

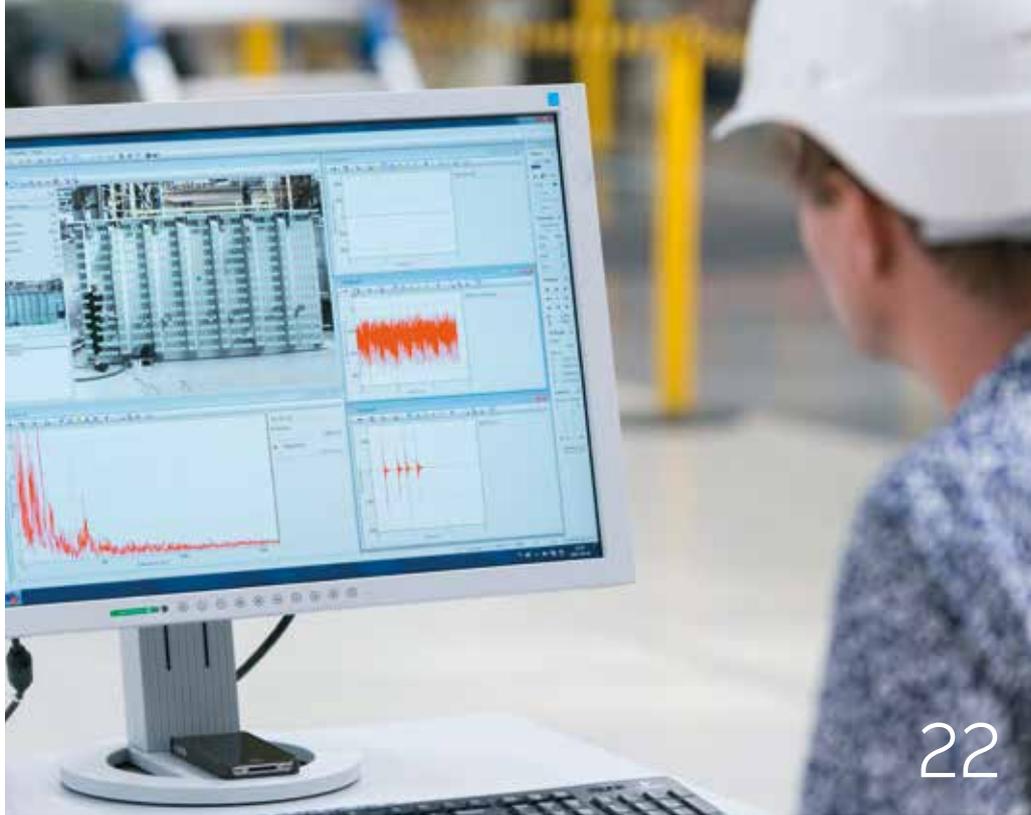
review

02|2018 es

La excelencia en el diseño



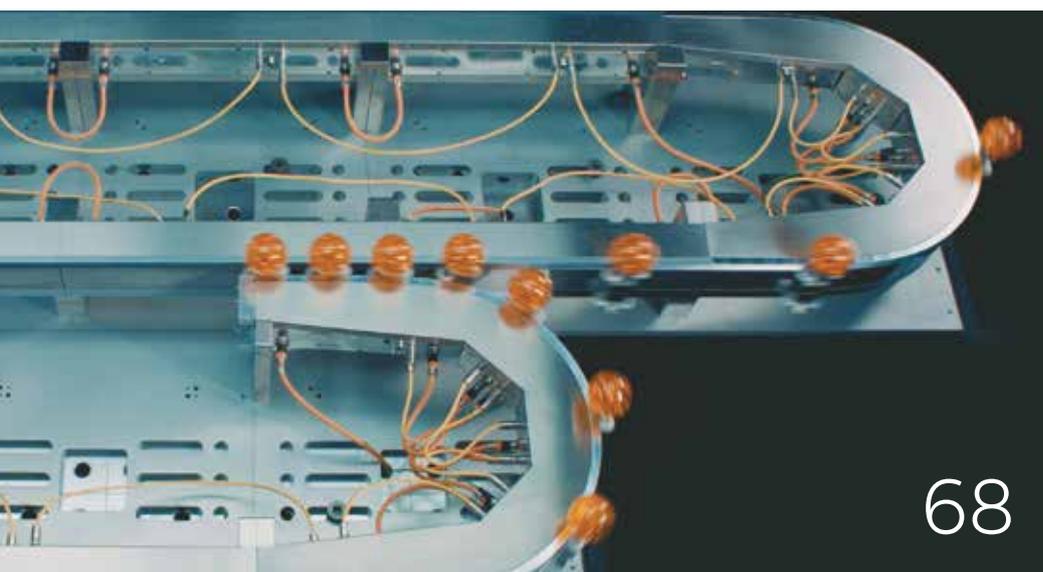
-
- 06–27 La excelencia en el diseño
 - 28–65 Sistemas digitales y análisis
 - 66–81 Movimiento
 - 82–93 Energía



Análisis vibroacústicos de transformadores



Interruptor automático de transferencia TruONE™



Transporte inteligente de productos en la línea



Entender lo complejo



Gemelo digital del caudalímetro electromagnético



Análisis rápidos y de alta resolución de bobinados

05 Editorial

La excelencia en el diseño

- 08 Entender lo complejo
- 16 Simulación de bornas de alta tensión
- 22 Análisis vibroacústicos de transformadores

Sistemas digitales y análisis

- 30 Cambio de cultura del servicio de aguas
- 38 Aprovechamiento del control avanzado de procesos
- 46 ORKAN prueba máquinas movidas por ABB Ability™
- 52 Análisis rápidos y de alta resolución de bobinados
- 58 Gemelo digital del caudalímetro electromagnético

Movimiento

- 68 Transporte inteligente de productos en la línea
- 74 Personalización en masa flexible
- 76 Accionamientos sin engranajes para cintas transportadoras

Energía

- 84 Interruptor de generador mejorado
- 90 Interruptor automático de transferencia TruONE™

Desmitificación de términos técnicos

- 94 Gemelo digital

95 Consejo editorial

La excelencia en el diseño es esencial para todo, desde la integridad y funcionalidad de estructuras físicas, como edificios y máquinas, hasta el funcionamiento integrador de sistemas de gestión de datos sobre la energía. Exige un conocimiento profundo del funcionamiento de las cosas y de sus interrelaciones y capacidad para imaginar y construir lo posible. Este número de ABB Review se centra en la innovación que lleva a la excelencia en el diseño.

**Agradecemos sus comentarios:
abb.com/abbrevreview**

EDITORIAL

La excelencia en el diseño



Estimado lector:

¿Qué caracteriza a un producto bien diseñado? En un contexto industrial, ya no basta con que un producto realice sus tareas de manera impecable. Ahora el dispositivo debe ser consciente de sí mismo y encajar a la perfección con el resto de la planta y la cadena de valor. Compartiendo flujos de datos, procesos e inteligencia gracias a la digitalización, el dispositivo pasa a formar parte de un entorno de producción digitalizado avanzado en el que el todo es mucho más que la suma de sus partes.

La disponibilidad y el intercambio de información digital conforman el núcleo del concepto de «gemelo digital». Además de recoger los flujos y las tendencias de datos individuales, también se recoge digitalmente información física y contextual que permite modelizar o predecir el comportamiento de un dispositivo o un sistema completo. Pueden simularse parámetros no observables o futuros. Un gemelo digital elimina la incertidumbre durante el diseño y la configuración, apoya las aplicaciones y garantiza la disponibilidad y la fiabilidad controlando las condiciones y los servicios avanzados.

Confío en que este número de ABB Review le descubra algunos aspectos quizá menos conocidos de la digitalización.

Que disfrute de la lectura.

Bazmi Husain
Director de Tecnología



La excelencia en el diseño



ia

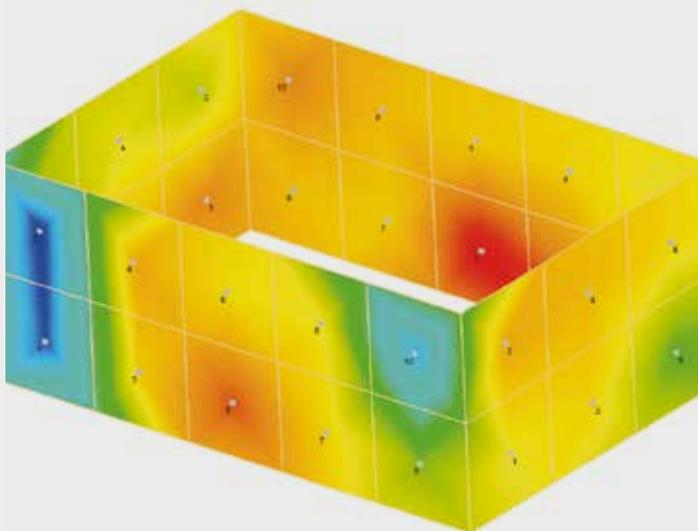
o



Puede decirse que la imprevisibilidad y el ruido demuestran la ausencia de visibilidad en un sistema; ABB innova en la forma de descubrir estas dependencias y patrones para después modelizar el rendimiento óptimo en áreas como los entornos de control de procesos, los componentes HVDC y los transformadores.

- 08 Entender lo complejo
- 16 La simulación numérica mejora las prestaciones de las bornas y reduce los costes
- 22 Análisis vibroacústicos de mitigación del ruido en transformadores

16



08

LA EXCELENCIA EN EL DISEÑO

Entender lo complejo

La Industria 4.0 y los avances asociados en el mundo digital están marcando el inicio de una nueva era que promete reformar los entornos de control de procesos, haciendo más manejable y comprensible una amplia gama de tareas.

Martin Hollender
ABB Corporate Research
Ladenburg, Alemania

martin.hollender@de.abb.com

Tone Grete Graven
ABB Industrial Automation
Oslo, Noruega

tone-grete.graven@no.abb.com

Jeton Partini
Pierre Schäring
CGM, Future Operation
Center
Boras, Suecia

jeton.partini@se.abb.com
pierre.scharing@se.abb.com

La Industria 4.0, la cuarta revolución industrial basada en sistemas ciberfísicos, está reconfigurando los entornos de control de procesos; esta revolución está impulsada por tecnologías como la digitalización, el Internet de las cosas, big data, la inteligencia artificial y la realidad virtual. Estas tecnologías prometen hacer más comprensibles y manejables muchas tareas cada vez más complejas, como la detección y el diagnóstico de fallos y la optimización de los procesos.

—
Los sensores baratos y la IA ya hacen posible que un único operario gestione una sección completa de la planta.

Además, están abriendo la puerta a los centros de control en red del futuro. No obstante, para dar fruto, estos avances requerirán entornos de trabajo colaborativos avanzados y una plantilla de alto rendimiento.



Igual que los vehículos autónomos están llamados a transformar el sector del transporte, los sofisticados programas de automatización digital están cambiando drásticamente el funcionamiento de los procesos industriales. Impulsados por sensores baratos y potentes algoritmos de inteligencia artificial capaces de reconocer imágenes, vigilar vibraciones y otro sinfín de tareas, estos programas sustituyen cada vez más a la detección humana. De hecho, en muchos casos, ya hacen posible que un único operario gestione una sección completa de la planta.



01

—
01 Las plantas modernas de tratamiento de hidrocarburos tienen infinidad de subsistemas que deben colaborar sin fisuras. El tratamiento optimizado de los datos es la clave.

No obstante, los resultados siguen distando mucho de lo ideal. Aunque los sistemas integrados de información industrial recopilan datos operativos que permiten la colaboración [1] y ponen a

—
¿Por qué no se aprovecha todo el potencial de Industria 4.0? La respuesta está en la complejidad.

disposición de las personas adecuadas datos en tiempo real, McKinsey [2] ha demostrado que, en el caso de las plataformas marinas, solo se utiliza una pequeña parte de los datos como base para la toma de decisiones →2.

Disponibilidad de los datos: desglose de los silos de datos

¿Por qué no se aprovecha todo el potencial de Industria 4.0? La respuesta está en la complejidad. Las plantas de proceso modernas son sistemas muy interrelacionados. Un problema en una parte de un proceso tiende a propagarse por los diferentes subsistemas y componentes de la planta. Los sistemas de automatización avanzados añaden interacciones dinámicas entre estos componentes, lo que dificulta una evaluación clara de los posibles problemas. A esta complejidad inherente a los sistemas se añade el factor humano, que puede requerir la colaboración de un equipo multidisciplinar y especializado, a menudo de un proveedor externo.

		Comentario	Fuente
	Personas y procesos	0% Programa basado predominantemente en intervalos de mantenimiento recomendados por el OEM (fabricante de equipamiento original)	Entrevistas con personal operativo
	Despliegue	< 1% No se dispone de interfaz que permita un análisis en tiempo real que "alcance" la extraterritorialidad	
	Análisis	< 1% Informes limitados a algunos KPI (indicador clave de rendimiento) que son supervisados en una guía retrospectiva de BI y KPI	Ensayo de BI y KPI
	Gestión de datos	1% No se puede acceder a los datos en tiempo real, permitiendo únicamente un análisis "ad hoc"	Guía de la infraestructura y ancho de banda entre infraestructuras locales y extraterritoriales
	Infraestructura	60% Únicamente ~ 1% se puede transmitir localmente para el uso diario	
	Captura de datos	100% 40% de la totalidad de datos no se guarda nunca – el resto se guarda localmente	Estimación de la capacidad de almacenamiento (en el recurso de más capacidad)

Se han medido ~ 30.000 etiquetas

02

Por desgracia, la colaboración entre personas de diferentes disciplinas, lugares y organizaciones →3 se ve a menudo dificultada por el hecho de que los datos necesarios para resolver el problema están ocultos dentro de silos de información. Además, muchas empresas carecen de la organización y los procesos de trabajo necesarios para apoyar la colaboración multidisciplinar, por lo que tienden a trabajar según un enfoque de relevos en lugar de en colaboración. Las empresas apenas se percatan de estos retos.

La idea es prestar al trabajador industrial el mismo nivel de apoyo digital que disfrutan desde hace años los empleados de oficina.

De hecho, la mayoría tiene claro que la tendencia hacia niveles crecientes de datos generados digitalmente les obliga a mejorar la forma de trabajar para ser competitivas.

Las empresas avanzadas responden mejorando la eficacia de la plantilla con tecnologías digitales. Por ejemplo, muchas están introduciendo políticas BYOD (siglas en inglés de «Trae tu propio dispositivo»), así como soluciones que permiten a los empleados trabajar con eficacia estén donde estén, en la sala de control, en la planta o a distancia. La idea, a grandes rasgos, es proporcionar al trabajador industrial el mismo nivel de asistencia digital que se ha proporcionado a los empleados de oficina durante años.

La información antes oculta dentro de sistemas de control o herramientas patentadas está cada vez más accesible gracias a la mejora de la conectividad y la integración entre sistemas y capas de red. A su vez, esta tendencia está abriendo las puertas a aplicaciones basadas en Internet que respaldan la consolidación de los datos de diferentes sistemas y herramientas y facilitan el acceso desde cualquier lugar. En definitiva, el fácil acceso a los datos y un entorno de trabajo común es el primer paso para una colaboración eficaz que respalde el proceso. Las mejoras de las técnicas analíticas y de visualización también ayudan a los trabajadores a entender las crecientes cantidades de datos.

—
02 Solo un pequeño porcentaje de los datos generados en muchos procesos industriales se utiliza como base para la toma de decisiones.

—
03 Colaboración entre ubicaciones, disciplinas y organizaciones.

Otras tendencias tecnológicas también respaldan un nuevo enfoque de colaboración para el trabajo. La tecnología de videoconferencia ha madurado y permite disponer de centros de operaciones remotos que respaldan salas de control locales con enlaces de vídeo abiertos entre ubicaciones. La tecnología de videoconferencia de alta calidad con dispositivos móviles o estaciones de trabajo personales permite a los operarios el acceso inmediato a expertos remotos.

Las tecnologías digitales están desdibujando los límites entre el trabajo local y a distancia.

La tecnología digital que facilita el acceso a la información, con independencia de la localización, combinada con la videoconferencia que respalda la colaboración remota, están desdibujando los límites entre trabajo local y a distancia.

Penetración en el funcionamiento del proceso

Los sistemas modernos de automatización cubren la mayoría de los aspectos del funcionamiento normal, pero también manejan muchas situaciones anómalas. Las técnicas de control avanzadas, como el control predictivo basado en modelo (MPC) y el control basado en el estado (SBC) [6], permiten automatizar tareas muy complejas, como la puesta en marcha de una planta industrial. De hecho, el control automático es más eficaz que el humano. En consecuencia, los operarios participan cada vez menos en los bucles de control internos que están directamente en contacto con los procesos. Sus tareas son más de supervisión [7], donde el operario gestiona y supervisa numerosos módulos de control. Pero la menor participación en el control directo del proceso reduce las posibilidades de conocerlo a fondo mediante la formación en el lugar de trabajo, un problema que se puso dramáticamente de manifiesto con la pérdida del vuelo AF447 [8].



Para asumir el control en caso de fallo de la automatización, los operarios necesitan mayor cualificación y un conocimiento profundo de los procesos técnicos, los sistemas de automatización y los módulos de control. La formación con simuladores es indispensable para llegar a conocer el proceso.

Industria 4.0 no solo influye sobre los flujos y la disponibilidad de la información, sino también sobre el control de la calidad industrial.

Los operarios también deben participar muy activamente en la optimización de las operaciones de proceso, ya que esto les ayuda a adquirir los conocimientos necesarios para asumir el control en caso de fallo de la automatización.

La Industria 4.0 no solo tiene una enorme influencia sobre los flujos y la disponibilidad de la información, sino que también está llamada a tener un gran impacto sobre el control de la calidad industrial [9]. Las técnicas de big data permiten destilar los datos históricos del proceso en algoritmos que predicen la calidad de la producción [10]. Los problemas pueden detectarse pronto para tomar contramedidas antes de que el impacto sea importante. Antes, el operario tardaba muchos años en acumular una experiencia comparable.

Los especialistas remotos también son decisivos para evitar fracasos. Así, en el caso del vertido de petróleo en la plataforma Deepwater Horizon [11], el informe de la investigación señala que un factor que contribuyó al accidente fue la interpretación errónea de las mediciones. Es muy probable que el asesoramiento a distancia de expertos muy cualificados hubiera evitado el accidente.

04



—
04 Puesto de
trabajo ampliado.

Optimización del rendimiento de los procesos

Los indicadores clave del rendimiento (KPI) para las operaciones del proceso en áreas como el rendimiento del bucle de control, la gestión de alarmas, la eficiencia energética y la eficiencia global de los equipos se describen con detalle en [12]. La gestión de estos KPI no suele ser tarea del operario, pero es cada vez más importante para garantizar los buenos resultados de la producción. Áreas como las operaciones, el mantenimiento y la analítica deben gestionarse de forma integral para conseguir los mejores resultados. Muchas de las tareas asociadas pueden realizarse en centros de servicios internos centralizados o subcontratarse a proveedores de servicios externos especializados.

Un reto será el diseño de entornos de colaboración integrados en comunidades de servicio remotas.

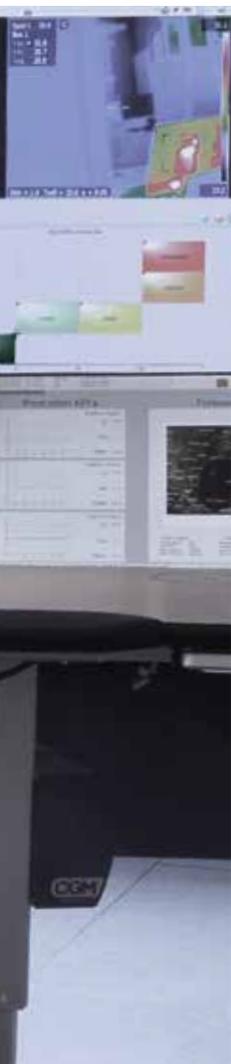
Los objetivos típicos son el aumento del rendimiento, la eficiencia y el tiempo de actividad de la planta [13]. Pueden alcanzarse con un método estructurado para revelar las fuentes de variación y alteración del proceso y las respuestas a estas. Reduciendo las variaciones del proceso se aumenta la flexibilidad operativa, la regularidad, la seguridad y la integridad de la planta y disminuye la producción no conforme, los costes energéticos, el impacto medioambiental, el estrés del operario y el desgaste de los equipos.

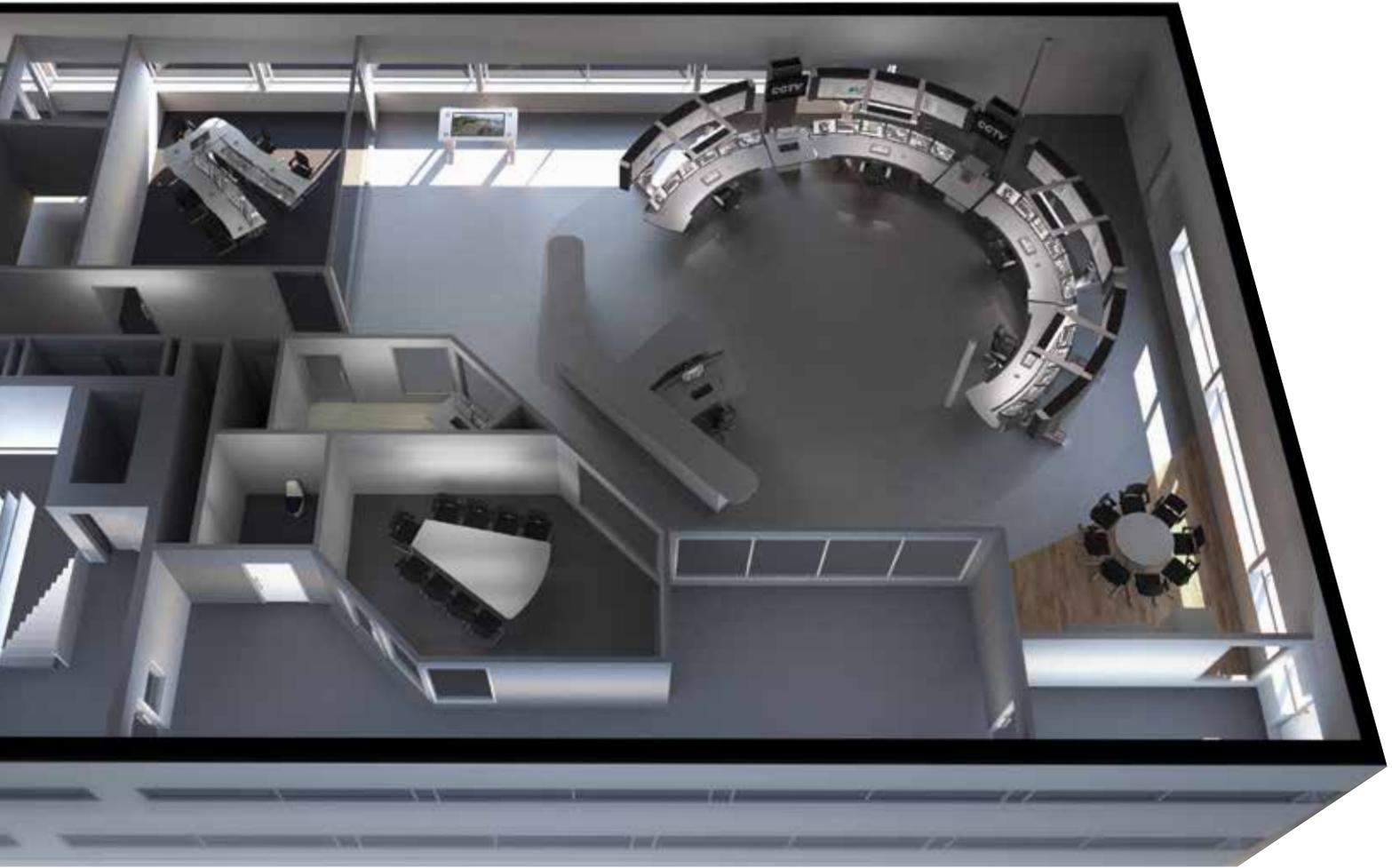
Dow Chemical es un ejemplo: ha introducido una capa analítica global que convierte grandes cantidades de datos en información e indicadores fácilmente comprensibles [14]. Gracias a ello, expertos de un centro de tecnología analítica centralizado pueden apoyar a las plantas de todo el mundo para determinar los obstáculos de fabricación, mejorar las eficiencias y desarrollar buenas prácticas.

Las salas de control y los operadores del futuro

Como ya indicamos, las partes más sencillas del trabajo tradicional de los operarios se han automatizado. Los operarios modernos tienen ahora un perfil muy diferente del de sus predecesores. Supervisan numerosos módulos de control y deben ser capaces de diagnosticar rápidamente situaciones complejas, colaborar con diversas unidades de apoyo y coordinar a los operadores sobre el terreno y al personal de mantenimiento. Deciden cuándo es el momento de recurrir a especialistas externos y gestionar la integración de expertos remotos. Para desarrollar todo su potencial, necesitan un entorno de trabajo que respalde estas actividades.

En este sentido, un reto será el diseño de entornos de colaboración que sustituirán a las salas de control tradicionales. Estos centros no tendrán que estar físicamente próximos al proceso, pero sí deberán estar mucho mejor integrados con las comunidades de servicio remotas de la propia empresa y con los proveedores de servicios correspondientes.





05

La participación de diseñadores de salas de control con experiencia desde una etapa temprana será esencial para el diseño de centros de operaciones colaborativos de nueva generación. Estos

—

En los centros de control del mañana, los operarios adoptarán un enfoque predictivo de la analítica y la resolución de problemas.

centros requerirán un enfoque totalmente nuevo que tenga en cuenta todo el potencial de Industria 4.0. A medida que la forma tradicional de crear salas de control se quede obsoleta, habrá que definir buenas prácticas nuevas.

Los nuevos centros tendrán menos operarios, y estos adoptarán un enfoque predictivo del análisis y la resolución de problemas. Para ello, los operarios tendrán que estar muy cualificados y ser capaces de interactuar con otras muchas funciones especializadas, como la asistencia de TI/TO, la asistencia multifuncional, la asistencia técnica y a distancia, la gestión de riesgos de activos, el manejo de alarmas, la seguridad, la ciberseguridad y la gestión del mantenimiento.

La comunicación interactiva frecuente con un abanico muy amplio de especialistas de servicio remotos, algo que todavía es raro en la actualidad, pero que será la norma mañana, exige un nuevo examen de factores como el diseño de salas, zonas de trabajo, monitores, cámaras, herramientas analíticas y espacios de trabajo de colaboración remota.

—
05 El nuevo centro de operaciones colaborativo.

Aunque trabajar en un entorno 24/7 puede ser emocionante, también puede reducir la esperanza de vida. A la vista de ello, →4 presenta una plataforma capaz de adaptarse e incluso automatizarse para satisfacer las necesidades de cada usuario. Por ejemplo, la distancia entre los ojos y los monitores puede ajustarse automáticamente para reducir la sobrecarga ocular, y la iluminación puede cambiar a lo largo del día para optimizar los ritmos circadianos. Además, la analítica de big data permite crear un programa de mejora «diario» basado en datos para los operadores.

—
Cabe esperar que el desarrollo tecnológico basado en las necesidades de los operarios transforme el entorno de trabajo del mañana.

→5 ilustra el nuevo centro de operaciones colaborativo diseñado para una empresa de energía y medio ambiente. Cinco salas de control tradicionales con 12 operarios serán sustituidas por un nuevo centro de operaciones colaborativo en el que participarán dos operarios que podrán solicitar el apoyo de especialistas remotos.

Operarios de nueva generación

A medida que los centros de control se transforman en centros de colaboración, un gran reto será atraer a la nueva generación de operarios, una generación para la que la conexión entre la ergonomía personal y la salud es fundamental. Este factor cada vez más importante exige diseños del centro de trabajo que no solo minimicen los ruidos y optimicen factores como la iluminación y la calidad del aire, sino que también tengan en cuenta aspectos del entorno de trabajo psicosocial como la gamificación, la colaboración, el espacio individual, la flexibilidad, el aprendizaje, la sostenibilidad, la presencia social, el compromiso emocional y la creatividad. En conjunto, cabe esperar que el desarrollo tecnológico basado en las necesidades de los operarios transforme el entorno de trabajo del mañana. ●

Referencias

[1] Pfeffer, J.; Graube, M.; Reipschlaeger, P.; et al.

[2] McKinsey Digital. Industry 4.0; 2015.

[3] Otten, W. Industrie 4.0 Und Digitalisierung. atp edition, 2016, 58, 28–32.

[4] Nimmo, I. Operator Effectiveness and The Human Side of Error; CreateSpace, 2015.

[5] Hollender, M. Collaborative Process Automation Systems; ISA: Triangle Park, North Carolina, 2010.

[6] Sheridan, T.B. Telerobotics, Automation, and Human Supervisory Control; MIT Press: Cambridge, MA, USA, 1992.

[7] BEA. Final Report On the Accident on 1st June 2009; 2012.

[8] Lorenz, M.; Rübmann, M.; Strack, R.; Lueth, K.L.; Bolle, M. BCG Perspectives: Man and Machine in Industry 4.0; 2015.

[9] Atzmueller, M.; Klöpfer, B.; Mawla, H.A.; Jäschke, B.; Hollender, M.; Graube, M.; Arnu, D.; Schmidt, A.; Heinze, S.; Schorer, L.; Kroll, A.; Stumme, G. Big data analytics for proactive industrial decision support. atp edition, 2016, 58, 62–74.

[10] National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling. Deep Water The Gulf Oil Disaster and the Future of Offshore Drilling Report to the President; 2011.

[11] Hollender, M.; Chioua, M.; Schlake, J.; Merkert, L.; Petersen, H. KPI-based Process Operation. atp edition, 2016, 58, 52–61.

[12] Bieker, H.P.; Slupphaug, O.; Johansen, T.A. Real-Time Production Optimization of Oil and Gas Production Systems: A Technology Survey. SPE Production & Operations, 2007, 22, 382–391.

[13] Colegrove, L.F.; Seasholtz, M.B.; Khare, C. Big Data: Getting Started on the Journey. AIChE CEP Magazine, 2016.

[14] Doppelhamer, J.; Hollender, M. Intelligente Leitwarten. atp edition - Automatisierungstechnische Praxis, 2011, 53, 42.

LA EXCELENCIA EN EL DISEÑO

La simulación numérica mejora las prestaciones de las bornas y reduce los costes

Recientemente, los clientes – especialmente los de China – han solicitado importantes aumentos de los valores de intensidad en los nuevos sistemas de corriente continua de alta tensión (HVDC). Para satisfacer estas nuevas demandas y minimizar los costes de desarrollo, ha habido que emplear simulaciones más avanzadas, especialmente para componentes que trabajen con intensidades críticas, como las bornas.

Remigiusz Nowak
Bogusław Samul
Adam Sitko
ABB Corporate Research
Center
Cracovia, Polonia

remigiusz.nowak@
pl.abb.com
boguslaw.samul@
pl.abb.com
adam.sitko@
pl.abb.com

Christos Athanasopoulos
Jonas Birgerson
ABB Components
Ludvika, Suecia

christos.athanasopoulos@
se.abb.com
jonas.birgerson@
se.abb.com

A lo largo de los últimos años, la capacidad de transporte de las líneas de HVDC ha aumentado hasta 10 a 12 GW. Este aumento ha venido acompañado de otro proporcional de la tensión y la intensidad: mientras que la corriente de prueba típica de los primeros sistemas de 800 kV era del orden de 4000 A, la de los sistemas de HVDC más recientes de 1110 kV llega a ser de 7500 A. Para manejar estas nuevas demandas y minimizar los costes de desarrollo hay que utilizar simulaciones más avanzadas de fluidodinámica computacional (CFD).

Para atender estas demandas y minimizar los costes de desarrollo hay que utilizar simulaciones más avanzadas de CFD.

Bornas: métodos numéricos

Un componente crítico de HVDC que aparece en todas las redes eléctricas son las bornas. Una borna es un conductor aislado que conduce corriente a alta tensión a través de una barrera puesta a tierra (una pared o un transformador) hasta la línea de transporte. Como la borna carece de redundancia operativa, su especificación debe ser muy exigente para asegurar una larga vida útil (hasta 40 años) y sin problemas en condiciones muy diversas y extremas.

ABB tiene científicos con experiencia en muchos tipos de estudios numéricos y con una gran formación teórica y experiencia práctica en el diseño y la fabricación de bornas de CA y CC para UHV (tensión ultra-alta). Un conocimiento sólido de la simulación térmica, eléctrica y mecánica de bornas y aptitud para la construcción de modelos numéricos precisos validados mediante muchas pruebas experimentales hace posible llevar a cabo estudios rápidos y de bajo coste del comportamiento térmico de bornas de alta tensión (AT).

—
01 Banco de pruebas para la gran borna de AT en ABB Ludvika, Suecia.

La popularidad de los métodos numéricos ha aumentado mucho en los últimos 10 años, principalmente por el aumento de la potencia de cálculo y la posibilidad de resolver problemas físicos cada vez más complejos en un tiempo razonable.

—
El análisis numérico permite optimizar el diseño y mejorar las prestaciones antes del ensayo en conformidad con las normas técnicas.

La gran ventaja del análisis numérico es la capacidad de efectuar estudios en profundidad del comportamiento del producto bajo diversas condiciones en un tiempo breve y con un coste razonable. El análisis numérico permite además optimizar el diseño y mejorar las prestaciones antes del ensayo en conformidad con las normas técnicas requeridas.

Hasta hace poco, casi todas las simulaciones térmicas consideraban todos los componentes de la borna, incluso el aceite y el aire, como sólidos; muy raramente se aplicaba la dinámica de fluidos. Pero con la aparición de bornas para muy altas tensiones surgió la necesidad de modelos térmicos nuevos y capaces con tiempos de desarrollo breves. También era necesario integrar varios métodos distintos en un modelo térmico común de bornas.

Efectos térmicos en las bornas

Una simulación térmica proporciona la distribución de temperaturas en una borna para distintas intensidades y temperaturas ambientales. Un estudio de este tipo es esencial, porque ciertos componentes presentan límites de temperaturas muy estrictos y hay que excluir la degradación térmica y la consiguiente avería eléctrica.



Las bornas de condensador constan de tres componentes principales: un aislamiento externo para minimizar las corrientes de fuga y evitar descargas externas, un «condensador» interno con aislamiento capacitivo para distribuir y estabilizar el

—

La simulación térmica de bornas de AT es un ejercicio complejo con muchos parámetros que influyen en el resultado final.

campo eléctrico (el «condensador») y un sistema conductor para transportar la corriente. El núcleo condensador tiene una temperatura crítica a la que las pérdidas en el dieléctrico empiezan a aumentar y disparan una reacción térmica: el aumento de temperatura incrementa las pérdidas del dieléctrico, que a su vez aumenta la temperatura y así sucesivamente, con una realimentación positiva que continúa hasta el fallo térmico.

Para minimizar el riesgo de fallo de bornas del sistema, se cumplen las disposiciones de la norma internacional IEC 60137 y de las normas de ABB más exigentes, que definen las temperaturas máximas admisibles. Las pruebas de aumento de temperatura en bornas reales son complejas y consumen muchos recursos y tiempo, especialmente las más grandes →1.

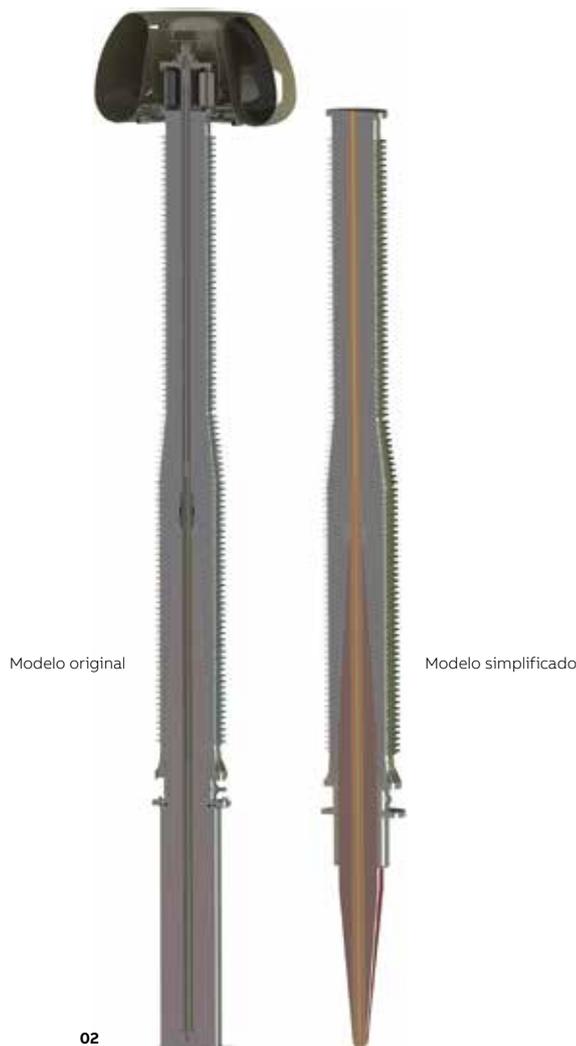
Construcción de un modelo térmico para borna de AT

La simulación térmica de bornas de AT es un ejercicio complejo con muchos parámetros que influyen en el resultado final: pérdidas de calor, tratamiento de los procesos de conducción, convección y radiación térmica, parámetros del material y modelización de la turbulencia en el caso de bornas rellenas de SFe. En general, la simulación térmica puede descomponerse en cuatro etapas:

- Preparación del modelo geométrico
- Generación de la malla de cálculo
- Fijación de los parámetros del modelo numérico
- Análisis numérico y procesamiento posterior de los resultados

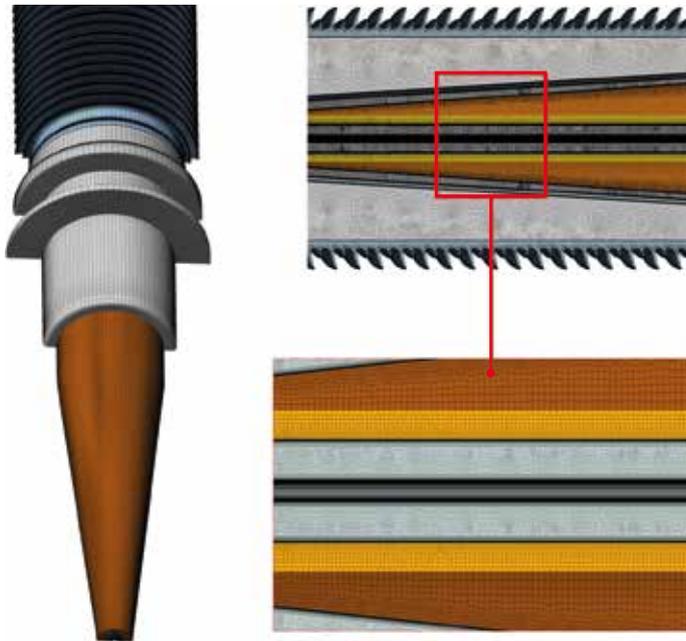
Preparación del modelo geométrico

La preparación del modelo geométrico de la borna suele ser la parte más sencilla del proceso, ya que, en principio, sólo requiere importar y simplificar el modelo CAD del dispositivo. Se retiran del modelo la mayoría de los pequeños elementos tales como tornillos, curvas, etc. para que no ejerzan una influencia observable en los resultados de la simulación →2.



—
02 Ejemplo de simplificaciones del modelo realizadas para preparar un modelo de CAD para simulaciones CFD.

—
03 Ejemplo de malla de cálculo para una borna GGF 600.



03

Generación de la malla de cálculo

Cuando el modelo geométrico esté listo para la simulación, se crea una malla numérica que represente los dominios computacionales. La calidad de la malla es un parámetro importante, pues influye mucho en la velocidad de convergencia del modelo numérico y en la calidad de los resultados. Una malla de poca calidad, con muy pocos elementos, puede ocasionar divergencia en un modelo bien preparado; demasiados elementos aumentarán desproporcionadamente el tiempo de cálculo. Así,

—
La calidad de la malla es un parámetro importante, pues influye mucho en la velocidad de convergencia del modelo numérico y en la calidad de los resultados.

la modelización del flujo de SFe en bornas de GGF exige que las zonas de las paredes próximas al flujo de SFe estén bien malladas para que el flujo de gas en el interior de la borna se produzca únicamente por fuerzas de flotación (flujo de convección natural), que surgen principalmente cerca del conductor “caliente” y las superficies “frías” de la carcasa →3.

Fijación de los parámetros del modelo numérico

Cuando se ha preparado la malla para el cálculo y su calidad es aceptable, se puede pasar al software CFD, donde el problema puede plantearse y resolverse. La configuración del modelo numérico es la parte más compleja de la simulación. Además de algunas funciones comunes de configuración del modelo que permiten ecuaciones energéticas, aplicación de fuerzas de gravedad, etc., la configuración implica otras tareas importantes: definición de pérdidas de calor y materiales; especificación de las condiciones iniciales, de contorno y operativas; caracterización de los modelos de turbulencia y radiación térmica; y selección de valores de resolución.

Análisis numérico y procesamiento posterior de los resultados

En el estudio numérico, los valores requeridos de temperaturas, velocidades, presiones, etc. se calculan en cada celda de la malla de cálculo. El proceso de cálculo es iterativo: a partir de unas condiciones iniciales aleatorias, la solución del problema investigado se va actualizando paso a paso. La corrección de los resultados se comprueba por medio de los llamados residuos, que describen los desequilibrios en las ecuaciones de masa, momento y energía del modelo. Un problema numérico se considera resuelto cuando se minimizan los valores de los residuos, o sea, cuando los campos de temperatura, velocidad o presión del modelo no varían en los pasos de cálculo siguientes. Además, se utilizan herramientas de supervisión definidas por el usuario para seguir valores concretos de la simulación, como velocidad, temperatura y presión; en una solución estable, sus valores deben llegar a ser constantes.

Finalmente, el resultado obtenido debe evaluarse desde los puntos de vista físico y numérico. En esta etapa se puede asimismo confirmar la veracidad del mallado aplicado y las ecuaciones. Esta evaluación exige también afirmar que la simulación cumple el principio básico de conservación de la masa y la energía.

—

Todos los procesos de transferencia de calor en el interior de la borna y en sus límites exteriores deben capturarse adecuadamente para una representación numérica fiable.

Versatilidad y precisión de las simulaciones numéricas

Como ya se ha indicado, todos los procesos de transferencia de calor en el interior de la borna y sus límites exteriores deben capturarse adecuadamente para construir una representación numérica fiable. Paquetes comerciales modernos de simu-

lación FEM (elementos finitos) y FVM (volúmenes finitos), como Ansys Fluent o COMSOL Multiphysics, utilizan algoritmos sofisticados, y todos los modelos que generaron durante el trabajo descrito aquí han demostrado ser precisos →4. Debe tenerse cuidado con las simulaciones térmicas, ya que son muy sensibles a las condiciones de contorno. Por lo tanto, debe especificarse con cuidado la tasa de transferencia de calor en las superficies exteriores del modelo. En muchos casos, es difícil predecir la eliminación de calor del sistema. Por ejemplo, en el caso de convección en el contorno, la migración de calor dependerá de las propiedades del aire o el aceite, su velocidad y temperatura y la forma de la superficie desde la que se disipa el calor.

Se utilizaron resultados de las pruebas de aumento de temperatura de distintos tipos de bornas, junto con informes sobre los parámetros físicos de los materiales, para construir el modelo de la simulación. Inicialmente se fijó como objetivo una precisión con un máximo de ± 2 K de diferencia entre la simulación y los resultados de las pruebas de aumento de temperatura; un comportamiento dentro de este margen confirmaría la simulación como una herramienta de diseño de bornas satisfactoria.



—
04 Ejemplos de los resultados de simulaciones numéricas.

04a Distribución de temperaturas.

04b Líneas de velocidad.

04c Isosuperficies de temperatura.

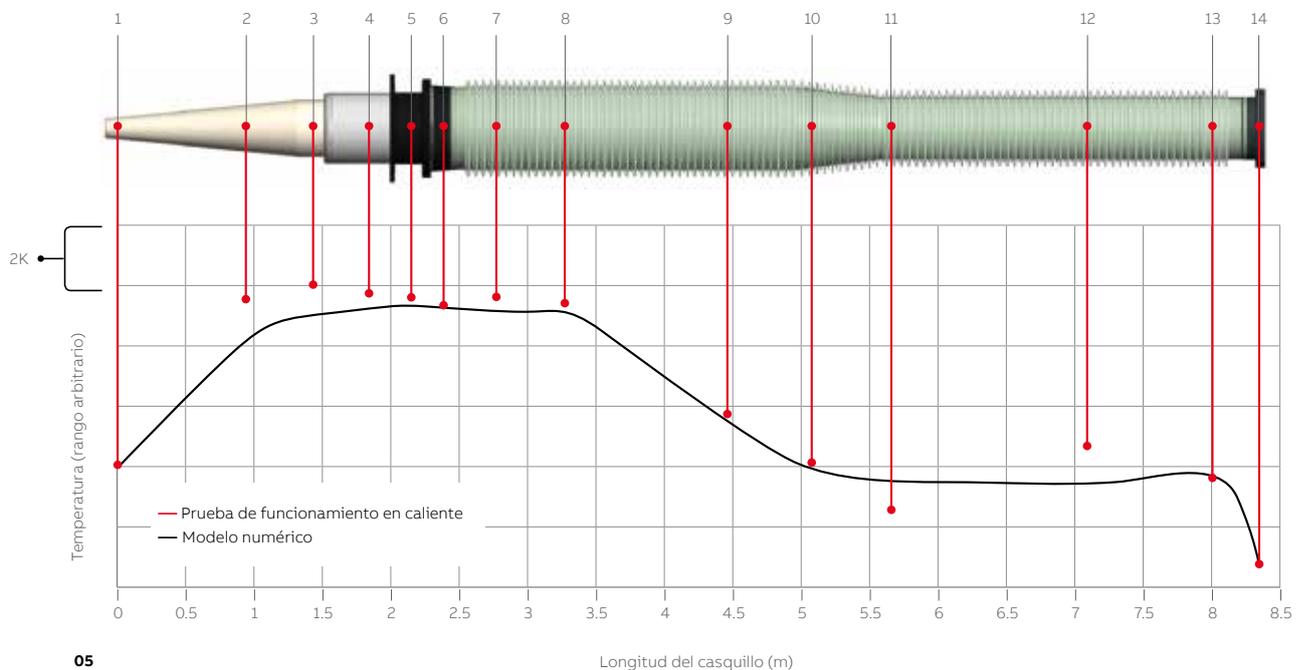
—
05. Distribución de temperaturas a lo largo del conductor. Comparación entre el modelo numérico 3D y los resultados de la prueba de circulación de calor.

En →5 se ilustra un ejemplo de distribución de temperaturas del conductor de una borna medidas durante una prueba de aumento de la temperatura y calculadas numéricamente. La comparación de las curvas muestra que la precisión media del modelo numérico elaborado es de alrededor del 2 por ciento, con una discrepancia máxima de 1,3 K.

—
En general, el nuevo modelo térmico proporcionó resultados que confirman el importante papel de la simulación en ordenador como herramienta adicional en la producción de bornas de AT.

En general, el nuevo modelo térmico proporcionó resultados que confirman el importante papel de la simulación en ordenador como herramienta adicional en la producción de bornas de AT. Durante el desarrollo de las nuevas bornas para proyectos HVDC de 10 GW y 12 GW se emplearon simulaciones numéricas para diseñar bornas con unos valores de intensidades sin precedentes. ●

La figura muestra claramente que, para un modelo teórico y numérico bien preparado, los resultados pueden ajustarse mucho a las pruebas. Esta confirmación abre el camino a nuevos estudios o ajustes de diseño basados únicamente en cálculos teóricos, un método más económico en tiempo y dinero que el cambio de diseño y la medición en un dispositivo real.



05

Longitud del casquillo (m)

 PROTECCIÓN Y SEGURIDAD

Análisis vibroacústicos de mitigación del ruido en transformadores

El ruido emitido por un transformador suele ser un parámetro tan importante como la potencia, la tensión o las pérdidas. Técnicas novedosas de análisis vibroacústico y modelización numérica identifican mejoras de diseño que reducen los niveles de ruido del transformador.

Michał Kozupa
Grzegorz Kmita
ABB Corporate Research
Cracovia, Polonia

michal.kozupa@
pl.abb.com
grzegorz.kmita@
pl.abb.com

Roberto Zannol
Gianluca Bustreo
ABB Technology Center
Monseice, Italia

roberto.zannol@
it.abb.com
gianluca.bustreo@
it.abb.com

En estos tiempos de fuerte competencia en el mercado de los transformadores, son esenciales unos diferenciadores claros que atraigan la atención del cliente. Un área de diferenciación es el ruido que emite el transformador.

El ruido industrial se clasifica como contaminación. El ruido de los transformadores, por su naturaleza armónica, se considera un contaminante especialmente molesto y, por lo tanto, ha estado siempre en el punto de mira del esfuerzo de diseño de ABB.

Nuevas herramientas vibroacústicas permiten ahora el análisis detallado y la identificación de las fuentes de ruido y vibración.

Sin embargo, la reciente aparición de nuevas herramientas de análisis vibroacústico han cambiado las reglas del diseño: la vibrometría láser de barrido en 3D y el escaneado de la intensidad sonora, apoyados por una modelización numérica multifísica, permiten ahora el análisis detallado y la identificación de las fuentes de ruido y vibración.

Estas herramientas y técnicas facilitan asimismo el diseño de sistemas que reducen el ruido de los transformadores con una precisión y eficiencia sin precedentes.

Ruido y vibración de los transformadores

El zumbido es una característica intrínseca del transformador que surge de fenómenos físicos del núcleo y el devanado. En transformadores sin carga, la magnetoestricción del núcleo magnético es la fuente principal de zumbido; en equipos en carga, la fuente es la vibración del devanado [1,2]. En ambos modos de carga, el ruido es de naturaleza armónica, pero los modos difieren en cuanto a espectro de frecuencias y frecuencia dominante →1.





—
 Imagen del título.
 ABB ha desarrollado técnicas de diseño que reducen el ruido de transformadores como el aquí ilustrado.

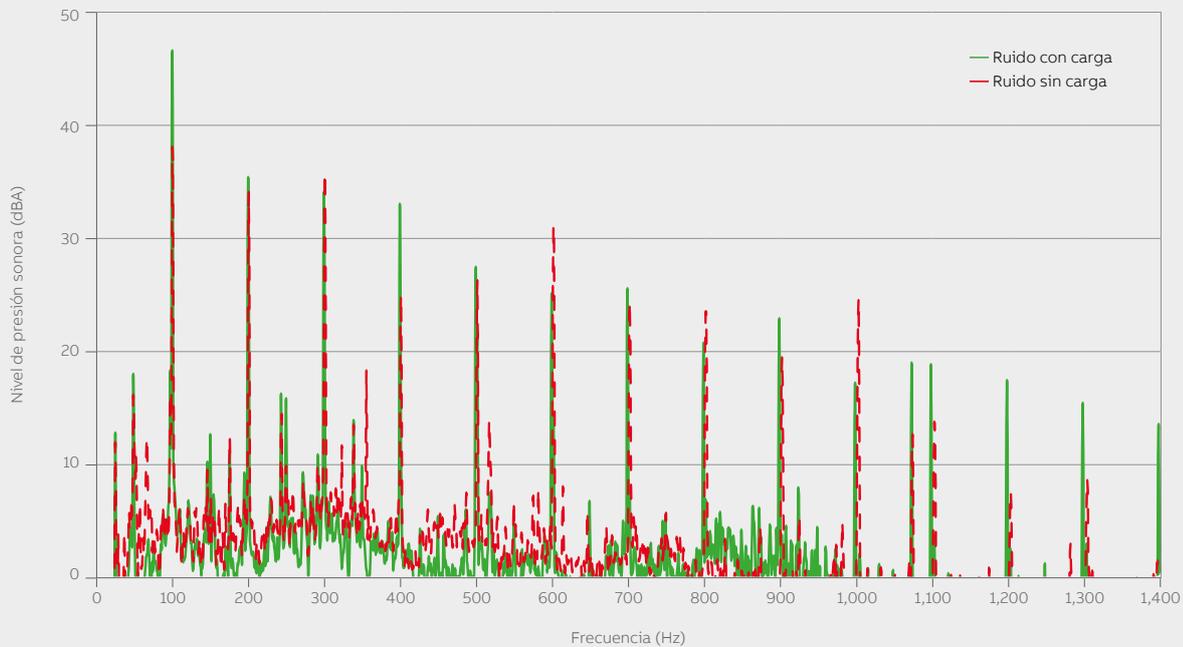
Aunque la parte activa del transformador, que suele estar sumergida en aceite, es el origen de las vibraciones, el emisor máximo de ruido es el depósito del transformador. El mal diseño mecánico del transformador, especialmente del depósito, puede provocar resonancias estructurales locales y, por consiguiente aumentar la emisión de ruido. Para adoptar contramedidas de diseño es precisa la identificación fiable de estos ruidos y vibraciones.

Medición láser de la vibración

Una de las mejores técnicas para medir las vibraciones estructurales y el estado de deflexión operativa es la vibrometría láser Doppler (LDV), que mide directamente la velocidad de las vibraciones. La LDV mide el desplazamiento Doppler producido en el haz láser reflejado por la superficie vibrante.

Por la muy alta frecuencia de la luz láser (~400 THz), la medición es precisa →2. La LDV es una técnica sin contacto directo que no afecta al dispositivo probado y, sobre todo, que permite obtener mediciones a una distancia segura en productos eléctricos, como transformadores de alta tensión, conectados y activos.

Además, a diferencia del acelerómetro clásico – un método lento y de menor resolución que debe tener en cuenta la situación de carga del transformador – la LDV permite un barrido en 3D continuo de alta resolución y proporciona miles de puntos de medida de vibración y datos detallados de la deflexión en muy poco tiempo →3.



01

Medición del ruido empleando intensidad sonora

Una buena forma de identificar áreas de emisión de ruido crítica es un barrido de intensidad sonora. La intensidad sonora es una cantidad vectorial, por lo que proporciona información sobre dirección y sobre magnitud (las mediciones

—

La LDV permite el barrido continuo en 3D de alta resolución y proporciona miles de medidas de vibración y datos detallados de deflexión en muy poco tiempo.

usuales de ruido basadas en el nivel de presión solamente indican la magnitud). Las sondas de intensidad de sonido son muy direccionales y, por tanto, menos expuestas a interferencias por el ruido de fondo. El barrido de la intensidad sonora es un método muy eficiente de localización de fuentes sonoras cuando se superpone una cuadrícula a una superficie y se toman medidas normales a ella desde varios puntos igualmente espaciados. Los resultados se utilizan para calcular la potencia sonora sobre la cuadrícula o para crear mapas topográficos de intensidad. Por interpolación, pueden trazarse curvas de isointensidad para una sola frecuencia o para un nivel global →4.



—
01 Comparación del espectro de ruido acústico en un transformador con carga y sin carga.

—
02 Mediciones de vibración Láser Doppler.

Correlación vibración/ruido

Hay que saber bien cómo se convierte la energía de vibración en ruido cuando se analizan imágenes acústicas y pautas de vibración de

—

El análisis numérico proporciona asimismo una herramienta para evaluar la eficacia de posibles soluciones de atenuación del ruido.

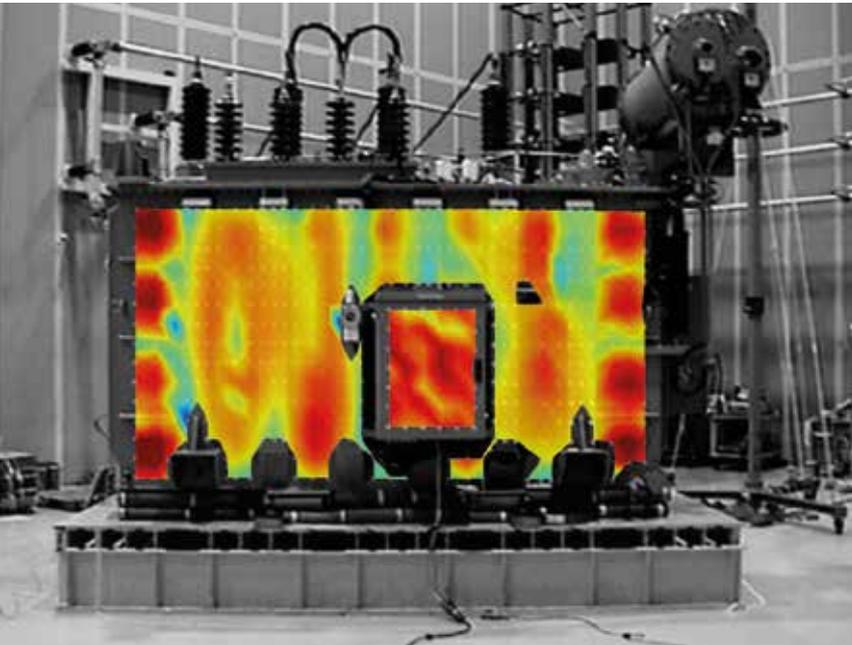
transformadores. →5 describe los pasos principales de la conversión de vibración estructural en ruido audible. La potencia acústica emitida por la estructura se puede calcular conociendo las dimensiones de su superficie, el rendimiento de la emisión y la velocidad de la vibración.

La conversión a escala de decibelios se realiza de acuerdo con la fórmula del nivel de potencia acústica. Como el ruido del transformador se mide en unidades de nivel de presión sonora con ponderación A, la velocidad de vibración se presenta igualmente con dicha ponderación [3,4].

Modelización numérica multifísica

El análisis numérico no solamente ayuda a entender la generación de ruido propiamente dicha, sino que además sirve para evaluar la eficacia de posibles soluciones de atenuación del ruido: permite crear prototipos virtuales que ahorran tiempo y dinero como prueba previa a la ejecución y validación finales.





03

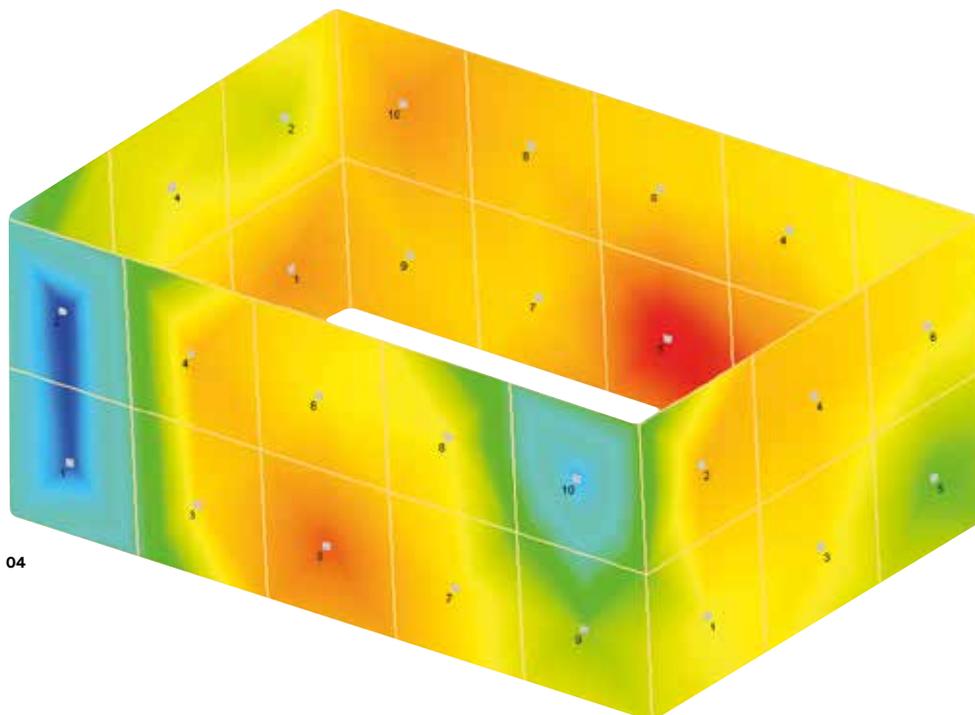
El flujo de energía del ruido del transformador es un típico fenómeno multifísico que puede reflejarse en predicciones numéricas de dinámica estructural, electromagnetismo y acústica →6-7. El modelo estructural, incluidas las fuerzas de excitación, se calcula en un análisis armónico completo que tiene en cuenta la interacción fluido/estructura, crucial para obtener la correcta pauta de vibración del depósito. Pero es necesario que todo análisis completo de un sistema estructural en el que la respuesta acústica sea la salida se inicie con un análisis modal operativo preciso y una buena correlación con los valores propios del sistema deducidos de pruebas reales con vibrometría láser 3D.

Un modelo de vibración bien definido de las caras exteriores no sólo proporciona una pauta correcta de emisión acústica, sino también datos de áreas con gran amplitud de vibración, muy valiosos para la aplicación de contramedidas de atenuación del ruido.

—
Un buen modelo de vibración de las caras exteriores proporciona una pauta de emisión acústica y datos de áreas con gran amplitud de vibración.

Tecnología de atenuación de ruidos

El cerramiento es la solución más corriente para la atenuación del ruido, y no sólo en el mundo de los transformadores. Un cerramiento acústico típico puede reducir el ruido emitido entre 20 y 30 dB, un valor considerable. Pero ciertos transformadores presentan espectros de frecuencia de ruido resistentes a este tipo de amortiguación.



04

03 Deflexión operativa de un depósito de transformador de 40 MVA a 100 Hz.

04 Campo de intensidad sonora que rodea un transformador.

05 Conversión de vibración estructural a presión sonora.

06 Modelo numérico completo de transformador, incluyendo acoplamiento electro-magneto-mecánico y acústico.

07 Emisión acústica del depósito del transformador en la cavidad de presión.

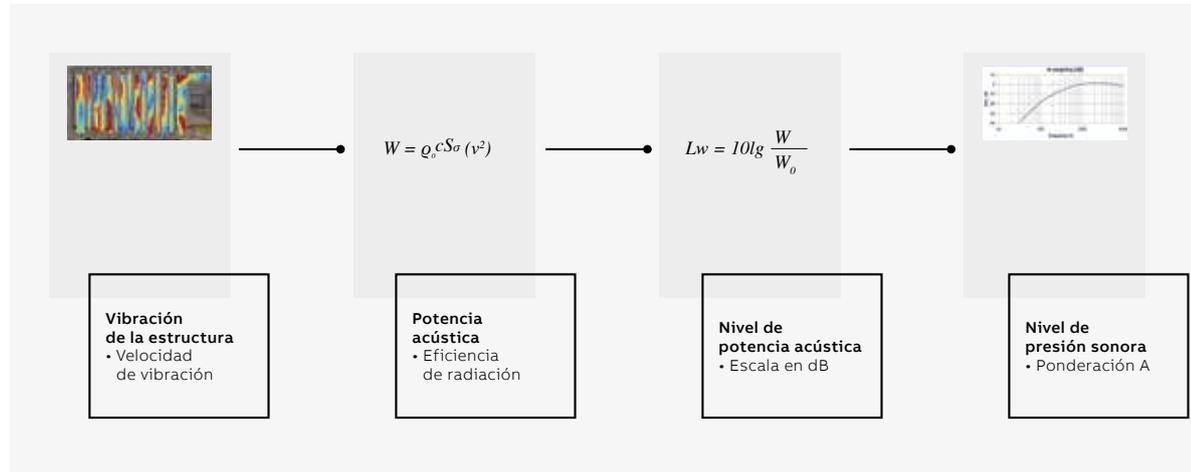
Referencias

[1] Kavasoglu M. et al., "Prediction of Transformer Load Noise," Proceedings of the COMSOL Conference Paris, 2010.

[2] Girgis R. S. et al., "Comprehensive Analysis of Load Noise of Power Transformers," IEEE Power Energy Society General Meeting, pp. 1-7, 2009.

[3] Hrkac M. et al., "Vibroacoustic behavior of SPT transformer," International Colloquium Transformer Research and Asset Management CIGRE 2012.

[4] Kozupa M., Kmita G., "Investigation on noise radiation to structure vibration correlation in vibroacoustic of transformer," Vibroengineering PROCEEDIA, volume 3, pp. 160-164, Katowice, 2014.



05

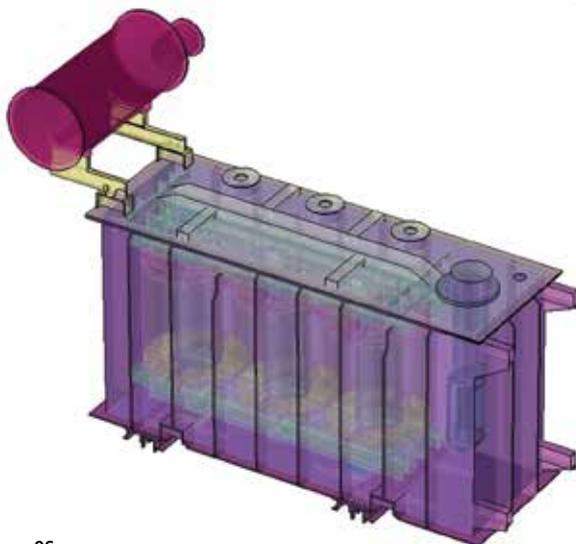
Por estas y otras razones, ABB trabaja en soluciones de reducción del ruido integradas en el transformador, invisibles desde el exterior y diseñadas para que el cliente pueda efectuar el mantenimiento y el servicio del transformador de la forma normal.

Los métodos vibroacústicos de los transformadores pueden aplicarse a muchos otros productos.

Aplicación más amplia

Los métodos vibroacústicos para transformadores descritos más arriba se pueden aplicar a muchos otros productos: grandes motores con

valores críticos de diagnóstico de cojinetes y transferencia de vibraciones, ruido de las baterías de condensadores, análisis estructural de turbocompresores, etc. El creciente interés del usuario final por reducir el impacto ambiental en términos de niveles de ruido emitido irá acompañado por un uso creciente de mediciones vibroacústicas y modelización multifísica. La experiencia de ABB en LDV y modelización acústica le permite escuchar a los clientes mucho mejor que antes.



06



07



Sistemas digitales y análisis





ABB lidera la transformación digital de industrias con más de 70 millones de dispositivos conectados y 70.000 sistemas de control en todo el mundo. También es pionera en la creación de herramientas online y offline para transformar grandes cantidades de datos en información valiosa que ayude a diseñar mejores procesos y controles de fabricación.

- 30 La revolución inteligente del agua
- 38 Potenciar el análisis y el control avanzado de procesos en la automatización industrial
- 46 ORKAN de ABB, diseñado para evaluar máquinas movidas por Ability™ de ABB
- 52 Análisis en tiempo real de pasta, papel y cartón bobinados
- 58 El gemelo digital del caudalímetro electromagnético de ABB impulsa el rendimiento



LA EXCELENCIA EN EL DISEÑO

La revolución inteligente del agua

Los innovadores externos pueden impulsar el desarrollo de nuevos productos. Gracias a la alianza con su socio externo TaKaDu, ABB ofrece ahora soluciones para empresas de servicios de agua que aprovechan todo el potencial de la digitalización y se suman a su actual cartera.



Victoria Lietha
ABB Technology Ventures
Zúrich, Suiza

victoria.lietha@ch.abb.com

Hugh Courtney, presidente de la International Partnership of Business Schools, un consorcio de prestigiosas instituciones empresariales cuyo objetivo es promover la educación empresarial mundial, afirma: «En un entorno económico competitivo a escala mundial, la única fuente de ventaja competitiva sostenida surge de la innovación». Tradicionalmente, la innovación tan esencial para el desarrollo de nuevos negocios procedía del interior de la

El Banco Mundial calcula una pérdida global de agua por fugas del 25 % al 30 %, o 20.000 millones de dólares de ahorro potencial.

empresa. Pero en los últimos años, la rapidez, profundidad y complejidad del desarrollo tecnológico han obligado a las empresas a reconsiderar su enfoque de la innovación y a buscar inspiración fuera de la empresa. En muchos casos, la colaboración con agentes externos se ha convertido en una estrategia imprescindible para superar a la competencia. ABB lleva mucho tiempo en esa senda, con un éxito notable.

En 2009, la colaboración externa se llevó a un nuevo nivel con la creación de ABB Technology Ventures (ATV), la sección de inversión estratégica de capital riesgo de ABB [1]. Con sede en Zúrich, Suiza, Silicon Valley y Chennai, India, ATV invierte en startups tecnológicas innovadoras que impulsan el valor estratégico de ABB.

La asociación de ATV con TaKaDu en 2012 es un ejemplo perfecto de cómo una inversión de ATV puede dar lugar a una oferta mucho mejor y a nuevos clientes.



Hablemos del agua

El agua plantea algunos de los retos sociales, políticos y económicos más acuciantes del mundo, y las crisis de agua se sitúan entre los diez principales riesgos sociales mundiales en términos de impacto, según el Informe sobre riesgos globales de 2018 del Foro Económico Mundial [2].

Según la ONU, en 2030 la mitad de la población mundial no tendrá acceso a agua limpia, agua suficiente o agua si no se resuelven adecuadamente los problemas de consumo y contaminación. Los factores que multiplican la demanda de agua – cambio climático, aumento de la población, nuevas

—

Por lo general, las empresas de servicio no tienen datos o, si los tienen, no los analizan, y se privan así de visibilidad en su red de agua.

formas de vida con cambios en los patrones de consumo doméstico, comercial e industrial – están amplificados por factores del lado de la oferta.

AMIR PELEG - “EL FONTANERO DE LA ALTA TECNOLOGÍA”



A los 51 años, Amir Peleg, al que le gusta autodenominarse “el fontanero de la alta tecnología”, tiene en su haber una serie de puestas en marcha logradas, entre las que se cuentan YaData Ltd. (tecnología novedosa para “behavioral targeting” (focalización por comportamiento);

adquirida por Microsoft), Unipier Ltd. (anteriormente Cash-U) y EVS, (Elbit Vision Systems) Ltd. Ha creado TaKaDu Ltd. en 2008.

Amir Peleg ostenta licenciaturas en Matemáticas, Física y Ciencia Informática por la universidad Hebrew University of Jerusalem y un MBA (Máster en Administración de Empresas) por el INSEAD (Institut Européen d’Administration des Affaires o European Institute of Business Administration), Fontainebleau, Francia – una escuela de negocios para graduados. De joven, Amir Peleg ganó un premio especial para jóvenes inventores del Weizmann Institute, Israel. También es Presidente de SWAN, el Smart Water Networks Forum (Foro para Redes Inteligentes de Agua).

Además de una inversión insuficiente en infraestructuras, el Banco Mundial calcula una pérdida global de agua por fugas y roturas del 25 % al 30 %, lo que representa una oportunidad de ahorro de costes anual de 20.000 millones de dólares. Por lo general, las empresas de servicio no tienen datos o, si los tienen, no los analizan, y se privan así de visibilidad en su red de agua. Las reparaciones se realizan de forma reactiva y raramente de forma planificada. Muchas veces, la primera señal de que hay un problema aparece cuando un ciudadano informa de que el agua corre por la calle.

—

La solución de TaKaDu analiza y procesa los datos recogidos por diversos sensores inteligentes del sistema.

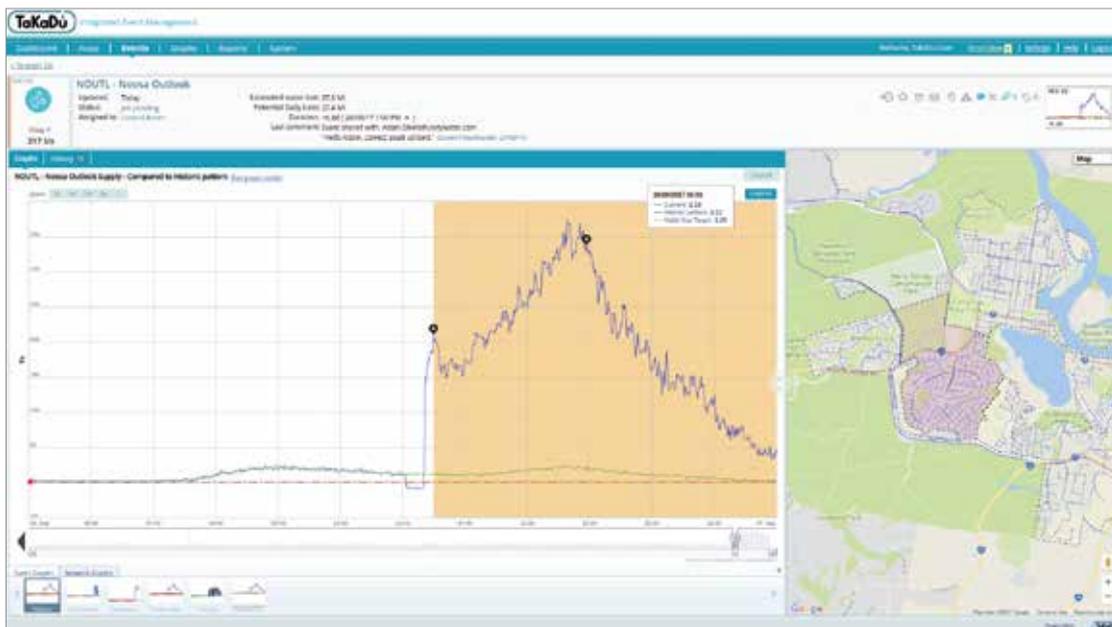
Tecnología TaKaDu al rescate

La buena noticia es que las nuevas tecnologías pueden ayudar a resolver el problema. Con tecnologías digitales, análisis de datos y algoritmos basados en inteligencia artificial (IA), las empresas de servicio y las ciudades están mejor equipadas para gestionar la demanda y la oferta de agua limpia y para extraer más valor de su infraestructura

física de agua. Entre los pioneros en la introducción de estas nuevas tecnologías en el sector del agua hay una empresa israelí con la que la ATV de ABB ha establecido una alianza: TaKaDu [1].

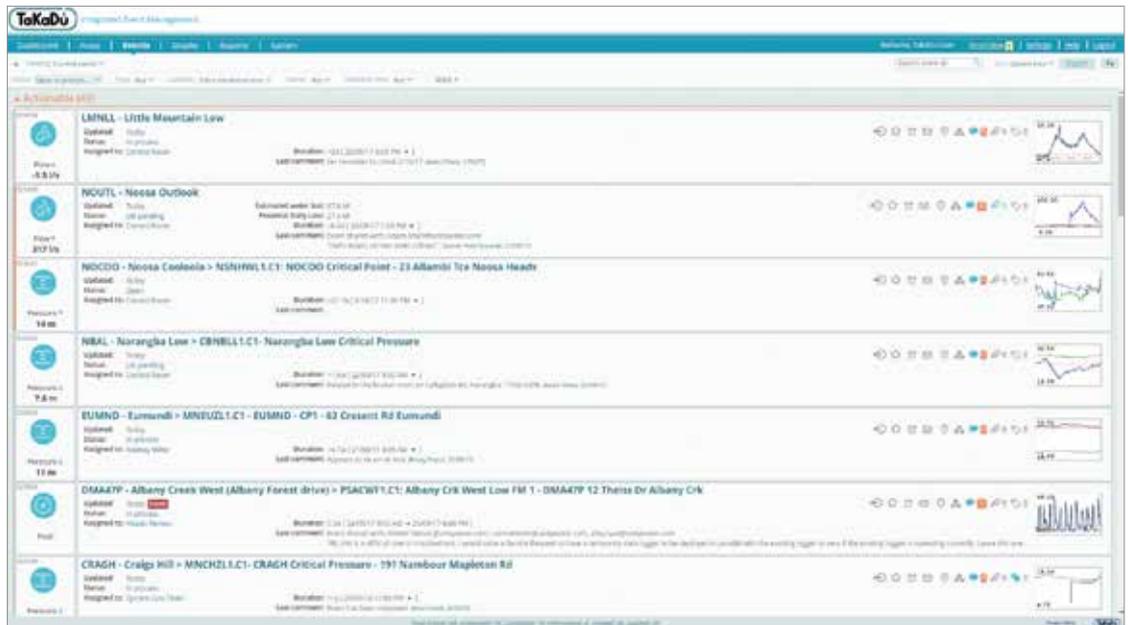
Según Amir Peleg, fundador y CEO de TaKaDu, nadie da el agua por cosa segura en Israel, un país en el que es muy escasa →1. De hecho, alrededor del 50 por ciento del agua potable de Israel procede de plantas de desalinización, una opción cara, y los cultivos se riegan con aguas residuales recicladas (más del 85 por ciento de las aguas residuales se reutilizan, el porcentaje más alto en el mundo).

Lo que hizo que Amir Peleg se adentrara en el sector del agua ocurrió en el verano de 2008, cuando una sequía le obligó a reducir su propio consumo de agua. Amir descubrió que las empresas locales de servicio perdían entre el 15 y el 20 por ciento del agua que bombeaban a la red. Además, una conversación casual con un ingeniero le reveló la ineficacia de muchas empresas de servicios de agua: aunque pierden, por término medio, entre el 25 y el 30 por ciento de su agua y recogen una cantidad considerable de datos brutos de sus redes con fugas, apenas utilizan estos datos para conocer mejor el estado del sistema o para respaldar la toma de decisiones. TaKaDu nació de esta revelación.



—
02 Ejemplo de análisis de datos de TaKaDu.

—
03 Ejemplo de gestión de eventos de TaKaDu.



03

Manos a la obra

Amir Peleg y su equipo empezaron a desarrollar algoritmos y a utilizar métodos estadísticos para detectar fugas y evitar grandes vertidos en las redes de agua. La solución de TaKaDu analiza y procesa

—
El SaaS patentado y basado en la nube de TaKaDu usa varias fuentes de datos para vigilar la capacidad óptima, detectar fallos en las tuberías, los contadores, las válvulas y otros aparatos, y alertar en tiempo real de las averías en la red.

los datos recogidos por diversos sensores inteligentes del sistema. Estas múltiples fuentes de datos incluyen información de sistemas de supervisión de la red (p. ej., SCADA), caudalímetros con sensores en línea, datos de presión y otros factores externos, como el clima o las fiestas.

A continuación, el SaaS (software como servicio) patentado y basado en la nube de TaKaDu utiliza los datos para controlar la capacidad óptima, detectar el comportamiento anómalo de los datos, clasificarlo como problemas («eventos») en las tuberías, los contadores, las válvulas y otros aparatos, y alertar en tiempo real de las averías en la red. La innovadora solución para las empresas de servicio y la gestión inteligente del agua no requiere cambios en la red, dispositivos adicionales ni gastos de capital. En resumen, el software de TaKaDu predice, detecta, analiza y gestiona eventos de la red de agua, reduciendo así los costes y aumentando la visibilidad y la eficiencia →2-5.

¿Cómo funciona la tecnología de TaKaDu? El programa informático determina una base de patrones normales para cada red de agua o parte de ella. Así, aprende el patrón del caudal de agua por hora del día, día de la semana, estación, etc., y observa, por ejemplo, que la demanda es máxima por las mañanas y por las noches, antes o después de la vuelta del trabajo; y que el comportamiento es diferente los fines de semana o en Navidad. Cuanta más información haya sobre el uso normal de agua, con tanta mayor exactitud puede detectar el software anomalías como fugas, reventones o robo de agua. En Yarra Valley Water, una empresa de servicio de Melbourne, el software de TaKaDu detectó una actividad inusual en una boca de incendios; cuando los empleados se personaron en el lugar, encontraron a un agricultor robando agua.

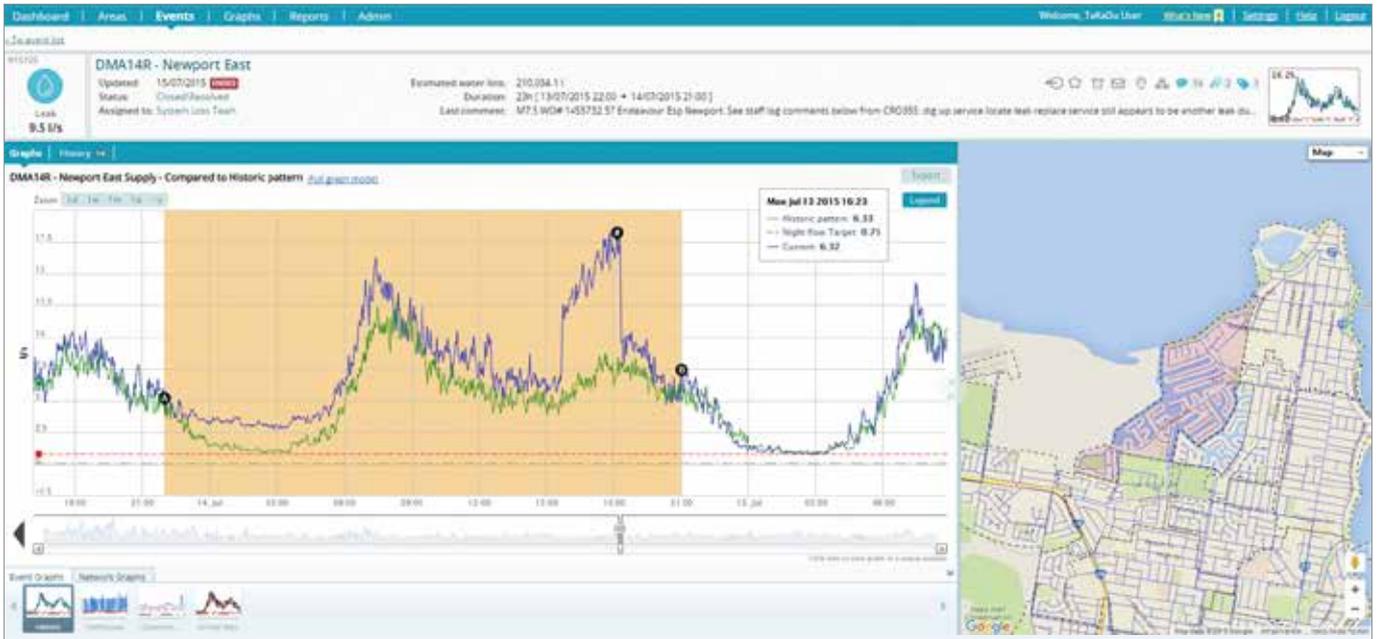
Un paso innovador crítico logrado por TaKaDu fue observar el proceso en su conjunto para gestionar diferentes tipos de eventos y combinar toda la información y el conocimiento sobre ellos en una sola interfaz. En palabras de Amir Peleg: «Igual que el software de gestión de relaciones con los clientes (CRM) fomenta las relaciones comerciales con los clientes en la empresa actual, la gestión integrada de eventos integra todas las capas de datos que la empresa de servicio tiene sobre su red en una sola capa de conocimiento sobre cada incidente.»

—
 Cuanta más información haya sobre el uso normal de agua, con tanta mayor exactitud puede detectar el software anomalías como fugas, reventones o robo de agua.

La visión profunda, la detección en tiempo real y la interpretación rápida de cada tipo de evento incluyen la identificación de:

- Fugas antes de que se conviertan en grandes vertidos
- Cambios y tendencias en la presión del agua o interrupciones del suministro
- Patrones de uso anómalos o robo de agua
- Problemas con la calidad del agua
- Fallos en contadores, válvulas, PRV (válvulas reductoras de presión) y otros activos
- Problemas con la telemetría y la disponibilidad de datos
- Alerta temprana automática de problemas operativos, como válvulas abiertas y roturas en la zona.





05

— 04 Ejemplo de consola de gestión de TaKaDu.

— 05 TaKaDu: evento de fuga típico. Mientras que ABB suministra instrumentación, sistemas de control, sensores y productos de medición, TaKaDu aporta una solución basada en IA que avisa a tiempo de los casos de fugas más probables e indica al cliente el emplazamiento óptimo del número mínimo de sensores de presión.

Según Amir Peleg, muchas empresas de servicio se encuentran en una zona gris: tienen algunos sensores y aplican algunos análisis, y se preguntan por qué deben colocar más sensores. Pero cuando comprueban la eficacia del producto de TaKaDu, cambian de opinión. Los beneficios que obtienen inician un ciclo de inversión positivo.

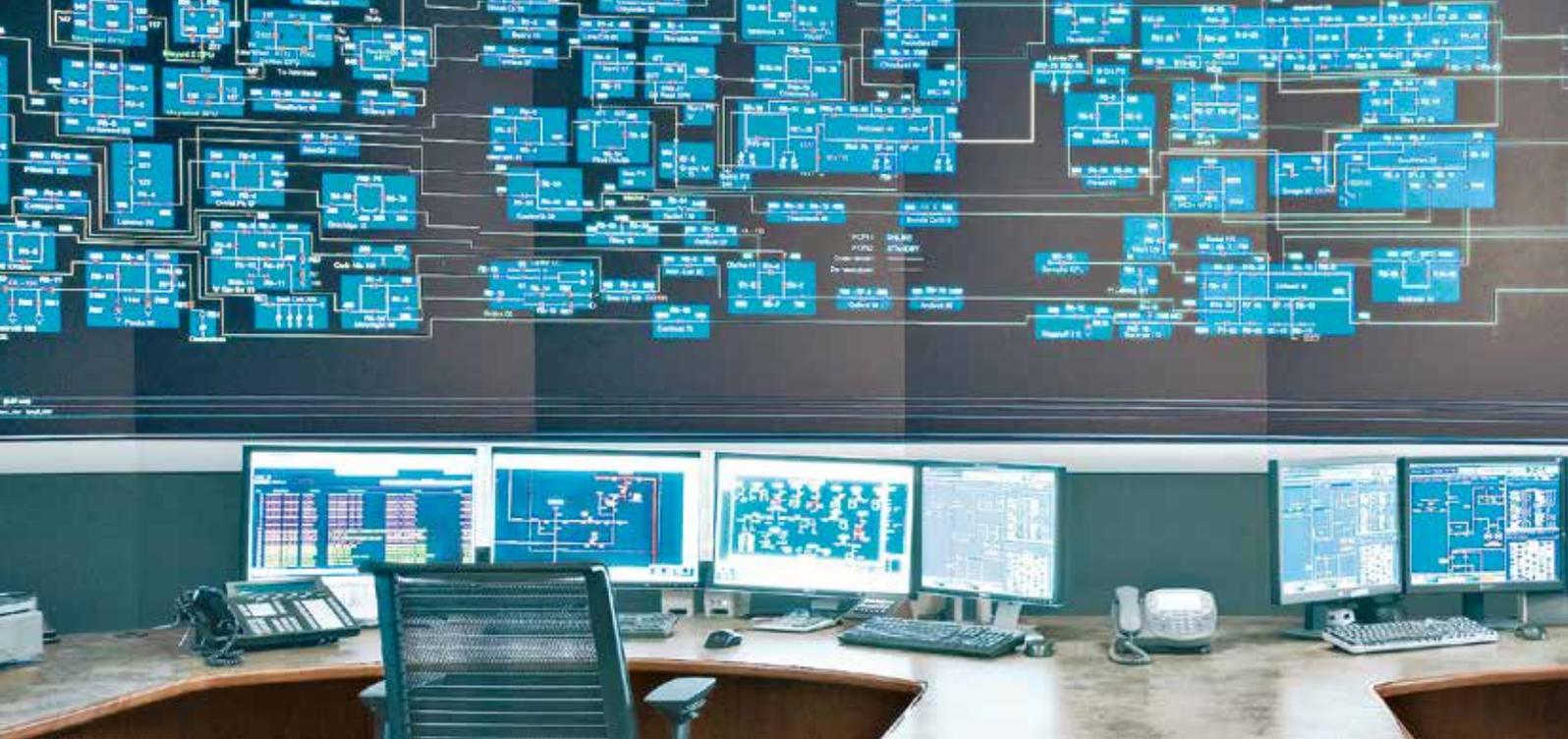
— Para completar la cartera de automatización de ABB para el sector del agua, TaKaDu le proporciona acceso a su sistema de vigilancia, ampliamente adoptado por las empresas de aguas.

Ciudad de Ho Chi Minh

Para completar la cartera de automatización de ABB para el sector del agua, TaKaDu le proporciona acceso a su sistema de vigilancia de eficacia probada, ampliamente adoptado por empresas de aguas de Europa, Australia, Latinoamérica y Oriente Medio. Las innovaciones de TaKaDu permiten a los clientes de ABB producir, transportar, distribuir, tratar y utilizar el agua de forma eficiente, reduciendo el consumo de energía, minimizando las pérdidas y mejorando la fiabilidad.

«La solución basada en IA de TaKaDu permite al sector del agua beneficiarse a tiempo de la ola de digitalización», dice Kurt Kaltenecker, director de tecnología de ATV. «Nuestra alianza con TaKaDu nos permite demostrar a nuestros clientes del sector del agua todo el potencial de la automatización avanzada y el uso de los datos». La solución de TaKaDu ayuda a convertir los datos brutos en conocimiento, y la dilatada experiencia, la tecnología consolidada y la amplia base de clientes de ABB benefician a TaKaDu.

La potente simbiosis ABB/TaKaDu se está poniendo en práctica, por ejemplo, en un proyecto urbano masivo para aumentar la eficiencia, reducir las fugas de agua, prevenir los cortes y garantizar el acceso al agua limpia en la ciudad de Ho Chi Minh, que actualmente pierde casi el 50 por ciento de su agua potable por fugas y tuberías dañadas.



06

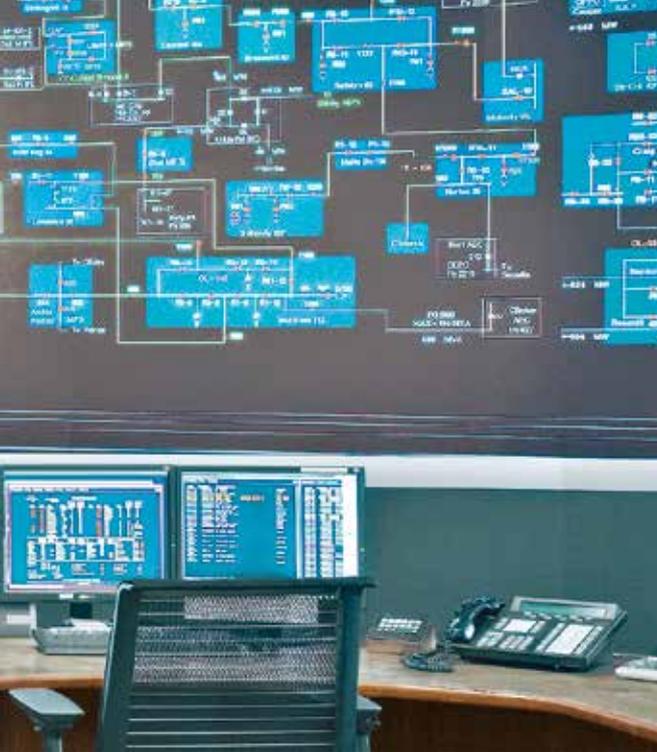
La Saigon Water Supply Corporation (SAWACO) está implantando las tecnologías digitales de control y supervisión de ABB junto con la solución de gestión integrada de eventos de TaKaDu como parte de la restauración de la red de distribución de agua de la ciudad de Ho Chi Minh.

—
La Saigon Water Supply Corporation (SAWACO) está implantando las tecnologías digitales de control y supervisión de ABB junto con la solución de gestión integrada de eventos de TaKaDu.

La solución de ABB, ABB Ability™ Symphony® Plus SCADA, supervisará y controlará todo el sistema de distribución de agua e integrará la solución de gestión de eventos de TaKaDu, que detecta, analiza y gestiona eventos e incidentes en la red, como fugas, reventones, activos defectuosos, problemas de telemetría y datos, y fallos operativos →6.

Las soluciones complementarias de ABB y TaKaDu permitirán a SAWACO controlar digitalmente las condiciones de la red desde múltiples puntos de recogida de datos, como sensores y contadores, y ofrecerán información valiosa para reducir el agua no productiva. Esto permitirá a SAWACO aumentar la cantidad de agua suministrada a las industrias de la ciudad y a sus ocho millones de habitantes →7. En una primera estimación, SAWACO ahorrará 50 millones de m³ de agua al año, lo que equivale a 20 000 piscinas olímpicas, mientras que el ahorro anual de costes de producción podría superar los 10 millones de dólares.

«Estamos entusiasmados con la asociación con ABB en este proyecto en uno de los países más dinámicos de Asia», declaró Amir Peleg. «Convirtiendo datos brutos en conocimiento ayudamos a SAWACO a reducir la pérdida de cientos de miles de metros cúbicos de agua al día y mejorar significativamente la eficiencia operativa».



—
06 La gestión de redes de agua es solo una de las aplicaciones de SCADA. A lo largo de los años, el sistema SCADA de ABB ha evolucionado para adaptarse a las necesidades de muchas áreas diferentes.

—
07 La tecnología de TaKaDu transforma el enfoque de la gestión de crisis, que pasa de ser reactivo a estar basado en datos y con una toma de decisiones más eficiente.

Referencias

[1] V. Lietha, "En pos de la innovación y la colaboración estratégicas", ABB Review 1/2018, pp 8-12.

[2] World Economic Forum, "The Global Risks Report 2018." Available: <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2018>.

[3] www.takadu.com

El futuro del agua

Desde sus exitosos inicios, la tecnología de TaKaDu no para de mejorar. La compañía ha permitido a las empresas de servicio aprovechar el poder de los datos para tomar buenas decisiones, en lugar de limitarse a reaccionar ante las circunstancias. La

—
Las soluciones de TaKaDu han merecido el reconocimiento internacional como favorables para el medio ambiente.

tecnología de TaKaDu se ha implantado en 12 países de todo el mundo, como Australia, Brasil, Chile, Israel, Rumanía, España y Estados Unidos, y entre sus clientes hay empresas de aguas pequeñas, gigantes, rurales, urbanas, privadas y públicas.

Las soluciones de TaKaDu han merecido el reconocimiento internacional por ser respetuosas con el medio ambiente, y han ganado el premio a la tecnología pionera del Foro Económico Mundial. TaKaDu participó también en un grupo que debatió sobre la escasez de agua ante los líderes mundiales en la reunión anual de Davos. Pero fue la inversión en la empresa la que permitió desarrollar su visión. En ese sentido, el 21 de mayo de 2014, ATV ganó el premio Global Corporate Venture en la categoría de Inversión de menos de 50 millones de dólares del Año por su inversión en TaKaDu. Los premios celebran la innovación, las buenas prácticas y los servicios en el ecosistema de capital riesgo corporativo. Otros candidatos en la categoría fueron Google Ventures, Amex Ventures, Intel Capital y Nike, lo que diferencia aún más a ABB como líder internacionalmente reconocido, innovador y estratégico y subraya la colaboración ABB/TaKaDu como claramente satisfactoria y simbiótica. ●

07



ANÁLISIS DIGITAL

Control y análisis avanzados de procesos en la automatización industrial

La suite Advanced Process Control and Analytics de ABB incluye herramientas online y offline para implantar controladores y modelos analíticos avanzados; esto da a las industrias de proceso y energía capacidad de supervisión, análisis predictivo y control en bucle cerrado en el dispositivo, en el borde y en la nube y asegura ganancias de eficiencia en operaciones en tiempo real.



Luis Domínguez
Ability Platform Engineering
Digital ABB
Baden-Dattwil, Suiza

luis.dominguez@
ch.abb.com

¿Qué pasaría si las industrias de proceso y energía optimizaran sus operaciones con tecnologías emergentes como la nube, el análisis de datos, la visualización y algoritmos de modelización avanzada como parte de la revolución del Internet de las cosas para potenciar soluciones de control avanzado de procesos (APC) y análisis? Esta evolución de la adquisición, creación y transmisión de conocimiento es poder, poder para mejorar la planificación operativa, y también para hacer predicciones y estimaciones incluso en ausencia de datos de medición fiables.



Eduardo Gallestey
ABB Process Industries
Industrial Automation
Baden-Dattwil, Suiza

eduardo.gallestey@
ch.abb.com

ABB lidera la transformación digital del sector con más de 70 millones de dispositivos conectados y 70.000 sistemas de control en todo el mundo y unas inversiones anuales de 1500 millones de dólares en investigación y desarrollo para proporcionar a los clientes la mayor capacidad interindustrial unificada. Este espíritu innovador ha llevado a ABB a multiplicar durante los últimos 5 años las inversiones en APC y modelización analítica para crear herramientas potentes de optimización y predicción para sus clientes.



— Imagen del título. A bordo de los buques se utiliza una solución de optimización de centrales eléctricas basada en ABB Ability APCA para mejorar el rendimiento del combustible y reducir las emisiones.

Tradicionalmente, el APC se basa en el control predictivo de modelos y estrategias de estimación con modelos matemáticos lineales o no lineales de la planta y algoritmos inteligentes para calcular

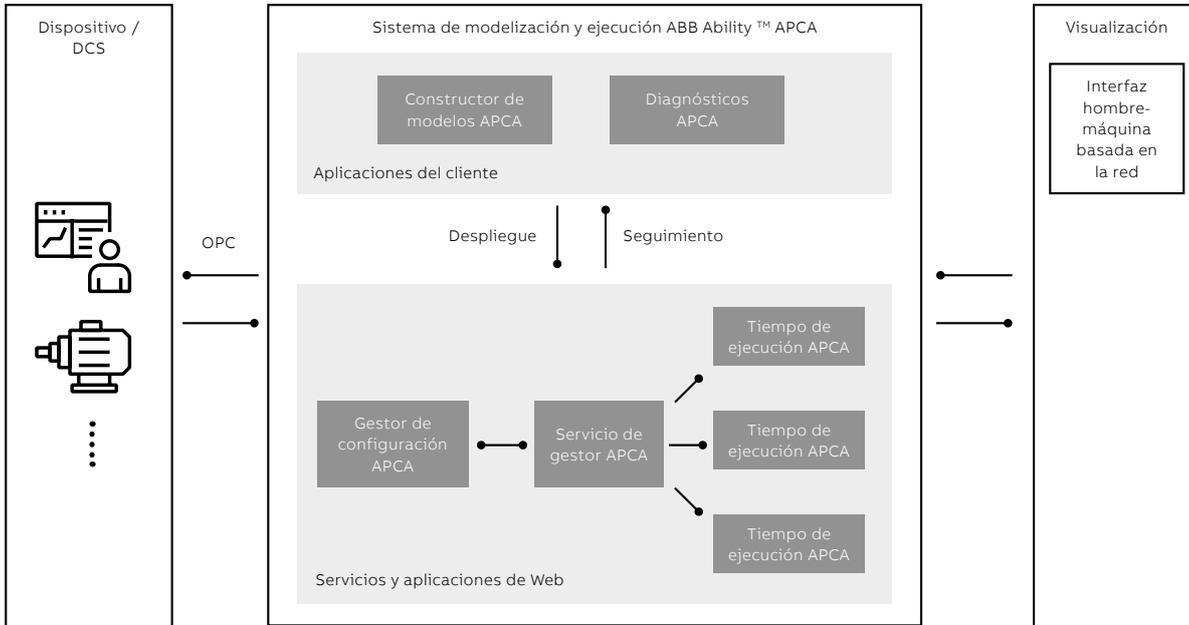
— **ABB lidera la transformación digital del sector, con más de 70 millones de dispositivos conectados, 70.000 sistemas de control e inversiones anuales de 1500 millones de dólares en investigación y desarrollo.**

estados no mensurables y controlar variables del proceso. APC ayuda a las industrias a alcanzar objetivos operativos y financieros aumentando la producción y reduciendo el consumo de energía.

Normalmente, las industrias de proceso y energía integran APC en sistemas de control distribuido (DCS), como Ability™ 800xA y ABB Ability™ Symphony Plus, que aprovechan la asignación distribuida de recursos, la redundancia y la comunicación, además de la infraestructura de ciberseguridad de estos DCS modernos.

Mientras la tecnología de APC evoluciona con nuevos componentes y características, científicos e ingenieros de ABB exploran el potencial de la inteligencia artificial (AI) con redes neuronales de aprendizaje reforzado y tecnologías de borde y nube para análisis digital y optimización de servicios operativos en el sector de proceso y energía.





01

Actualmente, ABB Ability™ Platform es la tecnología digital que permite la aplicación de soluciones APC.

Suite Advanced Process Control and Analytics de ABB

ABB Ability es una plataforma de internet industrial integrada presentada en 2017 que actualmente proporciona más de 180 soluciones en

—
Una innovación reciente en soluciones digitales es la suite ABB Ability™ Advanced Process Control and Analytics (APCA), con servicios de análisis y optimización (A&O).

distintas industrias. Es la plataforma tecnológica utilizada para construir y conectar soluciones de ABB Ability, como el software Ability™ Marine Advisory System OCTOPUS de gestión y optimización de operaciones marítimas [1].

Incluye varias tecnologías de explotación de la digitalización que pueden residir en los niveles de dispositivo, borde y nube. Esta tecnología unificadora trabaja con tecnología y software industrial propios de ABB, y se apoya en la infraestructura, la ciberseguridad y los servicios en la nube de calidad empresarial Azure de Microsoft para atender las necesidades del cliente.

Una innovación reciente en soluciones digitales es la suite ABB Ability™ Advanced Process Control & Analytics (APCA), que ofrece servicios de análisis y optimización (A&O) para supervisión, análisis predictivo y control en bucle cerrado [2].

—
01 Arquitectura de ABB Ability APCA que muestra el despliegue y la supervisión de controladores avanzados y el flujo de trabajo del análisis.

—
02 Ejemplos de pantallas del gestor de configuración de APCA.

02a Página principal del gestor de configuración de APCA que recoge todos los controladores desplegados en una instalación.

02b Vista de diagrama de Gantt del gestor de configuración de APCA con los tiempos de ejecución y el programa de los controladores desplegados.

La suite ABB Ability APCA incluye un conjunto de herramientas que hacen del despliegue de controladores avanzados y modelos analíticos un proceso totalmente optimizado→1: APCA Model-builder (offline), APCA Diagnostics (offline), APCA Configuration manager (online), APCA Runtime engine (online) y APCA Manager web

Una solución elegante de ABB para la industria del papel y la pasta es OPT800, una solución basada en Ability APCA para mejorar la eficiencia de las fábricas de papel.

service (online). ABB Ability APCA comunica sus controladores avanzados desplegados y modelos analíticos con ABB Ability Edge y puede operar en el borde en un sistema de control distribuido (por ejemplo, para control) o en la ABB Ability™ Cloud (por ejemplo, para optimización).

Desarrollo y análisis offline de controladores avanzados

La ventaja de desarrollar offline controladores y análisis avanzados en el generador de modelos de APCA es que los datos de las aplicaciones del cliente pueden aprovecharse fácilmente con tareas de modelización y diseño del controlador y análisis antes de desplegar las soluciones. Los usuarios pueden importar grandes conjuntos de datos y ejecutar tareas avanzadas de proceso, como remuestreo, interpolación y filtrado, además de simulaciones en bucle abierto y cerrado. Estas posibilidades proporcionan ventajas operativas reales.

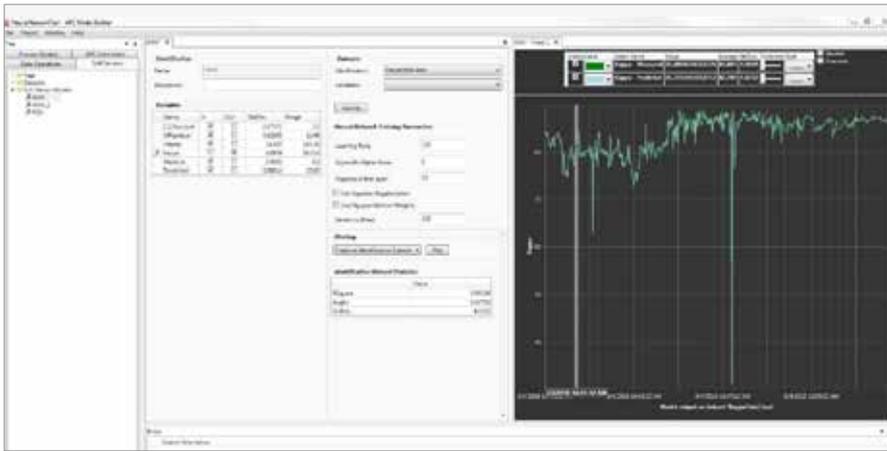
La seguridad es uno de los mayores problemas para las industrias basadas en el análisis y el control de datos, y el generador de modelos de APCA aporta una solución. Ability APCA emite certificados a usuarios autorizados para controlar la autenticidad e integridad de los modelos analíticos y los controladores avanzados desarrollados en APCA Model. De esta forma, solo modelos y controladores con certificados válidos originados en usuarios autorizados se firmarán digitalmente en APCA Model y podrán exportarse al gestor de APCA Configuration. Al eliminar el componente de decisión humana, se afina y mejora la seguridad.

Name	Controller	OPC Source	Status	Last Modified	Edit	Delete	Backup	Export	Print
Operator Control	OPFC_0	opcs://localhost:555/RobotController/1	Stopped	Jan 4, 2018 9:45:23 AM					
Operator Control with Analytic Model	OPFC_001	opcs://localhost:555/RobotController/1	Auto	Jan 11, 2018 9:54:52 PM					
LinedControl	LinedOPC	opcs://localhost:555/RobotController/1	Auto	Jan 11, 2018 9:54:52 PM					
HandPumpControl	HandPump_Linear_Inst_001OP	opcs://localhost:555/RobotController/1	Auto	Jan 11, 2018 9:54:52 PM					
HydPumpPart	HandPump_Linear_Part_001	opcs://localhost:555/RobotController/1	Auto	Jan 11, 2018 9:54:52 PM					
Preheater	OPC_001op	opcs://localhost:555/RobotController/1	Stopped	Jan 4, 2018 9:45:27 AM					
HeatExchanger	HE_Controller	opcs://localhost:555/RobotController/1	Auto	Jan 11, 2018 9:54:52 PM					
APCControl	OPFC_001op	opcs://localhost:555/RobotController/1	Manual	Jan 11, 2018 9:54:52 PM					

02a



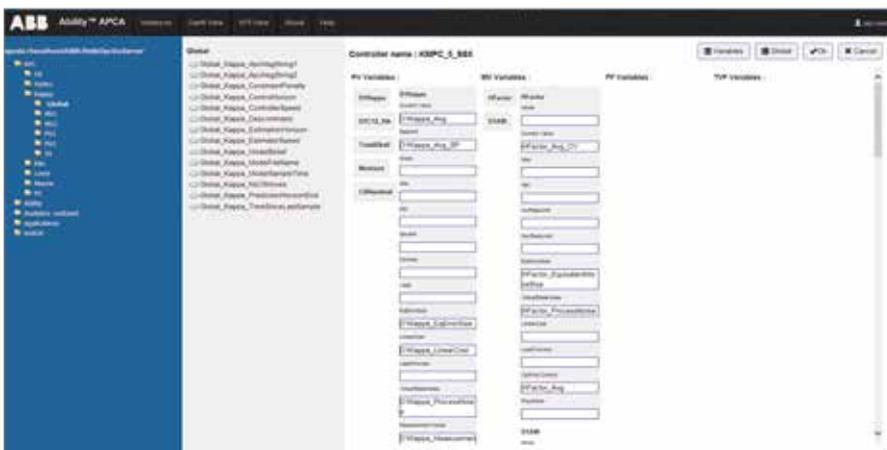
02b



03a



03b



03c

Además, con APCA Diagnostics, los usuarios pueden analizar el comportamiento de los controladores desplegados visualizando el historial de acciones del controlador en los ficheros de registro. Los valores calculados de las variables del proceso y la calidad de las predicciones pueden compararse con los datos recibidos de la planta para que los técnicos de control investiguen fácilmente las anomalías.

Despliegue y supervisión de controladores avanzados y análisis online

Los usuarios pueden crear, editar, importar, exportar o eliminar controladores avanzados en una aplicación web llamada gestor de APC Configuration →2a, que también verifica la firma cuando

se importa un archivo del controlador; esto es similar al proceso de seguridad del generador de modelos. Para mantener la seguridad se generan mensajes de error en casos de archivos no válidos o firmas inexistentes.

Una característica clave de este sistema online es la posibilidad de incluir normas industriales de comunicación (por ejemplo, OPC) que permiten al usuario conectarse a una planta, crear o configurar etiquetas y asignarlas a variables de controlador importadas. La seguridad se implanta con técnicas de autenticación y encriptación; usualmente se emplean comunicaciones web socket (HTTPS) seguras, seguridad basada en certificado (SSL) y seguridad en capas de transporte (TLS).

—
03 Ejemplos de pantallas de APCA.

03a Generador de modelos APCA Model que ajusta un modelo ANN para el valor de Kappa en un digestor.

03b Gestor de configuración APCA Configuration que muestra las propiedades de configuración de un controlador cargado.

03c El gestor de APCA Configuration muestra la lista de etiquetas de señal con variables y parámetros del controlador.

El gestor de APCA Configuration crea una sesión del motor APCA Run-time cuando hay controladores cargados en el sistema. El motor contiene los algoritmos de optimización que efectúan el cálculo en segundo plano. Todas las sesiones del motor son supervisadas por el servicio gestor de APCA →2b. Si falla un motor, el gestor recupera el fallo dentro del periodo de muestreo para garantizar la funcionalidad en condiciones desfavorables. El servicio gestor de APC o presenta en la aplicación web otras sesiones del motor, como mensajes o sucesos de alarma. Así, el servicio gestor de APC y el motor de APC trabajan conjuntamente para salvaguardar el funcionamiento de los controladores desplegados.

—
ABB Ability SmartVentilation mejora la calidad del aire y aporta a las minas ahorros de energía de entre el 30 y el 50 por ciento anual.

Análisis

Un problema al que suelen enfrentarse los técnicos de control es la necesidad de deducir datos de mediciones omitidas o datos de apoyo para mediciones no fiables. En estos casos, pueden deducirse modelos analíticos de los principios básicos o de los datos del proceso y desplegarlos en el sistema APCA Run-time.

Los modelos analíticos adecuados para el generador APCA Model son gráficos (principios básicos), regresiones lineales, regresiones no lineales, análisis de componentes principales (PCA), redes neuronales artificiales (ANN) y máquinas de vectores de apoyo (SVM). El usuario puede probar varios modelos y escoger el que mejor se ajuste o el que ofrezca la mejor estadística de resultados y aprovechar así los análisis más avanzados.

Aplicaciones para automatización industrial

ABB Ability APCA apoya a las unidades de negocio de la división de automatización industrial de ABB con tecnología de optimización y análisis para abordar los problemas por daños consecuentes en sus industrias.

Mejora del rendimiento en la industria de la pasta y el papel

ABB Ability APCA ayuda a las industrias de proceso, como las de pasta y papel, a optimizar sus operaciones incluso con mediciones inadecuadas o inexistentes. Una solución elegante de ABB para esta industria es OPT800 para mejorar el rendimiento, impulsada por Ability APCA. Modelos analíticos ANN desarrollados, basados en mediciones como el factor H, la alcalinidad, la humedad y la alcalinidad residual, se obtienen en la línea de soplado del digestor y se utilizan para predecir el valor Kappa de los digestores, que no suele conocerse [3]. Los modelos de predicción ANN identificados, formados y validados en APCA Model, se utilizan después para diseñar los controladores APC →3a-c. El uso de modelos analíticos junto con controladores avanzados no sólo refuerza la producción y el rendimiento entre el 1 y el 5 por ciento, sino que además disminuye el valor Kappa y la variación de la alcalinidad residual entre el 25 y el 50 por ciento en los digestores. En otras etapas del procesamiento de pasta y papel se logran reducciones similares en los residuos y variación mejorada de los indicadores básicos del rendimiento [4].

Optimización de los sistemas de ventilación en la minería subterránea

La capacidad más reciente de ABB Ability APCA permite identificar sistemas complejos de varias entradas y salidas (MIMO) utilizando, por ejemplo, modelos de retardo de ganancia. Esta tecnología

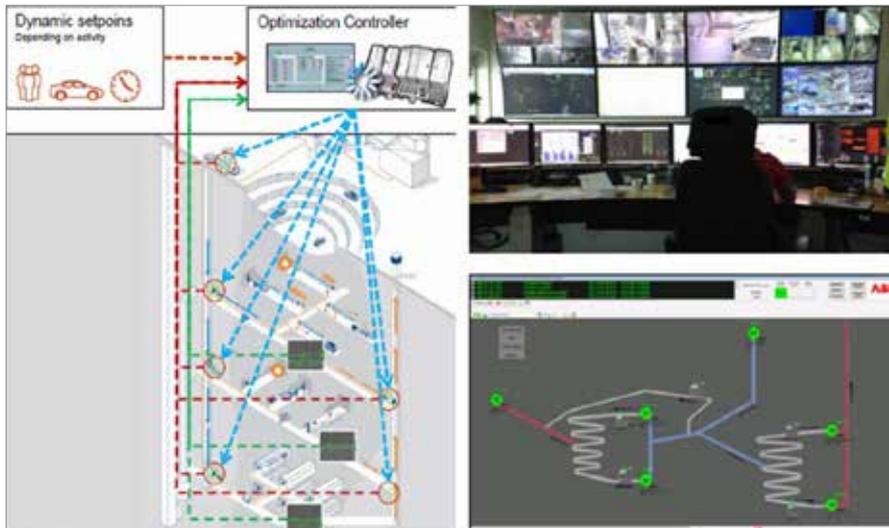
—
Con la tecnología APCA de ABB, los operadores de buques reducen el coste y el consumo de combustible y las emisiones al menos en un 4 por ciento; esto limita la huella de carbono y el coste total de explotación.

ha sido crucial para la creación de la solución ABB Ability SmartVentilation, un sistema modular integrable en ABB Ability 800xA y diseñado para optimizar los sistemas de ventilación de minas subterráneas →4.

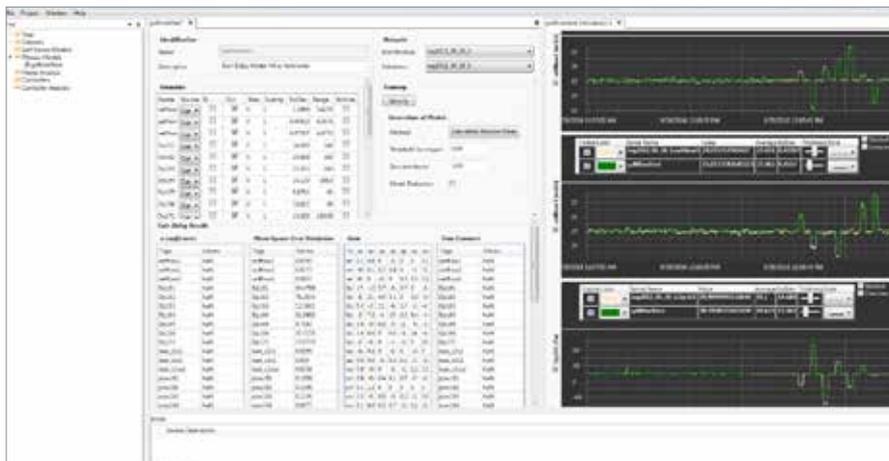
ABB Ability SmartVentilation mantiene un caudal de aire óptimo y acelera la expulsión de los gases de voladura al tiempo que minimiza el consumo de energía [5]. El uso convencional de los sistemas de ventilación presenta riesgos de seguridad para los empleados y causa gastos de energía mayores de lo necesario; con ABB Ability SmartVentilation mejora la calidad del aire y las minas logran ahorros de energía de entre el 30 y el 50 por ciento anual.

Optimización del consumo de combustible en el sector naval

El sistema ABB Ability™ Marine Advisory System OCTOPUS impulsado por ABB Ability APCA ha tenido éxito en el sector eléctrico embarcado, donde el coste y el consumo del combustible y la generación eléctrica son los principales responsables los elevados valores de costes y emisiones.



04a

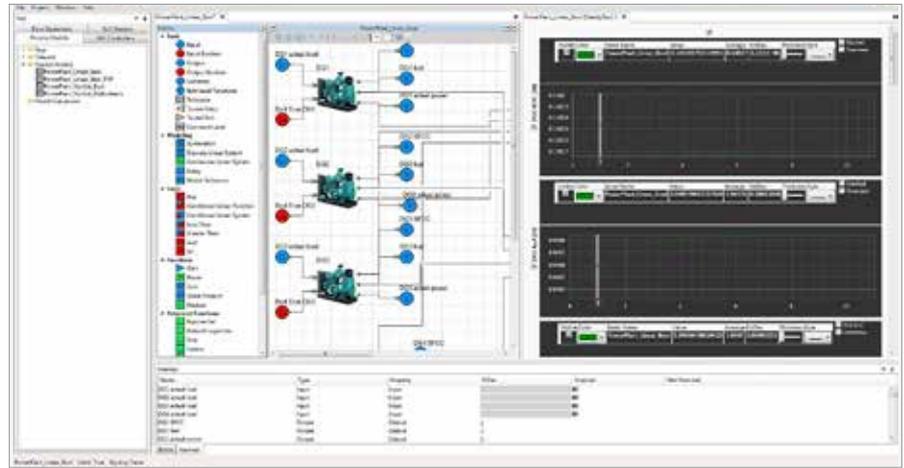


04b

—
04a Disposición de una mina que ha empleado un modelo de retardo de ganancia identificado por APCA Model para optimizar la ventilación.

04b Modelo de retardo de ganancia de APCA Model para el sistema de ventilación de una mina.

—
05 Modelo gráfico de una central eléctrica de un buque desarrollado en APC Model con los diagramas de simulación en bucle abierto.



05

Referencias

[1] K. Tervo, J. Pietilä, L. Domínguez, et al.

[2] L. Domínguez, S.M. Kumar, E. Gallestey and S. Saynevirta, "A data-driven revolution," INTECH, 2017, pp. 12-17.

[3] A. Badwe and R. Saten, "Pulp mill optimization no longer pulp fiction," ABB Review 1/2016, pp. 53-59.

[4] ABB's OPT800 suite of advanced control solutions for pulp & paper <http://new.abb.com/pulp-paper/abb-in-pulp-and-paper/systems/control-systems/advanced-process-control>

[5] ABB's SmartVentilation: A real-time mine ventilation optimization solution https://library.e.abb.com/public/1d50e713bab926dc1257d9600368d69/ABB_Mining_Flyer_Smart-Ventilation_LR.pdf

[6] M. Lundh and W. Garcia-Gabin, "Estimation and Optimization of Vessel Fuel Consumption," Technical Report ABB Corporate Research, 2015.

La solución predictiva de optimización de una central utiliza la demanda eléctrica prevista en el buque durante todo su viaje como entrada, que se utiliza para determinar la carga óptima de cada generador.

Esta optimización a largo plazo utiliza un controlador de modelo predictivo que se basa en un modelo de proceso de la central completa para predecir su estado en etapas futuras (horizonte de predicción) y proporcionar la carga distributiva óptima para todo el viaje →5. A continuación se determina una secuencia de control óptima para un intervalo de tiempo menor (horizonte de optimización).

—
La nueva suite ABB Ability Advanced Process Control and Analytics revoluciona el análisis de los datos y reduce el esfuerzo de modelización.

El consumo de combustible de cada generador se modeliza como una función no lineal de las cargas y los estados online; se basa, pues, en curvas de consumo empíricas y en limitaciones definidas por el usuario. Los controladores de APC tienen en cuenta el modelo de rendimiento del combustible de cada generador diésel para ajustar las cargas correspondientes en tiempo real.

Aprovechando la tecnología APCA de ABB, los operadores de buques pueden reducir los costes y el consumo de combustible al menos en un 4 por ciento [6] y reducir las emisiones; esto reduce la huella de carbono y los costes generales de explotación.

Revolución del análisis de datos

La revolución IoT ha proporcionado a las industrias de proceso, como la de la pasta y el papel, y al sector del transporte marítimo, muy dependiente de la energía, la posibilidad de desplegar y supervisar controladores avanzados, análisis y soluciones de optimización en el borde y en una nube industrial. La nueva suite ABB Ability Advanced Process Control and Analytics revoluciona el análisis de datos y reduce el esfuerzo de modelización. El resultado es una puesta en servicio mejorada y una supervisión online de controladores avanzados. La nueva tecnología tiene el potencial de llevar el software como servicio, como modelo comercial, a un nivel completamente nuevo facilitando las predicciones estratégicas y optimizando las operaciones en colaboración. ●

ANÁLISIS DIGITAL

ORKAN de ABB diseñado para probar máquinas movidas por ABB Ability™

El equipo de prueba multiuso avanzado para máquinas movidas por ABB Ability™ proporciona métodos avanzados de control, diseño de supervisión del estado y evaluación de compresores industriales e impulsa tecnologías innovadoras importantes para los sectores del petróleo, el gas y químico.

Piotr Lipnicki
Daniel Lewandowski
ABB Corporate Research
Cracovia, Polonia

piotr.lipnicki@
pl.abb.com
daniel.lewandowski@
pl.abb.com

Diego Pareschi
ABB BV
Rotterdam, Países Bajos

diego.pareschi@
nl.abb.com

La producción moderna está experimentando un renacimiento: la fábrica conectada mediante el Internet de las cosas (IoT), enlazada con dispositivos, sistemas, ordenadores y personas para mejorar la supervisión, la recogida de información, el análisis, el procesamiento y la comunicación en tiempo real, y también intrínsecamente conectada a plataformas de información que potencian los datos y el análisis avanzado para la optimización, decisión y predicción →1. La interacción adecuada de todos estos aspectos se traduce en mejoras del rendimiento, la producción y el coste global

Si se alcanzan la presión máxima y los límites mínimos de flujo del compresor se produce una inestabilidad que amenaza seriamente el compresor y toda la instalación.

de las operaciones. El equipamiento industrial, desde dispositivos relativamente simples hasta máquinas complejas, debe hacer frente a diversos procesos físicos, eléctricos y mecánicos y a componentes reguladores, como los controladores.

Esta interdependencia y diversidad de funciones que actúan simultáneamente hacen que el equipo actual funcione de forma fiable y con gran rendimiento en condiciones exigentes. No es de extrañar que la confusión derivada del aumento de las interacciones mutuas cause costes añadidos y fallos del equipo o la instalación.

Muchas instalaciones productivas modernas emplean sistemas de transmisión, infraestructura de TI y dispositivos susceptibles a fallos o perturbaciones surgidos en la red eléctrica. En muchos casos, un equipo crítico para los procesos de producción de la planta puede ser también el origen de anomalías e influir adversamente en la propia alimentación. El coste para una planta de estas perturbaciones de la calidad eléctrica puede ser enorme y tener un efecto adverso importante. Por lo tanto, deben evitarse siempre las paradas imprevistas del sistema.

En la industria, la capacidad de analizar los sistemas eléctricos es imprescindible para proteger los equipos frente a perturbaciones de la red y asegurar el buen funcionamiento de sistemas complejos. Deben adoptarse medidas para atenuar los efectos de las perturbaciones en la red. Este enfoque posibilita el recorrido crítico de las capacidades para mantener las instalaciones operativas, una garantía de seguridad y funcionamiento continuo y rentable.



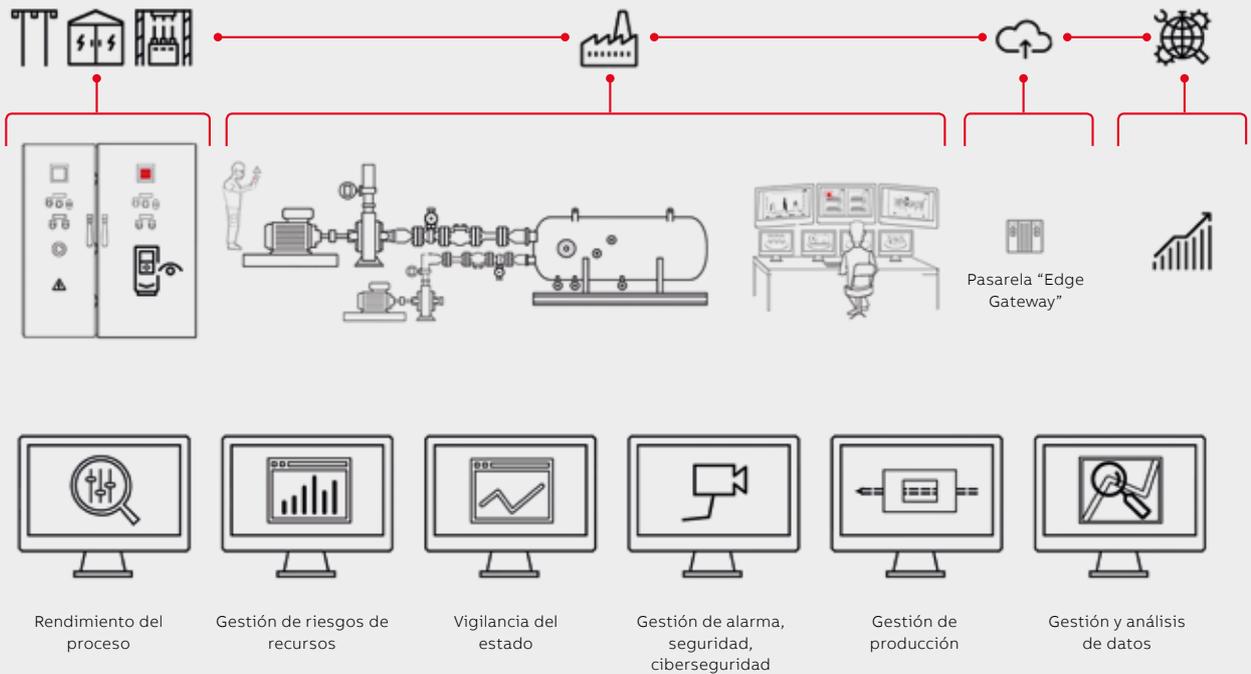
—
Imagen del título.
Los compresores son vitales para el sector OGC, antes, durante y después del proceso.

Las soluciones vanguardistas permiten a ABB desempeñar un papel activo en el estallido de innovación de la cuarta revolución industrial.

—
Las pérdidas económicas derivadas del deterioro se acumulan rápidamente hasta superar el precio de compra del compresor.

Combinando la maestría en este campo con la experiencia inigualable en conectividad, ABB ayuda a los clientes a saber más, hacer más y llegar más lejos; el servicio al cliente ha sido una estrategia clave de ABB desde su fundación hace más de 130 años.

Para permanecer en la primera línea de la innovación digital y tecnológica, ABB desarrolla conceptos inteligentes que verifica mediante revisión del diseño, modelización avanzada y experimentos en condiciones controladas, especialmente con montajes a escala relativamente pequeña. El banco de pruebas de compresores ORKAN es uno de esos montajes →2.



01

ORKAN: banco de pruebas de compresores

Las industrias del petróleo, el gas y la química dependen de la compresión y el transporte de gases. Estos procesos son los mayores consumidores de energía del sector químico. Para mejorar la eficiencia, se utilizan compresores de flujo en muchas instalaciones industriales. Debido a los estrictos requisitos de la relación entre caudal y presión, el diseño y la fabricación de estos aparatos son importantes. Asimismo, el diseño determinará en gran manera su consumo de energía.

ORKAN se usa para probar la influencia de los fallos eléctricos, evaluar la estabilidad y desarrollar soluciones de ABB que protejan las máquinas frente a las perturbaciones del flujo.

Desde que empezaron a utilizarse hace más de un siglo, la construcción de los compresores de flujo no ha dejado de mejorar. La construcción avanzada y la fiabilidad de los compresores de flujo han favorecido su uso en muchas aplicaciones críticas, como las conducciones de gas. Pero esta dependencia generalizada de los compresores de flujo impone requisitos de fiabilidad estrictos.

Hay que evitar el fallo del equipo, que puede ocasionar pérdidas económicas y problemas de seguridad. Las pérdidas económicas derivadas del deterioro se acumulan rápidamente hasta superar el precio de compra del compresor. Esto justifica el desarrollo de un sistema de supervisión del estado robusto y exacto capaz de mantener la plena operatividad del compresor.

Para ser útil, un sistema de vigilancia del estado exige un profundo conocimiento de estas máquinas complejas. El compresor centrífugo alcanza la máxima eficiencia cuando se mantiene en el campo estable cercano al límite entre las zonas operativas estable e inestable, y esto es difícil de lograr. Si se

02a



—
01 La colaboración con ABB se materializa en conocimientos prácticos para optimizar el rendimiento.

—
02 Instalación de prueba de Orkan en Cracovia, Polonia.

02a Banco de pruebas ORKAN 1.

02b Banco de pruebas ORKAN 2.

alcanzan la presión máxima y los límites mínimos de flujo del compresor se produce una inestabilidad que amenaza seriamente el compresor y toda la instalación. Cuanto más tiempo permanezca el compresor en ese estado, tanto mayor será el riesgo de avería grave. Teniendo esto presente, el objetivo es el control preciso del compresor.

Desde 2012, ORKAN ha probado la integración de diferentes tecnologías de ABB con soluciones en la nube y locales.

Un sistema de supervisión del estado con algoritmos avanzados ofrece la promesa de ganancias radicales de seguridad y de aumento del rendimiento del compresor. ABB ha desarrollado el equipo de pruebas de ORKAN con este fin. Incorpora dos máquinas para reflejar varios tipos de aplicaciones (por ejemplo, trabajo en serie y en paralelo) y para replicar operaciones en instalaciones reales →2.

El equipo se utiliza para comprobar la influencia de fallos eléctricos en el lado del proceso, para evaluar la estabilidad con fines de diagnóstico y para desarrollar soluciones de ABB que protejan las máquinas frente a las perturbaciones del flujo. En los últimos años, se ha empleado con éxito para desarrollar y probar varias soluciones, incluyendo modos de control del banco como modos de perturbación de la red, modos de control del suministro (eléctrico y mecánico), modos de control del proceso (control básico, control de la presión de aspiración, control de la presión de descarga y control de avalanchas).

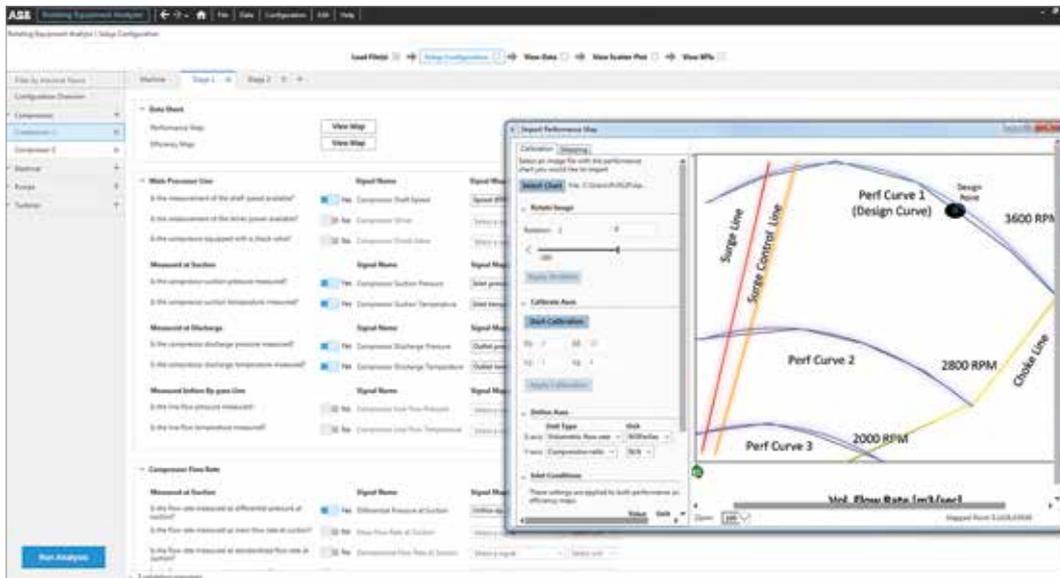
El banco de pruebas está equipado con dispositivos de ABB como accionamientos de baja tensión ACS880 y ACS850, dos motores de inducción, controlador AC800 PEC, AC500 High Performance, PLC AC500 CMS, interruptor Emax y diversos sensores de flujo, presión y temperatura. La aplicación ABB ServicePort permite a todos los usuarios ver, explorar y seguir todos los indicadores clave del rendimiento (KPI) para obtener el máximo rendimiento de los compresores y de los procesos afectados →3.

Estudios de casos

Desde 2012, el banco de pruebas se ha convertido en una plataforma avanzada para probar la integración de distintas tecnologías de ABB con soluciones en la nube y locales; por ejemplo, vigilancia y diagnóstico del estado del equipo con algoritmos y evaluación de la interacción entre los sistemas de control y diagnóstico. Combinando control y diagnósticos, las soluciones de ABB proporcionan al cliente una ventaja competitiva. ORKAN se utiliza también como banco de pruebas para recopilar datos a gran escala y evaluar soluciones de IoT y en la nube →4. Además, el banco incorpora varios protocolos de comunicación. Estas características fomentan la versatilidad en el diseño, el análisis y las pruebas de conectividad. La gran cantidad de datos recopilados durante las pruebas permiten explorar distintos métodos de análisis y vigilar el estado mediante diagnósticos y predicción, imprescindible en el sector OGC.

02b





03

Los estudios en banco de pruebas incluyen el análisis de estrategias de desarrollo cruciales para responder a estas preguntas: ¿cómo explotará el usuario final los resultados del análisis? ¿cómo pueden presentarse los resultados en forma intuitiva? Un objetivo primordial de las investigaciones en el banco de pruebas es adaptar las soluciones a los usuarios finales: ingenieros de servicio, operadores, gestores de mantenimiento, departamentos mecánicos, eléctricos y de procesos o expertos de control del estado. También es importante obtener una visión sencilla pero significativa y práctica. Estas percepciones se traducen en indicaciones del estado con luces de semáforo, indicación clara del estado actual y futuro y posibilidad de llegar hasta la causa raíz de un problema, por ejemplo.

El banco de pruebas se usa también para investigar la solución ABB Ability Rotating Machines Analytics, que integra sensores inalámbricos y sistemas de control del compresor con la plataforma Service-Port.

Actividades recientes

El desarrollo de métodos precisos de control y supervisión del estado no depende solo del uso de modelos sofisticados de simulación. Ni las simulaciones complejas reflejan el mundo real ni las interrelaciones de parámetros describen todos los procesos importantes para los sistemas de compresión o rinden resultados que reproduzcan fielmente la realidad. Además, la aplicación satisfactoria de soluciones teóricas en entornos numéricos no garantiza que las soluciones funcionen en la práctica.

La acumulación de posibles perturbaciones, la imprecisión de los parámetros y el alto grado de idealización de los modelos habituales pueden hacer que las soluciones teóricas más avanzadas sean inútiles en el mundo real. Por esta razón, la inteligencia artificial (AI) o el aprendizaje automático (ML) se consideran adecuados para la verificación de este banco de pruebas. En noviembre de 2016, se utilizó ORKAN por primera vez para desarrollar y probar tecnologías para ML y diagnóstico predictivo para máquinas rotativas, que son recursos críticos en el sector OGC.

Desde 2017, el banco se usa también para investigar la suite ABB Ability Rotating Machines Analytics, que integra sensores inalámbricos y sistemas de control de compresores con la plataforma ServicePort y su conexión nativa con la nube de ABB Ability™ →3.

Conformación del futuro digital

Lanzándose al futuro de la industria actual, ABB está desarrollando una capacidad digital intersectorial unificada y optimizada que se extiende desde el dispositivo hasta el borde y la nube con dispositivos, sistemas, soluciones, servicios y una plataforma de interacción. ABB Ability ofrece precisamente esa capacidad. Además, ABB se ha embarcado en la etapa siguiente: crear una representación digital de sensores, dispositivos y sistemas —un gemelo digital— prácticamente una copia exacta de los dispositivos físicos.

—
03 La pantalla del canal rotativo ServicePort indica riesgo de avalancha.

—
04 Pantalla de la herramienta de software DL400 utilizada para reunir datos para evaluar el rendimiento del proceso y el sistema de control.

—
Nota al pie
1) Véase también «El gemelo digital del caudalímetro electromagnético de ABB impulsa el rendimiento», en la página 58 de este número de ABB Review.

El equipo de prueba aprovecha las capacidades del gemelo digital. El gemelo digital requiere un modelo de datos coherente que incluya las variables medidas y el proceso de elaboración que lleve a una representación digital. Esta función exige que las mediciones alcancen fácilmente la representación del gemelo digital, que a su vez necesita una infraestructura de comunicación. Para ser un

—
ORKAN es un equipo ideal para acoger e incubar tecnologías disruptivas; para explorar y probar digitalmente dispositivos y sistemas conectados de forma transparente y servicios que habilitan lo digital.

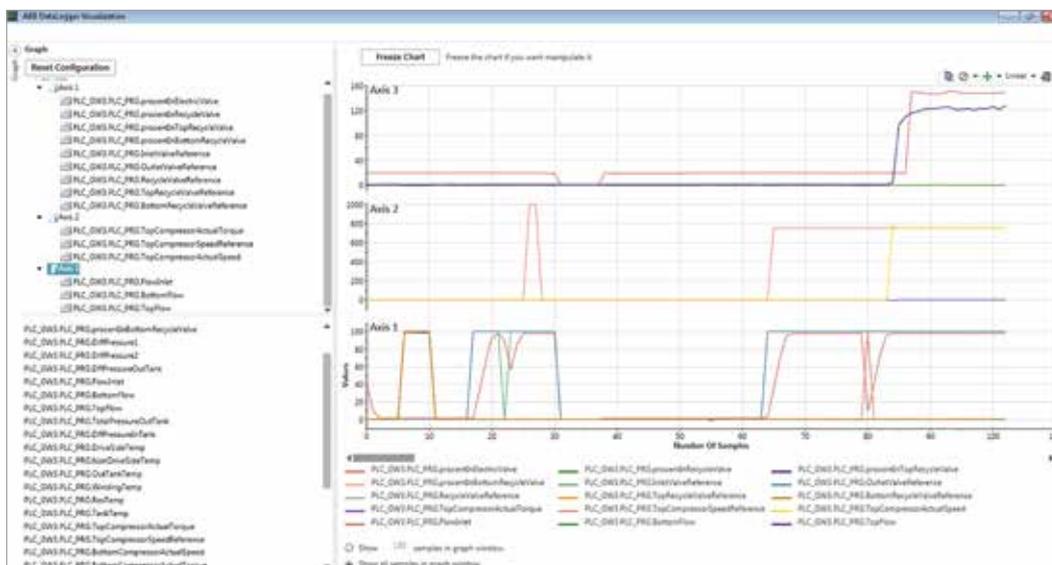
enfoque adecuado, esta sofisticada infraestructura debe adaptarse al gemelo digital y a su objeto único. ABB fomenta este método para impulsar las tecnologías industriales digitales en sus centros de investigación corporativos globales¹⁾. Pero para explotar todas las ventajas del rápido avance de la digitalización, la industria no sólo necesita un espejo digital, sino también una representación virtual con capacidades distintas de las del objeto físico real: un avatar digital. Como el gemelo, el avatar digital es un objeto digital que representa el mundo real pero que, a diferencia del gemelo, puede interactuar en el mundo digital de formas distintas a las normales del objeto en el mundo real. Siempre a la vanguardia de la innovación, ABB explora actualmente este concepto.

Perspectivas futuras

El nacimiento de la innovación tecnológica depende de un entorno que promueva la invención, el diseño, la simulación, la experimentación y la capacidad de desplegar nuevas tecnologías y soluciones. Esto constituye el punto de partida esencial que permite a la empresa capitalizar los avances tecnológicos y competir con éxito en la carrera digital hacia el futuro.

El equipo ORKAN multiuso satisface todos estos requisitos y muchos otros. Es una configuración ideal para acoger e incubar tecnologías disruptivas; para explorar y probar digitalmente dispositivos y sistemas conectados de forma transparente y servicios que habilitan lo digital. ORKAN forma parte de ABB Ability, la funcionalidad digital unificada, intersectorial que se extiende desde el dispositivo hasta el borde y la nube. ●

04



ANÁLISIS DIGITAL

Análisis en tiempo real de pasta, papel y cartón bobinados

¿Cómo se utiliza la tecnología de imagen avanzada para analizar más y menores detalles en máquinas de productos bobinados de alta calidad y alta velocidad? ¿Y cómo se procesan los datos para mejorar la evaluación de la calidad del producto y la vigilancia y el control de la fabricación?

Tommi Huotilainen
Seppo Riikonen
ABB Oy
Helsinki, Finlandia

tommi.huotilainen@fi.abb.com
seppo.riikonen@fi.abb.com

Myron Laster
ABB Industrial
Automation
Atlanta, GA,
Estados Unidos

myron.laster@us.ab.com

Los sistemas de imagen de bobina (WIS) →1 se utilizan principalmente para el análisis de calidad, es decir, la detección de defectos y otras anomalías. Orificios, manchas y partículas de suciedad son ejemplos de defectos discretos, mientras que las arrugas, estrías y manchas delgadas son ejemplos de los llamados defectos débiles. Se deben detectar ambos tipos de defectos para garantizar una calidad adecuada del producto.

Los sistemas de imagen de bobina se utilizan principalmente para el análisis de calidad en continuo, es decir, para detectar defectos y anomalías en un producto como pasta o papel.

En muchos casos, la evaluación de la calidad del producto bobinado que sale de las actuales máquinas de alta velocidad y alta calidad se basa en mediciones de laboratorio a distancia o en resultados de mediciones en la línea obtenidas en una zona reducida del producto. Pero ABB ha introducido recientemente nuevos métodos para analizar gran número de zonas objetivo de un producto bobinado en tiempo real y en todas las zonas del producto.

Estos nuevos métodos y las mediciones obtenidas permiten a los fabricantes de pasta y papel

- Supervisar los factores generales de calidad de un producto bobinado
- Reaccionar inmediatamente para mejorar la fabricación del producto
- Evaluar la calidad general del producto
- Clasificar las áreas del producto fabricado en función de los requisitos específicos del cliente

Estas medidas suponen un ahorro sustancial en comparación con los casos en los que una mala medición de una parte de la producción continua conduce descartar o devaluar grandes cantidades de producto de buena calidad.

—
01 Sistema de imagen de bobinado de ABB.

Los métodos de análisis de ABB aprovechan los últimos avances en tecnologías de procesamiento de datos e imágenes en tiempo real para captar una imagen del producto y separar las regiones interesantes y no interesantes de la imagen. Este proceso

—
Los métodos aprovechan los últimos avances en las tecnologías de procesamiento de datos e imágenes en tiempo real para captar una imagen del producto y separar las regiones de interés.

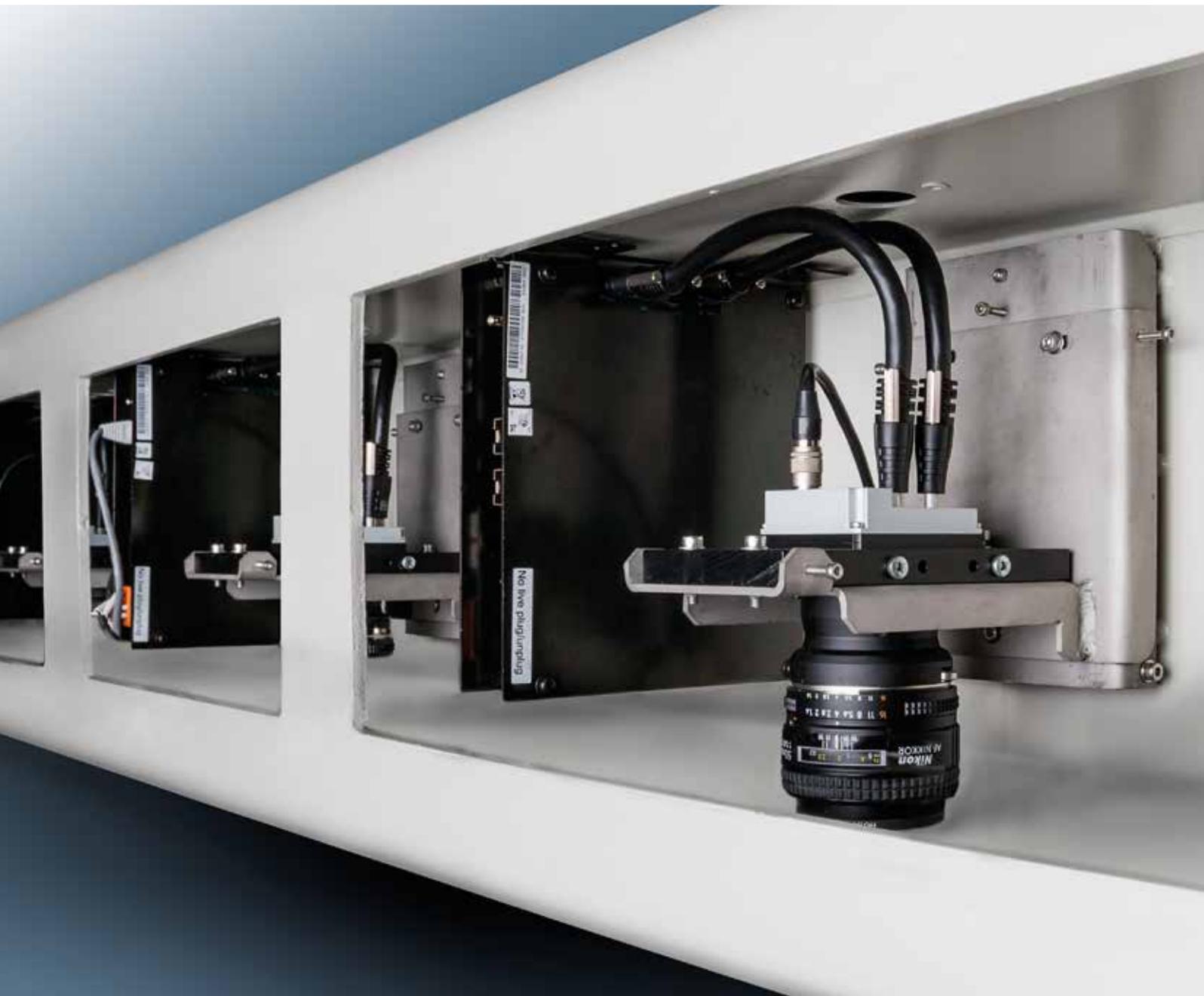
suele llamarse segmentación de la región de interés (RDI). La siguiente fase es un análisis morfométrico (medición de tamaño y forma) en tiempo real de los tamaños, longitudes, anchuras, ángulos y proporciones de la RDI.

Estos análisis deben hacerse en tiempo real, con independencia del número de regiones de interés por unidad de tiempo. El análisis de las RDI en tiempo real es exigente si su número es elevado [1].

Principios de la imagen del bobinado

En un WIS en tiempo real, primero se obtienen imágenes de los productos de pasta, papel o cartón con la iluminación, la configuración de imagen, la óptica y la cámara adecuadas →2. Los datos brutos se analizan a continuación con hardware de procesamiento de imagen, que corrige los datos brutos entrantes: correcciones del brillo según la posición, transformaciones en escala de grises y segmentación de la RDI. La segmentación puede ser compleja, y suelen utilizarse varios métodos y parámetros de segmentación diferentes en paralelo para obtener múltiples características para su análisis posterior.

01



Una forma de manejar eficazmente la gran cantidad de datos propios del análisis en tiempo real de imágenes de alta resolución y dinámica elevada es crear un hardware especial basado en una matriz de puertas programable (FPGA). Una FPGA es un chip lógico programable [2] con gran número de elementos lógicos muy sencillos que se conectan para crear una funcionalidad más compleja. Las FPGA actuales llevan millones de elementos lógi-

—

ABB ha diseñado una cámara basada en FPGA que procesa los datos brutos de imagen y transfiere solo los resultados e imágenes objetivo que tienen la resolución y dinámica deseadas.

cos y son compatibles con frecuencias internas elevadas, grandes memorias internas y bloques de procesamiento de señales digitales (DSP). ABB ha diseñado una cámara basada en FPGA que procesa los datos brutos de imagen entrantes y solo transfiere los resultados y las imágenes objetivo que tienen la resolución y la dinámica deseadas [2]. Esta técnica de reducción de datos permite el procesamiento en tiempo real de la totalidad del bobinado.

Las plataformas basadas en FPGA simplifican la incorporación de nuevas funciones de medición que prolongan la vida útil del WIS.

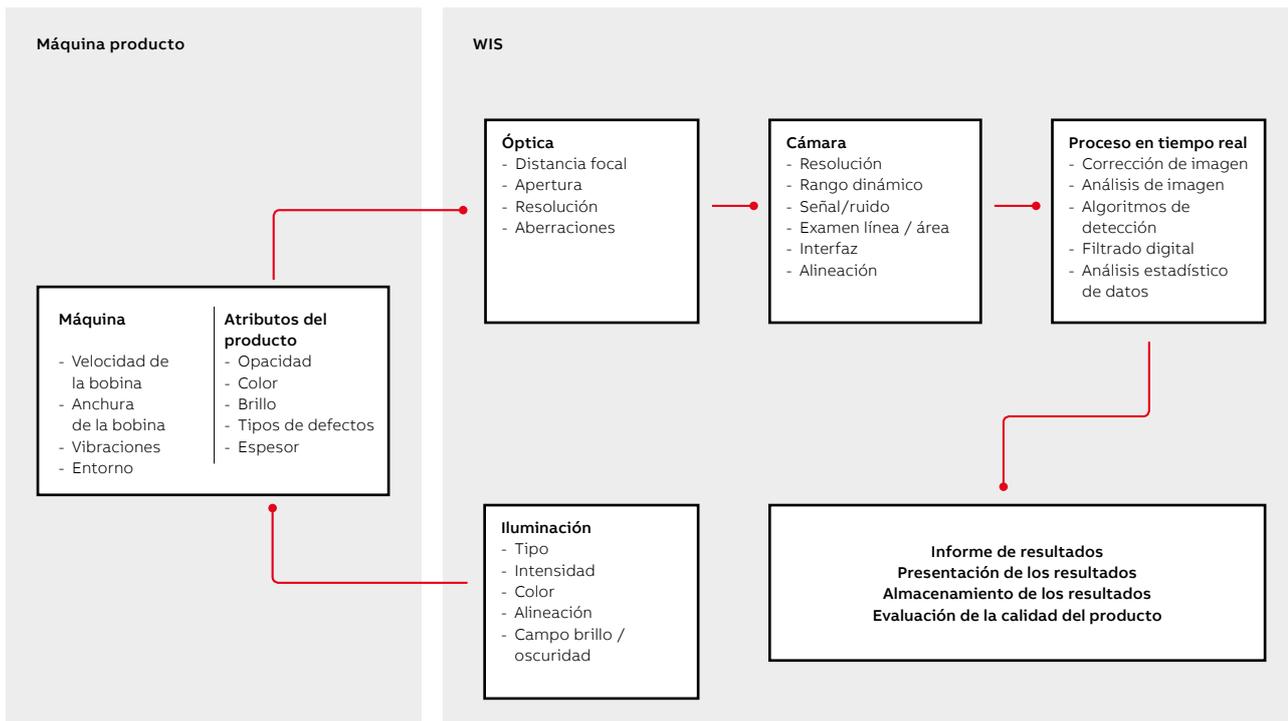
Métodos morfométricos de RDI en tiempo real

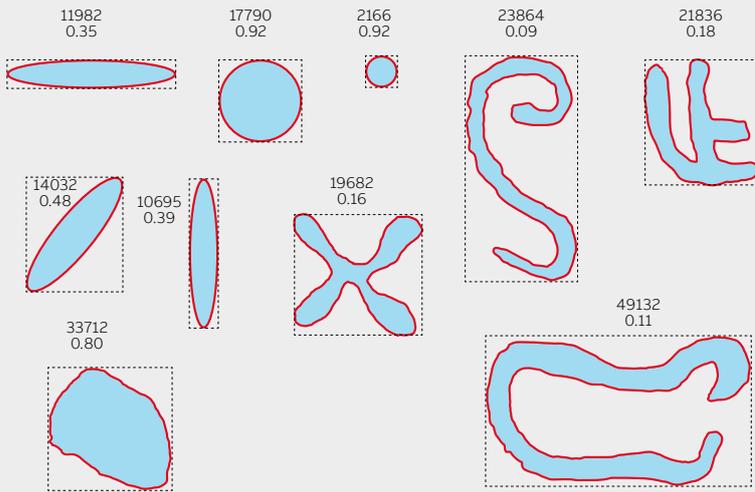
La segmentación de la RDI determina las regiones de interés dentro del producto. El siguiente paso es analizar en tiempo real estas regiones y generar información sobre la calidad del producto. Estos datos pueden utilizarse para caracterizar propiedades geométricas y clasificar las regiones de interés en consecuencia.

Son propiedades importantes, por ejemplo, el área, o número total de píxeles de una región, y el perímetro, que genera otras propiedades geométricas, como la redondez →3. Cuando se comparan las formas en →3, se ve, por ejemplo, que la redondez diferencia una región de tipo circular (valor 0,92) de otra de tipo flor (valor 0,16) con valores de área casi iguales (17,790 y 19,682).

Clasificación en tiempo real de regiones de interés

Se hicieron tres pruebas para evaluar el algoritmo de manipulación en tiempo real de la región basado en FPGA: clasificación de intensidad y tamaño, clasificación de tamaño y rendimiento de manipulación de la región. Una configuración de prueba con tambores portamuestras a medida proporciona velocidad variable de muestreo e iluminación ajustable →4.





03

— 02 Aspectos de la imagen del bobinado.

— 03 Ejemplos de regiones segmentadas con diferentes formas. El valor superior es el área del parámetro morfométrico medido; el inferior corresponde a la redondez, derivada de los parámetros morfométricos medidos de área y perímetro.

— 04 Tambores giratorios para probar el algoritmo.

Prueba de clasificación combinada de intensidad y tamaño

El fin de la prueba que combina la clasificación de intensidad y tamaño era evaluar el rendimiento cuando primero se fija un valor umbral para detectar puntos y luego se determina el tamaño del punto con otro umbral potencialmente más sensible. La respuesta de la clasificación combinada de intensidad y tamaño se evaluó escaneando (a 115 m/min) un patrón formado por 90 puntos grises y 90 puntos con porciones grises y oscuras y cinco tamaños de punto (áreas de 3,1 mm² a 0,2 mm²) →5.

Con un nivel de detección de baja sensibilidad, se detectaron 10.980 regiones que contenían puntos pequeños y oscuros, se midieron sus tamaños (con otro nivel de segmentación de alta sensibilidad) y se clasificaron en función de los tamaños medidos. En este caso, sólo se detectaron los puntos grises con una región oscura (izquierda de →5) para el recuento de regiones, debido a la menor sensibilidad de detección. Con una sensibilidad mayor, se detectaron 21.960 manchas grises/oscuras.

Los resultados de recuento, tamaño e intensidad se ajustaban muy bien a la distribución de puntos oscuros del patrón de prueba; por tanto, el sistema era capaz de detectar puntos de la intensidad deseada, medir su tamaño según un nivel de segmentación sensible y clasificar los puntos detectados por su tamaño.

Prueba de clasificación de tamaño extremo

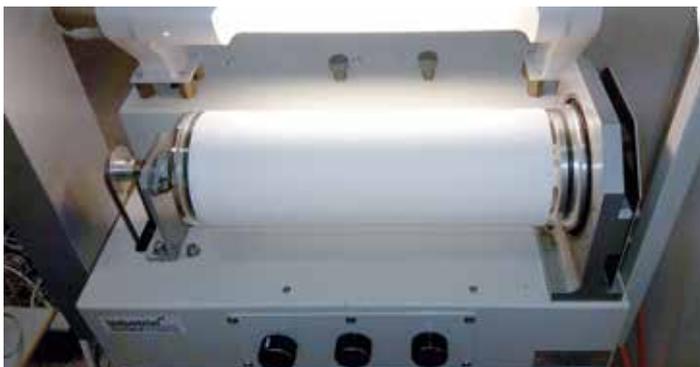
La finalidad de la prueba de clasificación de tamaño extremo era determinar si el algoritmo podía clasificar por tamaños y muy deprecia los puntos negros de un papel de prueba con gran densidad de manchas.

Se realizaron tres pruebas para evaluar el nuevo algoritmo de supervisión de regiones basado en FPGA.

El patrón de prueba consta de 240 puntos oscuros de cinco tamaños (0,60 mm² a 0,06 mm²) →6. El rendimiento de detección y medición de regiones durante la prueba fue de aproximadamente 1,4 millones de regiones/s. El resultado de la clasificación por tamaños se ajustaba muy bien a la distribución real de puntos oscuros del patrón de prueba →7.

Prueba de clasificación de regiones morfométricas

La prueba de clasificación de las regiones morfométricas evaluó el rendimiento del sistema a alta velocidad con un gran número de regiones de formas diferentes concentradas en un espacio reducido: 240 formas oscuras con cinco tamaños comprendidos entre 0,10 mm² y 2,50 mm² y cuatro formas diferentes →8. La muestra se escaneó a 420 m/min, con lo que el rendimiento de detección de regiones y medición de áreas fue de unas 223.000 regiones/s. Los resultados de la clasificación por tamaños y formas se ajustan a la distribución de formas oscuras del patrón de prueba.



04

Análisis de suciedad de la pasta

La cantidad y el impacto visual (área e intensidad) de la suciedad visible en la pasta, el papel o el cartón pueden afectar sustancialmente a la calidad del producto terminado [3-7]. Por consiguiente, uno de los procedimientos de control de calidad más beneficiosos es el recuento y la clasificación de la suciedad.

—
Los nuevos métodos en tiempo real de ABB cubren toda la bobina, una situación para la que se necesitan nuevas normas.

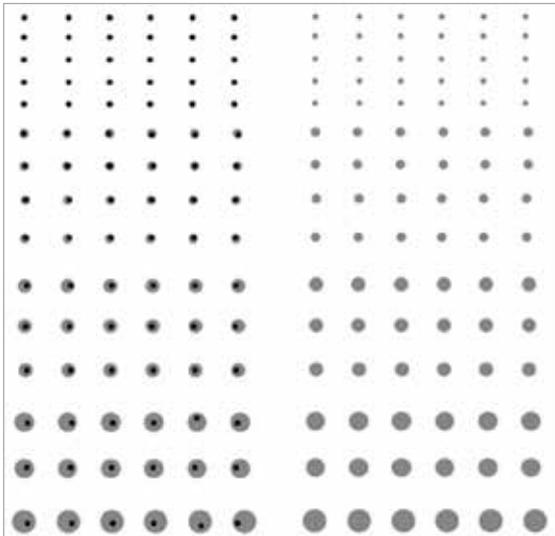
Se han publicado varias normas internacionales para el procedimiento de análisis de la suciedad, pero casi todas son mediciones de laboratorio offline de muestras que cubren una zona reducida de producto.

Los nuevos métodos en tiempo real de ABB que cubren toda la bobina crean una situación para la que se necesitan nuevas normas. Para la futura definición de estas normas, sería útil reconocer y definir los requisitos y, a continuación, descubrir y normalizar los valores de referencia más valiosos para los productores. Las pruebas muestran que los nuevos métodos de tratamiento de regiones de ABB, como la medición y clasificación por tamaños del área de suciedad, ofrecen una clasificación de la suciedad fiable, en tiempo real y basada en la forma para toda la bobina y, por tanto, una base para la definición de la norma.

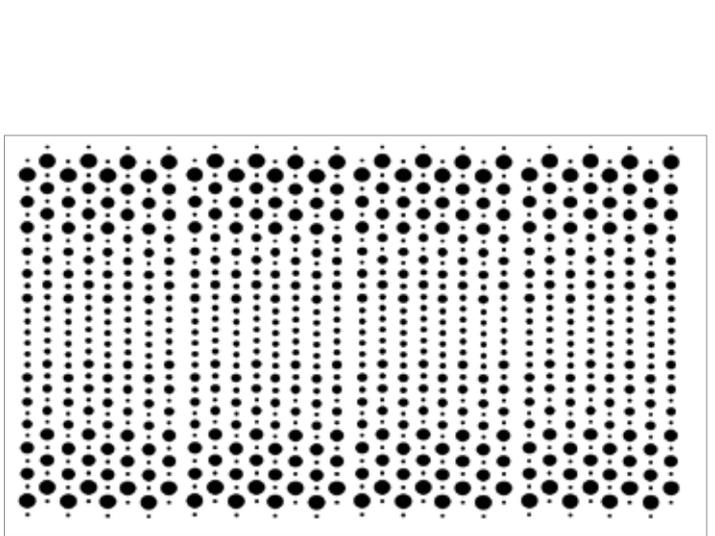
Nuevo análisis de suciedad del producto en tiempo real de ABB

DIRT Count forma parte de la innovadora familia de productos de imagen para bobinas QMS de ABB, que detecta, mide y analiza la suciedad en tiempo real en toda la bobina y en todos los productos bobinados. Es un sistema de inspección automático, online, basado en la imagen, que utiliza tecnología de cámara digital CMOS de alta resolución y en tiempo real. El sistema inspecciona la anchura completa de la bobina con resultados uniformes y repetibles y detecta y notifica defectos y partículas de suciedad de solo 0,01 mm². Con la aplicación de la tecnología de imagen avanzada de ABB y una densidad de cámara mejorada, las dimensiones de los defectos se pueden determinar con una precisión de hasta 0,04 mm.

Durante el secado de la pasta, las cámaras inteligentes WIS de ABB analizan el contenido de suciedad e inspeccionan al mismo tiempo la totalidad de la bobina para detectar otros defectos más grandes y posibles defectos estructurales que limitan el bobinado continuo de la pasta. El sistema de imagen QMS de ABB con DIRT Count permitirá a los operarios controlar la calidad de la pasta para toda la bobina, optimizando de este modo la producción y la rentabilidad.



05



06

—
05 Patrón de prueba para probar la clasificación combinada de intensidad y tamaño.

—
06 Patrón de prueba, clasificación del tamaño de la región.

—
07 Resultado de la prueba de clasificación por tamaños de la región. Coincide exactamente con la clasificación por tamaños real del patrón de prueba.

—
08 Patrón para probar el rendimiento de la gestión de regiones con formas diferentes y gran densidad.

Referencias

[1] Huutilainen, T., et al., "Real-time ROI Morphometrics in High Quality Web Imaging," PaperCon, Cincinnati, Ohio, 2016.

[2] Mittal, S. et al., "FPGA: An Efficient and Promising Platform for Real-Time Image Processing Applications," Proceedings of the National Conference on Research and Development in Hardware & Systems (CSI-RDHS), Kolkata, India, 2008.

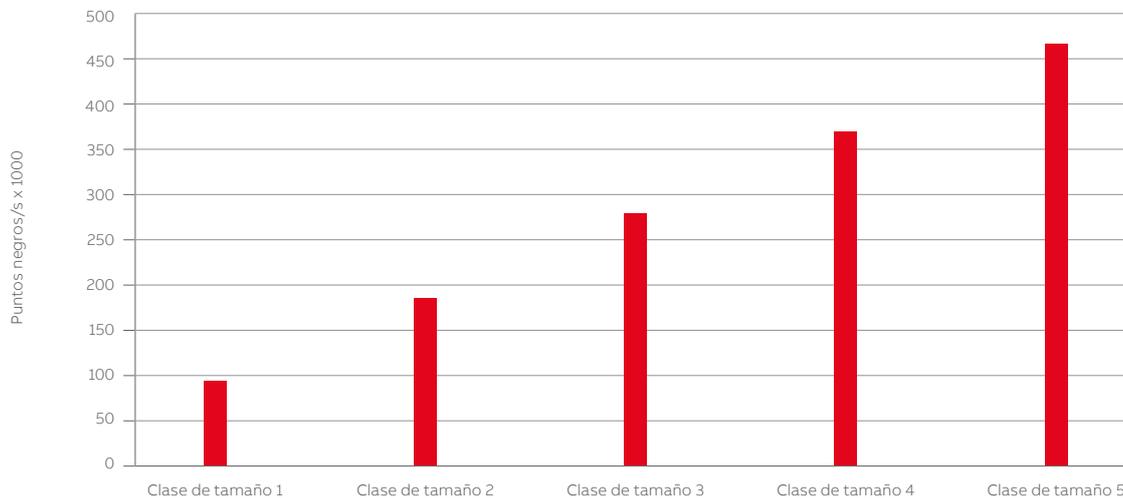
[3] Strokina, N. et al., "Framework for Developing Image-based Dirt Particle Classifiers for Dry Pulp Sheets," Machine Vision and Applications, Springer-Verlag, vol. 24, no. 4, pp. 869-881, 2013.

[4] Strokina, N. "Machine vision methods for process measurements in pulping," Ph.D. thesis, Lappeenranta University of Technology, Lappeenranta, Finland, 2013.

[5] Strokina, N. et al., "Semisynthetic ground truth for dirt particle counting and classification methods," Proceedings of the 12th IAPR Conference on Machine Vision Applications, Tokyo, Japan, 2011.

[6] Strokina, N. et al., "Adaptive Classification of Dirt Particles in Papermaking Process," 17th Scandinavian Conference on Image Analysis, Ystad, Sweden, 2011.

[7] Fouladgaran, M. et al., "Automated counting and characterization of dirt particles in pulp," Proceedings of the International Conference on Computer Vision and Graphics, Warsaw, Poland, pp. 166-174, 2010.



07

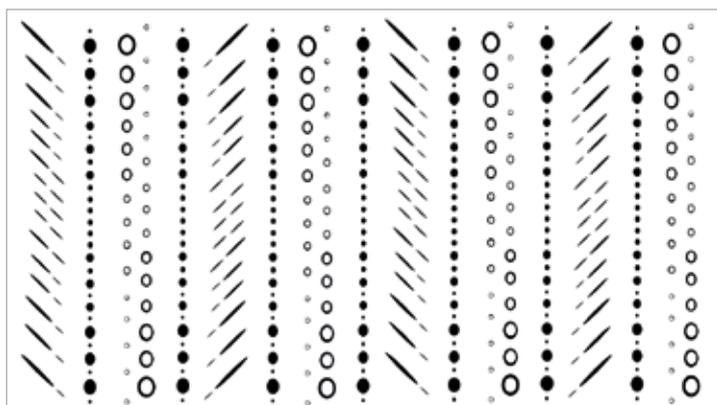
Cobertura total

Una plataforma de cámara inteligente, con soporte para procesamiento de imagen en paralelo en tiempo real basado en FPGA, es una de las mejores soluciones de hardware para sistemas de imagen para productos en bobina. El cálculo y paralelismo de datos y la flexibilidad de actualización de las funciones permiten mejorar el WIS con sensores de software y prolongar su vida útil para asegurar un rendimiento competitivo continuo.

Las modernas tecnologías basadas en FPGA y los algoritmos de procesamiento de imagen ofrecen nuevas oportunidades para analizar productos de pasta, papel y cartón en tiempo real que cubren toda la bobina, incluso si la densidad de las RDI es extremadamente alta. Los resultados de la prueba de rendimiento de los nuevos métodos, con una cámara, demuestran que es posible detectar más de 1,4 millones de RDI/s, contarlas, medir su tamaño (área), clasificarlas por intensidades y tamaños y generar un informe de resultados, lo que equivale a procesar más de 5000 millones de regiones de interés por cámara y hora.

Además, ABB también ha introducido el nuevo producto QMS para bobinas DIRT Count que utiliza hardware WIS de ABB y la nueva metodología de gestión de RDI para detectar, analizar y clasificar partículas de suciedad.

Estos nuevos métodos y soluciones de imagen para bobinas de ABB ayudarán a mejorar la calidad de los productos bobinados, reducir el desperdicio, aumentar la eficiencia operativa del equipo y mejorar la producción en general. ●



08

ANÁLISIS DIGITAL

El gemelo digital del caudalímetro electromagnético de ABB impulsa el rendimiento

Los productos para medición de caudales de ABB reflejan la vanguardia de esta tecnología. La nueva herramienta de ABB, un gemelo digital, imita el caudalímetro real en un entorno virtual y predice el comportamiento de un caudalímetro electromagnético (EM). El gemelo digital basado en una modelización multifísica permite mejorar el diseño y predecir sus prestaciones en condiciones reales.



Subhashish Dasgupta
ABB Corporate Research
Bangalore, India

subhashish.dasgupta@
in.abb.com



Vinay Kariwala
ABB BU Measurement
& Analytics
Bangalore, India

vinay.kariwala@in.abb.com

Durante la pasada década, las nuevas tecnologías y la digitalización han empezado a influir en procesos convencionales como el transporte y tratamiento de líquidos como el agua y las aguas residuales. Al hacerse estas aplicaciones más viables y accesibles, los equipos de investigación de ABB trabajan para que los clientes reciban las herramientas mejores y más rentables para mejorar su competitividad. Aquí interviene la tecnología de gemelos digitales, que ayuda a detectar problemas físicos en fases tempranas y a predecir los resultados con exactitud. Mirando al futuro, ABB ha aprovechado la oportunidad de aplicar la tecnología de gemelos digitales para mejorar sus caudalímetros y cubrir las dificultades del proceso, aportar valor más deprisa y satisfacer las expectativas cada vez mayores de los clientes.



Caudalímetros electromagnéticos

Los procesos de producción exigen instrumentos fiables y precisos para cumplir las normas más exigentes. Durante más de 40 años, ABB ha sido un socio fiable del sector del agua por su dedicación al desarrollo de productos, soluciones de sistemas y servicios. Los caudalímetros de ABB son el caballo de batalla de la industria de procesos, porque son resistentes, fiables y, sobre todo, exactos →1a.

Con una cuota importante de la cartera de caudalímetros de ABB, los caudalímetros EM son especialmente atractivos para los clientes que

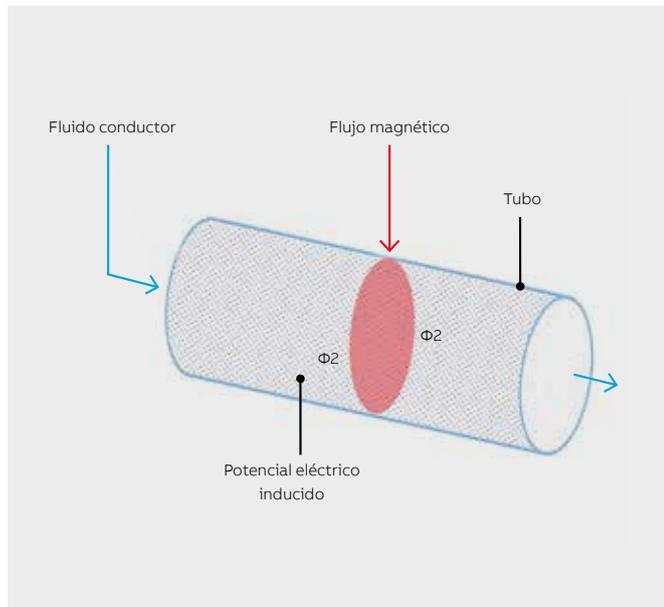
transportan o procesan líquidos conductores por sus ventajas únicas: sencillez de instalación, caída de presión insignificante y gran precisión. Además, el trabajo de los caudalímetros EM no es sensible a las variaciones de temperatura, presión o densidad ni se ve influido por fluctuaciones menores de los perfiles del caudal. Sea cual sea la dirección del flujo, los caudalímetros EM, con un error inferior al $\pm 0,2$ por ciento en un margen amplio de caudales, ofrecen precisión con caudales pequeños.

—
Imagen del título.
Instalación de
tratamiento de agua
y aguas residuales.





01a

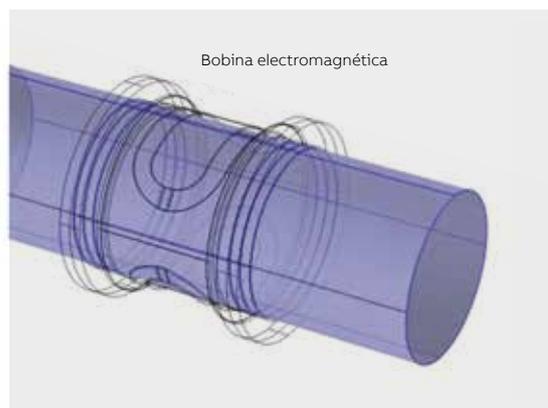


01b

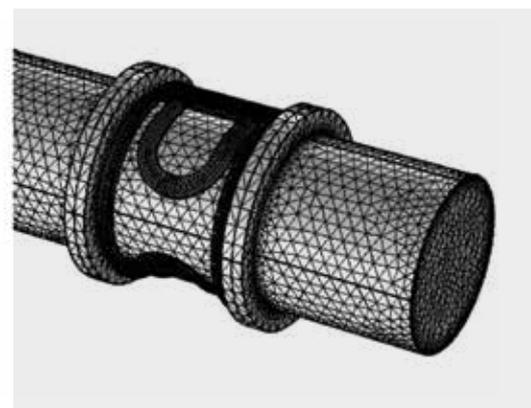
ABB explora continuamente herramientas que mejoren su oferta de caudalímetros electromagnéticos para atender la demanda de rendimiento elevado y optimización de costes. Combinando un profundo conocimiento de la física del caudalímetro con nuevas técnicas de modelización, ABB se compromete a añadir valor a los caudalímetros existentes.

Durante más de 40 años, ABB ha sido un socio fiable del sector del agua por su dedicación al desarrollo de productos, soluciones de sistemas y servicios.

Los caudalímetros EM se basan en la ley de inducción electromagnética de Faraday para determinar la velocidad del flujo. Cuando se establece un campo magnético dentro de un tubo por el que circula un líquido conductor como el agua, se induce un potencial eléctrico o fuerza electromotriz (EMF) a través de la sección transversal del tubo →1b. La EMF es proporcional al caudal o la velocidad, que se calcula midiendo la EMF inducida. La relación entre EMF inducida y velocidad del fluido es la sensibilidad, relacionada con el factor de calibración. Tan importante es predecir la sensibilidad como anticipar sus variaciones como respuesta a las condiciones cambiantes. Hay que evaluar los sucesos térmicos y estructurales que puedan influir en el funcionamiento del caudalímetro en interés de la seguridad del producto y para determinar su comportamiento en condiciones exigentes.



02a



02b

—
01a Un caudalímetro electromagnético de ABB.

01b La interacción del flujo magnético con el fluido conductor en movimiento induce un potencial eléctrico (Φ_2) proporcional a la velocidad del fluido $\Phi_1 - \Phi_2$.

—
02a Geometría CAD del caudalímetro EM.

02b Geometría discreta para cálculos de FEA.

02c Se modelaron distintos caudalímetros que diferían en diseño o tamaño de los componentes.

Concepto de gemelo digital

¿Qué pasaría si se desarrollase un modelo predictivo basado en el conocimiento físico que predijera el comportamiento del caudalímetro y minimizara la necesidad de pruebas? El resultado sería una productividad incomparable y unas prestaciones mejoradas. ABB ha desarrollado un modelo de software del caudalímetro EM con una técnica multifísica de análisis de elementos finitos (FEA). Este modelo de software, o gemelo digital, es una réplica que representa el equipo físico en el mundo virtual e imita su comportamiento real. A partir del conocimiento así adquirido puede entenderse la complejidad del comportamiento, detectar problemas y mejorar el diseño. Esta información puede luego utilizarse para construir y usar el producto en la práctica. Los gemelos digitales pueden simular casi todas las condiciones en el mundo virtual con la certeza de que se obtendrá el mismo comportamiento en el mundo real.

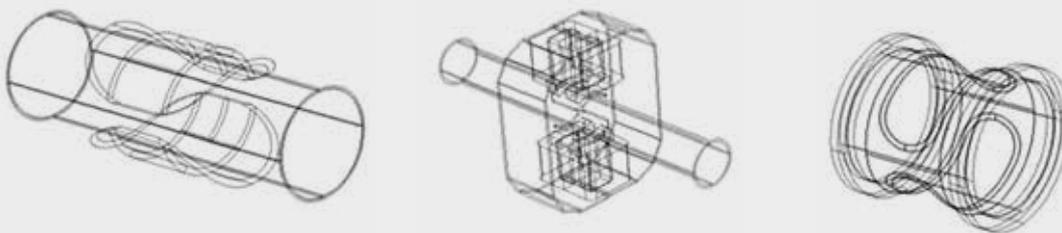
Modelización multifísica

La modelización FEA discretiza la geometría de un objeto en espacios finitos menores. El modelo computacional se alimenta con información como las propiedades de los materiales y las condiciones de funcionamiento y de contorno. El modelo resuelve las ecuaciones basadas en la física sobre dominios finitos para deducir parámetros. Este método, que rinde información tridimensional y, si es necesario, variable con el tiempo, se emplea para predecir el rendimiento y mejorar el diseño en sectores como el petróleo y el gas o la aviación. La modelización FEA, al contrario que los métodos

—
ABB ha desarrollado un modelo de software de caudalímetro EM basado en una técnica multifísica de análisis de elementos finitos (FEA) para mejorar la productividad y las prestaciones.

clásicos de prueba, ayuda a entender fácilmente procesos complejos. El ensayo en laboratorio está limitado por su dependencia del número y la situación de los sensores empleados en el equipo, aspectos costosos y de difícil aplicación en industrias de proceso. En cambio, los recientes avances y los costes decrecientes de los ordenadores muy potentes permiten resolver mediante FEA de forma fácil e iterativa ecuaciones complejas basadas en la física.

ABB ha elegido un modelo multifísico del caudalímetro EM para mejorar su ya extraordinaria oferta de caudalímetros.



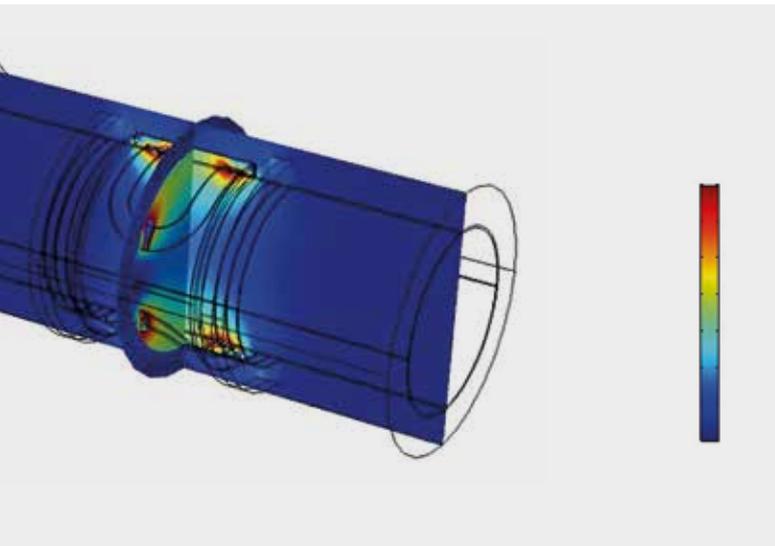
Integración de fenómenos físicos

Inicialmente, la geometría de un caudalímetro se construía con un software de diseño ayudado por ordenador (CAD) →2a. Luego, la geometría, o el

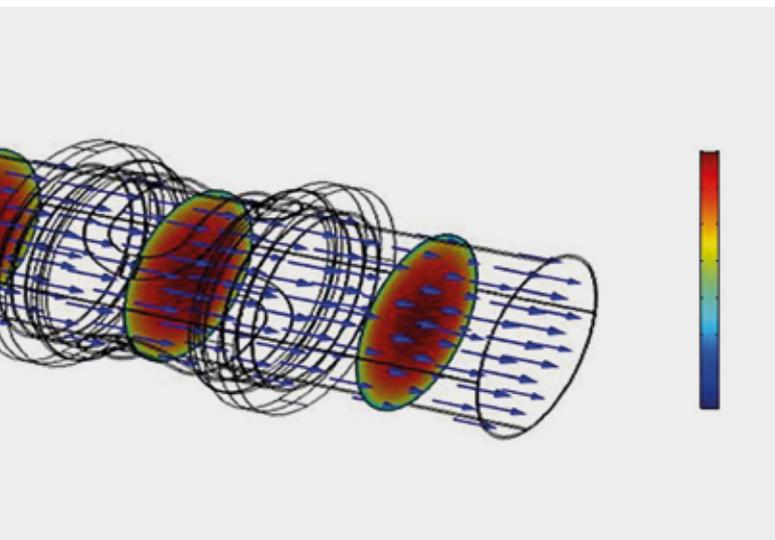
—
Los gemelos digitales simulan casi todas las condiciones del mundo virtual con la certeza de que se obtendrá el mismo resultado en el mundo real.

dominio de cálculo, se discretizaba en elementos minúsculos en los que se resolvían las ecuaciones →2b. Se modelizaron varios caudalímetros de diseños y tamaños distintos →2c.

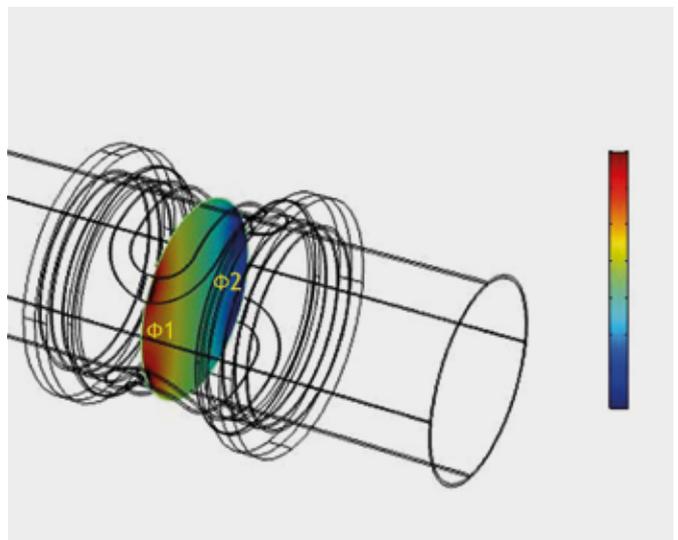
Integrar los dos fenómenos primarios, el electromagnetismo y la fluidodinámica, y otros fenómenos físicos diversos en un modelo simple es difícil. El electromagnetismo se analiza resolviendo las ecuaciones de Maxwell. Estas ecuaciones calculan inicialmente la densidad del flujo magnético en el dominio de cálculo →3a. La fluidodinámica se analiza resolviendo ecuaciones de conservación de masa y momento para diversas condiciones de flujo que simulan la circulación de un fluido por un tubo →3b. Después, la EMF inducida, resultado de la interacción entre el flujo magnético y la velocidad del fluido, se calcula integrando los campos magnético y de flujo con las ecuaciones de Lorentz, deducidas de la ley de Faraday de inducción electromagnética →3c. El resultado primario es la sensibilidad o la relación entre la EMF inducida y la velocidad del fluido. Para obtener una imagen completa, el modelo resuelve también los parámetros de propagación térmica y dinámica estructural. Se calculan los esfuerzos térmicos e hidráulicos que actúan sobre las paredes del tubo →4. Estas simulaciones avanzadas son esenciales para predecir el efecto sobre el estado del caudalímetro de condiciones difíciles, como las temperaturas o presiones elevadas de los líquidos que recorren el tubo. El resultado final de estos cálculos es un modelo multifísico completo del caudalímetro capaz de predecir el comportamiento y el riesgo de fallo en condiciones adversas.



03a



03b



03c

—
03 Se evaluaron los fenómenos físicos cualitativos; el rojo representa los valores máximos.

03a Distribución del flujo magnético.

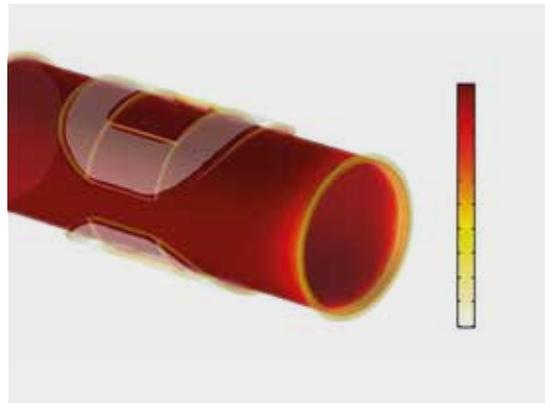
03b Curvas de la velocidad del fluido.

03c Potencial eléctrico.

—
04 Campos cualitativos de esfuerzos térmicos e hidráulicos; el rojo representa un valor máximo.

04a Campo de temperaturas.

04b Campo de esfuerzos.



04a



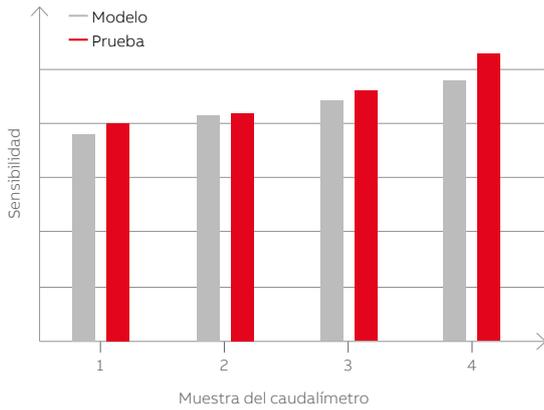
04b

La modelización tiene la ventaja de minimizar la necesidad de efectuar pruebas, costosas y laboriosas. En 2017 se simularon con éxito varios caudalímetros de ABB, de diseño único y tamaños de línea variables. Una comparación entre sensibilidades calculada por el modelo y obtenida durante las pruebas de campo ha revelado una concordancia del 95 por ciento, lo que determina que el modelo es una herramienta predictiva realista y precisa →5. Además de la sensibilidad, el modelo podría predecir la linealidad del caudalímetro, o en otras palabras, la constancia de la sensibilidad al variar el caudal: exactitud de

Se ha visto que el caudalímetro modificado supera al existente, lo que prepara el escenario para futuras mejoras de diseño. El gemelo digital, aplicado a las tareas de desarrollo del caudalímetro, aumentará la sensibilidad, mejorará la precisión de las mediciones y reducirá los costes de fabricación. Se está trabajando mucho para ensayar prototipos del caudalímetro e incorporar las diversas modificaciones de diseño y evaluar la factibilidad de algunas de las nuevas ideas.

—
ABB ha podido determinar la mejor posición para instalar el caudalímetro en un sistema dado de conducciones, lo que permite corregir las lecturas del caudalímetro.

medida. El concepto de gemelo digital no es útil solo durante la fase de prueba, pues el modelo se ha aprovechado para modificar el diseño de caudalímetros existentes para mejorar su calidad. Se ha podido evaluar la mejora en las prestaciones del caudalímetro incorporando nuevos diseños de componentes e ideas innovadoras.

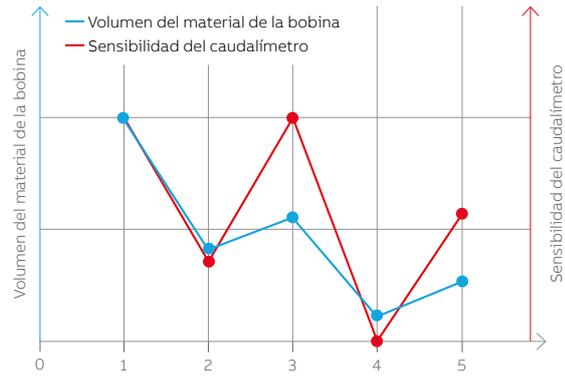


05

Producir más con menos

El objetivo primordial del desarrollo del producto es minimizar el empleo de material y mantener o maximizar las prestaciones. En consecuencia, el modelo gemelo digital se ha empleado para optimizar el diseño de componentes del caudalímetro con la intención de reducir los costes de material. La bobina electromagnética, un componente importante, se modificó para conseguir el tamaño y la forma óptimos para las máximas prestaciones del caudalímetro. Se ha evaluado la variación del tamaño de una bobina determinada en una serie de iteraciones →6. En una iteración concreta pudo mantenerse la sensibilidad original del caudalímetro con mucho menos material para la bobina de cobre. Además, se mostraron simulaciones de diseños de bobinas radicalmente nuevos que reducían la cantidad de material necesaria para conservar las prestaciones. Esto tiene un valor especial en el desarrollo de grandes caudalímetros, porque el coste de la bobina supone una parte sustancial del coste total de material del caudalímetro.

Recientemente se han evaluado y verificado en la siguiente fase de prueba de prototipos propuestas para reducir el tamaño de caudalímetros grandes.



06

Réplica de las condiciones reales

Si bien las fases de desarrollo y prueba son importantes en el ciclo de vida del producto, la fase de instalación tiene dificultades propias, pues componentes como codos y válvulas pueden deformar los perfiles de flujo y mermar la precisión de las mediciones. Por lo tanto es fundamental conocer el efecto sistémico de las características de las conducciones en el trabajo del caudalímetro. Se ha ampliado el gemelo digital del caudalímetro de ABB para incluir el sistema de conducciones del cliente →7.

El objetivo primordial del desarrollo del producto es minimizar el uso de material y mantener o maximizar las prestaciones; el gemelo digital se ha empleado para optimizar el diseño de componentes del caudalímetro para reducir los costes de material.

Se ha estudiado el efecto de la modificación del flujo sobre la precisión de las mediciones para determinar el impacto de determinados componentes del sistema, como un codo situado aguas arriba. Como consecuencia, ABB ha podido determinar la mejor posición para el caudalímetro en un sistema de tuberías y así corregir las lecturas de caudal.

—
05 Se han modelizado diversas variedades de caudalímetros y se han comparado con los datos de prueba.

—
06 Modelización iterativa para el diseño óptimo de la bobina.

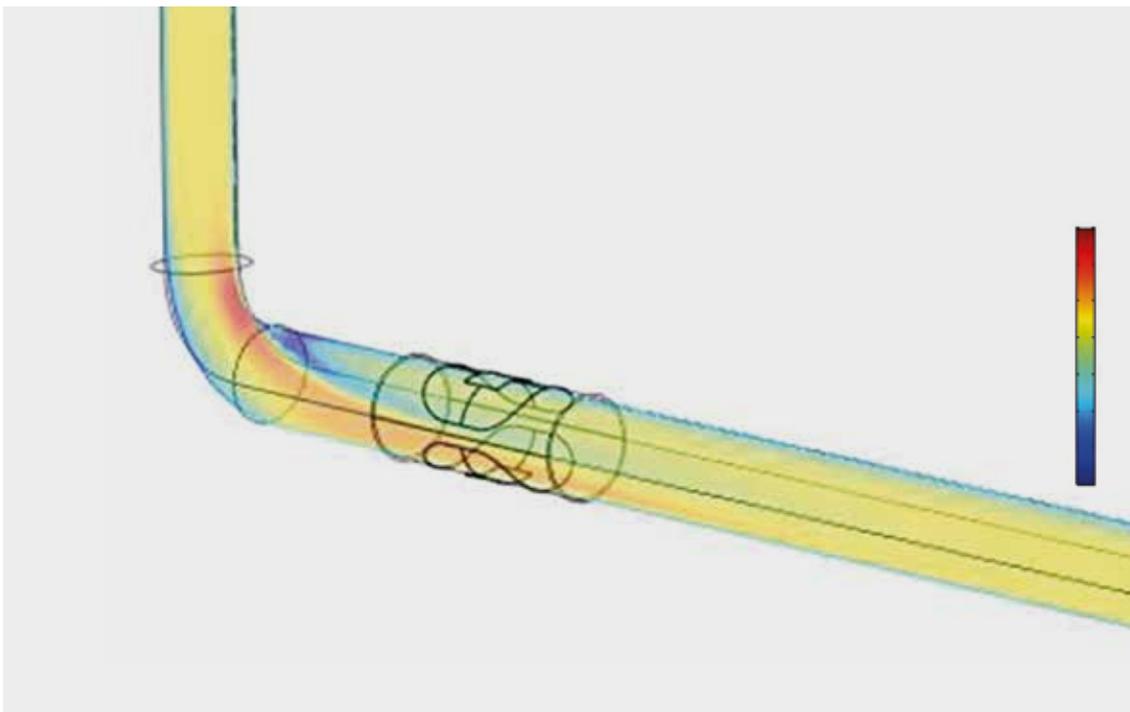
—
07 Modelización de un caudalímetro EM instalado en el sistema de tuberías del cliente para predecir el comportamiento real en condiciones de flujo distorsionadas.

Hasta hoy, la herramienta ha demostrado su veracidad en la predicción del comportamiento del caudalímetro y ha permitido a los técnicos mejorar el diseño. La ampliación del modelo para simular la forma en que el trabajo del caudalímetro influye en los perfiles de flujo de los sistemas

—
La tecnología del gemelo digital sirve también para orientar la instalación del caudalímetro, lo que ha permitido a sectores como los servicios de gestión de aguas mejorar sus sistemas de control del flujo.

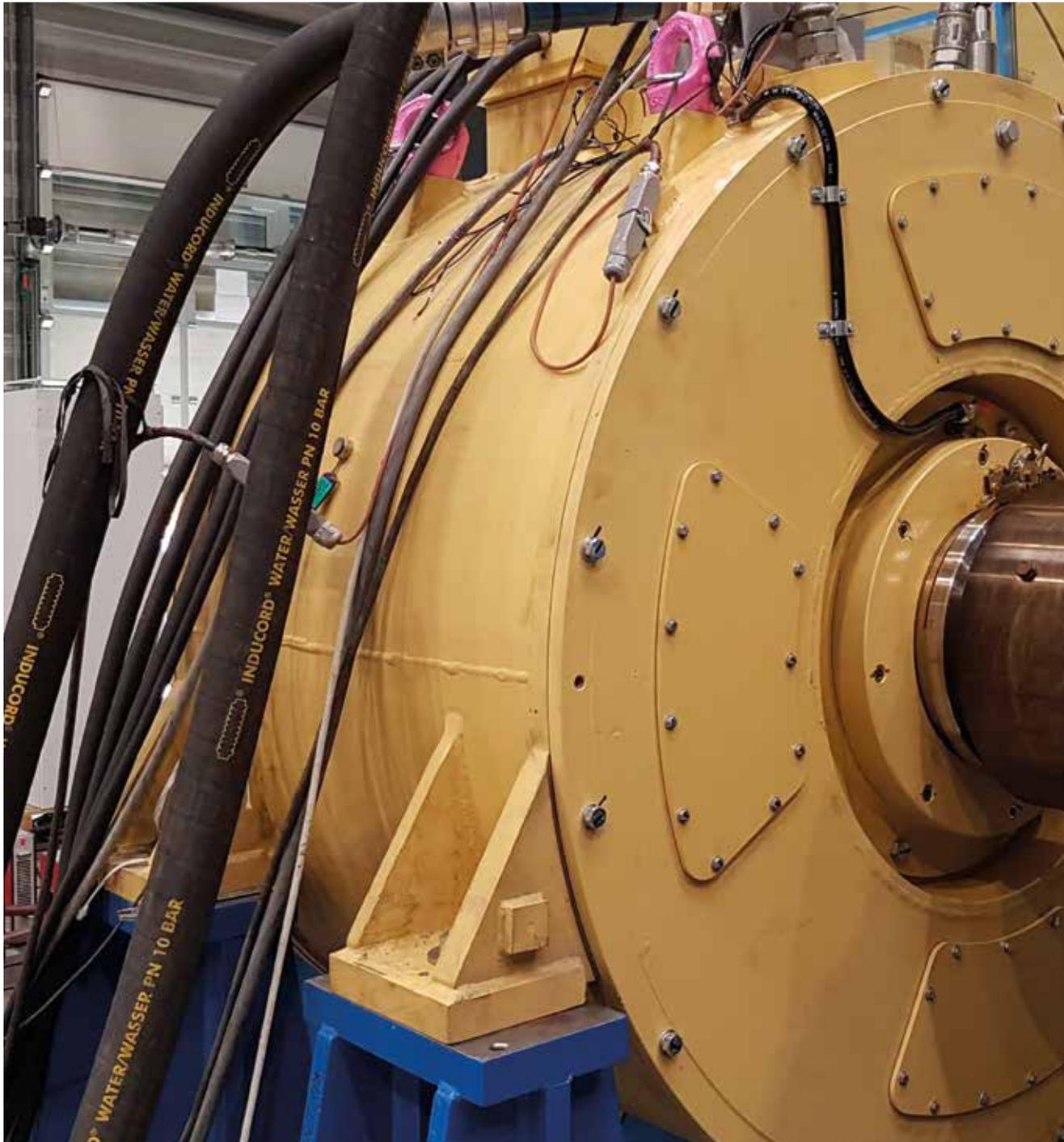
de tuberías del cliente abre asimismo nuevos caminos a la mejora de la precisión en las mediciones. La tecnología del gemelo digital puede utilizarse también para orientar la instalación del caudalímetro, lo que ha permitido a sectores como los servicios de gestión de aguas mejorar sus sistemas de control del flujo y potenciar radicalmente el rendimiento del proceso industrial.

La investigación de ABB se concentra en el desarrollo del gemelo digital para su uso en otros procesos industriales a fin de proporcionar a los clientes los medios digitales más avanzados para conseguir una productividad y unas prestaciones sin igual. ABB se centra en maximizar el valor y fabricar productos con menos defectos para asegurar un funcionamiento óptimo, llevar rápidamente al mercado los productos y mejorar la explotación. ●





Movimiento





68

Diseñar cómo se mueven los dispositivos, dónde y cuándo interactúan, y lo que tocan o construyen se complica cada vez más por la variabilidad de diferentes parámetros operativos y la incorporación de tecnologías de detección e inteligentes a la ecuación. Pero también hace el trabajo más prometedor.

- 68 Transporte inteligente para líneas de producción
- 74 Un enfoque flexible de la personalización masiva
- 76 Accionamientos sin engranajes para cintas transportadoras de potencia media



76

MOVIMIENTO

Transporte inteligente para líneas de producción

Para conciliar la producción en masa con la producción por lotes, las empresas necesitan sistemas de fabricación muy flexibles que también sean eficientes y rentables. El sistema de transporte inteligente ACOPOStrak de B&R →1 promete exactamente eso. B&R se incorporó al grupo ABB en 2017.

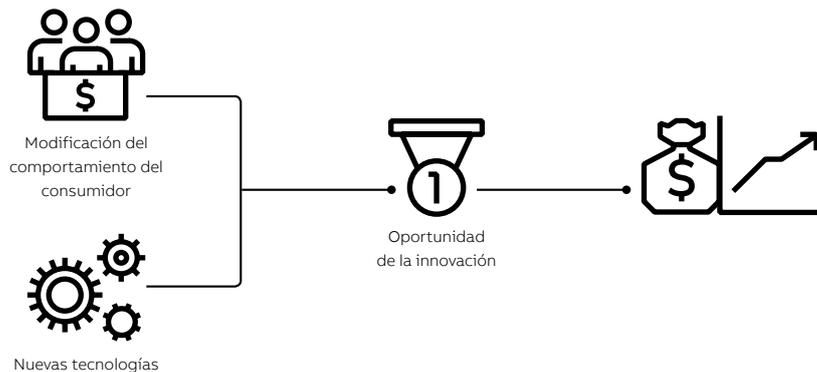


Carmen Klingler-Deiseroth
Periodista freelance

Si desea más información, pónganse en contacto con:
robert.kickinginger@br-automation.com

La generación actual nacida en la era digital da por hecho que los productos comprados se pueden personalizar. Para mantener el ritmo en esta situación de cambio rápido los fabricantes necesitan sistemas de producción muy flexibles y, al mismo tiempo, eficientes y rentables. Esto plantea más exigencias para la infraestructura de la planta.

La producción por lotes no es nueva, y en muchas actividades artesanas es la norma. Lo nuevo es la idea de fabricar productos personalizados en condiciones de producción en masa. Hasta ahora, esto ha sido difícil de aplicar de forma económicamente viable. La razón es que todo aumento de la flexibilidad del sistema suele ir acompañado de una reducción de la eficiencia global del equipo (OEE). En resumen: la individualización no es rentable.





01

—
01 El sistema de transporte inteligente ACOPOStrak modificará radicalmente el diseño y la explotación de las líneas de producción.

—
02 La convergencia de las nuevas tecnologías y la creciente demanda de bienes de consumo personalizados crean nuevas oportunidades de añadir valor.

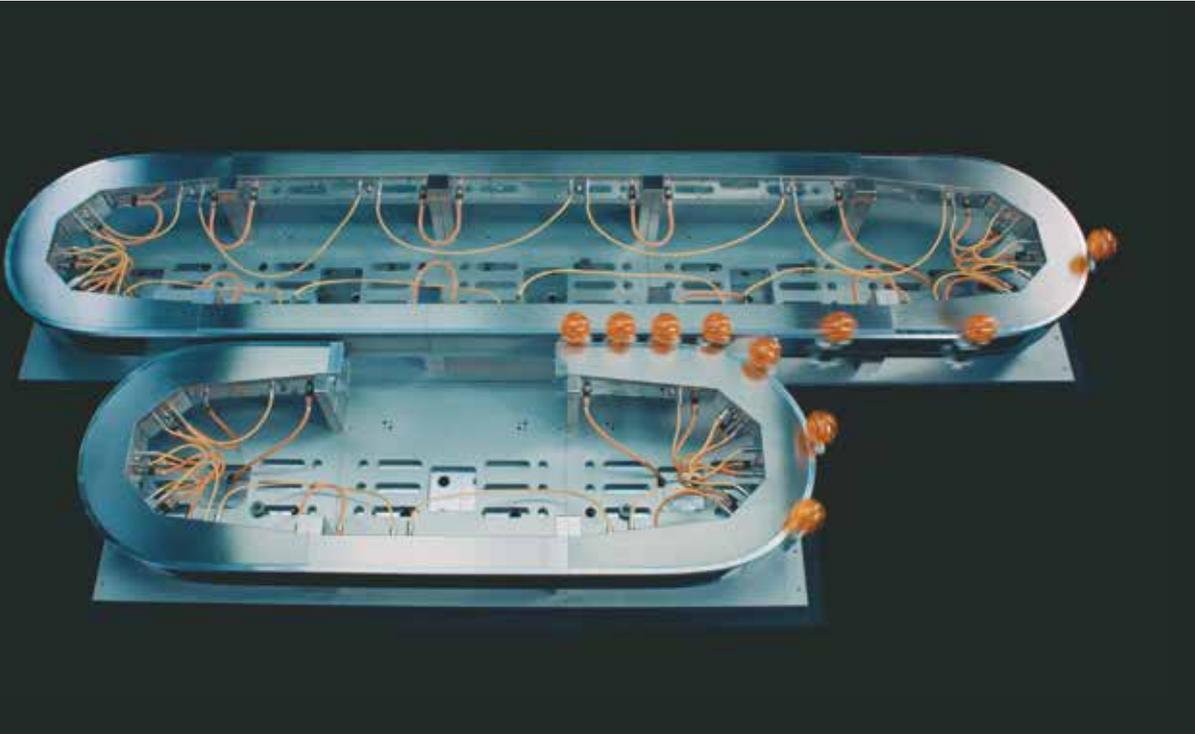
El objetivo de la personalización masiva es, por tanto, mantener los tres factores de la OEE — disponibilidad, rendimiento y calidad— a un nivel similar al que se alcanza en la producción en masa. Además, los fabricantes buscan maximizar la rentabilidad de la inversión (ROI) y minimizar el tiempo de comercialización de productos nuevos y mejorados. Esta es la única forma de hacer viable la personalización masiva desde una perspectiva económica →2.

—
ACOPOStrak es un sistema de transporte inteligente cuyo diseño revolucionario permite sistemas de fabricación adaptativos y promete una nueva era de flexibilidad y eficiencia de la producción.

Hasta ahora, el desarrollo de sistemas de fabricación flexibles había sido un proceso tedioso. En muchos casos, los problemas no se detectaban hasta que el sistema ya estaba en funcionamiento. En ese momento, efectuar cambios importantes en el diseño de la máquina podía demorar el tiempo de comercialización en meses, una decisión costosa.

Sistema de transporte inteligente ACOPOStrak

Para que la fabricación flexible responda a la demanda creciente de verdadera personalización masiva y producción por lotes, se deberán idear nuevos planteamientos para el diseño mecánico y el hardware de control del movimiento. El núcleo de ACOPOStrak, un sistema de transporte inteligente cuyo diseño revolucionario permite sistemas de fabricación adaptativos y promete una nueva era de flexibilidad y eficiencia de la producción, alberga innovaciones radicales en estas dos áreas. ACOPOStrak ha sido desarrollado por B&R Industrial Automation GmbH, una empresa austriaca recién adquirida por ABB.



03

El desviador maximiza la OEE

¿Qué es lo que hace que el sistema de transporte inteligente sea único y perfecto para automatizar procesos adaptativos? La respuesta es el desviador. El desviador es, literalmente, un pivote fundamental del sistema. Es íntegramente electromagnético, por lo que no requiere otros componentes, como en un sistema de transporte sin desviador, y está totalmente libre de desgaste. Como en un desvío de autopista, el desviador ACOPOStrak fusiona y separa flujos de producto y permite que las lanzaderas que transportan los componentes cambien de pista a toda velocidad sin comprometer la productividad →3.

El desviador ACOPOStrak permite que artículos fabricados en masa, como bebidas embotelladas, puedan agruparse sobre la marcha en paquetes especiales de seis unidades, tres de un sabor, dos de otro y una de un tercero, sin ningún cambio del hardware →4. Para mantener una calidad elevada, las líneas deben ser capaces de reaccionar ante los fallos y defectos en tiempo real, sin comprometer el proceso de producción. Los productos defectuosos se deben rechazar de inmediato, sin reducir la velocidad de producción. Si un artículo defectuoso no se retira de la producción inmediatamente después de la inspección de calidad y se deja que continúe en la línea de producción, puede ser necesario desechar un lote completo de producto. El desviador ACOPOStrak permite eliminar los productos defectuosos en cuanto se detectan.



04

—
03 Los desviadores electromagnéticos de ACOPOStrak dividen y fusionan los flujos de producto a velocidad de producción.

—
04 Los artículos producidos en masa, como las bebidas embotelladas, pueden agruparse en envases personalizados de seis unidades sobre la marcha.

—
05 Para cambiar de producto, el operario simplemente coloca las ruedas de una nueva lanzadera en las guías de la pista, mientras la producción continúa a toda velocidad.

Procesamiento paralelo

ACOPOStrak y sus desviadores añaden una nueva dimensión de flexibilidad para implementar procesos paralelos. El flujo del producto puede dividirse, pasar por varias estaciones de proceso y luego reincorporarse a la línea. De este modo, la velocidad de producción ya no se ve reducida por la estación de procesado más lenta; el cliente final puede aumentar la productividad sin un aumento equivalente del espacio de la máquina. En otras palabras, ACOPOStrak aumenta la producción por metro cuadrado, lo que, en definitiva, significa un ROI más alta.

ACOPOStrak y sus desviadores añaden una nueva dimensión de flexibilidad para implementar procesos paralelos.

Una máquina o línea construida con ACOPOStrak proporciona la modularidad y flexibilidad necesarias para añadir segmentos de pista y estaciones de proceso individuales en respuesta a los cambios en la demanda; las máquinas realmente adaptables y ampliadas ideadas para el Internet de las cosas (IoT) ya son una realidad.

Los sistemas de fabricación basados en ACOPOStrak también son excepcionalmente tolerantes a los fallos. Si hay un problema con una válvula en una línea de embotellado, las botellas simplemente dejan de enviarse a esa válvula. La válvula defectuosa no produce residuos, lo que marca una gran diferencia en el factor de calidad de la OEE.

Cambio con tiempo cero de inactividad

Las lanzaderas se cambian sin herramientas y sobre la marcha y ofrecen una disponibilidad sin precedentes. Para cambiar de producto, todo lo que el operario tiene que hacer es colocar las ruedas de la nueva lanzadera en las guías. Las lanzaderas se mantienen en la pista con unos imanes permanentes. El cambio y el servicio se agilizan incluyendo una «pista de boxes» en el diseño: las lanzaderas nuevas se montan en «boxes» y se envían a las líneas de producción mediante un desviador →5. Del mismo modo, las lanzaderas que ya no son necesarias se pueden redirigir a la «pista de boxes». Y todo a velocidad de producción.



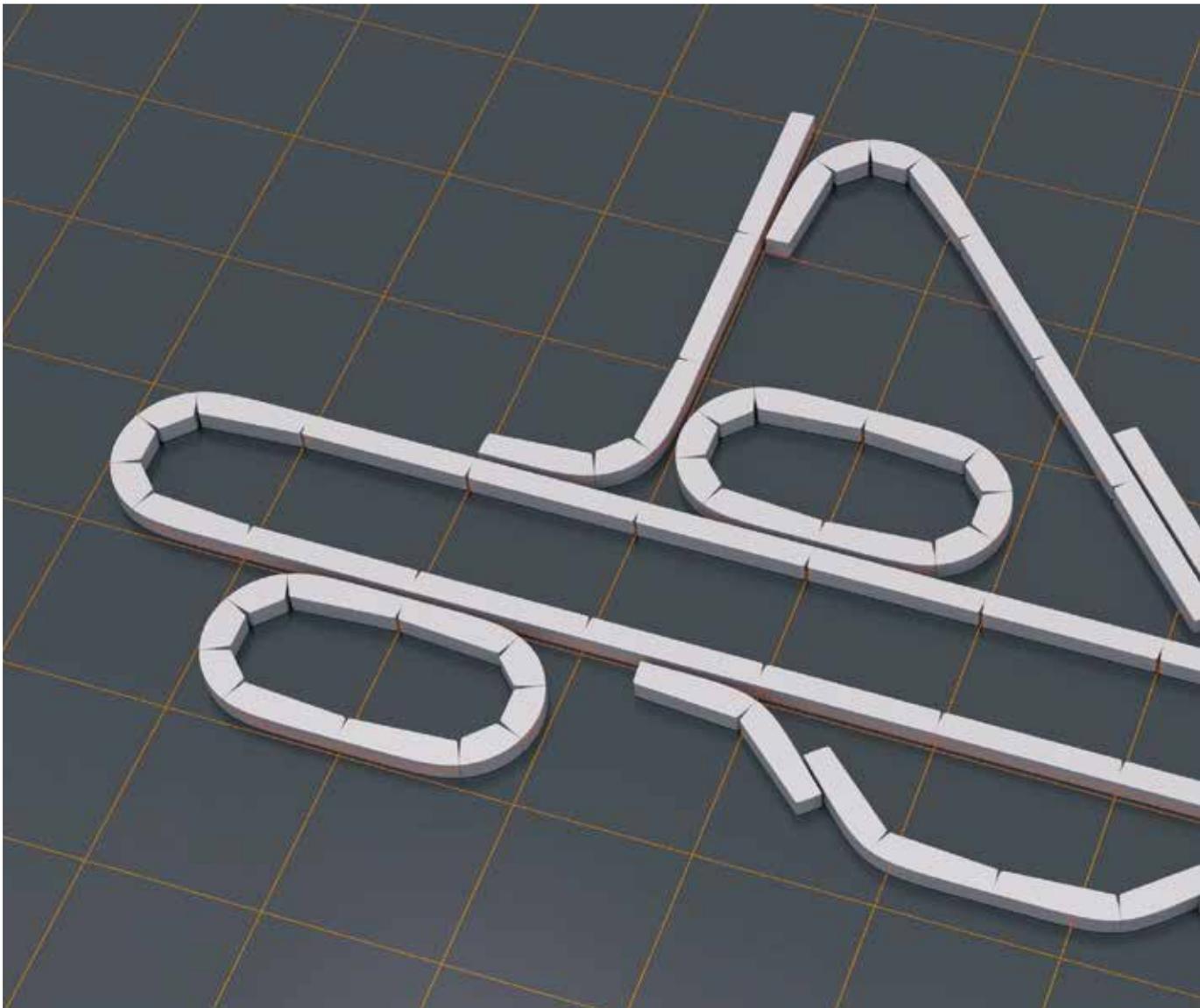
La flexibilidad total de diseño de ACOPOStrak permite adaptarlo a disposiciones abiertas y cerradas combinando los segmentos dentro de una red →6. El núcleo del sistema de pistas es un motor lineal montado a partir de cuatro tipos de segmentos modulares: recto, a 45° y a 22,5° con curva a la derecha o a la izquierda.

La ampliación también es sencilla. Un sistema de fabricación convencional no suele ser fácilmente ampliable. Para aumentar la producción a menudo es necesario añadir una segunda línea o sustituir la línea existente por una más grande. Estas opciones requieren una inversión considerable y consumen el valioso suelo industrial. La flexibilidad del diseño de ACOPOStrak resuelve el problema de las ampliaciones definitivamente. Si la línea permite además agregar y desmontar estaciones, aumentan aún más las posibilidades de ajustar la capacidad a la demanda.

Muy dinámico y flexible

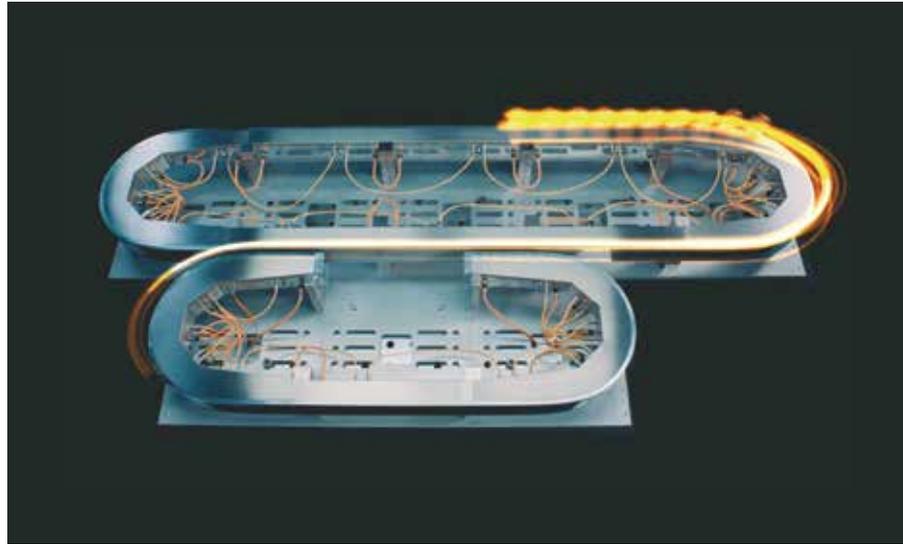
El sistema de transporte inteligente ofrece algo más que flexibilidad: un rendimiento inigualable. ACOPOStrak alcanza una aceleración de 5 G y una velocidad máxima de más de 4 m/s con un paso de producto mínimo de sólo 50 mm →7.

La flexibilidad del diseño de ACOPOStrak resuelve definitivamente el problema de las ampliaciones.



—
06 La flexibilidad de diseño de ACOPOStrak permite adaptarlo a cualquier disposición combinando los segmentos en una red.

—
07 ACOPOStrak alcanza una aceleración de 5 G y una velocidad máxima de más de 4 m/s.



07

Tiempo de comercialización más rápido

B&R ofrece abundantes funciones de software para poner ACOPOStrak en marcha en un tiempo y con un esfuerzo mínimos. El mismo código de aplicación puede ejecutarse en simulación o en el hardware real sin limitaciones.

—
Los desarrolladores se benefician de la programación orientada al proceso. Simplemente describen las reglas de flujo del producto en la pista, sin tener que programar multitud de ejes y lanzaderas individualmente.

Los desarrolladores pueden cambiar entre la simulación y el hardware real con la frecuencia que quieran. Este reduce mucho los tiempos de desarrollo y puesta en marcha y, por tanto, el tiempo hasta la comercialización.

Los desarrolladores se benefician de la programación orientada al proceso. Simplemente describen las reglas de flujo del producto en la pista, sin tener que programar multitud de ejes y lanzaderas individualmente. El control autónomo del tráfico con sistema anticolidión integrado ahorra trabajo a los desarrolladores.

Con ACOPOStrak, B&R ha diseñado una solución que hace muy rentables los sistemas de fabricación modulares y flexibles. ACOPOStrak permite un elevado nivel de OEE, una ROI atractiva y un tiempo hasta el mercado corto. Y con ello, la industria avanza por la vía rápida hacia una verdadera personalización masiva. ●



ENTREVISTA

Un enfoque flexible de la personalización en masa

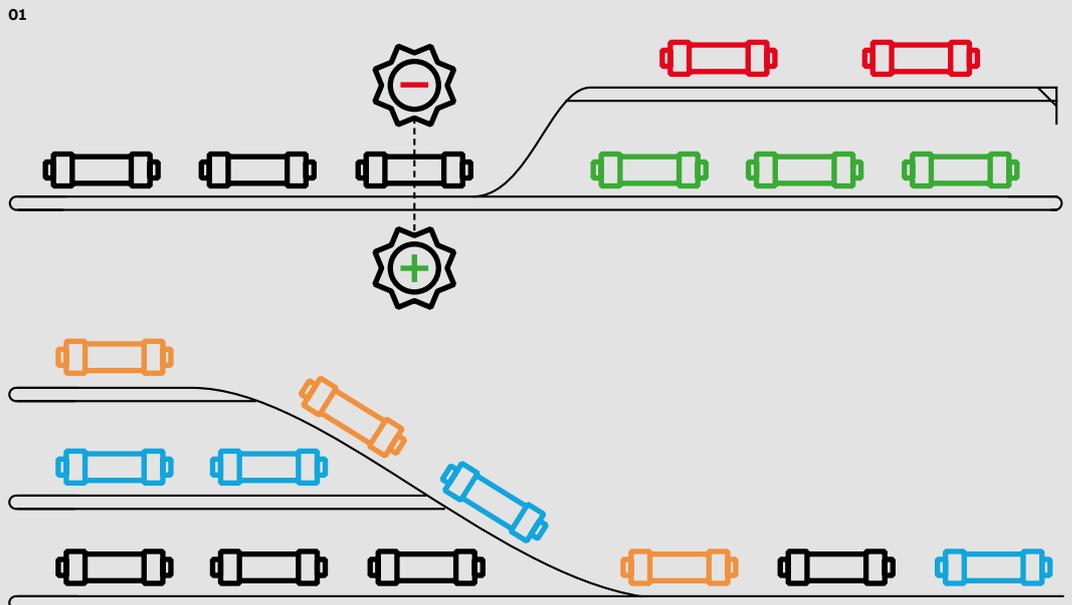


Robert Kickinger

Para profundizar en las ventajas de ACOPOStrak, ABB Review habló con Robert Kickinger, Director de Mechatronic Technologies en B&R.

ABB Review (AR): Sr. Kickinger, la digitalización está perturbando la paz del sector. ¿En qué se parece la digitalización a lo que están haciendo con ACOPOStrak?

Robert Kickinger (RK): En nuestra opinión, el manido tema de la digitalización basada en la tecnología de la comunicación y el software adopta un enfoque demasiado limitado. Una nueva generación de requisitos exige también un pensamiento radical e innovador en la forma de transportar los productos a través de máquinas y sistemas de producción, y B&R está a la altura de ese reto. Desarrollando el sistema inteligente de transporte ACOPOStrak, hemos puesto en marcha conceptos de máquina nuevos y revolucionarios.



01 El deseo de individualización de los consumidores está obligando a los fabricantes a desarrollar técnicas de producción innovadoras y flexibles.

AR El desviador parece ser un pieza central de ACOPOStrak. ¿Cuáles son sus ventajas?

RK El desviador de alta velocidad es la clave de la flexibilidad de ACOPOStrak. Las lanzaderas que llevan los componentes pueden cruzar el desviador a pasos de producto ligeramente superiores al tamaño de la lanzadera y seguir canalizándose correctamente. El desviador también permite retirar un producto defectuoso del flujo inmediatamente, en lugar de llevarlo hasta el final de la línea. Esto supone una gran ventaja en términos de eficacia.

AR ¿Tiene el desviador otras ventajas?

RK Los productos no son las únicas cosas que pueden presentar defectos. Si una válvula de una línea de embotellado deja de funcionar, el sistema de automatización debe reaccionar inteligentemente dejando de enviar botellas a esa parte de la línea, mientras el proceso en su conjunto sigue en marcha. Antes teníamos dos opciones en una situación de este tipo: dejar que el proceso siguiera funcionando y desechar todos los productos afectados por la válvula defectuosa, o interrumpir por completo la producción. Desde el punto de vista económico, ninguna de estas opciones es atractiva.

AR ¿Y qué ocurre si desea cambiar una lanzadera, por ejemplo, si necesita otro transportador de piezas para un producto diferente?

RK Con ACOPOStrak tendría una «pista de boxes», como en las carreras de coches o el banquillo del hockey sobre hielo. De este modo, puede sacar las lanzaderas de la circulación principal y trabajar con ellas cuando mejor le venga. No es necesario frenar la línea de producción principal.

AR ¿Tiene el usuario algún límite en cuanto a los diseños de producción que puede construir?

RK Solo en la medida en que lo limiten los cuatro tipos de segmentos modulares: el segmento recto, el segmento de 45° y los dos segmentos derecho e izquierdo de 22,5°. Estos ofrecen todas las posibilidades de diseño imaginables. También es fácil de ampliar. En otras palabras, ACOPOStrak se adapta perfectamente a cualquier centro de producción. Y al mismo tiempo, abre la puerta a diseños de máquinas completamente nuevos y nunca vistos.

AR ¿Cómo resumiría el impacto de ACOPOStrak?

RK Cuando se combinan las cifras de rendimiento que estamos observando con las ventajas de los desviadores y la flexibilidad extrema del diseño, se obtiene un paquete total nunca visto en el mercado. La ROI, la OEE y el tiempo hasta el mercado son los principales factores económicos que apuntalan todas las operaciones de fabricación y, en este contexto, tanto los fabricantes como los operadores de maquinaria e instalaciones deben estar a la altura del reto para incrementar la flexibilidad de la producción. Si uno no se toma esto en serio, se encontrará en una gran desventaja competitiva. Recuerde que se ha demostrado que los productos personalizados en masa tienen márgenes superiores a los de sus homólogos convencionales. Pero el éxito en la implementación depende de avances clave en la infraestructura de las instalaciones.

En resumen, diría que, con ACOPOStrak, la industria está a punto de dar un salto generacional en cuanto a productividad y aceleración de la ROI para productos individualizados y lotes pequeños.

AR Robert Kicking, gracias por su tiempo. ●

MOVIMIENTO

Accionamientos sin engranajes para cintas transportadoras de potencia media

Los nuevos motores de imanes permanentes (PM) de ABB para accionamientos sin engranajes (GCD) de potencia media reducen los costes de producción y aumentan la competitividad. Un motor PM sin engranajes también cumple las normas de diseño ecológico, ahorra energía, reduce la tasa de fallos y minimiza los costes de mantenimiento.



Ulf Richter
ABB Mining
Cottbus, Alemania

ulf.richter@de.abb.com

Los productores que manipulan cemento, minerales, rocas, carbón y similares dependen mucho de cintas transportadoras de gran capacidad, fiables, eficientes y muy robustas. El coste por hora de una avería en una cinta puede ser muy elevado, por lo que el tiempo de servicio es un parámetro primordial. ABB cuenta con sistemas de cintas transportadoras que cumplen las estrictas exigencias de los productores en muchos sectores industriales →1.

Cajas reductoras

ABB clasifica las cintas transportadoras en función de la potencia →2. Hay cintas de baja potencia en casi todas las plantas de manipulación de materiales; las cintas de potencia media se utilizan mucho para desplazar rocas y carbón; y las de alta potencia son para productos más densos, como los minerales de cobre o hierro, que se transportan a largas distancias o en pendientes pronunciadas.

En el segmento de la alta potencia, los fallos de los accionamientos convencionales suelen centrarse en la caja reductora. Una caja reductora para potencias superiores a 3,5 MW no es fácil de construir, y exige un mantenimiento intensivo durante el servicio. Además, su vida útil es relativamente corta. Otras dificultades derivan de variedad de estructuras del accionamiento, que van desde unidades móviles con los motores alojados en una cabina de acero hasta estructuras estacionarias con el motor montado sobre patas y cimientos de hormigón.





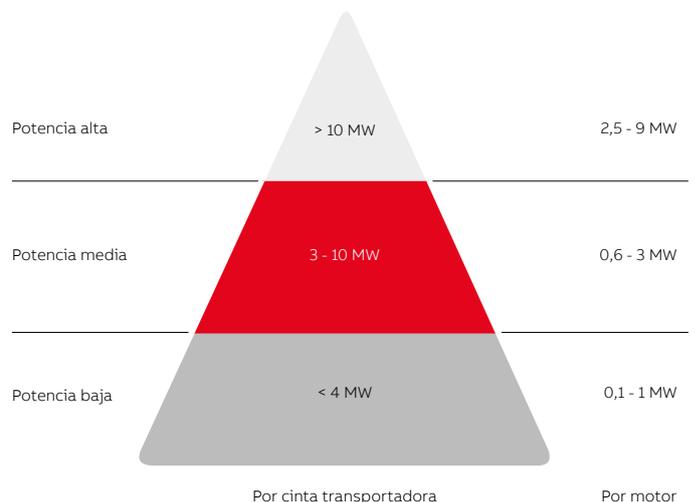
— 01 Accionamiento típico de una cinta transportadora con caja reductora.

— 02 Clasificación de la cinta transportadora según la potencia instalada.

Estos problemas se pueden evitar utilizando un accionamiento sin engranajes. Un GCD utiliza un gran motor eléctrico síncrono de baja velocidad montado en un eje de polea diseñado para soportar el par de torsión elevado producido por estos motores. El motor está controlado por un accionamiento de velocidad variable (VSD) que produce un régimen de rotación de 50 a 70 rpm. Normalmente hay varios módulos de accionamiento en una estación y una cinta transportadora puede tener varias estaciones. La potencia de los GCD oscila entre 2,5 y 7 MW, con una potencia total conectada del orden de 5 a 20 MW.

—
Un GCD es sencillo y, como tiene pocas piezas, su vida útil es larga y necesita poco mantenimiento.

Un GCD es sencillo y, como tiene pocas piezas, su vida útil es larga y necesita poco mantenimiento. Los accionamientos entregados para la cinta transportadora de carbón de Prosper Haniel en Alemania en 1985 siguen en servicio. Los GCD también son atractivos desde el punto de vista del ahorro energético: la ganancia de eficiencia del 2 al 3 por ciento en sistemas de alta potencia representa un importante ahorro acumulado en electricidad a lo largo de su vida útil.



Una desventaja importante de la actual tecnología de GCD es su elevado coste de capital, por lo que solo es competitiva en los equipos de mayor potencia para los que se prevé una vida útil prolongada. Además del coste, para que los GCD sean comercialmente viables en el segmento de potencia media, deben reducir el peso y el tamaño y mejorar la refrigeración. En otras palabras: se necesita un nuevo enfoque para que los clientes con aplicaciones de baja potencia se puedan beneficiar de los GDC.

—
Con su larga experiencia, ABB ha desarrollado una serie de motores PM de baja tensión específicos para los GCD de ABB.

Nuevos GCD con motores de imanes permanentes de media o baja tensión

Los motores de imanes permanentes se han utilizado durante décadas para la propulsión de buques, bombas, ventiladores, sopladores, generadores de energía eólica, automoción, etc. ABB ha utilizado su experiencia en este campo para desarrollar motores PM de baja tensión para los GCD de ABB.

Con potencias de 1 a 3 MW, estos nuevos GCD de ABB son idóneos para muchas aplicaciones, tanto nuevas como renovadas, y sus costes son comparables a los de sistemas de engranajes convencionales.

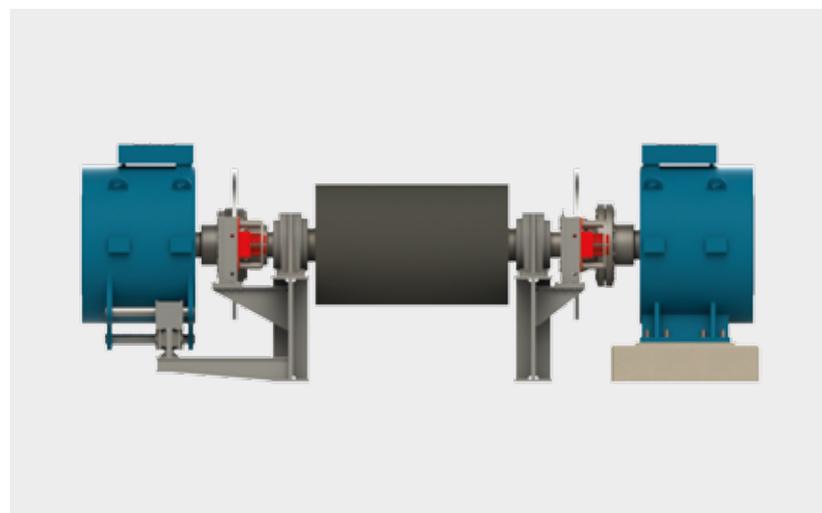
Este concepto pionero de GCD es ligero, compacto y con refrigeración por aire o líquido →3. Los motores pueden ir montados sobre patas o sobre el eje, una opción más rápida de instalar, más fácil de alinear y que requiere menos cimentación con hormigón →4. El diseño es muy resistente y soporta los impactos y vibraciones propios de la manipulación de cemento, piedra, carbón y minerales. La calificación IP66 significa que el GCD PM está completamente protegido de la contaminación por polvo y agua. Una ventaja añadida es que el GCD tiene un funcionamiento más silencioso.

Un GCD con PM tiene importantes ventajas sobre sus equivalentes con engranajes:

- Menos componentes, por lo que su fiabilidad es mayor (una tasa de fallos un 50 % menor) y necesita menos mantenimiento
- Mayor eficiencia, menor consumo energético y menos ruido
- Mayor utilización de los equipos
- Ahorro de costes de explotación (OPEX)
- Pérdida de energía reducida en más del 30 %
- No necesita supervisión ni de pruebas de la caja reductora
- No necesita aceite (menor riesgo de incendio)
- Vida útil más larga (vida prevista del motor 25 años, 10 años más que con caja reductora)

	Con engranajes y convertidor de frecuencia (kW)	Sin engranajes y con convertidor de frecuencia (kW)
Bomba/refrigerador	0.6	0.6
Transformador	1.24	1.17
Convertidor de frecuencia	2.44	2.31
Motor	5.88	4.9
Excitación del motor	0	0
Caja reductora	7	0
Pérdidas totales	17.16	8.98
Rendimiento total	89.1%	93.90%

Dispositivo	Rendimiento
Motor de inducción de jaula de ardilla	96.00%
Caja reductora	95.00%
Transformador	99.20%
Convertidor	98.40%
Motor de imán permanente	96,43% (puede diseñarse para rendimiento mayor (~98% para imán permanente))



03 Comparación del motor PM de accionamiento directo de 200 kW (SyncPM) y el motor síncrono al 70 por ciento de carga (140 kW).

04 Montaje sobre patas (derecha) y en el eje (izquierda). El motor montado y suspendido por el eje de la polea tiene ventajas como la rapidez de instalación y cambio. Pero la versión con patas es más fácil de diseñar y dimensionar, especialmente porque el peso del motor no afecta al dimensionamiento del eje de la polea. La elección depende de las preferencias del cliente.

05 Ahorro de costes acumulado de GCD frente a los engranajes en un sistema de cinta para el sector cementero. Longitud de la cinta: 40 km; 22 accionamientos de 1500 kW, 136 rpm; capacidad de almacenamiento de tres días.

06 El paquete GCD del proyecto piloto en la mina Janschwalde.



06

Los accionamientos sin engranajes son especialmente ventajosos en las instalaciones en las que:

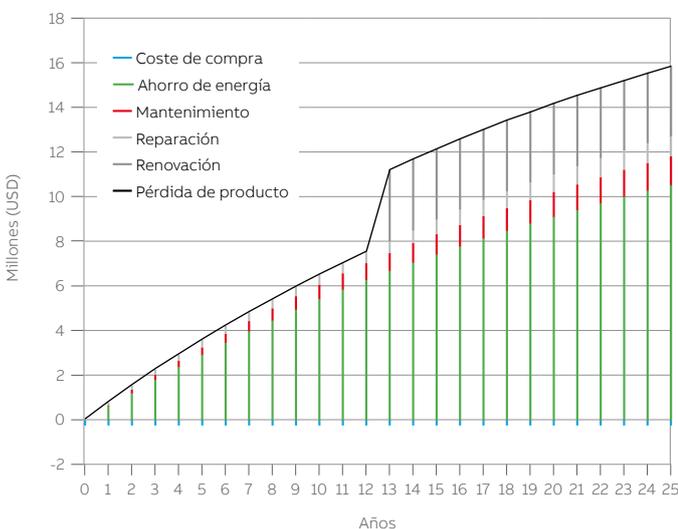
- El ciclo de vida útil previsto es superior a 10 años
- Las cajas reductoras son una fuente de problemas
- Se necesita gran disponibilidad o no hay líneas de producción redundantes
- Los almacenes de material son pequeños o inexistentes
- Las labores de mantenimiento son difíciles (gran altitud, temperaturas altas o bajas)
- Es difícil y costoso contratar personal de mantenimiento
- Las condiciones ambientales son duras

Ejemplo de análisis de coste/beneficio de un GCD con PM

El siguiente ejemplo muestra cómo el nuevo GCD puede reducir los costes de explotación en cintas transportadoras del sector minero. Se basa en el diseño del siguiente sistema de cinta transportadora:

- Cinta transportadora: cuatro tramos
- Accionamientos: 12 en total
- Potencia: 1000 kW
- Tonelaje: 8800 t/h
- Coste de la electricidad: \$0,10/kWh
- Eficiencia de la caja reductora: 96 por ciento
- Tiempo de funcionamiento anual: 6900 horas
- Capacidad de almacenamiento: 3 días

Los resultados se presentan en →5, que muestra el ahorro de costes acumulado (incluida la inversión) de una cinta transportadora con GCD con PM en comparación con el mismo sistema con engranajes.



05



07

Los principales factores son la energía (electricidad), el mantenimiento, las reparaciones y la pérdida de producción. Los cuatro pilares indican el coste ahorrado en cada marco temporal. Es obvio que los ahorros en electricidad y mantenimiento son los más significativos. Después de 15 años, una mina habría ahorrado 12 millones de dólares con el GCD.

Proyecto piloto: renovación de un accionamiento de cinta transportadora de 200 kW

En julio de 2017, tras un año de planificación, ABB inició el proyecto piloto «accionamiento de cinta transportadora sin engranajes con motor PM», con Lausitz Energie Berg-bau AG (LEAG) en la mina de lignito a cielo abierto de Janschwalde próxima a Cottbus, en Alemania.

El nuevo accionamiento PM de potencia media sin engranajes funciona en paralelo al accionamiento con engranajes de la cinta de descarga de 2,5 m de anchura de una excavadora continua de cangilones situada al final del brazo de descarga. La cinta tiene una capacidad de 15.400 toneladas/hora y mueve arena, con grandes piedras (conglomerados glaciales) que provocan sacudidas y vibraciones mecánicas. Las temperaturas a las que se enfrenta el equipo son extremas: -25 a +40 °C.

El paquete GCD consta de un motor PM, un convertidor de frecuencia y un transformador →6-8. Ambos accionamientos, con y sin engranajes, están conectados al mismo eje de polea, lo que permite una comparación exacta.

—
El paquete GCD consta de un motor PM, un convertidor de frecuencia y un transformador.

Los dos accionamientos se han dimensionado para las especificaciones de LEAG y cada uno alcanza una producción del 100 por ciento de forma independiente. El tiempo de desmontaje, instalación y puesta en marcha fue de sólo dos semanas.

—
07 Accionamiento sin engranajes piloto.

—
08 Antes de su instalación en el centro piloto, el accionamiento se probó en el equipo especial de ABB.

El proyecto piloto ha demostrado la viabilidad de los accionamientos sin engranajes para máquinas móviles de minería y demuestra la idoneidad de los motores PM para mover cintas transportadoras. Hasta ahora, el GCD ha funcionado muy bien en condiciones difíciles.

—

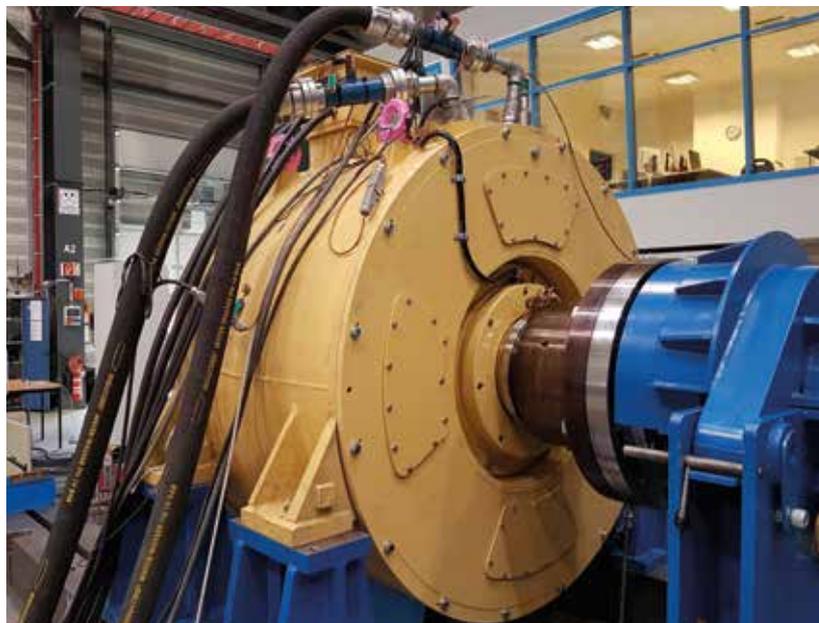
Los GCD con PM son una solución eficiente, duradera y fiable que ayuda a aumentar la producción y los ingresos anuales y a reducir los costes.

También se ha demostrado el potencial de ahorro de energía, la reducción de la tasa de fallos y el mantenimiento, etc. Además, el proyecto piloto demuestra que es posible instalar accionamientos sin engranajes como alternativa a los convencionales y cumplir los requisitos del diseño ecológico de la norma ISO 50001 (eficiencia energética) para que las compañías mineras mantengan las certificaciones medioambientales.

Impulso para futuros avances

Los GCD con PM son una solución eficiente, duradera y fiable que ayuda al sector de la minería y a otros fabricantes a aumentar la producción y los beneficios anuales y a reducir los costes. Los GCD con PM reducen drásticamente el esfuerzo de mantenimiento, reparaciones y gestión de activos. Aunque la inversión inicial suele ser mayor que con un accionamiento convencional (para un GCD de 1,5 MW, la inversión en el accionamiento eléctrico es entre un 10 y un 20 por ciento mayor; el coste combinado de los equipos mecánicos y eléctricos será un 5 por ciento mayor), el ahorro en mantenimiento, energía e inactividad por averías permite recuperar rápidamente la inversión, normalmente en menos de un año. Al analizar el modelo de costes totales de la adquisición de un GCD, hay que tener en cuenta que el sistema de cinta transportadora suele ocupar una ruta crítica en las instalaciones mineras o de producción; un fallo en la cinta transportadora afecta negativamente a la productividad de las excavadoras, trituradoras y otros equipos de procesado.

Los GCD para accionamientos de cinta transportadora de potencia media con motor síncrono PM son muy prometedores en los sectores cementero y minero. Este nuevo concepto permite la aplicación de un motor sin engranajes en una cinta transportadora nueva o antigua, un ejercicio que hasta la fecha ha sido muy difícil y comercialmente inviable con motores con engranajes convencionales. ●



Energía





90

Se está produciendo una revolución en el sector energético, no solo en nuevas fuentes y métodos de distribución de la electricidad, sino en tecnologías digitales y de materiales de última generación utilizadas en los componentes de todos los sistemas. ABB construyó la primera turbina de vapor de Europa en 1901. Hoy está construyendo la tecnología del mañana.

- 84 Interruptor de generador mejorado que optimiza la protección de la central eléctrica
- 90 La potencia de un ATS real



84

ENERGÍA

Interruptor de generador mejorado que optimiza la protección de la central eléctrica

El interruptor del generador (GCB) de una central eléctrica es vital, pues protege el equipo esencial y aumenta la disponibilidad de la central. El GCB HEC 10, sucesor del HEC 7/8 de ABB, ofrece ventajas añadidas, como mayor capacidad de conmutación, menor volumen y menos fugas de SF₆, mayor vida útil y espacio reducido →1.

Mirko Palazzo
Alejandro Marmolejo
Oliver Fritz
Stefan Arndt
ABB Switzerland Ltd.
Zúrich, Suiza

mirko.palazzo@ch.abb.com
alejandromarmolejo@ch.abb.com
oliver.fritz@ch.abb.com
stefan.arndt@ch.abb.com

Un GCB realiza una función importante de conmutación del circuito entre el generador y el transformador de una central eléctrica. El GCB protege los equipos más importantes y simplifica los procedimientos operativos para mejorar la disponibilidad de la central. Los GCB de ABB protegen todo tipo de centrales eléctricas desde 1954, y se han instalado más de 8000 en más de 100 países. ABB ofrece el catálogo más amplio y moderno de GCB en SF₆ y la tecnología de vacío para intensidades de cortocircuito de 50 kA a 300 kA y nominales de 3 kA a 50 kA. Para cumplir las normas más estrictas y las necesidades del cliente, ABB sigue invirtiendo en investigación y desarrollo de GCB.

—
Para cumplir las normas más estrictas y las necesidades del cliente, ABB sigue invirtiendo en investigación y desarrollo de GCB.

A finales de la década de 1990, ABB presentó el GCB tipo HEC 7/8, para el segmento superior de intensidades de cortocircuito de hasta 210 kA. En 2012 lanzó el HEC 9, el GCB más grande del mundo, para centrales de hasta 2000 MW.

—
01 HEC 10, el nuevo
GCB de ABB, sucesor del
HEC 7/8.

Recientemente, ABB ha presentado otro GCB de alto rendimiento para la plataforma HEC. Apoyado en décadas de experiencia y éxito sobre el terreno, el HEC 10 es el sucesor del HEC 7/8. El HEC 10 ofrece ventajas añadidas, como mejora de la capacidad de conmutación, menor volumen y menos fugas de SF₆ y mayor vida útil en un espacio reducido.

Diseñado para proteger las aplicaciones más críticas del generador, el HEC 10 se ofrece en dos tipos:

- HEC 10-170: con una intensidad nominal de cortocircuito de 170 kA y una tensión nominal de 31,5 kV
- HEC 10-210: con una intensidad nominal de cortocircuito de 210 kA y una tensión nominal de 33 kV

Cada tipo se ofrece en dos versiones:

- L: refrigeración natural para intensidades nominales de hasta 20 kA
- XL: con un innovador sistema de refrigeración híbrido para intensidades nominales de hasta 29 kA.

Tercera generación de tecnología HEC

El diseño de la cámara de interrupción del HEC 10 es una mejora de la tecnología probada del resto de la familia de productos HEC. Todos los GCB de

—
El diseño de cámara de interrupción del HEC 10 es una mejora de la tecnología de «autodisparo» del resto de la familia de productos HEC.

esta familia son “interruptores de autodisparo”. En estos interruptores, el arco eléctrico se extingue en la cámara de calentamiento con un chorro de gas cuando la intensidad vale cero, con una presión de soplado generada por la propia energía del arco.

01



CLASE G1

Se probará un GCB de clase G1 con una corriente nominal de corte en cortocircuito igual a I_{scg} (el valor medio cuadrático del componente simétrico de la corriente de cortocircuito prospectiva para fallos alimentados por el generador) mediante dos pruebas: una con una corriente igual a I_{scg} con un grado de asimetría del 110 por ciento y otra con una corriente igual a $0,74 \times I_{scg}$ y un grado de asimetría del 130 por ciento.

CLASE G2

Se probará un GCB de clase G2 con una corriente nominal de corte en cortocircuito igual a I_{scg} mediante una prueba con una corriente igual a I_{scg} con un grado de asimetría del 130 por ciento.

El resultado fue una mejora considerable de la capacidad de conmutación del HEC 10. La mejor capacidad de conmutación permite tiempos de arco más cortos, necesarios para que aumente la presión, y tasas de conmutación de corriente superiores que cubren la conmutación en condiciones de desfase de 180° (una tarea exigente). La capacidad de interrupción del HEC 10 supera ampliamente los requisitos mínimos de la norma IEC/IEEE 62271-37-013 para GCB. Las numerosas pruebas efectuadas se superaron sin un solo fallo, lo que demuestra la calidad y robustez de la cámara de interrupción.

Nuevas normas del sector

En octubre de 2015, la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE) revisaron las normas para GCB. La norma IEC/IEEE 62271-37-013(R2008) fue reemplazada por la nueva IEC/IEEE 62271-37-013 con logotipo doble. El HEC 10 cumple y supera todos los requisitos obligatorios de esta nueva norma.

Cumplimiento de los requisitos más estrictos de intensidad de cortocircuito del generador

Una de las principales diferencias entre la norma IEC/IEEE 62271-37-013 y la antigua IEEE C37.013 es el requisito del grado de asimetría de las intensidades de cortocircuito, que se caracterizan por un cruce del cero natural demorado durante cierto periodo. Este requisito se elevó del 110 al 130 por ciento para representar mejor las aplicaciones reales [1]. En particular, la nueva norma de doble logo define dos clases, G1 y G2, siendo esta última de mayor rendimiento →2.

El HEC 10 se ha probado para interrumpir intensidades de cortocircuito del generador de hasta 160 kA con una asimetría de hasta el 130 por ciento, en la clase G2, por lo que cumple los requisitos más estrictos de los mayores generadores del mundo.

02

En las últimas décadas, ABB ha estudiado e investigado activamente los interruptores de gas. Más recientemente, el esfuerzo principal se ha centrado en la investigación de la conmutación dieléctrica y térmica. La estrecha colaboración entre científicos e ingenieros de desarrollo ha producido innovaciones incorporadas al diseño de la zona de extinción del arco del HEC 10. Por ejemplo, se utilizaron nuevas reglas de diseño para las secciones transversales de flujo que rodean los contactos en forma de tulipán. Además, la experiencia adquirida durante el desarrollo del HEC 9, en el que se realizaron numerosos experimentos, permitió optimizar la capacidad de conmutación dieléctrica.

El resultado fue una mejora considerable de la capacidad de conmutación del HEC 10.

Parámetros probados para desfase de	Corriente de corte (kA)	Valor de pico (kv)	Velocidad de aumento (kV/ns)	Retardo (Ms)
90°	85	2,6 x Ur	5.2	1
180°	159	3,2 x Ur	8.1	0.7

03

—
02 Clases G1 y G2 según la norma IEC/IEEE 62271-37-013.

—
03 Valores probados del HEC 10 para ángulos de desfase de 90° y 180°.

—
04 Sistema de refrigeración del HEC 10.

Supera los requisitos mínimos obligatorios de la norma más reciente

Ocasionalmente puede producirse una sincronización en desfase, casi siempre por errores de cableado durante la puesta en marcha o el mantenimiento, mientras se conectan los transformadores de tensión y se sincroniza el equipo. Aunque la norma IEC/IEEE 62271-37-013 cubre ángulos de desfase de solo 90°, se reconoce que la sincronización puede producirse con ángulos de desfase de hasta 180°. Un desfase de 180° puede suponer un grave esfuerzo para el GCB [1,2] no necesariamente cubierto por la prueba de desfase de 90°.

Para garantizar la máxima seguridad en la central eléctrica, el HEC 10 supera los requisitos mínimos de la norma IEC/IEEE 62271-37-013: el HEC 10 se ha ensayado para satisfacer requisitos de condiciones de desfase de hasta 180°. →3 muestra la comparación entre los valores probados para el HEC 10 en ángulos de desfase de 90° y 180°. La elevada intensidad de ruptura y la rápida recuperación

—
Para garantizar la máxima seguridad en la central eléctrica, el HEC 10 supera los requisitos mínimos de la norma IEC/IEEE 62271-37-013.

transitoria de la tensión (tasa de elevación de 8,1 kV/μs) demuestran la dureza de la prueba de desfase de 180°. La evaluación satisfactoria del HEC 10 también para esta tarea demuestra la calidad del diseño de su cámara de interrupción.

04

Sistema de refrigeración híbrido HEC 10

Seguimiento en línea de la temperatura



Supera los requisitos mínimos obligatorios de la norma más reciente: resistencia mecánica

La fiabilidad mecánica del GCB se evalúa mediante pruebas de resistencia mecánica. Las normas correspondientes exigen 1000 o 3000 maniobras de CO (cierre-apertura) sin carga para el GCB, y 1000, 2000 y, a veces, 10.000 maniobras para el seccionador y los interruptores de puesta a tierra.

El HEC 10 se desarrolló con el doble objetivo de simplificación y optimización. Así, el número de piezas es significativamente menor que el del HEC 7/8.

Ha superado las pruebas de resistencia mecánica ampliadas, que en el HEC 10 exceden los requisitos de la norma: 10.000 maniobras de CO para el GCB y el seccionador y 5000 para los interruptores de puesta a tierra. Estas pruebas demuestran la elevada fiabilidad y calidad del nuevo sistema.

Seccionador totalmente separado y cámara de interrupción

El diseño de la cámara de interrupción del HEC 10 sigue la norma de ABB de mantener los contactos principales y los de arco en SF6 con un seccionador en serie en el lado del transformador del interruptor. Este diseño proporciona un aislamiento seguro y visible entre el transformador elevador y el generador sin comprometer la seguridad de la central eléctrica.

Optimizado para un diseño compacto

El HEC 10 se desarrolló con el doble objetivo de simplificación y optimización. Así, el número de piezas es significativamente menor que el del HEC 7/8, lo que ha permitido un diseño compacto.

Además, los sistemas de contacto del seccionador y de los interruptores de puesta a tierra se mejoraron con un sistema de cojinetes independientes de calibración, desarrollado recientemente, que mejora la tolerancia al fallo. En el lado cinemático se implantó un varillaje de eje giratorio en lugar del push-pull, lo que aumenta la seguridad interna del sistema. Además, el diseño del seccionador de carrera corta (de ABB) contribuye al tamaño compacto del HEC 10 sin comprometer el nivel de aislamiento. Por último, la introducción de elementos de control de campo, comunes en la ingeniería de alta tensión, reduce el espacio necesario para la instalación.

05



—
05 Sistema GMS600 de supervisión digital del GCB de ABB.

Referencias

[1] M. Palazzo and M. Delfanti, "New Requirements for the application of generator circuit breakers," IPST Vancouver, Canada, July 18-20, 2013.

[2] M. Palazzo, et al., "Revision of TRV requirements for the application of generator circuit breakers," Electric Power Systems Research, volume 138, pages 66–71, September 2016.

Un innovador sistema de refrigeración

Un sistema de refrigeración eficiente garantiza el funcionamiento seguro y fiable del GCB. A partir de precisos estudios de simulación se eligió para el HEC 10-XL un sistema de refrigeración híbrido formado por conductores de calor pasivos y sumideros con ventiladores sencillos y redundantes de bajo mantenimiento que permiten al GCB actuar con intensidades normales de hasta 29 kA →4. La temperatura y el ventilador de este innovador sistema de refrigeración se controlan online con el equipo de supervisión GMS600, lo que permite el mantenimiento basado en el estado.

Al evitar el uso de radiadores de refrigeración de SF6, el HEC 10 ofrece la máxima fiabilidad. Y con una tasa de fugas de SF6 inferior al 0,1 por ciento anual, el HEC 10 está muy por debajo del máximo permitido por las normas. Cuando sea necesario, los ventiladores pueden intercambiarse online fácilmente sin parar el generador, lo que garantiza la máxima disponibilidad de la central eléctrica.

—
Un sistema de refrigeración eficiente garantiza el funcionamiento seguro y fiable del GCB.

Otras características de seguridad

La integración del tren de accionamiento principal en los soportes longitudinales del bastidor de los polos forma parte de la estrategia integral de optimización del diseño del HEC 10. La combinación resultante de los componentes estructurales con las funciones de protección proporciona un diseño sencillo y robusto. El cuidado puesto en el diseño del bastidor de los polos protege contra accesos accidentales a las piezas móviles entre el mecanismo operativo y los componentes de conmutación, y proporciona así los niveles más altos de seguridad para los técnicos de uso y mantenimiento.

Seguimiento digital por medio del GMS600

El HEC 10 está totalmente integrado con el sistema de seguimiento digital del GCB de ABB, GMS600 →5. El GMS600 puede realizar muchas funciones, como registro de datos e incidencias, supervisión de accionamiento y control de la temperatura y la densidad del SF6. El funcionamiento a largo plazo del sistema de refrigeración híbrido se controla comparando continuamente la velocidad de los ventiladores con los valores previstos.

—
Los clientes que opten por el soporte de seguimiento remoto de ABB recibirán periódicamente informes sobre el estado de su equipo.

El sistema GMS600 registra los datos más importantes del sistema de refrigeración, que así están disponibles para análisis periódicos que proporcionan al cliente información adicional sobre el funcionamiento seguro del GCB. Los clientes que opten por el soporte de seguimiento remoto de ABB recibirán periódicamente informes sobre el estado de su equipo. Es posible acceder a los datos registrados del GMS600 conectándose a través de la nube a las herramientas ABB Ability™ adecuadas. ABB Ability es una opción digital intersectorial unificada que se extiende desde los dispositivos hasta la nube con equipos, sistemas, soluciones, servicios y una plataforma que permite obtener más conocimiento del sistema, más capacidades y mejores resultados gracias a la conectividad de los equipos habilitados para ABB Ability, incluyendo los GCB. ●

ENERGÍA

La potencia de un ATS real

TruONE™ de ABB es el primer dispositivo de conmutación automática (ATS) real del mundo que incluye todos los sensores, controladores, interruptores e interfaces de operador necesarios en un solo aparato de fácil instalación que maximiza la fiabilidad, simplifica la instalación y reduce el tiempo de instalación en un 80 por ciento →1.



Riku Pelttari
ABB Oy
Vaasa, Finland

riku.pelttari@fi.abb.com

Cuando falla la electricidad en una aplicación crítica —un hospital, centro de datos o de telecomunicaciones, por ejemplo— un dispositivo de conmutación automática (ATS) activa inmediatamente el generador de reserva. La instalación de un ATS no es tarea fácil, y exige la conexión y el montaje en un armario o panel de varios componentes eléctricos.

La instalación de un ATS no es tarea fácil.

Una disposición de este tipo cumple su función en caso de corte del suministro: arranca automáticamente el generador, conmuta la carga y vuelve a conectar la fuente de energía principal cuando la situación se normaliza. Sin embargo, la cantidad de conexiones y componentes implicados en un ATS clásico introduce complejidad, compromete la fiabilidad y limita la flexibilidad funcional.



—
01 Conmutador automático de transferencia TruONE.

El nuevo ATS TruONE de ABB es el primer ATS real del mundo que incluye todos los sensores, controladores, interruptores e interfaces de operador necesarios en un solo aparato de fácil instalación que simplifica y reduce drásticamente el tiempo de montaje y maximiza la fiabilidad.

Disponible como ATS de tipo abierto o cerrado, el núcleo de la solución está en los polos paralelos de conexión a la fuente y el mecanismo de montaje lateral que no sólo mueve los contactos internos activos a la posición deseada sino que también incluye los controles necesarios para proporcionar una función ATS completa. El paquete compacto de polos y mecanismos proporciona todo lo que se necesita para la selección automática entre dos fuentes distintas, algo que antes requería múltiples juegos de cables, electrónica distribuida, transformadores de tensión, controladores externos y un panel o una caja para mantener todo unido.



En muchas aplicaciones, TruONE aporta también seguridad al operario durante el manejo manual —incluso bajo carga— a un nivel completamente nuevo gracias a un mando dispuesto ligeramente elevado entre el mecanismo y los polos de conexión. Esta disposición permite el manejo manual a través de un registro en la puerta del panel sin necesidad de abrir ésta, lo que protege al personal de arcos eléctricos formados dentro del panel.

—
El nuevo ATS TruONE de ABB es el primer ATS del mundo con todos los sensores, controladores, interruptores e interfaces de operador necesarios en un solo aparato fácil de instalar.

TruONE aplica asimismo una nueva norma de seguridad industrial que evite la conexión a una puerta del panel de peligrosas tensiones de línea; la interfaz hombre-máquina (HMI) separable está completamente aislada de la red, lo que se traduce en una seguridad mucho mayor para el operario.

Equipando el TruONE ATS con unos pocos accesorios enchufables, como transformadores de intensidad, módulos de comunicaciones y protecciones de terminales, incluidos dentro del armario TruONE, se obtiene todo lo que ofrecen las mejores soluciones actuales de ATS, pero en una unidad compacta que no necesita ninguna caja o panel para contener los componentes. Esto aportará muchas ventajas a la cadena de valor del ATS.

Una de las invenciones clave del diseño del ATS TruONE es la forma en que autoalimenta todas las funciones necesarias mediante las conexiones a la red (200 a 480 V de CA) sin necesidad de transformadores de tensión externos. Sin este diseño innovador no sería posible ejecutar en una sola unidad todas las funciones mencionadas anteriormente ni ofrecer un abanico tan amplio de posibilidades operativas en una unidad de mantenimiento de stock (SKU) con independencia del nivel de ten-



02a



02b

sión.

Instalación sencilla

Una de las mayores ventajas de una unidad de ATS como ésta es su facilidad de instalación. Un ATS TrueONE de tipo abierto es fácil de instalar en una caja o panel, mientras que las soluciones de ATS cerradas más ligeras deben montarse en la pared. Colocando un ATS TruONE en una caja y apretando cuatro tornillos al panel posterior se obtiene un ATS completo. Realmente es así de fácil: sólo cuatro tornillos permiten disponer de todos los sensores, HMI, electrónica, comunicaciones y otras funciones de un ATS completo.

Puede accederse a la HMI sin necesidad de abrir la puerta del armario, creando un registro en la puerta. La HMI también puede montarse enrasada con la puerta de la caja o el panel: basta hacer un orificio redondo de 25 mm de diámetro en la puerta, separar la HMI del bastidor del interruptor, montarla en la parte delantera de la puerta, sujetarla con una tuerca incluida en la entrega y volver a conectarla con un cable RJ45 normal →2-3.

En general, la instalación de un TruONE es más fácil en muchos aspectos y un 80 por ciento más rápida que una solución clásica de ATS. Estudios comparativos indican que TruONE reduce sustancialmente la cantidad de cable y el tiempo de puesta en servicio. Ergonómicamente, la instalación es mucho más cómoda.

Con este concepto de ATS real, primero en el mundo, la gama TruONE está llamada a revolucionar la forma en que se crean soluciones de ATS cerradas. Por primera vez, es posible y económico para fabricantes de paneles y OEM crear soluciones de ATS de alta calidad partiendo de una solución de tipo abierto fácil de guardar, de manejo sencillo y, sobre todo, muy fácil de instalar. Este enfoque ofrece un nuevo nivel de flexibilidad de producción y permite diseñar un ATS dentro de un sistema, proyecto a proyecto. TruONE ofrece asimismo una forma de recortar los tiempos de entrega del ATS, ya que se puede estandarizar en unas pocas SKU de tipo abierto que toman la forma necesaria durante la producción interna.

Accesorios enchufables

El concepto de accesorios de TruONE, citado anteriormente, mejora aún más la sencillez y potencia del producto. Todos los accesorios —que se montan sin herramientas, como soluciones enchufables— están colocados dentro del bastidor del interruptor. Nunca ha sido tan fácil llevar a cabo un cableado seguro (IP-2X) de una instalación de ATS como lo es ahora con las protecciones enchufables de TruONE. Asimismo, cuando se precisan contactos mecánicos auxiliares además de las E/S digitales de serie, se pueden enchufar sin herramientas en cualquiera de las etapas de creación de la solución ATS. Se aplica lo mismo a la incorporación de distintos protocolos de comunicación (hasta siete), E/S adicionales o una alimentación

—
Una de las mayores ventajas de una unidad de ATS como ésta es su facilidad de instalación.

eléctrica auxiliar de 24 V CC en la HMI. La mayoría de las funciones adicionales de ATS del TruONE se pueden añadir montando accesorios en la etapa final. Esto, a su vez, simplifica mucho la adquisición y el almacenamiento de los componentes de base del ATS necesarios para llevar a cabo cualquier configuración final posible, incluso para el usuario final más exigente.

—
02 Es sencillo desenchufar la HMI y montarla en la puerta delantera. Esto permite manejar la HMI sin necesidad de abrir el armario y demuestra la facilidad de uso de TruONE.

02a La HMI desenchufada.

02b La HMI está sujeta a la puerta exterior con dos tornillos; el conector la atraviesa y se fija con una tuerca. Un cable RJ45 conecta la HMI a la unidad TruONE.

—
03 La HMI montada externamente (aquí con la caja protectora IP54).

Uso sencillo

Podría pensarse que una solución ATS muy integrada será poco flexible y de uso difícil, pero en el caso del TruONE es al revés.

Como ya se ha indicado, la HMI permite el control local de la funcionalidad del ATS. En las soluciones tradicionales suele haber un controlador independiente que incorpora toda la electrónica de control del ATS y la interfaz asociada. Estos controladores suelen ser voluminosos, con su propia mecánica de instalación especial, y tienen que usarse en el sitio donde se han colocado. Esto impone limitaciones al diseño de la instalación del ATS, en particular para la colocación de la puerta en una solución cerrada.

Por contra, aunque la HMI del TruONE puede montarse en el propio interruptor, también puede separarse (sin herramientas) para controlarla a distancia con un cable RJ45 (de hasta 10 m). Esta flexibilidad reduce las limitaciones en el uso del ATS. Por ejemplo, la HMI del ATS puede moverse a una columna separada donde se agrupen otros equipos de control necesarios para la instalación. O separarse temporalmente del cuerpo del interruptor durante la puesta en servicio del ATS para facilitar el acceso al mismo y luego reponerla para el arranque del sistema. Además, como toda la funcionalidad necesaria para la operación del ATS se encuentra dentro del propio interruptor, el ATS puede funcionar también con la HMI desmontada.

Fiabilidad

Un ATS es un enlace crítico con aplicaciones eléctricas. Por lo tanto, debe ser extremadamente fiable. El enfoque de ATS en una sola unidad aumenta la fiabilidad industrial al reducir considerablemente los puntos de conexión del grupo ATS: en lugar de decenas de cables auxiliares y de control discurriendo alrededor de la caja del ATS, una unidad TruONE abierta no tiene ninguno, y solo necesita conexiones de alimentación. Obviamente, lo mismo se aplica a la solución cerrada final. En otras palabras: se eliminan decenas de posibles puntos de avería y comprobación de conexiones sueltas, fuente frecuente de problemas durante la

—
La solución con una sola unidad ATS aumenta la fiabilidad industrial reduciendo drásticamente los puntos de conexión del grupo ATS.

puesta en servicio.

Facilidad de mantenimiento

Además de ser un producto de fácil mantenimiento, el diseño del TruONE ATS abre nuevas opciones para la renovación de instalaciones de ATS antiguas. Gracias al tamaño compacto y al diseño autónomo, incluso como solución de tipo abierto, esta nueva gama de ATS permite reemplazar de forma sencilla y rápida cualquier instalación antigua: basta sustituir el viejo cuerpo del interruptor por una unidad TruONE y reconectar los cables de alimentación. Al mismo tiempo, se pueden retirar todos los cables auxiliares de la vieja solución de ATS, ya que el nuevo ocupante de la caja, el TruONE, necesita como mucho una conexión de cable de control: el cable Ethernet desde el interruptor a la HMI si el montaje en la puerta es irrenunciable. Cuando se compara el esfuerzo y el riesgo de la compleja renovación de un ATS tradicional con la sencillez de la renovación TruONE, la decisión de pasarse a la nueva TruONE es muy fácil de tomar para el usuario exigente de ATS. ●



DESMITIFICACIÓN DE TÉRMINOS TÉCNICOS

Gemelo digital, ¿prácticamente idéntico?

En la cuarta entrega del Desmitificador de términos técnicos de ABB exploramos el significado del término «gemelo digital».



Christopher Ganz
Group Service R&D Manager
Zúrich, Suiza

christopher.ganz@
ch.abb.com

Un dispositivo industrial moderno típico ya crea una pista de datos digitales formidable. Esto incluye simulaciones y dibujos CAD durante la fase de diseño, información sobre ubicación, equipos conectados y configuración durante la fase de integración, así como datos de utilización, diagnóstico y mantenimiento obtenidos posteriormente. Además de estos datos definibles, mensurables u observables, los algoritmos pueden calcular o simular parámetros no observables, tanto reales como previstos.

Estos datos y algoritmos ya existen normalmente en diversos lugares o formatos. Si se pudiera acceder a ellos desde un directorio virtual —el gemelo digital— proporcionarían una imagen digital completa del equipo físico. Además de ser una descripción estática, esta información sirve para simular el comportamiento del objeto físico. Las herramientas de visualización 3D también permiten la inspección y la observación virtuales del equipo y mejoran la comprensión.

Las aplicaciones de un gemelo digital son:

Diseño: la simulación y la visualización durante la fase de diseño sirven para verificar e inspeccionar el diseño 3D global y asegurarse de que todas las piezas encajan entre sí. Hay simulaciones mecánicas, térmicas y eléctricas, e interrelaciones entre estos aspectos.

Integración de sistemas: las visualizaciones 3D del sistema pueden verificar limitaciones como el espacio ocupado y las conexiones físicas. Conectando a los gemelos digitales otros componentes se simulan interacciones, incluida la función de transferencia y control de datos, el comportamiento mecánico y eléctrico y escenarios hipotéticos. Para el cliente, se reduce el esfuerzo de integración y el tiempo de inactividad asociado.

Diagnóstico: la observación del gemelo digital, por ejemplo en una visualización 3D, puede facilitar el diagnóstico. Las gafas de realidad virtual ofrecen a los técnicos una superposición sobre el equipo real para visualizar los parámetros. Las simulaciones pueden añadir datos no observables, como las temperaturas de piezas no accesibles o las cargas de los materiales.

Predicción: los datos operativos y de sensores pasados y presentes combinados con algoritmos predictivos proporcionan información sobre el estado del equipo y la probabilidad de diferentes modos de fallo. Esto ayuda a planificar el mantenimiento y a reducir los períodos de inactividad no previstos.

Servicios avanzados: si todos los parámetros de servicio avanzado (conectividad IoT, algoritmos de análisis, etc.) están preconfigurados en el gemelo digital, se pueden activar cuando se instala el equipo y el cliente se suscribe a estos servicios. En el mejor de los casos, no se requiere más ingeniería.





La clave de estos diversos aspectos de un gemelo digital es la capacidad de referirse a datos almacenados en diferentes lugares de un directorio gemelo digital común. El gemelo digital proporciona los datos necesarios para distintos usos accediendo a ellos desde cualquier parte durante el ciclo de vida del producto.

En resumen, un gemelo digital es una representación virtual completa y operativa de un activo, subsistema o sistema que combina aspectos digitales

de la construcción del equipo (datos PLM, modelos de diseño, datos de fabricación) con aspectos de su uso y mantenimiento en tiempo real.

El gemelo digital permite la recopilación y distribución de información durante todo el ciclo de vida del activo físico para maximizar los resultados empresariales, optimizar las operaciones y la inversión (para el cliente y para ABB) mediante el tratamiento de los datos (p. ej., simulación, analítica avanzada).

Consejo editorial

Consejo de redacción

Bazmi Husain
Director de Tecnología I+D y tecnología del Grupo

Adrienne Williams
Asesor Jefe de Sostenibilidad

Christoph Sieder
Responsable de Comunicaciones Corporativas

Reiner Schoenrock
Comunicaciones de Tecnología e Innovación

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

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

Editorial

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

ABB Switzerland Ltd.
ABB Review
Segelhofstrasse 1K
CH-5405 Baden-Daettwil
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

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

Editorial y copyright ©2018
ABB Switzerland Ltd.
Baden, Suiza

Impresión

Vorarlberger
Verlagsanstalt GmbH
AT-6850 Dornbirn,
Austria

Diseño

DAVILLA AG
Zúrich, Suiza

Ilustraciones

Konica Minolta
Marketing Services
WC1V 7PB Londres
Reino Unido

Cláusula de exención de responsabilidad

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

Las empresas del Grupo ABB no garantizan ni aseguran, ni expresa ni implícitamente, el contenido o la exactitud de los puntos de vista expresados en esta revista.

ISSN: 1013-3119

<http://www.abb.com/abbreview>



Edición para tablet

ABB Review también en su tablet.

Visite 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.



—
Próximo número 03/2018

Los materiales cuentan

Los materiales están sufriendo una revolución, en la forma de utilizar los tradicionales y en la forma en que los nuevos redefinen esas tradiciones. Estos cambios están movidos por métodos y algoritmos más inteligentes que hacen del conocimiento un componente estructural. En el próximo número de ABB Review exploraremos las aplicaciones y las implicaciones a largo plazo de esta área en evolución con ejemplos de productos de ABB y de otros desarrollados en colaboración con sus clientes.