

COLABORACIÓN AUTÓNOMA

El gemelo digital: un componente de software clave en Industria 4.0

Un factor vital para Industria 4.0 es el «gemelo digital», que facilita la adquisición e intercambio de datos, el acceso a una variedad de información mayor que la actual y una interoperabilidad sin precedentes. ¿Cuáles son los últimos avances en el frenético universo de los gemelos digitales?

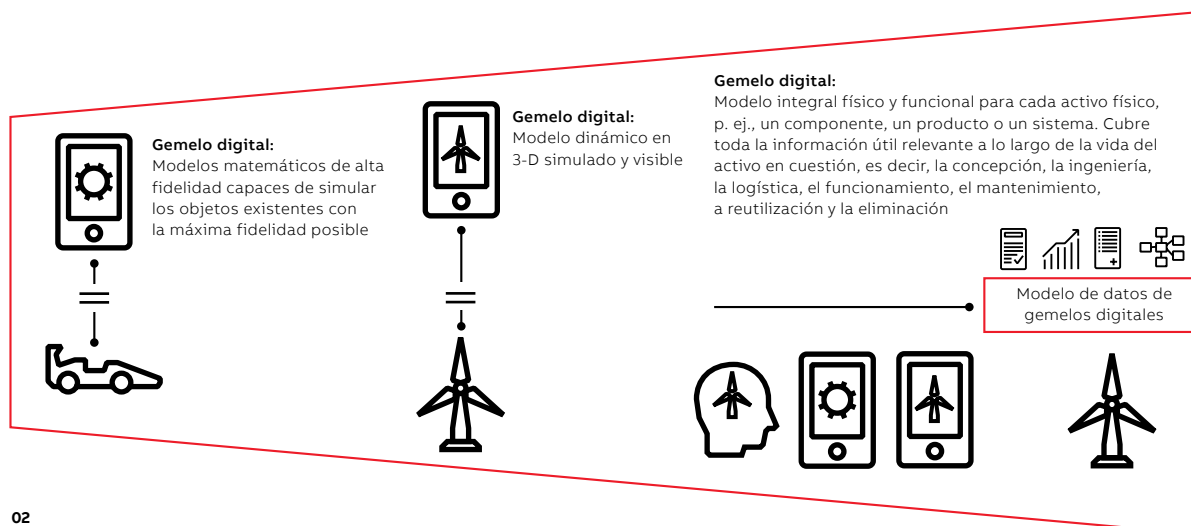
01

Somayeh Malakuti
Jan Schlake
Sten Grüner
Dirk Schulz
Ralf Gitzel
Johannes Schmitt
Marie Platenius-Mohr
Philipp Vorst
ABB Corporate Research
Center
Ladenburg, Alemania

somayeh.malakuti@
de.abb.com
jan-christoph.schlake@
de.abb.com
sten.gruener@
de.abb.com
dirk.schulz@de.abb.com
ralf.gitzel@de.abb.com
johannes.schmitt@
de.abb.com
marie.platenius@
de.abb.com
philipp.vorst@de.abb.com

Kai Garrels
ABB Electrification
Products
Heidelberg, Alemania
kai.garrels@de.abb.com





02

Los sistemas del Internet Industrial de las Cosas (IIoC) conectan numerosos dispositivos heterogéneos y otros activos en un único sistema para extraer más acciones inteligentes de los datos. La aplicación del IIoC en los sistemas de producción industrial se conoce como Industria 4.0. El gobierno alemán, en particular, ha reconocido la importancia de Industria 4.0 e invierte continuamente en investigación académica y ensayos industriales.

Un factor vital de los sistemas de Industria 4.0 es el concepto de “gemelo digital”.

Un factor vital de los sistemas de Industria 4.0 es el concepto de “gemelo digital”. Un gemelo digital no solo facilita la adquisición y el intercambio de una variedad de datos mucho mayor de lo posible hasta ahora y un mejor acceso a ellos, sino que también proporciona una interoperabilidad sin precedentes →1.

La definición de gemelo digital está evolucionando [1]. Merece la pena revisar la situación actual de la investigación en la materia, explorar el trabajo de la «Plataforma Industrie 4.0» alemana y examinar algunos casos de uso del gemelo digital.

Definición del gemelo digital

Como se ilustra en la parte izquierda de →2, el gemelo digital se consideró en sus inicios un conjunto de modelos matemáticos muy fieles que reflejan el comportamiento de activos reales (p. ej., dispositivos físicos, plantas y servicios) con la máxima precisión posible [2]. Esta percepción evolucionó hacia modelos dinámicos en 3-D simulados y visibles de los activos del mundo real (en el centro de →2). En la actualidad, gemelo digital se define como «un perfil digital en evolución del comportamiento de un objeto físico o un proceso, en el pasado y en la actualidad, que ayuda a optimizar los resultados empresariales. El gemelo digital se basa en mediciones de datos del mundo real, en tiempo real, masivos y acumulados en una matriz de dimensiones» [3] →3. Esta información se completa con metadatos, propiedades y documentos, como informes, documentación y procedimientos operativos, generados durante todas las fases del ciclo de vida del activo.

El valor real del gemelo digital se aprecia cuando interactúa con otros gemelos digitales o herramientas de software de los demás socios de la cadena de valor →4. Mientras el gemelo digital del centro del fabricante contiene varios modelos para diseñar y fabricar un tipo de producto, el gemelo digital de los centros de los

—
01 El mundo de la fabricación ha cambiado con la llegada del IIoC. Un componente clave de este cambio es el gemelo digital. Un componente clave de este cambio es el gemelo digital.

—
02 Evolución de la definición de “gemelo digital” (basada en [1]).

—
03 Dimensiones de la información que se pueden incluir en el gemelo digital de un dispositivo durante las fases de su vida útil (basado en [4]).

clientes contiene varios modelos para la compra, la instalación, el funcionamiento, el mantenimiento y la distribución de las instancias del producto. El intercambio de datos entre gemelos digitales completa el cuadro para ambas partes.

Gemelos digitales en el ciclo de vida de plantas Industria 4.0

El gemelo digital es un facilitador clave de los beneficios de Industria 4.0 porque vincula la información con el activo individual de la planta. Disponer de información contextual en el momento y el lugar adecuados permite habilitar nuevos casos de uso que no son posibles con documentación y datos estáticos no individualizados. →5 muestra la visión de ABB del diseño, la construcción y el funcionamiento de plantas Industria 4.0 y el papel que desempeña el gemelo digital en cada fase [5].

En la fase 1 debe desarrollarse un modelo digital completo de todos los resultados de la planificación (esto no sucedía en Industria 3.0). Las hipótesis y los conocimientos implícitos de los ingenieros de planificación se modelan y almacenan explícitamente en el gemelo digital de la fábrica. Las personas seleccionan los dispositivos necesarios en una biblioteca digital de funciones y estos se vinculan al gemelo digital de las instalaciones. Las funciones son abstractas e independientes del hardware; en fases más avanzadas, los dispositivos reales cumplirán algunas funciones específicas.

El gemelo digital vincula la información con cada activo de la planta.

En la fase 2 se accede por vía electrónica a los catálogos de los tipos de productos del fabricante, que se pueden explorar con interfaces estándar. Estos catálogos mantienen el gemelo digital de los tipos de productos, que cubren todos los aspectos del ciclo de vida de los tipos y ofrecen una interfaz estándar para acceder a la información.

En la fase 3 se ejemplifican los tipos de productos seleccionados y la información relacionada con ellos (identificación, parámetros, etc.) se incluye en el gemelo digital de las instancias de los productos. Los gemelos digitales de las instancias de productos se incluyen en el gemelo digital de la planta y se vinculan con el gemelo digital de los tipos de productos. Los gemelos digitales de las instancias de los productos se pueden usar en función de la tipología de las instalaciones (p. ej., con fines de simulación y pruebas). Los resultados de la simulación se almacenan en el gemelo digital de las instancias de los productos.

	Planificación	Construcción	Funcionamiento	Mantenimiento
Información sobre ciclo de vida del producto	Gestión ciclo vida de producto	Gestión ciclo vida de producto	Instrucciones de funcionamiento	Registros de servicio
Representación en 3-D	Dibujos del diseño	Instrucciones de fabricación	Visualización de la planta	Instrucciones de servicio, realidad aumentada
Modelo	Predicción del comportamiento	Puesta en servicio virtual	Rendimiento del control	Diagnóstico
Simulación	Simulación del diseño	Pruebas de “hardware-in-the-loop”	Estudios con escenarios hipotéticos	Predicción
Modelo de datos	Datos de ingeniería	Datos de fabricación	Datos operativos	Datos de servicio
Análisis conectados			KPI operativos	KPI sobre el estado de los activos
Visualización	Herramienta de diseño	Herramienta de diseño	Pantalla del estado operativo	Pantalla del estado de salud

—
04 Interacción entre
varios gemelos digitales.

En la fase 4 se piden productos reales utilizando el gemelo digital de las instancias de los productos. Aquí, las partes del gemelo digital pertinentes para el pedido se comunican al proveedor del producto. Más tarde, el producto se integra en las instalaciones, se configura, se prueba y se activa. En esta fase, se incorpora en los gemelos digitales la información sobre la instalación y puesta en servicio, la colocación de los dispositivos, los números de serie, etc.

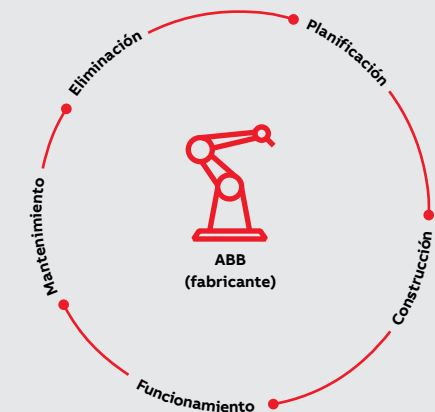
El gemelo digital de un activo madura durante el ciclo vital de la planta, y cada etapa añade submodelos de información.

En la fase 5, el gemelo digital de instancias de productos individuales, así como la planta, se complementan con información operativa y de mantenimiento. Por ejemplo, se añade información sobre los parámetros de la vida real, el estado de salud y el número de fallos.

Cada una de estas fases enriquece los submodelos existentes o añade nuevos submodelos para ese caso de uso concreto.

El gemelo digital como facilitador para casos de uso de Industria 4.0

Un gemelo digital permite la viabilidad de varios casos de uso de una forma más eficiente. A continuación se comentan algunos ejemplos de casos de uso.



Eliminación

- Garantía

Planificación

- Concepción del diseño
- Optimización del diseño
- Diseño predictivo

Construcción

- Análisis de ingeniería predictivo
- Puesta en servicio virtual

Funcionamiento

- Control remoto
- Funcionamiento remoto

Mantenimiento

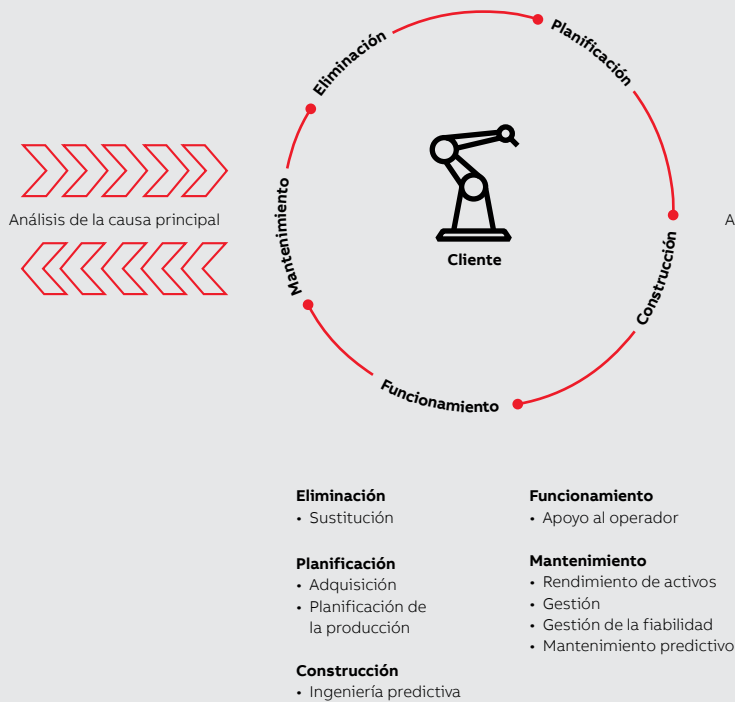
- Inspección virtual
- Servicio basado en datos
- Gestión del rendimiento de activos
- Mantenimiento predictivo

04

Caso de uso: ingeniería integrada, funcionamiento integrado y mantenimiento integrado

Durante el ciclo de vida de un producto, cobran importancia diversas fuentes de información, modelos y herramientas →3. Sin embargo, en la actualidad, el flujo de información en las fases del ciclo de vida suele romperse; p. ej., es difícil que la información sobre mantenimiento vuelva a la fase de ingeniería para perfeccionar los parámetros de un dispositivo. Esto provoca la dispersión o la pérdida de información, así como dificultades para acceder a la información correcta.

Un gemelo digital es un contenedor que integra información de varias fuentes en diferentes fases del ciclo de vida. La información incluida puede presentarse en distintos formatos desde distintas herramientas y no necesariamente se despliega en un depósito central. Un gemelo digital reduce el esfuerzo necesario para acceder a la información y gestionarla; p. ej., puede eliminar la necesidad de mantenimiento manual de los documentos de ingeniería para reflejar cambios in situ durante el funcionamiento. La información contenida en un gemelo digital se puede usar para aprender del rendimiento real de los activos y extraer una valoración para sistemas futuros.



Caso de uso: diseño, fabricación y análisis predictivos de productos

En la actualidad, es imposible intercambiar información entre organizaciones sin interrupciones. Por ejemplo, la información sobre el comportamiento de un producto vendido por ABB en el entorno del cliente solo es visible para el diseñador de tipos si el cliente envía reclamaciones de garantía o comparte informes de servicio o si el cliente ofrece feedback explícito al proveedor, por ejemplo, a través de un comercial. Pero todas estas fuentes son incompletas y posiblemente imprecisas, lo que significa que el diseñador cuenta con información incierta y limitada para el diseño de la siguiente generación del producto.

El gemelo digital es vital para intercambiar información entre organizaciones; por ejemplo, dentro del gemelo digital se puede gestionar información operativa y de mantenimiento concreta e intercambiarse con partes externas de un modo adecuado. En concreto, los modelos y los datos de procesos que ofrece un gemelo digital, así como los resultados de simulaciones en tiempo real, ayudan a predecir los requisitos y a mejorar el diseño para las siguientes generaciones de tipos de activos. El análisis predictivo ayuda a los fabricantes a calcular con confianza los retos futuros. En este caso de uso, el enfoque de gemelo digital permite mejorar continuamente los diseños de los tipos de activos a partir de datos reales.

Caso de uso: «plug-and-produce» para dispositivos de campo

En la actualidad, la obtención de la configuración correcta de dispositivos de campo a partir de un diseño de proceso existente requiere intervención manual. A veces no se usan formatos de descripción normalizados, o, si se usan, no se comparten de forma abierta, o se comparten pero las normas y el diseño de la automatización difieren en la forma de expresar la misma información. El flujo de información se puede interrumpir en todos los puntos de reenvío de los datos.

Además, con tecnología Fieldbus, el descubrimiento, el direccionamiento, la identificación y la configuración online de dispositivos son tareas muy manuales y expuestas a errores. Asimismo, los puntos de medición, los dispositivos de campo, las señales, etc., suelen tener distintos nombres o identificadores en las distintas herramientas. Por todo ello, a menudo es necesario un mapeo manual para crear asociaciones correctas. Y, sobre todo, si hay que sustituir un dispositivo durante el funcionamiento de la planta, estos pasos de puesta en servicio tendrían que repetirse.

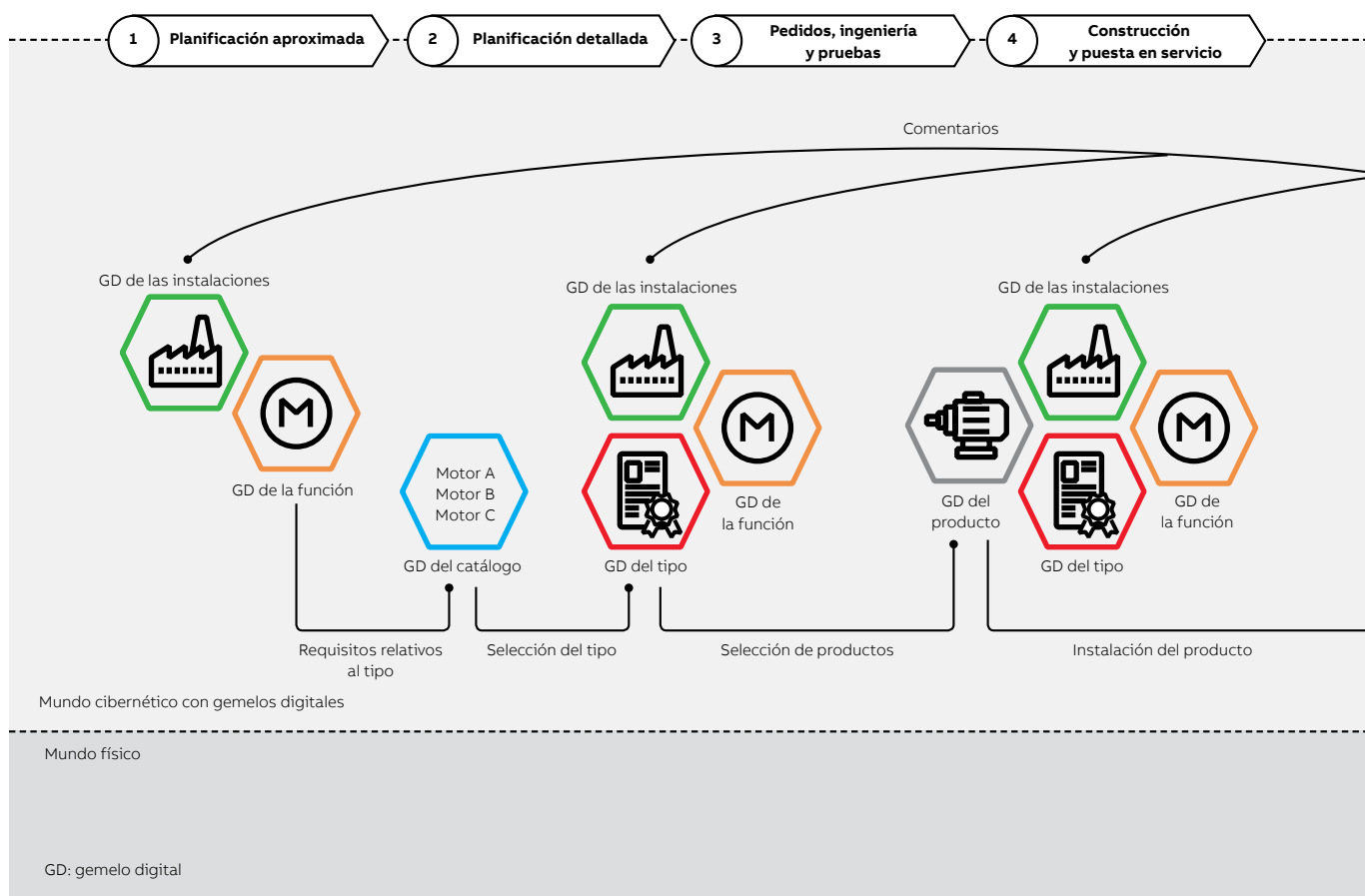
Tecnologías como FDI (integración de dispositivos de campo) y OPC UA (arquitectura unificada de OPC) ya reducen muchos de los problemas de puesta en servicio de dispositivos. El gemelo digital para dispositivos de campo se basa en

El gemelo digital reduce el tiempo necesario para llevar a cabo las tareas básicas de ingeniería y puesta en servicio de un dispositivo de campo desde unos 10 minutos (si no surgen problemas) hasta fracciones de segundo.

estas tecnologías y permite un escenario «plug-and-produce» para ellos. Incorporando más normas del ámbito de las TIC (tecnologías de la información y la comunicación) y dominios

de automatización, en especial mediante la inclusión de recomendaciones de grupos de interés del cliente como NAMUR, el gemelo digital consolida toda la información necesaria para la ingeniería, la puesta en servicio, el uso y la sustitución de dispositivos de campo de manera uniforme. El vínculo entre el gemelo digital y su homólogo físico permite a los operadores descargar automáticamente parámetros a los dispositivos de campo y ponerlos en marcha. Aunque la sustitución física aún requiere personal capacitado, el gemelo digital permite la reconfiguración instantánea sin necesidad de que intervenga un experto en dispositivos o procesos.

Obviamente, el gemelo digital reduce el tiempo necesario para llevar a cabo las tareas básicas de ingeniería y puesta en servicio de un dispositivo de campo desde unos 10 minutos (si no surgen problemas) hasta fracciones de segundo. Para una planta de tamaño medio con 10 000 puntos de E/S, el trabajo de una semana se reduce a unos minutos.



05 El gemelo digital en plantas Industria 4.0.

Referencias

[1] R. Drath, "The Digital Twin: The Evolution of a key Concept, of Industry 4.0," firma invitada en visIT / Fraunhofer IOSB 2018. Disponible en: <https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/81724/>

[2] Michael Grieves, «Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication», libro blanco, 2014. Disponible en: http://innovate.fit.edu/plm/documents/doc_mgr/912/1411.0_Digital_Twin_White_Paper_Dr_Grieves.pdf

[3] Deloitte Consulting, «Industry 4.0 and the digital Twin – Manufacturing meets its match», Deloitte University Press, 2017.

[4] C. Ganz, «Digital twin – virtually identical?» ABB Review 04/2018; pp. 94-95

[5] C. Wagner et al., «The role of the Industry 4.0 Asset Administration Shell and the Digital Twin during the life cycle of a plant», IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, Limassol, Chipre, 2017.

[6] Plattform Industry 4.0, «Structure of the administration shell». Disponible en: <https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/structure-of-the-administration-shell.html>

[7] <https://www.basys40.de>

Manteniendo el flujo de información a través de las fases del ciclo de vida, la reutilización sistemática de la información existente del diseño del proceso original puede tener aún más valor. La configuración de un dispositivo de campo se convierte en una consecuencia directa de las intenciones del ingeniero de procesos; la razón de cualquier configuración se puede rastrear de forma objetiva y automática hasta un requisito del cliente. Esta situación mejora la calidad de los datos de ingeniería, porque los errores se circunscriben al diseño del proceso original.

A medida que el IIdC avance, los gemelos digitales se convertirán en piedra angular de la automatización industrial.

El gemelo digital en ABB

Debido al importante papel que desempeña el gemelo digital en Industria 4.0, varios proyectos de investigación de ABB están analizando sus diversos aspectos. Por ejemplo, el proyecto BaSys 4.0 [7], cuyo cofundador es el BMBF (Ministerio de Educación e Investigación alemán), reúne a 15 socios industriales y académicos. El objetivo principal es desarrollar una plataforma abierta de referencia en la que el gemelo digital sea el factor clave para conseguir flexibilidad en las industrias de fabricación y proceso.

A medida que el IIdC avance, los gemelos digitales se convertirán en piedra angular de la automatización industrial. La habilidad para implantar gemelos digitales será crucial para escribir el futuro digital de la automatización. ●

