

Gemelo digital motor eléctrico y variador de frecuencia

Gemelo digital máquina de inducción y variador de frecuencia

GEMELO DIGITAL

Entendemos gemelo digital como replica virtual de un producto o proceso que consiste en un conjunto de información digital y algoritmos que, de manera integrada, representa el comportamiento de dicho producto o proceso en tiempo real.

Esta integración de la información genera una serie de datos que pueden relacionarse con el ciclo de vida de calidad, análisis de históricos, registros de mantenimiento o conocer mejor la vida útil de un producto o sistema.

La conexión a tiempo real también abre la puerta a la implementación de modelos predictivos de efectos operativos como la fatiga o modelos de toma de decisiones a partir de una tendencia.

DESCRIPCIÓN SISTEMA

El caso de estudio seleccionado como gemelo digital es el sistema compuesto por un motor eléctrico de inducción 0.12Kw (1LA7060-4AB12) y su variador de frecuencia SINAMICS G120 controlados desde un PLC Siemens S7-1200. El gemelo digital se comunica con el gemelo físico vía protocolo OPC UA y se ejecutará dentro de un equipo SIMATIC IPC427E Industrial Edge Device de Siemens.



Figure 1: Motor eléctrico y variador



Figure 2: Industrial Edge Device y PLC

Se entiende que el gemelo digital estará compuesto de dos modelos, modelo de comportamiento y modelo de diagnóstico.

Modelo de comportamiento

El algoritmo del comportamiento físico del gemelo digital se ha desarrollado en Simcenter Amesim. Simcenter Amesim es un software de simulación multi-física que calculará el estado del equipo ante la carga y perturbaciones impuestas basándose en las ecuaciones físicas del motor. Este modelo representa las partes eléctrica y mecánica del sistema y se calibra con una precisión inferior al 5%.

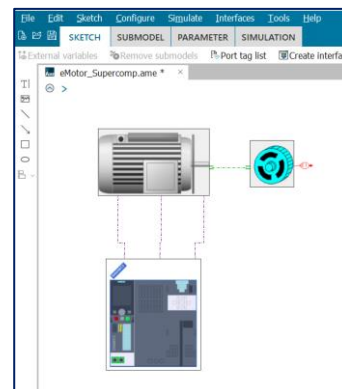


Figure 3: Modelo comportamiento Simcenter Amesim

Modelo de Diagnóstico

El modelo de diagnóstico compara los resultados simulados ajustados para un funcionamiento nominal con los reales del sistema recogidos por el variador de frecuencia. Si el sistema sale de su punto de funcionamiento nominal, el modelo de diagnóstico informa con alarmas, fallos y acciones correctivas a través de un código de fallo dando una posible resolución del problema o acción preventiva. El algoritmo de diagnóstico también se desarrolla en Simcenter Amesim a

través de su librería de señal. El diagnóstico diferencia entre fallos que prevalecen en el tiempo y fallos intermitentes de una determinada frecuencia.

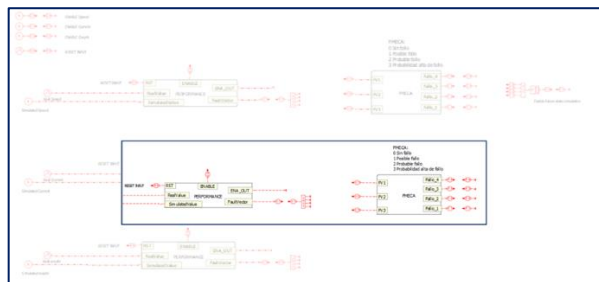


Figure 4: Modelo Diagnóstico Simcenter Amesim

Los modelos de comportamiento y diagnóstico conformarán el gemelo digital y se exportarán al estándar de intercambio de modelos FMU de sus siglas en inglés Functional Mockup Unit. Las FMU serán de Co-Simulación 2.0 y paso fijo y capaces de simular a tiempo real (1ms). Remarca que la asociación entre Simcenter Amesim e IED podría simularlas también en paso variable (mas rápido que el tiempo real).

Como se menciona anteriormente, estos algoritmos en formato FMU se conectarán al sistema real del motor a través de un equipo Industrial Edge Device (IED) donde se ejecutan en paralelo al proceso. El IED utilizará un broker mqtt de comunicación para gestionar la información entre las aplicaciones que tenga instaladas.

Dentro del IED, se mapean las señales que llegan vía OPC UA desde el controlador PLC del sistema real a través de la aplicación Flow Creator (basada en NodeRed). Las señales recibidas son entradas para las FMUs de Comportamiento y Diagnostico ejecutados con la aplicación LiveTwin.

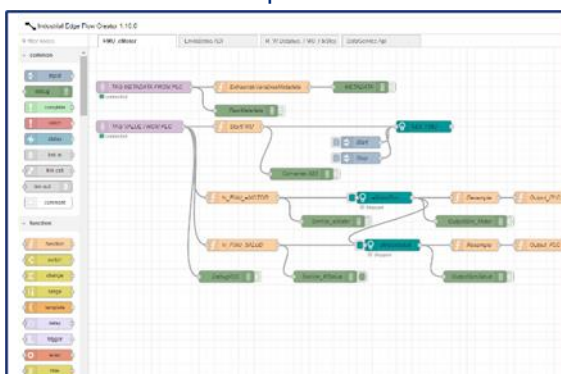


Figure 5: Flow creator app

Para hacer más completo el ejercicio, se han generado dos redes, una red industrial y otra con acceso a internet. En la primera solamente funcionará el sistema físico y la segunda red se conectará para realizar mantenimientos, volcados de datos y actualizaciones. El IED tendrá acceso a ambas redes.

OPERACIÓN DEL SISTEMA

Para gobernar y visualizar el sistema se ha desarrollado un HMI con varias pantallas denominadas Operación, Fallos y Graficas.

Desde Operación se controla la activación del motor a la velocidad deseada y se visualizan los datos reales del variador y simulados por el gemelo digital.

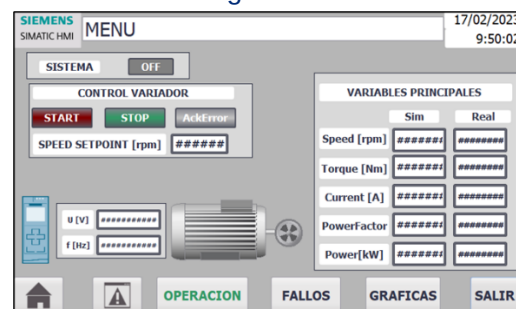


Figure 6: Interfaz HMI PLC

En el apartado Fallos se visualizarán los resultados del modelo de diagnóstico con los vectores de fallo y se indicarán los códigos de errores recogidos en la documentación asociada.

Por último, la pantalla Gráficas nos ayuda a entender visualmente el estado del sistema.

CONCLUSIONES:

1. Tras el desarrollo del gemelo digital, se observa el potencial de Simcenter Amesim para capturar de manera realista el comportamiento de sistemas multi-físicos complejos.

Esta plataforma de simulación, no solamente ayuda en las primeras fases de desarrollo de un producto o sistema para conocer mejor su comportamiento o dimensionarlo, también ayuda en condiciones operativas cuando conectamos los modelos de comportamiento a los sistemas reales para verificar si las

condiciones son correctas.

2. El Industrial Edge Device podría computar varios sistemas dentro de una misma red, desde motores eléctricos, compresores, sistemas de presión dando diagnósticos en tiempo real del punto de operación y estado del sistema.

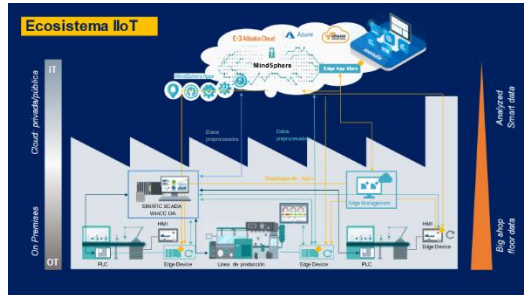


Figure 7: Ecosistema Industrial

3. Además, el IED, tiene una utilidad para la sensórica virtual midiendo variables que de otra forma serían muy difícil de medir.
4. Las simulaciones en el IED pueden ayudar también a la toma de decisiones a partir de una tendencia registrada en una serie de variables. Un ejemplo de esta aplicación con el gemelo digital del motor eléctrico es estudiar los desvíos de consumo o sobre costes que podría tener un malfuncionamiento continuado.
5. Mediante este tipo de computaciones en el borde del proceso, se optimiza el diseño, se descubren problemáticas de operación para un mismo producto en diferentes partes del mundo y se acerca así un cumplimiento de KPIs más completo.