controlar y gestionar todas las demandas de energía del edificio y que éste funcione con la máxima eficiencia energética posible. El BMS proporciona una amplia gama de funciones de control, como el control de incendios, la seguridad, la supervisión de la potencia y el control del aire acondicionado. Los accionamientos de velocidad variable o VSD ofrecen un total control de la velocidad de los motores que accionan las bombas y los ventiladores, lo que mejora la atmósfera del edificio al ajustar la temperatura y la humedad en función del tiempo reinante y del número de personas. Además, los VSD contribuyen en gran medida al ahorro de energía, ya que controlan la velocidad del motor de modo que sólo funcione a la velocidad necesaria; el consumo de energía se controla con el BMS. El resultado es un ahorro sustancial de costes y la mejora del perfil ecológico del edificio. Además, la menor velocidad de la bomba alarga su vida mecánica y reduce los costes de mantenimiento.

Gestión de residuos y limpieza

Con una plantilla de más de 1.000 trabajadores, es fácil imaginar la cantidad de basura que se produce. Por eso es necesario contar con un plan de gestión de residuos. Se ha subcontratado a una empresa de gestión de residuos que se ocupa del área de recogida de residuos y de su gestión. Los residuos se clasifican, y el papel, el metal, el vidrio y el plástico se separan y se apartan para su reciclaje. En consonancia con el objetivo de reducir el impacto medioambiental, la empresa encargada de limpiar Longmeadow sólo utiliza productos de limpieza respetuosos con el medio ambiente.

Unas instalaciones galardonadas

El edificio de Longmeadow alcanza los niveles de construcción ecológica más exigentes y, además de sus funciones habituales, constituye el escenario perfecto para un evento centrado en los productos y soluciones más eficientes.

El edificio de oficinas y de fabricación acogió en noviembre de 2009 el "Automation and Power World Africa", el evento más importante organizado por la empresa para sus clientes en África. El Consejero Delegado de ABB, Joe Hogan, inauguró oficialmente las nuevas instalaciones como parte del evento. El acto "Automation and Power World" incluyó un programa para hacer más ecológica la reunión y neutralizar las emisiones de carbono derivadas de la misma mediante un enfoque de tres vertientes:

- Implantar estrategias sostenibles de suministro de comida y bebida, una gestión sostenible de residuos, un programa ecológico de limpieza y

estrategias sostenibles de suministro del material para la conferencia.

- Supervisar y calcular las emisiones de carbono del evento. Las emisiones de carbono se calcularon para las siguientes áreas de impacto: transporte de delegados a Johannesburgo por aire y carretera, transporte de delegados de ida y vuelta al evento por carretera, y energía empleada en los alojamientos y en el lugar de celebración del evento.
- Compensar las emisiones de carbono producidas durante los dos días del evento mediante la compra de créditos de carbono y el apoyo a proyectos centrados en la sostenibilidad y la sensibilización medioambiental junto con socios en el ámbito de la sostenibilidad del Fondo Mundial para la Naturaleza en Sudáfrica (WWF-SA).

Los esfuerzos por ahorrar energía en el edificio no han pasado desapercibidos. ABB Sudáfrica ganó el premio a la mejor actuación en materia de eficiencia energética en la categoría industrial de los premios "eta" a la eficiencia energética, patrocinados por la compañía eléctrica Eskom en colaboración con el Departamento de Energía, por su nuevo edificio. Los prestigiosos premios "eta" se conceden en reconocimiento a una actuación, creatividad e innovación superiores en materia de eficiencia energética. El galardón fue uno de los tres presentados en la categoría National Energy Accord dirigida por la National Business Initiative por una actuación extraordinaria en materia de eficiencia energética. Los jueces elogiaron a ABB por su edificio energéticamente eficiente en Longmeadow, Johannesburgo, y por el uso por parte de la empresa de sus propias tecnologías eficientes, además de por la reducción del impacto ambiental. ABB también recibió una carta de felicitación de la Agencia Nacional de Eficiencia Energética de Sudáfrica, en la que se elogiaba a la empresa por tomar la iniciativa en materia de eficiencia energética, concretamente en su centro de fabricación y logística.

Chesney Bradshaw

ABB Communications
Modderfontein, Sudáfrica
chesney.bradshaw@za.abb.com

Paulo David

ABB Holdings (Pty) Ltd.
Modderfontein, Sudáfrica
paulo.david@za.abb.com



Una jugada redonda

La tecnología de control directo del par (DTC) se aplica en la pantalla de vídeo y la cubierta más grandes del mundo

BRAD COBO, KEN GRABER – Como dice el refrán, todo es más grande en Texas. Y, por supuesto, el nuevo hogar de los Dallas Cowboys, el equipo del Estado de Texas en la Liga Nacional de Fútbol, no es ninguna excepción. Con un coste de casi 1.300 millones de dólares, esta enorme estructura abarca más de 27 hectáreas y tiene capacidad para 100.000 aficionados. Aunque la primera temporada de partidos de fútbol terminó no hace mucho, el estadio ya posee algunos récords mundiales importantes, como el del estadio cerrado

más grande de la NFL (Liga Nacional de Fútbol Americano), la estructura de cubierta con una sola arcada más larga y la pantalla de vídeo de alta definición más grande. Aunque puede que este emblema sea más conocido por el fútbol que se juega en él, la ingeniería en la que se basó su diseño no es menos impresionante. Desde la mecanización de la cubierta retráctil hasta el sistema de izado del panel de vídeo de 600 toneladas, los accionamientos de ABB han desempeñado un papel fundamental.



La cubierta retráctil está formada por dos paneles móviles, de más de 750 toneladas cada uno.

Con características líderes en el sector, como el control directo del par y un funcionamiento maestro/esclavo fácil de configurar integrado en los accionamientos de los motores para el enorme estadio, no hubo la menor duda en cuanto a la elección de los accionamientos. Este estadio, que utiliza tecnologías de ABB, además de muchas otras, ha elevado el nivel de la “arquitectura móvil” para instalaciones con millones de usuarios.

Arquitectura móvil

Partiendo de una herencia que empezó hace 50 años, los Dallas Cowboys se han labrado un reconocimiento mundial al ganar cinco Super Bowls, ocho coronas de la NFC (National Football Conference) y 19 títulos de división. En su trayectoria, su hogar siempre ha causado tanta sensación como sus récords. El hogar original de los Cowboys, el Texas Stadium, era conocido por su agujero en la cubierta, algo que en su momento resultaba una peculiaridad. La cubierta abierta es un elemento que se trasladó al nuevo estadio por razones prácticas: la cubierta retráctil y las puertas de

vidrio móviles de la zona de anotación permiten que el estadio reciba luz y ventilación naturales. Este tipo de diseño abierto da a los aficionados la sensación de estar al aire libre, en plena naturaleza, exactamente donde nació este juego. Pero cuando la madre naturaleza resulta difícil de soportar, como pasa frecuentemente en los calurosos veranos de Texas, la cubierta y las puertas pueden cerrarse en cuestión de minutos. Esta flexibilidad es lo que convierte al nuevo estadio en un escenario idóneo para múltiples fines. Y como la temporada de fútbol dura sólo seis meses al año, durante el resto del año el estadio acoge numerosos eventos para mantener su rentabilidad.

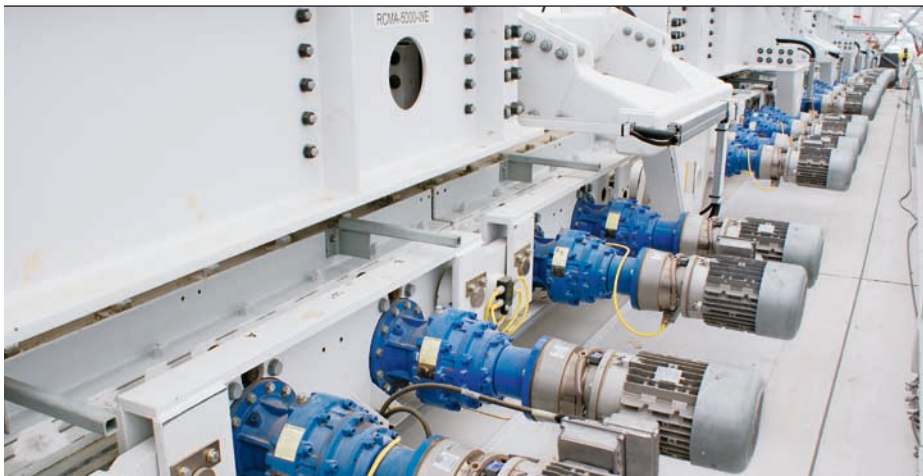
Cubierta retráctil

La cubierta retráctil consta de dos paneles móviles de más de 750 toneladas cada uno. Soportando esa enorme carga, de

Para replegar la cubierta, el algoritmo DTC de ABB calcula el estado actual del motor 40.000 veces por segundo y determina el mejor modelo de conmutación IGBT para crear el par necesario.

nada menos que el 3,5% del peso total de la cubierta, se encuentran dos armazones que cubren la longitud del estadio, de más de 370 m. Cada armazón cuenta con un riel de acero similar a los utilizados en los vagones.

1 Con 128 motorreductores de 7,5 HP se accionan los paneles de la cubierta retráctil.
Photo © Uni-Systems



La red Profibus que conecta cada accionamiento ACS800 al PLC permite desarrollar un control y supervisión, así como una función de seguridad denominada “prueba de par”.

Los paneles se despliegan libremente a lo largo de este riel, pero siguen estando sujetos en su sitio mediante un sistema de engranajes o un sistema de cremallera y piñón. Éste es un componente fundamental que permite a un grupo de 128 motores de 7,5 CV, con reductores de engranajes planetarios, levantar los paneles de la cubierta inclinada. La pendiente de la inclinación varía hasta 24 grados cuando los paneles se encuentran totalmente desplegados. Para el diseño se eligieron varios motores de engranajes, a fin de proporcionar redundancia y gestionar los riesgos para la seguridad creados por la pronunciada pendiente del recorrido. Los múltiples frenos del motor y dientes de los engranajes que se desplazan por la cremallera impedirían que los paneles de la cubierta se deslizaran literalmente por ella y cayeran sobre el aparcamiento en caso de que fallara algún componente. Este diseño redundante permite además manejar la cubierta retráctil con hasta cinco de los 32 motores fuera de línea en cada cuadrante → 1.

Par óptimo con velocidad cero

La pronunciada pendiente crea, además, un problema añadido. Cuando los paneles están completamente abiertos y se da la orden de cerrarlos, los motores deben ponerse en marcha bajo una enorme carga. Esta gran demanda inicial de par suele requerir el elevado control del motor que ofrece un accionamiento de vector de bucle cerrado. Sin embargo, este planteamiento no era aconsejable debido al elevado coste y la complejidad asociada a tantos codificadores de motores. En su lugar, los ingenieros de Uni-Systems¹ aprovecharon el control directo del par (DTC) de ABB, que permite un nivel de rendimiento casi

2 El accionamiento regenerador de línea ACS800-U11. Photo © Uni-Systems



idéntico sin las complicaciones de los codificadores. Con un procesador de señal digital de 100 MHz, el algoritmo DTC calcula el estado actual del motor 40.000 veces por segundo y determina el mejor modelo de conmutación IGBT² para producir el par necesario. Esta característica exclusiva de ABB es una de las razones principales por las que se eligieron estas unidades frente a las de los proveedores de la competencia.

Los accionamientos ACS800 además son regeneradores de línea → 2. Esta característica permite que el accionamiento ralentice la velocidad de los motores sin usar una resistencia de frenado. Como los paneles se mueven desde una posición prácticamente horizontal y completamente cerrada a una posición totalmente abierta con inclinación descendente, hay un punto en el que los motores pasan de realizar un trabajo motor a actuar de frenos. Es durante esta fase de frenado que los accionamientos entran en juego para ralentizar los motores y mantener la velocidad de apertura bajo control. Esta técnica de frenado se lleva a cabo convirtiendo la energía cinética del movimiento en energía eléctrica dentro del accionamiento, un proceso denominado frenado dinámico. Normalmente el accionamiento disipa este exceso de energía en forma de calor con una resistencia de frenado, como cuando un coche desciende una pendiente y la fuerza de frenado hace que se calienten los frenos. Este calor, o energía térmica, básicamente se desaprovecha. Un accionamiento regenerador de línea es una solución alternativa

Notas a pie de página

1 Véase www.uni-systems.com

2 IGBT: transistor bipolar de puerta aislada.

3 Pantalla de vídeo de alta definición de 600 toneladas.
Photo © Blake Marvin/ HKS, Inc.



que, en lugar de eso, permite reaprovechar esta energía. Aunque la cantidad de energía recuperada es pequeña (se calcula en unos 14 dólares por ciclo de apertura), las ventajas de no tener que instalar resistencias de freno fueron importantes y justificaron el coste adicional de los accionamientos regeneradores de línea.

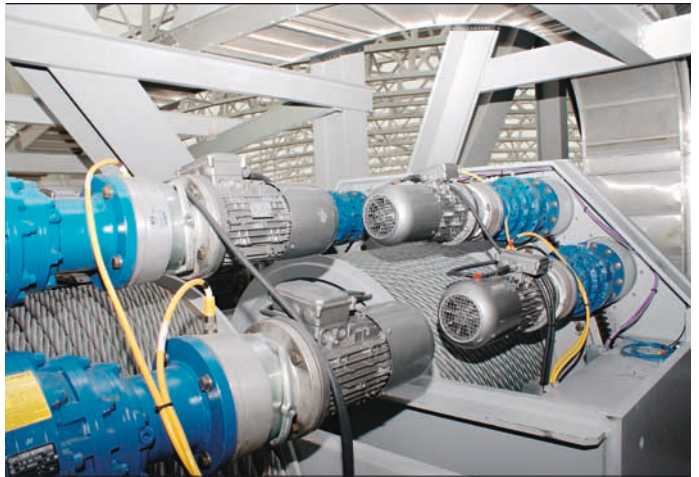
Trabajo en equipo

Coordinar el movimiento de 128 motores de engranajes para asegurarse de que todos funcionan a la vez es toda una proeza, que los accionamientos ACS800 acometen cómodamente gracias a su función de distribución de carga incorporada. Se utilizan un total de 32 accionamientos, divididos en cuatro grupos de ocho, para manejar los 128 motores de engranajes (cuatro motores por cada accionamiento). Cada grupo de ocho accionamientos tiene un “maestro” de velocidad controlada y siete “esclavos” de par controlado. Esta red llamada de maestro/esclavo permite que todos y cada uno de los motores funcionen como un equipo. El accionamiento maestro funciona a una velocidad determinada por el PLC (controlador lógico programable) por el Profibus y, con el algoritmo DTC, calcula el par real necesario para mantener esta velocidad, y luego envía este valor como referencia del par por una conexión de fibra óptica a los accionamientos esclavos. Los accionamientos esclavos funcionan a la velocidad que sea necesaria, dentro de unos márgenes, para alcanzar este valor del par. Este tipo de configuración garantiza que todos los motores compartan la carga uniformemente. Y con un tiempo de actualización entre maestro y esclavo de tan sólo 2 ms, el sistema responde a los cambios de carga con gran rapidez, lo que garantiza que los paneles de la cubierta se

mantienen a una buena distancia de la zona de aparcamiento.

Aunque la red Profibus que conecta cada accionamiento al PLC permite tanto el control como la supervisión, también se puede utilizar para ejecutar una de las muchas funciones de seguridad básicas del sistema de cubierta retráctil. Una de estas funciones se llama “prueba de par” y asegura que cada motor está en línea y genera un par antes de permitir que se liberen los frenos. Por ejemplo, cada vez que se mueve un panel de la cubierta, el PLC empieza a enviar a todos los accionamientos maestros un comando de funcionamiento con un punto de consigna de velocidad muy lenta. Puesto que aún no se han liberado los frenos, esto hace que los motores generen un par. Cada accionamiento informa sobre su par real al PLC, donde se compara con un valor mínimo. Una vez que el PLC haya comprobado que todos los accionamientos están generando al menos este valor del par, dará la orden final para soltar los frenos. En ese momento, los accionamientos asumirán el control del movimiento del panel y comenzarán a acelerar. Esta función de prueba de par es una medida de seguridad vital, pero sólo es una de las numerosas utilizadas en el sistema de cubierta.

4 Los tambores de izado del panel de vídeo.
Photo © Uni-Systems



Izar una visión de 40 millones de dólares

Probablemente la característica más destacada del estadio, el panel de vídeo, sea también el más grande del mundo de este tipo → 3. Fabricado por Mitsubishi Electric Diamond Vision™, los dos paneles de 22 × 49 metros se extienden desde una línea de 20 yardas a la otra. Cada panel es una pantalla de alta definición con una resolución de 1920 × 1080 en un formato de 16:9. En los extremos hay dos pantallas más pequeñas, de 8 m de alto por 15 m de ancho. Al impacto total logrado por los 30 millones de LED individuales sólo le hace sombra el precio: 40 millones de dólares, más de lo que costó todo el primer estadio de los Cowboys.

Aunque inicialmente el panel de vídeo se colgó del techo a una altura fija de 27 metros, pronto se hizo evidente que se nece-

El peso de 600 toneladas de la pantalla de vídeo se distribuyó en 16 tambores de izado, con cuatro motores de 5 CV por cada tambor a efectos de redundancia y distribución de carga.

sitaba alguna forma de subirlo y bajarlo. Posteriormente, un concierto de la famosa banda de rock U2 obligó a levantar el panel otros 3 metros para poder dar cabida al escenario. Una vez más, los Cowboys recurrieron a Uni-Systems para diseñar e ins-



talar un sistema de elevación para el panel de vídeo. Mediante un diseño de tambores de cable prestado de proyectos de estadios anteriores, los trabajos pudieron completarse en muy poco tiempo con un coste mínimo. El plan consistió en distribuir el peso del panel de 600 toneladas en 16 tambores de izado, con cuatro motores por cada tambor a efectos de redundancia y distribución de carga. Cada extremo del panel de vídeo está sustentado por un grupo de ocho tambores de izado, que permiten que cada lado se mueva de forma independiente para que el panel pueda nivelarse. Al trabajar conjuntamente, pueden subir o bajar el panel desde los 8 m a los 35 m sobre el campo. Se emplearon cuatro motores de 5 CV por tambor alimentados por dos accionamientos ACS800 regeneradores de línea. Con un maestro y siete esclavos, esta configuración de distribución de carga es idéntica a la utilizada en la cubierta. Además, también se dispuso la función de seguridad de prueba de par como una de las diferentes capas del sistema de seguridad global.

Se instalaron otros ocho tambores, pero no para fines de elevación. Estos denominados tambores de sujeción utilizan cables anclados a cada una de las cuatro esquinas del panel de vídeo → 4. De este modo se evita todo movimiento de balanceo no deseado debido a las corrientes de aire que atraviesan el estadio cuando la cubierta y las puertas de la zona de anotación están abiertas. Los tambores tienen un par

controlado y mantienen una tensión fija en los cables de sujeción siempre que el izado principal está en funcionamiento. Se utilizó también una función de intervalo de velocidad para establecer un límite de velocidad para los accionamientos, tratando a su vez de mantener los puntos de ajuste de par. Esta configuración crucial evita que los accionamientos liberen y recojan el cable con demasiada rapidez, lo que proporciona cierta amortiguación pensada para atenuar cualquier movimiento brusco del panel de vídeo. El ajuste necesario para que todo ello fuera un éxito se consiguió fácilmente gracias al software DriveWindow de ABB, que se utiliza para controlar los movimientos de varios tambores al mismo tiempo. Esta función de control en tiempo real resulta esencial cuando se necesita que semejante cantidad de motores y accionamientos funcionen al unísono.

Puertas móviles de la zona de anotación

En cada extremo del estadio, justo detrás de los postes de gol de la zona de anotación, se encuentran unas mamparas de vidrio móviles, que se asemejan más a paredes que a puertas → 5. Cada pared consta de siete paneles de vidrio de 12 m de ancho por 37 m de alto cada uno. Los dos paneles de los extremos son fijos, mientras que los otros cinco son amovibles. Gracias a los accionamientos ACS350 de ABB, estos paneles se abren por el centro para crear una abertura de 55 metros

Gracias a los accionamientos ACS350 de ABB, cinco de los siete paneles de vidrio de 12 m × 37 m se abren por el centro para crear una abertura de 55 m en 6 minutos.

en 6 minutos, con lo que se desdibuja el límite entre el interior y el exterior.

Después del partido

ABB está orgullosa de haber puesto su granito de arena en la arquitectura móvil del nuevo estadio de los Cowboys. En aplicaciones que van desde sencillas cintas transportadoras hasta la mayor cubierta retráctil del mundo, los accionamientos de ABB son muy apreciados por su capacidad para proporcionar un elevado control del motor y por su facilidad de uso. Con características líderes del sector como el control directo del par y con la ayuda de socios técnicos competentes como Uni-Systems, el proyecto del estadio de los Cowboys es un ejemplo de cómo la tecnología y la experiencia pueden unirse para resolver problemas extraordinarios, algo que es siempre una fórmula de éxito. Aunque los productos de la empresa no se pueden apreciar a primera vista en el estadio, son los responsables de ofrecer una experiencia perfecta a los usuarios y tranquilidad a los propietarios año tras año.

Foto portada de Brad Cobo.

Brad Cobo

ABB Discrete Automation and Motion
Dallas, Texas, Estados Unidos
brad.a.cobo@us.abb.com

Ken Graber

ABB Discrete Automation and Motion
New Berlin, WI, Estados Unidos
ken.j.graber@us.abb.com



Llegar a buen puerto

La propulsión eléctrica consigue reducir el consumo de combustible en buques de remolque, suministro y manejo de anclas

TOR ARNE MYKLEBUST – La propulsión eléctrica en buques de suministro a plataformas o instalaciones marítimas se lleva utilizando desde principios de los noventa. A lo largo de los años las tecnologías han ido avanzando, y en la actualidad existen varios sistemas de propulsión óptimos que reducen el consumo de combustible y el impacto medioambiental, simplifican el diseño y la construcción, aprovechan mejor el espacio a bordo y mejoran el entorno de trabajo para la tripulación. La necesidad de reducir el consumo de combus-

tible y los costes de explotación han sido los factores que han impulsado el desarrollo de la tecnología de propulsión eléctrica, con unos importantes beneficios económicos. Hasta hace poco, los buques de suministro a instalaciones marítimas eran el centro de atención, pero ahora el uso de la propulsión eléctrica en los buques de remolque, suministro y manejo de anclas está ganando protagonismo y extendiendo el ahorro a otro sector del transporte marítimo.

menores comparadas con las pérdidas hidrodinámicas de las hélices y la eficiencia de la combustión en los motores principales. Por eso, aunque se crean pérdidas eléctricas, las menores pérdidas hidrodinámicas y de combustión se traducen en una reducción de las pérdidas totales del sistema.

La propulsión eléctrica ha demostrado reducir sustancialmente el consumo de combustible en comparación con la propulsión mecánica directa para los buques de suministro a instalaciones marítimas. Se puede lograr un ahorro de entre el 15% y el 25% en condiciones de funcionamiento típicas, y de hasta entre el 40% y el 50% en operaciones de posicionamiento dinámico (DP) → 1.

Aunque la mayoría de las plantas de propulsión y energía eléctrica utilizan los mismos conceptos fundamentales, en el mercado existe, sin embargo, una gama de configuraciones diferentes. Para lograr un ahorro óptimo, los propietarios de los buques, los astilleros y los diseñadores deben evaluar todas las opciones disponibles y examinar diferentes criterios a la hora de considerar los productos, los sistemas y los servicios → 2.

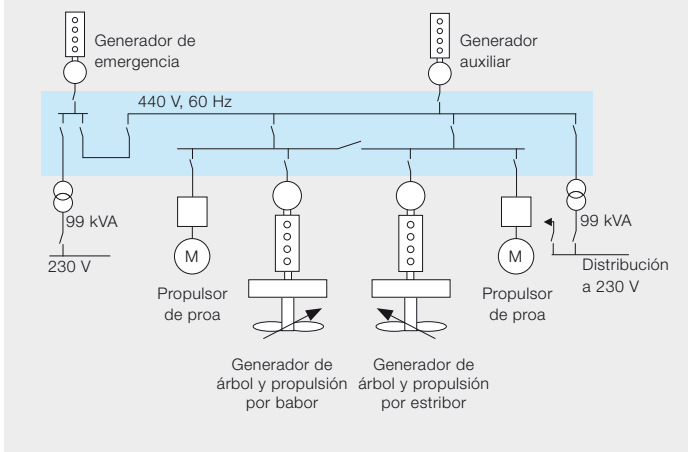
Ahorrar combustible

La introducción de la propulsión eléctrica requiere la sustitución del eje entre el motor principal y la hélice por un sistema compuesto por generadores, cuadros de distribución, transformadores, accionamientos y motores. El sistema tiene una eficiencia de aproximadamente el 90%, lo que significa que hay otras pérdidas que deben tenerse en cuenta de algún modo. La variación de pérdidas entre las diferentes topologías eléctricas es reducida. No obstante, las pérdidas eléctricas son siempre

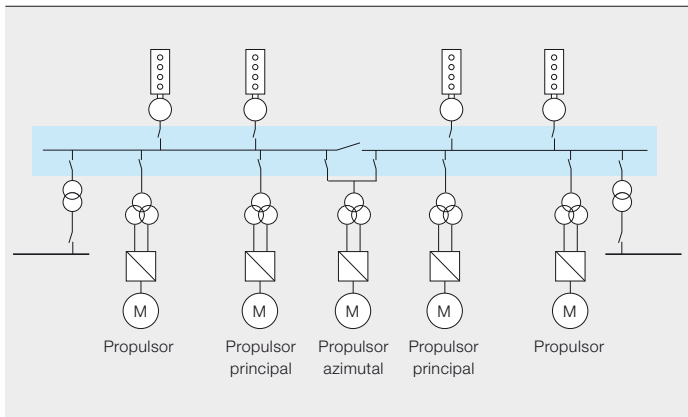
El menor consumo de combustible en un sistema de propulsión eléctrico se puede atribuir a dos elementos fundamentales. El primero es el control de velocidad variable de la hélice, que reduce al mínimo las pérdidas sin carga de las hélices en comparación con las hélices clásicas de paso variable y velocidad fija. El segundo elemento es la puesta en marcha y parada automática de los motores diésel, lo que garantiza que la carga del motor se mantenga lo más próxima posible a su punto de trabajo óptimo, dentro de los límites de funcionamiento.

El diseño clásico de un buque de suministro marítimo, incluidos los buques AHTS (de remolque, suministro y manejo de anclas), se basa en hélices de velocidad fija y paso variable. En comparación con el control de velocidad variable de la hélice, ésta es una forma muy poco eficiente de controlar la propulsión, debido a las elevadas pérdidas sin carga de las hélices de velocidad fija → 3. Esto por sí solo contribuye a la mayor parte del ahorro que supone la propulsión eléctrica cuando se aplica a los buques para instalaciones marítimas. Además, la potencia del propulsor en las operaciones de DP se usa muy poco en la mayoría de los días de servicio en entornos como, por ejemplo, el Mar del Norte, aunque se considere un entorno duro.

1 Sistemas de propulsión para buques de suministro a plataformas (OSV)



1a Propulsión mecánica directa convencional

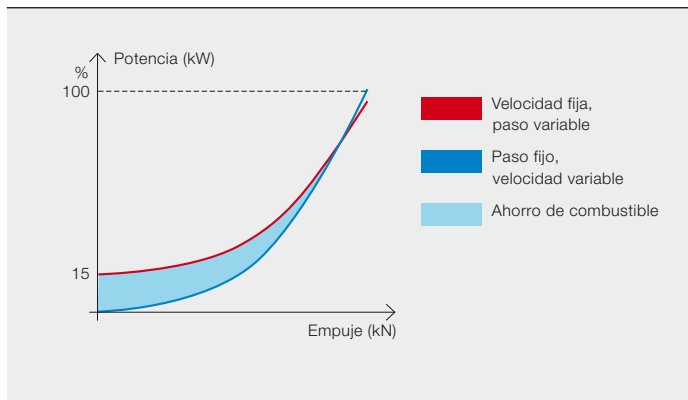


1b Propulsión eléctrica

2 Criterios de valoración de configuraciones de propulsión eléctrica

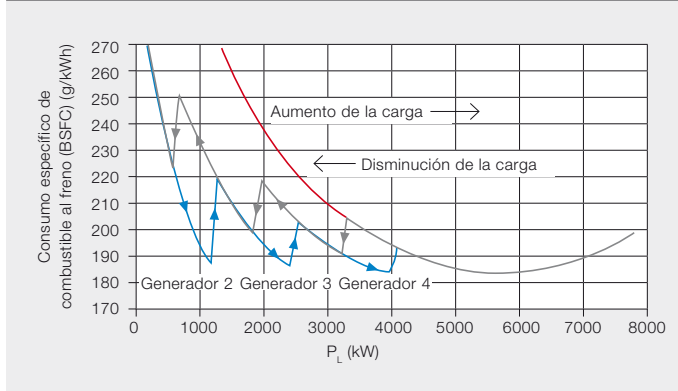
- Rentabilidad de construcción e instalación
- Flexibilidad de diseño que mejore la utilización del buque
- Mayor seguridad
- Disponibilidad de sistemas de propulsión y mantenimiento de posición utilizados para DP (posicionamiento dinámico)
- Bajo consumo de combustible
- Bajo impacto medioambiental (es decir, menores emisiones)
- Mejor entorno de trabajo para la tripulación
- Coste de mantenimiento reducido
- Facilidad de mantenimiento durante el ciclo de vida del buque
- Facilidad de mantenimiento en la región de utilización, a menudo por todo el mundo
- Disponibilidad de repuestos
- Apoyo remoto y de a bordo
- Minimización de las limitaciones que llevan a un rendimiento subóptimo
- Minimización de efectos adversos sobre otros equipos
- Elevadas prestaciones para rotura y manipulación del hielo en los rompehielos

3 La ventaja de la velocidad variable



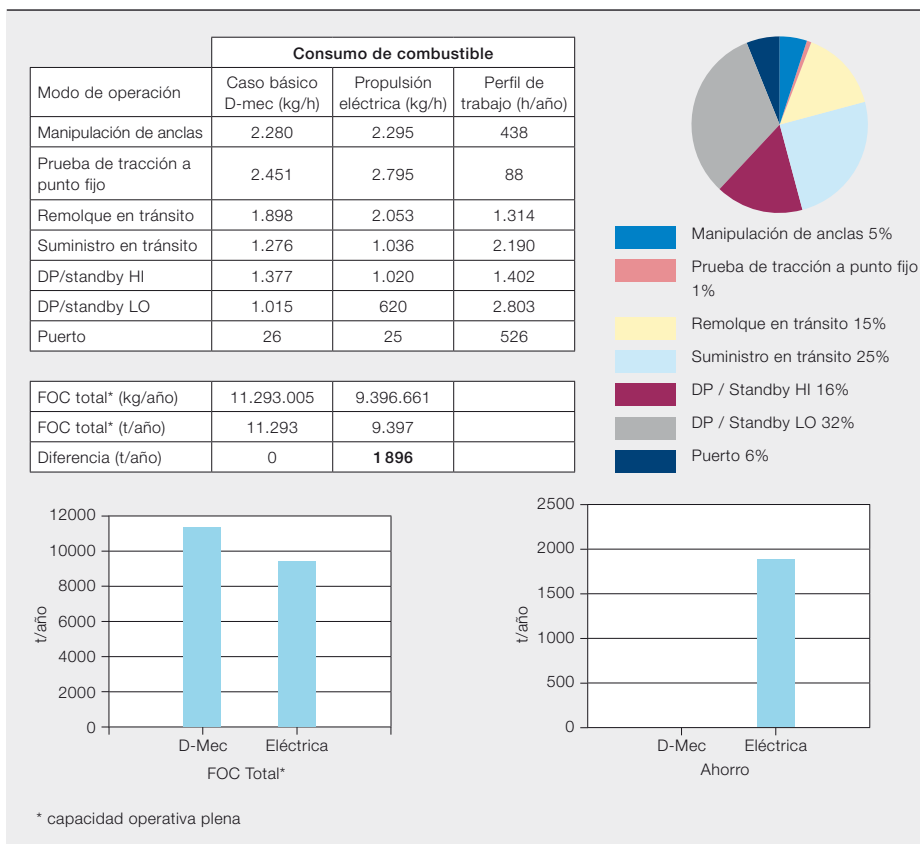
Comparación de la potencia en el árbol con el empuje suministrado para una hélice de paso variable y velocidad fija (CPP) y para una hélice de velocidad variable y paso fijo (FPP)

4 Consumo de combustible por kWh de energía producida



Cuatro motores diésel de igual tamaño funcionando en paralelo, con función del sistema de gestión de potencia para puesta en marcha y parada automática, comparados con un solo motor diésel de gran tamaño que proporcione la misma potencia (línea roja)

5 Propulsión eléctrica y propulsión mecánica directa para un remolcador de plataforma (AHTS) de más de 200 toneladas de tracción a punto fijo



El control de velocidad variable de la hélice y la puesta en marcha y parada automática de los motores diésel en un sistema de propulsión eléctrico pueden reducir el consumo de combustible.

La propulsión eléctrica también destaca por su potencial para cargar de forma óptima los motores diésel al utilizar varios motores más pequeños en lugar de unos pocos de mayor tamaño. En función de la carga, la puesta en marcha y parada automáticas de los motores llevan asociadas una mejor carga y, por consiguiente, un menor consumo de combustible → 4.

En el caso de un remolcador de plataforma (AHTS) de más de 200 toneladas de tracción a punto fijo, se ha calculado que la reducción del consumo de combustible

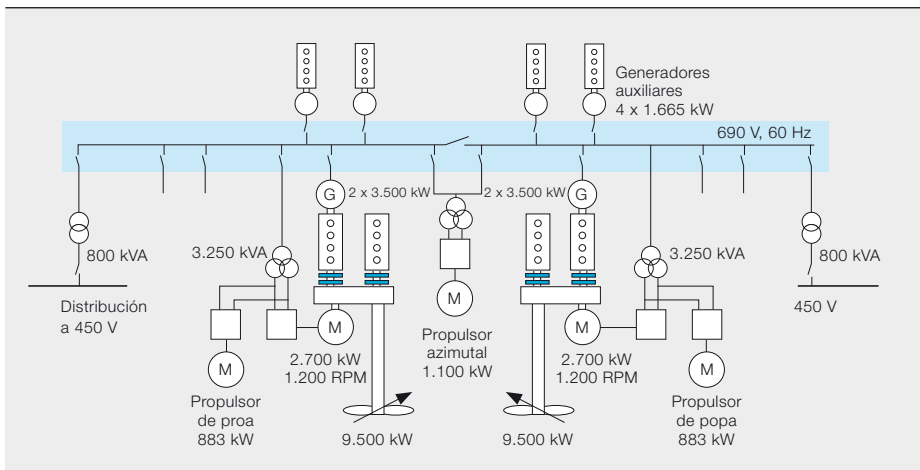
ronda las 1.900 toneladas métricas cuando se usa la propulsión eléctrica → 5.

La potencia motriz instalada para un AHTS es mayor que para un buque típico de suministro a plataformas marítimas y, como resultado, el coste de los sistemas de propulsión y la instalación también son más elevados. En los sistemas AHTS tradicionales, el diseño se optimiza con miras a los costes de construcción y a garantizar la tracción a punto fijo. Anteriormente, no se daba tanta importancia a los costes de explotación al diseñar y seleccionar los con-

ceptos de propulsión. Pero esto va a cambiar debido a la imprevisibilidad de los precios del carburante y a la preocupación por el medio ambiente de hoy en día. De hecho, ya existen varios diseños de buques en los que los costes de explotación y, en particular, el consumo de combustible son los puntos clave de atención.

Propulsión híbrida

Una alternativa a la solución completamente eléctrica es la combinación de sistemas de propulsión mecánicos y eléctricos, los llamados sistemas de propulsión híbri-



da → 6. En este caso, el buque puede funcionar de una de las tres formas siguientes:

- Propulsión eléctrica integral para DP, transitar y maniobrar a baja velocidad.
- Propulsión mecánica integral para remolcar y transitar a alta velocidad.
- Propulsión híbrida mecánica y eléctrica, cuando se puede usar el equipo eléctrico como propulsor para el sistema de propulsión mecánico y así maximizar la tracción a punto fijo.

En cuanto a los costes de instalación, las soluciones híbridas resultan más económicas que las soluciones puramente eléctricas y tienen un consumo de combustible prácticamente equiparable a éstas últimas. Por esta razón, varios de los nuevos diseños de AHTS se han basado en estas solu-

activa y seleccionar manualmente los modos de funcionamiento óptimos para las condiciones reinantes. En los sistemas de propulsión puramente eléctricos es mucho más fácil optimizar la configuración de la planta motriz y de propulsión de forma automática, lo que garantiza que el sistema siempre funcione lo más cerca posible de las condiciones óptimas, con o sin intervención manual mínima.

A toda marcha

Se han optimizado los sistemas de propulsión tradicionales para los buques AHTS con el fin de obtener una tracción a punto fijo garantizada y minimizar los costes de construcción, pero ello tiene un coste: un mayor consumo de combustible y una cantidad considerable de emisiones al medio ambiente, especialmente de CO₂, en

comparación con la propulsión eléctrica. Con la introducción de la propulsión eléctrica en los OSV (buques de suministro a plataformas marinas), y ahora también en los buques AHTS, se está reduciendo drásticamente el consumo de combustible, las emisiones y los costes de explotación.

La propulsión híbrida mecánica y eléctrica también permite conseguir ahorros, ya que entraña un menor coste de construcción que la propulsión eléctrica pura, pero cabe tener en cuenta que la tripulación debe involucrarse activamente en la selección de la configu-

ración óptima para las diferentes operaciones.

Los sistemas de propulsión eléctrica permiten ahorrar combustible gracias a un manejo flexible del buque, aunque el sistema introduce nuevas pérdidas en la cadena energética. Se pueden dedicar esfuerzos para reducir estas nuevas pérdidas, pero para maximizar los beneficios de la propulsión eléctrica debe trabajarse en diseñar un sistema sencillo, fiable y flexible.

Ofertas de propulsión eléctrica de ABB

ABB es el líder mundial en propulsión eléctrica, y ofrece una gama completa de sistemas, desde maquinaria de velocidad variable para líneas de ejes de propulsión y propulsores mecánicos, hasta una familia única de sistemas de propulsión de barquilla, del que destaca el Azipod®. ABB ha facilitado sistemas de propulsión híbridos eléctricos a varios buques OSV/AHTS, incluidos los de DOF ASA, Farstad Shipping ASA, Island Offshore AS, REM Offshore AS, Solstad Offshore ASA, Ezra Marine Services y China Oilfield Services Ltd., a los que ha suministrado generadores de baja tensión, transformadores, accionamientos y motores eléctricos para la propulsión principal y las maniobras.

En el caso de un remolcador de plataforma (AHTS) de más de 200 toneladas de tracción a punto fijo, se ha calculado que la reducción del consumo de combustible ronda las 1.900 toneladas métricas cuando se usa la propulsión eléctrica.

ciones híbridas, especialmente aquellos con una tracción a punto fijo elevada.

Sin embargo, no hay que olvidar la mayor complejidad mecánica de estos sistemas híbridos, en que la tripulación debe ser más

La propulsión híbrida mecánica y eléctrica también permite conseguir ahorros, ya que entraña un menor coste de construcción que la propulsión eléctrica pura, pero cabe tener en cuenta que la tripulación debe involucrarse activamente en la selección de la configu-

Tor Arne Myklebust

ABB Process Automation, Marine Systems
Ulsteinvik, Noruega
tor-arne.myklebust@no.abb.com

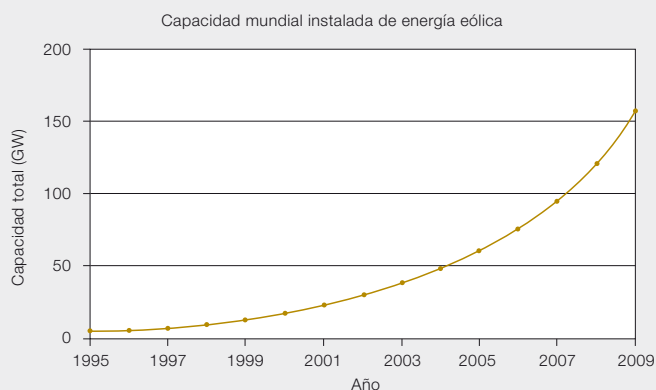


De cara al viento

ABB y el parque eólico Alpha Ventus

MELANIE NYFELER, ANDREAS MOGLESTUE – El mar siempre ha supuesto un reto inigualable para la humanidad. Los seres humanos a menudo han tenido que exprimir su ingenio y esfuerzos para vencer su fuerza, o al menos para poder vivir con ella. Es posible que hoy no queden costas por explorar y que viajes que antes eran toda una aventura ahora sean rutas comerciales habituales. El mar, sin embargo, sigue siendo imprevisible y sigue poniendo a prueba a quienes se

enfrentan a su furia. Un lugar en el que el mar se manifiesta en todo su vigor es allí donde se yerguen las turbinas eólicas marinas. ABB participó en el proyecto pionero Alpha Ventus, construido mar adentro de la costa del Mar del Norte alemán. La compañía ha aportado a este proyecto generadores, convertidores de frecuencia y aparamenta aislada en gas. La instalación y puesta en marcha supuso hacer frente a un clima impredecible, vientos fuertes y mar agitado.



El viento es una fuente de energía en rápido crecimiento. La capacidad de generación a nivel mundial ha pasado de 4,8 GW en 1995 a 158 GW en 2009 → 1, y se prevé que este crecimiento continúe. La energía eólica ha avanzado claramente desde el dominio de las aplicaciones experimentales y de nicho hasta llegar a suponer una aportación real al balance energético de los países y regiones que han invertido en ella. Aunque las economías de escala y la acumulación de experiencia han reducido el precio por MW, así como el riesgo de las nuevas instalaciones, la rentabilidad sigue siendo un objetivo importante. Existe, por tanto, una tendencia a implantar turbinas mayores y más potentes. Los parques eólicos marinos atraen cada vez más interés, debido tanto a los interrogantes sobre si estas enormes torres son aceptables en zonas habitadas, como al mero hecho de que el mar ofrece en más ocasiones mayor cantidad de energía eólica.

Aunque la lógica de crear parques eólicos marinos pueda parecer aplastante, su realización práctica presenta numerosas dificultades. Éstas van desde los problemas de instalación y anclaje de las turbinas en mares agitados, hasta garantizar que funcionen según lo previsto durante largos períodos de tiempo a pesar de

sufrir vientos fuertes, olas de gran altura y un ambiente húmedo, por no hablar de las dificultades de acceso para las reparaciones y operaciones de mantenimiento.

El parque eólico Alpha Ventus es una instalación experimental situada a 45 km al norte de la isla alemana de Borkum, en el Mar del Norte → 2. Se trata de un proyecto conjunto de las empresas eléctricas E.ON Climate & Renewables, EWE y Vattenfall Europe. Tiene fines experimentales, y la experiencia que se obtenga de ella se aprovechará en otros proyectos en alta mar. El parque eólico Alpha Ventus consta de 12 turbinas de 5 MW cada una. En la primera fase se instalaron seis turbinas suministradas por Multibrid en una dispo-

El trabajo en el mar requiere una cuidadosa planificación, porque no hay forma de volver rápidamente al buque de apoyo a buscar una herramienta olvidada.

sición reticular con una separación de unos 800 m en un área de 4 km². En una segunda fase el parque eólico se amplió con seis turbinas RePower. Las turbinas de Alpha Ventus son los mayores generadores eólicos del mundo instalados hasta

ahora en un proyecto en alta mar. El núcleo de cada rotor se encuentra 90 m por encima de la superficie del mar, que a su vez se encuentra a unos 30 m por encima del lecho marino → 4. En su vértice, el rotor alcanza una altura de 148 m, es decir, 1 m más que la pirámide de Keops. El acero de cada torre pesa unas 1.000 toneladas, es decir, lo que pesan 200 elefantes adultos. Las puntas de las palas describen una superficie vertical de una hectárea, que es la superficie de la plaza londinense de Trafalgar Square. En ese movimiento, pueden alcanzar velocidades de 324 km/h, al igual que un coche de carreras de Fórmula 1.

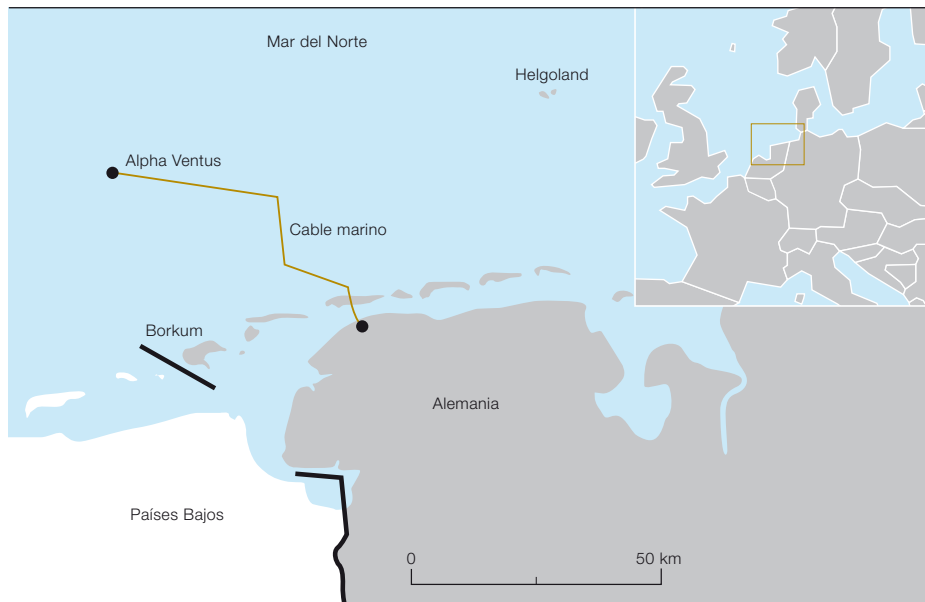
Los generadores para esas turbinas fueron suministrados por ABB. Se trata de máquinas síncronas de imanes permanentes¹, un concepto que ofrece una gran fiabilidad, un factor crucial que debe tenerse en cuenta debido a la inaccesibilidad de su emplazamiento. ABB ha suministrado asimismo los equipos convertidores de frecuencia PCS 6000 Wind que conectan los generadores a la red → 5. Estos convertidores son lo suficientemente compactos para caber en un único nivel en cada una de las torres → 6. Otra plataforma específica aparte alberga el transformador, la apartament, el equipo de control y los diversos equipos auxiliares del parque eólico.

Las turbinas de la primera fase comenzaron a funcionar en agosto de 2009. Esto se produjo después de una fase de pues-

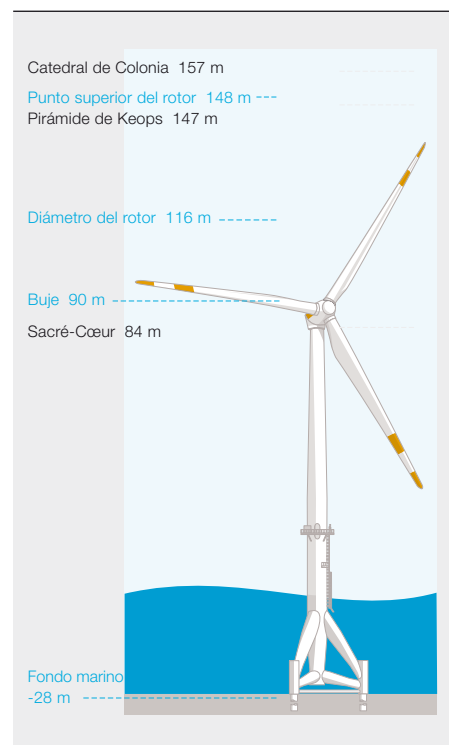
Nota a pie de página

¹ Véase también "El atractivo de la sencillez: Los motores de imanes permanentes han llegado para quedarse", en las páginas 29-34 de la Revista ABB 2/2009.

2 El parque eólico Alpha Ventus se encuentra 45 km al norte de la isla de Borkum



4 Las turbinas eólicas son casi tan altas como la pirámide de Keops



3 La puesta en servicio de las turbinas ha obligado a vencer muchas dificultades



ta en servicio que duró desde mediados de julio a finales de agosto. Los componentes de las torres, incluidos los rotores, se colocaron con plataformas grúa flotantes, un trabajo que requiere una precisión milimétrica. Para reducir el riesgo de que las inclemencias meteorológicas obstaculizaran la instalación, se montaron previamente en la costa el mayor número de componentes posible, así como gran parte de la instalación eléctrica. Sin embargo, el mal tiempo obligó a interrumpir el trabajo en varias ocasiones. ABB fue el único proveedor de Multibrid que estuvo presente durante la puesta en marcha, lo que indica la importancia de la aportación de ABB al proyecto en su conjunto. De hecho, hasta cuatro personas de ABB es-

tuvieron in situ desde mediados de julio a finales de agosto.

El ingeniero de ABB, Uwe Heydel, que aportó una abundante experiencia acumulada durante su estancia en una plataforma petrolífera, formó parte del equipo de puesta en marcha de los convertidores de frecuencia. Éste recuerda que, debido a la altura de las olas, el amarre del bote hinchable en ocasiones resultaba una tarea más difícil que los propios trabajos en las instalaciones eléctricas dentro de la torre. Otro de los problemas vividos fue que no se quitó correctamente la funda de protección de una de las aspas de las turbinas. Un empleado de Multibrid tuvo que descolgarse por una cuerda desde el

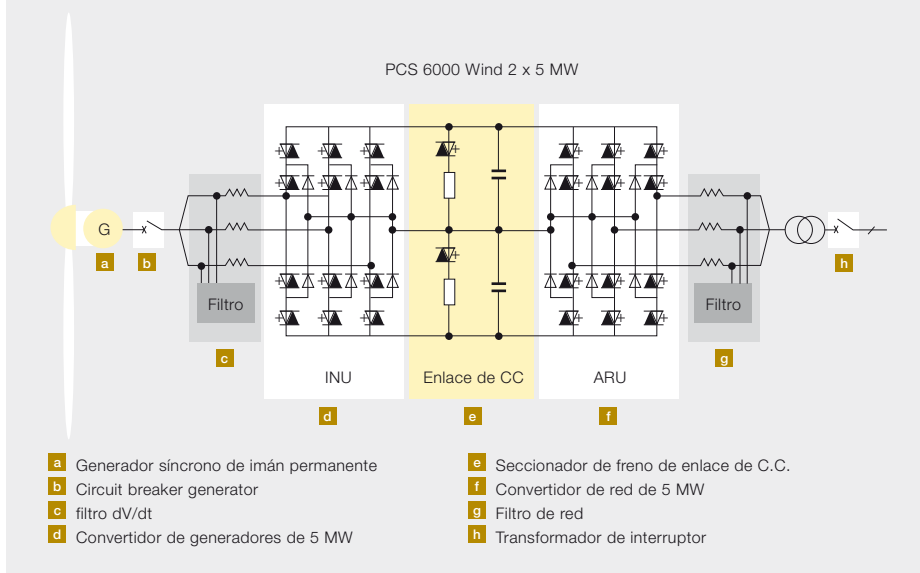
núcleo de la turbina → 3. La persona que ató esta cuerda al núcleo fue el propio Uwe Heydel de ABB, quien al recordar más tarde el incidente, confiesa que le habría encantado realizar el trabajo él mismo. Este tipo de situaciones formaban parte de su estricta formación, que incluye incluso la simulación de un choque de helicóptero y cómo sobrevivir naufragando mar adentro. Uwe Heydel afirma que, a pesar de que su trabajo in situ consistía en instalar tecnología avanzada, algunas de las mayores dificultades surgieron al abordar algunos problemas de escasa complejidad técnica.

Los generadores de ABB suministrados al proyecto Alpha Ventus son máquinas síncronas de imán permanente y velocidad variable, una opción tecnológica elegida por su poca necesidad de mantenimiento, en consonancia con la inaccesibilidad de su ubicación. Por lo tanto, la salida del generador es de frecuencia variable. ABB ha desarrollado el convertidor PCS 6000 Wind específicamente para ese tipo de aplicaciones de energía eólica con una potencia superior a 3 MW. Este convertidor de cuatro cuadrantes se basa en la tecnología IGCT (tiristor conmutado de puerta integrada). Además de garantizar la conexión entre los generadores y la red, los convertidores pueden absorber o suministrar energía reactiva para soportar redes débiles. De hecho, pueden funcionar en modo del 100% de energía reactiva para ayudar a una nueva puesta en marcha después de un apagón. Al ser de cuatro cuadrantes, pueden soportar el flujo de energía en ambas direcciones, aunque esto no sea necesario en Alpha Ventus. El convertidor está controlado con controladores AC 800PEC de ABB*.

Las características especiales del convertidor incluyen su alta densidad de potencia, poca necesidad de mantenimiento e inmunidad frente a oscilaciones, perturbaciones electromagnéticas y condensación de agua (cumple la IP54 en cuanto a la protección frente a la entrada de agua). Gracias a su diseño compacto, el convertidor y todo su equipamiento auxiliar solamente necesita una plataforma dentro de la torre de la turbina.

La alta fiabilidad del PCS6000 Wind está respaldada por su capacidad de servicio a distancia. El Sistema de Análisis de Información de Diagnóstico (DIAS) de ABB ayuda a realizar a distancia el diagnóstico del convertidor, así como la supervisión a distancia en apoyo de los equipos de servicio locales.

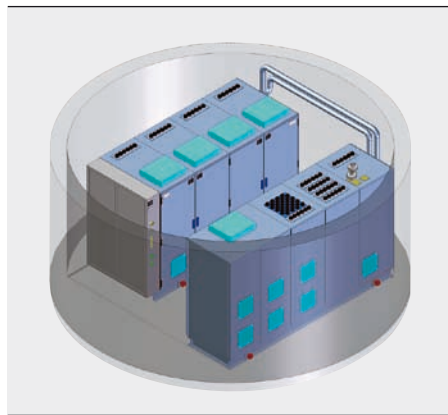
* Véase asimismo "Patrones de diseño: Patrones de codiseño para control avanzado con AC 800PEC" en las páginas 62-65 de la Revista ABB 2/2006.



El trabajo en el mar requiere una cuidadosa planificación, porque no hay forma alguna de volver rápidamente al buque de apoyo a buscar una herramienta olvidada. Las comunicaciones también supusieron todo un reto. Aunque el buque de apoyo contaba con un teléfono por satélite, esta vía de comunicación poco fiable y no exenta de interferencias podía utilizarse principalmente por la noche para llamadas de apoyo.

La participación de ABB no concluyó con el montaje, sino que una parte importante de la contribución del personal de ABB consistió en poner en marcha las turbinas y ajustarlas con precisión para garantizar su rendimiento óptimo.

Desde que comenzó a suministrar energía a la red a finales de agosto de 2009, los equipos han venido funcionando de manera completamente satisfactoria. Su funcionamiento cuenta con el soporte de herramientas de acceso y diagnóstico a distancia. De hecho, por el momento los técnicos de ABB no han tenido que volver al parque. Los generadores y convertidores de frecuencia de la compañía se han aclimatado a los desafíos de este duro clima de funcionamiento.



Las puntas de las palas describen una superficie vertical de una hectárea, que es la superficie de la plaza londinense de Trafalgar Square. En ese movimiento, pueden alcanzar velocidades de 324 km/h, al igual que un coche de carreras de Fórmula 1.

Melanie Nyfeler

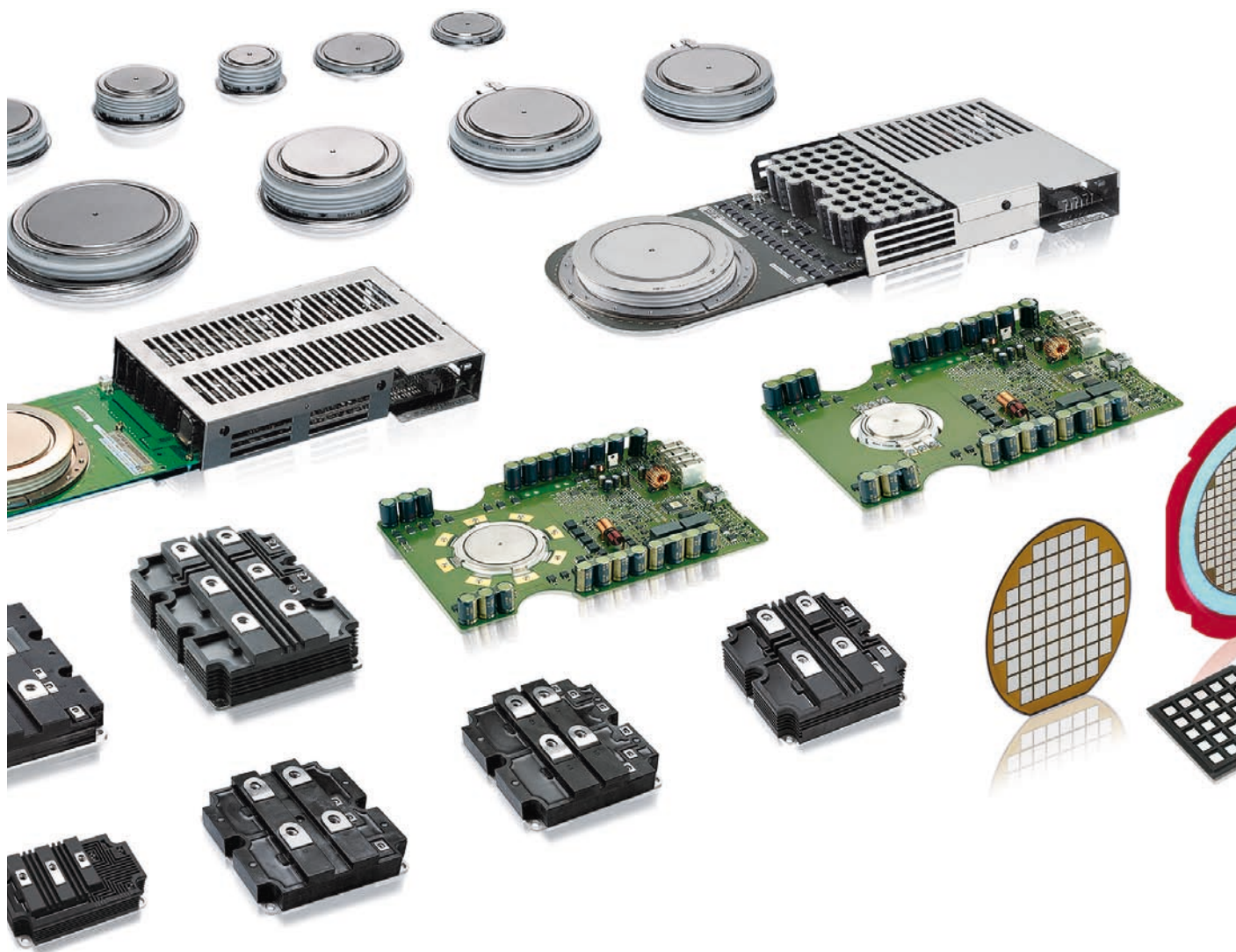
ABB Schweiz, Communications
Baden, Suiza
melanie.nyfeler@ch.abb.com

Andreas Moglestue

ABB Review
Zurich, Suiza
andreas.moglestue@ch.abb.com

Lecturas recomendadas

- Eichler, M. "En el mar y en línea: Convertidor PCS6000 Wind para turbinas eólicas marinas de 5 MW", *Revista ABB* 3/2008.
- Sørensen, E.; Nielsen, F. "Energía marina limpia: Grandes parques eólicos en el mar en lugar de nuevas centrales eléctricas en tierra", *Revista ABB* 2/2007.
- Kreusel, J. "Aprovechando el viento: El viento provoca un cambio de paradigma en el suministro de energía eléctrica", *Revista ABB* 2/2007.



La desmitificación de los semiconductores

Parte 1: Los chips en el corazón de la cambiante red eléctrica

CLAES RYTOFT, BERNHARD ESCHERMANN, HARMEET BAWA, MARK CURTIS – ABB lleva varias décadas fabricando semiconductores de alta potencia. Estos componentes básicos conforman el núcleo de numerosas tecnologías de vanguardia de ABB, como los sistemas de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) y los accionamientos de velocidad variable. Gracias a su inversión en instalaciones altamente especializadas en Lenzburg, Suiza, ABB ha sido capaz de desarrollar y fabricar sofisticados dispositivos semiconductores de potencia. Estas instalaciones ofrecen a ABB la ventaja exclusiva de poder aplicar los dispositivos más adecuados para su cartera, en continua expansión, de productos basados en la electrónica de potencia.

La electrónica de potencia surge con el descubrimiento de los semiconductores e identifica un cambio importante de tecnología hacia interruptores electrónicos de estado sólido* como un medio para modificar la electricidad.

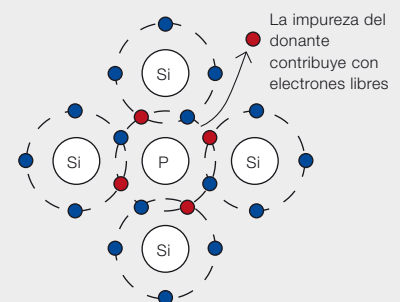
Los semiconductores, como el silicio, tienen propiedades eléctricas que se encuentran en un punto situado entre un buen conductor (por ejemplo, el cobre) y un aislante (por ejemplo, la goma). Si se colocan en un circuito actúan la mayor parte del tiempo como aislantes, formando una barrera para el flujo de electrones, aunque a veces, en ciertas condiciones (temperatura elevada, exposición a campos electromagnéticos, etc.), se comportan más como conductores, permitiendo que los electrones circulen libremente. La conductividad de un semiconductor puro, a menudo llamado semiconductor intrínseco o tipo-I → 1a, puede cambiarse drásticamente añadiendo otros elementos, conocidos como impurezas, con lo que se forma un cristal nuevo y diferente en un proceso que se denomina "dopado". Los dopantes utilizados para los semiconductores de base de silicio tienen una valencia de tres o cinco electrones, que es uno menos o uno más que los cuatro del silicio.

Al añadir pequeñas cantidades de fósforo, por ejemplo, con una valencia de cinco, las propiedades de un semiconductor de tipo I varían de forma que se introducen más electrones libres, ya que su quinto electrón permanece desparejado. Esto crea un exceso de portadores de carga electrónica negativa que da lugar a la creación de un cristal de tipo n → 1b. Estos electrones de unión débil se pueden mover de forma relativamente libre en la red del cristal lo que puede facilitar la conducción en presencia de un campo eléctrico. De forma similar, si se añaden pequeñas cantidades de boro, con una valencia de tres, se vuelven a modificar las propiedades de un semiconductor de tipo I. Esta vez, sin embargo, es el cuarto electrón del silicio el que permanece no saturado cuando se une por covalencia con el boro dopante. Las uniones no saturadas se reparan con electrones de las uniones adyacentes, dejando "agujeros" positivos o regiones de tipo p en el semiconductor → 1c. El proceso continuo de reparación crea una reacción en cadena que da lugar a que los agujeros de carga positiva se muevan por el cristal. La corriente se puede producir, tanto por el flujo de los electrones de carga negativa como por el de

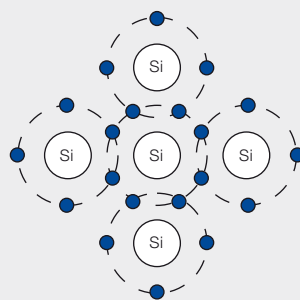
"agujeros" de carga positiva, por la red del cristal del material semiconductor. Ambos semiconductores, tanto los de tipo n como los de tipo p, se comportan como aislantes por debajo de un umbral de tensión y se oponen al paso de la corriente, pero por encima de este umbral se comportan como conductores y permiten que la corriente circule libremente. La conductividad de estos semiconductores de tipo n o de tipo p se puede variar entre aislante y conductor según el nivel de dopante que se incorpora en la red del silicio. Para controlar la dirección y la magnitud de la corriente necesaria para que el semiconductor pase de aislante a conductor, se pueden colocar semiconductores de tipo n y de tipo p adyacentes en el mismo cristal, formando una unión en la que los electrones de carga negativa del semiconductor de tipo n llenan los agujeros resultantes del emparejamiento no saturado del semiconductor de tipo p. Esto crea una unión delgada de semiconductor no conductor de tipo I en la frontera entre los semiconductores más conductores de tipo p y tipo n. Para que la unión conduzca, hay que disponer una fuente externa de tensión que supere esa barrera no conductora. Cuando se manipula esta unión no conductora p-n, se pueden controlar las propiedades eléctricas del dispositivo. La propiedad y la disposición de esos semiconductores dopados proporcionan el elemento clave que condujo al desarrollo del transistor que es ahora el componente básico de todos los modernos dispositivos electrónicos de estado sólido.

Nota a pie de página

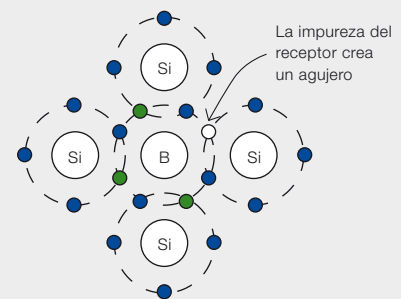
* Circuitos o dispositivos creados en su totalidad con materiales sólidos, sin piezas mecánicas móviles.



1b Semiconductor de tipo n; se añade fósforo como impureza



1a Semiconductor de tipo I, sin impurezas añadidas



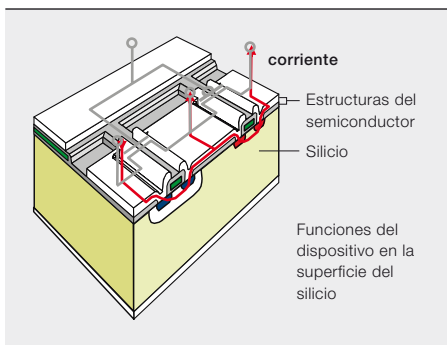
1c Semiconductor de tipo p; se añade boro como impureza

La electrónica de potencia contempla la conversión y el control de la electricidad mediante dispositivos de conmutación de estado sólido → 1. En los últimos años, los avances en la tecnología de semiconductores de potencia han dado lugar a una creciente diversidad de aplicaciones. Los efectos adversos del calentamiento global, fruto de la combustión de combustibles fósiles, han desempeñado un papel fundamental en el mayor uso de las tecnologías de semiconductores de potencia destinadas a utilizar la generación de energías renovables y a aumentar la eficiencia energética.

Incluso en los primeros días de la electricidad, la eficiencia del transporte energético repercutía sobre el tipo de electricidad dominante, es decir, la corriente continua (CC) o la corriente alterna (CA). Inicialmente, por razones históricas, los sistemas eléctricos eran predominantemente circuitos de CC. Sin embargo, la imposibilidad de modificar los niveles de tensión de la CC limitó su uso por aquel entonces. Así pues, se construyeron generadores que respondieran a la demanda de carga en el circuito (por ejemplo, al nivel de tensión requerido para el alumbrado o los motores). Una transmisión de poco rendimiento a esas bajas tensiones exigía que los generadores se encontraran a poca distancia de los consumidores.

El consiguiente desarrollo de generadores y transformadores de CA proporcionó la

2 Semiconductores utilizados en la electrónica de consumo



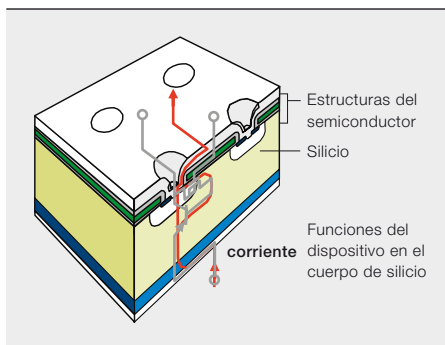
tecnología necesaria para poder pasar a 110 kV o más, lo que facilitó el transporte eficaz de la electricidad a larga distancia. Esto implicaba que ya no había necesidad de que los generadores estuvieran cerca de los usuarios finales, ni de que los niveles de tensión se correspondieran con el tipo de carga conectada a sus circuitos (ya que se podían utilizar transformadores reductores para modificar la tensión y adaptarla a la carga). Estos primeros desarrollos tecnológicos desempeñaron un papel crucial a la hora de determinar la naturaleza y la arquitectura del transporte de la electricidad y los sistemas de distribución.

En las últimas décadas, los avances en la tecnología de semiconductores han representado un fuerte impacto en la arquitectura de los sistemas eléctricos que funcionan en todo el mundo.

Hoy, los sistemas eléctricos deben atender a nuevas exigencias, como una eficiencia energética y una sostenibilidad mayores, si bien los avances tecnológicos siguen ejerciendo una importante influencia en su evolución.

En las últimas décadas, los avances en la tecnología de semiconductores han representado un fuerte impacto en la arquitectu-

3 Semiconductores utilizados en la electrónica de potencia



ra de los sistemas eléctricos que funcionan en todo el mundo. Entre las innovaciones que han sido posibles gracias a esas tecnologías se incluyen el transporte masivo eficiente de la energía eléctrica en forma de corriente continua de alta tensión (HVDC), la introducción de accionamientos de velocidad variable que permiten ahorrar energía, la conversión de CA de una frecuencia a otra distinta (50/60 Hz o 50/16,6 Hz) mediante convertidores de frecuencia, y la introducción de los FACTS (sistemas flexibles de transporte de CA) para mejorar el control y aumentar la capacidad de transporte de energía de la red.

Dispositivos semiconductores

Actualmente, la gran mayoría de los dispositivos semiconductores se utilizan en el sector de la electrónica de consumo, en productos como ordenadores, reproductores de DVD, teléfonos móviles, electrodomésticos y videojuegos. Este tipo de productos funcionan generalmente en los márgenes del nanovatio y el milivatio. La miniaturización de estos dispositivos sigue avanzando y ganando en complejidad, de forma que los circuitos integrados actuales, conocidos como microchips, contienen cientos de millones de conmutadores que funcionan al nivel del nanovatio. Normalmente se consigue que estos dispositivos funcionen configurando la superficie del material semiconductor → 2.

Por otra parte, actualmente se utilizan numerosos semiconductores de baja potencia para modificar la forma de la energía eléctrica (es decir, para modificar su tensión o su frecuencia), como:

- Los convertidores CC/CC que se encuentran en la mayoría de aparatos móviles (por ejemplo, los teléfonos móviles o los reproductores de mp3). Mantienen la tensión en un valor fijo, con independencia del nivel de carga de la batería.

- Los convertidores CA/CC (rectificadores) que se utilizan cuando se conecta un aparato electrónico a la red (como ordenadores, televisiones o consolas de videojuegos).
- Los convertidores CA/CA que se utilizan para modificar la tensión o la frecuencia. Se encuentran en los adaptadores eléctricos internacionales, interruptores para regulación de la luminosidad, etc.
- Los convertidores CC/CA (inversores) utilizados, por ejemplo, para alimentar aparatos de CA de un coche desde una batería de CC.

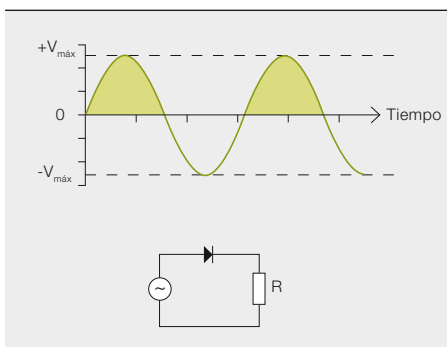
En la actualidad, se pueden utilizar dispositivos semiconductores similares para modificar la energía eléctrica en la gama de potencias de los megavatios. Suelen ser de silicio y todo su volumen interviene a la hora de cortar o conducir la corriente → 3. Generalmente, estos dispositivos son menos visibles para los usuarios finales que sus homólogos miniaturizados del sector de la electrónica de consumo, aunque modifican la tensión y la frecuencia de la misma manera, sólo que a escala industrial, constituyendo sólidos conmutadores de alta potencia que están en estado de “conducción” (on) o “aislamiento” (off).

Aunque la electrónica de potencia constituye un segmento relativamente pequeño del mercado de los semiconductores, el rápido crecimiento de la demanda de dispositivos semiconductores de alta potencia de los últimos cinco años ha contemplado aumentos significativos al aparecer nuevas aplicaciones para esta tecnología. ABB es un líder mundial en la fabricación y el desarrollo de dispositivos de semiconductores de alta potencia y se encuentra en una posición única para ampliar el alcance de las aplicaciones en toda una gama de productos que aumentan el rendimiento energético.

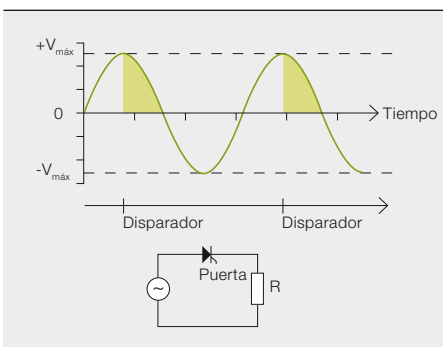
Dispositivos semiconductores de potencia

Los dispositivos semiconductores de potencia aparecieron por vez primera a principios de los años cincuenta, por ejemplo, con el diodo semiconductor de 7 kW. Este dispositivo mantiene la circulación de corriente eléctrica en una dirección (llamada la dirección directa del diodo) y la bloquea en el sentido opuesto → 4. Las empresas matrices de ABB, ASEA y BBC, se percataron inmediatamente del potencial de los semiconductores para la electrónica de potencia y desempeñaron un papel desta-

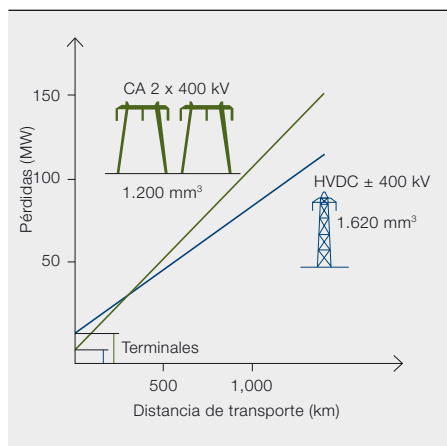
4 Un rectificador de un solo diodo



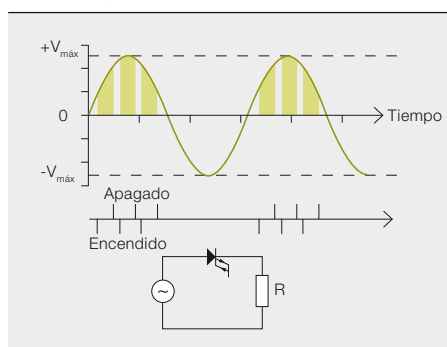
5 Un tiristor activado por un disparador y desactivado en el punto de paso por cero



6 Comparación de las pérdidas de transporte en líneas aéreas de 1.200 MW de CA y HVDC



7 Un tiristor de apagado por puerta se puede activar y desactivar a alta frecuencia



cado en su desarrollo y fabricación a partir de 1955. Los diodos semiconductores proporcionaron los primeros rectificadores de estado sólido. Los diodos de alta tensión iniciales fabricados por las sociedades matrices de ABB se utilizaron para convertir la CA en CC en las plantas de electrólisis para la producción de aluminio. Estos esfuerzos pioneros de ASEA y BBC ayudaron

A finales de la década de 1950, se creó un nuevo semiconductor bipolar, conocido como tiristor. Es similar a un diodo porque bloquea la corriente eléctrica en sentido inverso, pero impide también el flujo de la corriente en el sentido directo a menos que se le active para ello. De esta forma, la potencia (o corriente) que se suministra a una carga puede controlarse activando la con-

ductancia en una determinada fase de la forma de onda. Una vez activado, el tiristor permanece "on", pasando a "off" una vez por ciclo cuando la corriente cae al siguiente punto de paso por cero → 5. Una vez activado, el tiristor se comporta básicamente como un diodo. Puesto que los tiristores son

línea de transmisión HVDC del mundo en 1954, que suministraba 20 MW a 100 kV a la isla de Gotland, a una distancia de 96 km. Aunque este sistema utilizaba en sus inicios exclusivamente rectificadores de arco de mercurio, las estaciones de conversión se complementaron en 1970 con válvulas de tiristores, que estaban conectadas en serie con las válvulas de arco de mercurio, lo que elevaba la tensión a 150 kV, y la capacidad de transporte a 30 MW. Actualmente, los sistemas HVDC Classic (con tiristores conectados en serie) pueden transportar 6.400 MW de potencia a varios miles de kilómetros, lo que supone un método eficiente de transporte de energía eléctrica desde fuentes lejanas de generación a centros activos de población. Una línea de transporte HVDC sufre menos pérdidas que las líneas de CA optimizadas para la misma potencia. Por supuesto, hay que añadir las pérdidas en las estaciones convertidoras, pero puesto que son sólo de aproximadamente el 0,7% de la potencia transmitida en cada estación, las pérdidas totales del transporte HVDC resultan menores que las pérdidas en CA cuando se trata de distancias superiores a un cierto valor (por ejemplo, unos 500 km en tendidos aéreos) → 6. Además, el sistema

ABB, a través de sus empresas matrices ASEA y BBC, se percató del potencial de los semiconductores para la electrónica de potencia y ha desempeñado un papel destacado en su desarrollo y fabricación a partir de 1955.

a ABB en su avance para consolidar su liderazgo mundial en el ámbito de los dispositivos semiconductores de alta potencia.

capaces de cortar el paso de la corriente a niveles de MW, se pueden utilizar para convertir la CA en CC y la CC en CA para la transmisión HVDC. ASEA instaló la primera



Semiconductores de potencia en ABB

Dispositivos	Conjuntos	Aplicaciones
		- HVDC - FACTS - Convertidores eólicos - Accionamientos para motores - Rectificadores - Convertidores para ferrocarril - Sistemas de excitación - Movilidad eléctrica

8 Planta de semiconductores de Lenzburg



Datos de la fábrica	Producción desde 1978 (bipolar), se añadió BIMOS en 1997; la ampliación continúa; está previsto que se termine para 2010/ 2011, y que tenga unos 500 empleados
Línea de producción	Bipolar Fabricación de obleas de BIMOS Fabricación de módulos de BIMOS
Especialización	Bipolar (PCT [tiristores controlados por fase], IGCT, diodos, GTO), gama 1,6 kV - 8,5 kV Fabricación de obleas de BIMOS (diodos, chips IGBT), gama 1,2 kV - 6,5 kV Línea de módulos IGBT (HiPaks, StakPaks), gama 1,7 kV - 6,5 kV Conjuntos de potencia pulsada

HVDC es la única solución práctica para conexiones por cable submarino a más de 70 km.

Aunque los tiristores montados en serie pueden funcionar en un margen de varios miles de MW, otro tiristor similar único se puede utilizar en el margen de los 10 MW para modificar la alimentación de tensión y corriente a través de un accionamiento de media tensión y controlar eficientemente la velocidad de un motor industrial. Se estima que las aplicaciones movidas por motores eléctricos representan el 65% de todo el consumo industrial de energía. Sin embargo, una parte importante de esta energía se pierde actualmente con los métodos despilfarradores utilizados para regular su velocidad. Al modificar la tensión y la frecuencia mediante electrónica de potencia, se puede ajustar la velocidad de un motor de CA con pérdidas muy inferiores. Las aplicaciones típicas con accionamientos de velocidad variable pueden reducir el consumo de energía entre un 30% y un 50%.

Posteriormente, la tecnología de semiconductores permitió desarrollar un tiristor de desconexión por puerta (GTO), que se puede apagar en un punto arbitrario de la forma de onda, con lo que se consigue un mayor control de la potencia de salida → 7. Estos dispositivos son habituales en los convertidores de frecuencia utilizados para modificar la frecuencia de la red eléctrica nacional a fin de adaptarla a la frecuencia eléctrica utilizada por los ferrocarriles eléctricos y metropolitanos. Los dos primeros

convertidores de frecuencia modernos que utilizaron GTO, de 25 MVA nominales cada uno, entraron en servicio en Giubiasco, Suiza, en 1994. Se han utilizado en todo el mundo numerosos dispositivos similares para modificar la electricidad suministrada por la red y acomodarla a las necesidades de las compañías de transporte por ferrocarril eléctrico.

No mucho tiempo después del desarrollo del GTO, apareció un dispositivo mejorado conocido como tiristor conmutado por puerta integrada (IGCT). Estos dispositivos, al igual que los GTO, pueden conmutar entre “on” y “off”, pero dado que sus tiempos de apagado son mucho más rápidos, pueden trabajar a mucha mayor frecuencia que los GTO. Pueden soportar mayores valores de subida de tensión y sufren menores pérdidas por conducción. Actualmente hay en todo el mundo miles y miles de accionamientos con IGCT. El IGCT es un componente integrado simple que puede conmutar la electricidad a alta tensión y está revelándose como un elemento clave para los compensadores estáticos de var¹ y otros componentes de las redes eléctricas.

Hace dos décadas, una variante aparentemente simple del MOSFET de potencia de silicio (transistores metal-óxido-semiconductor de efecto campo) empezó a cambiar el panorama de la electrónica de potencia con la creación del transistor bipolar de puerta aislada (IGBT). En 1997, ABB empezó a invertir en una instalación para la fabricación de obleas para IGBT en Lenz-



burg → 8. El IGBT destaca por su elevado rendimiento y rapidez en la conmutación (conmuta entre “on” y “off” varias veces por ciclo) y se basa en la tecnología BiMOS (semiconductor bipolar-metal-óxido). Estos dispositivos se pueden montar de diversas maneras para modificar la tensión o la frecuencia de la energía eléctrica en diversas aplicaciones, desde los sistemas de transporte de electricidad HVDC Light® → 9, hasta los accionamientos de velocidad variable de baja tensión → 10. Tanto los accionamientos de velocidad variable como el HVDC Light precisan topologías de rectificadores y convertidores. Sin embargo, al igual que en todas las aplicaciones, la forma en que se montan los dispositivos semiconductores determina la potencia a la que pueden trabajar.

Los distintos tipos de dispositivos semiconductores y la forma en que se montan definen su idoneidad para una determinada aplicación. Cada dispositivo se prepara, no sólo para que conserve su integridad y sus prestaciones, sino también para garantizar un funcionamiento seguro y una larga vida útil en condiciones duras de trabajo. La familia de ABB de módulos IGBT HiPak™ se utiliza en el difícil entorno de los mercados de tracción e industrial. Se espera que estos módulos funcionen en una amplia gama de temperaturas y humedad o en condiciones de vibraciones o golpes fuertes. Además, deben soportar ciclos térmicos extremos. Los módulos HiPak se utilizan para tracción, accionamientos y turbinas eólicas. Otro conjunto IGBT, el StakPak™, es exclusivo de ABB y

resulta muy adecuado para la conexión fiable en serie de los diversos módulos IGBT necesarios para las aplicaciones de alta tensión.

Los semiconductores de potencia constituyen un elemento clave para un número creciente de productos y sistemas de ABB que desempeñan un papel fundamental en casi todas las aplicaciones eléctricas, ya que permiten que los accionamientos controlen eficientemente motores desde los 10 W a los varios cientos de MW. Además, permiten el transporte de energía eléctrica hasta 6 GW a través de líneas HVDC a 800 kV. Hacen posible que los trenes, grúas y ascensores se desplacen con suavidad, y permiten que se conecten a la red las fuentes de energía renovables, como turbinas eólicas y grandes centrales hidroeléctricas. Hasta los sistemas de radar que emiten impulsos de alta energía dependen de los semiconductores de potencia para controlar con seguridad el tráfico aéreo. El destacado papel de ABB en el diseño, desarrollo y producción de semiconductores ha sido determinante para asentar su liderazgo mundial en el suministro de convertidores de electrónica de potencia para diversas aplicaciones. La continua expansión de ABB en sus instalaciones suizas, así como la adquisición de Polovodice a.s., un fabricante de semiconductores de la República Checa, pone de relieve su empeño en reforzar esta posición destacada y en mejorar la eficiencia energética y la productividad en una amplia variedad de industrias. Este artículo constituye una introducción a la electrónica de potencia y es el primero

de una serie sobre la importancia de los semiconductores para ABB y la industria eléctrica.

Claes Ryttoft

Director de Technology Power Systems
ABB Power Systems
Zurich, Suiza
claes.rytoft@ch.abb.com

Bernhard Eshermann

Director de Power Semiconductors
ABB Power Systems
Lenzburg, Suiza
bernhard.eschermann@ch.abb.com

Harmeet Bawa

Director de Communications
Power Products and Power Systems
Zurich, Suiza
harmeet.bawa@ch.abb.com

Mark Curtis

Autor y editor
ABB Review
Zurich, Suiza
mark.curtis@ch.abb.com

Nota a pie de página

- 1 Un compensador estático de var es un dispositivo que normalmente está formado por condensadores conmutados con tiristores, reactancias controladas por tiristores y filtros armónicos, que se utiliza para inyectar o absorber energía reactiva a fin de mejorar la estabilidad de la tensión.



Alcanzar nuevos niveles

El nuevo centro de pruebas de tensión ultra alta (UHV) de ABB es el centro de pruebas de alta tensión en CC más avanzado del mundo

RALF HARTINGS, THOMAS K. LARSSON – Uno de los retos a los que se enfrentan numerosas economías es el transporte eficiente de energía limpia y renovable a grandes distancias. El uso de HVDC a 800 kV ha sido una forma de afrontar este reto, especialmente en países como China, la India o Brasil. Sin embargo, la demanda mundial de energía sigue creciendo y satisfacerla supone enfrentarse a retos en todos los frentes, desde llevar mayor cantidad de energía a lugares de difícil acceso, hasta cumplir las estrictas normas medioambientales.



era insuficiente, tanto en lo relativo al máximo nivel de tensión y las correspondientes deficiencias de aislamiento, como al tiempo disponible para las pruebas.

Las nuevas instalaciones de prueba se basaron en las futuras necesidades previstas del mercado para 1.200 kV en CA y en los sistemas de transporte a 1.000 kV en CC. Estos niveles de tensión del sistema requieren un determinado margen para los ensayos de tipo y de límite. Aunque no se requieren formalmente, las pruebas de límite ayudan a determinar el riesgo de fallo cuando se trabaja a niveles nominales y de sobretensión, de forma que se puedan adoptar las medidas necesarias para reducir al mínimo ese riesgo. Un error en este tipo de sistemas de transmisión de UHV afecta notablemente a la disponibilidad del sistema de transporte y a la capacidad de suministrar energía a millones de personas.

Los niveles de tensión máximos exigidos que se consideran necesarios son:

- CC: 2.000 kV
- CA: 1.700 kV
- Tensión de impulso tipo maniobra: 2.500 kV
- Tensión de impulso tipo rayo: 3.600 kV

Considerando estos niveles de tensión, las dimensiones del centro de pruebas vienen determinadas por:

- El tipo de esfuerzos de tensión para el dimensionamiento, la tensión de impulso tipo maniobra
- El tamaño máximo previsto del pasatapas para 1.000 kV en CC

Los ensayos de alta tensión son necesarios para homologar los nuevos equipos y, por tanto, deben existir unas instalaciones de prueba adecuadas.

- Las resistencias en el aire definidas por diversos expertos de todo el mundo y recopiladas por Cigré

Con unas dimensiones interiores de 35 metros de altura, 40 metros de anchura y 60 metros de longitud, el “UHVen”² de ABB se ha convertido en el centro de pruebas más avanzado del mundo para UHVDC. Además, permite realizar pruebas dieléctricas de pasatapas en CA y CC, así como comprobar el funcionamiento de las válvulas de HVDC para los mayores sistemas de transmisión de energía eléctrica del mundo.

Un importante desafío para cualquier centro de pruebas de alta tensión es asegurarse de que está adecuadamente aislado. Esto significa asegurarse de que las pruebas no afectarán al suministro eléctrico público ni de las industrias locales y que, a su vez, estas pruebas no se verán afectadas por perturbaciones eléctricas externas.

Durante muchos años el centro de alta tensión de ABB en Ludvika, Suecia, ha estado allanando el camino en el desarrollo de la tecnología de transmisión de alta tensión. Las pruebas de alta tensión son un requisito para homologar cualquier equipo nuevo y, por tanto, se han hecho importantes inversiones para poder disponer de las instalaciones adecuadas. Sin embargo, a principios de 2007 quedó patente la imperiosa necesidad de aumentar la capacidad de pruebas de tensión ultra alta (UHV) en el centro. Recientemente se ha completado con éxito el desarrollo de un nuevo transformador y pasatapas de 800 kV en CC y, dados los próximos proyectos de tensión ultra alta en corriente continua (UHVDC) en China y la India, junto con el creciente interés por la tensión ultra alta en corriente alterna (UHVAC), se consideró que la capacidad para probar pasatapas para UHVDC y válvulas para HVDC¹



Una instalación de pruebas de alta tensión debe garantizar que las pruebas no afectarán al suministro eléctrico público y que ella misma no se verá afectada por perturbaciones externas.

Las pruebas de bornas requieren un nivel de perturbaciones eléctricas externas de entre 1 y 2 picoculombios (pC), dado que estas pruebas deben comprobar que la borna no genera descargas internas superiores a 5 pC. Este requisito es muy difícil de cumplir en una instalación de pruebas

con semejantes niveles de UHV sin la adecuada protección eléctrica. Una protección deficiente o no adecuada permitirá que se establezca una conexión entre el objeto de las pruebas y las fuentes de tensión, que actúan como enormes antenas, captando así incluso las perturbaciones eléctricas más pequeñas del exterior. Para garantizar que esto no sucede, se ha construido una jaula de Faraday dentro del edificio exterior. Aunque el concepto de jaula de Faraday es sencillo en la teoría, para un centro industrial de pruebas de este tamaño, dotado de tres grúas y numerosas puertas, su montaje constituye un reto considerable. La jaula está aislada eléctricamente del edificio exterior por miles de pequeños aisladores y está puesta a tierra por separado por medio de una red interconectada formada por unas barras de gran longitud (16 metros) que se introducen en el suelo/roca sobre el que se yergue la instalación de pruebas.

La instalación lleva funcionando desde marzo de 2009, pero se inauguró oficialmente en junio de 2009.

Ralf Hartings

Thomas K. Larsson

ABB Components

Ludvika, Suecia

ralf.hartings@se.abb.com

thomas.k.larsson@se.abb.com

Notas a pie de página

- 1 Ambos desarrollados y fabricados en Ludvika. Los pasatapas para UHVDC son fabricados por ABB Components y las válvulas para HVDC por Power System, Grids. Sin la nueva instalación de pruebas para UHVDC, ABB no habría podido ofrecer soluciones para UHVDC (800 kV en CC y superiores).
- 2 UHV en es una combinación de UHV (tensión ultra alta) y la palabra sueca para "lechuza" (uven), especie común en la región sueca de Dalarna donde se encuentra el centro de pruebas.



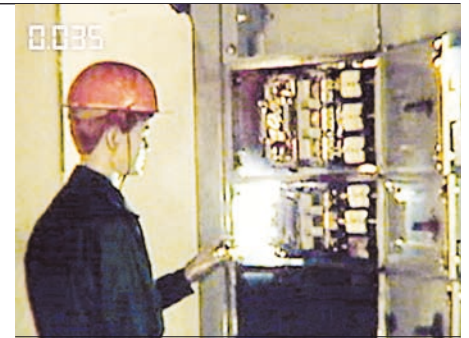
Arc Guard System™

Un sistema de protección que salva vidas y negocios

AHMED H HASSAN Y RICHARD PETERSSON WIGH – Cada día en todo el mundo, cientos de personas resultan gravemente heridas o perecen como consecuencia de accidentes por arcos eléctricos. Estos accidentes no se limitan a aquellos países con normativas de seguridad deficientes. Incluso aquellos con normas exigentes sufren muertes y heridos graves. Según datos públicos, en Norteamérica muere una persona al día por accidentes por arcos eléctricos, y varias más sufren lesiones. El nuevo dispositivo de protección Arc Guard TVOC-2 de ABB reduce el riesgo de este tipo de accidentes, lo que permite salvar vidas y equipos en todo el mundo.



1a Accidente por arco sin protección



1b Accidente por arco con ArcGuard System™ de ABB

Tras más de 35 años, el conocido sistema de protección Arc Guard System™ se ha convertido en el líder del mercado de la seguridad de aparamentas. En la actualidad, el sistema Arc Guard System™ se considera un componente básico de los equipos de aparamenta en el norte de Europa. Aunque el sistema no puede impedir que se produzcan fallos de arco, puede reducir la amenaza que representan para la vida humana y los equipos. Los fallos de arco suelen estar causados por factores externos, principalmente errores o negligencias humanas. Por tanto, no se puede evitar completamente su ocurrencia, ni se pueden predecir. En cambio, se puede poner freno al alcance de los daños y las lesiones que se puedan derivar. Un fallo de arco suele empezar como un cortocircuito entre dos o más puntos de contacto. Si se prolonga más de unos pocos cientos de milésimas de segundo, la temperatura interna del núcleo puede alcanzar 20.000 °C, lo que representa una seria amenaza para las personas y los conjuntos de aparamenta que se encuentran en las inmediaciones → 1a.

Puesto que todas las industrias, así como compañías eléctricas, edificios comerciales, hospitales, buques y muchos otros lugares, cuentan con aparamenta, ABB ha tratado de fabricar aparamentas “a prueba de arcos” mediante el diseño mecánico y la

selección de los componentes eléctricos. Estas innovaciones de diseño, unidas al nuevo sistema Arc Guard TVOC-2 de ABB, contribuirán a reducir en el futuro el riesgo de accidentes por arco y sus consecuencias → 1b.

Seguridad

La seguridad siempre ha constituido una cuestión importante en la producción y la distribución de energía. En los últimos años, las cada vez más estrictas exigencias legales y normativas han servido para poner de relieve la importancia de la seguridad, y han llevado a ABB a presentar TVOC-2 y a alentar la adopción de prácticas de trabajo seguras. El sistema TVOC-2 no evita por sí solo que se produzcan accidentes, pero puede reducir considerablemente los daños causados.

El nuevo dispositivo de protección Arc Guard TVOC-2 de ABB reduce el riesgo de accidentes por arco eléctrico, lo que permite salvar vidas y equipos en todo el mundo.

Aunque el anterior sistema Arc Guard era sencillo y fiable, TVOC-2 presenta características y funciones nuevas y mejoradas, de forma que conservará sus ventajas en cuanto a fiabilidad y sencillez, pero con una mayor flexibilidad.

La reducción de las consecuencias de los fallos de arco se trata de una cuestión que tiene que ver con el tiempo, por lo que cada milésima de segundo cuenta. El sistema TVOC-2 reacciona en tan sólo una milésima de segundo y tarda menos en actuar que las protecciones habituales a la hora de desconectar interruptores → 2.

Con un diseño que cumple el nivel 2 de integridad de seguridad (SIL2), el sistema Arc Guard TVOC-2 está homologado para las aplicaciones de hoy y del mañana.

Riesgos

Cada día, cientos de personas se enfrentan al riesgo de sufrir lesiones graves o de perecer a causa de accidentes por producción de arcos.

En cualquier instalación industrial se puede reducir el riesgo de accidentes por producción de arcos mediante el diseño mecánico y eléctrico del sistema, y aplicando además unos correctos procedimientos de trabajo al manipular los equipos eléctricos. La importancia de la seguridad ha llevado a ABB a desarrollar aparamenta “a prueba de arcos”, en la que el diseño mecánico y la selección de los componentes eléctricos contribuyen a reducir el riesgo de accidente por arco y sus consecuencias.

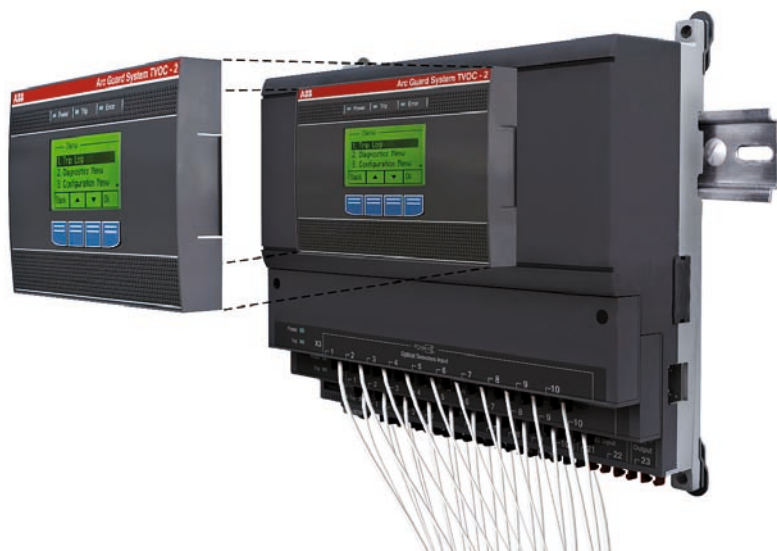
Lamentablemente, a pesar de estas medidas, la protección frente a accidentes por arco suelen ser insuficientes por dos razones principales:

- 1) La mayoría de los accidentes se producen con la puerta de la aparamenta abierta, lo que reduce la eficacia de la protección mecánica.
- 2) La protección de los interruptores se basa únicamente en sobrecorrientes y a menudo tarda en actuar.

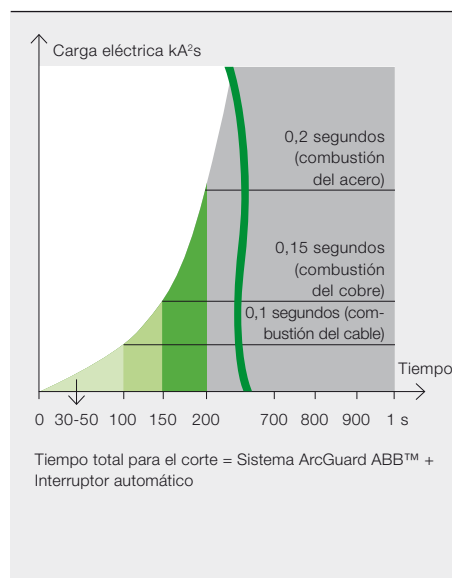
Ventajas

1. Mayor seguridad frente a arcos en la aparamenta, lo que salva vidas y reduce daños, ya que el tiempo total de

2 TVOC-2, en el que se muestra la posibilidad de implantar una HMI (interfaz hombre máquina) montada en la puerta del panel



3 El TVOC-2 reacciona en milésimas de segundo.



desconexión será más rápida y fiable cuando se produzca un accidente. También permite ahorrar dinero y tiempo, ya que se minimiza el tiempo de interrupción de la producción.

2. El diseño del sensor de punto facilita y acelera la localización del fallo y la reanudación de la producción tras un incidente.
3. El sistema TVOC-2 presenta un menú de inicio de uso intuitivo y conexiones accesibles desde la parte delantera, lo que permite acceder con facilidad a la información necesaria. Dispone de un registro de desconexiones con indicación de tiempos y de los interruptores desconectados, además de otras muchas funciones.

Diseño de la seguridad funcional

- Desconexión más rápida y fiable que la protección frente a cortocircuitos
- Producto modular con una sola unidad, lo que facilita su diseño, ampliación e instalación en espacios reducidos
- HMI (interfaz hombre-máquina) en la puerta, que resulta más cómoda que la montada empotrada y proporciona más información → 3
- Monitor de arco fiable TVOC-2
- Diseño de seguridad funcional, SIL2, que da lugar a un producto fiable y capaz de hacer frente a los desafíos futuros

Especificaciones del producto

- Sensores de fibra óptica que eliminan los riesgos de interferencias de CEM (compatibilidad electromagnética) a través de los cables del detector

- Sensores prefabricados y calibrados de distintas longitudes que eliminan los riesgos de los montajes defectuosos
- 10 sensores incluidos de serie y de diseño modularizado, ampliables a 30 sensores en función de las necesidades del cliente
- Montaje en pared o sobre carril DIN (montaje flexible y sencillo)
- Hasta 2 HMI en el producto, en el exterior o ambas, que normalmente se montan en la puerta del armario, de fácil montaje y acceso
- Sistema de fácil ampliación con diseño de unidad única (modularizado)
- Información del estado actual a demanda
- Desconexión selectiva, que permite desconectar distintos interruptores según indiquen los sensores, lo cual reduce la necesidad de varios monitores de arco y simplifica su diseño

Superación de retos

Uno de los mayores retos consistió en la obtención de las homologaciones SIL2. ABB tuvo que modificar su primer prototipo del producto. Todas las actividades relacionadas con la seguridad se llevan a cabo mediante electrónica tradicional y sin ningún tipo de software. Los microcontroladores utilizados se emplean en parte para fines de diagnóstico y en parte para facilitar el uso.

Las especificaciones imprescindibles se basaron en una serie de conversaciones con los clientes y posibles clientes, que nos comentaron sus prioridades en cuanto a las funciones más críticas para ellos. Esto supone un valor añadido con respecto a

El conocido sistema de protección Arc Guard System™ se ha convertido en el líder del mercado para la seguridad de aparamenta.

los productos de la competencia y de la antigua cartera de ABB.

Todos los trabajos en materia de seguridad funcional se realizaron bajo la dirección del responsable de seguridad, el Dr. Zaijun Hu, de ABB Research en Alemania.

Perspectivas

Fiabilidad

- Homologado según la norma de seguridad funcional SIL2
- Más de 35 años de experiencia en sistemas de protección de arco Arc Guard Systems
- Sensores ópticos precalibrados

Flexibilidad

- HMI que puede ir montada en la puerta del cuadro
- Ampliable a 30 sensores ópticos
- Configurable según las diversas necesidades

Sencillez

- Menú de inicio de uso intuitivo
- Montaje en pared o en carril DIN
- De fácil ampliación en caso de ampliar la aparamenta

El sistema TVOC-2 se ha diseñado con la fiabilidad como principal objetivo, si bien se han contemplado todos los aspectos. Esto incluye la precalibración de los sensores en fábrica, además de funciones importantes como el sistema de supervisión automática del monitor de arco.

Actualmente el sistema Arc Guard System™ de ABB se considera un componente básico de los equipos de aparamenta en el norte de Europa.

Y para garantizar que no se deja nada al azar, el sistema TVOC-2 se ha diseñado conforme al concepto de seguridad funcional (SIL2). El cumplimiento de esta norma implica que el producto se ha diseñado de tal modo que el fallo de un componente no se traduce en un fallo de las funciones de seguridad. Por ejemplo, algunos condensadores cuentan con redundancia integrada para hacer frente a los fallos de componentes. Las funciones vitales del sistema se supervisan automáticamente y, ante cualquier anomalía, se emite una alerta. Muchas de las funciones añadidas se ges-

tionan mediante un microprocesador, pero lo más importante es que ninguna de ellas se trata de una función de seguridad.

Seguridad funcional para el futuro

El mundo desea equipos más seguros y fiables, y está dando este paso con rapidez y decisión. Un ejemplo de ello es la nueva Directiva relativa a las máquinas (2006/42/CE), que exige al fabricante que elimine los riesgos a lo largo de toda la vida útil prevista de la máquina, incluso en caso de utilización incorrecta.

Las normas armonizadas ofrecen medios para confirmar que se cumplen estos requisitos. La seguridad funcional es una herramienta que se emplea no sólo para garantizar la seguridad, sino también la fiabilidad. Con el sistema TVOC-2, que dispone de homologación SIL2 de acuerdo con las IEC 61508 e IEC 62061, se garantiza que el alcance del diagnóstico satisface las exigencias de seguridad. Esto corresponde al nivel de prestaciones “d” conforme a la norma EN ISO 13849-1. El Arc Guard System™ extingue un arco en un tiempo asombrosamente corto y reduce su carga a fin de minimizar las lesiones personales y daños a los equipos. Con el sistema TVOC-2, los clientes pueden satisfacer las exigencias de seguridad más estrictas. Por ejemplo, la NFPA70E, una norma estadounidense para la instalación segura de cableado y equipos eléctricos, señala: “debe realizarse un análisis del riesgo de descarga para proteger al personal de la posibilidad de sufrir daños

por una descarga de arco. El análisis determinará el límite de protección frente a descargas y el equipo de protección del personal que deberá utilizarse dentro de dicho límite”. Con el Arc Guard System™,

estos cálculos indicarán una disminución de la intensidad de descarga de arco hasta un nivel que reduce la necesidad de protección adicional. Obsérvese que los requisitos de seguridad funcional garantizan la fiabilidad de las cifras utilizadas en estos análisis.

Flexibilidad

El sistema TVOC-2 está concebido como una unidad flexible que se adapta a una amplia gama de aparamenta y dimensiones de sistemas. El objetivo de ABB es proporcionar a sus clientes el sistema que real-

mente necesitan. La configuración estándar incluye 10 detectores que cubren las necesidades de una aparamenta de tamaño normal. Si el sistema de un cliente crece o necesita más sensores, el producto se puede ampliar hasta los 30 detectores con sólo añadir dos módulos de ampliación a la unidad principal. Los clientes pueden montar el sistema TVOC-2 en un carril DIN, o bien directamente en la pared del cuadro. Además, la HMI que muestra al cliente la información del sistema y de la configuración puede colocarse en el propio producto o en la puerta. Llegado el caso, incluso se puede montar en ambos lugares. Y para adaptarse a las aplicaciones del cliente, se ha añadido la posibilidad de desconectar hasta tres interruptores. El sistema puede configurarse para desconectar distintos interruptores en función del lugar de la aparamenta donde se produce el arco.

Sencillez

Uno de los aspectos más importantes del diseño del TVOC-2 ha sido facilitar su uso a los clientes y usuarios de ABB. Esto es importante no sólo para facilitar el diseño y la instalación del sistema, sino también para minimizar el riesgo de errores. ABB ha diseñado el sistema TVOC-2 como una sola unidad (incluso si los clientes desean ampliarlo con otros sensores) y con el número mínimo de piezas. En la instalación, todos los elementos de entrada/salida, sensores y ajustes son accesibles desde la parte delantera para proporcionar una visión clara y reducir al mínimo el riesgo de error. El menú de la HMI presenta una interfaz de uso intuitivo, que guía al cliente a lo largo de la instalación. El cliente puede, por ejemplo, consultar el registro de desconexiones para ver qué sensor se activó y a qué hora. Y lo que es mejor, puesto que se puede colocar en la puerta, el cliente puede hacer esa comprobación sin necesidad de abrir la aparamenta. Además, el sistema TVOC-2 puede ampliarse en consonancia con el crecimiento de la empresa del cliente. Así pues, el cliente dispone de total flexibilidad, ya que puede desde aumentar el número de módulos de sensores hasta añadir sencillamente otros componentes al sistema, y todo ello en cuestión de minutos.

Ahmed H Hassan

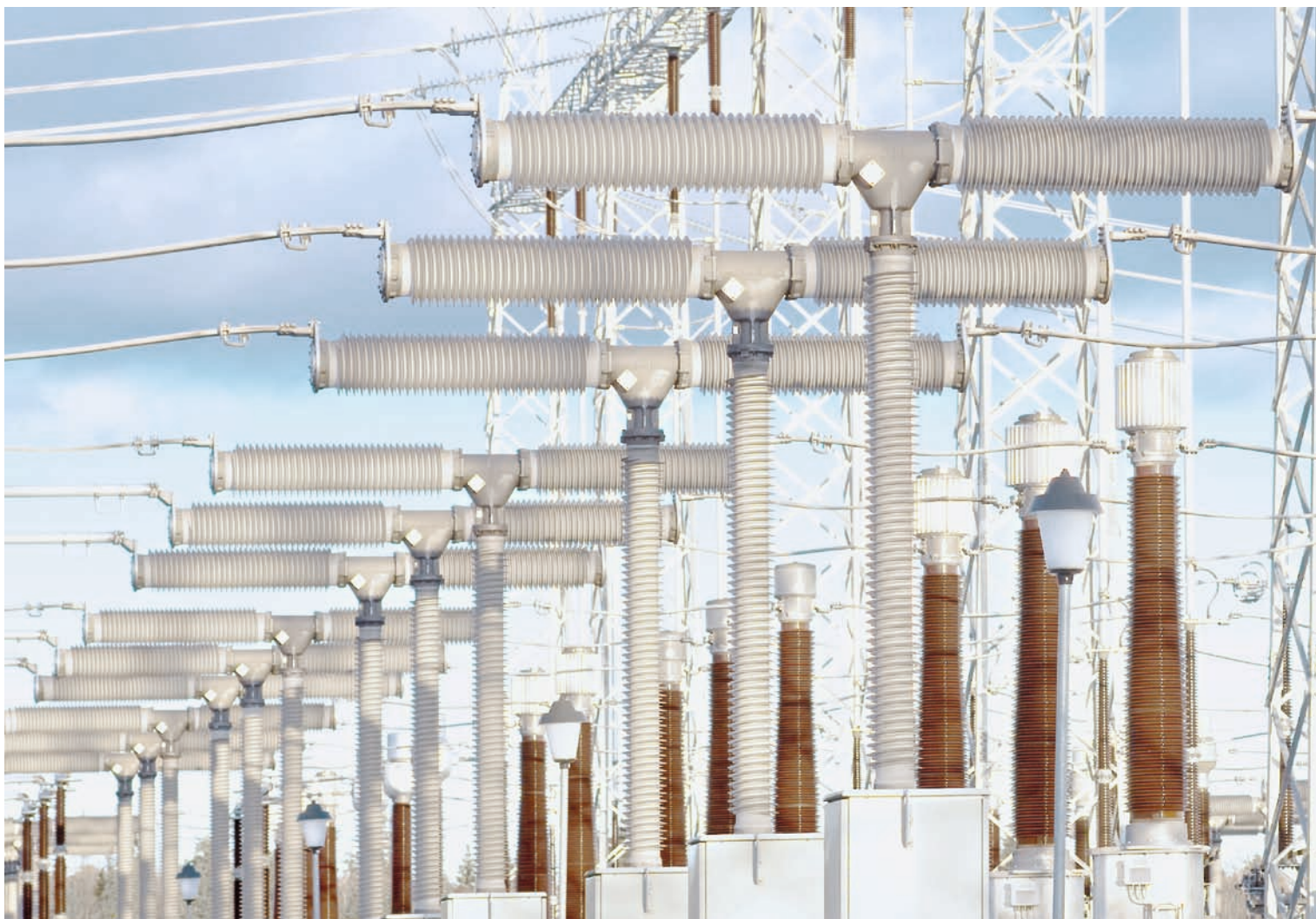
Richard Petersson Wigh

ABB Low Voltage Products

Västerås, Suecia

ahmed.h.hassan@se.abb.com

richard.petersson-wigh@se.abb.com



Interruptores seccionadores (DCB)

Las subestaciones aisladas en aire con DCB ofrecen la máxima disponibilidad en el mínimo espacio

HANS-ERIK OLOVSSON, CARL EJNAR SÖLVER, RICHARD THOMAS –

El desarrollo de interruptores ha dado lugar a un cambio en el principio de diseño de las subestaciones. Antes, el diseño de la subestación se basaba en el hecho de que los interruptores precisaban mucho mantenimiento y se veían, por tanto, rodeados de seccionadores que permitían el mantenimiento sin afectar a los circuitos próximos. Con los interruptores actuales, que tienen un intervalo de mantenimiento de más de 15 años, el principio de diseño se centra más en el mantenimiento de los tendidos aéreos, los transformadores o las reactancias, entre otras cosas. El cambio

en el principio de diseño ha permitido la integración de la función de desconexión en el propio interruptor, lo que ha dado lugar a un nuevo dispositivo denominado interruptor seccionador (DCB). Puesto que los contactos primarios de los DCB se encuentran en un entorno protegido por SF₆, sin contaminación, la función de desconexión es muy fiable y el intervalo de mantenimiento se hace mayor, lo que ofrece una mayor disponibilidad global de la subestación. Además, la solución DCB reduce el espacio que ocupan las subestaciones en aproximadamente un 50%.



El desarrollo de los interruptores ha dado lugar a un cambio en el principio de diseño de las subestaciones.

El desarrollo de la tecnología de interruptores ha conducido a una reducción significativa del mantenimiento y a una mayor fiabilidad. Los intervalos de mantenimiento de los interruptores modernos de SF₆ que requieren la desactivación del circuito primario están ahora en 15 años o más. No se han producido mejoras significativas de los requisitos de mantenimiento y fiabilidad con seccionadores de intemperie, que durante el mismo período se centraron en reducir los costes por optimización de los materiales de producción. Los contactos principales de los seccionadores de intemperie tienen un intervalo de mantenimiento de entre dos y seis años, dependiendo de las prácticas del usuario y de los niveles de contaminación (ya sean contaminantes industriales y/o contaminantes naturales, como arena y sal).

La fiabilidad de los interruptores ha aumentado gracias a la evolución de la tecnología de corte de primarios, desde chorro de aire, mínimo de aceite, SF₆ a presión doble hasta los actuales de SF₆ a presión simple.

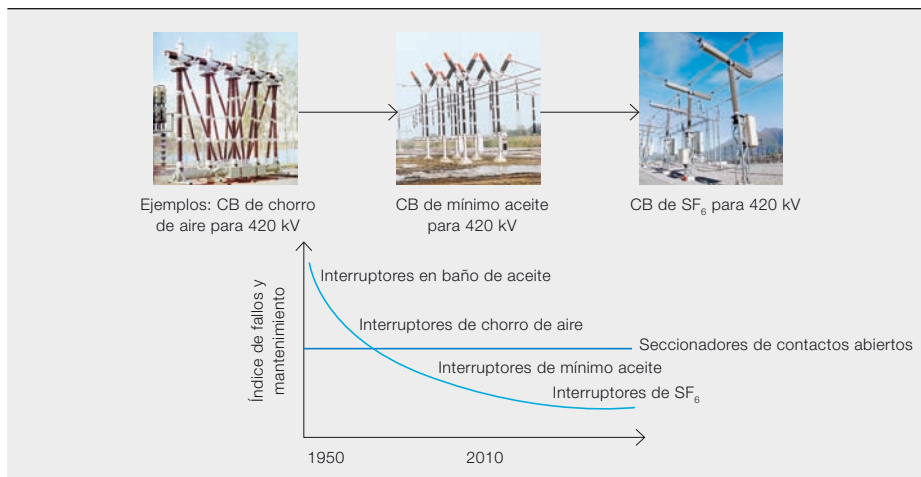
Al mismo tiempo, se ha reducido el número de las series de interruptores y existen actualmente interruptores de depósito bajo tensión ("tanque vivo") de hasta 300 kV con un interruptor por polo. La eliminación de los condensadores de distribución para interruptores de depósito bajo tensión con dos interruptores ha simplificado aún más el circuito primario y, por tanto, ha aumentado la disponibilidad. Actualmente se dispone de interruptores de hasta 550 kV sin condensadores de distribución, lo que ha permitido desarrollar dispositivos DCB hasta ese nivel de tensión. Los mecanismos de funcionamiento de los interruptores han mejorado asimismo desde los de tipo neumático o hidráulico al de resorte, dando lugar a diseños más fiables y con menor mantenimiento → 1.

Anteriormente, cuando se construían subestaciones, el principio de diseño era "ro-clear" los interruptores con seccionadores para hacer posible su mantenimiento frecuente. Gracias a la reducción de los fallos y del mantenimiento de los interruptores, actualmente la función de desconexión se precisa más para el mantenimiento de ten-

El cambio en el principio de diseño ha permitido la integración de la función de desconexión en el propio interruptor, lo que ha dado lugar a un nuevo dispositivo denominado interruptor seccionador.

didos aéreos, transformadores de potencia, etc. El mantenimiento reducido de los interruptores, junto con los problemas de fiabilidad para los clientes de los secciona-

1 El desarrollo de interruptores automáticos (CB) y la reducción correspondiente de los índices de fallos y de mantenimiento



Los interruptores seccionadores reducirán considerablemente el mantenimiento en subestaciones de aparamenta aislada en aire y el riesgo de fallo debido a la contaminación puesto que todos los contactos del primario están envueltos en SF₆.

dores de intemperie, han llevado al desarrollo del DCB en estrecha cooperación con algunos de los principales clientes de ABB [1, 2, 3]. El DCB combina las funciones de conmutación y desconexión en un solo dispositivo, reduciendo así la ocupación de espacio en la subestación y aumentando la disponibilidad [4]. La primera instalación de un DCB fue en el año 2000 y, en la actualidad, se ofrecen para niveles de tensión desde 72,5 kV hasta 550 kV.

Diseño de los interruptores seccionadores

En un DCB, los contactos normales del interruptor pueden actuar asimismo como seccionadores cuando están en posición abierta. El sistema de contacto es similar al de un interruptor normal sin contactos adicionales ni sistemas de acoplamiento → 2. El DCB está equipado con aislantes de goma de silicona. Estos aislantes tienen propiedades hidrófobas, es decir, que el agua en su superficie formará pequeñas gotas. En consecuencia, tienen un comportamiento extraordinario en entornos contaminados, ya que se reduce al mínimo la corriente de fuga a través de los polos en la posición de abierto.

Los DCB permitirán reducir considerablemente el mantenimiento de las subestaciones con aparamenta aislada en aire (AIS), así como reducir el riesgo de fallo por la contaminación. Al reemplazar en las subestaciones la combinación de seccionadores de intemperie e interruptores por DCB, se mejorará la disponibilidad considerablemente.

Un DCB debe cumplir tanto las normas aplicables a los interruptores como a los seccionadores. La IEC publicó en 2005 una norma específica para interruptores seccionadores [5]. Una parte importante de

2 DCB para 145 kV. Un interruptor de puesta a tierra está integrado en la estructura de apoyo.



esa norma la constituyan las pruebas funcionales combinadas. Estas pruebas verifican que se cumplen las propiedades de desconexión del DCB durante su vida de servicio, a pesar del desgaste de los contactos y de los subproductos de descomposición generados por la interrupción del arco. Esto se garantiza realizando previamente todos los ensayos mecánicos y de rotura, y confirmando después las propiedades dieléctricas de desconexión.

Se dispone de DCB para tensiones nominales de entre 72,5 y 550 kV → 4. Ya se han instalado o solicitado unas 900 unidades trifásicas.

Conexión segura a tierra

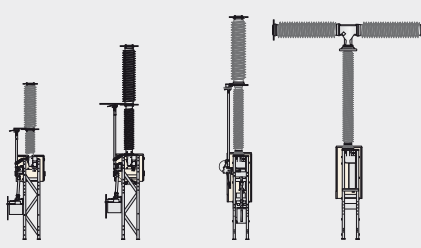
Cuando hay que mantener o reparar una parte de una subestación o red, se abren uno o varios seccionadores para aislarla del resto del sistema y se ponen a tierra los equipos aislados para seguridad del personal. Esto se puede hacer de distintas maneras:

- Con seccionadores convencionales aislados en aire, la separación visible de los contactos abiertos permite verificar que la parte del sistema está desactivada y el sistema aislado se pone posteriormente a tierra.
- Se pueden inmovilizar los DCB en posición de abiertos con un dispositivo a prueba de fallos. La inmovilización se compone de un bloqueo eléctrico del mecanismo de accionamiento y de un bloqueo mecánico del sistema de conexión a los contactos principales. A continuación se cierra el interruptor de toma de tierra adyacente. La puesta a tierra visible del interruptor permite verificar que la parte del sistema que se contempla está desactivada y es segura para los empleados → 3.

3 DCB para 145 kV con transformadores de corriente e interruptor de puesta a tierra cerrado



4 La gama de interruptores-seccionadores



Tipo	LTB 72,5	LTB 145	HPL 170-300	HPL 362-420	HPL 550
Tensión nominal, kV	72.5	145	170-300	362-420	550
Intensidad nominal, A	3,150	3,150	4,000	4,000	4,000
Capacidad del interruptor, kA	40	40	50	50	63
Frecuencia nominal, Hz	50/60	50/60	50/60	50/60	50

- Mayor seguridad para el personal, puesto que todo el trabajo en el sistema de alta tensión de la subestación presenta un riesgo potencial de lesiones por descargas eléctricas o caídas desde zonas elevadas, etc.

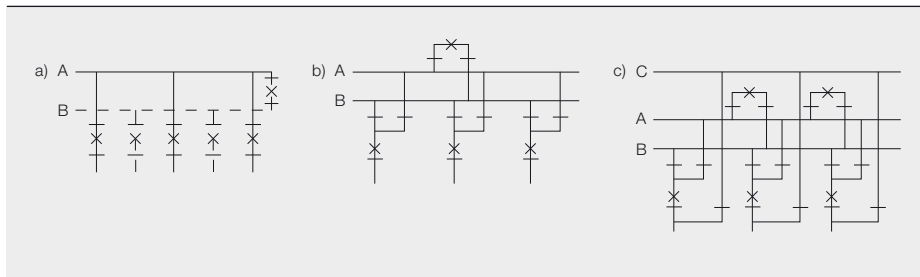
La instalación de desconexión es un punto de la apartamenta preparado para la rápida apertura de la conexión del primario entre el DCB y la barra de bus. Cuando se desconecta el DCB de esta forma, se pueden volver a activar las otras partes de la subestación mientras se prosigue el trabajo en aquél.

Aspectos de las averías

Los equipos y los aparatos son cada vez más fiables, aunque siguen produciéndose averías incluso si se presentan con un mayor tiempo medio entre fallos (MTBF). Las averías son un proceso aleatorio, lo que significa que incluso con un MTBF muy grande, el fallo puede presentarse en cualquier momento y los clientes de ABB deberán diseñar las subestaciones teniendo eso en cuenta. Cuando se elimina un fallo existe también un pequeño riesgo de que un interruptor deje de abrirse y se requiera el accionamiento de otros interruptores de seguridad.

En la configuración esquemática que se muestra en → 6, un fallo del primario en uno de los objetos de salida más el fallo del interruptor de esa bahía acarrearía la desactivación de una sección de barra de bus. Un fallo de una sección de barra de bus o de un interruptor de conexión de bus ocasionaría la caída de toda la subestación.

5 Distintos tipos de esquemas de configuraciones basadas en la exigencia de mantenimiento frecuente de los interruptores, que ya no es necesario



Aspectos de mantenimiento

En el pasado, la complejidad de los interruptores exigía un gran mantenimiento, que centraba la atención en la forma de aislarlos, mientras otras partes de las subestaciones permanecían en servicio. El motivo principal para introducir los seccionadores hace unos 100 años fue permitir el mantenimiento de los interruptores. El esquema de la configuración se realizaba con interruptores rodeados de seccionadores para permitir el mantenimiento de los primeros → 5.

En → 6 se muestra una solución tradicional de barra de bus doble con interruptores y seccionadores independientes frente a una solución con barra de bus por secciones con DCB, para una subestación de 132 kV con cuatro líneas aéreas, dos transformadores de potencia y un interruptor de conexión o desconexión de bus. La solución DCB reducirá el área de la subestación en más del 40%. En → 7. se muestran los cortes de suministro en una bahía de entrada/salida a causa del mantenimiento del aparato principal de la apartamenta. Los intervalos de mantenimiento hipotéticos se

ajustan a las recomendaciones del fabricante, es decir, 5 años en el caso del seccionador en intemperie y 15 años en el de los interruptores y DCB. Por tanto, la introducción del DCB reduce la media de cortes por mantenimiento de 3,1 a 1,2 horas al año.

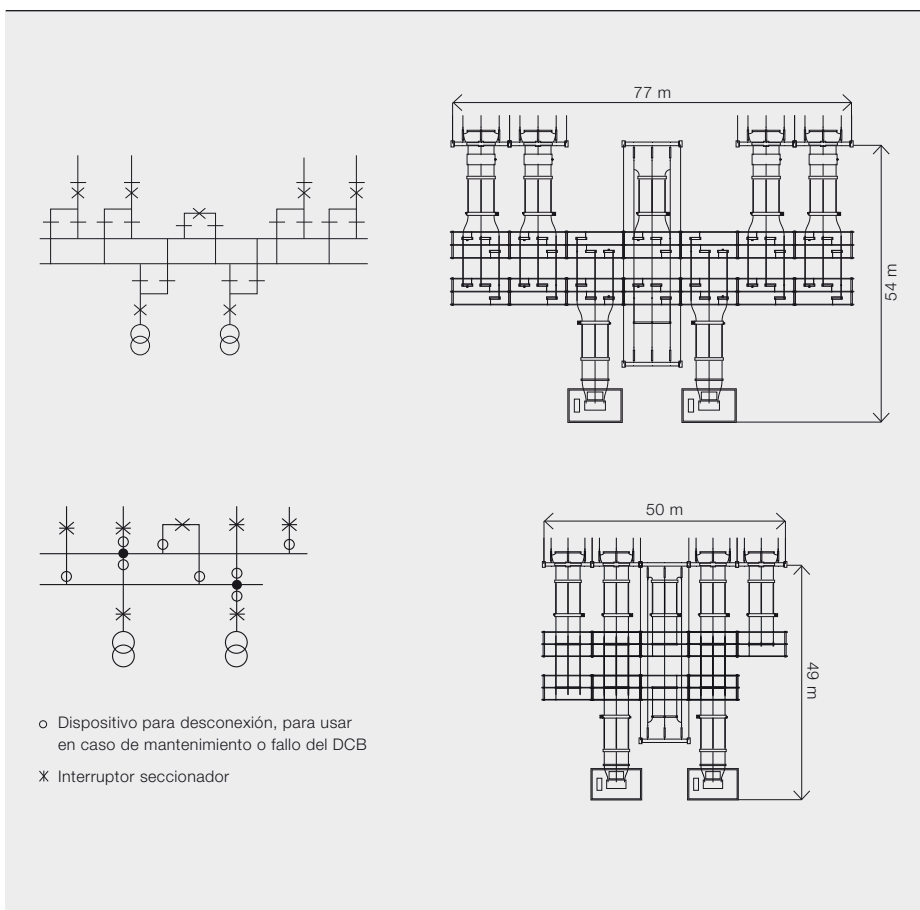
Esta reducción de las actividades de mantenimiento proporcionará las siguientes ventajas:

- Mayor satisfacción de los clientes (los trabajos de mantenimiento pueden provocar cortes en el suministro eléctrico a algunos clientes en función de la topología de la subestación/red).
- Menor riesgo de sufrir perturbaciones (apagones), puesto que el riesgo de fallos del primario durante una situación de mantenimiento (es decir, cuando hay personas en la subestación) es mayor que durante el servicio normal, además de que durante el mantenimiento un sistema está en una situación “más débil” porque no todos los equipos están en servicio.
- Menores costes de personal para el trabajo de mantenimiento “in situ”.

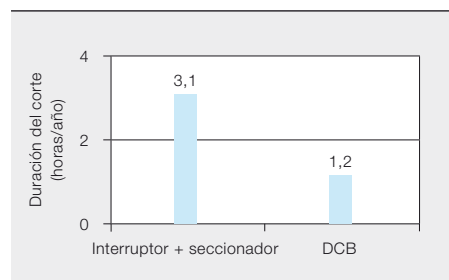
El interruptor seccionador reducirá el área de la subestación en más del 40%.

Desde el punto de vista de la seguridad del sistema, puede no ser admisible en una subestación importante que exista el riesgo de que caiga toda la subestación como consecuencia de un fallo del primario. Para hacer la subestación “inmune” a los fallos de una barra de bus y minimizar las perturbaciones si un interruptor no se abre con un fallo del primario, pueden utilizarse las configuraciones de un interruptor y medio (izquierda en → 8) o dos interruptores (derecha en → 8).

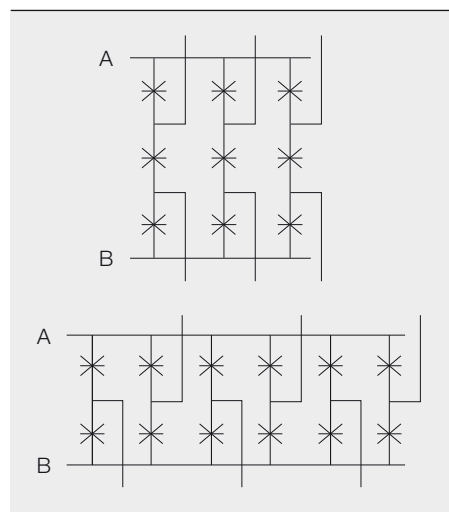
6 Esquema y configuración de los interruptores y seccionadores clásicos para 132 kV en comparación con la solución DCB



7 Duración de los cortes por mantenimiento de los aparatos de apartamiento de 132 kV



8 Configuraciones esquemáticas "inmunes" a las averías de la barra de bus



En → 9 se comparan los esquemas y la correspondiente necesidad de espacio de una solución de tipo tradicional con interruptores y seccionadores frente a una solución con DCB, para un subestación típica de 420 kV con tres líneas aéreas, dos

información de aparatos en servicio. Puesto que el DCB es muy similar a un interruptor clásico, se presupone que las estadísticas de fallos serán equiparables en ambos casos. La introducción del DCB reduce, por tanto, los cortes en un 50%.

Los cortes no programados pueden ser muy problemáticos y ocasionar interrupciones de suministro a los consumidores, algo que se considera inaceptable.

Aplicación de los DCB

Los DCB pueden aplicarse en las configuraciones de

subestaciones más clásicas y sustituir directamente las disposiciones de interruptor/seccionador tradicionales. De este modo se puede disminuir considerablemente la superficie ocupada por la subestación, reducir las actividades de mantenimiento y disminuir los cortes por mantenimiento y fallos, es decir, aumentar la disponibilidad. La mayor disponibilidad

se puede utilizar para simplificar la configuración esquemática y seguir manteniendo la disponibilidad al nivel anterior.

Se puede reducir el coste total de inversión en la subestación empleando DCB (dependiendo del coste de preparación del terreno, entibado, voladuras, terraplenado, etc., que puede variar de un caso a otro). La reducción de los costes de explotación será posible gracias a la reducción de los costes por apagones (que suele ser el coste mayor) y mantenimiento.

Ejemplo: subestaciones de 420 kV en Suecia

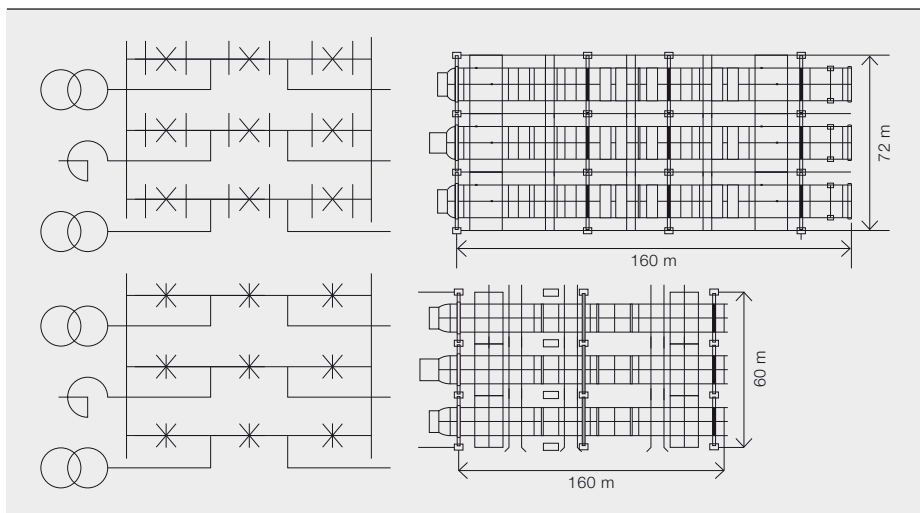
Svenska Kraftnät (SvK), la compañía explotadora del sistema de transmisión de Suecia, es responsable de los sistemas de 420 kV y 245 kV en este país. El sistema sueco de 420 kV se inició en la década de 1950, y constituyó todo un avance dado que fue el primer sistema del mundo con ese nivel de tensión. Actualmente, el sistema sueco de 420 kV se compone de unas 70 subestaciones, la mayoría de las cuales está llegando al final de su vida, así que SvK está realizando una renovación completa (remodelación) de unas tres subestaciones al año.

Los interruptores seccionadores pueden reducir la frecuencia de mantenimiento y las paradas de una subestación, lo que contribuye significativamente a la reducción de sus costes operativos.

transformadores de potencia y una reactancia shunt. Cuando se utilizan DCB, el área exterior de la subestación se reduce en casi un 50%.

En → 10 se muestran los cortes en una bahía de entrada/salida por fallos de la apartamiento. El valor de la frecuencia de fallos procede de fuentes estadísticas internacionales, como CIGRE y CEA, que recopilan

9 Esquema y configuración de los interruptores y seccionadores clásicos para 420 kV en comparación con la solución DCB



El principio básico para la renovación de las subestaciones es efectuar un cambio total de todos los equipos primarios y secundarios. Al realizar una renovación completa se pueden conseguir varias ventajas técnicas y comerciales, tales como:

- Se puede minimizar el trabajo futuro, ya que todos los equipos son de la misma “época”.
- Se puede adaptar la configuración esquemática a los desarrollos de los aparatos de alta tensión y a los posibles cambios en la importancia de la subestación en la red desde su construcción inicial.

El interruptor seccionador está dotado de aisladores de goma de silicona.

- Los tiempos de parada se pueden mantener en un mínimo empleando los equipos existentes para que la subestación continúe en servicio durante la renovación.
- El personal de SvK se puede concentrar en unos pocos proyectos mayores y las subestaciones renovadas no necesitarán ninguna “atención” durante muchos años tras la renovación.

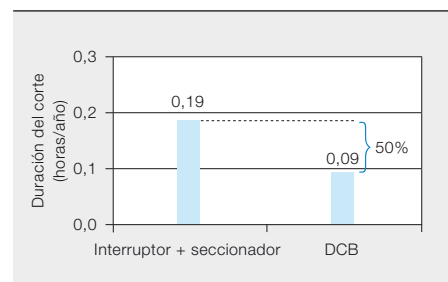
Ya a finales de los setenta, se puso de manifiesto que los seccionadores en intemperie eran aparatos que requerían altos niveles de mantenimiento en comparación con los interruptores, por lo que SvK empezó a reducir su número en sus subestacio-

nes → 11b. Cuando se presentaron los DCB en 2000, SvK hizo la primera instalación en una estación de 245 kV para probar este concepto. En 2001 se iniciaron las primeras renovaciones de subestaciones de 420 kV empleando el DCB y, desde entonces, la solución DCB se ha utilizado exclusivamente para subestaciones grandes e importantes en el esquema de 2 interruptores → 11c. Para las subestaciones más pequeñas de 245 kV, se aplicó también el esquema de barra de bus única. La experiencia operativa de SvK con el DCB es buena.

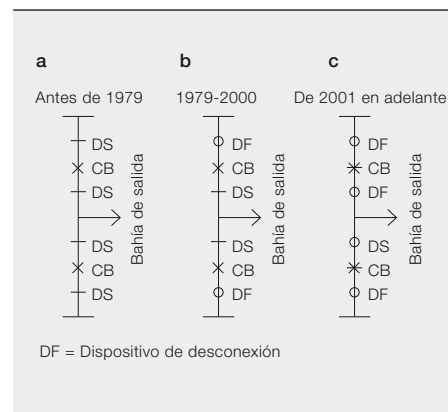
Las subestaciones ocupan casi un 50% menos cuando se pasa del sistema de interruptor y seccionador tradicional a la solución DCB. Esta reducción de espacio puede suponer ventajas, no sólo para las nuevas subestaciones, sino también en las que son objeto de renovación → 12. En estos trabajos de renovación se mantiene en servicio el aparato anterior (rosa) junto con la barra de bus anterior (rojo), mientras el nuevo equipo, incluyendo una segunda barra de bus, se levanta en el área rotulada en verde en el lado opuesto de la barra de bus anterior. Gracias al pequeño espacio que ocupa el nuevo equipo primario se pueden mantener las tres torres de línea existentes señaladas en azul en la posición original, lo que permite ahorrar costes y tiempo de parada y reducir riesgos.

Tras la instalación y las pruebas, se pasa el servicio a los nuevos equipos. La renovación completa de esta subestación se llevó a cabo con una parada de menos de una semana.

10 Duración de cortes por fallos primarios en la apartament de 400 kV



11 Evolución del sistema de doble interruptor en la red de transporte sueca

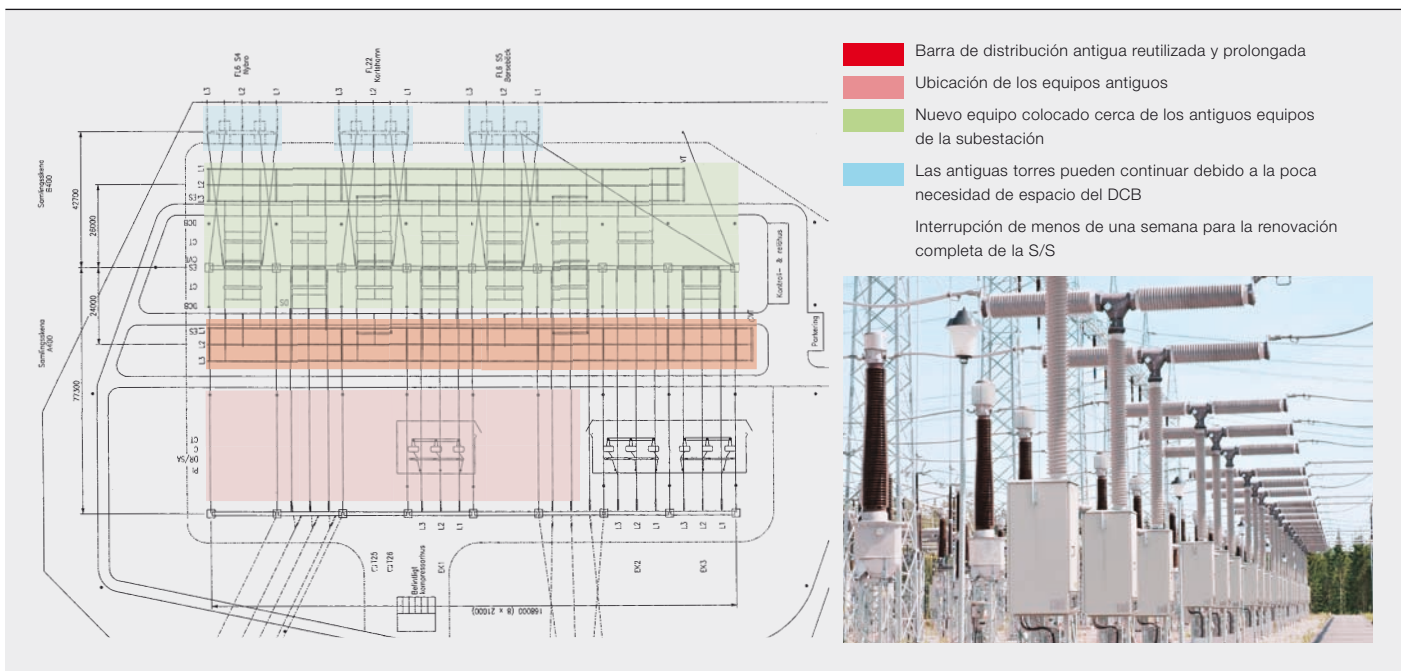


11a Solución con aparatos clásicos

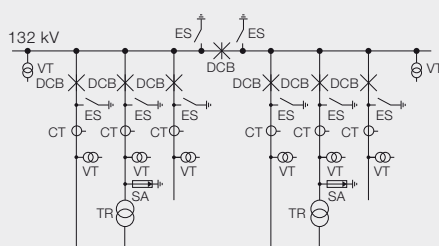
11b Versión modificada mediante la eliminación del seccionador de la barra de distribución

11c Solución DCB

Los contactos primarios de los DCB se encuentran en un entorno protegido por SF₆, sin contaminación, lo que hace que la función de desconexión sea muy fiable y se amplíe el intervalo de mantenimiento, con lo que se consigue una mayor disponibilidad global de la subestación.



13 Subestación de Grytten después de la renovación



Carl Ejnar Sölver

Richard Thomas

ABB Power Products

Ludvika, Suecia

carl-ejnar.solver@se.abb.com

richard.thomas@se.abb.com

Referencias

- [1] B. Wahlström; Y. Aoshima; Y. Mino; C. Lajoie-Mazenc; D. R. Torgerson; A. N. Zomers. "The Future Substation: a reflective approach" (La subestación del futuro una propuesta reflexiva), informe 23-207, Cigré Session, París, 1996.
- [2] P. Norberg; M. Tapper; W. Lord; A. Engqvist. "The Future Substation - Reflection About Design" (La subestación del futuro: reflexión acerca del diseño), informe 23-105, Cigré Session, París, 1998.
- [3] C-E Sölver; H-E Olovsson; W. Lord; P. Norberg; J. Lundquist. "Innovative Substations with High Availability using Switching Modules and Disconnecting Circuit-breakers" (Subestaciones innovadoras de alta disponibilidad que emplean módulos de conmutación e interruptores seccionadores), informe 23-102, Cigré Session, París, 2000.
- [4] Jing, L.; Olovsson, H-E.; Fan, J.; Thomas, R. (2008) "Small footprint, high performance" (Poco espacio, buenas prestaciones). Informe especial de la Revista ABB "Dancing with the Dragon".
- [5] IEC 62271-108, "High-voltage alternating current disconnecting circuit-breakers for rated voltages of 72.5 kV and above" (Interruptores seccionadores de corriente alterna de alta tensión para tensiones nominales de 72,5 kV o superiores), 2005.
- [6] P-O Andersson; H-E Olovsson; B Franzén; U Lager; J Lundquist. "Applications of disconnecting circuit-breakers" (Aplicaciones de los interruptores seccionadores), informe A3-201, Cigré Session, París, 2004.

Ejemplo: subestación Grytten de 132 kV

La subestación Grytten forma parte de la red regional del gestor de red de transmisión noruego Statnett. La subestación se construyó en 1970, y se diseñó de manera tradicional con un sistema de doble barra de bus (→ 5a y → 5b) y una barra de transporte → 5c.

El elevado número de seccionadores de la subestación complicaba los cambios operativos. Además, se producían periodos de tiempo con una menor capacidad de servicio, ya que había que dejar fuera de servicio partes de la subestación para permitir el mantenimiento de los seccionadores. En los planes de mantenimiento de Statnett, la vida útil de los seccionadores se fijó en 35 años y se planificó consecuentemente su sustitución en las subestaciones. Además, en ese momento se decidió que había que sustituir los equipos de control de la subestación.

Para simplificar la subestación, se aplicaron DCB junto con una sola barra de bus por secciones. Se ha observado que la barra de transporte existente se puede utilizar

como barra de bus en la nueva subestación. Tenía la longitud adecuada y se encontraba en el lugar idóneo, y había espacio incluso para el interruptor seccionador. Dado que sólo se utiliza un bus de transporte durante el mantenimiento de un interruptor, se pudo desconectar del resto de la subestación sin afectar al funcionamiento. Los nuevos equipos se pudieron montar entonces completamente, y se pudo programar la reconexión de líneas y transformadores de forma que no se interrumpiera el servicio. La renovación de la subestación se completó en 2007.

Hans-Erik Olovsson

ABB Substations

Västerås, Suecia

hans-erik.olvsson@se.abb.com

Una Revista ABB aún mejor



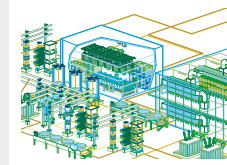
Por la vía rápida

La participación de ABB en los trenes de alta velocidad

En los últimos meses, ABB ha participado en la construcción de una línea de alta velocidad de 17,579 km en el proyecto. La red mundial de ferrocarriles de alta velocidad podría llegar a los 41.787 km en 2020.

El sistema de tracción de los trenes de alta velocidad requiere una gran cantidad de energía eléctrica. ABB ha desarrollado un sistema de tracción que permite a los trenes operar a velocidades superiores a 300 km/h. Este sistema incluye convertidores de potencia y transformadores de potencia que permiten a los trenes operar a voltajes más altos y a velocidades más altas.

ABB ha participado en la construcción de una línea de alta velocidad de 17,579 km en el proyecto. La red mundial de ferrocarriles de alta velocidad podría llegar a los 41.787 km en 2020.



Almacenar para estabilizar

La próxima generación de FACTS

La tecnología permite el control independiente y dinámico de las energías activa y reactiva en un sistema eléctrico.

ABB ha desarrollado una nueva generación de FACTS (Fast Acting Power System) que permite el control independiente y dinámico de las energías activa y reactiva en un sistema eléctrico. Esta tecnología permite a los operadores del sistema eléctrico controlar la potencia activa y reactiva de manera independiente, lo que mejora la estabilidad y la eficiencia del sistema.



De la luz a la energía

Presentación del primer reactor solar de RD

El primer reactor solar de RD ha sido presentado en la ciudad de Almería. Este reactor solar es el primero de su tipo en España y está diseñado para producir energía eléctrica a partir de la radiación solar.

El reactor solar está compuesto por un campo de helióstatos (espejos) que reflejan la radiación solar hacia un receptor central. El receptor central convierte la radiación solar en energía eléctrica a través de un sistema de turbinas y generadores.

En conexión con la simplicidad

La nueva generación de interruptores de potencia

La nueva generación de interruptores de potencia de ABB ha sido presentada en la ciudad de Almería. Estos interruptores de potencia son los más avanzados y eficientes del mercado y están diseñados para operar a voltajes más altos y a velocidades más altas.

Los interruptores de potencia de ABB están diseñados para operar a voltajes de hasta 17,5 kV y a velocidades de hasta 100 km/h. Estos interruptores de potencia permiten a los operadores del sistema eléctrico controlar la potencia activa y reactiva de manera independiente, lo que mejora la estabilidad y la eficiencia del sistema.

Habrás observado que los últimos números de la **Revista ABB** tienen una nueva imagen, en consonancia con la nueva estrategia global de marca de ABB. Pero no sólo cuenta la imagen, sino también el contenido. Y puesto que sus opiniones son importantes para nosotros, le pedimos su colaboración para que nos ayude a hacer una **Revista ABB** aún mejor. Para ello, basta con que cumplimente un breve cuestionario en Internet que encontrará en:

www.abb.com/abbreview

Además, si lo completa antes del 30 de noviembre inclusive, podrá ganar uno de los cinco detalles que tenemos preparados.



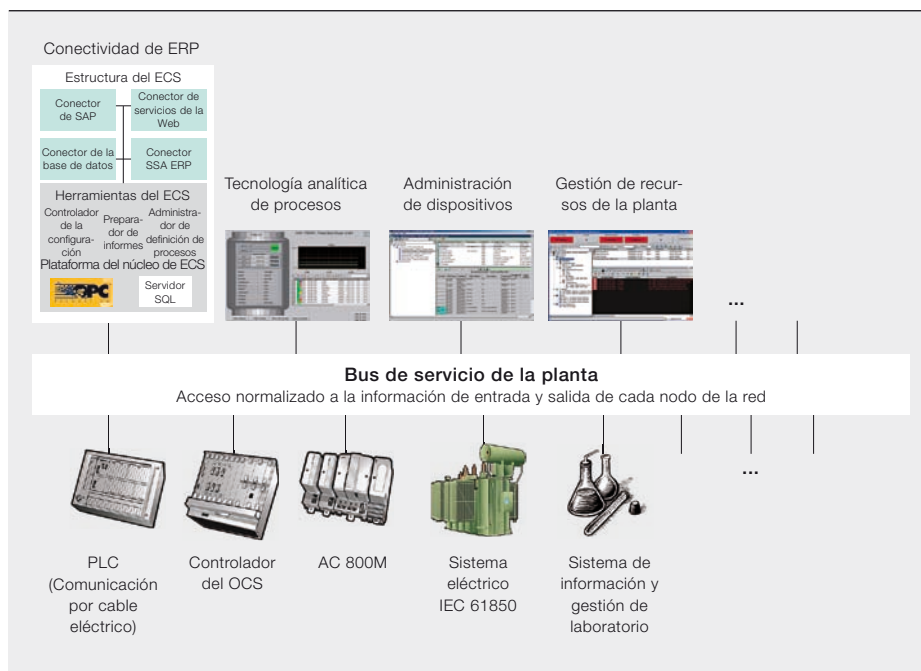




Sistemas colaborativos de automatización de procesos

El System 800xA de ABB, un modelo ejemplar

MARTIN HOLLENDER, IIRO HARJUNKOSKI, ALEXANDER HORCH, ALF ISAKSSON, CHRISTIAN ZEIDLER – Los sistemas de control que automatizan y gestionan la producción son fundamentales para las industrias de transformación. Estos sistemas son redes de sensores, actuadores, controladores y ordenadores interconectados, a menudo distribuidos a través de grandes plantas de transformación, que ayudan a los fabricantes a realizar sus actividades de forma segura y eficiente, minimizando los residuos y garantizando una calidad homogénea del producto. En las últimas tres décadas, las innovaciones de ABB han mejorado espectacularmente la productividad industrial ampliando el control automatizado tradicional para proporcionar una plataforma común para todas las operaciones de una planta, desde la ingeniería a la optimización de procesos y la gestión de activos.



En la economía globalizada de hoy, los centros de producción se enfrentan a una intensa competencia internacional. A largo plazo, sólo seguirán siendo competitivas las plantas que consigan optimizar, al mismo tiempo, la calidad, la disponibilidad, la flexibilidad y el coste. La producción debe cumplir unas normativas cada vez más complejas y globales. La imagen pública de una empresa puede verse dañada por un único incidente, si la empresa no es capaz de demostrar una gestión de la seguridad preventiva y sistemática.

Un sistema colaborativo de automatización de procesos (CPAS) se define a menudo como un método para unificar lo que anteriormente eran sistemas diferentes por tal de lograr la excelencia operativa. El CPAS permite al personal de planta, desde operarios a directivos, evitar complicados flujos de trabajo cuando deben interactuar con múltiples sistemas para evaluar situaciones y realizar tareas. Este flujo de trabajo unificado permite la colaboración y ayuda a las distintas áreas operativas a trabajar conjuntamente con una visión de sus respectivas necesidades específicas dentro de una perspectiva más amplia. El hecho de compartir datos, conocimientos y visiones operativas garantiza que cada grupo funcional de la planta comprende la situación de las operaciones, sus interdependencias y su papel para mejorarla. Básica-

mente, se trata de la integración necesaria para cumplir realmente los compromisos de automatización colaborativa de procesos.

La historia de la automatización de procesos técnicos asistida por ordenador se remonta a hace casi 50 años. Durante este tiempo se han establecido distintos términos para describir los sistemas informáticos de automatización:

- Los sistemas de control distribuido (DCS), que tienen su origen en las refinerías
- El control lógico programable (PLC), que tiene su origen en los procesos de fabricación discretos
- Los sistemas de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) para procesos distribuidos geográficamente, como oleoductos, gasoductos y redes de servicios

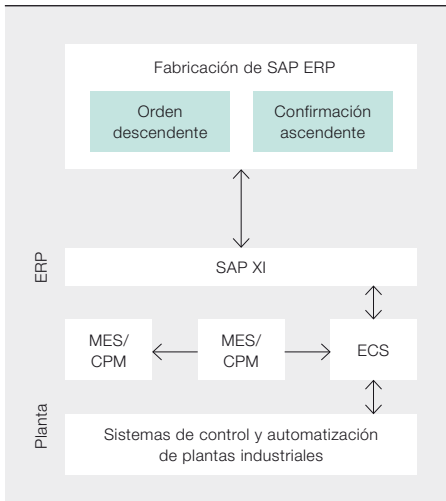
Por desgracia, ninguno de estos términos tiene una definición “oficial” ampliamente aceptada y en ocasiones se hace un uso inadecuado de ellos. En las últimas décadas, los sistemas se han mejorado y ampliado de forma constante. Los sistemas de vanguardia actuales ya no pueden describirse con exactitud mediante estos términos de antaño. Para clasificar mejor los sistemas punteros actuales se necesita una nueva terminología.

En torno a 2002, el grupo consultor ARC, una empresa de investigación y consultoría con sede en Boston, Massachusetts, elaboró el modelo CPAS [1]. Este modelo constituye una excelente directriz para la planificación, selección, desarrollo técnico

y funcionamiento de los sistemas de automatización de procesos. Desde entonces, son muchos los proveedores de automatización que han empezado a comercializar sistemas como el CPAS. Los principios clave del concepto CPAS de ARC incluyen:

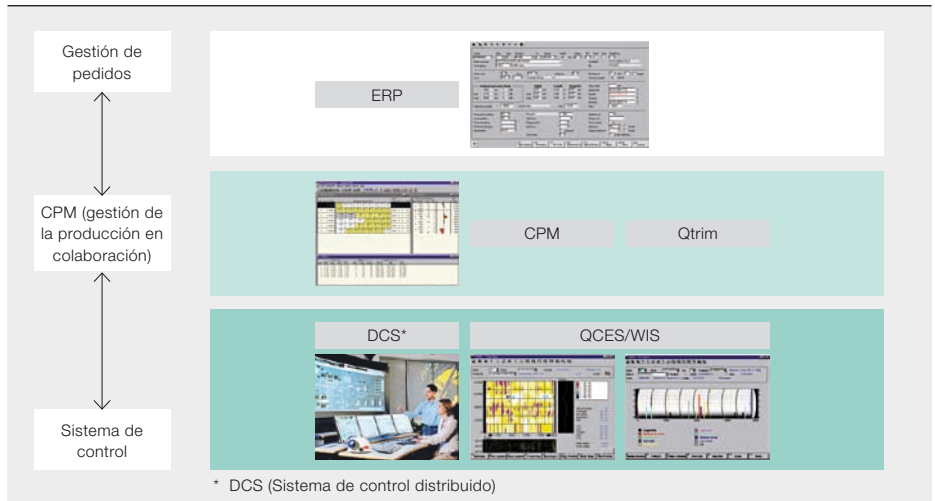
- Mejora continua
- Contexto operativo común
- Una única información verdadera
- Una infraestructura común basada en normas

Una arquitectura CPAS debe apoyar estos principios. Un elemento fundamental de un CPAS es el modelo común de objetos, que ofrece soluciones reutilizables y genéricas. Permite la integración profunda de los controladores de automatización de distintos proveedores y de tecnologías de distintas generaciones, dispositivos de bus de campo, componentes eléctricos (IEC 61850) y operaciones de nivel superior con un sistema de ejecución de la gestión (MES) o sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP). Cualquier puesto de trabajo permite acceder a toda la información relevante. El System 800xA de ABB se basa, desde sus inicios, en la potentísima tecnología Aspect Object™. Una de las razones que llevó a ABB a crear una arquitectura sistemática que ofreciera un modelo común de objetos fue la necesidad de integrar diferentes familias de controladores clásicos de distintas partes de la compañía. El marco Aspect Object organiza el acceso normalizado a la información desde cada nodo de la red. Puede considerarse como el “bus de servicio de la planta” por



analogía con el bus de servicio de la empresa (ESB) de las arquitecturas de sistemas empresariales. Esto constituye la base para que el System 800xA pueda evolucionar sin problemas y para poder integrar varios sistemas anteriormente dispares como, por ejemplo, la automatización de procesos y energía, con arreglo a la IEC 61850. Cada proveedor se ha centrado en diferentes aspectos del concepto, y algunos lo han llevado a la práctica mejor que otros.

Los fabricantes se han visto forzados a optimizar la producción para hacer frente a la tendencia a reducir la huella de carbono. Numerosas empresas con visión de futuro desean llevar las soluciones líderes a todas sus instalaciones de fabricación por todo el mundo. Las principales empresas de producción han hecho grandes avances en la



Así pues, los CPAS como el System 800xA permiten una eficaz y eficiente integración vertical y horizontal de acceso a los datos y de las funcionalidades del sistema para satisfacer las exigentes necesidades en eterno aumento. Tras una exposición de la infraestructura común de información CPAS, veremos cuatro ejemplos de funcionalidades típicas de CPAS. En [2] se pueden encontrar otras muchas áreas de funcionalidad.

Infraestructura común de información

Los CPAS tienen una infraestructura común, son funcionalmente transparentes y concisos en su lógica, y se basan en normas. Los estándares como Ethernet, ISA88 e ISA95 o IEC61131 deben integrarse profundamente en cualquier CPAS. Otras normas importantes como OPC (DA,

AE, HDA y, más recientemente, UA), IEC 61850 y FDT/EDDL deben aplicarse en determinados casos.

Sólo unos pocos proveedores pueden ofrecer acceso global a los datos (GDA), que permite la consulta y transmisión de cualquier información desde cualquier origen y

hacia cualquier destino, en cualquier momento y para cualquier fin válido ("los cinco cualesquiera" de Dave Woll) → 1.

En el System 800xA de ABB cada elemento de información, ya sea un valor de medición o un programa de producción, se puede publicar como una propiedad de Aspect Object. Se puede acceder a estas

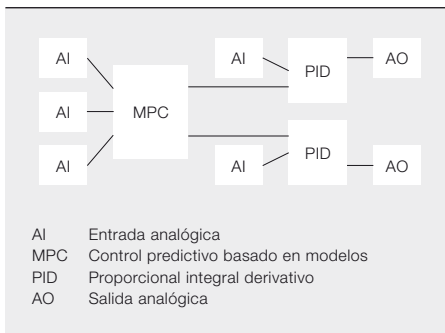
propiedades en todo el sistema de un modo uniforme desde cualquier aplicación que esté interesada, independientemente de dónde proceda la información original. Existen funciones de búsqueda que permiten el acceso a la información genérica, lo que permite la reutilización de soluciones. El System 800xA proporciona un marco que distribuye automáticamente información a todos los puestos de trabajo del sistema. Por ejemplo, se puede acceder a un servidor externo OPC desde todos los nodos sin necesidad de saber en qué equipo se ejecuta este servidor OPC.

La tecnología Aspect Object inherente al System 800xA proporciona la base de la plataforma unificadora. Permite que cada aplicación mantenga los datos en su aplicación origen, a la par que los asocia con un activo productivo. De este modo, se puede acceder a los datos directamente desde su origen en el marco del activo productivo sin necesidad de saber de dónde proceden los datos y sin problemas de integridad y concordancia de datos. El System 800xA soporta enlaces tardíos: los datos pueden incluirse de forma abstracta y genérica sin que el técnico tenga que incluir los nombres de servidores específicos o posiciones de entrada/salida. Esto supone una mayor flexibilidad y facilita el mantenimiento al efectuar cambios. El enlace tardío constituye una importante base de las soluciones genéricas que pueden reutilizarse en numerosos contextos diferentes. Los conceptos de clase conocidos de lenguajes de programación como C++ o Java permiten construir soluciones genéricas.

Un sistema colaborativo de automatización de procesos (CPAS) se define a menudo como un método para unificar sistemas anteriormente dispares para lograr la excelencia operativa.

implantación de los conceptos de CPAS. Una arquitectura CPAS permite crear soluciones independientes del contexto que se pueden aplicar en una gran variedad de situaciones. Esta reutilización de soluciones ya probadas puede suponer un importante ahorro de costes y garantizar en todo momento una elevada calidad.

4 Esquema de la configuración MPC



Integración de ERP

La solución de conectividad empresarial Industrial IT MPCPlus de ABB (ECS) salva las deficiencias de integración vertical entre los sistemas empresariales y de fabricación. La solución ECS es completamente escalable e incluye gestión de eventos y de transacciones, soporte para la conexión de aplicaciones y la solución de errores, y soporte para la solución de fallos (a prueba de fallos). Los componentes principales y su conectividad se muestran en → 2. ECS es el gestor de información que se conecta al MES, al sistema de control de la línea de fabricación y al sistema ERP mediante la interfaz externa SAP XI de SAP¹.

La plena integración de los datos ofrece varias aplicaciones nuevas. Una de estas aplicaciones transversales, que combina información de calidad en línea con información de planificación y datos de pedidos de clientes fuera de línea, es la solución para el recorte basada en calidad de ABB (qtrim). La solución qtrim complementa la suite de gestión de la producción completamente integrada de ABB para la industria papelerera, que incluye tecnología de vanguardia, como sistemas líderes de control de la calidad (QCS) y de imágenes web (WIS).

Esta solución incluye un modelo matemático [3] capaz de considerar los perfiles de calidad a lo largo de la bobina gigante de papel, así como los requisitos de las órdenes de pedido de los clientes en cuanto a cada bobina de papel. Así, la solución ofrece una exhaustiva representación geométrica del problema de las pérdidas por corte. El modelo permite generar planos de corte, lo que reduce considerablemente la pérdida de calidad. La pérdida de calidad es la pérdida económica por razones de calidad deficiente. Mediante la mejora de los planes de corte se puede reducir el consumo de energía y de materias primas

y, por tanto, el impacto medioambiental, a la par que se logra una mayor fiabilidad para los clientes y, por último, unos mayores beneficios dada la reducción del coste total de producción.

La clave principal de esta solución es la disponibilidad de información. Durante el proceso de fabricación de papel, el QCS recopila información sobre la calidad analizando permanentemente la bobina de papel. Mide regularmente propiedades tales como la humedad, el espesor o el brillo. Incluso en las máquinas de papel más reducidas pueden existir, en cada bobina, decenas de millares de puntos de medición por cada propiedad de calidad.

En el sistema WIS, varias cámaras de alta velocidad rastrean todos los defectos visuales (orificios, grietas, arrugas), y las imágenes se analizan eficazmente utilizando métodos neuronales en red. Estos métodos garantizan un procesamiento rápido y fiable de los datos para clasificar y determinar los diferentes tipos de defectos. El reto aquí radica en manejar una gran cantidad de datos y en garantizar que se pueda obtener información real de forma eficiente.

Estos sistemas altamente especializados están totalmente integrados y dan lugar a soluciones que trabajan sigilosamente en un segundo plano para ofrecer un valor añadido a los clientes. Lo principal es aunar todo en un único concepto robusto y uniforme que ofrezca los mejores resultados. Los componentes funcionales y su integración se muestran en → 3. El sistema de control proporciona datos de las mediciones de los sistemas de calidad junto con información geométrica. Los requisitos de calidad de los pedidos de clientes se obtienen del sistema de gestión de pedidos y se comparan con la calidad real. Las posiciones hipotéticas en la bobina solicitadas por los clientes se trasladan a la bobina real fabricada, lo que permite obtener “datos brutos” para la optimización. La información puede circular en todas direcciones a través de interfaces bien definidas, y la solución inteligente garantiza que la planificación actual está constantemente actualizada respecto a los datos de calidad disponibles. En resumen, la aplicación transversal integra de forma continua todos los niveles (ERP, MPC, DCS) y contribuye a un proceso de producción óptimo desde el punto de vista económico y medioambiental.

Control avanzado de procesos

En una jerarquía de automatización conforme a la norma ISA 95 [4], el control avanzado de procesos (APC) corresponde al control coordinado de una unidad de producción o de partes de la misma.

En principio, el APC se define como cualquier control en bucle cerrado que se base en una respuesta automática de las mediciones de procesos, lo que constituye un sistema más avanzado que el uso de controladores descentralizados PID. Sin embargo, en los últimos años el término APC se viene empleando prácticamente de forma sinónima al control predictivo basado en modelos (MPC).

El MPC es un controlador multivariable que optimiza las variables futuras del proceso cada vez que se dispone de nuevas mediciones, empleando el modelo como una restricción de igualdad. La popularidad del MPC se debe a una serie de propiedades, que ningún otro método de control puede igualar, ya que al ejecutar el proceso de optimización, el MPC permite tener en cuenta:

- Las limitaciones tanto en las variables del proceso manipuladas como en las previstas
- Los cambios futuros conocidos de los puntos de referencia

Tradicionalmente el MPC se ha venido instalando en un ordenador independiente del sistema de control, que se comunica con el sistema de control mediante, por ejemplo, OPC. La salida del MPC suele asociarse al punto de referencia de los controladores subyacentes PID (proporcional integral derivativo). Sin embargo, la integración del MPC como parte del CPAS puede conllevar numerosas ventajas. Por ejemplo, si la configuración puede establecerse mediante operaciones de “arrastrar y soltar” en un editor IEC61131. En → 4 se muestra un diagrama de una configuración de MPC con tres variables de proceso que proporcionan dos variables manipuladas a dos controladores PID.

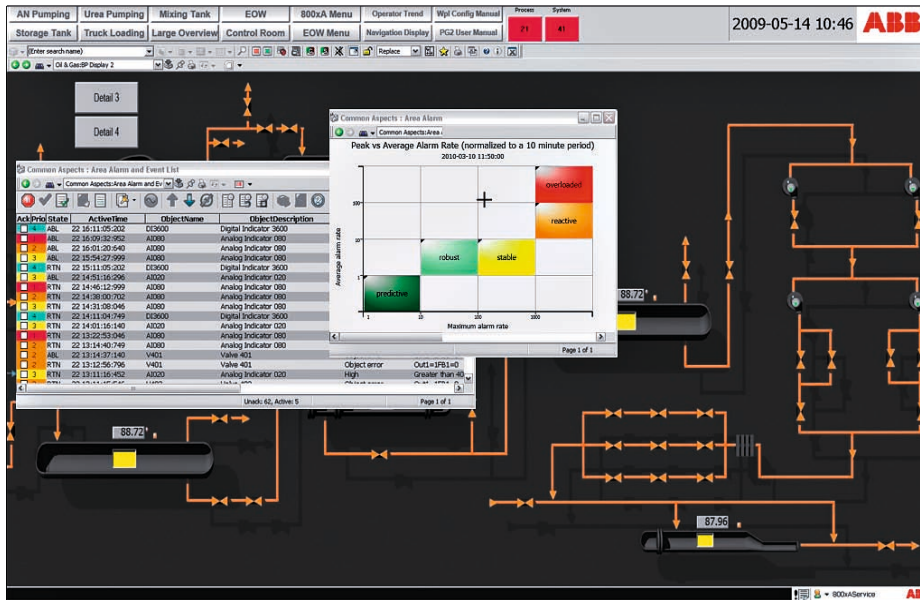
Para apreciar las ventajas de esto, hay que comprender que una conexión en línea en → 4 puede representar el flujo bidireccional de la información. Por ejemplo, una línea entre el MPC y un PID, además de enviar el punto de referencia al PID, envía de vuelta la siguiente información al MPC:

- Indicadores lógicos, si la salida PID está saturada o no (límite alto y bajo respectivamente)
- El modo del PID (manual o automático)

Nota a pie de página

¹ SAP es la principal compañía de software de ERP.

5 Sistema de alerta de mejora continua



- Si el PID utiliza un punto de referencia externo (es decir, procedente del MPC) o interno (es decir, introducido por el operario)
- Si el PID utiliza un punto de referencia interno, el MPC también recibe el valor de ese punto de referencia

Toda esta información es necesaria para tener en cuenta adecuadamente el estado del PID cuando se ejecuta la optimización. Al disponer de la ejecución real integrada en el CPAS se pueden lograr mejoras como la automatización de las copias de seguridad y del reinicio al reiniciar el CPAS, o la posibilidad de redundancia, entre otras cosas. No obstante, todo ello se puede hacer desde un servidor de PC perteneciente al CPAS. La ejecución en un controlador de hardware conlleva otras ventajas potenciales como una comunicación más rápida y segura.

Gestión de activos de planta

La gestión de activos de planta (PAM) es una tarea multidisciplinaria que abarca las fronteras organizativas y estructurales. La PAM se centra en varios aspectos de las operaciones, el mantenimiento y la gestión productiva. Recientes publicaciones de NAMUR y GMA (VDI/VDE) han dado lugar a una definición y difusión ampliamente compartidas de la PAM [5,6]. En particular, las funciones relevantes de PAM se han descrito en un marco de modelo común. Los tres aspectos principales de este marco son la supervisión de activos, el procesamiento de la información y la gestión de la información. Cada una de estas áreas puede representar funcionalidades complejas dependien-

do de si se pretende lograr un sistema completo de PAM o sólo una función de la misma.

La implantación de PAM como parte de un CPAS aprovecha las evidentes propiedades de la colaboración anteriormente descritas. Una característica importante de CPAS es la fácil conexión con una gran variedad de fuentes de datos. La PAM depende en gran medida de esta conectividad para recibir información, como datos de proceso en tiempo real, información histórica sobre activos, topología de la planta, datos económicos y órdenes de trabajo de mantenimiento.

Esta información, lista para que el sistema de PAM la reciba, conforma la base para la supervisión de activos. La supervisión de activos consiste en la supervisión y evaluación de los equipos más vitales de planta, como los reactores e intercambiadores de calor. Para ello se requieren funcionalidades de algoritmos tanto sencillas como avanzadas que permitan abordar el gran número de activos diferentes sujetos a supervisión. La supervisión controla tanto el funcionamiento como el estado. El funcionamiento se refiere al elevado consumo de energía y materiales causado por el deterioro del activo y al impacto de los activos que funcionan incorrectamente en la producción. El estado se refiere, en cambio, a la identificación de las condiciones perjudiciales de funcionamiento y al diagnóstico y prevención de averías importantes del activo.

La PAM a menudo decepciona a los usuarios porque tiende a generar un gran número de alertas sobre activos no críticos. Para generar información sobre los activos

de utilidad debe aplicarse una potente concentración y agregación de información a los datos de supervisión de los activos básicos. Esto sólo puede conseguirse de forma realista si se utiliza la información de topología de la planta junto con los resultados de supervisión de activos y el historial de mantenimiento. Este procedimiento se puede llevar a cabo mediante una arquitectura CPAS que permita el acceso sencillo y flexible a diferentes tipos de información de distintas fuentes de datos.

El tercer aspecto de PAM es el suministro de información a la medida de cada usuario. Dado que la información es única y admite el acceso flexible, distintos usuarios pueden utilizar eficazmente el sistema en función de sus necesidades. La información del operario se diferencia significativamente de la información de mantenimiento, y cada una de ellas se proporciona de acuerdo a sus necesidades específicas. PAM se puede integrar en aplicaciones empresariales como CMMS (sistema de gestión de mantenimiento informatizado) mediante el uso sistemático de normas de integración vertical. De este modo, la información relativa al mantenimiento se puede transmitir de manera eficiente desde los niveles operativos a la dirección.

Gestión de alertas

Antes la palabra alerta significaba un evento importante que requería una reacción inmediata. En las plantas de hoy en día, muchas de las denominadas “alertas” no suponen gran cosa para el funcionamiento de la planta. Durante la última década se ha hecho evidente que muchos sistemas de automatización generan tantas alertas molestas que los operarios humanos ya no pueden gestionarlas. Si la mayoría de las alertas generadas no tienen importancia alguna para los operadores, se reduce la vigilancia y la confianza en el sistema de alertas por parte de éstos. Durante una avalancha de molestas alertas se ignoran o se pasan por alto incluso algunas importantes. Esto significa que muchos sistemas de alerta son de baja calidad y proporcionan poca ayuda a los usuarios. Directrices como la EEMUA 191 o ISA 18.2 muestran cómo se puede diseñar de forma sistemática los sistemas de alerta para crear un sistema de alta calidad. Una razón importante por la que las alertas de numerosos sistemas de automatización no resultan de utilidad es que su adecuada configuración requiere gran cantidad de conocimientos y trabajo. En algunos casos, la elevada inversión inicial que ello supone impide que el



sistema de alertas esté mejor configurado. En otros, no se puede disponer de la información necesaria para una perfecta configuración del sistema de alertas si no se cuenta con una experiencia operativa. Algunas empresas obtienen buenos resultados con las actividades de mejora continua, donde el equipo operativo vigila continuamente la calidad del sistema de alertas. El System 800xA apoya estos procesos de mejora continua aportando herramientas de control fáciles de configurar que se integran plenamente en el entorno del operario. En reuniones periódicas, los equipos de trabajo pueden revisar informes de gestión de alertas preconfiguradas que les ayuden a identificar los problemas más importantes de este tipo. A la luz de esta filosofía, una alerta siempre exige algún tipo de acción, ya sea para resolver un problema operativo, para reparar un componente averiado o para volver a ajustar la configuración de una alerta susceptible de mejora. Una planta que funcione perfectamente no debería producir ninguna alerta en absoluto → 5.

Este tipo de sistema de gestión continua de alertas ofrece a la planta una especie de higiene, como podría ser cepillarse los dientes cada día. Éste es un buen ejemplo de cómo el System 800xA respalda la cultura de la mejora continua del modelo CPAS.

Hacer frente al desafío

Los CPAS modernos como el System 800xA de ABB ayudan a los fabricantes a seguir siendo competitivos implantando una automatización de procesos de categoría mundial. Dado que los objetivos del modelo CPAS son muy ambiciosos y amplios, queda mucho por hacer hasta ver que los sistemas de automatización apoyan completamente todos los aspectos de este concepto. ISA ha publicado un libro sobre CPAS (véase <http://es.org/CPAS>) editado por Martin Hollender de ABB, el cual contiene algunos capítulos que explican los nuevos aspectos de CPAS, como la seguridad, la ingeniería, la eficacia del operario, entre muchas otras cosas. Dave Woll ha contribuido con un capítulo que describe el concepto original de CPAS de ARC → 6.

ARC está actualizando la visión original en lo que denomina la CPAS 2.0 [7]. La presentación de OPC-UA [8] tendrá un gran impacto en el mundo de la tecnología. En la primera fase, OPC-UA pasará a sustituir a los estándares clásicos OPC. De este modo se pretende eliminar los problemas que tenían algunos sistemas con los fallos de DCOM, así como permitir el uso de OPC en los sistemas que no utilizan Microsoft Windows como, por ejemplo, muchos dispositivos inteligentes de campo. En una segunda fase, el uso de modelos normalizados de información como, por ejemplo, la especificación DI para dispositivos, servirá de base para proporcionar funcionalidades más genéricas sin necesidad de especificar cada pequeño detalle específicamente para cada sistema. El proceso completo de los sistemas de automatización de la fabricación puede describirse en mayor medida con ML [9], y su interacción e intercambio de datos se describen aplicando un dialecto específico XML de automatización. Algunos ejemplos son la supervisión en bucle y la función de gestión de activos que se pueden especificar a un nivel muy abstracto, y que luego trabajan para todos los sistemas conectados independientemente del proveedor o de la generación de la tecnología. A medida que se reduzca el precio de los equipos y se vaya disponiendo de buses de campo digitales potentes, cada vez habrá menos razones para ejecutar algoritmos de control en una ubicación central. IEC 61499 amplía la IEC 61131 incluyendo orientación al objeto y ejecución guiada por eventos, por lo que es un buen candidato para situaciones de control realmente distribuidas. La próxima especificación de integración de dispositi-

vos de campo (FDI) [10] armonizará y unificará los estándares existentes de herramienta de dispositivos de campo (FDT) y de lenguaje de descripción de dispositivos electrónicos (EDDL). Mejorará la facilidad de acceso a la funcionalidad de valor añadido de los dispositivos modernos de campo como la calibración o el diagnóstico. Otra función que ofrecerá el futuro CPAS son la íntima integración de las telecomunicaciones, el flujo de trabajo y los sistemas de vigilancia por vídeo.

Martin Hollender

Iiro Harjunkoski

Alexander Horch

Christian Zeidler

ABB Corporate Research

Ladenburg, Alemania

martin.hollender@de.abb.com

iiro.harjunkoski@de.abb.com

alexander.horch@de.abb.com

christian.zeidler@de.abb.com

Alf Isaksson

ABB Corporate Research

Västerås, Suecia

alf.isaksson@se.abb.com

Referencias

- [1] Woll, D.; Caro, D.; Hill, D. (2002) "Collaborative process automation systems of the future". Boston: Automation Research Corporation; arcweb.com.
- [2] Hollender, M. (2009) "Collaborative process automation systems". ISA, Carolina del Norte
- [3] Harjunkoski, I.; Sányevirta, S. "El corte más avanzado. Eficiencia para el recorte de papel". *Revista ABB* 4/2006, pp. 53–58.
- [4] ANSI/ISA-95.00.01 (2000). "Enterprise-Control System Integration – Parte 1: Models and Terminology, American National Standard".
- [5] VDI/VDE (2008) "Plant Asset Management (PAM) in the process industry – Definition, model, task, benefit", VDI/VDE Guideline No. 2651.
- [6] NAMUR (2009) "Recommendation NE 129 Plant Asset Management".
- [7] Woll, D. (2010) "Time to rethink process automation systems (CPAS 2.0)" ARC Forum 2010, Orlando, Florida.
- [8] Mahnke, W.; Leitner S.-H.; Damm, M. (2009) "OPC Unified Architecture". Springer, Berlín
- [9] Drath, R. (2010) "Three-view-concept for modeling process or manufacturing plants with AutomationML", ETFA 2009, Mallorca (España).
- [10] Grossmann D.; John, D.; Laubenstein, A. (2009) "EDDL Harmonisierung". ATP-número 10–11 2009.

Consejo de redacción

Peter Terwiesch

Director general de tecnología
I+D y tecnología del Grupo

Clarissa Haller

Responsable de comunicaciones corporativas

Ron Popper

Director de asuntos de sostenibilidad

Axel Kuhr

Jefe de gestión de cuentas del grupo

Friedrich Pinnekamp

Vicepresidente de estrategia corporativa

Andreas Moglestue

Jefe de redacción de la *Revista ABB*
andreas.moglestue@ch.abb.com

Editorial

La *Revista ABB* es una publicación de I+D y tecnología del Grupo ABB.

ABB Asea Brown Boveri Ltd.

ABB Review/REV

CH-8050 Zürich

Suiza

La *Revista ABB* se publica cuatro veces al año en inglés, francés, alemán, español, chino y ruso. La *Revista ABB* es una publicación gratuita para todos los interesados en la tecnología y los objetivos de ABB. Si desea suscribirse, póngase en contacto con el representante de ABB más cercano o haga una suscripción en línea en www.abb.com/abbreview

La reproducción o reimpresión parcial está permitida a condición de citar la fuente. La reimpresión completa precisa del acuerdo por escrito del editor.

Editor © 2010

ABB Asea Brown Boveri Ltd.

Zurich, Suiza

Impresión

Vorarlberger Verlagsanstalt GmbH
AT-6850 Dornbirn/Austria

Diseño

DAVILLA Werbeagentur GmbH
AT-6900 Bregenz/Austria

Cláusula de exención de responsabilidad

Las informaciones contenidas en esta revista reflejan el punto de vista de sus autores y tienen una finalidad puramente informativa. El lector no deberá actuar sobre la base de las afirmaciones contenidas en esta revista sin contar con asesoramiento profesional. Nuestras publicaciones están a disposición de los lectores sobre la base de que no implican asesoramiento técnico o profesional de ningún tipo por parte de los autores, ni opiniones sobre materias o hechos específicos, y no asumimos responsabilidad alguna en relación con el uso de las mismas. Las empresas del Grupo ABB no garantizan ni aseguran, ni expresa ni implícitamente, el contenido o la exactitud de los puntos de vista expresados en esta revista.

ISSN: 1013-3119

www.abb.com/abbreview



Avance 4|10

Aspectos de la productividad

Para los usuarios finales, la mejor tecnología suele ser la que es invisible desde el punto de vista del funcionamiento. Es aquella que realiza las tareas para las que se diseñó sin llamar la atención por sí misma. Si se requiere intervención, debería ser de forma predecible, y no debido a averías o roturas.

Se puede mejorar la solidez con instalaciones que soporten mejor perturbaciones, errores y situaciones inesperadas. Este objetivo se puede conseguir mediante consideraciones globales de diseño, de forma que el sistema sea más resistente y flexible. Además, se puede apoyar añadiendo funciones “inteligentes”. El autodiagnóstico y el diagnóstico a distancia proporcionan información sobre el estado del dispositivo y permiten pasar del mantenimiento reactivo al proactivo.

La productividad también puede mejorarse prestando una mayor atención a la interfaz hombre-máquina (HMI). Los sistemas de automatización y control recopilan y procesan una gran cantidad de datos. Los datos en bruto, sin embargo, no son lo mismo que la información procesable. Permitir que un operario adopte la decisión óptima en todo momento implica ofrecer una información de mayor calidad.

Anteriormente, el cuarto número de la *Revista ABB* de cada año se centraba en las innovaciones. Esta cuestión ha pasado a ocupar ahora el primero de ellos. En el cuarto número de 2010 abordaremos el modo en que ABB puede aumentar la productividad en distintas situaciones y áreas de aplicación.



¿Aumentar la eficiencia energética un 25%?

Una solución completa de sistemas eléctricos y de automatización de ABB ha permitido a la mayor planta de aluminio de Europa aumentar su eficiencia energética un 25% y al mismo tiempo incrementar su productividad. Enfocando nuestra investigación y desarrollo en mejorar el rendimiento y en la conservación de los recursos, trabajamos de forma continua para ahorrar energía y dinero. Y conservar el medioambiente. www.abb.com/betterworld

Por supuesto.

Power and productivity
for a better world™

