PLANTAS PILOTO DE AUTOMATIZACIÓN MODULAR DE PROCESOS

Bloques de construcción

La modularización ayuda a superar los desafíos de los entornos de producción cambiantes en las industrias de procesos. ABB y sus socios han desarrollado aplicaciones piloto para validar los nuevos conceptos de comunicación y control de la automatización de procesos que requiere la modularización. ¿Cuáles son los resultados de estos pilotos?

Mario Hoernicke
Katharina Stark
ABB Corporate Research
Ladenburg, Alemania

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

Daniel Schmitt
ABB Process Automation, Energy Industries
Mannheim, Alemania

daniel.schmitt@de.abb.com

Christian Schmitz
B&R Industrie-Elektronik GmbH
Bad Homburg, Alemania

christian.schmitz@br-automation.com

Polyana da Silva Santos
Evonik Industries AG
Marl, Alemania

Lukas Bittorf
Norbert Kockmann
TU Dortmund University
Dortmund, Alemania

Manfred Eckert
Merck
Darmstadt, Alemania

Se ha demostrado que los enfoques de diseño modular aportan beneficios sustanciales a una sorprendente variedad de productos y procesos, desde fuentes de alimentación ininterrumpida hasta ingeniería de software, y mucho más. Los procesos químicos y farmacéuticos, en particular, se benefician de la modularización ya que les ayuda a superar los retos que plantean los entornos de producción cambiantes tan característicos de estas industrias →01. Además de adaptarse a los cambios en la capacidad de producción y el tipo de producto, las plantas modulares ofrecen un tiempo de comercialización más rápido y ahorran tiempo durante la ingeniería y la puesta en servicio (hasta un 50 % en ambos casos) [1].

Para aprovechar las ventajas de la modularización de procesos, se requieren nuevas estructuras de control y comunicación de la automatización de procesos. En este caso, ABB es líder y está reconocida en la comunidad como impulsora de la normalización. Además, ABB ha desarrollado prototipos modulares para la ingeniería de plantas.

Para garantizar que estos prototipos funcionan bien en condiciones reales, deben probarse en aplicaciones industriales.

Por lo tanto, tenía sentido que ABB se incorporara en 2017 a una iniciativa financiada por terceros: el proyecto ENPRO-ORCA [2]. En este proyecto, propietarios de plantas y proveedores de sistemas de automatización desarrollan aplicaciones piloto conjuntamente. En el marco de estos pilotos, pueden probarse los prototipos de ingeniería. Las aplicaciones piloto también permiten a los participantes del proyecto validar sistemáticamente la norma VDI/ VDE/NAMUR 2658 en la que se basa gran parte del trabajo de modularización. Los socios del proyecto de ABB son la Universidad TU Dortmund, Evonik y Merck.

A diferencia de las plantas convencionales, las plantas de producción modulares se montan a partir de módulos de proceso predefinidos y probados previamente.

01 La modularización puede adaptarse a entornos de procesos cambiantes que requieren enfoques de producción muy flexibles.

Foto Fig. 01: ©Parilov/stock.adobe.com

Propietario	Escala	n.º de módulos	Proveedores de automatización	Referencias
Caso práctico Namur	–	6	POL: ABB PEA: ABB, B&R	
Universidad TU Dortmund (Destilación)	Laboratorio	5	POL: ABB PEA: Wago, integrada, RasPi	[7]
Merck (Destilación)	Centro técnico	1	POL: ABB, B&R PEA: B&R	
Evonik (Prueba de membrana 1)	Laboratorio	1	POL: ABB PEA: Wago	[8,9]
Evonik (Prueba de membrana 2)	Centro técnico	3	POL: ABB PEA: Wago	[9]
Evonik (Reacción)	Centro técnico	6	POL: ABB PEA: Phoenix Contacto	[9]

02

Los resultados del proyecto hasta ahora han sido muy positivos y, para valorarlos en su totalidad, ayuda hacer una descripción básica de la arquitectura de automatización modular de procesos.

Arquitectura de automatización modular de procesos

A diferencia de las plantas convencionales, las plantas de producción modulares se montan a partir de módulos de proceso predefinidos y previamente probados denominados equipos modulares de proceso (PEA) [3], a veces también unidades compactas o skids. Los PEA cumplen una función específica de proceso, como el templado, y pueden utilizarse en múltiples aplicaciones. Los PEA se describen utilizando el estándar Module Type Package (MTP), que consiste en una descripción de los PEA independiente del proveedor. Para la automatización de los PEA, se utiliza un prototipo del Module Designer de ABB que se adapta a los PEA automatizados de ABB y B&R. Con este prototipo, puede realizarse la ingeniería de automatización de los módulos y generarse automáticamente el sistema de automatización resultante, por ejemplo, basado en ABB Freelance. Además, el Module Designer puede generar automáticamente el MTP correspondiente.

—

Los MTP permiten integrar los PEA en un sistema de control de supervisión: la capa de orquestación de procesos.

Los MTP permiten integrar los PEA en un sistema de control de supervisión: la capa de orquestación de procesos (POL) [3]. El Extended Automation System 800xA de ABB se utiliza como POL. Para diseñar los pilotos, se utiliza un prototipo del Orchestration Designer de ABB. A partir del Orchestration Designer se generan automáticamente todas las piezas necesarias para el tiempo de ejecución en el sistema 800xA y pueden utilizarse inmediatamente para la supervisión [4].

Cada PEA dispone de su propia inteligencia, a menudo un controlador lógico programable (PLC) o un controlador del sistema de control integrado o distribuido [3]. El controlador expone las funciones del PEA mediante OPC UA. Las funciones se extraen desde el dispositivo de procesos, por ejemplo, una válvula, hasta los denominados servicios. Los servicios se controlan desde el POL y ejecutan las funciones de proceso proporcionadas por el módulo. Un módulo de templado podría, por lo tanto, proporcionar un servicio llamado «Templado», que recibe una orden de inicio y el punto de consigna para la temperatura requerida para que el PEA ejecute internamente las funciones requeridas de los dispositivos.

Los conceptos básicos, es decir, la integración mediante MTP y el diseño de procesos basado en servicios, ya se han probado y se ha demostrado que la modularización de las funciones de los procesos es posible. ABB ha desarrollado primeros conceptos, arquitecturas y prototipos para un sistema de automatización modular. Proyectos e iniciativas anteriores [5] definieron el sistema de automatización para plantas modulares y facilitaron prototipos y demostradores. Los pilotos descritos en este artículo se basan en prototipos desarrollados previamente [6,4].

Aplicaciones piloto

Se han creado varias aplicaciones piloto en colaboración con los clientes de ABB, Merck y Evonik, y el laboratorio de diseño de equipos de la Universidad TU DORTMUND (Alemania) desarrolló un piloto de laboratorio →02 – 03. Aquí solo daremos detalles del piloto de laboratorio.

Universidad TU DORTMUND (Destilación)

La aplicación piloto de la Universidad TU DORTMUND es un entorno de laboratorio existente que se ha modularizado automatizando los módulos con un controlador, proporcionando un MTP para cada uno de ellos e integrándolos en el POL.

03

—
02 Visión general del piloto.

—
03 Las aplicaciones piloto respaldan el desarrollo de nuevas técnicas de automatización modular de procesos.

Estructura básica
La planta de destilación consta de cinco PEA: destilación, alimentación, dos termostatos y un módulo de análisis. El PEA analítico es opcional y puede utilizarse, por ejemplo, para determinar de manera continua la concentración del destilado o la línea de producto resultante. Los dos termostatos y el PEA de alimentación son necesarios para que funcione la destilación, pero también pueden sustituirse por cualquier otro PEA que cumpla la misma función (calefacción/refrigeración o dosificación). Tanto el PEA de destilación como el PEA de alimentación están equipados y automatizados mediante PLCs.

Los termostatos tienen un sistema de control incorporado. El PEA analítico está equipado de forma independiente con todas las funcionalidades necesarias por parte del fabricante del paquete de software. Para los demás PEA, los MTP los proporciona el proveedor del PLC. Por lo tanto, todos los PEA pueden integrarse fácilmente en el POL de ABB.

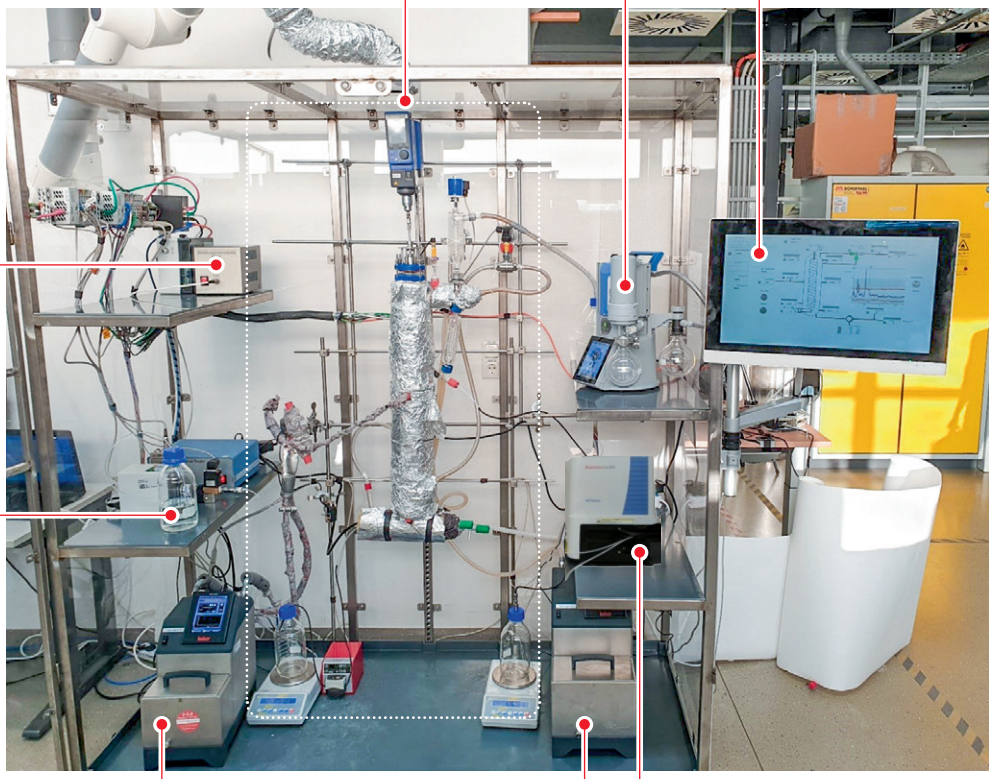
Servicios
Los servicios prestados por los PEA individuales desarrollados en este proyecto se utilizan para operar el sistema desde el POL. Cada PEA dispone de diferentes servicios. El PEA de alimentación, por ejemplo, proporciona una función de dosificación a través del servicio «Dosificación».

El PEA de análisis presta el servicio «Analizar», en el que se registran los espectrogramas Raman continuamente y luego se evalúan contra a la concentración de un componente. Este valor de concentración lo comunica el PEA de análisis a través del Sistema 800xA a los otros PEA, de forma que se consigue una comunicación módulo a módulo.

—
Los servicios prestados por los PEA individuales desarrollados en este proyecto se utilizan para operar el sistema desde el POL.

Para cada servicio se definen procedimientos que especifican cómo debe ejecutarse el servicio.

Uso de la planta de laboratorio
El PEA de destilación se utiliza para dividir una mezcla de sustancias en componentes de alta y baja ebullición con la mayor pureza posible. Las operacio-



04

nes básicas requeridas en esta planta para ello, tales como calefacción, control de nivel, control de la velocidad de la correa giratoria y demás operaciones similares, pueden combinarse y encapsularse automáticamente en un servicio de «Destilación» mediante unas cuantas especificaciones del operador. Se proporcionan procedimientos para el arranque y la parada de la planta, lo que garantiza el funcionamiento automático de la planta →04.

El servicio Destilación ofrece diferentes procedimientos en función de cómo el usuario quiera operar la planta, por ejemplo, de forma manual o automática. En el procedimiento «distilling_automatic», por ejemplo, el operador solo tiene que especificar la capacidad calorífica y la temperatura deseada del cabezal (sin el PEA de análisis) o la concentración del cabezal (con el PEA de análisis). El PEA de destilación se adapta a esta especificación de forma automática y continua sin la intervención del operador.

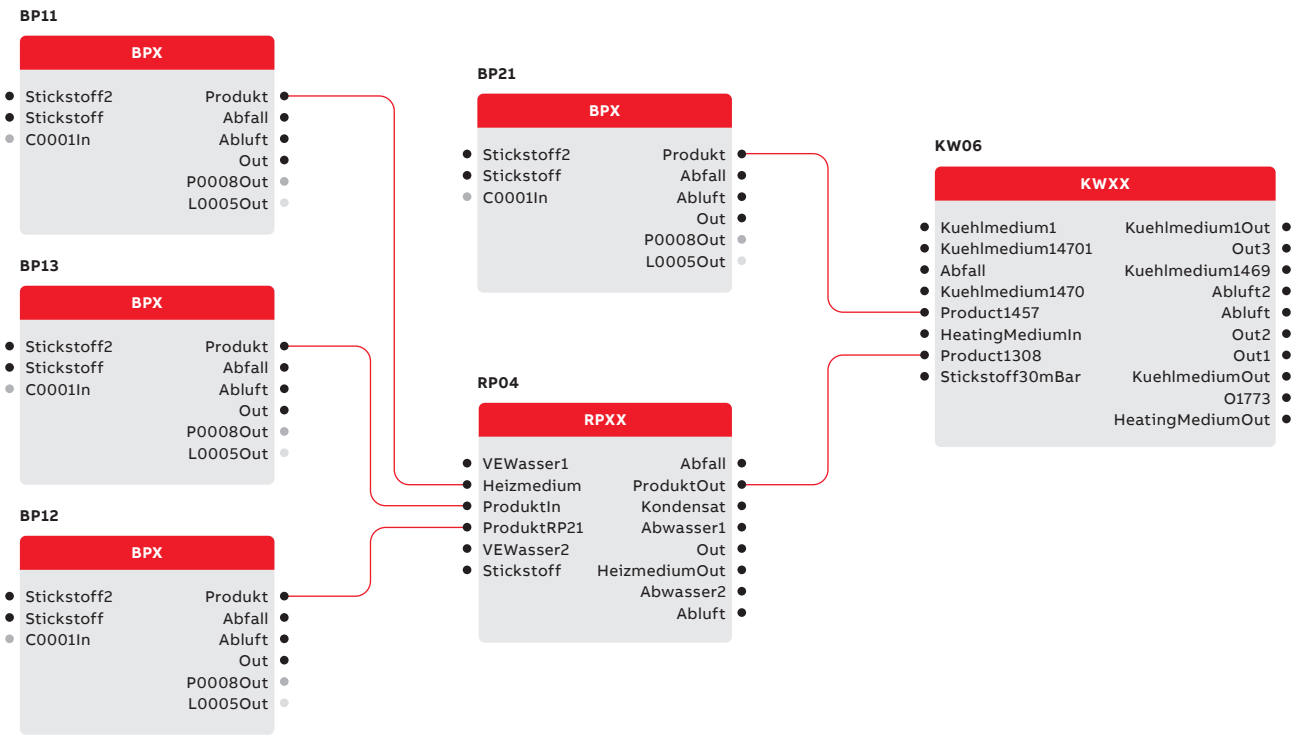
El servicio automático «OP_testing» permite la caracterización de diversos materiales desconocidos que, en comparación con un método de bandejas o columnas empaquetadas, es entre un 30 y un 70 % más rápido y utiliza entre un 40 y un 80 % menos de material.

Las lecciones aprendidas en los otros emplazamientos piloto →02 ampliaron la experiencia del equipo en la modularización de procesos:

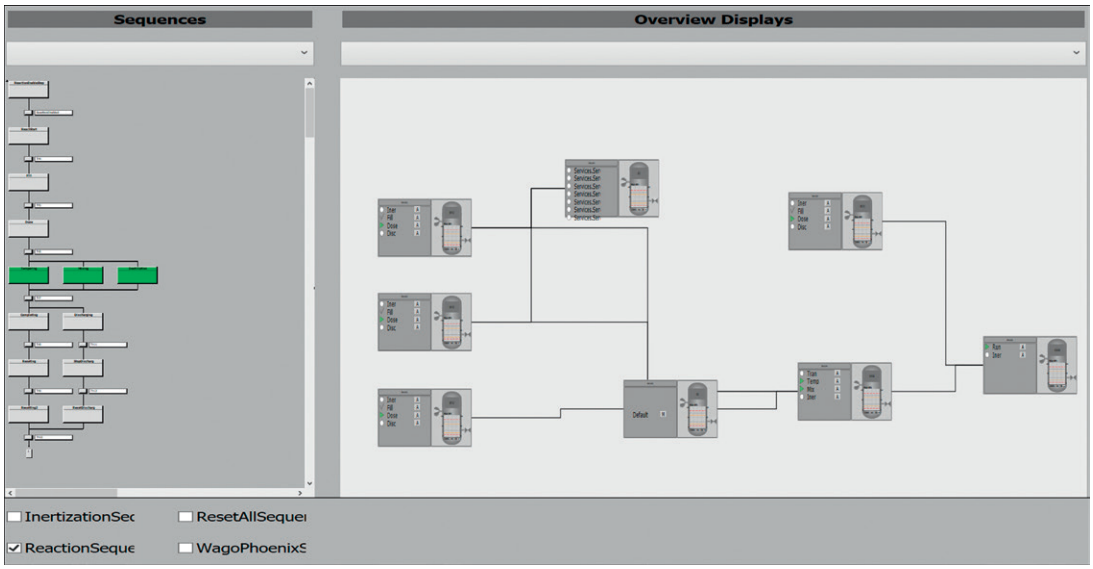
Caso práctico piloto Namur
El caso práctico Namur fue presentado por los grupos de trabajo de Namur (Namur es una asociación internacional de usuarios de tecnología de automatización y digitalización en industrias de procesos) como referencia para la implementación tecnológica y el modelado del MTP. En la automatización modular, el piloto se utiliza como ejemplo de referencia para el concepto y los prototipos; para ABB, es el banco de pruebas interno para desarrollar nuevas tecnologías de ingeniería para la automatización y la producción modular. Además, el piloto se utiliza como banco de pruebas para las aplicaciones piloto, ya que los PEA pueden añadirse fácilmente al demostrador y puede comprobarse la automatización de los PEA, la importación de los MTP y la comunicación PEA a PEA.

—

El piloto es el banco de pruebas interno para el desarrollo de nuevas tecnologías de ingeniería de automatización y la producción modular.



05



06

—
04 Demostrador de la planta de destilación e interconexión con los PEA periféricos/de análisis.

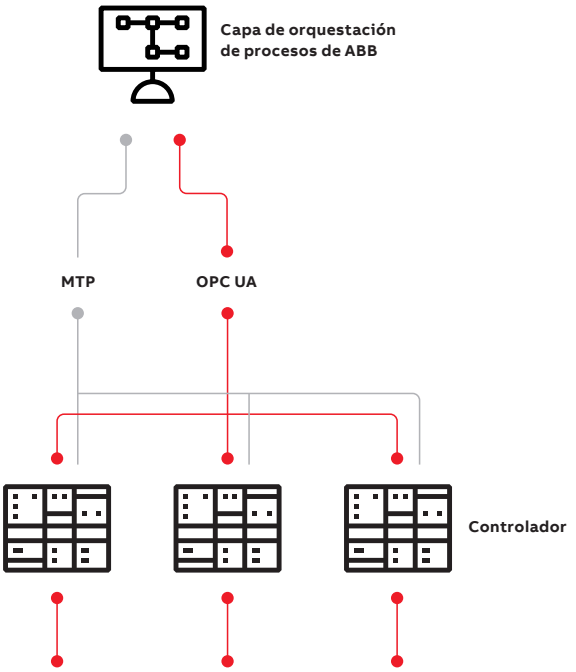
—
05 La topología de la planta se importa al Sistema 800xA y se establece automáticamente la comunicación a los módulos.

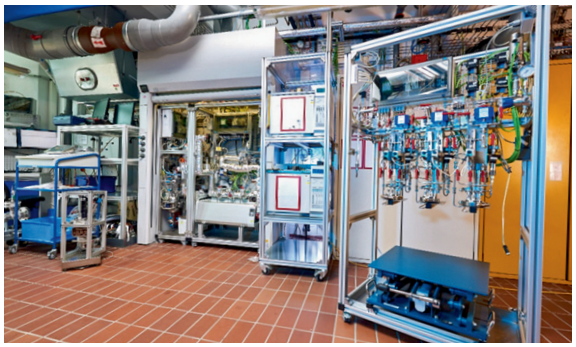
—
06 Lugar de trabajo del operador generado automáticamente durante el funcionamiento. La secuencia alcanza el funcionamiento en estado estacionario de la planta y cada módulo ejecuta el servicio configurado.

Después de diseñar los siete PEA de Namur con el Module Designer, se desarrolla la topología de la planta con el Orchestration Designer →05-06.

Merck
La planta de destilación piloto de Merck consta de un PEA complejo que implementa todas las funcionalidades necesarias para llevar a cabo la destilación. En este PEA, puede verse cómo los servicios pueden llamarse desde otros servicios dentro del PEA y del POL para demostrar que puede llevarse a cabo un proceso más amplio a nivel del PEA. El PEA es «intramodularmente seguro» y el funcionamiento autónomo de la planta es posible. Tanto el control manual como el automático mediante recetas han sido validados. Por lo tanto, se ha demostrado que esta tecnología es adecuada para la automatización de procesos, al tiempo que se han adquirido importantes conocimientos y experiencia para el futuro funcionamiento de las plantas modulares.

Evonik
En una estrecha colaboración entre Evonik, WAGO y ABB, en este piloto se implementaron y probaron la visualización de la HMI, las etiquetas de los PEA, los servicios y el control de recetas basado en servicios →07. Los servicios pueden





07

08

controlarse manualmente a través del POL, así como a través del control de recetas (diseñado

El MTP y el concepto de planta modular son un estándar del futuro, así como un posible punto de inflexión para la industria de procesos.

con el Orchestration Designer). En el prototipo se ha aplicado y probado la comunicación PEA a PEA para señales analógicas y binarias.

Las pruebas con el POL prototipo de ABB demuestran que se pueden almacenar y cargar diferentes topologías de la planta y, por tanto, cambiar los PEA de una planta modular en cuestión de minutos con solo unas pocas órdenes. En consecuencia, se validan casos de uso como la planificación de un nuevo proyecto y cambios de funciones para el POL de ABB basado en el Sistema 800xA en una planta existente.

Una segunda planta piloto de Evonik consta de seis PEA y es la primera vez que se presentan PEA adecuados para su uso productivo en lugar de una configuración de laboratorio. En este caso, se validó el POL de ABB para casos de uso como servicios y circuitos de control de comunicación entre los PEA y los módulos para alcanzar la misma funcionalidad que las plantas existentes.

Un futuro de modularización

Todas las aplicaciones piloto obtuvieron resultados muy positivos y se demostró que la orquestación de los módulos mediante MTP funciona. Se cumplieron los requisitos de los pilotos y se demostró la viabilidad del MTP y de la automatización modular. Todas las interfaces de etiqueta para el control y la supervisión de los equipos, los servicios y los parámetros de servicio han sido probados con éxito. Las secuencias del funcionamiento automático se implementaron y probaron con resultados

Foto Fig. 08: ©littlewolf1989/stock.adobe.com

—
07 Esquema de la aplicación piloto «membrane test 2».

—
08 El MTP y el concepto de planta modular mejorarán la producción en toda una gama de industrias.

positivos. Además, en la planta piloto de Evonik se implementó y probó con éxito el control entre módulos.

El MTP y el concepto de planta modular son un estándar del futuro, así como un posible punto de inflexión para la industria de procesos que aborda dificultades de comercialización y flexibilidad →08. ABB lidera el desarrollo de MTP, implementando los últimos estándares y presentando un motor de recetas basado en el concepto de servicio y la orquestación de procesos para módulos procedente de varios proveedores.

Ahora que la viabilidad de las plantas de producción totalmente modulares está demostrada, el siguiente paso es aprovechar el inmenso potencial que plantea esta tecnología para las plantas convencionales. •

Agradecimientos: Los autores recibieron la ayuda del proyecto ORCA, financiado por el Ministerio de Empresas y Energía del Gobierno alemán (BMWi) (código de ayuda 03ET1517E, B, H, I) como parte del programa ENPRO.

—
Referencias

[1] ZVEI, "ZVEI Whitepaper: Module-based production in the process industry - effects on automation in the 'Industrie 4.0' environment." Disponible en: https://www.zvei.org/en/press-media/ publications/ white-paper-module-based-production-in-the-process-industry-effects-on-automation-in-the-industrie-40-environment. [Consultado el 12 de abril de 2022]

[2] ENPRO, "Effiziente Orchestrierung modularer Anlagen." Disponible en: http://enpro-initiative.de/ENPRO+2_0/ORCA.html. [Consultado el 12 de abril de 2022]

[3] VDI, "VDI 2776 Process engineering plants - Modular plants - part 1: Fundamentals and planning modular plants." Disponible en: https://www.vdi.de/en/home/vdi-standards/details/vdi-2776-blatt- 1-process-engineering-plants-modular-plants- fundamentals-and-planning-modular-plants. [Consultado el 12 de abril de 2022]

[4] M. Hoernicke et al., "Modular Process Plants: Part 2 - Plant Orchestration and Pilot Application," *ABB Review* 3/2019, pp. 30 - 35.

[5] Hoernicke, M. et al., "Automation architecture and engineering for modular process plants - approach and industrial pilot application," Primera edición virtual del IFAC World Congress 2020, Alemania, 2020.

[6] K. Stark et al., "Modular Process Plants: Part 1 - Process module engineering," *ABB Review* 2/2019, pp. 72 - 77.

[7] Bittorf, L. et al., "Modular process development in the laboratory - Plug & Research," ProcessNet Jahrestagung, Aachen, 2020.

[8] Bernshausen, J. et al., "Plug and produce nears market readiness," *atp magazin* 61 (1 - 2), pp. 56 -69, 2019.

[9] "ORCA - Efficient Orchestration Of Modular Process Plants," Disponible en: https://tu-dresden.de/ ing/elektrotechnik/ifa/plt/forschung/forschungsprojekte/orca-effiziente-orchestrierung-modularer-anlagen?set_language=en. [Consultado el 12 de abril de 2022]