

ABB

2 | 16  
es

# review

---

**Servicio a la carta para la industria** 6  
Alimentar la productividad con datos 9  
**Componentes con seguridad alimentaria** 20  
El sabor de la uniformidad 37

---

La revista técnica  
corporativa

## Comida y bebida



**125**  
YEARS SERVING  
THE WORLD FROM  
SWITZERLAND  
[www.abb.com](http://www.abb.com)

Power and productivity  
for a better world™





La comida y la bebida son una parte esencial de nuestra vida y de nuestras costumbres pero, pese a su importancia, raramente pensamos en su origen o en las complejas y refinadas tecnologías que permiten su producción industrial. Este número de ABB Review se propone arrojar luz sobre este terreno tan amplio y sugestivo y subrayar la aportación de ABB.

La imagen de la portada ilustra el embotellado de aceite de oliva. La contraportada presenta una cinta transportadora espiral de Poole's Pies en Wigan, Reino Unido; la cinta está movida por un accionamiento de ABB.

## Comida y bebida

- 6 Una elección saludable**  
La colaboración entre ABB y la industria alimentaria es cada vez más estrecha
- 9 Comestible y digital**  
La importancia del internet de las cosas, los servicios y las personas para la industria alimentaria
- 14 Mezcla y MES**  
Un sistema de ejecución de fabricación de ABB aumenta la productividad de DSM Nutritional Products
- 17 Mezclar sabores**  
Industry 4.0 basado en IoTSP permite que Automation Builder virtualice rápidamente procesos de producción discretos y maquinaria en la industria alimentaria y fuera de ella.
- 20 Una inversión segura**  
Componentes con seguridad alimentaria en aplicaciones de lavado
- 24 Paletización para el paladar**  
Elección del robot IRB 460 de ABB para trabajos de apilado
- 28 Un ingrediente llamado innovación**  
Innovaciones para la industria alimentaria
- 30 Historias de pesca**  
Servicios de explotación y mantenimiento de ABB para Marine Harvest
- 34 Una receta para triunfar**  
Medición simultánea del caudal másico y la densidad en la industria alimentaria
- 37 Más de lo mismo**  
Un sabor constante es esencial en cualquier proceso de destilación o fermentación
- 40 Suero seguro**  
Instrumentación fiable y precisa para la industria láctea
- 45 Energía alimentaria**  
El robusto UPS PowerLine DPA mantiene en funcionamiento las instalaciones de producción de comida y bebida
- 50 Revuelto, no agitado**  
Los accionamientos con armónicos ultrabajos mantienen estas perturbaciones alejadas de la comida y la bebida

## 125 años

- 52 125 años**  
ABB celebra 125 años en Suiza
- 55 Semiconductores de potencia**  
Pasado y presente de los semiconductores de potencia en ABB

## Potencia y datos

- 61 Integración de TI y TO**  
Potenciar la integración de la tecnología operativa con Decathlon Services
- 68 AirPlus™**  
Una alternativa al SF<sub>6</sub> como medio de aislamiento y conmutación en aparata eléctrica

## Domeñar la fuerza

- 73 Amortiguar la resonancia**  
Métodos de control avanzado garantizan el funcionamiento estable de convertidores de baja tensión conectados a red

# Cómo prestar servicio al segmento de la comida y la bebida



Bazmi Husain

## Estimado lector:

La comida y la bebida es ahora una industria grande y en rápido crecimiento que, además, casi siempre continúa creciendo cuando otros sectores industriales se ralentizan. Probamos los productos de esta industria varias veces al día y esperamos que cumplan normas muy estrictas de seguridad y trazabilidad de los ingredientes. Al mismo tiempo, los fabricantes están bajo constante presión para optimizar la productividad sin sacrificar la calidad del producto final. Este número de ABB Review presenta algunas de las tecnologías que contribuyen a este avance.

ABB ya es un participante reconocido en varios frentes de este sector. En un extremo del espectro, suministramos muchos componentes relacionados con la conservación, manipulación y preparación de alimentos. Son componentes fiables y eficientes por diseño que cumplen los rigurosos requisitos de higiene y otras características exigidas por la industria alimentaria.

En el otro extremo, ofrecemos varios sistemas de control y gestión empresarial que optimizan los procesos de producción y la explotación de la planta. Estos sistemas contribuyen al internet de las cosas, los servicios y las personas y permiten a nuestros clientes participar más activamente en llevar al margen transformación digital del sector. Además de estos productos, ABB ofrece diversos servicios de apoyo, como la supervisión a distancia, que ayuda a los clientes a planificar el mantenimiento.

Muchas de las líneas de producto descritas encuentran también aplicación fuera del segmento alimentario y reflejan tendencias generales de la industria que afectan a otros sectores.

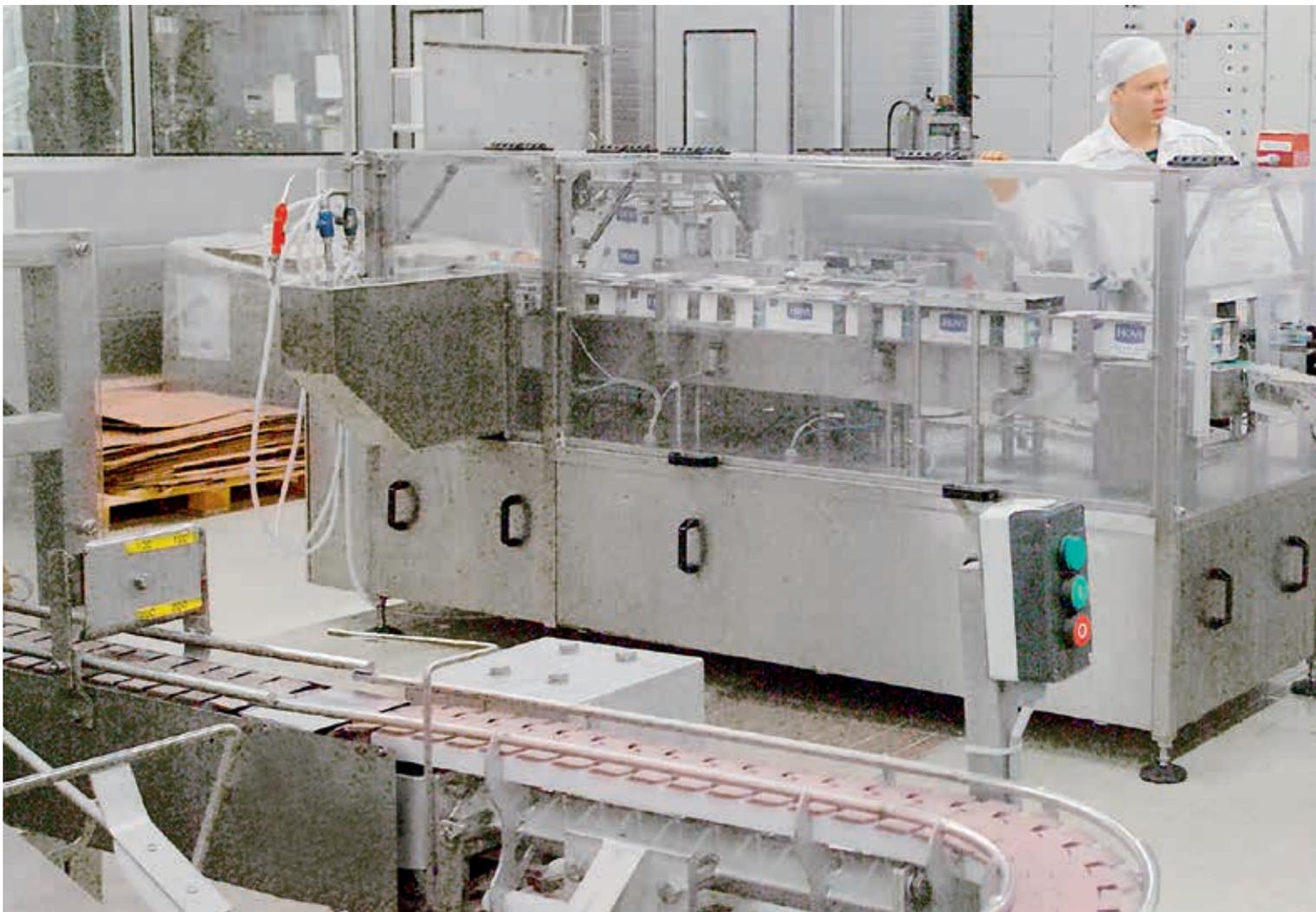
Varios artículos de este número se centran en otros aspectos importantes vinculados con la larga presencia de ABB en la vanguardia de la tecnología. Han pasado 125 años desde la fundación de BBC, una de las empresas predecesoras de ABB y, aunque ABB Review cubrirá este aniversario con más detalle en el tercer número del año, hemos incluido en esta edición un pequeño anticipo.

Otros aspectos tratados son la integración de TI y TO y el estado de la continua búsqueda de un nuevo gas aislante para aparata eléctrica. Cerramos también la serie de cuatro artículos sobre la oscilación con una descripción de las técnicas utilizadas para evitar la resonancia en convertidores de baja tensión.

Confío en que este número de ABB Review satisfaga su apetito por un conocimiento más detallado de la industria alimentaria, entre otras cosas interesantes, y espero que disfrute de la lectura.

Bazmi Husain  
Director de Tecnología y  
Vicepresidente Senior del Grupo  
Grupo ABB





# Una elección saludable

La colaboración entre ABB y la industria alimentaria es cada vez más estrecha

TATJANA MILENOVIC – Durante muchos años, ABB ha colaborado con la industria de la comida y la bebida. El esfuerzo invertido en desarrollo y colaboración se ha materializado en productos y servicios que aumentan la seguridad y la eficiencia de la industria. Ahora, como ha anunciado en su estrategia Next Level, ABB presta especial atención a este sector para intensificar las relaciones con sus clientes y apoyarles en la consecución de sus objetivos de sostenibilidad, operativos y económicos, la adopción de la digitalización y el aprovechamiento diario del mantenimiento predictivo basado en el estado para garantizar la fiabilidad.



La oferta de ABB ayuda a las empresas de comida y bebida a utilizar sus recursos y activos con más eficiencia, a reducir los residuos y a mejorar la calidad de sus productos.

**A** finales de 2014, ABB presentó su estrategia Next Level y los objetivos económicos para el período 2015–2020. El propósito es acelerar la creación de valor sostenible. La estrategia apuesta por el crecimiento rentable de la empresa desplazando el centro de gravedad a mercados finales de alto crecimiento, mejorando la competitividad y reduciendo riesgos en los modelos empresariales. Además, pone especial énfasis en la industria alimentaria.

#### **Sostenibilidad y responsabilidad social**

El uso optimizado de recursos escasos, como la energía y el agua, la reducción de residuos y el empleo de fuentes de energía renovables están estrechamente vinculados a la actividad de las empresas de alimentación. Desde las energías

renovables y las tecnologías eléctricas consolidadas hasta las soluciones de microrredes, automatización, internet de las cosas, servicios y personas, los clientes de ABB disfrutan de un enfoque holístico de la producción sostenible.

#### **Productos y soluciones de ABB**

La oferta de ABB para la industria alimentaria permite controlar las máquinas y los procesos para los que se utilizan y contribuye a que sean seguras para las personas que trabajan con ellas → 1. ABB apoya a sus clientes para que eviten situaciones de agotamiento de existencias, dispongan de energía fiable y ejecuten procesos críticos sin interrupciones. Además, ABB les ayuda a implantar el seguimiento completo y la trazabilidad de sus productos y procesos, mejorar la productividad y reducir el coste de explotación.

#### **Seguridad alimentaria**

La seguridad alimentaria es muy importante, y ABB ayuda a mantenerla con superficies y soldaduras especiales, que permiten el goteo del agua y evitan que los alimentos penetren en grietas diminutas, hasta productos que pueden ser detectados por sistemas de escaneo de visión o metal. Esto significa que si una brida se rompe y cae en una cinta transportadora de alimentos, se localizará y se eliminarán los alimentos antes

La seguridad alimentaria y la utilización eficiente de los recursos son especialmente importantes.

de envasarlos. La medida es rentable y preferible a que la brida acabe en el tenedor del consumidor, con el correspondiente daño para la reputación de la empresa.

#### **Imagen del título**

ABB, muy comprometida con el sector alimentario, quiere intensificar la relación como parte de su estrategia Next Level.

# ABB ofrece un enfoque holístico y tecnologías innovadoras para el futuro de la alimentación sostenible.

## Uso eficiente de los recursos

La oferta de ABB permite a los fabricantes emplear sus ingredientes crudos con más precisión, reducir los residuos y mejorar la calidad de todos los procesos y productos. ABB responde continuamente a los problemas de la industria, desde accionamientos de velocidad variable para controlar las embolsadoras hasta instrumentos que miden la entrada de leche cruda con más precisión para ahorrar dinero en lácteos; desde robots que apilan y paletizan productos terminados con más eficiencia hasta instrucciones en pantalla destinadas a los operadores de mezcladoras para comprobar el ingrediente dosificado según la receta y añadirlo en la cantidad correcta en el momento oportuno.

## Concentración en tareas productivas con valor añadido

La automatización acaba con tareas tediosas como la clasificación, la selección o el envasado. Las soluciones de automatización con robots alivian el estrés derivado de la necesidad de mirar fijamente la cinta transportadora y recoger el producto hora tras hora y día tras día. Este estrés puede ser la causa de una clasificación deficiente y, por lo tanto, de un envío de productos de baja calidad o de riesgos para la seguridad. Los robots clasifican durante todo el día sin quejarse. Pueden trabajar junto a hornos o congeladores sin necesidad de guantes. También pueden trabajar sin luz y ahorrar así energía. La selección con robots mejora la seguridad alimentaria.

ABB también facilita el funcionamiento de la planta a los equipos de mantenimiento, con opciones de servicio adaptadas a las necesidades específicas de los clientes: desde repuestos disponibles hasta soluciones de supervisión avanzada a distancia y basada en el estado y de mantenimiento preventivo y predictivo.

## 1 La importancia del sector alimentario para ABB

**Importancia del sector de alimentación y bebidas**

ABB contribuye a crear un futuro de alimentación sostenible al comprometerse con el desafío alimentario mundial

Ahorro de energía y protección de la seguridad del agua para un mundo mejor

1,2 millones de empresas

20 millones de empleados en todo el mundo

Empresa n.º 1 en muchos países del mundo

**Impulsores clave**

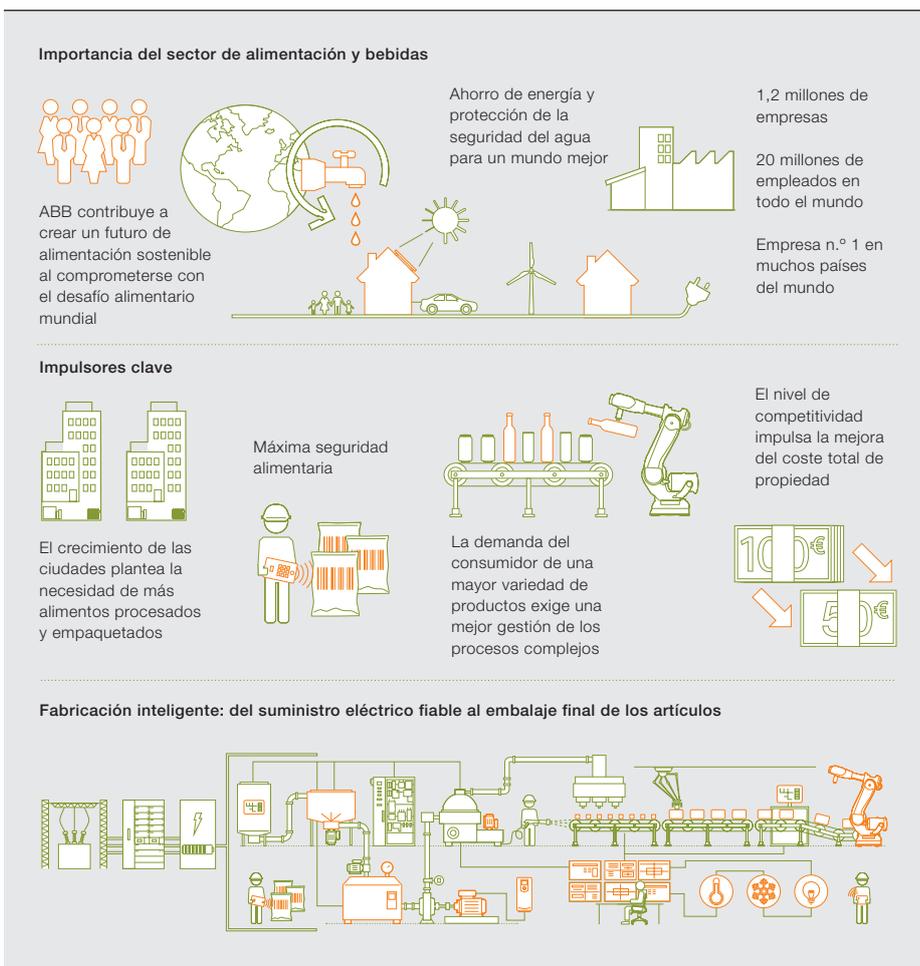
El crecimiento de las ciudades plantea la necesidad de más alimentos procesados y empaquetados

Máxima seguridad alimentaria

La demanda del consumidor de una mayor variedad de productos exige una mejor gestión de los procesos complejos

El nivel de competitividad impulsa la mejora del coste total de propiedad

**Fabricación inteligente: del suministro eléctrico fiable al embalaje final de los artículos**



## Una red global con experiencia

En resumen, ABB contribuye a la seguridad alimentaria, al uso más eficiente de los recursos de producción y a la mejora de la calidad de los productos. Con muchos años de experiencia en el sector, la empresa ha acumulado abundante información sobre procesos de la que pueden beneficiarse los productores de alimentos, los fabricantes de máquinas y los integradores de líneas de proceso.

La red de suministro global de ABB facilita la obtención de los productos, y una red de servicio global proporciona seguridad para mantener la producción en marcha y, sobre todo, ayudar a evitar paradas imprevistas.

El aumento continuo de la población mundial y la urbanización creciente demandan una variedad de alimentos y bebidas cada vez mayor. Esta demanda añade complejidad a la producción, y aquí ABB ofrece soluciones innovadoras, desde control de procesos e interoperabilidad hasta simulaciones y modelos virtuales para comprobar la configuración y el funcionamiento antes de realizar la inversión real.

Además, los reglamentos internacionales de seguridad alimentaria continúan mejorando. El cumplimiento de reglamentos nuevos, obligatorios y más estrictos exige procesos, líneas de producción y sistemas de trazabilidad de los ingredientes preparados para el futuro o que lo anticipen. Aquí la oferta de ABB es importante y ayuda a las empresas de alimentación a responder a las complejidades cambiantes. Al fin y al cabo, todos queremos que la única sorpresa de la caja de cereales sea el regalo.

Con su especial atención a la industria de la comida y la bebida, ABB sigue avanzando junto con los productores del sector por la senda de la alimentación sostenible con soluciones de energía y productividad que contribuyan a un mundo mejor.

### Tatjana Milenovic

ABB Food and Beverage  
Zúrich, Suiza  
tatjana.milenovic@ch.abb.com



# Comestible y digital

La importancia del internet de las cosas, los servicios y las personas para la industria alimentaria

DOMINIQUE STUCKI – ¿Qué producen las fábricas de comida y bebida en grandes cantidades además de comida y bebida? Producen datos digitales. Prácticamente todos los aparatos presentan algún grado de digitalización, por lo que hay datos electrónicos por todas partes. Recogerlos y

analizarlos puede revelar información sobre todos los aspectos del proceso y sobre el estado y el rendimiento del equipo. Muchos de estos datos se quedan en la fábrica, atrapados en las llamadas “islas de información”. Pero esto está cambiando.

1 Una moderna planta de comida o bebida representa una coreografía compleja de distintos procesos interconectados.



La industria alimentaria se enfrenta a numerosos desafíos: aumentar la rentabilidad aprovechando mejor los recursos y las existencias, evitar cuellos de botella en la producción y atender a las exigencias regulatorias de mayor trazabilidad de productos e ingredientes. Todos estos requisitos pueden cumplirse mediante la transparencia y el acceso a tiempo a información útil.

El grado de automatización varía de una planta a otra, e incluso entre las instalaciones de una misma fábrica. Los distintos sistemas, que reflejan diferentes diseños, épocas y fabricantes, manejan protocolos de datos diversos. No es

**Imagen del título**

¿De dónde viene el alimento del estante del supermercado? ¿Qué ingredientes y máquinas se utilizaron para prepararlo? Estos datos pueden ser decisivos para la seguridad alimentaria, especialmente cuando hay que retirar un producto, pero también permiten al fabricante ahorrar y aumentar la eficiencia. El internet de las cosas, los servicios y las personas (loTSP) lo hace posible.

habitual que la información se comparta automáticamente, y la recopilación de datos, el inventario y los análisis siguen siendo tareas lentas y manuales. La recopilación manual de datos no solo es lenta, sino que plantea dudas sobre la calidad de los datos, ya que es fácil cometer errores y difícil detectarlos.

**Compartir conocimientos y reforzar la previsibilidad**

En esta era digital, prácticamente todos los aparatos de una fábrica manejan datos electrónicos. Cada sensor, actuador y controlador genera, consume y procesa continuamente información electrónica. Pero aunque los equipos sean más digitales que antes, el talón de Aquiles de las plantas de transformación sigue siendo que la información no suele compararse o analizarse correctamente. El factor de cambio más importante en este

ámbito es lo que ABB llama “Internet de las cosas, los servicios y las personas” (loTSP).

Al igual que el internet convencional, el loTSP permite la comunicación entre dispositivos dispares con distintos fines. Un aspecto importante en una planta de comida y bebida es el seguimiento del inventario y los equipos → 1. El criterio erróneo de un empleado, por ejemplo, podría llevarle a añadir un ingrediente erróneo a una mezcladora o a agregar un ingrediente correcto en una cantidad o

En esta era digital, prácticamente todos los aparatos de una fábrica manejan datos electrónicos.

en un momento equivocados, o a mezclar ingredientes incompatibles. Estos errores se evitan imponiendo la identificación de los ingredientes antes de su



Los ingredientes incorrectos o caducados pueden excluirse del proceso, y la procedencia exacta y el historial de un ingrediente pueden seguirse al instante.

incorporación, por ejemplo, haciendo que el empleado escanee un código de barras en el paquete con un escáner de mano o, mejor todavía, utilizando un dispositivo inteligente en el contenedor del ingrediente para que este “hable” directamente con la mezcladora.

Los intentos de realizar acciones incorrectas pueden activar una alarma o, mejor aún, impedir una acción (por ejemplo, manteniendo cerrada una tapa de acceso).

Esto no significa solo que pueden excluirse del proceso los ingredientes incorrectos o caducados, sino que la procedencia exacta y el historial de cualquier ingrediente pueden seguirse al instante, lo que facilita la identificación de los lotes e incluso de las unidades individuales en caso de incidentes de seguridad. Sin esta trazabilidad, en caso de retirada de producto habría que retirar cantidades mayores, y el desperdicio de recursos y las pérdidas económicas y de reputación serían mayores.

Además de los ingredientes, puede seguirse el estado de los propios equipos. Si se sabe cuándo se lavó por última vez una máquina, como la mezcladora de ejemplos anteriores, y cuáles son los ingredientes mezclados en ella desde entonces, se pueden evitar paradas en la planta y el gasto de agua en limpiezas innecesarias sin incurrir en riesgo de contaminación. Esto podría incluir un mejor seguimiento de ingredientes con

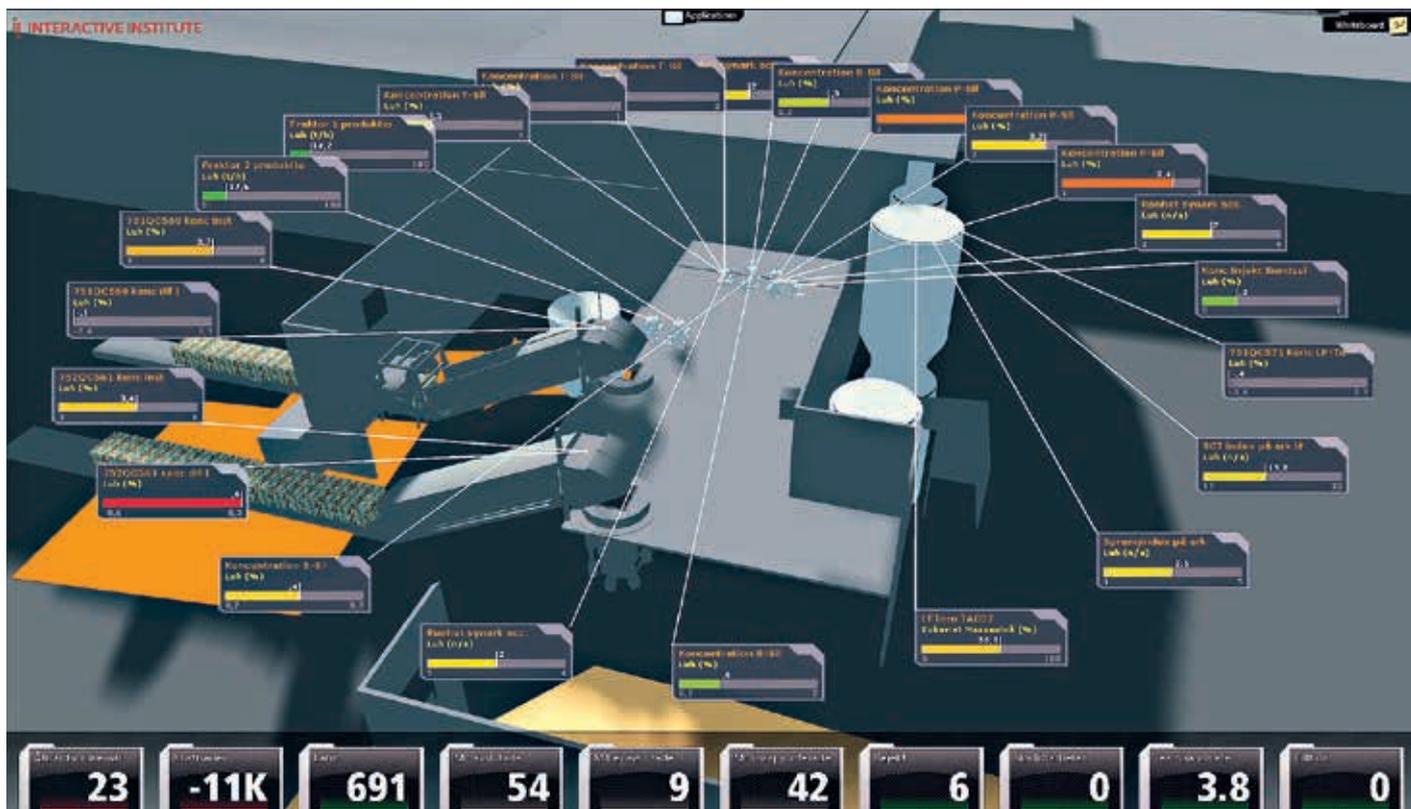
posibles alérgenos y otros componentes especiales.

La trazabilidad puede extenderse también a las personas. Si se conoce la identidad de la persona que controla el equipo, es posible excluir a operadores no cualificados para manejar determinados equipos. Este tipo de seguimiento permite también saber qué empleados trabajaron con determinados equipos o pasaron tiempo en puntos críticos. Si se descubre, por ejemplo, que un empleado ha estado trabajando enfermo, la capacidad para identificar las áreas y los pasos del proceso en los que podría haberse producido contaminación ayudará a contener el daño e iniciar una retirada de producto selectiva.

Además de proteger la calidad de los alimentos, el IoTSP puede mejorar la seguridad de los empleados. Si la ropa de un empleado contiene inteligencia incorporada, puede comunicarse mediante IoTSP y verificar que el empleado lleva la ropa protectora adecuada para su tarea. Por ejemplo, determinadas tareas pueden exigir un casco o una mascarilla de respiración. El mismo método sirve para asegurar que la ropa y las herramientas se limpian correctamente y no se utilizan en áreas contaminadas o con ingredientes incompatibles.

#### Comida e inteligencia

Con el intercambio de información en tiempo real de todos los dispositivos



Es posible excluir a operadores de equipos que no están cualificados para manejar.

electrónicos de una planta, la dirección puede supervisar las actividades y programarlas con más eficacia. Bastan unos clics de ratón para identificar la eficacia general de los equipos o conocer la cantidad y la ubicación exactas de un ingrediente o un producto dentro de la planta o para determinar el origen de cualquier retraso, por breve que sea → 2.

Estas medidas no solo añaden previsibilidad y responsabilidad al flujo de ingredientes dentro de la compleja coreografía de una planta de producción, sino que también encierran un potencial considerable de ahorro de costes. El objeto de la gestión de la cadena de suministro es contener los costes minimizando el inventario. Se ha escrito mucho sobre la “producción justo a tiempo” y se han ensalzado las ventajas de minimizar o eliminar existencias. Estas se mantienen con frecuencia “por si acaso” en cada etapa de producción para compensar la imprevisibilidad o el conocimiento insuficiente de las actividades anteriores o posteriores del proceso. En otras palabras: las reservas son un síntoma del intercambio insuficiente de datos y de la falta de sincronización entre los pasos de fabricación. Además, representan un capital inmovilizado innecesariamente,

no solo en términos de valor del propio inventario, sino también de espacio en la fábrica e instalaciones de apoyo. En el sector alimentario esto es más relevante que en muchos otros, porque las salas de congelación y refrigeración son la parte más costosa de una fábrica.

Las implicaciones del IoTSP pueden extenderse mucho más allá de la fábrica. Compartiendo los datos del proceso de producción de un proveedor de ingredientes es posible predecir las demoras en el suministro y reprogramar las actividades en consecuencia. Por la misma razón, el seguimiento de los camiones que entregan los ingredientes permite predecir las demoras. Después del proceso, si los centros de distribución y supermercados aceptan compartir sus datos de inventario en tiempo real, la fábrica podría anticipar los pedidos de reposición antes de recibirlos en lugar de producir para llenar el almacén.

También es posible aprovechar datos externos más generales. La previsión meteorológica, por ejemplo, ayudaría a predecir un aumento repentino de la venta de helados.

4 Wander (aquí se muestra su marca Caotina) emplea el sistema de ejecución de fabricación (MES) de ABB. [Fuente de la imagen: Wander]



Pueden observarse las tendencias a largo plazo y marcar las anomalías o tendencias para su investigación.

El IoTSP facilita también la recogida de datos estadísticos, así como su presentación y análisis. Esto permite observar las tendencias a largo plazo y marcar las anomalías o cambios a largo plazo para su investigación. Con todos los datos disponibles electrónicamente, es fácil profundizar y consultar los indicadores individuales y los flujos de datos e identificar las causas de un comportamiento anómalo mucho antes de perder demasiado inventario → 3.

#### Mantenimiento predictivo

Gran parte de lo dicho sobre procesos y actividades puede aplicarse también al propio equipo. Con frecuencia su estado se conoce mal y no se predicen las averías ni la degradación. Por lo tanto, el mantenimiento es reactivo en lugar de proactivo y las paradas imprevistas causan costosas pérdidas de producción.

Muchas de estas cosas podrían evitarse aprovechando mejor los datos que ya se han recogido. Con su gran experiencia en este campo, ABB puede detectar proactivamente los síntomas de distintos tipos de deficiencias en los equipos y predecir los fallos antes de que se produzcan. El análisis de los datos del par de un accionamiento puede, por ejemplo, revelar

a tiempo el riesgo de fallo de un cojinete o el exceso de fricción de una correa.

Además de los datos “cautivos” ya recogidos, hay otros útiles para apoyar el servicio y el diagnóstico. ABB, por ejemplo, proporciona dispositivos inteligentes para motores que detectan vibraciones y las comparten para su análisis. Los datos capturados se ponen a disposición de un centro de servicio de ABB que puede avisar al cliente de la necesidad de realizar tareas de mantenimiento mucho antes de que se produzca un fallo.

Otro ejemplo es la supervisión remota de los robots de ABB, que aseguran la fiabilidad de las operaciones y mejoran el rendimiento.

#### Simulación

Cuando hay que realizar cambios en una planta, por ejemplo, para incorporar equipos o una línea totalmente nueva, el propietario quiere asegurarse de que armonizará con los equipos existentes y conocer el funcionamiento exacto y el espacio necesario. El propietario busca realizar pruebas tan pronto como sea posible en la fase de diseño para reducir los riesgos y verificar la rentabilidad. Lo ideal es hacer esto antes de invertir nada.

Aquí es donde entran en juego la simulación y el mundo virtual. Es posible simular la configuración y probar los equipos en un entorno mixto de hardware y simulación. ABB ofrece paquetes de simulación. Además de su valor en la preparación de la instalación, la simulación es también una poderosa herramienta de formación de los operadores.

#### Hambre de IoTSP

Con su larga experiencia en automatización de procesos, ABB está bien preparada para prestar servicios de IoTSP a la industria alimentaria y ayudar a superar los retos que surgirán en los próximos años → 4.

#### Dominique Stucki

Manufacturing Execution Systems Operations  
Baden-Daettwil, Suiza  
dominique.stucki@ch.abb.com



# Mezcla y MES

Un sistema de ejecución de fabricación de ABB aumenta la productividad de DSM Nutritional Products

MATILDA STEINER – Suele decirse que el conocimiento es poder. Para un fabricante, el conocimiento es definitivamente la clave para aumentar la eficiencia mediante el aprovechamiento de los recursos, la trazabilidad y la transparencia. Por desgracia, decirlo es más fácil que hacerlo: muchos de los datos actualizados y relevantes permanecen atrapados en las llamadas islas de automatización y la dirección toma decisiones basadas en estimaciones o informes obsoletos. El sistema de ejecución de fabricación (MES) actúa entre los niveles de ERP (planificación de recursos empresariales) y SCADA (control de supervisión y adquisición de datos), y ofrece una imagen en tiempo real de la utilización de equipos y existencias.

una planificación fiable. Es preciso asegurar la trazabilidad de cada paso de producción, y la logística debe ser precisa.

### Entre ERP y SCADA

Hasta 2013, la planta de premezcla utilizaba un sistema de control de procesos a medida que requería una ejecución

de producción debían estar en el centro en el momento de empezar la fabricación. Ahora pueden pesarse y racionarse en cuanto se desempaquetan los primeros componentes. Esto permite una programación mucho más flexible en las estaciones de pesaje y alivia los cuellos de botella.

## Los envíos deben abandonar la fábrica en un plazo máximo de cuatro semanas tras la recepción del pedido, incluido el tiempo de entrega de los certificados de análisis necesarios.

“Con el nuevo MES, tenemos información en tiempo real de todo el proceso, que es ahora mucho más fiable y transparente”, explica Nodot. “Sabemos en todo momento en qué paso del proceso se encuentra un material concreto y en qué cantidad.

secuencial estricta de los pasos. Para mejorar la eficiencia y prepararse para demandas futuras, se evaluaron varias ofertas de MES.

Esto permite un proceso de planificación detallado con una demanda muy reducida de materias primas almacenadas.”

**D**SM Nutritional Products es un importante proveedor de vitaminas y carotenoides (colorantes naturales) para las industrias cosmética, farmacéutica y alimentaria. La empresa opera una gran planta en Village-Neuf, Alsacia (Francia), donde se producen y mezclan vitaminas y carotenoides. Incluye laboratorios e instalaciones de investigación, y emplea a unas 500 personas. Alrededor de 70 de ellas trabajan en el campo de la premezcla de vitaminas. Las premezclas se fabrican en respuesta directa a pedidos de los clientes. Por ello no se almacenan en la planta.

El sistema MES es la capa de control del proceso situada entre el nivel empresarial de la planta con ERP y el nivel de control de procesos local con SCADA.

El personal de ABB colaboró estrechamente con los empleados de premezcla para realizar la mejor implantación.

Los envíos deben abandonar la fábrica en un plazo máximo de cuatro semanas tras la recepción del pedido, incluido el tiempo de entrega de los certificados de análisis necesarios. En la planta de Village-Neuf pueden producirse más de 1.000 fórmulas de unos 200 ingredientes. Hay siete mezcladoras diferentes con capacidades de 240 a 8.000 litros. El funcionamiento de la planta necesita

DSM Nutritional Products eligió ABB entre cuatro proveedores y encargó el sistema cpmPlus Enterprise Connectivity System (ECS). Este sistema proporciona interfaces normalizadas con el sistema ERP del cliente según la norma ISA95 adoptada por SAP, para la integración vertical de la automatización de procesos.

ABB entregó siete estaciones para el sistema de control Extended Automation System 800xA en combinación con cpmPlus ECS, además de quince estaciones exclusivas para cpmPlus ECS. La solución MES se basa en servidores virtuales.

“Es difícil cuantificar la ganancia de eficiencia de MES, ya que hemos optimizado al mismo tiempo los propios procesos,” concluye Gilles Nodot. “Pero pensamos que en términos de porcentaje podríamos hablar de dos cifras. Sobre todo estamos encantados con el funcionamiento de la nueva solución.”

El equipo de premezcla consideró la implantación del nuevo MES como una oportunidad para volver a valorar y optimizar la ejecución de sus procesos. Es posible que esta implantación parezca excesiva para los requisitos actuales, pero Gilles Nodot, jefe de producto de la planta de premezcla explica: “Este enfoque nos facilita la adaptación al endurecimiento futuro de los requisitos de seguridad y trazabilidad del proceso”.

### Enormes ganancias en flexibilidad

¿Qué ha cambiado en términos del MES? Algunos pasos del proceso de producción pueden ahora realizarse en paralelo. Por ejemplo, antes, todas las materias primas necesarias para un lote

#### Matilda Steiner

ABB Process Automation, Control Technologies  
Baden-Dättwil, Suiza  
matilda.steiner-arvidsson@ch.abb.com

#### Imagen del título

El sistema MES de ABB ayuda a DSM Nutritional Products a cumplir plazos ajustados. En esta imagen el producto se está empaquetando en la planta de la empresa en Village-Neuf (Francia).





# Mezclar sabores

Industry 4.0 basado en IoTSP permite que Automation Builder virtualice rápidamente procesos de producción discretos y maquinaria en la industria alimentaria y fuera de ella.

SOENKE KOCK – Continuamente aparecen titulares con el avance más reciente en la automatización de fábricas. Lo que se suele olvidar es que tras cada uno de estos artículos hay una compleja automatización de procesos cada vez más elaborados. En estos procesos se utiliza una batería de herramientas de ingeniería para programación, configuración y puesta en servicio de equipos cada vez más descentralizados, independientes e inteligentes. Estos equipos suelen proceder de diversos fabricantes, lo que dificulta el intercambio de datos y las pruebas. Se suma a esto un alto contenido de software, a menudo con largos tiempos de desarrollo, riesgo elevado e imposibilidad de probar en una fase temprana porque el hardware necesario no está listo. La respuesta a este problema es la virtualización. Automation Builder de ABB es una suite completa e integrada de software que permite a constructores de máquinas e integradores de sistemas virtualizar y automatizar aplicaciones complejas con un esfuerzo mínimo. Automation Builder puede emplearse con buenos resultados, no sólo en la industria alimentaria, sino en cualquier aplicación que precise una automatización no trivial.

---

#### Imagen del título

Los proyectos de automatización están haciéndose extremadamente complejos. Industry 4.0, basada en IoTSP, y la puesta en servicio virtual son la clave para hacerlos manejables en términos de tiempo y de coste.

## 1 Hacen falta nuevas herramientas para dominar la creciente complejidad de los proyectos de automatización.



La automatización industrial lleva décadas entre nosotros, y ha beneficiado muy en especial a la industria alimentaria. Pero muchos procesos se han vuelto tan complejos que automatizarlos en los plazos asignados es demasiado difícil para los métodos clásicos → 1. Además, esta complejidad hace que ningún proveedor pueda suministrar todos los componentes de la línea de producción, lo que plantea posibles problemas de incompatibilidad.

### Industry 4.0

Para abordar éste y otros asuntos relacionados, Estados Unidos y Alemania pusieron en marcha las iniciativas Smart Manufacturing e Industry 4.0, respectivamente. Estas iniciativas utilizan como base Industrial Internet of Things (IIoT) [internet de las cosas industrial], que relaciona máquinas, sensores y actuadores mediante protocolos de internet. Estas dos iniciativas tienen un importante denominador común: facilitan la conexión e interacción de todos los componentes de una planta: sensores, actuadores, controladores, equipos de producción, etc.

Para asegurar la ejecución eficiente y efectiva de proyectos de automatización en este mundo nuevo y conectado con una demanda creciente de menores tiempos de ejecución de proyectos hay

que cumplir dos condiciones técnicas decisivas:

– El trabajo de desarrollo de las disciplinas relevantes –ingeniería mecánica, electrónica y software– tiene que hacerse más en paralelo. Esto exige, entre otras cosas, que el diseño conceptual global cubra todas las disciplinas y que se describan expresamente las interdependencias entre ellas.

## Debe ser posible comprobar el diseño lógico del control distribuido sin la presencia de un hardware de control real.

– En todas las fases del proceso de ingeniería debe disponerse de prototipos virtuales aptos para probar la funcionalidad requerida en cuanto se desarrolle. Asimismo, debido a la tendencia hacia una funcionalidad de control cada vez más descentralizada, debe ser posible comprobar el diseño lógico del control distribuido sin un hardware de control real.

El segundo punto estipula el desarrollo de un modelo virtual del proceso con todos sus actuadores y sensores, o del sistema de control, o de ambos. Automation Builder de ABB ayuda a hacerlo.

### Automation Builder

ABB Automation Builder es una suite de software integrada para constructores de máquinas e integradores de sistemas que quieren automatizar sus máquinas y sistemas de forma productiva → 2.

Automation Builder combina herramientas para configurar, programar, depurar y mantener proyectos de automatización bajo una interfaz intuitiva común. Automation Builder integra controladores lógicos programables AC500, accionamientos programables, paneles de control y robots en una solución de automatización coherente. Esto incluye la gestión y el intercambio de datos con los elementos mecánicos y eléctricos del sistema. Enlazando estos conjuntos de datos se generan y procesan más rápidamente modelos virtuales para la puesta en servicio o la prueba de prototipos. Automation Builder es capaz de virtualizar máquinas o líneas de producción completas y resuelve el componente más costoso en la mayoría de los proyectos de automatización industrial actuales: el software.



## Industry 4.0 facilita la aplicación de Automation Builder de varias formas.

Automation Builder está disponible para su descarga en varias ediciones adecuadas para distintas escalas de proyecto. Una disposición adecuada ayuda a configurar la instalación y a manejar el registro de licencias, el mantenimiento y las actualizaciones del software.

Todos los datos pertinentes de Automation Builder se pasan a un modelo del sistema. También se incluyen datos de programación de robot off line de ABB y la herramienta de simulación, RobotStudio®. RobotStudio, incluido en la distribución de Automation Builder, sirve como motor de simulación 3D donde controladores virtuales, HMI y accionamientos se conectan con los prototipos mecánicos virtuales e interactúan entre sí y con el mundo virtual. Para permitir la escalabilidad sin necesidad de ordenadores ultrarrápidos, se introduce el concepto de tiempo virtual. El empleo del tiempo virtual como opuesto al tiempo real permite reducir la velocidad de ejecución de la simulación

cuando se alcanzan los límites de actualización del PC.

Automation Builder es un software abierto: el usuario puede crear los componentes que faltan para una simulación de sistemas de cualquier complejidad o descargarlos de la comunidad on line de RobotStudio; también hay librerías de software, como los complementos PowerPac; y diversos interfaces para dispositivos e intercambio de datos de señal, como Microsoft Excel, varios formatos de CAD como para EPLAN Electric P8 o Zuken E3, y MATLAB/Simulink.

Industry 4.0 facilita la aplicación de Automation Builder de varias formas. Por ejemplo, permite que dispositivos y herramientas de distintos proveedores comuniquen ciertos conjuntos de datos normalizados. Además, el mayor ancho de banda de las comunicaciones basadas en Ethernet empleado por Industry 4.0 permite transferir fácilmente grandes cantidades de datos.

En las comunidades de redes sociales han surgido organizaciones de ayuda mutua para una amplia gama de otras actividades, y también se espera que surjan en el ámbito de la automatización de fábricas. De hecho, ABB se ha unido ya a RobotApps™, que ofrece una gama

ABB Automation Builder es una suite de software integrada para constructores de máquinas e integradores de sistemas que quieran automatizar sus máquinas de forma productiva.

completa de aplicaciones útiles para desarrolladores de robots.

La virtualización abre nuevos horizontes para las empresas. Las simulaciones de escenarios de procesos con gran consumo de recursos, por ejemplo, pueden externalizarse a la nube, lo que ahorra al usuario la necesidad de tener potencia informática propia. O puede virtualizarse la configuración actual de la producción para luego ejecutarla y ver qué efectos produce la modificación de diversos parámetros o piezas del equipo. De esta forma, se podría optimizar el uso de energía, maximizar el rendimiento o minimizar el coste total de la producción. Incluso la formación de los operarios puede realizarse en equipos virtuales.

ABB Review volverá a examinar Automation Builder en una edición futura para profundizar más en las capacidades de esta suite de software de automatización que permite la ingeniería en el mundo virtual y en tiempo virtual.

### Soenke Kock

ABB Discrete Automation and Motion,  
Drives and Controls  
Heidelberg, Alemania  
soenke.kock@de.abb.com



# Una inversión segura

Componentes con seguridad alimentaria en aplicaciones de lavado

STEFANIE BURNS – Todos los consumidores tienen derecho a disfrutar de alimentos seguros, de buena calidad y procesados en las mejores condiciones higiénicas. Esto sitúa la limpieza, la desinfección y la esterilización en la cima de las prioridades de los procesadores de alimentos. El lavado es el arma principal en la lucha por las mejores normas de higiene, especialmente en el procesamiento de carnes; pero es una operación muy agresiva, con chorros calientes a alta presión que destruyen todos los recubrimientos. Ningún tipo de pintura resiste un lavado a casi 5000 kg por metro cuadrado durante mucho tiempo. Por eso ABB hace hincapié en tres aspectos del diseño críticos en la construcción de equipos seguros para los alimentos: materiales y diseño de carcasas, lubricantes y tecnología de sellado.

## 1 Planta de procesamiento de aves con motores de acero inoxidable que soportan las condiciones de lavado más duras.



Los productores y manipuladores de alimentos son muy conscientes de la seguridad alimentaria y establecen medidas para asegurar las mejores prácticas. Las buenas prácticas de higiene (GHP) y de fabricación (GMP) y el análisis de riesgos y puntos críticos (HACCP) son parte integral de la desinfección de locales y equipos, y se consideran las actividades más importantes en muchas plantas de procesamiento de alimentos y carnes.

### Lavado

La herramienta higienizadora principal en las instalaciones de procesamiento de alimentos es el lavado. Tan importantes, que grandes compañías de procesamiento de carne, como Tyson, Cargill Meat, JBS, Kraft Foods, etc., que compiten sin descanso, colaboran en el North American Meat Institute (NAMI) para normalizar los requisitos básicos de los equipos de lavado. Estas empresas entienden que los equipos pintados o recubiertos no soportan el continuo lavado cáustico, y encabezan el cambio en

el sector desde el hierro fundido y el aluminio recubiertos tradicionales a los diseños mecánicos y eléctricos totalmente inoxidable (y a veces sin aberturas) para los equipos de procesamiento de alimentos → 1.

La ubicación de los equipos y el proceso empleado para mantener limpia la zona determinará la resistencia necesaria. Por ejemplo, una zona de empaquetado al final de la línea precisará muy poco lavado. La sección de procesamiento de una planta de alimentos, por el contrario, puede precisar un lavado a fondo, aunque el tipo dependerá del alimento que se procesa: las zonas de carne y aves puede exigir desinfección; y las plantas de chocolate y panadería pueden incluir operaciones pegajosas y necesitar una limpieza especial.

### Diseño con seguridad alimentaria

Según las directrices desarrolladas por el NAMI y el European Hygienic Engineering and Design Group (EHEDG), el diseño de equipos seguros para los alimentos engloba tres áreas de especial interés.

### Diseño y material del cuerpo

El hierro fundido y el aluminio no se comportan bien en ambientes de lavado, porque se corroen. Muchos proveedores utilizan pinturas epoxi, recubrimiento en polvo y electrodeposición, pero nada es más duradero que un diseño íntegramente de acero inoxidable, que es el material preferible para la carcasa.

## La herramienta higienizadora principal en las instalaciones de procesamiento de alimentos es el lavado.

El acero inoxidable no garantiza por sí solo un buen producto: el acero debe ser de calidad suficientemente elevada y la carcasa debe diseñarse de forma que los líquidos no se acumulen y se vacíen por sí solos. También hay que alisar las soldaduras para que no recojan bacterias.

Las aletas de refrigeración de los motores eléctricos pueden captar contaminantes, por lo que los diseños que ABB escoge para la industria alimentaria son primordialmente no ventilados y sin aletas. En general, deben evitarse cavidades, zonas muertas, grietas e irregularidades; el diseño suave del bastidor ase-

### Imagen del título

Un diseño apropiado es esencial si los equipos seguros para los alimentos deben soportar los regímenes de lavado riguroso de las plantas de procesamiento de alimentos y la entrada de materiales extraños.

Las pinturas y los recubrimientos no soportan el lavado cáustico regular, y la industria está cambiando al acero inoxidable integral para los equipos de procesamiento de alimentos.

## 2 Un producto inadecuado podría detectarse demasiado tarde.



gura el lavado correcto de los contaminantes de los productos.

### Lubricantes

Los lubricantes de calidad alimentaria tienen propiedades que los hacen seguros en caso de un contacto accidental con la comida. Pero su comportamiento en términos de transmisión y disipación del calor, desgaste, fricción, corrosión, etc., es inferior al de los lubricantes clásicos. No obstante, con una vigilancia y un mantenimiento adecuados pueden utilizarse sin miedo.

Para ayudar a la industria alimentaria, organismos públicos como la FDA (Food and Drug Administration) y la USDA (United States Department of Agriculture) han creado designaciones de lubricantes de calidad alimentaria:

- Los lubricantes H1 se emplean en entornos con riesgo de contacto con alimentos.
- Los lubricantes H2 se utilizan en equipos y componentes de máquinas sin ningún riesgo de contacto.
- Los lubricantes H3 se clasifican normalmente como aceites comestibles y pueden emplearse para evitar la corrosión de ganchos, carros y similares.

### Tecnología de sellado

Las causas más corrientes de fallo de los equipos están relacionadas con la lubricación. Por ello hay que prestar mucha atención a las juntas para que los lubri-

cantes permanezcan en el interior y los contaminantes fuera. El lavado enérgico es especialmente peligroso para las juntas, pues los chorros pueden hacer que los líquidos y contaminantes las atraviesen. Por lo tanto, unas buenas juntas son un factor crítico. Cuando se busca un producto bien sellado, hay que plantearse algunas preguntas importantes:

- ¿Cuántos puntos de contacto proporcionan los labios de la junta?
- ¿De qué material está hecha la junta?
- ¿Cuál es el diseño del flujo de lubricante a través de las juntas? ¿Es un diseño de laberinto? ¿Puede la junta purgar el exceso de lubricación para evitar un reventón por presión?
- ¿Está la junta protegida por retenes de goma, tapajuntas, etc.?

La combinación de un buen material y diseño para la carcasa, lubricantes H1 de calidad alimentaria y un buen diseño de juntas hace que un producto sea seguro para el procesamiento de alimentos.

### Seguridad alimentaria e infracciones

Hay varios tipos de reglamentos y normas que ayudan a controlar y regular las plantas de procesamiento de alimentos y aseguran el cumplimiento de las prácticas de seguridad alimentaria. Están controlados por distintos organismos, por ejemplo:

- Oficiales: en Estados Unidos, la USDA y la FDA tienen autoridad legislativa sobre las prácticas de procesamiento de alimentos. La USDA regula carnes,

aves, huevos y quesos; la FDA se encarga de otros alimentos.

- Organizaciones de salud pública y sin ánimo de lucro: la National Sanitation Foundation International (NSF), la 3-A Sanitary Standards, Inc. (una corporación independiente, sin ánimo de lucro, dedicada al diseño avanzado de equipos higiénicos) y la Baking Industry Sanitation Standards Committee (BISSC) son organizaciones que elaboran normas y certifican productos.
- Organizaciones de procesamiento de alimentos: en Estados Unidos, la asociación comercial de industrias NAMI es un importante agente formado por empresas de procesamiento de alimentos que colaboran para definir y redactar sus propios principios de diseño higiénico.

No todas las zonas de la planta exigen la misma resistencia al lavado enérgico. Sería imprudente seleccionar un producto con especificaciones muy rigurosas para una aplicación normal que no requiere lavado. Por el contrario, escatimar en componentes en ambientes con lavados agresivos pueden ser ruinoso. Las infracciones de la seguridad alimentaria son graves y pueden tener un impacto devastador, no sólo en quien las comete, sino en todo el sector del procesamiento de alimentos.

3 Algunos productos parecen de acero inoxidable, pero no lo son, y conducen a infracciones potencialmente graves.



¿Cómo son las infracciones de la seguridad alimentaria?

No todas las infracciones son fáciles de detectar de inmediato. A veces cuesta determinar si un producto es de acero inoxidable o de acero recubierto de zinc, níquel o TDC (cromado denso delgado). El producto ilustrado en → 2 parecía

El uso de un producto de calidad corriente en un ambiente de lavado nunca es una buena idea. El material de la carcasa y el recubrimiento pueden no ser adecuados, la tecnología de las juntas puede no resistir el lavado a alta presión, los materiales de recubrimiento que se desprenden pueden contaminar los alimentos

y los lubricantes de calidad no alimentaria pueden salpicar las líneas de producción.

El acero inoxidable debe tener una calidad suficientemente alta y, lo que es igual de importante, la carcasa debe estar diseñada de forma que no acumule líquidos.

tener rodamientos en alojamientos de acero inoxidable hasta que se lavó a presión muchas veces y el recubrimiento de níquel empezó a desprenderse. ¿Y a dónde ha ido a parar el material desprendido?

En → 3 vemos otro ejemplo de lo que parecía un equipo con carcasa de polímero e inserciones de acero inoxidable que en realidad no eran inoxidables y ahora están oxidadas. Como presenta cierto nivel de resistencia a la corrosión, este producto sería perfectamente adecuado en un ambiente de lavado menos tóxico, pero no en su ubicación actual.

El uso de un producto de calidad corriente en un ambiente de lavado nunca es una buena idea. El material de la carcasa y el recubrimiento pueden no ser adecuados, la tecnología de las juntas puede no resistir el lavado a alta presión, los materiales de recubrimiento que se desprenden pueden contaminar los alimentos y los lubricantes de calidad no alimentaria pueden salpicar las líneas de producción.

Hay que seleccionar con cuidado productos adaptados al ambiente de la aplicación. Los reglamentos y las expectativas en el mundo de la seguridad alimentaria aumentan, y la tendencia hacia un diseño integral de acero inoxidable para los componentes mecánicos y eléctricos en las instalaciones de procesamiento de alimentos es imparable. ABB apoya sin restricciones este planteamiento.

La comida es importante

Las infracciones del procesamiento de alimentos derivadas del lavado energético pueden afectar

Nada es más duradero que el acero inoxidable integral, y por eso es el tipo preferido de carcasa.

Stefanie Burns

ABB Discrete Automation and Motion, Motors and Generators Power Transmission Greenville, SC, Estados Unidos Stefanie.Burns@baldor.abb.com



# Paletización para el paladar

Elección del robot  
IRB 460 de ABB para  
trabajos de apilado

SARA GÖRANSSON – Orkla Foods en Örebro, Suecia, necesitaba crear una línea de producción para acoger una nueva gama de aperitivos. La línea tenía que ser totalmente automática, capaz de realizar un nuevo tipo de trabajo y ser muy flexible. Para complicar las cosas, la fecha de puesta en marcha se adelantó cuatro meses. Los expertos de ABB, Orkla Foods y Front Automation, una empresa integradora de sistemas especializada en la industria alimentaria, se unieron para afrontar esta misión. Su elección del IRB 460, el robot paletizador más rápido del mundo, para ejecutar las operaciones finales de la línea fue decisiva para el éxito del proyecto.



**T**radicionalmente, la industria alimentaria recurre a otros sectores para introducir nuevas tecnologías. Pero los avances en las capacidades de control y tecnología del hardware, un entorno normativo más estricto y las mayores expectativas del cliente han colocado el sector a la vanguardia en adopción de nuevas tecnologías.

El sector está cambiando también en otros aspectos: la consolidación se está generalizando, las empresas y fábricas son cada vez más grandes y trabajan las 24 horas del día.

Para satisfacer las demandas impuestas por esta metamorfosis, muchas empresas han transformado su planteamiento operativo para integrar operaciones aisladas y por lotes en un conjunto más integrado. Otro avance crucial ha sido la rápida adopción de la automatización. La automatización no solo mejora la calidad y el rendimiento, sino también el

#### Imagen del título

ABB y el integrador de sistemas Front Automation colaboraron para instalar una nueva línea de producción automatizada en una planta sueca de Orkla Foods. El IRB 460 de ABB, el robot paletizador más rápido del mundo, demostró ser el componente más importante de la nueva línea.

entorno de trabajo, y libera a los empleados de tareas pesadas y monótonas → 1.

Los robots son una parte importante de la automatización de la fábrica, como se comprueba en las muy automatizadas plantas de Orkla Foods. La implantación del robot paletizador IRB 460 de ABB fue lo que permitió la completa automatización de una nueva línea de produc-

## La automatización no solo mejoró la calidad y el rendimiento, sino también el entorno de trabajo.

ción de Orkla Foods en Örebro, Suecia, en un tiempo récord. Esta línea fue la primera totalmente automatizada de Orkla Foods.

#### Procesador de alimentos

Orkla Foods, Suecia, forma parte del Grupo Orkla de Noruega, con una facturación anual de unos 560 millones de dólares y cerca de 1500 empleados. La fábrica de Orkla Foods en Örebro, Suecia, se utiliza desde el año 2000 para producir Risifrutti, un aperitivo de dos componentes a base de arroz o sémola y un puré de frutas.

El sector alimentario sueco depende completamente de la automatización para poder competir, no solo por la mejora de la eficiencia, sino también por

el control, ya que la automatización reduce el marcado incorrecto y aumenta la calidad. Por estas razones, la fábrica de Örebro siempre tuvo un alto grado de automatización.

Risifrutti se ha convertido en el aperitivo más famoso de Suecia. En la primavera de 2014, Orkla lanzó Yummifrutti, un aperitivo de dos componentes con un cucharilla e ingredientes en la tapa.

Durante la preparación del lanzamiento de Yummifrutti, la dirección de Orkla Foods decidió que la

fecha del lanzamiento debía adelantarse cuatro meses, lo que supuso un gran desafío que solo podía superarse instalando una nueva línea de producción. La empresa integradora de sistemas Front Automation y el robot IRB 460 de ABB, el robot paletizador más rápido del mundo, fueron seleccionados para acometer la tarea.

#### Automatización ante todo

Front Automation se especializa en la automatización de tareas de recogida, empaquetado y paletización. La empresa se ocupa de todo el proceso, desde aplicaciones de paletización simples hasta líneas de empaquetado completas para clientes de toda Escandinavia. Front Automation de Jönköping, junto con su empresa asociada Fröjd & Wester,

2 Los envases se envían a una nueva celda donde se les coloca la tapa de plástico que contiene cereales, se etiquetan, se paletizan y se recogen. Todo está automatizado.



El proyecto de automatización de la fábrica de Orkla Foods en Örebro, Suecia, se llevó a cabo en un tiempo récord.

forma parte del grupo industrial Fröjdia Group.

Front Automation trabajó exclusivamente con robots de ABB, una elección que se debió en parte a los robots en sí mismos y en parte a la estrecha colaboración ofrecida por ABB. Front Automation ha instalado aproximadamente cien robots en los últimos cinco años. La empresa atiende la mayoría de las aplicaciones y los problemas, pero a veces necesita la asistencia directa de los departamentos técnico y de desarrollo de la fábrica de robots de ABB. Las líneas de producción que utilizan harina de avena, por ejemplo, no pueden detenerse, pues la preparación de la harina continúa pase lo que pase; si algo falla, debe solucionarse inmediatamente, por lo que una asistencia técnica rápida y eficaz es esencial.

Además de lo ajustado de los plazos, la nueva línea de producción debía basarse en un producto existente, Risifrutti, incluidas las dimensiones y el empaquetado existentes. Normalmente cuando se construye una línea de producción nueva se puede influir en el diseño del producto, pero no en este caso: los recipientes ya existían y modificar la fábrica para adaptarla a una nueva línea de producción no era un opción.

El robot de cuatro ejes IRB 460 puede levantar 48 recipientes simultáneamente con su bandeja utilizando ventosas y, a continuación, apilar las bandejas en el palet con una precisión milimétrica.

#### El IRB 460 lo apila todo

La línea de producción creada en Orkla recoge los recipientes que se envían a una nueva célula donde se colocan las tapas y se etiquetan antes de paletizarlos para colocarlos en las estanterías de los supermercados. Las máquinas también realizan otras operaciones, por lo que deben ser flexibles para cambiar de función de forma fácil y fiable.



El IRB 460 de cuatro ejes maneja pesos de hasta 110 kg y realiza las operaciones finales de la línea. Utilizando ventosas, levanta hasta 48 recipientes a la vez con su bandeja y, a continuación apila las bandejas en el palet con una precisión milimétrica → 2-3.

Cuando un palet está lleno, el robot cambia de función y utiliza la pinza para levantar el nuevo palet y llevarlo a su sitio. El robot llena un palet en 10 minutos, lo que supone un total de 8500 productos a la hora.

#### **Flexible, experimentado y localizado**

A pesar del ajustado calendario y de los problemas técnicos que surgieron, la línea se instaló de manera segura y satisfactoria y el producto se lanzó a tiempo.

Yummifrutti no triunfó en el mercado pero, en su lugar, en 2015, Orkla Foods lanzó Havrefrutti, que también tenía una tapa con producto. Esto es lo que se está fabricando actualmente en la línea, a un ritmo de dos por segundo, apilado y paletizado por el IRB 460. El cambio de Yummifrutti a Havrefrutti se realizó sin problemas gracias a la flexibilidad de la solución de automatización IRB 460.

La colaboración entre Front Automation, Orkla Foods y ABB permitió cumplir los plazos previstos y satisfacer las expectativas del cliente. El robot IRB 460 es el componente más importante de la línea y el elemento fundamental del éxito de la empresa.

Una consideración importante a tener en cuenta fue la cooperación entre ABB y Front Automation y la experiencia de esta última en la integración de sistemas. Además, la disponibilidad de los proveedores de Suecia con los que el cliente puede cooperar fácilmente y que están dispuestos a prestar asistencia fue un factor positivo importante.

---

El robot llena un palet en 10 minutos, lo que supone un total de 8500 productos a la hora.

**Sara Göransson**  
ABB Corporate Communications  
Västerås, Suecia  
sara.goransson@se.abb.com

# Un ingrediente llamado innovación

## Innovaciones para la industria alimentaria

**GERNUT VAN LAAK** – Es fácil pensar que fabricar comida y bebida se parece un poco a cocinar en casa, aunque a mayor escala. Cocinar es una combinación de arte y ciencia, y a escala industrial la física plantea problemas

de termodinámica y dinámica de fluidos, entre otras cosas. Presentamos una selección de soluciones innovadoras de ABB en estas áreas.

### El final de la cavitación

Suele decirse que el tiempo es oro. En la logística de la producción de bebidas, también la velocidad es oro. Un líquido que recorre muy despacio un tubo o un depósito que tarda mucho en vaciarse indica mal aprovechamiento de los equipos y recursos. Cuando un camión de leche llega a la central, lo lógico sería descargarlo cuanto antes para dejarlo libre para el siguiente recorrido y transferir la leche al siguiente paso del proceso. Pero la física no está de acuerdo. Si se bombea demasiado deprisa se forma espuma y el proceso se interrumpe. ¿Hay alguna forma de bombear con más rapidez sin consecuencias? **ABB ofrece una solución con accionamientos de velocidad variable y algoritmos que respetan la sensibilidad del líquido.**

Quien trabaje en el campo de la dinámica de fluidos se encontrará antes o después con el problema de la cavitación. Simplificando mucho, cuanto más deprisa fluye un líquido,



tanto más cae la presión. Un incremento repentino de la velocidad puede generar ondas de choque en el líquido. En líquidos como la leche y la cerveza, esto provoca burbujas, espuma o, peor aún, un daño irreversible en el producto.

ABB ha desarrollado algoritmos para accionamientos de velocidad variable que mantienen la presión y la veloci-

dad del líquido dentro de una envolvente definida. Estos algoritmos ajustan automáticamente la velocidad de la bomba a cualquier cambio de presión causado por el vórtice de vaciado. El resultado es la mejor protección del producto a la velocidad de bombeo óptima. ABB estima la amortización de la inversión en tres meses.

## ¿Cuándo está llena la botella?



**¿Cuánto zumo hay en una botella de un litro? Una pregunta que puede parecer trivial o con truco supone una diferencia de miles de dólares al año por máquina de llenado de la planta de embotellado.**

La planta de embotellado llena un poco más del volumen nominal para compensar la variabilidad del proceso. Analizar la variabilidad reduce el margen necesario y permite poner a la venta más botellas.

Buena parte de esta variabilidad se debe al método de medición. Los líquidos de baja conductividad, el alto contenido de aceite o alcohol o la materia en suspensión son especialmente difíciles de medir con gran precisión.

ABB ofrece una solución con un caudalímetro másico de alta precisión con algoritmos de control para la compensación de masas, más instalación y pruebas. ABB estima la amortización de la inversión en ocho meses.

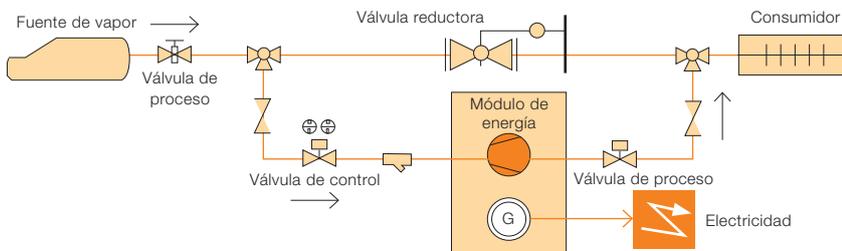
## Levadura viva



**La fermentación es el proceso central de la producción de cerveza. Las cerveceras quieren optimizar este proceso para mejorar la producción y el rendimiento. Durante la fermentación, los organismos de la levadura digieren la mezcla. ¿Cómo se puede seguir lo que hacen estos minúsculos organismos?**

Una de los signos asociados a la fermentación es la producción de dióxido de carbono. Este gas ya suele capturarse durante la fermentación porque puede utilizarse en otro lugar del proceso y es caro. Para seguir la fermentación, se determina la cantidad de gas producida a partir del gas capturado. ABB tiene una solución completa con su caudalímetro másico de CO<sub>2</sub>, Sensyflow, un controlador y bibliotecas de aplicaciones.

## A toda marcha para ahorrar energía



**En la industria alimentaria, el vapor de proceso es una presencia constante. Sirve como fuente de calor y esterilización en numerosos escenarios. Suele generarse en una caldera central y se conduce a los puntos de aplicación donde la presión se reduce al valor necesario. La reducción se confía sobre todo a válvulas mecánicas (presiones típicas de 6, 3 y 1 bar). Aunque el método es eficaz, la disipación en las válvulas supone un derroche de recursos energéticos valiosos.**

ABB ha creado una alternativa en colaboración con la empresa alemana ENVA Energy. En lugar de con una válvula, la presión se reduce con una turbina y la energía recuperada proporciona electricidad. Así, parte de la energía invertida en la producción de vapor se reutiliza en otro lugar de la planta o se vende a la red eléctrica y se reducen la factura eléctrica y las emisiones de carbono. ENVA Energy creó la turbina y ABB aportó los sistemas eléctricos y el generador.

Según el cálculo de ABB, un cliente puede amortizar los costes en un tiempo medio de solo dos años.

Gernut van Laak

ABB Discrete Automation and Motion  
Mannheim, Alemania  
gernut.van-laak@de.abb.com



# Historias de pesca

## Servicios de explotación y mantenimiento de ABB para Marine Harvest

MATILDA STEINER, KNUT-ROBERT MATHISEN – La creciente demanda de pescado en el mundo y el incremento de la presión sobre los recursos marinos naturales impulsan el crecimiento del negocio de las piscifactorías. La noruega Marine Harvest ASA –una de las mayores empresas de pescado y marisco y el mayor productor de salmón atlántico del mundo– explota numerosas piscifactorías. Ahora está ampliando su negocio para producir el pienso para peces que utiliza en estas piscifactorías. Para ello, Marine Harvest ha abierto una nueva planta de pienso en Noruega. En temporada alta funciona 24 horas al día, por lo que la fiabilidad y la productividad máxima son vitales. Marine Harvest acaba de firmar con ABB un contrato de mantenimiento de la base de ABB instalada en la fábrica, incluidos accionamientos, el sistema de apoyo a las decisiones y automatización y el sistema de 22 kV que alimenta la nueva planta de producción.



La presión sobre los recursos marinos y la inagotable demanda de pescado y proteína de pescado hacen de las piscifactorías una parte vital de la cadena alimentaria mundial. En sus numerosas piscifactorías, Marine Harvest ASA, una de las mayores empresas de pescado del mundo, produce salmón y derivados procesados del pescado. Emplea a más de 10.000 personas, está presente en 22 países y, con un 24 por ciento del mercado mundial, es el mayor productor de salmón atlántico del mundo. La empresa ha decidido autoabastecerse de pienso para peces y para ello ha construido en Valsneset, Noruega, unas instalaciones de 120 millones de dólares capaces de producir 270.000 toneladas de pienso al año en dos líneas de producción → 1. Este volumen cubre el 80% de las nece-

sidades de las piscifactorías noruegas de Marine Harvest.

Con la nueva planta totalmente automatizada, la empresa aplica su control de calidad de principio a fin, desde el pienso hasta la entrega del pescado en porciones a clientes minoristas.

ABB ha sido el principal proveedor de tecnología electrotécnica y de automatización a la nueva planta. Suministró transformadores, convertidores de frecuencia, aparata de 22 kV, control de motores, accionamientos y redes informáticas. El sistema de automatización abarca unas 5.000 señales de procesos de la planta y se integra en el sistema global de negocio de la empresa con ABB cpmPlus Enterprise Connectivity, un sistema de apoyo a la decisión para empresas de fabricación.

ABB ha firmado un contrato de explotación y mantenimiento con Marine Harvest para los accionamientos, el sistema de apoyo a las decisiones y automatización y el sistema de 22 kV que alimenta la planta. El acuerdo de tres años incluye

---

Con la nueva planta automatizada, el control de calidad se aplica de principio a fin, desde el pienso hasta la entrega del pescado a los minoristas.

apoyo telefónico permanente con tiempos de respuesta garantizados y un gestor de contrato en exclusiva.

El sistema de apoyo a la decisión y control es el corazón de la fábrica y es vital para la productividad, la eficiencia energética y la fiabilidad.

---

#### Imagen del título

La nueva planta de producción de pienso de Marine Harvest abastecerá a las piscifactorías de la empresa. Casi todos los equipos de electrotecnia y automatización son de ABB.



## Marine Harvest ha firmado un acuerdo con ABB para el mantenimiento de la base de ABB instalada en la planta.

### Sistema de apoyo a la decisión y control

La producción de pienso para peces es un proceso complejo que maneja muchos ingredientes y mezclas y está sujeto a trazabilidad completa. Por razones de eficiencia, se produce un lote de un tipo de pienso cada vez. Para controlar el proceso se emplea el sistema de automatización extendida 800xA de ABB en la versión propia de Marine Harvest. El sistema de control no solo ejecuta los procesos de la planta, sino que los integra en el sistema global de negocio de la empresa.

El sistema de control garantiza el cumplimiento de las reglas, directrices y normas de calidad de la empresa. También permite:

1. Decisiones rápidas y correctas basadas en datos de producción en tiempo real e información de procesos críticos.
2. Funcionamiento ágil sin papeles que responde con rapidez a las demandas cambiantes de los clientes.
3. Genealogía completa de productos y procesos.

4. Apoyo en el trabajo con información actualizada, instrucciones, listas de materiales, notificaciones y listas de comprobación.
5. Visibilidad de las operaciones y análisis del rendimiento para la mejora continua.
6. Supervisión y control estrictos del consumo de materiales y el estado del almacén.

### Trazabilidad

Como en cualquier forma de producción de alimentos, cada etapa de la cría y producción sigue directrices estrictas y mejores prácticas. Una de las mejores prácticas más crítica es la trazabilidad en todo los niveles y etapas del proceso. En la producción alimentaria, la trazabilidad depende mucho del uso eficaz y metódico de los datos:

- Trazabilidad horizontal y vertical en todas las etapas del proceso de producción.
- Integración con sistemas externos para enriquecer la correlación de la información.

## 2 Los motores y accionamientos de ABB forman parte de la solución de automatización.



Para controlar el proceso, la planta utiliza el sistema 800xA de ABB en la versión propia de Marine Harvest.

## 3 Casi todos los equipos de electrotecnia y automatización son de ABB.



El sistema de apoyo a la decisión y control es el corazón de la fábrica y es vital para la productividad, la eficiencia energética y la fiabilidad.

- Visibilidad del proceso de producción y acceso a los datos en tiempo real.
- Acceso fácil a todos los datos del proceso críticos para todas las partes relevantes.

### Proceso alimentario

La instalación de los accionamientos, la alimentación y el sistema de apoyo a la decisión y automatización de ABB en la nueva planta se hicieron con la estrecha colaboración del cliente, lo que facilitó una implantación rápida y la puesta en marcha de la planta antes de la fecha programada → 2-3. Una interfaz de usuario sencilla facilitó la formación de los nuevos empleados.

El acuerdo de explotación y mantenimiento con Marine Harvest garantizará el apoyo permanente de ABB para mantener las nuevas instalaciones en actividad constante para suministrar pienso para peces a todas las piscifactorías de la empresa en Noruega.

#### Matilda Steiner

ABB Process Automation, Control Technologies  
Baden-Dättwil, Suiza  
matilda.steiner-arvidsson@ch.abb.com

#### Knut-Robert Mathisen

ABB Process Automation Oil, Gas and Chemicals  
Oslo, Noruega  
knut-robert.mathisen@no.abb.com

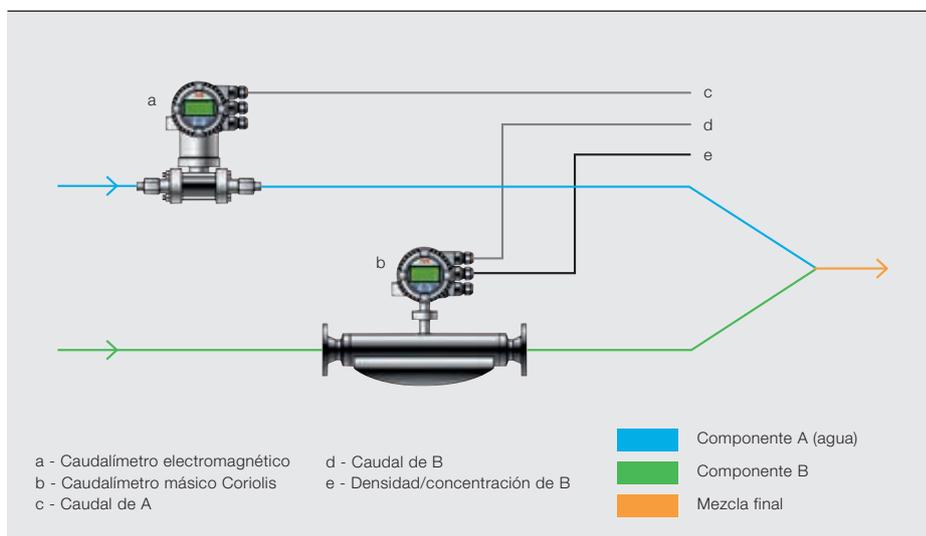


# Una receta para triunfar

Medición simultánea del caudal másico y la densidad en la industria alimentaria

FRANK FRENZEL – Los fabricantes de comida y bebida quieren que sus productos tengan características uniformes. Para mantener el sabor o la textura uniforme, las concentraciones de ingredientes se deben mantener constantes para que las proporciones de la mezcla final sean correctas. Es algo relativamente fácil de conseguir con mediciones volumétricas, gravimétricas o de caudal másico sencillas si los componentes individuales tienen concentraciones estables. Pero la naturaleza no suele ser previsible, y las concentraciones de los componentes individuales varían. En el proceso de mezcla se deben detectar estas variaciones y ajustar el volumen en cuanto sea posible para evitar análisis, cálculos y correcciones posteriores. Los caudalímetros másicos Coriolis-Master FCB/FCH 150 y FCB/FCH 450 de ABB facilitan las mediciones de densidad exactas, por lo que son idóneos en tareas de dosificación de este tipo.

## 1 Mezcla de dos componentes con concentraciones diferentes



Los fabricantes de comida y bebida se esfuerzan por mantener la uniformidad del sabor, la textura, el aspecto, etc., de sus productos. Si una marca de zumo de naranja tiene cada mes un sabor diferente, los consumidores se pueden cambiar a un producto de la competencia.

En algunos casos, los componentes que se mezclan para elaborar productos alimenticios y bebidas presentan desviaciones de concentración, como ligeras variaciones en el contenido de agua. Se pueden utilizar mediciones de densidad para calcular las concentraciones y así corregir las diferencias de concentración durante el proceso de elaboración.

### CoriolisMaster FCB/FCH150 y FCB/FCH450

Los instrumentos CoriolisMaster FCB/FCH150 y FCB/FCH450 de ABB son

#### Imagen del título

La uniformidad es la palabra clave en la industria alimentaria. Los caudalímetros másicos Coriolis de ABB ayudan a corregir la variabilidad de los componentes de un producto. Se ilustra el nuevo caudalímetro FCB400 Coriolis de ABB.

idóneos para aplicaciones en línea de corrección de la concentración en la industria alimentaria. Además de medir con precisión el caudal másico aprovechando el efecto Coriolis, realizan una medición independiente de la densidad utilizando la frecuencia resonante del medidor a la densidad de un líquido determinado.

Los CoriolisMaster FCB/FCH150 y FCB/FCH450, que operan en medios de hasta 205 °C, ofrecen una precisión de medición del caudal del 0,1%. La precisión de las mediciones de densidad de líquidos es de 0,002 kg/l y 0,001 kg/l, y llegan a 0,0005 kg/l con un ajuste sobre el terreno.

### Mantenimiento de la concentración

En → 1 se van a mezclar dos componentes (A y B). La concentración del componente A (que podemos asumir que es agua) es constante. El componente B también contiene agua y en una proporción que puede variar ligeramente. Para que el producto final tenga las proporciones correctas de la receta, se debe corregir la variación de la proporción de agua del componente B. Esto se hace midiendo la concentración de B y ajustando la cantidad de A añadida.

### Solución de la solución

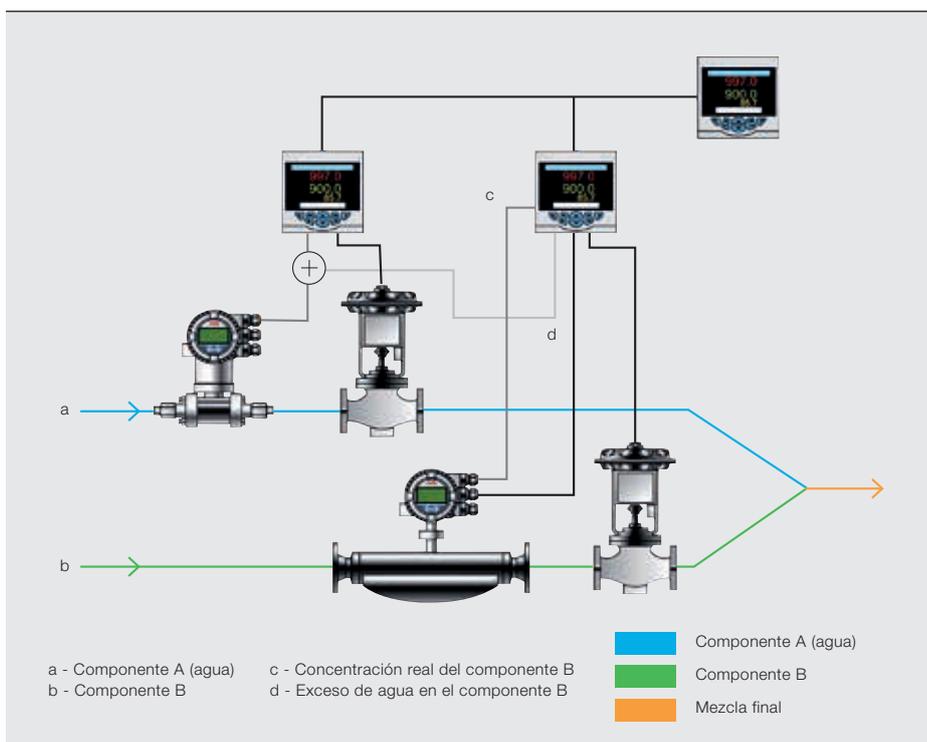
La concentración estable del componente A se puede medir con un caudalímetro electromagnético. La concentración ligeramente variable del componente B se mide con un caudalímetro másico de Coriolis. Esto se hace midiendo el caudal másico y convirtiéndolo en un caudal volumétrico equivalente. Al mismo tiempo, el caudalímetro másico de Coriolis registra la densidad real del componente B y, combinando esta medición con el valor del caudal volumétrico equivalente, se obtiene un resultado para la concentración. La compensación de temperaturas se realiza con una tabla guardada en el transpondedor. Este procedimiento de medición suele arrojar un valor de concentración exacto. Si se presentan ligeras disparidades por motivos relacionados con el proceso, se pueden realizar ajustes en la tabla.

## El CoriolisMaster de ABB mide el caudal másico mediante el efecto de Coriolis y realiza una medición independiente de la densidad utilizando la frecuencia resonante del sistema lleno.

Las curvas características de medición pueden variar ligeramente cuando el dispositivo se utiliza en un entorno operativo normal en vez de en un laboratorio, porque el medio puede contener pequeñas

La compensación de temperaturas se realiza con una tabla guardada en el transpondedor.

2 Posible circuito de control con corrección. Cuando C varía, se utiliza la señal D para modificar la cantidad de componente A que va a añadirse como compensación.



La concentración se transmite al sistema de control de procesos y se compara con el valor de la receta, lo que permite adoptar las medidas correctivas apropiadas.

cantidades de gases, por ejemplo, o puede existir una ligera variación en la densidad de los concentrados para el mismo contenido Brix (Brix es el porcentaje en peso de sacarosa en una solución). Estas diferencias se corrigen fácilmente comparando las mediciones de densidad sobre el terreno y en el laboratorio.

La concentración se puede transmitir al sistema de control de procesos y comparar con el valor de la receta, lo que permite adoptar las medidas correctivas apropiadas.

En → 2 se ilustra un diagrama de control, que incluye el cálculo de cantidades en exceso de agua y su compensación. Al tiempo que registra la concentración de los componentes relevantes, el caudalímetro másico registra también la masa o el volumen del medio en el que fluyen. Por eso no hace falta ningún otro caudalímetro. Los controladores realizan todos los cálculos sin ningún componente añadido. La precisión se puede incrementar mucho con un método de control de la línea de mezcla, con almacenamiento de errores y posterior compensación de las desviaciones transitorias.

Teniendo en cuenta la constante reducción de márgenes en el sector alimentario, el aumento de las expectativas de los consumidores y el incremento del control legislativo, los fabricantes recurren cada vez más a la tecnología como soporte de sus líneas de producción. Los caudalímetros másicos CoriolisMaster de ABB son para los productores de comida y bebida una herramienta clave para mantener la uniformidad y la calidad en sus marcas, de las que depende el éxito de su empresa.

**Frank Frenzel**  
 ABB Automation Products GmbH  
 Göttingen, Alemania  
 frank.w.frenzel@de.abb.com



# Más de lo mismo

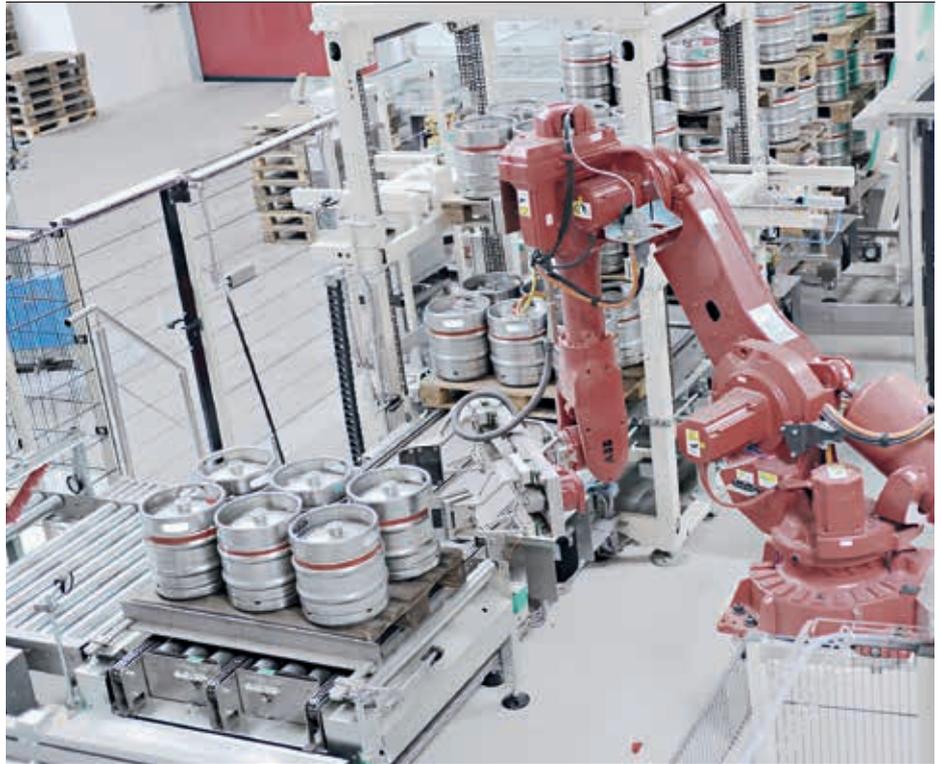
Un sabor constante es esencial en cualquier proceso de destilación o fermentación

FRANK FRENZEL – En el sector alimentario, la uniformidad del sabor del producto es un factor crítico, especialmente en el sector cervecero. Los consumidores esperan que su cerveza favorita sepa siempre igual, con independencia del lugar de elaboración o de cómo se haya embotellado, transportado, almacenado y servido. Pero las cerveceras tratan con productos naturales que varían en función de la cosecha, el suelo, las condiciones de almacenamiento, etc. Incluso las cervezas con menos ingredientes, como las alemanas que cumplen la legislación alemana de

pureza y que solo contienen cebada, lúpulo, levadura y agua, exigen mucho trabajo para mantener un sabor uniforme entre lotes. Elaborar una buena cerveza es un arte, pero también tiene mucho de ciencia, y esta parte requiere un control preciso y reproducible del proceso y soluciones normalizadas aplicables en distintos centros de producción. La gama completa de instrumentación de ABB puede ayudar a las fábricas de cervezas a conseguir uniformidad y calidad, reduciendo al mismo tiempo los costes de producción.

Para mantener la fidelidad de sus clientes y captar otros nuevos, los fabricantes de cerveza deben garantizar la máxima constancia y calidad de sus productos.

1 Un robot apilador de barriles cierra la cadena de automatización de ABB para cervecerías.



La elaboración de cerveza, que tiene miles de años de historia, se ha convertido en un sector industrial internacional que genera miles de millones de dólares. La competencia entre fabricantes es feroz y los consumidores son cada vez más exigentes, y para mantener la fidelidad de los clientes y captar otros nuevos hay que elaborar productos de sabor y calidad constantes.

El proceso de elaboración de cerveza es a la vez sencillo y complicado. Cada paso es relativamente sencillo y con pocos ingredientes: solo cebada, lúpulo, levadura y agua en el caso de las cervezas alemanas. Pero la elaboración de la cerveza perfecta depende en gran medida de los caprichos de los ingredientes –las variaciones naturales de los cereales, la levadura y el agua utilizados– y de parámetros como la temperatura, las concentraciones y las cantidades del proceso.

Para garantizar la máxima calidad y uniformidad, una cervecería moderna debe contar con la tecnología de instrumenta-

ción, control y detección más avanzada del mercado. Esta tecnología de automatización también facilitará tres de los objetivos de las cerveceras: optimización de la materia prima utilizada, reducción del consumo energético y maximización de los períodos de actividad.

La industria cervecera representa una importante base de clientes para ABB, y la empresa ha desarrollado una gama completa de productos para atender las necesidades del sector. Los productos que ofrece ABB acompañan al fabricante a lo largo de todo el proceso, desde la llegada de las materias primas hasta el transporte del producto envasado → 1. En particular, la instrumentación de ABB permite al usuario mantener la constancia y la máxima calidad y realizar el proceso de la forma más eficiente.

#### La importancia del caudalímetro

Un control de flujos efectivo es uno de los elementos más importantes del proceso de elaboración de cerveza. ABB ofrece una gama de caudalímetros basados en diferentes principios científicos y adecuados para distintas tareas. El caudalímetro CoriolisMaster Hygienic FCH400 de ABB, descrito con detalle en las páginas 34 a 36 de este número de ABB Review, utiliza el efecto Coriolis para medir simultáneamente el caudal y la

densidad y entregar valores de concentración. Este dispositivo de precisión de acero inoxidable, homologado por el European Hygienic Engineering and Design Group (EHEDG), ofrece una precisión de hasta 1 g/l, o de 0,5 g/l con calibración en fábrica. Al igual que otros instrumentos de ABB para el sector alimentario, el Coriolis-Master se comunica mediante un circuito de 4 a 20 mA o con otras salidas. El CoriolisMaster se utiliza, por ejemplo, para medir la densidad del mosto (el líquido extraído del proceso de maceración) o para controlar la dosificación del extracto de lúpulo.

Basado en un principio inductivo-magnético y diseñado específicamente para los sectores alimentario, farmacéutico y de biotecnología, el caudalímetro Hygienic-Master FEH300 de ABB se encuentra en casi todas las partes del proceso de elaboración de cerveza: dosificación del agua añadida durante la maceración, supervisión de la cantidad de agua que pasa al proceso de cocción del mosto, etc. Este caudalímetro, fabricado con materiales homologados por la FDA y certificados en conformidad con EHEDG y 3-A para el sector lácteo y alimentario, se presenta en dos versiones: con soporte integral o con soporte remoto. La versión HygienicMaster FEH500 proporciona más funciones de diagnóstico.

#### Imagen del título

La amplia gama de instrumentos de ABB ayuda a cerveceras y destilerías a mantener uniforme el sabor de sus productos.



Cuando se necesita un caudalímetro más resistente, se puede utilizar el tipo magnético-inductivo FSM4000. El FSM4000 incorpora tecnología de CA con tratamiento de datos DSP (procesador de señal digital), y es muy adecuado para procesos que cambian rápidamente y requieren tiempos de respuesta rápidos o dosificación a corto plazo: por ejemplo cuando la naturaleza cíclica de las bombas provoca variaciones en las materias primas.

El caudalímetro Vortex- Master FSV430/450 emplea el principio de vórtice. El FSV430/450 tiene un intervalo de medida elevado y, como carece de piezas móviles, es muy adecuado para líneas de vapor u otras aplicaciones exigentes. Su hermano, el SwirlMaster FSS430/450, se puede instalar sin casi secciones rectas de entrada y salida. Asimismo, el caudalímetro de área variable con cono metálico VA Master FAM540 de ABB se puede utilizar para líquidos, vapores o gases, especialmente para medir líquidos agresivos u opacos. En las cerveceras se utiliza, por ejemplo, para controlar el caudal de aire estéril. Los gases también se pueden medir con el FMT400-VTCS de ABB que proporciona una medición directa de caudal másico. El FMT400-VTCS no requiere compensación de presión y temperatura y, como

## El caudalímetro Hygienic-Master FEH de ABB se encuentra en casi todas las partes de la elaboración de cerveza.

no tiene piezas móviles, no sufre desgaste ni necesita mantenimiento.

### Sensores y transmisores

El control de la temperatura del proceso en una cervecería es tan importante como el control del caudal, y ABB cuenta con una gama de sensores y transmisores de temperatura, como el TSP121 y sus numerosas versiones, incluidos el Pt100 y el Pt1000, y el transmisor de dos hilos TTH300. Estos dispositivos permiten mantener un control estricto de las temperaturas durante todo el proceso de elaboración.

Los sensores de presión y de nivel, las sondas y los analizadores de pH de ABB son una presencia común en las cervecerías. Diversas válvulas, como las de



la familia de posicionadores electroneumáticos TZIDC, y el registrador Screenmaster SM500F, completan la selección de instrumentos de automatización de ABB que se pueden utilizar en una cervecería → 2-3.

### Instrumentación integrada

La cerveza normalmente solo tiene cuatro ingredientes básicos, pero esto no significa que elaborarla sea sencillo. Durante todo el proceso se deben supervisar y controlar muchos parámetros para conseguir el sabor correcto del producto final y mantener la uniformidad y la calidad. ABB ofrece muchos instrumentos de automatización integrada que ayudan a alcanzar estos objetivos y permite a la cervecería optimizar el uso de la materia prima, reducir el consumo energético y maximizar los períodos de actividad.

### Frank Frenzel

ABB Automation Products GmbH  
Göttingen, Alemania  
frank.w.frenzel@de.abb.com



# Suero seguro

Instrumentación fiable y precisa  
para la industria láctea

FRANK FRENZEL – La leche es una compleja mezcla de sustancias que se procesa para elaborar una amplia variedad de productos terminados, como mantequilla, yogur, queso, nata, etc. En las grandes centrales lecheras, la leche se trata en líneas de producción cerradas muy automatizadas. Dada la complejidad de algunos de los pasos del proceso, el carácter delicado del producto crudo y la obligación de cumplir estrictos reglamentos de higiene, los instrumentos que miden, supervisan, regulan y controlan la línea de proceso deben ser precisos, fiables, resistentes y diseñados en función de la higiene. ABB suministra un amplio abanico de instrumentos de este tipo, cuyas características responden a su uso.



Los productos de presión y temperatura de ABB son ideales para casi todas las fases del tratamiento de la leche.

**E**n muchas partes del mundo, la leche es una fuente de nutrición importante. La leche contiene agua, grasa, proteínas, azúcar lácteo (lactosa), enzimas, vitaminas, minerales y oligoelementos. Se procesa para elaborar mantequilla, nata, queso, yogur, etc. Gran parte de este proceso se realiza en grandes centrales lecheras que emplean un alto grado de automatización. La compleja composición de la leche y los riesgos que acarrea cualquier fallo en el proceso hacen que se ponga un gran cuidado en cada paso de la conversión de la leche cruda en el producto terminado. En las centrales lecheras más grandes este proceso se automatiza para garantizar la calidad y la uniformidad del producto.

#### Imagen del título

Las actividades lecheras son delicadas y requieren la mejor instrumentación. ABB tiene productos para vigilar y controlar cada fase de los procesos que convierten la leche en nata, yogur, mantequilla o queso.

Casi todas las partes del proceso –tratamiento de la leche, elaboración de queso, producción de yogur, etc.– son similares en términos de instrumentación. Observando detenidamente una parte, por ejemplo la línea de producción de leche, nos damos cuenta de la forma en que los instrumentos de ABB facilitan las actividades → 1.

#### Entrega y pasteurización

La leche cruda llega a la central en cisternas y se analiza de inmediato para detectar bacterias u otros contaminantes. Si es apta, se transfiere a los depósitos de almacenamiento o pasa directamente al proceso. En este punto, las cantidades se miden con un medidor de flujo magnético-inductivo, como el HygienicMaster FEH300/500 de ABB. El HygienicMaster incorpora un revesti-

miento de PFA resistente al vacío y elementos de acero inoxidable para mantener la higiene. Es el medidor de flujo más común en las centrales lecheras equipadas por ABB. Si la leche se ha calentado durante el tránsito, se enfría a 5°C y se

**El HygienicMaster FEH incorpora un revestimiento de PFA teflón resistente al vacío y elementos de acero inoxidable para mantener la higiene.**

almacena en depósitos de agitación. Pueden usarse dispositivos de control de nivel/presión de ABB, como los SMW y 261GG/AG, para supervisar los niveles del depósito aquí y en toda la central lechera.

---

El CoriolisMaster es ideal para corregir la concentración de la nata en la línea de producción.

1 El tratamiento de la leche es una operación delicada que requiere la mejor instrumentación.



La pasteurización es una actividad fundamental de cualquier central lechera. La leche cruda se trata para convertirla en leche para el consumo o se prepara para usarla en otros productos, como queso. La pasteurización consiste en calentar la leche durante 15–30 segundos a unos 74 °C y después enfriarla inmediatamente para matar los organismos nocivos. Al enfriar la leche, gran parte de la energía se recupera mediante intercambiadores de calor cuidadosamente controlados. Se aplica sobrepresión a la leche tratada para que no entre en ningún momento en contacto con la leche sin tratar. Los productos de presión y temperatura de ABB, como el transmisor de presión 261GG/AG, el termómetro SensyTemp TSHY para aplicaciones sanitarias y el transmisor de temperatura para montaje en cabezal TTH300, son ideales para la mayoría de las fases del proceso de tratamiento de la leche.

Aquí, y en toda la central lechera, los flujos se controlan con el posicionador digital inteligente TZDIC de ABB. Estos posicionadores inteligentes de acero inoxidable combinan capacidades de control adaptable y alta precisión con funciones de recorrido automático que permiten una puesta en servicio muy sencilla. El TZDIC necesita poco mantenimiento y trabaja en un amplio intervalo de tempe-

---

El TZDIC necesita poco mantenimiento y trabaja en un amplio intervalo de temperaturas, por lo que es apto para la línea de producción de leche.

raturas, por lo que es apto para la línea de producción de leche.

#### Separación y normalización

Para limpiar la leche de contaminantes y aislar los componentes de interés individual, como la nata y la leche desnatada, se somete a un procedimiento de separación. Luego la leche debe normalizarse: la leche cruda tiene mayor contenido graso del que la ley recomienda, por lo que después de retirar la nata, esta se vuelve a añadir de forma controlada para conseguir los valores de grasa correctos.

Para cumplir la ley y no “malgastar” la valiosa nata añadiendo demasiada, este proceso de mezcla debe controlarse con



Pueden usarse dispositivos de control de nivel/ presión de ABB, como los SMW y 261GG/AG, para supervisar los niveles del depósito en toda la central lechera.

rigor. Además de usar la instrumentación descrita anteriormente, en esta fase también se emplea el ABB Coriolis – Master FCB/FCH150 o FCB/FCH450, descrito detalladamente en las páginas 34–36 de este número de ABB Review. El Coriolis-Master es ideal para corregir la concentración de nata en la línea de producción: además de medir con precisión el caudal másico mediante el efecto Coriolis, el dispositivo realiza una medición independiente de la densidad utilizando la frecuencia resonante del sistema lleno, facilitando así el control de la concentración de nata. El dispositivo tiene una precisión de medición del caudal del 0,1 % (FCB/FCH150 y FCB/FCH450). El CoriolisMaster tiende menos que otros caudalímetros a ofrecer lecturas erróneas cuando hay burbujas de gas en el flujo, aunque los episodios de cavitación sesgarán las mediciones → 2.

#### Homogeneización y envasado

Para evitar que la nata se separe y quede flotando en la parte superior del producto terminado, la leche pasa por un fino colador a presión para romper los glóbulos de grasa más grandes. Una técnica de cavitación termina de romper los glóbulos para distribuirlos por el líquido y reducir la tendencia a la acumulación en la parte superior. Seguidamente, la leche se llena en su envase final.

La instrumentación descrita también se utiliza en estas fases del proceso para medir el flujo, la presión y el nivel. La capacidad de los instrumentos para soportar altas presiones manteniendo los niveles de higiene es una consideración muy importante.

#### Higiene

La limpieza y la esterilización diarias rigurosas son un aspecto esencial de una central lechera. Los sensores de temperatura y los caudalímetros garantizan que los materiales de limpieza estén a una temperatura suficiente y lleguen a todas las partes. Las mediciones de la conductividad determinan los niveles de impurezas y verifican si la contaminación es lo suficientemente alta y justifica la incorporación de más productos de limpieza.

#### Servicio

Además de proporcionar los propios instrumentos, ABB también organiza la instalación y la puesta en servicio de la instrumentación de automatización y presta servicios de mantenimiento y reparación.

#### Optimización de diversos aspectos

La leche es un producto complicado de procesar. Para cumplir los parámetros críticos del tratamiento de la leche, como la temperatura, las concentraciones y los caudales, y garantizar la mejor calidad y

la mayor higiene, una central lechera debe equiparse con la mejor tecnología de control, detección e instrumentación. Esta tecnología de automatización también ayudará a optimizar el uso de la leche cruda, a reducir el consumo de energía y a facilitar las tareas diarias, como la limpieza. La amplia gama de productos de instrumentación de ABB se ajusta a las estrictas demandas de la industria lechera.

**Frank Frenzel**

ABB Automation Products GmbH  
Göttingen, Alemania  
frank.w.frenzel@de.abb.com



# Energía alimentaria

El robusto UPS PowerLine DPA mantiene en funcionamiento las instalaciones de producción de comida y bebida

**DIANA GARCIA – Para muchas industrias, como las de comida y bebida, las consecuencias de un corte eléctrico pueden ser desastrosas: puede ser necesario repetir la compleja y costosa puesta en marcha de las líneas de producción; hay productos caros que se pueden estropear; se pierde un tiempo de producción valioso; algunos equipos pueden averiarse; y pueden surgir problemas de seguridad. Como las redes no pueden garantizar un suministro fiable de energía eléctrica estable, muchas empresas emplean sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) para mantener el funcionamiento. Para aplicaciones industriales críticas, ABB ha presentado el robusto UPS PowerLine DPA, construido para soportar las duras condiciones de muchas instalaciones industriales. PowerLine DPA se basa en la probada arquitectura paralela descentralizada (DPA) de ABB para UPS. DPA es una arquitectura modular que, por su propia naturaleza, maximiza tanto la disponibilidad como la facilidad de mantenimiento y la flexibilidad. En conjunto, estas características bajan el coste total de propiedad (TCO) a lo largo de los 15 años de vida útil del PowerLine DPA.**

#### Imagen del título

El robusto UPS PowerLine DPA de ABB asegura un suministro eléctrico constante de calidad para muchos ambientes industriales exigentes, como las plantas de producción de alimentos.

**H**ay pocos incidentes más perturbadores para un proceso de fabricación o producción que la alteración del suministro eléctrico. Las perturbaciones eléctricas adoptan muchas caras: además del corte total, la tensión puede sufrir subidas o bajadas breves. Las caídas de tensión y las sobretensiones pueden ser también de larga duración. No hay que olvidar el ruido eléctrico de la línea, las variaciones de frecuencia y los armónicos de la tensión. Estas anomalías causan pérdida de datos, paradas de producción, falta de disponibilidad de servicios esenciales, riesgo para el hardware, pérdidas económicas y problemas de seguridad. Por ello, casi todas las empresas profesionales protegen su suministro eléctrico con un UPS.

Pero el UPS puede convertirse también en un foco de preocupaciones por falta de fiabilidad y disponibilidad. Por esto ABB ha desarrollado una arquitectura que asegura el mejor diseño de UPS en

términos de disponibilidad, flexibilidad, coste y facilidad de uso: DPA.

#### DPA

Los UPS de arquitectura paralela centralizada (CPA) tienen cierto grado de control centralizado, jerárquico o de hardware (por ejemplo, un bypass estático). Esto los hace vulnerables en caso de

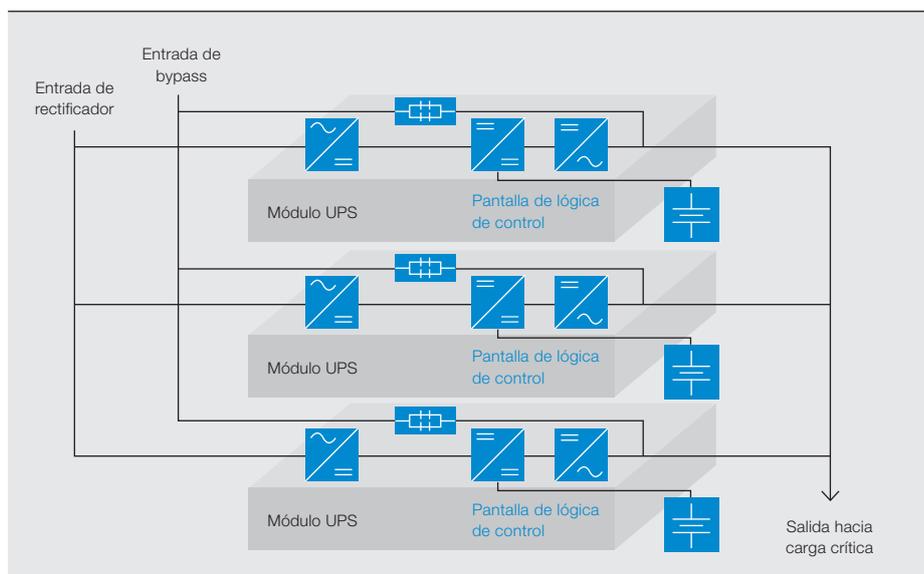
---

Un UPS puede convertirse también en motivo de preocupación por falta de fiabilidad y disponibilidad. Por eso ABB ha desarrollado una arquitectura que asegura el mejor diseño de UPS: DPA

fallo en uno de los componentes centralizados, un fallo puede poner fuera de juego todo el UPS. Por el contrario, un UPS DPA está modularizado y cada módulo tiene todo el hardware y el software necesarios para funcionar: rectificador, inversor, convertidor de batería, interruptor de bypass estático, protección de realimentación, lógica de control, visualización y diagrama de supervisión y

Un UPS DPA está modularizado y cada módulo tiene todo el hardware y el software necesarios para su funcionamiento autónomo.

1 Cada módulo UPS tiene el hardware y el software necesarios para un funcionamiento autónomo; no se comparten elementos críticos.



control → 1. La salida de un módulo no se ve afectada por los fallos de otra parte del UPS. Si se pierde un módulo, los otros toman su carga. En otras palabras: un sistema multimódulo es tolerante a los fallos y carece de puntos únicos de fallo. La disponibilidad es máxima.

Los únicos elementos del UPS comunes a todos los módulos están en el bastidor mecánico que soporta los módulos del UPS: conexión de E/S, señalización de interfaz de usuario, bypass de mantenimiento y pantalla del sistema. Estos elementos no son críticos para el funcionamiento del UPS.

#### DPA: facilidad de mantenimiento

Una ventaja importante de la DPA es que los módulos se pueden intercambiar en línea, es decir, se pueden retirar o insertar sin cortar la alimentación ni pasar a una red eléctrica no acondicionada y sin riesgo para la carga crítica. Este aspecto único de la modularidad responde directamente al requisito de actividad

ininterrumpida, reduce sustancialmente el tiempo medio hasta la reparación (MTTR), reduce las existencias de repuestos especiales y simplifica las mejoras del sistema.

La modularidad compensa también por su facilidad de mantenimiento: el personal local de servicio no precisa aptitudes especiales, los técnicos de visita emplean menos tiempo y el riesgo de pérdida de datos o de producción es mínimo.

#### DPA: escalabilidad

Como las necesidades de energía que debe atender un UPS varían – por ejemplo, si se abre una nueva línea de proceso– la naturaleza modular de la DPA permite añadir módulos y aumentar la capacidad. Por tanto, no es preciso empezar con una configuración sobredimensionada en previsión de ampliaciones futuras; basta añadir módulos (o retirarlos, si la necesidad de energía disminuye) cuando sea necesario. De esta forma, el usuario solo cablea, alimenta y refrigera lo que nece-

Una ventaja importante de la DPA es que los módulos se pueden intercambiar en línea sin riesgo para la carga crítica y sin tener que cortar la alimentación ni pasar a una red eléctrica no acondicionada.

sita. El consumo preocupa mucho a los empresarios y el ahorro de energía que permite la ampliación modular a lo largo de la vida útil del UPS es considerable.



El nuevo UPS Powerline DPA de ABB se basa en la DPA y ha sido específicamente diseñado para superar las muchas dificultades que se encuentran al instalar estos equipos eléctricos sofisticados en configuraciones industriales exigentes.

Esta tecnología de intercambio en línea, además de tener un impacto importante en los costes globales, ayuda a conseguir los llamados seis nueves (99,9999 por ciento) de disponibilidad, un objetivo muy deseable cuando se busca un tiempo de inmovilización nulo.

#### PowerLine DPA

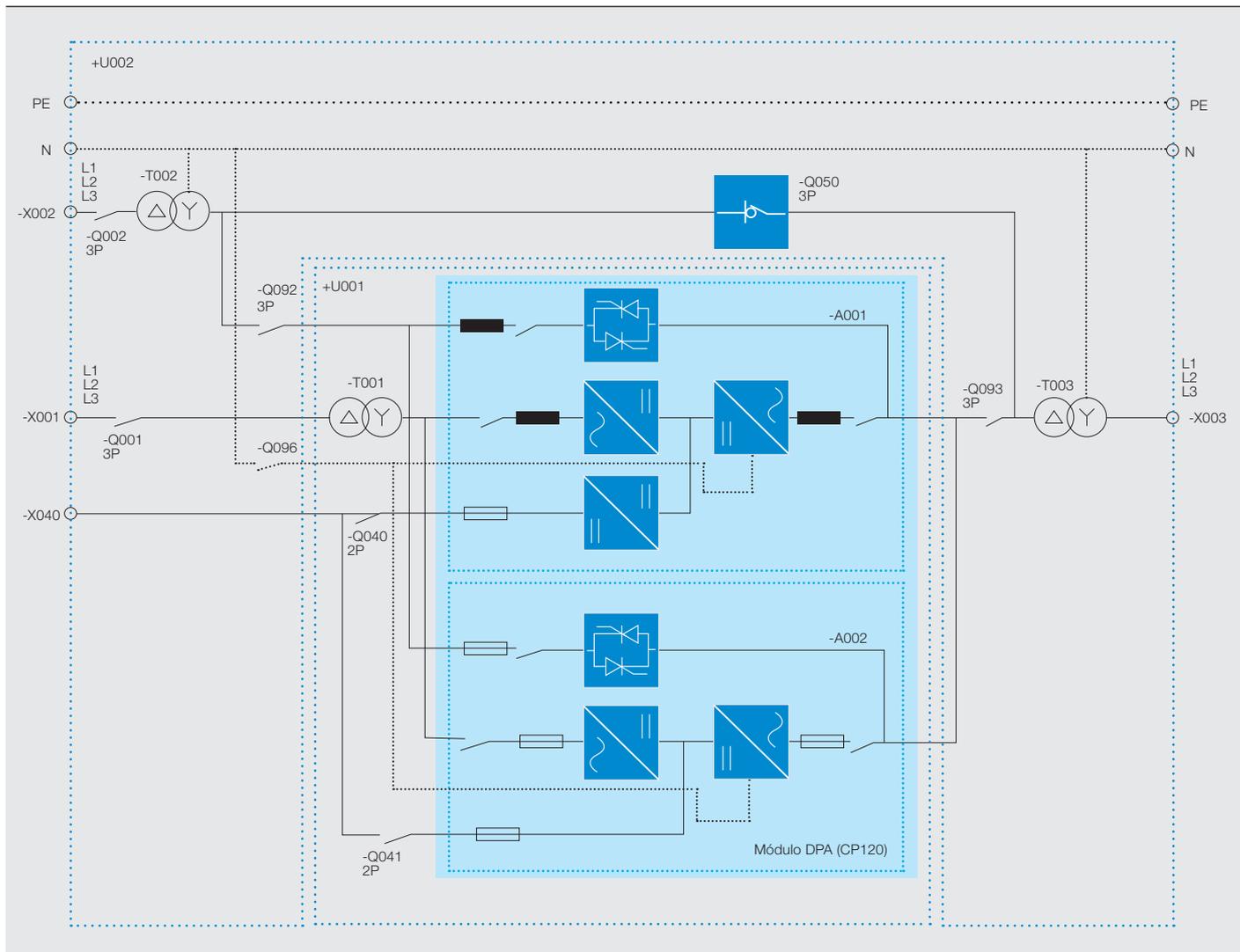
ABB comercializa ya productos de protección del suministro eléctrico basados en la DPA, y el UPS PowerLine DPA de ABB es la última incorporación a esta gama → 2-3. El UPS PowerLine DPA está específicamente diseñado para superar los problemas ambientales que surgen al instalar estos equipos eléctricos sofisticados en contextos industriales exigentes.

La capacidad de supervivencia es crucial, por lo que se ha prestado especial atención a la resistencia física. La protección IP31 de la PowerLine DPA admite el polvo, la condensación de agua, el exceso de humedad (hasta un 95 por ciento), la contaminación corrosiva del aire y el trato descuidado. El UPS está diseñado para funcionar entre  $-5^{\circ}\text{C}$  y  $+45^{\circ}\text{C}$ . Se ha primado la seguridad, y el

sistema PowerLine DPA ofrece un alto grado de protección para usuarios y personal de mantenimiento. Se ha verificado el cumplimiento de las normas relevantes: IEC/EN 62040-1 para aspectos generales y de seguridad, IEC/EN 62040-2 para EMC e IEC/EN 62040-3 para rendimiento y pruebas.

El espacio reservado para equipos eléctricos suele ser limitado o costoso. El UPS PowerLine DPA, ocupa poco espacio y además tiene el acceso de cables por delante (por arriba y abajo), lo que ahorra la necesidad de acceder por detrás y el espacio correspondiente.

PowerLine DPA es un UPS de doble conversión en línea: la CA de entrada se convierte primero a CC, y a partir de ésta se sintetiza la CA de salida, que es una senoide limpia. Estos dos pasos constituyen la “doble conversión” y aíslan la forma de onda de la tensión de salida de las perturbaciones del lado de la CA de la entrada.



El UPS se basa en un principio de modulación de anchura de impulso (PWM) y utiliza componentes de electrónica de potencia que reducen el contenido de armónicos de la corriente de entrada a menos del 3 por ciento, limitando así la distorsión de la tensión de la red que pudiera afectar

al funcionamiento de otros equipos conectados a ella. Dentro del UPS pueden instalarse transformadores de aislamiento de entrada/salida para aumentar la seguridad y proporcionar aislamiento galvánico del UPS y de la carga conectada. Esto puede ser necesario, por ejemplo, si la entrada de CA al UPS procede de

aparamenta o de un centro de control de

motores y comparte conexiones de bus con cargas eléctricas ruidosas, como accionamientos de velocidad variable.

Hay transformadores elevadores y reductores para atender requisitos específicos de tensión. Además, PowerLine DPA tiene

**La protección IP31 de la PowerLine DPA admite el polvo, la condensación de agua, la humedad (hasta un 95 por ciento), la contaminación corrosiva del aire y el trato descuidado.**

una capacidad elevada de sobrecarga y una sólida capacidad de cortocircuito y se puede elegir con potencias nominales de 20 a 120 kVA. Con tensiones (trifási-

cas) de entrada y salida de 220 a 415 V CA, el UPS no precisa consideraciones de instalación eléctrica costosas y está listo para entrar en servicio.

Un calentador anticondensación, orejetas de izado, filtros antipolvo, protección IP42, cables sin halógenos y capacidad de arranque sin energía externa son otras características de la PowerLine DPA diseñadas especialmente para situaciones industriales exigentes.

#### Banco de baterías

La mayoría de los procesos industriales extraen mucha energía del UPS. Por lo tanto, PowerLine DPA se ha equipado con baterías de plomo-ácido (VLRA) reguladas por válvula o Ni-Cad con autonomía de hasta 10 h. Admite también la recarga rápida para devolver el banco de baterías del UPS a niveles operativos lo antes posible.

---

**El UPS PowerLine DPA, ocupa poco espacio y además tiene el acceso de cables por delante, lo que ahorra la necesidad de acceder por detrás y el espacio correspondiente.**

#### Supervisión a distancia

En caso de fallo eléctrico, es importante que todo el personal relevante sea informado de forma rápida y completa acerca del estado del sistema. Por eso el UPS PowerLine DPA se puede entregar con paneles repetidores y una tarjeta de gestión de red que permite la conexión a un DCS (sistema de control distribuido) o un SCADA (control de supervisión y adquisición de datos) por medio de SNMP, Modbus TCP o Modbus RS 485. Estas interfaces permiten vigilancia ambiental, manejo y envío completos de alarmas, supervisión de UPS redundante, integración de PowerLine DPA en entornos multiplataforma y multiproveedor y entrega de datos del UPS a aplicaciones web.

La conectividad con interfaces como Modbus y SNMP incorpora el UPS a IoTSP (internet de cosas, servicios y personas). Esto integra el UPS en una red que permite a los sistemas de producción industrial intercambiar información e interactuar. El IoTSP permite que el UPS trabaje conjuntamente con el sistema de control de procesos y que sus datos estén disponibles en toda la cadena de valor y de suministro en tiempo real. La presencia en la red aumenta la capacidad global de adquisición de datos, operaciones, mantenimiento y servicio avanzado.

El control y las medidas locales se basan en una interfaz HMI (interfaz hombre-máquina) con una pantalla gráfica con el esquema del UPS, su estado operativo (normal, por batería y bypass) y las alarmas programables.

#### Un UPS para el futuro

La garantía de un suministro continuo de energía limpia para operaciones críticas se ha convertido en un requisito esencial para el éxito de muchas empresas de los sectores del transporte, la minería y la industria alimentaria, entre otros. El UPS PowerLine DPA, diseñado para soportar los rigores de los entornos industriales, puede proporcionar esta garantía. La arquitectura modular DPA simplifica el mantenimiento y la ampliación, y como la capacidad de efectuar cambios en línea permite no apagar nunca el sistema (diseñado para funcionar durante 15 años seguidos), se consigue una disponibilidad de primera clase.

Con un rendimiento de hasta el 97 por ciento y un factor de potencia de 1, el UPS PowerLine DPA ofrece eficiencia y optimización de la inversión, facilidad de uso y mayor seguridad en muchos entornos industriales. Junto con la facilidad de servicio, estas características hacen que PowerLine tenga un TCO muy bajo para toda su vida útil.

---

**PowerLine DPA  
está equipado  
con baterías  
VLRA o NiCad  
con 1 a 10 horas  
de autonomía.**

#### Diana Garcia

ABB Discrete Automation and Motion,  
Power Converters  
Turgi, Suiza  
diana.garcia@ch.abb.com

# Revuelto, no agitado

Los accionamientos con armónicos ultrabajos mantienen estas perturbaciones alejadas de la comida y la bebida

**TIMO HOLTINEN – Los clientes esperan que sus equipos manejen sus productos con cuidado y eviten sacudidas o vibraciones innecesarias. Este requisito es obvio para los alimentos y bebidas en la línea de producción, pero también se aplica al suministro eléctrico que mantiene la planta en funcionamiento. Las redes eléctricas están muy expuestas a los armónicos, oscilaciones de orden superior provocadas por distintos equipos. Los armónicos pueden causar sobrecalentamiento y otras averías en los equipos conectados a la red. Aunque hay soluciones para contrarrestar o mitigar los armónicos, lo mejor es empezar por utilizar equipos que no los provoquen. ABB ofrece una gama de accionamientos ultrabajos en armónicos.**

**M**uchos fenómenos de la naturaleza se producen en ciclos: una rueda que da vueltas, las olas del mar o el cambio de las estaciones del año, por ejemplo. El término “ciclo” sugiere giro a velocidad constante, algo que los matemáticos describen con la función seno. Pero los ejemplos anteriores (con la posible excepción de la rueda) no estarían adecuadamente descritos sólo con esta función. La anomalía toma la forma de frecuencias más altas que se superponen y que a su vez también son funciones sinusoidales. Un ejemplo es la temperatura ambiente exterior, que sigue el ciclo lento de las estaciones pero también se ve afectada por el ciclo mucho más breve del día y la noche.

Los armónicos no son un problema por sí mismos. Sin armónicos, los instrumentos musicales sonarían todos igual, los músicos no podrían tocar acordes y los surfistas no se divertirían con las olas. Pero en los sistemas eléctricos, los armónicos pueden causar el caos. Como los generadores de las centrales eléctricas giran a velocidad constante y regular, la corriente de la red de CA presenta

en el caso ideal una forma senoidal. Pero esto no suele ser así, porque se introducen armónicos en la red debido a diversos efectos. Introducen armónicos los arrancadores de motores, los accionamientos de velocidad variable, los equipos de soldar, las fuentes de alimentación ininterrumpida y los ordenadores. Los armónicos que producen pueden afectar negativamente a otros aparatos y sistemas conectados a la red. En los motores, transformadores y otros aparatos

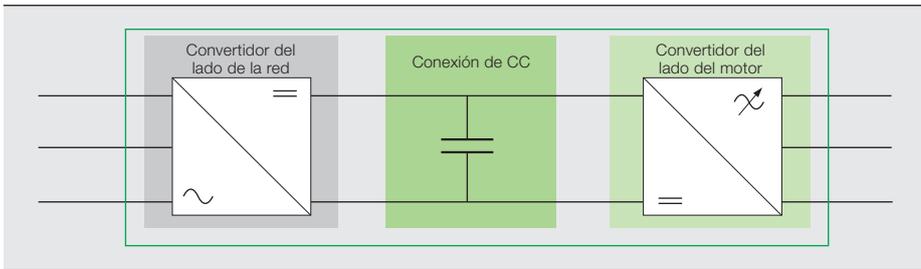
---

## Los armónicos pueden afectar negativamente a otros aparatos y sistemas conectados a la red.

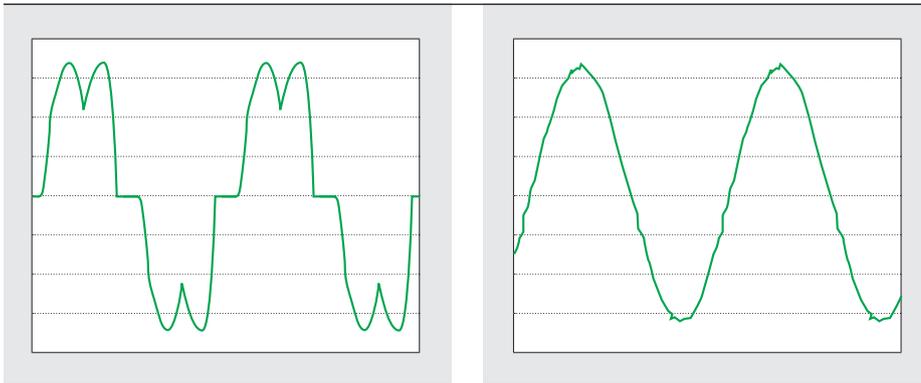
tos producen calor, que es energía desperdiciada, exige refrigeración adicional y puede dañar los equipos. Las pantallas y luces pueden parpadear, los interruptores pueden saltar y los instrumentos de medida pueden dar lecturas erróneas.

¿Por qué un accionamiento de velocidad variable produce armónicos? Un accionamiento de ese tipo convierte una entrada de tensión y frecuencia fijas (de la red) en una salida de tensión y frecuencia variables (normalmente para contro-

## 1 El convertidor del lado de la red puede introducir armónicos en la red.



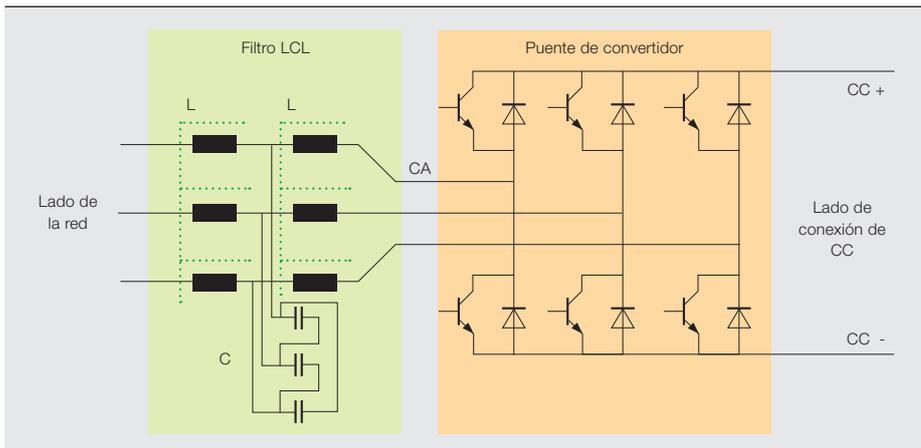
## 2 Los armónicos se reducen del 30-50 por ciento a sólo el 5 por ciento.



2a Alimentación por diodos

2b Alimentación activa

## 3 Convertidor del lado de la red y filtro en línea integrado.



lar y alimentar un motor). Para ello suele utilizarse una conexión intermedia de CC: se colocan dos convertidores de manera que el primero convierte la entrada de la red de CA a CC y el segundo vuelve a convertirla a CA con la tensión y la frecuencia necesarias → 1. En los accionamientos clásicos, el convertidor del lado de la red utiliza un puente de diodos de seis impulsos. El inconveniente de esta solución es que introduce armónicos de intensidad en la red → 2a. Dominan los llamados quinto y sexto armónicos (con cinco y seis veces la frecuencia de la red, respectivamente). La distorsión resultante puede representar del 30 al 50 por ciento de la intensidad total.

El problema de los armónicos no es nuevo y tiene muchas soluciones, como filtros activos y pasivos, bobinas y métodos multipulso con transformadores de devanados múltiples. Pero prevenir es mejor que curar, y por eso ABB ofrece accionamientos ultrabajos en armónicos que los evitan por diseño. Un convertidor así, combinado con la unidad de alimentación activa del accionamiento y el filtro de línea, pueden reducir la distorsión de la corriente a menos del 5 por ciento → 2b-3. Los convertidores de entrada de accionamientos ultrabajos en armónicos no emplean diodos sino IGBT<sup>1</sup> que

### Nota a pie de página

1 Véase también la página 58.

## 4 El accionamiento ACS800-31



se pueden usar para modular activamente formas de onda más suaves.

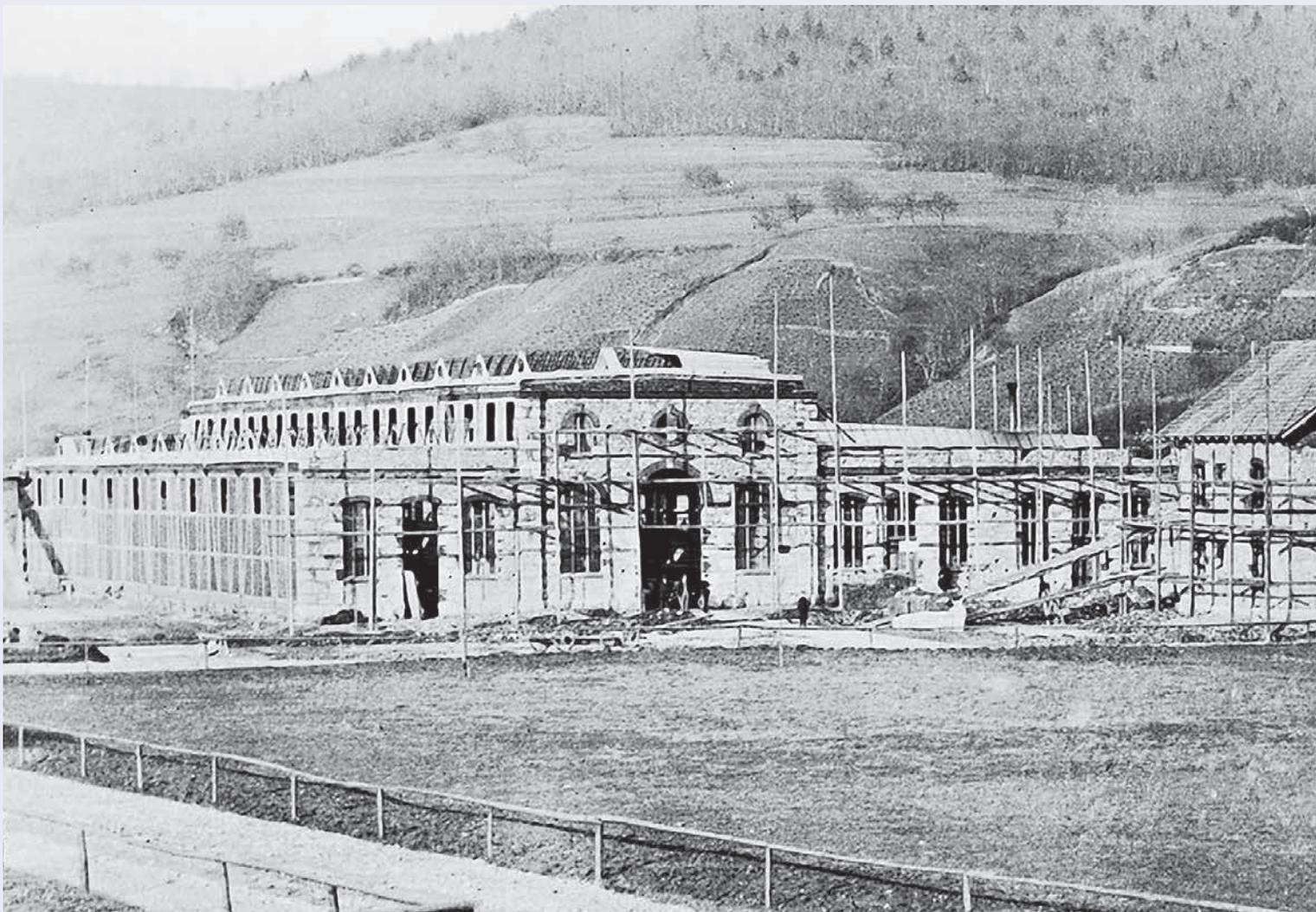
ABB ofrece una familia de aparatos ultrabajos en armónicos, como el ACS800-31, un accionamiento mural para hasta 110 kW. Incluye filtros EMC y módulos de ampliación de E/S y está disponible con una clasificación de protección IP21, que lo hace adecuado para diversas aplicaciones en el contexto alimentario.

Si hace falta más potencia, el accionamiento montado en armario ACS800-37 llega hasta 2.800 kW con una clasificación de protección hasta IP54.

Los accionamientos de ABB son fáciles de configurar y adecuados para una amplia gama de ambientes de trabajo y clases de suministro.

### Timo Holttinen

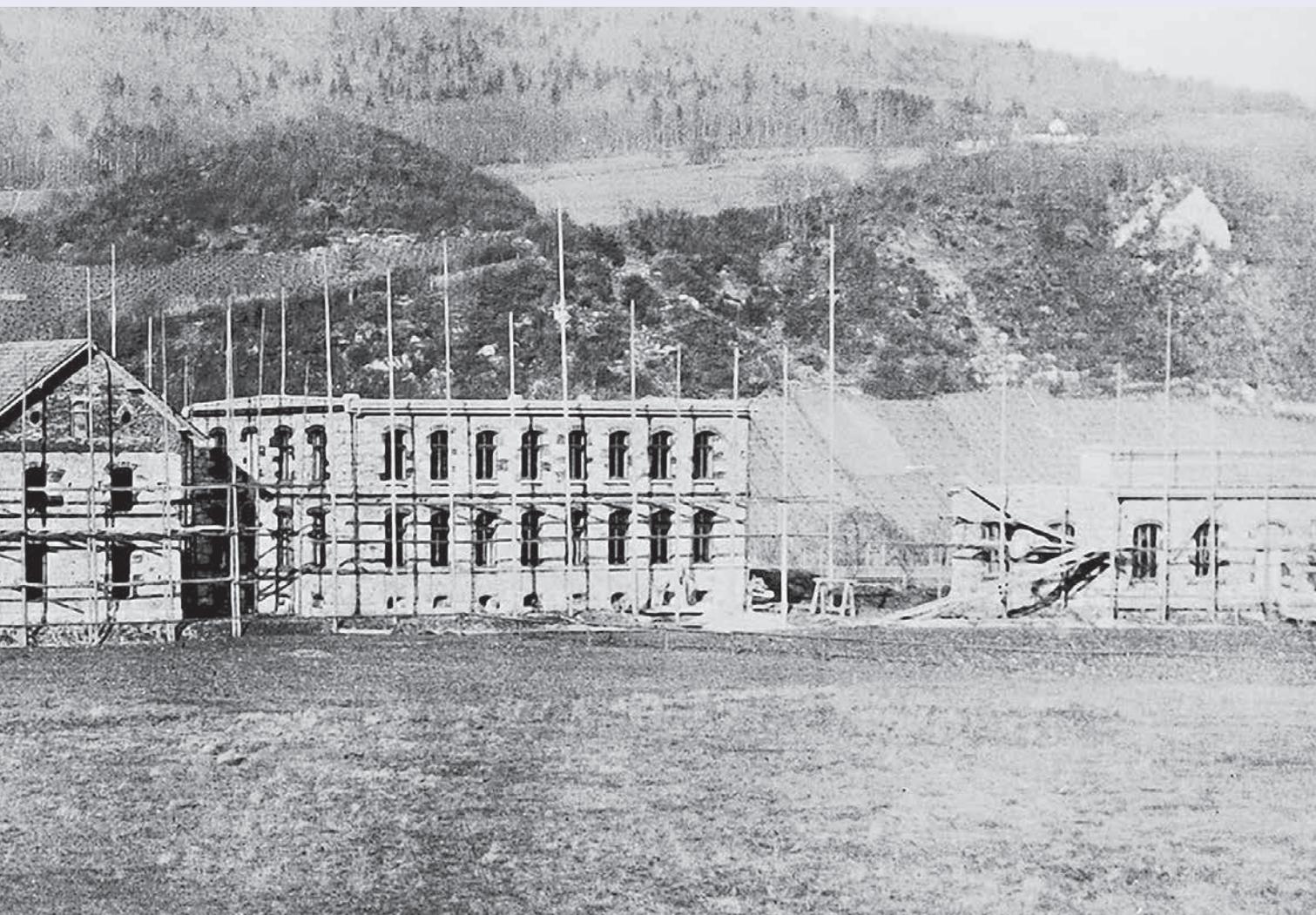
ABB Discrete Automation and Motion, Drives and Controls  
Helsinki, Finlandia  
timo.holttinen@fi.abb.com



# 125 años

ABB celebra 125 años en Suiza

MALCOLM SHEARMUR – En 1891, Charles Brown y Walter Boveri crearon una empresa en Baden, Suiza, para aprovechar las oportunidades que ofrecía una nueva y prometedora tecnología: la electricidad. Gracias a la visión y el espíritu emprendedor de sus fundadores, Brown Boveri & Cie. (BBC) obtuvo un éxito inmediato y fue pionera en numerosas innovaciones que impulsan el mundo moderno. En 1883, unos años antes de la génesis de BBC, Ludvig Fredholm había fundado en Västerås, Suecia, ASEA, una empresa fabricante de productos de alumbrado y generación eléctrica. ASEA fue también una empresa pionera y continuó fabricando numerosas innovaciones para aplicaciones eléctricas e industriales hasta su fusión con BBC en 1988, pasando a formar ABB. En este artículo, el primero de una serie en la que se repasan algunos de los principales logros de ABB y sus progenitoras en los últimos 125 años, se evalúa el impacto en la sociedad actual de los desarrollos de ABB en este tiempo.



**B**rown y Boveri se complementaban a la perfección: el primero era un ingeniero con talento que diseñó el transformador y el generador de la primera estación eléctrica que transportaría electricidad de alta tensión (en Lauffen, Alemania); el segundo, también técnicamente dotado, era un emprendedor visionario que impulsó la expansión europea de BBC.

BBC fue pionera desde sus inicios: un año después de su fundación el 2 de octubre de 1891, había electrificado su propia fábrica y hecho posible la construcción de la primera estación eléctrica en la ciudad de Baden. En 1895 ya suministraba equipos eléctricos para la red de tranvías de la ciudad suiza de Lugano y, en 1897, desarrolló el primer interruptor automático de alta tensión en aceite, que constituiría la base del dominio de ABB en aparataje y subestaciones.

#### Imagen del título

1891: Construcción del primer edificio de oficinas y producción de BBC en Baden, Suiza.

#### Fe en el poder de la electricidad

El éxito de BBC se debió en gran parte a la fe de los fundadores en que la electricidad cambiaría el mundo. Tan convencidos estaban de que las locomotoras a vapor serían reemplazadas por otras eléctricas que, en 1905, BBC pagó la electrificación del recién terminado túnel ferroviario del Simplon entre Suiza e Italia. Seis años antes, la empresa había desarrollado una locomotora eléctrica que se utilizó en la primera vía electrificada de ancho europeo en la línea Burgdorf-Thun, iniciando una nueva era en la electrificación ferroviaria.

Estas innovaciones se encontraban entre los numerosos desarrollos tecnológicos pioneros que convirtieron a BBC y, más tarde, a ABB en sinónimo de innovación. En la década de 1940, BBC desarrolló la primera locomotora de alta velocidad

con un sistema de accionamiento directo de eficiencia y fiabilidad superiores, y en la década de 1960 construyó los primeros molinos de cemento de accionamiento sin engranajes. La empresa cons-

---

El éxito de BBC se debió en gran parte a la fe de los fundadores en que la electricidad cambiaría el mundo.

truyó el transformador más potente del mundo en la década de 1970 y proporcionó los sistemas de generación y transporte de electricidad para la central hidroeléctrica más grande del mundo en la década de 1980.

#### Innovaciones de ASEA

Desde su fundación en 1883, ASEA también siguió una trayectoria de innovación, realizando los primeros avances en generadores trifásicos, motores y trans-

---

BBC desarrolló la primera locomotora de alta velocidad con un sistema de accionamiento directo de eficiencia y fiabilidad superiores, y en la década de 1960 construyó los primeros molinos de cemento de accionamiento sin engranajes.

formadores. ASEA construyó y puso en servicio centrales nucleares completas y no tardó en reconocer el potencial de la robótica, presentando su primer robot industrial en 1974.

#### La innovación continúa en ABB

Desde la fusión, en 1988, de BBC y la sueca ASEA para formar ABB, la empresa ha continuado impulsando la innovación en sus segmentos centrales de electrotecnia y automatización. Ha desarrollado tecnologías que permiten a los clientes ofrecer un suministro de electricidad fiable, mejorar la productividad y limitar el impacto medioambiental. ABB ha conservado el liderazgo tecnológico y de mercado en numerosos ámbitos de relevancia, como la robótica industrial, que mejora la calidad y la seguridad en la fabricación; los accionamientos de velocidad variable, que reducen el consumo de los motores eléctricos; los sistemas de automatización, que gestionan fábricas de una manera rentable; y la tecnología de corriente continua de alta tensión, que permite transportar la electricidad a grandes distancias con pocas pérdidas.

En resumen, muchas de las comodidades a las que nos hemos acostumbrado, desde dar la luz pulsando un botón hasta la calidad elevada y constante de los productos industriales, han sido posible gracias a tecnologías desarrolladas por ABB y sus predecesoras ASEA y BBC en los últimos 125 años.

#### ABB está en todas partes

Actualmente, equipos de ABB orbitan la tierra y trabajan en ella, además de cruzar los océanos y operar en los fondos marinos. La tecnología de ABB se encuentra en nuestros hogares, oficinas y fábricas; en las centrales que generan electricidad y tratan el agua; en los campos donde se cultivan alimentos; y en los trenes y autobuses que son fundamentales en la red de transporte.

ABB cree en el establecimiento de alianzas duraderas y creadoras de valor con clientes, proveedores, socios comerciales y empleados, así como con las comunidades en las que opera la empresa. El objetivo de ABB en este año histórico es celebrarlo con todas las personas que han contribuido al éxito de la empresa.

#### Un año de eventos conmemorativos

ABB conmemorará el 125º aniversario en 2016 con una serie de eventos en Suiza y en todo el mundo, entre ellos, un acto de gala que se celebrará en octubre y al que asistirán clientes, funcionarios públicos y otras personas de relevancia. La empresa también ha participado en la apertura, en Suiza, del túnel más largo del mundo: el nuevo túnel ferroviario del San Gotardo. BBC desempeñó un papel importante en la electrificación del primer túnel del San Gotardo, inaugurado a finales del siglo XIX, y ABB es un proveedor importante del último proyecto.

En estos actos, ABB también presentará algunos de los cambios que impulsan los 8500 tecnólogos de la empresa. Por ejemplo, con el aumento de la demanda de energías renovables, las redes de distribución eléctrica son cada vez más complejas, y ABB facilita nuevas soluciones para mejorar la eficiencia y la fiabilidad del suministro eléctrico, tan importante para el bienestar de las familias y empresas de todo el mundo.

Además, en la industria, la revolución en la tecnología digital está abriendo nuevas vías para aumentar la productividad. Se está gestando una nueva era industrial en la que las máquinas son cada vez más capaces de percibir su entorno e interactuar con los seres humanos, creando el internet de las cosas, los servicios y las personas.

ABB es un equipo multicultural, activo en todas las regiones, que opera en el mundo fascinante de la alta tecnología. Junto con todas las partes interesadas, ABB espera celebrar los logros de los últimos 125 años y compartir la impaciencia de la empresa ante las expectativas futuras.

**125**  
YEARS SERVING  
THE WORLD FROM  
SWITZERLAND  
[www.abb.com](http://www.abb.com)

#### Malcolm Shearmur

ABB Corporate Communications  
Zúrich, Suiza  
[malcolm.shearmur@ch.abb.com](mailto:malcolm.shearmur@ch.abb.com)

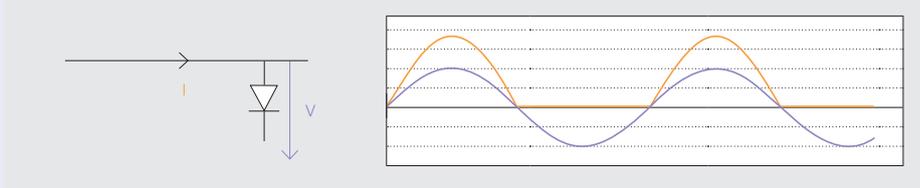


# Semiconductores de potencia

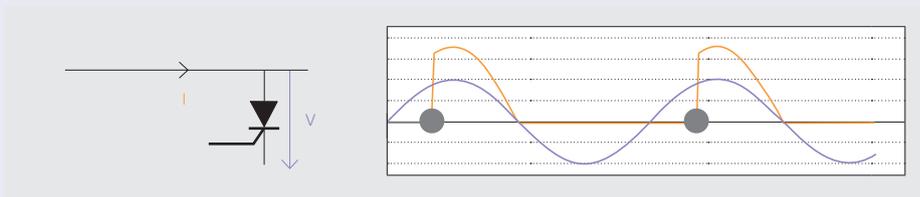
Pasado y presente de los semiconductores de potencia en ABB

ANDREAS MOGLESTUE, MUNAF RAHIMO, SVEN KLAKA, CHRISTOPH HOLTSMANN – ¿Qué tienen en común una locomotora, una estación de HVDC y un cargador de teléfono? En todos se aplica la conversión de electricidad de una forma a otra y, si son de construcción reciente, todos

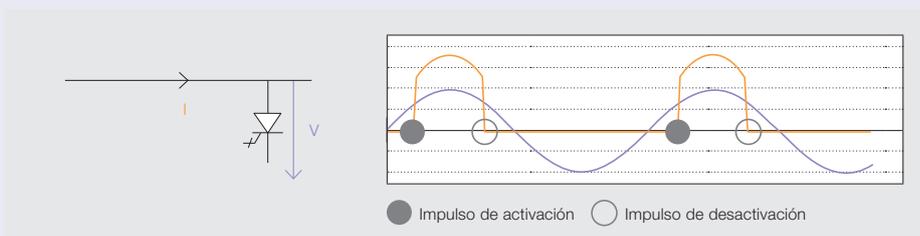
utilizan casi con seguridad electrónica de potencia. Durante más de 60 años, ABB y sus empresas predecesoras han desarrollado y fabricado semiconductores de potencia, los pequeños y robustos elementos de conmutación que se encuentran en el núcleo de los convertidores de potencia.



1a Diodo



1b Tiristor



1c GTO

El término “revolución de los semiconductores” se suele asociar con la reciente y rápida aparición de nuevas tecnologías de comunicaciones, proceso de datos y ocio. Un número sin precedente de personas utilizan medios sociales o participan en el comercio por internet gracias a la capacidad de fabricación de semiconductores con altos niveles de integración y bajos precios unitarios. Menos visible, pero igualmente fundamental para los cambios profundos de las recientes décadas, está en marcha otra revolución de los semiconductores: la electrónica de potencia.

La electrónica de potencia permite transformar la electricidad entre distintas frecuencias y tensiones de forma segura, eficiente y rentable. Por ejemplo, se estima que el 65 por ciento de toda la electricidad generada la consumen los motores eléctricos. La posibilidad de controlar los motores de forma más eficiente con electrónica de potencia representa un gran potencial de ahorro en términos de recursos y emisiones. Asimismo, el empleo de la electrónica de potencia en

la red eléctrica (por ejemplo, con FACTS y HVDC) aumenta la controlabilidad del flujo de la electricidad y permite transportar más potencia con menos pérdidas. En el campo de las energías renovables, el gran crecimiento de la generación solar y eólica de los últimos años no habría sido viable sin convertidores de electrónica de potencia para conectar a la red.

Pero, ¿qué son exactamente los semiconductores?

La actual revolución de las renovables no habría sido posible sin semiconductores de potencia.

### Semiconductores

Un semiconductor es un material que presenta un nivel intermedio de conductividad entre un conductor y un no conductor. El nivel de conductividad se modifica con factores tales como las impurezas del material, su geometría, los campos eléctricos, la temperatura, la

### Imagen del título

La fábrica de Lenzburg, con la planta original de bipolares a la izquierda y la nueva de BIMOS a la derecha.

## 2 Hitos de la historia de ABB en semiconductores

1954	Comienza el desarrollo de semiconductores en Ludvika (ASEA) y Baden (BBC).
1956	BBC presenta su primer diodo (100 V / 100 A). BBC presenta su primer tiristor (1.200 V / 100 A).
1961	Los diodos alcanzan 650 V / 200 A.
1969	Se abre una nueva planta en Lampertheim (BBC).
1970	Los tiristores alcanzan 3.000 V / 800 A.
1976	Se comienza el dopado por transmutación de neutrones (BBC).
1977	Se abre una nueva planta en Lenzburg (BBC).
1980	Los tiristores alcanzan 5 kV / 2 kA.
1988	En 1988, ASEA y BBC se unen para formar ABB.
1990	Se vende la planta de Lampertheim a IXYS.
1991	Se concentran en Lenzburg las actividades de semiconductores.
1992	Se presenta un prototipo de IGBT de 4,5 kV / 600 A.
1995	Se presentan los primeros prototipos de IGCT de 4,5 kV / 3 kA.
	La oferta de GTO y diodos alcanza 4,5 kV / 4 kA.
1996	Se presenta el módulo de IGBT para tracción de 3,3 kV / 1,2 kA. Se presenta el tiristor bidireccional controlado. ABB lanza una línea completa de IGCT desde 500 kW a 9 MW.
1997	Se presenta el módulo IGBT de 4,5 kV / 1,2 kA para tracción con sumidero de calor integrado. Se presenta el IGBT de 2,5 kV / 700 A para HVDC light®.
1998	Abre en Lenzburg la fábrica de obleas de IGBT de 5 pulgadas.
2000	Se presentan los módulos StakPak de 2,5 kV para HVDC light.
2001	Se presenta la plataforma de perforación suave (SPT) de obleas delgadas de 1,2 kV – 1,7 kV para IGBT.
2003	Se presenta la plataforma de SPT de alta tensión IGBT/diodos (con área de trabajo seguro que bate records). Se presenta la plataforma de módulo HiPak SPT-IGBT de 2,5 kV – 3,3 kV.
2005	Lenzburg moderniza la fábrica de obleas IGBT a 6 pulgadas. Se presenta la plataforma de módulo HV-HiPak SPT-IGBT de 3,3 kV – 6,5 kV.
2006	Se presenta la plataforma SPT+ IGBT de 1,2 kV – 6,5 kV de bajas pérdidas.
2007	Se presenta la plataforma IGCT de tecnología de alta potencia (HPT).
2009	Se presenta el tiristor de 8,5 kV / 8 kA. Se presenta la tecnología BIGT de alta tensión.
	Se añade una ampliación de capacidad en Lenzburg y se adquiere Polovodice.
2010	Se presentan los módulos StakPak de 4,5 kV para HVDC light. Se hace una demostración de la tecnología IGCT de 10 kV.
2011	Se hace una demostración de BIGT para interruptor de HVDC.
2013	Comienzan las obras del laboratorio de WBG en Baden-Dättwil. Se presenta el HiPak 2013 mejorado. Se presenta la tecnología BGCT (IGCT con diodo de conducción inversa en la misma oblea).
2014	Se presenta la tecnología IGBT de canal mejorado. 60 años de semiconductores en ABB.

## 3 Tiristores de BBC del decenio de 1970



### BBC fabricó su primer tiristor en 1961.

presión o la luz. Esto los hace adecuados para muchas aplicaciones de sensores. Y aún más importante, la interdependencia de las variables de entrada y salida los hace implícitamente controlables. El transistor, quizá el mejor conocido de todos los semiconductores, puede utilizarse para construir un amplificador sencillo. Una señal débil, captada por una antena (y adecuadamente filtrada y rectificada) se inyecta a un transistor que la amplifica a una salida más fuerte reproducible en un altavoz; se obtiene así una radio básica.

La electrónica de potencia requiere dispositivos con funciones algo distintas. La conversión de energía debe tener el mayor rendimiento energético posible, por razones de economía y porque las pérdidas se transforman directamente en calor y, por tanto, en daños para el dispositivo. Los semiconductores de potencia se diseñan para que actúen como interruptores físicos (tanto en on como en off) más que como amplificadores.

#### El diodo

El diodo es el más básico de todos los dispositivos de electrónica de potencia. Simplemente, conduce la corriente en un sentido y la bloquea en el otro → 1a. Esto lo hace adecuado para rectificación (conversión de CA en CC). El concepto

de diodo se conoce desde 1874, cuando Karl Ferdinand Braun observó rectificación en sulfuros metálicos. Los diodos semiconductores adecuados para aplicaciones de potencia no surgieron hasta los 1950.

Las dos empresas predecesoras de ABB, BBC y ASEA, empezaron el desarrollo de diodos semiconductores en 1954 y lanzaron la producción comercial en 1956 → 2.

#### El tiristor

Uno de los inconvenientes de los rectificadores de diodos es que su potencia de salida no es controlable. El tiristor es un dispositivo que añade la posibilidad de ser activado. Esto se hace aplicando una corriente en un tercer contacto llamado puerta. Se preguntará el lector qué interés tiene un interruptor que se puede encender pero no apagar. ¿Quién instalaría, por ejemplo, un interruptor de la luz que no se pudiera apagar? En realidad, muchos atenuadores de la luz utilizan tiristores. El secreto está en que no es necesario cortar la corriente, porque se extingue al cruzar el cero → 1b. Modificando el ángulo de fase del encendido, se puede controlar la potencia media que absorbe la luz. Además de la conversión de CA a CC, los tiristores pueden también usarse en la conversión de CC a CA (inversión), pero solamente si hay conmutación local (por ejemplo, generación local) en el lado de CA.

El tiristor fue descrito por primera vez por William Shockley en 1950. BBC comenzó la producción en 1961.



En 1998, se inauguró una nueva fábrica de obleas que permitió realizar todo el proceso de fabricación de IGBT en instalaciones propias.

#### El GTO

Aunque el tiristor ha encontrado muchas aplicaciones, los aparatos que se puedan apagar siguen teniendo interés. Por ejemplo para implementar la modulación del ancho de impulso (PWM) para convertir CC a CA sin el apoyo de conmutación local (y además ser más amable con los armónicos, reduciendo la necesidad de filtros).

El tiristor desactivable por puerta (GTO) lo hace posible. Funciona como el tiristor, pero se puede desconectar con una corriente inversa en la puerta → 1c.

Hay GTO desde el decenio de 1960, pero tanto ASEA como BBC eran nuevas en este campo. BBC lanzó su primer GTO en 1980.

#### El IGBT

Un nuevo dispositivo entró en la escena de la electrónica de potencia en el decenio de 1990. El transistor bipolar de puerta integrada (IGBT) se controla mediante tensión más que mediante intensidad, lo que simplifica mucho los circuitos de control. También es operativamente más estable que los primeros dispositivos descritos (conocidos colectivamente como tecnología bipolar) ya que la tensión del IGBT aumenta en cortocircuito, por lo que tiene una capacidad intrínseca de limitación de la corriente. Esto reduce la complejidad de los circuitos de protección necesarios. Además, dado que no precisan ser montados en pilas a presión, los IGBT son más fáciles de instalar y sustituir.

ABB hizo sus primeras incursiones en la fabricación de IGBT en 1992. En 1998, se inauguró en Lenzburg una nueva fábrica de obleas que permitió realizar todo el proceso de fabricación de IGBT en instalaciones propias.

En sus primeros días, los IGBT se utilizaron principalmente en accionamientos, pero con la introducción de HVDC Light en 1997, también empezaron a cumplir una función en las redes eléctricas.

#### El IGCT

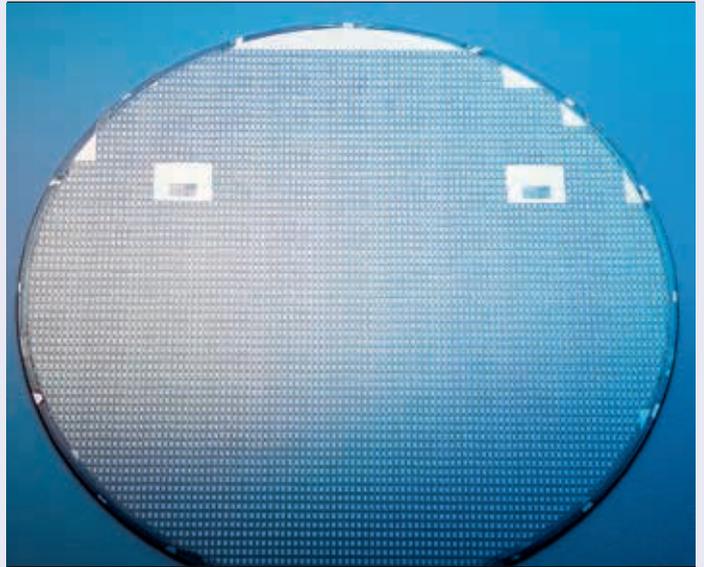
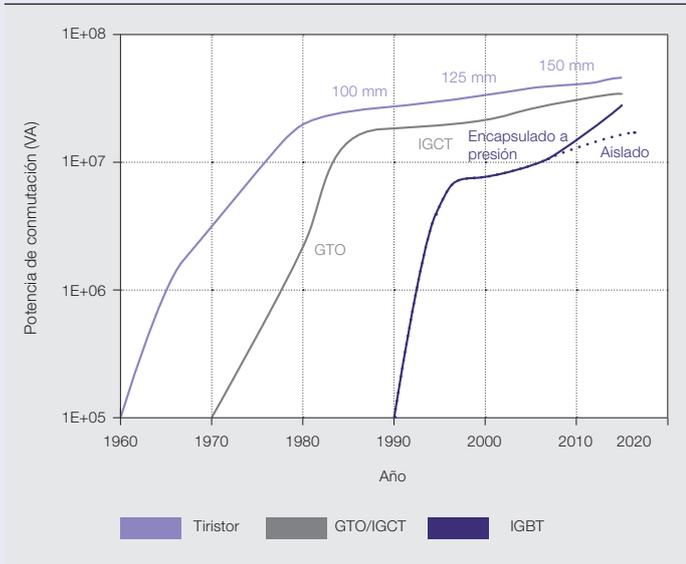
Podría pensarse que la rápida ascensión del IGBT llevaría a una desaparición igualmente rápida del GTO. Pero sigue habiendo demanda para la tecnología, especialmente en las categorías de más potencia, aún no bien servidas por los IGBT.

En 1997, ABB lanzó el tiristor controlado por puerta conmutada integrada (IGCT). El IGCT es esencialmente un GTO con una puerta integrada (en lugar de externa) que suministra impulsos a la puerta. La integración espacial más estrecha reduce la inductancia y permite ciclos de conmutación más rápidos con menos armónicos. El IGCT se presta a aplicaciones de accionamientos de alta potencia.

ABB sigue desarrollando todas estas familias de aparatos de conmutación → 6.

#### Fabricación de semiconductores

La fabricación de semiconductores de potencia es un proceso complejo que exige gran precisión y un entorno controlado muy limpio. El material de base



## El IGCT es esencialmente un GTO con una puerta integrada (en vez de externa).

es un semiconductor de silicio monocristalino en forma de oblea, cuyas propiedades eléctricas se modifican insertando átomos de un material dopante en la estructura cristalina. Hacen falta muchos pasos para fabricar la compleja estructura de un semiconductor de potencia → 7. Una vez finalizada la oblea, se cortan, prueban y embalan los semiconductores.

### Los semiconductores en ABB

Las dos empresas predecesoras de ABB (ASEA y BBC) entraron de forma independiente en el campo de la investigación y fabricación de semiconductores en 1954 → 2. En el momento de la fusión en 1988, había tres centros de fabricación. Los tres se consolidaron en la fábrica de Lenzburg (Suiza) en 1991. Previamente, la investigación y la fabricación de semiconductores se habían considerado principalmente como apoyo a otras actividades de ABB. Constituyendo una empresa filial, ABB Semiconductors Ltd, ABB pudo impulsar sus actividades de semiconductores para atender también directamente a clientes externos.

En 1998 (→ 1 imagen del título) se añadió un BIMOS (fábrica de IGBT y diodos) a la planta de Lenzburg. ABB añadió en 2010 un segundo centro de fabricación cuando adquirió la compañía Polovodice, con sede en Praga. La fabricación actual de bipolares se realiza tanto en Praga como en Lenzburg, y BIMOS se fabrica en Lenzburg.

### Materiales de banda prohibida ancha

Además de algunos diodos de la primera época hechos de germanio, todos los semiconductores de ABB descritos hasta ahora en este artículo emplean silicio como material de base. En 2014, ABB abrió un nuevo laboratorio en su centro de investigación en Baden-Dättwil (Suiza) para el desarrollo de materiales de banda prohibida ancha. Los aparatos que emplean dichos materiales prometen menores pérdidas y mejor tolerancia al calor que el silicio, lo que permite alcanzar un rendimiento superior.

Tras más de 60 años de desarrollo, la revolución de los semiconductores no muestra signos de ralentizarse.

Este artículo se basa en parte en "Generaciones de semiconductores: ABB repasa 60 años de progreso en semiconductores", publicado en ABB Review 3/14.

**125**  
YEARS SERVING  
THE WORLD FROM  
SWITZERLAND  
[www.abb.com](http://www.abb.com)

#### Andreas Moglestue

ABB Review

Baden-Dättwil, Suiza

[andreas.moglestue@ch.abb.com](mailto:andreas.moglestue@ch.abb.com)

#### Munaf Rahimo

Sven Klaka

Christoph Holtmann

ABB Semiconductors Ltd.

Lenzburg, Suiza

[munaf.rahimo@ch.abb.com](mailto:munaf.rahimo@ch.abb.com)

[sven.klaka@ch.abb.com](mailto:sven.klaka@ch.abb.com)

[christoph.holtmann@ch.abb.com](mailto:christoph.holtmann@ch.abb.com)



# Integración de TI y TO

Potenciar la integración de la tecnología operativa con Decathlon Services

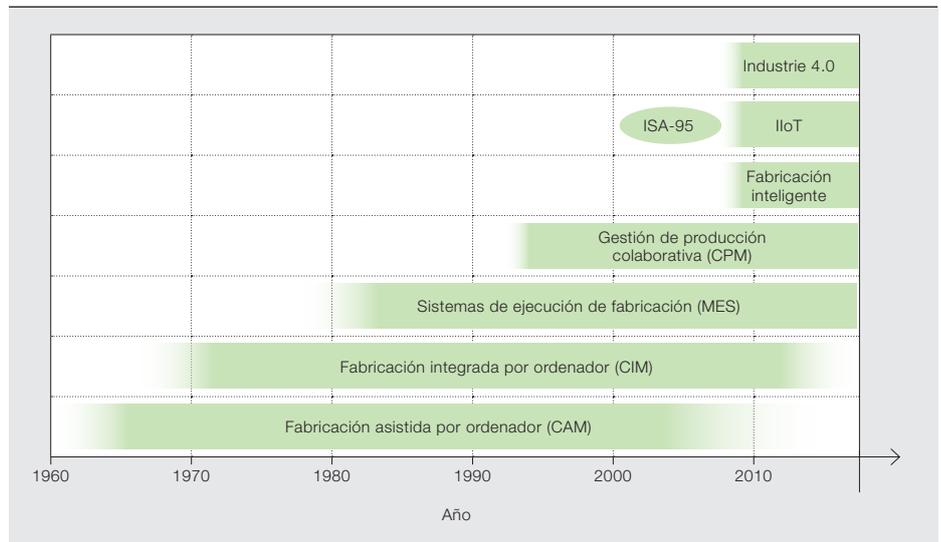
MARGRET BAUER, WERNER SCHMIDT, JAN-CHRISTOPH SCHLAKE, PER LARSEN, CHRISTIAN JOHANSSON – La recogida y la entrega de datos de producción industrial ha sido históricamente una empresa costosa, no por el coste de los sensores, sino por el de instalar cables de alimentación y comunicación, establecer conexiones con los controladores y las puertas de enlace, e integrar mediciones en la arquitectura de automatización. Siendo el esfuerzo tan elevado, sorprende saber que los datos recopilados y guardados quedan en gran medida sin usar. En el futuro, una tecnología de sensores económica proporcionará aún más datos. Se estima que un parque eólico moderno equipado con tecnología de sensores nueva genera unos 150.000 puntos de datos por segundo [1]. Las claves para gestionar y aprovechar grandes cantidades de datos operativos son facilitar el acceso a los datos y su portabilidad, combinar datos operativos con datos basados en TI (tecnología de la información), y definir la inteligencia empresarial y la lógica basada en datos. La plataforma Decathlon Services de ABB proporciona la tecnología necesaria para implantar los tres elementos.

---

#### Imagen del título

La plataforma Decathlon Services de ABB permite que plantas como ésta tomen buenas decisiones empresariales integrando datos operativos, muchas veces infravalorados, con tecnología de la información.

## 1 Plazo de iniciativas de integración de soluciones de software en industrias de proceso.



La empresa de investigación de mercados Gartner llama “datos oscuros” a los que se recogen y almacenan pero no se usan. Gartner sugiere que el coste de almacenar y asegurar los datos operativos es superior al valor que aportan, a menos que se añada inteligencia empresarial para potenciar la información que contienen.

### Desde la CIM al internet de las cosas, servicios y personas

Los datos oscuros permanecen en el “cementerio” de datos cuando sólo pueden ser interpretados por operadores o ingenieros muy familiarizados con la instalación de producción que los ha originado. Estos expertos suelen combinar manualmente la información de los registros de mantenimiento, los diagramas de conducciones e instrumentación y las tendencias y alarmas de los procesos. En resumen, hay que incrustar los datos en el contexto de todos los sistemas de software para crear significado y generar valor.

Hace mucho tiempo que hay ordenadores y TI en muchas áreas de las empresas de fabricación y proceso, desde la toma de decisiones empresariales hasta la gestión de la producción en un nivel operativo. Inicialmente, las soluciones individuales de software gestionaban la producción, los recursos de planta, el uso de la energía,

las materias primas y la seguridad de la operación, entre muchos otros elementos.

Todo esto está interconectado en un nivel fundamental: el proceso real. Su objetivo común es aumentar la producción y reducir el coste de explotación.

En el pasado, las soluciones de software que mantenían los procesos empresariales y las operaciones de planta empezaban como programas “isla” independientes, normalmente construidos a la medida de abajo-arriba. La idea de tender puentes entre esas islas surgió en cuanto empezaron a crecer y a acercarse, a veces hasta superponerse.

→ 1 presenta la cronología de las iniciativas de integración, promovidas tanto por la Administración como por la industria. La fabricación integrada por ordenador (CIM) se basa en aspectos como la fabricación asistida por ordenador y la “lean manufacturing” [eficiencia productiva]. Con otra terminología, ciertos aspectos de CIM se denominan sistemas de ejecución de fabricación (MES) o, a partir de los 1990, Gestión de producción colaborativa (CPM). Alrededor de 2000, la International Society of Automation publicó la norma ISA-95 para describir la interfaz entre la empresa y el sistema de control. ISA-95 hace realidad el modelo de referencia Purdue, resultado de los debates y las iniciativas de CIM [2].

Muy recientemente, los gobiernos de Estados Unidos y Alemania lanzaron las iniciativas Smart Manufacturing e Industrie 4.0, respectivamente. Ambas se basan en las tecnologías del Industrial Internet of Things (IIoT) que conecta máquinas, sensores y actuadores por medio de protocolos de Internet. Industry 4.0 y Smart Manufacturing comprenden muchos elementos distintos, pero tienen en común el importante aspecto de la facilidad de conexión e interacción de todos los componentes de una planta: sensores, actuadores, controladores, equipos de produc-

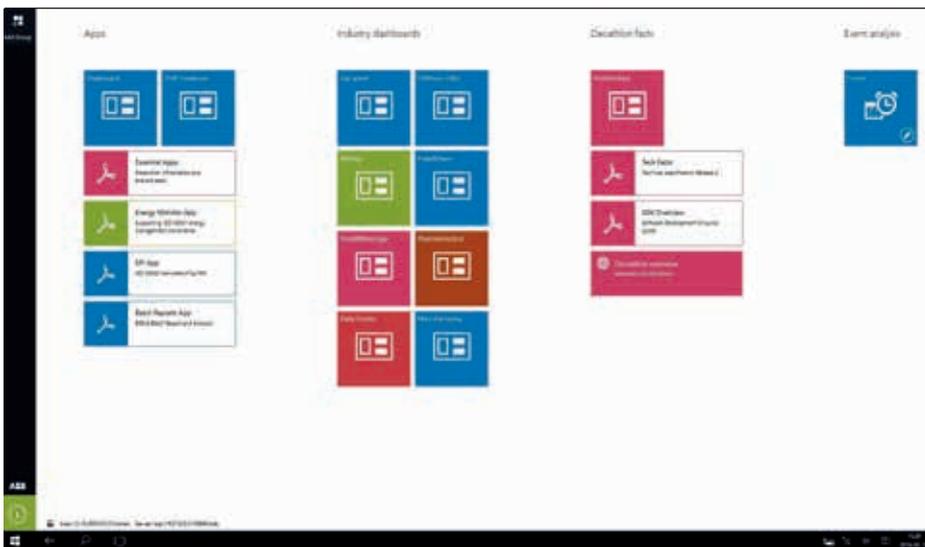
## Para crear significado y generar valor hay que incrustar los datos en el contexto de todos los sistemas de software.

ción, etc. ABB define el esfuerzo por conectar todos los aspectos de producción mediante internet como Internet de las Cosas, Servicios y Personas (IoTSP) para destacar que se aplican análisis de datos o inteligencia empresarial (servicios) a equipos (cosas) y son utilizados por quienes toman las decisiones (personas).

### Las dificultades de la integración

No hay nada nuevo en la idea de la integración, que entró en escena hace al menos treinta años. Los críticos han descrito Industrie 4.0 como “vino viejo en odres nuevos” [3]. ¿Por qué es algo de lo que sólo se habla pero no se aplica en casi ninguna de las áreas prometedoras?

## 2 Decathlon Launchpad es una colección de aplicaciones de software para procesos de producción.



Hay que superar grandes obstáculos para hacer que dos o más componentes de software trabajen juntos.

Hay que superar grandes obstáculos para hacer que dos o más componentes de software trabajen juntos. La tecnología dificulta la integración, pero también intervienen aspectos de decisión empresarial y problemas organizativos.

### Herencia de los sistemas existentes

En cualquier centro de producción industrial coexisten muchos sistemas de software que tratan distintos aspectos de la producción: el sistema de automatización, la planificación de recursos de la empresa, la planificación de la producción y el mantenimiento y la gestión de activos, alarmas y energía. Estos sistemas no pueden sustituirse de un plumazo. Pero algunos de ellos pueden proporcionar una interfaz de acceso a los datos. A menudo, el denominador común y único medio para intercambiar datos es Microsoft Excel o archivos en formato de valores separados por comas (CSV).

### La integración cubre toda la cadena de valor

La integración afecta a todos los aspectos del funcionamiento de una planta de producción, desde la gestión de pedidos, la planificación y la programación al control, el mantenimiento y la gestión de la calidad. Esta amplitud da pie a distintos objetivos empresariales y también a la implicación del personal desde diversas partes de la organización. La clave es captar las principales necesidades de cada aspecto, descartar las que no sean esenciales y encontrar una norma que satisfaga todas las tareas críticas.

### Valor comercial no cuantificable

En las aplicaciones de actualización, los sistemas de software existentes gestionan la planta con la mayor eficiencia posible. Para justificar económicamente la integración, se precisan ejemplos concretos que muestren que el intercambio de datos reduce el coste de explotación o aumenta el volumen o la calidad de la producción. A menudo, el beneficio solo se hace evidente una vez que se ha terminado la integración; esto se debe a sinergias y colaboración de las personas así como a los procesos comerciales.

### Dificultades técnicas

Hay numerosas dificultades técnicas, pero pueden abordarse con tecnología moderna. La cuestión es si se puede justificar el gasto. Los aspectos técnicos incluyen:

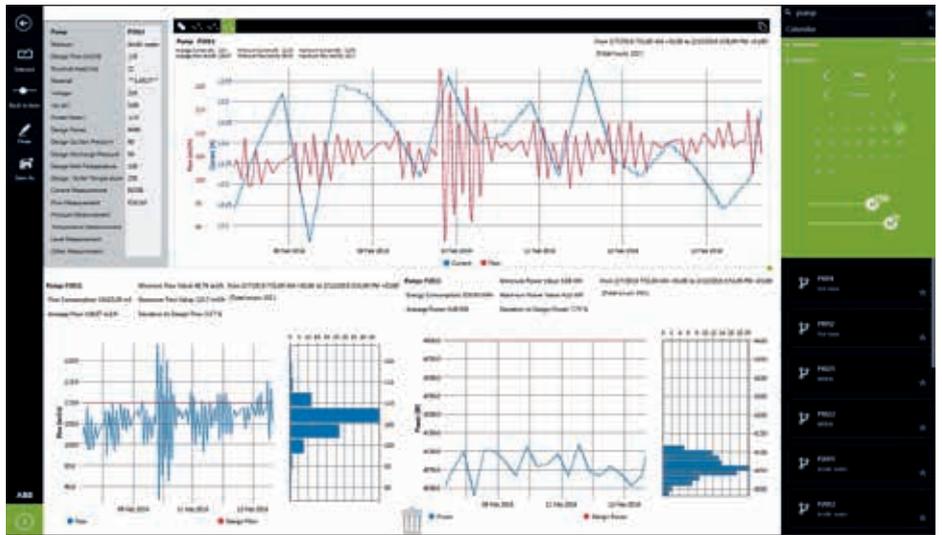
- Requisitos de integridad de los datos, seguridad y fiabilidad.
- Seguridad de los datos y ciberseguridad del sistema de control.
- Descripciones normalizadas y definiciones de componentes.
- Integración en distintas escalas de tiempo.
- Incorporación de la intervención humana.
- Integración de la empresa y modelos de proceso.

### Requisitos de una plataforma de integración

Las dificultades tecnológicas se están resolviendo gracias a los recientes avances y a los desarrollos en curso en el área de los grandes volúmenes de datos.

La clave para integrar la TI existente y las infraestructuras de tecnología operativa (TO) no es sustituirlos, sino establecer conectores que no exijan esfuerzo de configuración.

### 3 Cuadro de mando interactivo con elementos de arrastrar y soltar



Por eso, tras décadas de intentos más o menos fallidos, la integración entre TI e infraestructura de sistemas de automatización está más cerca que nunca. Para superar los obstáculos relacionados con el valor comercial, una plataforma de integración debe cumplir los criterios siguientes:

#### Fácil de instalar, actualizar y manejar

Ningún usuario experto está dispuesto a renunciar fácilmente a un sistema con el que haya trabajado durante mucho tiempo, a menos que el nuevo sea mucho más fácil de usar. En la era de los teléfonos inteligentes, las expectativas de facilidad de uso son muy altas. Al software industrial le queda mucho para alcanzar el nivel de la tecnología de uso privado.

#### Conexión con los sistemas existentes

La clave para integrar la TI existente y las infraestructuras de tecnología operativa (TO) no es sustituirlas –al menos no inicialmente– sino establecer conectores que no exijan esfuerzo de configuración. El hecho de que el sistema esté diseñado para trabajar en paralelo con soluciones ya existentes significa asimismo que los datos a los que hay que acceder no se copian sin más, sino que se recuperan, se analizan y se presentan únicamente a petición.

#### Implantación de la inteligencia empresarial

Una vez centralizado el acceso a los datos de las diversas partes de la producción, hay que combinarlos y analizarlos para conseguir la inteligencia empresarial. La inteligencia empresarial es, a menudo, una lógica que personal capacitado aplica de forma manual; por ejemplo, “Si se cumple la condición A y una

medida B del proceso supera su límite, actuar.” Esta lógica debe configurarse y gestionarse de forma intuitiva en herramientas de configuración accesibles para todos los usuarios.

#### Generación de nuevo valor empresarial

La plataforma debe revelar oportunidades para disminuir los costes de producción sintonizando procesos operativos, o aumentar la producción empleando recursos de forma más eficaz.

Estos objetivos pueden lograrse combinando información de distintos sistemas, como recursos e información operativa, para crear valor añadido.

#### Internet de servicios para automatización industrial

ABB Decathlon Services es una plataforma que aborda las dificultades de integración con tecnología de vanguardia.

#### Plataforma para software industrial

Decathlon Services proporciona un entorno para incrustar aplicaciones relacionadas con el proceso de producción, como gestión de alarmas y asignación de recursos. Las aplicaciones de software, o apps, se encuentran en la Decathlon Launchpad, que es el punto único de acceso a apps, informes, documentación y otros datos para usuarios de ordenadores. El aspecto es el de un sistema operativo moderno tal como un lenguaje de diseño de Microsoft o Android o iOS para smartphones → 2. Las apps del Launchpad se gestionan centralmente y pueden personalizarse para cada perfil de usuario.



El cuadro de mando aporta valor a los datos oscuros mediante el acceso, la combinación y la interpretación de tendencias.

#### Búsqueda de todos los datos

Igual que un motor de búsqueda de internet, el de Decathlon toma una palabra clave y devuelve páginas o teselas (representaciones gráficas) con los resultados. Los usuarios pueden buscar términos genéricos como “KPI” o “bomba”, que devuelven todos los KPI (indicadores clave de rendimiento) y bombas de una planta, o elementos específicos

#### Cuadro de mando interactivo

Un operario de la planta de producción utiliza un cuadro de mando para presentar información importante. En → 3 se muestra la aplicación Decathlon Dashboard App y un ejemplo de cuadro de mando configurado. El punto de partida es la función de búsqueda del ángulo superior derecho. Si, por ejemplo, se introduce el término “bomba”, se obtiene

una lista de todas las bombas de la planta. Cuando se arrastra y se suelta el resultado de la búsqueda en el lienzo vacío aparece la tesela de la bomba. Hay varias formas de representar los resulta-

dos de la búsqueda, que se muestran como lengüetas en el ángulo superior izquierdo de la tesela.

## ABB Decathlon Services es una plataforma que aborda las dificultades de la integración con tecnología de vanguardia.

como la medida de un sensor, por ejemplo, “LC1006”, que cumpla la norma ISA-5.1-2009, una medida de nivel (L) empleada para control (C).

En general, una herramienta de búsqueda en la planta es más directa que un motor de búsqueda de Internet. Cada variable –medida del proceso, KPI, recurso físico o imagen– tiene una ID y un nombre conocidos. Así, un reactor de ácido láctico conectado con cierto número de sensores y actuadores, puede localizarse buscando “ácido láctico”. Para leer cierta temperatura, el usuario podría buscar “ácido láctico” y “temperatura”, o “TC” si se trata de una temperatura controlada. En Decathlon, la función de búsqueda está integrada en el Dashboard, pero también es accesible desde otras aplicaciones.

El cuadro de mando aporta valor a los datos oscuros mediante el acceso, la combinación y la interpretación de tendencias. Los datos se recuperan del cementerio de datos y pueden manejarlos personas no muy familiarizadas con el proceso. Están disponibles para todos y pueden examinarse con detalle para obtener información sobre el proceso de producción.

#### Entorno colaborativo

La integración de TI y TO puede ser difícil, pues abarca varias partes de la cadena de suministro. Implica la colaboración de personas y sistemas de TI/TO de

La integración de TI y TO implica la colaboración de personas y de sistemas de TI/TO de toda la organización.

5 Con pantalla táctil de 55 pulgadas y diseño ergonómico para entornos 24/7, la Mesa Colaborativa de ABB permite que los usuarios interactúen con los datos de TI/TO y los analicen.



toda la organización. Aunque se puedan intercambiar datos entre varias fuentes, hace falta conocimiento experto para interpretarlos. Reunir a todas las partes para iniciar un proceso de decisión global es complicado.

Decathlon Services está optimizado para la Mesa Colaborativa de ABB → 4-5. La Mesa Colaborativa integra los datos de TO directamente desde el dominio del sistema de control y establece una nueva referencia de uso en un entorno de oficina de estos datos basados en la industria.

#### Tecnologías de integración

Los avances tecnológicos han ayudado a integrar diversos tipos de software industrial que antes se habían usado de forma independiente, pese a las varias décadas de esfuerzo de integración. En → 6 se recogen las novedades principales en el diseño de software. Un resultado importante del avance de la tecnología es la mejora del ciclo de vida. A menudo, las herramientas de análisis de datos quedan obsoletas porque no se adaptan bien a las modificaciones de la planta. La laguna entre interacción del usuario e inteligencia empresarial debería eliminar el problema, porque solo vincula fuentes de datos disponibles y mantiene intacto y funcional el algoritmo.

#### Fácil puesta en servicio de la app

Dos ejemplos de áreas en las que la aplicación Decathlon Services puede proporcionar una información valiosa para la toma de decisiones son la supervisión energética y la gestión de KPI.

#### Supervisión energética

Con el aumento de los costes de la energía y las nuevas normativas de consumo, los procesos de producción tienen que vigilar, planificar y optimizar el uso de la energía. Los procesos de producción deben vigilarse de cerca, lo que obliga a obtener medidas del sistema de control. Las mediciones de consumo eléctrico, potencia y gas revelan el uso exacto de energía de cada recurso. Estas medidas se consolidan por sección y se suministran al Energy Monitor de ABB. La aplicación sigue la norma ISO 50001:2011 de implantación, mantenimiento y mejora.

## La app de Decathlon Services aporta información útil para la toma de decisiones de supervisión energética y gestión de KPI.

ra de un sistema de gestión de la energía. El consumo de energía afecta directamente a la programación de la producción, la gestión de los recursos de la planta y otros aspectos de la producción. Con Decathlon, la información sobre la energía está directamente disponible

## 6 Novedades principales en el diseño de software

Función IoTSP	Ventajas
Ecosistema de software y experiencia de usuario	Decathlon fomenta la evolución de un ecosistema de software industrial, es decir, "un conjunto de sistemas de software que se desarrollan y evolucionan conjuntamente en el mismo entorno" [4]. Proporciona tecnología para una experiencia de usuario positiva a través de un diseño interactivo que incluye función de "arrastrar y soltar", interacción con un solo clic y opciones de zoom.
Kit de desarrollo de software (SDK)	Uno de los factores del éxito de Apple fue el concepto de kit de desarrollo de software. Un SDK es un conjunto de herramientas que permite la creación de aplicaciones para un marco de software o sistema operativo específico. Apple lanzó primero su SDK para iOS en marzo de 2008, y la App Store se abrió unos meses más tarde. En junio de 2015 se ofrecían 1,4 millones de aplicaciones. Decathlon Services proporciona un SDK que permite a terceros desarrolladores – clientes, universidades y particulares – escribir el software industrial que integra todos los datos operativos.
Data accessors	Data accessors son conectores a bases de datos. Las bases de datos son historiales de datos de procesos de terceros en sistemas de planificación de recursos de empresa (ERP). Pueden escribirse en SQL, NoSQL o NewSQL. El data accessor permite que los datos de la base de datos estén disponibles para las aplicaciones nativas así como para el panel configurable.

para planificación y programación y para los sistemas de vigilancia de recursos.

### Gestión de KPI

Un jefe de producción tiene que supervisar el rendimiento de una o varias plantas de la empresa. Esto exige acceso a datos de producción como rendimiento, disponibilidad de activos y consumo de recursos. Estos KPI de producción están definidos en la norma ISO 22400. Decathlon Services tiene una aplicación que define KPI a partir de los datos de producción en línea. Estos KPI están disponibles en el cuadro de mando configurable y los informes se elaboran con la función de arrastrar y soltar. El informe puede incluir tendencias temporales de otras medidas del proceso. Esta visión de datos combinados permite al jefe de producción localizar las causas originales de KPI que no alcanzan los objetivos.

### Superar los obstáculos para la integración

Decathlon Services es fácil de instalar y configurar. Las funciones de los programas existentes se mantienen en aplicaciones que se pueden descargar e instalar. Las aplicaciones son independientes de los cambios de plataforma y pueden añadirse y quitarse individualmente. La Dashboard App permite ver y analizar datos con una función intuitiva de arrastrar y soltar.

El concepto de accesorios permite la conexión a bases de datos existentes desde

cualquier aplicación de Decathlon. La función de búsqueda localiza puntos de datos de los sensores o datos calculados.

Puede incorporarse lógica empresarial a las aplicaciones. Los datos del proceso y de otro tipo son accesibles y se pueden establecer conexiones lógicas. Si, por ejemplo, las horas de funcionamiento de una bomba superan cierto valor, puede lanzarse una petición de mantenimiento. Decathlon incorpora un SDK que permite desarrollar aplicaciones nuevas al usuario, a compañías de software independientes y a instituciones académicas.

La integración de aplicaciones permite la interconexión de datos de producción de distintos sistemas. La flexibilidad de la plataforma Decathlon Services abre la puerta a la expansión de valores y oportunidades comerciales. Además de su capacidad de integración, tiene la característica única de analizar los datos integrados. Independientemente de dónde se guarden y procesen los datos (localmente o en la nube), Decathlon Services tiene los medios para ser el centro de control y supervisión de datos operativos y de recursos. Nada de esto sería posible sin la integración de TI y TO.

#### Margret Bauer

antes en ABB Corporate Research

#### Werner Schmidt

##### Jan-Christoph Schlake

ABB Corporate Research

Ladenburg, Alemania

werner.a.schmidt@de.abb.com

jan-christoph.schlake@de.abb.com

#### Per Larsen

ABB Process Automation, Control Technologies

Skovlunde, Dinamarca

per.larsen@dk.abb.com

#### Christian Johansson

ABB Process Automation, Control Technologies

Malmö, Suecia

christian.johansson@se.abb.com

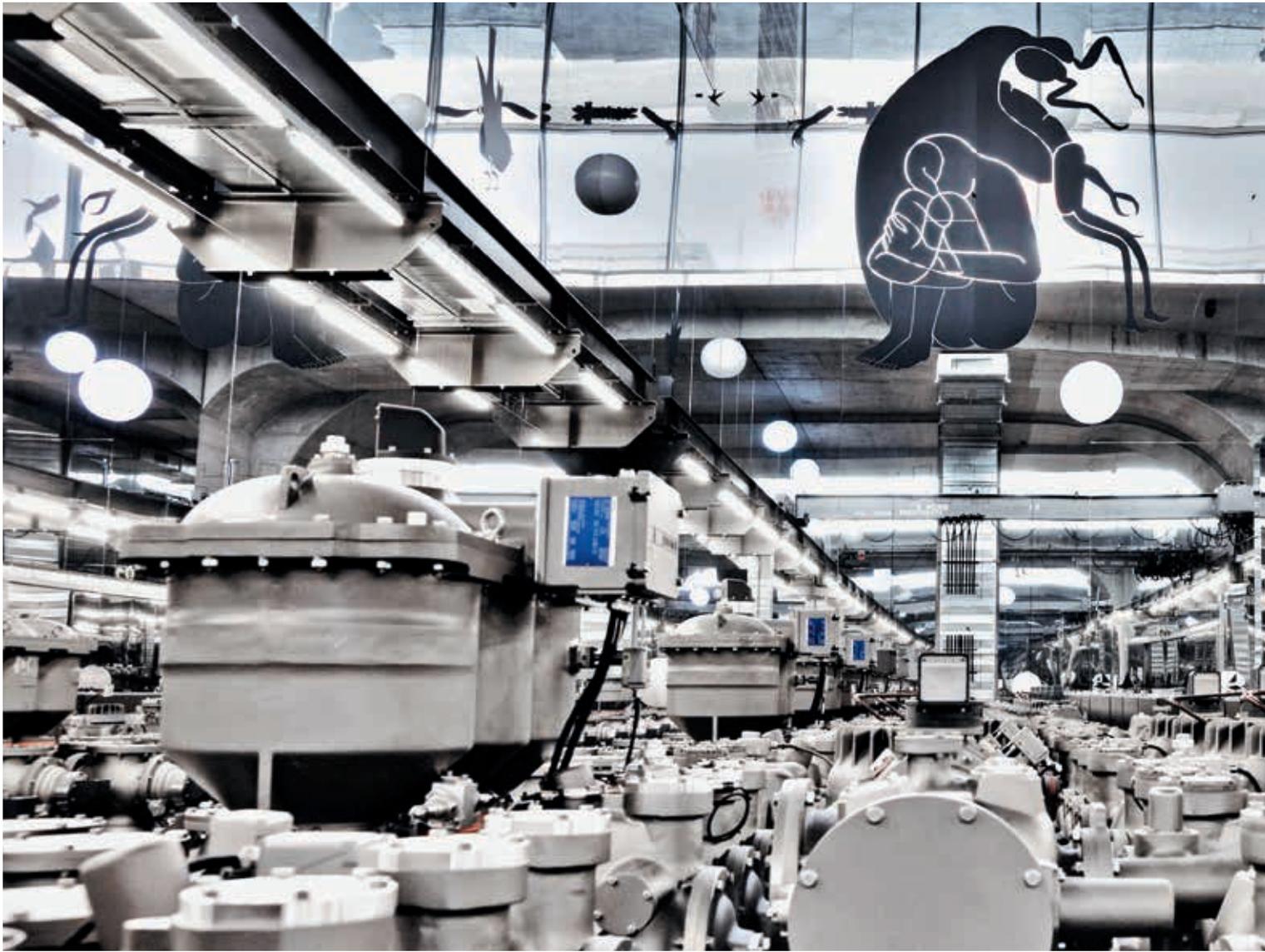
### Referencias

- [1] K. Steenstrup *et al.*, "Industrial Analytics Powered by the Internet of Things," Datawatch, Issue 2, Gartner Research, August 19, 2014.
- [2] T. J. Williams, "The Purdue enterprise reference architecture," *Computers in Industry*, vol. 24, no. 2, pp. 141-158, Sept. 1994.
- [3] J. Jasperneite, "Industrie 4.0 – Alter Wein in neuen Schläuchen," *Computer & Automation*, vol. 12, pp. 24-28, 2012.
- [4] M. F. Lungu, "Reverse engineering software ecosystems," doctoral dissertation, University of Lugano, Lugano, Switzerland, 2009.

### Lecturas recomendadas

<http://new.abb.com/decathlon>

<http://www.isa-95.com/>



# AirPlus™

Una alternativa al SF<sub>6</sub> como medio de aislamiento y conmutación en aparatos eléctricos

THOMAS DIGGELMANN, DENIS TEHLAR, JOCELYN CHANG, SEBASTIAN ZACHE – Durante décadas, las propiedades únicas del hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) lo han convertido en el medio preferido de aislamiento y conmutación para aparatos eléctricos. Pero el SF<sub>6</sub> es un gas con efecto invernadero y los costes de gestión del ciclo de vida aumentan con el uso. ABB lleva varios años investigando alternativas con propiedades de aislamiento e interrupción del arco eléctrico similares a las del SF<sub>6</sub> pero con menor impacto ambiental. Por fin lo ha conseguido: acaba de entrar en servicio en Suiza la primera instalación piloto de aparatos aislados en gas (GIS) del mundo que emplea una nueva mezcla de gases.



Hace falta una alternativa al SF<sub>6</sub> que se pueda usar siempre.

**E**n la industria y los servicios de suministro, el calentamiento global y el cambio climático están impulsando la sustitución de muchos productos por alternativas respetuosas con el medio ambiente. El omnipresente SF<sub>6</sub>, un gas artificial creado a principios del siglo XX como medio de aislamiento y conmutación, no es una excepción. Por sus excelentes propiedades de aislamiento eléctrico e interrupción del arco, el SF<sub>6</sub> permite operaciones seguras y fiables e instalaciones de aparatación mucho más pequeñas.

#### Imagen del título

El SF<sub>6</sub> ha demostrado su eficacia como medio de aislamiento para aparatación eléctrica, pero preocupa su contribución al calentamiento global. ABB ha desarrollado una alternativa que, en algunos casos, tiene el mismo rendimiento que el SF<sub>6</sub>. La imagen ilustra GIS de alta tensión.

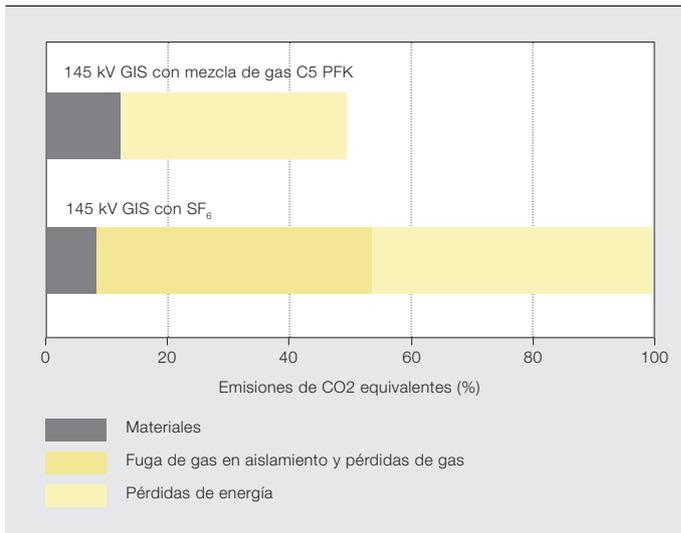
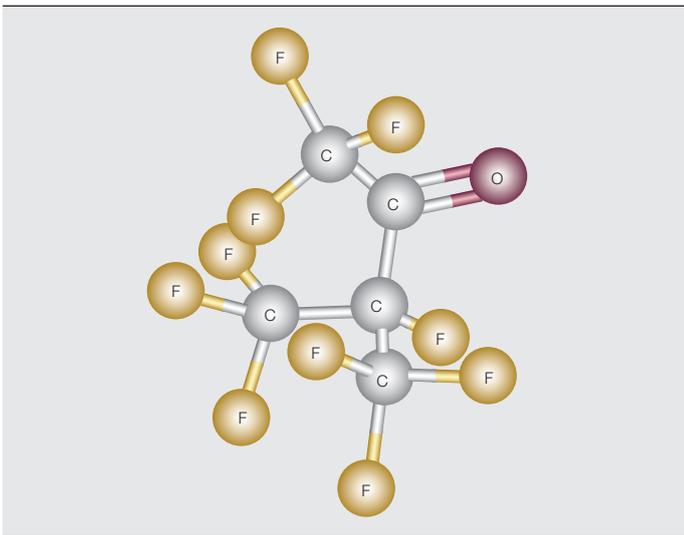
Pero el SF<sub>6</sub> es un gas con efecto invernadero y los costes de gestión del ciclo de vida asociados a su manipulación están creciendo, especialmente al retirar del servicio subestaciones antiguas. Estos costes aumentarán con la demanda de electricidad y, por tanto, de aparatación de alta y media tensión aislada en gas. Este factor convierte en urgente la búsqueda de una alternativa al SF<sub>6</sub> respetuosa con el medio ambiente.

ABB ya ha desarrollado y puesto en servicio interruptores de alta tensión aislados en aire que emplean dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) como medio de aislamiento y extinción de arcos, y unidades de anillo principal (RMU) de media tensión que emplean aire en un diseño de aparatación aislada en gas. Pero estas soluciones solo solventan una parte del problema: necesitamos una alternativa al SF<sub>6</sub> que se pueda usar en un campo de aplicaciones más amplio.

#### La búsqueda de un medio de aislamiento y conmutación

Las características técnicas principales para un gas aislante para aparatación son la resistencia dieléctrica y la capacidad de extinción de arcos. Para GIS hay otras propiedades menos obvias pero igualmente importantes: punto de ebullición bajo, toxicidad baja, estabilidad, inflamabilidad baja, ausencia de potencial de agotamiento del ozono (ODP) y potencial de calentamiento global (GWP) muy bajo [1]. El GWP se expresa como la relación entre la cantidad de calor atrapado por una masa de gas determinada y la cantidad atrapada por una masa similar de CO<sub>2</sub>. Se calcula para un intervalo de tiempo dado, normalmente 20, 50 o 100 años.

Grupos de investigación de todo el mundo han trabajado mucho para encontrar una alternativa adecuada al SF<sub>6</sub> → 2-4. Hasta el momento, no se ha descubierto



Tras muchos años de investigación, ABB ha identificado una mezcla de gases que sirve como alternativa al SF<sub>6</sub> y reúne todas las propiedades necesarias.

ninguna que reúna todas las propiedades necesarias.

#### Mezcla de gases a base de fluorocetona

Para facilitar la búsqueda de un sustituto del SF<sub>6</sub> se emplearon métodos informáticos (desarrollados por terceros) para cribar moléculas apropiadas para el aislamiento de alta tensión [5]. Estos métodos hacen un cribado virtual de moléculas para detectar su GWP, toxicidad, inflamabilidad, etc., seguido de un estudio de descomposición y punto de ebullición. Muy pronto surgió una familia de fluoroalquenos, fluoroalquil sulfuros, fluoroalcoholes y fluoroalquilaminas como fuente de un posible candidato [5].

Tras muchos años de investigación, ABB identificó una alternativa al SF<sub>6</sub> respetuosa con el medio ambiente y que reunía todas las propiedades necesarias. La mezcla de gases se basa en un producto de la empresa 3M llamado Novec 5110 Dielectric Fluid, una cetona perfluorada con cinco átomos de carbono (C5 PFK) [1, 6] → 1. Suministrado como líquido, se vaporiza y se mezcla durante el proceso de llenado. La mezcla de gases de fluorocetona para aplicaciones de aparata se desarrolló en colaboración con 3M y se ha bautizado con el nombre de AirPlus.

La nueva mezcla de gases contiene:

- Fluorocetona, dióxido de carbono y oxígeno para GIS de alta tensión (AT).
- Fluorocetona, nitrógeno y oxígeno para GIS de media tensión (MT)

Esta molécula fluorada se descompone rápidamente a la luz ultravioleta en la atmósfera inferior. El ciclo de vida atmosférico de la molécula es corto (unos 15 días, frente a los 3200 años del SF<sub>6</sub>). Se descompone en CO<sub>2</sub> que permanece en la atmósfera y otras moléculas arrastradas por la lluvia. Las cantidades son bajas, y la contribución al calentamiento global, insignificante. Gracias a ello, el GWP de la nueva mezcla de gases es inferior a 1, menor que el del CO<sub>2</sub> (GWP = 1). Además, la molécula fluorada es prácticamente no tóxica, no inflamable y ni la propia sustancia ni sus productos de descomposición destruyen la capa de ozono.

Las pruebas en laboratorios de ABB han demostrado el elevado potencial de las mezclas de fluorocetona como medio de conmutación e interrupción con valores nominales de transporte y distribución. La mezcla de gases no pone en peligro la calidad y la fiabilidad de los equipos y tiene un GWP extremadamente bajo. Es el único medio de aislamiento disponible hasta el momento con un GWP ≤1 testado según las normas IEC y que cumple criterios de comportamiento similares a los establecidos para el SF<sub>6</sub>.

#### Análisis del ciclo de vida (LCA)

Según la norma de gestión ambiental ISO14040, el LCA tiene en cuenta tres principales contribuyentes a las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes:

- Materiales
- Fugas del gas de aislamiento y pérdidas durante su manipulación
- Pérdidas de energía

### 3 GIS con la nueva mezcla de gases instalada en Zúrich

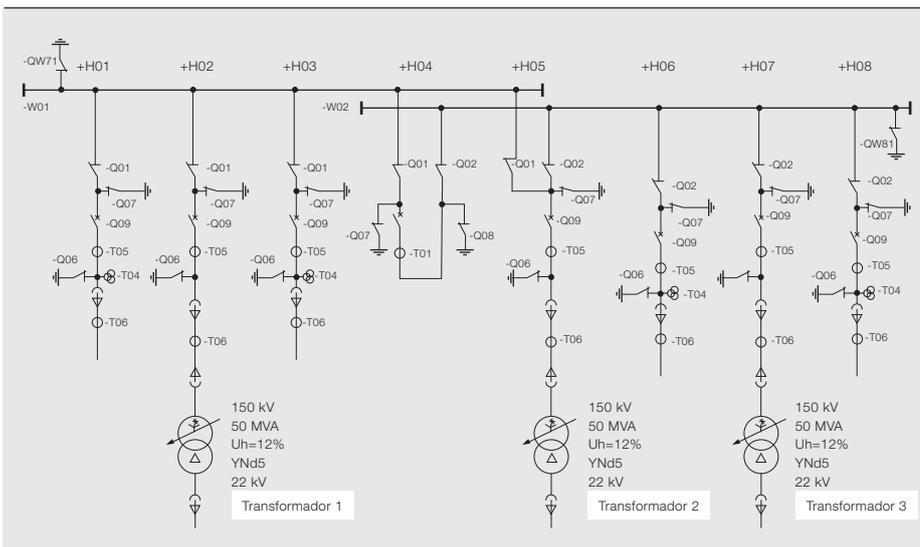


3a GIS AT 170 kV



3b GIS MT 24 kV

### 4 Esquema de una línea de aparamenta de AT instalada en la subestación ewz



Las condiciones límite asumidas para GIS de AT son:

- Ciclo de vida de 30 años
- Tasa de fugas de gas del 0,1 por ciento al año y pérdidas del 1 por ciento durante la manipulación y del 1 por ciento durante la retirada del servicio.
- Funcionamiento al 50 por ciento del flujo de corriente nominal durante 30 años.

El LCA indica que la GIS de alta tensión con AirPlus puede reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes hasta un 50%. El 50% restante se atribuye a materias primas, fabricación y pérdidas térmicas.

Aunque la contribución de los materiales a las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes es ligeramente mayor para GIS con la mezcla de gases PFK, las pérdidas de ener-

gía son menores y las pérdidas por fugas y manipulación casi nulas → 2.

Además, en equipos de MT, que tienen presiones y cantidades de gas menores, AirPlus ayuda a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>-equivalentes a lo largo del ciclo de vida de la aparamenta. Cuando la manipulación no es responsabilidad del fabricante o queda fuera de su control, la nueva mezcla de gases garantiza la reducción en casi un 100 por cien del impacto climático de los escapes de gas.

La nueva tecnología tiene otras ventajas:

- Se evitan los procedimientos regulatorios exigidos para el SF<sub>6</sub>, como mantenimiento de registros de inventarios, requisitos especiales de manipulación y medidas a adoptar para llenar y desmantelar los equipos.

La mezcla de gases se basa en una cetona perfluorada con cinco átomos de carbono y se desarrolló en colaboración con 3M.



5a El edificio de la subestación de Oerlikon



5b La fábrica de GIS AT de ABB se ve detrás de la subestación.

– Se evitan los impuestos relacionados con el SF aplicables en algunos países.

#### Primera instalación de GIS con la nueva mezcla de gases

Cuando se inició el desarrollo de la nueva tecnología, la compañía eléctrica suiza ewz se encontraba en las primeras fases de planificación de una nueva subestación en Zúrich para sustituir la aparamenta aislada en aire (AIS) de los años 40. Se había fijado el objetivo de utilizar tecnologías innovadoras con baja huella de carbono en la subestación, en línea con su visión de suministrar energía sostenible siempre que fuera posible. También se tuvieron en cuenta nuevas tecnologías que aún no estaban comercializadas.

La nueva tecnología de ABB encajaba perfectamente con la idea de ewz: GIS fiable, compacta y con bajo impacto ambiental en los lados de AT y de MT. Ambas empresas colaboraron para integrar la nueva tecnología en la red en una instalación piloto. La subestación de Zúrich recién puesta en servicio consta de 8 bahías GIS de AT y 50 bahías GIS de MT → 3–4. Tiene todos los componentes de una GIS convencional con terminales de cable.

Los paneles de MT proceden de la moderna fábrica de GIS de ABB en Ratingen, Alemania, mientras que la GIS de AT se fabricó en la vanguardista planta de ABB en Oerlikon, Suiza, situada junto a la nueva subestación de ewz → 5.

Las bahías de GIS se activaron en el verano de 2015 y empezaron a transportar y suministrar electricidad a la ciudad de Zúrich un par de meses más tarde.

La subestación piloto marca un hito importante en la senda hacia una alternativa al SF<sub>6</sub> y proporcionará experiencia operativa a largo plazo del funcionamiento de la red. En los próximos años, ewz y ABB aplicarán esta experiencia para reducir aún más la huella de carbono de la aparamenta.

#### Futura huella de carbono de la red

La aparamenta con SF<sub>6</sub> se usa desde hace décadas y está aceptada en el sector eléctrico. Su diseño compacto y su bajo impacto ambiental convierten la GIS en una solución sostenible. La manipulación en circuito cerrado y las bajas tasas de fugas reducen la huella de carbono a lo largo del ciclo de vida de la GIS. Por ello, el SF<sub>6</sub> seguirá siendo el principal medio de aislamiento de GIS en los próximos años. Pero una alternativa como AirPlus podría reducir aún más la huella de carbono de la red eléctrica.

**Thomas Diggelmann**

**Denis Tehlar**

**Jocelyn Chang**

ABB Power Grids, High Voltage Products

Zúrich, Suiza

thomas.diggelmann@ch.abb.com

denis.tehlar@ch.abb.com

jocelyn.chang@ch.abb.com

**Sebastian Zache**

ABB Electrification Products,

Medium Voltage Products

Ratingen, Alemania

sebastian.zache@de.abb.com

#### Referencias

- [1] P. Simka and N. Ranjan, "Dielectric Strength of C5 Perfluoroketone," in *19th International Symposium on High Voltage Engineering*, Pilsen, Czech Republic, 2015.
- [2] J. C. Devins, "Replacement gases for SF<sub>6</sub>," *IEEE Transactions on Dielectric Electrical Insulation*, vol. 15, 1980, pp. 81–86.
- [3] L. G. Christophorou *et al.*, "Gases for electrical insulation and arc interruption: possible present and future alternatives to pure SF<sub>6</sub>," National Institute of Science and Technology (NIST), Washington D.C., United States, Technical Note 1425, 1997.
- [4] L. Niemeyer, "A systematic search for insulation gases and their environmental evaluation," in *Gaseous Dielectrics VIII*, L. G. Christophorou and J. K. Olthoff, Eds. New York: Kluwer/Plenum Publishers, 1998, pp. 459–464.
- [5] M. Rabie and C. M. Franck, "Computational screening of new high voltage insulation gases with low global warming potential," *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, vol. 11, no. 1, 2015, pp. 296–302.
- [6] Mantilla J.D. *et al.*, "Investigation of the insulation performance of a new gas mixture with extremely low GWP," *IEEE 2014 Electrical Insulation Conference*, Philadelphia, PA, United States, pp. 469–473.



# Amortiguar la resonancia

Métodos de control avanzado garantizan el funcionamiento estable de convertidores de baja tensión conectados a red

SAMI PETTERSSON – Para cumplir los requisitos de calidad eléctrica fijados por las normas internacionales y nacionales se utilizan filtros de tipo resonante como filtros de suministro en convertidores eléctricos de modulación de ancho de pulso (PWM). Nuevos dispositivos semiconductores con menores pérdidas de potencia y topologías de convertidor multinivel, permiten diseños de convertidor con mayores frecuen-

cias de conmutación. Como así se reducen los requisitos de filtrado pasivo, se obtienen mayores densidades de potencia. Pero los filtros de suministro con frecuencias de resonancia elevadas de esos dispositivos pueden afectar a los sistemas de control. Este artículo –el cuarto y último de la serie “Domeñar la fuerza”– describe métodos de control avanzados desarrollados por ABB que resuelven los problemas de resonancia.

## DOMINAR LA FUERZA

ABB Review series, parte IV

En la actualidad se utilizan sistemas de conversión eléctrica de baja tensión (BT) conectados a la red con un “front-end” activo PWM en diversas aplicaciones, muchas de las cuales se encuentran en el catálogo de ABB: accionamientos para motores de cuatro cuadrantes, convertidores eléctricos eólicos, inversores fotovoltaicos (FV), sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) y acondicionadores activos de calidad, por ejemplo.

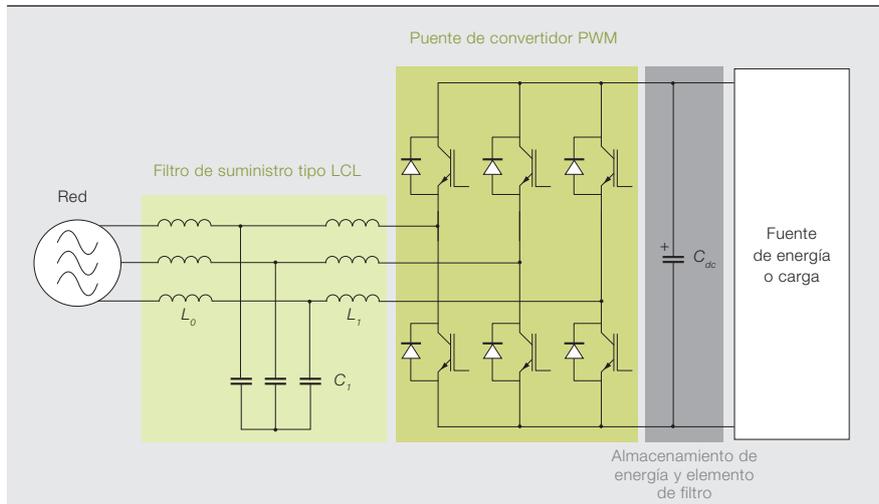
Un “front-end” activo en un sistema de conversión conectado a la red permite utilizar totalmente la capacidad de transferencia de energía del sistema y maximizar la calidad. Además, admite el flujo de energía bidireccional, hacia la red y desde ésta.

El circuito principal de un convertidor de BT típico conectado a la red se ilustra en → 1.

### Imagen del título

Los convertidores eléctricos se utilizan en muchas aplicaciones, como la planta fotovoltaica ilustrada aquí. La posibilidad de que aparezcan frecuencias de resonancia en estos convertidores se elimina con métodos de control avanzados.

### 1 Circuito principal de un convertidor típico LV PWM conectado a la red



Cuando se utiliza un convertidor PWM como interfaz con una red de distribución, suele ser necesario un filtro de suministro entre aquél y ésta para controlar las intensidades de la red y cumplir los requisitos de calidad eléctrica internacionales y nacionales. La estructura de filtro de suministro más común es la llamada filtro LCL, formada por dos juegos de inductores con condensadores de filtrado entre ellos.

El filtro LCL es un filtro de tipo resonante cuya frecuencia de resonancia está sintonizada típicamente entre el 20 y el 40 por ciento de la frecuencia PWM. Esto garantiza una atenuación suficiente de las componentes no deseadas de corrientes de alta frecuencia generadas por el convertidor PWM. El inconveniente de los filtros resonantes es que, sin una amortiguación adecuada, pueden causar una resonancia no deseada en el sistema y hacer inestable el control de la corriente en la red.

### Amortiguación de la resonancia

Hay dos métodos básicos para combatir las resonancias no deseadas: amortiguación pasiva y amortiguación activa. En el primero, se añaden resis-

tencias a la estructura de filtros para amortiguar pasivamente la resonancia. Pero estas resistencias consumen más energía y el rendimiento global del filtrado es menor que con la amortiguación activa.

La amortiguación activa se instala en el sistema de control sin necesidad de modificar físicamente el filtro de suministro. La idea es limitar el ancho de

El inconveniente de los filtros resonantes es que, sin amortiguación, pueden causar una resonancia no deseada en el sistema y hacer inestable el control de la corriente en la red.

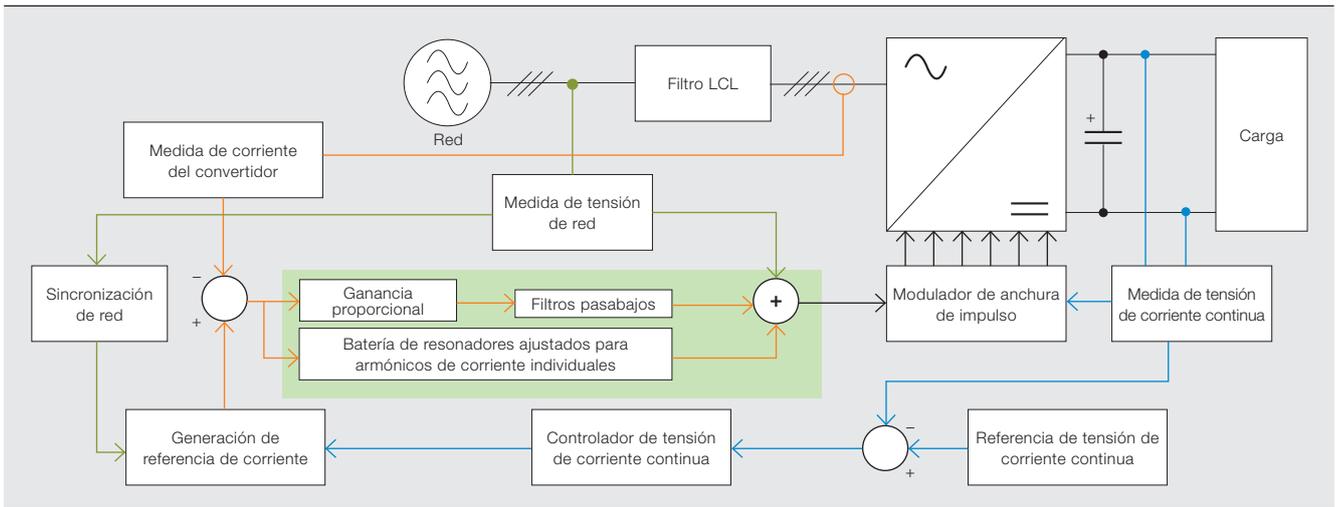
banda del controlador de corriente para que el convertidor PWM no excite la resonancia del filtro LCL o amortiguar activamente la resonancia con realimentación de la tensión o la intensidad del condensador del filtro LCL.

### Método A:

#### limitación del ancho de banda del control

El método más sencillo de tratar la resonancia del filtro LCL es limitar el ancho de banda del controlador de corriente para que esté por debajo de

**2 Control de corriente de red con filtro pasabajos en serie con la ganancia proporcional del controlador de corriente. El controlador de corriente se muestra resaltado.**



la frecuencia de resonancia. Esto puede hacerse añadiendo un filtro pasabajos (LPF) en serie con la ganancia proporcional del controlador de corriente → 2.

En este caso, el LPF afecta solo a la ganancia proporcional, no al banco de resonadores en paralelo que rastrea las componentes individuales de corriente a las frecuencias seleccionadas.

El inconveniente de este método es que no es adaptativo y hace falta la información del filtro LCL y de los parámetros de la red para diseñar el LPF. No obstante, la aplicación de este método no exige ninguna modificación importante del sistema de control, ni mucho esfuerzo de cálculo ni otras medidas adicionales.

El impacto del LPF en la respuesta de frecuencia del controlador de corriente se muestra en → 3.

Si está bien diseñado, el LPF atenúa de forma muy eficaz los picos debidos a la resonancia del filtro LCL y hace al controlador menos sensible a perturbaciones de alta frecuencia.

**Método B: amortiguación de resonancia activa**

La amortiguación de resonancia activa suele utilizar información de la tensión o la intensidad del condensador del filtro LCL. Estos parámetros se pueden medir o calcular. Dado que las medidas adicionales aumentan el cos-

## Hay dos métodos básicos para combatir las resonancias no deseadas: amortiguación pasiva y amortiguación activa.

te del sistema, en los productos comerciales se prefieren los métodos de cálculo.

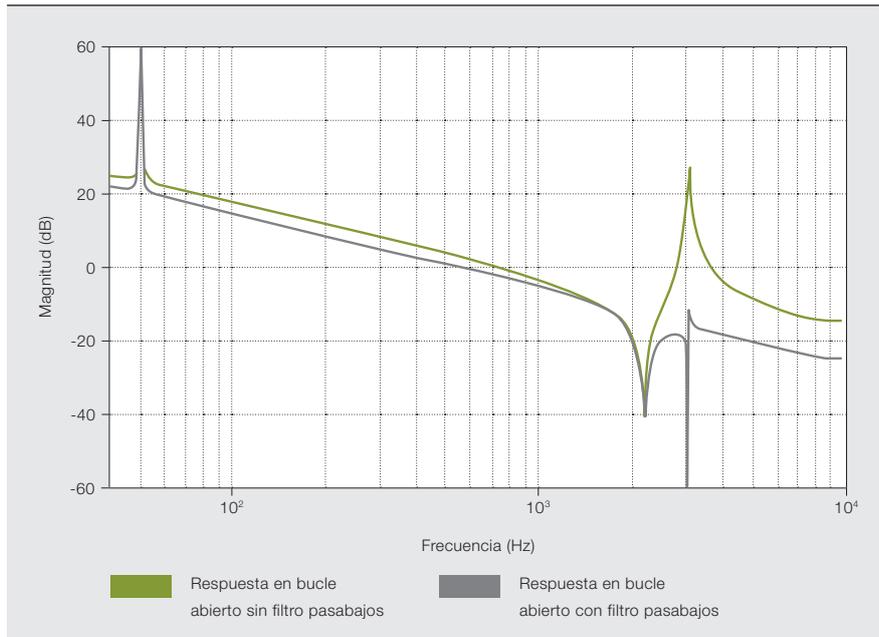
En → 4 se ilustra un diagrama de bloques de un sistema de control de corriente de red con amortiguación de resonancia activa basada en la realimentación de la tensión del condensador del filtro LCL. Para ahorrar mediciones adicionales, se emplea un observador para calcular la tensión del condensador del filtro LCL a partir de la tensión del convertidor y la tensión medida de la red y la intensidad del convertidor [1,2].

El principio operativo de la amortiguación activa es que si empieza a resonar la tensión del condensador del

## DOMEÑAR LA FUERZA

ABB Review series,  
parte IV

### 3 Respuesta en bucle abierto simulada desde la tensión del convertidor a la corriente del lado del convertidor



filtro LCL, la amortiguación activa modificará la tensión de referencia del convertidor para que desaparezca la resonancia.

Como la amortiguación activa sólo debe reaccionar a los armónicos de tensión, se usa un filtro de hendidura o rechaza banda para eliminar el componente fundamental del cálculo de la tensión del condensador. El efecto de la amortiguación activa sobre la respuesta de frecuencia del control de corriente se presenta en → 5.

Cuando se incluye amortiguación activa en el sistema de control, se reduce el pico causado por la resonancia del filtro LCL, lo que mejora la estabilidad del control de la corriente de red.

La mayor ventaja de la amortiguación activa es su naturaleza adaptativa, que la hace eficaz contra las perturbaciones procedentes de la red. Como en todos los métodos activos, el ancho de banda de la amortiguación activa está limitado por las frecuencias de muestreo y de la portadora de

PWM. Por lo tanto, para asegurar un buen comportamiento, la frecuencia de la portadora de PWM debe ser al menos tres a cuatro veces mayor que la de resonancia del filtro LCL.

#### Verificación experimental

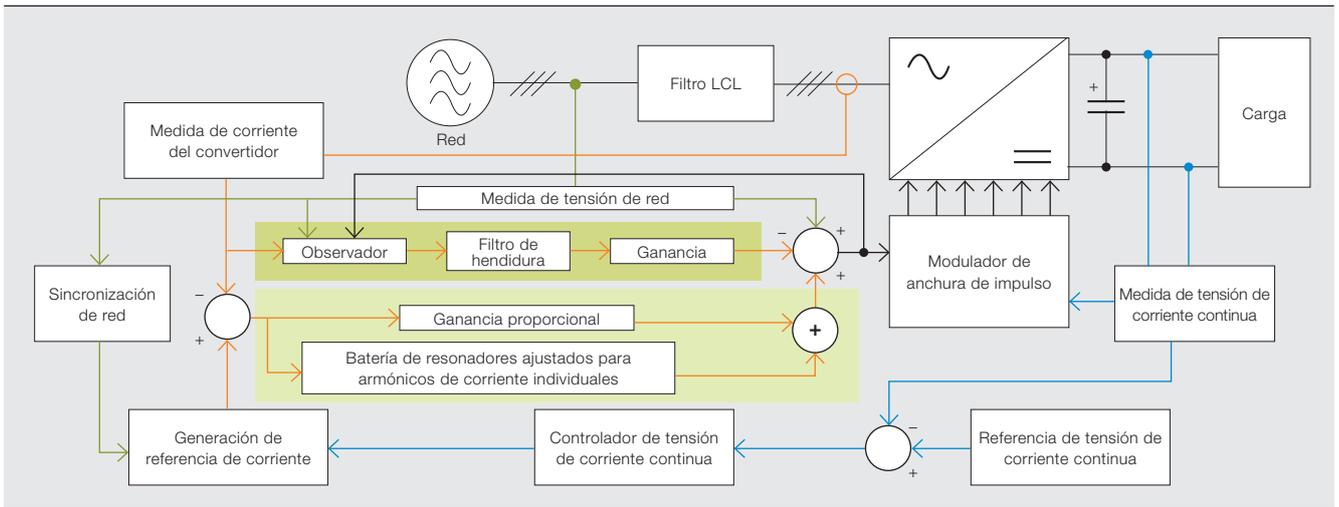
Se ha verificado experimentalmente el comportamiento de los dos métodos de control presentados en un rectificador PWM trifásico, conectado a una red de 40 kVA con una carga resistiva.

## La amortiguación activa se instala en el sistema de control sin necesidad de modificar físicamente el filtro de suministro.

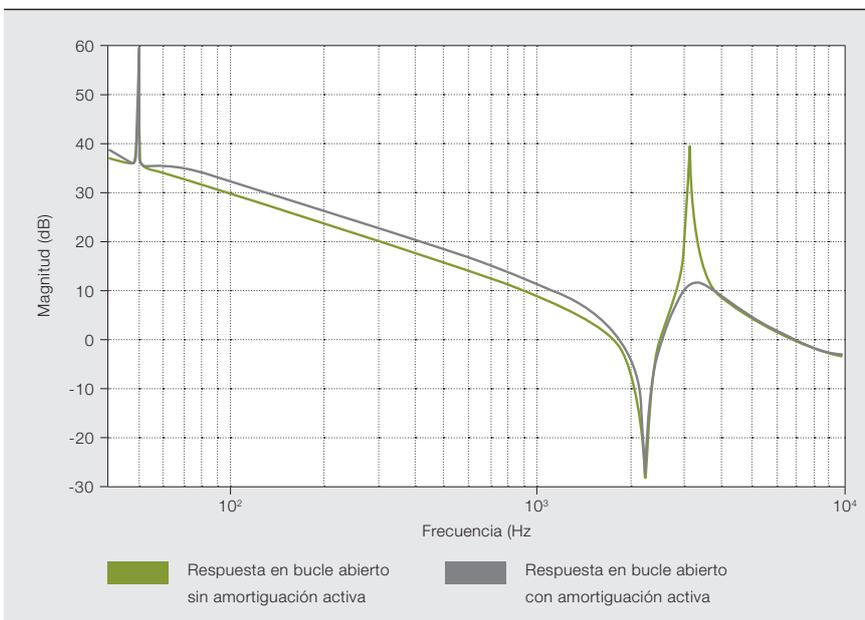
El convertidor se ha conectado a una red trifásica de BT de 400 V. El sistema de control se ha incorporado a un procesador de señal digital de punto flotante de 32 bits y 300 MHz.

La frecuencia portadora de PWM es 10 kHz y la frecuencia de ejecución de muestreo y control, 20 kHz. La frecuencia de resonancia del filtro LCL es de unos 3,2 kHz.

**4 Amortiguación de resonancia activa basada en la realimentación de tensión del condensador del filtro LCL. La parte de la amortiguación activa se muestra resaltada.**



**5 Respuesta en bucle abierto simulada desde la tensión del convertidor a la intensidad del lado del convertidor con y sin amortiguación de resonancia activa.**

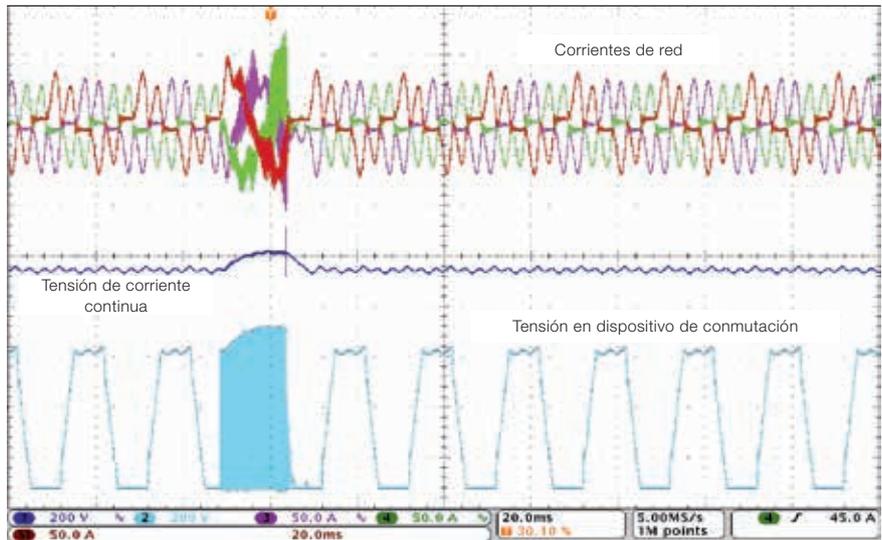


→ 6 demuestra lo que sucede si no se tiene en cuenta la resonancia del filtro LCL en el sistema de control. El control de la corriente de la red es inestable y el convertidor se para debido al disparo por la sobreintensidad causada por las corrientes resonantes de la red.

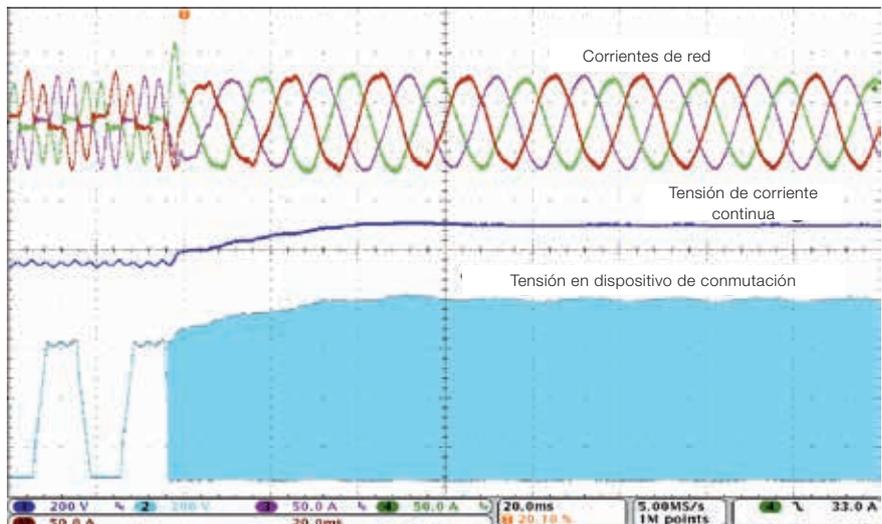
→ 7 muestra que con un LPF bien diseñado en serie con la ganancia proporcional del controlador de corriente no se produce resonancia en la intensidad de red y el convertidor arranca normalmente. Se consigue un comportamiento en el arranque casi idéntico con amortiguación activa. Pero solo la amortiguación

La amortiguación de resonancia activa suele utilizar información de la tensión o la intensidad del condensador del filtro LCL. Estos parámetros se pueden medir o calcular.

**6 Intento de arranque de convertidor sin tener en cuenta la resonancia del filtro LCL en el sistema de control.**



**7 Arranque del convertidor cuando se coloca un filtro pasabajos bien diseñado en serie con la ganancia proporcional del controlador de corriente.**



activa maneja las resonancias originadas en la red y se adapta a una frecuencia de resonancia variable.

**Métodos complementarios**

Los convertidores conectados a una red que tienen filtros de suministro compactos a altas frecuencias de conmutación complican el control de la corriente de la red. Manejar frecuencias de resonancia elevadas exige mucho ancho de banda de control, pero éste no debería ser demasiado sensible a las perturbaciones de alta frecuencia. Los dos métodos descritos se han desarrollado expresamente para esta situación.

Con los procesadores modernos, la instalación exige un esfuerzo de cálculo marginal y no hacen falta otros sensores de tensión o intensidad.

Aunque los métodos se han presentado como independientes, en realidad son complementarios. Cuando se utilizan juntos, el LPF controla la intensidad menos sensible a las perturbaciones de alta frecuencia y la amortiguación activa maneja todas las perturbaciones detectables en la tensión del condensador del filtro LCL. Esto hace innecesario el diseño preciso del LPF.

Pruebas experimentales han demostrado que ambos métodos proporcionan un control estable de la corriente

de red con un filtro LCL compacto sin comprometer la respuesta dinámica del sistema de control.

**Sami Pettersson**

ABB Corporate Research  
Baden-Dattwil, Suiza  
sami.pettersson@ch.abb.com

**Referencias**

- [1] G. Escobar *et al.*, "Control of single-phase inverter connected to the grid through an LCL filter," in *IECON 2012 – 38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society*, Montreal, Quebec, Canada, 2012, pp. 3406–3411.
- [2] A. Coccia *et al.*, "Control method for single-phase grid-connected LCL inverter," European Patent 2 362 515, July 25, 2012.

## Consejo de redacción

### Bazmi Husain

Director de Tecnología  
I+D y tecnología del Grupo

### Ron Popper

Jefe de Responsabilidad empresarial

### Christoph Sieder

Responsable de comunicaciones corporativas

### Ernst Scholtz

Director de Estrategia de I+D  
I+D y tecnología del Grupo

### Andreas Moglestue

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

## Editorial

ABB Review es una publicación de I+D  
y tecnología del Grupo ABB.

ABB Technology Ltd.  
ABB review  
Affolternstrasse 44  
CH-8050 Zúrich  
Suiza  
abb.review@ch.abb.com

ABB Review se publica cuatro veces al año en inglés, francés, alemán y español. ABB Review 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 suscríbese en línea en [www.abb.com/abbreview](http://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.

Editorial y copyright © 2016  
ABB Technology Ltd.  
Zúrich, Suiza

## Impresión

Vorarlberger Verlagsanstalt GmbH  
AT-6850 Dornbirn/Austria

## Diseño

DAVILLA AG  
Zúrich, Suiza

## Cláusula de exención de responsabilidad

La información contenida en esta revista refleja el punto de vista de sus autores y tiene 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](http://www.abb.com/abbreview)



Avance 3116

# Dos aniversarios

El año 2016 es doble motivo de celebración para ABB. Se cumplen 125 años de la fundación de BBC (una de las dos empresas predecesoras de ABB) en Baden, Suiza, y también 100 años de la inauguración por ASEA (la otra empresa predecesora) del primer centro de investigación del grupo.

El número 3/2016 de ABB Review estará dedicado a estos dos aniversarios y a los numerosos descubrimientos y avances realizados a lo largo de la rica y sugestiva historia de la empresa.

Los aniversarios son una ocasión para mirar el pasado y celebrarlo, pero también para reflexionar sobre el futuro. Además de la perspectiva histórica, el número del aniversario recogerá tendencias presentes y futuras en investigación y tecnología.



## Edición para tablet

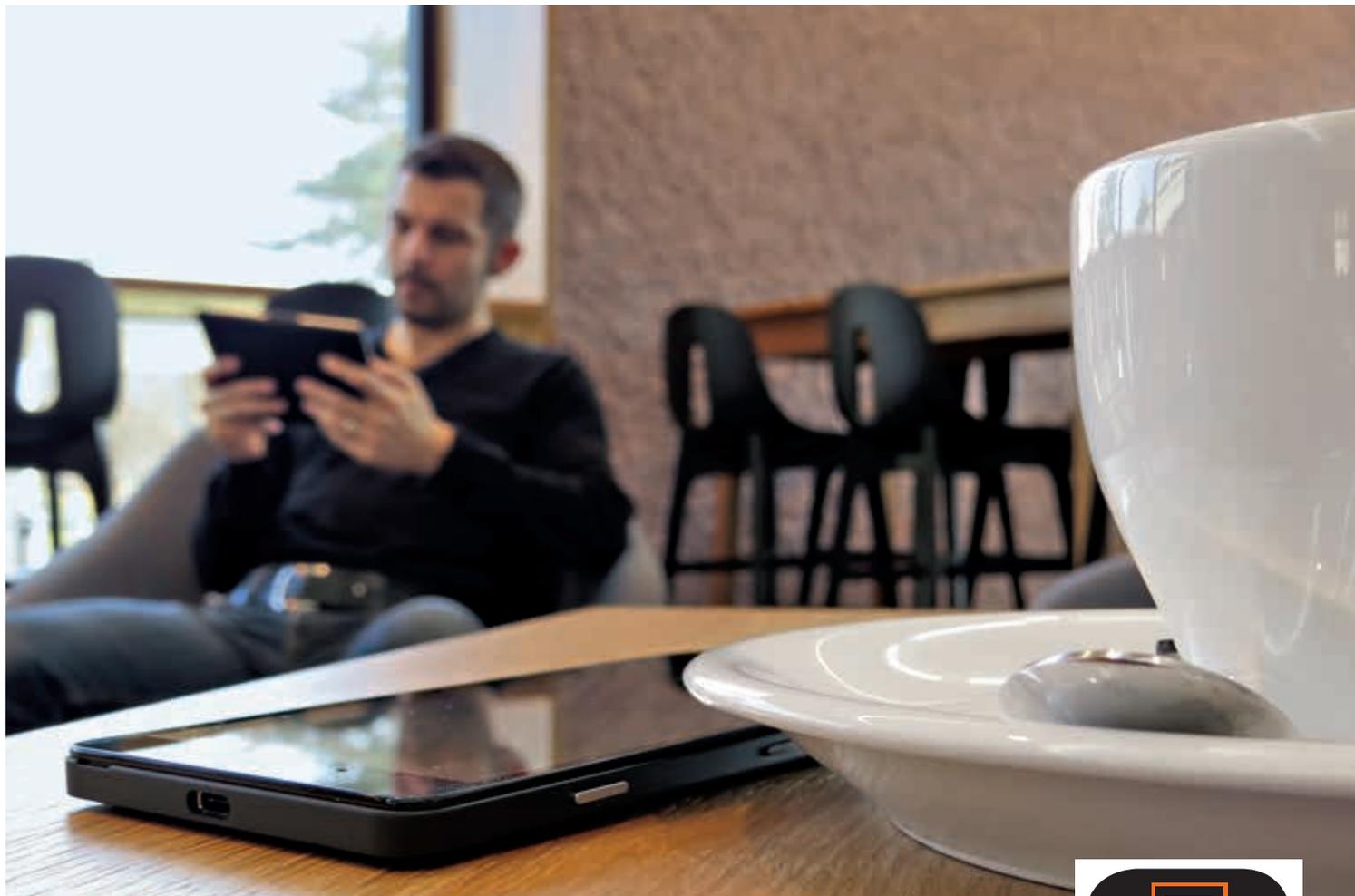
ABB Review también en su tablet. La encontrará en <http://www.abb.com/abbreviewapp>



## Manténgase informado

¿Alguna vez se ha perdido un número de ABB Review? Regístrese para recibir un aviso por correo electrónico en <http://www.abb.com/abbreview> y no vuelva a perderse ningún número.

Cuando se registre para recibir este aviso, recibirá también un correo electrónico con un enlace de confirmación. No olvide confirmar el registro.



## Technological innovation articles when and where you want them?

Check out the ABB Review app with lots of handy functions. Available immediately in four languages, it features interactive functionality for your tablet and smartphone, fully searchable content, integration of picture galleries, movies and animations. Available for iOS and Android devices.  
<http://www.abb.com/abbreview>



Definitely.