

## PLANTAS DE PROCESO MODULARES: PARTE 2

# Orquestación de la planta y aplicación piloto

La modularización de las plantas se considera la forma de resolver los desafíos a los que se enfrenta la industria de proceso. ABB, en colaboración con otros, ha desarrollado conceptos y productos para la automatización de las plantas de proceso modulares. Complementando el artículo de la edición anterior de ABB review, aquí trataremos sobre la organización de la planta y la experiencia de estudios piloto.

**Mario Hoernicke**  
**Katharina Stark**  
ABB Corporate Research  
Ladenburg, Alemania

mario.hoernicke@de.abb.com  
katharina.stark@de.abb.com

**Axel Haller**  
ABB Industrial  
Automation  
Mannheim, Alemania

axel.haller@de.abb.com

**Ralf Jeske**  
ABB Industrial  
Automation  
Minden, Alemania

ralf.jeske@de.abb.com

**Henry Bloch**  
**Alexander Fay**  
Universidad Helmut  
Schmidt  
Hamburgo (Alemania)

**Alexander Wittenbrink**  
Invite GmbH  
Leverkusen, Alemania

**Torsten Knohl**  
Bayer AG  
Leverkusen, Alemania

**Stephan Hensel**  
**Leon Urbas**  
**Anna Menschner**  
Universidad Técnica  
de Dresde  
Dresde, Alemania

Los propietarios de plantas de proceso ven la modularización como una tecnología prometedora que resolverá muchos de los retos a los que se enfrentan, como una mayor flexibilidad e interoperabilidad entre los activos de la planta. Por este motivo, desde 2014 ABB trabaja con varios grupos (Bayer, la Universidad Técnica de Dresde, INVITE (asociación público-privada de TU Dortmund y Bayer Technology Services GmbH) y la Universidad Helmut Schmidt de Hamburgo) para encontrar formas de automatizar las plantas de proceso modulares.

—  
**La modularización se considera una tecnología prometedora que resolverá muchos de los retos a los que se enfrentan los propietarios de procesos.**

Un sistema de automatización modular tiene dos capas conectadas por una red.

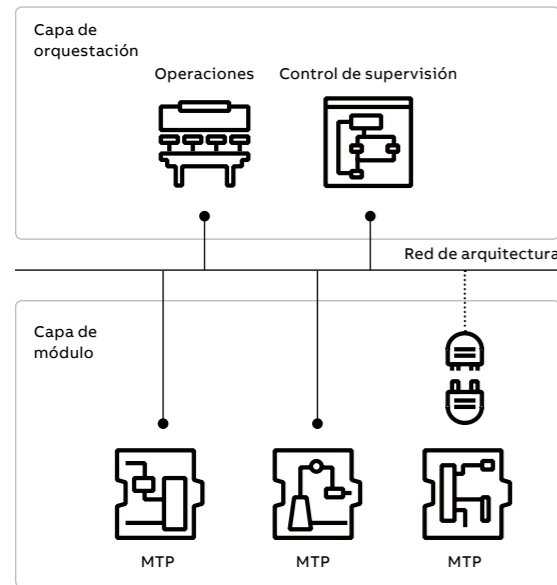
- La capa de módulo: un controlador pequeño que ejecuta la lógica de un único módulo de proceso.
- La capa de orquestación: aquí, los módulos de proceso se integran y combinan para formar una planta de proceso.

A diferencia de la planta tradicional, que puede basarse en muchos miles de etiquetas, una planta modular se parece más a un entorno de software orientado a objetos, pero con un enfoque orientado a funciones, basado en módulos. Un logro del proyecto conjunto es la definición de una interfaz de módulo de proceso, el denominado paquete de tipo de módulo (MTP), que permite la perfecta integración de los módulos de proceso en un sistema de orquestación [1] →1.

Dentro del MTP se especifican las interfaces de automatización necesarias para la comunicación entre el sistema de automatización de los módulos y el sistema de orquestación subyacente. El MTP sirve para identificar la funcionalidad y las interfaces de comunicación de un sistema de automatización modular y, por lo tanto, es la clave del bajo esfuerzo de ingeniería de automatización que prometen las arquitecturas de las plantas modulares.

La capa de módulo se monta a partir de los tipos de módulos necesarios, que puede elegir el ingeniero. Cada módulo proporciona un conjunto de funciones de proceso encapsuladas, denominadas servicios, que se pueden orquestar desde un sistema de control de supervisión. Estos servicios describen funciones del proceso, tales como mezclar, templar o calentar. Los módulos trabajan juntos para cumplir los requisitos de la planta.





01

Al construir un nuevo sistema, primero se diseñan los tipos de módulos y después se integran en el sistema de supervisión. Al reutilizar módulos del mismo tipo, el esfuerzo de ingeniería de la planta puede reducirse de manera espectacular.

La comunicación entre la capa de módulo y la capa de orquestación se realiza mediante OPC UA. El sistema de control de supervisión es un cliente OPC UA que se conecta a los servidores OPC UA de los módulos y los utiliza para comunicar los comandos necesarios al módulo.

Para los requisitos más modestos de la capa de módulo, puede recurrirse a un sistema de automatización más pequeño, como, por ejemplo, un controlador Freelance AC700F o la familia B&R X20. Para la capa de orquestación, se ha elegido el Extended Automation System 800xA de ABB.

Al reutilizar módulos del mismo tipo, el esfuerzo de ingeniería de la planta puede reducirse de manera espectacular.

### Capa de orquestación

Encima de los módulos está la capa de orquestación. La capa de orquestación controla los módulos y los servicios que contienen -arrancándolos, parándolos y visualizándolos- y muestra la HMI del módulo, de acuerdo con las especificaciones del módulo definidas en el MTP. Una capa típica de orquestación no utiliza otro controlador, sino que controla los módulos mediante OPC UA a través, por ejemplo, de un PC normal. Dado que los módulos se definen de una manera muy cómoda en el MTP, la ingeniería de un sistema de orquestación es muy sencilla y rápida.

### Ingeniería de la capa de orquestación

La ingeniería de la capa de orquestación tiene tres partes: una biblioteca de tipos de módulos, la definición de la estructura de la planta y la definición de la filosofía de control.

Una parte esencial del concepto es la biblioteca de tipos de módulos extensible. Cada tipo de módulo utilizado se importa a la biblioteca y está accesible para el resto de partes. La importación se realiza simplemente seleccionando un archivo MTP. No se requiere más configuración.

Una vez añadidos a la librería los tipos de módulos necesarios, el ingeniero puede utilizarlos para definir la estructura de la planta. Cada tipo de módulo expone sus contornos dentro del MTP. Los contornos pueden tratarse como puntos de conexión del módulo, ya sea para una conexión material (conexión de una tubería) o para una conexión de flujo de información (conexión de una señal). Esta información puede utilizarse para la ingeniería de la topología de la planta. Para cada módulo, se introduce un símbolo en el editor de topología y, con ello, se crea una instancia del módulo →2. Los módulos están interconectados mediante sus entradas y salidas, según lo diseñado en el MTP. Cada módulo tiene un nombre de etiqueta único para poder ser identificado en el sistema de control de supervisión.

El último paso es la definición de una filosofía de control. Para la ingeniería de la filosofía de control se utiliza un enfoque basado en un diagrama de funciones secuenciales (SFC). Dentro del SFC, se pueden definir pasos, transiciones y ramales paralelos y alternativos, según lo descrito en la IEC 61131 Parte 3. La principal diferencia con los SFC estándar es la definición de la lógica de control

— 01 Arquitectura del sistema de automatización modular de ABB.

— 02 Modelización de la planta mediante módulos de proceso. Para cada módulo se genera una pantalla.

— 03 Para cada etiqueta de cada módulo, las ventanas y los símbolos tienen acceso inmediato a los valores online. La dinamización se realiza automáticamente.

— 04 Lugar de trabajo de la orquestación de módulos dentro del Sistema 800xA. Se crea automáticamente una vista general que muestra las topologías de la planta modular y las secuencias para la orquestación.

detrás de los pasos y las transiciones. En lugar del código de la IEC 61131 Parte 3, se utilizan una lista de los módulos, los servicios del módulo y los posibles comandos. Los módulos que pueden utilizarse se incluyen automáticamente en las tablas en función de la estructura de planta previamente diseñada.

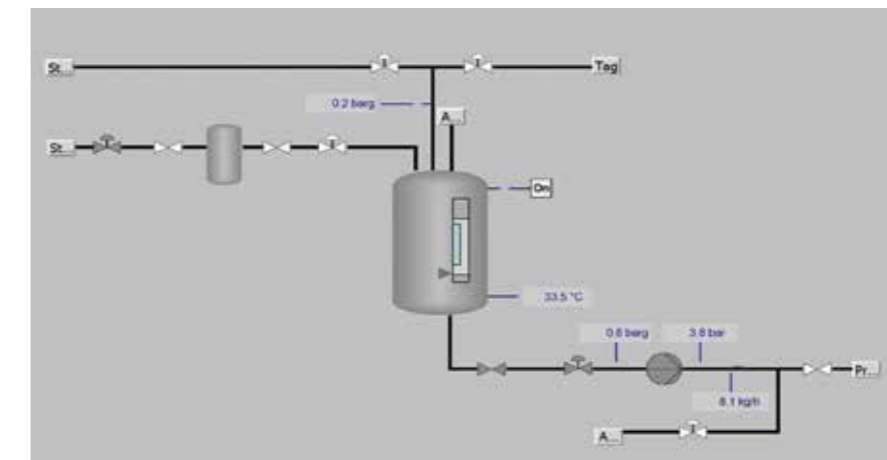
Con este concepto de ingeniería tan sencillo, se puede generar gran parte del tiempo de ejecución. El tiempo de ejecución consta de dos partes principales: la visualización y la orquestación de los módulos.

Desde la herramienta de ingeniería, la información necesaria para la planta se importa al System 800xA. En el Sistema 800xA se genera automáticamente toda la información relevante para los operadores y los ingenieros de la planta →2-4.

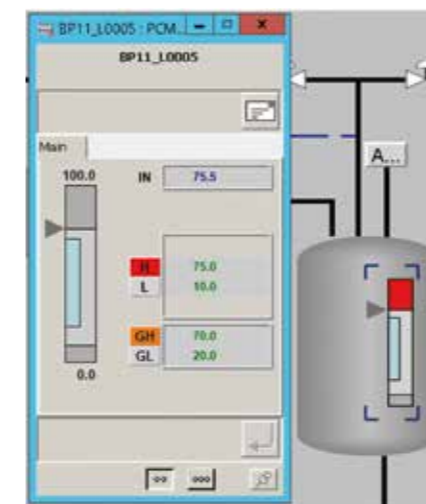
Con la generación descrita de la orquestación del Sistema 800xA, la ingeniería de la planta modular y la configuración del tiempo de ejecución de la orquestación están casi completamente automatizados. El usuario obtiene un entorno de operación totalmente funcional que es capaz de orquestar los módulos inmediatamente, una vez establecida una conexión online.

### Aplicaciones piloto

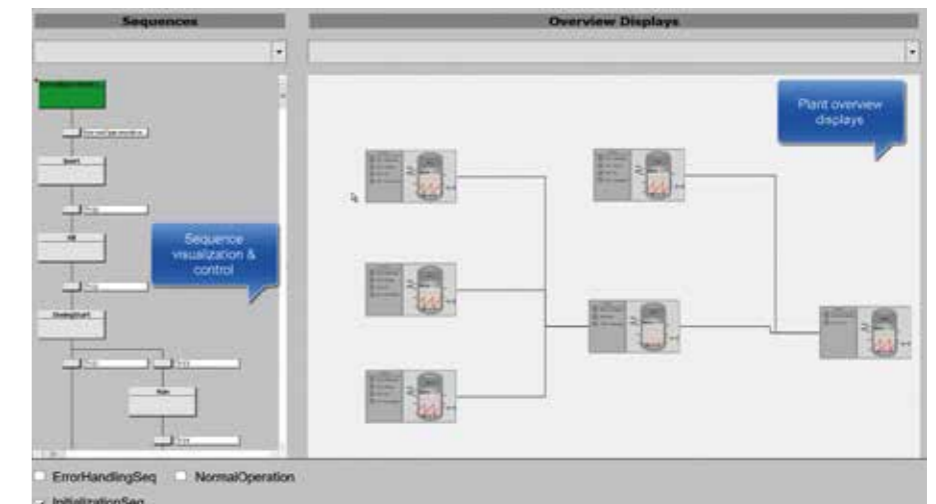
Para comprobar que los conceptos funcionan, se ha aplicado un prototipo a dos situaciones: una en colaboración con NAMUR (la asociación alemana de usuarios de tecnología de automatización en industrias de proceso) y otra, un caso piloto en la vida real, en colaboración con la compañía farmacéutica Bayer AG.



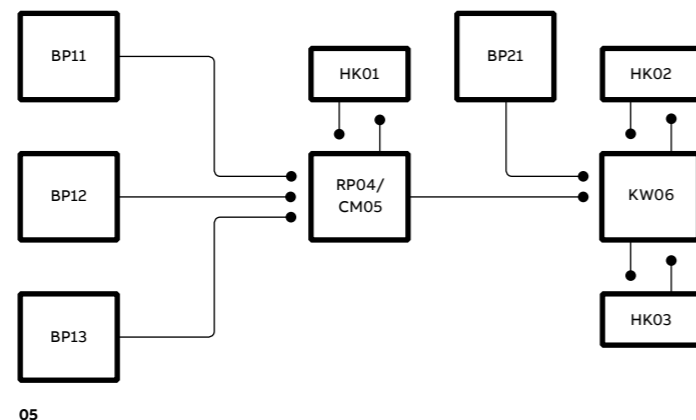
02



03



04



#### Aplicación de NAMUR

La aplicación de NAMUR consta de tres tipos de módulos diferentes, cada uno con un conjunto de entre dos y cuatro funciones que pueden utilizarse:

- Alimentador (BPxx), utilizado cuatro veces en la planta. Funciones: inertización, dosificación, vertido y llenado.
- Reactor de mezcla (RPxx), utilizado una vez en la planta. Funciones: inertización, funcionamiento y temple.
- Destilación (KWxx), utilizado una vez en la planta. Funciones: inertización y ejecución.

La ingeniería de la planta modular y la configuración del tiempo de ejecución de la orquestación están casi completamente automatizados.

Los módulos se conectan según se muestra en →5. Tres de los módulos del alimentador constituyen un sistema de dosificación para el reactor de mezcla. El reactor de mezcla introduce su producto en una etapa de destilación que también está conectada a un módulo alimentador.

Además, hay calentadores conectados (HKxx en →5). Estos se despreciaron en la aplicación piloto. Además, el reactor puede cambiarse por un reactor continuo (CM05 en →5). Este módulo es muy similar al reactor RP y no se ha utilizado en esta aplicación piloto.

Antes de ejecutar el resto de funciones, el proceso debe inertizarse, de forma que no haya reacciones contaminantes no deseadas. Por lo tanto, estas otras funciones de los tipos de

módulos deben estar interconectadas con la función de inertización.

Para cada tipo de módulo debe proporcionarse una HMI. Las HMI se obtuvieron a partir de los diagramas de tuberías e instrumentación facilitados por NAMUR para el caso práctico.

También se facilitó una descripción de los módulos y la planta modular. Tomando como base esta información, se han implantado los módulos del caso práctico utilizando componentes y el prototipo de ABB. Para cada tipo de módulo se ha creado un MTP.

Estos MTP se han utilizado para diseñar la topología de la planta y se ha desarrollado una secuencia para el arranque de la planta. La secuencia se detiene cuando la planta alcanza un estado estacionario.

#### Aplicación piloto de Bayer

La aplicación piloto suministrada por Bayer es un sistema de una planta de filtración que produce principios activos farmacéuticos. Para el piloto, se equiparon dos de los módulos con controladores ABB Freelance y uno de ellos con un controlador B&R X20. La ingeniería se realizó utilizando el prototipo y el software de ingeniería Freelance.

Los servicios para cada tipo de módulo se obtuvieron a partir de los diagramas de tuberías e instrumentación, las descripciones funcionales, las secuencias, los ejemplos de códigos y las listas de etiquetas facilitados. Se tomaron como entrada los documentos de ingeniería convencional y se convirtieron en una descripción basada en servicios.

—  
05 Ejemplo suministrado por NAMUR.

—  
06 Módulo de filtración Bayer equipado con el sistema de automatización modular de ABB. Foto cortesía de Bayer AG.

#### Referencias

[1] Jens Bernshausen et al., "NAMUR Module Type Package – Definition," atp edition, 58(1-2), pp.72-81, (2016).

[2] ABB, "Modular automation solution for life science company Bayer AG." Available: [new.abb.com/life-sciences/references/modular-automation-solution-for-life-science-company-bayer-ag](http://new.abb.com/life-sciences/references/modular-automation-solution-for-life-science-company-bayer-ag)

Posteriormente, se crearon los MTP y se añadieron a la biblioteca de MTP en la herramienta de ingeniería de orquestación. En esta herramienta se diseñaron la topología de la planta modular y las secuencias para el funcionamiento de la planta. Uno de los módulos resultantes puede verse en →6 [2].

Las aplicaciones piloto demuestran que los conceptos de automatización modular en las plantas modulares, incluido el control de operación y supervisión, funcionan.

Ambas aplicaciones piloto demuestran que los conceptos funcionan y cumplen los objetivos de menor esfuerzo de ingeniería, menor tiempo de puesta en servicio y rapidez de salida al mercado.

#### La automatización modular permite una ingeniería rápida

Las aplicaciones piloto demuestran que los conceptos de automatización modular en las plantas modulares, incluido el control de operación y supervisión, funcionan. El esfuerzo de ingeniería necesario para configurar el sistema con este nuevo enfoque demostró ser sustancialmente menor al de los métodos tradicionales. Además, una vez puesto en servicio un módulo, este estará disponible para su reutilización, lo que acelera la ingeniería y puesta en servicio futura de una planta modular. En general, el esfuerzo de ingeniería y puesta en servicio de la planta se reduce considerablemente.

El resultado final es un producto de software que puede utilizarse para la automatización de plantas modulares.

El proyecto supuso una valiosa aportación a los esfuerzos de normalización del MTP. Los resultados obtenidos con el proyecto también se han utilizado en la comunidad con distintas perspectivas (universidad, investigación corporativa, desarrollo de productos y propietario de plantas). De este modo, la norma, que seguirán manteniendo los socios del proyecto, podría avanzar de manera significativa.

El resultado final es un producto de software que puede utilizarse para la automatización de plantas modulares. ABB y sus socios profundizarán en este desarrollo para cumplir los requisitos más recientes, integrar las características que faltan y cumplir las partes más recientes de la norma. •

