



POSITION PAPER

¿QUÉ ES UN **GEMELO DIGITAL?**

NOVIEMBRE DE 2021

AmetiC
LA VOZ DE LA INDUSTRIA DIGITAL

¿Qué es un gemelo digital?

Aunque existen diferentes definiciones en la literatura para el gemelo digital principalmente debido a sus distintas áreas de aplicación, todas ellas comparten tres elementos principales: el elemento físico, el elemento virtual y los datos que conectan el mundo físico y el virtual. En el caso de este documento, se define el gemelo digital como un modelo virtual dinámico de un producto, proceso o servicio real, que puede monitorizar, analizar y mejorar su funcionamiento.

Un gemelo digital debe cumplir tres requerimientos: tener una apariencia similar al objeto original (incluyendo sus características físicas distintivas); comportarse de forma idéntica al objeto original; y analizar información sobre las ventajas e inconvenientes del objeto original, prediciendo y sugiriendo posibles soluciones optimizadas a potenciales problemas que puedan aparecer en su funcionamiento.

El modelo se crea utilizando programas de diseño por computador y se integra con modelos de simulación (FEM), tecnologías de Internet de las Cosas Industrial (IIoT), Inteligencia Artificial y analíticas basadas en Big Data que proporcionan medidas de datos masivos en tiempo real sobre un conjunto de parámetros. Este gemelo digital es “vivo” y dinámico, modificándose en la medida en que deban actualizarse el modelo y los algoritmos que definen el comportamiento y la funcionalidad del gemelo físico, y aprendiendo del conocimiento de las personas, máquinas y el entorno.

Los gemelos digitales en la Industria 4.0

Un gemelo digital es una tecnología habilitadora para la Industria 4.0, ya que permite una adquisición e intercambio simple de datos, el acceso a un mayor número de fuentes de información y un elevado grado de interoperabilidad. Así, los gemelos digitales están en el centro del concepto de Industria 4.0, la digitalización de las fábricas y los procesos productivos para incrementar la eficiencia en la producción, la gestión de recursos, la distribución y cualquier otro proceso en el ciclo de vida de un producto.

La aplicación de los gemelos digitales tiene dos ventajas principales en la industria 4.0. En primer lugar, el gemelo digital permite una visualización híbrida, combinando información visual de datos históricos y en tiempo real. Los gestores pueden analizar cada elemento para comprobar sus parámetros físicos. La información que no sea crítica para un usuario se puede ocultar para simplificar la visualización, pero está accesible en cualquier momento. Este nivel de visualización no ha estado disponible previamente y mejora de forma significativa la capacidad de tomar decisiones informadas e identificar las áreas críticas que necesitan atención inmediata.

En segundo lugar, el aspecto visual de los gemelos digitales mejora el nivel de colaboración. La distancia física hasta el producto o sistema reales no impide que diferentes perfiles de usuario puedan monitorizar la actividad. Los científicos de datos, directores de producción o diseñadores pueden comprender mejor el funcionamiento real de las máquinas y el proceso en su conjunto pudiendo actuar de forma virtual en todo momento hasta encontrar la solución adecuada en cada momento sin generar costes asociados. De esta forma, se puede mejorar en diseño, eficiencia de los procesos, y ahorro de recursos especialmente en la creación y validación de prototipos.

Ejemplos de caso de uso

Existen diferentes formas de implementación del gemelo digital en el contexto de la industria 4.0, aunque pueden agruparse en tres grandes categorías.

❑ Gemelo digital del producto

Estos sistemas se utilizan para validar de manera virtual el rendimiento del producto y mostrar su funcionamiento en el mundo físico antes de su fabricación. El gemelo digital de un producto se crea al final de la etapa de diseño y se actualiza en tiempo real a medida que se produce y utiliza dicho producto. A continuación, se definen algunos ejemplos de aplicación del gemelo digital a los productos.

- Optimización del diseño. El modelo digital permite realizar simulaciones complejas para mejorar la calidad y el funcionamiento del producto, así como su contexto de operación con el objetivo de validar la experiencia de usuario, y obtener una recomendación de los componentes básicos para el producto.
- Evaluación y verificación virtuales en la fase de diseño. El gemelo virtual permite reducir los costes de testear nuevos materiales o detectar todo tipo de defectos sin tener que incurrir en prototipos costosos, mejorando la calidad final al poder simular diferentes situaciones de estrés.
- Mejora del servicio post-venta. La utilización del gemelo digital permitirá un diagnóstico remoto del producto, de modo que el servicio post-venta pueda ayudar a los consumidores en la reparación sin necesidad de desplazamientos.
- Rediseño basado en datos de utilización. La capacidad de medir datos reales del uso y las condiciones del producto permite realizar rediseños y actualizaciones, lo que supone una mayor cercanía a las necesidades del mercado.

Un ejemplo interesante proviene de un fabricante de electrodomésticos, que utiliza la tecnología del gemelo digital para minimizar el tiempo necesario para testear nuevos conceptos, de modo que se ha mejorado la velocidad de innovación y la introducción de nuevos productos en el mercado. Igualmente, se pueden mencionar gemelos digitales de maquinaria industrial (máquinas de inyección, estampación, tornos, fresadoras, etc.) que permiten mejorar la productividad e incrementar sus KPIs, como por ejemplo el OEE (Overall Equipment Efficiency).

❑ Gemelo digital del proceso productivo

Los gemelos digitales del proceso productivo simulan el flujo de trabajo operativo en la planta, de modo que se optimice el comportamiento de todos los elementos y parámetros del proceso antes de su puesta en marcha. Algunos beneficios potenciales son los siguientes:

- Monitorización en tiempo real. Un gemelo digital para todo el proceso de producción combina datos e información de diferentes sistemas y componentes en una vista completa en tiempo real. La disponibilidad de datos incrementa el funcionamiento operativo y permite que las organizaciones tomen decisiones mejores e informadas.
- Colaboración e interacción persona-robot. Un gemelo digital permite la distribución de tareas entre la persona y el robot, la optimización del espacio de trabajo, el análisis de la ergonomía de las personas y el testeo de los programas de los robots.
- Predicción del comportamiento de la maquinaria. El gemelo digital permite disponer de un modelo virtual que integre diferentes fenómenos complejos de la etapa de

producción (degradación de las máquinas, variaciones en la materia prima), de modo que se pueda predecir el resultado del proceso con mayor fiabilidad.

- Aseguramiento de la calidad. Los gemelos digitales proporcionan datos que ayudan en la identificación y prevención de focos de riesgo de pérdida de calidad. La conexión del gemelo digital con los sistemas de gestión de la producción como ERP y MES permitirá contextualizar las instrucciones de trabajo y mejorar la calidad de la producción. Una vez en marcha, se pueden aplicar técnicas de Inteligencia Artificial a los datos, ofreciendo alertas predictivas de calidad y sus causas.

Un ejemplo representativo es una empresa del sector de la automoción, que busca mejorar la flexibilidad y agilidad dentro de la producción para introducir modificaciones de las configuraciones en función de las necesidades cambiantes de sus clientes.

□ Gemelo digital del negocio

Un gemelo digital del negocio recopila los datos operativos de diferentes elementos en tiempo real, que se centralizan y analizan para una mejor toma de decisiones. Algunas de las aplicaciones de este gemelo digital incluyen los siguientes aspectos:

- Monitorización del funcionamiento en tiempo real. Al añadir los datos de funcionamiento, este tipo de gemelos digitales puede alimentar los paneles de Business Intelligence y proporcionar una visualización adecuada de los datos para su interpretación, ayudando en la monitorización del estado de los recursos. Esta visualización integrada de los datos simplifica y agiliza la identificación de disfunciones.
- Evaluación de riesgos. Un gemelo digital permite la realización de análisis what-if para una mejor evaluación de riesgos, ya que es posible perturbar el sistema para simular distintos escenarios y analizar la respuesta con el objetivo de definir estrategias de mitigación.
- Mantenimiento predictivo. Los datos recopilados por un gemelo digital se pueden utilizar para entrenar modelos de Machine Learning que monitoricen y optimicen el funcionamiento. Dichos modelos se pueden utilizar igualmente para detectar máquinas que requieran mantenimiento antes de su fallo y parada.
- Gestión logística. El gemelo digital ofrece una imagen más clara del uso de los materiales y permite automatizar la gestión del almacén mediante la interacción en tiempo real con la cadena de valor logística, reduciendo las incertidumbres en las compras, liberando espacio para nuevos componentes o negociando el precio de las compras.
- Optimización del consumo de energía. La disponibilidad de datos sobre el consumo de energía y el comportamiento de los recursos permite identificar áreas clave de mejora para la reducción de costes.

Gestamp es un ejemplo de empresa que utiliza el gemelo digital para evaluar, refinar y optimizar el funcionamiento de sus plantas con el objetivo de reducir costes de producción asociados a la eficiencia energética. Para ello, en primer lugar, se han implementado soluciones que recopilan datos en tiempo real del consumo energético de los elementos productivos, como compresores de aire y forjas. La solución implementada recoge más de 800 millones de datos cada día, que permiten analizar el proceso completo e identificar las oportunidades de mejora.

Retos del gemelo digital

Una de las principales limitaciones es la falta de un marco estandarizado que englobe los estándares, tecnologías y procedimientos necesarios para la implementación de un gemelo digital. Dicho marco debe ser genérico, reutilizable y adaptable independientemente de los casos de uso. Por ello, es necesario continuar con el desarrollo del estándar ISO 23247 (Digital Twin Manufacturing Framework), incluyendo la definición de una arquitectura de referencia, y la verificación y validación del estándar mediante la implementación de diferentes casos de usos.

Igualmente, otro de los retos hace referencia a la integración entre los modelos virtuales y la operativa real. Así, es necesario avanzar en la fusión de las tecnologías de proceso y la adquisición de los datos en tiempo real para conseguir simular el proceso de forma fiable. Por ello, es necesario abordar la implementación de gemelos digitales que permitan la sincronización en tiempo real entre el mundo virtual y el mundo real, o el desarrollo de modelos de simulación y validación de alta definición para sistemas complejos.

Aunque los gemelos digitales puedan ayudar en la mejora de los productos y procesos productivos, su introducción crea nuevas vulnerabilidades relacionadas con la seguridad de los grandes volúmenes de datos que gestionan. Por ello, es importante definir protocolos de seguridad que reduzcan estas vulnerabilidades.

Situación en España

Gartner señala que los gemelos digitales comienzan a utilizarse de forma generalizada, con un mercado estimado de 13 billones de dólares en el año 2023. Así, predice que casi dos tercios de las empresas que dispongan de tecnologías IoT dispondrán de al menos, un gemelo digital para el año 2022. Entre las principales aplicaciones, pueden mencionarse la monitorización del comportamiento de las líneas de producción; una respuesta más rápida a fallos; la predicción de las necesidades de mantenimiento o la planificación del layout de producción.

La implantación de los gemelos digitales dentro del concepto de Industria 4.0 está directamente relacionada con la progresiva digitalización de la economía. España se encuentra en un puesto rezagado del Networked Readiness Index en relación a países como Irlanda, Lituania o Portugal, y por debajo del promedio de la Unión Europea. Además, si se analiza el nivel de digitalización por España, la cifra se reduce al 10% en el sector industrial.

Lo que ocurre en realidad es que mientras las grandes empresas y corporaciones industriales se encuentran en cabeza en el tema de la digitalización, las PYMEs se han descolgado de este ritmo general de progreso. Por ello, hay que preguntarse si los gemelos digitales podrán generalizarse en España en tan sólo un par de años. Además, a los bajos niveles de digitalización hay que sumar el hecho de que no existe talento formado para manejar estas tecnologías.

Ahora bien, no se puede olvidar que las empresas industriales deberán apostar por el desarrollo de un gemelo digital para su negocio si quieren seguir siendo competitivas en la industria 4.0. Si quieren sobrevivir al siguiente gran salto tecnológico, estas empresas tendrán que apostar por una fábrica adicional, que no será física, sino digital.