

OPC UA, de protocolo para automatización a estándar global de interoperabilidad para la Industria 4.0

Durante el *OPC Day Europe* del año 2015, en el escenario de *Microsoft Corp.*, en París, se desvelaron muchas novedades en cuanto al emergente protocolo OPC UA (*Unified Architecture*) promovido por la *OPC Foundation*. Entre ellas cabe destacar tres actividades: la finalización de los trabajos sobre el *Global Discovery Service (GDS)*, el avance en las especificaciones del mecanismo de Publicación/ Suscripción (*Pub/Sub*) y las implementaciones de Ethernet IP basada en TSN (*Time-Sensitive Networking*). Por este motivo, asistimos expectantes un año después al nuevo *OPC Day Europe 2016* para conocer su evolución en el marco de la feria *Automatica* de Munich, dentro del pabellón *IT2Industry*.

2

La feria *IT2Industry@Automatica* aglutinaba a los expositores de mayor componente digital, sistemas *embedded*, *smart factory*, interfaces M2M, *big data/cloud* y seguridad TIC industrial. Son áreas de interés en expansión (+60%), lo que constatamos por el bullicio de profesionales de todas las edades y procedencias tanto en la conferencia abierta de Industria 4.0 como en las *testbed* de empresas de software y en la competitiva *makeathon* de robótica, IoT y automatización, con *Microsoft*, *MathWorks*, *Software Factory*, *Beckhoff*, *B&R*, *Bosch-Rexroth*, etc.

La interoperabilidad es puesta a prueba colaborativamente

OPC Foundation coordina periódicamente en el mundo encuentros técnicos entre sus miembros a modo de test de stress de los equipos de hardware y software. Sirven para poner a prueba la adhesión al protocolo, pero, sobre todo, la capacidad de interoperabi-



■ El Congreso OPC Day Europe 2016 de la *OPC Foundation* se celebró en el marco de *IT2Industry@Automatica* de Munich.

lidad. En un escenario de colaboración mutua y equilibrada entre fabricantes se pueden verificar los problemas, resolverlos con mucha más eficiencia y respetando las reglas de la Propiedad Intelectual.

A partir de los resultados de los encuentros técnicos se ha ido incrementando la presencia de fabricantes en un gran mural de demostración práctica de la intero-

perabilidad de OPC UA, presente en el stand que *OPC Foundation* disponía en *IT2Industry*.

Las empresas miembros de *OPC Foundation* que suministran implementaciones y herramientas de desarrollo de OPC UA como proveedores certificados son una pieza importante en su difusión y tenían una presencia compartida en el stand: *Unified Automation*,



■ Muro de demostración de interoperabilidad de OPC UA.



■ Ilsa Aigner, ministra de Baviera, con Stefan Hoppe.

Softing, ProsysOPC, Matrikon e Iconics. También estaban presentes algunos fabricantes de conversores de protocolo y sistemas *embedded* con OPC UA como *IBH Softec, National Instruments, Beckhoff* y *Siemens*.

Firma de acuerdos con otras organizaciones

Importante fue la presencia en *Automatica* del grupo de Robótica, Automatización y Visión Artificial de la asociación alemana de ingeniería *VDMA*, que celebró un foro sobre financiación de proyectos de sistemas de visión de máquina, *machine learning* y robótica colaborativa. También tuvo su reflejo en la firma de un acuerdo entre *VDMA Machine Vision* y *OPC Foundation* para desarrollar una especificación complementaria a OPC UA que permita desarrollar una interface genérica para los sistemas de visión artificial a nivel de usuario.

Organización global de la OPC Foundation

Los Grupos de Trabajo (GT) más activos formados por miembros y colaboradores de la *OPC Foundation* están focalizados en dos líneas de acción principales. La primera comprende diversos GT que se dedican a desarrollar el modelo de información del estándar UA con una hoja de ruta ambiciosa. Se persigue potenciar funcionalmente el estándar para su aplicación más

eficiente y generalista en el ámbito del IoT industrial, no solo en automatización industrial.

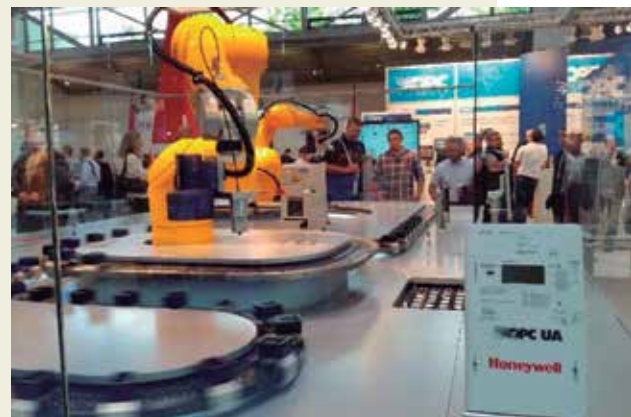
La segunda línea de acción se focaliza en lo que denominan las *Companion Specifications* o especificaciones complementarias a las especificaciones básicas de OPC UA, que surgen de la estrecha colaboración y acuerdo con otras entidades y organizaciones que disponen de sus propios protocolos, modelizaciones o estándares de

hecho en sectores verticales concretos o en industrias concretas.

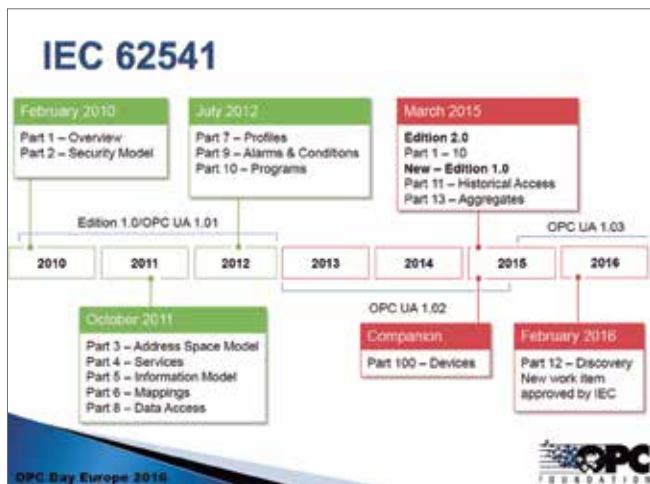
El alemán Stefan Hoppe, VP mundial de *OPC Foundation* y representante en Europa, ejerce como presidente y coordinador de las conferencias *OPC Day Europe* desde 2010 (ver entrevista al final de este artículo). Las sesiones del día previo al *OPC Day* son abiertas a todos los visitantes en general, y en ellas se exponen nociones generales de OPC UA, su seguridad

Open Integrated Factory-Gen 2016 según SAP

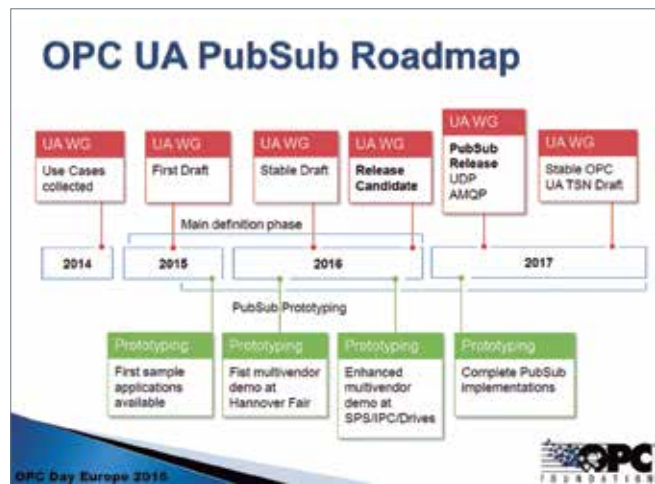
La *testbed* de SAP denominada *Open Integrated Factory-Gen 2016* demostraba casos de co-innovación con diversas tecnologías Industria 4.0 y TIC: *cloud* (SAP Hanna), sensores y contadores inteligentes (*Honeywell*), control (*Beckhoff*), robótica (*Stäubli*), visión (*Asentics*), impresión 3D (*Stratasys*), *wearables* (*Proglove*), todas comunicadas mediante *OPC UA* (*OPC Foundation*).



La *testbed* consistía en la creación de llaveros con chip inteligente integrado. En lugar de implementar la clásica pirámide de automatización, todos los procesos se entrelazan, desde la orden del cliente hasta el control de calidad, y desde la línea de ensamblaje hasta el nivel de gestión. Esto les permite orquestar en tiempo real el tamaño de lote a 1 unidad de modo ágil y eficiente, suministrando un llavero personalizado para cada visitante.



■ Hoja de ruta de OPC UA - IEC62541.



■ Hoja de ruta de OPC UA PubSub.

y la organización de *OPC Foundation*, detallando casos de uso de la mano de algunos usuarios y proveedores de herramientas de desarrollo.

4 Hoja de ruta de la funcionalidad de OPC UA

La hoja de ruta de las especificaciones de OPC UA como estándar IEC 62541 muestra su evolución hasta la versión 1.03

actual, que incluye los resultados del Grupo de Trabajo de *Discovery* con el *Global Discovery Service* ya disponible en especificación.

Aunque se sigue trabajando en



■ IT2Industry Open Conference.

la mejora del OPC UA Client/Server, por prioridad existen varios grupos de trabajo en torno al mecanismo de comunicación OPC UA Pub/Sub y entorno a la Ethernet

determinística, de los cuales hablaremos más adelante.

Las especificaciones complementarias o companion de OPC UA

Otros grupos de trabajo se dedican a la creación de especificaciones complementarias de OPC UA que amplían los modelos de información básicos de modo modular.

Recientemente, este mes de junio se ha formado, junto con el grupo de *packaging* de la organización OMAC, el grupo de trabajo para PackML, en el que participan tanto miembros de OMAC como de *OPC Foundation*.

La lista de *Companion Specs* abarca distintos sectores y tecnologías, como los dispositivos de campo, la instrumentación, la maquinaria, la automatización de edificios o la integración de sistemas: *UA for Devices*, *Analyzer Device Integration*, *Field Device Integration*, *AutomationML*, *UA for ISA95*, *BACnet*, *MDIS*, *UA for CNC*, *Euromap*, *Process Industry*, *Smart Grid* y *Machine Tools*.

Colaboración con otros grupos de estandarización

La *OPC Foundation* ha firmado diversos nuevos acuerdos de cooperación con otros grupos de estandarización, como *W3C*, *Open-*

IoT, gateways y analytics con TwinCAT de Beckhoff



Uno de los expositores más *IoT Ready* del IT2Industry, como muestra en las etiquetas de sus equipos de control TwinCAT y gateways de red EtherCAT, fue *Beckhoff*. Sus equipos están preparados para comunicar

directamente con los servicios en su propia nube *Beckhoff Cloud Services* y en otras como *Microsoft Azure* o *Amazon Web Services* mediante https, MQTT, AMQP y OPC UA. También mostraban un equipo de PC encastado para el registro de datos de ciclo de máquina. Luego, ya en la nube, realizaba el análisis combinado de datos de ciclo de múltiples máquinas.

Fog, CAN in Automation, IO-Link, Industrial Data Space y VDMA. La red está formada por 25 organizaciones y sigue en constante crecimiento. OPC UA está siendo adoptada ampliamente debido a sus capacidades únicas de modelado de información, que permiten la integración semántica de alto nivel para diversos campos de la tecnología de automatización. Junto con las características de seguridad incorporadas, puede ser una pieza fundamental de cualquier solución de la IoT en el futuro.

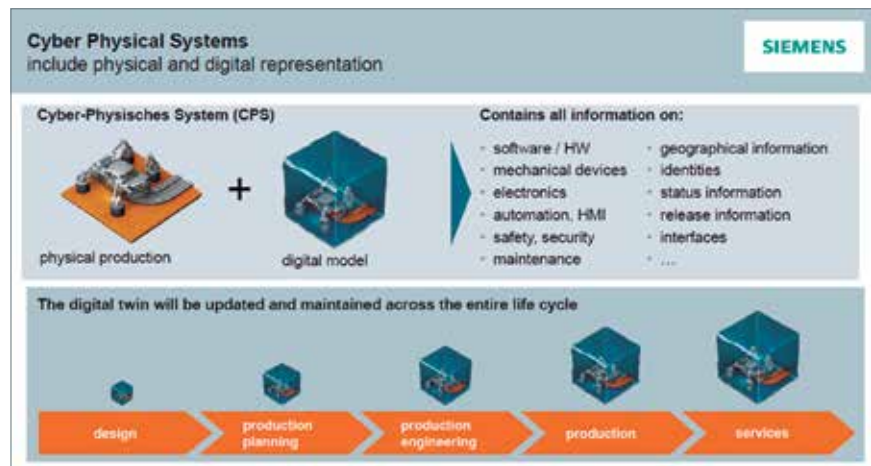
IT2Industry Open Conference sobre Industria 4.0, Seguridad y IoT

La Open Conference de IT2Industry abrió mostrando el trabajo en equipo de jóvenes y emprendedores en robótica, IoT y automatización, que son el presente y el futuro, motivados para dar mayor relevancia a la innovación y a la excelencia en ingeniería alemana y europea.

Seguridad TIC en la Industria 4.0

La seguridad –tanto en el concepto de *Security* como de *Safety*– es uno de los aspectos más imbricados en todas las presentaciones que giraron alrededor de la Industria 4.0 y el IoT.

Wolfgang Klasen, de *Siemens*, miembro de la plataforma alemana de la Industria 4.0., explicó los factores específicos que influyen en la seguridad TIC de los sectores industriales, como son la digitalización de infraestructuras, el crecimiento en sistemas encastados conectados a red, la comunicación entre dispositivos M2M y la necesidad de gestionar la Propiedad Intelectual. Propone establecer mecanismos de prevención y aplicar el principio de *seguridad por diseño* para que sea robusta, fácil de aplicar y válida a largo plazo, en concreto, para ciclos de vida útil de 15 años. Los retos de las industrias productivas siguen siendo la calidad, la flexibilidad y la velocidad en la innovación, con el nuevo añadido de la Producción



■ Proyecto IUNO - Seguridad IT en Industria 4.0.

Individualizada para cada cliente. Para ello, alineado con la I4.0, propone extender el modelo de *gemelo digital* en la infraestructura productiva a lo largo de todo el ciclo de vida desde diseño, ingeniería, producción y servicio.

■ Extender el *gemelo digital* a lo largo del ciclo de vida entero.

Por ello, apoya la participación de *Siemens* en el proyecto IUNO de referencia alemán en Seguridad TIC como fundamento de confianza en la seguridad de la Industria 4.0.

TÜV SÜD sobre wlos ciberataques a infraestructuras

Ahondando en la actualidad de los ciberataques, Armin H. Pfoh,

Beneficios de UA

- Protocolo de seguridad incorporada por diseño.
- Conexión segura a equipos no seguros.
- Fiabilidad de comunicación: la redundancia.
- El Objeto OPC UA introduce un espacio de direccionamiento unificado para sus modelos básicos de OPC Clásico, correspondiendo: los atributos y variables a *Data Access* y *Historial Data Access*, la suscripción de eventos, a *Alarms Conditions*, los métodos, a *Programs*.
- Modelo complejo de datos: OPC UA puede buscar por el dispositivo en la red y obtener los datos con su significado (descripción).
- El uso de llamadas a métodos/programas del dispositivo: OPC UA puede transportar los parámetros del método/programa por un canal seguro.
- El protocolo de transporte será intercambiable entre diferentes mecanismos como Publicación-Suscripción.
- La integración vertical: el uso de pasarelas, hablar directamente con los sensores, la comunicación a diferentes niveles.
- Es encastable en cualquier dispositivo y si no es posible se utiliza una puerta de enlace.
- Se pueden utilizar OPC UA en la comunicación PLC-PLC usando PLC Open y redes rápidas sobre Ethernet.
- Las especificaciones OPC UA son norma estándar IEC 62541.
- *OPC Foundation* está formada por 437 miembros (216 en Europa).
- Nuevo acuerdo con VDMA para visión artificial en máquinas.
- Norma internacional independiente y Open Source.



■ TÜV SÜD sobre los ciberataques a infraestructuras.



■ Pre-conferencia del OPC Day.

CTO de Servicios Digitales de TÜV SÜD AG, advirtió de que los intentos de acceso no autorizado a sistemas de control y scada de infraestructura pública y privada son globales, sin relación con la relevancia y el tamaño del objetivo. Por ejemplo, también pueden afectar a la planta de tratamiento de aguas de una pequeña ciudad. Dado que los atacantes potenciales están familiarizados con los protocolos usados en la red de control, como por ejemplo SNMP, Modbus/TCP o S7Comm, recomienda a los operadores monitorizar y vigilar la seguridad también de los protocolos industriales.

Detlef Houdeau de Infineon propuso armonizar las mejores prácticas de seguridad en Internet de diferentes ámbitos (gobierno, eHealth, energía, seguridad en centros de datos y transporte ferroviario) en una pasarela común denominada *Gateway Connector*.

Plataformas cloud de IIoT: no hay interoperabilidad

La conectividad disponible en las plataformas de software en la nube de la IIoT industrial es insuficiente, ya que no ofrece interoperabilidad entre dispositivos de distintas plataformas con el rendimiento, la fiabilidad y la seguridad requeridas en la industria.

Con esta premisa, Stefan Hoppe presenta OPC UA como clave para la interoperabilidad en IIoT.

OPC Unified Architecture, como sus siglas revelan, viene a unificar la arquitectura y las especificaciones de *Data Access (DA)*, *Alarms and Events (AE)*, *Historical Data Access (HDA)*,... garantizando la compatibilidad con el OPC clásico común en automatización industrial, pero con la ventaja de que puede operar sin las limitaciones de comunicaciones en procesos distribuidos DCOM de Windows.

Con UA, *OPC Foundation* redefine unas especificaciones globales, escalables e independientes de la plataforma sobre la que se quiera implementar: Windows, Unix, Linux, Embedded RTOS y lenguajes C/C++, Java, .NET y otros por venir.

Las especificaciones y la implementación de referencia de OPC UA se han sometido al análisis de la seguridad por parte de la BSI,

agencia federal alemana de seguridad en TI, cuyos resultados se publicaron en junio de 2016.

¿Qué aporta OPC UA con respecto a lo conocido del OPC clásico?

Para los conocedores del OPC clásico, UA aporta una serie de ventajas y extensiones que permiten que lo puedan usar desde los dispositivos más pequeños hasta los sistemas más grandes.

A parte de los modelos de información existentes de DA (Acceso a datos), AC (Alarmas y Condiciones), HDA (Acceso a datos históricos), incorpora la llamada a programas o métodos y la posibilidad de usar un modelo extendido para un caso de uso o una industria mediante *Companion Specifications*. Su definición se basa en la colaboración con otras organizaciones como *BACnet*, *PLCopen* o *AutomationML*, o se basa en casos de uso o requerimientos especiales como

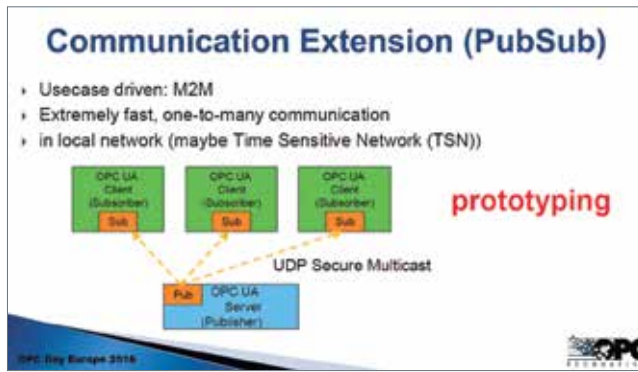
Device Integration, *Field Device Integration* o *Analyzer Device Integration*.

En definitiva, cada aplicación puede utilizar un perfil de OPC UA propio conforme a los requerimientos y puede disponer de una Certificación de conformidad a las especificaciones basada en casos de prueba fiables.

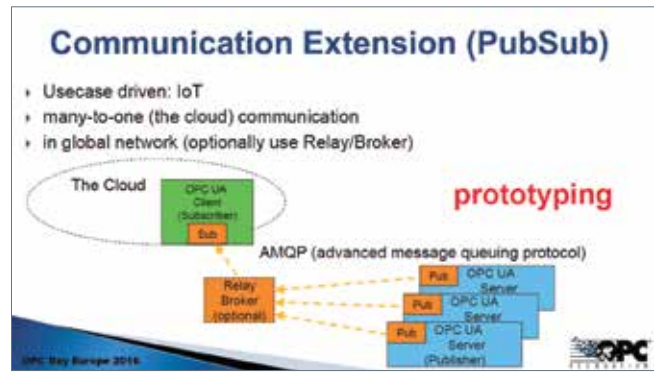
En UA, los objetos de datos incorporan su propia descripción semántica



■ Uwe Steinkrauss en la introducción técnica de UA.



■ Caso de uso de PubSub para M2M.



■ Caso de uso de PubSub para IoT.

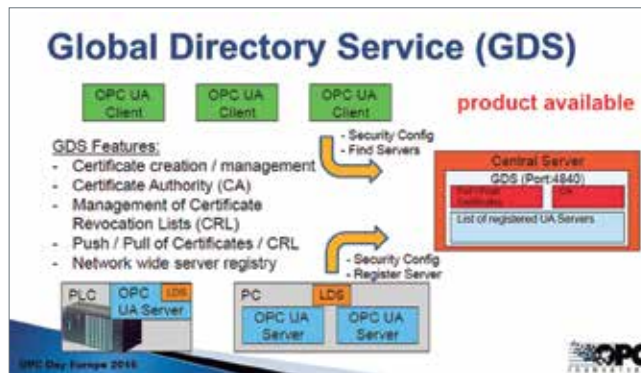
y se amplían con el objeto archivo que permite la función de transferencia de archivos.

El modelo de datos se puede importar y exportar en el Servidor OPC mediante un esquema XML. También es posible cargar de modo offline el espacio de direccionamiento de datos para la puesta en servicio de un Cliente OPC sin que el servidor esté disponible.

Para localizar a los servidores OPC UA en la red local, el servicio *OPC enum* es ahora denominado *Local Discovery Service* en el puerto 4840. También podrá funcionar como *DNS multicast (LDS-ME)*, tal como se detectan los ordenadores y periféricos de Windows. En la red global se dispondrá del *Global Discovery Service (GDS)*, donde todos los servidores de la subred estarán registrados para exponerse a los clientes OPC. El GDS también gestionará el intercambio de certificados de seguridad como lo realiza un controlador de dominio.

Los mecanismos de transporte y comunicación clásicos de OPC de Cliente-Servidor sobre TCP se rediseñan en UA en base a arquitectura SOA y también a Publicación/ Suscripción sobre UDP.

• Petición/Respuesta sobre TCP: para un pequeño número de OPC clientes es más seguro y potente, con alto consumo de recursos para



■ Global Discovery Service.

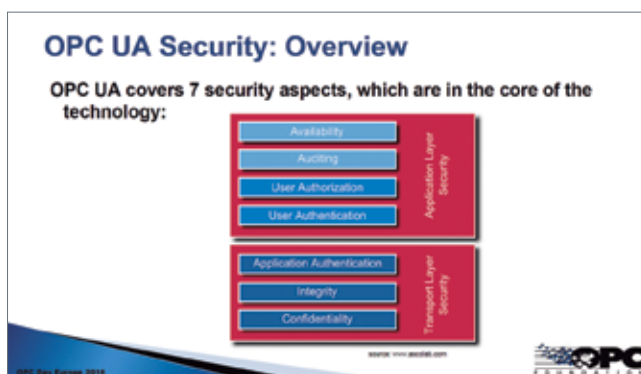
cantidades >500 clientes.

• Publicación/Suscripción Pub/Sub sobre UDP: para un gran número de sensores en una red es más ágil y con bajo consumo de recursos, admitiendo >1.000 suscriptores.

La comunicación por Pub/Sub está en fase de prototipo, así como *UDP Secure Multicast*.

También existe en prototipo de red Ethernet TSN, necesaria para asegurar una comunicación determinística y con pocos recursos.

Para la Pub/Sub se trabaja en los dos casos de uso pensados para M2M y para IoT, que aparecen en las figuras superiores.



■ Capas de seguridad en OPC UA.

OPC UA diseñado con la seguridad incorporada

A diferencia del OPC clásico usado principalmente en las comunicaciones para control de proceso (HMI, scada, DCS), OPC UA se enfoca a un amplio alcance, desde los sensores de planta hasta el nivel de gestión ERP, a nuevos

mercados verticales, como son el I4.0 y IoT. En este sentido, surgen nuevas amenazas a la seguridad por la integración de redes industriales en redes corporativas, el acceso remoto, el uso de la nube y el aumento de ciberataques a infraestructura.

Por ello, el diseño de UA incorpora la seguridad en las capas de transporte y de aplicación:

Seguridad en la capa de transporte:

- Confidencialidad: cifrado de mensajes.
- Integridad: firma de los mensajes.
- Disponibilidad: procesamiento mínimo antes de la autenticación

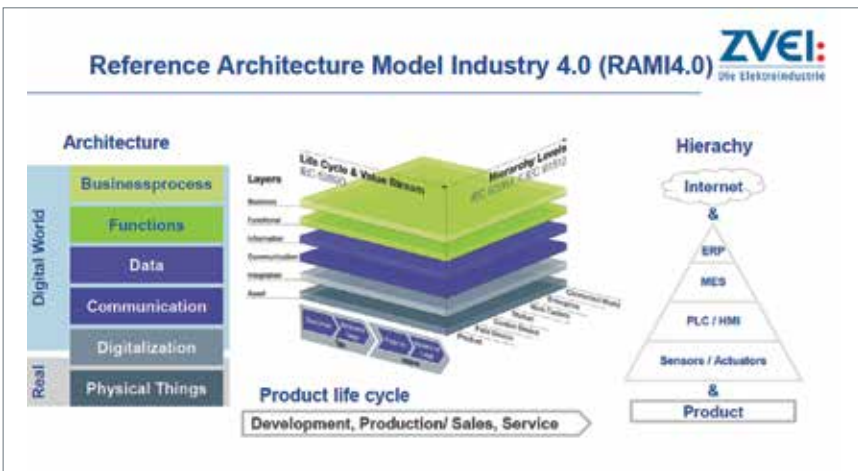
(restricción en el tamaño de los mensajes, códigos de error devueltos no relativos a seguridad) y sobre todo para asegurar el sitio contra ataques de denegación de servicio.

Seguridad en la capa de aplicación:

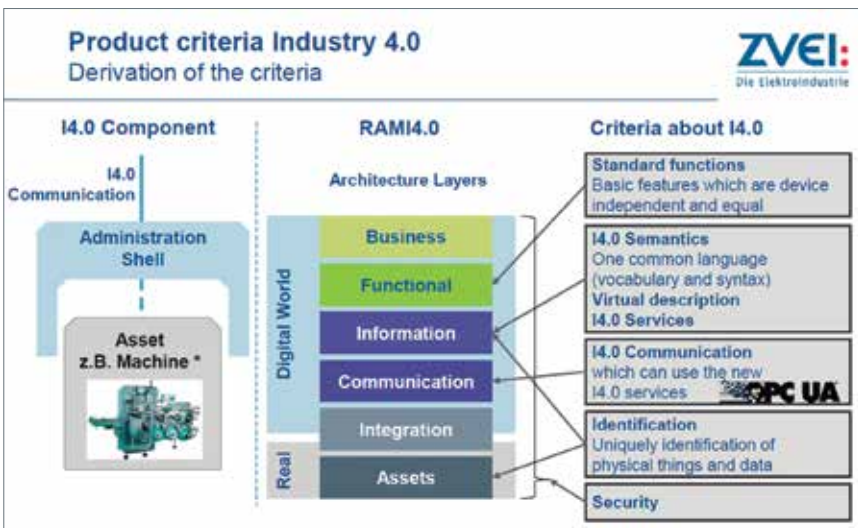
- Autenticación de usuarios: se adapta a *Active Directory* de Windows existente.



■ OPC UA en RAMI4.0 anticipado por Martin Hankel.



■ El modelo de arquitectura de referencia de Industry 4.0.



■ Criterios para considerar un producto como componente I4.0.

- Autenticación de aplicaciones: se usan los certificados de la instancia de aplicación emitidos por una autoridad de certificación.
- Autorización: de acceso a un espacio de direccionamiento del servidor y solo para unos objetos determinados según el perfil del usuario. El resto de datos no son visibles.

- Auditabilidad: genera los eventos de *audit trail* para las operaciones relativas a la seguridad.
- El uso de la seguridad que proporciona OPC UA contribuye a la seguridad general de todo el sistema (defensa en profundidad). Recomienda en la práctica verificar los riesgos, las consecuencias y su probabilidad, aunque se disponga

de pocos datos sobre incidencias ocurridas, sobre todo de los puntos expuestos en los *Discovery Services*.

OPC UA en la capa de comunicación de RAMI4.0

El estado del modelo de arquitectura de referencia de la Industria 4.0 (RAMI4.0) fue expuesto por uno de sus ponentes principales, Martin Hankel, de *Bosch Rexroth AG* y en calidad de miembro de ZVEI, la agrupación de la industria eléctrica-electrónica alemana.

La arquitectura de RAMI4.0 está basada en seis capas que representan los dominios en que se modelizan los *assets* o activos de producción que forman la base o capa inferior. Cuando se habla de *assets* se refiere a entidades *reales* físicas (productos, componentes, equipos,...) incluyendo a los recursos humanos (operativos), al software y a los procedimientos. Si a los *assets* les añadimos un caparazón digital con el resto de capas, la *Administration Shell*, tenemos un *I4.0-Component*. Se trata de la pieza de construcción de la Industria 4.0 formada por el binomio de producto real y digital cuya información se estructura por cada fase de su ciclo de vida.

Actualmente se trabaja en los criterios para distinguir qué producto es ya un *I4.0-Component* y cuál no lo es. Por ejemplo, que disponga de una identificación única, de una interfaz de comunicación y de una semántica común (especificaciones técnicas y funcionales).

También se está colaborando con el *Industrial Internet Consortium (IIC)* americano, que dispone de una arquitectura de referencia propia, la IIRA, para acordar la arquitectura de referencia fusionada (RAMI4.0+IIRA) como un nuevo estándar común ISO/EIC, sin menoscabo de la *Systemarchitecture* china.

Por el momento, ambas organizaciones han incorporado en el modelo las comunicaciones basadas en OPC UA tanto en IIRA como en RAMI.

La parte digital de los componentes I4.0

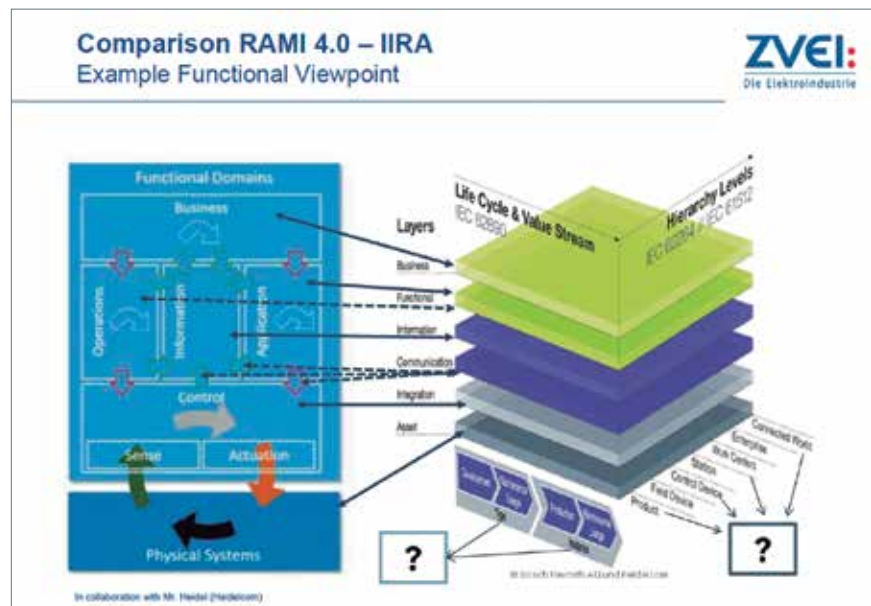
Michael Hoffmeister, de Festo como miembro de la Plattform Industrie 4.0, profundizó en la estructura del *I4.0-Component* para hablar sobre su identificación única, su persistencia digital (repositorio de tipos e instancias del componente) y la categorización ontológica de los tipos de componentes que enmarca su modelo de datos y funcionalidad.

El modelo de información troncal para la *Administration Shell* que propone *en estudio* se basa en el IEC62832 (*Digital Factory*) asociado a otros submodelos de información pre-existentes, como IEC 61804 (EDDL), IEC 62543 (FDT), EN/IEC 61508/61511/62051 (SIL), etc., según sea la ontología del *I4.0-Component*. En este sentido, existe un grupo de trabajo de la Plattform I4.0 para crear un *lenguaje común* para la Industrie 4.0, con el objetivo de facilitar la interacción entre *I4.0-Components*.

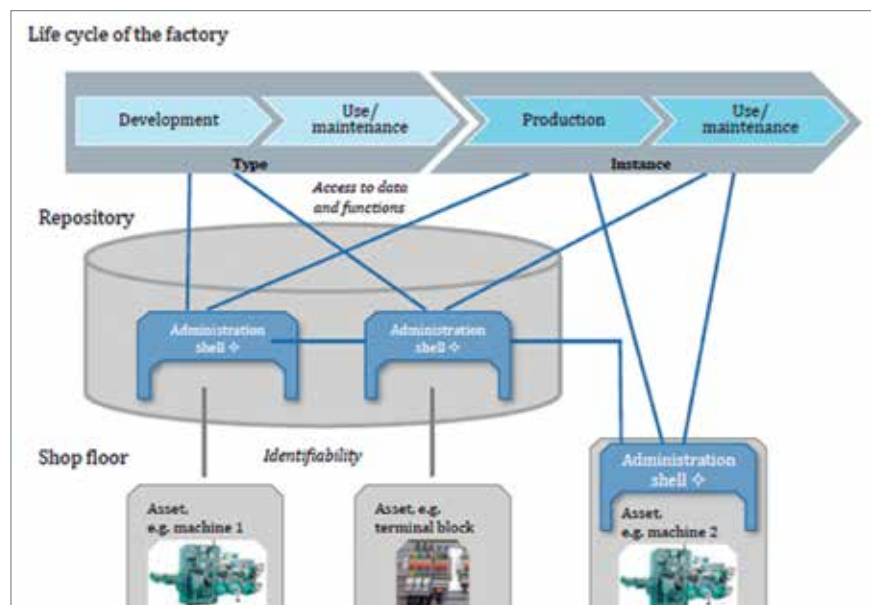
Para evaluar el *I4.0-Component* existe una implementación en código abierto de *Administration Shell* openAAS a modo de guía, que incluye en sus especificaciones el *stack* de OPC UA como servidor entre otros interfaces.

Dispositivos y plataformas para OPC UA: Hololens and .NET multiplataforma

Con un llamativo lema: *Microsoft loves OPC UA!*, Erich Barnstedt empezó mostrando los proyectos internos para OPC UA iniciados el año pasado. OPC UA está ahora integrado a los servicios en la nube Azure y han estado desarrollando una nueva versión de la pila OPC UA .Net para la Plataforma Universal de Windows (UWP) con ASP.NET Core y Xamarin. Con esta pila realizaron una demostración multiplataforma de aplicación OPC UA con clientes .Net en Windows, Linux y Apple iOSX. También mostraron un cliente OPC UA en la realidad aumentada de las Hololens.



■ Correspondencia entre los modelos RAMI 4.0 y IIRA.



■ Disponibilidad de *I4-Component* en el ciclo de vida del asset.

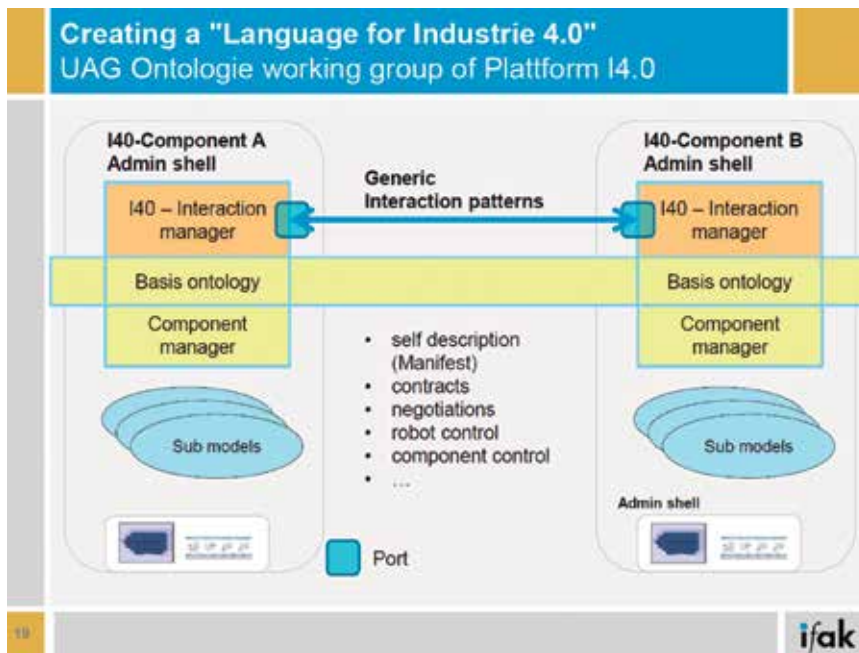
La nube de SAP opera dispositivos entrelazados con OPC UA

Honeywell y *SAP* ofrecieron presentaciones de su caso de uso real que se mostraba en la *testbed Open Integrated Factory* (ver recuadro). El sistema MES de *SAP* (ME) dispone de capacidades de cliente y servidor OPC UA como parte de su herramienta de conectividad de planta (PCo), simplificando la integración de los diversos sistemas de producción con OPC UA y servicios web.

A destacar que las rutas de tra-

bajo del MES eran flexibles al no estar codificadas en un único controlador, sino que utilizaban microservicios en cada elemento. Cada subsistema o unidad máquina en la demo –*SAP* PCo, robots, cámara, transporte de piezas y marcador laser– eran proveedores de servicios (SOA) tanto como cliente como servidor OPC UA. A parte de leer *tags*, también llaman a métodos OPC y usaban Pub/Sub para notificación de eventos y alarmas.

Además, un OPC UA Server encastado en el transportador cap-



■ Ontología en estudio para categorizar los componentes I4.0.

10 turaba datos de vibración y aceleración y analizaba la operación de ensamblaje y desplazamiento del producto en tiempo real. También disponía de OPC UA el Smart Meter Elster para las medidas energéticas.

Informe de la BSI acerca de la seguridad de OPC UA

La Oficina Federal para la Seguridad de la Información (BSI) ha realizado una evaluación de la seguridad de OPC UA para la Industria 4.0. Jens Wiesner presentó

los resultados y el veredicto general es que la especificación es buena en cuanto al diseño de la



■ La intervención más valorada fue la realizada por Heinrich Munz, de Kuka Robotics.

seguridad y que los protocolos derivados proporcionan un alto nivel de seguridad. Recomiendan, por supuesto, usar los modos de seguridad con *firma* o *firma y encriptación*.

A nivel práctico, sometieron a prueba una implementación de servidor basado en la pila Ansi C, que es más común en la industria. Se efectuó testeó estático y dinámico *fuzzing* en que se generaron entradas inválidas con 15 millones de paquetes enviados sin bloqueos. Apuntan como un desafío futuro la gestión de los certificados.

M2M Alliance para IoT y M2M

M2M Alliance es una asociación sobre comunicaciones entre máquinas M2M y en dispositivos IoT que agrupa a fabricantes de maquinaria y bienes de equipos de diversos sectores. Promueven una arquitectura de seguridad en las telecomunicaciones en salud, entre vehículos y en *Smart Metering* con una capa de transporte segura de extremo a extremo.

KUKA con Time-Sensitive Networking para comunicación M2M en la Industria 4.0

Heinrich Munz, líder en la arquitectura de Industria 4.0 en *Kuka Robotics*, justifica su impulso al protocolo OPC



■ Microsoft y OPC en renovada sintonía con UA.



■ Servidor OPC UA encastado para monitorización de equipos.

UA basado en UDP especialmente, ya que junto con la ampliación de Ethernet con *Time-Sensitive Networking (TSN)* permitirá capacidades de tiempo real incluso para aplicaciones críticas para tiempos de respuesta < 1 ms. Este nuevo valor de latencia máxima de 1 ms representa un salto importante respecto a los 10 ms de TCP/IP.

TSN parte del protocolo *Audio-Video Bridging* y aprovecha un mix de varias tecnologías en desarrollo y ampliación del estándar IEEE 802.1 para sincronización de tiempos (802.1.AS), para separación y priorización de tráfico en VLAN (802.1.Q) y para redes redundantes (802.1.CB).

A pesar de que el objetivo está en las comunicaciones en tiempo real, la idea de OPC UA sobre TSN no es reemplazar los buses de campo existentes (para comunicaciones de E/S) en control de proceso, robótica e instrumentación como Profinet, EtherCAT, FF, Hart, etc.

Sin embargo, las capacidades a tiempo real de TSN, en tiempo de respuesta y ancho de banda garantizado, junto con los modelos de información de UA, abren un abanico de nuevas aplicaciones interesantes para la interacción de dispositivos (*peer to peer*) en los diferentes casos de uso M2M. Por ello, no es casualidad que diversas asociaciones de buses de campo colaboren en la creación de especificaciones *companion* para OPC UA.

Heinrich Munz presentó tres casos de uso relacionados con las líneas de envasado en *B&R*, con la visión artificial en *Trumpf* y el propio caso *Kuka Connect Cloud* y *Edge Cloud*.

Kuka Robotics participa en la *testbed* de *Sensitive Networking* para el *Industrial Internet Consortium (IIC)* junto con *Bosch Rexroth*, *B&R Industrial Automation*, *Innovasic*, *National Instruments* y *Schneider Electric*. Los controladores de estos fabricantes usan el adaptador de red Intel I210 con capacidades de TSN. Para la conmutación de la red por parte de *Cisco* y *TTTech* se



■ Pila OPC UA de .Net multiplataforma.

aportan los *switches* preparados para TSN.

Tanto las aplicaciones en la nube y la transferencia de datos en tiempo real se basan en un avance del próximo modelo de comunicación Publicación/Subscription que se está preparando para la especificación OPC UA 1.04, que saldrá publicada durante la primera mitad de 2017.

Conclusiones

Se trata de una tecnología bien asentada en su base y en expansión tanto en funcionalidad como en el grado de adopción por parte de la industria de automatización.

Su modelo de información y protocolo con seguridad intrínseca transcrito en las especificaciones OPC UA lo posiciona con ventaja para contribuir en muchas otras áreas funcionales y sectores. Tendrá que colaborar también con los modelos de información y comunicaciones, sobre todo con OPC UA Pub/Sub en la nube, las redes de sensores *smart* y de dispositivos IoT emergentes.

Las especificaciones de GDS están ya disponibles junto con ejemplos de implementación a disposición de los miembros. La expectativa de disponer del mecanismo de Pub/Sub operativo se hará esperar aún hasta 2017, pero el compromiso de actores importantes de la industria en Pub/Sub sobre TSN en presentar un caso de uso en una plataforma conjunta de demostración es un paso decisivo.

En cuanto al grado de adopción

en el mercado, este es muy elevado por parte de los fabricantes de automatización. También hay un creciente número de referencias de proyectos en clientes finales de aplicación de OPC UA más allá de una migración de OPC clásico a OPC UA básico (DA, EA y HA), pero queda camino por recorrer.

Uno de los motivos por los que UA está extendiendo su modelo de datos y protocolo mediante las especificaciones complementarias *companion* también es para poder abarcar otros sectores o dominios fuera del industrial. Con esta estrategia encajará, tanto en la arquitectura IIRA (de alcance infraestructura *smart*) como en la RAMI4.0 (de alcance industrial) mejor que otros protocolos de comunicaciones más restringidos a un dominio o sector.

Es interesante también el papel de *OPC Foundation* como enlace de comunicaciones entre los modelos americano y europeo, lo que puede ayudar a cohesionar una arquitectura de referencia global. La capacidad de OPC UA para modelizar la información de los *assets* y gestionar las comunicaciones de modo seguro se muestra como un valor de futuro en la arquitectura de la Industria 4.0.

David Badia Sendra

Socio en INLEAN Engineering
Miembro del Grupo de Trabajo IoT y Sistemas Embedded del COEIC
@davidbadia

Entrevista a Stefan Hoppe, VP de OPC Foundation

“OPC UA es mucho más que un simple protocolo”

Con motivo del *Congreso OPC Day Europe 2016* que se celebró en el marco de la feria Automática de Munich, tuvimos la ocasión de entrevistar a Stefan Hoppe, vicepresidente de *OPC Foundation*, organización que mantiene y promueve la estandarización de comunicaciones y la interoperabilidad en automatización industrial desde los inicios del OPC clásico al futuro a través de la nueva Arquitectura Unificada de OPC UA.



David Badía (DB). En primer lugar, dado que hay diversos estándares de comunicaciones en TIC e Industria que se impulsan desde diferentes ámbitos desde el concepto *Smart*, las *Smart Cities*, *Smart Energy*, *Smart Manufacturing*, etc., ¿cree que OPC –que lidera los estándares de IT Industriales– puede ser líder con UA en la IoT Industrial y también, por extensión, en la IoT en general?

Stefan Hoppe (SH). Por supuesto. Lo creo porque *OPC Unified Architecture* es una versión más reciente de OPC y por ello no estamos hablando del OPC clásico basado en COM/DCOM, que solo se ejecuta en el sistema operativo *Microsoft*. OPC UA arquitectura unificada es completamente independiente del sistema operativo, independiente del lenguaje de programación; y además incorpora la seguridad por diseño. Así que si usted pone UA en su dispositivo, el fabricante del dispositivo puede especificar qué datos están disponibles y para quién están disponibles sobre la base de mecanismos de seguridad.

De este modo, usted puede proteger y modelar sus datos y luego definir el tipo de interface de datos que los hagan disponibles para el mundo exterior. Con ello tiene una combinación de funciones, por lo que mi mensaje es que OPC UA es mucho más que un simple protocolo. El primer paso es pensar que dispongo de un dispositivo y quiero exponer datos e información. Lo hago fácilmente, con la seguridad incorporada y luego, efectivamente, veo que hay un protocolo subyacente y que se puede extender también.

Esta funcionalidad básica, este paquete, es único en la industria. En combinación con UA, la *OPC Foundation*, como una organización sin ánimo de lucro, facilita las políticas IP de protección, de sistema abierto que no es propiedad de nadie y completamente independiente. En el consejo de administración, en realidad las empresas de IT y OT se juntan. Hay empresas de tecnologías operacionales (OT) provenientes del mundo de la automatización como *Siemens*, *Honeywell*, *Beckhoff*, *Yokogawa*, pero también hay empresas de tecnologías de la información (IT) como *SAP* y *Microsoft*. Por lo tanto, OPC UA es completamente independiente del mercado vertical y este mecanismo básico se requiere en todas partes.

OPC UA es ya la única recomendación que figura en la arquitectura de referencia de la Industria 4.0 alemana (RAMI). Esto es muy importante para ayudarnos a promover, para crecer y, como se ve en la pared de demostración del stand de *OPC Foundation*, lo implanta desde un pequeño sensor de medición inteligente hasta arriba, en la nube de *Microsoft Azure Cloud*.

DB. La *OPC Foundation* también está colaborando con otras asociaciones técnicas, profesionales y sectoriales en los Estados Unidos, Europa y Asia. ¿Es realmente una organización

global y conciliadora de estándares en este sentido?

SH. Por supuesto, esta es la forma en que OPC crece y, definitivamente, ahora tenemos que cambiar de lema, porque *OPC Foundation* ya no es solo el estándar de interoperabilidad para la automatización industrial. Tiene que ser el estándar de interoperabilidad industrial, que tiene un gran impacto en muchos otros dominios. Actualmente, la fundación está realizando colaboraciones con unas cuarenta organizaciones diferentes y en estos momentos recibimos una llamada de teléfono cada dos semanas de otra organización diciendo: *Esto es exactamente lo que estamos buscando. Queremos mantener nuestro modelo de información, ya que somos los expertos en máquinas de embalaje; somos los expertos en máquinas de moldeo por inyección; somos los expertos en cámaras de visión; somos los expertos en lectores RFID, pero no sabemos exactamente cómo transportar los datos de manera segura e interoperativa, ¿puede la OPC Foundation ayudarnos?.* Esa es la razón por la que la *OPC Foundation* está creciendo rápidamente, de manera espectacular en todos los otros tipos de dominios.

DB. ¿Cuál es el estado de adopción de OPC UA por parte de la industria? Porque sabemos que el grado de implantación del OPC clásico para acceso a datos, alarmas, eventos y datos históricos es muy común. En cambio, OPC UA como el nuevo estándar que surge hace 3-5 años, ¿todavía está llegando o está aquí ya para el futuro?

SH. Su adopción y su visibilidad son diferentes en el mundo.

DB. Viendo la adopción y la transición a la nueva tecnología en los sistemas legado existentes y su aplicación en nuevas instalaciones, ¿cuál cree que es el alcance o la hoja de ruta para el hito de ver la prevalencia de OPC UA?

SH. La más alta visibilidad de OPC UA se da en Europa, específicamente en Alemania. Eso es cierto, pero es también la razón por la cual el 50% de todos los miembros globales de la *OPC Foundation* son procedentes de Europa. Es por eso que me siento muy orgulloso de ello. En Europa, las empresas están habituadas a colaborar entre sí. Nos sentamos junto con nuestros competidores y tratamos de resolver lo que sea de una manera armónica. Tal vez la cultura en otras zonas del mundo es un poco diferente, pero estoy bastante convencido de que esta visión de interoperabilidad crecerá en otras áreas. Sobre el punto de adopción, si usted hoy construye fábricas totalmente nuevas ya hay productos suficientes para utilizarlos directamente con la funcionalidad OPC habilitada. Por otra parte, para las fábricas existentes, hay muchas puertas de enlace



(gateways) disponibles. Por ejemplo, en la pared de demostración del stand de la *OPC Foundation* puede usted ver puertas de enlace para enlazar desde un dispositivo de *Rockwell* o de *Siemens*. Puede ver este pequeño dispositivo de allí en el lado derecho que vale unos 600 € y puede conectar tres dispositivos de *Siemens*, que de forma automática pasan a ser conectados a OPC UA.

DB. Un punto que ha mencionado usted es la presencia en Europa de la *OPC Foundation*. ¿Cuáles son los posicionamientos de Estados Unidos y de Europa, de la *Industrie 4.0* alemana y de las organizaciones relativas al IoT como el *IIC (Industrial Internet Consortium)* norteamericano? ¿Puede ser la estandarización que propone un puente entre los dos enfoques, uno desde la óptica más corporativa del IIC y el otro más gubernamental?

SH. El Consorcio de Internet Industrial (IIC) no está estableciendo estándares, más bien está implementando bancos de pruebas (*testbeds*). Si usted consulta las recomendaciones de referencia de la IIC se listan cinco protocolos y OPC está listado como protocolo entre ellos. Por lo tanto, no hay competencia de protocolos entre la *Industrie 4.0* alemana y el *Industrial Internet Consortium* americano. A la prensa le gusta que exista competencia en una forma sensacionalista, pero la realidad es que hablamos los unos con los otros. En nuestro caso incluso hemos escrito un documento de posicionamiento sobre cómo podemos tender puentes entre mundos diferentes. Por ejemplo, si hay un protocolo estándar específico en un dominio específico, BACnet, por ejemplo, que es el protocolo predeterminado en la automatización de edificios, hay un puente entre BACnet y OPC UA. Si hay otras industrias como la militar o la aeroespacial que están utilizando *Data Distribution Service*, por ejemplo, también hay un puente entre DDS y OPC UA. De este modo demostramos en la práctica lo que establece el documento de posicionamiento.

DB. Otra cuestión que es interesante para las pequeñas y medianas empresas, ¿cuáles cree

que son las oportunidades y ventajas en el uso del estándar OPC UA para las empresas de automatización aplicado a sus productos? ¿Y para los proveedores de soluciones recomendado para la integración de sistemas en la industria? ¿Cree usted que es importante su interoperabilidad para las pyme?

SH. Por supuesto, y lo interesante es que normalmente son empresas de tamaño mediano y pequeño las que empujan las normas porque sobre todo se benefician de un creciente ecosistema. Si existe un estándar definido, una pequeña empresa que está siguiendo el estándar tiene un ecosistema maximizado donde vender sus productos. Lo que es interesante aquí es que las grandes empresas como *Siemens*, *SAP* o *Beckhoff* han empujado mucho en este sentido. Trabajé para *Beckhoff* anteriormente. *Beckhoff* y *Siemens* crearon juntos los primeros productos de OPC UA en el año 2008. Y todo el mundo se pregunta: ¿*Siemens* hizo el primer producto en 2008? Pues hay que decir que *SAP* implementó OPC UA en su producto ya en el año 2010.

DB. Entiendo que OPC UA facilita la integración de productos de terceros dentro de un mismo ecosistema industrial.

SH. Se puede conectar una máquina a *SAP* en media hora con el estándar OPC UA. Esto es efectivamente lo que están mostrando (en el stand de *SAP*). Su visión es la siguiente: tengo la planta de fabricación, abro la puerta, me desplazo a una nueva máquina y esta máquina está media hora más tarde conectada a *SAP*. A continuación, el siguiente producto puede entrar dentro de la planta y procesarse en la nueva máquina para individualizar el producto. No es un sueño, es solo la realidad. Sí, estoy totalmente de acuerdo en que las pymes deberían absolutamente adoptar más OPC UA, ya que hay un beneficio de tener un enorme ecosistema para vender sus productos.

DB. Pregunto sobre ello porque en el mercado



español y en el del sur de Europa en general hay un importante tejido de pymes fabricantes y proveedores industriales.

SH. Por ejemplo, para las pymes, si son compatibles con esto, inmediatamente su producto está conectado a *SAP*, e inmediatamente está conectado a *Microsoft Azure Cloud*. Pero también podrán hablar con todo tipo de controladores y de PLC. Por lo tanto, las pyme se benefician porque realmente pueden centrarse en el *know-how* de su dispositivo específico, en lugar de perder el tiempo para resolver problemas de protocolo e implementar un protocolo después de otro para poder conectarse.

DB. Ahora en España se está trabajando para recuperar la industria que se perdió durante los últimos diez años debido a la crisis de la construcción y la banca, y para regenerar inversiones hacia las industrias productivas. La inversión está volviendo a la industria, empujada desde diferentes ámbitos, y esto también está recuperando a muchas empresas que producían un alto valor añadido, como fabricantes de componentes para la industria del automóvil, que sigue siendo una industria muy poderosa en España. También en el energético y otros sectores.

SH. Sí, de hecho tenemos una gran cantidad de proyectos en energía. Ya existen proyectos de tratamiento de agua en España que están haciendo el modelado con OPC UA, debido a la seguridad integrada, con lo cual no es necesario un canal de transporte seguro. Anteriormente siempre se necesitaba de un departamento de TIC diciendo *y ahora se puede realizar una comunicación de aquí a allá mediante VPN hasta este lado*. Una VPN no tiene nada que ver con la seguridad, en primer lugar, y en segundo lugar, OPC UA es seguro por cuenta propia. Por lo tanto, puede comunicarse a través de un entorno inseguro de TIC de una manera completamente segura, y esto es destacable.

DB. Una última pregunta, si una empresa

quiere ser un miembro o participar en la *OPC Foundation*, ¿cómo se puede solicitar la participación? En este momento constato que hay solo unas pocas empresas y entidades en el norte de España registradas como miembros de la *OPC Foundation*.

SH. En primer lugar, algo muy importante que comprender. Usted no tiene que ser un miembro de la *OPC Foundation* para disponer de OPC UA en su producto. Hemos hecho el protocolo completamente en código abierto. Usted puede ir a GitHub y buscar OPC UA. Esto es solo para la evaluación, para ser honesto. Por lo que es fácil para la evaluación con diferentes pilas en código Java, C# y otras en breve. A continuación, usted tiene la opción de comprarlo. Entonces puede acceder a un proveedor kit de herramientas. Usted realiza una única compra. Invierte entre 2000 y 12000 €, depende de lo que quiera comprar, con el código fuente, sin el código fuente, etc. Sin embargo, por ejemplo, si usted solo necesita un cliente UA basado en C#, únicamente tendrá que pagar una vez alrededor de 1500 €, entonces usted obtendrá estos elementos y podrá revender su producto con estos componentes dentro, tal como usted

desea, sin ningún pago de royalties, por lo que es perfecto. Ningún desarrollador puede implementar algo comparable por ese dinero. Si usted dice que quiere implementar ambos, que desea implementar un cliente UA y un Servidor UA o usted necesita el código fuente completo debido a la propia política de propiedad intelectual de su empresa, entonces el vendedor del kit de herramientas le pedirá de 12000 a 15000 €. En este caso, usted dispondrá de soporte, ayuda y demás. Si no quiere ir a un proveedor de kit de herramientas y no necesita ayuda, entonces puede optar a ser miembro de la *OPC Foundation*. Así puede obtener el código fuente que ya tiene como código abierto en GitHub. Pero en este caso lo obtiene bajo una licencia diferente, bajo una licencia de RCL con la que se le permite añadir código propio e integrarlo en su producto y suministrarlo a terceros.

Pero normalmente es interesante también ser miembro si desea participar en la *OPC Foundation* de forma activa, en los grupos de trabajo y demás actividades. Esto, por supuesto, es solo un ejemplo de los beneficios para los miembros. También existen eventos como esta conferencia OPC Europe y otras actividades de marketing.