

# Sistemas de control de Yokogawa en el futuro

Naoki Ura y Koichi Oya

Yokogawa, [www.yokogawa.com.ar](http://www.yokogawa.com.ar)

Los ambientes de negocios de los clientes de *Yokogawa* están cambiando radicalmente, y así también sus expectativas sobre los sistemas de control de la empresa. Como respuesta, *Yokogawa* desarrolla sus sistemas de control de acuerdo con los cuatro conceptos clave de control inteligente, operación inteligente, ingeniería inteligente y planta sostenible, para asegurar que las plantas de los clientes operen de forma estable y a largo plazo. Este artículo presenta cómo evolucionan los sistemas de control de *Yokogawa* como una plataforma que responde a las expectativas de los clientes.

## Introducción

Han pasado más de cuarenta años desde que *Yokogawa* lanzara el primer sistema de control distribuido (DCS) en 1975. Ahora, muchos clientes reflexionan acerca del rol de los sistemas de control como productores de bienes, diferente de los bienes generales de los consumidores y los bienes de lujo. Específicamente, los clientes quieren continuar operando sus plantas de forma segura y proteger la productividad, y a la vez responder a los cambios en el mercado, y tratan de identificar cómo los sistemas de control y sus vendedores pueden ayudarlos a satisfacer tales requisitos, y qué cosas deben pagar para eso.

Como vendedora de sistemas de control, *Yokogawa* tiene una responsabilidad para responder tales preguntas de los clientes. Bajo estas circunstancias, las expectativas de los clientes sobre la empresa cambian. El rol de *Yokogawa* pasará de

ser un vendedor que solamente ofrece hardware y software para un sistema de control, a un socio del cliente que le soluciona sus problemas en toda la planta. Este artículo presenta cómo evolucionan los productos para sistemas de control de *Yokogawa* como una plataforma para responder a las expectativas de los clientes.

## Cambios en el ambiente de negocios que rodea a los clientes

En la industria energética, han crecido los sectores relacionados a varias nuevas fuentes de energía. Sin embargo, se espera que las industrias de gas y petróleo y petroquímica continúen jugando un rol importante durante los próximos veinte a treinta años dado que aún es muy alta la demanda de productos en estas industrias para construir infraestructura, especialmente en países emergentes. En estas industrias, la competición de productos en el mercado es cada vez más severa dada la aparición de los países que incluyen el BRIC, y también por otras razones. Por lo tanto, se requiere una producción altamente eficiente, óptima y diseñada a medida. Bajo estas circunstancias, está cambiando enormemente el ambiente de negocios que rodea a los clientes. Se describen a continuación esos cambios, sus impactos y las respuestas que requieren.

## Cambios en las materias primas y en los bienes que se producen

Como resultado de la innovación tecnológica y las regulaciones en lo que a materias primas

respecta, así como su procuración globalizada, en cada caso difieren las calidades, composiciones, precios y formas de provisión. Además, según los requisitos de usuario, se necesita producir varios productos en cantidades pequeñas. Deben introducirse equipamiento de producción y sistemas de instrumentación que puedan responder de forma flexible a los cambios en materias primas, y también se espera que crezcan la renovación de las plantas existentes y la introducción de nuevo equipamiento.

### **Cambios en la carga de producción**

Dependiendo de los cambios en la demanda de los productos, quizá cambie enormemente la carga de producción de las plantas, y entonces debe mejorar la eficiencia en la producción. Como resultado, los operarios están forzados a operar la planta de forma más precisa que nunca, a la vez monitoreando un amplio rango de comportamientos de la planta. Sumado a la eficiencia en la producción, también es importante fortalecer la seguridad, identificar los problemas por adelantado, y realizar mejoras en base a un análisis de las causas de los problemas inmediatamente después de que estos hayan ocurrido.

### **Cambios en la actitud de los clientes para invertir en nuevas utilidades de producción**

El retorno en la inversión en utilidades de producción es una cuestión estrictamente considerada en las plantas de los clientes. Por ejemplo, los clientes desean con ansias expandir sus oportunidades de producción maximizando el uso de sus equipamientos y minimizando las paradas de producción. Los clientes tienen ganas de que se reduzcan las detenciones imprevistas en la producción, aunque sea imposible hacerlo, y continuar a la vez con la producción dentro de límites seguros.

### **Cambios en las tareas de las personas a cargo de la producción**

Por gestionar muchas plantas distribuidas de una forma integrada, muchos clientes responden de forma flexible a los cambios en las materias primas y demandas de producción. Sin embargo, en la práctica, es difícil asignar expertos a todas las plantas, pues su número es limitado. Mientras tanto, las operaciones de planta se automatizan de forma gradual, aunque no completamente.

Así, las tareas necesarias, especialmente las de los operadores de planta en cada una de ellas, se reducen a tareas más complicadas y críticas que rara vez se ejecutan. Entre las tareas, que convencionalmente llevaban a cabo operadores en general, las más simples y repetitivas se automatizan, mientras que las no-rutinarias se dejan en manos de los operadores. Más todavía, operarios en general cada vez más deben tratar con tareas complicadas que antes correspondían a los expertos.

Por estas razones, es necesario minimizar la carga sobre los operadores, darles un guía sobre las respuestas correctas en tiempo real, y proveerles entrenamiento práctico de modo que puedan ejecutar sus tareas con seguridad. También es importante ofrecer entrenamiento sobre la marcha a un costo razonable y en tiempos cómodos. Además, se necesita un sistema que permita a los expertos asistir a los operadores desde lugares remotos.

### **Expectativas por la integración de operación y mantenimiento (O&M)**

Desde los últimos años, los clientes demandan fuertemente una operación de planta que maximice los beneficios generados por las instalaciones optimizando su plan de mantenimiento en todas las actividades de producción. Para maximizar las capacidades de las instalaciones, los operadores necesitan identificar las perturbaciones de la planta, cambios en la demanda de producción, y otros factores. Además, necesitan entender las condiciones de cada equipamiento y dispositivo de la

planta, y tener los conocimientos y habilidades necesarias para usarlos de forma efectiva. A la vez, el personal de mantenimiento necesita entender las condiciones de operación de cada equipamiento y dispositivo de la planta, y mantenerlos, considerando su influencia en las actividades productivas. Por lo tanto, la información sobre integración de operación y mantenimiento (O&M) y su gestión es cada vez más importante. Durante la operación de la planta, es importante hacer un uso total de esa información, y tomar en consideración el impacto de las operaciones de operación y mantenimiento en la eficiencia de la producción durante toda la vida útil.

## Requisitos del sistema de control del futuro

Para responder a los cambios en el entorno de negocios de los clientes y satisfacer sus expectativas, los sistemas de control necesitan mejorar desde cuatro puntos de vista fundamentales: esquemas para automatizar la operación de planta, esquemas que permitan a los operadores monitorear las operaciones de la planta y realizar acciones acordes, ingeniería para configurar el sistema entero para la planta de un cliente; y servicios de mantenimiento para asegurar operaciones estables y a largo plazo. Los requerimientos para cada uno de estos puntos se describen a continuación.

### Control inteligente (requisitos de los esquemas para automatizar la operación de la planta)

Para mejorar la eficiencia energética de las plantas, es necesario operar cada proceso manteniendo los valores estables dentro de los límites y a la vez maximizando la eficiencia. El control avanzado de procesos (APC) es una tecnología conocida para este propósito. Para introducir APC en las plantas de los clientes, deben acortarse los tiempos de instalación y deben reducirse los costos.

Además, es importante identificar con precisión las condiciones de los procesos de los clientes.

Por otro lado, cada unidad de proceso en una planta a menudo se opera a través de varios controladores autónomos y distribuidos que trabajan de forma cooperativa por cuestiones de confiabilidad y mantenimiento. En tanto que el proceso se complejiza, las relaciones entre estos controladores tienden a ser más fuertes. Además de los cambios en las materias primas o en la demanda de la producción, una planta está siempre afectada por los cambios en las condiciones exteriores tales como el clima, la temperatura y los procedimientos operativos, tanto como condiciones cambiantes debido al envejecimiento de las instalaciones, y demás. Entonces, el equilibrio óptimo entre los controladores y las unidades de proceso es fluctuante

Como consecuencia, se necesita una función que supervise y controle todas las unidades de proceso de manera integrada y a la vez maneje varios controladores en cada unidad de proceso. Esta función se llama control supervisor, que lleva a cabo control de tareas, control avanzado y control óptimo entre muchos controladores.

La parte izquierda de la figura 1 muestra el control supervisor en la gestión de producción y jerarquía de control. Se utilizan muchos controladores en cada proceso para controlarlos. El control supervisor en la capa por encima de la de los controladores, controla los procesos utilizando varios controladores.

Las funciones de control avanzado, incluyendo APC, en general operan para cada unidad de proceso, y no necesitan considerar el equilibrio de control entre los controladores. Las funciones de control supervisor tales como APC pueden mantener equilibrios de control como respuesta a numerosas fluctuaciones externas.

Más todavía, se requiere control de alta precisión utilizando tecnología de campo digital y de simulación. *Yokogawa* ofrece tales funciones de control, que operan de forma efectiva sobre una

plataforma muy confiable que la empresa ha desarrollado durante cuarenta años. La relación entre control supervisor, control avanzado, control óptimo y tecnología de simulación se muestra en la parte derecha de la figura 1.

**Operación inteligente (requisitos para esquemas con las que los operarios monitorean la operación de planta y actúan en consecuencia)**

Debido a los cambios en el mercado y la integración O&M, el trabajo de los operarios en general se está complejizando. Muchos clientes reconocen claramente que uno de los factores importantes para prevenir los accidentes de planta, de los cuales hay numerosos casos hoy en día, es la interfaz humano-máquina (HMI). Los estándares internacionales ISA 101 (ANSI/ISA-101.01-2015, Interfaces humano-máquina para sistemas de automatización de procesos, ISA, 2015) e ISA 106 (ISA-TR 106.00.01-2013, Automatización de procedimientos para operaciones de proceso continuo – Modelos y terminología, ISA, 2013) discuten cómo debería ser HMI.

La HMI es un medio importante que permite a las personas a cargo de monitorear la planta operarla y actuar en consecuencia, y entonces, se necesita ampliar el papel de la típica consola de HMI dedicada a los controladores de cada vendedor. Para lograr esto, además de la información convencional que incluye los datos de producción y de mantenimiento, es posible utilizar datos obtenidos por el control inteligente y las tecnologías digitales de campo y de simulación. Por utilizar esta rica cantidad de datos, la HMI se puede expandir como una herramienta que permite a las personas entender las condiciones de una planta con un solo vistazo, identificar las mediciones, y tomar acciones de forma protegida. La figura 2 muestra el funcionamiento y los contenidos que ayudan a las personas a tomar decisiones puntuales basadas en la información dada.

Yokogawa ofrecerá sistemas basados en ISA 101 que facilitan el diseño de la HMI e igualan los datos de diferentes fuentes y los convierten en información fácil de entender. Además, configurará

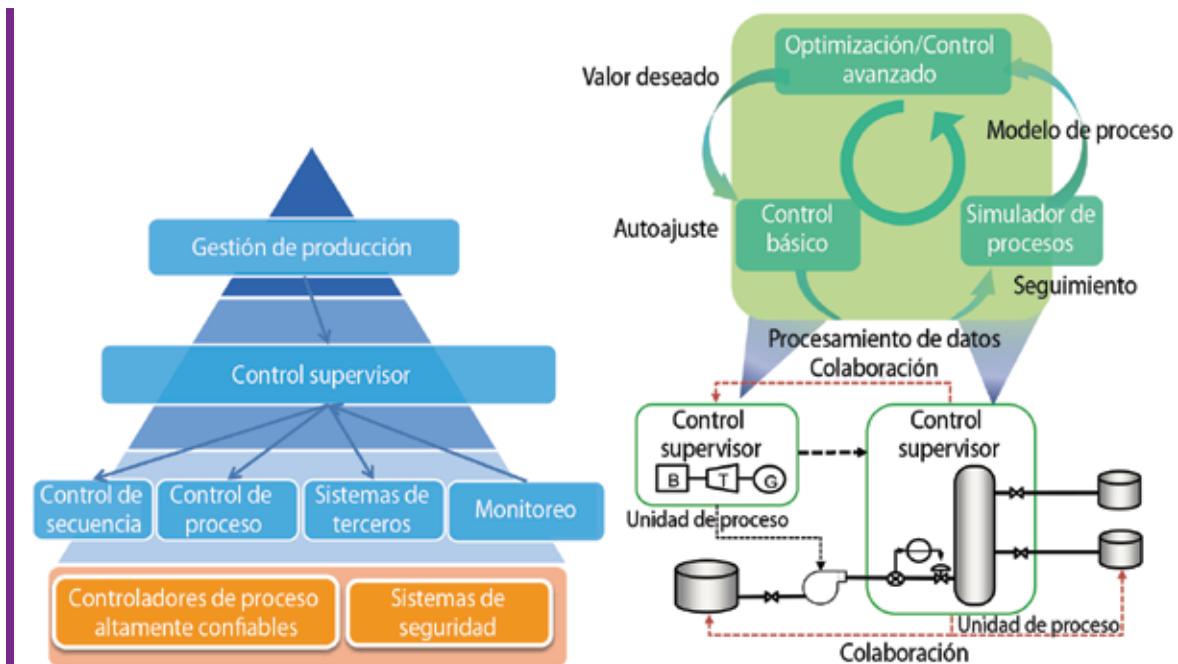


Figura 1. Control supervisor



Figura 2. Funcionamiento para asistir a las personas en su trabajo

sistemas que permitan a los operarios compartir información protegida acerca de la situación actual con expertos en un lugar remoto, y editar automáticamente las mediciones provistas por los expertos como un procedimiento de operación estándar (SOP) electrónico que queda disponible para otros operarios en general. Además, combinando tecnología digital de campo, simulación y sus sistemas de control, brindará un entorno de entrenamiento que simula la operación de planta.

### Ingeniería inteligente (requisitos de ingeniería para configurar un sistema entero para la planta de un cliente)

Dado que las plantas son cada vez más complicadas, rara vez se controlan solo con DCS de un solo vendedor, sino que en general combinan varios sistemas de diferentes vendedores. En los últimos años, DCS y sistemas de instrumentación seguros muy a menudo se combinan como un sistema llamado sistema integrado de control y seguridad

(ICSS). La implementación y configuraciones de estos sistemas varían muy seguido durante el trabajo de ingeniería dependiendo del progreso del proyecto y los cambios en los requisitos del cliente. Además, el trabajo de ingeniería se divide en trabajo para cada unidad de proceso y cada sistema de control. En el sistema de control, se divide más entre trabajo de campo, y trabajo para implementar aplicaciones del sistema de control y para diseñar procesos. Como se muestra en la figura 3, los tiempos para la ingeniería de un sistema de control se pueden acortar llevando a cabo varias tareas en paralelo.

Considerando lo dicho, *Yokogawa* provee un entorno de ingeniería integrado en el que los resultados de varios sistemas y lugares se integran sin contradicciones, se gestionan sus modificaciones, y no solo se administra el historial de modificaciones sino que también se mantiene la consistencia entre las modificaciones del sistema. En particular,

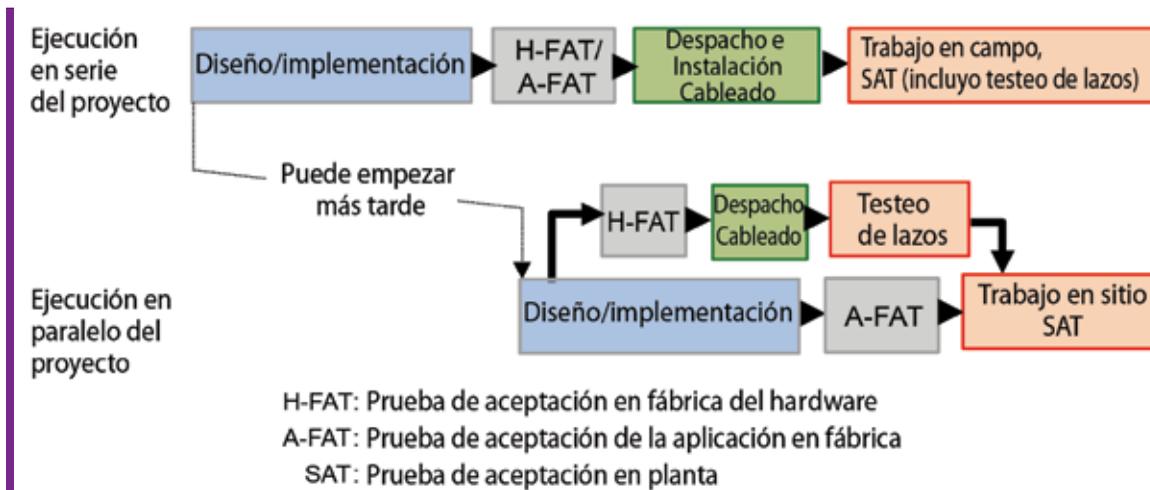


Figura 3. Ejecución en paralelo del trabajo de campo y diseño e implementación de aplicaciones del sistema de control

Yokogawa provee un sistema que permite la ejecución en paralelo del trabajo de ingeniería e instalación en el campo para el hardware implicado en entradas salidas (E/S), que debe manejarse junto con los dispositivos de campo, y el trabajo de diseño e implementación de aplicaciones de un sistema de control cuya ejecución requiere del consentimiento del cliente. Para lograr esto, las funciones de las herramientas de ingeniería para diseñar e implementar las aplicaciones deben mejorar drásticamente de modo tal que la información relacionada a esas tareas se pueda utilizar apropiadamente en cualquier momento.

### Planta sostenible (requisitos de los servicios de mantenimiento para asegurar la operación a largo plazo)

Después de que sus plantas comienzan a operar, los clientes dan importancia a tener continuidad de una producción estable y a largo plazo y a la vez mantener y mejorar la eficiencia. Por este motivo, Yokogawa ha preparado acuerdos de mantenimiento anuales, uno de los cuales provee el servicio de mantenimiento durante veinticinco años. Bajo este acuerdo, Yokogawa trabaja junto con los clientes para diseñar un plan de mantenimiento y llevarlo adelante, en donde se define el

plan de reemplazos según se necesiten para los componentes del hardware que se deterioren y los de software que sean difíciles de mantener durante los siguientes veinticinco años; y a la vez minimiza la influencia sobre la operación de la planta. Así como para los componentes provistos por la empresa, tales como productos del sistema de control o dispositivos de campo, Yokogawa ofrece planes de mantenimiento a largo plazo.

Para dispositivos HMI, la política de diseño de Yokogawa es que estos sean capaces de operar y monitorear sobre controladores de un DCS por lo menos de una generación anterior, como solía ser. Gracias a esta política, los dispositivos HMI con un tiempo de vida relativamente corto se pueden reemplazar por nuevos sin suspender la operación de los controladores que actúan directamente sobre el proceso. Como resultado, esto permite que los sistemas de control se actualicen de acuerdo a la agenda de mantenimiento u operación del cliente. Nótese que Yokogawa permite un intercambio parcial del hardware por acoplamiento no directo de sus componentes, e incrementa la coexistencia y conectividad de múltiples piezas de software utilizando tecnología de virtualización.

Asimismo, así como para las computadoras y

sus sistemas operativos, sus tiempos de vida son relativamente cortos en comparación con otros componentes utilizados en los sistemas de control. *Yokogawa* ha forjado alianzas con vendedores de computadoras y también ha asegurado un soporte de mantenimiento más duradero que el que existe para las PC en el mercado, lo que le permite ofrecer plataformas que ya no sean afectadas por las políticas de soporte de *Microsoft Corporation* o del proveedor del sistema operativo. Dado que se incrementarán en el futuro los componentes de hardware y software del sistema de control que no sean de *Yokogawa*, son necesarias algunas medidas para que los clientes puedan usar el sistema de forma segura durante largo tiempo. *Yokogawa* expandirá sus configuraciones para una provisión más estable y soporte de mantenimiento de componentes que no sean de su marca.

Las condiciones actuales de aplicaciones, software y hardware sean o no de *Yokogawa*, y su historial de mantenimiento y modificaciones son información importante para el mantenimiento de todo

el sistema durante un largo periodo. Sin embargo, muchos clientes no gestionan esta información de forma apropiada; quizá se disperse, pierda o no se mantenga actualizada. Utilizando las funciones de la ingeniería inteligente descritas más arriba, *Yokogawa* ofrece un marco como se muestra en la figura 4, que fácilmente puede mantener esa información actualizada y asegurar el mantenimiento de los componentes en las plantas de los clientes, y a la vez referir a la información de mantenimiento de productos en *Yokogawa*.

### Tecnologías clave para satisfacer los requisitos

El apartado anterior describía los requisitos para el sistema de control desde cuatro puntos de vista. Para satisfacer estos requisitos, se necesitan dos tecnologías clave, tecnologías de simulación de procesos y tecnologías digitales de campo, junto a

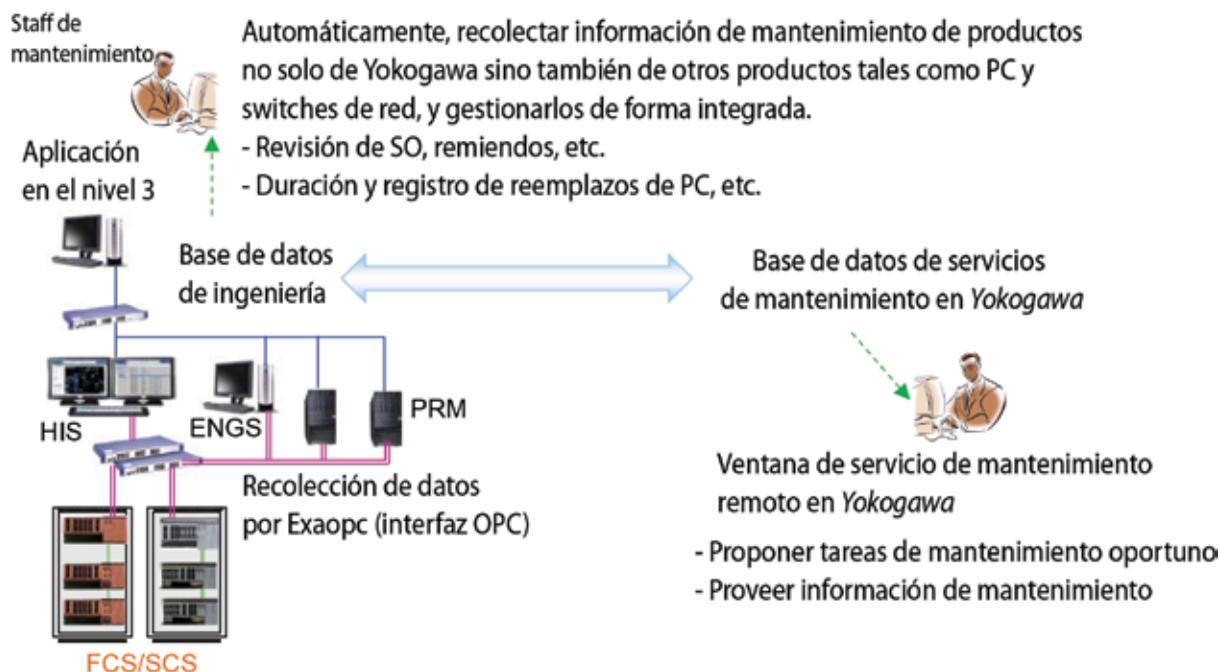


Figura 4. Gestión de la información de mantenimiento de los componentes del sistema

una plataforma muy confiable y de alto rendimiento para sistemas de control.

### **Tecnología digital de campo**

La tecnología digital de campo ofrece varios valores añadidos a los clientes por permitir intercambio de datos en tiempo real entre el sistema de control y los dispositivos de campo con una inteligencia autónoma distribuida en toda la planta.

Gracias a la evolución de microprocesadores integrados en los dispositivos de campo, un sistema de control puede obtener datos precisos de un solo equipo. Mucho más, el intercambio de datos digitalizados entre un sistema de control y los dispositivos de campo permite que la comunicación sea inalámbrica. Esto hace posible colocar los equipos de campo en lugares en los que antes no se podía por cuestiones de cableado, y visualizar datos de proceso que de otra forma sería imposible. Dado que crece la cantidad de datos que se recolectan, es posible detectar cambios menores en la planta, identificar relaciones causales, y predecir los comportamientos futuros de la planta con mayor precisión. Además, los dispositivos que transmiten datos pueden mejorar su confiabilidad con una función de autodiagnóstico. Como respuesta, esto permite el control, mantenimiento y otras actividades basadas solo en datos confiables, contribuyendo así enormemente a reducir los costos y mejorar la seguridad, eficiencia y disponibilidad de la planta.

La tecnología digital de campo ayuda a reducir no solo los costos operacionales (OPEX) sino también los de capital (CAPEX) a la hora de construir un sistema de control. Con esta tecnología, la información contenida en equipos de campo remotos, tales como identificadores y configuraciones se puede obtener por comunicación y utilizarse para ingeniería y mantenimiento del sistema de control. Los cambios en la configuración de la planta, incluso el reemplazo de un equipo sin que se vean afectados los documentos de diseño, se pueden gestionar fácilmente con funciones de gestión

centralizadas, permitiendo que el mantenimiento se realice rápidamente.

Más todavía, la tecnología digital de campo facilita el chequeo de validación de varios lazos al mismo tiempo. Esto incluye que los dispositivos en puntos finales se conecten al sistema de control de forma apropiada, que entreguen información de acuerdo a la instrucción del sistema, y que todo esté configurado apropiadamente en los equipos. Esto permite que las validaciones confiables de lazos se realicen más rápidamente en comparación con el método tradicional, y que la cantidad de trabajo requerida para arrancar una planta se pueda reducir. Convencionalmente, dos ingenieros, uno en el lugar del sistema de control y otro en campo, conducen la revisión del lazo uno por uno mientras intercambian información utilizando transceptores.

### **Tecnología de simulación de procesos**

Al combinar tecnología de simulación con tecnología digital de campo y la ingeniería de los sistemas de control, el sistema de control de *Yokogawa* presenta varias ventajas para los clientes. Esto incluye reducción de los costos por crear modelos de proceso, mejorar la precisión de la predicción de comportamientos, y el seguimiento de las condiciones de operación a las situaciones reales actuales.

Para los sistemas de control de *Yokogawa*, los modelos de proceso se desarrollan como sigue. Primero, en una etapa temprana de diseño e implementación, se aplican en cada modelo de proceso funciones de simulación fundamentales basadas en los modelos de proceso estandarizados. Luego, en tanto que progresa la ingeniería, el ajuste del modelo se repite y los modelos se mejoran. Como resultado, para el momento en que inicia la operación de planta, los modelos de proceso están listos para usar y solo se necesita un breve trabajo de identificación, que reduce enormemente el tiempo y los costos de construcción de modelos. Para lograr esto, es indispensable estrechar las funciones

de ingeniería del sistema de control y las funciones de simulación.

Antes de comenzar con la operación de planta, la simulación de procesos que utiliza modelos de proceso se puede utilizar para otros propósitos que el entrenamiento. Al simular el comportamiento de la planta del cliente sobre la base de sus requisitos desde el momento del diseño, *Yokogawa* y su cliente pueden compartir los comportamientos esperados después de iniciada la operación de la planta. Además, incluso antes de que la configuración de E/S del hardware se determine, la simulación de procesos se puede utilizar para depurar e inspeccionar las aplicaciones para compensar su inspección sobre el equipamiento real, mejorar su calidad y acortar el tiempo requerido para inspección luego del arranque de la planta.

Más todavía, luego de que se pone en marcha la planta, la simulación del proceso puede visualizar las condiciones internas en el equipamiento de producción y procesos que son difíciles de medir con sensores, y puede predecir el futuro con una simulación acelerada. Como resultado, esto puede provocar que el control lógico o los operarios tomen acciones preventivas antes de que los procesos actúen de forma anormal o antes de que las condiciones sean ineficientes.

Luego del arranque, es necesario cambiar los modelos de proceso en tiempo real para que respondan de forma más flexible a los cambios en las materias primas o demanda de la producción. Por ejemplo, los valores de proceso en una planta real se pueden incorporar dentro de un modelo para ajustar los parámetros y condiciones de operación en el modelo en tiempo real. Además, los resultados de simulación de respuestas a salto se pueden utilizar para las funciones de transferencia para control avanzado, o sintonía del PID para procesos simulados.

En todos los casos, la precisión de la simulación y la dependencia de los datos utilizados para la simulación deben estar asegurados. Utilizando

activamente dispositivos de campo con tecnología digital, se pueden identificar y eliminar los datos inciertos provistos por dispositivos en falla y que pueden afectar adversamente la simulación, pueden ser detectados y eliminados. Además, los equipos de campo están evolucionando en lo que a cantidad de puntos medibles se refiere, tanto como la velocidad de medición, de modo que se incrementa la cantidad total de puntos medibles. Como resultado, el número de valores medidos disponibles excluyendo los de baja dependencia es suficiente para ajustar los modelos altamente precisos.

## Conclusión

*Yokogawa* siempre dio prioridad al cliente y desarrolla productos en consideración de los valores que los clientes buscan. *Yokogawa* reconoce que los clientes compran sistemas de control que no son de su marca. Los clientes pagan dinero a *Yokogawa* no solo por el hardware, software y aplicaciones de sistemas de control sino también para sus servicios de mantenimiento, planes de actualización y trabajo real, y por las habilidades del staff de *Yokogawa*. La empresa continuará desarrollando y proveyendo las funciones necesarias para brindar un valor mayor al precio pagado. ❖

Nota del editor: la nota aquí reproducida fue originalmente escrita para la revista *Yokogawa Technical Report* edición en inglés, N°.2 (2015), y traducida especialmente para *AADECA Revista*.