

review

ABB Ability

03|2017 es



-
- 06–13 Voces de ABB
 - 14–37 ABB Ability
 - 38–67 Protección y seguridad
 - 68–81 Conexiones universales
 - 82–97 Productividad y control



84

Control para compresores de gas eléctricos

Solución integral para microrredes Emax 2



Encuesta a los lectores



60



16

A la vanguardia de la automatización inalámbrica



70

Transformación de la aceleración: MFT para el CERN





99



76

Transmisión de potencia
costa-buque

Emax 2 con Ekip Link en
buques DP



54

05 Editorial

Voces de ABB

- 08 Entrevista: ABB Ability™
 - 13 Ciberseguridad desde la base
-

ABB Ability

- 16 A la vanguardia de la automatización inalámbrica
 - 20 La notificación predictiva aporta valor
 - 26 Ejecución de proyectos de automatización
 - 30 Automatización del intercambio de datos de ingeniería
 - 36 La importancia de los datos en las minas
-

Protección y seguridad

- 40 Sistema de supervisión de circuitos
 - 47 Protección de la electricidad con el SAI de MT PCS120
 - 54 Protección en el mar con Emax 2 y Ekip Link
 - 60 Solución para interruptores de microrredes Emax 2
-

Conexiones universales

- 70 Transformación de la aceleración: MFT para el CERN
 - 76 Transmisión de potencia costa-buque
-

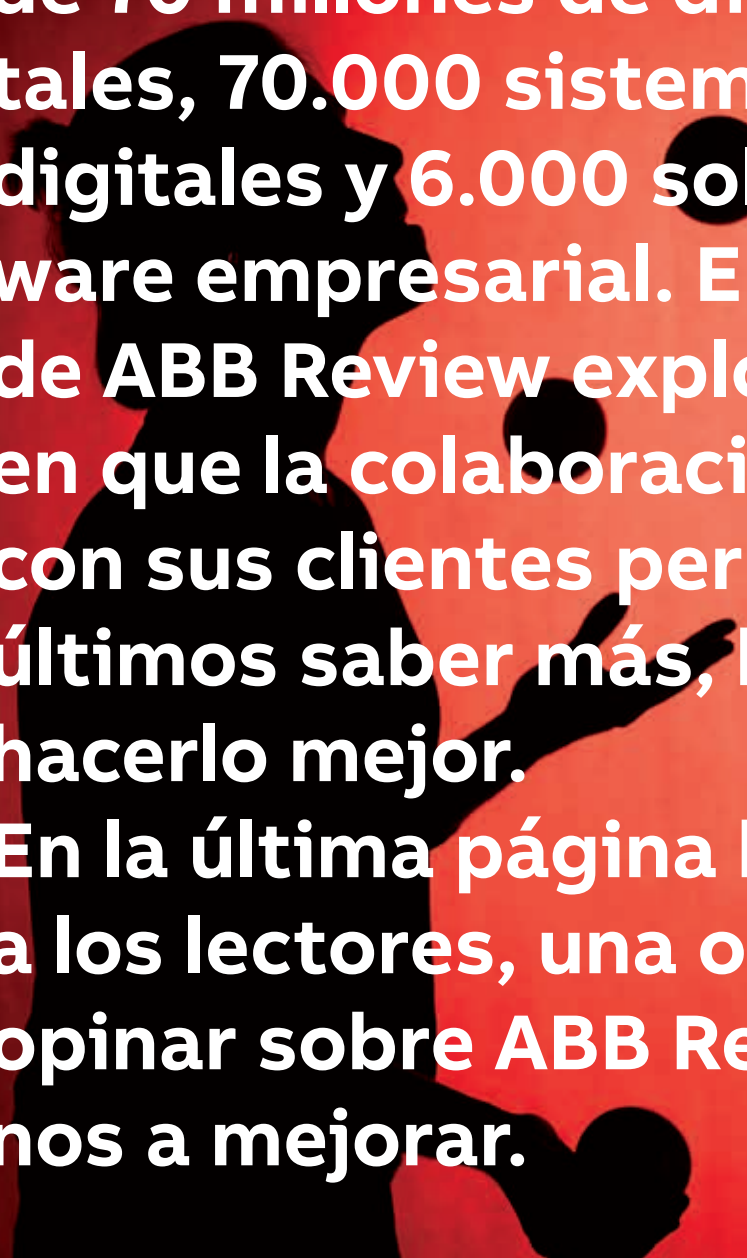
Productividad y control

- 84 Control para compresores de gas eléctricos
 - 92 Una herramienta de programación flexible y fácil de usar
-

Desmitificación de términos técnicos

- 98 Blockchain
- 99 Consejo editorial
- 99 Encuesta a los lectores

El mundo industrial se halla en la cúspide de un cambio transformador posibilitado por la digitalización y que afecta a todas las fases del ciclo de vida de las operaciones. ABB se sitúa a la vanguardia de esa innovación, con una base instalada de 70 millones de dispositivos digitales, 70.000 sistemas de control digitales y 6.000 soluciones de software empresarial. En este número de ABB Review exploramos la forma en que la colaboración de la empresa con sus clientes permite a estos últimos saber más, hacer más y hacerlo mejor. En la última página hay una encuesta a los lectores, una oportunidad para opinar sobre ABB Review y ayudarnos a mejorar.



EDITORIAL

ABB Ability™



Estimado lector:

Probablemente habrá notado que este número de ABB Review es más voluminoso de lo normal. El tema del artículo principal, ABB Ability™, es tan importante que merece un número más largo. ABB Ability ofrece grandes ventajas en términos de tiempo de actividad, rapidez, producción, protección y seguridad. El ecosistema incluye una plataforma abierta, soluciones, tanto de ABB como de terceros, integradas en una gama creciente de productos digitalizados de ABB y de otros fabricantes. Este número de ABB Review ofrece muchos ejemplos tangibles que ilustran la plataforma.

A principios de este año, ABB Review estrenó formato, con cambios que atañen tanto al diseño como al contenido. Puesto que su opinión es muy importante para nosotros, tanto para medir nuestro éxito como para seguir avanzando, le invitamos a participar en una breve encuesta que encontrará en la contraportada trasera (incluso puede ganar un pequeño premio).

Que disfrute de la lectura.

A handwritten signature in red ink, appearing to read 'Bazmi Husain'.

Bazmi Husain
Director de Tecnología



Voces de ABB



¿Qué nos deparará el futuro?
Expertos de todo el mundo buscan la respuesta a esta pregunta. ABB no es solo una voz prominente en muchos de estos debates, sino que además toma la iniciativa mostrando el camino a través de acciones reales. La digitalización y la ciberseguridad son dos áreas en las que la empresa ayuda a sus clientes a anticiparse al futuro, aquí y ahora.

- 08 ABB Ability™ cambia la forma de hacer negocios
- 13 Ciberseguridad desde la base



VOCES DE ABB

ABB Ability™ cambia la forma de hacer negocios



Guido Jouret

El Director de Tecnología Digital de ABB, Guido Jouret, nos habla de la nueva plataforma ABB Ability.

Guido Jouret nos contó la estrategia digital de ABB en una entrevista anterior (publicada en ABB Review 1/2017). En esta segunda entrevista nos habla sobre ABB Ability.

AR **ABB Review (AR):** En marzo de este año, se lanzó la plataforma ABB Ability en la ABB Customer World de Houston. ¿Qué es exactamente ABB Ability?

GJ **Guido Jouret (GJ):** ABB Ability es un conjunto de soluciones industriales que emplean tecnología digital. También es el nombre de la plataforma que genera estas soluciones. ABB digitalizará toda su gama de productos y servicios, y utilizará una plataforma basada en la nube desarrollada con tecnología de Microsoft Azure para ofrecer una amplia gama de servicios y herramientas analíticas.

AR ¿Por qué ABB Ability supone un gran avance con respecto a los productos anteriores de digitalización y automatización de ABB?

GJ El internet de las cosas suele describirse en términos de dispositivos individuales con capacidad de procesamiento y detección, es decir, dispositivos que crean flujos de datos. Mucho antes de lanzar ABB Ability, ABB ya había hablado

de que se aprovecharía mejor la productividad si no se perdieran datos por el camino. Los continuos avances en el ámbito de la digitalización y la comunicación permitieron compartir estos datos a un nivel jerárquico superior, donde se agregaban y analizaban para ponerlos a disposición de los responsables, por ejemplo, en forma de informes. Pero faltaba un medio para tomar decisiones basadas en esos datos de forma directa, que es lo que ofrece ABB Ability. Esto es lo que en ABB llamamos “cerrar el bucle” →1.

01



—
01 El cuadro de colaboración de ABB proporciona acceso en tiempo real para procesar datos. Este es solo un ejemplo de las muchas formas en las que ABB Ability hace que los datos sean prácticos.

Los ingenieros de control saben sobre bucles de control: los datos de proceso se retroalimentan para influir en las acciones con una latencia mínima. El sensor y el actuador están muy cerca para que cualquier cambio adverso en los parámetros de rendimiento pueda solucionarse inmediatamente. Este principio es la base de la teoría de control. El bucle que estamos cerrando con ABB Ability es conceptualmente similar, pero se ocupa de decisiones de carácter general relativas a operaciones y mantenimiento. Busca patrones y correlaciones a nivel superior y cuenta con requisitos de latencia más generosos →2.

- AR** ¿De qué clase de parámetros se ocuparían estos bucles de control de nivel superior?
- GJ** El tipo de decisiones de control que se verían favorecidas va desde la optimización de ciclos de mantenimiento hasta la asistencia en la toma de decisiones de gestión de nivel superior con una visión más general. Esto implica ampliar el enfoque más allá del proceso inmediato y analizar la situación general dentro de la central y fuera de ella. De esta forma, las decisiones de gestión se

pueden basar en información en tiempo real, en lugar de en datos recogidos con anterioridad, a veces manualmente, y a menudo con un ámbito limitado o incluso con errores de transcripción. Reduciendo esta brecha, la sala de juntas se parece cada vez más a la sala de control →3.

— ABB digitalizará su gama completa de productos y servicios.

Esta apertura se está produciendo en ambas direcciones, ya que no solo permite que los responsables vean los datos actuales, sino que además las decisiones fluyen con más rapidez y se aplican de forma inmediata. Esta es la integración de TI (tecnología de la información) y TO (tecnología operacional).

Un ejemplo es la carga de un coche eléctrico. Obviamente, el coche y el cargador deben comunicarse entre sí, por ejemplo, para la facturación de la electricidad, pero también para garantizar que la



batería esté cargada con la tensión y la corriente adecuadas, y que el dispositivo se desconecte cuando la batería esté totalmente cargada. Esta es la funcionalidad básica de un sistema de este tipo. Pero, yendo un paso más allá, también tiene sentido que el cargador se comunique con la red. Por ejemplo, el índice de carga se puede reducir temporalmente si no se dispone de energía suficiente y hay otros consumidores con una prioridad mayor.

—
Al igual que los dispositivos del mismo sistema intercambian información, las nubes intercambiarán información con independencia del fabricante o la arquitectura.

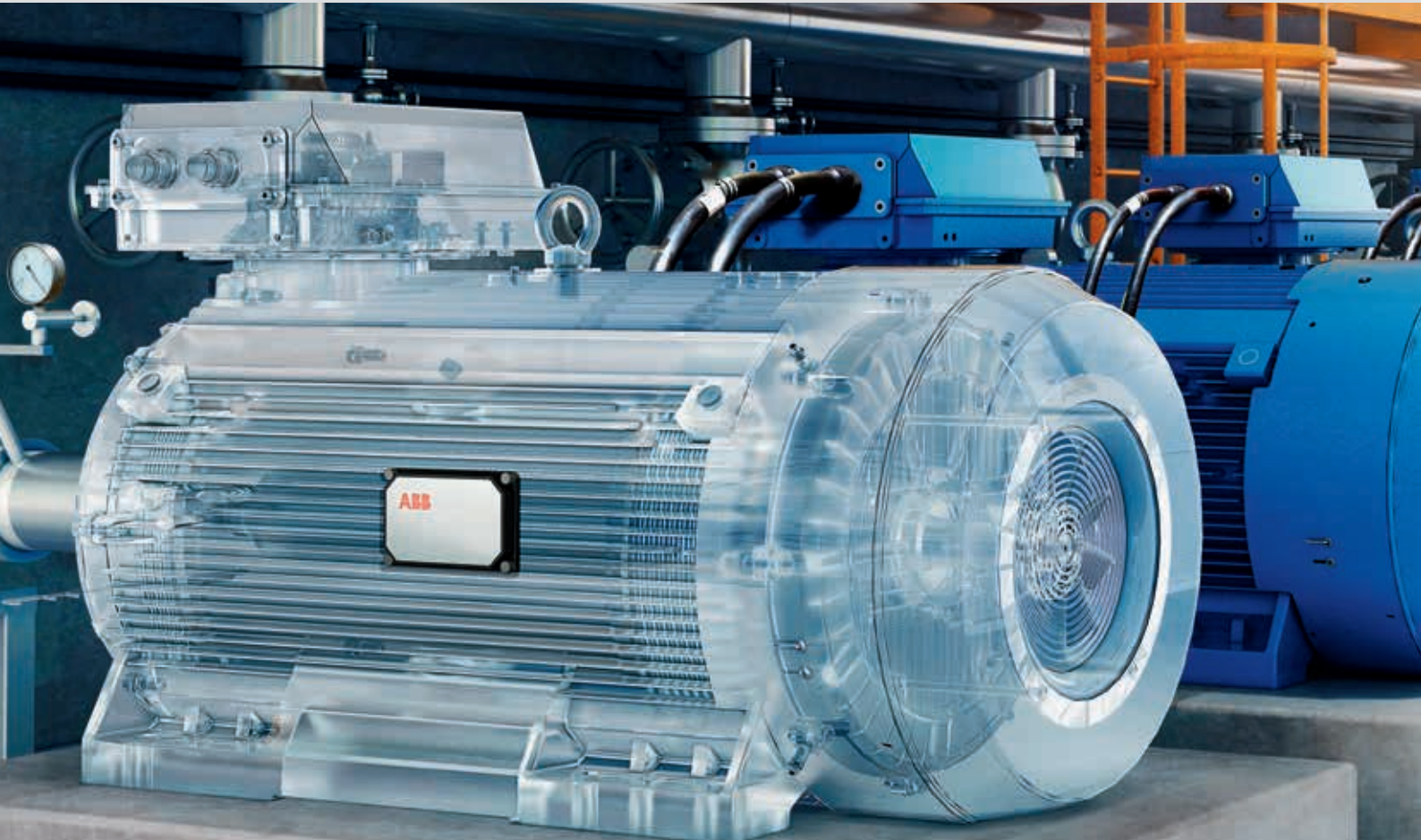
Otro ejemplo podría ser la fabricación discreta: los responsables podrían ver que la salida de un componente vital se ha interrumpido en un proceso precedente. En lugar de ejecutar un proceso subsiguiente a pleno rendimiento hasta que un componente se agote inesperadamente, este proceso se programa de forma diferente para mitigar el problema. El retraso se puede solucionar

cambiando la producción a un producto diferente, por ejemplo. Asimismo, si se detecta un problema en un proceso subsiguiente, pueden existir otras formas de usar un recurso específico más útiles que producir piezas que no se pueden consumir.

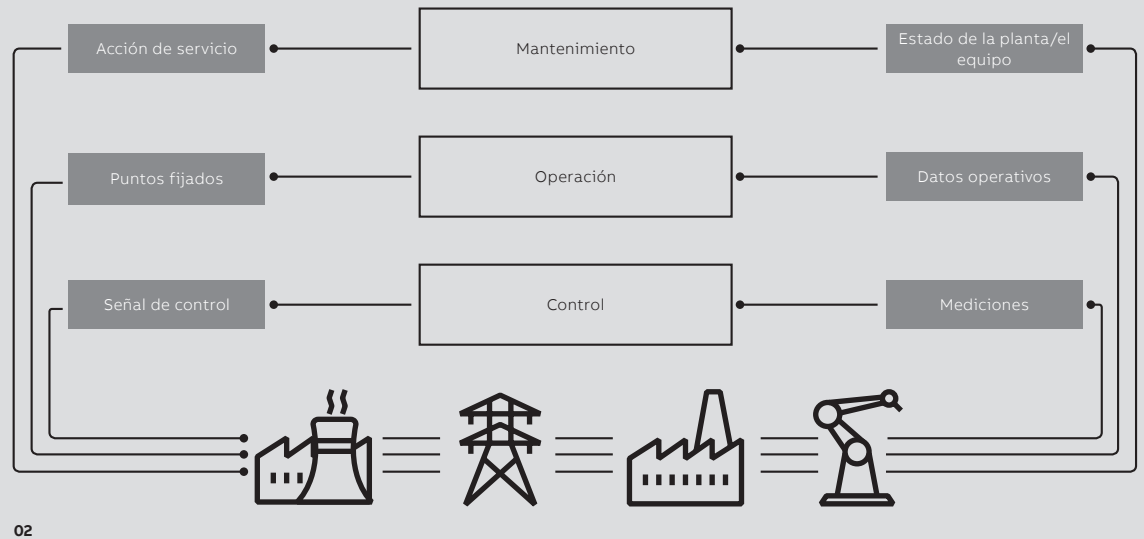
AR En el pasado, los fabricantes querían asegurarse a los clientes y aislar a la competencia creando normas exclusivas. Recientemente, la interoperabilidad ha pasado a ser la política prevalente. ABB cumple normas como la IEC 61850 (para la comunicación de subestaciones) que garantizan la interoperabilidad de los dispositivos de diferentes fabricantes. La era de las soluciones patentadas a nivel de sistema ha pasado a la historia. Pero ¿qué ocurre a nivel de la nube? ¿Veremos como la historia se repite y los fabricantes intentan aislar a la competencia?

GJ Al contrario. En lugar de perseguir una cuota mayor del mercado de la automatización actual, debemos analizar el enorme potencial existente para ampliarlo.

Al igual que los dispositivos del mismo sistema intercambian información, las nubes intercambiarán información con independencia del fabricante o la arquitectura. Podemos hablar, por lo tanto, de la “internube”, en la que nubes enteras intercambian información y colaboran →4.



02 Al igual que el cierre de los bucles de control tradicionales se basa en la retroalimentación de los datos de proceso para influir en la toma de decisiones, ABB Ability está cerrando bucles similares en el ámbito de las operaciones y el mantenimiento.



02

AR Los ejemplos anteriormente mencionados tienen que ver con el intercambio de datos dentro de la organización de un cliente. ¿Qué ocurre con los datos compartidos con ABB?

GJ ABB puede analizar datos y predecir modos de fallo, asesorar a los clientes acerca de las labores de mantenimiento o, dependiendo de la disposición in situ, adoptar las medidas oportunas. En cierto modo, se podría interpretar que ABB está

perjudicando su propio negocio al hacerlo. Por ejemplo, si un mantenimiento mejor prolonga la vida útil de un motor, podríamos estar perdiendo la oportunidad de sustituirlo. Pero tenemos que ser capaces de ver la situación en su conjunto. La oferta de ABB y su presencia en el mercado nos distanciará de la venta de equipos y nos acercará a la comercialización de servicios.

—
La oferta de ABB y su presencia en el mercado nos distanciará de la venta de equipos y nos acercará a la comercialización de servicios.

Junto a las labores de mantenimiento, el cliente también se beneficia al proporcionar a ABB un conocimiento mejor de sus operaciones. Por ejemplo, si ABB entiende la forma en que el cliente utiliza un robot mediante el análisis de ciclos de carga típicos, ABB podrá diseñar la siguiente generación de robots para satisfacer mejor esas necesidades.

AR De manera que cuantos más datos decida compartir un cliente, más beneficios obtendrá. Pero, ¿el aumento de la dependencia de la nube no hará a los clientes más vulnerables?

GJ Esa es una cuestión muy importante. Ya vemos que cada vez más robots llevan cámaras, por ejemplo Yumi. En la siguiente fase probablemente seamos testigos de la proliferación de los micrófonos, tanto para responder a las órdenes humanas como para incrementar la conciencia sensorial general de los robots. El acceso a estos dispositivos puede proporcionar ojos y oídos en áreas restringidas de una fábrica. Un cliente podría

—
03 Los sensores inteligentes controlan la salud de los motores de baja tensión.

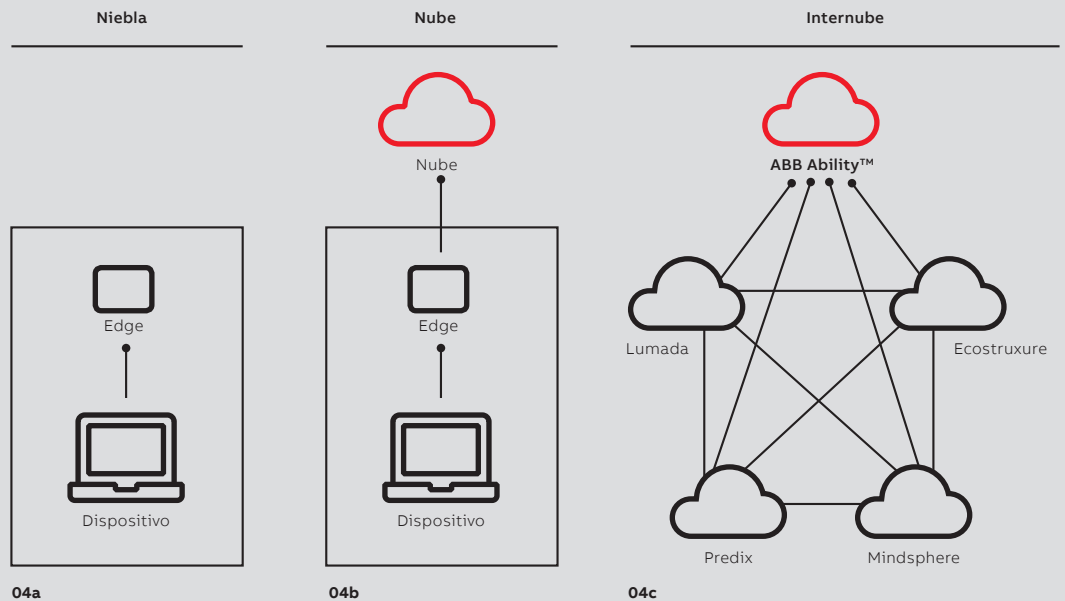


04 Desarrollo de la digitalización.

04a La digitalización y la automatización tradicionales dependen de la potencia informática local, por lo general utilizando hardware y software patentados. Este nivel de automatización previo a la nube a veces se denomina "niebla".

04b La conexión de estos sistemas a la nube hace posible la obtención de algoritmos más avanzados que tienen en cuenta una base de datos más amplia, lo que favorece un aumento de la optimización y el rendimiento.

04c Las diferentes nubes de los distintos fabricantes colaboran en la Internube.



poner en peligro sus secretos comerciales, pero también información confidencial, como los datos de producción. Tomemos, por ejemplo, a un fabricante de coches deportivos de alta gama. Un robot en esa línea de producción puede proporcionar una medición precisa del número de cualquier modelo que se haya producido. Si dichos datos, bien por accidente o de manera intencionada, cayeran en manos de un competidor, este podría obtener una ventaja comercial indebida.

La Declaración de derechos de los datos del IoT establecerá los derechos fundamentales relativos a los datos.

AR De manera que existe un conflicto entre las ventajas que un cliente puede obtener al compartir datos y los riesgos a los que se expone al hacerlo.

GJ Lo que necesitamos es una especie de Declaración de derechos. De la misma forma que la Declaración de derechos de los EE.UU. original regula la capacidad de los gobiernos de tomar medidas en contra de sus ciudadanos, la Declaración de derechos de los datos del IoT regulará los derechos fundamentales relacionados con los datos.

ABB ya ha elaborado un primer borrador de este documento y actualmente está pidiendo a los clientes su opinión sobre él. Para nosotros, es importante que este documento no sea redactado

por abogados, sino de una manera comprensible para todos. La declaración constituirá un acuerdo fundamental entre ABB y sus clientes, y conformará la base de todas las transacciones entre las dos partes.

Algunos elementos importantes de esta Declaración incluyen:

- Los datos que ABB recoge de sus clientes.
- Los motivos por los que ABB necesita estos datos.
- La forma en que ABB protege estos datos (a través de la tecnología y la política).
- La forma en que los clientes se benefician de estas prácticas.
- Lo que hará ABB con los datos de quienes dejen de ser clientes.

Respecto al formato y el concepto, la Declaración de derechos de los datos del IoT podría inspirarse en la eficaz Declaración de derechos de los pasajeros de aerolíneas del gobierno de los EE.UU., que protege a los pasajeros de las largas esperas en las pistas, las comisiones ocultas, la falta de información sobre los retrasos, la falta de acceso a agua o aseos y las tasas de facturación de equipaje perdido, entre otras garantías.

Esperamos hablar sobre este tema con nuestros clientes.

AR Gracias por esta entrevista. ●

VOCES DE ABB

Ciberseguridad desde la base

ABB es una gran empresa con presencia en varios continentes, por lo que necesitaba una persona que supervisara toda la cartera de sistemas de información, seguridad y productos. ABB ha creado el puesto de director de Seguridad para reforzar a los equipos de ciberseguridad existentes y asegurarse de que la empresa cuente con una única visión interna y externa de la seguridad.



Satish Gannu
Automatización industrial
de ABB
San José, EE.UU.

cybersecurity@ch.abb.com

Me incorporé recientemente a ABB como director de Seguridad. En este puesto, superviso la seguridad de todos los productos, servicios y sistemas de información. Mi experiencia anterior se centra en el ámbito de la programación informática, y estoy orgulloso de poner mis 30 años de experiencia en seguridad y análisis al servicio de ABB.

Durante los últimos meses, me he dado cuenta de que el panorama de amenazas está sujeto a una mayor fluctuación y es cada vez más importante proteger el sector industrial. Las tres razones principales han sido la naturaleza cambiante de los ciberdelincuentes, el aumento de la exposición a vulnerabilidades de seguridad y la integración de la tecnología de la información (TI) y la tecnología operativa (TO). Además, nuestros sectores nunca se han preocupado mucho por proteger los protocolos. Como sector, esto cada vez es más esencial, y se están acometiendo iniciativas para lograrlo.

Todos conocemos el dicho de que la seguridad es tan fuerte como lo sea su eslabón más débil, y los recientes ataques lo demuestran. Por tanto, la

seguridad debe analizarse desde un punto de vista global que incluya también la seguridad física.

Cuando se trata de una infraestructura clave, los delincuentes trabajan en ella desde todos los ángulos durante varios meses o años. Los recientes ataques a la red eléctrica ucraniana son un recordatorio tangible tanto de la prioridad como del diseño preventivo que deben concederse a la ciberseguridad para evitar futuros ataques a este sector.

Lo que hemos aprendido de los ataques es que la seguridad no solo radica en proteger el perímetro. Y como esto ya no es suficiente, en ABB estamos adoptando un planteamiento defensivo en materia de seguridad. Todos los productos, servicios, despliegue en la nube e incluso nuestros proveedores deben cumplir unos requisitos mínimos de ciberseguridad. Nuestra plataforma Ability lleva la seguridad integrada desde la base.

En futuros artículos de ABB Review profundizaremos en el planteamiento de ABB respecto a la ciberseguridad. ●





ABB



36

Ability



20



La promesa de los procesos industriales basados en big data es bien conocida, aunque la integración de esta información en la acción directa en el mundo físico (“cerrar el bucle”) es una oportunidad emergente, especialmente para sectores de misión crítica. Las innovadoras actividades de ABB en el ámbito de la I+D identifican esas posibilidades, y el caudal de experiencia operativa de la empresa permite su materialización.



- 16 A la vanguardia de la automatización inalámbrica
- 20 La notificación predictiva basada en el valor mejora la producción y el rendimiento
- 26 El futuro de la ejecución de proyectos en la automatización
- 30 Collaboration Manager automatiza el intercambio de datos de ingeniería
- 36 La importancia de los datos en las minas



ABB ABILITY

A la vanguardia de la automatización inalámbrica

¿Pueden las normas inalámbricas satisfacer las exigencias de rendimiento de los buses de campo y permitir, de esta manera, la futura automatización inalámbrica? El equipo de investigación de ABB se dispone a encontrar la respuesta.

Johan Åkerberg
Científico principal y
Profesor adjunto
ABB Corporate Research
Västerås, Suecia

johan.akerberg@
se.abb.com

Tilo Merlin
Director de nuevas
tecnologías
ABB, Alemania

tilo.merlin@de.abb.com

Stefan Bollmeyer
Director de tecnología e I+D
ABB, Alemania

stefan.bollmeyer@
de.abb.com

Las fábricas de todo el mundo llevan cableándose para instalar controles automatizados desde los años setenta (la comunicación digital se inició en la pasada década) gracias en gran medida a la adopción de protocolos de comunicación normalizados denominados “buses de campo”, que permiten el acceso a sistemas de producción a gran escala. En cierto modo, las promesas de los buses de campo de ofrecer un despliegue, uso y mantenimiento sencillos y fiables y un diagnóstico de problemas adecuado no se han cumplido, ya que muchas instalaciones aún funcionan con tecnología analógica de 4,20 mA, incluso para sus actuadores y sensores inteligentes.

Dado que los dispositivos inalámbricos están por todas partes, ¿por qué no utilizar la tecnología de comunicación por radio para sortear los inconvenientes derivados de las instalaciones cableadas, como el esfuerzo de planificar e instalar cables o los problemas de apantallado y conexión a tierra, previniendo de esta forma los problemas de EMC, la falta de flexibilidad en la disposición y la complejidad de la ingeniería?

01



—
01 El molino de Iggesund
(Imagen cortesía de
Holmen, fotografía
realizada por Rolf
Andersson, Bildbolaget)

La transición hacia ese futuro supondrá un desafío, principalmente debido al uso de normas en conflicto relativas a los dispositivos inalámbricos de campo que se introdujeron a finales

—
Controlar procesos industriales a gran escala plantea nuevas exigencias en relación con las normas inalámbricas actuales, que deben proporcionar determinismo y fiabilidad en conjunción con las normas de los buses de campo actuales.

de la pasada década (principalmente para aplicaciones de control) y al simple hecho de que también un bus de campo inalámbrico deba funcionar de forma fiable dentro de límites de rendimiento explícitos. Por ejemplo, los consumidores que tardan en actualizar una pantalla de su smartphone podrían costar a un fabricante tiempo, dinero e incluso clientes.

El desafío cableado vs. inalámbrico

El equipo de ABB encargado del proyecto de investigación sabía que las normas inalámbricas actuales presentaban muchas características de rendimiento que debían cuestionarse a la hora de abordar las aplicaciones de control:

Puntualidad. Controlar procesos industriales a gran escala plantea nuevas exigencias en relación con las normas inalámbricas actuales, que deben proporcionar determinismo y fiabilidad en conjunción con las normas de los buses de campo actuales (por ejemplo, habilitar el uso de un control de bucle cerrado de un equipo crítico para la seguridad en un subsegundo). La puntualidad también supone que cualquier extensión de buses de campo cableados tiene que ser puesta en servicio, desplegada, mantenida y diagnosticada de una forma sencilla y eficiente.

Visibilidad. Dado que existen instalaciones en las que las distintas partes de una planta se controlan en función de las lecturas de los instrumentos utilizando las normas inalámbricas actuales, es crucial que los ingenieros de control sepan cómo se han recogido y entregado los datos. Este hecho resulta especialmente cierto cuando los algoritmos de control se han modificado para compensar



LA DIVERSIDAD DE LOS PROTOCOLOS INALÁMBRICOS INDUSTRIALES ACTUALES

Ha habido redes industriales de sensores inalámbricos durante varios años. Tres normas dominan el mercado de la automatización Wireless HART, ISA 100.11a y WIA-PA. La norma WirelessHART, emitida en 2008, dispone actualmente de la mayor base instalada, y todas ellas se basan en la misma tecnología 802.15.4. Las principales aplicaciones de estas normas se encuentran en la supervisión de procesos, pero también pueden usarse para proporcionar medidas de sensores para control de procesos lentos y no críticos.

Hay muchas semejanzas entre las tres normas, pero asimismo ciertas diferencias clave. Las tres normas se basan en la capa física subyacente de la IEEE 802.15.4 que proporciona 250 kbit/s en 15 canales permitidos globalmente en la banda ISM, por ejemplo.

Un área de diferenciación se encuentra en las normas de longitudes de ranuras TDMA (variable o fija). Otra es el salto de frecuencia, ya que la WirelessHART utiliza una tabla de salto de canales fija, mientras que la ISA 100.11a y la WIA-PA disponen de tablas de salto de frecuencia múltiples, incluyendo la utilizada por la primera.

Desde el punto de vista de la topología, todas ellas emplean redes malladas, pero la WIA-PA utiliza cabezas distribuidas en grupos que se distinguen de las otras dos normas. Cuando se trata del encaminamiento de paquetes, WirelessHART y ISA 100.11a utilizan encaminamiento gráfico y encaminamiento de fuentes. WIA-PA emplea una estrategia ligeramente distinta debido al uso de cabezas en grupos, principalmente un método de encaminamiento inicial mallado puesto que los dispositivos de campo se organizan en grupos. Las diferencias reales surgen en el direccionamiento de nodos. ISA 100.11a utiliza un direccionamiento IP y las otras, sus propias soluciones registradas.

las incertidumbres y retrasos adicionales propios de las herramientas inalámbricas existentes. El despliegue de cierto tipo de identificación de datos es necesario en el sistema de control para evitar el uso de algoritmos equivocados.

—
Cualquier red inalámbrica debe autorrepararse sin quitar paquetes como hacen los buses de campo redundantes en la actualidad.

Capacidad de reacción. Algunas de las limitaciones más obvias de las normas actuales son la falta de asistencia para actuadores y el uso de estados a prueba de fallos. Por ejemplo, al tener una capa TDMA en lugar de una capa CSMA no se garantiza una detección de errores previsible y coherente a nivel de sistema. De la misma forma, las propiedades de autorreparación de las redes malladas actuales no son capaces de recuperarse de fallos de enlace o red, ni proactiva ni reactivamente, dentro de los plazos requeridos para aplicaciones de control esenciales. Cualquier red inalámbrica debe autorrepararse sin quitar paquetes como hacen los buses de campo redundantes en la actualidad.

Delineación. Otra característica importante que no existe en las normas inalámbricas actuales es la capacidad para distinguir entre datos en tiempo real y datos de mejor esfuerzo. Los datos de configuración del dispositivo deben ser reconocidos de extremo a extremo para poder utilizar la comunicación en tiempo real para efectuar las labores de control; de lo contrario, se pueden producir situaciones peligrosas, ya que no existen garantías de que la información transmitida sea fiable o se encuentre en la escala correcta. Por otro lado, los datos en tiempo real para bucles de control pueden estar obsoletos cuando se ponen en cola con datos de mejor esfuerzo. Ninguna de las normas inalámbricas actuales proporciona funcionalidad en tiempo real como hacen los buses de campo.

En base al análisis de las normas de los buses de campo inalámbricos actuales, ABB implementó capas de pilas mejoradas en adición a la norma IEEE 802.15.4 para superar los inconvenientes. Los resultados de las pruebas en el laboratorio fueron tan prometedores que nació la idea de verificar el planteamiento en una planta de proceso en funcionamiento. Iggesund Paperboard compartió el espíritu innovador y se prestó a una prueba sobre el terreno.

Del modelo a la realidad

Iggesund Paperboard fabrica dos de las marcas de cartón más importantes del mundo, Invercote e Incada. Su molino Iggesund →1, que se encuentra aproximadamente a 300 km al norte de Estocolmo, Suecia, comenzó a funcionar en 1916 y actualmente es uno de los molinos de pulpa y papel más avanzados del mundo.

La fase de pruebas sobre el terreno se diseñó para ser muy corta, duró poco más de seis semanas. ABB colaboró con su socio para diseñar criterios de prueba que permitieran garantizar la precisión de los resultados, minimizando las interferencias en

Las normas inalámbricas actuales también carecen de la capacidad de distinguir entre datos en tiempo real y datos de mejor esfuerzo.

el funcionamiento de la planta. Por ejemplo, no se notificaba a los operarios cuándo se transmitían los datos de manera inalámbrica, de manera que el servidor proporcionaba una comparación objetiva entre el rendimiento del sistema cableado en relación al inalámbrico, en lugar de confiar en las reacciones viscerales de los humanos ante esta nueva tecnología en su planta.

Los datos técnicos específicos rastreados en la prueba ilustran cualquier interrelación entre la longitud de la ranura TDMA, el índice de transmisión y el nivel de redundancia, junto con una expresión general de la disponibilidad (por ejemplo, el número de fallos en las comunicaciones) y la latencia de extremo a extremo.

La configuración comportaba tres bucles de control inalámbricos (temperatura, caudal y presión) utilizando tres instrumentos y actuadores inalámbricos conectados a System 800xA a través de una pasarela Profinet IO. Los bucles de control se ejecutan en un periodo de 250 ms en el controlador AC800M de ABB. El sistema de producción accionado en modo lote/secuencia, proporciona información al sistema de ABB para la integración completa (por lo tanto, mantiene el entorno del operario inalterado).

Las conclusiones

Control de presión. El rendimiento del bucle de control de presión respondió rápidamente a las perturbaciones de proceso introducidas por el control de secuencia del proceso por lotes y se mantuvo estable en un bucle completo de control inalámbrico.

Control de caudal. El controlador de caudal también se mantuvo estable, pero se vio sometido a menos perturbaciones de proceso que el controlador de presión. Solo tuvieron que controlarse perturbaciones mayores durante la secuencia de limpieza, al final de un lote.

Control de temperatura. Desde una perspectiva de seguridad, el bucle de control más problemático es el controlador de temperatura, ya que inyecta vapor a alta presión en la caldera. Desde una perspectiva de control, es el bucle de control menos problemático.

Latencias. Las latencias medias para el tráfico en tiempo real y no real demostraron que, cuando se utilizaban estrategias de transmisión y retransmisión similares a las de los buses de campo cableados, las latencias de los paquetes entregados en tiempo real eran pequeñas y sufrían variaciones mínimas.

Pérdida de paquetes. Durante las mediciones solo se produjeron pérdidas de paquetes ocasionales y los mecanismos a prueba de fallos no se activaron durante tres pérdidas de paquetes consecutivas. Solo se perdieron tres paquetes en tiempo real durante un periodo de medición de ocho horas, lo que es comparable a los buses de campo actuales.

Una de las evaluaciones del estudio de viabilidad era preguntar a los operarios si habían observado alguna diferencia bien en el rendimiento del control o bien en la calidad final del material del proceso de lotes. Tras analizar detenidamente los datos del historial, los operarios concluyeron que no.

La transición al sistema inalámbrico

El estudio de viabilidad de ABB demostró que con una pila de protocolos inalámbricos diseñados cuidadosamente es posible utilizar un transceptor de radio que cumpla la norma IEE 802.15.4, un sistema operativo en tiempo real y una pila diseñada para aplicaciones de control que supervise una pequeña parte de una planta de producción. Quizá más importante sea el descubrimiento de que es posible conseguir niveles de rendimiento similares a los proporcionados por PROFIBUS u otros buses de campo modernos.

La investigación de ABB reveló áreas importantes para la exploración futura, mientras continúa su trabajo a la vanguardia de la automatización inalámbrica. ●

 ABB ABILITY

La notificación predictiva basada en el valor mejora la producción y el rendimiento

Los servicios de ABB posibilitados por la tecnología emplean la notificación predictiva en una estrategia de servicios basada en el valor para los productores industriales. La notificación predictiva a las personas adecuadas en el lugar adecuado protege y mejora la producción, la disponibilidad de los equipos, el rendimiento de los procesos y la calidad de los productos.

Dave Biros

Servicio de Automatización industrial de ABB
Westerville, Estados Unidos

dave.biros@us.abb.com

Kevin Starr

Petróleo, gas y compuestos químicos de ABB
Westerville, Estados Unidos

Kevin.starr@us.abb.com

Patrik Boo

Servicio de Automatización industrial de ABB
Houston, Estados Unidos

patrik.boo@us.abb.com

Las notificaciones nos rodean. Nuestros móviles reciben notificaciones de “apps” para informarnos de citas, actualizaciones de software e incluso cotizaciones de acciones. Sin duda, pensamos que las notificaciones mejoran nuestra vida. Entonces, ¿por qué no se usan para mejorar los procesos industriales? La respuesta es clara: las notificaciones nos informan de lo que ya ha pasado. En un contexto industrial, esto podría ser un costoso fallo del equipo. Pero, ¿y si pudiéramos predecir con exactitud lo que va a pasar y enviáramos una notificación con tiempo suficiente para evitar eventos negativos y aprovechar los positivos?

ABB cuenta con 137 técnicos expertos en servicio que utilizan servicios digitales avanzados para aportar un valor de más de 60 millones de dólares a sus clientes.

ABB cuenta con 137 técnicos expertos en servicio que utilizan servicios digitales avanzados para aportar un valor de más de 60 millones de dólares a sus clientes. Los expertos de ABB evalúan la notificación predictiva, identifican problemas y

desarrollan programas de mantenimiento predictivo basados en el valor para prestar servicios avanzados óptimos en entornos industriales reales →1.

Perspectiva histórica sobre estrategias predictivas

ABB reconoce que las estrategias proactivas de servicio con notificaciones predictivas serían beneficiosas para los fabricantes. No solo se pueden evitar fallos y mejorar el mantenimiento de los equipos, sino que además la adición de un programa de notificación predictiva basada en el valor también mejora los procesos industriales. Los expertos de ABB han evaluado los problemas de las estrategias predictivas del pasado.

Se siguen aplicando estrategias orientativas desarrolladas en las décadas de los cincuenta y sesenta, como maquinaria cerrada y software que miden propiedades online para facilitar una producción más rápida de productos mejores.

Los primeros algoritmos de control predictivos se desarrollaron durante las décadas de los setenta y ochenta, preparando el terreno para que el software eliminara la necesidad de mediciones físicas. Las capacidades obtenidas se traducen en un nivel de sofisticación y sensibilidad que no resulta práctico fuera del entorno académico.



01

— 01 Las personas adecuadas reciben una notificación predictiva y actúan en consecuencia.

— 02 Ranking de criticidad.

Un método predictivo práctico, pero costoso, es el control del estado, desarrollado en las décadas de los ochenta y noventa, que detecta fallos inminentes en los equipos y avisa al personal para que actúe. Sin embargo, su implantación resulta muy costosa.

Hoy en día, los productores industriales contratan a empresas que acuden regularmente a la fábrica, realizan mediciones y garantizan el funcionamiento de los elementos mecánicos dentro de los

Nivel	Efectos (cualquiera de los siguientes)
A	Accidente con pérdida de vida, parte del cuerpo o de tiempo. Parada de la unidad, coste de penalización inmediato. Falta de cumplimiento de disposiciones. Daños en equipos por encima de 100.000 \$.
B	Lesiones personales. Pérdida de producción identificada. Coste de penalización o lesión personal probables. Daños en equipos >10 000 \$ y <100.000 \$.
C	Podría acarrear lesiones personales. Posible pérdida de producción. Podría acarrear costes de penalización. Posibles daños de equipos <100.000 \$.
D	Sin riesgo de lesiones personales. Sin efecto sobre la producción. Sin falta de cumplimiento de disposiciones. Daños en equipos < 10.000 \$.
Mínimo	Sin efecto sobre la producción. Costes de reparación < 1.000 \$

02

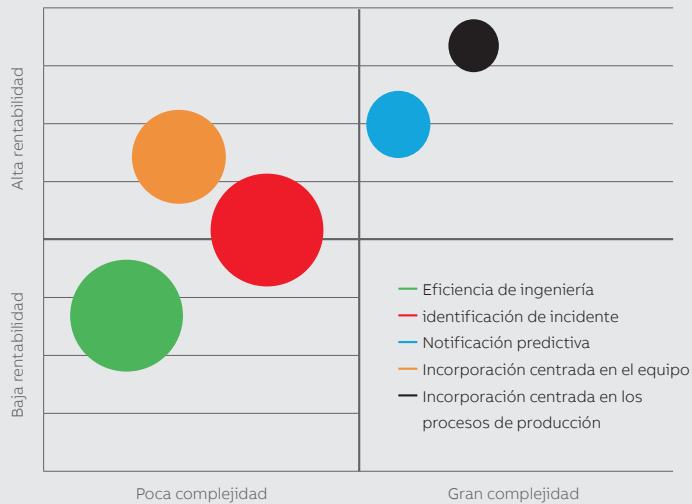
parámetros establecidos. Aunque rentable, esta estrategia no erradica los fallos catastróficos que se producen entre visitas de servicio.

— **ABB desarrolló un método escalonado para crear una aplicación efectiva de notificación predictiva con algunos retos en mente.**

Otro problema al que se enfrentan los proveedores es la pérdida de talento. Las presiones de costes obligan a los productores a reducir el personal dedicado a la ingeniería de procesos. En economías avanzadas, muchos expertos se acercan a la jubilación.

Para garantizar el éxito de las estrategias de servicios, debe mantenerse la competencia técnica.

Un obstáculo para la notificación preventiva es la renuencia a emplear tecnologías remotas en entornos industriales. Los productores, temiendo que alguien pueda inducir un fallo, dudan de si permitir la conexión remota a sistemas de control de procesos. Las mejoras en la protección de las



Nota: el tamaño de los círculos es proporcional a la muestra de población encuestada

03

comunicaciones y las salvaguardas de ciberseguridad reducen la aprensión, pero los productores industriales siguen mostrándose reticentes.

El camino hacia la notificación predictiva

ABB desarrolló un método escalonado para crear una aplicación efectiva de notificación predictiva con algunos retos en mente. En primer lugar, elija los equipos o procesos cuyas condiciones deben predecirse. En segundo lugar, agilice la competencia técnica a través de la identificación, la clasificación y la priorización de problemas para ofrecer orientación. En tercer lugar, evalúe el valor de los servicios digitales, es decir, determine qué maximiza la comodidad y el valor de mejorar los equipos, los servicios y los procesos.

- **Elija qué predecir:** Un productor debe seleccionar los equipos y procesos específicos de las instalaciones para los que se van a recibir las notificaciones predictivas. Un análisis de criticidad de equipos y procesos determinará lo que podría ocurrir si algo fallara y cómo podría afectar negativamente al rendimiento de la fábrica. Se aplica un ranking de criticidad a los equipos o procesos, que va desde el impacto en la producción, el coste o la seguridad más grande hasta el más pequeño →2.
- **Agilizar la competencia técnica:** Muchos productores contratan servicios de control del estado, lo que significa que la competencia técnica depende de la persona que presta el servicio. Saber cómo capturar los conocimientos de un experto y aplicarlos de una forma sencilla y reproducible da lugar a la realización efectiva de elementos del trabajo que consumen mucho tiempo.
- **Evaluar el valor:** Se identificaron las principales áreas de valor en una muestra de 111 productores industriales ubicados en Norteamérica, Sudamérica, Europa, Asia, Oriente Medio y

Australia que constaban de una variedad de procesos (cemento, agentes químicos, minería, metales, petróleo y gas). ABB identificó y midió el valor aportado por los servicios digitales, incluida la notificación predictiva →3:

Valores de servicios digitales

Eficiencia técnica: El objetivo es reducir el tiempo necesario para localizar y resolver averías mediante la recopilación y el procesamiento de grandes volúmenes de datos de producción. El valor se

—
Se aplica un ranking de criticidad a los equipos o procesos, que va desde el impacto en la producción, el coste o la seguridad más grande al más pequeño.

materializa realizando diagnósticos de forma más rápida. Los productores entienden fácilmente el valor, aunque la rentabilidad es inferior a la de otros valores.

Identificación de incidentes: La identificación rápida de incidentes, como fallos en equipos, se realiza mediante el análisis automático de grandes volúmenes de datos. Los productores reconocen fácilmente el valor de este servicio, caracterizado por una rentabilidad moderada, y sin embargo más difícil de lograr que otros valores. ABB recopila y clasifica los datos en indicadores clave de rendimiento (KPI) →4. Se realiza un seguimiento de los KPI utilizando barras indicadoras que crecen a medida que lo hacen las barras del subconjunto, que representan colecciones priorizadas de eventos discretos que requieren atención.

—
03 Los servicios digitales se representan de acuerdo con el valor y la relevancia para la muestra de población, indicados por el tamaño de los puntos de la gráfica.

—
04 Gráficas de Pareto de KPI de la interfaz de un operador.

Incorporación centrada en el equipo: Los valores se obtienen mejorando el rendimiento de los equipos para identificar una oportunidad de mejora. Seguidamente, se aplica una mejora de forma rápida y eficiente, lo que genera una rentabilidad alta. La materialización de este valor puede resultar compleja, pero los fabricantes de equipos originales (OEM) normalmente pueden hacerlo de una forma relativamente sencilla.

—
**Notificación predictiva:
El objetivo es analizar, identificar y clasificar rápidamente eventos discretos para generar patrones que predigan fallos.**

Incorporación centrada en el proceso: El objetivo es optimizar la producción, la calidad o el coste para generar resultados. El valor procede del uso de servicios para identificar oportunidades de mejora, y de la asignación de la habilidad correcta para prestar servicios que mejoren el rendimiento. La materialización del valor puede resultar compleja, pero se logra una alta rentabilidad. Este es el valor más difícil de materializar, y solo lo logra una pequeña población de productores.

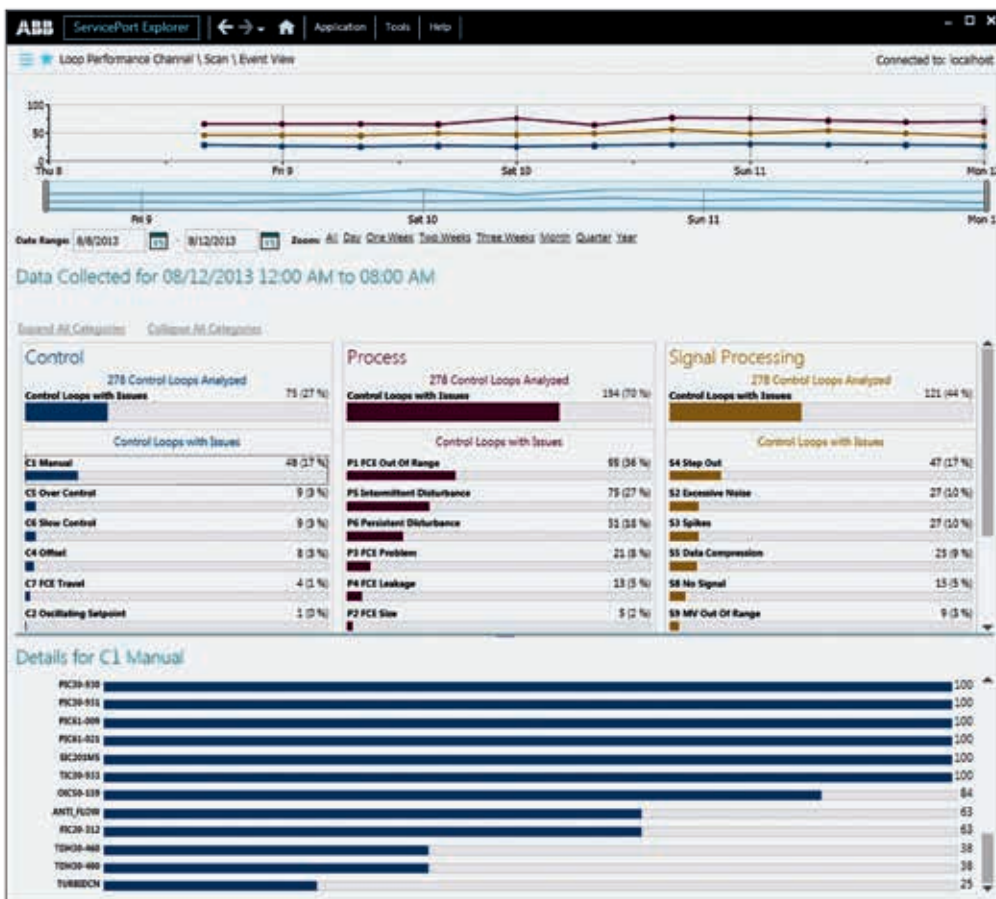
Notificación predictiva: El objetivo es analizar, identificar y clasificar rápidamente eventos discretos para generar patrones que predigan fallos, y después alertar al personal para que adopte medidas rápidamente. La materialización de este valor tiene una complejidad moderada y ofrece una alta rentabilidad.

La incorporación centrada en los equipos y la incorporación centrada en los procesos dependen de la información transmitida a través de la notificación predictiva. Estas tres estrategias de servicio abordan el diseño general de los equipos o los procesos, o la ruta del mantenimiento, para evitar la repetición de eventos negativos y optimizar la disponibilidad de los equipos y los procesos.

La evaluación de ABB demuestra que el envío de una notificación predictiva al personal con una medida recomendada promueve la adopción de medidas. Lo bueno de la implementación de estas estrategias de servicio juntas es que la respuesta generará un gran valor.

Estudio de un caso

Una fábrica de Estados Unidos fabrica alimentos y bebidas que dependen en gran medida de la calidad. La fábrica utiliza sistemas de control de calidad (SCC) para operar las máquinas, así como servicios digitales avanzados para la detección



temprana de problemas potenciales en los SCC. Se envían notificaciones predictivas para ayudar a la fábrica a identificar y mitigar problemas que podrían costar millones de dólares.

Aplicación

Los servicios digitales utilizados por esta fábrica recopilan y analizan automáticamente datos del SCC, presentan vistas de KPI y ayudan a identificar variables que obstaculizan la productividad y proporcionan recomendaciones de medidas. Estos servicios identifican, clasifican y priorizan oportunidades de mejora de la disponibilidad de los equipos, el rendimiento de los procesos y la calidad de los productos mediante la visualización y el análisis de la estabilidad de los instrumentos, la aplicación del control y la variabilidad de los procesos. Los técnicos de servicio abordan problemas in situ y a distancia.

Los usuarios ven y analizan datos para generar un resumen de KPI clasificados por gravedad; los eventos se rastrean mediante la configuración de parámetros para KPI, que crea vistas personalizadas de eventos que se desvían de dichos parámetros. Los KPI que se desvían de los parámetros predeterminados activan notificaciones predictivas →5.

Notificación

Los técnicos de servicio realizan el seguimiento de los KPI mediante la configuración de parámetros de notificación predictiva que avisan en caso de que la lectura de un instrumento se desvíe de dichos parámetros. Un técnico de este centro recibió una notificación predictiva antes de llegar al trabajo un



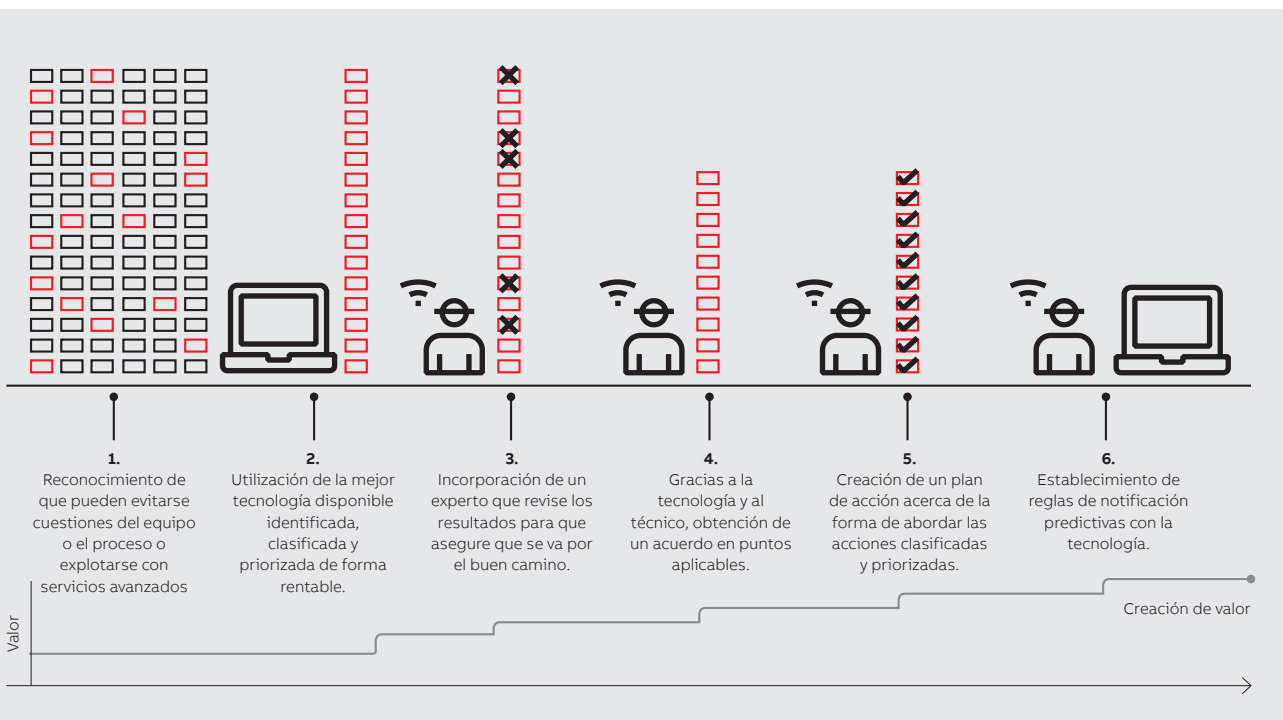
05

día concreto, que le alertaba de que se había superado el umbral establecido para un instrumento.

Una vez en la fábrica, el técnico investigó el problema utilizando las vistas de los datos. Una barra grande del gráfico de Pareto en la pantalla confirmaba que se habían superado los límites en un instrumento. El técnico estudió la vista de datos brutos y los niveles de gravedad para verificar el alcance del problema, y determinó la medida necesaria para evitar el tiempo de parada. La sustitución de un instrumento se programó durante un corte de suministro previsto.

Mitigación

La sustitución de emergencia de un instrumento habría provocado pérdida de producción, un evento costoso. La medida adoptada por el técnico tras recibir la notificación predictiva mitigó pérdidas de



—
05 Una notificación predictiva enviada en forma de correo electrónico avisó a un técnico de ABB para que actuara y evitara tiempo de parada no planificado.

—
06 Un programa de notificación predictiva bien diseñado que se centra en medidas de alto valor.

—
07 Reglas establecidas para el programa de notificación predictiva.

Referencias

[1] Biros, D., "Are you on track? How Predictive Notification keeps production on track," ABB White Paper, p. 18, 2015.

calidad y tiempo de parada no programado valorados en más de 100.000 dólares. La fábrica siguió teniendo alta disponibilidad de equipos, procesos estables y buena calidad.

Preparación de un programa predictivo

ABB estableció un programa escalonado de notificación predictiva posibilitado por la tecnología para prestar servicios avanzados que mejoran la disponibilidad de los equipos, el rendimiento de la fábrica y la calidad de los productos →6:

- Reconocer que pueden evitarse problemas en los equipos o procesos o explotarse de forma precisa y rentable con servicios digitales. No se puede conseguir valor si un productor no cree que los problemas se puedan mitigar a través de servicios digitales.
- Utilizar la mejor tecnología para identificar, clasificar y priorizar los problemas con eficacia. Los proveedores tienen distintas capacidades y especializaciones, como áreas de equipos, producción o procesos comerciales, y equipos industriales. Los productores deben identificar a los proveedores capaces de suministrar la mejor tecnología y las mejores aplicaciones para los equipos y los procesos de la fábrica.
- Recurrir a un experto para que revise los resultados al objeto de garantizar que la preparación va por buen camino. Los productores deben tener acceso a expertos con conocimientos y experiencia. Estos garantizan el uso de KPI con valor añadido para desarrollar notificaciones predictivas efectivas. Para muchos, estos conocimientos puede hallarse entre los OEM.

- Acordar puntos aplicables utilizando la tecnología y al técnico. Una vez elegida la mejor tecnología disponible y los KPI con mayor valor añadido, acordar las medidas que se deben adoptar cuando se superen los parámetros. Los productores deben colaborar con las personas que adoptarán las medidas para garantizar concordancias.
- Crear un plan de acción que garantice que las medidas acordadas se pueden adoptar de forma rápida y eficiente cuando se superan los parámetros y se envía una notificación predictiva. Determinar quién actuará, qué se hará, dónde se hará, dónde están las herramientas o las piezas y cuándo se adoptará la medida. La medida se adoptará.
- Establecer normas de notificación predictiva. Utilizar el análisis, los problemas y procesos, y los KPI, y establecer umbrales que pondrán en marcha una medida →7.

Los servicios digitales representan la forma más eficaz de proporcionar competencia técnica avanzada en los entornos de producción actuales. La notificación predictiva de problemas inminentes ofrece a los productores la valiosa oportunidad de mejorar la disponibilidad de los equipos, el rendimiento de los procesos y la calidad de los productos. No obstante, incluso los mejores servicios digitales y programas de notificaciones predictivas solo son eficaces si la notificación la reciben las personas adecuadas, en el lugar adecuado, y actúan. Solo entonces los servicios digitales y la notificación predictiva mejoran de verdad nuestras vidas. ●

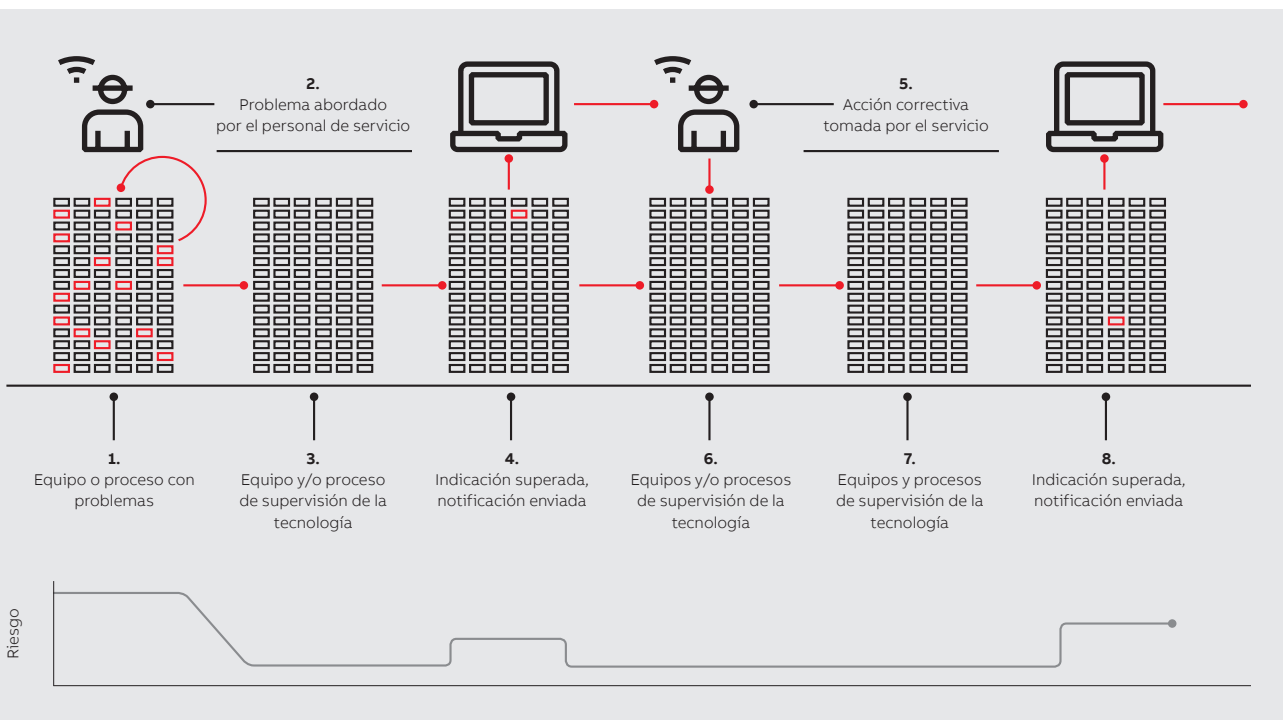


ABB ABILITY

El futuro de la ejecución de proyectos de automatización

Los proyectos de automatización han utilizado durante décadas arquitecturas de sistema de control distribuido (DCS) centrado en el controlador. Este método genera dependencias entre las tareas del proyecto que complican cambios posteriores. La nueva solución de I/O de ABB desterrará al pasado los proyectos de automatización que exceden el presupuesto o el plazo.



Alicia Dubay
Tecnologías de control de
Automatización industrial
de ABB
Austin, Estados Unidos

Alicia.Dubay@us.abb.com

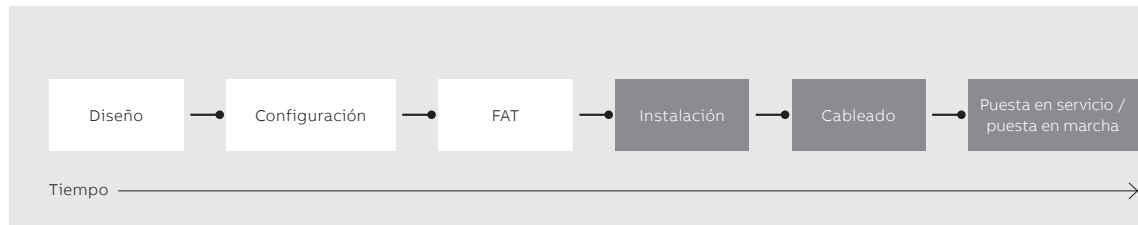


—
01 La solución Select IO de ABB cambia radicalmente la forma de ejecutar proyectos de automatización. on projects are executed.

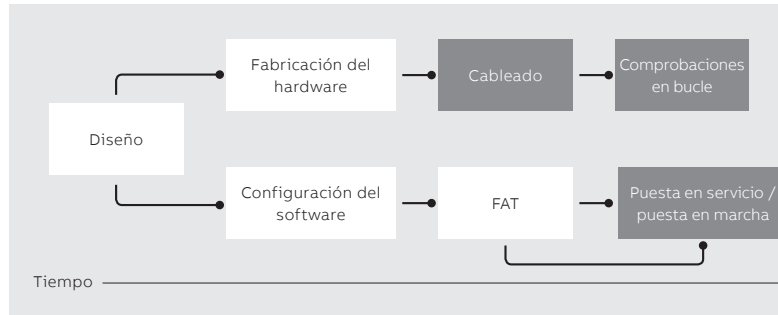
—
02 Flujo de proyecto: antiguo y nuevo.

02a Flujo de proyecto en serie tradicional.

02b Flujo de proyecto con Select IO: las tareas pueden ejecutarse en paralelo.



02a



02b

Las arquitecturas de DCS centrado en controlador se han utilizado durante muchos años en proyectos de automatización. Sin embargo, un método centrado en controlador vincula los módulos de I/O multicanal a un controlador de proceso concreto, creando así dependencias entre las tareas del proyecto, lo que complica modificaciones posteriores. Este aspecto constituye la causa principal del sobrecoste y la demora de algunos proyectos, y es la razón por la que las tareas de automatización se encuentran en el punto de mira de muchos proyectos.

—
Select IO es un sistema de I/O monocanal tanto para aplicaciones de proceso como de seguridad, que se comunica con el sistema a través de una red industrial redundante de I/O Ethernet.

La nueva solución de I/O de ABB y su correspondiente software de ingeniería para la plataforma 800xA del sistema ABB Ability™ desterrarán al pasado proyectos de automatización que exceden el presupuesto o el plazo →1.

Diseño definitivo

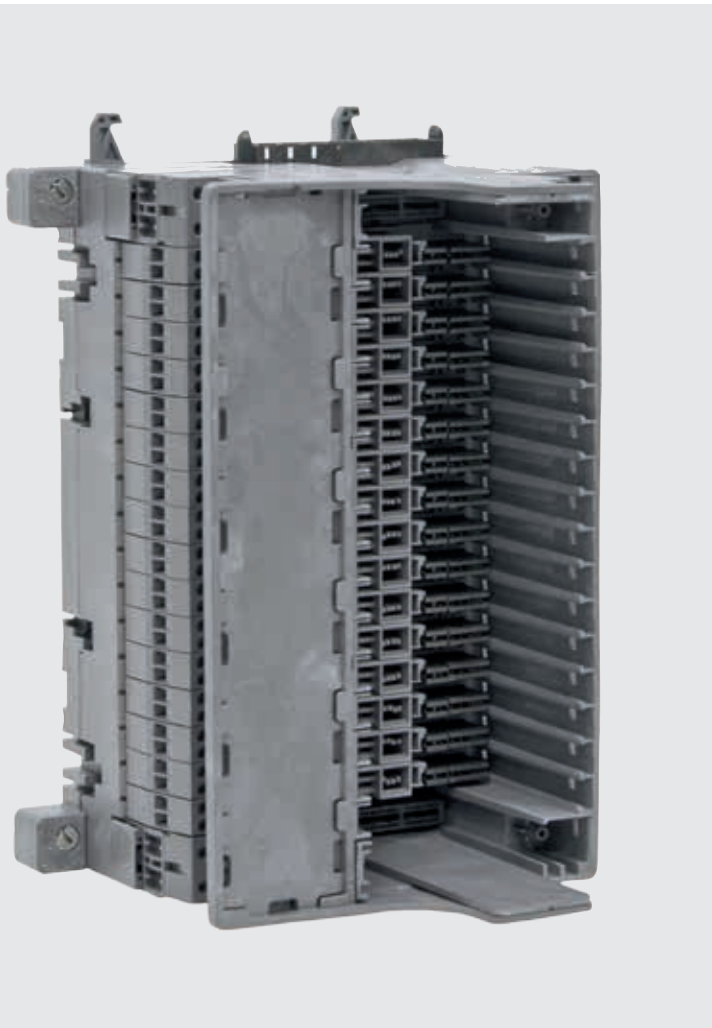
Tradicionalmente, la mayoría de los proyectos técnicos industriales adquieren un diseño definitivo en una etapa relativamente temprana. Superado este punto, los ingenieros de automatización pueden ultimar su diseño, solicitar el hardware necesario, como controladores, I/O, etc., y comenzar con la programación de la aplicación. Los cambios realizados después del diseño

definitivo a menudo requieren correcciones, y cuanto más tarde se realicen los cambios, mayor es el coste de estas correcciones y mayores las probabilidades de que se produzca una demora.

Para empresas que ejecutan muchos proyectos de inversión de capital grandes y concurrentes, cada uno de los cuales puede implicar a docenas de subcontratistas y proveedores, el coste acumulado de los sobrecostes y los retrasos puede ser significativo. Por este motivo, las empresas llevan tiempo asociándose con proveedores de automatización para combinar información almacenada en bases de datos y hojas de cálculo con instrumentación y dispositivos inteligentes, tecnologías de bus de campo digitales y soluciones de I/O basadas en Ethernet, al objeto de obtener sistemas de control para autoconfigurar y validar, probar y proporcionar documentación de forma automática. La adopción de un enfoque de este tipo fomenta la eliminación de dependencias entre proyectos y facilita la ejecución en paralelo. La ejecución en paralelo con múltiples flujos de trabajo proporciona un entorno más flexible que gestiona mejor el cambio. En concreto, la puesta en servicio de I/O se puede realizar en paralelo con la ingeniería de la aplicación →2.

Select IO de System 800xA al rescate

Para agilizar la puesta en servicio de I/O en paralelo con otras tareas de ingeniería del proyecto y reducir así el impacto de los cambios en la señal por cable, ABB desarrolló una ampliación de la familia System 800xA de soluciones I/O denominada Select IO. Select IO es una solución de I/O monocanal tanto para aplicaciones de proceso como de seguridad, que se comunica con el sistema a través de una red industrial redundante de I/O Ethernet →3. Una red redundante tiene la característica de no estar vinculada a un controlador concreto.



03

Select IO tiene muchas ventajas:

- Las terminaciones se pueden instalar y cablear sobre el terreno en una fase temprana del proyecto, erradicando así la necesidad de voluminosos armarios de clasificación.
- Muchos aspectos de Select IO están normalizados. Esto reduce los gastos asociados a las pruebas.
- El hardware, I/O y la aplicación se pueden simular en software.

Además, en el enfoque tradicional de los proyectos de automatización, los módulos I/O multicanal se solicitaban normalmente al proveedor justo después del diseño definitivo, para que los talleres de paneles pudieran comenzar el proceso de ensamblaje. Todos los cambios posteriores supondrían correcciones. Con Select IO, los tipos de señales (AI, AO, DI y DO, que representan las entradas y salidas analógicas y digitales) se pueden definir mucho más adelante añadiendo módulos individuales de acondicionamiento de la señal (SCM), con la consiguiente reducción de la importancia del diseño definitivo y del impacto financiero de cambios posteriores →4.

Estos factores permiten normalizar y crear, prefabricar, probar con antelación y enviar armarios Select IO compactos al lugar en el que se van a usar, donde se pueden instalar y cablear en una fase mucho más temprana del proyecto que un armario convencional.

Un nuevo orden

Cuando se instala un nuevo módulo I/O en una red Ethernet, todos los controladores pueden acceder a él. Por lo tanto, el módulo I/O se puede preparar digitalmente, en lugar de físicamente, con armarios de clasificación o cableados transversales. Si una aplicación de control que requiere conectividad con determinadas señales de I/O pasa de un controlador a otro, no se requerirán correcciones, porque la conectividad I/O se prepara automáticamente cuando el controlador “compila” su software de aplicación. Este esquema minimiza la necesidad de modificar pedidos para el usuario final o los contratistas de ingeniería.

xStream Engineering: configurar, comprobar, conectar

El concepto xStream Engineering conlleva la idea de que, utilizando System 800xA, se pueden ejecutar múltiples (o “x”) flujos de trabajo de forma simultánea e independiente del resto. Mediante la reducción de las dependencias entre distintas tareas del proyecto y la provisión de un medio para que estas converjan en una fase posterior del proyecto, se reduce en gran medida el riesgo de que el proyecto sufra retrasos y aumenta las probabilidades de completar el proyecto a tiempo, o incluso con antelación. El núcleo de este concepto es el asistente Ethernet I/O, que forma parte del software

—
La solución Select IO de ABB y su correspondiente software de ingeniería desterrarán al pasado los proyectos de automatización que exceden el presupuesto o el plazo.

de ingeniería de System 800xA. Se puede usar en cualquier metodología de ejecución de proyectos, pero lo mejor es configurar y comprobar sobre el terreno con antelación el funcionamiento de Select IO y separarlo de la entrega de la aplicación.

Para ilustrar el funcionamiento de xStream, tomemos dos flujos de trabajo simples. Un flujo consta de las tareas que se pueden realizar sobre el terreno, mientras que el otro es el trabajo de la aplicación realizado en otra ubicación (normalmente, en las oficinas de ABB o el integrador de sistemas). Sobre

—
03 Base del módulo Select IO de ABB.

—
04 Módulo de acondicionamiento de la señal de Select IO.

—
05 Select IO agiliza y simplifica proyectos de automatización con resultados magníficos.

el terreno, los armarios I/O se pueden entregar en una fase temprana del proyecto y después, justo antes de la puesta en servicio, llevar a cabo las siguientes tareas:

1. **Configurar:** en un grupo concreto de Select IO, la base del módulo Select IO se integra con el SCM que coincide con el tipo de I/O. Seguidamente, un kit de campo, compuesto por un controlador y un portátil con las herramientas de ingeniería de System 800xA, se conecta a la interfaz de comunicación de campo (FCI) Ethernet I/O. Select IO se analiza y configura automáticamente utilizando datos de la lista de I/O, incluido el

—
Cuando se instala un nuevo módulo I/O en una red Ethernet, todos los controladores pueden acceder a él. Por lo tanto, el módulo I/O se puede preparar digitalmente, en lugar de físicamente.

nombre de la señal, y se complementa con datos de configuración HART que residen en el instrumento de campo. También se crea automáticamente una configuración de prueba, basada en el tipo de señal I/O detectado, para ayudar con las comprobaciones en bucle de las funciones. Por ejemplo, si hay un SCM de tipo AI conectado a un transmisor HART, el asistente I/O lo detectará automáticamente, configurará la estructura I/O y creará un módulo de control AI temporal con fines de comprobación.

2. **Comprobar:** Con el módulo I/O configurado y una configuración de prueba descargada al controlador, los equipos de campo inteligentes y no inteligentes se pueden comprobar sobre el terreno en paralelo con las tareas de ingeniería de aplicaciones realizadas en uno de los centros de proyectos de ABB. La documentación de mediciones de campo y verificación se crea y almacena utilizando las plantillas de comprobación en bucle para responsables incluidas en la documentación de System 800xA.
3. **Conectar:** Una vez comprobado el funcionamiento, la estructura I/O se puede importar en la aplicación del producto, que se diseñó utilizando los mismos nombres de señales que la configuración I/O. Tras integrar la configuración I/O en el sistema del producto, las señales se clasifican. Todo conflicto o error en asignaciones de señales I/O se notifica a través de una pantalla de visualización de señales o el asistente Ethernet I/O y se corrige de inmediato. El sistema ya está listo para su puesta en servicio.

Las tareas anteriores se realizan sobre el terreno, mientras que el código de la aplicación se configura y comprueba con hardware de simulación en las instalaciones de ABB o del integrador de sistemas. Select IO y las herramientas de ingeniería de System 800xA facilitan la separación de tareas y permiten que dos equipos independientes trabajen en paralelo y se unan posteriormente con precisión y eficiencia. El efecto de los cambios durante la ejecución del proyecto y la puesta en servicio se reduce significativamente. En resumen, Select IO, asistido por herramientas de ingeniería de System 800xA, ayuda a cumplir el objetivo último, que es eliminar la automatización de la ruta crítica de proyectos de capital. Con esta solución, se producen menos sorpresas, menos peticiones de cambios, una puesta en servicio más temprana y operadores más satisfechos →5. ●



04



05

ABB ABILITY

Collaboration Manager automatiza el intercambio de datos de ingeniería

Collaboration Manager (CM) de ABB automatiza el intercambio de datos de ingeniería entre herramientas de distintos proveedores. Además, CM proporciona cálculo de cambios, seguimiento del historial, control de versiones, cálculos de coherencia, visualización de coherencia y una cabina de mando para el gestor de proyecto.



Prerna Bihani
Redes eléctricas e
Integración de redes de ABB
Ludvika, Suecia

prerna.bihani@se.abb.com

La ingeniería es un trabajo en equipo y un aspecto fundamental del trabajo en equipo es el intercambio de información. Sin embargo, mientras los ingenieros pueden intercambiar ideas fácilmente, en el ámbito del intercambio de datos entre las herramientas de ingeniería las cosas pueden ser complicadas. Las aplicaciones de herramientas con una base de datos común parecen prometedoras, pero los clientes quedan sujetos a un único proveedor. Y las mejores herramientas de ingeniería son de diferentes proveedores. Además, cada herramienta de ingeniería se optimiza localmente según su propósito individual, pero no está diseñada para interactuar con otras herramientas.



Rainer Drath
Antiguo científico sénior
principal de ABB
rainer.drath@
hs-pforzheim.de

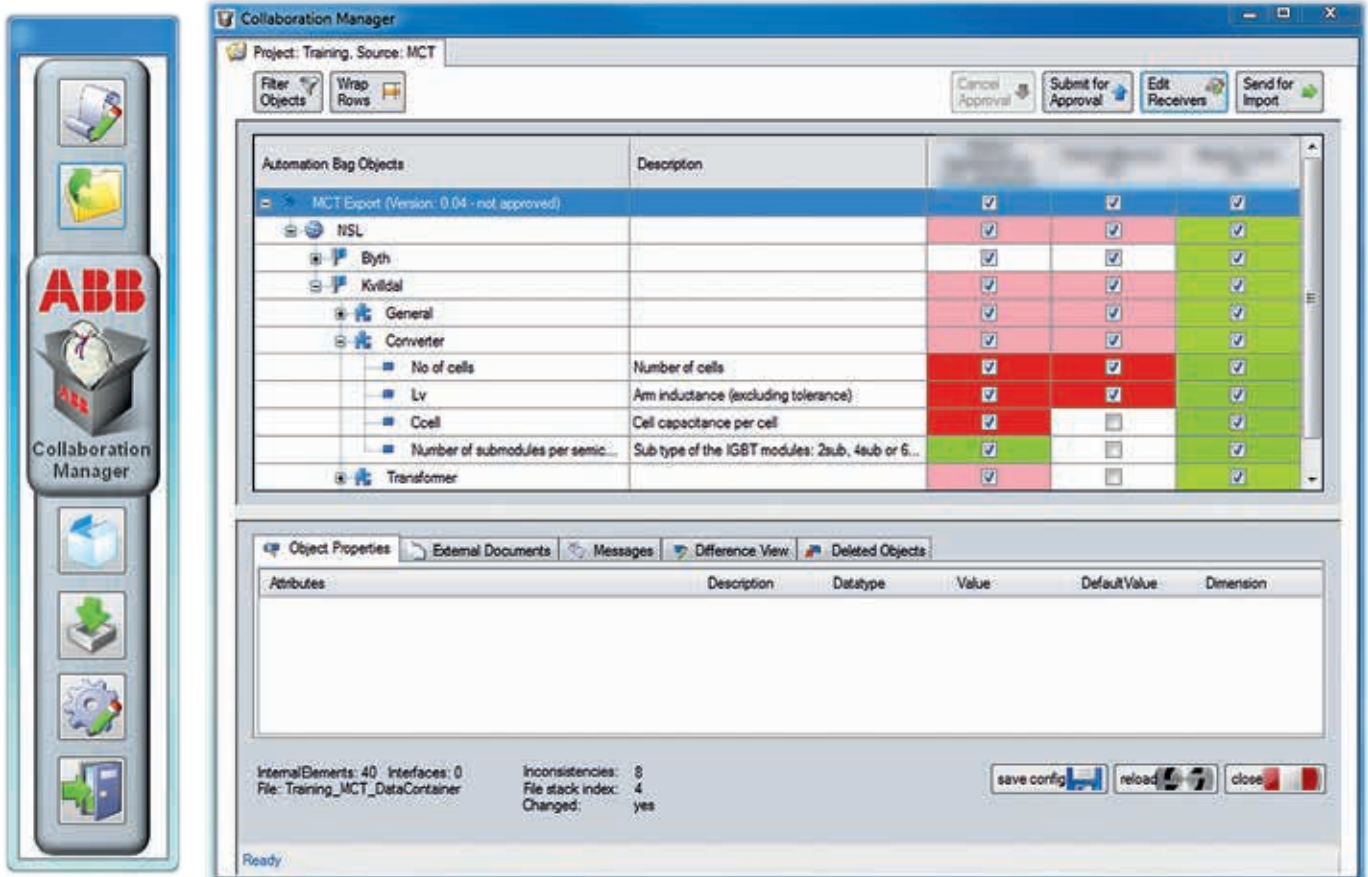
En pocas palabras, la transferencia de datos de ingeniería de herramienta a herramienta representa una tarea tediosa, larga y propensa a errores, con un elemento manual importante que normalmente implica el uso de diagramas impresos, documentos manuscritos o, en el mejor de los casos, archivos Excel o PDF. En cada escenario de intercambio de datos, el progreso del proyecto se estanca durante el intercambio y, en muchos casos los datos ya mecanizados se pierden o se tienen que recrear. Sigue siendo difícil encontrar un método de intercambio de datos integrado y lo habitual es crear soluciones caseras e inadecuadas para llenar este vacío.

La falta de un intercambio de datos guiado y sistemático, que incluyera manipulación de diferencias y comprobaciones de coherencia, hizo que ABB inventara Collaboration Manager (CM). El negocio de alta tensión CC (HVDC) de ABB en Suecia ha introducido CM en sus flujos de trabajo y está consiguiendo un ahorro de costes importante y una mejora de la calidad.

—
La transferencia de datos de ingeniería de una herramienta a otra representa una tarea tediosa, lenta y propensa a errores, con un elemento manual importante.

La idea de CM

ABB desarrolló el concepto de CM para proporcionar a los ingenieros un intercambio de datos guiado entre herramientas de diferentes proveedores [1–5]. CM proporciona la funcionalidad que un archivo Excel sencillamente no puede ofrecer: cálculo de cambios, seguimiento del historial, control de versiones, cálculos de coherencia, visualización de coherencia y cabina de mando para el gestor de proyecto.



01

—
01 CM: Ejemplo de la vista de datos del propietario con tres receptores.

Una característica importante de CM es su simplicidad: el intercambio de datos se basa en archivos guardados en carpetas compartidas bien en una red común o en la nube. CM actúa como software intermedio sobre el archivo de intercambio de datos →1–2. CM está diseñado específicamente para el intercambio de datos iterativos entre un número arbitrario de pares de herramientas de ingeniería independientes.

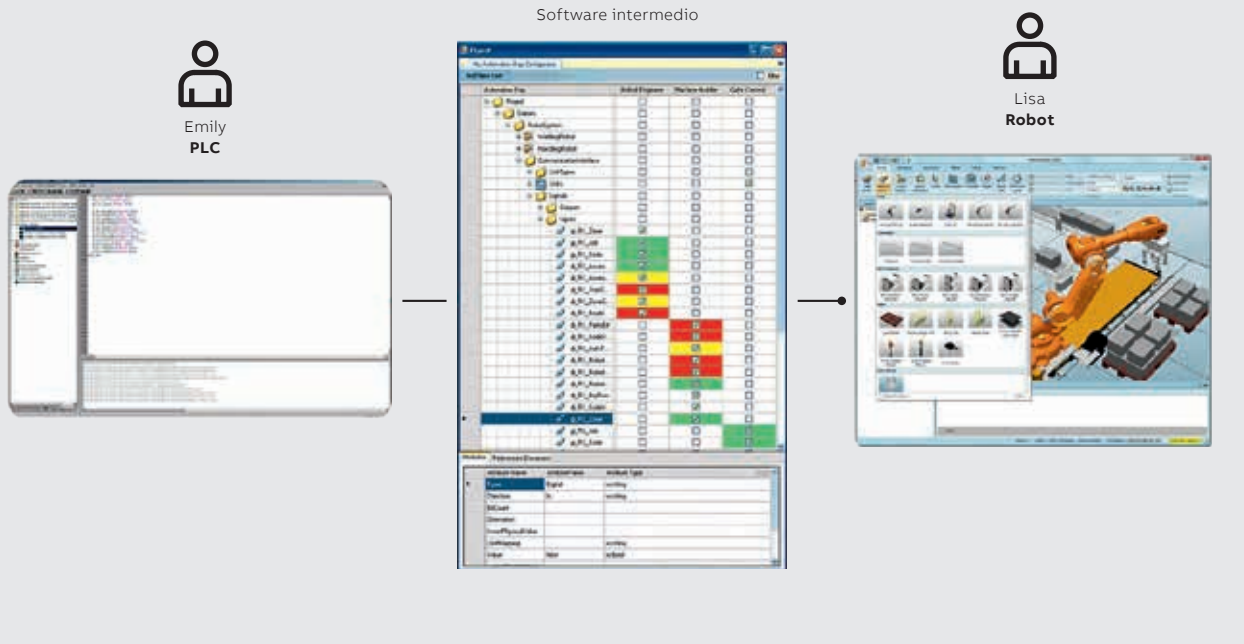
—
ABB desarrolló el concepto de CM para proporcionar a los ingenieros un intercambio de datos guiado entre herramientas de diferentes proveedores.

→3 ilustra un flujo de trabajo típico de CM: Emily es propietaria de datos de ingeniería de PLC (controlador lógico programable) y envía un subconjunto de estos datos a Lisa, una ingeniera de robots que actúa como receptora de datos. CM sabe qué datos ha consumido Lisa y puede verificar y visualizar en cualquier momento si ambos conjuntos de datos están sincronizados o no. El poder de CM entra en juego en la segunda iteración: Emily realiza

cambios y envía una nueva versión de los datos a Lisa. CM puede comparar conjuntos de datos y visualizar diferencias e incoherencias por medio de códigos de color tanto de Emily como de Lisa.

Técnicamente, CM se caracteriza por una arquitectura de software sencilla sin bases de datos, servidores-cliente ni arquitectura orientada a servicios (SOA). Es un planteamiento sencillo basado en archivos que solo requiere acceso a un servidor de archivos común o a un sistema de almacenamiento basado en la nube, como SharePoint. Como formato de archivo, CM utiliza el estándar AutomationML con arreglo a la norma IEC 62714 [6]. Los archivos AutomationML se envían transfiriéndolos a una carpeta predeterminada. Incluso se puede realizar un intercambio de datos fuera de línea a través del correo electrónico o un pendrive.

CM archiva automáticamente todos los archivos intercambiados y proporciona una función de comparación para observar todos los cambios producidos a lo largo del tiempo. Permite el intercambio de datos con gestión de cambios y versiones entre herramientas independientes que no necesitan detectarse entre sí. CM también evita sistemáticamente los conflictos de propiedad de los datos y propicia la coherencia de los datos en



02

todas las herramientas de ingeniería. CM aporta ventajas a diferentes grupos:

- Ingenieros: CM proporciona una forma transparente de intercambiar datos con otros ingenieros ofreciendo a la vez información continua sobre el estado de incoherencia entre los datos de sus herramientas de ingeniería y los de los receptores. El intercambio de datos lo inician los propios ingenieros, lo que acentúa la responsabilidad de estos y permite un intercambio de datos espontáneo entre pares arbitrarios de herramientas de ingeniería.
- Gestores de proyectos: CM proporciona conceptualmente toda la información sobre el estado actual de incoherencia de los datos en el proyecto en general, subrayando puntos a los que se debe prestar atención.
- Desarrolladores de software y organizaciones de hosting: CM proporciona un medio para minimizar esfuerzos en el desarrollo de importadores / exportadores.

CM y HVCD: innovación al servicio del negocio

Desde 1954, ABB ha sido pionera en tecnología HVDC que proporciona un transporte de electricidad fiable y eficiente a largas distancias con pérdidas mínimas. ABB ha desarrollado más de 110 proyectos de HVDC con una capacidad total de más de 120 000 MW, alrededor de la mitad de la base instalada mundial.

Actualmente, los proyectos HVDC requieren alrededor de 40 herramientas de ingeniería en 20 plataformas de herramientas de ingeniería. En un año normal, se pondrán en marcha aproxi-

madamente 30 flujos de trabajo paralelos, con unos 400 puntos de interacción de intercambio de datos entre diferentes estudios de ingeniería solo en el departamento de Diseño de sistemas. Cada interacción, a su vez, implica una o más transferencias entre un emisor y un receptor. Suponiendo que se produzcan dos intercambios de datos por

—
Una característica importante de CM es su simplicidad: El intercambio de datos se basa en archivos guardados en carpetas compartidas bien en una red común o en la nube.

punto de interacción al año, esto hace un total de 24.000 intercambios de datos al año. Si se intercambian 20 parámetros en el flujo de trabajo en un año, será necesario intercambiar alrededor de 480.000 parámetros.

La gran mayoría de estas transferencias de datos se realizan actualmente en papel, un proceso propenso a errores que requiere varias personas/año de esfuerzo cada año. Esto, combinado con la necesidad de iteraciones múltiples, la ausencia de gestión de cambios, los retrasos en el plazo de entrega y la duplicación de escenarios en otros departamentos de ingeniería, puede disparar los costes rápidamente.

— 02 Prototipo temprano de CM que ilustra el concepto básico.

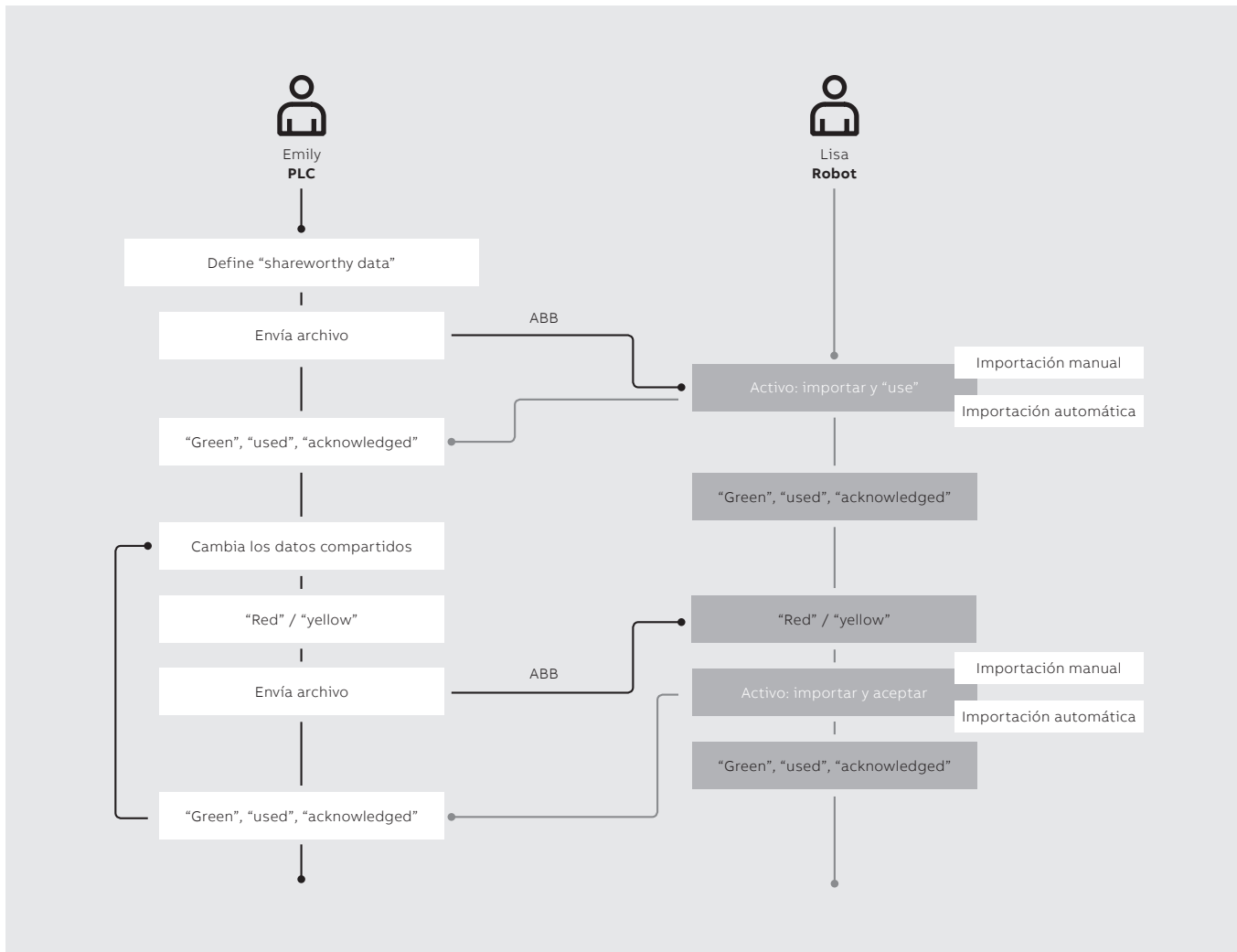
— 03 Flujo de trabajo de CM.

Se acometieron varias iniciativas de mejora, entre las que se contaba un proyecto sobre flujos de datos encaminado a entender la complejidad de las transferencias de datos en estudios de ingeniería. La necesidad de intercambio automático de datos con gestión de cambios era cada vez más patente y se identificó un gran número de funciones recomendables para un software de intercambio de datos. Se realizaron intentos parciales con una herramienta de intercambio de datos basada en Excel. Sin embargo, el uso de Excel impedía una buena gestión de cambios y los datos solo se podían intercambiar entre libros de Excel.

CM es la solución perfecta para este problema de intercambio de datos en proyectos HVDC. Con CM y su base en AutomationML, un formato de datos neutral basado en XML diseñado específicamente

El negocio HVDC de ABB ha introducido CM en sus flujos de trabajo y está consiguiendo un ahorro de costes importante y una mejora de la calidad.

para intercambiar datos de ingeniería, es posible conseguir una transferencia de datos automática sencilla y efectiva entre herramientas de ingeniería heterogéneas y una gestión de cambios eficaz.



—
04 La cabina de mando del proyecto, ejemplo de visión general del estado con nueve ingenieros de proyecto y seis herramientas.

—
05 Vista del receptor en CM después de importar datos en un clic.

CM para HVDC: Digitalización del intercambio de datos para mejorar la calidad y la eficiencia

Como parte de la adaptación de CM a proyectos HVDC de ABB, se añadieron características nuevas al prototipo:

—
CM se caracteriza por una arquitectura de software sencilla sin bases de datos, servidores cliente ni SOA.

- La cabina de mando del proyecto presenta una visión general del estado actual de las transferencias de datos de un proyecto completo. Esta incluye una captura de pantalla del estado de coherencia en una matriz emisor-receptor codificada por colores. Las celdas individuales indican un estado de sincronización del receptor con respecto a los datos del emisor correspondiente →4. La cabina de mando del proyecto permite a los gestores de proyecto ver actualizaciones de estado e identificar fácilmente posibles problemas.
- Un nuevo proceso digital de aprobación de datos permite a un “supervisor” confirmar la calidad de los datos. Se pueden asignar varios supervisores a un conjunto de datos concreto, que será marcado posteriormente como “aprobado” si es confirmado por todos los supervisores; de lo contrario aparecerá como “rechazado”. Además, el control de versiones está vinculado al estado de aprobación para determinar más fácilmente la calidad de los datos.

- La tecnología de mapeo a través de AutomationML permite alinear los parámetros de la herramienta de origen con los parámetros de la herramienta de destino correspondiente a través de clases de herramientas predeterminadas que son leídas por los exportadores y los importadores durante la operación. Las ventajas son dobles: El emisor solo selecciona para transferir los datos relevantes para cada receptor y los receptores pueden importar datos con un solo clic y sin realizar el mapeo manualmente →5. Esto funciona sin necesidad de una norma semántica común, una propiedad clave de AutomationML.

—
CM archiva automáticamente todos los archivos intercambiados y proporciona una función de comparación para observar todos los cambios producidos a lo largo del tiempo.

- La administración de usuario a través de AutomationML permite configurar perfiles de usuario en pocos minutos.
- Las notificaciones automáticas por correo electrónico se generan en Outlook como aviso adicional de las actualizaciones de la versión de los datos disponibles en CM.

		Receiver Tool Folders									
Used data % (version #)		MCT2	PSCAD2	RS2	CTI_Harmonics	MCT	RS1	ISO	PSCAD	HAP	
Sender Tool Folders	MCT2		0.00 % (v.1.0)	99.99 % (v.1.0)	90.48 % (v.1.0)						
	PSCAD2										
	RS2										
	CTI_Harmonics										
	MCT		65.18 % (v.2.0)	99.99 % (v.2.0)	85.71 % (v.2.0)		99.99 % (v.2.0)	100.00 % (v.1.0)			
	RS1										
	ISO			100.00 % (v.3.0)			99.99 % (v.3.0)		85.71 % (v.3.0)		
	PSCAD										
	HAP				7.01 % (v.3.0)			99.99 % (v.3.0)			

Referencias

- [1] R. Drath, M. Barth, "Beherrschung von Semantikkvielfalt mit AutomationML." In atp 12/2012, Oldenbourg Verlag, 2012.
- [2] R. Drath, M. Barth, "Concept for managing multiple semantics with AutomationML." Accepted paper for the Proceedings of the IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), 2012, Krakow.
- [3] R. Drath, M. Barth, "Concept for interoperability between independent engineering tools of heterogeneous disciplines." In Proceedings of the IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), Toulouse, September 2011.
- [4] R. Drath, "Let's talk AutomationML – What is the effort of AutomationML programming?" In Proceedings of the IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), September 2012.
- [5] M. Barth, et al., "Evaluation of the openness of automation tools for interoperability in engineering tool chains." In Proceedings of the IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), September 2012.
- [6] IEC 62714: Engineering data exchange format for use in industrial automation systems engineering (AutomationML), September 2012.

CM se ha utilizado hasta ahora para desarrollar módulos para seis herramientas de ingeniería HVDC en distintas plataformas: Main Circuit Toolbox, Harmonic Analysis Program, el programa de coordinación de aislamiento ISO Light, la herramienta de cálculo de fuentes de tensión de armónicos CTL Harmonics, el software de simulación transitoria PSCAD y una herramienta de

La cabina de mando del proyecto presenta una visión general del estado actual de las transferencias de datos de un proyecto completo.

especificación de requisitos en Excel. Con un esfuerzo mínimo de programación en AutomationML [4], el grueso del esfuerzo de desarrollo se invirtió en preparar las herramientas de ingeniería para satisfacer los requisitos básicos de intercambio de datos. Cada integración de herramienta requirió una media de cinco semanas para la preparación de las herramientas y una semana para el desarrollo de módulos. Estas seis herramientas intercambian miles de valores de parámetros y engloban la mayor parte de las transferencias de datos del departamento de Diseño del sistema. Está previsto efectuar ampliaciones a otras actividades HVDC de ABB.

Ahora se pueden intercambiar los datos automáticamente entre emisores y receptores con unos pocos clics del ratón y sin esperar la emisión de informes en papel. CM promete un ahorro de costes importante y mejoras de la calidad para los flujos de trabajo de HVDC.

CM proporciona transferencias de datos automáticas a través de múltiples plataformas de herramientas: realiza un seguimiento de los cambios y define responsabilidades de datos, introduce un proceso de aprobación de datos digital, proporciona control de versiones de datos, incluido el historial, e integra el envío de mensajes para objetos de datos. La cabina de mando del proyecto ofrece una visión general del estado de coherencia de los datos de todas las herramientas participantes. El resultado final: plazos de entrega más cortos, verificaciones cruzadas tempranas e informes de datos listos rápidamente para su envío a los clientes.

Un punto especialmente interesante es que el intercambio de datos entre herramientas se produce sin normalización semántica. Por lo tanto, CM allana el camino hacia una normalización gradual de los datos a través de un marco de trabajo evolutivo. ●

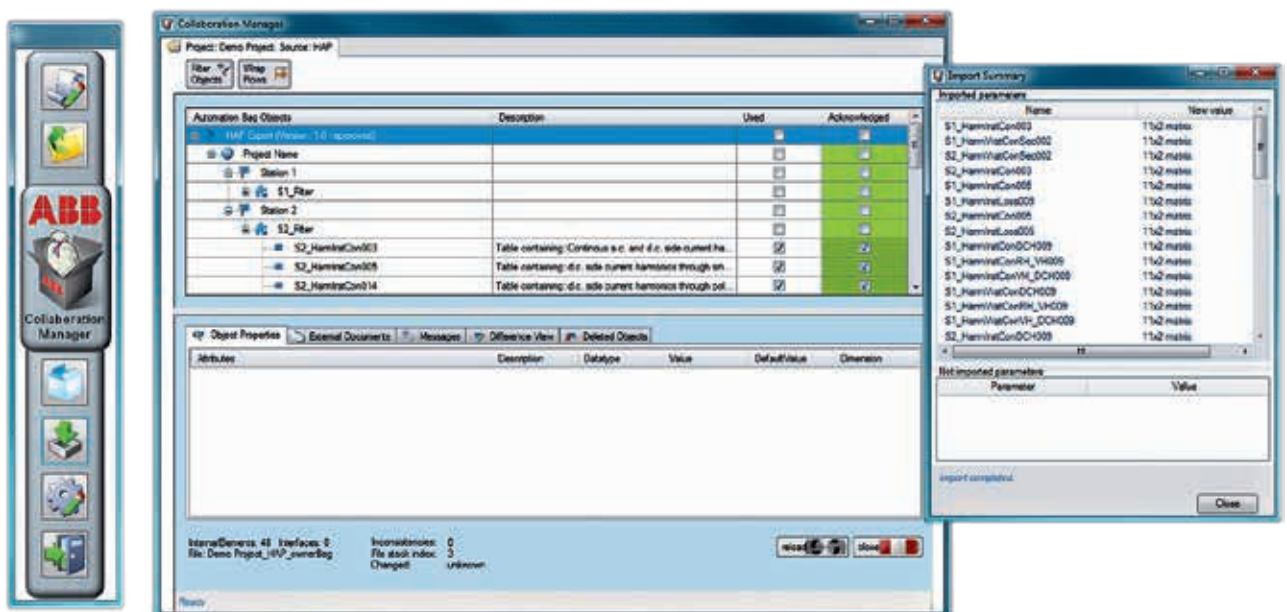


 ABB ABILITY

La importancia de los datos en las minas

Los clientes de ABB dedicados a la minería se benefician de la mejora de los procesos y las operaciones a través de ABB Ability™.



Los operadores mineros se encuentran en una situación complicada. Por una parte, tienen que compaginar la bajada de los precios de venta de sus productos con el acceso a yacimientos de minerales de baja calidad y remotos, y por otra se enfrentan a mayores costes energéticos y normativas medioambientales más estrictas. Estos desafíos solo pueden abordarse a través de la optimización del rendimiento de los procesos y el aumento de la disponibilidad de los equipos.



Eduardo Gallestey
Venkat Nadipuram
Automatización de procesos de ABB
Dättwil, Suiza

eduardo.gallestey@ch.abb.com
venkat.nadipuram@ch.abb.com

ABB ha lanzado un programa para mejorar la fiabilidad y el rendimiento de las aplicaciones de minería utilizando la plataforma ABB Ability™.

ABB es un actor clave en la electrificación y la automatización del sector minero. El catálogo de la empresa incluye productos y servicios para triturado y para manipulación de montacargas y materiales, incluyendo componentes como cicloconvertidores, variadores de velocidad, motores, cajas de engranajes y software específico para aplicaciones.



Montacargas de mina ASEA reacondicionado en Sudbury, Ontario, Canadá.



ABB ha lanzado un programa para mejorar la fiabilidad y el rendimiento de las aplicaciones de minería utilizando la plataforma ABB Ability™. El programa permitirá seguir mejorando las operaciones remotas y la implantación de procesos de control avanzados para ayudar a los operadores a extraer el máximo partido de sus activos.

Para lograrlo, la empresa utilizará métodos de análisis relacionados con Big Data para desarrollar modelos capaces de predecir fallos del sistema y mejorar el rendimiento utilizando datos como:

- datos eléctricos de alta frecuencia
- datos de procesos minerales en el contexto de la fiabilidad, el rendimiento y la calidad, normalmente de aplicaciones de triturado, transportadores y montacargas

Una parte integral del concepto es la creación de centros de colaboración desde los que ABB prestará servicio a sus clientes a través de especialistas, garantizando la respuesta y el acceso más rápidos posibles a los recursos de asesoramiento globales de la empresa.

Los resultados previstos son

- reducción del OPEX
- aumento de la productividad y la eficiencia energética a costes asequibles
- mejora del ROI gracias a la prolongación de la vida útil de los equipos y la reducción de los costes del ciclo de vida ●



Protecció y seguridad



n

ad



54

Mantener la seguridad de las operaciones industriales y la distribución eléctrica va más allá de copias de seguridad, dispositivos a prueba de fallos y redundancias, y requiere un profundo conocimiento del funcionamiento de los sistemas y, por consiguiente, de cómo se pueden proteger sus funciones. ABB diseña sus equipos basándose en esta competencia técnica y respalda un sinfín de aplicaciones, desde barcos hasta microrredes.

- 40 Sistema de supervisión de circuitos
- 47 Protección de potencia de varios megawattios en el rango de media tensión
- 54 Sistema de protección por discriminación lógica-zona Ekip Link
- 60 Emax 2 de ABB protege y supervisa



PROTECCIÓN Y SEGURIDAD

Sistema de supervisión de circuitos

El nuevo sistema para supervisión de circuitos multicanales (CMS) de ABB, ultracompacto y de altas prestaciones, permite a los operarios de instalaciones eléctricas grandes y complejas supervisar, representar, registrar y presentar información de parámetros eléctricos tales como intensidad, potencia, energía y distorsión en cada ramal.

Paweł Ludowski
Piotr Ryba
Jerzy Wasacz

Investigación corporativa
de ABB
Cracovia, Polonia

pawel.ludowski@pl.abb.com
piotr.ryba@pl.abb.com
jerzy.wasacz@pl.abb.com

Harm deRoo
Nico Ninov
Fabian Maier

Productos de baja tensión
de ABB
Schaffhausen, Suiza

harm.deroo@ch.abb.com
nico.ninov@ch.abb.com
fabian.maier@ch.abb.com

Con el aumento tanto de los costes de la energía como de la preocupación por la huella de carbono, los operarios de instalaciones con infraestructuras eléctricas grandes y complejas –tales como centros de datos, aeropuertos, hospitales y bancos– precisan un conocimiento detallado de cómo se está utilizando la energía eléctrica en cada ramal de su red. Este objetivo puede conseguirse con el nuevo CMS de ABB, una familia de dispositivos de medida multicanal, ultracompactos y de altas prestaciones →1.

Se ha desarrollado el CMS-700 para que cumpla concretamente los requisitos de aplicaciones eléctricas críticas, tales como los centros de datos.

El CMS está compuesto por una unidad de control y sensores. Los componentes individuales del sistema son de fácil instalación en armarios de control y distribución, y pueden modernizar

instalaciones ya existentes. A lo largo del desarrollo del sistema, se prestó especial atención a la facilidad de utilización por el usuario, a un amplio margen de medición (hasta 160 A) y a soluciones con capacidad de ampliación para cada aplicación. El CMS amplía el producto anterior CMS-600 con la nueva unidad de control CMS-700 y los nuevos tipos de sensores que permiten no sólo la supervisión de la intensidad sino también de otros parámetros eléctricos tales como potencia, energía o distorsión armónica total (THD), tanto en las entradas de redes trifásicas como en cada ramal. Nuevas propiedades importantes incluyen la visualización por medio de una interfaz de usuario para la Web, el registro de datos, la realización de informes automáticos y la comunicación por Ethernet.

—
01 Sistema
de supervisión
de circuitos.

El CMS-700 se ha desarrollado específicamente para cumplir los requisitos de las aplicaciones eléctricas críticas, tales como los centros de datos. Sin embargo, el CMS está dirigido principalmente

—
El CMS está especialmente indicado para otras aplicaciones de supervisión de energía eléctrica, por ejemplo, la identificación de posibles ahorros en estructuras tales como los edificios de oficinas.

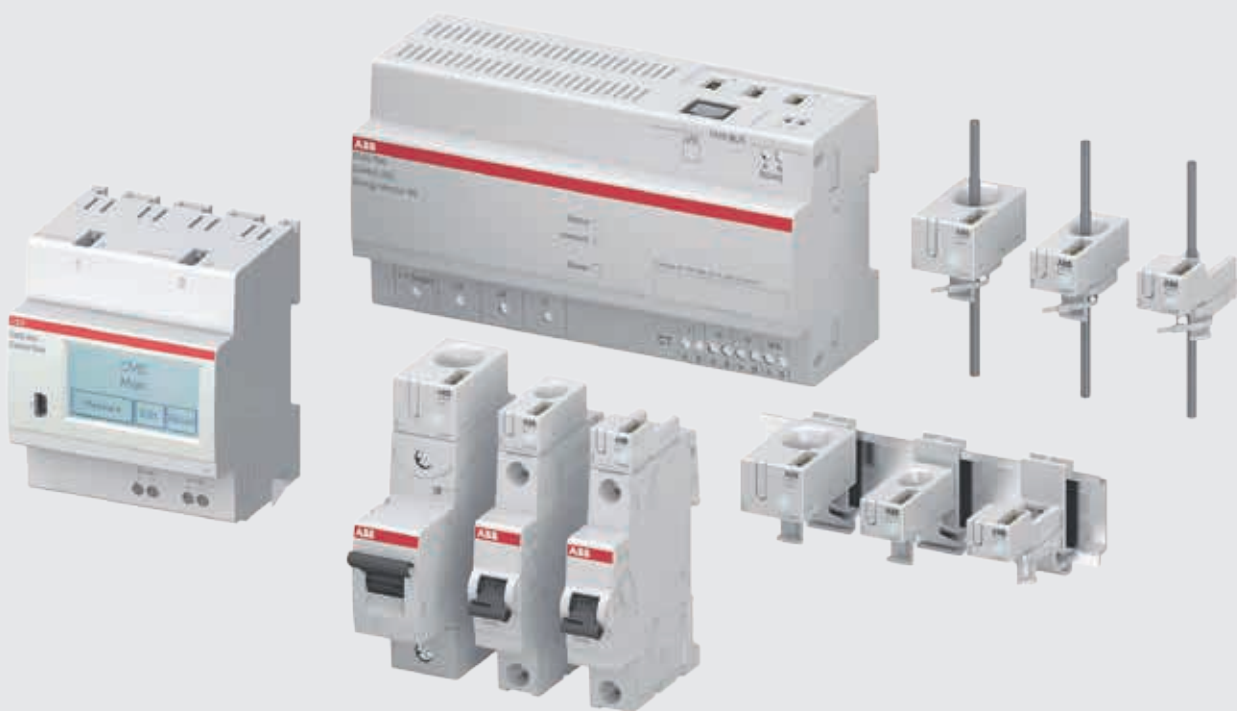
a otras aplicaciones de supervisión eléctrica, por ejemplo, la identificación de posibles ahorros en estructuras tales como los edificios de oficinas.

Hardware del CMS

El núcleo de la unidad de control CMS-700 es un procesador de aplicaciones Texas Instruments AM3352 ARM Cortex-A8 →2. Este procesador está equipado con una memoria RAM DDR3 de 256 MB y

una memoria flash eMMC de 4 GB. El dispositivo se comunica con el mundo exterior por medio de TCP/IP, Modbus RTU, Modbus TCP/IP o SNMP v1, v2c o v3. Un enlace de Ethernet proporciona acceso a una interfaz de usuario de Web por medio de un protocolo de aplicación HTTP y acceso a los datos de medida por medio de protocolos Modbus TCP/IP o SNMP. Tres conectores MODBUS para sensores de intensidad del CMS permiten la conexión de hasta 96 sensores (32 por canal).

Además, un puerto Modbus externo aislado proporciona una interfaz de comunicación industrial estándar y retrocompatibilidad con la versión anterior de la unidad de control, la CMS-600. Se ha incluido un circuito de supervisión de la red. Esta supervisión mide parámetros eléctricos tales como el valor cuadrático medio de la tensión (VRMS) y de la corriente (IRMS), factor de potencia, energía, potencia activa, reactiva y aparente. Asimismo, se calcula la THD para tensiones y corrientes. Se transmiten los datos al procesador principal a través de un bus I2C. El sistema completo es alimentado directamente desde la fase L1 y la topología “flyback” del convertidor de CA/CC proporciona aislamiento y baja tensión a la alimentación de todo el dispositi-



tivo y a los sensores externos a través de los puertos del CMM (módulo de medios de comunicación). El CMS-700 tiene tres PCB: Un PCB, con una CPU, RAM, memoria flash y capacidad para Ethernet, proporciona la potencia de cálculo →3.

Tres conectores MODBUS para sensores de corriente del CMS permiten la conexión de hasta 96 de éstos.

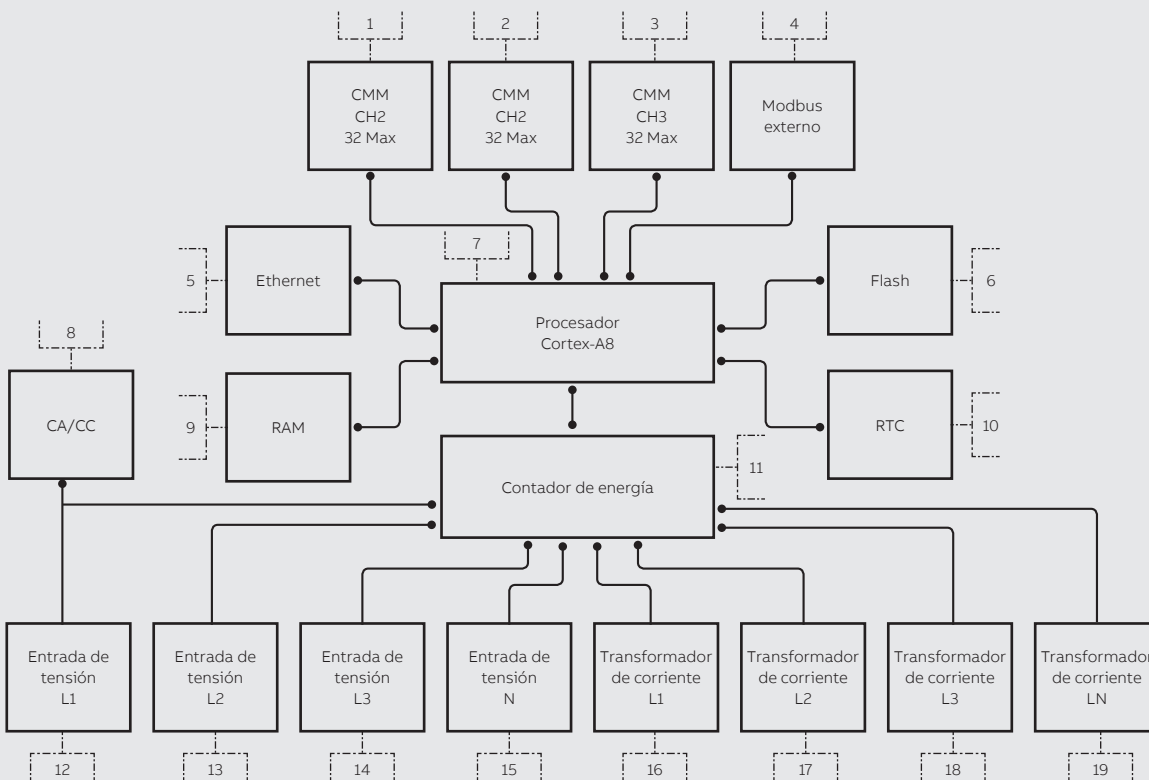
Un segundo PCB incluye convertidores de CA/CC, el circuito de supervisión energética y la interfaz Modbus externa, así como puertos para entradas de tensión y de corriente. El tercer PCB, el más pequeño, contiene conectores y un circuito de

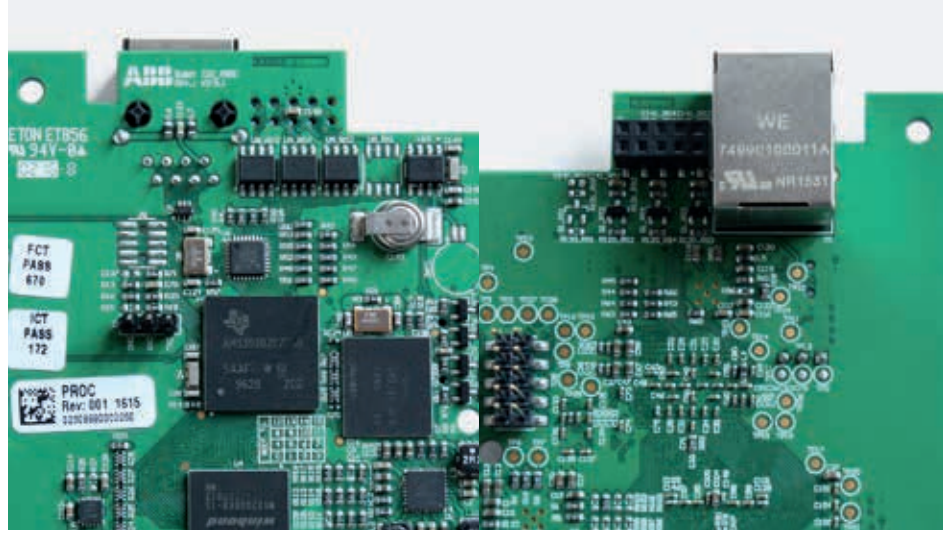
protección que permite la interconexión entre la tarjeta del procesador y los sensores externos del CMM. Hay una vista del despiece de todo el dispositivo en →4.

Simulación de diseño del hardware

El diseño electrónico se basó en simulaciones de fluidodinámica computacional (CFD) preparadas en software ANSYS/Fluent. Los modelos CAD (diseño asistido por ordenador) se exportaron desde Altium Designer a formato STEP CAD y se importaron después a SolidWorks donde se simplificaron.

En el modelo de la carcasa se dispusieron modelos de los PCB que se cargaron posteriormente en software ANSYS, donde se creó una malla de volumen finito y se definió la física de la simulación →5.





03

—
02 Esquema de bloques del hardware.

—
03 Tarjeta del procesador.

—
04 Vista en despiece de la unidad de control CMS-700.

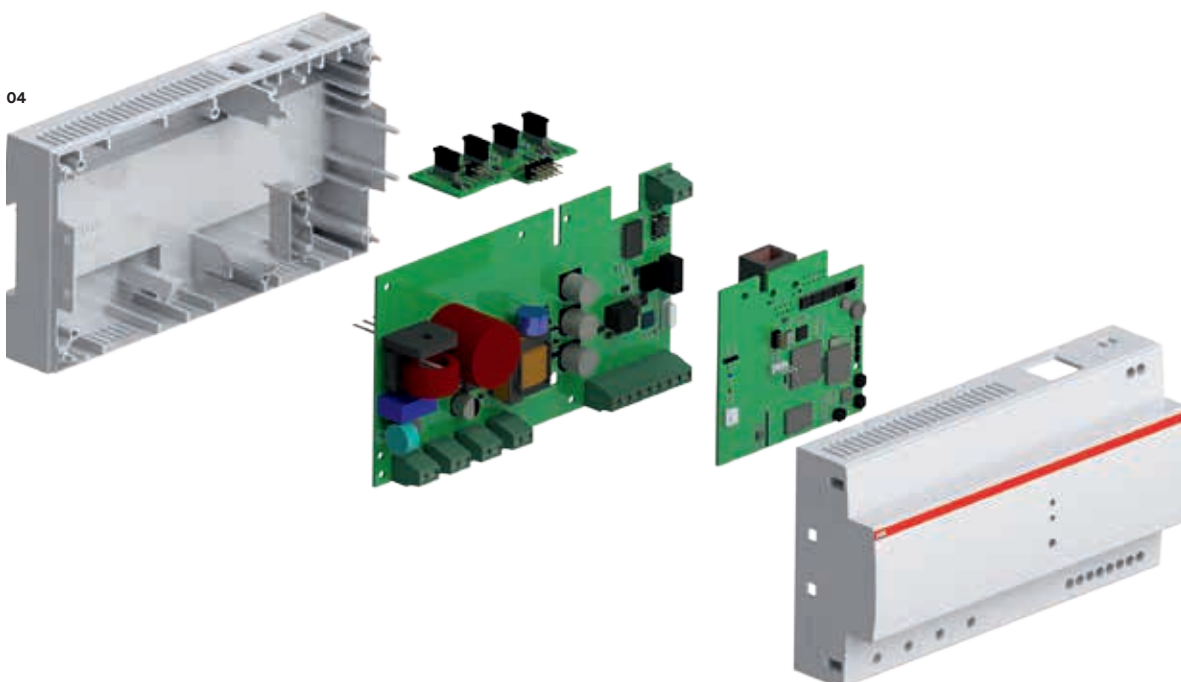
El punto fundamental de este tipo de simulación es la apropiada modelización de los PCB multicapa. Los PCB del CMS-700 incluyen hasta seis capas de cobre de 35 μm con laminado FR4 entre ellas. Para manejar el mallado de finas capas de cobre se empleó el modelo de conducción con cubierta, en el que se definieron el grosor virtual y la conductividad térmica de cada capa.

Las simulaciones de CFD permitieron la identificación de puntos calientes y la evaluación del diseño de la carcasa, teniendo en cuenta la disipación de calor \rightarrow 6. Las simulaciones también contribuyeron a la selección del mejor valor óhmico para los resistores en shunt empleados para la medición de intensidades: De forma ideal, los resistores deben presentar una resistencia pequeña (a fin de producir el menor calor posible), pero una resistencia menor se traduce en un coste mayor de los componentes. La modelización de CFD ha encontrado el mejor compromiso entre calor producido y coste.

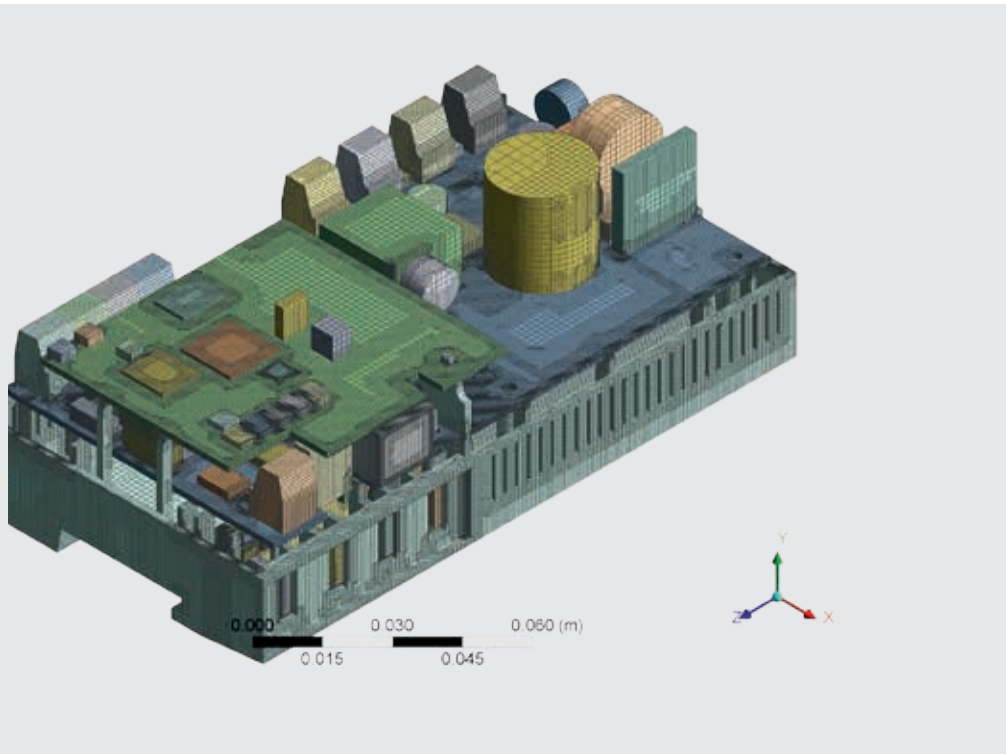
Tras la preparación de los primeros prototipos, las simulaciones de CFD se verificaron mediante mediciones de temperatura. Se localizaron los puntos calientes empleando una cámara de infrarrojos y se determinaron perfiles exactos de temperaturas empleando detectores de temperatura de resistencias PT100 (RTD). Estas mediciones confirmaron la precisión de las simulaciones de CFD \rightarrow 7.

—
La resistencia del diseño del hardware quedó confirmada asimismo mediante pruebas EMC realizadas de acuerdo con las normas de la IEC.

La fortaleza del diseño del hardware quedó confirmada también mediante pruebas de EMC realizadas de acuerdo con las normas de la International Electrotechnical Commission (IEC).



04



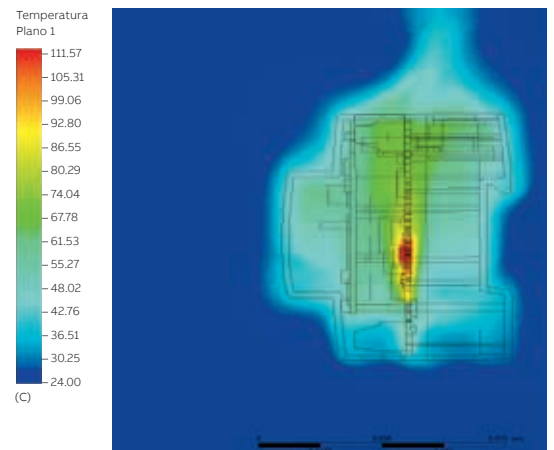
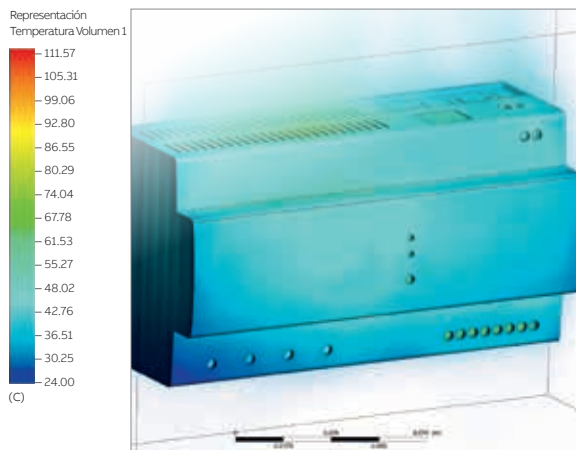
05

Software

El CMS-700 se controla mediante software incorporado que se ejecuta en un sistema Linux hecho a medida. El sistema operativo incorporado contiene un cargador de arranque, un "kernel" de Linux y el sistema de archivos raíz. Todos los componentes del sistema han sido compilados para arquitectura ARM empleando el "toolchain" Linaro GCC. El cargador de arranque y el "kernel" de Linux fueron preparados empleando un kit de desarrollo de software TI Linux. El sistema de archivos raíz se construyó empleando la herramienta Buildroot y se seleccionó un cargador de arranque universal de código abierto.

Cortafuegos

El dispositivo CMS-700 está protegido con un cortafuegos interno basado en el filtro de paquetes de red de "nftables", que es un subsistema del "kernel" de Linux. Las reglas del cortafuegos permiten únicamente conexiones con HTTP, SNMP y Modbus. Además, el cortafuegos soporta el seguimiento de conexiones, lo que permite incorporar el cortafuegos de estado y configurar los limitadores de paquetes. Este tipo de cortafuegos se puede configurar para que acepte todos los paquetes entrantes que pertenezcan a la conexión iniciada por el CMS-700 (estado: establecido) y todos los paquetes entrantes que pertenezcan a las conexiones relacionadas con las iniciadas por



06

—
05 Malla de volumen finito del modelo CAD.

—
06 Resultados de las simulaciones CFD: distribución de temperaturas dentro y fuera de la carcasa.

—
07 Comparación de resultados de las simulaciones de CFD con las mediciones de temperaturas PT100.

07a La simulación de CFD predice puntos calientes en las partes inferiores de los ocho componentes montados en superficie en el PCB con el convertidor CA/CC, circuito de supervisión de energía y Modbus externo.

07b Las mediciones PT100 a lo largo de la línea 1 reflejan el perfil de temperaturas visto en la simulación (componente más a la izquierda).

CMS-700 (estado: relacionado). Se utiliza esta característica, por ejemplo, para permitir una respuesta del servidor del protocolo de tiempo de red (NTP) cuando el CMS-700 inicia la conexión.

El cortafuegos protege al dispositivo no sólo frente a accesos no autorizados sino también de los ataques de denegación de servicio (DoS), incluidos ARP, ICMP, IP, TCP y “packet storming” (control de paquetes) UDP. La fortaleza de la

—

Las mediciones de los sensores del CMM se presentan como una breve tabla histórica con valores en línea que se pueden leer en ella.

protección del dispositivo se verificó en el Centro de Seguridad de Dispositivos de ABB, donde el CMS-700 pasó pruebas de ciberseguridad conformes con las directivas de ABB.

Código de “back-end” y de “front-end”

El código correspondiente a mediciones, transferencia de datos, configuración y visualización puede dividirse en código “back-end” y código “front-end”. El código “back-end” es la capa media entre la interfaz de usuario de Web y el hardware. Permite la configuración del dispositivo, las mediciones, la adquisición y la transmisión de datos por protocolos Modbus y SNMP. El software “front-end” es la interfaz de usuario de Web, que está escrita en JavaScript empleando un marco Angular.js. Toda la transmisión HTTP entre el CMS-700 y el navegador de Web está encriptada con tecnología Secure Sockets Layer (SSL).

Configuración

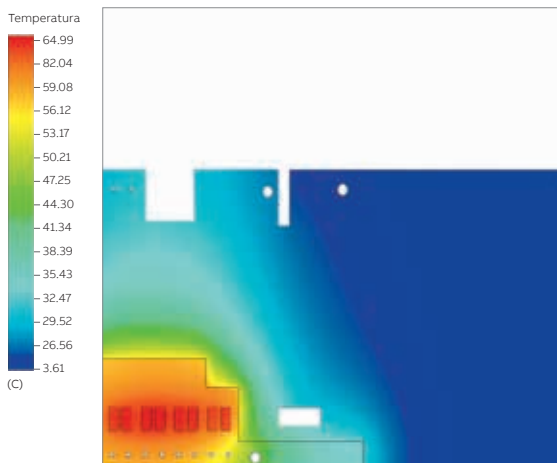
El sitio web del dispositivo presenta mediciones y proporciona configuración multilingüe.

Las mediciones de los sensores del CMM se presentan como una breve tabla histórica con valores en línea que se pueden leer en ella. El dispositivo guarda todos los datos medidos. Por ello, hay una interfaz para recoger datos históricos (que se pueden exportar como ficheros .csv). Las mismas características están disponibles para mediciones de calidad de la energía de las redes (tensión, intensidad, THD, factor de potencia, y potencia activa, reactiva y aparente). El CMS-700 calcula el consumo de energía en las redes y en ramales supervisados por los sensores del CMM. Lo que puede mostrarse en presentaciones distintas.

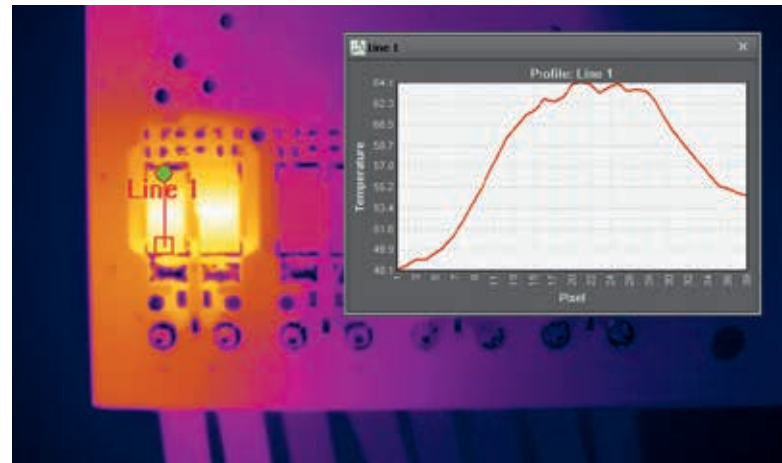
La sección de configuración permite editar los parámetros: por ejemplo, para las redes, las relaciones de los transformadores de intensidad. Los sensores del CMM pueden configurarse minuciosamente: por ejemplo, se pueden añadir, eliminar, mostrar, identificar y editar parámetros asociados a los datos (nombre del ramal, asignación de grupo, asignación de fase y corrección del factor de potencia). La elección de la entrega de informes –servidor FTP o correo electrónico– también es configurable a través de la interfaz de Web, como lo son los protocolos de comunicaciones, el lenguaje, la hora, las contraseñas, la actualización del software y el restablecimiento a los valores de fábrica.

Nuevos sensores

Los sensores están normalizados en anchuras de 18 o 25 mm y pueden medir armónicos así como intensidades de CA, CC o RMS verdadero (TRMS) hasta 160 A (TRMS).



07a



07b

—
08 Sensor de núcleo abierto.

—
09 Sensor de núcleo sólido.

Puesto que cada sensor está equipado con su propio microprocesador para tratamiento de la señal, los datos de medida se transmiten digitalmente a la unidad de control a través de la interfaz del bus. Esto minimiza el cableado necesario en el armario de distribución y maximiza la fiabilidad de transmisión de los valores medidos. Se eliminan las perturbaciones del tipo que se presenta en los datos analógicos.

—

Puesto que cada sensor está equipado con su propio microprocesador para tratamiento de la señal, los datos de medida se transmiten digitalmente a la unidad de control a través de la interfaz del bus.

Los sensores del CMS de ABB están disponibles con diseño de núcleo abierto o de núcleo sólido →8–9. Las unidades de núcleo sólido presentan una estructura cerrada y una precisión de medida para CA de $< \pm 0,5$ por ciento, y, por lo tanto, son adecuadas para todas las aplicaciones en las que sean cruciales unas mediciones de máxima precisión. Gracias a su forma en U, los sensores de núcleo abierto pueden actualizar fácilmente instalaciones existentes sin tener que desconectar cables ni apagar equipos. Con una precisión en CA de $< \pm 1,0$ por ciento, pueden utilizarse en una multitud de aplicaciones.

Aplicaciones y primeros clientes

El CMS-700 se ha desarrollado específicamente para aplicaciones eléctricas críticas, como se encuentran, por ejemplo, en un centro de datos. En un centro de datos de Irlanda se instalaron 20 unidades de control para controlar la energía y la intensidad en cada fase y en 730 ramales. El cliente puede ver el consumo total de energía y el de cada ramal o servidor. El CMS pone de manifiesto cualquier irregularidad del suministro eléctrico. Otros usuarios críticos son, por ejemplo, aeropuertos, hospitales, la industria de las telecomunicaciones y los bancos. Recientemente, un banco instaló 90 unidades de control y 8.000 sensores para controlar y visualizar su consumo de energía.

Pero la unidad de control no sólo se utiliza para energía eléctrica crítica, también puede usarse para visualizar el uso de la energía por cada consumidor. Uno de los clientes de ABB integró el CMS-700 en una línea de producción para que le ayudara a analizar los costes de cada producto. ●



08



09

PROTECCIÓN Y SEGURIDAD

Protección de potencia multi-megawatios a media tensión

2017 marca la introducción de la tecnología revolucionaria de ABB, ZISC, una próxima generación de alimentación ininterrumpida (SAI) de media tensión (MT) basada en la plataforma de convertidor PCS120 →1. Este sistema flexible, de altas características, amplía el UPS Portfolio de MT de ABB, proporcionando a las industrias de carga crítica energía de alta calidad, fiabilidad y eficiencia.



Eduardo Soares
Productos de electrificación
y Acondicionamiento
eléctrico de ABB
Napier, Nueva Zelanda

eduardo.soares@
nz.abb.com

El rápido crecimiento de los datos digitales y el uso de dispositivos con base digital en el sector tecnológico a lo largo de la última década está transformando la actividad comercial y la sociedad modernas. La necesidad de datos fiables, en

tiempo real y con dispositivos digitales no tiene precedentes. La expansión va desde las tecnologías impulsadas por el cliente, tales como el Internet de las cosas y los dispositivos inteligentes personales, al análisis impulsado por "big data" y

01



la actividad comercial dependiente de datos, tal como las instituciones financieras y las agencias de seguridad gubernamentales.

Como motor de impulso de la transformación se encuentra el desarrollo de una amplia infraestructura y cada vez más inversiones en instalaciones de fabricación de electrónica y enormes centros de datos. Estas instalaciones se han visto grande-

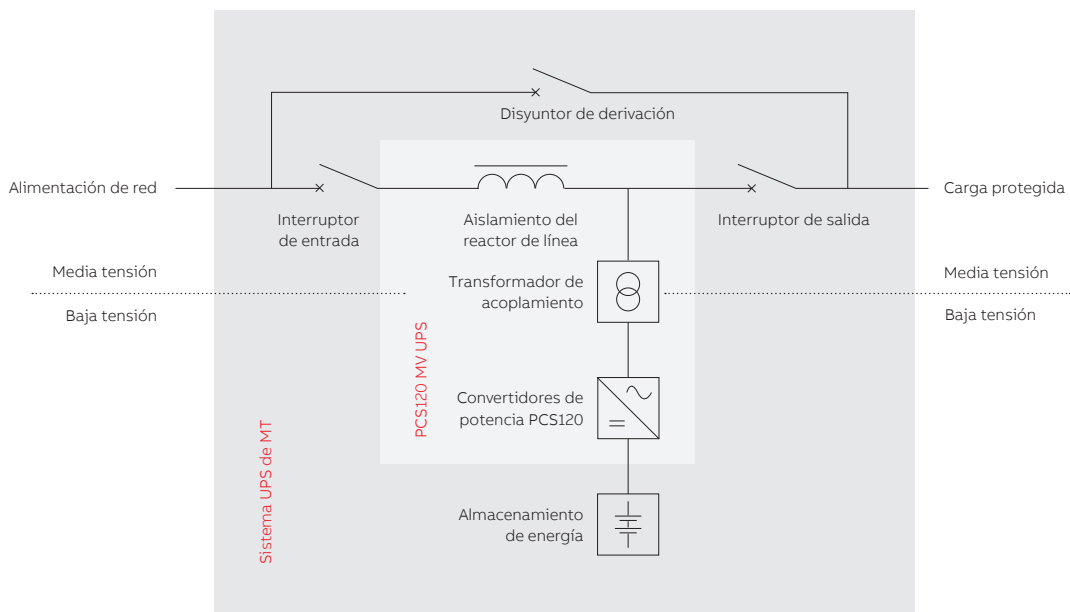
Los centros de datos se han visto grandemente influidos por economías de escala, impulsando a que establecimientos locales crezcan mucho más como si fueran centros de datos de tamaño hipergrande con la correspondiente demanda de más energía eléctrica, a menudo más allá de decenas de megawatios.

mente influidas por economías de escala, impulsando a que establecimientos locales crezcan mucho más como si fueran centros de datos de tamaño hipergrande con la correspondiente demanda de más energía eléctrica, a menudo más allá de decenas de megawatios.

Estas instalaciones de gran tamaño dependen de una calidad del suministro de energía eléctrica mucho mayor que lo que puede suministrar una compañía eléctrica, ya que las pérdidas económicas por paradas en esas instalaciones simplemente no son admisibles. Esto es válido no sólo para centros de datos y fábricas de semiconductores, sino también para otras industrias de carga crítica como las farmacéuticas, químicas y los sectores alimentario y de bebidas.

Los centros de datos se esfuerzan en reducir costes y trasladar la reducción en rebajas a sus clientes. Estándares de comparación tales como PUE (eficacia del uso de energía) y análisis de costes operativos son las herramientas primarias utilizadas por los clientes para determinar qué centro de datos debe conseguir los contratos [1]. Puesto que estas instalaciones de alta tecnología se caracterizan por enormes demandas de energía localizadas en un solo punto, es fundamental el requisito absoluto de una fiabilidad máxima y de un rendimiento óptimo para mantener competitivas dichas industrias de carga crítica.

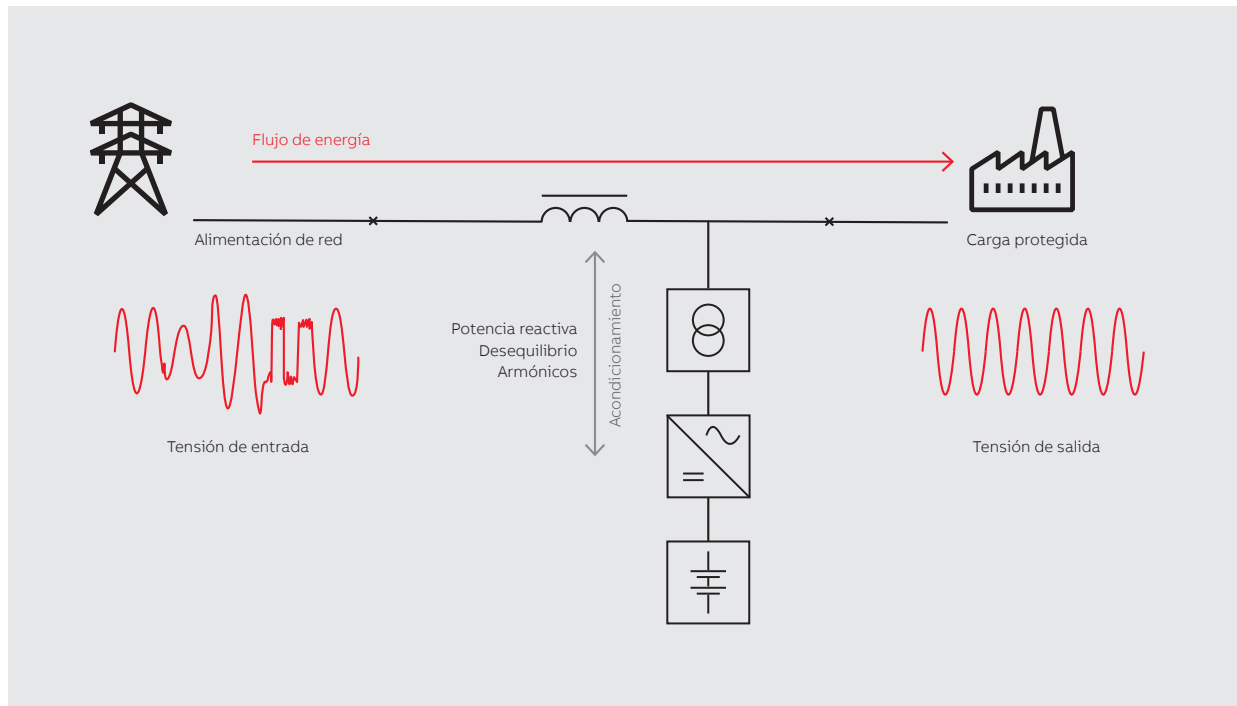
Por ejemplo, los datos reunidos en la investigación de centros de datos [2] especifican que los costes globales de los tiempos de inmovilización debidos a una interrupción del suministro de energía eléctrica son de unos 5.600 \$ por minuto. Con interrupciones de suministro de energía eléctrica que duren 90 minutos de media, el coste de un simple evento de inmovilización puede superar el medio millón de dólares. Evidentemente, no son deseables unas



—
01 Una SAI PCS 120 de MT de ABB.

—
02 Esquema de la arquitectura ZISC de ABB.

—
03 Una SAI PCS120 de MT en modo de acondicionamiento de energía eléctrica produce una energía limpia continua.



03

pérdidas económicas de esta magnitud. Para reducir la posibilidad de tales incidentes, las industrias de cargas críticas precisan un suministro de energía eléctrica extremadamente fiable, así como diseños resistentes de distribución y protección de dicha energía.

—
Al crear la SAI PCS120 de MT, que es compatible con una diversidad de configuraciones, especialmente la configuración probada de bus en anillo a prueba de fallos, ABB ha encontrado la solución óptima.

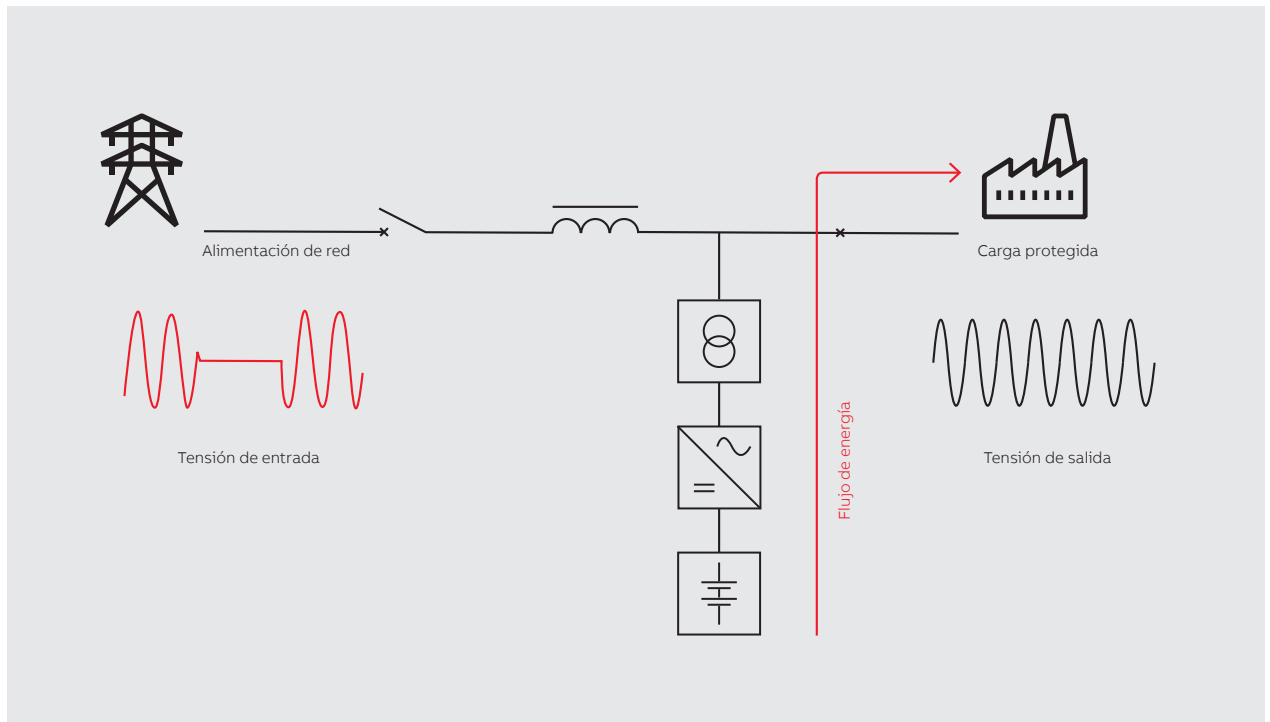
Un desafío técnico adicional es proporcionar una solución flexible que reconcilie las necesidades citadas anteriormente de un diseño de sistema ultrafiable con los requisitos de recorte de costes con el fin de obtener un rendimiento mejorado y unos costes operativos mínimos. Por estas razones, una protección eléctrica de media tensión y distribución eléctrica combinadas con conversión y almacenamiento a baja tensión sería la solución definitiva para los centros de datos y otras industrias de carga crítica.

ABB se precia de poder encontrar soluciones óptimas para las necesidades de energía eléctrica de sus clientes. Al crear la SAI PCS120 de MT, que es compatible con una diversidad de configuraciones, especialmente la configuración probada de bus en anillo a prueba de fallos, ABB hace exactamente eso.

La PCS120 de MT de ABB añade la flexibilidad que se precisaba al proporcionar una alternativa estática para adaptar la disposición de bus en anillo, lo que ofrece una solución muy fiable y eficiente.

Protección de la energía eléctrica a media tensión

El proporcionar protección a la energía eléctrica a media tensión da lugar a múltiples ventajas. Encabeza la lista la capacidad de simplificar el diseño de la distribución eléctrica, en el que se precisen menos cantidades de aparataje, transformadores y cable. De esa forma, el sistema se hace mucho más fácil de mantener, gestionar y supervisar. Los menores requisitos de la corriente a media tensión con una demanda de energía equivalente hace de esta configuración el sistema más eficiente posible. Además, se reducen las pérdidas en forma de calor y se pueden minimizar los gastos de capital.



04

Puesto que el factor limitativo típico de las grandes instalaciones de baja tensión es el límite de intensidad de la aparamenta y las barras de distribución de BT, el diseño de MT resuelve esta dificultad permitiendo suministrar mayores bloques de energía eléctrica desde un solo punto. También permite un uso más inteligente de

—
La topología ZISC de ABB respaldada por la tecnología de convertidor PCS120 consigue rendimientos de hasta un 98 por ciento, considerablemente mejor que el sistema SAI giratorio titular del segmento.

espacios, puesto que se puede colocar una SAI de MT en un terreno menos costoso emplazado más lejos de las cargas, tales como salas y subestaciones eléctricas.

La fiabilidad global del sistema de distribución de energía eléctrica se beneficia en gran manera de trabajar a media tensión porque se precisan menos equipos de infraestructura tales como la aparamenta. Los estudios demuestran asimismo que la fiabilidad individual de los dispositivos de media tensión es considerablemente mayor que la de sus correspondientes de BT [3].

Cartera de protección de MT de ABB

Para abordar la necesidad de protección de la energía eléctrica de MT, ABB presentó en 2014 la SAI PCS100 de MT. Esta solución con una sola topología de conversión es ampliable hasta 6 MVA y tensiones de hasta 6,6 kV. Como consecuencia de su eficiencia, el producto se ha establecido rápidamente en el mercado.

Tras el funcionamiento con éxito de las primeras unidades, los clientes exigieron inmediatamente a ABB que proporcionara otras posibles soluciones de protección de MT. ABB aceptó el desafío para satisfacer las necesidades de los clientes. Esto representó el desarrollo de un método para incluir niveles múltiples de tensión, a fin de disponer de cantidades de energía aún mayores, y la capacidad de un acondicionamiento continuo de la energía eléctrica en lugar de la topología normal de espera de la industria.

La historia de innovación de 134 años de ABB a la vanguardia del desarrollo tecnológico ha preparado el marco para la rápida reacción de los técnicos de ABB. La respuesta de ABB fue crear un nuevo diseño innovador de SAI de media tensión, la arquitectura ZISC (conversión estática de impedancia aislada) para satisfacer los requisitos de los clientes.

—
04 La SAI PCS120 de MT en modo independiente con transición sin saltos de la carga desde la compañía eléctrica al almacenamiento de energía eléctrica.

—
05 La plataforma de convertidor PCS120 con 6 módulos por armario y redundancias incorporadas en el sistema.

La SAI PCS120 de MT y la arquitectura ZISC

La arquitectura ZISC introdujo en 2017 una nueva topología en el mercado de protección estática

—
Desde una perspectiva de hardware, el método modular de la plataforma de convertidor de MT PCS120 permite redundancia y facilidad de mantenimiento sin parangón, al tiempo que maximiza el tiempo de servicio.

de la energía eléctrica de media tensión. La arquitectura ZISC se basa en un reactor de línea aislante acoplado con los nuevos convertidores eléctricos de alto rendimiento PCS120 de ABB →2. Al controlar continuamente el ángulo de la tensión a través

del reactor, los inversores pueden controlar la potencia real y reactiva desde la compañía eléctrica hasta la carga, sin ciclos en el almacenamiento de energía eléctrica.

Al mismo tiempo, los convertidores de la PCS120 están acondicionando y filtrando de forma continua cualquier perturbación de la compañía eléctrica, tales como armónicos y desequilibrios de tensión, proporcionando de ese modo apoyo de corriente reactiva a las cargas críticas. →3 Este modo operativo se conoce como modo de acondicionamiento de la energía eléctrica. En caso de dejar de disponer de la energía de la compañía eléctrica, la SAI PCS120 de MT abre su interruptor de entrada y transfiere sin problemas la carga al almacenamiento de energía, actuando ahora en modo independiente.

→4 Este sólido concepto de diseño se traduce en una protección eléctrica fiable así como en un acondicionamiento continuo de la tensión, proporcionando así a la carga una alimentación eléctrica óptima en todo momento.



La topología ZISC de ABB respaldada por la tecnología de convertidor PCS120 consigue rendimientos de hasta el 98 por ciento, considerablemente mejor que el sistema SAI giratorio titular en el segmento.

“Todo debe hacerse tan sencillo como sea posible, pero sin excederse.” – Albert Einstein

La belleza del diseño ZISC reside en su doblete de simplicidad y solidez. Los únicos equipos que se mantienen a media tensión son el reactor de línea aislante y el transformador de acoplamiento. Esto permite que la tecnología ZISC se adapte fácilmente

Con sus muchos años a la vanguardia del desarrollo tecnológico, lo que dirigió la visión de ABB hacia un nuevo diseño innovador de SAI de media tensión, la arquitectura ZISC.

te a múltiples niveles de tensión y requisitos de potencia. La similitud se consigue fácilmente, alcanzando valores de potencia en márgenes por encima de 40 MVA para distintas configuraciones.

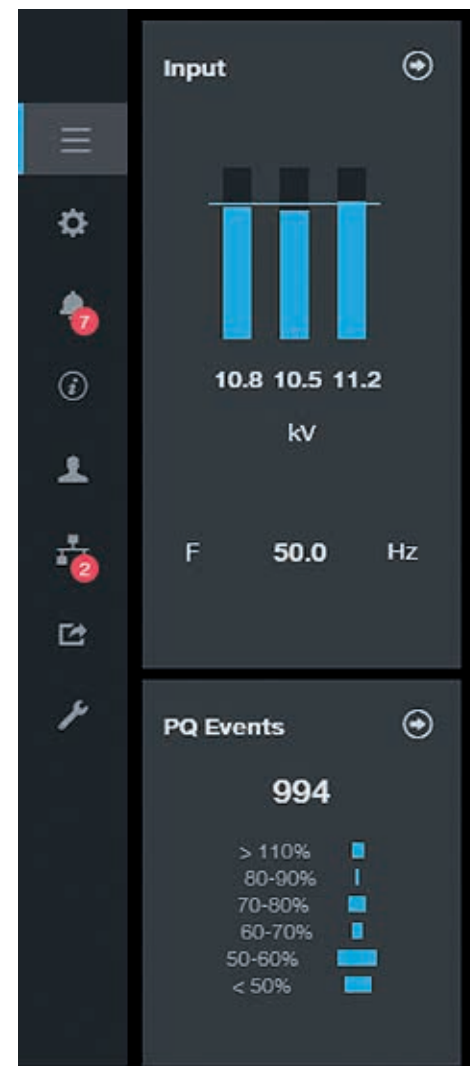
Al disponer de la conversión eléctrica y del almacenamiento de energía a baja tensión, los clientes de ABB mantienen la experiencia familiar de BT caracterizada por funcionalidad, mantenibilidad y, lo más importante, la modularidad de un sistema de baja tensión como la plataforma de convertidor PCS120.

La plataforma de convertidor PCS120

La plataforma de convertidor PCS120 fue uno de los valedores principales de la tecnología ZISC. Definida por la duplicación de la densidad de potencia de su predecesora, la PCS100, la PCS120 se basa en el mismo procedimiento modular. La plataforma de convertidor PCS120 es la respuesta de ABB al diseño innovador en la electrónica de potencia. → 5

En el núcleo del sistema SAI, la plataforma de convertidor PCS120 no sólo es un nuevo concepto por lo que se refiere a solidez y fiabilidad del producto sino que es innovadora en su potencial de conectividad. La interfaz totalmente nueva diseñada por ABB es esencial por lo que se refiere al análisis de los eventos de calidad eléctricos. El mantenimiento y la supervisión se mejoran también combinando análisis de tendencias con servicios digitales proactivos alineados con la plataforma Ability™ de ABB →6.

Desde una perspectiva de hardware, el método modular del diseño permite redundancia y facilidad de mantenimiento sin parangón, al tiempo que maximiza el tiempo de servicio. Por ejemplo, en el caso improbable del fallo de un módulo, el sistema aísla el módulo y continúa funcionando con una capacidad de potencia marginalmente reducida. Al mismo tiempo, el control inteligente entrega una notificación del evento al sistema de supervisión de forma que los técnicos de mantenimiento puedan programar a su conveniencia la próxima visita al emplazamiento. Las herramientas automáticas



— 06 Nueva interfaz digital de la SAI PCS120 de MT con capacidad de análisis de eventos y de servicios proactiva.

Referencias

[1] M. Stansberry, "Uptime Institute Data Center Industry Survey 2015," Uptime Institute, 2015.

[2] Emerson Network Power, "Understanding the Cost of Data Center Downtime: An Analysis of the Financial Impact on Infrastructure Vulnerability," White Paper, 2011.

[3] CCG Facilities Integration Incorporated, "Medium Voltage Electrical Systems for Data Centers.," 15 Sept. 2012.

inteligentes para gestión de firmware y un nuevo diseño modular aseguran a los clientes que el producto tenga una excelente mantenibilidad así como una gestión de repuestos sin dificultades.

— **La belleza del diseño ZISC reside en su doblete de simplicidad y solidez. Los únicos equipos que se mantienen a media tensión son el reactor de línea aislante y el transformador de acoplamiento.**

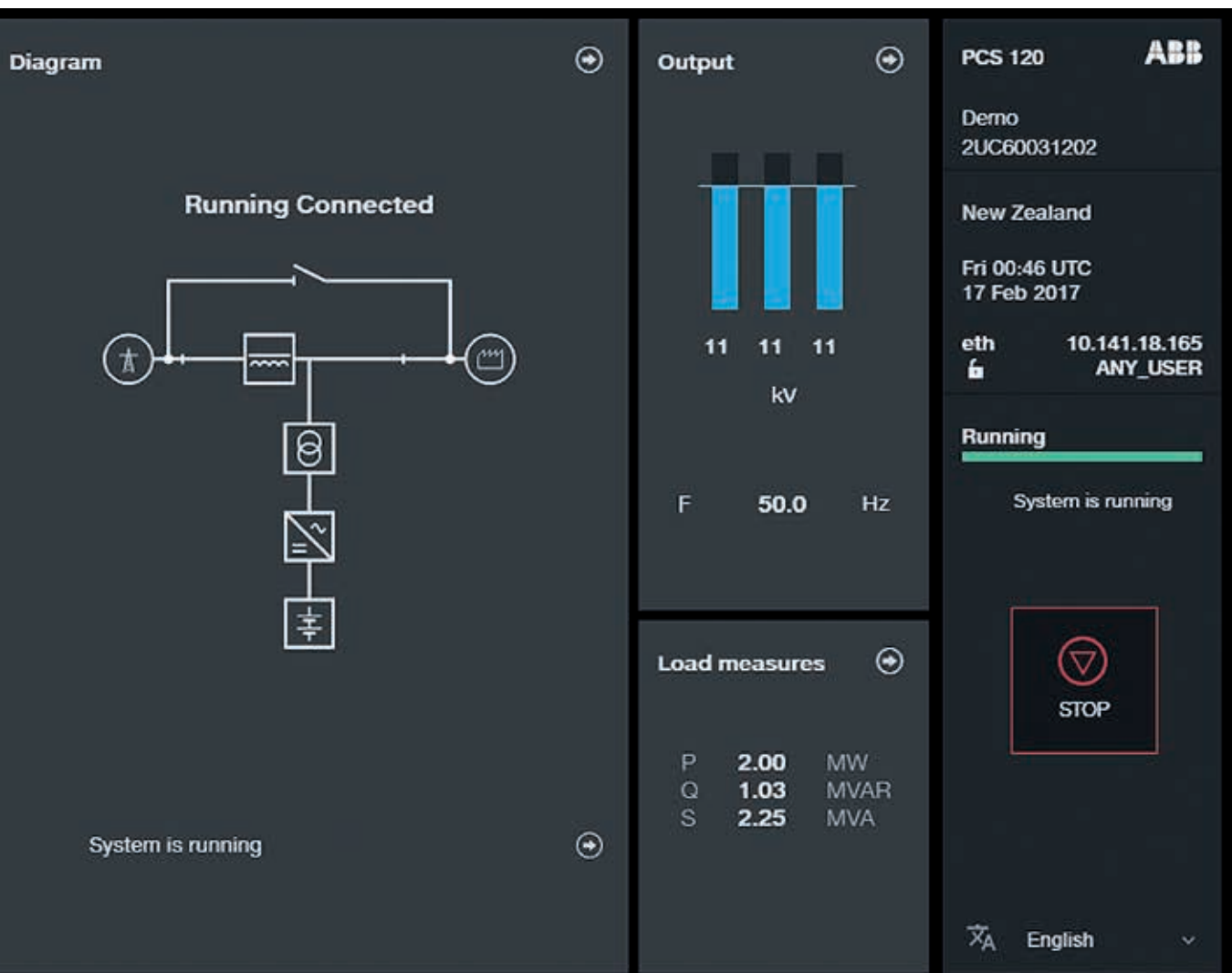
One ABB

Además del sistema SAI PCS120 de MT, la cartera global de productos de ABB incluye asimismo la aparata de media tensión Unigear Digital así como los relés de protección digital propios de ABB. La integración digital IEC 61850 entre la SAI PCS120 de MT y la aparata proporciona una fiabilidad adicional con capacidades de control

distribuidas. El paquete completo propio se ha diseñado para una conexión sin problemas a la plataforma Ability de ABB.

Además, la estructura corporativa unificada de ABB, con organizaciones locales por todo el mundo, proporciona apoyo al cliente así como equipos de gestión de proyecto dedicados para asegurar que se mantienen los productos a entregar y los calendarios.

La solución "One ABB" ofrece a los clientes de protección de media tensión un punto único para compras con un cuadro de productos excelentes, como se pone de manifiesto con la arquitectura ZISC y la SAI PCS120 de MT, así como con los servicios anteriormente descritos. Se sigue así la filosofía de ABB de satisfacer las demandas del cliente en un mercado competitivo y de rápido desarrollo. ●



PROTECCIÓN Y SEGURIDAD

Sistema de protección por discriminación lógica-zona Ekip Link

Un buque moderno posicionado dinámicamente (DP) tendrá un sistema eléctrico sofisticado que accione la propulsión que lo mantiene en posición. La discriminación lógica-zona empleando Emax 2 con Ekip Link en buques DP con conexiones a bus cerradas asegura la mayor fiabilidad y flexibilidad.

Antonio Fidigatti
Borje Axelsson
Carlo Collotta
División de productos de
electrificación de ABB
Bérgamo, Italia

antonio.fidigatti@
it.abb.com
borje.axelsson@
se.abb.com
carlo.collotta@
it.abb.com

Cualquier buque de navegación marítima está sujeto a fuerzas producidas por viento, olas y corrientes. El posicionamiento dinámico es la capacidad para mantener automáticamente la posición de un buque frente a esas fuerzas de la naturaleza empleando su sistema de propulsión. Los buques DP se presentan en muchas formas y tamaños: ganguiles, buques para excavación o

—
El posicionamiento dinámico es la capacidad para mantener automáticamente la posición de un buque, empleando su sistema de propulsión.

apoyo a ROV, tendido de tubos, buques-grúa, buques de perforación, buques de apoyo a operaciones mar adentro, etc →1.

Lo que estos buques tienen en común es la necesidad de mantener exactamente una determinada posición. Deben mantener su posición y rumbo de forma precisa incluso con el mar más violento o las mareas más fuertes.

Componentes y niveles de DP

Un sistema DP tiene tres elementos principales:

- Sistema eléctrico: Todo lo que es necesario para suministrar energía eléctrica al sistema DP, incluyendo generadores, apartamento, sistemas de distribución eléctrica (cableado y tendido de cables) y control.
- Sistema propulsor: Todos los componentes y sistemas necesarios para suministrar al sistema DP la fuerza y la dirección del empuje. El sistema propulsor incluye propulsores con unidades de accionamiento y controles de empuje electrónicos y manuales.
- Sistema de control de DP: Todos los componentes y sistemas de control del DP (incluyendo el software) necesarios para posicionar dinámicamente el buque, que incluyen un ordenador y un controlador con palanca de mando (para recuperación manual), referencia de posición (empleando satélites), sistema sensor de DP y paneles del operario.

—
01 Los buques marinos suelen tener que mantener una posición y un rumbo muy exactos.

No todos los buques DP son iguales en lo que se refiere a redundancia. Las normas de la IMO (Organización Marítima Internacional) definen tres niveles básicos de redundancia para los buques DP:

- **Clase 1 (DP1).** No precisan redundancia.
- **Clase 2 (DP2).** Redundancia para hacer el sistema tolerante a un fallo aislado. No debe producirse pérdida de la posición a causa de un simple fallo de un componente activo ni

—
Un sistema eléctrico para un buque DP debe tener las mayores fiabilidad y flexibilidad, lo que supone un problema dado el espacio limitado, el complejo sistema eléctrico y el entorno hostil.

de sistemas como generadores, propulsores, apartameta, válvulas controladas a distancia, etc., pero puede producirse tras el fallo de un componente estático como cables, tuberías, válvulas manuales, etc.

- **Clase 3 (DP3).** Además de los requisitos de la clase 2, los sistemas redundantes estarán separados físicamente. Los equipos deben soportar fuego o inundaciones en cualquier compartimento sin que falle el sistema. No se producirá pérdida de la posición como consecuencia de un simple fallo que incluya una subdivisión totalmente quemada por un incendio o un compartimento estanco inundado [1] →2.

El buque DP totalmente eléctrico

Al igual que en otras clases de buques marinos, existe una fuerte tendencia entre los buques DP hacia la electrificación. Para los buques DP, la solución del buque totalmente eléctrico (AES) es la única que permite, de forma fácil y eficiente, un control completo y preciso de la posición sometido a todas las condiciones ambientales marinas relevantes.



Notación de clase DP												
IMO equipment class	ABS	BV	CCS	DNV Det Norske Veritas (Noruega)		GL	IRS	KR	LR	NK	RINA	RS
	American Bureau of Shipping (EE.UU.))	Bureau Veritas (Francia)	China Classification Society (China)			Germanischer Lloyd (Alemania)	Indian Register of Shipping (India)	Korean Register of Shipping (Corea)	Lloyds Register (RU)	Nippon Kaiji Kyokai (Japón)	Registro Italiano Navale (Italia)	Russian Maritime Register of Shipping (Rusia)
	DPS-0	DYNAPOS SAM		DYNAPOS AUTS	DPS-0				DP (CM)		DYNAPOS SAM	
Clase 1	DPS-1	DYNAPOS AM/AT	DP-1	DYNAPOS AUT	DPS-1	DP 1	DP(1)	DP (1)	DP (AM)	Class A DP	DYNAPOS AM/AT	DYNPOS-1
Clase 2	DPS-2	DYNAPOS AM/AT R	DP-2	DYNAPOS AUTR	DPS-2	DP 2	DP(2)	DP (2)	DP (AA)	Class B DP	DYNAPOS AM/AT R	DYNPOS-2
Clase 3	DPS-3	DYNAPOS AM/AT RS	DP-3	DYNAPOS AUTO	DPS-3	DP 3	DP(3)	DP (3)	DP (AAA)	Class C DP	DYNAPOS AM/AT RS	DYNPOS-3

02

Las prestaciones exigidas a un buque DP precisan un sistema de accionamiento eléctrico con la máxima disponibilidad y flexibilidad. Pero el limitado espacio disponible y las cuestiones de fiabilidad debidas al complejo sistema eléctrico y al hostil entorno marino hacen difícil esta tarea. La resolución de averías es, por tanto, un aspecto crítico del funcionamiento de los buques DP y debe cubrir de forma eficaz lo siguiente:

—
Una forma eficiente de abordar los fallos eléctricos es la selectividad de zonas, que permite un aislamiento rápido de fallos sin que sufran sus efectos otros usuarios que los directamente afectados.

- Aislar el componente o sistema defectuoso antes de que el fallo se propague de un sistema a otro.
- Garantizar una estrategia de desconexión de un sistema defectuoso basada en la detección de la dirección del fallo.

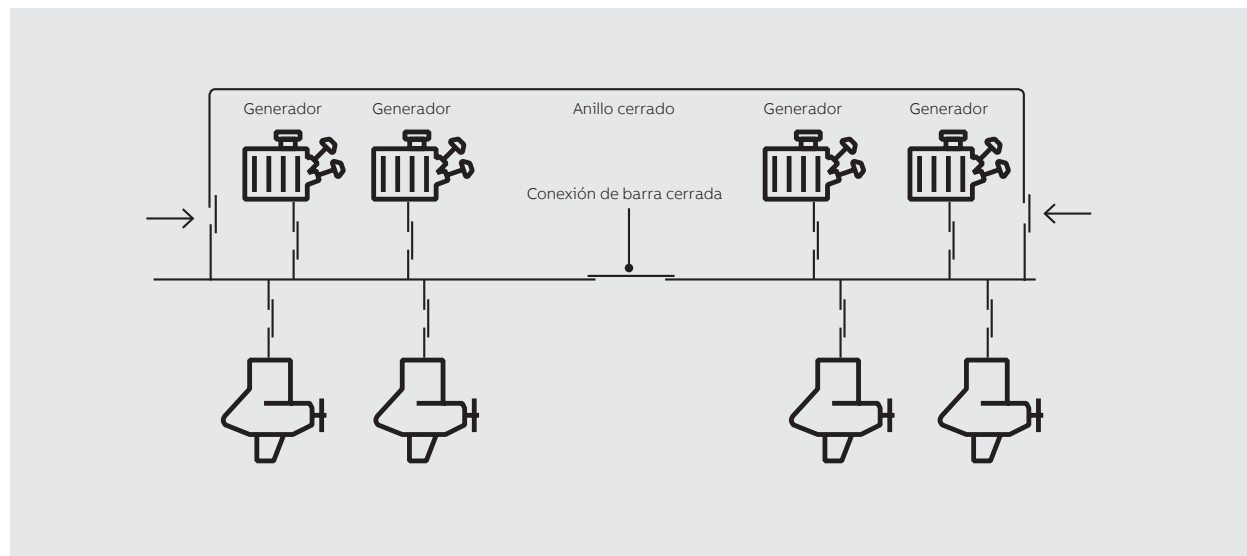
- Garantizar sistemas de protección eléctrica redundantes y flexibles.
- Proporcionar una autosupervisión para limitar fallos ocultos.

Funcionamiento con conexiones a bus cerradas

Los sistemas eléctricos marinos suelen ser del tipo aislado, con entre cuatro y ocho generadores y todo el sistema eléctrico dividido en dos, tres o cuatro secciones. El bus de cada sección está conectado a los demás mediante una conexión que utiliza un interruptor automático. Cuando está cerrada, esta interconexión hace flexible el sistema (en ese caso, cualquier generador puede transmitir potencia a cualquier elemento de consumo, por ejemplo, a los propulsores).

El funcionamiento con conexiones a bus cerradas permite que el buque funcione con algunos motores a plena potencia en vez de con todos a baja potencia. Este modo operativo reduce considerablemente los costes de funcionamiento (por ejemplo, se reduce el consumo de combustible entre un 3 y un 5 por ciento) y los costes de mantenimiento (un 30 por ciento menores).

03



—
02 Las clasificaciones de DP tienen características comunes en todo el mundo.
Nota: La equivalencia a la clase DP de la OMI es aproximada debido a diferencias entre las diversas clasificaciones, exenciones locales, etc.

—
03 Las conexiones a bus cerradas permiten un funcionamiento más eficiente.

—
04 Módulo Ekip Link.

Interruptor automático Emax 2



Módulo Ekip Link



04

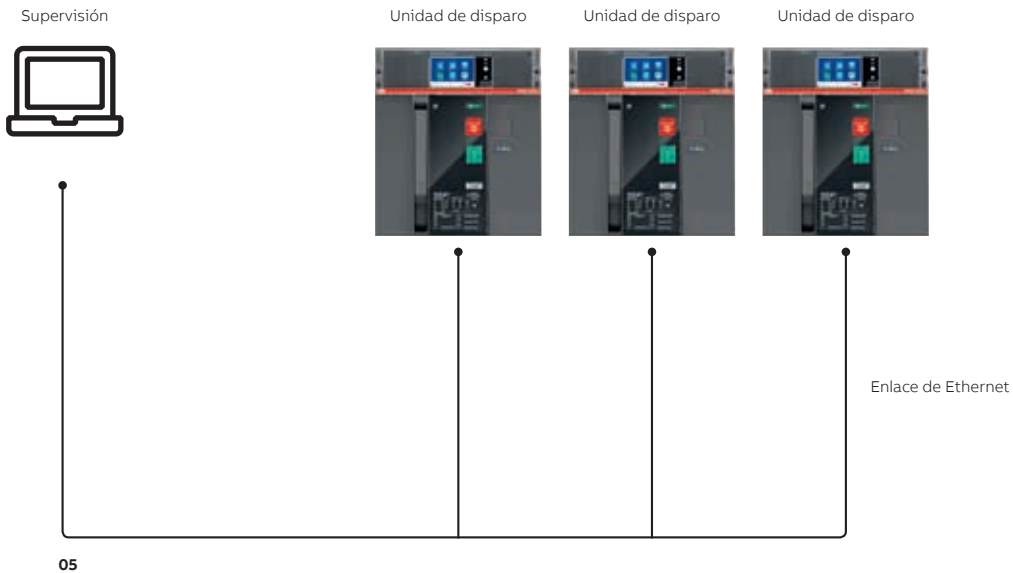
También se reducen las emisiones. Por tanto, el funcionamiento con conexiones a bus cerradas es deseable y es posible diseñar sistemas a prueba de fallos para este tipo de conexión y funcionamiento

—
La protección direccional es útil en sistemas de anillo cerrado con varios generadores donde es esencial definir la dirección del flujo de energía que alimenta el fallo.

en anillo cerrado. Este procedimiento para el tratamiento de fallos es posible gracias al interruptor automático que se encuentra dentro del sistema de anillo cerrado →3.

Módulos Emax y Ekip Link

Emax 2 es más que un interruptor en su definición tradicional: La compacidad y la elevada fiabilidad que resultan de las pruebas previas hacen que Emax 2 sea muy adecuado para aplicaciones en buques marinos. Emax 2 es un concepto innovador “todo en uno”. De hecho, es el primer interruptor inteligente diseñado para proteger, conectar y optimizar aplicaciones de microrredes de baja tensión. Se añaden al interruptor accesorios (módulos) para conseguir todas las funciones adicionales precisas. Uno de estos accesorios básicos es la unidad electrónica de disparo o relé de protección. Ekip Hi Touch o Ekip G Hi Touch son ejemplos de este tipo de unidades, en las que un juego dual de ajustes de protección proporciona la flexibilidad para cambiar la configuración del sistema.



Las aplicaciones DP requieren otra señalización y esta flexibilidad adicional se consigue por medio de contactos programables.

Ekip Link, el módulo de comunicación de ABB para interruptores automáticos de baja tensión, maneja las comunicaciones entre los interruptores utilizando un bus interno patentado de ABB →4.

Todos los interruptores pueden intercomunicarse utilizando sólo un Ekip Link conectado al interruptor principal a través de Ethernet. Si en la cadena de selectividad intervienen más de dos interrupto-

—
La discriminación lógica-zona combina la selectividad de zona y la protección direccional, y se requiere a menudo en los buques DP2 y DP3.

res, se puede emplear un interruptor de Ethernet para manejar las señales correspondientes a las distintas unidades Ekip Link →5.

Con la utilización del protocolo de comunicación de ABB, Ekip Link puede:

- Crear una selectividad lógica compleja sin utilizar un cableado complicado.
- Proporcionar redundancia, empleando bus de Ekip Link y cableado estándar.
- Proporcionar diagnósticos (configurables) para probar la selectividad del cableado.

Discriminación lógica-zona con Emax 2 equipado con Ekip Link

Un elemento importante del diseño del sistema eléctrico del buque DP es la protección contra las averías eléctricas. Un método muy eficaz de manejar los fallos es la selectividad lógica-zona (o “discriminación”), que permite un rápido aislamiento de la avería sin que los usuarios, exceptuados los que estén directamente implicados, perciban ningún efecto.

Este procedimiento puede aislar de forma precisa el ramal averiado abriendo rápidamente interruptores adyacentes, y reducir el tiempo de duración del fallo y los esfuerzos eléctricos.

La selectividad lógica-zona combina la selectividad de zona y la protección direccional.

En contraste con los métodos tradicionales de selectividad, que se basan en el tiempo y/o la corriente, el principio de selectividad de zona es que el interruptor que debería dispararse en caso de avería envíe una señal de bloqueo a otros interruptores (aguas arriba) para impedir que se disparen →6. En otras palabras, el interruptor particularmente afectado puede bloquear el disparo de otros cuando sea procedente.

Tras este esquema se encuentra una lógica que define qué interruptores deben dispararse y cuáles no en determinadas situaciones. Con Emax 2, la señal de bloqueo puede efectuarse mediante una disposición clásica o con comunicación de bus empleando Ekip Link. También es posible utilizar ambas en paralelo (redundancia).

—
05 Cada unidad de disparo (relé de protección) se conecta a un módulo Ekip Link y desde allí a un interruptor principal.

—
06 El interruptor particularmente afectado puede bloquear el disparo de otros cuando sea procedente.

—
07 La conexión basada en Ethernet elimina el cableado con par trenzado proclive a los fallos.

Referencia
[1] Ian C. Giddings, "IMO Guidelines for Vessels with Dynamic Positioning Systems." Available: http://dynamic-positioning.com/proceedings/dp2013/quality_giddings_pp.pdf

Protección direccional

La protección direccional es útil en sistemas de anillo y de red con varios generadores donde es esencial definir la dirección del flujo de energía que alimenta el fallo. Emax 2 de ABB es el primer interruptor automático de baja tensión con protección direccional totalmente integrada y funciones de selectividad zona-direccional.

—
El uso de un bus patentado garantiza una comunicación muy rápida y predecible que es independiente del tráfico en otros buses.

Para utilizar la protección direccional, hay que fijar la dirección de referencia de la corriente. También pueden fijarse distintos umbrales y tiempos de retardo para las distintas direcciones.

Conexión con Ekip Link

Con la conexión Ekip Link, todos los interruptores implicados en la selectividad lógica-zona se conectan mediante un bus patentado basado en Ethernet. Este planteamiento elimina la conexión directa con cableado clásico de par trenzado que anteriormente dificultaba la instalación, puesta en servicio y prueba →7.

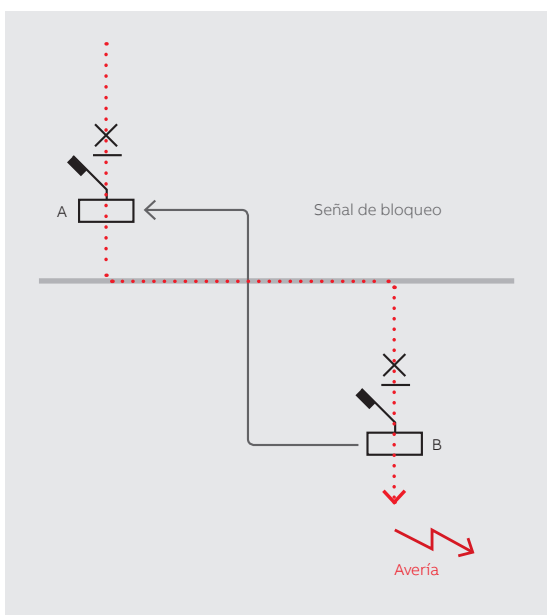
Los módulos Ekip Link deben instalarse en todos los interruptores. Durante el proceso de configuración, el software Ekip Connect de ABB se utiliza para configurar las opciones de selectividad lógica-zona de las unidades que se disparan, es decir, para definir qué señales se recibirán y cuáles se transmitirán al interruptor siguiente; establecer los nodos del sistema; y determinar la dirección IP de cada participante. Aquí, un nodo es un grupo definido de interruptores, uno de los cuales se designa como "referencia de la unidad" y en el que se configuran las opciones de selectividad lógica-zona empleando Ekip Connect. Los participantes son los demás interruptores del grupo.

Con el planteamiento de Emax 2 y Ekip Link, el disparo con empleo de selectividad lógica-zona con alta precisión y fiabilidad tarda 100 ms.

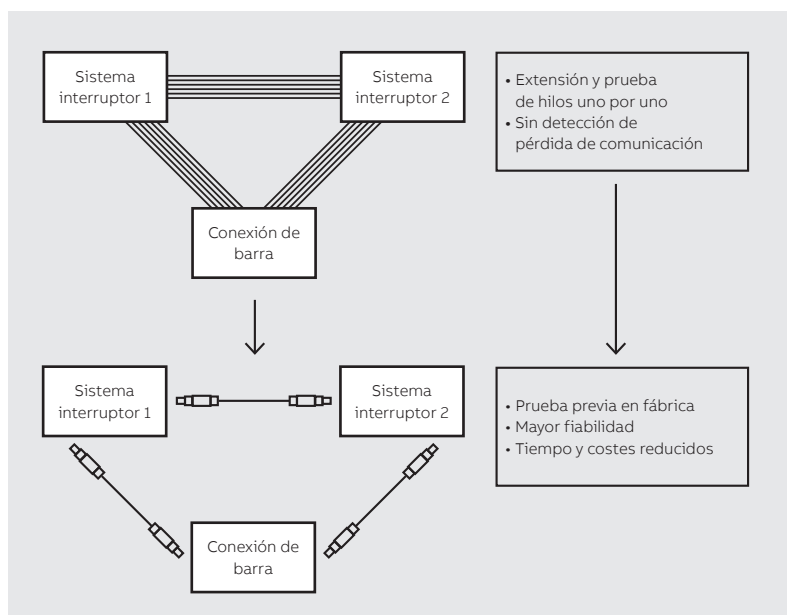
Toma de posiciones para el futuro

El interruptor en aire Emax 2 equipado con Ekip Link constituye la base de una solución única para la discriminación lógica-zona de baja tensión que se ha diseñado para satisfacer los requisitos más exigentes de fiabilidad, flexibilidad y eficiencia en los buques DP con conexiones a bus cerradas. Esta solución es fácil de instalar, poner en servicio y probar.

Las técnicas Emax 2 y Ekip Link descritas aquí se pueden aplicar asimismo a otras aplicaciones de microrredes o sistemas eléctricos complejos (por ejemplo, a centros de datos) en los que la selectividad de zona puede proporcionar mayores beneficios. ●



06



07

PROTECCIÓN Y SEGURIDAD

Emax 2 de ABB protege, supervisa y maneja microrredes

Emax 2 de ABB, la innovación “todo en uno” para microrredes, hace aún más flexibles y rentables las redes eléctricas de pequeña escala. Con toda la funcionalidad esencial de microrredes integrada y con características avanzadas, la solución facilita la gestión de una gran cantidad de requisitos “en red” y “fuera de red”.



Fabio Monachesi

Interruptores de circuitos de baja tensión en aire, Productos de electrificación de ABB
Perugia, Italia

fabio.monachesi@it.abb.com

Las redes eléctricas están experimentando cambios a una escala jamás vista desde la primera aparición de la distribución eléctrica. Los principales agentes que impulsan este enorme desarrollo son el rápido crecimiento de las energías renovables y el aumento de las microrredes.

Los cambios fundamentales en las redes eléctricas provocados por los recursos distribuidos de energías renovables, además de requisitos más exigentes para la resistencia y la completa

Los cambios fundamentales provocados por los recursos distribuidos de las energías renovables han creado nuevos retos para las arquitecturas de las redes eléctricas.

integración de sistemas, han hecho surgir nuevas cuestiones acerca de las arquitecturas de las redes eléctricas. Las microrredes proporcionan las respuestas.



Las microrredes son redes de baja tensión (BT) que, o están conectadas a la red de la compañía eléctrica o trabajan de modo aislado de forma coordinada y controlada. Las microrredes son frecuentemente generadores diésel y sistemas de

—
Emax 2 es el primer interruptor automático con lógica programable incorporada, capaz de hacerse cargo de la función de conmutación de transferencia automática.

almacenamiento de energía (volantes de inercia, baterías de ion de litio, etc.) complementados por fuentes de energía renovable, tales como generadores solares.

En 2016 se instalaron por todo el mundo más de 1,5 GW en microrredes eléctricas de BT; las estimaciones para 2020 van hasta 4 GW. Este contexto es ideal para Emax 2 de ABB →1.

ABB Emax 2

Emax 2 es el primer interruptor automático inteligente destinado a microrredes de BT. En sólo un producto, Emax 2 proporciona protección avanzada, conectividad total y capacidad de lógica. así como gestión de carga, generación y almacenamiento. Emax 2 es la innovación “todo en uno” diseñada para proteger, conectar y optimizar aplicaciones de microrredes de BT.

Aunque Emax 2 es el interruptor automático en aire más compacto del mercado (alrededor de un 30 por ciento más compacto que otros dispositivos equivalentes), incluye muchas funcionalidades avanzadas:

Protección

El interruptor puede proteger totalmente cargas y generadores. Por ejemplo, la conexión de un generador a una microrred de BT o a una red de media tensión (MT) a través de un transformador añade unos requisitos específicos de protección tales como la protección de la máquina y el sincronismo entre generadores y red. Para estos y otros requisitos, las unidades Emax 2 de protección de generadores ofrecen una amplia gama de nuevas funciones de protección y comprobaciones en paralelo.



La transición de “en red” a “fuera de red” modifica la configuración de la red y los requisitos de cortocircuito. Un ejemplo representativo de esto sería una microrred con alimentación de compañía

Aunque Emax 2 es alrededor de un 30 por ciento más compacto que otros dispositivos equivalentes, incluye muchas funcionalidades avanzadas.

eléctrica (“en red”) y un generador de alimentación de emergencia (“fuera de red”). Emax 2 asegura ajustes adaptativos de protección para cada situación, garantizando coordinación en cualquier condición.

La selectividad de zona es el método más avanzado para tomar decisiones de protección coordinada de la red. La selectividad de zona se basa en disponer de una red en la que todos los dispositivos pueden enviar y recibir señales entre sí. En condiciones de fallo, el interruptor Emax 2 más próximo al fallo adopta la acción adecuada e informa a los demás para que sigan funcionando. El interruptor inteligente garantiza el máximo nivel de fiabilidad gracias a la selectividad redundante de zona basada en dos redes de coordinación: eléctrica y digital (Ethernet).

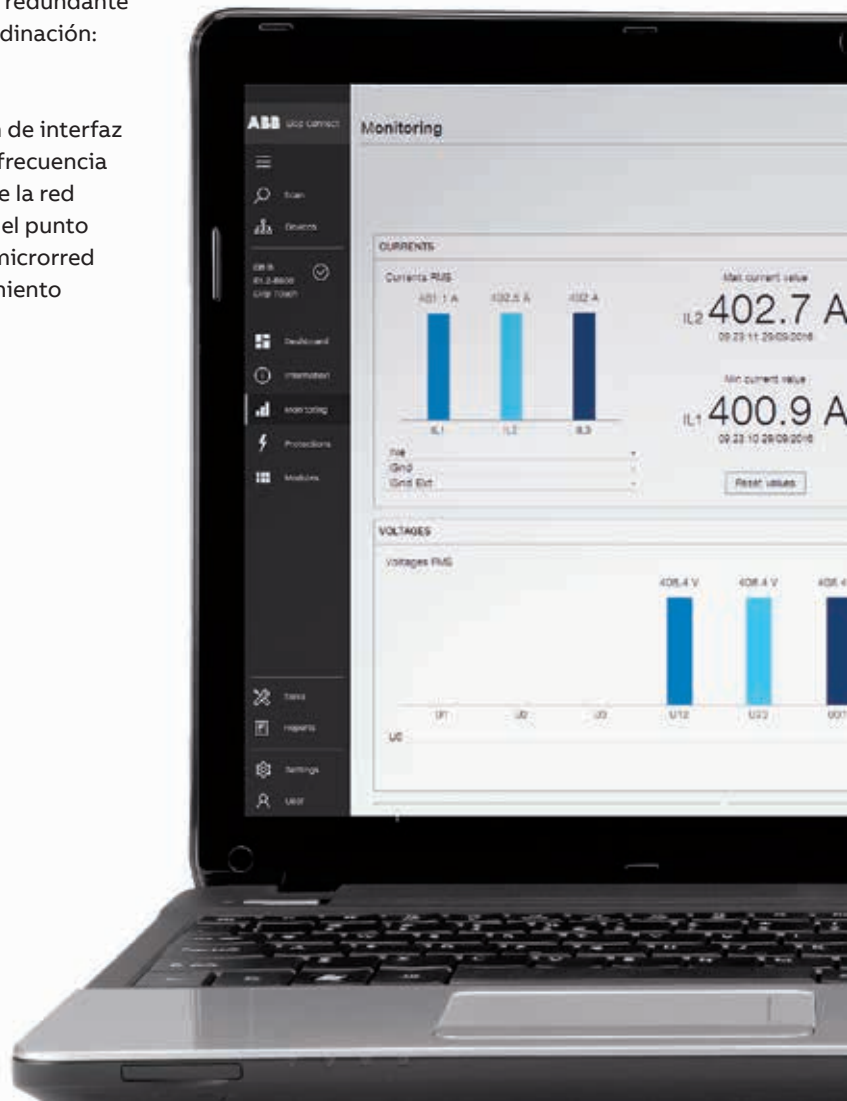
Se requieren funciones de protección de interfaz basadas en mediciones de tensión y frecuencia cuando se desconecta la microrred de la red principal. Emax 2 es el interruptor en el punto de acoplamiento común (PCC) de la microrred e incluye estas funciones, en cumplimiento de normas internacionales.

Lógica

La continuidad del servicio es esencial en una microrred. Si se produce un fallo en la red de la compañía eléctrica, un interruptor automático de transferencia (ATS) dirige el cambio de la alimentación desde la línea eléctrica principal a la de un generador local. Emax 2 es el primer interruptor automático con lógica programable capaz de manejar esta función ATS. Estas nuevas funciones maximizan la continuidad del servicio y permiten una reducción de hasta el 30 por ciento de la aparamenta necesaria.

Las funciones de interbloqueo aumentan la fiabilidad del sistema eléctrico y la seguridad de las personas en una microrred conectada a una red de MT. Emax 2 puede distinguir tipos de fallo de tierra (restringido o no restringido) y, a través de contactos programables, ordenar la desconexión de la red de MT, sin más relés externos. Además, cuando se dispara el interruptor de MT, es necesario que el de BT se abra, evitando la circulación inversa de corriente por el fallo. Mediante la utilización de protocolos de comunicaciones de Emax 2 o de contactos programables, es posible ejecutar funciones tales como las indicadas e interbloquear los lados de MT y BT.

02



—
01 Emax 2, una innovación
"todo en uno"

—
02 Herramienta para
puesta en servicio
Ekip Connect 3

Conectividad

El analizador de red incorporado en el Emax 2 comprende la calidad de la energía eléctrica y un amplio conjunto de mediciones eléctricas. La integración del sistema está garantizada por la total conectividad a través de protocolos de comunicación tales como IEC 61850, Modbus TCP, Modbus RTU, Ethernet IP, Profibus, ProfiNet, DeviceNet, Link y openADR. También se dispone de Ekip View y Ekip Control Panel microScada.

El Sistema de Control de la Distribución Eléctrica ABB Ability™ es una plataforma basada en la nube que puede supervisar y analizar la circulación de corriente en cualquier instalación, potenciando la inteligencia y la conectividad de los interruptores en aire de Emax 2. Permite la evaluación de datos "en vivo" y el control y manejo a distancia de sistemas eléctricos industriales y de edificios.

Gestión

Una reducción rápida de cargas puede ayudar al aislamiento de la microrred durante la transición de "en red" a "fuera de red" o el estado estacionario. Emax 2, mediante el empleo de su función de índice de variación de frecuencia (ROCOF), desconecta las cargas únicamente cuando surge

una situación de desequilibrio de emergencia →4. Emax 2 determina la lógica de la reducción de carga empleando contactos digitales incorporados en el interruptor o instalados externamente en módulos de carril DIN.

Se utilizan suavizado de picos y desplazamiento de cargas para controlar el flujo de energía eléctrica en la microrred, reducir las cargas de demanda máxima y optimizar la absorción de la planta. Emax 2 está preparado para aplicaciones de centrales virtuales (agregación de clientes y cargas) y programas de respuesta a la demanda gracias a protocolos de comunicación. Se ha incluido en Emax 2 un algoritmo patentado de gestión de la energía eléctrica.

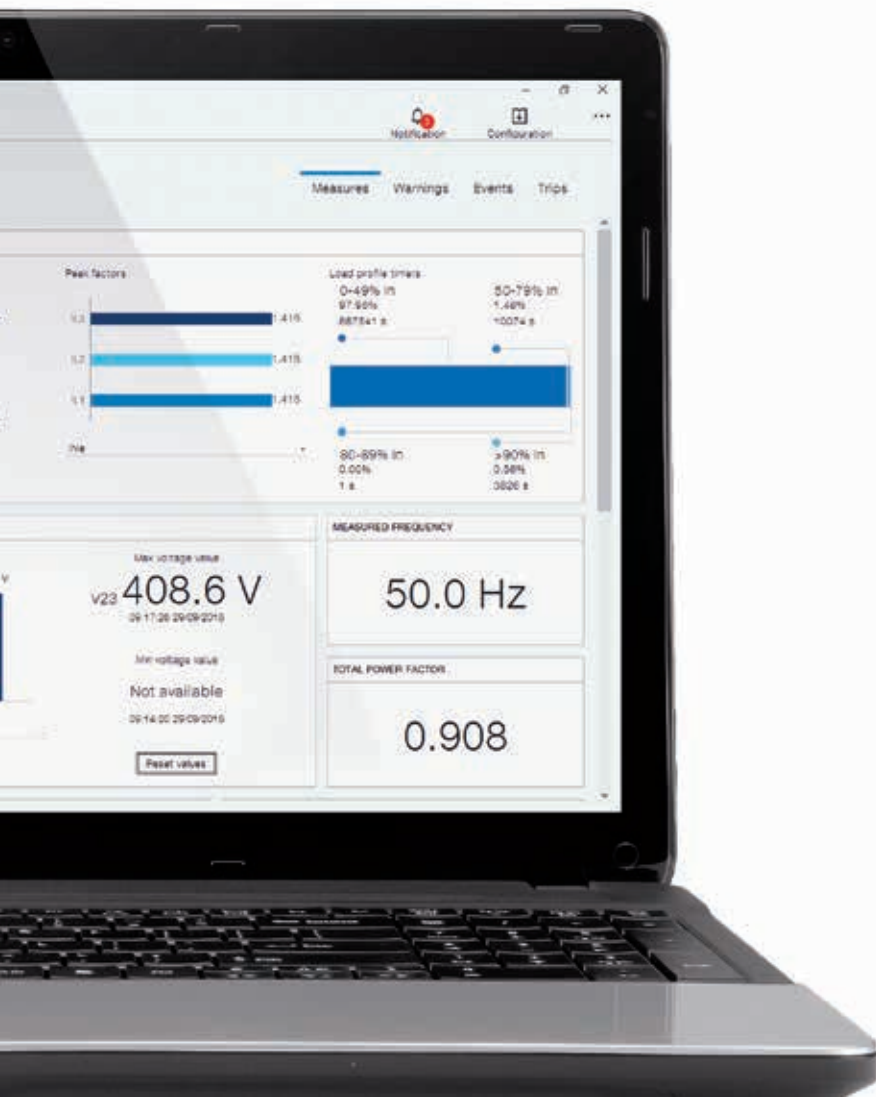
—
La selectividad de zona es el método más avanzado para tomar decisiones de protección coordinada de red.

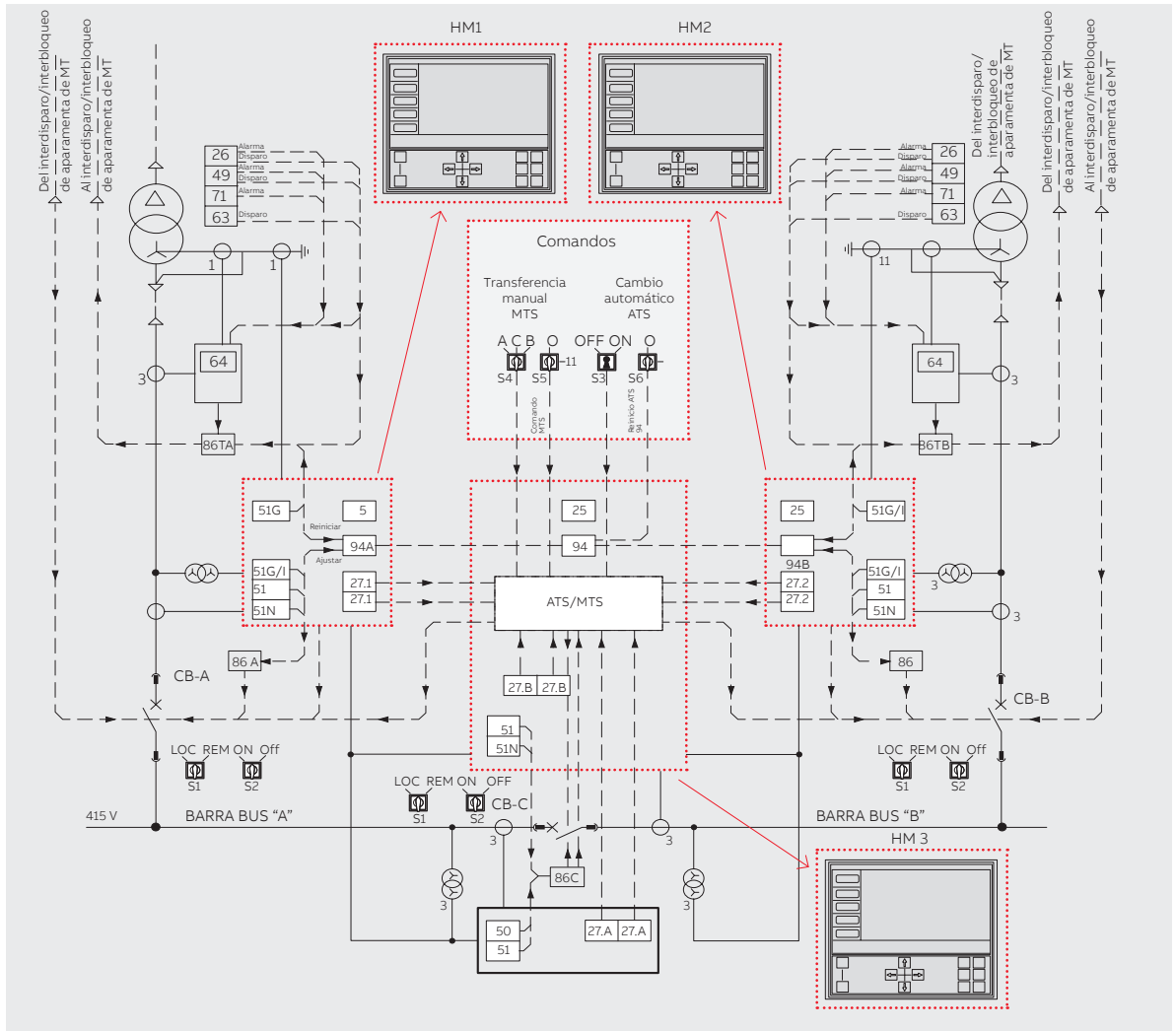
Emax 2 proporciona mucha funcionalidad en un solo dispositivo, sustituyendo así a múltiples dispositivos y proporcionando una solución simple, barata e inteligente.

A lo largo de su vida, una microrred de BT conectada a la compañía eléctrica tiene cuatro etapas operativas (aislamiento, aislada, reconexión y conectada a red) y Emax 2 puede controlar cada una de ellas.

Aislamiento de microrred

Emax 2 se suele instalar inmediatamente aguas abajo del transformador MT/BT como punto de interfaz entre la microrred y la red principal. Si hubiera un fallo en la red de MT, Emax 2 puede detectarlo y modificar rápidamente los umbrales de protección basados en frecuencia y tensión. El sistema de protección de interfaz incluido en el interruptor desconecta la microrred de la red principal para permitir que funcione de forma aislada. Emax 2 modifica entonces los ajustes de protección del alimentador de acuerdo con las nuevas condiciones de la microrred. En particular, los valores de protección de cortocircuito deben reducirse, puesto que ya no hay una contribución al fallo desde el lado de la compañía eléctrica. Gracias a esta protección adaptativa, sigue garantizada la coordinación entre los distintos recursos, incluso estando fuera de la red.





03a

Ekip Link es la herramienta de bus patentada de ABB que facilita la comunicación horizontal entre los interruptores, permitiendo selectividad digital. La comunicación directa entre los interruptores

—
Emax 2 dispone de un método integrado patentado de rápida reducción de la carga que aprovecha los valores medidos de intensidad y tensión del dispositivo para disminuir el riesgo de la caída de frecuencia.

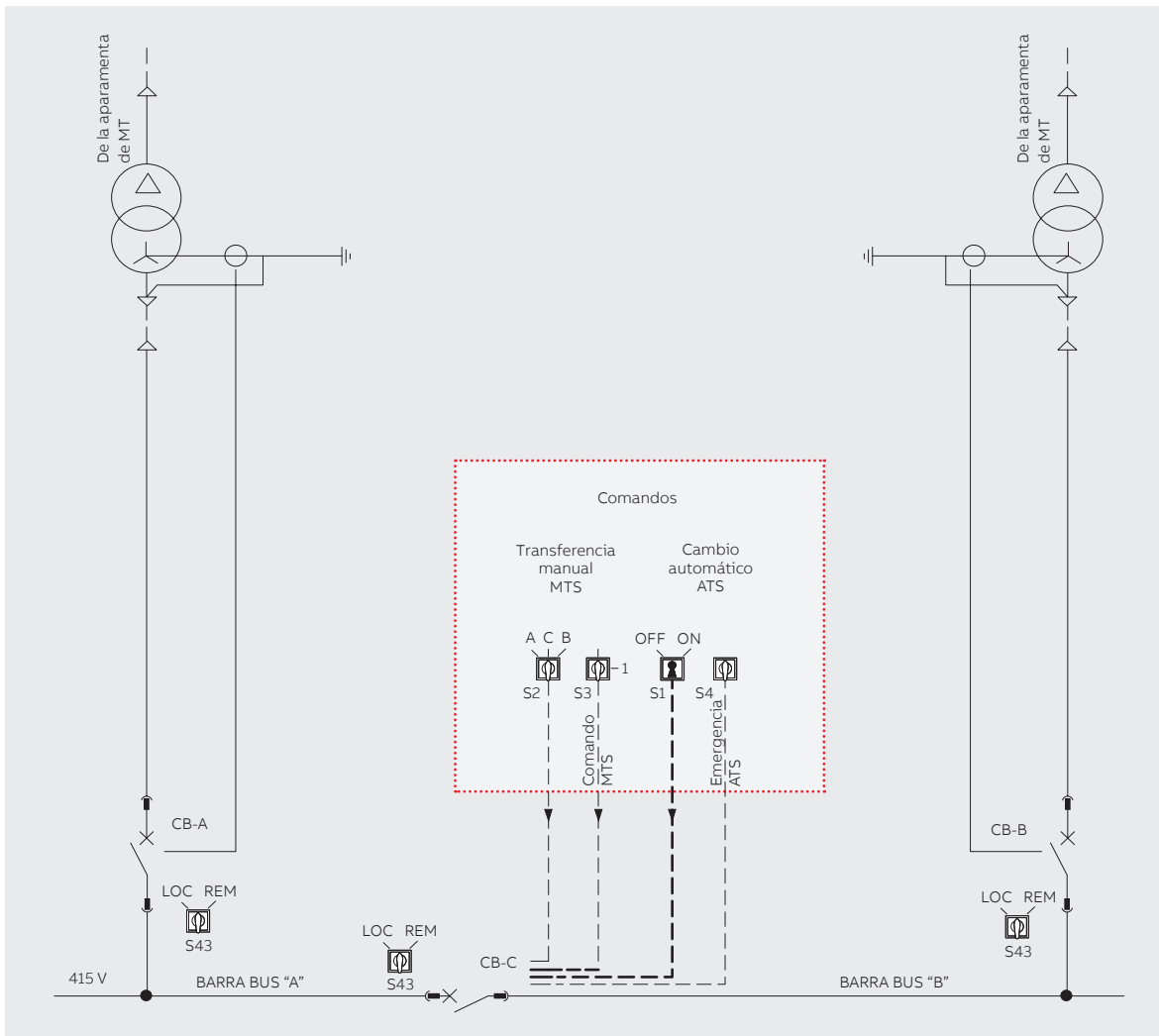
de Emax 2 elimina la necesidad de un dispositivo de supervisión (o maestro), lo que agiliza el intercambio de datos.

Durante la transición del aislamiento de la microrred, es muy importante evitar una caída de frecuencia en caso de que se produzca inestabilidad, o incluso un apagón.

Emax 2 dispone de un método integrado patentado de rápida reducción de la carga que aprovecha los valores medidos de intensidad y tensión del dispositivo para disminuir el riesgo de la caída de frecuencia. De acuerdo con el consumo de energía eléctrica de la microrred y las mediciones de frecuencia, la reducción de carga adaptativa quita rápidamente las cargas menos críticas para mantener el equilibrio energético y evitar apagones. Ya que es posible añadir o perder fuentes de alimentación de energía tras el evento de aislamiento (por ejemplo, la puesta en marcha de un generador de reserva o de un inversor con protección antiaislamiento) la reducción de carga de Emax 2 presenta configuraciones particulares: Una para un generador de emergencia y otra para energía solar que tiene en cuenta la geografía de la planta, la inclinación de los paneles solares, su orientación y tamaño.

Microrred aislada

Cuando una microrred se encuentra en modo aislado, es posible poner en marcha otros recursos, tales como generadores de reserva. Como se ha indicado anteriormente, la lógica ATS integrada de Emax 2 gestiona la transferencia desde la línea



03b

—
03 El ATS incorporado reduce el número de componentes preciso para la lógica de conmutación de transferencia.

03a Configuración típica.

03b Con ATS integrado.

principal de la red a una línea de emergencia a fin de minimizar los problemas causados por condiciones de fallo en la red pública o en la red de MT. La ATS integrada de ABB es un sistema de automatización de la energía eléctrica de alto rendimiento que es fácil de instalar y programar. La ATS aprovecha las nuevas capacidades proporcionadas

—
El Sistema de Control de la Distribución Eléctrica ABB Ability™ es una plataforma basada en la nube que puede supervisar y analizar la circulación de corriente en cualquier instalación.

por la herramienta de software para puesta en servicio Ekip Connect 3 →2 y Emax 2 para proporcionar una solución compacta y fiable →3. La solución ATS integrada es tan compacta como el Emax 2 porque no hay que añadir nada, aparte de

las unidades internas de disparo y la comunicación Ekip Link. En caso necesario, se pueden instalar módulos Ekip Synchrocheck para manejar el sincronismo durante la actividad en paralelo.

La ATS de Emax 2 reduce los conocimientos de programación y eléctricos de PLC necesarios para programar un cuadro de distribución eléctrica automático mediante plantillas generales, probadas y listas para funcionar, que se pueden adaptar por medio de una interfaz de usuario gráfica (GUI). Cuando lo apruebe el usuario, una simple herramienta permite incorporar la plantilla a los dispositivos. Los parámetros pueden modificarse posteriormente, simplemente mediante la conexión de un ordenador portátil y empleando la misma GUI. Se estima que el tiempo ganado en ingeniería de ATS es de alrededor del 95 por ciento.

Reconexión de la microrred

Una de las características fundamentales de Emax 2 es la capacidad de resincronizar la microrred con la red cuando se encuentra en estado estacionario.

No se precisan ni un relé sincrocheck externo ni equipos de sincronización para el funcionamiento en paralelo. Los sensores de tensión en el lado de la microrred se integran en el interruptor automático Emax 2, de forma que sólo se precisa un transformador monofásico en el lado de la red principal.

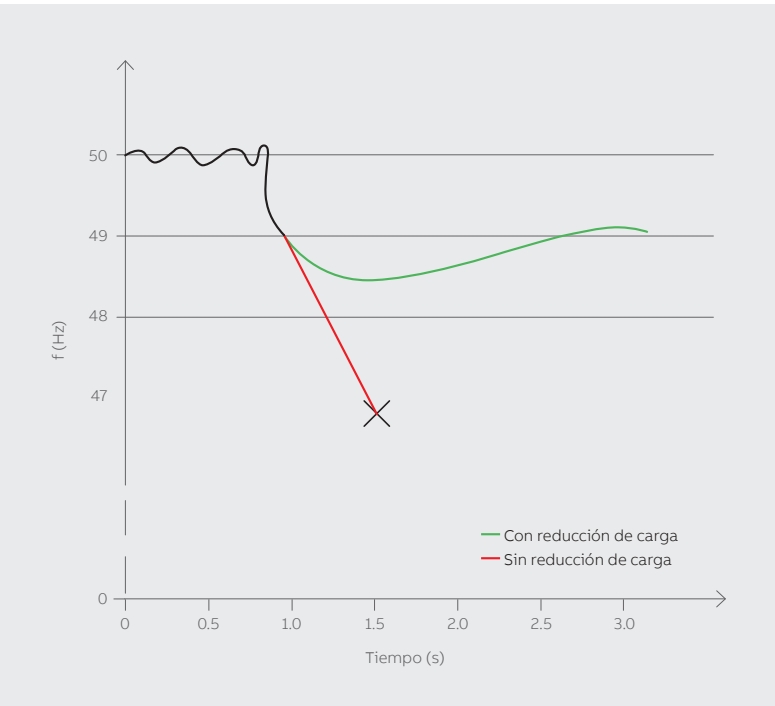
Mediante el empleo del módulo de cartucho Ekip Synchrocheck, Emax 2 supervisa los parámetros más importantes de reconexión y adapta la

El analizador de red incorporado en el Emax 2 comprende la calidad de la energía eléctrica y un amplio conjunto de mediciones eléctricas.

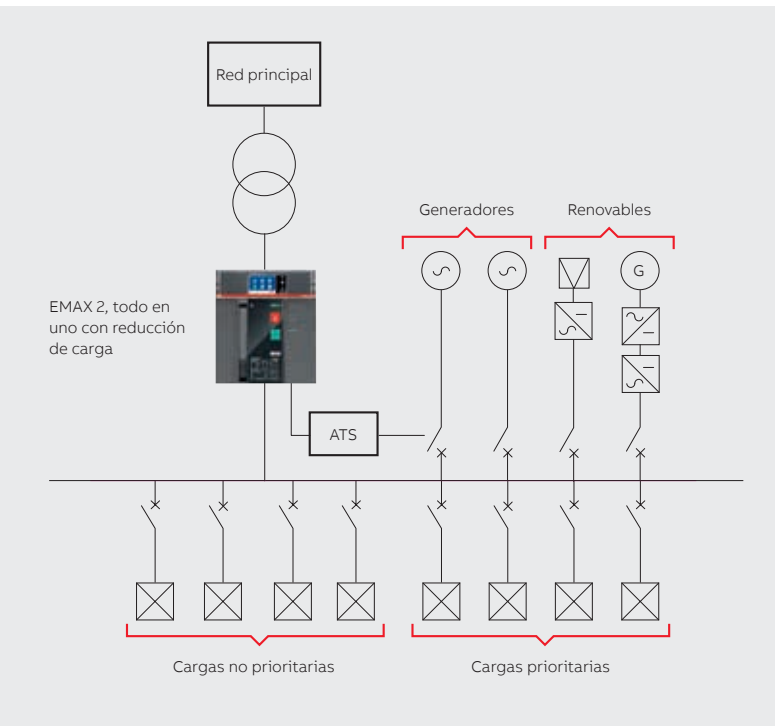
tensión y la frecuencia de la microrred a las de la red. La regulación secundaria de los controladores locales del generador es efectuada por los contactos Ekip Signaling de forma que se pueda lograr la sincronización. El interruptor se vuelve a cerrar automáticamente cuando entiende que se ha conseguido el sincronismo empleando Ekip Synchrocheck junto con la bobina de cierre integrada →5.

Microrred conectada a red

Puesto que cualquier pico de potencia puede representar facturas más altas, y las aplicaciones de respuesta a la demanda tienen que controlar el flujo de energía al PCC, Emax 2 dispone de un algoritmo de gestión de la energía eléctrica patentado integrado que lleva a cabo una lenta carga y desconexión del generador o una modulación de potencia. El algoritmo se basa en la limitación del flujo medio de electricidad hacia la microrred de acuerdo con las capacidades de manejo del transformador, en la potencia contratada o en la señal recibida para las estrategias de respuesta a la demanda. Para este último caso, Emax 2 potencia el protocolo openADR para comunicarse con los agregadores de carga locales o con las compañías como nodo terminal virtual.



04a



04b

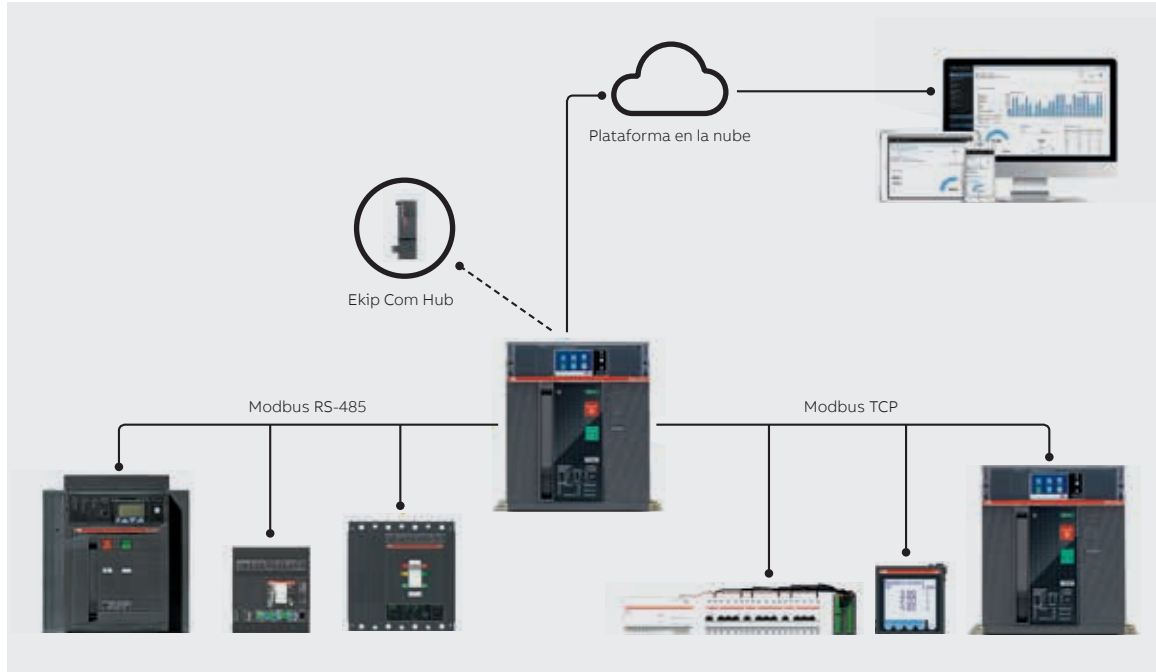
—
04 La reducción de carga protege a la microrred frente a una rápida caída de frecuencia. La planta continúa activa y puede trabajar en modo aislado, alimentando siempre a las cargas prioritarias.

04a Debe evitarse una caída rápida de la frecuencia.

04b Esquema de reducción de carga.

—
05 La función synchro-closing permite la reconexión de la microrred a la red principal sin sincronizador externo.

—
06 Solución integrada de microrred con la ABB Ability Ekip Com Hub.



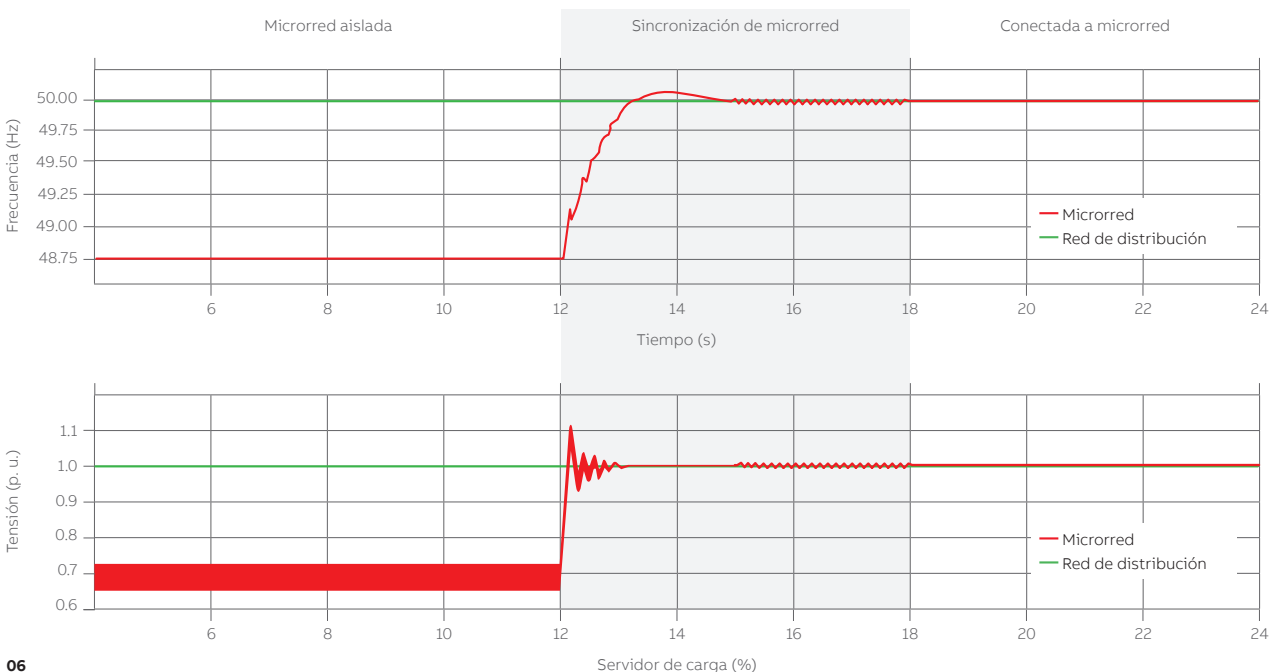
05

Emax 2 puede ayudar al director de la microrred de muchas otras formas. Por ejemplo, el Sistema de Control de la Distribución Eléctrica ABB Ability es una plataforma basada en la nube que permite que personas autorizadas supervisen, optimicen y controlen la microrred desde cualquier sitio. Todo lo que se precisa es un módulo de comunicación de tipo cartucho, el Ekip Com Hub, instalado en la caja terminal para establecer la conexión con la nube →6.

Esta arquitectura de nube ha sido desarrollada en unión con Microsoft para reforzar sus prestaciones y garantizar la mayor fiabilidad y seguridad. Por

primera vez, los interruptores inteligentes pueden proporcionar una supervisión y gestión amplias en redes de BT ampliamente extendidas.

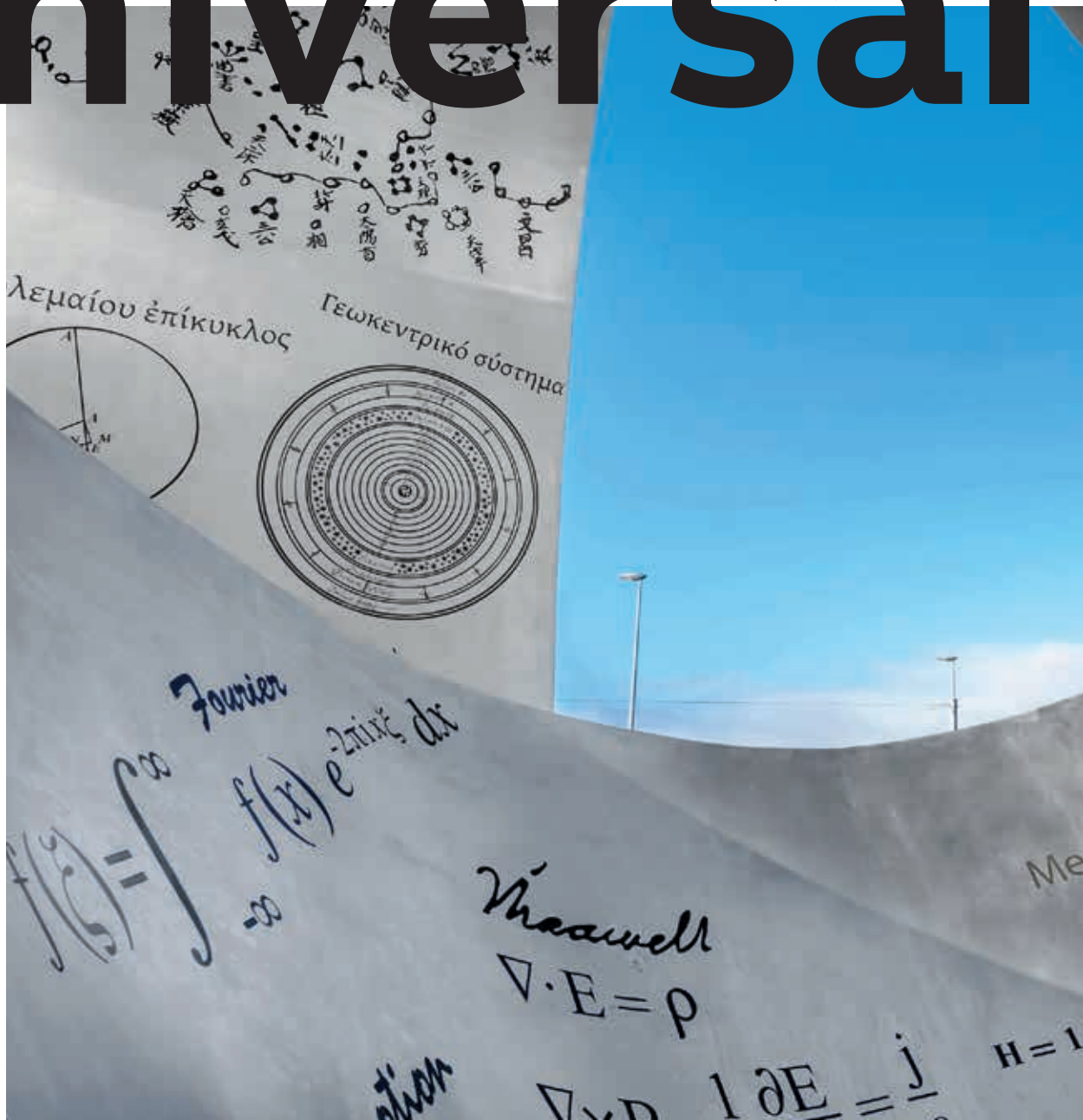
Mientras las microrredes sigan proliferando, el interruptor inteligente Emax 2 de ABB permitirá que los operadores reduzcan sus costes y aumenten sus capacidades. La protección, el control, la supervisión y la gestión se pueden manejar con un sólo dispositivo que asegura las cargas de las microrredes y el trabajo de los generadores de forma controlada, tanto si la microrred está conectada a la red como si está funcionando de modo aislado. ●



06



Conexion universal



es

es

¿Con qué asocia la mayoría de las personas a ABB? Probablemente, muchos citarán productos y aplicaciones para redes eléctricas y fábricas. Pero ABB es mucho más. En esta sección, ABB Review visita algunas de las aplicaciones menos conocidas como experimentos con convertidores eléctricos en el CERN y depuración de aire en los puertos.

- 70 MFT de MT personalizados para un cliente exigente
- 76 Conexiones en buques de pasajeros y portacontenedores



70

CONEXIONES UNIVERSALES

MFT de MT personalizados para un cliente exigente

Los transformadores de frecuencia media (MFT) proporcionan una característica básica de la que carecen los sistemas electrónicos de potencia tradicionales actuales: aislamiento galvánico. Gracias a los MFT, los sistemas electrónicos de potencia se pueden extender al rango de media tensión (MT) y sustituir de una forma más compacta al binomio convertidor convencional/transformador de frecuencia de red. La dilatada experiencia de ABB en el ámbito de las capacidades MFT, ligada a la habilidad de proporcionar MFT personalizados, son las razones por las que hasta el día de hoy ABB es el único proveedor del mundo capaz de suministrar un MFT que satisfaga las estrictas necesidades de la Organización Europea de Investigación Nuclear (CERN) →1.

Toufann Chaudhuri
Stephane Isler
Marie-Azeline Faedy
ABB Sécheron SA
Ginebra, Suiza

toufann.chaudhuri@
ch.abb.com
stephane.isler@
ch.abb.com
marie-azeline.faedy@
ch.abb.com

Los transformadores de baja frecuencia (LFT) son transformadores conectados directamente a la red. La frecuencia operativa (frecuencia fundamental) es esencialmente la frecuencia de la red, es decir, 16,7; 50; 60 Hz. En algunas aplicaciones especiales (como la tracción), el transformador está además sujeto a cierto contenido de armónicos de hasta varios kHz (contenido fundamental + contenido de armónicos).

Los MFT son transformadores conectados a convertidores (CC/CA, CA/CC, CC/CC) con fines de reducción de peso/dimensión con respecto a una solución de LFT.

Los MFT son transformadores conectados a convertidores (CC/CA, CA/CC, CC/CC) con fines de reducción de peso/dimensión con respecto a una solución de LFT.

En este caso, la frecuencia fundamental ya es de varios kHz o más. La forma de onda también suele contener armónicos a frecuencias muy superiores (decenas de kHz).



—
01 Sede del CERN en
Ginebra, Suiza
Fotografía © CERN.

Cuestiones físicas

Existen algunas diferencias físicas importantes entre el LFT y el MFT. Las frecuencias medias tienen consecuencias sobre el comportamiento de los materiales. Las pérdidas provocadas por el flujo a frecuencia media son mucho mayores que a baja frecuencia, lo que significa que no se pueden

—
La combinación de la reducción del diámetro del devanado y del número de vueltas disminuye drásticamente la longitud total del conductor, y por tanto de la resistencia eléctrica, que es el principal motivo por el que los MFT son mucho más eficientes que los LFT.

usar materiales de núcleo estándar. Para limitar pérdidas en el núcleo, deben utilizarse ferritas o láminas de acero mucho más finas (de un par de μm como mucho). Asimismo, el contenido de frecuencia media de la corriente ejerce un efecto

muy fuerte sobre las pérdidas de cobre, y de igual forma, los conductores se deben dividir en muchos cables paralelos con una sección transversal muy pequeña (denominada hilo de Litz).

Por ese motivo, los materiales del núcleo y el conductor de los MFT son distintos de los del LFT. Tanto el flujo magnético como el número de vueltas son inversamente proporcionales a la frecuencia. Suponiendo una densidad de flujo constante, el aumento de la frecuencia permite una reducción de la sección transversal del núcleo y del número de vueltas de los devanados. Por tanto, el tamaño del transformador se reduce muy significativamente con el aumento de la frecuencia. Además, la combinación de la reducción del diámetro del devanado y del número de vueltas disminuye drásticamente la longitud total del conductor, y por tanto de la resistencia eléctrica, que es el principal motivo por el que los MFT son mucho más eficientes que los LFT.

Además de consumir menos materia prima que el transformador de frecuencia de red eléctrica equivalente y de ofrecer mayor eficiencia, la huella reducida de un MFT es otra de sus grandes ventajas →2.



ENTREVISTA

El CERN y ABB Review hablan de transformadores



Dr. Davide Aguglia

Davide Aguglia participa en el proyecto MFT para la mejora del acelerador de partículas Proton Synchrotron y habla con ABB Review sobre los desafíos técnicos y los resultados del proyecto.

Electrical Power Converter Group, CERN
Ginebra, Suiza

RA **Revista ABB (RA):** ¿Podría describirnos cómo se relacionan los MFT con su trabajo en el CERN?

DA **Davide Aguglia (DA):** Soy jefe de sección del grupo de Convertidores de Potencia Eléctrica. El grupo suministra soluciones de potencia para la mayoría de los imanes y equipos de radiofrecuencia (RF). Los imanes son necesarios para guiar el haz de partículas y la RF lo es para acelerar el haz. El grupo consta de ocho secciones y los MFT son para la sección de Convertidores de Impulsos Rápidos y se están instalando en el acelerador de partículas Proton Synchrotron (PS). El PS es uno de los aceleradores que impulsan el Gran Colisionador de Hadrones (LHC), así como otros experimentos del CERN.

RA ¿Por qué puso en marcha el CERN un proyecto para sustituir los transformadores existentes?

DA Es necesario aumentar la luminosidad del LHC: por luminosidad se entiende el número de colisiones de partículas por segundo. Para lograr este objetivo, el CERN ha puesto en marcha una fase de consolidación y mejora de su complejo de aceleradores, lo que requiere nuevos convertidores de potencia para el sistema de RF del PS que contribuyan a la aceleración de las partículas. Los MFT son subcomponentes del núcleo de los nuevos convertidores de potencia.

RA ¿Podría explicar brevemente a nuestros lectores qué tienen de especial los requisitos de energía del PS?

DA Se requiere un suministro de potencia continua de 25 kV, con independencia de los cambios de carga. La carga de RF consta de tubos electrónicos (amplificadores de RF) que convierten la potencia eléctrica en potencia de RF. Las características de la carga de RF cambian de acuerdo con el tipo de aceleración aplicada. Esto significa que la carga cambia, pero la potencia de 25 kV suministrada debe permanecer constante. Básicamente necesitamos crear una fuente de tensión perfecta o ideal.

La respuesta de ABB al desafío del MFT

ABB tiene una amplia experiencia en el ámbito de los MFT. Tradicionalmente, al entrar en la gama de MT, toda reducción de tamaño está restringida debido a que las distancias de aislamiento se convierten en un factor limitante, es decir, la reducción de tamaño se ve limitada por las distancias dieléctricas. Sin embargo, gracias al magnífico rendimiento del aislamiento en aceite, es posible beneficiarse de la compacidad ofrecida por la FM incluso para requisitos más exigentes de tensión de aislamiento. Gracias al aislamiento en aceite se pueden usar distintos métodos de refrigeración: refrigeración forzada o natural por aceite, refrigeración indirecta por agua, refrigeración forzada o natural por aire, todas son posibles.

Uno de los desafíos que conlleva la oferta de una alta tensión de aislamiento y la reducción simultánea del tamaño en varios órdenes de magnitud tiene que ver con los aisladores pasantes. Mientras que los aisladores pasantes de alta tensión estándar solo representan una fracción del tamaño

de un LFT, son más grandes que un MFT completo, lo que significa que no se pueden usar. En su lugar deben usarse aisladores pasantes pequeños a través de una cubierta aislante del contenedor.

—
Además de consumir menos materia prima que el transformador de potencia de red eléctrica equivalente, la reducción del tamaño del MFT es una de las ventajas clave de este tipo de transformadores.

Para conseguir distancias de separación y fugas adecuadas se requieren conocimientos dieléctricos profundos y capacidades de simulación de métodos de elementos finitos (FEM).

AR ¿Cuáles fueron los retos técnicos de este proyecto?

DA Bueno, eso es fácil de responder. El equipo debía cumplir tres condiciones específicas que no existían en ningún sitio. Y, por lo que sé, siguen sin existir. Que yo sepa, este es el primer transformador de la historia que combina aislamiento de alta tensión a 25 kV, frecuencia media a 20 kHz y potencia a 100 kW.

Además, la especificación del CERN exigía que los convertidores fueran modulares para que también pudieran utilizarse en el futuro, y no solo para la consolidación y mejora del PS.

RA Ya se ha instalado el primer convertidor. ¿Qué tal van las cosas?

DA Se han solicitado cinco convertidores de potencia. Eso implica un pedido de 17 MFT. Tres para cada convertidor y dos de repuesto. El prototipo está en funcionamiento. Aún lo estamos analizando, pero su comportamiento es bueno. En otoño se pondrán en funcionamiento otros tres convertidores.

RA ABB y el CERN son grandes organizaciones. ¿Cree que ese hecho propició sinergias o dificultades durante el proyecto?

DA Se formalizó un contrato específico para satisfacer las necesidades del proyecto. La cobertura de los riesgos asociados a un proyecto tan complicado para ambas partes dio lugar a una fase de adquisición más elaborada.

Ciertamente, el tamaño de ABB fue una ventaja para mí y para todo el personal técnico del CERN. El tamaño de ABB permitió ejecutar todas las fases del proyecto dentro de la empresa. No se subcontrató nada, todo se realizó internamente. Esto propició una colaboración mucho más rápida y sencilla, y una división de las responsabilidades fácil y clara entre las dos partes.

RA ¿Cuál fue el elemento diferenciador de ABB?

DA La competencia técnica de ABB en su ámbito es excepcional. Los ingenieros, los técnicos y el jefe del departamento de I+D de ABB me recibieron en Ginebra, lo que supuso una gran ventaja. Por ejemplo, los técnicos participaron en las primeras conversaciones sobre el diseño. Se trata de un proyecto muy técnico, y el hecho de poder hablar directamente con los ingenieros de ABB y acceder a su amplia experiencia fue, sin duda, una enorme ventaja para mí.

RA Nos encanta oír eso. Muchas gracias por su tiempo y por esta entrevista.

CERN

Fundado en 1954, el Laboratorio del CERN se ubica en medio de la frontera franco-suiza, en las proximidades de Ginebra. En el CERN se emplean los

A día de hoy, ABB es el único proveedor del mundo capaz de entregar un producto de este tipo al CERN.

instrumentos científicos más grandes y complejos del mundo [1] para estudiar los componentes más básicos de la materia: las partículas fundamentales. Los instrumentos utilizados en el CERN son aceleradores de partículas y detectores. El CERN cuenta con nueve aceleradores de partículas, entre ellos el Proton Synchrotron.

Modernización del acelerador Proton Synchrotron

El CERN describe el Proton Synchrotron (PS) como su "eje central", que se utilizó por primera vez para acelerar protones en 1959. Se trata de un acelerador lineal que acelera partículas para muchos experimentos del CERN →3. Incorpora cavidades de radiofrecuencia que requieren una tensión CC estabilizada de 25 kV. En 2013, el PS se sometió a una modernización, parte de la cual consistió en la integración de MFT en el convertidor de CC/CC



03





—
02 Transformador de frecuencia media.

—
03 Acelerador Proton Synchrotron del CERN en el que se instaló el MFT de ABB. Fotografía © CERN.

—
Referencias
[1] <https://home.cern/about>. Accessed 21.02.2017.

del CERN. Además, se planteó una mejora de la potencia, pero el MFT de sustitución no podía ser mayor que el anterior, puesto que iba a instalarse en el espacio existente.

Las principales especificaciones para los MFT de sustitución eran:

- Frecuencia de trabajo de 22 kHz
- Potencia nominal de 160 kVA, aislado en aceite de ésteres
- Refrigeración KNAN
- Dos devanados principales y 24 secundarios
- Libre de descargas parciales a 30 kVrms
- Tamaño máximo: 580 x 480 x 400 mm
- Peso máximo: 90 kg

ABB aprovechó su experiencia en el diseño y la entrega de PETT (transformadores de tracción electrónica de potencia) aislados a 38 kV, con una frecuencia de trabajo de 2 kHz y una potencia de 180 kW. Los MFT para el CERN tienen la característica exclusiva de incorporar 24 devanados de alta tensión.

Durante 2016, ABB entregó 17 MFT que cumplían todas estas especificaciones. Los MFT superaron todas las pruebas realizadas por el equipo del CERN, que está totalmente satisfecho con el producto que ABB desarrolló para ellos. ABB es capaz de probar un MFT en la frecuencia real (en

este caso, 20 kHz), para condiciones con pérdida y sin pérdida de cargas, y para las inductancias. La capacidad de probar el MFT en las condiciones de trabajo finales garantiza una fase de pruebas óptima y contribuye a asegurar que el producto cumple todas las especificaciones del cliente. La instalación y la puesta en servicio tuvieron lugar durante el primer semestre de 2017. A día de hoy, ABB es el único proveedor del mundo capaz de entregar un producto de este tipo al CERN.

El poder de la aceleración

ABB es uno de los pocos proveedores de MFT personalizados para aplicaciones de electrónica de potencia de alta tensión. Las ventajas de los MFT son muchas y variadas, siendo las principales:

- Densidad de potencia muy alta para diseños de alta potencia o nivel de aislamiento de tensión media
- Tamaño más pequeño, más compacto y ligero
- Fáciles de adaptar para integrarlos en convertidores modulares
- Mejora de la eficiencia energética
- Posibilidad de refrigeración flexible
- Menos cobre, menos hierro y menos aceite
- No precisan ningún mantenimiento

Las ventajas de los MFT de ABB permiten a clientes como el CERN seguir trabajando en proyectos relacionados con la materia. ●

CONEXIONES UNIVERSALES

Enchufar buques de crucero y portacontenedores

Atracado en muelle, un buque de gran tamaño puede consumir hasta 20 MVA, normalmente suministrados por sus motores diésel. Sin embargo, la calidad del aire y el ruido en la zona de los muelles están siendo sometidos a revisión normativa. Unas soluciones prediseñadas basadas en la familia de convertidores de media tensión ACS6000 de ABB suministran energía del muelle al buque conforme a las exigencias y fiable con la máxima calidad y un coste por MVA óptimo →1-2.



Roberto Bernacchi
Redes eléctricas e Integración de redes de ABB
Sesto San Giovanni, Italia

roberto.bernacchi@it.abb.com

A menudo, cuando se encuentran atracados en puerto, los buques de cruceros generan energía eléctrica empleando sus motores diésel. Sin embargo, los motores marinos no son conocidos por su inocuidad ambiental y sus emisiones y producción de ruido en el muelle se ven cada vez más sujetas a revisión normativa, especialmente porque los puertos suelen estar situados en ambientes marinos sensibles o en ciudades grandes y densamente pobladas. Ciertamente, de las diez primeras prioridades ambientales que la Organización de Puertos Marítimos Europeos (ESPO) ha identificado para que los puertos importantes tengan en cuenta, los tres primeros lugares se refieren a la calidad del aire, la eficiencia energética y el ruido [1].

Conexión eléctrica desde el muelle hasta el buque

Para reducir las emisiones cuando un buque está atracado en muelle, las autoridades portuarias suelen proporcionar una conexión eléctrica desde el muelle hasta el buque. No obstante, los buques portacontenedores, como los de la clase super-post-Panamax, pueden consumir tanto como 7,5 MVA y los grandes buques de cruceros, 20 MVA. Si se conectan varios grandes portacontenedores al mismo tiempo, la demanda de energía al muelle puede ser considerable.



Ester Guidi
Robótica y Movimiento y Accionamientos de MT de ABB
Turgi, Suiza

ester.guidi@ch.abb.com

El suministro de esos niveles de energía supone una gran exigencia a la infraestructura eléctrica del puerto en términos de inversión de capital, complejidad de los equipos, costes de funcionamiento y mantenimiento. Además, los buques pueden tener a bordo una red de 50 o 60 Hz (la mayoría utilizan 60 Hz), por lo que el SFC (convertidor estático de frecuencia) no sólo

—
ABB lanzó un proyecto para integrar la plataforma de alimentación de media tensión ABB ACS6000 SFC en una gama de soluciones estáticas prediseñadas de conversión de frecuencia de alta calidad.

debe manejar altos niveles de energía sino que además debe adaptar la frecuencia de la red local a la de cada buque.



01

—
01 Atracados en muelle, los buques pueden consumir grandes cantidades de energía eléctrica. Frecuentemente, esta energía es suministrada por los motores diésel del buque, lo que puede causar un impacto adverso sobre el medio ambiente local.

ABB ACS6000 SFC

Para tratar este segmento de buques de alto consumo de energía eléctrica y con el fin de suministrar a los clientes una energía eléctrica

—
Para reducir las emisiones cuando un buque está atracado en muelle, las autoridades portuarias suelen proporcionar una conexión eléctrica desde el muelle hasta el buque.

de última tecnología desde el muelle hasta el buque, ABB ha iniciado un proyecto para integrar la plataforma de alimentación modular de media tensión ABB ACS6000 en una gama de soluciones estáticas prediseñadas de conversión de frecuencia de alta calidad: la ACS6000 SFC.

Estas soluciones aseguran un suministro fiable de energía eléctrica de la máxima calidad a los buques, con total cumplimiento con las normas globales, a un coste por MVA óptimo.

La solución integrada de conexión eléctrica desde el muelle hasta el buque ACS6000 SFC puede proporcionar las siguientes funciones principales:

- Conversión estática de la energía eléctrica de la red trifásica portuaria de 50/60 Hz para que coincida con la red de 60/50 Hz del buque.
- Control total de la energía activa y reactiva de la red del buque.
- Equilibrio del flujo de carga mediante sistemas convertidores de frecuencia conectados en paralelo que suministran la infraestructura de distribución del lado de carga.

—
Las emisiones y el ruido en el lado de los muelles están siendo cada vez más sometidos a revisión normativa.

- Corriente de cortocircuito definida que permite que actúen los dispositivos de protección de aguas abajo.
- Comportamiento bajo en armónicos en el lado de la red y en el lado del buque

La plataforma ACS6000 SFC mejorada elegida para esta aplicación tiene 12 variantes que cubren toda la gama de demandas de potencia: Desde un buque con un solo contenedor, pasando por los portadores de múltiples contenedores, hasta los mayores buques de cruceros actualmente en servicio.



02

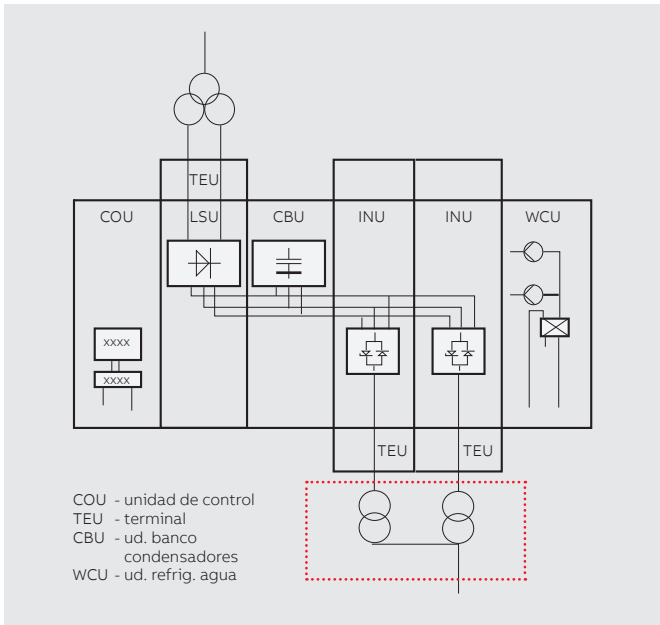
Consideraciones de diseño importantes fueron la minimización del impacto de los armónicos en el lado de la red y la maximización de la calidad de la energía eléctrica en el lado del buque. Para reducir el contenido de armónicos en la red trifásica, se utilizó un rectificador de diodos de 12 o 24 impulsos, unidad de alimentación de línea (LSU), o una unidad de rectificador activo (ARU) doble/triple.

—
Las soluciones aseguran una alimentación fiable de la mayor calidad a los buques, en total cumplimiento con las normas globales, con un coste óptimo por MVA.

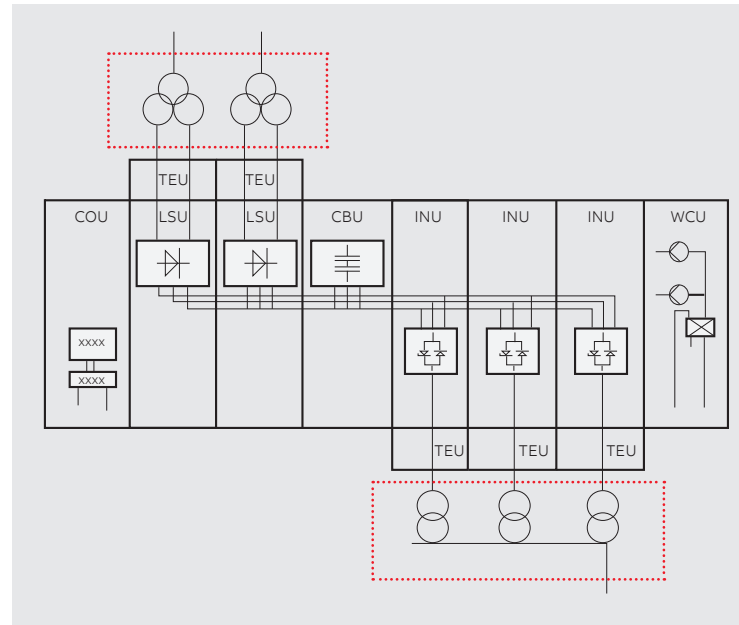
En el lado del buque, cada unidad de inversor (INU) se conecta a un devanado separado del transformador de salida, con los devanados del lado de carga conectados en serie para formar la red deseada en ese lado. Esta conexión en serie, combinada con el desfase de cada devanado en conjunción con un filtro de diseño especial, permite reducir considerablemente los armónicos

característicos del convertidor. Las configuraciones estándar del ACS6000 SFC se presentan en →3. Cuando se seleccionó el SFC, se dio gran importancia a su eficiencia a fin de minimizar el OPEX del usuario final. La selección del método de refrigeración del convertidor es importante aquí: con un SFC refrigerado por agua se puede conseguir un rendimiento de conversión superior al 98 por ciento. Además, cuando se compara con un convertidor de frecuencia giratorio, el rendimiento a carga parcial está próximo al máximo, por encima del 97 por ciento, incluso bajando a un factor de carga del 30 por ciento.

La integración del ACS6000 SFC en la red portuaria tiene en cuenta los requisitos más exigentes de la norma global IEC/ISO/IEEE 80005-1 "High Voltage Shore Connection" (Conexión de alta tensión a tierra) y las reglas de clase para el buque definidas por las compañías de certificación. Como ejemplo, la configuración optimizada de impulsos empleada para generar la forma de onda sinusoidal para el buque se elige de tal forma que los armónicos de gama baja, hasta el 50.^º, son eliminados o controlados hasta un nivel aceptable. Se añade entonces un filtro RC o RLC a medida para atenuar los armónicos de orden superior restantes (hasta el 100.^º) para conseguir un nivel total de distorsión de armónicos de tensión por debajo del 4 por ciento. La elección de la plataforma de conversión



03a



03b

—
02 ACS6000 de ABB.

—
03 Configuraciones estándar de ACS6000 SFC.

03a ACS6000 SFC Doble (hasta 14 MVA).

03b ACS6000 SFC Triple (hasta 24 MVA).

—
04 Esquema del sistema de convertidor y alcance del suministro.

de frecuencia es únicamente el primer paso para proporcionar una solución fiable al sistema de conexión eléctrica desde el muelle hasta el buque para el usuario final.

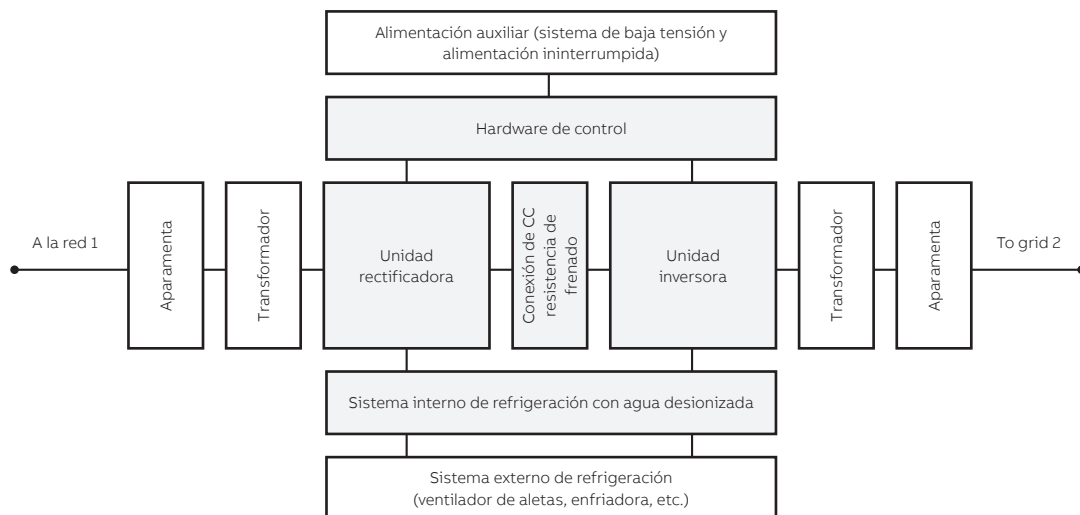
Se deben tener en cuenta algunos aspectos adicionales específicos para el buque:

- Tensión del sistema para el suministro al buque: 6,6 kV, u 11 kV a través de un transformador elevador. El transformador precisa un conmutador de tomas de descarga para conmutar entre estos dos niveles de tensión.
- Sincronización y reparto de carga con el generador diésel de a bordo, en particular durante la transición inmediatamente después de la conexión del buque con la instalación de conexión eléctrica del muelle al buque.
- Debe controlarse cualquier flujo eléctrico inverso, del buque al muelle, mediante una resistencia de frenado que evite una realimentación a la red del muelle, ya que ello no es aceptable en ciertas normas nacionales para redes.

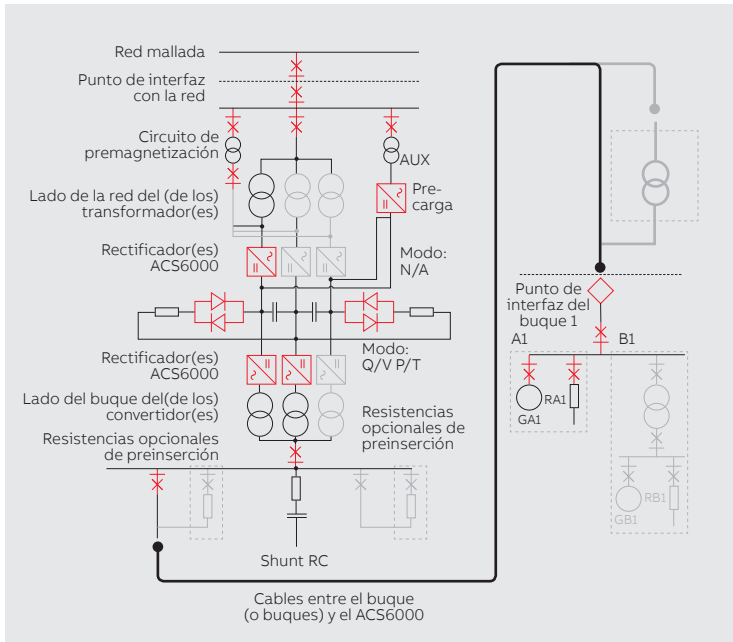
- Debe conseguirse un control del factor de potencia (gestión de energía activa y reactiva) en tiempo real, teniendo en cuenta las diferentes redes de los buques.

—
La plataforma ACS6000 SFC mejorada elegida para esta aplicación tiene 12 variantes que cubren toda la gama de demandas de potencia.

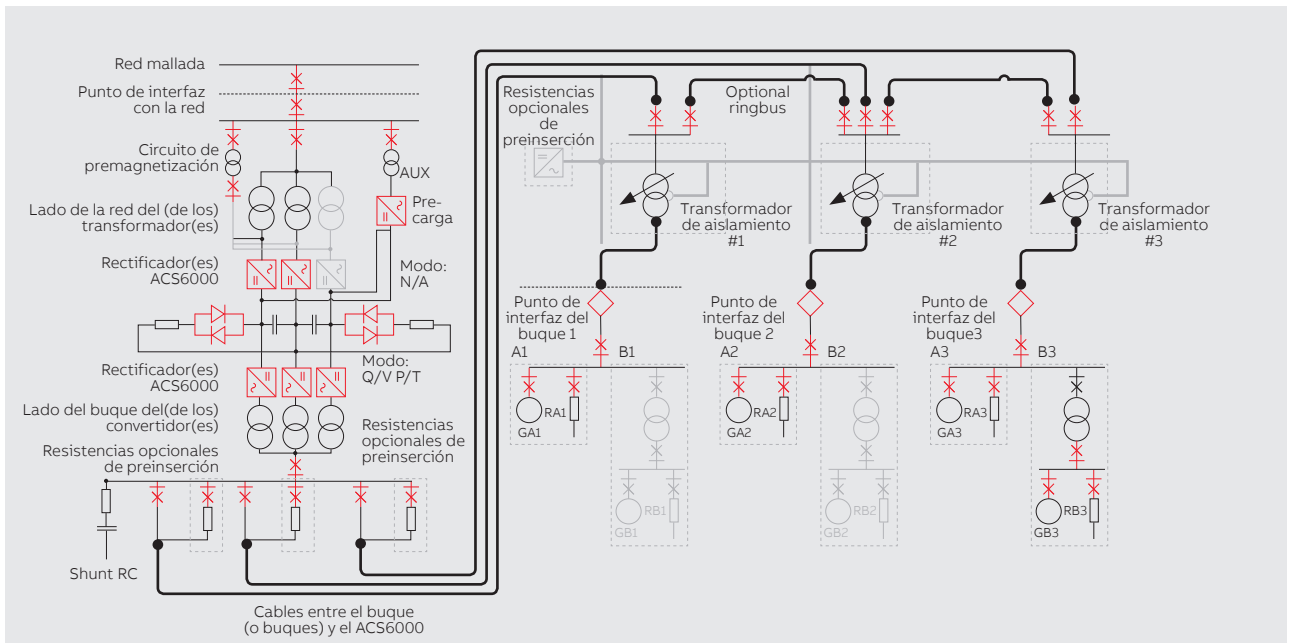
- Selectividad aguas abajo cuando se selecciona la capacidad de corriente de cortocircuito del convertidor, así como la sobrecarga que se presenta por las cargas de conmutación a bordo.



04



05a



05b

- Debe proporcionarse un completo control eléctrico y protección del buque, y el convertidor mediante la conveniente disposición de la aparatma en el lado de la carga y en el lado del buque.

(entrada y salida), el sistema de refrigeración y los dispositivos de protección y control →4. La integración del ACS6000 SFC en una solución prediseñada permite una fácil ejecución de cualquier configuración del proyecto.

Consideraciones de diseño importantes fueron la minimización del impacto de los armónicos en el lado de la red y la maximización de la calidad de la energía eléctrica en el lado del buque.

Como ejemplo, una solución de un solo punto de ataque/un solo buque se caracteriza por la selección de un ACS6000 SFC que no sólo cumpla con los requisitos nominales del buque sino que asimismo acepte la sobrecarga que se presente por la puesta en marcha de grandes motores en línea y la activación de transformadores de a bordo, así como la selectividad necesaria para aislar fallos en la red eléctrica del buque →5a. Debe prestarse especial atención a la premagnetización del transformador del lado de la red a fin de minimizar las posibles caídas de tensión en la red del puerto.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presta especial atención a la selección del dimensionado del convertidor, la especificación del transformador

—
05 Las soluciones prediseñadas permiten una fácil ejecución.

05a Configuración con un sólo muelle.

05b Configuración multimuelle.

—
06 Unos puertos inteligentes precisan una integración a la red ajustada y eficiente que equilibre acertadamente el suministro y la demanda.

—
Referencia
[1] "ESPO / EcoPorts Port Environmental Review 2016 – Insight on port environmental performance and its evolution over time," April 2016. Available: http://www.espo.be/media/news/ESPO_EcoPorts%20Port%20Environmental%20Review%202016.pdf

Una instalación multimuelle puede tener un OPEX global menor, puesto que se puede utilizar una sola subestación de conversión de frecuencia para alimentar varios buques al mismo tiempo →5b. Debe efectuarse una evaluación adicional de la carga específica presentada por un solo buque para asegurarse de que la capacidad de la subestación se corresponde con la carga total, teniendo en cuenta las necesidades de premagnetización del transformador del muelle que asegura el aislamiento galvánico entre los buques.






—
Cuando se seleccionó el SFC, se prestó especial atención a su eficiencia a fin de minimizar el OPEX del usuario final.

Electrificación del puerto: una visión global

A causa de la complejidad de la solución y las restricciones correspondientes, una instalación eléctrica muelle-buque en la red de un puerto exige una perspectiva técnica que se extiende más allá del propio sistema muelle-buque para abarcar la electrificación del puerto en su conjunto. La red del puerto debe contemplarse como un entorno dinámico al que puedan acceder en cualquier momento nuevos consumidores o productores

de energía eléctrica. Por esta razón, una potente red de puerto es un ingrediente crítico: Para mantener un equilibrio acertado entre la demanda y el suministro, la red del puerto debe ser resistente en todo momento desde la subestación de alta tensión (AT) de entrada hasta el usuario de baja tensión → 6. Una mejora de la subestación de AT o un aumento de potencia de la red del puerto puede admitir la introducción en el área del puerto de consumidores de movilidad eléctrica, tanto en el lado azul (transbordadores eléctricos o híbridos) como en el lado de tierra (vehículos eléctricos) y facilitar la integración de fuentes de energía renovable, tales como parques eólicos o plantas fotovoltaicas.

En pocas palabras, la conexión eléctrica muelle-buque y la electrificación del puerto activa los puertos en su papel como motores vitales de la economía regional: en la forma tradicional, como nudos de tránsito para personas y mercancías, y en la forma actual, como entidades comerciales sostenibles totalmente integradas con la comunidad circundante. El suministro de energía limpia y la eliminación de emisiones diésel y ruido mejorarán el entorno laboral, de tránsito y de vida en el puerto y sus alrededores. La electrificación es el único modo rentable de reducir las emisiones "in situ" en casi un 100 por cien y de asegurar el crecimiento de los puertos a largo plazo. ●

Energía y automatización para ...	Descripción general	Beneficios
Conexión eléctrica desde el muelle al buque	 <ul style="list-style-type: none"> Infraestructura para suministrar energía eléctrica a los buques desde el muelle cuando están atracados 	<ul style="list-style-type: none"> Eliminar el 98% de las emisiones y todo el ruido y la vibración Mejorar la calidad de vida en la cercanía del puerto
Electrificación del puerto	 <ul style="list-style-type: none"> Subestación de AT Electrificación en MT/BT Transformadores de potencia 	<ul style="list-style-type: none"> ABB como interfaz única para toda la electrificación del puerto Productos de AT de alta fiabilidad
Integración de la red del puerto	 <ul style="list-style-type: none"> Automatización de la red de distribución del puerto Integración de renovables Redes de comunicación 	<ul style="list-style-type: none"> Mayor fiabilidad del suministro del puerto Microrred autosuficiente del puerto Comunicación potente y segura
Soluciones de E-movilidad	 <ul style="list-style-type: none"> Infraestructura de carga de transbordadores batería-híbridos Carga para vehículos eléctricos 	<ul style="list-style-type: none"> Necesidad de puertos sin emisiones Transporte integrado (desde el ferrocarril a los vehículos eléctricos)
Servicio/modernización	 <ul style="list-style-type: none"> Consulta para una solución óptima Modernización de una instalación ya existente Contratos de mantenimiento/repuestos 	<ul style="list-style-type: none"> Importantes mejoras en fiabilidad, seguridad y prestaciones Ciclo de vida ampliado del sistema



Productiv y control





idad

La productividad y el control pueden ponerse en peligro si no hay datos disponibles o estos están corrompidos, o si una pequeña variación se confunde con una más grande (o viceversa). ABB ha desarrollado e implementado algunos de los métodos de control más fiables y avanzados disponibles, que no solo se basan en sistemas automáticos “inteligentes”, sino que además permiten el desarrollo de programas y procesos inteligentes.

- 84 Una buena solución: control para compresores de gas eléctricos
- 92 Un componente de programación flexible y fácil de usar



CONTROL Y PRODUCTIVIDAD

Salvar la situación: control de compresor de gas accionado eléctricamente

En la actualidad, prácticamente todos los sistemas técnicos dependen de un control automático. Al no ser tan tangible como los componentes de hardware, su papel esencial en sistemas técnicos es menos visible y las innovaciones en el dominio del control suelen pasar desapercibidas. Esto contrasta claramente con la popularidad de productos innovadores que no existirían sin un control automático: Véanse como ejemplos los cuadricópteros, los vehículos autónomos o los robots industriales. En este caso, se ha desarrollado un sistema innovador de control para compresores de gas accionados eléctricamente, en donde el control moderno ayuda a ahorrar millones de dólares, donde el control automático está literalmente salvando la situación.

Thomas Besselmann
Andrea Cortinovis
Mehmet Mercangöz
Investigación corporativa
de ABB
Baden-Daettwil, Suiza

thomas.besselmann@
ch.abb.com
andrea.cortinovis@ch.
abb.com
mehmet.mercangoez@
ch.abb.com

Arne-Marius Ditlefsen
Harald Fretheim
Jan Wiik
Automatización industrial
y Petróleo, gas y
compuestos químicos
de ABB
Oslo, Noruega

arne-marius.ditlefsen@
no.abb.com
harald.fretheim@
no.abb.com
jan.wiik@no.abb.com

Sture Van de moortel
Pieder Joerg
Accionadores y Robótica
y movimiento de ABB
Turgi, Suiza

sture.vandemoortel@
ch.abb.com
pieder.joerg@ch.abb.com

Los compresores de gas centrífugos se usan ampliamente en muchas aplicaciones industriales de petróleo y gas para cubrir todo el espacio en procesos de tramos aguas arriba, intermedio y aguas abajo. El objeto de los compresores centrífugos de gas es comprimir y bombear gas natural a lo largo de sistemas de conducciones desde la fuente hasta el consumidor final. Estas grandes máquinas rotativas son normalmente los mayores consumidores de energía de una planta de procesamiento y los equipos más críticos, debido al hecho de que los tiempos de inmovilización ocasionan automáticamente grandes pérdidas económicas. Por lo tanto, una alta disponibilidad junto con un control exclusivo y sistemas de seguridad desempeñan un papel clave en su funcionamiento.

Las grandes máquinas rotativas pueden ser accionadas por turbinas de gas convencionales o por motores eléctricos movidos por accionamientos de velocidad variable. Los compresores de gas accionados eléctricamente (EDC) presentan varias ventajas en comparación con las turbinas de gas: Mayores rendimientos, tiempos de respuesta más rápidos, un mayor campo de trabajo, menor coste de mantenimiento y ausencia de emisiones de efecto invernadero locales se cuentan entre sus ventajas.



En este artículo, se contemplan los EDC y la forma en que la disponibilidad y la fiabilidad de estas máquinas pueden aumentarse con el control automático, empleando tanto un sistema avanzado de protección del proceso, llamado Dynamic Time to Surge (DT2S), como un sistema avanzado de control del accionamiento llamado control de modelo predictivo del par (MPTC).

La atención de este trabajo se centra en las perturbaciones de la red eléctrica, que se traducen en una rápida pérdida del par de accionamiento que pone el proceso de compresión del gas en riesgo de que suceda un fenómeno perjudicial llamado “surge” (sobretensión).

Proceso de compresión de gas

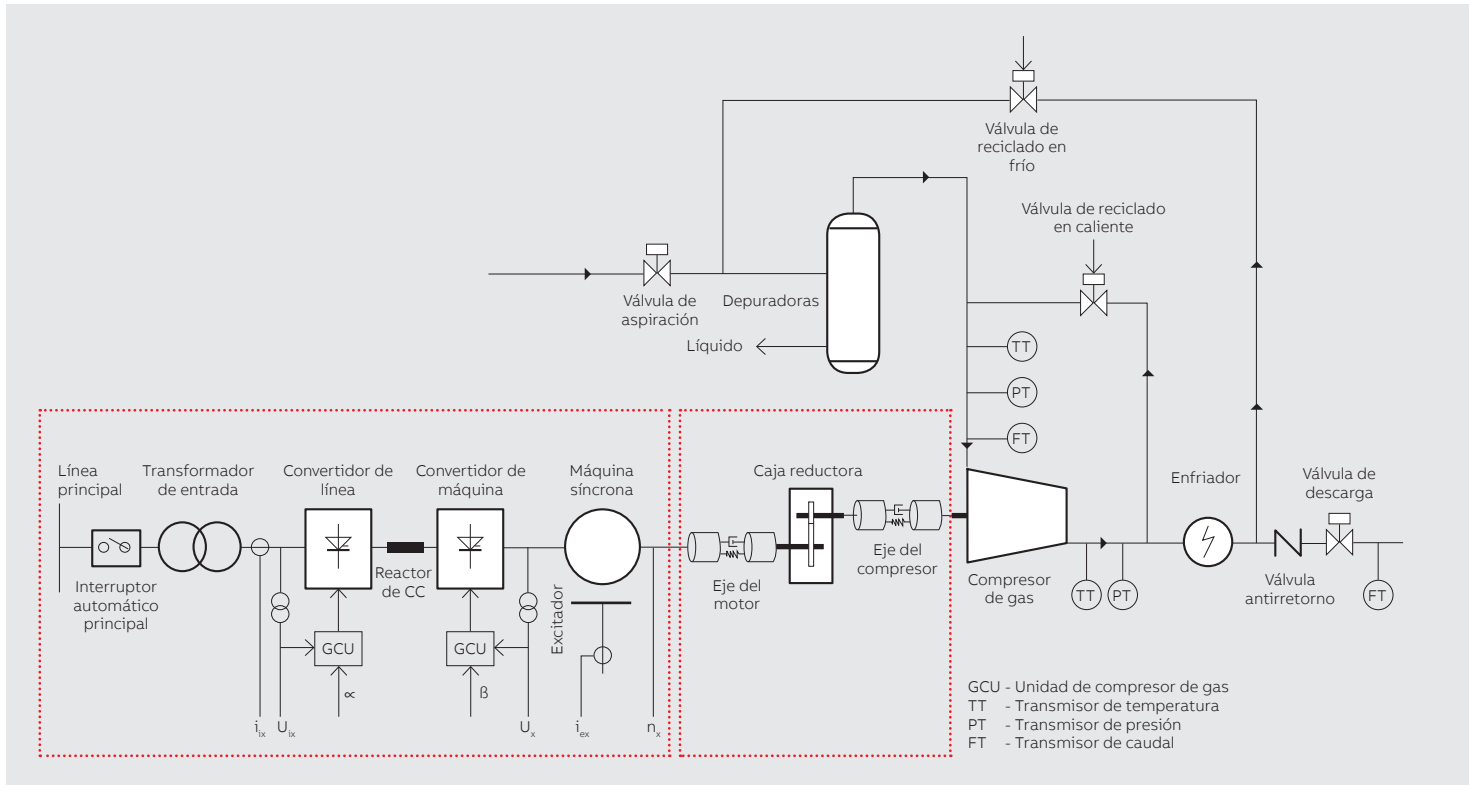
En→1 se muestra la disposición industrial típica de un EDC. El sistema eléctrico se compone de un LCI (inversor conmutado por carga) con transformador de entrada, convertidores de línea y de máquina, motor síncrono y sistema de excitación. El sistema eléctrico está conectado al compresor de gas por medio de un eje flexible con una caja de engranajes que divide el eje en un eje motor de baja velocidad y un eje compresor de alta velocidad.

El gas natural accede al proceso de compresión desde el colector de aspiración a través de la válvula de aspiración y el depurador hasta la entrada del compresor centrífugo. Impulsado por el par del motor eléctrico, el gas es comprimido

—
La solución desarrollada proporciona a los compresores movidos eléctricamente un mejor funcionamiento mediante unas capacidades de menor riesgo en comparación con los esquemas de protección existentes.

en el compresor centrífugo y descargado a través de la válvula de descarga hasta el colector de descarga antes de ser enfriado en el enfriador. Se utilizan dos caminos de reciclado para influir en el funcionamiento del compresor conectando la descarga del compresor con su lado de aspiración. Cuando se abre una válvula de reciclado, se





01

produce una menor resistencia, y por lo tanto disminuye la relación de presión entre aspiración y descarga, y aumenta el flujo a través del compresor. La apertura de la válvula de reciclado en frío se puede cambiar de forma continua, aunque bastante lentamente dentro del margen de segundos, y se emplea para cambiar las condiciones de funcionamiento a fin de proteger al compresor frente a las condiciones de "surge". En contraste, la válvula de reciclado en caliente solamente puede abrirse totalmente, aunque dentro del margen de cientos de milisegundos, y se emplea para desconectar el proceso de compresión por razones de protección.

El funcionamiento en estado estacionario de un compresor centrífugo suele representarse mediante un esquema del compresor, que muestra la relación entre la carga del compresor y el caudal. La carga del compresor describe la cantidad de trabajo aplicada a una unidad de gas.

La carga del compresor se relaciona con el aumento de presión entre la aspiración y la descarga, aunque el aumento de presión producido por una cantidad dada de carga varía con la densidad del gas procesado. Como se muestra en →2, hay que respetar varias limitaciones operativas durante el funcionamiento de la máquina. La más importante de ellas es el límite de "surge". Durante el "surge", el compresor experimenta condiciones de proceso oscilantes, mayores niveles de vibración y temperatura que pueden ocasionar un mayor desgaste e incluso el fallo del equipo y, por tanto, debe evitarse en lo posible.

Megadrive-LCI de ABB

La naturaleza de consumo intensivo de energía de la compresión de gas lleva de forma natural a la elección de soluciones de alta potencia para los accionamientos de velocidad variable. Una configuración típica del sistema de accionamiento de velocidad variable comprende una máquina síncrona alimentada por un inversor conmutado por carga como el Megadrive LCI de ABB.

El Megadrive LCI de ABB, descrito en →3, constituye una historia de éxitos de varias décadas en el mundo de los accionamientos de media tensión. Las razones para su continuo éxito en el mercado residen principalmente en su fortaleza y eficiencia bien probadas, y en su capacidad para manejar tensiones y potencias muy altas. A lo largo de los años, ABB ha fabricado el Megadrive-LCI en una gama de potencias que va desde unos pocos MW a más de 100 MW.

Un esquema de dicho sistema de accionamiento de velocidad variable se muestra en la esquina inferior izquierda de →1. En el lado de la línea, el LCI se conecta mediante un transformador a la red de media tensión, y en el lado de la máquina, a la máquina síncrona. El propio LCI incluye un convertidor en el lado de la línea, un enlace inductivo de CC y un convertidor del lado de la máquina, y por ello pertenece a la clase de convertidores de fuente de corriente. La parte de potencia del Megadrive-LCI se basa en la tecnología de tiristores, que permite el funcionamiento en aplicaciones de alta potencia.

—
01 Disposición industrial de un EDC.

—
02 Esquema de compresor centrífugo.

En el modo de motorización, la energía eléctrica de CA de frecuencia fija de la red de media tensión es convertida en primer lugar a CC y, posteriormente, a CA de frecuencia variable, lo que permite el funcionamiento eficiente de la máquina síncrona a velocidad variable.

Problemas típicos

Las plantas de proceso de gas suelen estar situadas en lugares remotos donde las condiciones de las redes son proclives a las perturbaciones eléctricas. Fenómenos meteorológicos como tormentas invernales, fuertes vientos y líneas aéreas recubiertas de hielo causan a veces breves cortes en las líneas eléctricas, con la consecuencia de una brusca reducción de la tensión de la red en una o más fases. Normalmente, la tensión de la red se ve afectada durante entre 50 y 150 ms. Incluso si su duración es corta, la consecuencia de estas caídas de tensión pueden ser graves.

Las caídas de tensión constituyen un problema importante para el sistema de control de un LCI. Dependiendo de la capacidad del sistema de control para reaccionar a dichas perturbaciones, el LCI podría salir de la zona de funcionamiento seguro, lo que hace que el LCI se desconecte. Un fenómeno corriente es un disparo por sobrecorriente debido a la extracorrente de conexión en el retorno de la tensión de red.

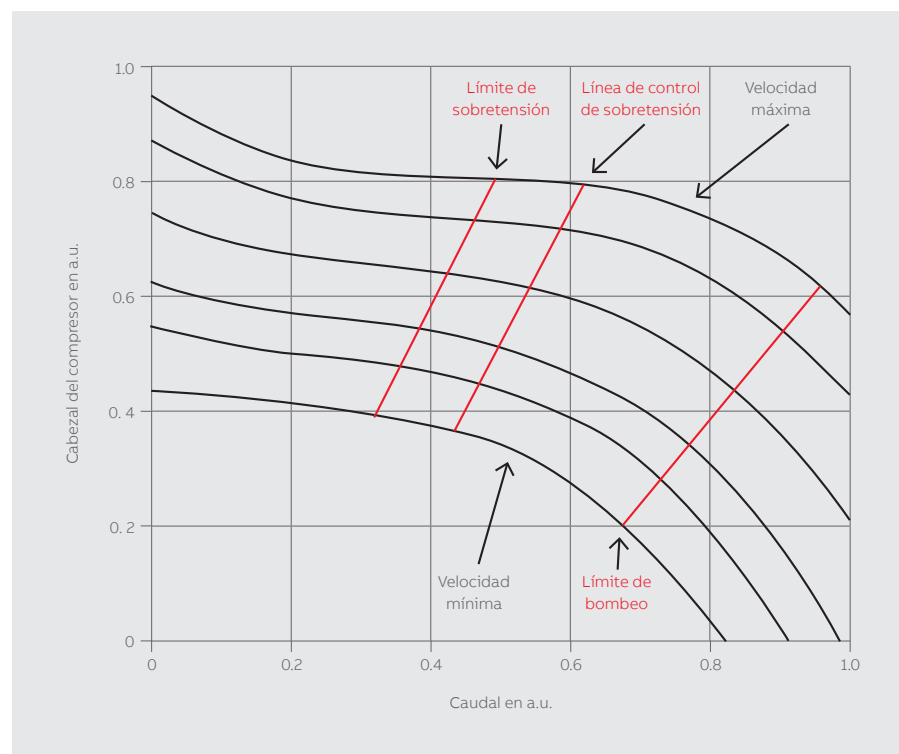
Una solución industrial común para estas dificultades es interrumpir el funcionamiento del LCI hasta que haya vuelto la tensión de la red. Para muchas aplicaciones, éste es un procedimiento

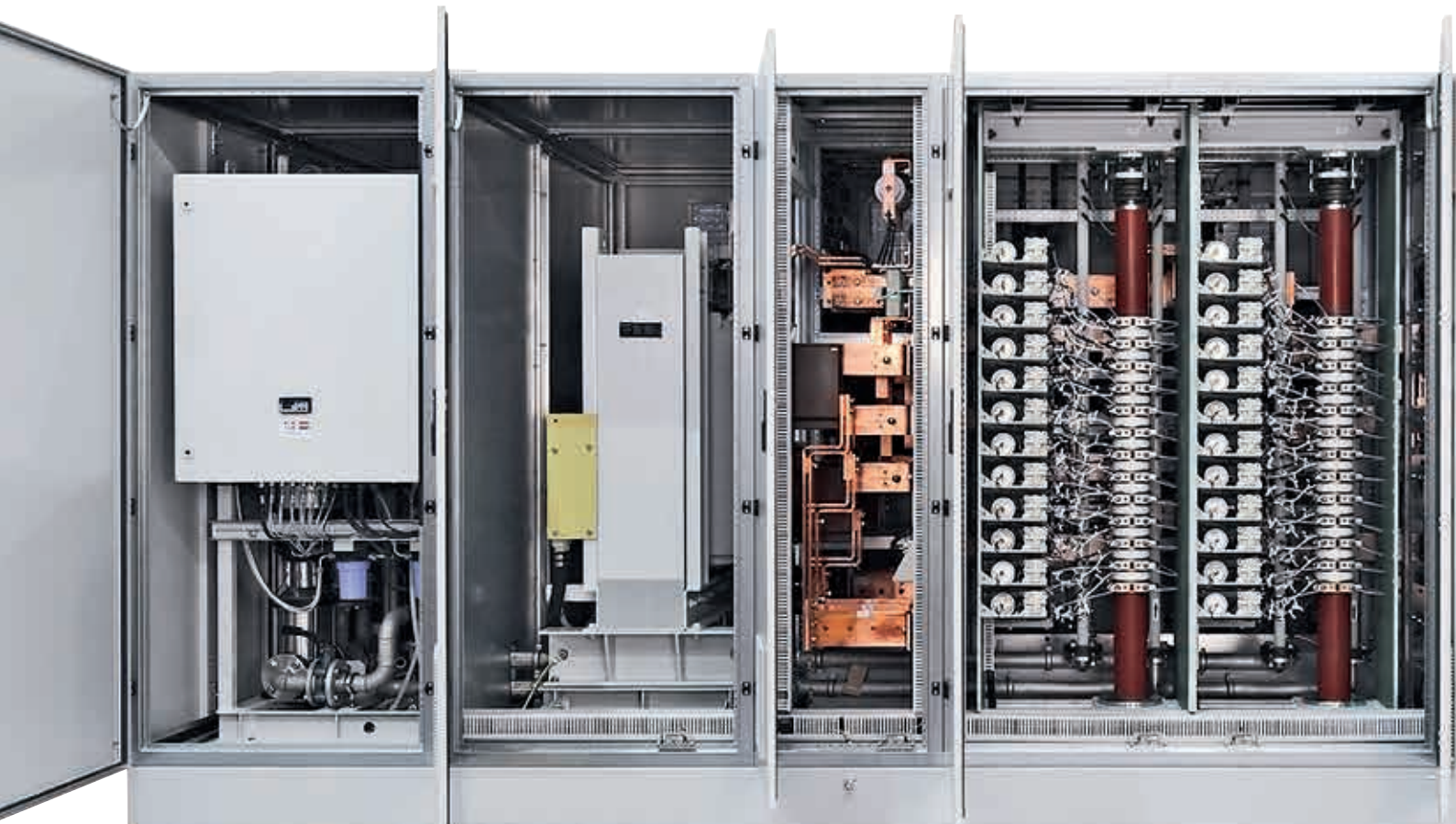
razonable, aunque no para los compresores de gas accionados eléctricamente. Debido a la pérdida brusca de par motor, el compresor deriva rápidamente hacia el "surge". Normalmente, se desconecta el proceso de compresión en el caso de una caída de tensión como precaución para evitar daños mecánicos y desgaste.

En cualquier caso, se detiene el funcionamiento del compresor y tiene que producirse un proceso de nueva puesta en marcha que exige cierto tiempo.

La decisión de si hay que detener el proceso de compresión del gas y cuándo hacerlo es una cuestión delicada. Si se para demasiado pronto, las considerables consecuencias económicas debidas a la pérdida de producción podrían ser innecesarias. Si se hace demasiado tarde, el sistema entra en "surge", arriesgando ocasionar daños mecánicos al sistema.

La decisión es aún más difícil teniendo en cuenta la respuesta relativamente lenta de las válvulas de reciclado. Incluso el rápido tiempo de respuesta de la válvula de reciclado en caliente asciende a algunos cientos de milisegundos y exige que la decisión de apertura se tome bastante pronto. Por la misma razón, una decisión de desconexión solo es eficaz pasados algunos cientos de milisegundos, dejando al sistema del compresor sin protección entre tanto.





03

Arquitectura del sistema de automatización

Para mejorar la fortaleza del sistema de compresión de gas en situaciones de bajada de tensión, se ideó un sistema de automatización que incluye dos ingredientes principales:

- Una solución de control para el Megadrive-LCI de ABB que es capaz de funcionar durante caídas de tensión sin hacer saltar el accionamiento.
- Un sistema de protección de "surge" para el proceso de compresión, basado en un modelo que asegura el funcionamiento seguro del sistema del compresor sin interrupciones innecesarias en el caso de caídas de tensión.

La arquitectura empleada para apoyar el sistema de protección del compresor se muestra en →4. El sistema de protección del compresor se instala en un panel de control separado, permitiendo la posibilidad de emplear también el mismo sistema en otras configuraciones de accionamiento eléctrico que no incluyan el Megadrive-LCI de ABB. La combinación del sistema de protección con el Megadrive-LCI de ABB tiene, no obstante, otras ventajas que se explicarán más adelante.

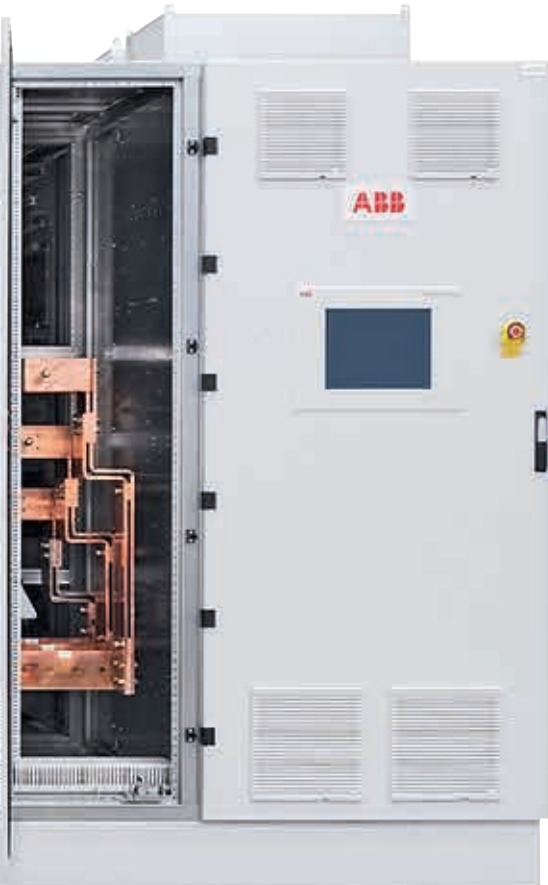
Un requisito previo para el esquema de protección propuesto es una estimación de respuesta rápida de la velocidad del motor a fin de reaccionar de forma precisa durante las caídas de tensión y proporcionar unos márgenes de seguridad coherentes frente al "surge". Esto lo proporciona el controlador LCI con una velocidad de actualización de un milisegundo.

El sistema de protección del compresor instalado en el panel de control separado incluye el tiempo dinámico para el cálculo del "surge" y una parte de supervisión.

Tiempo dinámico para el "surge"

En el caso de eventos de caída de tensión, los sistemas de control "anti-surge" no pueden siempre hacer frente a estas perturbaciones tan rápidas, poniendo al sistema de compresión ante el posible riesgo de eventos de "surge". Por otro lado, solamente debe pararse la operación cuando sea estrictamente necesario desde el punto de vista de la seguridad. Esto hace que surja la cuestión de cómo actuar de forma segura en caso de caídas de tensión. Resulta que esta cuestión se puede contestar de forma segura y eficiente integrando la información que procede del sistema eléctrico y del sistema de compresión de gas.

Para tratar con las perturbaciones por caída de tensión en los EDC, no existe una solución de vanguardia clara. Una posible solución podría basarse en el cálculo del tiempo estático hasta el "surge" en una simulación "off-line" de alta fidelidad, reduciendo el problema a una tabla de consulta para ajustes en tiempo real como función de algunas variables del proceso. No obstante, este procedimiento no incluye condiciones variables de funcionamiento, por ejemplo, condiciones de contorno o variaciones en la resistencia del sistema. Además, estos procedimientos suelen estar diseñados para las condiciones más desfavorables, lo que se traduce en soluciones superconservadoras que producen excesivas paradas.



03 Megadrive LCI de ABB

04 Arquitectura del sistema de automatización Ejemplo de cómo puede instalarse en el emplazamiento el sistema de automatización desarrollado para la protección del compresor.

A fin de resolver el problema de trabajar con seguridad con el EDC pero asimismo maximizar las capacidades de reacción durante las caídas de tensión, se ha elaborado una nueva solución. Esta nueva solución se basa en combinar la información del sistema eléctrico con la información del proceso y predecir la futura evolución de la trayectoria del proceso empleando un modelo de éste. Las mediciones eléctricas y del proceso son muestreadas a distintas tasas de muestreo e introducidas en una rutina de inicialización. Esta rutina determina el punto de trabajo del proceso inicial y el par parcial que se espera que se produzca durante la caída de tensión. Esta información se

introduce en un modelo del proceso de compresión de gas que se integra después numéricamente sobre una determinada ventana de predicción. Las trayectorias del sistema se utilizan después para determinar cuándo tendrá lugar un cruce con la línea de “surge” dentro de la ventana de predicción.

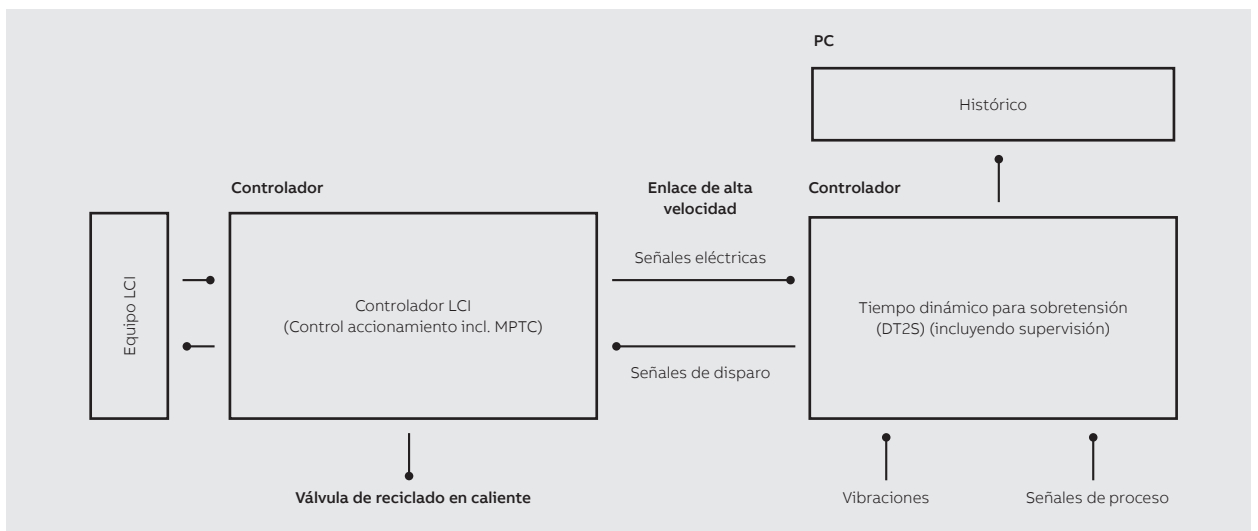
Este valor es llamado tiempo dinámico para el “surge” (DT2S) y se vuelve a calcular en tiempo real cada 5 o 10 ms. Se puede usar entonces el DT2S como un criterio para respuesta o parada cuando se compara con un margen de seguridad. El margen de seguridad corresponde al tiempo de reacción máximo que se espera del sistema de seguridad.

Además del algoritmo de protección, se incluye un sistema de supervisión en la solución DT2S.

Además del algoritmo de protección, se incluye en la solución DT2S un sistema de supervisión. Una característica de la supervisión proporciona la exposición de los datos en línea y también imágenes de alta resolución durante los eventos transitorios. Todos los datos se almacenan en un historial que se puede usar para analizar determinados eventos o desarrollos a lo largo del tiempo. La parte de supervisión incluye asimismo las medidas de vibración del compresor y del motor.

Mediante el uso de los datos de supervisión, es posible:

- confirmar el funcionamiento seguro del compresor durante las caídas de tensión,
- ayudar al ajuste del nivel de protección, por ejemplo, evaluando las vibraciones durante los eventos de caída de tensión,
- rastrear posibles cambios de las características del compresor que pudieran influir en los ajustes de la función de protección.



Control del par por modelo predictivo

El control de modelo predictivo del par (MPTC) es un nuevo sistema de control desarrollado para el Megadrive-LCI de ABB. El MPTC utiliza un algoritmo de control basado en un control de modelo predictivo (MPC) que asegura el funcionamiento del accionamiento durante las perturbaciones de corriente y de la red a fin de proporcionar una parte del par al compresor, previniendo que éste caiga en "surge".

MPC es un algoritmo de control que tiene sus raíces en las industrias de procesos y que ha estado usándose en las plantas químicas y refinerías de petróleo desde los años 80. En comparación con las técnicas de control clásicas, MPC predice de forma inteligente el comportamiento futuro del sistema a controlar por medio de un modelo matemático y resuelve un problema de optimización calculando la mejor acción de control con respecto a determinados criterios y límites de las operaciones.

La dificultad principal de controlar el LCI con MPTC proviene de la necesidad de reaccionar rápidamente a las variaciones de tensión de la red. Un problema de optimización no lineal se plantea, linealiza y resuelve cada milisegundo en el panel de control de AC 800PEC de ABB →5. Todo el algoritmo MPTC consume sólo una pequeña fracción de los recursos de cálculo, de tal forma que todo el sistema de control pueda ejecutarse a tiempo.

Aparte de la capacidad de manejar los límites de las variables de funcionamiento, como la corriente, y evitar de esa forma interrupciones por sobrecorriente, MPTC decide sobre la activación de los tiristores de forma coordinada, mejorando la capacidad para rechazar perturbaciones y mejorar así la capacidad para superar las caídas de tensión.

Más concretamente, el LCI con MPTC es capaz de superar las caídas de tensión al tiempo que suministra una parte del par al sistema de compresión. Cuánta potencia puede suministrarse depende del tipo y la profundidad de la caída de tensión →6. Con un par parcial, se puede evitar completamente la divergencia que crea el "surge" o, al menos, se retrasará, lo que permite un periodo de gracia más largo para que la tensión de la red se recupere o para poder adoptar medidas protectoras. En consecuencia, la seguridad y la disponibilidad de todo el sistema de compresión se ven aumentadas por el MPTC.

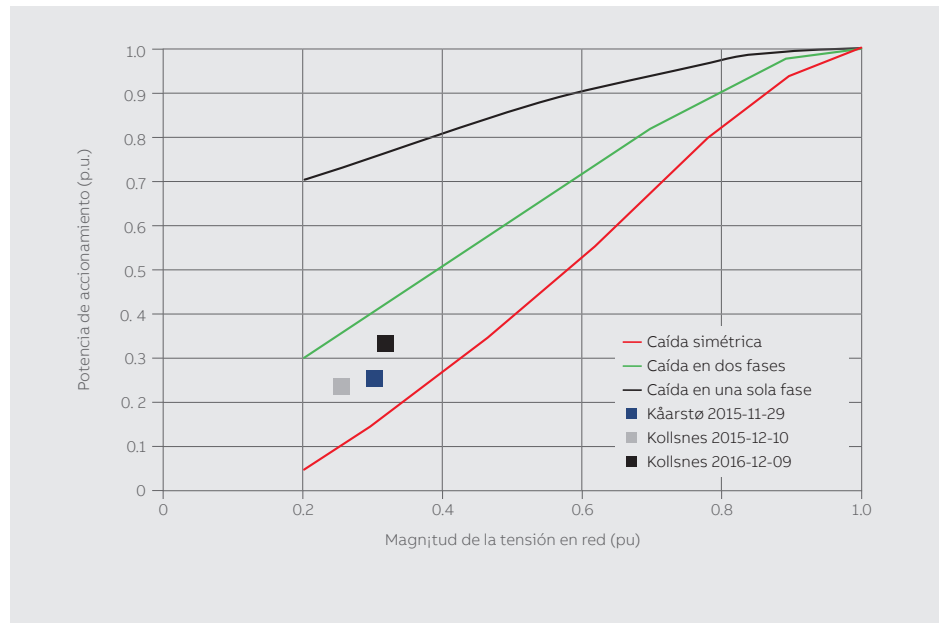
Instalaciones piloto

El sistema descrito aquí fue instalado en un sistema de compresor con accionamiento eléctrico en la planta de Statoil de procesamiento de gas y exportación en Kollsnes, en 2016. Esto incluía el MPTC y el DT2S con supervisión. Se hizo funcionar el sistema DT2S en un modelo de bucle abierto durante un periodo con el fin de recoger los datos utilizados para ajustar el sistema y determinar los límites



05

06



—
05 AC 800PEC de ABB: el panel de control incorporado que se emplea en el Megadrive-LCI.

—
06 Potencia de accionamiento esperada durante la perturbación de la tensión en red para caídas monofásica, bifásica y simétrica. Potencia de accionamiento medida durante ciertas perturbaciones simétricas de tensión en la red en Kollsnes y Kårstø.

—
07 Ejemplo de respuesta a una caída de tensión.

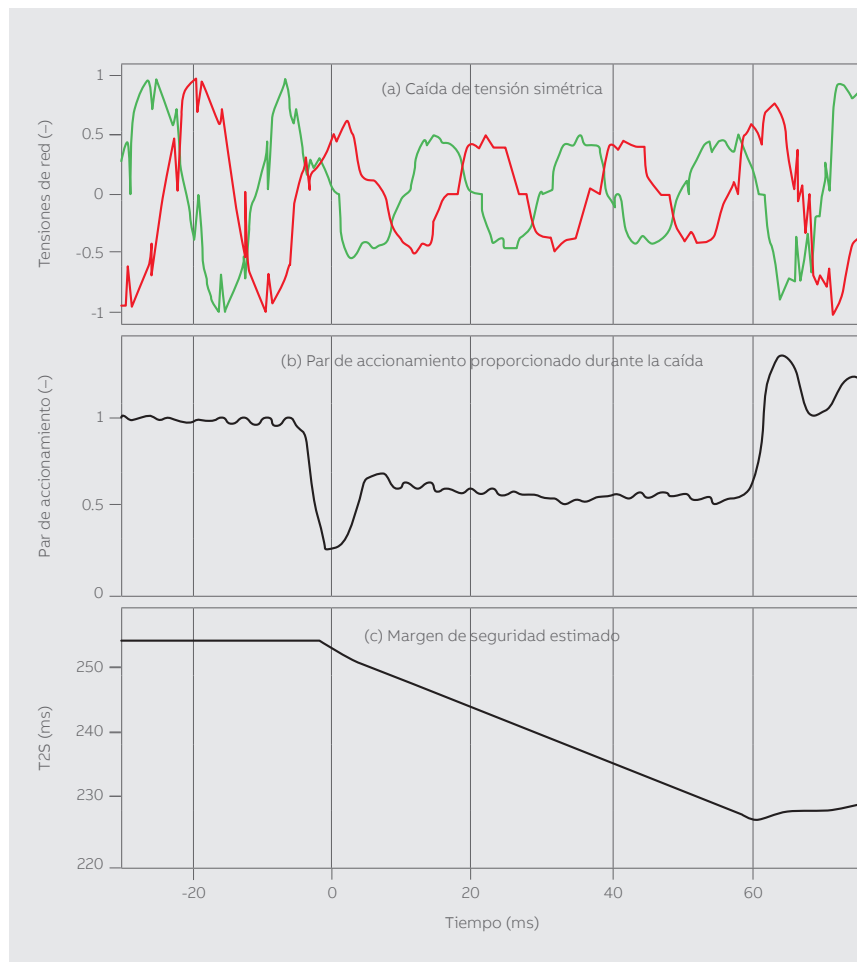
Referencias

[1] A. Cortinovis, M. Mercangöz, T.O. Stava, S. Van de moortel, E. Lunde, "Dynamic Time to Surge Computation for Electric Driven Gas Compressors during Voltage Dips," 11th IFAC Symposium on Dynamics and Control of Process Systems DYCOPS-CAB 2016, Trondheim, Norway, 6–8 June 2016.

[2] T. Besselmann, P. Jörg, K. Terje, E. Lunde, T. O. Stava, S. Van de moortel, "Partial Torque Ride Through with Model Predictive Control," 2016 Petroleum and Chemical Industry Conference Europe (PCIC Europe), Berlin, June 2016, pp. 1–8.

[3] T. Besselmann, S. Van de moortel, S. Almér, P. Jörg, and H.J. Ferreau, "Model Predictive Control in the Multi-Megawatt Range," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 63, no. 7, pp. 4641–4648, July 2016.

[4] R. Bhatia, H. Krattiger, A. Bonanini, D. Schafer, J. Inge, and G. Sydnor, "Adjustable speed drive with a single 100-MW synchronous motor," ABB Review, vol. 6, pp. 14–20, 1998.



07

de seguridad. Los límites de seguridad se fijaron para minimizar el riesgo de daños y maximizar la capacidad de respuesta del EDC durante las caídas de tensión.

Tras el ajuste, se activó el sistema cerrando el bucle de control, lo que significa que el sistema estaba protegiendo el sistema del compresor de gas accionado eléctricamente de 41,2 MW en caso de caída de tensión de la red.

Tras la activación, el sistema estuvo funcionando correctamente durante caídas de tensión. En →7 se muestra el registro de un evento. La caída de tensión simétrica dura aproximadamente 60 ms.

El LCI controla el suministro de par durante la caída de tensión, haciendo que se retarde la transición hacia una condición de "surge". Al mismo tiempo, el DT2S evalúa la situación como segura sin necesidad de que se interrumpa el sistema de compresor. Tras la recuperación de la tensión, el compresor se está acelerando de nuevo y aumentando la distancia respecto a la línea de "surge".

Aspectos comerciales

Los accionamientos eléctricos constituyen una parte importante de la cartera de ABB para el sector del petróleo y gas. Hay una tendencia en curso para sustituir turbinas de gas por accionamientos eléctricos a causa de los menores costes de mantenimiento y de las disposiciones sobre emisiones. Otras ventajas incluyen mayor margen operativo, aumento de la eficiencia y variaciones de par más dinámicas. En consecuencia, los accionamientos eléctricos han pasado a ser la norma "de facto" para las instalaciones costeras.

Unos pocos operadores importantes dominan el mercado de grandes accionamientos de media tensión. El precio es, obviamente, un factor importante para los clientes, pero también que el producto pueda aportar una alta disponibilidad. La cantidad de gas exportada está relacionada directamente con la disponibilidad, y en consecuencia es importante el coste económico relacionado con los tiempos de inmovilización. ●

CONSULTA A UN EXPERTO

Hay disponible ayuda de expertos para optimizar el comportamiento del proceso de su sistema de accionamiento.

ABB ofrece consultas a expertos destacados en sistemas de accionamiento para que le ayuden a desarrollar soluciones personalizadas a fin de optimizar sus recursos de sistemas de accionamiento. Comience a mejorar su sistema de accionamiento aquí: <http://new.abb.com/drives/services/engineering-and-consulting/drive-system-consulting>

CONTROL Y PRODUCTIVIDAD

Un componente de programación flexible y de fácil uso

Para muchos, la programación de la producción sigue siendo una funcionalidad extraña y compleja que raramente encuentra su camino en el taller. ABB ha utilizado la norma ISA-95 como plataforma neutral de intercambio de datos sobre la cual basar una tecnología de programación de diagramas de Gantt flexible y fácil de usar. Esta tecnología está disponible comercialmente en forma de componentes básicos para productos específicos de la industria.

iiro Harjunkoski
Martin Hollender
Reinhard Bauer
Jens Doppelhamer
Subanatarajan Subbiah
 Centro de Investigación corporativa de ABB
 Ladenburg, Alemania

iiro.harjunkoski@de.abb.com
 martin.hollender@de.abb.com
 reinhard.bauer@de.abb.com
 jens.doppelhamer@de.abb.com
 subanatarajan.subbiah@de.abb.com

Werner Schmidt
 Antiguo empleado de ABB

A lo largo de las dos últimas décadas, ha habido muchos logros importantes en el desarrollo de modelos, métodos y soluciones de programación. Sin embargo, hay una dificultad técnica extremadamente importante que sigue parcialmente sin

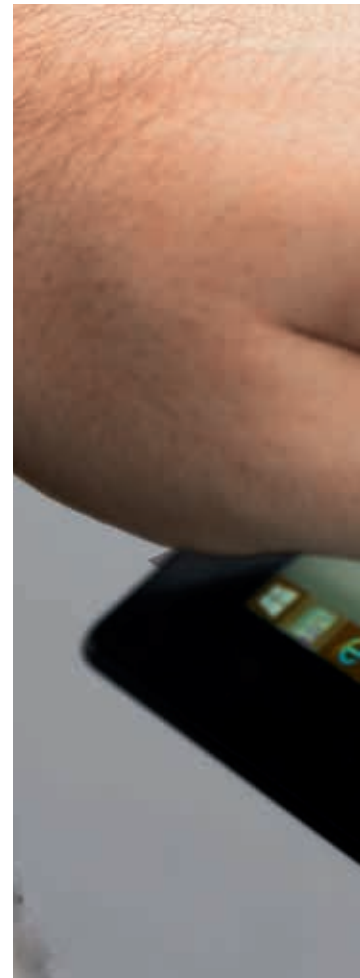
—
Una solución de programación debería conectarse estrechamente con el entorno de producción a fin de poder conseguir automáticamente todos los datos de producción y proceso necesarios para la programación.

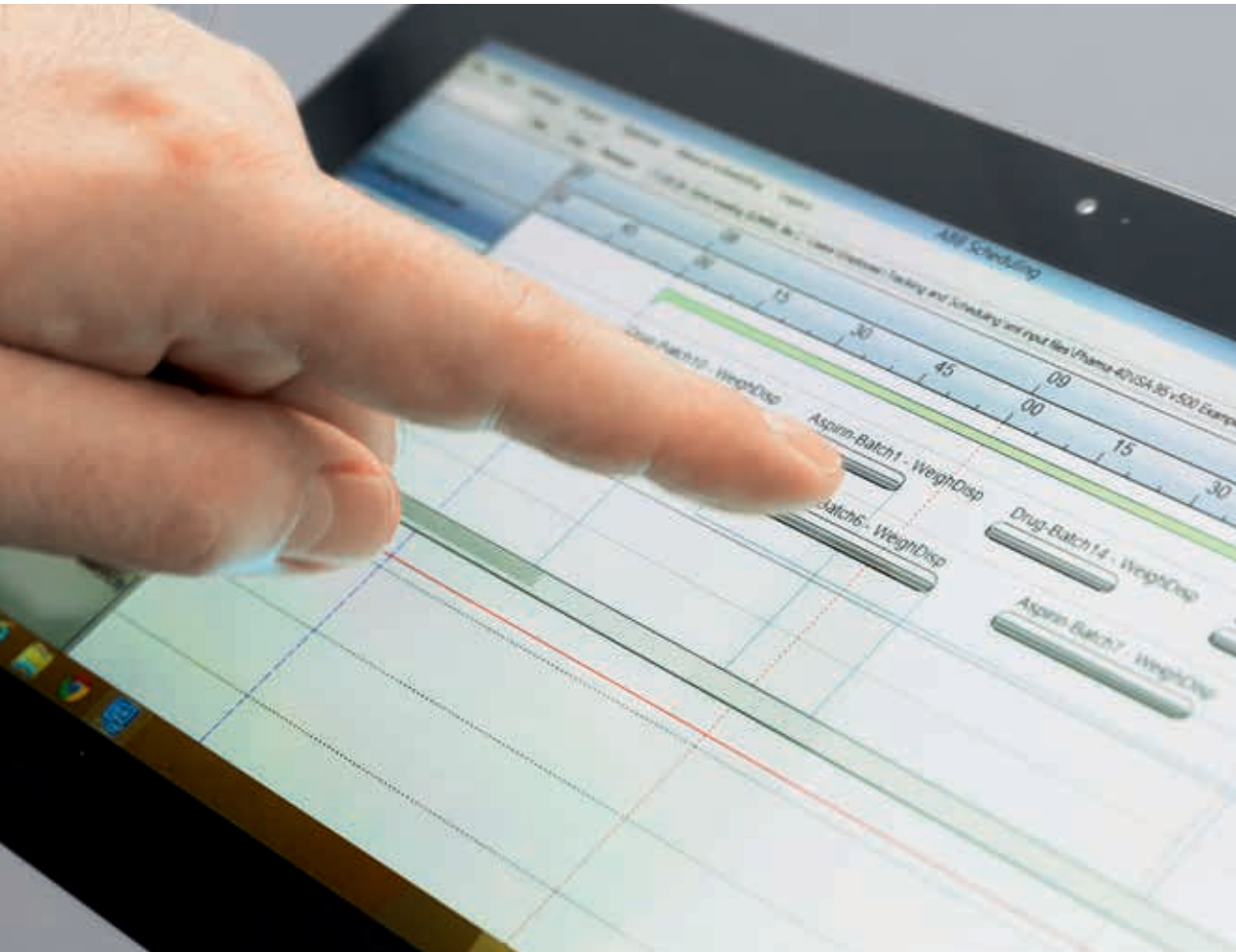
resolver: Cómo aplicar estas soluciones de forma eficiente en un contexto industrial. Un procedimiento común es poner en contacto a los expertos de las plantas y a los propietarios de los procesos con especialistas de optimización a fin de elaborar una solución particular. Este método suele producir aplicaciones fuertemente personalizadas que

normalmente no pueden reutilizarse y que son difíciles de mantener a causa de su complejidad. Estas limitaciones dificultan una más amplia distribución y conducen a soluciones de software aisladas.

Sin embargo, con la disponibilidad cada vez mayor de datos y un nivel más alto de automatización y electrificación, la programación de la producción ya no puede contemplarse como una solución autónoma. Conceptos tales como el “Internet de las cosas”, redes inteligentes, fabricación inteligente, Big Data, Industry 4.0 y “software-as-a-service” (SaaS), así como un mayor énfasis en temas de optimización en el ámbito de la empresa [1] aumentan la presión para conectarse e interactuar con soluciones y sistemas próximos.

En la mayoría de los entornos industriales, una solución de programación debe conectarse estrechamente con el entorno de producción, por ejemplo, a un sistema de control distribuido (DCS), sistema de ejecución de fabricación (MES) o sistema de gestión colaborativa de producción (CPM), para obtener automáticamente todos los datos de producción y proceso necesarios para la





programación. A menudo, es esencial una conexión con el sistema de planificación de recursos de la empresa (ERP), puesto que la producción se suele activar por pedidos del cliente introducidos a través de una interfaz de ERP. Los sistemas ERP se utilizan también para la adquisición a fin de asegurar que se dispone de los materiales y recursos adecuados cuando son requeridos por el plan de producción.

—
Una de las piedras angulares del componente de programación es la norma ISA-95, que se creó para que sirviera como interfaz entre sistemas de control y actividad comercial.

Para una programación acertada, debe conocerse lo siguiente:

- Disponibilidad de recursos: equipos, materiales, personal, servicios etc.
- Dependencias y reglas relacionadas con las etapas del proceso.

- El estado actual de la producción y la capacidad de los recursos de producción para absorber más demandas de producción.
- Pedidos de producción con sus fechas de entrega y prioridades.
- Un objetivo para la programación.

Ciertos datos pueden cambiar en un minuto, lo que pone de relieve la necesidad de una conectividad que asegure que el programa se mantenga al día. En el método que se contempla aquí, la mayoría de este tipo dinámico de información se ha modelizado empleando la norma ISA-95 [2], lo que facilita compartir y comunicar entre componentes del sistema.

Ventajas de la programación

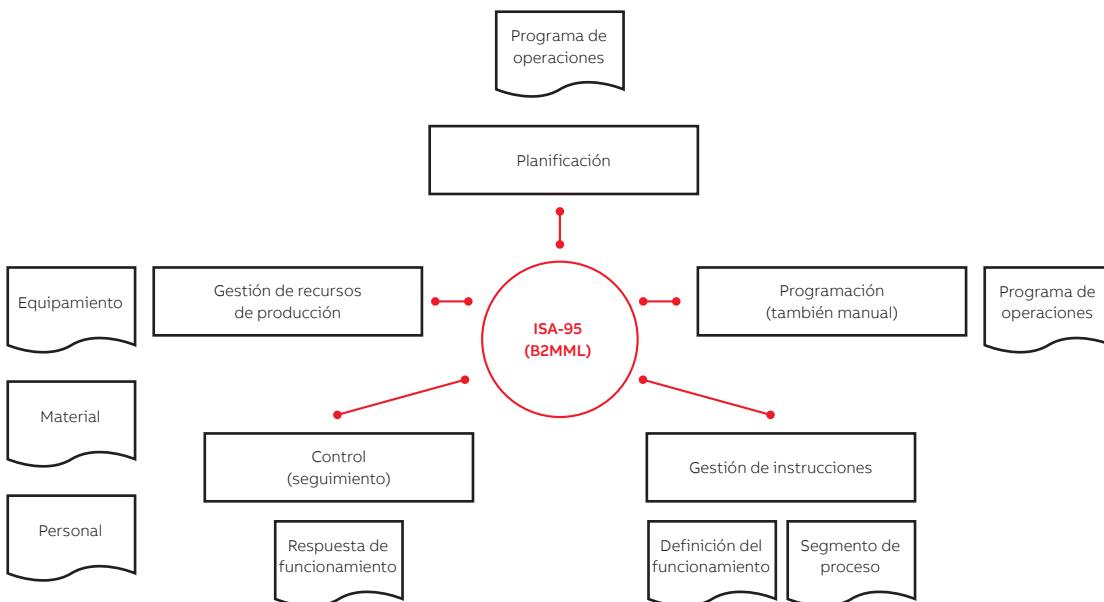
Es muy importante entender lo que pueden realmente necesitar las empresas de producción industrial. En tiempos de publicidad y tendencias, las propias tecnologías se convierten fácilmente en los agentes impulsores y en el entusiasmo para adoptarlas se puede olvidar cuáles son las necesidades primarias de un cliente típico. Algunos de los aspectos más buscados de las soluciones de programación avanzada son:

- Eficiencia de la producción: Maximización de la producción y minimización de los tiempos de configuración.
- Mejor utilización de recursos (rentabilidad de recursos): Es importante asegurarse de que se consigue el mejor uso de recursos costosos. Aquí, la programación puede ayudar e incluso puede indicar si hay recursos redundantes.
- Decisiones más eficaces: Un sistema de automatización debería en primer lugar ayudar a dirigir el proceso y contribuir a una toma de decisiones más rápida y fiable.

Toda la información de entrada para un problema de programación puede conseguirse a través de B2MML.

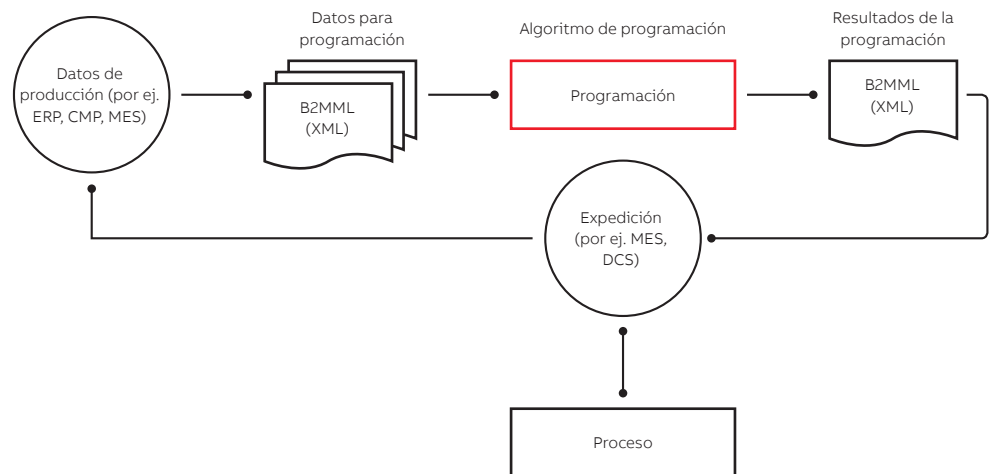
- Seguridad: La programación puede mejorar la seguridad, por ejemplo, proporcionando una visión de futuras operaciones o evitando cambios complejos u operaciones simultáneas mayores en la planta.
- Operaciones de menor coste y simplificadas: Esto es más crítico cuanto más complejo sea el proceso. Un operador que utilizara las soluciones podría tener una mejor idea del coste y sentirse apoyado por la solución.

En general, una solución de programación de trabajos contribuye a una mejor visión de las operaciones de la planta y a una temprana detección de cuellos de botella. También puede mejorar el rendimiento mediante una utilización más equilibrada de la máquina y una mayor fiabilidad. Asimismo, una programación automatizada puede ayudar a adaptarse a situaciones que cambian rápidamente y a identificar programas de alta calidad, independientemente de las aptitudes del operario. Las ventajas, tendencias y dificultades de los proyectos de despliegue práctico de programación están bien documentadas [3].



—
01 Elementos de ISA-95 y B2MML que proporcionan toda la información precisa para la programación.

—
02 Ejemplo de flujo de trabajo que emplea intercambio de datos de B2MML.



02

El componente de la programación

Para una acertada solución de la programación, debe asegurarse que se pueden abordar las principales dificultades que se aplican a la conversión en producto de las soluciones de programación:

- Definir un escenario que pueda incluir el entorno del algoritmo, recopilar los datos necesarios y comunicar los resultados al proceso de producción.

—
La herramienta de programación incluye un conjunto de algoritmos heurísticos que rápidamente encuentra una solución buena y factible.

- Encontrar una descripción genérica del problema que pueda expresar ejemplos realistas del problema.
- Proporcionar algoritmos que funcionen eficazmente para diversos casos y proporcionen soluciones buenas y factibles.
- Mantener la solución a través de un entorno de configuración apto para no expertos.

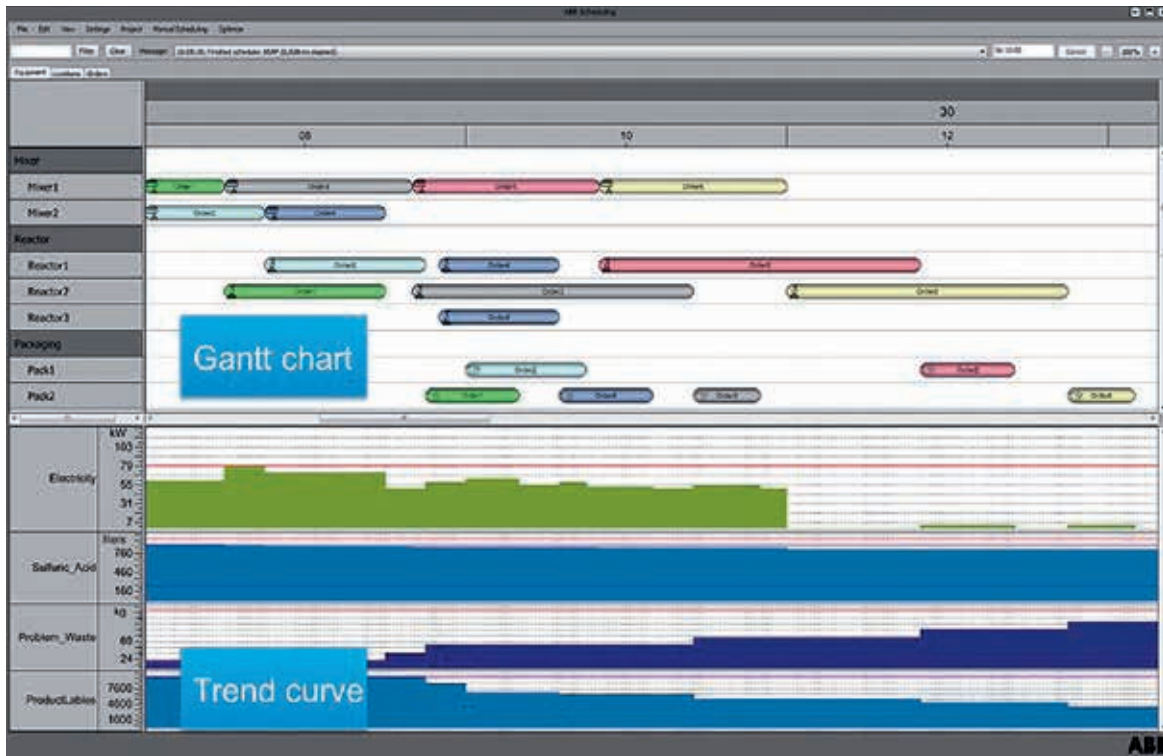
Escenario

Una de las piedras angulares del prototipo desarrollado por ABB es la norma ISA-95, que se creó para que sirviera como interfaz entre sistemas de control y actividad comercial. Define la mayoría de los campos de datos precisos y ofrece una incorporación basada en XML para la integración llamada B2MML (lenguaje de marcado de la administración a la fabricación) [4]. La norma ofrece funciones de apoyo tales como esquemas XML y muchos lenguajes de programación

disponen de una asistencia incorporada que permite un fácil manejo de los datos XML. Toda la información de entrada de un problema de programación puede proporcionarse mediante B2MML. De forma similar, los resultados de la programación se suministran en el mismo formato. La información más corriente relacionada con la programación recibe soporte directamente y puede ser complementada con ampliaciones.

Como puede verse en →1, la información relacionada con equipos, material, personal, instrucciones de producción y objetivos de producción está incluida en el entorno definido por la ISA-95. La situación de producción actual se comunica por medio de los datos de respuesta de la operación. Los datos se pasan al algoritmo de programación únicamente por XML, que ofrece la flexibilidad de integrar la función de programación y que permite el uso de diversos tipos de algoritmos, es neutral y se puede utilizar por cualquier método de solución seleccionado.

En →2 se muestra un ejemplo del flujo de trabajo con B2MML. En primer lugar, los datos de producción (ERP, CPM, etc.) para la programación se recogen de diversos sistemas. Los datos se pueden obtener según un principio de “push” o “pull”. Tras la ejecución del algoritmo de programación, se suministran los resultados de la programación a un sistema de envío que interactúa directamente con el proceso. De forma ideal, todo el conjunto de datos de ISA-95 se puede guardar en una base de datos común que es actualizada de forma regular por todos los componentes de software relacionados.



03

Algoritmos

La herramienta de programación incluye un conjunto de algoritmos heurísticos, una elección natural ya que la intención era proporcionar un algoritmo genérico de respuesta rápida que no necesariamente llegara al óptimo global (es decir, la mejor solución posible), sino que rápidamente encontrara una solución buena y factible. El algoritmo puede tener en cuenta todas las principales limitaciones de los equipos, las horas de trabajo y las limitaciones estándar de energía,

—

El algoritmo puede tener en cuenta todas las limitaciones principales del equipo, las horas de trabajo y las limitaciones estándar de energía, materiales y personal.

materiales y personal. De esta forma, el sistema de programación puede rastrear el consumo de servicios públicos así como el uso y la producción de materiales →3.

Una característica innovadora del prototipo es su función manual de arrastrar y soltar. A causa de las rápidas prestaciones algorítmicas, es posible combinar el algoritmo automático con la función manual de arrastrar y soltar.

La solución de programación puede trabajar en varios modos que van desde una herramienta manual puramente visual a un complejo solucionador algorítmico. Por ejemplo, en el modo de acción exclusivamente manual, la lógica de decisión se deja completamente al operario sin ninguna acción de reparación. Las órdenes se trasladan empleando la función de arrastrar y soltar y se lleva a cabo una comprobación de coherencia frente a las instrucciones de producción: si se vulneran las instrucciones, se rechaza el movimiento. De forma alternativa, las acciones manuales pueden ser apoyadas por algoritmos que, por ejemplo, rehagan todo el programa o partes del mismo, basándose en el cambio iniciado manualmente. La opción manual permite acciones intuitivas basadas en reglas que serían demasiado complejas para reflejarse en un algoritmo genérico.

También es posible ampliar el prototipo con algoritmos adicionales, que pueden implantarse en cualquier lenguaje .net.

Configuración

La configuración implica principalmente la creación de los archivos B2MML precisos→4. El uso de una norma como la ISA-95 hace más fácil acordar un modelo de datos y simplifica la comunicación entre sistemas de distintos vendedores. Mantener datos genéricos en una base de datos ISA-95 es mucho más fácil que recoger datos

— 03 El sistema de programación mostrando un diagrama de Gantt clásico y las curvas de tendencia para seguimiento de electricidad y material.

— 04 Ejemplo de un archivo B2MML. El texto en negrita refleja los datos específicos para el caso; las etiquetas de la norma ISA-95 se presentan en rojo.

Referencias

[1] I.E. Grossmann, "Challenges in the application of mathematical programming in the enterprise-wide optimization of process industries," Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 48 (5), pp. 555–573, 2014.

[2] ISA-95: The international standard for the integration of enterprise and control systems, <http://www.isa-95.com/>

[3] I. Harjunoski, et al., "Scope for industrial applications of production scheduling models and solution methods," Computers and Chemical Engineering, 62, pp. 161–193, 2014.

[4] I. Harjunoski and R. Bauer, "Sharing data for production scheduling using the ISA-95 standard," Frontiers in Energy Research, 26 October 2014, <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fenrg.2014.00044/full>

de modelos particulares. Además, ISA-95 se ha establecido como la norma de elección para integración entre ERP y la capa de fabricación, y cada vez más profesionales se forman en B2MML.

La información relacionada con equipos, materiales, personal, instrucciones de producción y objetivos de producción está incluida en el entorno definido por la ISA-95.

Idealmente, los datos B2MML se emplearían para modelizar el problema de programación de forma fácil para el operario, por ejemplo, mediante elementos GUI personalizados y utilizando terminología familiar.

Programando el futuro

La solución prototipo se ha probado con éxito en varios problemas de ejemplo en distintos dominios industriales y presenta un alto beneficio potencial. Se añade a la tecnología y a los procedimientos disponibles para las actividades comerciales como componentes básicos para productos específicos del sector y ya han sido empleados en minería. El método heurístico es ampliable y flexible, y con su rápido tiempo de ejecución, el prototipo puede actuar como una solución interactiva. Proporciona un forma directa de modelizar diversos requisitos y puede ampliarse fácilmente para admitir futuras necesidades.

Las tendencias técnicas están cambiando la clásica jerarquía piramidal de la automatización en la que las decisiones se toman de forma aislada. Como consecuencia, los sistemas complejos están haciéndose más fáciles de manejar. Puesto que la programación es menos valiosa en solitario, la integración es la clave para la mejora. También es importante alinear adecuadamente tecnología y actividad comercial para asegurar unos resultados significativos y valiosos. El hogar natural de una solución de programación es dentro de un sistema de gestión de producción, donde se toman las decisiones a corto plazo y donde está disponible la información necesaria para el proceso. ●

```
- <OperationsSchedule xmlns="http://www.wbf.org/xml/B2MML-V05">
  <ID>Factory A schedule requests</ID>
  <Description>This example shows the schedule *after* optimization</Description>
  <StartTime>2012-08-30T08:00:00</StartTime>
  <EndTime>2012-08-30T17:30:00</EndTime>
  <ScheduleState>Forecast</ScheduleState>
  <PublishedDate>2012-08-30T07:40:00</PublishedDate>
  - <OperationsRequest>
    <ID>Order1</ID>
    <StartTime>2012-08-30T08:00:00</StartTime>
    <EndTime>2012-08-31T08:00:00</EndTime>
    <Priority>1</Priority>
    <OperationsDefinitionID>Chemical1</OperationsDefinitionID>
    - <SegmentRequirement>
      <ProcessSegmentID>Mix</ProcessSegmentID>
      <EarliestStartTime>2012-08-30T08:00:00</EarliestStartTime>
      <LatestEndTime>2012-08-30T08:30:00</LatestEndTime>
      <Duration>PT0H30M</Duration>
      - <PersonnelRequirement>
        <PersonnelClassID>Mixeroperator</PersonnelClassID>
        <PersonID>Mixeroperator-2</PersonID>
      </PersonnelRequirement>
      - <EquipmentRequirement>
        <EquipmentClassID>Mixer</EquipmentClassID>
        <EquipmentID>Mixer1</EquipmentID>
      </EquipmentRequirement>
      - <MaterialRequirement>
        <MaterialClassID>Electricity</MaterialClassID>
        <MaterialUse>Consumable</MaterialUse>
      - <Quantity>
        <QuantityString>30.0</QuantityString>
        <DataType>double</DataType>
        <UnitOfMeasure>kW</UnitOfMeasure>
      </Quantity>
      </MaterialRequirement>
    </SegmentRequirement>
  </OperationsRequest>
  - <OperationsRequest>
    <ID>Order2</ID>
    <StartTime>2012-08-30T08:00:00</StartTime>
```

DESMITIFICACIÓN DE TÉRMINOS TÉCNICOS

Blockchain (Cadena de bloques)

La revista ABB está presentando una nueva serie que trata de explicar de forma simple y breve temas complicados relacionados con la tecnología. En el primero de estos artículos se explica el término “blockchain”.



Unos valores introducidos se someten al “blockchain”



Thomas Locher
Yvonne-Anne Pignolet
Investigación corporativa
de ABB
Baden-Dättwil, Suiza

thomas.locher@
ch.abb.com
yvonne-anne.pignolet@
ch.abb.com

Una “blockchain” (cadena de bloques) es una base de datos distribuida que se utiliza para mantener una lista de registros en continuo crecimiento. Una base de datos distribuida es una base de datos que se reproduce en múltiples máquinas para conseguir tolerancia a los fallos. Se compilan listas de registros en los llamados bloques, que además contienen un sello de tiempo y un enlace con el bloque anterior, constituyendo de esa forma una cadena de bloques. Las máquinas aseguran la coherencia entre las copias de forma pareada ejecutando un protocolo que verifique las condiciones de validez y asegure el acuerdo con el bloque siguiente que se añada a la cadena de bloques. Puesto que se requiere un consenso entre los bloques, no es factible la desviación de una sola máquina, garantizando de esta forma la inmutabilidad de los registros →1.

El concepto de cadena de bloques fue inventado para permitir el intercambio de la moneda virtual Bitcoin sin tener que depender de la confianza o del control centralizado de alguna institución. Posteriormente, se han propuesto otros casos de utilización y de cadenas de bloques con distintas propiedades. En general, una cadena de bloques sirve como un registro distribuido que puede almacenar registros arbitrarios que impliquen a una o más partes de forma eficiente, verificable y permanente. Por ejemplo, la industria financiera está considerando comunicaciones y transacciones

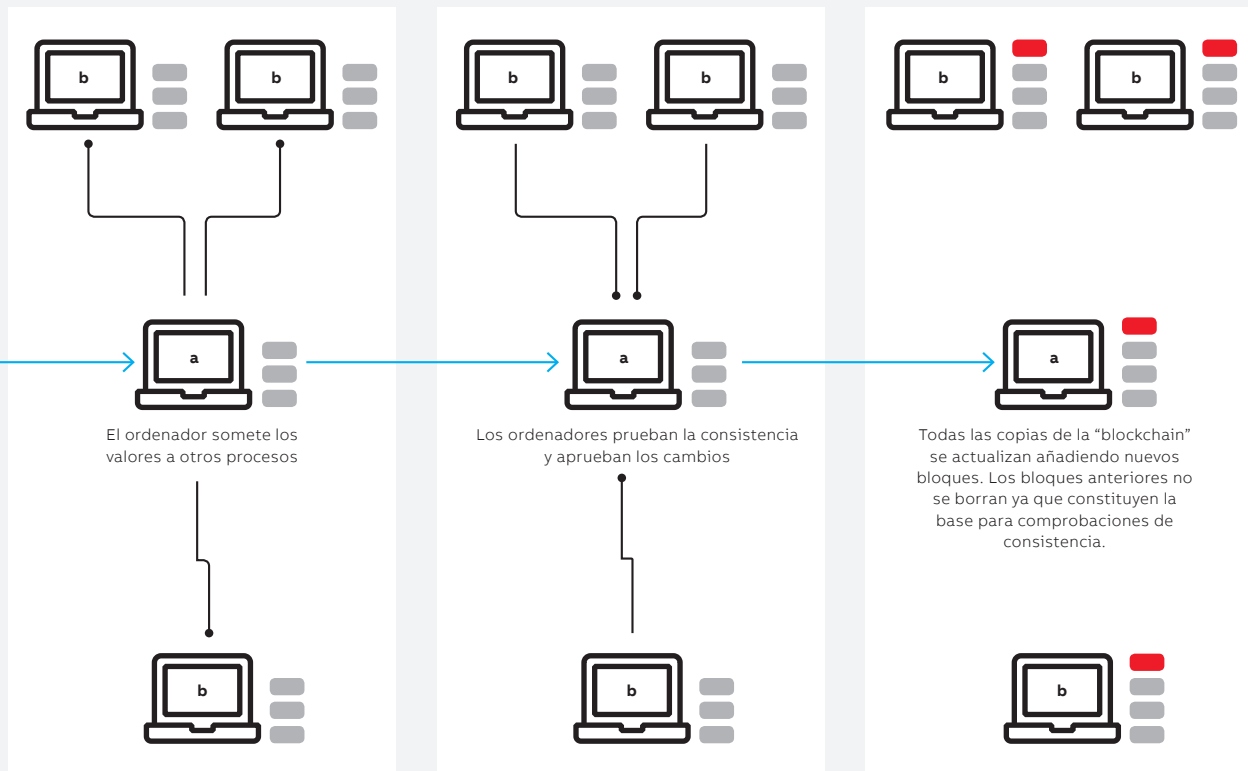
DE UN VISTAZO

- Sin un registro central, lo que hace que sea mucho más difícil de manipular que los registros clásicos.
- Basado en consenso en vez de en autoridad.
- Aunque más conocido por Bitcoin, el principio de la cadena de bloques puede adaptarse para registrar cualquier tipo de información digital

entre bancos empleando la tecnología de cadenas de bloques. En un contexto industrial, la procedencia, pertenencia y seguimiento de bienes virtuales y físicos podría beneficiarse de la inmutabilidad, tolerancia a los fallos y capacidad de ampliación de los métodos basados en cadenas de bloques. ●



01 Principio de la cadena de bloques.



01

Consejo editorial

Consejo de redacción

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

Adrienne Williams
Adrienne Williams
Asesor Jefe de Sostenibilidad

Christoph Sieder
Responsable de Comunicaciones Corporativas

Reiner Schoenrock
Comunicaciones de Tecnología e Innovación

Roland Weiss
Director de la Cartera de Investigación del Grupo 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 Technology 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/abbreviewapp

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 ©2017
ABB Switzerland Ltd.
Baden, Suiza

Impresión

Vorarlberger Verlagsanstalt GmbH
AT-6850 Dornbirn/Austria

Diseño

DAVILLA AG
Zúrich, Suiza

Cláusula de exención de responsabilidad

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

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

ISSN: 1013-3119

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



Edición para tablet
ABB Review también en su tablet.

La encontrará en 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 04/2017
En vías de transición

Se están produciendo dos grandes revoluciones: la primera, en la generación y distribución de electricidad; y la segunda, en los controles y la comunicación digital. Ninguna empresa será ajena a este proceso, y todas deben asumir el cambio transformador, ahora y en el futuro. La siguiente edición de ABB Review revelará esos primeros pasos y analizará la forma en que las empresas pueden pasar del punto en el que están ... al punto en el que deben estar.

ENCUESTA A LOS LECTORES 2017

Su oportunidad para opinar sobre ABB Review



La percepción y la satisfacción de nuestros lectores son importantes para trazar el camino futuro de ABB Review, por lo que le invitamos a participar en una breve encuesta de sólo 10 preguntas. Todos los participantes entrarán en el sorteo de una de las cinco estaciones de sonido Bluetooth. Su opinión cuenta y le damos las gracias por su tiempo. Esta encuesta también está disponible en www.abb.com/abbrevreview.

—
La encuesta también se puede completar en www.abb.com/abbrevreview

La encuesta termina el 3 de noviembre de 2017.

P1 ¿Cuál es su relación con ABB? (elija solo una respuesta)

- Cliente
- Proveedor
- Empleado
- Medio de comunicación
- Inversor
- Competidor
- Educación
- Otro

P2 ¿Cuál de las siguientes categorías describe mejor su principal área de interés? (elija solo una respuesta)

- Generación de electricidad
- Transmisión y distribución de energía eléctrica
- Otro servicio público
- Petróleo y gas
- Otros productos de energía
- Minerales y minería
- Pasta y papel
- Comida y bebida
- Industria química
- Otros procesos de fabricación
- Fabricación de productos de automoción
- Otros productos de manipulación o fabricación discreta
- Automatización para construcción
- Otros productos de automatización
- Sector marino
- Otros productos de transporte
- Centros de datos
- Otro

P3 ¿A qué grupo etario pertenece? (elija solo una respuesta)

- 15–24
- 25–34
- 35–44
- 45–54
- 55–64
- 65+
- No sabe/no contesta

P4 ¿Cómo usa ABB Review? (se admiten varias respuestas)

- Para conocer mejor las tecnologías de ABB
- Para conocer mejor las tecnologías en general
- Para conocer mejor la oferta de ABB
- Con fines de marketing/ventas
- Con fines de formación/educación
- Para procesos de selección
- Con fines de investigación
- Otro

P5 ¿Cómo recibe su ejemplar de ABB Review? (elija solo una respuesta)

- Suscripción personal (impresa)
- Contacto directo con el personal de ABB
- La saco de la biblioteca
- Circula por mi empresa
- La leo en Internet (pdf)
- Leo la versión para tablet/móvil
- Otro

P6 Para ayudarnos a optimizar nuestros canales de distribución, ¿cómo preferiría recibir su ejemplar de ABB Review? (elija solo una respuesta)

- Suscripción personal (impresa)
- Contacto directo con el personal de ABB
- La saco de la biblioteca
- Circula por mi empresa
- La leo en Internet (pdf)
- Leo la versión para tablet/móvil
- Otro

P7 ABB Review está actualmente disponible para cuatro idiomas. Si pudiera elegir un idioma adicional, ¿cuál sería? (elija solo una respuesta)

- Árabe
- Italiano
- Chino
- Portugués
- Ruso
- Otro (especificar) _____

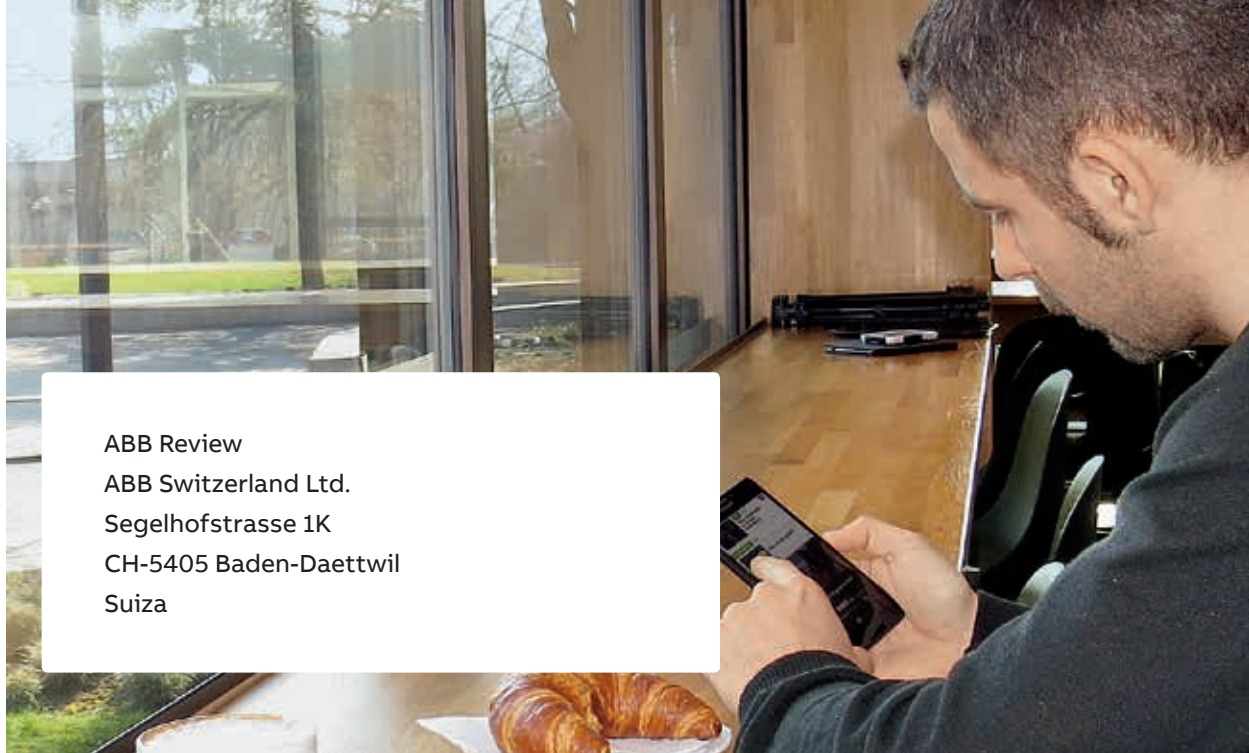


ABB Review
 ABB Switzerland Ltd.
 Segelhofstrasse 1K
 CH-5405 Baden-Daettwil
 Suiza

—
 Rellene el formulario y envíelo en un sobre prefranqueado a la dirección indicada antes del 3 de noviembre de 2017.

Doblar por aquí

A partir del número 1/2017 ABB Review adoptó una nueva imagen. Para el resto de las preguntas, piense solo en la nueva imagen de ABB Review.

P8 ¿Está de acuerdo con el nivel de contenido técnico de los artículos de ABB Review? (elija solo una respuesta)

- No suelen ser suficientemente técnicos
- A veces no son suficientemente técnicos
- El contenido técnico es bueno
- A veces son demasiado técnicos
- Suelen ser demasiado técnicos

P9 ¿Le parece bien la cantidad de artículos por número de ABB Review? (elija solo una respuesta)

- Preferiría muchos más
- Preferiría más
- Satisfecho
- Preferiría menos
- Preferiría muchos menos

P10 ¿Está satisfecho con el nuevo diseño de ABB Review? (elija solo una respuesta)

- Creo que el diseño es muy sencillo
- Creo que el diseño es bastante sencillo
- Satisfecho
- Creo que el diseño es bastante complicado
- Creo que el diseño es muy complicado

¿Le gustaría ofrecer algún comentario u opinión para mejorar ABB Review?

Al introducir su nombre y dirección de correo electrónico entrará en el sorteo de una de las cinco estaciones de sonido Bluetooth. Su información personal será utilizada únicamente para mejorar ABB Review y para participar en el sorteo, Su información personal no se compartirá ni se publicará. Muchas gracias por su colaboración. Los resultados de esta encuesta se publicarán en una edición futura de ABB Review. Esta encuesta también está disponible en www.abb.com/abbreview.

Nombre

Apellidos

País

Dirección de correo electrónico
