

Gemelos digitales de procesos y plantas calibrados eficientemente con datos de operación

Cuando implementan un gemelo digital de lazo cerrado a lo largo de todo el ciclo de vida de un sistema, los fabricantes de máquinas y los usuarios finales pueden reducir los costos y optimizar la eficiencia.

Por Colm Gavin

Traducción y adaptación: Andrés Gorenberg
www.siemens.com



Colm Gavin es el gerente de desarrollo de cartera de Siemens Digital Industries Software. Con más de 21 años en la empresa, utiliza su experiencia en fabricación discreta para ayudar a las empresas a aprovechar las innovaciones de la Industria 4.0.



A medida que las tendencias digitales evolucionan desde la base de la automatización industrial, más personas y organizaciones se están dando cuenta de los beneficios que pueden obtener del modelado y simulación de sus sistemas de producción. Estas prácticas pueden reducir los costos de diseño y desarrollo y reducir el tiempo dedicado a la solución de problemas antes y durante la puesta en marcha.

Quizás menos conocido es un beneficio igualmente importante: la simulación también puede ayudar a optimizar continuamente la eficiencia operativa, especialmente cuando los datos de producción se utilizan para calibrar el modelo. Esta metodología se conoce como gemelo digital de lazo cerrado (CLDT, por las siglas en inglés de 'Closed Loop Digital Twin'). Un gemelo digital es una representación virtual de un activo físico. El CLDT amplía los gemelos digitales mediante el uso de datos históricos para mejorar la precisión a lo largo del tiempo. Particularmente en el manejo y fabricación de materiales, es difícil determinar la utilización de la mano de obra y la máquina, y un CLDT puede identificar y proporcionar información y recomendaciones para mejorar la eficiencia de estos sistemas. Los CLDT también proporcionan beneficios durante las etapas de diseño y puesta en marcha del ciclo de vida de un sistema, pero este artículo se centra en su uso durante la operación.

Mientras un sistema está en servicio, un CLDT ayuda a los usuarios a tomar decisiones informadas para ajustar las operaciones sobre la marcha para mejorar la eficiencia.

Los modelos antiguos se estancan

En entornos de fabricación e intralogística, los gerentes de planta se enfrentan a la difícil tarea de mantener indicadores clave de rendimiento (KPI) óptimos a pesar de los cambios diarios y no planificados en la disponibilidad de empleados, grandes pedidos inesperados entrantes o salientes y cuellos de botella en la manipulación de paquetes.

Los modelos de planta pueden ayudar al personal a identificar puntos de producción críticos para lograr objetivos operativos ambiciosos, pero muchos de estos modelos son rígidos o inexactos.

Para maximizar la eficiencia y la productividad, el personal necesita un modelo que se pueda ajustar, pero la mayoría de las instalaciones no tienen el personal capacitado o el tiempo para realizar manualmente estos ajustes. Además, con tantas variables de control, es difícil saber qué simular en un modelo. Los modelos guiados con inteligencia artificial y aprendizaje automático (machine learning) pueden aportar respuestas a estos y otros problemas.

Más personas y organizaciones se están dando cuenta de los beneficios que pueden obtener del modelado y simulación de sus sistemas de producción.

Gemelos digitales intuitivos

La metodología del gemelo digital proporciona información precisa para optimizar los parámetros para cumplir y mantener los KPI. Ampliando este concepto, un CLDT crea una réplica precisa de los estados actuales de los activos para pronosticar una precisión más allá de la de un gemelo digital estándar sin retroalimentación. Los CLDT comparan las condiciones de estado actuales con numerosas adaptaciones para determinar un estado futuro óptimo, ayudado por la inteligencia artificial y el aprendizaje automático.

En este proceso de generación y evaluación de posibles estados futuros, la potencia de la computación en la nube es inmensamente útil para la simulación y la ingesta de datos. En un escenario ideal, un fabricante de máquinas o integrador de sistemas desarrolla un CLDT para ayudar en el proceso de desarrollo, y luego lo entregan con su producto, dando a los usuarios finales la capacidad de continuar usándolo. Como se detalla a continuación, los CLDT tienen beneficios para los fabricantes de máquinas y los usuarios finales durante las fases de diseño, puesta en marcha y operación del ciclo de vida de la máquina.

Fase de diseño

Durante la fase de diseño, los CLDT permiten a los fabricantes de máquinas e integradores de sistemas demostrar persuasivamente la efectividad de su diseño a clientes potenciales, equipados con estadísticas e interfaces visuales para monitorear el rendimiento de la máquina virtual.

Estos modelos y simulaciones se pueden utilizar para predecir de manera convincente los resultados que los usuarios finales están buscando, aumentando la confianza en las propuestas de los diseñadores y permitiéndoles ganar más ofertas. Al ofrecer un CLDT con sus sistemas, los fabricantes de máquinas pueden aprovechar la inversión

más allá de la fase de diseño, creando flujos de ingresos adicionales a través de un modelo de servicios continuos. Esto les da la capacidad de hacer un seguimiento y dar soporte a los productos implementados en funcionamiento, y amplía y fortalece la relación entre los fabricantes de máquinas y los usuarios finales.

Para los usuarios finales, estos gemelos digitales aumentan los márgenes de beneficio dado que pronostican con precisión los gastos de capital y operativos, junto con el rendimiento, proporcionando una línea de base a partir de la cual aumentar la eficiencia operativa. Pueden hacerlo a través de una toma de decisiones informada con la ayuda de un CLDT.

Fase de puesta en marcha

Durante el desarrollo y la puesta en marcha, un gemelo digital combinado con un controlador lógico programable industrial (PLC) y simulación de la interfaz humano-máquina (HMI) ayuda a los ingenieros y las ingenieras a detectar errores e ineficiencias en una máquina antes de que el equipo físico y las partes móviles entren en escena. La adición de un gemelo digital a la simulación PLC y HMI es un vínculo claro entre la lógica de

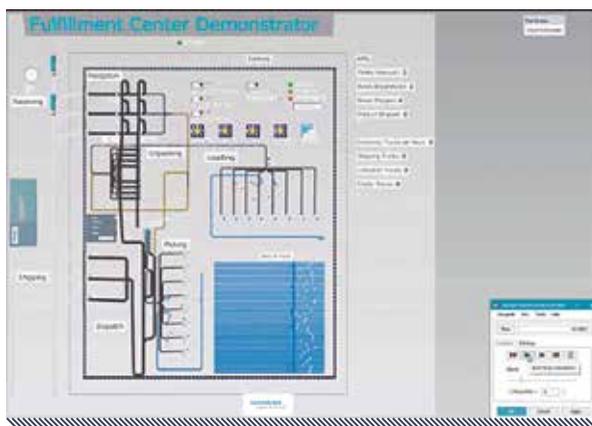


Figura 1. Los usuarios pueden ajustar los parámetros de control en software como Siemens Plant Simulation para visualizar y determinar los efectos en el rendimiento y otros KPI

programación de automatización y el rendimiento de la máquina, completo con una visualización virtual de la máquina.

Esta configuración facilita la detección de problemas desde el principio. Dado que se pueden identificar problemas posibles de forma virtual y temprana en la fase de puesta en marcha, estas herramientas limitan los cambios inesperados y costosos del proyecto. Además, una mayor capacidad de solución de problemas y pruebas virtuales acorta el tiempo de puesta en marcha física requerido, al tiempo que reduce los requisitos de mano de obra y los costos para los integradores.

La puesta en marcha más corta y efectiva beneficia a los usuarios finales porque los sistemas se inician y entran en producción a tiempo, con menores posibilidades de órdenes de cambio al final de la fase de puesta en marcha. Y a diferencia de los procesos de puesta en marcha clásicos, la simulación práctica de plantas gemelas digitales permite a los usuarios finales comenzar la capacitación del operador y los programas de ajuste de equipos mucho antes de la puesta en marcha física.

El CLDT [gemelo digital de lazo cerrado] amplía los gemelos digitales mediante el uso de datos históricos para mejorar la precisión a lo largo del tiempo.

Fase de operaciones

A lo largo de las operaciones, un sistema de lazo cerrado aporta su mayor valor con colectores en la nube que ingieren datos de producción, proporcionando un ajuste fino continuo para estados operativos óptimos. La simulación con un gemelo digital proporciona:

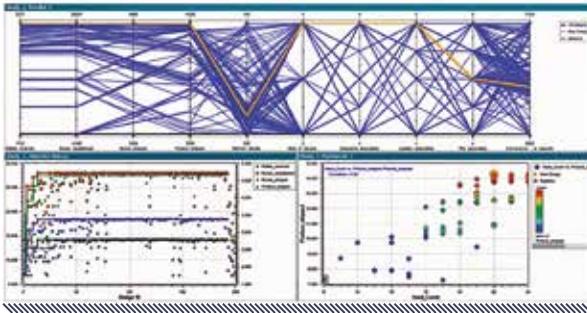


Figura 2. El software ayuda a eliminar ejemplos que no son útiles. El software de simulación de planta de Siemens, con el motor de exploración y optimización de diseño HEEDS, determina las variantes adecuadas y el mejor diseño.

- » experimentación de múltiples estados, modelando horas de producción y estimando resultados en cuestión de segundos;
- » predicción de KPI importantes, como el rendimiento, la utilización y el tiempo de inactividad.

Cerrar el círculo y suministrar una simulación con datos históricos mejora en gran medida la precisión de la simulación.

El CLDT resultante permite el ajuste fino de las operaciones dado que proporciona informes con parámetros óptimos, como la configuración de la máquina, las asignaciones de mano de obra y las capacidades de envío y recepción, a través de una combinación de simulaciones, inteligencia artificial y aprendizaje automático. El personal de la instalación puede configurar la generación automática de informes en marcos de tiempo específicos, por ejemplo, antes o durante los turnos, o en preparación para una reunión diaria del personal.

Cuando se requiere un análisis basado en humanos para aumentar un proceso de toma de decisiones, la visualización de modelos fácilmente comprensible proporciona información sobre la forma en que opera una instalación. La simulación visual ayuda a que el personal identifique los cuellos de botella de producción y las áreas donde se asignan los recursos excedentes. Permite al personal simular múltiples escenarios para responder preguntas situacionales, como "¿Qué sucede si hay menos operarios en una es-

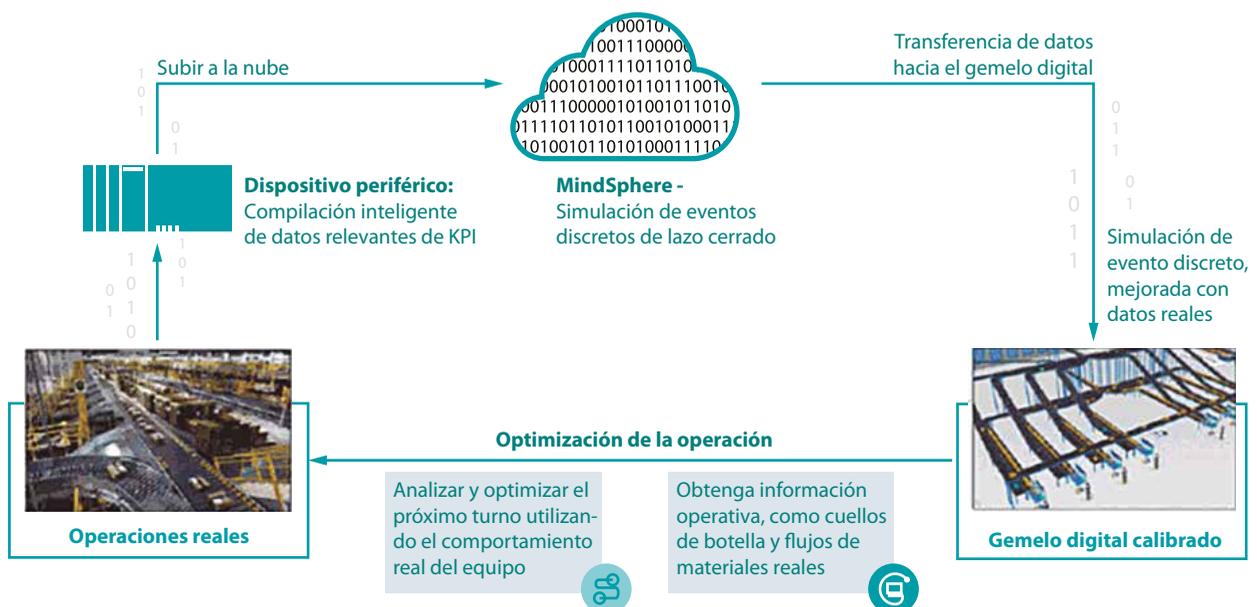


Figura 3. Una plataforma abierta en la nube de IoT, como Siemens Industrial Edge y las aplicaciones nativas de la nube, permite a los usuarios calibrar su gemelo digital con datos históricos de producción



Figura 4. Una empresa de fabricación optimizó las operaciones y predijo el rendimiento con más del 99% de precisión utilizando la metodología de gemelos digitales de Siemens con aplicaciones de simulación de planta y MindSphere

tación de recolección?" o "¿Qué pasa si se envían demasiados robots a un área (por ejemplo, picking) frente a otro (por ejemplo, carga)?".

El software CLDT brinda a los usuarios la capacidad de ajustar las variables de control y visualizar sus efectos en las operaciones (figura 1), resolviendo rápidamente estos y otros problemas.

Los elementos visuales ayudan a los usuarios a comprender mejor los números y a señalar dónde se deben realizar los cambios. Estas herramientas de software evalúan la mejor utilización de las máquinas y la mano de obra, por ejemplo, asegurando que un almacén tenga suficientes camiones disponibles en el muelle de carga para manejar los envíos salientes, pero no demasiados, para evitar el envío de camiones descargados.

En situaciones que involucran una gran cantidad de parámetros y combinaciones teóricas con las que experimentar, el software automatizado ayuda a eliminar experimentos redundantes o poco prácticos puesto que identifica inteligentemente aquellos que son factibles. Esto puede reducir miles de combinaciones a decenas o menos, identificando en última instancia el mejor conjunto de parámetros (figura 2).

Creación del CLDT calibrado

Para calibrar el CLDT, el primer paso es conectar el gemelo digital con el equipo de automatización para alimentar datos al modelo. Los dispositivos perimetrales son interfaces principales para la recopilación de datos porque pueden preprocesar los datos de la máquina antes de enviarlos a la nube para su sincronización con el algoritmo de optimización basado en datos históricos del CLDT.

Los usuarios pueden crear, operar, implementar y mantener soluciones de software en varios dispositivos perimetrales mediante aplicaciones perimetrales administradas. Numerosas aplicaciones están disponibles para analizar los datos de la máquina. Su ecosistema, incluido el control de parches y versiones, se administra a través de un sistema central implementado en la nube o en las instalaciones.

El uso de controladores de borde industrial reduce la cantidad de dispositivos que se conectan a las máquinas en la planta. También proporciona los medios para una solución de simulación local o análisis avanzado en una simulación basada en la nube.

Con una simulación en la nube en una plataforma abierta de Internet de las cosas (IoT), los usuarios pueden asignar datos desde la planta hasta el modelo de gemelo digital. Estos datos se utilizan para crear información para optimizar las condiciones y controlar las variables en las líneas de producción para maximizar el rendimiento y otros KPI. Algunas plataformas en la nube incluyen una aplicación dedicada para preparar y agregar datos de series temporales en una aplicación de simulación (figura 3).

La precisión del modelo mejora con el tiempo, a medida que se recopilan más datos y se alinean con las entradas y predicciones de las variables de control. En configuraciones avanzadas de inteligencia artificial y autoaprendizaje, los modelos pueden manipular los parámetros del PLC

para mejorar la eficiencia operativa, además de generar informes con la reasignación de recursos y activos sugerida. Este tipo de CLDT calibrado se crea como un sistema llave en mano, específico para una máquina o instalación.

Resultados: aplicaciones concretas

Una empresa de fabricación agregó una línea de producción de alto volumen en sus instalaciones, que contiene 75 máquinas, 25 robots de pick & place y cintas transportadoras para realizar operaciones complejas de manejo de materiales. La coordinación de la gran cantidad de equipos requirió una planificación cuidadosa para implementar y optimizar las operaciones después de la puesta en marcha.

El equipo del proyecto desarrolló un gemelo digital para ayudar a los esfuerzos de diseño y puesta en marcha, y cerró el lazo una vez que se instalaron las máquinas, creando un CLDT calibrado (figura 4).

Después de la calibración, el modelo predijo 105.26 trabajos por hora para un determinado turno. El turno real produjo 105 empleos por hora, logrando una precisión de producción del modelo del 99,75%.

Los CLDT tienen beneficios para los fabricantes de máquinas y los usuarios finales durante las fases de diseño, puesta en marcha y operación del ciclo de vida de la máquina.

Los CLDT optimizan la operación

Los gemelos digitales ya son ampliamente aceptados para identificar problemas potenciales al principio del diseño y del desarrollo, y así reducir la ocurrencia de errores y acelerar la puesta en marcha física. Su valor potencial se multiplica durante la operación.

Un CLDT calibrado reduce el tiempo requerido para monitorear manualmente los datos de producción y elimina las conjeturas humanas involucradas en la planificación de cambios de procedimiento y reasignación de recursos para aumentar la eficiencia. Esto se traduce en una operación optimizada y mayores márgenes de ganancia, lo que permite a los fabricantes y empresas de intralógica ser más competitivos en mercados exigentes. ❖