

ABB

4|11

La revista técnica
corporativa

revista

Potabilizar el agua marina mediante la desalinización 6

Soluciones de riego inteligentes 11

Control mediante medición a distancia 23

Ahorrar agua es ahorrar energía 39

Agua



Power and productivity
for a better world™



El ciclo del agua se cita con frecuencia como ejemplo de fenómeno natural autosostenido y autorregenerado. Pero la disponibilidad de agua limpia no debe darse por supuesta. En este número de la *Revista ABB* examinamos la aportación de ABB al suministro de agua.

La portada ilustra el perfil de Singapur con el edificio de bombas de Marina Barrage en primer plano. Este enorme proyecto, en el que se utilizan motores ABB, protege las zonas urbanas bajas frente a las inundaciones y atiende la sexta parte de las necesidades de agua de esta ciudad estado. El reverso de la portada muestra otra estación de bombeo, esta vez la de Toshka, en Egipto.



Suministro y conservación del agua

- 6 Agua dulce del mar**
Los accionamientos de velocidad variable de ABB hacen girar las ruedas de la tecnología de desalinización
 - 11 Descarga desde las nubes**
La experiencia española de riego inteligente con Neptuno
 - 17 Gestión responsable del uso del agua**
La tecnología ABB ayuda a las industrias de transformación a lograr un uso sostenible del agua
-

Control y distribución del agua

- 23 AquaMaster 3™**
Medida a distancia del consumo de agua con entrega por Internet de la gestión de fugas
 - 29 Cada gota cuenta**
Cómo aumentar la eficacia de la distribución del agua
 - 34 Presentación de Symphony™ Plus**
Automatización total de plantas para los sectores de generación de electricidad y suministro de agua
 - 36 Servicios de ABB para el agua**
Prestación de un servicio eBOP a la planta cubierta de tratamiento de aguas residuales más grande del mundo
-

Agua y eficacia

- 39 El agua de la vida**
Sostenibilidad y eficiencia energética en el sector del agua
 - 44 Bombeo inteligente**
Los accionamientos todo en uno de ABB convierten en inteligentes las bombas del sector del agua
-

Tecnología

- 48 Enlace submarino**
Cable eléctrico submarino HVAC a la plataforma flotante de petróleo y gas de Gjøa
 - 55 El fabricante frugal**
Análisis de los compromisos de mejora de la industria
 - 60 ServicePro 3.0, mejores prácticas en todo el mundo**
Optimización de la eficacia del mantenimiento de ABB en todo el mundo
-

Índice de 2011

- 61 Índice de 2011**
Resumen del año

El agua, elemento de la vida



Claes Ryttoft
Director de Tecnología
ABB Ltd.

Estimado lector:

Sin agua, no habría vida sobre la Tierra. La medida en que el funcionamiento de nuestra sociedad depende del agua no es tan evidente. Los médicos recomiendan consumir 2,5 litros al día, pero nuestro consumo real excede este valor en varios órdenes de magnitud. El consumo empieza con la alimentación, pues para cultivar la comida que una persona toma al día hacen falta varios miles de litros de agua. La agricultura acumula más del 70 por ciento de toda el agua dulce consumida. En el conjunto de la economía, nuestra dependencia del agua es aún mayor. La industria consume entre el 20 y el 25 por ciento de la totalidad del agua dulce.

A medida que la población mundial crece, aumenta la presión que se ejerce sobre las fuentes de agua. La desigualdad de la distribución geográfica del agua y el cambio climático magnifican el problema. Este número de la *Revista ABB* está dedicado a este problema y a la contribución de ABB al uso sostenible del agua.

En el lado de la oferta examinaremos la tecnología de la desalinización, que permite obtener agua dulce a partir del mar. Para ser viable, este método de obtención de agua exige un proceso muy eficiente de uso de la energía.

Las nuevas fuentes no bastan para atender el aumento de la demanda. La eficacia de la distribución y el uso presenta un potencial considerable de reducción de pérdidas. ABB ofrece soluciones de instrumentación que permiten la medición exacta y la vigilancia a distancia del caudal de agua. Un problema considerable de las redes de distribución de agua es la pérdida por fugas. Además de desperdiciar agua, las fugas desperdician parte de la energía utilizada en el proceso y

el transporte del agua hasta el punto de consumo. Los sistemas de gestión del agua de ABB pueden cuantificar y localizar las fugas, y de este modo ayudan al personal de mantenimiento o avisan precozmente de los fallos. Las pérdidas por fugas también se reducen controlando las bombas para evitar picos de presión.

En el lado de la demanda, veremos cómo los sistemas de control mejoran la eficacia, reducen las pérdidas y mejoran el flujo de información en aplicaciones agrícolas e industriales.

Aunque no está directamente relacionado con el suministro de agua, pero sí vinculado con el agua en un sentido más amplio, veremos también el tendido de un cable submarino que alimenta una plataforma flotante de petróleo y gas. Además de la longitud del cable y de la profundidad a la que se encuentra, un problema importante era la sección dinámica que se eleva desde el lecho marino hasta la plataforma, pues debe seguir todos los movimientos del mar y de la plataforma, incluso en condiciones climatológicas extremas.

Confío en que la lectura de este número de la *Revista ABB* le abra perspectivas nuevas sobre el fascinante mundo del agua y le haga más consciente de las muchas formas en que ABB puede contribuir.

Que disfrute de la lectura.

Claes Ryttoft
Director de Tecnología
ABB Ltd.





Agua dulce del mar

Los accionamientos de velocidad variable de ABB hacen girar las ruedas de la tecnología de desalinización

MATTHEW WONG – “Agua, agua por doquier, y ni una gota para beber”. Cómo habría admirado al Viejo Marinero la tecnología actual, capaz de extraer el agua potable más cristalina de la más salada de las aguas marinas gracias a las maravillas de la desalinización. En conjunto, la electricidad sigue siendo el principal elemento de coste del agua desalinizada y, dependiendo de la tecnología que se emplee, puede suponer más del 30 por ciento de los costes operativos.

Por tanto, la eficiencia energética y la optimización del coste del ciclo de vida se encuentran entre las cuestiones más importantes, tanto para los constructores como para los propietarios de plantas de desalinización. ABB ofrece un abanico completo de tecnologías avanzadas para la industria de la desalinización para mejorar el rendimiento de la planta, su eficiencia y su fiabilidad. Un componente destacado de este conjunto, muy adecuado para su utilización en la desalinización, es el accionamiento de velocidad variable.



El sitio lógico donde buscar nuevos recursos de agua dulce es en nuestros mares y océanos; la tecnología de la desalinización puede liberar la abundancia de agua allí existente.

Imagen del título

La desalinización sigue siendo una actividad devoradora de energía. ¿De qué forma pueden los accionamientos de velocidad variable ayudar a reducir el uso y los costes de la energía?

Aunque el agua cubre más del 70 por ciento de la superficie de la Tierra, el 97,5 por ciento de esta cantidad corresponde a las aguas marinas. Buena parte del 2,5 por ciento restante es inalcanzable, pero su demanda crece de día en día, impulsada por una complicada combinación de factores geofísicos, geopolíticos y demográficos. Por tanto, el sitio lógico donde buscar nuevos recursos de agua es en nuestros mares y océanos. La tecnología de la desalinización puede liberar las casi ilimitadas existencias de agua disponibles en ellos mediante la extracción de las sales y otros minerales a fin de que el agua resultante sea apta para el consumo humano.

Actualmente, los métodos más usuales de desalinización son los térmicos y los basados en membranas. El primero utiliza principalmente la destilación flash multietapa (MSF) y la de efecto múltiple (MED), el segundo, la ósmosis inversa (OI) → 1. El coste de la transformación del agua del mar en agua dulce es uno de los factores principales para decidir el método a utili-

zar, pero los tres métodos usuales de desalinización se siguen considerando grandes consumidores de energía.

También se han comercializado otras tecnologías para la desalinización. Una de ellas es la ósmosis

directa, que es también un proceso osmótico que utiliza una membrana para separar los solutos disueltos en el agua; y el proceso de Passarell, que utiliza el vacío para favorecer la vaporización del agua del mar a menores temperaturas. En fase de desarrollo se encuentran otras metodologías de desalinización, tales

como la desalinización geotérmica, la salinización por membranas de nanotubos, las membranas biomiméticas o la desalinización térmica a baja temperatura (LTTD).

Ósmosis inversa

Cuando existe una central eléctrica cerca de la planta de desalinización, se suelen utilizar el MSF o el MED, ya que estos métodos pueden emplear la energía tér-

La electricidad sigue siendo el principal componente del coste del agua desalinizada. Puesto que la potencia de bombeo requerida es proporcional al cubo de la velocidad, una reducción pequeña de ésta puede suponer una gran diferencia en el consumo de energía.

mica producida por la central eléctrica. Ocasionalmente, se adoptarán diseños híbridos que combinen dos o más métodos de desalinización. En ausencia de una

1 Los tres procesos de desalinización más importantes

Destilación flash multietapa (MSF).

Empleado en aplicaciones de gran tamaño, el MSF es un método de destilación multietapa donde se calienta el agua de mar y se disminuye la presión ambiente, de forma que el agua se transforma súbitamente en vapor como un "relámpago". Cada etapa se encuentra a menor presión que la anterior.

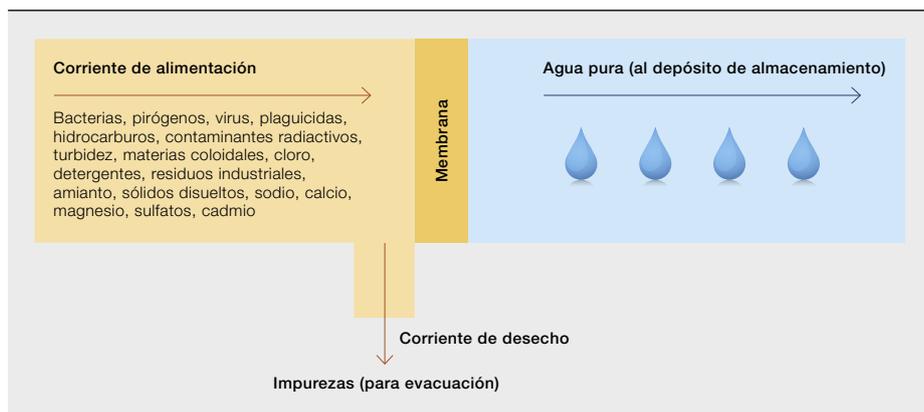
Destilación multiefecto (MED).

El método MED debe su nombre al hecho de que se utiliza más de una cámara de ebullición o "efecto" para producir agua destilada. Se emplea en aplicaciones de tamaño medio, haciendo hervir el agua del mar siguiendo una secuencia de efectos, cada uno de ellos a una presión menor que el anterior. Se utiliza el vapor procedente de una serie para calentar la siguiente. Únicamente el primer recipiente (a la presión más alta) exige una fuente de calor exterior.

Ósmosis inversa (OI):

Se bombea agua salobre o agua de mar a alta presión a través de una membrana permeable en una vasija cerrada. La salmuera concentrada permanece en un lado de la membrana y el agua potable en el otro. La tecnología de OI se ha empleado históricamente en plantas de tamaño pequeño y mediano. Al estar considerada como la solución de desalinización con mejor relación coste-eficacia, el método de OI se emplea actualmente en aplicaciones grandes.

2 Ósmosis inversa. La presión fuerza las moléculas de agua a través de la membrana y deja los contaminantes al otro lado para su evacuación



central eléctrica adecuada, la elección preferida es la OI → 2, menos consumidora de energía.

En la ósmosis normal, el disolvente se mueve de forma natural a través de una membrana desde la zona de baja concentración de soluto a la de alta concentración. Esta tendencia natural a igualar las concentraciones de soluto a los lados de la membrana produce una presión osmótica. La aplicación de una presión exterior para invertir el flujo natural de disolvente puro constituye la ósmosis inversa. Para el agua potable, la presión fuerza únicamente las moléculas de agua a través de la membrana, obteniéndose agua pura al otro lado. Se aplican distintas presiones dependiendo de los contaminantes disueltos.

La presurización de la membrana y los VSD

Durante el inicio del proceso de OI es esencial una presurización de la membrana que esté controlada con precisión, ya que debe ser comprimida de forma suave pero firme contra su soporte. Esto asegura que no se dañará ningún elemento y que se mantendrán las condiciones ideales para la producción de agua con el caudal y la presión correctos.

Puesto que hay que aplicar una presión variable tanto al principio de la producción como durante ésta, puede utilizarse un arrancador directo para poner en marcha la bomba y hacer funcionar el motor a su velocidad máxima. Así se puede conseguir la presión requerida del agua mediante la actuación de una válvula. Este método cumple el fin propuesto pero produce esfuerzos mecánicos, tales como vibración y golpeteo en las conducciones y válvulas, y desperdicia energía.

Es mucho mejor utilizar un accionamiento de velocidad variable (VSD) → 3.

Con un VSD, en lugar de utilizar una válvula para controlar el caudal o la presión, se puede simplemente ajustar la velocidad del motor para conseguir el caudal o la presión de bombeo deseados.

Y puesto que la potencia de bombeo requerida es proporcional al cubo de la velocidad, una reducción pequeña de ésta puede suponer una gran diferencia en el consumo de energía.

Mediante la utilización de equipos VSD, no solamente se ayudará a ahorrar energía y mejorar la fiabilidad al reducir los esfuerzos mecánicos, sino que se mejorará el rendimiento del proceso: un VSD puede ajustar directamente el caudal o la presión de la bomba a las necesidades del proceso, y también se pueden corregir las pequeñas variaciones con un VSD con más rapidez que con otros medios de control.

Eliminación de armónicos

Si bien el VSD ayuda a ahorrar energía y a mejorar la fiabilidad y el control, deben adoptarse precauciones contra los armónicos que puede producir. Los armónicos causarán distorsión de la forma de onda eléctrica y, si no se corrigen, pueden producir problemas tales como sobrecalentamiento de cables, motores y transformadores, centelleo de la visualización electrónica y el fastidioso disparo de los elementos de protección eléctrica. Una forma de resolver el problema de los armónicos es conectar un filtro de armónicos activo (AHF) en el punto donde puedan producirse los más importantes. La solución AHF de ABB utiliza el filtro de calidad energética (PQF) que supervisa en tiempo real la corriente en la línea y procesa los armónicos medidos como señales digitales en un DSP (procesador de señales digitales) múltiple de alta velocidad. El DSP múltiple, por su parte, acciona módulos IGBT con señales de amplitud de impulso

El diseño de rectificador activo (AFE) del ACS2000 elimina la necesidad de un transformador desfasador especial.



modulada (PWM), haciendo que se inyecten en los componentes correspondientes corrientes con fase exactamente opuesta a la de los armónicos, eliminando de esa forma esos órdenes de armónicos.

Más económico

El motor que acciona la bomba puede ser de baja (BT) o de media tensión (MT) dependiendo del valor nominal de la bomba. El último miembro de la familia VSD de MT, el ACS2000, reduce el coste de explotación al no ser precisa la utilización de un transformador caro y especializado en la entrada del VSD de MT para reducir los armónicos producidos por el VSD. El diseño de rectificador activo (AFE) del ACS2000 elimina la necesidad de un transformador desfasador especial de esas características.

Si se habla de explotación y mantenimiento, el ACS ofrece disponibilidad y fiabilidad excelentes gracias a la reducida cantidad de piezas y, por lo tanto, un prolongado tiempo medio entre fallos (MTBF). Gracias a su diseño modular, también dispone de un impresionante tiempo medio de reparación (MTTR), puesto que su concepto de diseño de cajones permite una rápida sustitución de componentes lo que minimiza, en consecuencia, el tiempo de inmovilización → 4.

Por lo que se refiere al VSD de baja tensión → 5, la familia de Accionamientos con Pocos Armónicos ofrece una solución exclusiva que se incorpora al accionamiento y que cumple los requisitos de armónicos sin necesidad de dispositivos externos de filtrado o configuraciones con transformadores multipulso.

Factor de potencia

Durante la operación, el motor de la bomba producirá energía reactiva que puede causar una caída no deseada del factor de potencia. Para corregirlo se suele instalar un banco de condensadores. Pero el VSD dispone ya de un banco de condensadores interno que puede utilizarse para eliminar la caída del factor de potencia o para reducir el tamaño del banco externo que se precise para ello.

Mantenimiento de la membrana

La impulsión de la solución a través de la membrana constituye la actividad más consumidora de energía de una planta de desalinización por ósmosis inversa. Uno de los factores que afectan a la presión, y por lo tanto a la energía, que se precisa para lograrlo es el estado de limpieza de la membrana. Cuando la membrana empieza a obstruirse, se precisa más presión para conseguir la misma producción, y la presión solamente puede ajustarse dentro

de un margen determinado. Por ello es crucial el mantenimiento de la membrana. Generalmente se lleva a cabo la limpieza mediante lavado con agua, limpieza química o sustitución, determinándose los intervalos adecuados de acuerdo con el grado de obturación de la membrana. Este índice se ve afectado por la temperatura del agua, la concentración, el caudal, el índice de recuperación, etc. Normalmente, el mantenimiento se realiza a los intervalos fijos recomendados por los fabricantes de las membranas o cuando la caída de presión entre las corrientes de alimentación y de vertido se sale de márgenes. Tales situaciones pueden llevar a una limpieza prematura, lo que se traduce en un consumo excesivo de productos químicos y una pérdida de producción, o a un retraso de esa operación que resulta en una obstrucción permanente que puede producir daños en la membrana.

El módulo Optimax Membrane Performance de ABB, que ha ganado el premio "Water/Energy Nexus" en los premios H₂O Water Awards 2010, puede ayudar a superar los inconvenientes de los métodos actuales. Un módulo del Optimax, el Membrane Performance Monitoring, presenta las prestaciones de la membrana, teniendo en cuenta la hidrodinámica de la obstrucción de la membrana, y proporciona recomendaciones de las medidas de manteni-



miento y las fechas aconsejadas para que pueda preverse la intervención, minimizando la perturbación en la producción. También proporciona información acerca de lo efectiva que fue la operación de limpieza. El otro módulo del Optimax es el Membrane Optimization, que utiliza los resultados del módulo Performance Monitoring como base para calcular las condiciones operativas óptimas dadas unas restricciones operativas y físicas. Como la dinámica de la velocidad de obstrucción depende de los puntos de consigna operativos establecidos, tales como el caudal y la presión aplicados, se consideran estos factores en el cálculo, tanto para aumentar los niveles de productividad como para optimizar el índice de obstrucción. La optimización puede ejecutarse de forma regular y se puede aplicar para el funcionamiento tanto en bucle abierto como en bucle cerrado. Aplicando la función de optimización, es posible reducir la separación entre los puntos de consigna real y óptimo, pudiendo obtenerse unos aumentos de productividad del dos por ciento. Se aplica al funcionamiento en bucle abierto o en bucle cerrado. Con la función de optimización es posible reducir la separación entre los puntos de consigna real y óptimo, pudiendo obtenerse unos aumentos de productividad del dos por ciento. La mayor productividad no es la única ventaja: el método de efectuar la limpieza cuando sea necesaria reduce el empleo de productos químicos y por tanto, los costes de funcionamiento; la disminución del riesgo de daños en la membrana reduce la necesidad de sustituciones no presupuestadas de la membrana y permite una mejor planificación de las interrupciones por mantenimiento, aumentando de esta forma la disponibilidad de la planta.



El MCC inteligente

Un gran porcentaje de los equipos de las plantas de desalinización se controla en centros de control de motores (MCC). Para dirigir de mejor forma la operación y el mantenimiento, los operarios precisan más información, como por ejemplo, durante cuánto tiempo han estado trabajando las unidades, cuál es su condición operativa, etc. Tradicionalmente, estos datos adicionales exigen más equipos de medida, más transmisores y dispositivos y, por supuesto, numerosos cables canalizados hasta la sala de control. Sin embargo, el MNS iS de ABB, el primer sistema MCC de Baja Tensión integrado, va a ayudar ahora a resolver el problema. El MNS iS es un sistema MCC integrado sencillo, configurable para todas las posibles especificaciones de los clientes, desde las convencionales hasta los requisitos de sistemas inteligentes de control de motores muy sofisticados utilizados por integradores y usuarios finales. El MNS iS hace posibles modificaciones de las funciones de control y protección en cualquier momento y en cualquier etapa de todo el ciclo de vida del proyecto. Aporta una flexibilidad muy necesaria para los técnicos, integradores de sistemas y usuarios finales. Para una planta completa se precisan muy pocas variantes del arranque estándar de los motores. El MCC también permite la supervisión del estado, como por ejemplo: sobreintensidad en el motor; temperaturas en cables y terminales; recuento de las reinserciones de cajones del MCC (que puede requerir efectuar cierto mantenimiento de los cajones), etc. Toda esta información facilita un mantenimiento más predictivo que reactivo y ayuda a reducir los tiempos de inmovilización no planificados.

Perspectivas

En general, la electricidad sigue siendo el mayor coste del agua desalinizada y, dependiendo de la tecnología de desalinización empleada, puede suponer más del 30 por ciento de los costes operativos. Por tanto, la eficiencia energética y la optimización del coste del ciclo de vida se encuentran entre las cuestiones más importantes, tanto para los constructores como para los propietarios de plantas de desalinización. ABB ofrece tecnología avanzada para la industria desalinizadora con una gama completa de productos bien probados y dispone de tecnologías de base que le permiten desempeñar un importante papel en la mejora del rendimiento, la eficiencia y la fiabilidad de las plantas. Como proveedor de soluciones de instrumentación, control y eléctricas (ICE), ABB puede proporcionar paquetes completos de ingeniería con las ventajas de una interfaz única, ahorrando tiempo, reduciendo costes y controlando riesgos. A medida que aumenta la demanda de agua dulce, la conservación y el uso eficiente constituyen áreas donde podemos maximizar la utilidad del agua de que ya disponemos. Una desalinización más barata y menos consumidora de energía es la clave para liberar las enormes reservas de agua de nuestros mares y océanos, y aumentar así masivamente el suministro de agua dulce.

Matthew Wong
Power System Division
Singapur
matthew.wong@sg.abb.com



Descarga desde las nubes

La experiencia española de riego inteligente con Neptuno

ENRIQUE MONSALVE, LUIS LLORENTE – A pesar de ser una de las sustancias más abundantes de la Tierra, solamente un porcentaje minúsculo del agua es directamente utilizable por el hombre [1]. En menos de 50 años, el agua ha pasado de ser considerada como inagotable y barata a un recurso escaso que se debe administrar y distribuir cuidadosamente. Las Naciones Unidas han proclamado 2005–2015 como el Decenio Internacional para la acción en “Water for life” (El agua como fuente de vida) [2] y han incluido en sus Objetivos de Desarrollo para el Milenio [3] la reducción a la mitad en 2015 del número de personas que carezcan de

acceso regular al agua potable y el desarrollo de fuentes sostenibles. Al mismo tiempo, más del 70 por ciento del agua dulce consumida en el mundo se dedica a la agricultura (hasta el 95 por ciento en algunos países en vías de desarrollo), seguido por la industria (22 por ciento) y el uso doméstico (8 por ciento) [4]. Por lo tanto, las políticas relacionadas con el uso en la agricultura y la modernización presentan un gran impacto directo en el desarrollo y la optimización del uso del agua. El sistema Neptuno ayuda a conseguir este objetivo al tiempo que incrementa el rendimiento de las cosechas y mejora el nivel de vida del agricultor.



por cuatro [1]), modernización de la agricultura y tecnificación de los agricultores. Aquí es donde la automatización y el riego desempeñan un papel importante.

Aspectos concretos de la automatización del riego

La automatización del riego en el sector agrícola se enfrenta con algunos problemas muy particulares, puesto que los elementos de control se encuentran normalmente a la intemperie, en condiciones meteorológicas extremas, situados en áreas con movimiento de maquinaria pesada, muy repartida geográficamente y sin acceso a una alimentación eléctrica continuada. Por ello, las soluciones utilizadas en otros sectores no sirven en éste (por ejemplo, comunicaciones por cable o equipos configurables y programables localmente). Los regantes y sus asociaciones raramente disponen de conocimientos ni de recursos suficientes para mantener un sistema de automatización. A menudo, sus instalaciones no reúnen las condiciones mínimas para sostener un sistema de control con disponibilidad las 24 horas. Esto hace del SCADA local un aspecto problemático en estos proyectos.

Además, para conseguir los mejores resultados con el sistema de control, debe evitarse la necesidad de que el usuario final posea y mantenga infraestructuras específicas; una comunicación por radio de banda estrecha o privada no suele constituir una solución ideal. De forma similar, una solución SCADA clásica, donde el funcionamiento del sistema depende de servidores locales, no parece la más adecuada o de mantenimiento más fácil en esas situa-

Los elementos de control están normalmente a la intemperie, en condiciones meteorológicas extremas, situados en áreas con movimiento de maquinaria pesada y sin acceso a alimentación eléctrica continuada.

ciones. Teniendo esto en cuenta, ABB ha desarrollado una solución especial para el riego.

Primer método: la solución de riego Neptuno

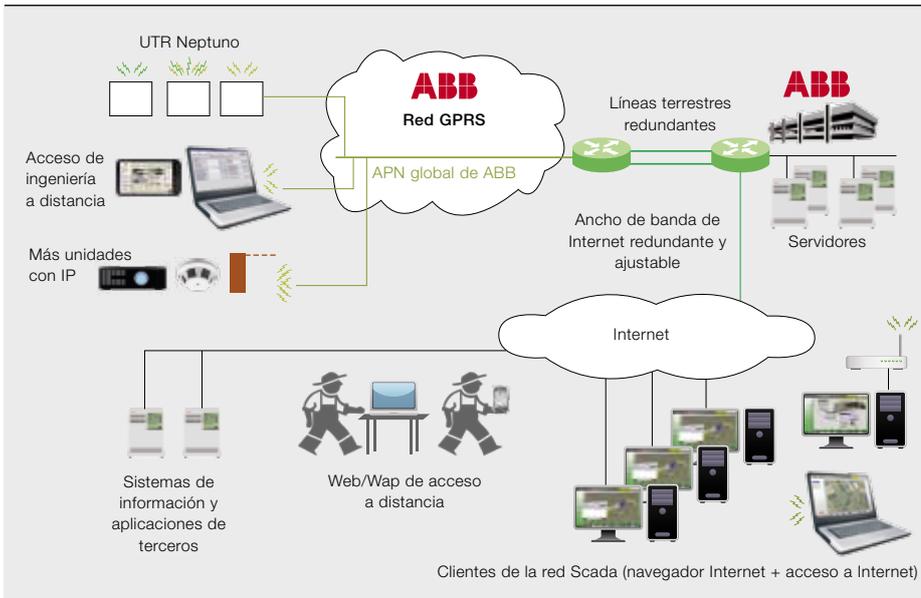
La solución básica Neptuno para el riego se compone de unidades terminales remotas (UTR), el SCADA y las comunicaciones. Las UTR de Neptuno están diseñadas para que controlen la información del riego y las señales de control en entornos sin

La población mundial ha aumentado desde 2.500 millones de personas en 1950 hasta 7.000 millones en la actualidad y las previsiones anuncian un aumento de 2.000 millones para el año 2030 [5]. Esto significa que la humanidad necesitará producir más alimentos, 80 por ciento de los cuales precisarán de regadío. Aunque cada persona consume entre dos y cinco litros de agua al día, se requiere una media de 3.000 litros para producir los alimentos que una persona consume diariamente [6]. Y esta cifra aumenta cada año a medida que aumenta el consumo de carne y verduras y disminuye el de cereales. Sin embargo, la disponibilidad de agua para la agricultura se ve limitada por la demanda creciente de otros sectores donde el precio es mayor (industria y sector doméstico), por la degradación y la distribución de los recursos hídricos y por la necesidad de conseguir una sostenibilidad medioambiental. Todos estos aspectos fuerzan a un aumento de la producción que debe conseguirse por medio de políticas de infraestructuras, aumento de las zonas regadas (lo que multiplica la producción por dos o

Imagen del título

La mayor producción de alimentos exige una modernización de la agricultura y una tecnificación de las explotaciones agrícolas.

2 Esquema de la solución Neptuno con la red GPRS de ABB y el acceso a distancia



electricidad y por ello están alimentadas con baterías recargables (que se cargan mediante un pequeño panel solar, turbinas hidráulicas u otros medios) o con baterías especiales de iones de litio. Los equipos están diseñados para reducir al mínimo las necesidades de energía. Las válvulas de riego se activan mediante impulsos y con la gestión inteligente de contadores de agua y otras lecturas de señales disponibles, ya sean digitales (intromisión, etc.), o analógicas (presión, humedad, etc.). La comunicación mediante módem GPRS (datos de teléfonos móviles) permite al instalador colocar las UTR en cualquier sitio y cambiar su ubicación o su cantidad sin tener que crear, modificar o mantener una infraestructura de comunicaciones propia → 1. El único requisito es disponer de la adecuada cobertura del móvil del operario. La unidad puede ser controlada, configurada y reprogramada (actualización del firmware) a distancia.

El protocolo de los equipos Neptuno minimiza el tráfico de red (bytes) y permite reducir el consumo de energía para las comunicaciones al mínimo necesario en cada caso. Se puede configurar la UTR para que sus comunicaciones estén apagadas normalmente, activándose sólo cuando se produce alguno de los eventos o alarmas preseleccionados, tales como en un determinado momento (por ejemplo, en días, horas o minutos previamente señalados), en respuesta a un impulso procedente del contador, al inicio o final de un programa de riego, cuando la entrada analógica alcance un valor determinado, etc. De esta forma, las UTR controlan el

riego de forma autónoma (hasta cuatro programas de riego, delimitados por tiempo o por volumen, por día de la semana) fechando y registrando todos los eventos o alarmas. Cuando se produzca alguno de los eventos preseleccionados, la unidad activa instantáneamente el módem, comunica toda la información almacenada al SCADA, recibe la información o las instrucciones del SCADA y cierra las comunicaciones. De esa forma se reducen al mínimo las necesidades de energía y de comunicaciones. Se puede configurar la unidad para que esté permanentemente conectada o en modo mixto (parada durante cierto tiempo y en línea el resto), y se puede modificar en cualquier momento el modo de funcionamiento, de forma individualizada, para cada unidad.

La red GPRS de ABB utiliza una APN (red de puntos de acceso) privada, asegurada mediante IPSec, a la que no se puede acceder desde el exterior y con una configuración que permite a los usuarios asignar una dirección IP fija a cada unidad remota de la red → 2. De esta forma se protege la información y, al mismo tiempo, se reduce el volumen de las comunicaciones y el tiempo de transmisión.

El empleo del GPRS proporciona flexibilidad y disponibilidad inmediata al tiempo que el mantenimiento de la red y su seguridad son responsabilidad de los operadores de redes móviles, cuyo coste se ha reducido en los últimos años. Aunque el cliente puede contratar por sí mismo las comunicaciones (el sistema Neptuno es abierto), ABB ha llegado a acuerdos con los operadores de redes móviles globales

El sistema SCADA Neptuno no sólo presenta el estado de las UTR, las alarmas, los eventos, los informes y los datos históricos, sino que además se comunica por SMS y correo electrónico y permite a los usuarios el acceso remoto a Internet.



El sistema Neptuno se ha convertido en el CSIS que permite el acceso a la interfaz de SCADA mediante tecnologías de web normales aplicando el concepto SaaS. El cliente no necesita disponer ni mantener ninguna infraestructura específica.

para ofrecer precios más bajos y un nivel de soporte que estaría normalmente fuera del alcance de los clientes. Gracias a estos acuerdos, ABB puede ofrecer un soporte total de mantenimiento del proyecto, desde la instalación de campo al sistema central.

El sistema SCADA Neptuno puede gestionar la recepción de señales, eventos y alarmas y controlar la transmisión de comunicaciones y órdenes procedentes y destinadas a la UTR de forma asíncrona. Además de presentar el estado de la UTR, órdenes de gestión, alarmas, eventos, informes y datos históricos, el SCADA Neptuno puede enviar alertas por correo electrónico o avisos por SMS cuando se producen determinados eventos. El sistema SCADA Neptuno dispone asimismo de estaciones móviles de ingeniería que pueden conectarse a las unidades remotas desde cualquier lugar.

Segundo método: el agricultor manda

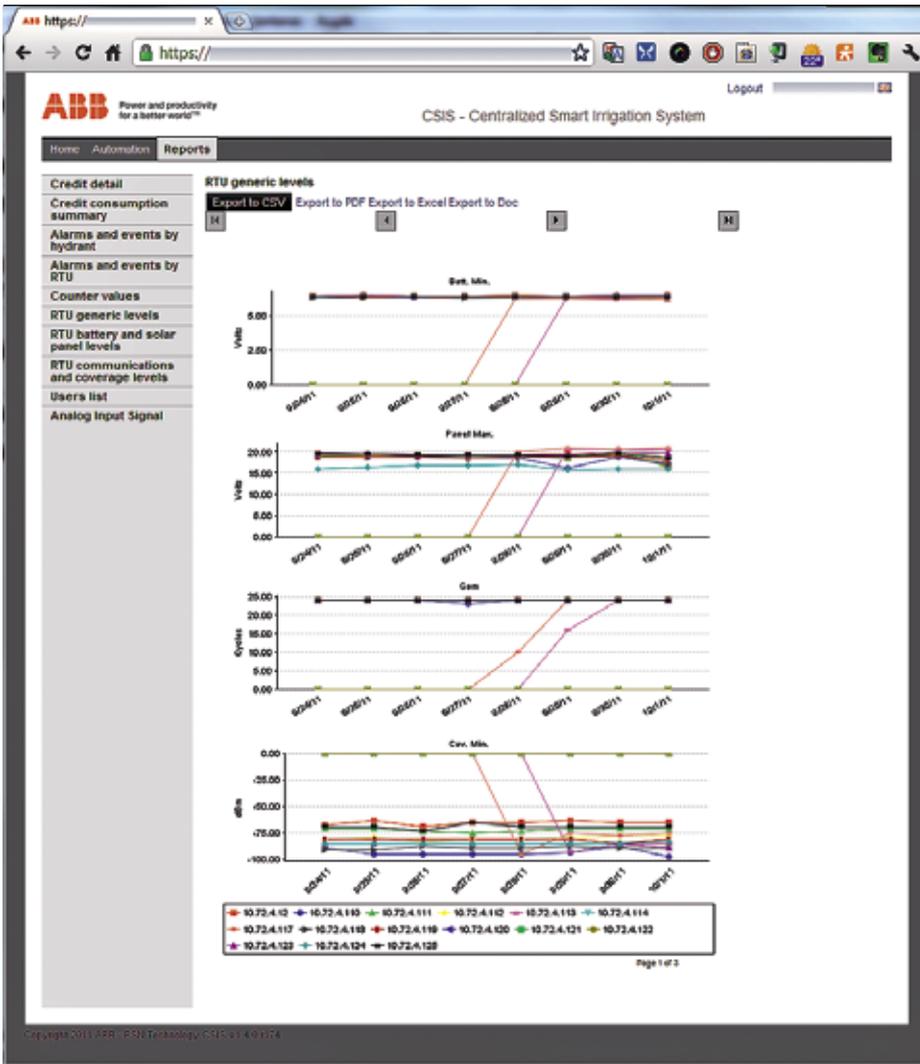
Todas las UTR se pueden controlar y supervisar desde SCADA, pero en ciertas comunidades de riego esto no basta porque el agricultor desea determinar personalmente el riego de sus cultivos. Para ello, el sistema Neptuno ha integrado una red segura y un acceso wap que permite al agricultor supervisar y modificar el riego desde cualquier sitio accediendo a Internet por medio de un PC, un teléfono inteligente o incluso un teléfono móvil que sólo disponga de funciones wap → 3 y → 8. Cada usuario tiene un nombre y una contraseña que le permite acceder a una serie de UTR con un cierto nivel de autoridad, como ver, actuar, etc. De esta forma, los agricultores ya no se ven obligados a des-

plazarse al terreno para abrir y cerrar válvulas, ajustar el riego según las variables condiciones climáticas o cuando el agua sea más barata (normalmente el coste del agua depende del momento del día en que se utiliza). En lugar de ello, pueden gestionar todas estas opciones de forma cómoda y a distancia. Esto no sólo optimiza el uso y el coste del agua, sino que aumenta la rentabilidad del cultivo y mejora la calidad de vida del agricultor.

Las UTR pueden utilizarse también para el control de las redes de distribución de agua o incluso de las estaciones de bombeo. Por ello, el acceso a distancia resulta también muy útil para el personal de mantenimiento de las comunidades de regantes, ya que pueden controlar todo desde cualquier sitio mediante un teléfono móvil, sin necesidad de llevar consigo las estaciones de ingeniería. Se pueden integrar cámaras y otros elementos IP en las interfaces de usuario.

Tercer método: evolución de Neptuno a CSIS

Por desgracia, las comunidades de regantes no suelen disponer de las instalaciones y el personal de mantenimiento adecuados para que un sistema de control funcione correctamente. Además, la inversión inicial necesaria para estos sistemas impide que muchas comunidades puedan acceder a sus ventajas y, en consecuencia, mejorar su competitividad. Para abordar estos problemas, el sistema Neptuno ha evolucionado para convertirse en el sistema de riego centralizado inteligente (CSIS) que permite el acceso a la interfaz de SCADA mediante tecnologías estándar de red, utilizando el concepto



SaaS (software como servicio). De esta forma, ABB cuenta con todos los elementos esenciales necesarios, tales como software, servidores, comunicaciones, sistemas de energía, refrigeración etc. También ABB se encarga del funcionamiento y las mejoras y el mantenimiento permanentes, ofreciendo servicios tanto a los integradores tales como a las empresas de ingeniería, y a los agricultores.

El usuario puede consultar su sistema desde cualquier navegador de Internet y, gracias a la tecnología empleada, su visión será la misma que si el sistema estuviera instalado localmente → 4 y → 5.

Este método consigue muchos de los objetivos buscados por el usuario:

- Reducción drástica de la inversión inicial (sólo las UTR), por lo que es asequible para comunidades de cualquier tamaño e incluso para usuarios individuales.
- Mayor disponibilidad del sistema mediante el empleo de mejores equipos, redundancia e instalaciones

que no serían viables económicamente con la solución tradicional.

- Acceso seguro desde cualquier parte. Un acceso por Internet, incluso con poco ancho de banda, y un navegador bastan para utilizar el sistema.
- Acceso a las características fijas y nuevas del sistema desde el momento en que se publican.
- El cliente no precisa especialistas en ordenadores ni personal de mantenimiento.
- El proyecto no requiere infraestructuras o instalaciones específicas.
- Se reducen al mínimo los recursos que necesita el cliente.
- Los costes se distribuyen a lo largo del tiempo y se ajustan a las necesidades.

CSIS y sostenibilidad

Cada proyecto de CSIS de una comunidad de regantes utiliza equipos “en la nube” que sustituyen la necesidad de servidores locales, equipos de comunicaciones y equipos auxiliares, como UPS y aire

acondicionado, etc. Esto supone ahorros en gastos energéticos y, por tanto, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. De esta forma, el método CSIS puede conseguir importantes mejoras en la sostenibilidad. Se puede ver este ahorro comparando el consumo anual de energía de un sistema SCADA y el de un sistema CSIS con el mismo número de unidades remotas. Las cifras de consumo de un sistema con 1.000 unidades remotas pueden observarse en el cuadro → 6.

El consumo del CSIS es menor porque los sistemas auxiliares e incluso los servidores se comparten con otros usuarios o aplicaciones. Los ahorros son aún más evidentes si se compara el consumo total de varios proyectos SCADA con el equivalente en CSIS. Considerando una base instalada actual de 15.000 UTR Neptuno y dividiéndola en proyectos, cada uno de ellos con 1.000 UTR, se obtienen las cifras presentadas en → 7.

Mientras que el consumo de un sistema clásico aumenta proporcionalmente al número de proyectos, el consumo del CSIS permanece casi invariable.

Puesto que el sistema se controla y supervisa desde cualquier parte y en cualquier momento, se disminuye el número de veces que el agricultor tiene que desplazarse a sus cultivos, una nueva disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Puesto que el sistema se puede supervisar y controlar desde cualquier parte, el agricultor tiene menos necesidad de desplazarse a sus cultivos, reduciendo así su huella de carbono.

6 Cifras de consumo de un sistema con 1000 UTR

	Consumo de energía por año	Emisiones de CO ₂ equivalente ahorradas por año
1 x sistema SCADA (1.000 UTR Neptuno)	21 MWh	3 Tn
1 x sistema CSIS (1.000 UTR Neptuno)	10 MWh	1,5 Tn

7 Resultados de una base instalada de 15.000 UTR

	Consumo de energía por año	Emisiones de CO ₂ equivalente ahorradas por año
15 x sistemas SCADA (1.000 SCADA Neptuno)	315 MWh	45 Tn
1 x sistema CSIS (15.000 UTR)	10 MWh	1,5 Tn

8 Los accesos 24/7 ahorran agua, energía y emisiones



Las comunidades de regantes y los agricultores valoran mucho la capacidad de controlar el riego de los cultivos desde cualquier sitio y en cualquier momento.

La experiencia española y la opinión del cliente

ABB ha iniciado la implantación en España de sistemas Neptuno, por lo que ahora hay muchas y variadas referencias, con proyectos que van desde unas pocas docenas a miles de UTR. Aunque haya transcurrido un tiempo insuficiente para darse cuenta de todas las ventajas de Neptuno, algunas comunidades de regantes han extraído conclusiones preliminares interesantes: ahorros de agua de entre el 15 y el 40 por ciento, ahorros de consumo eléctrico de entre el 10 y el 25 por ciento y aumento en un 20 por ciento de la productividad de la cosecha. Además, puesto que la tarifa eléctrica de pico en España es cuatro veces más cara que la tarifa de valle, el traslado del riego a esas horas de menor tarifa puede reducir la factura eléctrica más de lo que lo hace la reducción real del consumo.

En la comunidad de regantes del Canal del Zújar, con 11.122 fincas en una amplia banda de 210 km² de excelentes tierras de cultivo, el coste de la electricidad era de unos 2,6 millones de euros al año y se utilizaban más de 100.000.000 m³ de agua al año. Aunque no todos los agricultores hayan empezado a aprovechar el sistema, la comunidad de regantes está ahorrando unos 300.000 euros al año en electricidad y más de un 20 por ciento en agua. Se espera que estos ahorros aumenten cuando más agricultores empiecen a utilizar el sistema. Al mismo tiempo, su personal de mantenimiento está viajando 20.000 km menos al año.

La comunidad de regantes de Lorca, en la zona de Murcia, con 8.500 regantes reparados en 125 km², ha disfrutado hasta ahora de unos ahorros de unos 700.000 euros sólo por la reducción de la cantidad de agua utilizada.

Además, las comunidades de regantes y los agricultores valoran mucho la posibilidad de controlar el riego de los cultivos desde cualquier sitio y en cualquier momento. Esto les permite reducir el número de viajes a sus tierras, con el consiguiente

ahorro de combustible y depreciación de sus vehículos → 8. Aunque dependa del tamaño y la estructura física, los usuarios calculan un ahorro de unos 100 km al año por kilómetro cuadrado, solamente para el personal de mantenimiento, a lo que hay que añadir lo correspondiente a los propios regantes.

En resumen, los sistemas ABB han permitido a los regantes reducir los costes de producción, minimizar el uso del agua, sacar el máximo partido de los cultivos sin tener que preocuparse del sistema de control a distancia y conseguir una mejor calidad de vida. El método SaaS para el sistema Neptuno pone esta solución en manos de más regantes, ha reducido los costes de mantenimiento y explotación así como la necesidad de infraestructura local y personal técnico, y al mismo tiempo continúa contribuyendo a la sostenibilidad del riego.

Enrique Monsalve

Luis Llorente

ABB Power Systems, PSNM Network Management
Madrid, España

enrique.monsalve@es.abb.com

luis.llorente@es.abb.com

Referencias

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Water at a Glance. 2003
- [2] United Nations International decade for action. Water for life. 2005–2015.
<http://www.un.org/waterforlifedecade/>
- [3] United Nations Summit on the Millennium Development Goals.
<http://www.un.org/millenniumgoals/>
- [4] The 3rd United Nations World Water Development Report: Water in a Changing World (WWDR-3) 2009
- [5] United Nations Press Release POP/952, 13 March 2007
- [6] The 2nd United Nations World Water Development Report: Water, a shared responsibility (WWDR-2) 2006



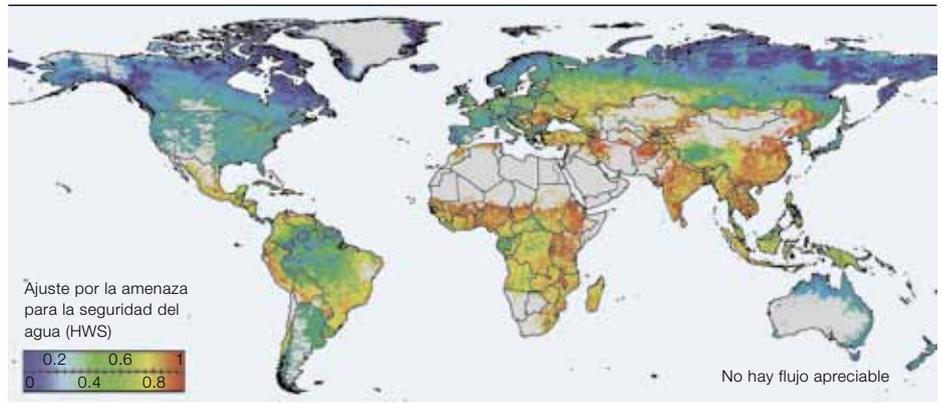
Gestión responsable del uso del agua

La tecnología ABB ayuda a las industrias de transformación a lograr un uso sostenible del agua

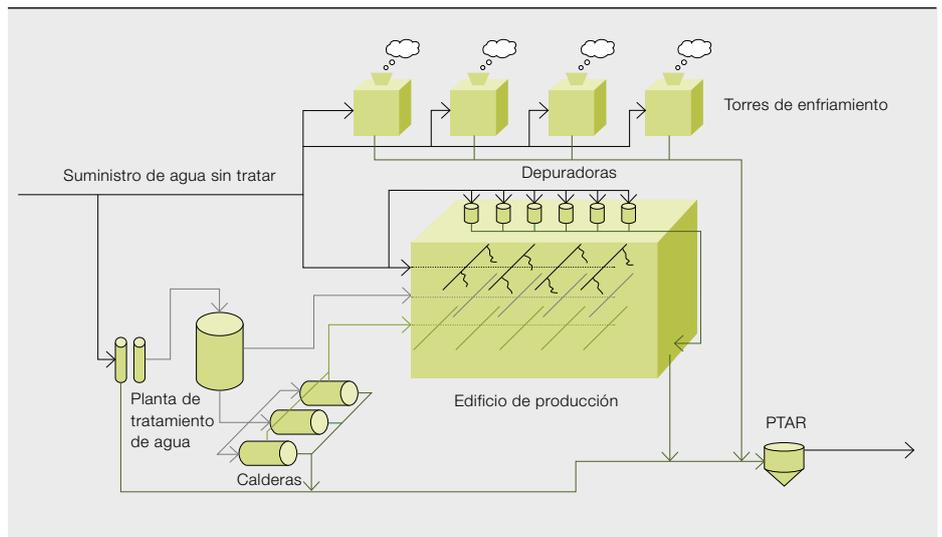
NUNZIO BONAVIDA, ROB TERRELL – El tentador 97,5 por ciento del volumen de agua que cubre la superficie de la Tierra es agua salada, y del agua dulce que cubre el 2,5 por ciento restante, sólo el 0,6 por ciento está disponible para el uso humano y de los ecosistemas [1]. Mientras que algunas zonas disfrutan de este recurso, el más esencial de todos, en abundancia, la mayoría carecen de él. Además, según las Naciones Unidas, el consumo de agua ha aumentado a lo largo del último siglo a un ritmo más de dos veces el correspondiente al incremento de la población [2]. Por tanto, el uso prudente de este recurso

natural y la limitación consciente de su uso tienen la mayor importancia. En el conjunto del mundo, la industria representa el 20–25 por ciento del uso del agua, pero esta cifra aumenta hasta cerca del 60 por ciento en los países desarrollados. Por lo tanto, es en la industria donde debemos tratar de mejorar la gestión del agua. Gracias a su amplia gama de productos y métodos de gestión innovadora del agua, ABB puede hacer mucho para ayudar, abriendo la marcha hacia la sostenibilidad y acumulando al mismo tiempo mejoras económicas reales para el usuario del agua.

1 Distribución mundial del agua



2 Esquema típico del agua en una planta industrial



Desgraciadamente, la lluvia no suele caer en el lugar adecuado y en las cantidades adecuadas → 1 y su transporte es costoso; se calcula que en California el siete por ciento de la electricidad consumida se dedica a mover el agua. A veces es más barato buscar fuentes alternativas próximas o purificar el agua localmente, pero ello tampoco es una panacea: el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible ha estimado, por ejemplo, que cuesta lo mismo desalinizar 1 m³ de agua de mar que bombearlo a más de 350 km (en horizontal) [3].

Uso del agua y sostenibilidad

Según el Banco Mundial, la agricultura acumula más del 70 por ciento del uso mundial del agua, seguida de la industria con un 22 por ciento y de los hogares con un 8 por ciento. Y este consumo sigue aumentando.

Entre estos usuarios, la industria ofrece la oportunidad de reducción a corto plazo más prometedora:

- Se centra en puntos concretos y se apoya en sistemas de medida y control.

- Es tolerante a la contaminación, con la posible excepción del sector de los alimentos y las bebidas.
- Es intrínsecamente receptivo a soluciones de tecnología avanzada.

El principal uso industrial del agua es la transferencia de energía: calentamiento, enfriamiento o producción de vapor para mover turbinas. Pero también se utiliza como medio de reacción, como medio de transporte, en la composición de productos, como agente de limpieza, etc. → 2.

Desgraciadamente, en la mayoría de los casos estos procesos se diseñan y aplican con la certeza de que el agua es barata y abundante. Esta práctica se ha producido por varias razones: el bajo coste del agua (en comparación con su valor) y su fácil disponibilidad; el alto coste y la complejidad del tratamiento del agua; y la

creencia, a menudo errónea, de que la reutilización de agua tendría un impacto perjudicial sobre la producción.

Si hay que adoptar voluntariamente un uso eficiente del agua en la industria, en vez de que obliguen a ello la legislación, los impuestos, la política de precios o el racionamiento del suministro, habrá que tenerlo en cuenta en las prácticas y las tecnologías de reutilización y reciclaje. Las prácticas deben ser fáciles de gestionar, las tecnologías uti-

Durante el último siglo, el consumo de agua ha crecido a un ritmo más del doble que la población.

lizadas no deben ser intrusivas y el valor actual neto (VAN) debe ser positivo para competir con otras exigencias de inversión.

Imagen del título

Agua. Con un crecimiento de la demanda superior al de la oferta, ¿qué puede hacer ABB para ayudar a la industria a administrar el más esencial de los recursos?

Principios de reutilización y reciclaje del agua

La fábrica ideal reutilizaría toda el agua. Pero esta situación de ciclo cerrado solamente se puede alcanzar empleando un exceso de energía para evaporar el exceso de agua, lo que genera sólidos que han de eliminarse.

Es mejor afrontar la reducción del uso del agua como un recorrido por etapas que sean sostenibles, tanto desde el punto de vista medioambiental como desde el económico. La reutilización y el reciclaje del agua deben ser primordiales en el diseño de la planta, puesto que la remodelación posterior de la infraestructura suele ser difícil y cara.

Por supuesto, las aguas residuales podrían reconducirse al inicio del proceso y sustituir el suministro de agua dulce. Sin embargo la calidad del agua sería inevitablemente insuficiente sin un tratamiento costoso, que a su vez podría producir un agua “demasiado buena” para ciertas tareas de menor calidad. Una solución más aceptable es un sistema distribuido de reutilización y reciclaje del agua en el que toda el agua residual disponible pueda ser recuperada y reutilizada (sin tratar) o reciclada (reutilizada tras un tratamiento esencial), asegurando de esa forma la protección de determinadas tareas críticas, es decir, aquellas que exigen unas características específicas del agua. Este principio se conoce como tratamiento distribuido de efluentes (o DET). Se materializa en varias “unidades de recuperación de agua” que se instalan en zonas clave de la planta para mejorar el rendimiento total del agua sin poner el proceso en peligro → 3.

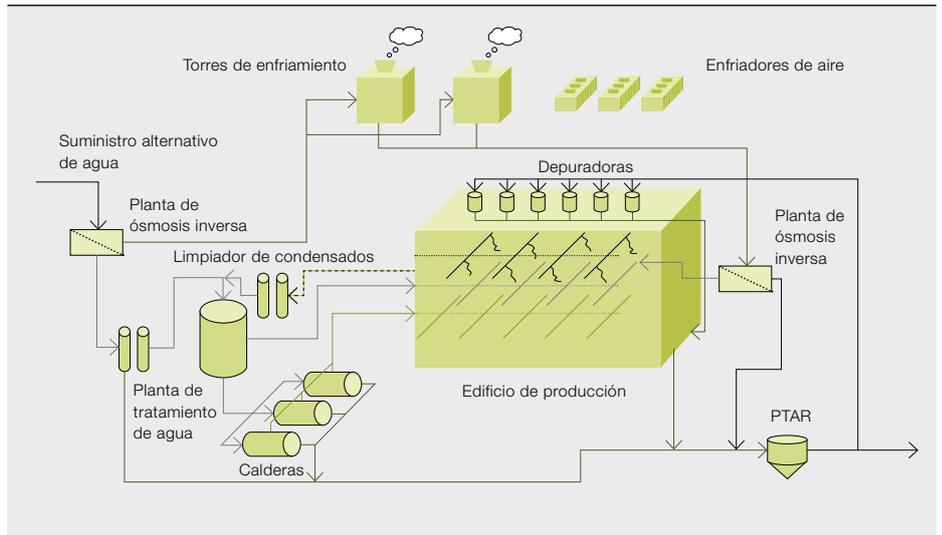
¿Cuál es la mejor manera de hacerlo para satisfacer las demandas contrapuestas de costes, demanda de agua, operatividad de la planta y respeto del medio ambiente?

Tecnologías adecuadas para el tratamiento

En primer lugar, siempre que sea posible, se reutilizará el agua para tareas de menor exigencia que no requieran ningún tratamiento. Por lo demás, se realizará un tratamiento mínimo que haga adecuada el agua para su nueva función y, si es viable, para recuperar las materias primas para su reutilización en el proceso. Son ejemplos de tecnologías apropiadas las siguientes:

- Unidades de filtración de medios o hidrociclones para retirar sólidos en suspensión.
- Carbón activo para eliminar contaminantes y oxidantes orgánicos como el cloro.

3 Esquema típico del agua en una planta industrial.



- Dispositivos flotantes de alto rendimiento para eliminar aceites libres.
- Filtración a través de membranas incluyendo microfiltración y nanofiltración para eliminar partículas finas, material coloidal y microorganismos.
- Procesos de membrana incluyendo nanofiltración y ósmosis inversa para eliminar las sales disueltas.

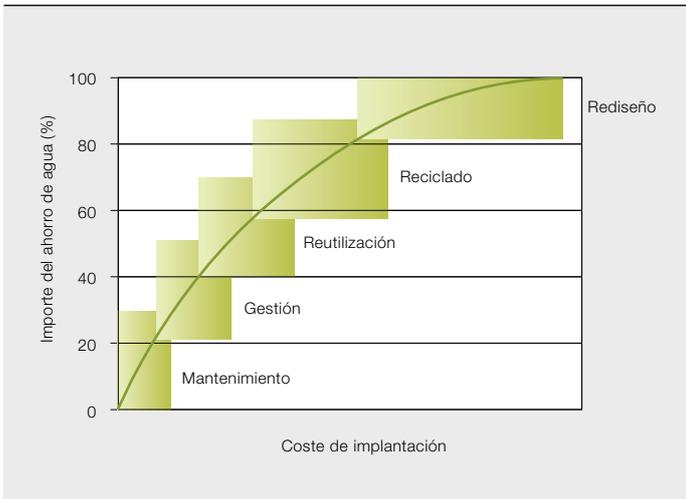
El papel crítico de la medición y la supervisión

A medida que se introducen mejores prácticas de gestión del agua, los contaminantes dejan de eliminarse y se transfieren a un “proceso de recepción”, donde pueden causar formación de escamas o corrosión. Por lo tanto, es esencial una adecuada especificación y una vigilancia estrecha del plan. Esto exigirá la instalación de caudalímetros e instrumentos en línea para medir los contaminantes críticos, recoger datos de forma centralizada y procesarlos para permitir un control en tiempo real. Son medidas típicas el pH, la conductividad y la temperatura, pero también se necesitarán instrumentos especiales para parámetros tales como el carbono orgánico total, el potencial redox y el trifosfato de adenosina (para medir la actividad microbológica).

Elaboración de una metodología de reutilización y reciclaje

Antes de poder definir especificaciones de equipo, es fundamental conocer el flujo total de agua y su composición, así como la calidad requerida por la función que va a recibirla. Además, a medida que se introduzcan la reutilización y el reciclaje, influirán inevitablemente en estos aspectos. Por lo tanto, es esencial que cualquier plan

Es esencial una adecuada especificación y una supervisión a fondo del plan de reutilización y reciclaje del agua.



Actividad	Ahorros posibles
1. Establecer un equilibrio hídrico comprobable	-
2. Mantenimiento y minimización de pérdidas mediante un programa para combatir las fugas y los escapes de agua no controlados	20 al 30%
3. Gestión mejorada de los sistemas de agua existentes, incluyendo los procesos de utilización y servicio del agua	20 al 30%
4. Reutilización del agua en servicios de "menor calificación" que lo admitan	10 al 20%
5. Reciclado del agua tras su tratamiento en servicios de "mayor calificación" que lo admitan	10 al 20%
5. Rediseño del sistema para eliminar el uso del agua cuando sea posible. (Normalmente sólo aplicable a sistemas nuevos).	10 al 20%

Hay otros factores distintos del coste del agua que suelen determinar la viabilidad del proyecto de reutilización y reciclaje del agua.

se ejecute de forma lógica y progresiva, empezando en el extremo del "agua limpia" y avanzando de forma progresiva hasta el extremo del "agua sucia". Esto conduce a una jerarquía lógica de actividades de la que se pueden deducir ahorros usuales → 4, aunque estos dependerán del punto de partida.

La mejor forma de aplicar una política de reciclaje o conservación del agua será una combinación de una buena gestión de los actuales sistemas de agua, la reutilización directa del agua para misiones de menor calificación, cuando sea posible, y la introducción de tecnologías adecuadas para el reciclaje.

Este proceso debe apoyarse en una metodología sólida y consistente que pueda predecir el efecto de los cambios sobre la calidad del agua en cualquier punto de la red. Es esencial confiar en que la disminución del consumo de agua no influya negativamente en el proceso o las operaciones de suministro por corrosión, formación de escamas, crecimiento microbiológico o acumulación de contaminantes traza, no dé lugar a infracciones por los vertidos de la planta y no suponga costes excesivos.

¿Será económicamente viable?

Además del coste del agua, otros factores suelen decidir la viabilidad de los proyectos de reutilización y reciclaje:

- Mayor disponibilidad de agua para futuras ampliaciones de la planta.
- Reducción de los costes de evacuación de aguas residuales y posibilidad de recuperación de productos y materias primas.
- Cumplimiento fiable de las autorizaciones de vertidos.

- Simplificación de la tecnología de tratamiento de las aguas residuales.
- Mayor capacidad de la planta de tratamiento de aguas residuales para permitir unos tiempos mayores de permanencia y una mayor estabilidad de operación.
- Reducción del capital necesario para la ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales a causa de la menor cantidad producida.
- Mejora de la imagen de la empresa.
- Prolongación de los permisos de explotación de la planta, etc.

Algunos ejemplos reales pueden mostrar las ventajas de la reutilización y el reciclaje del agua.

Ejemplos reales

Cada vez hay más ejemplos de mejora del consumo de agua:

- Compañías eléctricas que sólo utilizan aguas residuales sometidas a tratamiento terciario como complemento.
- Grandes plantas químicas y complejos industriales que reciben únicamente aguas residuales con tratamiento terciario para todas sus funciones.
- Industrias papeleras que han reducido el consumo de agua en un factor de más de 20 a lo largo de los últimos 30 años.
- Plantas de productos químicos puros que han reducido su consumo neto de agua en más de un 60 por ciento.
- Industrias cerveceras que en conjunto han rebajado su consumo específico de agua en más de un 30 por ciento mediante medidas de eficiencia.

Usualmente los determinantes de estas mejoras han sido la amenaza de escasez local de agua, la presión de las propias industrias para adquirir una imagen de



responsabilidad y preocupación por el medio ambiente y, quizá lo más importante, el simple beneficio económico.

¿Cómo puede contribuir ABB?

Estudios de casos

ABB dispone de una amplia oferta de productos, soluciones y servicios para ayudar a sus clientes a mejorar sus prácticas de gestión del agua. Los productos incluyen instrumentos y analizadores de máxima calidad que pueden mejorar la clarificación de las aguas sin tratar o gestionar adecuadamente y con seguridad una red de aguas, así como sistemas integrados eléctricos y de control con la tecnología más avanzada. Soluciones específicas para el agua que van desde las unidades especializadas de ultrafiltración para fábricas de papel entregadas llave en mano hasta contratos EPC para grandes instalaciones de petróleo y gas. Se puede ilustrar la oferta con algunos ejemplos.

Un caso práctico de consultoría siderúrgica

Una planta siderúrgica planeaba un importante aumento de la producción a lo largo de un periodo de cinco años. Aunque la planta ya era un consumidor eficiente de agua en comparación con otras del ramo, unos cálculos preliminares indicaron que se disponía de un suministro de agua insuficiente para este aumento. Las limitaciones incluían los permisos y las limitaciones físicas para futuras extracciones y el uso incontrolado del agua. ABB llevó a cabo un estudio para abordar tres cuestiones principales:

- La cantidad de agua extra necesaria para alcanzar una producción determinada.

- La mejor forma de conseguir el aumento, teniendo en cuenta el coste, los plazos, la fiabilidad y la probabilidad de éxito.
- La producción que podrían sostener estas medidas y lo que se precisaría para conseguir unos volúmenes de producción mayores.

Se revisaron el suministro de agua actual, su distribución, la demanda, el reciclaje y los vertidos en el emplazamiento y se utilizó la limitada información disponible para elaborar un modelo del “uso previsto” que estimara la demanda de agua para diferentes volúmenes de producción sobre la base de las prácticas operativas existentes. Se tuvieron en cuenta todos y cada uno de los aspectos del sistema de aguas para identificar las formas en que se podría satisfacer esa demanda de agua o, por el contrario, las formas en que podría reducirse dicha demanda. El estudio identificó varias formas relativamente baratas y sencillas de alcanzar el primer objetivo de producción mediante la ejecución de algunos proyectos menores de mejora del control y eliminación de cuellos de botella en los sistemas de suministro y distribución.

El estudio reveló que para conseguir unos aumentos de producción sostenidos de más del 30 por ciento se precisarían unas inversiones importantes para:

- ampliar la existente estación de bombeo de agua del río, incluyendo el sistema de distribución hasta el emplazamiento, lo que precisaría la renegociación del permiso de extracción; o
- construir un nuevo e importante suministro hasta el emplazamiento.

El empleo de mejoras parciales, aunque necesario para mantener los mayores volúmenes de producción, sería insuficiente para satisfacer de manera fiable la mayor demanda de agua. El estudio llegó además a la conclusión de que incluso la tasa de producción actual no era sostenible a causa de puntos débiles de las actuales configuraciones de bombeo y distribución y de las variaciones estacionales en la disponibilidad y la calidad del agua. La repercusión de las variaciones estacionales sería aún mayor con tasas de producción mayores.

Estudio de caso de agua oleaginosa

Los pozos de petróleo nuevos producen normalmente tres barriles de agua por barril de petróleo, cantidad que aumenta hasta 12 barriles cuando la producción de los campos se hace marginal. Esta agua problemática y a menudo de alto contenido salino tiene que ser tratada adecuadamente antes de poder ser reinyectada, vertida o utilizada para fines agrícolas. La eliminación del agua producida, como así se llama en el sector del petróleo y el gas, es un problema cada vez mayor. [4]

El estudio identificó varias formas relativamente baratas y sencillas de alcanzar el objetivo de producción mediante la ejecución de proyectos menores que mejoren el control y eliminen cuellos de botella en los sistemas de suministro y distribución.

Entre 2000 y 2006, ABB ha construido plantas para retirar el petróleo del agua en tres lugares distintos del norte de África para una empresa puntera de petróleo y gas antes de que fuera seleccionada en 2007 para llevar a cabo tanto la operación como las actividades de “servicio completo” para cuatro plantas que llevaran a cabo esa labor durante un periodo de cinco años.

ABB ha desarrollado un método innovador para tratar aguas de alta salinidad con petróleo, lo que se reconoce en dos patentes distintas, que presenta algunas características atractivas:

- Puede adaptarse para tratar aguas oleosas de salinidad elevada.
- No depende de la temperatura o del pH de las aguas residuales.
- Tiene una flexibilidad total respecto al caudal (de 0 a 100% del caudal máximo de entrada de agua).
- Mejora la eficiencia energética reduciendo al mínimo el número de bombas gracias al uso del flujo por gravedad.

Además, tiene unas dimensiones reducidas (35 por 80 metros), puede ser fácilmente manejado por operarios locales y emplea productos químicos que se pueden producir in situ con ingredientes básicos fácilmente disponibles y baratos, una característica muy conveniente en zonas desérticas. Puede montarse sobre patines y transportarse al emplazamiento para su instalación final y puesta en servicio [5].

En comparación con las tecnologías existentes para tratamiento del agua producida, la solución de ABB ha demostrado ser más eficaz, no sólo por lo que se refiere a los resultados del proceso, sino en aspectos críticos como coste, eficiencia energética, dimensiones, rapidez de instalación y

El proceso ha superado las especificaciones del cliente para contenido en hidrocarburos y concentración de sólidos en suspensión en el agua de salida en un factor de 7 y 55 respectivamente.

facilidad de manejo. El proceso ha superado las especificaciones del cliente para contenido en hidrocarburos y concentración de sólidos en suspensión en el agua de salida en un factor de 7 y 55 respectivamente. Esto supone una enorme mejora sobre los métodos alternativos actuales, considerándose que este método de tra-

tamiento es el único que cumple los rigurosos requisitos de la legislación Europea propuesta sobre el agua producida.

Estudio de caso EPC

La magnitud de la implicación de ABB en el tratamiento de aguas puede medirse a partir del desarrollo de petróleo y gas El

La magnitud de la implicación de ABB en el tratamiento de aguas puede medirse a partir de los campos de petróleo y gas de El Merk en Argelia.

Merk en Argelia. Aquí, el consorcio dirigido por ABB que incluye Sarpi de Argelia y Petrojet de Egipto es responsable de las instalaciones exteriores al emplazamiento. El contrato adjudicado en 2009 tiene un valor total de 650 MUSD y es uno de los mayores contratos EPC de la historia de ABB [6]. ABB es responsable del diseño, la adquisición, el transporte, la construcción, la puesta en servicio y el arranque de:

- Diez estaciones colectoras.
- Seis distribuidores de gas.
- Todo el suministro de materiales para 120 pozos y la conexión de los primeros 80 para producción en 2012.
- Los 719 km de conducciones y tuberías de proceso a través de todos los campos de producción.

El ámbito de suministro de ABB incluye los sistemas de agua críticos para inyección en los pozos, las tuberías de flujo para producción, la extracción de gas, el suministro de agua y agua de dilución, las líneas troncales para el condensado de gas y petróleo, la inyección de gas y agua y las tuberías de proceso. Otros equipos suministrados por ABB relacionados con sistemas de agua incluyen unas 20 bombas de agua y filtros y 210 km de conducciones de agua¹.

La construcción, que ocupa hasta 6.000 trabajadores del país y extranjeros, está llevándose a cabo actualmente y deberá producir el primer petróleo en marzo de 2012.

Resumen

La mayoría de los ejemplos actuales de gestión industrial del agua están impulsados en gran medida por la escasez de agua, pero algunos sectores industriales han demostrado ya que una gestión de ese tipo tiene también beneficios económicos. El progreso no está limitado por la tecnología, sino que suele verse dificultado por el bajo precio relativo del agua, por una impresión equivocada de su abundancia y por la falta de conocimiento de las oportunidades.

Pero una metodología progresiva unida a la exigencia económica puede llevar a unos importantes ahorros de consumo de agua y a un reembolso positivo, dejando a la empresa en mejor posición para resistir futuras presiones y demostrar un método responsable dirigido a este recurso valioso y limitado.

ABB ya juega un papel importante en este mercado y se encuentra bien situada para dirigir la marcha hacia un uso industrial más sostenible y más responsable del agua.

Nunzio Bonavita

Process Automation Division
ABB SpA
Génova, Italia
nunzio.bonavita@it.abb.com

Rob Terrell

Process Automation Division
ABB Ltd
Daresbury, Reino Unido
rob.terrell@gb.abb.com

Nota a pie de página

- 1 Para más información sobre el proyecto El Merk, consulte "En las profundidades del desierto" en las páginas 20–24 de la *Revista ABB* 2/2011.

Referencias

- [1] UN Water Statistics, <http://www.unwater.org/statistics.html>
- [2] UNESCO "World Water Assessment Programme", http://www.unesco.org/water/wwap/facts_figures/index.shtml
- [3] World Business Council for Sustainable Development "Water, Energy and Climate Change", March 2009
- [4] US Department of Energy (DOE) "A White Paper Describing Produced Water from Production of Crude Oil, Natural Gas, and Coal Bed Methane", W-31-109-Eng-38, 2004
- [5] *ABB Review* (June 2011) "Untroubled waters – a flexible, compact and efficient solution for oil and water separation technology"
- [6] S. Casati "In the depths of the desert", *Industrial Plants*, May 2011



AquaMaster 3™

Medida a distancia del consumo de agua con entrega por Internet de la gestión de fugas

RAY KEECH, BRIAN HAYES, TERRY MIZZI – Se está prestando mucha atención a la conservación de nuestros valiosos recursos naturales. El agua limpia es, literalmente, el más vital de esos recursos. Si por un lado la ampliación del suministro de agua es una tarea fundamental, también es de gran importancia luchar contra las fugas en las infraestructuras hídricas ya existentes. De hecho, las pérdidas de una red de suministro de agua típica superan el diez por ciento, y esta tendencia está aumentando en muchos casos. La naturaleza oculta y a menudo remota

de gran parte de la infraestructura de suministro de agua hace especialmente difícil la detección de fugas. Como respuesta directa a este problema y a las demandas de los clientes para conservar el agua potable, ABB ha desarrollado y comercializado un nuevo y atractivo producto para el sector del agua. El nuevo y mejorado caudalímetro AquaMaster 3™, que proporciona datos de mediciones desde zonas remotas directamente a los clientes a través de Internet, anuncia una nueva era en la gestión de las fugas de agua.

únicamente dispositivos electromagnéticos en las conducciones de gran tamaño, y su aplicación a la facturación suponía entonces una novedad. Es significativo que ahora se vendan muchas decenas de miles de equipos AquaMaster al año.

Pero lo que ahora interesa a los clientes de ABB no es sólo el propio caudalímetro, sino disponer además de los datos de caudal como parte de su sistema de información de gestión. La tercera generación de este contador, el nuevo AquaMaster 3, eleva ahora el listón y entrega precisamente esto.

Ventajas del AquaMaster

Las compañías de abastecimiento de aguas han estado trabajando con una precisión del ± 2 por ciento. Pero ahora el contador electromagnético AquaMaster de ABB les ofrece una precisión del $\pm 0,5$ por ciento. Para tamaños de tubería por encima de DN100 (4 pulgadas), el contador se amortiza en menos de un mes simplemente midiendo y facturando el agua con más precisión. Por ejemplo, el cambio de un caudalímetro mecánico DN150 (6 pulgadas), con una precisión del ± 2 por ciento, por un AquaMaster le proporcionaría a la empresa unos ingresos añadidos de unos 3.500 euros. Por eso muchos clientes están cambiándose a AquaMaster, incluso en tamaños tan pequeños como DN40 (1,5 pulgadas).

El ahorro y el aumento de los ingresos proceden de los caudales máximo y mínimo que se pueden medir con un contador electromagnético. En efecto, el AquaMaster permite medir correctamente caudales nocturnos mínimos que antes eran indetectables, lo que duplica los ingresos añadidos potenciales y los eleva hasta unos 6.700 euros al año.

Además de la mejora destacada en la precisión, AquaMaster presenta muchas otras ventajas propias de las tecnologías de medición electromagnética:

- El contador utiliza el principio de Faraday, que permite fabricarlo sin partes móviles, lo que elimina la necesidad de mantenimiento sistemático.
- Menores costes de instalación, porque el usuario final no necesita válvulas para aislar el contador durante el mantenimiento y la sustitución. Asimismo, la

posibilidad de sumergirlo en el agua o de enterrarlo bajo un vial con tráfico sin necesidad de arquetas reduce aún más el coste durante la vida útil.

- La falta de componentes móviles hace que la precisión del contador no se deteriore con el uso, a diferencia de un equipo mecánico.
- Los contadores AquaMaster actuales cuentan con una relación entre caudal máximo y mínimo de 1.000:1 con certificación ISO y cumplen la directiva de instrumentos de medida, lo que asegura lecturas precisas para ambos valores extremos de caudal.
- El nuevo perfil hidráulico del contador lo hace menos sensible a perturbaciones hidráulicas aguas arriba o aguas abajo, incluso cuando se monta cerca de un codo o una válvula.

AquaMaster 3: opciones de presión y alimentación

Esta variante de la familia AquaMaster ofrece varias opciones atractivas. Por ejemplo, puesto que la medida del caudal suele también incluir la detección de la presión, se incluye esta característica como opción integrada en el AquaMaster. Además, es flexible en cuanto a las fuentes de energía: el AquaMaster 3 puede utilizar de forma opcional diversas fuentes de energía renovables, como la eólica o la solar. Por supuesto, las unidades clásicas de batería y red siguen estando disponibles. Cuentan de serie con una reserva instalada para 21 días.

El consumo de agua durante el siglo pasado se multiplicó por seis, lo que equivale a más del doble del crecimiento de la población. En un número de casos cada vez mayor, los recursos limitados de agua dulce son un obstáculo importante para el desarrollo sostenible, y la disponibilidad de agua potable per cápita es insuficiente en todo el mundo y está disminuyendo. Todo esto arroja una cruda luz sobre el 10-20 por ciento de pérdidas por fugas en muchas redes hídricas.

El AquaMaster es un producto que se sitúa a la vanguardia de la tecnología, con funciones y aplicaciones únicas en el mercado de la conservación y distribución del agua que supone una ayuda decisiva en la lucha contra las pérdidas por fugas que libran todas las empresas de suministro.

ABB presentó por primera vez el caudalímetro AquaMaster en 1999. Ha recorrido un largo trecho desde su idea básica de aplicar una tecnología electromagnética a un mercado dominado por los instrumentos mecánicos. Anteriormente, las compañías de abastecimiento de aguas utilizaban

Imagen del título

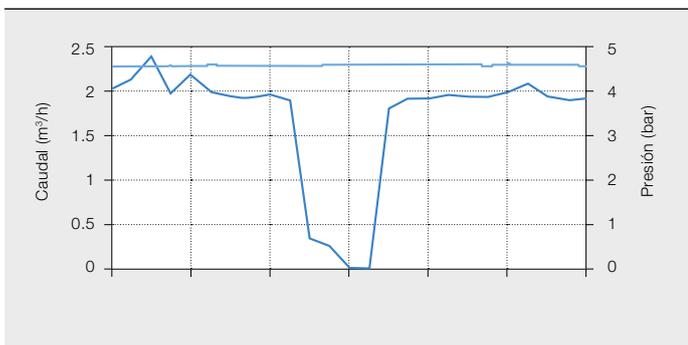
Agua: cada gota que se pierde por una fuga supone una pérdida excesiva. Pero, ¿cómo detectar las fugas en un sistema hídrico que, en su mayor parte, se encuentra enterrado o alejado? El nuevo AquaMaster 3 de ABB ayuda a resolver el problema.

El consumo de agua durante el siglo pasado se multiplicó por seis, lo que equivale a más del doble del crecimiento de la población.

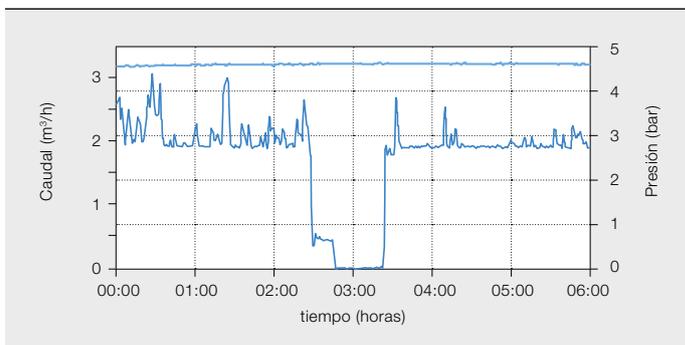
Opciones de registro de datos

El registro de datos es otro requisito común, y la familia AquaMaster ofrece la opción de registrar el caudal y la presión cada 15 minutos. La conexión digital entre la medida del caudal y el registro de datos permite grabar datos de alta resolución a una velocidad que no es posible con las soluciones tradicionales. Esto es un aspecto muy importante: en los instrumentos tradicionales, los impulsos para registro de datos se captan a lo largo del intervalo de registro; pero debido a las limitaciones del caudalímetro a frecuencias

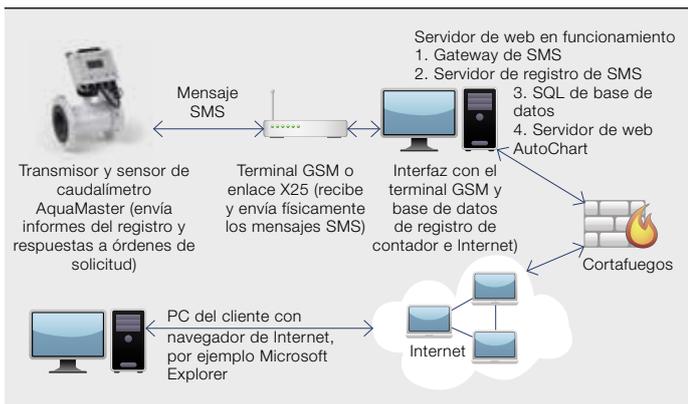
1 Detección de fugas: pruebas por fases empleando registros de datos de 15 minutos.



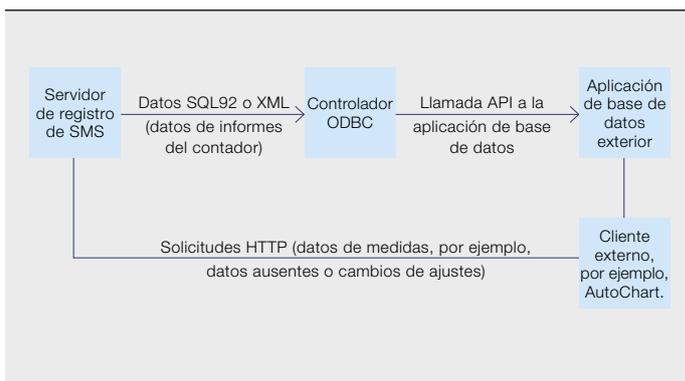
2 Detección de fugas: pruebas por fases empleando registros de datos de 1 minuto.



3 Diagrama de bloques: datos de AquaMaster basados en Internet.



4 Gestión de datos SMS de AquaMaster con cualquier base de datos o cliente



altas, en el intervalo de registro sólo se puede contar un número limitado de impulsos. Por lo tanto, para un contador con una relación elevada entre caudal máximo y mínimo no es extraño obtener errores de medida o de “cuantización” de alrededor del ± 10 por ciento o más, estando por ello los datos muy escalonados o “cuantizados”. AquaMaster, con su conexión digital con el registrador de datos, reduce a un valor insignificante los errores de cuantización. Además, AquaMaster ofrece una velocidad y una resolución muy altas, y llega a registros con un intervalo de 15 segundos en un segundo canal. Esto tiene un valor incalculable para captar perturbaciones transitorias en las pruebas de sectorización por fases de la red.

Registro de datos y localización de fugas

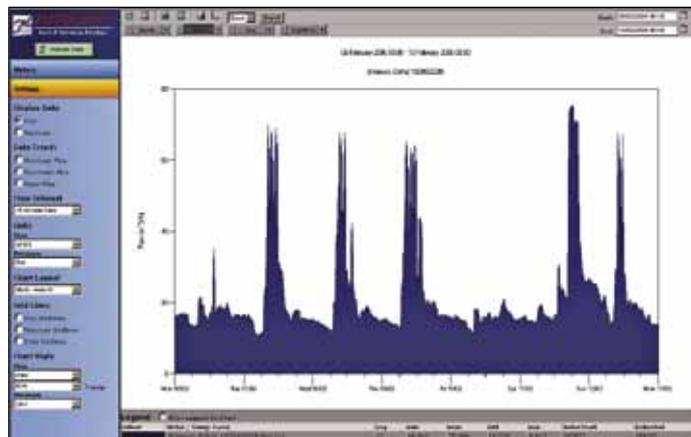
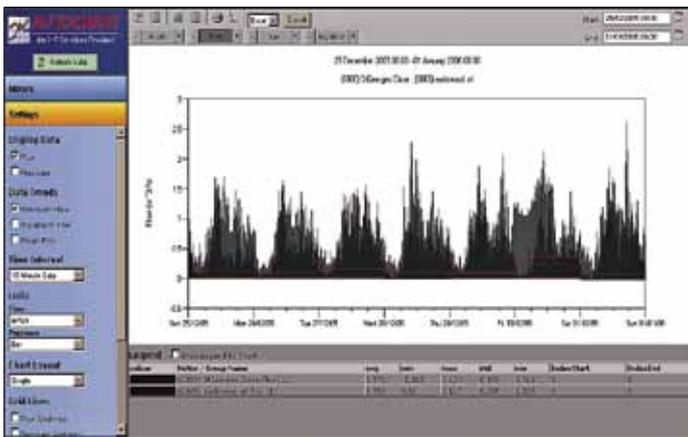
Una técnica muy utilizada en las redes de agua para la localización de fugas en un sistema de distribución por zonas es la de sectorización por fases. Requiere establecer zonas donde se pueda suministrar agua a través de un contador único una vez que se hayan cerrado todos los contornos y las válvulas de circulación. El cierre de una válvula aísla una determinada sección de la zona. Una

fuerte caída del caudal indica una fuga en dicha sección.

La ventaja de AquaMaster 3 en las pruebas por fases se explica mejor comparando $\rightarrow 1$, en un intervalo de registro tradicional de 15 minutos con $\rightarrow 2$, captado con gran detalle en el registro de un minuto del segundo canal.

En esta prueba por fases se cerró una válvula de zona a las 02:30 y una segunda válvula de zona alrededor de las 02:40. En el registro de un minuto, la zona con una fuga importante era claramente identificable por la súbita caída de caudal, con una segunda fuga, menor, en la segunda zona. La magnitud de la fuga en las dos zonas era considerable, de alrededor de $2 \text{ m}^3/\text{h}$. La prueba por fases con el AquaMaster 3 es mucho más fácil, barata y rápida que con los métodos usuales. Ya no se precisa un técnico cualificado o un registrador externo de datos para la prueba por fases. Simplemente, una persona que cierre una válvula en momentos concretos predefinidos. Además, se minimizan los cortes de agua al consumidor, pues el tiempo durante el cual tiene que estar cerrada una válvula se reduce a algunos minutos. A continuación se pueden descargar y analizar los datos registrados con alta resolución para identificar el origen de la fuga de agua. Este

Los clientes desean datos de caudal como parte de su sistema de información de gestión.



El contador se amortiza en menos de un mes, simplemente midiendo y facturando el agua con mayor precisión.

proceso de prueba por fases se mejora considerablemente mediante el uso de comunicaciones por radio para obtener datos del contador, lo que nos lleva a lo último de ABB: AquaMaster 3 con SMS.

AquaMaster 3 con SMS

Anteriormente, los datos se registraban externamente a la medida del caudal y los recuperaba alguien que se desplazaba al sitio para descargarlos, o, a veces, para recuperar todo el registro. Este procedimiento se sustituye cada vez más por técnicas de recuperación por radio y, en esta tendencia, el contador AquaMaster 3 de ABB dispone ahora de una opción de radio SMS GSM y aprovecha la función de mensajes de texto SMS. La información de caudal y presión, así como las alarmas por fallos y manipulación, se envían automáticamente, por lo general una vez al día para ahorrar energía en el caso de unidades AquaMaster alimentadas con batería o energía renovable.

El AquaMaster 3 responde asimismo a los mensajes de texto SMS que se le envían, tales como cambios de configuración o peticiones de datos concretos. Internamente guarda hasta tres meses de datos.

Entrega al cliente de los datos de las mediciones

Las mediciones y los registros de caudal y presión son sólo una parte de la ecuación: la otra parte es el traslado de los datos recogidos al ordenador o al sistema de información de gestión o de gestión de fugas del cliente. Las conversaciones con clientes importantes de todo el mundo han revelado que éstos podían clasificarse en dos grupos con requisitos diferentes:

- Clientes con una infraestructura ya existente y con un sistema de gestión hídrica establecido.

- Clientes de zonas rurales que necesitan mediciones pero carecen de un sistema administrativo que maneje los datos medidos.

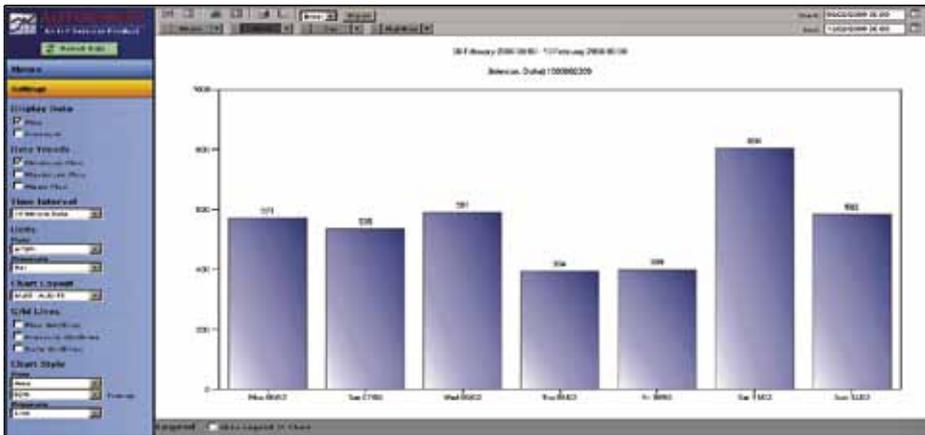
Para responder a los dos tipos de necesidades, ABB ha ideado una solución basada en la entrega a distancia de los datos de los contadores mediante mensajes de texto SMS a prácticamente cualquier base de datos, empleando mecanismos de programación de uso generalizado. El software SMS Logger Server de ABB entrega los datos sin problemas a bases de datos como Oracle, SQL Server, MS Access, etc., lo que resuelve el problema de entrega de datos para el primer grupo. Para el otro, hay un par de opciones:

- El cliente puede instalar fácilmente cualquier base de datos compatible y utilizar el software SMS Logger Server de ABB en combinación con un software de terceros para la gestión y presentación de los datos de caudal.
- Igual que en el caso anterior, pero con un servidor web para entregar los datos por medio de Internet.

ZeeChart de ABB es un sistema de presentación basado en Internet que permite visualizar y analizar los datos de equipos tales como sensores de caudal y presión. La utilización del software ZeeChart de ABB para procesar datos SMS enviados desde un AquaMaster apto para Internet se entiende mejor examinando → 3: los datos SMS se reciben en un motor de SMS conectado a un PC a través de una pasarela SMS Gateway suministrada por ABB o, cuando hay gran cantidad de contadores, mediante un enlace X25 directo del proveedor de servicios SMS.

Cifrado

En algunas aplicaciones es esencial la seguridad de la información. Para evitar el



espionaje de los datos, AquaMaster SMS codifica los datos de caudal con un sistema de cifrado de clave doble. El algoritmo de cifrado, basado en una técnica de dominio público muy conocida, es considerado actualmente como indescifrable. Cada AquaMaster existente en el mundo dispone de una contraseña de servicio cifrada que cambia cada vez que se usa, y protege de esta forma la primera clave de seguridad. Los mensajes recibidos de datos del registro de SMS se descifran mediante un DLL de Windows proporcionado por ABB, y la segunda clave para descifrar el mensaje codificado la entrega la aplicación segura SMS Logger Server de ABB. Con este procedimiento de cifrado con dos claves, los clientes pueden confiar totalmente en la seguridad de los datos entregados por los caudalímetros AquaMaster SMS.

Carga en una base de datos

Se comprende mejor el procesamiento de los datos de SMS con la aplicación del servidor de ABB consultando → 4. La aplicación trata todos los mensajes SMS entrantes y salientes de AquaMaster y pasa los datos a una base de datos. Para hacer el sistema lo más universal posible, se utiliza el estándar de consulta de base de datos SQL 92, compatible con prácticamente todas las bases de datos existentes. Para las bases de datos más recientes, independientes de la plataforma, el servidor de ABB admite un sistema basado en XML. La conexión a la base de datos se realiza mediante el estándar de conectividad abierta de bases de datos (ODBC). Las consultas del cliente a los caudalímetros utilizan peticiones HTTP. Todo ello hace que sea muy sencillo pasar datos de AquaMaster a casi cualquier base de datos.

Configuración automática

Uno de los objetivos de diseño fundamentales era conseguir que el sistema se configurara de la manera más sencilla posible: los diseñadores han creado una aplicación de autoconfiguración en la que se puede conectar cualquier número de caudalímetros AquaMaster sin necesidad de configurar la aplicación SMS Logger Server de ABB. Todo lo que tiene que hacer el cliente es introducir el número de teléfono del servidor en el caudalímetro AquaMaster SMS situado en el terreno. El conjunto de datos diario se entregará de forma automática. En los sistemas de gran tamaño con miles de equipos AquaMaster, esto supone un beneficio inmediato en términos de ahorro de tiempo y costes.

Datos de mediciones por medio de Internet

En este capítulo se recoge un estudio de caso práctico de entrega de datos reales a un cliente por medio de Internet.

En este caso se utilizó la incorporación de un servidor web en el ZeeChart de ABB. Se utiliza una base de datos SQL Server combinada con la aplicación SMS Logger de ABB. Al estar basada en Internet, la información está disponible en todo el mundo para cualquier usuario registrado. No se precisa ningún software especial en el PC del cliente: basta un navegador y una conexión a Internet. ZeeChart de ABB entrega información de los caudalímetros AquaMaster del cliente, ya sea individualmente o en grupo, y presenta los datos en un formato gráfico o tabular de fácil utilización. En → 5 se muestra un ejemplo de un modelo diario con dos contadores. El cliente está interesado en el consumo diario no habitual del viernes 30 de diciembre. Con el acceso a Internet, no sólo la compañía suministradora de agua puede com-

probar los perfiles de consumo y la información de facturación, sino que, si así se ha configurado, también el consumidor puede acceder a esos mismos datos. Este tipo de estrategia abre grandes posibilidades para la gestión del uso del agua y la detección de fugas. Por ejemplo, un usuario ha identificado recientemente un consumo anormal de agua que estaba causado por las descargas automáticas continuas de la cisterna de un sanitario. Se consiguió una reducción del consumo de más del 30 por ciento instalando detectores sencillos de movimiento para permitir una descarga controlada. Un ejemplo similar que mide el suministro de agua a un hotel se ilustra en → 6.

AquaMaster 3 con SMS es también único porque los volúmenes totales del registro de índice del instrumento se envían asimismo mediante mensajes de texto SMS. En ZeeChart se visualizan esos datos con la información del perfil y también pueden presentarse como información del consumo diario como en → 7. En efecto, combinando el AquaMaster 3 SMSTM con ZeeChart, ABB puede ofrecer ahora a los clientes el equivalente de un lector de contadores humano que visite el caudalímetro todos los días para anotar la lectura del totalizador en la pantalla, pero realizado de forma automática y por Internet.

El desafío

Cuando los primeros contadores de AquaMaster aparecieron en el mercado en 2001, eran completamente únicos. Ahora, una década después, ABB ha elevado el listón con una solución que entrega todos los datos de lectura a distancia, tanto para los sistemas de información de que dispongan los clientes como para instalaciones en zonas rurales.

Pero para permanecer a la cabeza de la competición durante los próximos años habrá que escuchar lo que quieren los clientes y continuar con el decidido proceso de innovación que ya ha llevado tan lejos al AquaMaster.

Ray Keech

Terry Mizzi

ABB Measurement Products
Stonehouse, Reino Unido
ray.keech@gb.abb.com
terry.mizzi@gb.abb.com

Brian Hayes

ABB Measurement Products
Warminster PA, Estados Unidos
brian.hayes@us.abb.com





Cada gota cuenta

Cómo aumentar la eficacia de la distribución del agua

FREDERIK BLANK, MARKUS GAUDER – El agua potable es una materia prima preciosa pero escasa, y no está distribuida por igual en nuestro planeta. Con el aumento de la población mundial, se prevé que para 2025 la extracción de agua aumentará en un 50 por ciento en los países en vías de desarrollo y en un 18 por ciento en los países desarrollados, según el informe GEO-4 de las Naciones Unidas. La escasez se ve agravada aún más a causa del cambio climático. Una parte de la solución se basa en la entrada en servicio de nuevas fuentes de suministro de agua, capacidad de tratamiento y transporte del agua a mayores distancias. Otra contribución consiste en abordar las importantes pérdidas que se producen en su transporte y distribución. El Banco Mundial ha estimado que las fugas de agua ascendieron a 32.000 millones de metros cúbicos en 2006. En particular, se ha descubierto que en algunas regiones y países se han producido en la distribución del agua pérdidas de hasta el 50 por ciento. Reducir las pérdidas no sólo ahorra agua, sino también energía, pues cada gota que se pierde supone también un desperdicio de la energía consumida en su tratamiento y transporte (lo que supone un precio en términos de emisiones de CO₂). ABB ha desarrollado una solución integrada de gestión del agua para reducir de diversas formas estas pérdidas. Apoya el mantenimiento ayudando a localizar las fugas, pero reduce asimismo los volúmenes perdidos optimizando la presión de las bombas, y ahorra energía y costes de energía mediante la programación de las operaciones de bombeo.

Las fugas en las redes de suministro de agua se pueden atribuir a diversas causas. Aparte del envejecimiento de las conducciones, la presión elevada es una de las principales causas de tales pérdidas, ya que los picos de presión no sólo aumentan las fugas de agua en los puntos ya dañados, sino que además causan fugas nuevas.

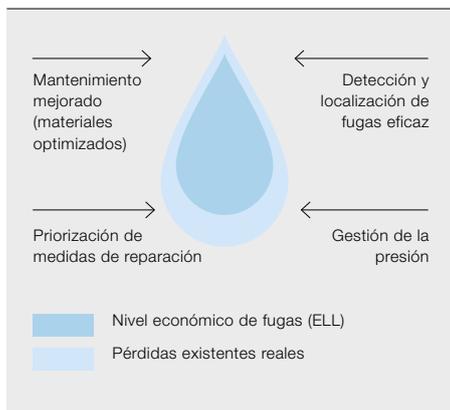
Las redes de suministro de agua suelen trabajar a presiones innecesariamente altas para asegurar el suministro en puntos críti-

cos, por ejemplo, partes altas de la red. Un punto de trabajo inadecuado de las bombas provoca un consumo de energía innecesariamente alto (y por tanto, emisiones de CO₂). Se pueden conseguir mejoras en

Imagen del título

El agua es una materia prima preciosa que no está distribuida por igual en el planeta. Se puede aumentar la sostenibilidad medioambiental del suministro del agua poniendo coto al desperdicio de agua y energía (la imagen del título de este artículo muestra los rascacielos de Dubai).

1 Componentes básicos de una estrategia global de gestión de fugas



la eficiencia del suministro de agua adoptando las medidas siguientes:

- Gestión de las fugas
- Gestión de las presiones
- Gestión de la energía

Gestión de fugas

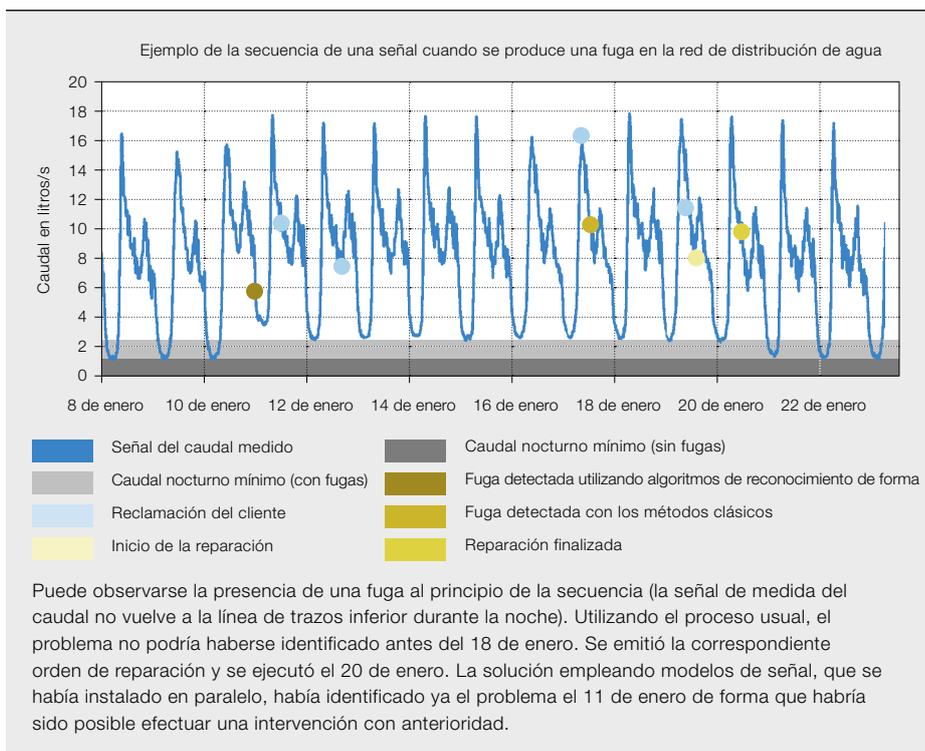
Una estrategia integral de la gestión de fugas debe generalmente tener en cuenta distintos aspectos. Una gestión activa de fugas busca reducir al mínimo tanto la aparición de nuevos daños como el caudal de las pérdidas existentes mediante una gestión optimizada de las presiones. Una gestión de fugas pasiva detecta y localiza las fugas nuevas en una fase precoz y apoya de esa forma la planificación del mantenimiento. Esta última se centra así en las fugas relativamente pequeñas que se producen en segundo plano en lugar de en los reventones de tuberías más grandes que se identifican y localizan rápidamente a causa de sus consecuencias obvias. Se estima que sólo el 10 por ciento de las pérdidas de agua en redes bien vigiladas y controladas son causadas por

Los picos de presión no sólo aumentan las fugas de agua en los puntos ya dañados, sino que además causan fugas nuevas.

roturas de grandes tuberías, mientras que la mayoría de las pérdidas se deben a fugas mucho menores que son difíciles de identificar y localizar.

La reducción de las pérdidas reales de agua a un nivel económicamente aceptable, el denominado nivel económico de fugas

2 Secuencia del caudal de una señal de medida con una fuga



(NEF), exige medidas orientadas y coordinadas en estas cuatro áreas funcionales:

- (1) detección y localización de fugas
- (2) gestión de presiones
- (3) mantenimiento mejorado del sistema, por ejemplo, mediante el empleo de materiales optimizados, y
- (4) asignación de prioridades y ejecución de medidas de reparación → 1.

No es posible la eliminación total de las pérdidas de agua desde un punto de vista práctico y, sobre todo, económico. Pero sí debe definirse como mínimo admisible la reducción de las pérdidas a un nivel económicamente aceptable.

En la gestión de fugas, las redes de distribución se subdividen en las denominadas zonas de gestión de fugas o presiones, con detección y evaluación adecuadas de las fugas y regulación de las presiones.

Un método que sigue ABB se basa en el análisis continuo de los datos de caudal y presión. Mediante técnicas de reconocimiento de patrones y métodos estadísticos y neuronales difusos se generan modelos que predicen los valores de la señal que se pueden esperar como resultado de la actividad en la red (tales como valores de ajuste de válvulas y bombas). Si

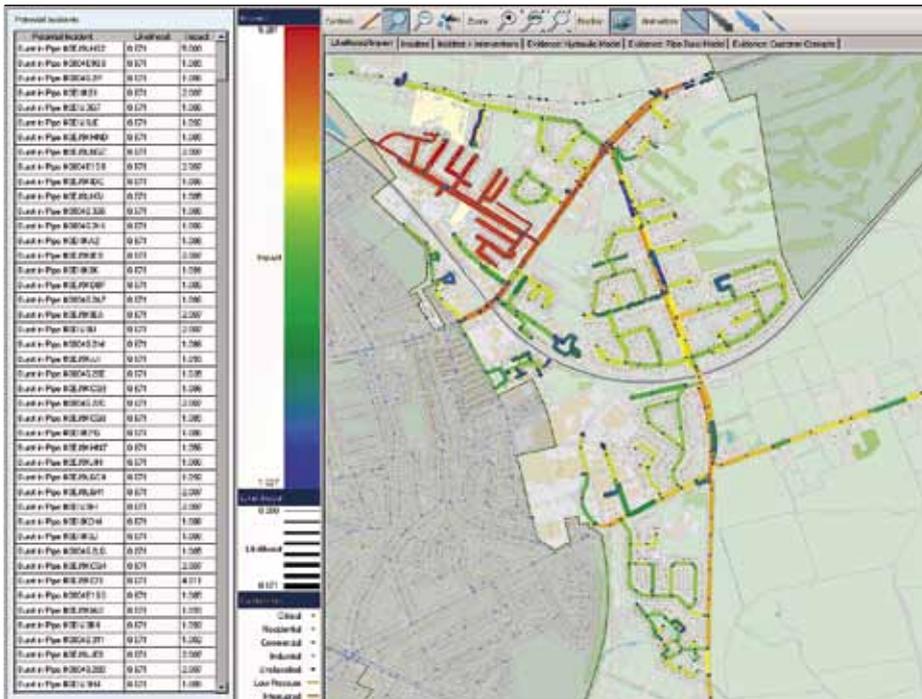
los valores medidos (o las secuencias de valores a lo largo de un período más largo) se desvían de estas predicciones, se genera una alarma. El uso de métodos de autoaprendizaje permite adaptar de forma regular la solución a los cambios operativos de la red de suministro.

También pueden incorporarse al análisis otros datos incorporados al sistema, como información de mantenimiento, información del cliente (por ejemplo, llamadas telefónicas) y datos meteorológicos. Tener en cuenta estos otros datos puede aumentar la tasa de detección de errores y reducir aún más el área geográfica a tener en cuenta cuando se busca la parte averiada. La búsqueda sobre el terreno puede entonces utilizar aparatos adecuados de detección de fugas (por ejemplo, acústicos) de forma orientada y, por tanto, más eficaz.

Este método permite detectar los cambios con mucha rapidez y llevar a cabo una planificación proactiva de las medidas de mantenimiento. En general, se puede tratar el problema antes de que el suministro al cliente se vea realmente afectado. El método no precisa ni una modelización completa de la red de suministro de agua ni suposiciones relativas a la configuración. El sistema se ejecuta automáticamente y aprende por sí mismo de forma continuada → 2.

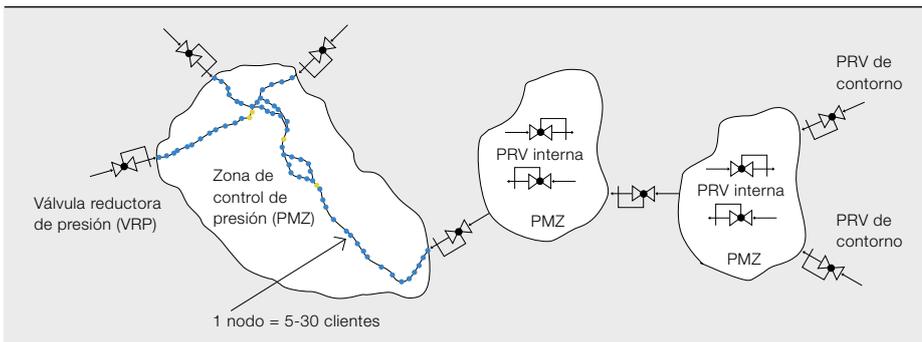
A partir de modelos de redes hidráulicas, un análisis de árbol de fallos y los datos de

3 Sistema de ayuda a la decisión que muestra un mapa de probabilidad/impacto



Se utilizan códigos de color y grosores de línea como indicadores de la probabilidad y las consecuencias de una fuga. Fuente: Universidad de Exeter, Reino Unido.

4 Zonas de gestión en serie con los correspondientes elementos de control de la presión (actuadores).



Un rasgo característico de las zonas de control son los muchos puntos de entrada y salida que permiten un control sistemático de la presión dentro de la correspondiente zona.

correlación actuales e históricos se puede calcular un indicador de riesgo para cada segmento de tubería. Este valor indica la probabilidad de que la fuga que se ha identificado se haya producido en un determinado segmento de tubería y evalúa el posible impacto de la fuga en el suministro. Estos datos ayudan a centrar la localización de la fuga y se pueden utilizar para establecer prioridades en las actividades de mantenimiento → 3.

Gestión de la presión

Las zonas de gestión de presión consideradas anteriormente se controlan normalmente por medio de bombas o válvulas de control → 4. La solución de gestión de la presión de ABB utiliza un modelo hidráulico

de las zonas que deben optimizarse y una predicción del consumo en los distintos nodos. Se utilizan métodos matemáticos de optimización para calcular la presión óptima en las válvulas y bombas de referencia para un horizonte de tiempo futuro (por ejemplo, las próximas 24 horas).

Los requisitos operativos, como el mantenimiento de la presión mínima requerida en el punto más alto de la zona de gestión de la presión, se incorporan formulando restricciones matemáticas. En cada actuador se aplican entonces los valores de referencia (bomba o válvula).

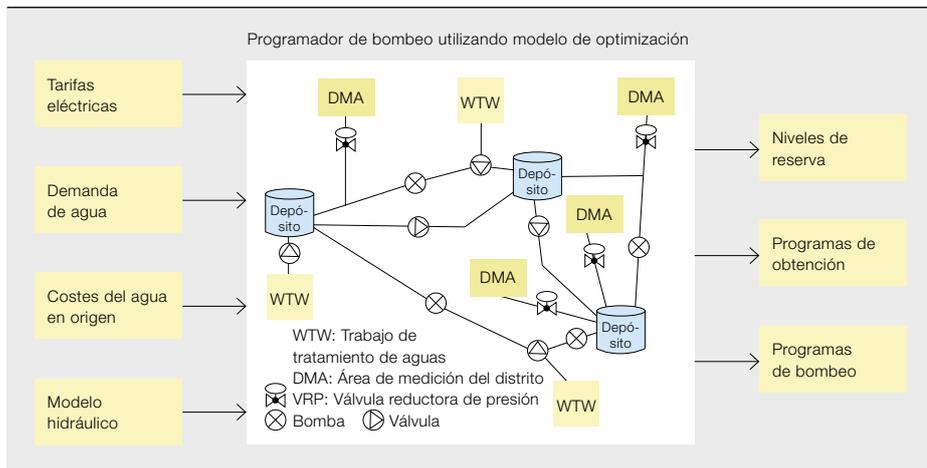
Los sistemas de gestión de presión anteriores dependen de una simple acción local de los elementos de control de la presión basada en métodos predeterminados,

5 La energía explica una gran parte de los costes del agua

Determinantes	Participación de la energía en los costes de explotación
Estaciones de bombeo	hasta el 60%
Plantas de desalinización	hasta el 40%
Plantas de tratamiento de aguas	hasta el 45%
Plantas de tratamiento de aguas residuales	hasta el 50%

La mayor parte de la energía empleada en las redes de suministro de agua la consumen las bombas. La energía representa entre el 40 y el 60 por ciento de los costes de explotación.

6 Representación esquemática de las entradas y salidas de la solución de gestión energética



que posiblemente varían a lo largo de las 24 horas o se controlan en función del caudal. Si las curvas de consumo de agua cambian muy poco de un día para otro, los modelos de control basados en el tiempo o el caudal que se configuran en la válvula siguen siendo válidos a lo largo del periodo de 24 horas definido. En esta situación debe observarse que este tipo de control de la presión es especialmente adecuado para las zonas de gestión de la presión con una sola entrada.

La situación es diferente cuando las curvas de consumo de agua varían diariamente, cuando varios actuadores participan en el control de la presión dentro de la zona o cuando se producen fuertes interacciones con otras zonas de gestión de la presión. En esos casos, los valores de referencia de la presión deben adaptarse a las correspondientes situaciones de trabajo. En un sistema así, la gestión de la presión se estructura en dos niveles. Junto con el control local, es preciso generar valores de referencia de nivel superior para cada actuador a fin de definir los valores de referencia óptimos de la presión. Además de la reducción de las pérdidas de agua causadas por las fugas, esta estrategia ayuda a evitar el golpe de ariete del agua y las oscilaciones en la red. El control de nivel superior de la presión se basa en modelos de simulación adecuados, predicciones de consumo y datos en tiempo real proporcionados por el sistema de control.

El control de nivel superior de la presión se integra en el sistema de control y tiene acceso a sus funciones e inventario de datos. Así no sólo se permite enviar directamente el resultado del control de nivel superior de la presión a los actuadores conectados, sino también su visualización en forma de tendencia o en un sistema de información

geográfica integrado (GIS). Además, los valores de referencia de la presión se pueden generar en tiempo real teniendo en cuenta el estado actual del sistema.

Gestión de la energía

La mayor parte de la energía empleada en las redes de suministro de agua la consumen las bombas. La energía representa entre el 40 y el 60 por ciento de los costes de explotación (considerados a lo largo de 20 años) → 5. La solución para la optimización del bombeo de ABB trata de producir ahorros, tanto de energía como de costes. Como parámetros de entrada utiliza un modelo hidráulico de la red del suministro

La programación del bombeo se genera mediante cálculos cíclicos y se actualiza de forma continua en el sistema de gestión de la información.

de agua y las características de las bombas (curvas de rendimiento) y los datos de consumo de agua actuales y previstos (a lo largo de un periodo de 24 horas) y las tarifas eléctricas. A partir de ello crea una programación del bombeo que contiene información detallada para un horizonte temporal futuro que define la bomba que debe actuar, en qué momento y en qué punto de trabajo. No sólo define los puntos de encendido y apagado de las bom-

bas sino también sus velocidades (si se utilizan bombas de velocidad variable). La optimización pretende que las bombas trabajen lo más cerca posible del punto de máximo rendimiento energético. Al mismo tiempo, el llenado de los depósitos ya no se basa en reglas rígidas tales como “si el nivel del depósito está demasiado bajo, conectar la bomba 1”. En vez de ello, el algoritmo de optimización tiene en cuenta todo el horizonte de la optimización, por ejemplo, de 24 horas, y trata de llenar los depósitos cuando los costes de la electricidad son bajos.

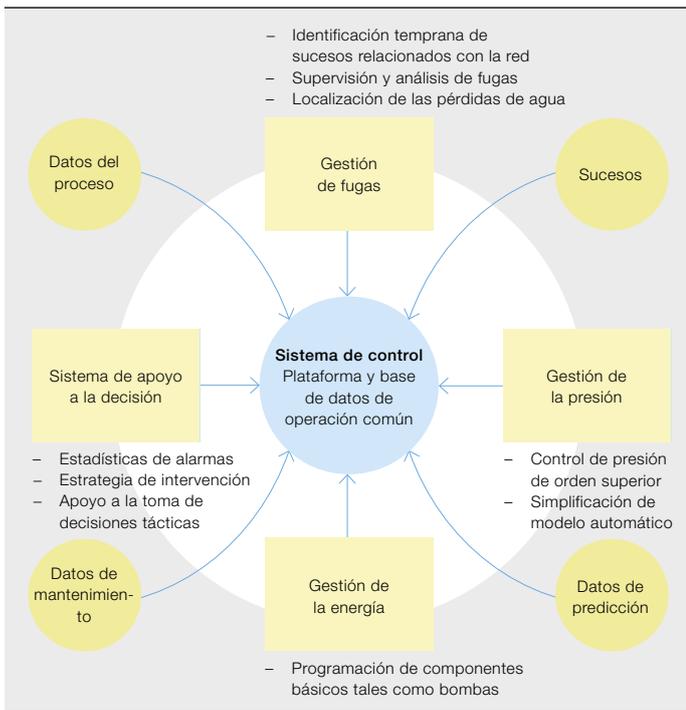
La programación del bombeo se genera mediante cálculos cíclicos y se actualiza de forma continua en el sistema de gestión de la información. La integración de la solución de la programación en el entorno del sistema de control permite aplicar los programas generados de forma directa e inmediata. Antes de aplicarlos, se pueden visualizar los resultados, por ejemplo en forma de tendencias → 6.

Un aspecto crítico de la programación del bombeo es el tiempo de cálculo que se precisa para establecer la programación óptima. Para reducir ese tiempo y asegurarse de que los resultados se entreguen en un plazo razonable, ABB ha desarrollado un modelo simplificado que puede reducir automáticamente el modelo hidráulico a los elementos esenciales sin comprometer la precisión que se exige al modelo ni falsear los resultados hidráulicos. En tanto que otras soluciones existentes en el mercado requieren modelos especiales que tienen que adaptarse y ajustarse a las estructuras variables de las redes, el simplificado desarrollado por ABB, procesa automáticamente modelos de simulación hidráulica que puede cambiar, adaptar y calibrar directamente el operario.

El aspecto de la integración

Las aplicaciones mencionadas anteriormente ya existen y las compañías suministradoras de agua las utilizan en distintas variantes. Pero estas soluciones de software y sistemas informáticos han evolucionado en su mayoría a lo largo del tiempo y constan de componentes parcialmente incompatibles y no totalmente integrados que impiden el flujo óptimo de datos e información. En los apartados anteriores se ha mostrado que la gestión de las fugas, la presión y la energía están estrechamente interconectadas, se influyen mutuamente y se basan en parte en los mismos datos. La integración de los módulos citados anteriormente y las aplicaciones adicionales

7 Ejemplo de implantación de un método de gestión integrada del agua



les en un entorno de usuario basado en el sistema de control permite mejoras suplementarias de la eficiencia. Aquí, ABB busca el enfoque de un sistema integrado de gestión del agua que permita una estructura modular y la combinación de los métodos descritos anteriormente. En → 7 se ilustra una representación esquemática del método integrado de gestión del agua incluyendo sus componentes principales. El sistema se caracteriza por una

Visualización

Dependiendo de los objetivos, puede ser necesaria una representación adaptada de los datos y la información relevante. Además de presentaciones tales como los gráficos del proceso, que suministran de serie los sistemas de control, la integración de un GIS en el entorno del sistema de control proporciona un valor añadido considerable. Los GIS son muy comunes entre las compañías

8 El sistema de información geográfica (GIS) está totalmente integrado en sistema de control de ABB



de suministro de agua. La aplicación de simulación y optimización en tiempo real contribuye a hacer manejable la operación de las redes en el caso de topologías de red complejas. La gestión de la presión y la programación de las bombas son dos ejemplos importantes. El uso de tecnologías, por ejemplo desde el área del análisis estadístico de señales, permite una identificación temprana de los cambios en el funcionamiento de la red y facilita la intervención antes de que los clientes se vean afectados por una caída de presión o un corte del suministro. En el área de visualización, la integración de un sistema de información geográfica en el entorno del sistema de control permite una representación en tiempo real combinada de datos geográficos y temporales (datos de proceso, alarmas o resultados de simulaciones) y en consecuencia una visión más profunda del estado actual de la red. El método descrito en este artículo apoya el desarrollo para conseguir un funcionamiento sostenible y eficaz de las redes de suministro de agua.

ABB ha desarrollado un modelo simplificado que reduce automáticamente el modelo hidráulico a los elementos esenciales sin comprometer la precisión que se exige al modelo ni falsear los resultados hidráulicos.

visión global, casi en tiempo real, de la red de suministro de agua, una guía para el usuario común basada en un GIS y la vinculación de las aplicaciones individuales establecida sobre una base de datos común. Se puede localizar cualquier información, ya sea de naturaleza técnica o comercial, de forma relacionada con la situación y procesarla para obtener una visión detallada del estado de la red de suministro.

to de las funciones típicas del GIS, tales como zoom, barrido o selección de capas de información. Los datos temporales y espaciales también pueden presentarse en la misma vista → 8.

Una solución global

Las aplicaciones de valor añadido como las descritas más arriba apoyan el funcionamiento sostenible y eficaz de las redes

Frederik Blank

Markus Gauder

ABB Power Systems

Mannheim, Alemania

frederik.blank@de.abb.com

markus.gauder@de.abb.com

Presentación de Symphony™ Plus

Automatización total de plantas para los sectores de generación de electricidad y suministro de agua

MARK BITTO – Symphony™ Plus es la última generación de la familia de sistemas de control Symphony de ABB que tantos éxitos ha cosechado. Está diseñado especialmente para satisfacer las necesidades actuales y futuras de los sectores de generación de electricidad y suministro de agua.



La familia Symphony, presentada originalmente en 1980, ha pasado por varias etapas de evolución a lo largo de los años. Mediante la política de ABB para el ciclo de vida “Evolución sin obsolescencia”, cada generación se basa en sus predecesoras y las perfecciona añadiendo tecnologías y funciones nuevas que mejoran el comportamiento de la planta al tiempo que protegen las inversiones anteriores del cliente en sistemas de control.

Ahora hay más de 6.000 sistemas instalados en todo el mundo, lo que hace de Symphony uno de los sistemas de automatización de procesos con más instalaciones. Symphony Plus abre una nueva era de automatización total de la planta que es sencilla, ampliable, sin discontinuidades y segura → 1.

Definición de grandes prestaciones

Symphony Plus equilibra objetivos de prestaciones –como disponibilidad de recursos, fiabilidad operativa y eficacia de producción– con objetivos comerciales,

como prolongación de la vida útil, reducción del carbono y cumplimiento de las normativas → 2.

De esa manera proporciona a los propietarios de las plantas una herramienta esencial para conseguir un crecimiento rentable y sostenible. Las características que lo definen son:

Automatización total de la planta

Symphony Plus ofrece a los usuarios una visión global de la planta integrando los datos de todas las secciones y sistemas, incluidos el control de turbinas, el balance eléctrico de la central y los sistemas a distancia SCADA. Gracias a su arquitectura abierta, Symphony Plus consolida y racionaliza perfectamente los datos de la central para mejorar la respuesta de la compañía a condiciones variables y mejora así la seguridad de la planta y su disponibilidad.

Conversión de los datos en decisiones empresariales prácticas

La información es la clave de resultados empresariales satisfactorios. Se recogen

datos históricos, de procesos y comerciales de toda la central y se guardan de forma segura. Symphony Plus presenta la información que interesa, de forma clara y en pantallas intuitivas para todos los niveles de la organización.

Puesto de trabajo para una ingeniería unificada

El tiempo de producción es la medida de la eficiencia en ingeniería. El entorno de ingeniería de Symphony Plus, S+ Engineering, es una herramienta integrada de ingeniería que incorpora las funciones de diseño, configuración, gestión, seguridad, puesta en servicio y mantenimiento de cualquier componente de Symphony Plus, desde dispositivos sobre el terreno, aparatos eléctricos, control y E/S hasta los puestos de trabajo de los operarios y la configuración de las pasarelas.

Tecnología ABB integrada

Las soluciones de Symphony Plus se basan en más de 125 años de experiencia de ABB en los campos de la electricidad y el agua y combinan el conocimiento pro-

1 Un vistazo a Symphony Plus™

Sencillo

Symphony Plus se adapta fácilmente para satisfacer la amplia gama de configuraciones y aplicaciones de plantas en las industrias de la energía y el agua.

Ampliable

La arquitectura única de sistema de Symphony Plus proporciona configuraciones flexibles y ampliables, desde la arquitectura de un sistema pequeño y sin servidor hasta la de un gran multisistema y multiservidor.

Integrado

Symphony Plus permite una integración sin fisuras de los aparatos de campo, procesos y sistemas de automatización de turbinas, sistemas eléctricos y SCADA, y sistemas comerciales y de mantenimiento.

Seguro

Symphony Plus ofrece a los usuarios un entorno de control seguro y fiable con funciones de seguridad incorporadas que impiden un acceso no autorizado a los sistemas de control.

fundo del proceso con el dominio total de la tecnología eléctrica y de automatización para proporcionar la mejor solución en cada caso para cualquier necesidad de la planta.

Plataforma única para control y E/S

Symphony Plus proporciona una automatización total de la planta desde una plataforma única de control y E/S que cubre los módulos de interfaz especializados y los dispositivos para todo tipo de turbinas, fabricantes y tamaños, así como una selección sin igual de instrumentos para la combustión.

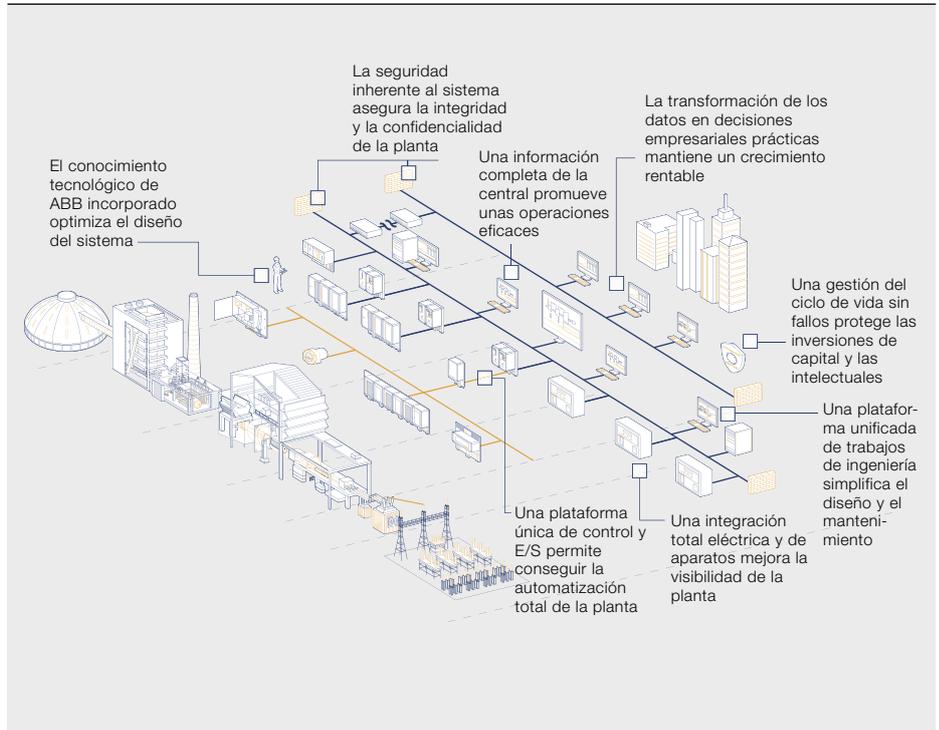
Integración eléctrica y de aparatos

Symphony Plus proporciona control de proceso y eléctrico desde una plataforma única. Aplicando protocolos abiertos como IRC 61850 y Modbus TCP, Symphony Plus integra los aparatos eléctricos con las operaciones del control del proceso y de la planta. Proporciona una integración total de casi cualquier tipo de aparato y permite la supervisión y la gestión de todos los recursos de la planta a todos los niveles.

Seguridad intrínseca del sistema

ABB es consciente de la necesidad de mantener un entorno de control seguro y fiable que exija un tiempo y un esfuerzo mínimos.

2 Arquitectura de sistema de Symphony Plus



Además de las numerosas funciones de seguridad incorporadas a Symphony Plus, ABB participa activamente en varias de las principales comisiones de normalización de la seguridad de los sistemas de control.

Ahora hay más de 6.000 sistemas instalados en todo el mundo, lo que hace de Symphony uno de los sistemas de automatización de procesos con más instalaciones.

La orientación proporcionada por estas comisiones busca aumentar la integridad y la confidencialidad de todas las funciones del sistema y ayudar a impedir el acceso no autorizado al sistema de control.

Gestión integrada del ciclo de vida

Evolución y protección de la inversión son las claves de la estrategia de ciclo de vida del producto de ABB. La política de "Evolución sin obsolescencia" de la empresa ayuda a los clientes a encontrar un equilibrio entre la mejora con nuevas tecnologías

y la optimización de la rentabilidad de las inversiones en recursos ya realizadas. Los propietarios de las plantas pueden prolongar la vida útil de sus sistemas mediante su evolución y evitar el método costoso y de alto riesgo de retirar y reemplazar.

Servicios durante el ciclo de vida

ABB ofrece una cartera completa de servicios, desde reparaciones y repuestos hasta contratos Full Service® y actualizaciones completas de plantas y remodelaciones de equipamiento. ABB ofrece servicios para mejorar cada fase del ciclo de vida de la central, desde el concepto inicial y la ingeniería de control hasta la puesta en servicio, la explotación y la retirada del servicio.

Con una experiencia sin igual de procesos, aplicaciones y tecnología, ABB está inmejorablemente situada para atender las necesidades cambiantes y los requisitos del sector.

Para obtener más información acerca de Symphony Plus, póngase en contacto con la oficina local de ventas de ABB o descargue un folleto en: www.abb.com/powergeneration

Mark Bitto

ABB Power Systems, Power Generation
Wickliffe, HF, Estados Unidos
mark.bitto@us.abb.com



Servicios de ABB para el agua

Prestación de un servicio eBOP a la planta cubierta de tratamiento de aguas residuales más grande del mundo.

JOSEPH QUEK – La galardonada planta de reciclaje de agua de Changi (CWRP) en Singapur es la planta cubierta de tratamiento de aguas residuales más grande del mundo. Esta excepcional construcción está equipada con una amplia variedad de productos de ABB. ABB ha obtenido la adjudicación de un paquete completo de servicios en Changi y, por tanto, seguirá contribuyendo con su experiencia y sus conocimientos de ingeniería a lo que se considera como uno de los proyectos de tratamiento de aguas más innovadores y visionarios del mundo.



La planta de reciclaje de aguas de Changi → 1 es una de las mayores instalaciones de este tipo del mundo. La CWRP y la red de alcantarillado profunda (DTSS) de Singapur recogerán, tratarán y purificarán cada gota de agua residual producida por la ciudad-estado a lo largo de los próximos 100 años, y sustituirá a todas las plantas locales de Singapur. Situada en el borde oriental de Singapur, la planta es en su mayor parte subterránea y está construida en una disposición apilada, por lo que ocupa una superficie más de tres veces menor que una configuración convencional. La planta produce agua limpia según las normas internacionales más exigentes, adecuada para su descarga al mar en los estrechos de Singapur. En la cubierta, la CWRP incorpora la quinta instalación operativa (NEWater) de Singapur capaz de recuperar agua potable apta para el consumo humano o para uso industrial de alta calidad.

El proyecto recibió el galardón de Proyecto Hídrico del Año en los premios Global Water Awards 2009 de Suiza.

Imagen del título

La planta de reciclaje de aguas de Changi se alimenta mediante un gigantesco túnel de alcantarillado de 48 km que discurre a una profundidad de hasta 55 metros bajo tierra. La figura muestra sólo algunas de las tuberías que manejan este enorme caudal.

Suministro eléctrico a la superautopista de agua de Singapur

La CWRP, un proyecto de 3.000 millones de dólares, utiliza la tecnología más avanzada para tratar dos tercios de los 1,3 millones de metros cúbicos de aguas residuales que Singapur genera diariamente. La planta se está ampliando hasta una capacidad diaria máxima de 2.400.000 metros cúbicos, suficiente para cubrir todas las necesidades de Singapur.

La construcción de la CWRP presentó muchos retos tecnológicos, y ABB ha desempeñado un papel destacado en su construcción suministrando experiencia y productos eléctricos y de automatización, tales como motores de alto rendimiento y accionamientos de media tensión que permiten que componentes vitales del proceso trabajen a los más altos niveles de eficiencia energética y fiabilidad. De hecho, en todo el proceso de tratamiento de aguas de Changi los productos y sistemas de ABB mueven, supervisan, miden y controlan la velocidad de equipos fundamentales para el proceso en los módulos de tratamiento de líquidos y sólidos, los sistemas de secado de lodos, las centrifugadoras y los generadores de turbinas y la estación de bombeo de efluentes.

Servicio de agua para la CWRP

ABB no es ajena al sector mundial del agua, y suministra soluciones eléctricas, de automatización y de servicio desde hace más de cinco décadas. Dispone de una de las mayores bases instaladas en este sector y está a la cabeza en términos de mercado y de técnica en tecnologías

El contrato de servicio para tres años y 2 millones de dólares corresponde al balance eléctrico de la planta (eBop) y ayudará a asegurar un funcionamiento fiable y eficiente de la CWRP.

2 El paquete de servicio cubre elementos como motores y accionamientos, paneles de distribución, transformadores, aparata, etc.



de electricidad y automatización, experiencia y conocimiento inigualados de aplicaciones y dominio de los procesos de todas las áreas de aplicación del ciclo del agua. Esto incluye sistemas de transporte, redes de distribución y regadío, estaciones de bombeo, plantas de desalinización y plantas de tratamiento y reciclaje de aguas residuales urbanas e industriales.

Un aspecto esencial para ABB es proporcionar soluciones optimizadas de eficiencia energética y coste del ciclo de vida. Y la capacidad de servicio de la empresa en todo el mundo y el dominio de la gestión

Con su amplia gama de productos, sistemas y servicios, ABB hace el seguimiento de todo el ciclo de vida de la planta de recuperación de aguas de Changi, desde la ingeniería hasta la construcción y, ahora, hasta el servicio y el mantenimiento. ABB ayuda a CWRP a identificar las mejores soluciones para sus necesidades concretas, incluyendo el mantenimiento y la optimización de activos.

El contrato de servicio del Consejo de Servicios Públicos, de un poco menos de 2 millones de dólares, es un acuerdo de servicio y mantenimiento de tres años para el balance eléctrico de la planta (eBop) que ayudará a asegurar un funcionamiento fiable y eficiente del CWRP. El paquete de servicios incluye el mantenimiento esencial de equipos críticos, como 21 unidades

de media tensión, motores de alto rendimiento y accionamientos de media tensión refrigerados por agua que mueven y controlan las enormes bombas con unos niveles excepcionales de eficiencia energética. También se recogen los paneles de distribución y transformadores de alta tensión, la aparata de media tensión, los motores y accionamientos, los transformadores de baja y media tensión, y los cuadros de distribución, la aparata, los motores y los accionamientos de baja tensión → 2.

En el marco del contrato de servicio, ABB proporciona ingenieros de reserva homologados y respuesta sobre el terreno en cua-

tro horas para equipos críticos, las 24 horas del día y los 7 días de la semana. Se asigna un ingeniero responsable que mantiene la CWRP, coordina internamente los distintos grupos de servicio y actúa como punto de contacto único.

Otros aspectos de valor añadido de este contrato de servicio completo son el suministro en línea de repuestos Parts Online Access, el mantenimiento del libro de registro de averías y la formación básica y la actualización del funcionamiento de los equipos de ABB. El Centro Logístico para Asia (LCA) de ABB, situado en Singapur, ofrece respuesta local rápida para repuestos, lo que permite a la CWRP reducir al mínimo sus existencias de repuestos. Y algo muy importante desde el punto de vista del cliente: talleres locales para accionamientos y motores dirigidos por personal con certificación de ABB.

Factores fundamentales para el éxito en el servicio

A pesar de la gran variedad de equipos de ABB cubiertos por el contrato de servicio, el cliente solamente percibe un único interlocutor de ABB. Esta cómoda relación simplifica la forma en que la CWRP explota y mantiene sus equipos. El equipo de mantenimiento de la CWRP respira tranquilo, pues siempre hay personal de ABB para solucionar cualquier problema crítico. Para que la claridad sea total, el cliente tiene acceso fácil a los ingenieros de ventas y de servicio.

La Planta de Recuperación de Aguas de Changi ha reconocido la forma en que el servicio de ABB contribuye a aumentar la fiabilidad y la eficiencia de sus operaciones: "Agradecemos a ABB el servicio prestado hasta ahora, así como la asignación de ingenieros competentes y eficientes para apoyar a la CWRP. Los ingenieros de ABB han respondido muy bien, y se han adaptado a nuestro equipo de mantenimiento y le han prestado la ayuda necesaria. Por ello, estamos muy agradecidos y apreciamos su esfuerzo y diligencia para mantener nuestros equipos críticos en buenas condiciones de funcionamiento", elogió el Sr. Lim Swee Sen del Consejo de Servicios Públicos.

Joseph Quek

ABB DM Service Sales & Marketing
Singapur
joseph.quek@sg.abb.com

A pesar de la gran variedad de equipos de ABB cubiertos por el contrato de servicio, el cliente solamente percibe un único interlocutor de ABB.

del ciclo de vida permite a las plantas funcionar en condiciones óptimas durante toda su vida operativa.

Después de que la planta de recuperación de aguas de Changi entrase en pleno funcionamiento en junio de 2009, ABB estaba haciendo un seguimiento del cliente, y quedó claro que éste quería un paquete completo de servicios. El cliente había establecido contacto con diversos departamentos de ABB para solicitar servicios por lo que ABB coordinó una respuesta con varias de sus divisiones y creó una sola oferta global de contrato de servicio.

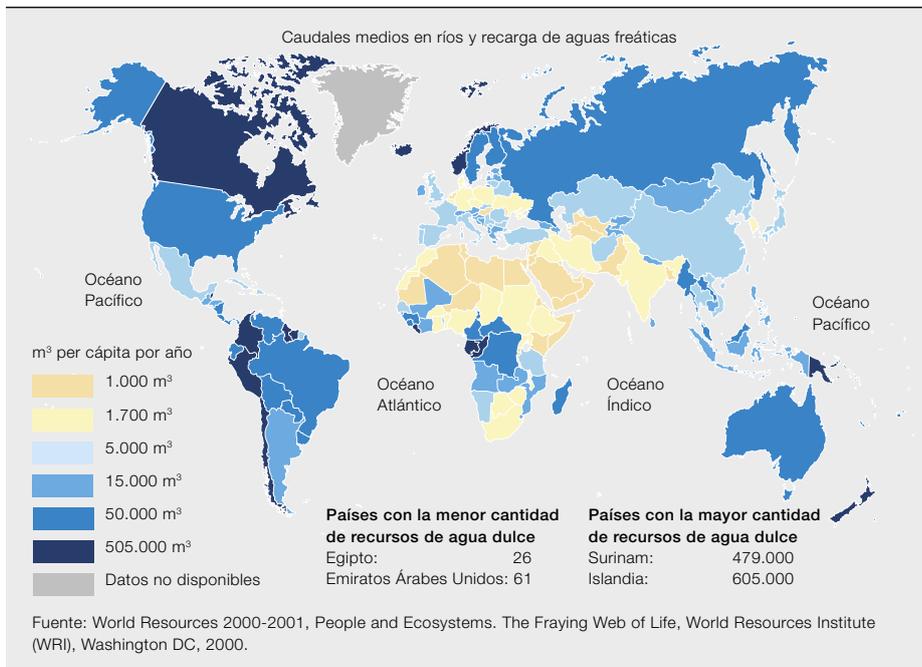


El agua de la vida

Sostenibilidad y eficiencia energética en el sector del agua

DAVID PRIDGEON, WERNER JANIK, MARKUS GAUDER, SENTHILMURUGAN SUBBIAH, NAVEEN BHUTANI – La escasez de agua supone una amenaza inmediata en términos de salud y desarrollo económico. La amenaza está creciendo a una velocidad alarmante debido al aumento de la demanda. Según las Naciones Unidas [1], ya hay 700 millones de personas en 43 países que sufren escasez de agua. Las previsiones muestran cambios espectaculares en los próximos 15 años, y se teme que en 2025 casi dos tercios de la población del mundo viva en países con dificultades de suministro de agua → 1 → 2 [2]. Esto equivale a un aumento del consumo del 50 por ciento para 2025 en países en vías de desarrollo y del 18 por ciento en países

desarrollados, según el informe GEO-4 de las Naciones Unidas. Tradicionalmente la captación pasiva del agua de lluvia de ríos y embalses y el uso de pozos artesianos han satisfecho la demanda de agua en zonas habitadas, pero los efectos del crecimiento de la población, la mayor urbanización y el cambio climático aumentan la necesidad de desalinización artificial y de tratamientos avanzados de las aguas residuales. Dado que la energía representa un papel fundamental en la producción, el transporte, la distribución y el tratamiento del agua y de las aguas residuales, es preciso optimizar su uso para aumentar el grado de sostenibilidad y para minimizar los costes específicos.



Para asegurar el suministro futuro de agua son necesarias enormes inversiones en infraestructuras hidráulicas, tanto para rehabilitar los sistemas y plantas deteriorados como para ampliar las infraestructuras construyendo nuevas instalaciones. Dependiendo de la zona, estas inversiones se producirán en diversas aplicaciones de agua y de aguas residuales. Incluyen, por ejemplo, estaciones de bombeo para sistemas de transporte de agua, desalinización, tratamiento de aguas municipales e industriales, reutilización y reciclado, distribución de agua, tratamiento de aguas residuales municipales e industriales y programas de riego para la agricultura.

Dichas inversiones no deben centrarse exclusivamente en el aspecto material de las infraestructuras, sino que también deben incluir su explotación y mantenimiento. Un factor común a todas las aplicaciones de aguas y aguas residuales mencionadas anteriormente es que todas ellas son procesos muy consumidores de energía → 3. En general, las normas más estrictas de calidad del agua, la presión sobre el agua y su escasez son factores que favorecen el uso de tecnologías más

consumidoras de energía para tratamiento terciario o tratamiento avanzado de aguas residuales. Además, cada vez en más países existen incentivos de la administración, directos o indirectos, para reducir el consumo de energía.

En este artículo se describen los aspectos de eficiencia energética del suministro de agua, mientras que “Gestión responsable del uso de agua”, recogido en las páginas 17–23 de este número de *Revista ABB*, se ocupa del ahorro de agua. Como muestran estos artículos, ambos aspectos están íntimamente interrelacionados y la optimización de las redes hidráulicas debe considerar ambos aspectos, y no sólo uno a costa del otro.

Evaluación de la eficiencia energética

Para conseguir un mayor grado de eficiencia energética, es preciso tener en cuenta todo el proceso para aprovechar todas las oportunidades de mejora de la eficiencia y priorizarlas correctamente. Mientras que en sistemas nuevos los aspectos de optimización deben abordarse durante la fase de diseño, en el caso de plantas y sistemas ya en funcionamiento es mucho más difícil identificar oportunidades de mejora y se requiere una metodología estructurada para llevarla a cabo. La optimización del consumo de energía se puede lograr

mediante distintas estrategias de reducción, incluida la optimización de los sistemas mecánico y eléctrico y del control, así como adoptando medidas de recuperación de energía o de cogeneración.

Un ejemplo de este enfoque es el concepto de ABB de eficiencia energética industrial (IEE). Con esta metodología, el punto de

Se consigue un enorme ahorro de energía controlando la presión y el caudal variando la velocidad en lugar de con válvulas de estrangulamiento.

interés no está sólo en los componentes individuales del equipo, sino en el sistema general, teniendo en cuenta los procesos y la organización de dicho sistema, así como el consumo de la instalación. Este concepto de IEE utiliza un enfoque por etapas que consta de una etapa de identificación de oportunidades, una etapa de plan director diseñada para evaluar y priorizar oportunidades identificadas de mejora y, por último, una etapa de implantación. La implantación es un esfuerzo conjunto de ABB y del cliente en el que intervienen expertos de distintas disciplinas.

Identificación de oportunidades

Durante esta etapa se evalúa la eficiencia de los sistemas de servicios existentes y se identifican las posibles mejoras en con-

Imagen del título

En muchas partes del mundo el agua es un bien escaso. ¿Cómo puede garantizarse su futuro suministro en un contexto de demanda creciente y de cambio climático?

rol de procesos, modificación de equipos o tecnologías eficientes de energías alternativas. Los datos disponibles sobre consumo o condiciones de caudal así como las evaluaciones de las plantas se consideran datos para el análisis. El control, la determinación de objetivos y la evaluación de comportamientos y prácticas en relación con la eficiencia energética también forman parte de esta etapa.

Durante la identificación de oportunidades se lleva a cabo un análisis crítico de los componentes del proceso en curso. Se examinan aspectos como los siguientes:

- Antes de nada ¿es necesario que funcione el equipo del proceso?
- ¿Puede utilizarse durante menos horas, por ejemplo, uso a tiempo parcial en lugar de uso permanente?
- ¿Puede conseguir el proceso o el equipo los mismos resultados con un caudal menor?

Las respuestas a estas preguntas proporcionan una primera indicación de las posibilidades de optimización de la eficiencia energética.

Por ejemplo, examinando más de cerca el proceso biológico de una planta de tratamiento de aguas residuales, deben analizarse con más detalle las siguientes oportunidades generales ya que, como indica la experiencia, el potencial de mejora de la eficiencia energética tiene relación con ellas:

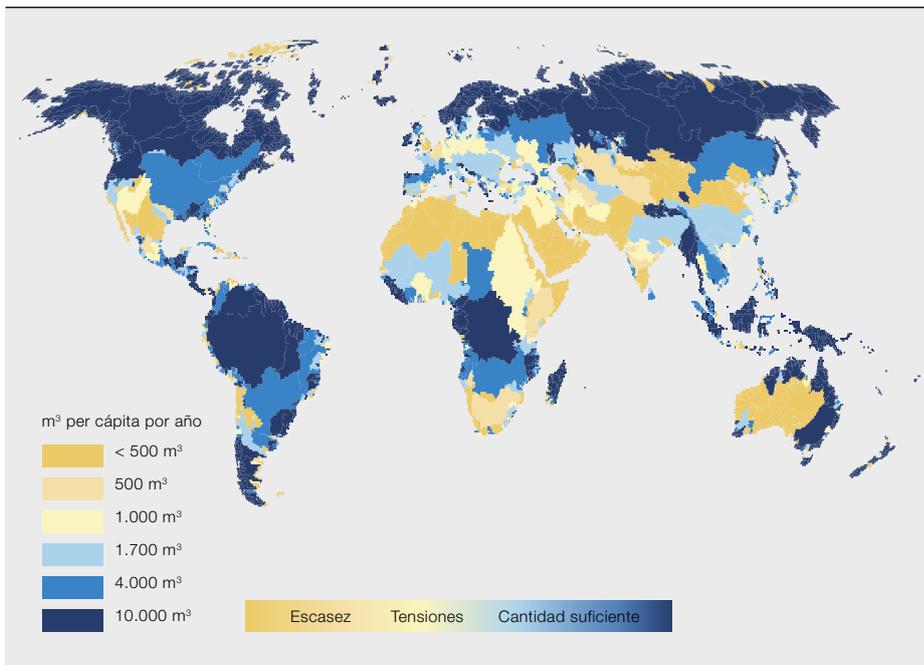
- Optimización de la recirculación de lodos.
- Optimización de la secuencia de los aireadores de disco.
- Reducción del tiempo de permanencia de los lodos.
- Implantación o modificación de controles avanzados.
- Cambio del tipo de aireador seleccionado u optimización de los aireadores.

El análisis y la aplicación de medidas de eficiencia energética en un proceso de tratamiento debe tener siempre en cuenta que existe el riesgo de que la reducción del consumo de energía afecte negativamente al funcionamiento del proceso biológico, por ejemplo, reduciendo la cantidad de oxígeno disponible para el proceso de digestión. Así pues, deben elegirse cuidadosamente las medidas adoptadas y tener en cuenta su posible efecto en el proceso y en el funcionamiento.

El plan director

Durante la etapa de desarrollo del plan director, el conjunto de oportunidades seleccionadas de ahorro energético se convierte en un plan de ejecución. Para cada una de las oportunidades, se consi-

2 Niveles previstos de agua dulce para 2025



deran los aspectos clave de su implantación. En la etapa de desarrollo del plan director se celebran seminarios de coordinación y priorización con los clientes para definir elementos tales como la magnitud del ahorro de energía y el nivel de inversión o sus limitaciones. El plan se desarrolla en base a la evaluación de las oportunidades en términos de:

- Viabilidad técnica y fiabilidad de los datos sobre la oportunidad de ahorro de energía.
- Repercusión en el negocio y requisitos de desarrollo de la oportunidad de ahorro de energía.
- Plazo de implantación de las medidas de ahorro energético, incluyendo presupuesto y disponibilidad de la planta.
- Tiempo estimado de amortización total de la inversión.

Como parte de esta etapa, los proyectos se dividen en dos niveles:

- El nivel 1 describe las oportunidades seleccionadas para su desarrollo inmediato y su puesta en marcha.
- El nivel 2 recoge las oportunidades que requieren más información antes de elegir las y desarrollarlas.

Mientras que para el nivel 1 se generan ya las especificaciones de proyecto, para el nivel 2 se crea un resumen para poder confirmar el proyecto.

Fase de implantación

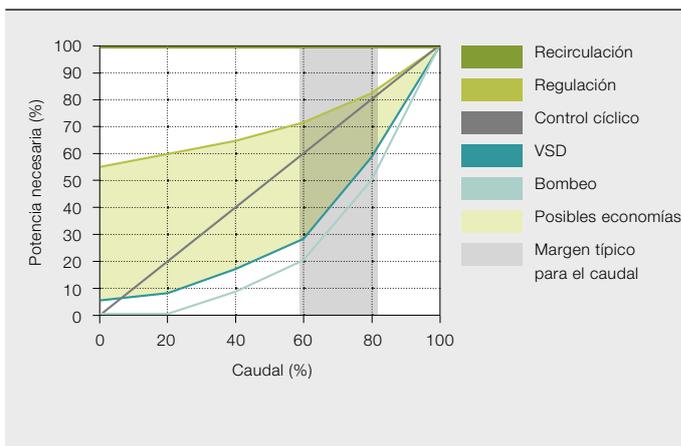
Las medidas de implantación se basan en los resultados del plan director. Para las medidas de implantación, la configuración del equipo humano de implantación de-

Los seminarios de coordinación y priorización con el cliente definen elementos como la magnitud del ahorro de energía y el nivel o las limitaciones de la inversión.

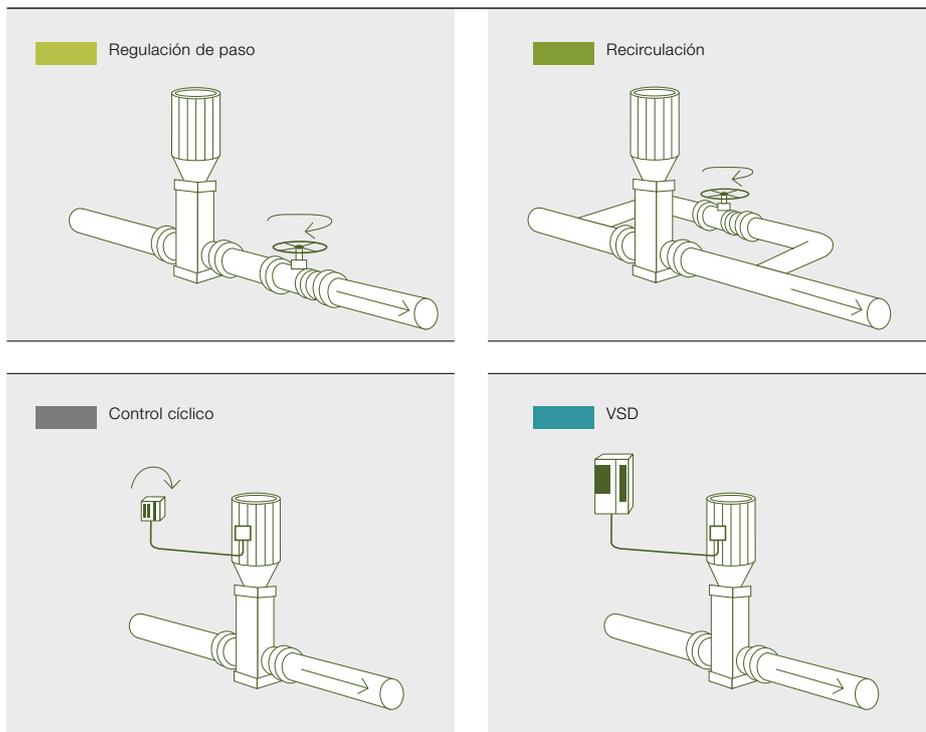
3 Comparación del consumo de energía de diversos procesos de tratamiento

	Porcentaje de consumo de energía preciso para operaciones de bombeo	Porcentaje de consumo operativo en energía
Aplicaciones de estaciones de bombeo	80	50 a 60
Tratamiento de aguas	75	40 a 50
Tratamiento de aguas residuales	El principal consumo de energía se debe a aireación y manipulación de sólidos	40 a 50
Desalinización	Varía según el proceso empleado	20 a 40

4 Comparación del consumo de energía para sistemas de control del caudal



5 Diferentes soluciones para el control de caudal y presión



pende de la naturaleza de los propios proyectos y de las capacidades disponibles dentro de la organización del cliente.

Eficiencia energética en distintas aplicaciones

Considerando, por ejemplo, las estaciones de bombeo, una de las posibilidades para conseguir importantes ahorros de energía tiene que ver con el control del caudal y de la presión. El control se puede conseguir con una solución mecánica o eléctrica. En muchos casos, las bombas pueden funcionar a carga parcial y por tanto se pueden conseguir enormes ahorros de energía mediante el control de la presión y el caudal de salida variando la velocidad en lugar de utilizando válvulas de estrangulamiento para el control mecánico → 4 → 5.

Leyes de afinidad de las bombas

1. El caudal es proporcional a la velocidad de la bomba.
2. La presión es proporcional al cuadrado de la velocidad de la bomba.
3. La potencia es proporcional al cubo de la velocidad de la bomba.

Las soluciones mecánicas de velocidad fija pueden compararse a regular la velocidad de un coche frenando mientras se mantiene acelerado, lo que provoca derroche de energía y desgaste en los equipos. La solución más elegante y eficiente desde el punto de vista energético es utilizar accionamientos de frecuencia variable que permiten cambios del volumen de producción adaptando la velocidad del motor. Este enfoque es comparable a reducir la velocidad levantando el pie del

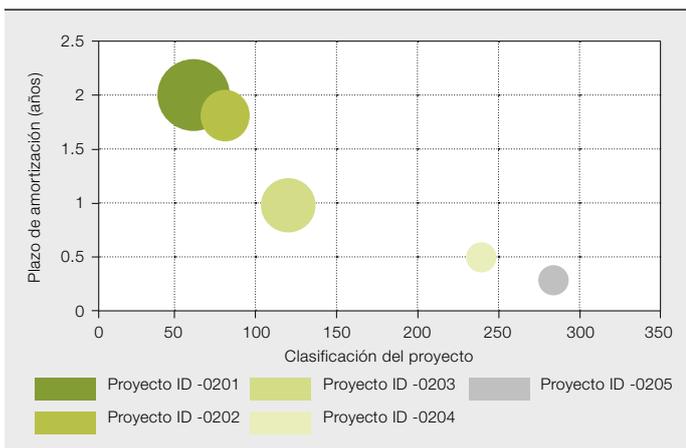
acelerador y cambiando a una marcha más corta.

Para bombas con carga estática relativamente baja, la mayor parte de la presión de salida de la bomba se emplea en vencer las pérdidas por rozamiento en la tubería. Al reducir la velocidad con un accionamiento de velocidad variable (VSD) para disminuir el caudal, la presión disminuye también. De esta forma las bombas funcionan en su punto de máxima eficiencia (BEP) dentro del intervalo de velocidades de funcionamiento del accionamiento, con las claras ventajas de ahorro de energía, disminución de emisiones de CO₂ y costes de explotación reducidos al mínimo, así como un control del proceso rápido y preciso. Los VSD también pueden actuar como arrancadores suaves, disminuyendo así el esfuerzo de la red, de los motores y de las bombas. Durante el proceso de arranque, los VSD aumentan progresivamente la velocidad del motor y aceleran suavemente la carga hasta la velocidad nominal. Puede utilizarse un único accionamiento de velocidad variable para arrancar varias bombas consecutivamente. La función de arranque suave elimina las elevadas intensidades de arranque y las caídas de tensión que pueden provocar desconexiones del proceso, por lo que se reducen los costes de mantenimiento y se prolonga la vida útil de los equipos del sistema. Si la demanda de agua disminuye, los VSD reducen lentamente la velocidad de las bombas, evitando golpes de ariete y garantizando una velocidad mínima del agua en el sistema.

Metodología de medida con PEMS

Por lo que se refiere a la eficiencia energética y a las medidas de mejora correspondientes, una dificultad importante es siempre la definición de un punto inicial de referencia para determinar y evaluar las

6 Ejemplo típico de evaluación de oportunidades identificadas



mejoras conseguidas. En el caso de sistemas de bombeo, la medición de la eficiencia de la bomba ofrece una visión más detallada y permite así una evaluación comparativa del equipo mucho mejor. El sistema de medición del rendimiento de las bombas (PEMS) es una solución de ABB que permite determinar el rendimiento de la bomba en tiempo real y por tanto obtener información basada en el estado. El PEMS aplica principios termodinámicos para el cálculo del rendimiento y necesita como datos de entrada sólo las mediciones de presión y temperatura en los lados de aspiración e impulsión de la bomba. Si además se mide la potencia eléctrica, también se pueden obtener los valores de caudal con este método. El PEMS no sólo puede utilizarse para actividades de evaluación comparativa, sino que además proporciona menores costes de explotación cuando el sistema se utiliza con la máxima eficiencia. Además, la disponibilidad de la planta puede aumentarse con programas de mantenimiento optimizados. Contemplar el asunto con una perspectiva más amplia es fundamental para desarrollar una estrategia global. Los potenciales a primera vista podrían no ser los que ofrecen mayores beneficios.

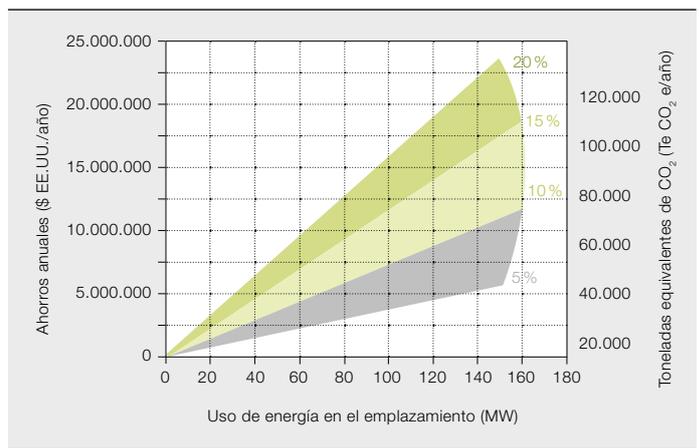
Aspectos económicos

Como sugiere la metodología, se aplica generalmente a plantas ya construidas. En principio, el proceso de selección para la evaluación energética debe tener en cuenta los requisitos que se indican a continuación en todas las plantas:

- Las plantas deben tener una vida útil restante de al menos 10 años. Si la vida útil es demasiado corta no quedará tiempo suficiente para aprovechar los ahorros.
- El coste unitario de la energía de explotación de la planta debe estar por encima

del nivel medio en comparación con la media global. Unos costes de la energía demasiado bajos pueden llevar a la conclusión de que el ahorro energético no tiene valor suficiente para ser atractivo desde el punto de vista económico. Sin embargo está claro que entre todas las oportunidades identificadas, se preseleccionarán sólo las de rentabilidad atractiva. El gráfico de plazo de amortización muestra un ejemplo típico de esta evaluación → 6. La clasificación de las oportunidades proporciona información sobre la rapidez y sencillez de la instalación de una solución (un valor alto significa una instalación sencilla y rápida); los tamaños de las burbujas son proporcionales al valor anual de los ahorros y, lo que es más importante, proporciona información sobre la rentabilidad esperada de la inversión. Los proyectos interesantes tienen un período de recuperación de la inversión inferior a tres años. Por lo general, las posibilidades atractivas desde el punto de vista económico y que serán preseleccionadas para su implantación proporcionarán como media de un 5 a un 10 por ciento de mejora de la eficiencia energética en total. Estos ahorros no sólo proporcionarán reducciones en términos de coste de la energía o aumentos de la producción, sino que también supondrán ahorros en emisiones de CO₂ → 7. Los ahorros en emisiones de CO₂ pueden calcularse como consumo equivalente de energía, donde el comercio de créditos de carbono, cuando sea posible, puede apoyar las inversiones necesarias en ahorro energético. Siempre pueden esperarse resultados en la zona en gris de la figura → 7, que también puedan dar lugar a mejoras significativas del rendimiento de la planta en términos de ahorro energético. ABB está intentando mejorar cada vez más la eficiencia energética de las aplica-

7 Ahorros anuales por eficiencia energética y toneladas de CO₂ evitadas en consumo de energía en la planta



ciones de aguas incluidos los procesos de desalinización, y se está introduciendo en el negocio de los servicios de evaluación de la eficiencia energética en general y de la huella de carbono en particular. Esto permite aprovechar las oportunidades subyacentes aumentando la sostenibilidad y con una mejor adaptación al mercado en el sector del agua. La amplia experiencia en I+D de ABB aporta un amplio abanico de soluciones diferentes para mejorar la eficiencia energética en aplicaciones de agua y de aguas residuales y permite así ofrecer soluciones avanzadas.

David Pridgeon

ABB Power Systems, Subestaciones de transporte
Stone City, Gran Bretaña
david.pridgeon@gb.abb.com

Werner Janik

ABB Power Systems, Generación eléctrica
Mannheim, Alemania
werner.janik@de.abb.com

Markus Gauder

ABB Global Water Industry Segment Initiative
Mannheim, Alemania
markus.gauder@de.abb.com

Senthilmurugan Subbiah

ABB Global Water Industry Segment Initiative
Bangalore, India
senthilmurugan.s@in.abb.com

Naveen Bhutani

ABB Corporate Research
Bangalore, India
naveen.bhtani@in.abb.com

Referencias

- [1] www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.html
- [2] World Resources 2000-2001, People and Ecosystems: The fraying web of life, World Resources Institute (WRI), Washington DC, 2000.



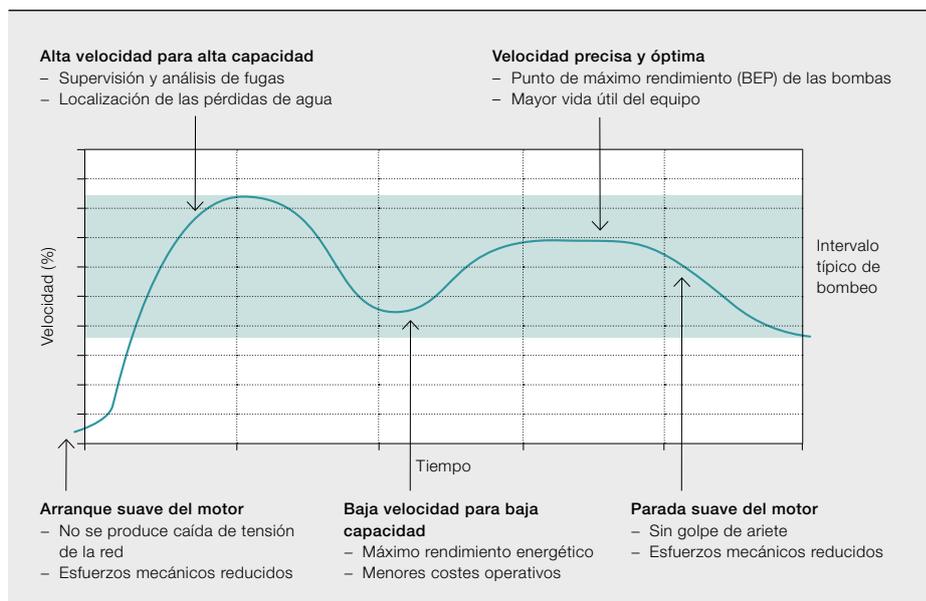
Bombeo inteligente

Los accionamientos todo en uno de ABB convierten en inteligentes las bombas del sector del agua

Imagen del título

Mover el agua puede parecer una tarea monótona y rutinaria. La idea es engañosa: el sector actual del agua se orienta hacia tecnologías avanzadas, como el accionamiento de velocidad variable ABB ACQ810 que aparece aquí, para reducir el coste de propiedad y mitigar los efectos del cambio climático.

SANNA-KAISA EHANTO – El cambio climático, el aumento de la demanda de agua debido a la urbanización en todo el mundo y las obligaciones legales que impone la directiva marco del agua de la UE convierten el sector del agua en un mercado atractivo para tecnologías que contribuyan a reducir los costes y los efectos del cambio climático. En este escenario aumenta la demanda de equipos inteligentes de control de procesos en todos los aspectos de la industria del agua. Los fabricantes de accionamientos de velocidad variable (VSD) están a la cabeza de estos avances. Las funcionalidades requeridas de los VSD son numerosas e incluyen mayor conectividad, menor consumo de energía, tiempos mínimos de parada y unas prestaciones que eviten problemas reales y que reaccionen de forma inteligente ante ellos, preferiblemente antes de que causen daños.



El uso creciente de VSD, especialmente de unidades inteligentes para el control de bombas, representa un cambio importante sobre las prácticas normales de trabajo de utilizar válvulas de estrangulamiento para variar el caudal. Con su bajo consumo de energía y sus reducidos costes de mantenimiento, el coste total del ciclo de vida de un sistema de bombeo controlado mediante VSD puede ser significativamente menor que con la tecnología de bombeo tradicional. Otras ventajas del VSD son los arranques y cambios de producción más suaves, un control más preciso durante el funcionamiento continuo y un diagnóstico más rápido de posibles problemas en el sistema antes de que pudieran verse afectados negativamente la calidad del producto o el funcionamiento del proceso.

La aparición de las bombas inteligentes es un paso fundamental en la evolución de la gestión del proceso. Con inteligencia incorporada, los VSD pueden proporcionar control de bombas, supervisión del estado de las mismas, protección y las ventajas tradicionales de ahorro energético → 1.

Limpieza de la bomba

Considérese, por ejemplo la función antiatascos o antiobstrucción que ahora se encuentra en varios VSD. Un problema que las compañías de aguas vienen sufriendo desde hace tiempo es el atasco

de los álabes de las bombas por restos de trapos, lo que consume miles de horas de mantenimiento en las estaciones de bombeo y en las plantas de tratamiento de aguas residuales en todo el mundo. Eliminar manualmente el problema es una tarea cara y desagradable que requiere un equipo de mantenimiento y con frecuencia una grúa. El tiempo de parada puede prolongarse durante varios días, mientras que los sistemas de reserva están sometidos a una presión añadida. Un fallo total del sistema puede causar vertidos, con las consiguientes repercusiones medioambientales y de salud humana, así como de costes de limpieza y aspectos legales.

La función antiatascos evita que se obstruyan las bombas y las conducciones llevando a cabo una secuencia de giros en sentido directo e inverso de la bomba para limpiar el impulsor.

La compañía Severn Trent Water (STW) del Reino Unido ha sido una de las primeras en adoptar esta tecnología y como consecuencia ha ahorrado anualmente miles de

euros en mantenimiento de las bombas. La compañía instaló cuatro bombas sumergibles de aguas residuales en la planta de tratamiento de agua de Worcester,

bombeando aguas residuales sin tratar desde un nuevo pozo, pero experimentó numerosos bloqueos en las bombas producidos por restos de trapos que se adherían al impulsor. ABB sugirió la instalación de su

software antiatascos. El ciclo de limpieza, que se ejecuta en unos minutos, retira los restos del exterior de la voluta de la bomba, evitando que penetren en la misma y bloqueándolos cuando la bomba acelera desde cero hasta su velocidad nominal de funcionamiento.

Después de la instalación, STW no ha experimentado ni un solo bloqueo de las bombas de aguas residuales.

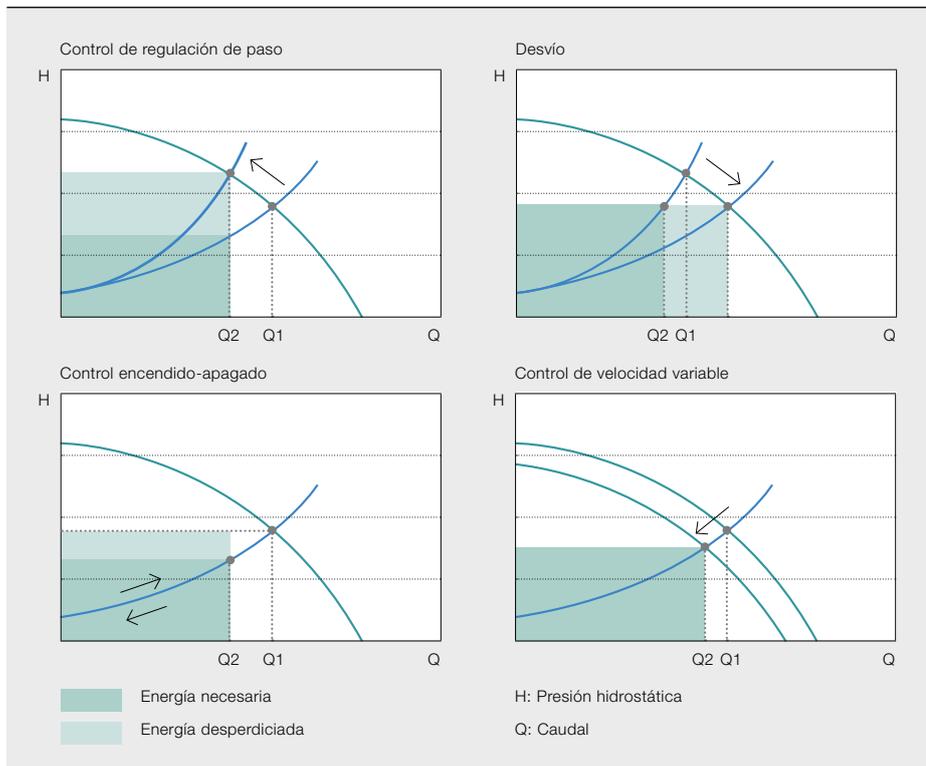
Accionamientos específicos para bombas

Pero no sólo desatascando impulsores puede la más reciente tecnología de accionamientos inteligentes mejorar el ciclo de vida de una bomba. De hecho, ABB ha identificado varios requisitos específicos de las bombas agrupándolos en un producto que denomina "módulo de accionamiento industrial de ABB para aplicaciones de agua y de aguas residuales", ACQ810.

La idea de los accionamientos específicos para cada aplicación es algo que IMS Research, una de las principales empresas de investigación de mercado, ha identifica-

Después de la instalación, STW no ha experimentado ni un solo bloqueo de las bombas de aguas residuales.

do como una tendencia creciente. Con estos accionamientos, el usuario puede reducir sus costes totales mediante tiempos de arranque más cortos, menores costes de integración y mayor productivi-



El ahorro energético y la reducción de los costes de mantenimiento son las principales razones del uso de VSD en los sistemas de bombeo.

idad de la máquina. IMS Research estima que el uso de accionamientos de CA de baja tensión en el mercado mundial del agua y las aguas residuales crecerá desde 448 millones de dólares en 2010 hasta 760 millones en 2014.

“Por estas razones ABB ha diseñado especialmente un accionamiento para satisfacer las urgentes necesidades de control del par cuadrado de control de bombas para sistemas de una y de varias bombas,” afirma Johanna Johansson, jefe de producto de accionamientos. “Las bombas son con mucho la mayor área de aplicación de accionamientos de velocidad variable. Y todas estas bombas tienen necesidades específicas que van desde el cálculo del caudal hasta el control del nivel, todas las cuales se pueden satisfacer con el software más reciente disponible en la actualidad. Las funciones de los accionamientos específicas de las bombas disminuyen el coste del ciclo de vida de los sistemas de bombeo, ayudando así a ahorrar tiempo y dinero, aumentan espectacularmente la eficiencia energética y reducen las emisiones de dióxido de carbono”.

Algunas de las aplicaciones que pueden beneficiarse ahora del control inteligente de las bombas son las estaciones de bombeo de agua, muchas de las cuales demandan, además de la función anti-atasco mencionada anteriormente, funciones de control del nivel y priorización de bombas.

Control del nivel

El control del nivel está diseñado para comprobar el llenado o vaciado de los depósitos de almacenamiento que contienen aguas residuales o aguas pluviales contaminadas con suciedad, gravilla, basura y otros residuos. Esta función intenta evitar la acumulación de sedimentos en las paredes del depósito variando aleatoriamente el nivel de la superficie dentro de un intervalo predefinido. Además, un arranque brusco y rápido crea un efecto descarga, evitando así bloqueos, al tiempo que se reduce al mínimo el consumo de energía al hacer funcionar las bombas dentro de un área de trabajo favorable.

Prioridad de las bombas

La priorización de las bombas programa el funcionamiento de las mismas para facilitar la planificación del mantenimiento. Está pensada para sistemas cuya tasa de consumo varía con la demanda. Por ejemplo, el accionamiento puede programarse para hacer funcionar las bombas de mayor capacidad durante el día y las más pequeñas por la noche. Así se permite una mejor planificación del mantenimiento y se puede aumentar en gran medida la eficiencia energética al hacer funcionar las bombas más cerca de su punto de máximo rendimiento.

Ahorro de energía

El ahorro de energía es la razón fundamental del uso de VSD en los sistemas de bombeo.

En general, los costes del ciclo de vida de un sistema de bombeo dependen del intervalo de potencia y de su tiempo de vida en servicio. Sin embargo, los costes típicos para sistemas de bombeo de entre 50 y 100 kW se repartirán entre consumo de energía (70–80 por ciento) y mantenimiento (20–30 por ciento).

A lo largo de un período de 20 años, los costes sumados de energía y de mantenimiento superan en 10 veces el precio inicial de compra de la bomba. Estos costes de explotación se reducen drásticamente mediante mejoras de rendimiento.

Dos causas usuales de la disminución del rendimiento del sistema de bombeo son las bombas sobredimensionadas y las válvulas de estrangulamiento. Un mal rendimiento de la bomba puede traducirse en tiempos de parada, daños colaterales a los equipos y elevados costes de mantenimiento.

En los sistemas de bombeo controlados mediante VSD es posible también hacer

funcionar la bomba a velocidades de rotación superiores a la nominal. Normalmente el motor está diseñado para funcionar en un intervalo de potencias más alto. Esto permite hacer funcionar la misma bomba controlada por VSD en un intervalo de potencias más alto en comparación con una bomba controlada por arranque-para-da. Este modo de funcionamiento permite utilizar una bomba con menor potencia nominal, lo que reduce también el coste de la inversión inicial. Esto es válido para situaciones en las que los caudales máximos se producen de vez en cuando → 2. Las ventajas de ahorro de energía que proporcionan los VSD están bien documentadas, pudiendo alcanzarse fácilmente ahorros de entre el 20 y el 60 por ciento en las aplicaciones de bombas controladas por velocidad. Ahora, como parte de la inteligencia incorporada al accionamiento, los fabricantes están incluyendo funciones como un optimizador de energía, que mejora la eficiencia energética total del sistema de bombeo.

El seguimiento de todo este ahorro energético es posible gracias a los contadores de energía incorporados que indican cuánta energía se ha utilizado y ahorrado en kWh, en dinero (en dólares o en euros) o en volumen de emisiones de CO₂.

Control de presión y caudal

El uso de VSD para controlar la presión y el caudal mejora la gestión del caudal, reduce al mínimo el mantenimiento y disminuye las necesidades de energía eléctrica.

Por ejemplo, una estación de compresión alimenta directamente el sistema de distribución y mantiene una presión constante en las tuberías. Con un suave control por VSD no hay golpes de ariete que provoquen ruidos, erosiones o pérdidas en las tuberías.

Las ventajas de ahorro de energía de los VSD están bien documentadas, con ahorros del 20–60 por ciento fácilmente alcanzables.

Los VSD inteligentes también aumentan el tiempo de servicio. Los accionamientos en paralelo permiten al sistema funcionar con una redundancia del 100 por ciento. Si se produce una avería en una de las bombas, motores o accionamientos, los demás

continuarán funcionando sin interrupción. Las estaciones de bombeo están a menudo situadas en lugares apartados y las actividades de servicio pueden llevar algún tiempo. Con la redundancia, las estaciones de bombeo funcionan sin problemas con un tiempo de inactividad mínimo.

Además, el tiempo de funcionamiento de las bombas se puede controlar con la función de prioridad de las bombas (ver más arriba) para garantizar que el desgaste de las bombas sea el mismo.

Cuando varias bombas en paralelo funcionan conjuntamente y el caudal necesario varía, una función denominada control multibombas mantiene estables las condiciones del proceso optimizando la velocidad y el número de bombas necesarias. Esta función proporciona la forma de funcionamiento de las bombas en paralelo más eficiente desde el punto de vista energético.

Dormir y arrancar

Otra función relacionada con la presión es la de “dormir y arrancar”.

Tradicionalmente, el control descentralizado normal PID puede dejar que la bomba funcione a velocidades demasiado bajas durante mucho tiempo. Esto puede provocar problemas mecánicos con determinados tipos de bombas y en general derroche de energía, ya que la mayoría de las bombas no generan caudales significativos a baja velocidad.

Sin embargo, una función de “dormir y arrancar” permite a la unidad irse a “dormir”, lo que significa que la salida del accionamiento se cierra y la bomba se para. Esto resulta muy adecuado para los sistemas de bombeo de agua limpia durante la noche, cuando disminuye el consumo de agua. Si la presión del sistema desciende por debajo de un nivel definido, esta función detecta una rotación

lenta y acciona la bomba para aumentar la presión en la tubería o el nivel de agua en el depósito antes de parar. Esto prolonga el tiempo de reposo de la bomba y por tanto ahorra energía. La presión

se controla continuamente y la bomba volverá a arrancar cuando la presión caiga por debajo del nivel mínimo. Así se evitan también arranques y paradas innecesarios y se ayuda a mantener la circulación en las tuberías.

Cálculo del caudal

Otra característica ahora integrada en los accionamientos es el cálculo del caudal. Esta prestación incorpora al accionamiento una función de caudalímetro que permite que el VSD vigile el volumen impulsado, sin necesidad de ningún otro elemento. Esta función es útil en los sistemas que necesitan datos de caudal total correspondientes a un período de tiempo determinado.

Supervisión a distancia

Los accionamientos ABB se pueden conectar a todos los principales sistemas de automatización por medio de una conexión Ethernet o de una red inalámbrica GSM. Esto se consigue con un concepto exclusivo de pasarela entre sistemas de bus de campo y accionamientos. Un módulo de control a distancia ofrece un acceso sencillo al accionamiento a través de Internet, comunicando mediante un navegador web normal. El usuario puede crear una sala de control virtual donde haya un PC con conexión a Internet o mediante una simple conexión de marcación con módem. Esto permite efectuar a distancia las operaciones de supervisión, configuración, diagnóstico y, cuando sea necesario, control.

La supervisión a distancia proporciona un acceso sencillo a los sistemas de bombeo, incluso en lugares apartados, evitando así visitas innecesarias a las instalaciones, con el consiguiente ahorro de tiempo. Mediante el uso de adaptadores Ethernet, pueden enviarse independientemente datos de proceso, registros y mensajes de sucesos referentes a volúmenes bombeados, niveles de depósito y otras condiciones de funcionamiento.

Resumen

El módulo de accionamientos industriales de ABB para aplicaciones de agua y aguas residuales puede mejorar significativamente el ciclo de vida de una bomba. Con la posibilidad de un ahorro de energía de hasta un 60 por ciento, junto con menores emisiones de dióxido de carbono y la amortización de la inversión en muchas ocasiones en dos años, el futuro de los accionamientos inteligentes de velocidad variable es sin duda brillante.

Sanna-Kaisa Ehanto

ABB Drives

Helsinki, Finlandia

sanna-kaisa.ehanto@fi.abb.com



Enlace submarino

Cable submarino HVAC a la plataforma flotante de petróleo y gas de Gjøa

ERIK ERIKSSON, MARC JEROENSE, MAGNUS LARSSON-HOFFSTEIN, CLAES SONESSON, KNUT-ARIL FARNES (STATOIL), ROLF OVE RÅD (STATOIL), KARL ATLE STENEVIK (STATOIL) – La exploración de gas y petróleo se adentra cada vez más en zonas geográficas de difícil acceso. La instalación de Gjøa, situada frente a la costa de Noruega, es una plataforma flotante de petróleo y gas en aguas de 380 m de profundidad. Para alimentarla se tendió un cable de 98 km de longitud y 123 kV CA desde la costa hasta una profundidad de 540 m. Una de las mayores dificultades, que ha hecho de Gjøa la primera de este tipo, es la sección dinámica del cable que se eleva desde el lecho marino hasta la plataforma flotante. Esta sección debe soportar condiciones ambientales extremas y el movimiento de la plataforma.

Imagen del título

El cable submarino en el tambor del buque cablero.



La plataforma Gjøa está situada al oeste del Sognefjord en Noruega, unos 100 km al noroeste de Mongstad. La plataforma la ha desarrollado y construido Statoil y actualmente la explota GDF SUEZ E&P Norge AS. El gas y el petróleo producidos por esta plataforma flotante se transportan mediante tuberías a Mongstad y también a San Fergus, en Escocia.

Inicialmente, se pensó en satisfacer las necesidades de electricidad de Gjøa con una central eléctrica de turbina de gas. Para reducir la emisión de gases de efecto invernadero, se decidió en su lugar importar la electricidad desde una conexión al muelle de Mongstad (la generación eléctrica noruega tiene una elevada proporción de energía hidroeléctrica). El consumo eléctrico de la plataforma se estima en un máximo de 40 MW y un promedio de 25 a 30 MW.

Características del enlace por cable de Gjøa

El enlace consta de un cable estático de 98,5 km sobre el fondo marino y un cable dinámico de 1,5 km que sube hasta la plataforma flotante → 2. El cable dinámico debe permitir el movimiento horizontal y vertical de la plataforma, incluido un radio lateral de 75 m. Para acomodar esta longitud extra del cable, la parte inferior se levanta con 73 unidades de flotación equi-

distantes → 7 en lo que se denomina configuración de onda suave → 2.

Diseño del cable

Una parte importante del proceso de diseño del cable dinámico fue determinar su resistencia a la fatiga. Este proceso tuvo tres componentes principales → 3.

- Análisis global
- Análisis local
- Prueba de fatiga

Análisis global

La carga mecánica del cable dinámico depende de diversos parámetros, incluidos el movimiento de la plataforma, las corrientes de agua, las incrustaciones marinas y la configuración del cable → 2.

Se analiza la respuesta del cable a la tracción, la fuerza, la curvatura etc. modelizándose como si se tratase de un hilo unidimensional usando propiedades globales como el peso, el diámetro y la rigidez axial, a la flexión y torsional. La configuración se optimiza en un procedimiento iterativo seleccionando, por ejemplo, la posición, el tamaño y el número de unidades de flotación.

El esfuerzo y la curvatura axial del cable se analizaron en condiciones ambientales extremas. Un ejemplo típico de condición extrema es una ola de 100 años combinada con una corriente de agua de 10 años. La curvatura y las fuerzas axiales deben mantenerse dentro de los límites de diseño incluso en esas condiciones.

Este análisis estuvo acompañado de un análisis de interferencia que evalúa la posibilidad de colisiones con canalizaciones ascendentes próximas y con la infraestructura submarina. Estos sucesos no se permiten en ningún caso.

Análisis local y estimación de la vida útil

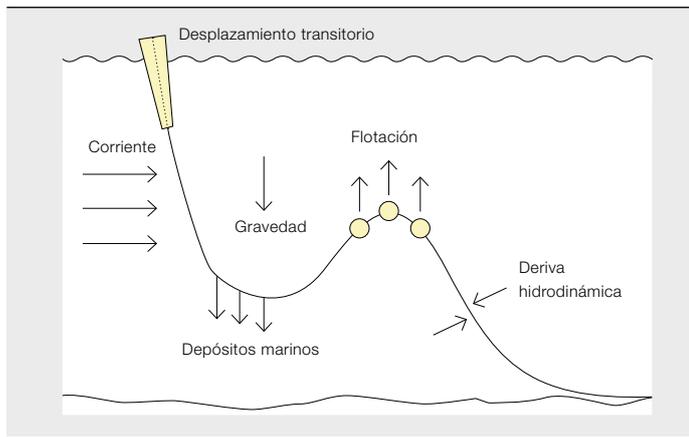
Un cable dinámico es una estructura compleja. Contiene distintos materiales y componentes. Generalmente, hay varias formas de modelar el cable a nivel local. Los métodos habituales consisten en una modelización por elementos finitos y modelos analíticos. En el caso de Gjøa, se utilizó un modelo analítico conservador.

El proyecto reunió conocimientos y experiencias de dos sectores normalmente muy alejados: el sector del petróleo y el gas y el sector de los cables de alta tensión.

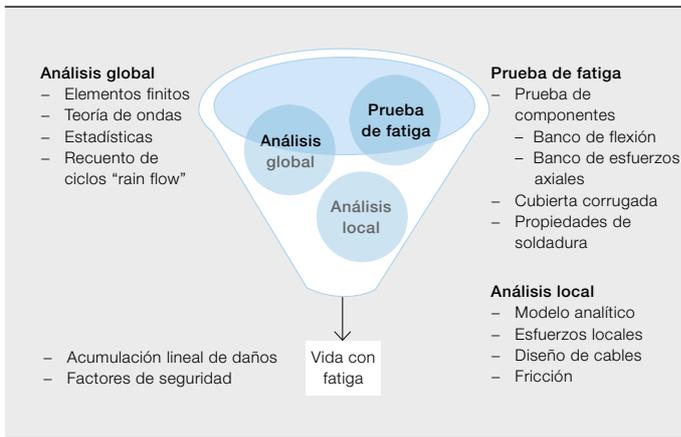
Se calculó la deformación de los componentes críticos de fatiga para poder determinar la duración del cable y su dependencia de distintos factores, como la curvatura y la fricción entre los componentes helicoidales.

Basándose en este análisis, se calculó la vida útil mediante el método de acumulación lineal de daños en los componentes críticos de fatiga identificados. La vida útil estimada del cable superó los 35 años con un factor de seguridad de seis.

2 Factores que afectan a la carga mecánica del cable dinámico



3 Diagrama conceptual de base para determinar la vida con fatiga



4 El cable sumergido



5 Estructura del cable dinámico



Prueba de fatiga

El objetivo de la prueba de fatiga es crear un diagrama de Wohler (o curva S-N, que representa el esfuerzo cíclico frente al fallo) del componente crítico de fatiga identificado. Se prestó especial atención a la barra radial al agua (la envoltura soldada de cobre del cable).

Componentes del sistema del cable

Refuerzo para la flexión

Las cargas más duras a las que está sometido el cable en términos de esfuerzo y curvatura axial se producen en el extremo superior. En esta parte se montó un refuerzo de 8 m de longitud → 10.

Cable estático

El cable estático es un cable trifásico de 115 kV formado por conductores de cobre

nicamente. En el intersticio que queda entre los tres conductores centrales se coloca un cable de fibra óptica con 48 fibras. La armadura está formada por dos capas de cables de acero galvanizado. Las capas están envueltas en direcciones opuestas para conseguir una estructura exenta de torsiones y robusta al mismo tiempo, y están separadas por cinta amortiguadora. Los cables están recubiertos por un compuesto de betún para protegerlos contra la corrosión. El revestimiento exterior consta de dos capas de hilos de polipropileno, la interior impregnada en un compuesto de betún.

Cable dinámico

El cable dinámico → 5 es un cable trifásico de 115 kV con conductores de 300 mm². La envoltura es de cobre corrugado, soldadura TIG¹ y armadura doble para evitar la entrada de agua y resistir la fatiga mecánica durante una duración calculada de más de 35 años con un factor de seguridad de seis. La envoltura también soporta corrientes de falla

Una prueba de flexión simula la fatiga a la que se someterá el cable durante su vida útil aplicando tensiones de flexión cada vez mayores durante un período más corto.

sólidos de 240 mm². Los conductores van dentro de una envoltura de plomo que evita la entrada de agua. Se eligió plomo (en lugar de cobre como en el cable dinámico) porque la envoltura no tiene que soportar fuerzas mecánicas recurrentes. Debajo de la envoltura hay una almohadilla de cinta semiconductor para evitar la entrada longitudinal de agua (es semiconductor para igualar las corrientes de carga en el cable). Un revestimiento de polietileno cubre la envoltura metálica para protegerlo mecá-

de fase a tierra. Los conductores están trenzados y compactados según IEC 60228. La sección del conductor del cable dinámico es mayor que la del cable estático, porque aquél está limitado térmicamente dentro del refuerzo en su extremo superior. Los conductores son estancos al agua longitudinalmente gracias a un compuesto de polímeros. En uno de los intersticios se coloca un cable de fibra óptica con 46 fibras monomodo y dos fibras multimodo. Las fibras multimodo se utilizan para



vigilar la temperatura del cable dinámico. Para aumentar la relación peso/diámetro, también se colocan dos varillas de plomo en dos de los intersticios del cable dinámico. Un recubrimiento de polietileno cubre los cables galvanizados y los protege de la abrasión.

Empalme de reparación

Si la sección dinámica se daña, es muy probable que haya que sustituirla completa. En el caso de la sección estática, más larga, se montó un empalme de reparación en el suministro del cable. La parte eléctrica del empalme de reparación está formada por tres cuerpos premoldeados de goma, uno para cada fase, cada uno cubierto por cajas selladas herméticamente. Hay también un empalme para el cable de fibra óptica y una caja rígida externa común que sirve de protección mecánica y para transmitir las cargas mecánicas.

Empalme flexible

El empalme flexible conecta el cable dinámico y el estático. Consta de:

- Tres empalmes moldeados flexibles, uno para cada fase, cada uno cubierto por una envoltura de plomo soldada a la envoltura metálica original de los cables.
- Un empalme para el cable de fibra óptica.
- Armadura.

Cualificación

Se realizaron varias pruebas como parte del proceso de cualificación. Entre ellas la Electra 171 y la IEC 60840.

Puesto que este tipo de pruebas se conocen bien, este artículo se centrará en las pruebas de flexión, menos conocidas.

Una prueba de flexión simula la fatiga a la que se someterá el cable durante su

vida útil aplicando tensiones de flexión cada vez mayores durante un período más corto. Se aplicaron dos millones de ciclos al cable submarino dinámico real bajo una carga axial constante. Las cargas aplicadas se calcularon basándose en el análisis global analizado previamente. Las cargas producidas en el extremo superior del cable son más grandes que en la parte inferior.

Se utilizó un banco de pruebas para ensayar una sección del cable. El refuerzo a la flexión y la suspensión se conectaron a la zona de pruebas para este ensayo. La muestra se montó horizontalmente en un banco, con el extremo que estaría normalmente en la parte superior unido a un cabezal basculante que flexionaba el cable. El otro extremo estaba conectado al actuador tensor servo-hidráulico de 500 kN. Antes y después de la prueba de flexión se midieron eléctricamente los núcleos del cable (descarga parcial y resistencia del conductor) y mostraron que no se había producido ninguna degradación. También se inspeccionaron visualmente y la aplicación de un líquido de penetración confirmó que no había grietas en la envoltura de cobre.

Pruebas de mar

Dado que el cable se iba a instalar con un buque cablero y un sistema de tendido nuevos, se realizó una prueba de mar antes del tendido real del cable. La prueba incluyó lo siguiente:

- Verificación de los métodos de instalación de amortiguadores de vibraciones inducidas por vórtices (VIV), unidades de flotación y manejo del extremo rígido del cable (un tubo rígido en el cable simulaba el refuerzo a la flexión y la suspensión).



Las pruebas fueron bien y sólo hubo que realizar unas modificaciones ligeras de algunos componentes mecánicos del sistema de tendido.

8 Buque cablero en Mongstad, donde el cable se conecta a la costa



9 Subida del cable hasta la plataforma Gjøa



El proyecto de Gjøa combinó un desarrollo innovador con una técnica rigurosa en un entorno que no deja lugar a errores o equivocaciones.

- Verificación del tendido del cable en aguas profundas en condiciones relevantes (para el Mar del Norte a principios de primavera).

Las pruebas fueron bien y sólo hubo que realizar unas modificaciones ligeras de algunos componentes mecánicos del sistema de tendido. La prueba de mar fue también una valiosa oportunidad práctica para el personal encargado del tendido del cable.

Buque cablero

El cable se transportó e instaló con el buque cablero North Ocean 102 (el buque tiene una capacidad de carga de 5.800 toneladas). El cable (incluidas las secciones estática y dinámica) se tendió de una vez. El cable se cargó en un tambor giratorio → 8. Para poder tender el cable con la considerable altura de ola de 4 m, se desarrolló para el proyecto un compensador de movimiento vertical (CMV). El CMV reduce la tensión dinámica durante el tendido. La embarcación también llevaba dos tensores de 120 toneladas → 6. El refuerzo a la flexión y el cuerpo preinstalado de la suspensión que se montaron en el cable antes de cargarlo se guardaron encima del tambor.

Durante la carga se colocan terminaciones temporales en el extremo del cable dinámico a bordo del buque. Para comprobar el cable completo después del tendido, cada fase del cable se terminó en una cámara aislada en gas (GIS).

Tendido del cable

La longitud total del recorrido del cable fue de 98 km desde la playa de Mongstad → 8 hasta la plataforma Gjøa → 9. El trabajo de tendido del cable planteó numerosos problemas:

- La unión del cable a la costa en Mongstad.
- El tendido en la acusada pendiente del acantilado submarino de Mongstad incluidas las tracas de supresión de vibraciones inducidas por vórtices.
- La conducción del cable a través de un zona marina expuesta.
- El tendido del cable a una profundidad de hasta 540 m.
- La supervisión continua del contacto con el fondo durante la colocación del cable con un vehículo submarino controlado a distancia (ROV).
- La manipulación y descarga seguras del refuerzo a la flexión, el tirador preinstalado y el órgano de suspensión.
- La instalación de 73 módulos de flotación permanentes para la configuración en onda suave.
- El almacenamiento del extremo del cable dinámico con los módulos de flotación, el refuerzo a la flexión, el cabezal de tracción preinstalado y el cuerpo de suspensión en el lecho marino.

El acantilado submarino, a unos 300 metros de Mongstad, era tan pronunciado que hubo que suspender el cable con grandes tramos sin apoyo. Para reducir



el riesgo de vibraciones inducidas por vórtices (VIV), se colocaron en el cable tracas de supresión². Los tramos sin apoyo se resolvieron mediante la descarga de rocas.

Después de tender el extremo del cable dinámico (incluidos los módulos de flotación), el refuerzo a la flexión, el cabezal de tracción y el cuerpo de suspensión se colocaron temporalmente en el lecho marino durante unos tres meses antes de la operación de tracción.

La longitud total del recorrido del cable fue de 98 km desde la playa de Mongstad hasta la plataforma Gjøa.

Pruebas durante y después del tendido

Todas las fibras ópticas del extremo del cable se empalmaron por fusión para formar bucles separados. Así se pudo medir de forma continuada con OTDR³ durante el tendido del cable. La medición con OTDR se realizó desde la subestación de Mongstad.

Se efectuó una prueba eléctrica inmediatamente después de colocar el empalme de transición flexible en el lecho marino y de instalar los módulos de flotación.

Tracción y empalmes laterales superiores

Antes de la tracción, se levantó el cable almacenado en el lecho marino y se aseguró el cabezal de tracción al cable del cabrestante de tracción de la plataforma. El órgano de suspensión preinstalado se levantó hasta la mesa de suspensión de la plataforma y se aseguró el cable → 9.

Después del trabajo de tracción, se quitaron los cables blindados del cable dinámico y los cables de fase y ópticos se conectaron. Las pantallas de fase y la envoltura del cable óptico se conectaron a una barra de puesta a tierra.

Entrega satisfactoria

El proyecto de Gjøa combinó un desarrollo innovador con una técnica rigurosa en un entorno que no deja lugar a errores o equivocaciones. Es la primera conexión de un cable eléctrico a una plataforma flotante. El proyecto reunió conocimientos y experiencias de dos sectores normalmente muy alejados: el sector del petróleo y el gas y el sector de los cables de alta tensión. El producto resultante es un suministro de energía que reduce las emisiones totales de dióxido de carbono.



Este artículo es una versión resumida del presentado en JICABLE11 en París en junio de 2011 por los mismos autores con el título "HVAC Power Transmission to the Gjøa Platform". Se publicó un artículo similar en CIGRE 2010.

Erik Eriksson

Marc Jeroense

Magnus Larsson-Hoffstein

Claes Sonesson

ABB AB, High Voltage Cables

Karlskrona, Suecia

claes.sonesson@se.abb.com

erik.x.eriksson@se.abb.com

magnus.larsson-hoffstein@se.abb.com

marc.jeroense@se.abb.com

Knut-Aril Farnes

Rolf Ove Råd

Karl Atle Stenevik

Statoil AS, Stavanger, (Noruega)

kafa@statoil.com

rora@statoil.com

katst@statoil.com

Notas a pie de página

² Una traca es una superficie aerodinámica (o, en este caso, hidrodinámica) que mejora el flujo de aire.

³ OTDR: reflectómetro óptico en el dominio del tiempo, por sus siglas en inglés.



El fabricante frugal

Análisis de los compromisos de mejora de la industria

CHRISTOPHER WATTS – Según los libros de física, la energía es la capacidad para realizar trabajo, y el trabajo es la esencia de toda producción industrial. Dado el impacto medioambiental de su huella energética y el precio en continuo aumento de la energía, la industria se ve obligada a reevaluar su consumo energético y a producir más con menos. La segunda parte de este artículo de tres partes investiga las razones por las que el compromiso de la industria con la eficiencia energética sigue siendo débil a pesar del reconocimiento generalizado de su valor.

En el número 3/2011 de la *Revista ABB*, la primera parte de esta serie de artículos analizó la importancia de la eficiencia energética para la industria → 2 en una encuesta encargada por ABB y realizada por la Economist Intelligence Unit → 1. Aunque parece que la mayoría de los directivos industriales aprecian la importancia de la eficiencia energética para asegurar la rentabilidad económica a largo plazo, son relativamente pocos los que practican esta disciplina, y los bajos niveles de eficacia energética siguen siendo la norma. Sólo el 40 por ciento de los encuestados declara que ha invertido en capital, instalaciones y equipos para mejorar la eficiencia energética en los últimos tres años. Los encuestados que han realizado estas inversiones es más probable

empresas han invertido durante los tres últimos años en equipos para mejorar la eficiencia energética.

Si se mira más allá de las inversiones en instalaciones y equipos y se centra la atención en las prácticas de eficiencia energética, la situación sigue siendo mala, aunque no tanto. El 46 por ciento de las compañías no tiene implantado un sistema de gestión energética en todo el ámbito de la empresa para controlar y optimizar el consumo de energía, según los resultados de la encuesta; el 50 por ciento sí tienen sistemas de este tipo, y el resto dice que

Un 46 por ciento de las compañías no tiene implantado un sistema de gestión energética que cubra toda la empresa para controlar y optimizar el consumo de energía.

Imagen del título

La importancia de las medidas para aumentar la eficiencia energética está ampliamente reconocida en la industria. Pero en muchos sectores su aplicación va retrasada. La imagen del título muestra el tambor de izado mecánico de la mina de Totten, Sudbury, Ontario, Canadá, equipado con accionamientos de alta eficiencia energética de ABB.

que estén en países en desarrollo, donde el 49 por ciento ha invertido en equipos para mejorar la eficiencia energética, frente al 34 por ciento en las regiones desarrolladas. Norteamérica va claramente a la zaga en este sentido; sólo un 21 por ciento de los encuestados afirma que sus

no lo sabe. Entre las empresas relativamente pequeñas de la muestra de la encuesta (facturación anual inferior a 1.000 millones de dólares), una mayoría clara del 55 por ciento no tiene ningún sistema de gestión energética. Estos resultados son como mínimo sorprendentes,

1 El fabricante frugal



Esta serie de artículos presenta los resultados de un informe encargado por ABB, investigado y redactado por la unidad de información de *The Economist*. La encuesta recogió la información recibida de 348 altos ejecutivos, principalmente de Norteamérica, Asia-Pacífico y Europa Occidental, sobre sus planes de inversión para mejorar la eficiencia energética de los procesos de producción, los problemas a los que se enfrentan cuando consideran estas inversiones y los factores que pueden influir en la eficiencia energética industrial en los próximos años. Además de la encuesta en línea, el estudio realizó 15 entrevistas a fondo a ejecutivos de alto nivel, responsables de planificación y otros expertos en eficiencia energética industrial.

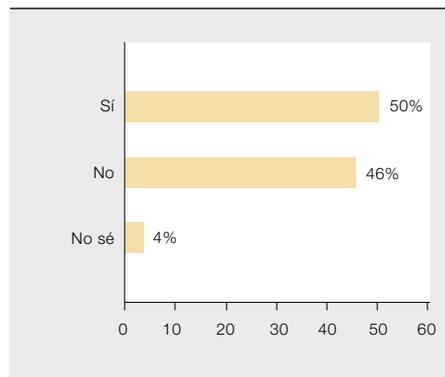
2 Resumen de la parte 1: Los directivos reconocen el valor de la eficiencia



La primera parte de la serie, "El fabricante frugal: Uso moderado de la energía", se publicó en la edición anterior de la Revista ABB (véanse las páginas 7 a 12 del número 3/2011). Las conclusiones de la primera parte son:

- el 88% de los encuestados afirman que la eficiencia energética industrial será un factor crítico de éxito para sus empresas en las próximas dos décadas.
- el 72 por ciento "está muy de acuerdo" o "algo de acuerdo" en que la eficiencia energética es un factor crítico para el éxito de los fabricantes en la actualidad.
- el 59 por ciento dicen que al considerar los argumentos financieros y empresariales para inversiones en eficiencia, el precio de la energía es uno de los principales factores.
- el 26 por ciento considera la mejora de la imagen de su empresa como otro motivo para invertir en eficiencia energética.

3 ¿Dispone de un sistema de gestión de la energía que cubra toda la empresa



Sólo el 48 por ciento de las empresas informan regularmente sobre su progreso en la mejora de la eficiencia energética en la planta, la unidad de negocio o el grupo.

pues los expertos consideran que hay varios tipos de sistemas de gestión energética muy rentables → 3.

En un nivel, un sistema de gestión energética puede referirse a un marco organizativo para tomar activamente el control del consumo energético de la empresa, como, por ejemplo, la nueva norma ISO 50001, que se espera para la segunda mitad de 2011 → 4. "La eficiencia energética no es complicada", insiste May of Dow. "Solo requiere disciplina, y también un compromiso para medirla, buscar las oportunidades, pues ya se tienen el funcionamiento y la organización para identificarlas y abordarlas.

En otro nivel, una configuración de gestión energética puede incluir sistemas de software, conmutadores y controles. Supongamos, por ejemplo, el caso de Bayer Material-Science, que suministra plásticos y otros materiales a fabricantes de coches y otros clientes. La empresa ha introducido análisis de planta que le permiten disminuir la variación en la calidad de su producto y permite además que la planta funcione cerca de su capacidad nominal. El sistema cuesta unos 700.000 dólares, con un período de amortización previsto

de menos de un año. "Estas inversiones no son muy grandes", dice Hans-Joachim Leimkühler, director de Diseño de procesos en Bayer Technology Services, que actúa como consejero interno para Bayer MaterialScience. "Pero los resultados a veces son considerables".

En la encuesta surgen también otras pruebas de las vacilaciones de la industria para controlar la eficiencia energética. Sólo el 34 por ciento de las empresas han realizado una auditoría energética de la totalidad de la empresa o el grupo. McCallion de EBRD destaca el papel que pueden jugar las auditorías energéticas a la hora de medir y gestionar el uso de la energía: "Una auditoría energética es el factor principal para que las empresas sepan, no sólo qué medidas técnicas deben buscar, sino también cuáles son las ventajas económicas de esas medidas técnicas", afirma. "Así es como se culminan inversiones que tienen tasas internas de rentabilidad de más del 100 por ciento. Hay que recurrir a auditorías energéticas para desbloquear [estos proyectos]".

Dado el compromiso aparentemente débil de la industria para evaluar su consumo de energía y para esforzarse por gestionar

4 ISO 50001, una nueva norma para la gestión de la energía

Desde 2008, la Organización Internacional de Normalización, un grupo con sede en Ginebra que establece normas operativas para las empresas, la administración y la sociedad en general, ha redactado una norma internacional de gestión de energía, la ISO 50001. La norma se publicará en la segunda mitad del año 2011.

¿Qué pueden esperar las empresas? La norma ISO 50001 proporcionará un marco que las ayude a planificar y gestionar su utilización de la energía. En lugar de establecer requisitos técnicos, la norma indicará los procedimientos y las prácticas que componen un sistema sólido de gestión de la energía.

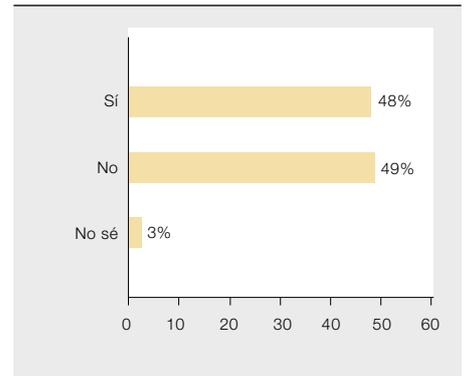
Entre otras áreas, la ISO 50001 cubrirá lo siguiente:

- Mejora de la utilización de los recursos actuales que consumen energía
- Evaluación
- Medición
- Documentación e información de las mejoras en la intensidad de la energía

- Transparencia y comunicación en la gestión de los recursos energéticos
- Mejores prácticas en la gestión energética
- Evaluación y priorización de la aplicación de nuevas tecnologías de alto rendimiento energético
- Promoción de la eficiencia energética en toda la cadena de suministro
- Las mejoras de la gestión energética en el contexto de los proyectos de reducción de emisiones de dióxido de carbono.

La norma ISO 50001 presentará probablemente un especial atractivo para aquellas organizaciones que ya operan según la norma ISO 9001 de gestión de la calidad. Según los expertos, la nueva norma de gestión de la energía puede ser útil para toda organización con grandes facturas de energía (más de 500.000 dólares al año). En su momento, ISO espera que esta nueva norma tenga un impacto positivo en la forma en que se aprovecha hasta el 60 por ciento de energía mundial.

5 ¿Informa su empresa regularmente de sus progresos en la eficiencia energética?



sus necesidades energéticas, apenas sorprende que menos de la mitad de las empresas (48 por ciento) informen con regularidad sobre su progreso en la mejora de la eficiencia energética a nivel de planta, de unidad de negocio o de grupo → 5. Como otro indicio de la poca atención que la industria presta a la eficiencia energética esencial, los resultados de la encuesta revelan que es mucho más probable que las empresas adopten medidas para impulsar la eficiencia energética en áreas distintas de sus procesos de fabricación fundamentales. Al preguntar por las áreas específicas en las que sus empresas han adoptado medidas de mejora de la eficiencia energética en los últimos tres años, el 67 por ciento de los encuestados menciona los sistemas de iluminación, el 48 por ciento el aire acondicionado, el 45 por ciento la calefacción y el 42 por ciento el consumo de agua. Sólo el 40 por ciento ha adoptado medidas de eficiencia energética en relación con las instalaciones y los equipos en sus fábricas → 6.

Una cuestión de financiación

¿Qué impide a las empresas asumir un compromiso mayor con la mejora de la eficiencia energética en sus procesos de producción principales? Cuando se les pide que indiquen los dos obstáculos más importantes para invertir en eficiencia energética, el 42 por ciento de los ejecutivos señalan “la falta de un argumento financiero claro para las inversiones en efi-

ciencia energética”, más que ningún otro problema → 7. La siguiente barrera, destacada por el 28 por ciento de los encuestados, es “la falta de fondos”. En algunos casos, especialmente en mercados de alto crecimiento, la gestión de grupos se divide entre la asignación de capital para ampliar la capacidad y la reserva de recursos para aumentar la eficacia energética. Este punto lo ilustra Rajasekar de Ultra-Tech Cement, que duplica su capacidad de producción cada 10 años. “La capacidad [del mercado] sigue creciendo, por lo que también nosotros tenemos que crecer”, afirma. “Si no crecemos, no mantenemos nuestra cuota de mercado”.

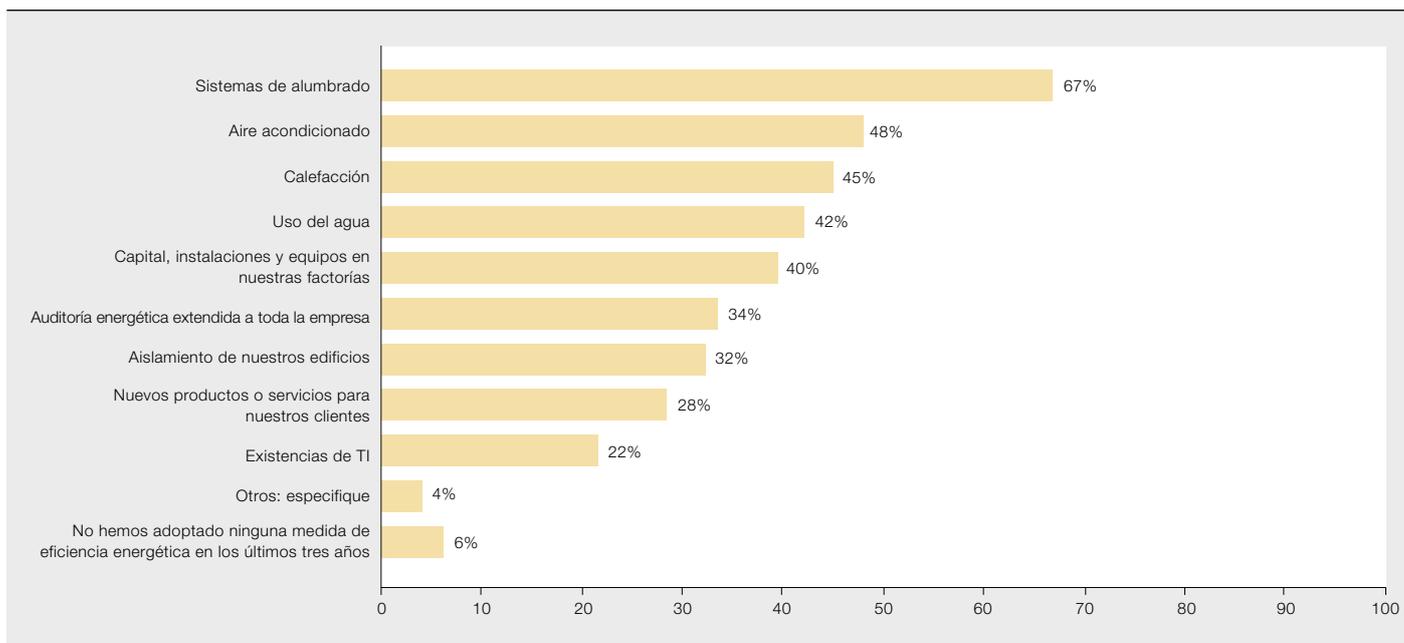
Las entrevistas con los ejecutivos del sector revelan varias prácticas que ayudan a sus empresas a superar algunas de las barreras financieras a la inversión. El grupo 3M, por ejemplo, asigna capital a cada una de las seis unidades de negocio; desde ahí, señala Schultz, “las unidades determinan cuáles son sus mejores oportunidades. Puede ser el crecimiento y puede ser la mejora del margen”. Además, cuando los jefes de planta de la empresa justifican la inversión, pueden utilizar la base de datos de pro-

yectos energéticos para toda la empresa de 3M. Schultz afirma: “Esta base de datos nos permite intercambiar información entre plantas, para que una pueda aprender de otra lo que ha funcionado, y a veces también lo que no ha funcionado”. Hay otras formas de hacer que las inversiones financieras sean más atractivas. Por ejemplo, las medidas para mejorar el rendimiento de los equipos ya existentes pueden ser más rentables si se realizan

Las medidas para mejorar el rendimiento de los equipos ya existentes pueden ser más rentables si se realizan como parte de la inversión normal de capital y los ciclos de mantenimiento de la planta.

como parte de la inversión normal de capital y los ciclos de mantenimiento de la planta, para reducir el tiempo de inmovilización de la producción. “La sincronización y la coordinación con operaciones es absolutamente crucial en nuestro negocio”, señala May of Dow, cuyas plantas funcionan día y noche. “Si se apagan los equipos sólo para poner en marcha el proyecto, la repercusión económica será muy real.” Y como los principales directivos se

6 ¿Con relación a cuál de los puntos siguientes ha adoptado su organización en los tres últimos años medidas para mejorar la eficiencia energética? Seleccione todas las opciones que correspondan.



La falta de información general sobre las opciones de energía se agrava, quizá, por la dificultad común de evaluar comparativamente los niveles de eficiencia de la planta en todas las regiones geográficas y sectores de la industria.

conciencian cada vez más de la importancia de algunas ventajas “más suaves” de la eficiencia energética para el crecimiento a largo plazo, puede que estas ventajas añadan peso a la justificación financiera. Dice Ian Gilmour, director de salud y seguridad, medio ambiente y fabricación en Orica, un fabricante de productos químicos de Australia: “La otra forma que tengo de argumentar es: la imagen, la reputación y las ventajas para la sociedad. Y tengo un consejo que escucha ese argumento”.

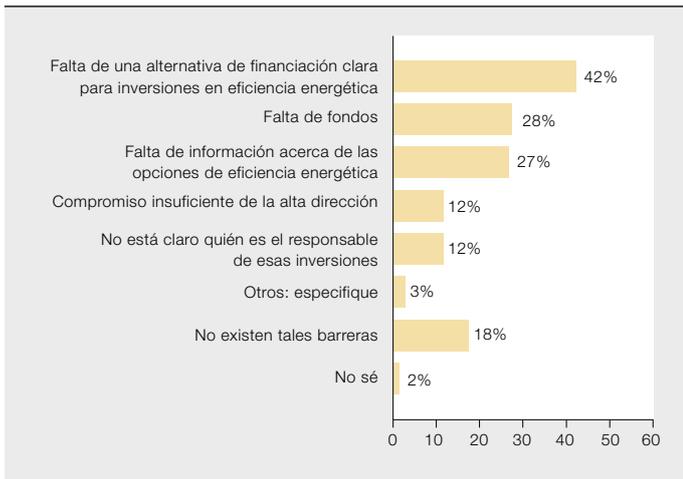
Opciones de evaluación comparativa

Las barreras financieras no son el único problema que frena las inversiones en eficiencia energética. Uno de los retos para organizar un supuesto sólido de inversión y asegurar la financiación para la mejora de la eficiencia reside en lo que algunos administradores consideran falta de información sobre las opciones de energía. Esta es la tercera barrera más importante, señalada por el 27 por ciento de los encuestados. Una variación notable en los resultados de la encuesta es que, en la región de Asia-Pacífico, el 37 por ciento de los encuestados destacan el problema de la información insuficiente, una proporción muy superior a la de los directivos que culpan a la falta de fondos (24 por ciento). Mientras tanto, entre las empresas más pequeñas, la proporción de administradores que indican que la falta de información es una barrera es superior a la media de la muestra, con el 32 por ciento. Mathur, director general de BEE, muestra los efec-

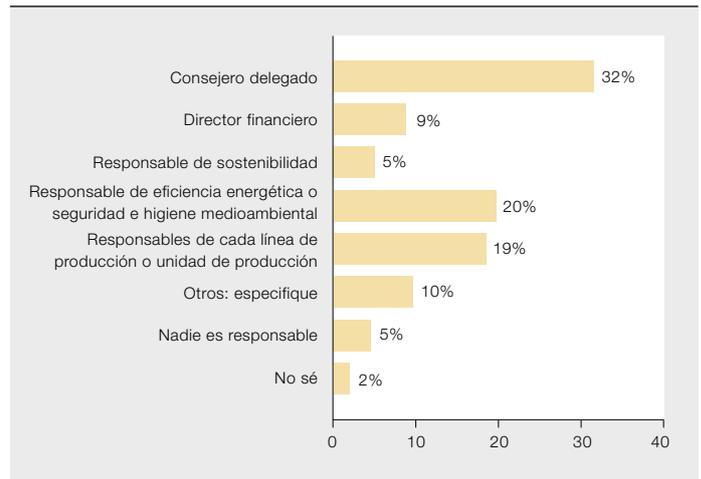
tos de una información especializada insuficiente: “Puede ser un problema de ‘voy a implantar esta nueva tecnología, ¿funcionará?’ El chico que llama a la puerta dice, ‘Ponga este chisme y su consumo caerá a la mitad’. ¿Seguro? ¿O se parará la planta? El riesgo percibido de las nuevas tecnologías es algo que limita la adopción inicial de tecnologías de eficiencia energética.” Además, al realizar evaluaciones de este tipo, se debe tener en cuenta que las empresas más pequeñas cuentan con menos recursos para gestionar la eficiencia energética: en el 17 por ciento de las pequeñas empresas, la responsabilidad de la eficiencia energética recae sobre un responsable especializado en eficiencia energética, frente al 24 por ciento de empresas más grandes → 8.

En la India, BEE tiene un programa especializado que proporciona información acerca de la eficiencia industrial a las pequeñas y medianas empresas (PYME). El director general del organismo, Mathur, comenta que muchas de las PYME en la India se organizan en grupos geográficos y cluster sectoriales. “Estamos introduciendo conocimientos de ingeniería de vanguardia por medio de asesores que van a estas plantas y ven qué se puede hacer”, afirma. Los asesores debaten las opciones en seminarios con los proveedores de equipos, los directores de la planta y las entidades de crédito antes de llevar a cabo un proyecto. Después, otros miembros del grupo pueden ver las inversiones en acción, y si quieren hacer lo mismo, “la

7 ¿Cuáles son, en caso de existir, las barreras principales en su organización para invertir en eficiencia energética industrial? Seleccione dos como máximo.



8 ¿Quién es el responsable formal de la eficiencia energética en su organización?



argumentación empresarial ya está probada, hay alguien que lo está haciendo”, explica Mathur. BEE está aplicando este modelo en 25 grupos de PYME de todo el país.

La falta de información general sobre las opciones de energía se agrava, quizá, por la dificultad común de evaluar comparativamente los niveles de eficiencia de la

do con que las “empresas necesitan referencias más claras en cuanto a la eficiencia energética” en sus sectores.

Aun así, en ausencia de referencias fiables, la industria está utilizando otros criterios para medir su eficiencia energética y los beneficios energéticos. Leimkühler, director de diseño de procesos de Bayer Technology Services, propone un ejemplo:

“No podemos comparar la planta A con la planta B, así que comparamos la planta A real con la planta A óptima”, un nivel al que se ha llegado mediante seminarios con el personal de la fábrica. Algunas empresas están comparando el rendimiento de la efi-

Este artículo es la segunda de las tres partes del informe El fabricante frugal: uso moderado de la energía. La investigación y redacción del informe la ha llevado a cabo The Economist Intelligence Unit por encargo de ABB.

La tercera y última parte de esta serie, que se publicará en el próximo número de la *Revista ABB*, se centrará en los aspectos reguladores de la eficiencia energética.

The Economist Intelligence Unit tiene la responsabilidad exclusiva del contenido del informe. Las conclusiones y los puntos de vista expresados en el informe no reflejan necesariamente los puntos de vista del patrocinador.

Encontrará más información sobre eficiencia energética en la industria, fábricas, edificios y transporte en www.abb.com/energyefficiency

The Economist Intelligence Unit quiere dar las gracias a todos encuestados, así como a los ejecutivos citados en el informe.

Algunas empresas están realizando una evaluación comparativa, no del consumo de energía, sino de la forma en que gestionan la energía, una práctica que probablemente reforzará la norma ISO 50001.

planta en todas las regiones geográficas y sectores de la industria. Para algunos procesos de fabricación, se dispone de referencias fiables: “Hay una conferencia mundial sobre amoníaco y nitrato amónico donde todos comparten datos”, explica Gilmour de Orica. “Todos sabemos qué plantas tienen todos los demás y los tipos de eficiencia que obtienen. Todos los datos están publicados”, afirma. Pero en muchos casos, la evaluación comparativa sigue siendo un problema. “La diversidad de los productos y procesos de fabricación varía tanto de unas plantas a otras que se vuelve casi imposible establecer una comparativa con un competidor local o incluso mundial”, señala Elliott de ACEEE. No es sorprendente que el 77 por ciento de los encuestados estén de acuer-

ciencia energética de una planta con el rendimiento del año anterior, para seguir la mejora continua; otras no están evaluando el consumo de energía, sino la forma en que gestionan la energía, una práctica que probablemente reforzará la norma ISO 50001.

Muchas empresas citan la falta de dinero o la necesidad de priorizar las inversiones destinadas a ampliar la capacidad de fabricación como la razón para postergar las inversiones en eficiencia. Pero otras empresas muestran cómo es posible superar estos obstáculos. Para empezar, hay muchos proyectos sencillos y económicos con períodos de amortización cortos que no sólo afectan a la rentabilidad a corto plazo, sino que afectarán también a los resultados financieros a largo plazo.

Christopher Watts

Aviva Freudmann

The Economist Intelligence Unit

Para cualquier consulta póngase en contacto con

Mark Curtis

mark.curtis@ch.abb.com

ABB Corporate Communications

Zurich, Suiza

ServicePro 3.0: las mejores prácticas mundiales

Optimización de la eficacia del mantenimiento de ABB en todo el mundo

VINCE WILLIAMSON – Con el sistema de gestión del mantenimiento ServicePro 3.0, ABB ha ampliado los recursos y capacidades utilizados para las mejores prácticas de mantenimiento de los sistemas de automatización y proceso.



ServicePro 3.0 es un sistema de gestión del servicio mundial para ingenieros de servicio y clientes de ABB. Se puede utilizar para controlar y planificar el mantenimiento de sistemas de control, accionamientos y otros equipos de automatización en cualquier sector que utilice la automatización de procesos de ABB. Incluye mediciones clave del rendimiento para determinar la eficacia de las actividades de mantenimiento y para ayudar en el inventario de repuestos y la gestión de los ciclos de vida de los sistemas. ServicePro 3.0 proporciona informes normalizados y personalizables que ofrecen información en tiempo real. Así, los clientes de ABB tienen la información necesaria para gestionar el mantenimiento de forma proactiva, lo que permite mejorar el rendimiento de la automatización de procesos.

El sistema de gestión del mantenimiento ServicePro 3.0:

- Agrupa, sincroniza y difunde las mejores prácticas de mantenimiento entre los clientes de automatización de procesos de ABB en todo el mundo.
- Contribuye a incrementar las actividades proactivas de mantenimiento para reducir los costes y mejorar la productividad.
- Supervisa el uso de repuestos para que las existencias tengan los elementos necesarios y reduce los costes innecesarios de los envíos de urgencia.

- Mantiene el conocimiento institucional para ofrecer continuidad y garantizar el éxito.
 - Proporciona datos para evaluar la eficiencia y la fiabilidad de la automatización de procesos en un solo lugar o en varias instalaciones de la empresa.
- La única base del sistema de gestión del mantenimiento ServicePro 3.0 es una base de datos sincronizada a escala mundial

ServicePro 3.0 proporciona a los clientes de ABB la información necesaria para gestionar el mantenimiento de forma proactiva, lo que permite mejorar el rendimiento de la automatización de procesos.

que garantiza a los usuarios la información más reciente sobre prácticas de mantenimiento, repuestos y ciclo de vida.

ServicePro 3.0 tiene cinco componentes que asisten a los técnicos de servicio y los clientes de ABB de la automatización de procesos de ABB:

- La *gestión de informes* proporciona informes configurables que ofrecen la visibilidad y responsabilidad necesarias para gestionar el mantenimiento.
- La *gestión de mantenimiento* despliega las mejores prácticas de automatización y proceso, y guía la planificación, la programación y la ejecución.
- La *gestión de repuestos* sigue y gestiona las piezas de equipos en mantenimiento, incluido el ciclo de vida, los agrupamientos, los pedidos y las existencias.
- La *gestión de la optimización* mantiene e incrementa las mejoras.
- La *Gestión de contratos* administra los recursos de mantenimiento, identifica las áreas de mayor rendimiento y compara éste en varios lugares.

ServicePro 3.0 se ha diseñado para los procesos de automatización y automatizados de ABB, y también sirve para gestionar el mantenimiento de todos los equipos críticos, sea cual sea el proceso o el fabricante.

Si desea más información sobre el sistema de gestión del mantenimiento ServicePro 3.0 póngase en contacto con Vince Williamson, director de producto, ServicePro, Tel.: (en EE.UU.) 614-818-6533, o por correo electrónico: vince.williamson@us.abb.com.

Innovación



- 6 Lo más destacado en innovación**
Las 11 mejores innovaciones para 2011
- 12 CLEEN y la innovación**
El trabajo de investigación y desarrollo de ABB se ve apoyado por la colaboración
- 18 La Evolución inteligente**
El eVD4 aporta sencillez y fiabilidad a las redes de distribución de media tensión
- 24 Un interruptor sísmico**
La aparamenta homologada para centrales eléctricas nucleares es un eslabón crítico de la cadena
- 29 El valor del accionamiento**
Accionamientos para molinos de tipo piñón-corona de ABB (Parte 1)
- 36 En tierra y a bordo**
Examen de las tecnologías de muelle y embarcadas y de la normalización del suministro eléctrico a los buques amarrados
- 41 El convertidor de cinco niveles**
La tecnología ANPC-5L y el accionamiento ACS 2000
- 47 Tiempo de recolección**
La captación de energía para la creación de dispositivos realmente autónomos en procesos industriales
- 52 Seguridad sin chispas**
Motores y generadores síncronos y de inducción con un funcionamiento garantizado sin chispas
- 56 Los motores que vienen**
Los motores síncronos controlados por accionamientos de velocidad variable proporcionan una mayor eficiencia a numerosas aplicaciones industriales
- 63 El otro combustible alternativo**
La eficiencia energética es una pieza esencial de una política energética sostenible para muchas centrales eléctricas
- 68 Sobrevivir a un rayo**
ABB ayuda a que los transformadores de distribución sobrevivan a las perturbaciones transitorias rápidas de tensión
- 73 Compartir valores**
ABB está realizando la primera instalación comercial de la tecnología de bus de proceso IEC 61850-9-2
- 78 Aquí están los resultados**
Encuesta a los lectores de la *Revista ABB*

Petróleo y gas



- 6 Petróleo y gas**
La energía que nos encanta odiar
- 15 Tendencias en el sector de la energía**
Entrevista con Scott W. Tinker, profesor de la universidad de Texas, Geólogo del estado de Texas y director de la Oficina de geología económica
- 20 En las profundidades del desierto**
La complejidad de construir una infraestructura para gas y petróleo en un lugar remoto e inhóspito del desierto del Sahara
- 25 Combustible de integración**
Soluciones integradas para proyectos de metano de cuenca hullera
- 29 Una nueva tendencia en salas eléctricas**
Las salas eléctricas personalizadas se entregan ahora con sistemas eléctricos y de automatización totalmente integrados
- 33 Aguas tranquilas**
Una solución flexible, compacta y eficaz para la tecnología de separación del agua y el petróleo
- 39 Prueba de accionamientos**
Prueba de sistemas de accionamientos de velocidad ajustable que aportan nuevos niveles de eficiencia a los clientes del sector del petróleo y el gas.
- 45 Alertas inteligentes**
Conversión de datos de proceso en información útil con MS2 en línea de ABB
- 50 Inspección e intervención a distancia**
Robótica a distancia en ambientes agresivos de la industria de gas y petróleo
- 56 Una mina de eficiencia**
ABB ayuda a prolongar la vida de la enorme mina de cobre de Aitik aumentando su rendimiento
- 63 Armonización de accionamientos**
La fuerza impulsora de la arquitectura común de los accionamientos de ABB
- 67 Remodelación de subestaciones**
Renovación de la subestación de Sils con tecnología IEC 61850
- 71 Protección a alta velocidad**
Descargadores de sobretensiones de ABB para aplicaciones de ferrocarril a velocidad de fórmula uno y aún más
- 74 Funcionamiento suave**
Accionamientos para molinos de piñón y corona de ABB (Parte 2)

La tecnología importa



- 6 El fabricante frugal**
Parte 1, Uso moderado de la energía
- 13 Eficiencia y facilidad de uso**
Nuevo inversor de cadena ABB para sistemas fotovoltaicos
- 19 Protección avanzada de redes eléctricas**
La próxima generación de soluciones de teleprotección
- 26 Energía en el grifo**
Una solución de almacenamiento por bombeo para satisfacer las demandas de energía y de tarifas
- 32 Aplicación inteligente**
Aplicación de equipos inteligentes para aumentar los beneficios de los distribuidores de electricidad y los consumidores
- 41 Arquitectura de software que dura**
Una arquitectura de software inteligente que crea valor y protege las inversiones de producto a corto, medio y largo plazo
- 51 Una extracción más inteligente**
Operaciones Integradas: explotación segura y rentable de recursos aislados y ya explotados
- 58 Control de emisiones basado en modelos**
PEMS: un sistema de control que utiliza inteligencia artificial para reducir el impacto ambiental
- 64 Captura eficaz de energía**
Diseño de bajo consumo del adaptador inalámbrico FieldKey de ABB

Agua



- 6 Agua dulce del mar**
Los accionamientos de velocidad variable de ABB hacen girar las ruedas de la tecnología de desalinización
- 11 Descarga desde las nubes**
La experiencia española de riego inteligente con Neptuno
- 17 Gestión responsable del uso del agua**
La tecnología ABB ayuda a las industrias de transformación a lograr un uso sostenible del agua
- 23 AquaMaster 3™**
Medida a distancia del consumo de agua con entrega por Internet de la gestión de fugas
- 29 Cada gota cuenta**
Cómo aumentar la eficacia de la distribución del agua
- 34 Presentación de Symphony™ Plus**
Automatización total de plantas para los sectores de generación de electricidad y suministro de agua
- 36 Servicios de ABB para el agua**
Prestación de un servicio eBOP a la planta cubierta de tratamiento de aguas residuales más grande del mundo
- 39 El agua de la vida**
Sostenibilidad y eficiencia energética en el sector del agua
- 44 Bombeo inteligente**
Los accionamientos todo en uno de ABB convierten en inteligentes las bombas del sector del agua
- 48 Enlace submarino**
Cable eléctrico submarino HVAC a la plataforma flotante de petróleo y gas de Gjøa
- 55 El fabricante frugal**
Análisis de los compromisos de mejora de la industria
- 60 ServicePro 3.0, mejores prácticas en todo el mundo**
Optimización de la eficacia del mantenimiento de ABB en todo el mundo
- 61 Índice de 2011**
Resumen del año

Consejo de redacción

Claes Ryttoft

Director de Tecnología
I+D y tecnología del Grupo

Clarissa Haller

Responsable de comunicaciones corporativas

Ron Popper

Jefe de Responsabilidad empresarial

Eero Jaaskela

Jefe de gestión de cuentas del grupo

Andreas Moglestue

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

Editorial

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

ABB Technology Ltd.

Revista ABB

Affolternstrasse 44

CH-8050 Zürich

Suiza

La *Revista ABB* se publica cuatro veces al año en inglés, francés, alemán, español, chino y ruso.

La *Revista ABB* es una publicación gratuita para todos los interesados en la tecnología y los objetivos de ABB. Si desea suscribirse, póngase en contacto con el representante de ABB más cercano o suscríbese en línea en www.abb.com/abbreview

La reproducción o reimpresión parcial está permitida a condición de citar la fuente.

La reimpresión completa precisa del acuerdo por escrito del editor.

Editorial y copyright © 2011

ABB Technology Ltd.

Zurich, Suiza

Impresión

Vorarlberger Verlagsanstalt GmbH

AT-6850 Dornbirn/Austria

Diseño

DAVILLA AG

Zurich, Suiza

Cláusula de exención de responsabilidad

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

ISSN: 1013-3119

www.abb.com/abbreview



Avance 1|12

La esencia de la innovación

La innovación es la savia vital del progreso. En los centros de investigación de ABB de todo el mundo, más de 6.000 científicos e ingenieros están creando las tecnologías que conformarán el mundo del mañana. Además, ABB colabora con alrededor de setenta universidades del mundo entero y comparte sus conocimientos con los investigadores del futuro al tiempo que les abre las puertas para que contribuyan a las apasionantes innovaciones del presente.

Cada año, el primer número de la revista se dedica a la innovación. En sus artículos se examinan innovaciones individuales, pero el espíritu general de la revista está dedicado a la innovación en sí misma.

Algunos de los reportajes se centran en lanzamientos recientes o próximos de productos seleccionados por su naturaleza vanguardista e innovadora. En otros se adopta una perspectiva más amplia de tecnologías y avances de primera línea.



Soluciones eficaces para el ciclo del agua. Un mundo en el que cuenta hasta la última gota.

El agua es un recurso esencial para nuestros ecosistemas y un factor decisivo para la productividad. Con más de cincuenta años de experiencia y presencia en más de cien países de todo el mundo, ABB suministra productos, soluciones y servicios para plantas de tratamiento de aguas y redes de distribución. La completa cartera de ABB y sus conocimientos prácticos de procesos específicos del agua le permiten adaptar sus necesidades de soluciones eficientes de alimentación eléctrica y automatización y atender la demanda creciente de producción, transporte, distribución y tratamiento de aguas consumiendo menos energía. www.abb.com/water