

23

Vol. 1
2023
Enero-Abril

AADECa

Publicación de
los Profesionales de
Automatización y Control

En este volumen

- ▶ Conectividad en la nube.
Por Andrés Gorenberg.
- ▶ Mantenimiento preventivo o mantenimiento correctivo.
Por Autex.
- ▶ Calibrar: ¿alcanza un buen patrón de calibración?
Por SVS Consultores.
- ▶ De la robótica de celdas a los sistemas ciberfísicos adaptativos.
Por Ing. Jorge Javier Gleizer.
- ▶ Inteligencia artificial en una planta química. *Por Yokogawa.*
- ▶ Eficiencia energética en la fábrica de helados. *Por Festo.*



CONEXPO

Córdoba 2024

Electrotecnia, iluminación,
automatización y control,
electrónica e informática

Realización
simultánea con

EXPO
TRONICA

SEMANA



CÓRDOBA

Septiembre/2024

Complejo Ferial Córdoba
Cdad. de Córdoba, Argentina

Apoyo de
entidades
regionales y
nacionales

Jornadas técnicas:

- ▶ Eficiencia energética y energías renovables
- ▶ Iluminación y diseño
- ▶ Seguridad eléctrica y normalización

Conferencias
técnicas

Participación de
destacadas empresas
de todo el país

Encuentro

Instaladores Eléctricos
Organiza FEDECOR

Organización



EDITORES

CIIECCA

Medios auspiciantes

ingeniería
ELECTRICA

-luminotecnia-

AADECA
REVISTA

www.conexpo.com.ar



CONEXPO | La Exposición Regional del Sector, 73 ediciones en 30 años consecutivos

CABA | +54-11 4184-2030 | conexpo@editores.com.ar

Publicación propiedad:

AADECA

Asociación Argentina
de Control Automático

Av. Callao 220 piso 7
(C1022AAP) CABA, Argentina
Telefax: +54 (11) 4374-3780
www.aadeca.org

Editor-productor:

Jorge Luis Menéndez, Director



Av. La Plata 1080
(1250) CABA, Argentina
(+54-11) 4921-3001
info@editores.com.ar

EDITORES www.editores.com.ar

Editada totalmente en la Argentina.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos a condición que se mencione el origen. El contenido de los artículos técnicos es responsabilidad de los autores. Todo el equipo que edita esta publicación actúa sin relación de dependencia con AADECA.

Traducciones a cargo de Alejandra Bocchio; corrección, de Ing. Eduardo Alvarez, especialmente para AADECA Revista.

En este volumen

Una selección de artículos elaborados por diversos referentes de la automatización y control, provenientes de los sectores académicos, empresarios y gubernamentales. El foco en cuestiones ingenieriles no quita espacio a la familiaridad necesaria de un escrito de divulgación que solo busca convertirse en un nexo más entre los protagonistas del rubro.

Andrés Gorenberg, de Siemens, diseñó una serie de escritos introductorios sobre conectividad en la nube y se adentra poco a poco en un desarrollo técnico que vale la pena atesorar. La empresa cordobesa Autex escribe sobre las ventajas del mantenimiento preventivo presentando tres casos reales como ejemplo; a la vez que SVS Consultores se anima a desarrollar con exhaustividad el significado de "Calibrar", tan común en tareas de medición.

La robótica llega de la mano de Jorge Gleizer, quien explora el desarrollo de los nuevos sistemas ciberfísicos adaptativos y el futuro de la robótica industrial. Asimismo, Festo se jacta por la intervención positiva de sus productos en una fábrica de helados, y Yokogawa por la inteligencia artificial que implementó en una planta química. Desde Siemens, Rainer Brehm vuelve a hacer hincapié en cómo la tecnología de automatización puede conducir un cambio real en las empresas.

Volviendo a referentes internacionales del sector, incluso colaboradores activos de AADECA, se destacan los aportes de Luis Buresti y de Carlos Behrends. El primero presenta un panorama de tendencias y tecnologías que ya se están desarrollando en la actualidad y que permiten entender mejor el futuro que se viene. Y Carlos Behrends ofrece un artículo que excede el campo del control y automatización y es útil para la conformación de cualquier equipo que pretenda un objetivo común.

En el centro de la economía del conocimiento, AADECA contribuye desde su fundación en 1957 con la divulgación del conocimiento y la aceleración de la implementación del control automático, por medio de cursos, congresos, foros, talleres, concursos y publicaciones.

¡Que disfrute de la lectura!



En este volumen encontrará los siguientes contenidos

Artículo técnico	Pág. 6	Opinión	Pág. 37
Conectividad en la nube		Cómo marcar una diferencia real con la tecnología de automatización	
Andrés Gorenberg		Rainer Brehm	
Aplicación	Pág. 15	Aplicación	Pág. 42
Mantenimiento preventivo o mantenimiento correctivo		Inteligencia artificial en una planta química	
Autex		Yokogawa	
Artículo técnico	Pág. 20	Aplicación	Pág. 46
Calibrar: ¿alcanza un buen patrón de calibración?		Eficiencia energética en la fábrica de helados Festo	
SVS Consultores			
Opinión	Pág. 22		
¿Debemos pagar a los vendedores de la misma forma que pagamos a los futbolistas?			
Carlos Behrends, Rodrigo Goldberg			
Artículo técnico	Pág. 27		
De la robótica de celdas a los sistemas ciberfísicos adaptativos			
Ing. Jorge Javier Gleizer			
Noticia	Pág. 32		
Tendencias y tecnologías principales			
Luis M. Buresti			



Glosario de siglas del presente volumen

5G: quinta generación	JSON (JavaScript Object Notation): notación de objeto JavaScript	SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition): supervisión, control y adquisición de datos
AADECA: Asociación Argentina de Control Automático	MES (Manufacturing Execution System): sistema de ejecución de manufactura	SeWs (Self-Writing Software): software de auto-escritura
AGV (Automated Guided Vehicles): vehículos de guiado automático	MiDe (Micro-Device Networks): redes con micro-dispositivos	TCP (Transmission Control Protocol): protocolo de control de transmisión
APC (Advanced Process Control): control avanzado de procesos	MQTT (Message Queuing Telemetry Transport): cola de mensajes telemetría y transporte	TI: tecnología de la información
CCM: centro de control de motores	NTP (Network Time Protocol): protocolo de tiempo de red	TO: tecnología operacional
COVID (Corona Virus Disease): enfermedad del virus Corona (o Coronavirus)	OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards): Organización para el Avance de los Estándares de la Información Estructurada	URL (Uniform Resource Locator): localizador de recursos uniforme
DiEr (Digital Footprint Eraser): borrador digital	OLE (Object Linking and Embedding): incrustación y enlazado de objetos	USB (Universal Serial Bus): bus de serie universal
DNS (Domain Name System): sistema de nombres de dominio	OPC (OLE for Process Control): OLE para control de procesos	VPN (Virtual Private Network): red privada virtual
EHLI (Eternal Human Life): vida humana eterna	OPC UA (OPC Unified Architecture): arquitectura unificada de OPC	WeTw (Digital Twin of the Earth): gemelo digital de la Tierra
E/S: entrada/salida	OT: ver TO	
FKDPP (Factorial Kernel Dynamic Policy Programming): programación de políticas dinámicas del kernel factorial	PeSe (Predictive Security): seguridad predictiva	
GhId (Global Human Identification): identificación humana global	PID: proporcional-integral-derivativo	
HuAg (Human Capabilities Enhancing Devices): dispositivos que mejoran las capacidades humanas	PLC (Programmable Logic Controller): controlador lógico programable	
IIoT (Industrial IoT): IIoT industrial	PROFIBUS DP (Process Field Bus Decentralised Peripherals): bus de campo de proceso periférico descentralizado	
IoT (Internet of Things): Internet de las cosas	PROFINET (Process Field Net): red de campo de proceso	
IP (Internet Protocol): protocolo de Internet	QuCo (Quantum Computing): computación cuántica	
ISA: International Society of Automation ('Sociedad Internacional de Automatización', ex-Sociedad Estadounidense de Automatización)	RFID (Radio-Frequency Identification): identificación por radiofrecuencia	
IT: ver TI		
JIS (Just in Sequence): a secuencia		
JIT (Just in time): a tiempo		



FACULTAD
DE INGENIERIA

Universidad de Buenos Aires

Carrera de Especialización y Maestría en

Automatización Industrial



Para especializarse en Automatización...

...¿por qué no volver a la Facultad?



www.fi.uba.ar/posgrado/carreras-de-especializacion/automatizacion-industrial

+54-11 5285-0866 - ecomunic@fi.uba.ar



Cursos dictados en AADECA durante 2023



[Webinar de presentación curso Ingeniería básica en instrumentación & control](#)

Ing. Gustavo Klein

Realizado: 13/marzo/2023
Webinar gratuito



[Ingeniería básica en instrumentación & control 2023](#)

Gustavo Klein, Osvaldo Ortega, Abel Andrada, entre otros

Realizado: 3/abril al 24/julio/2023
Duración: 10 módulos



[Curso especializado de proyecto y documentación de ingeniería básica](#)

Ing. Gustavo Klein

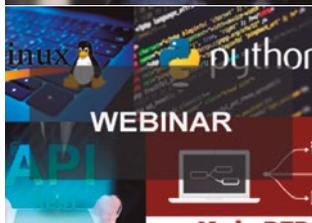
Realizado: 12/abril/2023
Duración: 1 encuentro



[Curso especializado de presión](#)

Ing. Osvaldo Ortega

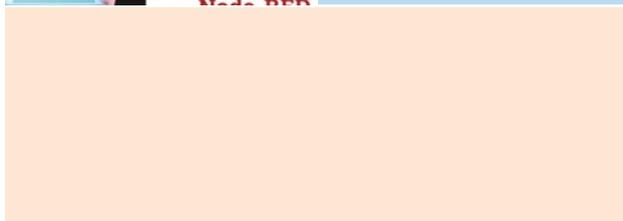
Realizado: 18/abril/2023
Duración: 1 encuentro



[Webinar de presentación cursos Linux / Python / Api Rest / Desarrollo de aplicaciones con Node-RED](#)

Esp. Ciro Edgardo Romero

Realizado: 19/abril/2023
Webinar gratuito



Más información en

<https://aadeca.org/index.php/2021/06/07/cursos-y-webinars-2023/>

Nuevos medios de comunicación en AADECA

Estamos renovando nuestra imagen online y algunas formas de contactarnos han cambiado



www.facebook.com/aadecautomatico



www.linkedin.com/company/aadeca



www.instagram.com/aadeca



bit.ly/AADECA-CHANNEL



+54 911 3201-2325



administracion@aadeca.org

Misión y objetivos de AADECA

En el centro de la economía del conocimiento, AADECA contribuye a la divulgación del conocimiento y aceleración de la implementación del Control Automático, por medio de cursos, congresos, foros, talleres, concursos y publicaciones

Fundada en 1957, AADECA es una Asociación Profesional Civil sin fines de lucro que nuclea representantes de la Universidad, la Industria y los Usuarios, interesados en el Control Automático y sus aplicaciones.

Para promover el conocimiento y la implementación del Control Automático, AADECA desarrolla varias actividades, incluyendo:

- » Un amplio calendario de cursos presenciales (hoy suspendidos los presenciales por el COVID19) y a distancia.
- » La semana del Control Automático, evento bienal orientado en 4 ejes:
 - » El Congreso Argentino de Control Automático
 - » El Foro de Automatización y Control
 - » Los Talleres Temáticos
- » El concurso de Desarrollos Estudiantiles
- » La revista AADECA

REDES

INTERCAMBIO
PROFESIONAL

PUBLICACIONES

CURSOS Y
JORNADAS

FOROS

AADECa

Asociación Argentina
de Control Automático

ARTÍCULOS
TÉCNICOS

EXPOSICIONES
CONGRESOS

NEWSLETTER

BECAS

www.aadeca.org

Seguinos en    

 administracion@aadeca.org

 11 3201-2325

Conectividad en la nube

Andrés Gorenberg
Siemens

andres.gorenberg@siemens.com

Primeros pasos en la nube

“Nube” es un término que se utiliza de diferentes formas y, a menudo, mantiene un significado abstracto que no se explica mucho. Normalmente, solo se logra una idea clara cuando se leen las ofertas de los proveedores de servicios en la nube y se prueban los servicios disponibles. Para nuestra sorpresa, estos primeros pasos son bastante simples. Las cuentas de prueba se crean online rápidamente y permanecen activas por un periodo de tiempo limitado o con una propuesta de funciones restringida. Esto brinda una idea de los posibles servicios que se pueden obtener por un importe determinado (ver figura 1).

“Nube” es un término que se utiliza de diferentes formas y, a menudo, mantiene un significado abstracto que no se explica mucho

La cantidad de servicios crece rápidamente y es fácil perderles el rastro. Según la industria o su uso, a menudo al cliente solo le interesa realmente una parte de estos servicios.

En general, cada servicio individual tiene, a su vez, un modelo de cotización variable que depende de su configuración.

Si la tarea específica es mover datos de la red de automatización a la nube para analizar o visualizar los datos ahí, entonces, los servicios principales que se necesitan son los de la categoría IoT. El primer paso es crear un servicio de interfaz y configurar los puntos de acceso en esta interfaz que utilizarán los dispositivos de campo.

En la mayoría de los casos, se instancia el broker MQTT y se crean los dispositivos y usuarios que pueden publicar ahí. El broker se aloja en un centro de datos (seleccionable) del proveedor de la nube al que se accede con una URL personaliza-

da. El costo de este servicio normalmente depende de la cantidad de mensajes que se pueden enviar (los dispositivos de campo) al broker en un periodo determinado. Por ejemplo: 5000 mensajes por día a una tarifa mensual de 4,99 euros (en Europa). De este modo, las terminales con capacidad MQTT pueden transmitir y buscar datos de este broker.

La implementación de la aplicación real en la nube es solo el inicio. Luego, se pueden solicitar servicios que analicen, filtren o muestren los datos del broker

La implementación de la aplicación real en la nube es solo el inicio. Luego, se pueden solicitar servicios que analicen, filtren o muestren los datos del broker (y, por ende, de los dispositivos de campo). Por ejemplo, el servicio de análisis de datos puede evaluar los datos del broker y filtrarlos según valores específicos. A su vez, este resultado se puede enviar a una visualización ejecutada en un servidor web (alojado por el proveedor de servicios en la nube). Por lo tanto, el estado de la planta se puede poner a disposición del técnico

de servicio en cualquier momento sin tener que establecer una infraestructura propia.

Sin embargo, también podemos ver que incluso en este caso de ejemplo se requiere la interacción compleja de, al menos, cinco servicios de un proveedor en la nube (broker MQTT, análisis de datos, visualización, almacenamiento y servidor web).

Como la conexión de los dispositivos de automatización a un broker MQTT tiene un rol fundamental, la implementación de aplicaciones industriales en la nube requiere un conocimiento minucioso del protocolo MQTT.

Como la conexión de los dispositivos de automatización a un broker MQTT tiene un rol fundamental, la implementación de aplicaciones industriales en la nube requiere un conocimiento minucioso del protocolo MQTT

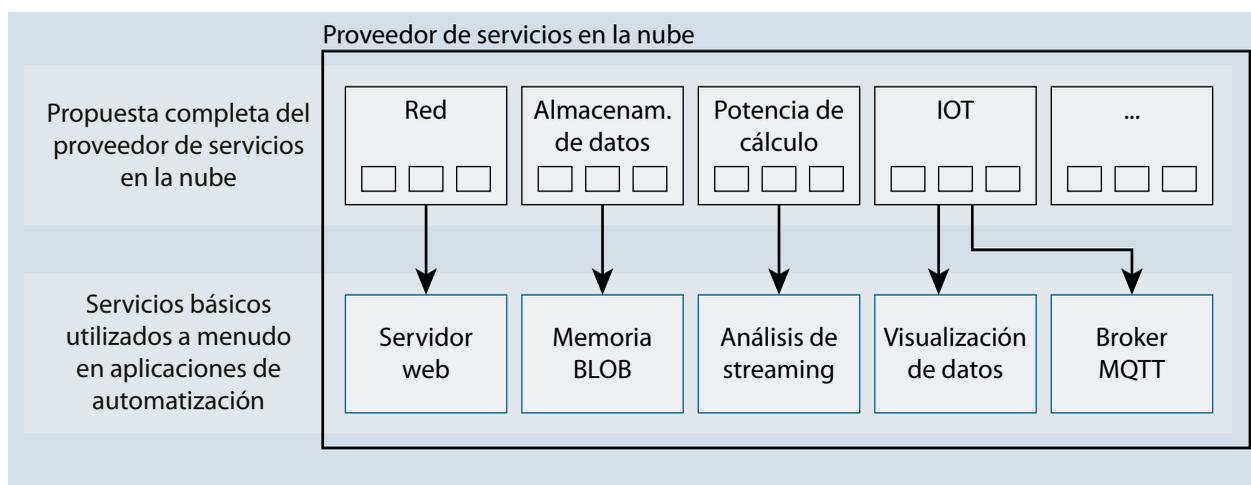


Figura 1. Servicios específicos de IIoT de proveedores de servicios en la nube

Breviario de MQTT

MQTT son las siglas en inglés de “Transporte de telemetría de cola de mensajes” (‘Message Queuing Telemetry Transport’) y es un protocolo de comunicación que concibieron originalmente los empleados de IBM en 1999 para intercambiar datos de la forma más eficiente posible a través de redes inestables y de bajo rendimiento. No obstante, en los últimos años, el protocolo se abrió camino exitosamente hacia las aplicaciones de IoT, desplazando al resto de los protocolos. En la actualidad, su especificación la está refinando la Organización para el Avance de los Estándares de la Información Estructurada (OASIS, por sus siglas en inglés) y está disponible sin cargo.

En los últimos años, el protocolo [MQTT] se abrió camino exitosamente hacia las aplicaciones de IoT, desplazando al resto de los protocolos

El protocolo MQTT funciona según el principio publicación-suscripción (pub/sub) para el intercambio de datos entre una cierta cantidad de participantes. Hay una instancia central, el llamado “broker”, que administra y distribuye todos los datos en circulación. Un participante que desea compartir información lo hace cuando publica sus datos en el broker. Un participante interesado en datos se puede suscribir al broker y recibirá de este los datos que le interesen. En la teoría, cualquier cantidad de dispositivos se pueden registrar con el broker para editar y suscribir. Asimismo, un participante puede ser editor y suscriptor a la vez.

La mayor ventaja es que no se necesitan conexiones punto a punto, por lo tanto, se puede desvincular a participantes de forma positiva y reducir la complejidad. Este concepto ofrece nuevas libertades que principalmente tienen los siguientes efectos:

- » Independencia de los participantes. Un emisor de datos (editor) no conoce a los destinatarios finales (suscriptores), y viceversa. Por ende, las direcciones clásicas de los participantes y su administración no se aplican en este nivel.
- » Independencia temporal. La emisión y recepción de datos puede ocurrir en cualquier momento y, por sobre todo, en diferentes horarios. Al editor le resulta indistinto si sus suscriptores están interesados en los datos en ese momento o si actualmente están apagados y, por ende, los utilizarán más tarde.

La mayor ventaja es que no se necesitan conexiones punto a punto, por lo tanto, se puede desvincular a participantes de forma positiva y reducir la complejidad

Gracias a estas dos propiedades, los sistemas pub/sub ganan una escalabilidad enorme. Nuevos participantes se pueden unir a la red sin mucho esfuerzo o desuscribirse sin que otros se enteren. Ese es exactamente uno de los requisitos principales de las aplicaciones IoT industriales.

Otra ventaja es la huella mínima de una pila MQTT. Con solo unos pocos kilobytes, se pueden integrar fácilmente una gran cantidad de dispositivos.

Se utilizan los llamados “temas” para que un broker sepa a quién le interesa qué datos. Un tema es una especie de carpeta donde se almacenan datos específicos. Un tema también se puede anidar para acotarlo aún más. Un ejemplo muy simple es un sensor de temperatura que desea poner a disposición sus valores de medición. Para ello, publica sus datos en el tema “temperatura”. Como una aplicación habitualmente tiene varios sensores, esto se publica de forma más

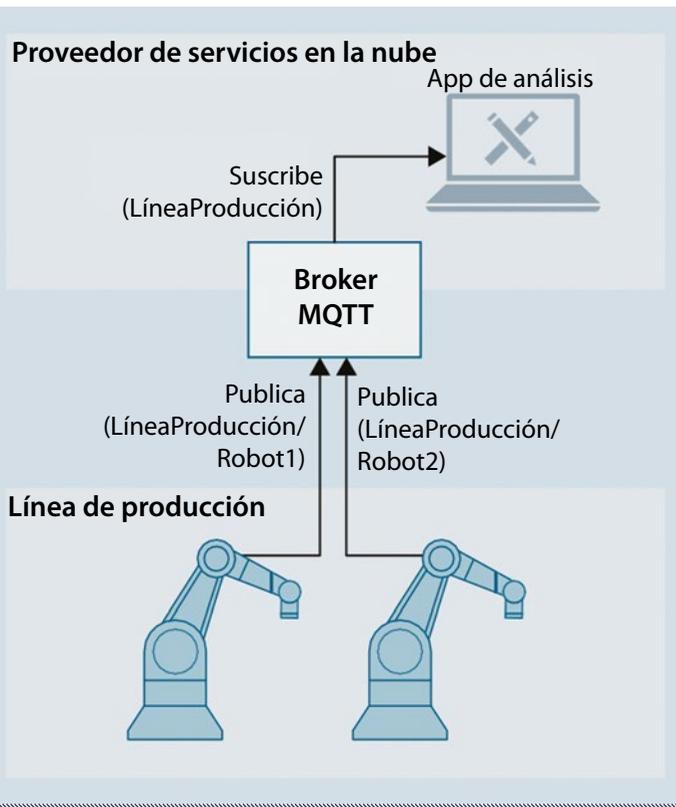


Figura 2. Concepto de publicación-suscripción de MQTT

específica en el tema "Temperatura/Hall_1". Cualquier participante interesado en este valor ahora se puede suscribir al tema "Temperatura/Hall_1", y entonces el broker le proveerá los datos nuevos cada vez que se publique algo nuevo de este tema.

Además de todas las ventajas que ofrece el MQTT, hay un gran inconveniente desde la perspectiva de las aplicaciones industriales: los datos del usuario (carga útil) del MQTT son una cadena arbitraria que no está sujeta a ninguna regla adicional con respecto al contenido o la semántica de los datos que contiene (los datos son agnósticos).

El problema de la semántica

Cuando se transmiten datos, la pregunta que surge siempre enseguida es sobre el formato y el contenido de los datos que el receptor y el emisor de la información pueden acordar para que sea compatible. Con la introducción de los sistemas en la nube, esta cuestión se ha vuelto cada vez más grave: los proveedores de datos (en el caso de la tecnología de automatización, los equipos de la fábrica o las máquinas) casi siempre son independientes de las aplicaciones que utilizan estos datos. Esto hace que sea realmente fundamental especificar un formato fijo que todos puedan aceptar. Sin embargo, el tema es que dicho formato no existe en los sistemas en la nube y es dudoso si alguna vez existirá. Hay múltiples motivos para ello. Uno es que los proveedores de servicios en la nube tienen una gran cantidad de grupos de clientes diferentes: las soluciones en la nube la utilizan departamentos de informática, constructores de máquinas, proveedores de servicios financieros, departamentos de marketing, entre otros. Por lo tanto, la plataforma debe ser lo más flexible posible. No obstante, los formatos de datos estandarizados siempre son una limitación y, por lo tanto, los proveedores continúan conformándose con las soluciones detalladas de cada industria sobre formato de los datos.

Cuando se transmiten datos, la pregunta que surge siempre enseguida es sobre el formato y el contenido de los datos que el receptor y el emisor de la información pueden acordar para que sea compatible.

El problema para la tecnología de la automatización puede ser el siguiente: la información de la planta, en la mayoría de los casos, se presenta en

formato de etiquetas del programa en un controlador. Estas etiquetas son imágenes de los valores de los procesos actuales en tipos de datos específicos como "Real", "Int" o "Bool". En el más sencillo de los casos, en el cual un valor de proceso se puede transmitir cíclicamente a un servidor en la nube, se deben codificar, al menos, tres tipos de información en la cadena de carga útil del MQTT:

- » El valor del proceso actual de la etiqueta
- » El tipo de etiqueta para que el destinatario pueda interpretarlo
- » Una marca de tiempo de cuando este valor era válido para que las aplicaciones de procesamiento puedan crear la serie temporal

En tiempos de OPC UA y especificaciones relacionadas que garantizan la interoperabilidad de diferentes dispositivos de diferentes fabricantes, la interfaz MQTT de un proveedor de servicios en la nube parece disfuncional

Además de estas tres, se puede agregar opcionalmente información adicional como código de calidad. Para simplificar la aplicación, los usuarios pueden desarrollar sus propias estructuras para representar el estado de una máquina completa. De nuevo, esto se debe codificar en la carga útil MQTT.

Como aquí no hay un estándar uniforme, en la práctica, casi cada aplicación tiene su propio formato que también necesita su propio analizador sintáctico en el momento de utilizar los datos.

Este hecho es un paso hacia atrás desde la perspectiva de la tecnología de la automatización clásica. En tiempos de OPC UA y especificacio-

Categoría de servicio en la nube	Descripción	Servicios de ejemplo
Almacenamiento	Almacenamiento de datos online	Backup, almacenamiento de archivos
Red	Servicios para la operación de una red	Servidor DNS, gateway VPN, servidor web
Poder de cálculo	Tercerización del poder de cálculo a máquinas virtuales	Entornos de máquinas virtuales
Internet de las cosas (IoT)	Networking y administración de proveedores de datos externos	Broker MQTT, análisis de streaming

Tabla 1

nes relacionadas que garantizan la interoperabilidad de diferentes dispositivos de diferentes fabricantes, la interfaz MQTT de un proveedor de servicios en la nube parece disfuncional. Aquí el procesamiento de datos requiere un trabajo adicional innecesario.

Una simplificación inicial y práctica es el formato JSON que provee algunas reglas de representación de datos que facilitan un poco la lectura y el análisis sintáctico de la cadena de carga útil MQTT. Aunque esto simplifica el análisis sintáctico, no lo reemplaza.

Para lograr una solución satisfactoria, los proveedores de servicios en la nube e ingenieros de automatización deben trabajar aún más de cerca y delinear juntos las interfaces futuras.

Los proveedores de servicios en la nube e ingenieros de automatización deben trabajar aún más de cerca y delinear juntos las interfaces futuras

Los límites de las soluciones en la nube

Incluso si en la actualidad surge una aplicación tras otra, que solo fue posible mediante los enfoques en la nube, cuando se interactúa con el mundo de la automatización, aún existen límites que idealmente deberían pensarse con antelación para evitar sorpresas en el futuro.

En una tecnología de automatización clásica, el enfoque de la transmisión de datos siempre fue un intercambio rápido y cíclico de cantidades de datos relativamente pequeñas. Esto comienza con las entradas analógicas o digitales donde información muy simple como "ON" u "OFF" se transmite en el rango del microsegundo de un dígito. A esto lo siguen los buses de campo, como PROFINET o PROFIBUS, que ayudan a transmitir los datos del proceso con ciclos de transmisión seguros en solo milisegundos. Incluso los programas secuenciales de los controladores, que a veces ejecutan algoritmos y controles complejos, tienen tiempos de ciclo en el rango de los milisegundos.

Cuando se interactúa con el mundo de la automatización, aún existen límites que idealmente deberían pensarse con antelación para evitar sorpresas en el futuro

Sin embargo, cuando estos datos se transmiten de la red de automatización a la nube, las circunstancias cambian. Primero, los datos aumentan con información adicional como marcas de tiempo y tipos de datos. Segundo, los protocolos de comunicación cambian hacia las pilas típicas de IT TCP/IP y los mecanismos de publicación-suscripción, que generan sobrecarga de protocolo y, por ende, aumentan el volumen de los datos. Como

estos protocolos tampoco garantizan tiempos de ciclo seguros o anchos de banda reservados, los tiempos efectivos necesarios para transmitir la carga útil real de un punto "A" a un punto "B" aumenta.

Esto genera cierto cuello de botella en la transición de la red de automatización a la nube que debe considerarse al discutir las posibles aplicaciones en la nube.

Esto genera cierto cuello de botella en la transición de la red de automatización a la nube que debe considerarse al discutir las posibles aplicaciones en la nube

Un ejemplo clásico para probar los límites es analizar las rutas de desplazamiento de las fresadoras en tiempo real en el servidor en la nube. El proceso de fresado es demasiado rápido como para acumular datos de alta frecuencia que deben transmitirse a la nube con la velocidad suficiente. Es exactamente por ello que muchos fabricantes enfatizan tanto en edge, es decir, en el procesamiento de datos descentralizado muy cercano al proceso mismo.

A pesar de estos límites, los casos de uso son muchos. Por ejemplo, el cálculo preciso de la vida útil de servicio de la fresadora segundo a segundo es muy factible y permite al constructor de la máquina promover el nuevo modelo de negocios tan elogiado.

Conflicto generacional: Industria 4.0 con tecnología 0.4

A pesar de la cantidad de proveedores de servicios en la nube y, por ende, de que los servicios disponibles hayan dado un enorme salto en los últimos años, en la tecnología de la automatización, tanto los ciclos de inversión, como de innovación tienden a seguir un ciclo de diez años. Los motivos son mundanos y evidentes: ante todo, los cambios se asocian con grandes costos y supuestos problemas que podrían amenazar la producción, por ende, todo el negocio.

En muchos casos, esto lleva a un conflicto concreto: luego de que la gerencia de la compañía haya decidido conectar todas las plantas y máquinas al nuevo sistema en la nube como parte de la estrategia Industria 4.0, los ingenieros de producción deben preguntarse cómo conectar su inventario de “tecnología 0.4” con equipos que tienen diez o veinte años a este sistema en la nube. Estos dispositivos claramente no tienen interfaz MQTT. En muchos casos, los datos necesarios también están ubicados en PROFIBUS o en redes seriales que —desde un punto de vista meramente físico— no pueden conectarse a redes IP.

Los dispositivos de automatización tienen su propia configuración y programación complejas que no se pueden cambiar tan fácilmente

Asimismo, los dispositivos de automatización tienen su propia configuración y programación complejas que no se pueden cambiar tan fácilmente. Estas son las complicaciones con las que deben lidiar los ingenieros. Los casos extremos —en los cuales los dispositivos se configuraron hace veinte años y cuya configuración hoy no se puede cambiar porque faltan archivos, he-

rramientas o *know-how*— no son tan inusuales como uno podría suponer.

Por lo tanto, conectar una base instalada a un nuevo sistema en la nube requiere gastos que se deben considerar en cada estrategia Industrie 4.0 para calcular el valor agregado adecuadamente.

Para minimizar estos costos, muchos fabricantes ofrecen dispositivos especiales que simplifican la conexión con la nube. En la mayoría de los casos, el uso de gateways IIoT rinden, pero los dispositivos están disponibles con especificaciones muy diferentes y con un alcance funcional diverso. Por eso se recomienda una comparación técnica y pruebas de dichos gateways anticipada para que el uso posterior sea lo más sencillo y adecuado posible a la aplicación.

Selección del gateway industrial IoT adecuado

Cuando los dispositivos o las máquinas no tienen una interfaz MQTT nativa y deben conectarse a un servicio en la nube, se necesita un gateway industrial IoT.

El gateway asume las siguientes funciones básicas:

- » Recolección de datos de la red de automatización
- » Filtro de los contenidos y conversión de los formatos de datos
- » Transmisión de los datos a la interfaz en la nube

Los gateways industriales IoT están disponibles en diferentes versiones, de diferentes proveedores. Por ende, también hay una gran variedad, incluso para las funciones más básicas.

A continuación, algunos aspectos que se debe considerar a la hora de seleccionar el gateway industrial IoT adecuado.

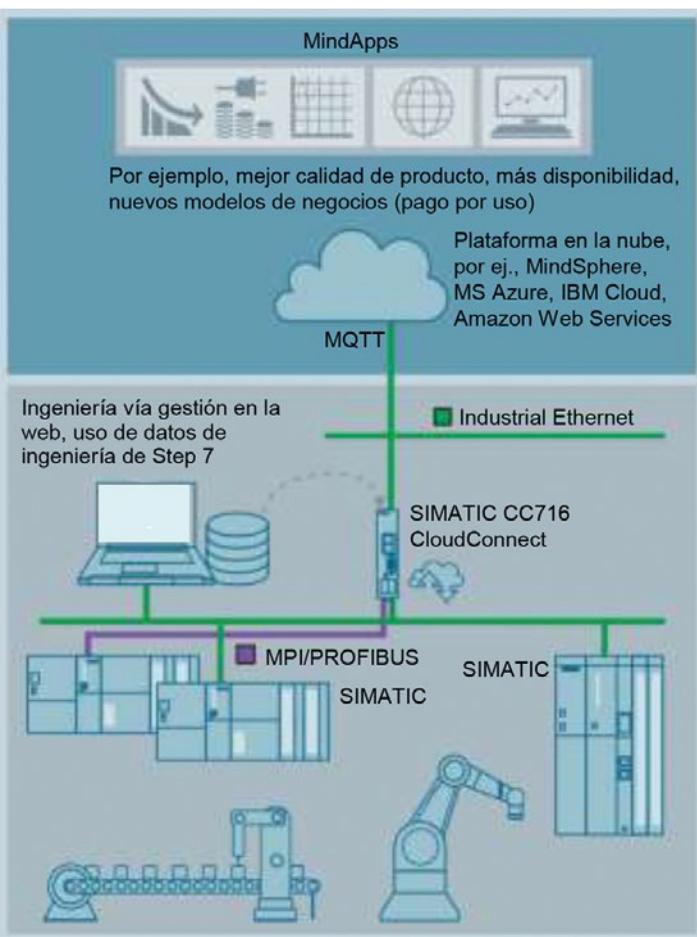


Figura 3. Configuración de sistema con gateway IIoT de Siemens, como ejemplo

¿Es un producto o un sandbox?

Por un lado, se debe distinguir claramente entre productos industriales y sistemas abiertos sandbox (entornos de prueba). Un gateway industrial IIoT viene en una carcasa con opciones de montaje diseñadas específicamente para los gabinetes de control y las condiciones ambientales correspondientes. Las soluciones sandbox son habitualmente tableros tipo Raspberry Pi alojados en una carcasa compatible. Dichas soluciones poseen un entorno de desarrollo que permite desarrollar de forma flexible sus propios programas o ejecutarse en aplicaciones de fuente abierta. Por otro lado, los dispositivos industriales poseen un alcance funcional definido que se configura me-

diante opciones de configuración especialmente diseñadas (en general, un servidor web).

Un gateway industrial IIoT viene en una carcasa con opciones de montaje diseñadas específicamente para los gabinetes de control y las condiciones ambientales correspondientes

Según la aplicación, una de las soluciones será la mejor opción. Si el enfoque es específicamente implementar la aplicación según un esquema fijo con el menor esfuerzo posible, un producto industrial es una buena opción.

¿Qué interfaces ofrece a nivel de campo?

El tipo de dispositivos de campo que se pueden conectar, como controladores, motores o sensores, es otro de los criterios principales. Aquí, el primer paso sería crear una lista de todos los dispositivos desde los cuales se enviarán los datos a la nube.

Cada uno de estos dispositivos soporta protocolos especiales como Modbus, S7 o PROFIBUS. Por lo tanto, el gateway industrial IIoT debería admitir inherentemente estos protocolos para que no deban hacerse cambios a los dispositivos de campo.

¿La interfaz en la nube es lo suficientemente flexible?

Una vez descifradas las opciones de conectividad de los dispositivos de campo, se debe dirigir la atención hacia los proveedores de servicios en la nube admitidos. Aunque la mayoría de los proveedores de servicios en la nube admiten el estándar MQTT, podría haber algunas restricciones específicas. En algunas soluciones, los nombres de los temas y los formatos son fijos. El gateway industrial IIoT debería poder manejar esto, por

ende, el usuario debería asegurarse de que los sistemas en la nube admitidos se mencionen explícitamente en las características del producto o que el dispositivo sea lo suficientemente flexible como para ajustarse mediante su configuración.

Asimismo, los requisitos adicionales son muy importantes para muchas aplicaciones. Además del nuevo servidor en la nube, el MES ('sistema de ejecución de manufactura', por sus siglas en inglés) existente a menudo continúa ejecutándose en paralelo. Aquí también podrían requerirse nuevos valores de proceso. Por lo tanto, la gateway industrial IoT debería poder proveer adicionalmente datos al MES, por ejemplo, vía interfaz OPC UA.

¿Cuántos dispositivos y puntos de datos se necesitan realmente?

La pregunta sobre los límites de la configuración de los datos necesarios es quizás una de las más frecuentes que queda sin respuesta por mucho tiempo en el contexto de la creación de la estrategia Industria 4.0

La pregunta sobre los límites de la configuración de los datos necesarios es quizás una de las más frecuentes que queda sin respuesta por mucho tiempo en el contexto de la creación de la estrategia Industria 4.0. Una pregunta directa en este contexto sería, por ejemplo, "¿cuántos valores de proceso se necesitan desde una celda de producción?". Esa pregunta debe responderse al principio, si no, la implementación podría llevar a un callejón sin salida. Por eso también debe prestarse atención a la información sobre los límites de la configuración (cuántos puntos de datos admite cada dispositivo) de las especificaciones técnicas de la gateway industrial IoT. Si no hay informa-

ción sobre esto en el producto, se debe asumir que el fabricante no realizó pruebas. Eso representaría un mayor riesgo para la implementación que debería descartarse desde el principio.

Otros aspectos a tener en cuenta

- » Redes individuales. Por motivos de seguridad, debe garantizarse que el gateway pueda trabajar en dos subredes totalmente diferentes (una para la nube, una para la red de automatización), y el que un enrutamiento entre ellas no sea posible.
- » Soporte de entradas/salidas digitales o analógicas. En aplicaciones industriales, las E/S se necesitan constantemente para influenciar el proceso cuando sea necesario. Un ejemplo muy simple sería un interruptor para una desconexión brusca de la transmisión de datos a la nube porque se ha detectado un riesgo.
- » Reemplazo simple de los dispositivos. Se debería poder reemplazar un dispositivo de forma sencilla para no demorar innecesariamente el proceso de producción. Una opción razonable que debería considerarse es la transferencia de la configuración del dispositivo vía USB al nuevo dispositivo.
- » Sincronización temporal. Como todos los valores del proceso deben tener una marca de tiempo, el gateway debe poder sincronizar el tiempo mediante un servidor. Configurar el tiempo en un dispositivo manualmente es útil para la puesta en marcha, pero no es suficiente para un proceso continuo. Se debe ofrecer una sincronización automática (por ejemplo, vía NTP) para evitar la distorsión de los valores temporales en caso de una falla en el suministro de energía. ❖

Mantenimiento preventivo o mantenimiento correctivo

Tres finales para una misma historia: ventajas del modelo de mantenimiento preventivo frente al correctivo.

Autex

www.autex-open.com

Mantenimiento correctivo

Jueves por la noche, el tercer turno de la jornada acaba de iniciar sus actividades del día en la planta. El encargado de producción se sienta frente a las pantallas del sistema SCADA para verificar que todos los procesos se encuentren dentro de los parámetros habituales. Mientras revisa el reporte del turno anterior, una alarma empieza a parpadear en uno de los CCM del sector de empaque de productos.

El encargado toma la radio para comunicarse con el responsable de mantenimiento eléctrico que se encuentra en campo realizando una revisión rutinaria. La respuesta es breve: la línea está parada porque dejó de funcionar uno de los arrancadores suaves instalados en una de las numerosas ampliaciones realizadas hace un par de años en el sector de la planta que maneja el agregado de ingredientes secos (polvos) a la preparación.

El responsable de automatización inicia el software de ingeniería de su estación de trabajo mientras ve cómo las alarmas del sector de empaque se van encendiendo una tras otra. Una vez que tiene acceso al software de ingeniería y se conecta a la red, encuentra el buffer de diagnósticos del PLC lleno con infinidad de mensajes crípticos, y no tiene tiempo de descifrarlos; la otra línea de empaque está trabajando al límite, por lo que es vital centrar su atención en la línea parada. Verifica cuál es el tag del nodo de la red Profibus DP que conecta todos los arrancadores, drives y monitores de energía de la red que conecta al CCM con el sistema de control. Luego abre el plano de la red en AutoCad para localizar dónde se encuentra el dispositivo con problemas. Mientras se pregunta la causa detrás de las múltiples alarmas también trata de recordar si se efectuó algún cambio reciente en las redes de proceso del sector.

En ese momento se da cuenta de que el plano está desactualizado, uno de los segmentos de

red correspondiente a la última ampliación aún no fue incorporado al plano general.

El responsable de mantenimiento eléctrico recibe la orden de localizar el equipo problemático, pero toda la documentación con la que cuenta es un esquema apresurado realizado en una hoja de papel que le dejó la empresa de montajes eléctricos que realizó una visita a la planta tres semanas atrás. En este esquema, los dispositivos están identificados por su dirección Profibus DP, pero el esquema no contiene detalles acerca del tipo de nodo que corresponde a cada dirección. Mientras empieza a abrir un gabinete tras otro tratando de encontrar el nodo defectuoso, se dispara una alarma en el transportador que lleva el producto desde la salida del sector de producción hasta el sector de empaque. Para evitar el desborde de producto en el transportador, equipado con balanzas de pesaje continuo, tras realizar una medición fuera de escala, activó el sistema de seguridad de la planta: la planta se encuentra en una parada de emergencia. La producción se ha detenido. Decide llamar al jefe de mantenimiento para ponerlo al tanto del problema en el que se encuentra.

Mientras tanto, el personal de mantenimiento eléctrico de la planta pasa toda la noche desmontando el motor controlado por el arrancador y descubren que había estado trabajando sobrecalentado durante los últimos días, hasta que la alta temperatura dañó la placa electrónica de control. El motor está dañado y es irreparable. El pañol de repuestos acaba de pedir un reemplazo de urgencia, pero el proveedor certificado no responderá hasta la mañana siguiente.

El jefe de mantenimiento tiene la desagradable tarea de informar a la gerencia que la planta se encuentra parada y que el arranque requiere de varias tareas de mantenimiento que llevarán, por lo menos, 24 horas. Su mente empieza a hacer cálculos sobre las horas de producción perdidas y su equivalente en términos de ingresos perdidos.

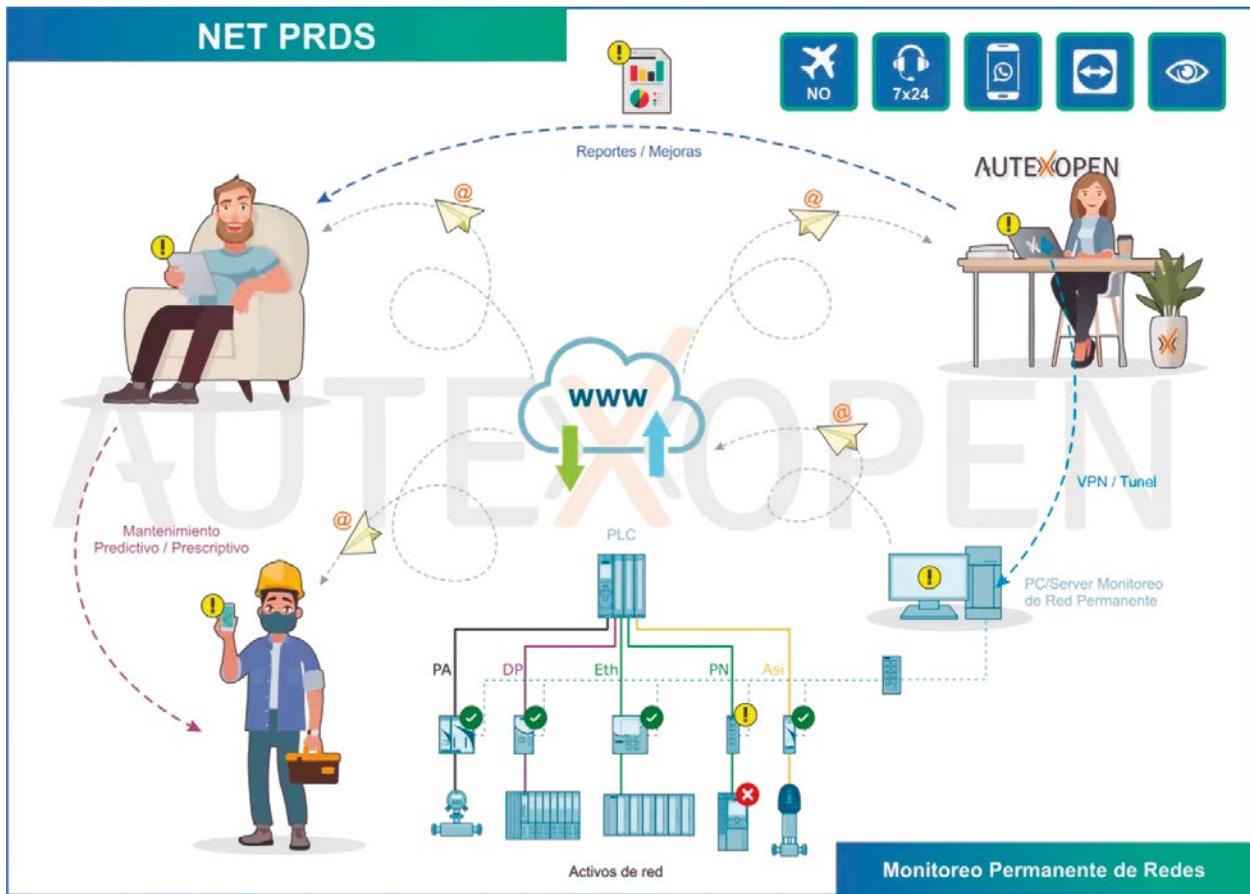
Mantenimiento correctivo con diagnóstico

Jueves por la noche, el tercer turno de la jornada acaba de iniciar sus actividades del día en la planta. El supervisor de instrumentos se sienta frente a las pantallas del sistema SCADA para verificar que todos los procesos se encuentren dentro de los parámetros habituales. Mientras espera que el agua para el mate se caliente, una alarma empieza a parpadear en uno de los CCM del sector de empaque de productos.

El supervisor toma la radio para comunicarse con el responsable de mantenimiento eléctrico que se encuentra en campo realizando una revisión rutinaria. La respuesta es breve: uno de los arrancadores suaves instalados la semana pasada en la reciente ampliación del sector dejó de funcionar y la línea está parada.

El supervisor inicia el software de ingeniería de su estación de trabajo mientras ve cómo las alarmas del sector de empaque se van encendiendo una tras otra. Una vez que tiene acceso al software de ingeniería y se conecta a la red, encuentra el buffer de diagnósticos del PLC lleno con infinidad de mensajes crípticos, y no tiene tiempo para descifrarlos; la otra línea de empaque está trabajando al límite, por lo que es vital centrar su atención en la línea parada. Verifica cuál es el tag del nodo de la red Profibus DP que conecta todos los arrancadores, drives y monitores de energía de la red que conecta al CCM con el sistema de control, y luego abre el plano de la red en AutoCad para localizar dónde se encuentra el dispositivo con problemas.

El supervisor recuerda que hace unos días llegó a la planta el equipo de diagnóstico de redes Profibus DP que había solicitado al sector Compras hace medio año. Intenta recordar las instrucciones que recibió durante el curso de entrenamiento que hizo hace más de tres meses mientras se dirige al sector y pasa por el pañol de instrumentos para retirar dicho equipo. Llega al sector y de-



cide conectarse a la red Profibus DP mediante el único conector DB9 apto para diagnósticos, el cual la empresa de montaje olvidó retirar. Después de conectar la laptop de servicio al equipo, realiza un chequeo rápido del segmento y descubre que es el nodo 7 el que presenta mensajes de error y diagnóstico. Procede a ver qué tag corresponde a dicho nodo e informa por radio a producción que disminuyan la carga del transportador para no saturar el sector de empaque. El mensaje llega a tiempo y la planta se mantiene activa, aunque con un nivel de producción reducido.

El personal de mantenimiento ubica el gabinete correspondiente al dispositivo con problemas y descubre que presenta daños por sobrecalentamiento. Hay que reemplazar la placa electróni-

ca de comunicaciones, pero el motor sobrevivió aunque haya trabajado casi al límite. El responsable de mantenimiento eléctrico consulta el stock del pañol de repuestos y confirma que cuenta con una placa de comunicaciones de repuesto, pero debe esperar al turno siguiente para que el programador verifique el sistema y pueda ayudar a definir cómo se produjo el inconveniente.

La planta vuelve a arrancar después del mediodía del viernes, acumulando doce horas de producción perdida.

Mantenimiento en la era de la pandemia y la pospandemia

Martes por la tarde, se acerca el final de jornada para el segundo turno de trabajo en la planta. Muchas tareas de mantenimiento que hasta hace un par de meses eran rutinarias, ahora requieren de un planeamiento cuidadoso y una ejecución sin margen para errores.

Muchas tareas de mantenimiento que hasta hace un par de meses eran rutinarias, ahora requieren de un planeamiento cuidadoso y una ejecución sin margen para errores

La planta se encuentra trabajando a niveles de productividad casi iguales a los del año pasado a esta altura, pero con una tercera parte del personal ausente. Debido a los requerimientos de distanciamiento social, tanto en la planta como en las oficinas administrativas, y dada la complejidad de la logística necesaria para realizar el traslado de personal desde y hasta la planta, todas las tareas compatibles con la modalidad de acceso remoto se han adaptado a esa modalidad.

Los conceptos que definen el mantenimiento predictivo dejaron de ser algo abstracto y se transformaron en una necesidad real de cada día

Bajo estas condiciones, eventos tales como fallas imprevisibles o paradas de emergencia implican costos inadmisibles. El acceso a repuestos y reemplazos de material se ha complicado de manera creciente en los últimos días, lo que implica

que los conceptos que definen el mantenimiento predictivo dejaron de ser algo abstracto y se transformaron en una necesidad real de cada día.

El supervisor de instrumentos revisa por última vez en el día el estado del sistema de control, y verifica el plan de trabajo programado para el personal de mantenimiento. La coordinación entre los distintos grupos de trabajo y los turnos ha mejorado drásticamente en las últimas semanas. Muchas modalidades de trabajo consideradas incompatibles con el entorno industrial ahora se implementan por necesidad. El acceso remoto a los recursos se considera siempre como la primera opción.

Las tradicionales objeciones al acceso remoto, tales como la consiguiente disminución de la seguridad de los sistemas de TI corporativos, se van resolviendo sobre la marcha mediante un cuidadoso y metódico monitoreo de los parámetros de su funcionamiento.

Muchas tareas de monitoreo preventivo se realizan de manera remota y, en algunos casos, de manera tercerizada

El último reducto al modo de trabajo remoto, las redes de los sistemas OT de planta, también se están adaptando a este nuevo estado de las cosas. Por supuesto que las tareas operativas de control se realizan localmente, pero muchas tareas de monitoreo preventivo se realizan de manera remota y, en algunos casos, de manera tercerizada.

Cuando el supervisor está por retirarse, recibe un mensaje en su teléfono celular. Es una alerta emitida por el servidor web integrado en el monitor de la red Profibus DP instalado en el gabinete de control del sector de empaque. Es un e-mail generado automáticamente cada vez que el dispositivo detecta un cambio en el funcionamiento

de la red. El supervisor abre en su estación de trabajo el navegador, y carga la página del monitor de red. Tras revisar los datos disponibles descubre que desde hace un par de horas uno de los nodos de la red ha estado generando alarmas correspondientes a diagnósticos internos. Aunque estas alarmas tienen inicialmente un propósito informativo, el monitor de red activa la función de captura de telegramas en cada evento. Cuenta con un buffer que almacena los telegramas de intercambio de datos por períodos de tiempo antes y después de cada evento detectado, a fin de que se pueda realizar un análisis de cada evento mediante el análisis de la secuencia.

Después de los problemas que surgieron durante los primeros días de la pandemia, tanto el personal de mantenimiento como el de instrumentación y control, asistieron a entrenamientos remotos sobre las tecnologías empleadas en la planta. Estos entrenamientos siempre habían sido postergados por distintos motivos, pero la disponibilidad de tiempo adicional durante el primer par de meses permitió implementar estos cursos de manera remota.

En base a lo aprendido en estos entrenamientos, el supervisor da un vistazo a la captura de datos correspondiente a uno de los eventos, que se muestra en la aplicación de diagnóstico instalada en su estación de trabajo. Descubre que el nodo #9, correspondiente al arrancador suave con el tag "609e" emite una alerta de diagnóstico interno extendido de manera aleatoria desde hace algunas horas.

Casi simultáneamente recibe un mensaje del proveedor de servicios de monitoreo remoto contratado recientemente, informándole que sería recomendable verificar el estado de mantenimiento y el rendimiento del nodo #9 del sector de empaque, poniendo atención especial en la temperatura del nodo y su entorno, ya que la captura de datos asociada a los eventos de alarma indica que dicha alarma corresponde a un

diagnóstico interno asociado al sensor de temperatura del motor.

El supervisor se comunica por radio con el responsable de mantenimiento, quien se dirige al gabinete correspondiente y descubre una gruesa capa de polvo sobre la cubierta del motor manejado por el nodo #9. El filtro de aire del sistema de ventilación del CCM estaba montado incorrectamente y permitía la entrada del polvo presente en el sector al gabinete, después de lo cual se depositaba sobre todas las superficies expuestas.

El sector de mantenimiento se encarga de reemplazar el filtro y limpiar el área. Una vez realizada esta tarea, no se registran más alarmas de diagnóstico relacionadas con el nodo #9.

El supervisor de instrumentos se retira de la planta una hora y media después del final de su turno, mientras coordina con su par del tercer turno las tareas de mantenimiento necesarias, poniendo punto final al incidente. El servicio de diagnóstico externo envía un mensaje indicando que el estado de la red ha regresado al estado normal y que no se presentan más alarmas. Las tareas de mantenimiento no requirieron la interrupción de los procesos productivos de la planta, que siguió operando a plena capacidad todo el tiempo. ❖

Calibrar: ¿alcanza un buen patrón de calibración?

“Calibrar” es un término que se utiliza frecuentemente, y muchas veces se da por sobreentendido su significado. En este artículo, algunas preguntas (y respuestas) que se deben tener en cuenta.

SVS Consultores
www.svsconsultores.com.ar



“Calibrar” es un término que se utiliza frecuentemente, y muchas veces se da por sobreentendido su significado. Pero ¿es solamente contrastar un instrumento contra un patrón de mayor exactitud verificando su especificación? (Contrastar) ¿O es contrastar contra un patrón de mayor exactitud verificando su especificación, y ajustando el instrumento en caso de no verificar la exactitud? (Contrastar y ajustar).

Las mismas normas internacionales presentan desacuerdos:

- » ISA S37.1. Un test durante el cual valores conocidos de la medición se aplican al instrumento y se registran sus correspondientes salidas leídas en condiciones especificadas.
- » ISA S12.13. El acto de ajustar el instrumento a “cero” y fijar la “escala” deseada.

*¿Qué es un buen patrón?
¿Cómo debe ser la exactitud del patrón respecto al instrumento que se va a calibrar?*

Y esto es solo el principio... Surgen muchas otras dudas: ¿alcanza con un buen patrón y/o puntos fijos para hacer bien una calibración?, ¿qué es un

buen patrón?, ¿cómo debe ser la exactitud del patrón respecto al instrumento que se va a calibrar?, ¿cuál es la exactitud que se debe considerar del instrumento que se calibra? Son algunas preguntas que trataremos de responder:

- » ¿Qué es un buen patrón? El patrón deberá tener una exactitud mayor que la del instrumento que se desea calibrar, pero ¿cuánto mayor? (preguntas y más preguntas). Históricamente se manejaba un valor de diez veces más exacto que el instrumento. Con el mejoramiento de la exactitud de los instrumentos, se admiten (para no ir a patrones muy especiales) exactitudes de cinco, y hasta tres veces mejor que el instrumento.

El patrón deberá tener una exactitud mayor que la del instrumento que se desea calibrar, pero ¿cuánto mayor? (preguntas y más preguntas).

- » ¿Cuál es la exactitud del instrumento que se desea calibrar que se debe considerar? Los fabricantes ponen en los títulos de sus catálogos generales expresiones comerciales como "Exactitud mejor a 0,05%", y surgen preguntas: ¿0,05% de qué?, ¿del "span"?, ¿del valor superior del rango?, ¿del valor medido?, ¿incluye los errores por linealidad y repetibilidad?, ¿y los errores derivados por presión y/o temperatura? Explorando en el mismo catálogo, se suele ver que el valor indicado de 0,05% preanunciado es solo para algunos rangos y/o tipos de cápsulas de los instrumentos, con fórmulas algo más complejas para varios rangos y tipos.
- » ¿Es la exactitud que indica el proveedor la exactitud que se verifica? Es lo más usual de ver en los requerimientos de calibración. Sin embargo, sería más prudente utilizar como valor de exactitud el que se requiere en el

proceso, que generalmente es mayor que la del instrumento comprado y rara vez reportado o indicado. Por todo lo dicho, la respuesta a la pregunta sobre qué exactitud verificar es la siguiente: se debe definir luego de un análisis de las características técnicas del instrumento y las necesidades del proceso.

Los fabricantes ponen en los títulos de sus catálogos generales expresiones comerciales como "Exactitud mejor a 0,05%", y surgen preguntas: ¿0,05% de qué?, ¿del "span"?

Y entonces, ¿alcanza un buen patrón? Con todas las respuestas a las preguntas anteriores, se puede encontrar el patrón que se debe utilizar. Sin embargo, hay mucho más que se debe tener en cuenta a fin de lograr una buena calibración. Algunos temas que también se deben considerar son los siguientes: ¿existe un procedimiento de calibración?, ¿está bien hecho?, ¿quién lo debe confeccionar?, ¿hay que aprobarlo?, ¿qué condiciones debe reunir la persona que va a hacer la calibración?, ¿cómo se documenta una calibración?, ¿cuándo o cada cuánto tiempo se debe calibrar un instrumento?, ¿qué seguimiento se debe hacer a los instrumentos que se calibran? Y hay más preguntas.... En próximos artículos, las responderemos. ❖

Y entonces, ¿alcanza un buen patrón? Con todas las respuestas a las preguntas anteriores, se puede encontrar el patrón que se debe utilizar.

¿Debemos pagar a los vendedores de la misma forma que pagamos a los futbolistas?

En equipos de fútbol de alto desempeño, los jugadores cobran sueldos con altos porcentajes de salario fijo y bajos porcentajes variables. Estos últimos están relacionados a resultados del trabajo en equipo, y no a desempeños individuales. Y queda la pregunta: si este modelo es bueno para equipos de fútbol, ¿por qué creemos que en los equipos de ventas las metas y bonos individuales son la forma correcta de compensación?

Carlos Behrends

[linkedin.com/in/cbehrends](https://www.linkedin.com/in/cbehrends)

Rodrigo Goldberg

[linkedin.com/in/rodrigogoldberg](https://www.linkedin.com/in/rodrigogoldberg)

Hace ya un tiempo que Carlos Behrends, uno de los autores de este artículo, cuestiona que el modelo de compensación de ventas basado en bonos individuales vinculados a metas anuales o a comisiones ya no representa lo que el mercado necesita. Para dar un contexto, nos referimos al mercado de ventas en la industria de producción, con vendedores que son empleados en empresas de venta de bienes de capital. En ese contexto, el trabajo de equipo multidisciplinar y transversal a departamentos es cada vez más necesario para atender las complejas demandas de los clientes. Y para explorar el tema, una pregunta sobre compensación de equipos de alto desempeño: cuando Messi enfrenta el arco, cree que puede hacer un gol, pero lo ve a Neymar mejor posicionado y decide pasarle a él la pelota... Junto con la pelota, ¿fue un cheque de un millón de euros, si ese fuera el premio de Messi por meter el gol?

El trabajo de equipo multidisciplinar y transversal a departamentos es cada vez más necesario para atender las complejas demandas de los clientes

Para entender cómo funciona la compensación de equipos de fútbol de alto desempeño, entra en el juego Rodrigo Goldberg, exfutbolista chileno que jugó en la Universidad de Chile y la Selección de ese país, entre otros equipos. Rodrigo es también ingeniero civil industrial, comentarista y panelista deportivo, y fue director deportivo del Club Universidad de Chile.

Este artículo es el resultado de esa colaboración, y ya podemos anticipar la conclusión: en equipos de fútbol de alto desempeño los jugadores cobran sueldos con altos porcentajes de salario fijo y bajos porcentajes variables. Estos últimos están relacionados a resultados del trabajo en equipo, y no a desempeños individuales. Y queda la pre-



gunta: si este modelo es bueno para equipos de fútbol, ¿por qué creemos que en los equipos de ventas las metas y bonos individuales son la forma correcta de compensación?

¿Cómo funciona la compensación en equipos de fútbol de alto desempeño?

Existe espacio para alguna diversidad, especialmente en el caso de superestrellas. Dejando de lado casos extraordinarios como Messi o Neymar, en la gran mayoría de los casos, los jugadores de fútbol reciben de sus equipos un sueldo dividido en dos partes:

- » Una parte fija, que se negocia dependiendo de la capacidad del jugador, su historia, edad, habilidades, desempeño en campañas anteriores, etc. Esta parte fija es relativamente estable, excepto que hablemos de una superestrella. Como regla aproximada, quien

más gana puede ganar el doble de quien menos gana.

- » Una parte variable, que normalmente está alrededor del 10-20% del sueldo fijo anual del jugador.

Nos referimos al salario que el jugador recibe del club. Otros ingresos, como contratos de publicidad, no están incluidos en este análisis.

La parte variable no depende de ningún resultado individual: no está relacionada a si el jugador mete más o menos goles

La parte variable no depende de ningún resultado individual: no está relacionada a si el jugador mete más o menos goles, si está más o menos tiempo en la cancha (excepto alguna situación especial con lesionados), si hizo más o menos pases, nada de eso. Algunos ejemplos de cosas a las que sí está vinculado:

- » Ganar una cantidad determinada de partidos.
- » Ganar el campeonato local.
- » Calificar en campeonatos internacionales.
- » Llegar a posiciones destacadas en campeonatos internacionales.

Todos estos ejemplos tienen una cosa en común: son logros de equipo, y no individualidades. Y esto tiene una razón: uno de los objetivos del sistema de compensación es que cualquier ingreso variable no genere pugna o competencia dentro del equipo. Es interesante mencionar que Rodrigo tuvo un caso real en el que un representante quería negociar para su representado un bono por goles, y el bono no fue concedido justamente por ese motivo: las metas relacionadas a la parte variable del salario son del equipo, no de los individuos. Esto es porque nada gana un equipo si un jugador hace cinco goles (y logra su bono) y el equipo termina abajo en la tabla. Cabe recordar que mientras más arriba se clasifique en la tabla más oportunidades hay de jugar torneos internacionales (como Copa Libertadores y Copa Sudamericana), por lo cual los clubes reciben ingresos frescos de parte de Conmebol.

Uno de los objetivos del sistema de compensación es que cualquier ingreso variable no genere pugna o competencia dentro del equipo

Vale mencionar especialmente el caso de los jugadores que están en el banco: dentro de su contrato no ganan nada diferente por salir o no a jugar. Claro, entrando al campo más frecuentemente y con buen desempeño, podrán renegociar un nuevo y mejor contrato, pero dentro del contrato vigente no hay diferencia por salir o no al campo. Y esto es positivo, en un camarín sano se genera una sana competencia. Todos quieren

jugar y los que no son habituales titulares pelean por un puesto, manteniendo al titular muy alerta y entrenando a tope.

¿Cómo comparar este sistema con la compensación de equipos de ventas?

Por lo menos en el mercado industrial, la gestión de ventas está fuertemente basada en metas anuales individuales, vinculadas a un bono. Esto es tal vez una herencia del pasado, en donde la venta era en general un acto solitario.

Podemos encarar este tema desde dos perspectivas:

- » La meta es anual, escrita en piedra (inamovible), definida con unos catorce meses de anticipación, y vinculada a un bono.
- » La meta resulta en un bono individual.

Exploremos estas dos perspectivas.

1. Hoy es imposible definir metas justas. Y podríamos cuestionar si ya no era así en el pasado. Pero la dinámica de hoy hace muy difícil definir metas justas, en el sentido de que sean razonablemente igual de difíciles para todo un equipo. Imaginemos que gas y petróleo sean foco del desarrollo de una compañía en el año 2020, con inversiones y equipos dedicados a ello. Y en abril del 2020, producto del COVID, el precio del petróleo cae a valores negativos. ¿Cómo afecta esto la oportunidad de un vendedor de productos industriales en la industria de gas y petróleo, en comparación con un vendedor que trabaja en alimentos y bebidas? Y 2022 no comenzó mucho más fácil... Así, se hace imposible definir metas justas con una anticipación de un año o más, y por lo tanto más difícil aún ser justo si estas metas están asociadas a salarios variables.

Se hace imposible definir metas justas con una anticipación de un año o más, y por lo tanto más difícil aún ser justo si estas metas están asociadas a salarios variables

2. Alcanzar una meta es, más que nunca, resultado de un trabajo en equipo. La oferta de productos y servicios para la industria moderna es hoy bastante más amplia, vale mencionar algunos elementos:
 - la digitalización de los procesos de compra/venta, que ya no hace necesaria la participación de los vendedores en las transacciones repetitivas, como compra/venta de repuestos;
 - la sofisticación de productos y servicios como, por ejemplo, el impacto de la Industria 4.0, sistemas de análisis más complejos, aplicaciones de software más avanzadas, discusiones sobre logística o impuestos, etc. Esto genera nuevos productos y servicios que el mismo vendedor debe ofre-

cer a sus clientes. ¡Y claro que él no puede ser especialista en todo eso! Para resolver este tema, hay dos opciones (y todas las intermedias entre estos dos extremos): a) ventas especializadas en el producto, que exponen al cliente a tratar con distintos vendedores de una misma compañía, dependiendo de su necesidad. Se pierde así la sinergia del canal de ventas; b) vendedores especializados en la cuenta, que exponen al cliente a un único vendedor que lo conoce bien, pero que no conoce tan bien sus productos.

El vendedor no es más un lobo solitario, es por el contrario un congregador de especialistas, cada uno de los cuales aporta a la solución, desde las más diversas perspectivas

Una respuesta a esta dificultad es trabajar con equipos de ventas dinámicos, en los que el vendedor es un líder de un equipo, que arma su equi-



po con distintos especialistas para cada oportunidad de negocios, dependiendo de la necesidad del cliente, satisfaciendo las necesidades de los clientes a partir de la comprensión de sus problemáticas, situaciones específicas, en una metodología de venta consultiva. Así, el vendedor no es más un lobo solitario, es por el contrario un congregador de especialistas, cada uno de los cuales aporta a la solución, desde las más diversas perspectivas: producto, industria, logística, impuestos o hasta recursos humanos pueden hacer parte de un equipo. Y también vendedores de otras áreas pueden contribuir, por atender cuentas similares, por la aplicación, por la industria, etc.

Incluso, hay espacio para vendedores estrella, pero estos no pueden aislarse del resto del equipo. En el fútbol buscamos que esa "superestrella" no solo brille por sí misma, sino que logre levantar el rendimiento de sus compañeros a través de su liderazgo. Esa sinergia provoca un contagio positivo que permea a todo el plantel, incluyendo a los que juegan menos. Y eso mismo debemos buscar en equipos de ventas: si hay estrellas, lo son por levantar el desempeño de todo el equipo, y no solo por alcanzar sus metas.

En el fútbol buscamos que esa "superestrella" no solo brille por sí misma, sino que logre levantar el rendimiento de sus compañeros a través de su liderazgo

Conclusión: ¡los futbolistas tienen razón!

La dificultad de establecer metas justas en ambientes muy inciertos y la necesidad de un trabajo en equipo para atender las necesidades más complejas de los clientes llevan a la conclusión lógica: la compensación de vendedores basada en metas individuales debe cambiar, imitando la compensación variable aplicada en el fútbol:

- » Porcentajes de sueldo fijo mayores.
- » Sueldos variables asociados a resultados del equipo/compañía, y no de individuos.

Por supuesto, se puede argüir en favor de grados de implementación, por ejemplo, la definición de equipo puede evolucionar de un equipo más pequeño al inicio, a toda la compañía al cabo de un tiempo. Esto dependerá de la industria, tipo de productos y, principalmente, de la madurez del equipo de trabajo. Dicho esto, la dirección del cambio parece clara, a favor de metas de equipo. ❖

Sobre los autores

Rodrigo Goldberg es exfutbolista chileno que jugó en la Universidad de Chile y la Selección de Chile, entre otros equipos. Es también ingeniero civil industrial, fue director deportivo del Club Universidad de Chile, y es comentarista y panelista deportivo, y consultor en materias relacionadas con trabajo en equipo, liderazgo y resiliencia.

Su LinkedIn es [linkedin.com/in/rodrigogoldberg](https://www.linkedin.com/in/rodrigogoldberg)

Carlos Behrends es director corporativo de ventas para América del Sur en Endress+Hauser. Se desempeña en áreas de ventas desde 1992 como vendedor, gerente de ventas y gerente general de organizaciones de ventas. Nacido en Argentina, vivió en Chile y, desde 2003, en Brasil.

Su LinkedIn es [linkedin.com/in/cbehrends](https://www.linkedin.com/in/cbehrends)

De la robótica de celdas a los sistemas ciberfísicos adaptativos

Pasado, presente y futuro de la robótica industrial.

Ing. Jorge Javier Gleizer
jorgejginge@gmail.com

Un largo camino recorrido

En 2021, se cumplieron sesenta años de la instalación del primer robot industrial en una planta de manufactura. El sueño de George Devol y Joe Engelberger, fundadores de Unimation, la empresa pionera en robótica industrial, se materializó en el año 1961, cuando el primer robot industrial, el Unimate, fue aplicado efectivamente en una línea de producción, en una planta de General Motors.

El brazo poseía una configuración de coordenadas esféricas, comandos hidráulicos para el control de movimientos, y pesaba cerca de dos toneladas. El dispositivo "obedecía" comandos paso-a-paso almacenados en una memoria de tambor magnético, y movía y apilaba piezas calientes en un taller de fundición, sin ningún tipo de interacción con el entorno que lo circundaba.

En 2021, se cumplieron sesenta años de la instalación del primer robot industrial en una planta de manufactura.



George Devol y Joe Engelberger, creadores de Unimation

Fuente: IFR



Unimate, el primer brazo robótico aplicado en la industria

Fuente: IFR

Se iniciaba así un largo camino de desarrollo tecnológico hasta nuestros días. Tengamos en cuenta que sesenta años de desarrollo tecnológico en esta etapa histórica de la humanidad es mucho tiempo: en 1903, los hermanos Wright lograron realizar el primer vuelo controlado, y tan solo 66 años después, los seres humanos pusimos un pie en la Luna.

Luego llegaron las sucesivas generaciones de robots: con los controles de lazo cerrado, los robots

comenzaron a interactuar con el ambiente de trabajo; la implementación de microcontroladores introdujo los modelos matemáticos utilizados para describir la cinemática directa e inversa, y la aparición de los lenguajes formales de programación permitió los bucles de control y el comportamiento dependiente de estados. Finalmente, con la aplicación de estrategias de control basadas en redes neuronales y lógica difusa, los robots incorporaron herramientas de autoaprendizaje.

Pero hasta hace muy poco tiempo, la aproximación siempre había sido la misma: una robótica cerrada, aislada, una robótica de celdas.

*Hasta hace muy poco tiempo,
la aproximación siempre había
sido la misma: una robótica
cerrada, aislada, una robótica
de celdas.*

De alguna manera, este devenir evolutivo fue un camino lógico, influido por el modelo productivo que dio origen al desarrollo económico e industrial del siglo pasado: la línea de producción, implementada por primera vez en 1914 por Henry



Charles Chaplin en la película "Tiempos modernos", de 1936, una reflexión sobre el rol del operario en la industria en los albores de la robótica industrial



Ford. Se trató de un esquema de manufactura que permitió salir de la fabricación artesanal de productos medianamente complejos, y pasar a la producción seriada. Un modelo productivo centrado en la estandarización y la eficiencia.

No en vano, la mítica frase de Henry Ford “Un cliente puede tener su automóvil del color que desee, siempre y cuando desee que sea negro” traduce un modelo de pensamiento en donde la variabilidad molesta, lastima: “Cuanto más uniforme, más fácil, y más eficiente”.

En este contexto, la robótica era concebida como una mejora de la automatización clásica, también denominada “automatización dedicada”, y mantenía sus mismos paradigmas:

- » Realizar las tareas con mayor efectividad y eficiencia
- » Reducir la variabilidad
- » Disminuir y controlar los costos operativos
- » Mejorar la calidad de los productos
- » Resguardar la seguridad de las personas en los ambientes de trabajo

Los robots se encontraban aislados, trabajando en celdas, casi sin interacción con los humanos, ocupando sus lugares en la línea de producción.

Podríamos argumentar que ciertas características de los robots los hacen más aptos para desarrollar ciertas actividades (tareas peligrosas, insalubres, repetitivas), y que en esos casos, se vería justificado el reemplazo de los humanos por máquinas en los puestos de trabajo.

Así, se generaron debates sobre el impacto de la automatización en el aumento del desempleo: las máquinas estaban reemplazando a las personas. Parte de este camino implicó la creciente adopción de robots en diferentes industrias, dando lugar al fenómeno de la “robotización”.

Durante las primeras etapas, los robots eran considerados costosos, reservados solamente para algunas industrias e inaccesibles para las pymes, y peligrosos, de ahí la justificación de su aisla-

miento respecto de los trabajadores. Esta situación cambió gradualmente; de hecho, hace varios años un fabricante propone utilizar robots como montañas rusas en parques de diversiones. Esta es una clara demostración del cambio de paradigma producto de la evolución tecnológica: ponemos a nuestros hijos en el gripper (mano) de un robot, y la inversión se amortiza con el ingreso de las entradas al “juego”.

Pero como veremos, todo lo aprendido estaba a punto de cambiar.

Durante las primeras etapas, los robots eran considerados costosos, reservados solamente para algunas industrias e inaccesibles para las pymes, y peligrosos

El cambio de paradigmas

A más de un siglo de existencia de la línea de producción, se produjeron avances importantes, desde la ingeniería de procesos, el enfoque y teorías del aseguramiento de la calidad, la integración de la cadena productiva, la fabricación precisa, etc.; todas optimizaciones centradas en mejorar la eficiencia y evitar la parada de línea. (Los que hemos trabajado en la industria automotriz, sabemos que cualquier esfuerzo es válido para evitar la “pesadilla” de la planta parada).

De la misma manera, durante los años transcurridos, los consumidores también avanzaron. Los mercados maduraron, y una consecuencia inmediata fue la segmentación: ya no alcanzaba con vender autos de un solo color, era necesario crear portafolios de productos cada vez más diversos.

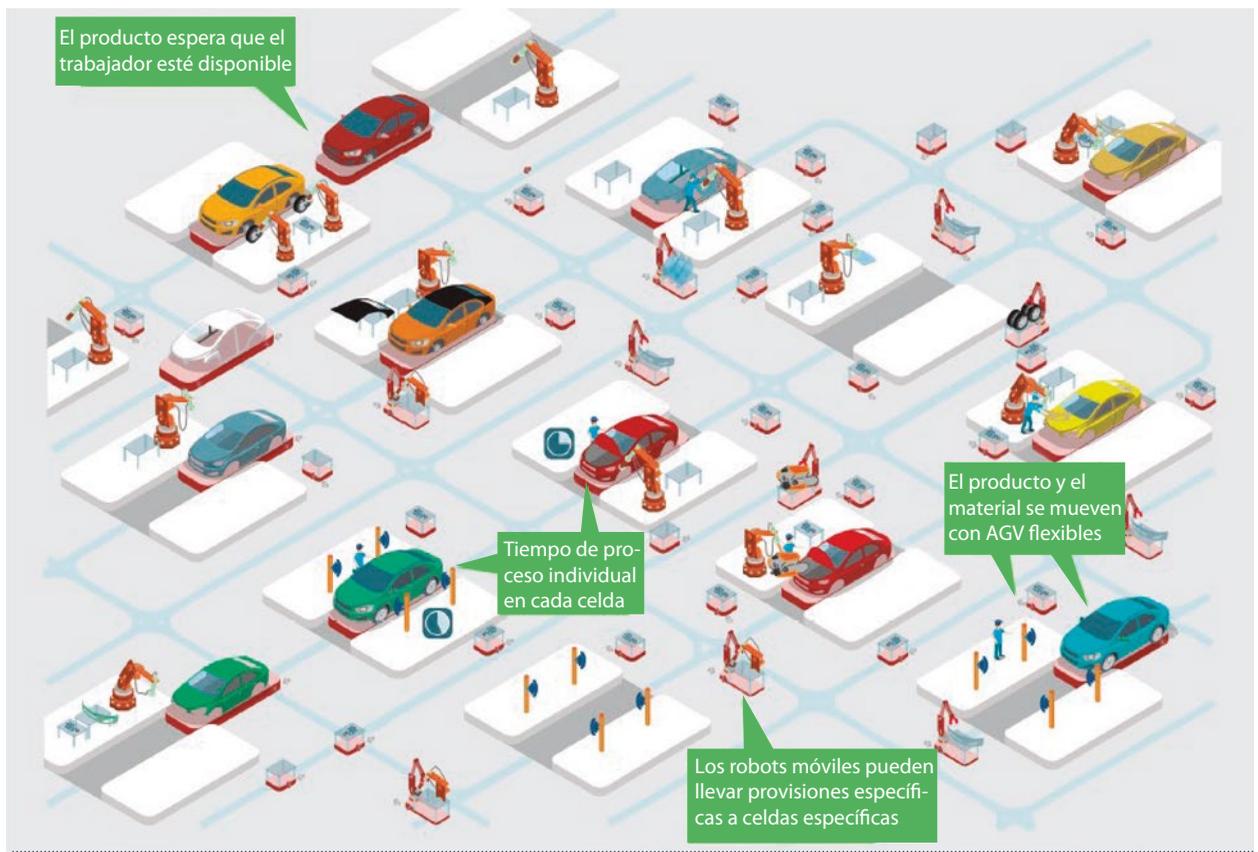
La respuesta de las automotrices, en principio, fue crear diseños basados en “plataformas”, en donde los productos de una familia cambian “la piel” (lo percibido por el cliente), manteniendo el núcleo del diseño lo más uniformemente posible. Pero estas estrategias tienen un límite.

En 2016, BMW no fabricó dos autos idénticos. Esto implica que si revisamos las listas de materiales de todos los vehículos fabricados ese año en todas las plantas de BMW a nivel global, no encontraremos dos coincidencias absolutas. La multiplicidad de combinaciones crece a nivel exponencial.

En 2017, Audi informó que las variantes del modelo A3, tomando en cuenta todas las diferencias posibles, incluyendo las opciones con motores de combustión interna, híbridas y eléc-

tricas, y accesorios opcionales, ascendía a un total aproximado de ¡1 x 1038 combinaciones!

La robótica colaborativa, la inteligencia artificial, la manufactura aditiva, internet de las cosas, son solo algunos ejemplos de conceptos que ya han madurado, y se combinan modificando drásticamente las formas de pensar y hacer el trabajo.



Fabricación flexible, para atender gran cantidad de productos diversos

Estamos en presencia de ejemplos de lo que se denomina “customización” o “personalización masiva”. Fabricábamos autos únicos, con un sistema de manufactura pensado para producir autos solo de color negro, y a eso lo llamábamos “buenas prácticas de manufactura”. Era necesario un cambio disruptivo en la manera de pensar y de hacer.

La convergencia de desarrollos impulsados por la evolución exponencial de la tecnología está transformando los entornos de operaciones de las compañías. La robótica colaborativa, la inteligencia artificial, la manufactura aditiva, internet de las cosas, son solo algunos ejemplos de conceptos que ya han madurado, y se combinan modificando drásticamente las formas de pensar y hacer el trabajo. Son cambios tecnológicos, pero sobre todo, culturales.

Dejamos atrás el modelo de producción en línea, motor del desarrollo industrial de los últimos cien años, para dar paso a ecosistemas productivos adaptativos, constituidos por sistemas ciberfísicos, completamente interconectados, gobernados por modelos de optimización articulados a través de inteligencia artificial.

En este tipo de planteo, denominado “manufactura flexible”, existe trazabilidad completa de materiales, equipos, procesos y personas, a partir de una estructura de interconexión, transmisión y procesamiento de datos en tiempo real. A diferencia de la línea de montaje tradicional, en donde la logística y la producción están vinculadas de manera rígida, en este esquema, los productos viajan de manera autónoma solamente a las estaciones indicadas en sus flujos de proceso. Pasamos de una estrategia de justo a tiempo (JIT), a otra de justo a secuencia (JIS).

El abastecimiento de partes a las estaciones de trabajo también se realiza con vehículos autónomos. Si aparecen cuellos de botella, es el propio sistema de planificación, a partir de modelos de optimización desarrollados en la nube, análisis de big data e inteligencia artificial, el encargado de reacom-

dar las secuencias de operaciones a cada instante de la operación. Estamos en presencia de un sistema adaptativo en tiempo real.

Esta nueva aproximación tiene implicancias directas sobre la robótica y los seres humanos. Las estaciones de trabajo, dispuestas matricialmente en el piso de la fábrica, con una configuración topológica adaptable, tienen asignadas funciones generalistas. Cada centro de proceso está constituido por sistemas ciberfísicos, en donde podemos encontrar máquinas trabajando con máquinas, en procesos completamente automatizados, robots trabajando con máquinas, robots interactuando con otros robots en celdas adaptativas (no solamente en términos de productos, sino también en términos de reconfiguración de herramientas/hardware), humanos interactuando con robots colaborativos, humanos interactuando con humanos, soportados por herramientas tecnológicas (utilizando exoesqueletos, elementos de realidad virtual para validar secuencias de montaje), etc.

Estamos en presencia de una nueva robótica: una robótica abierta, adaptativa, interconectada, una robótica colaborativa.

Un escenario que representa la integración de humanos y máquinas en ecosistemas productivos. Es el retorno de los humanos a las operaciones complejas de manufactura, respaldados por la tecnología.

Indudablemente, los actores de la industria deben prepararse para afrontar estos nuevos desafíos, y en especial, las pymes, que necesitan incorporar conceptos y traducirlos en implementaciones concretas. ❖

Estamos en presencia de una nueva robótica: una robótica abierta, adaptativa, interconectada, una robótica colaborativa.

Tendencias y tecnologías principales

Segunda entrega de una serie de artículos acerca de las tendencias y tecnologías más relevantes de automatización y control en distintas industrias. En esta ocasión, tecnologías de la información.

Luis M. Buresti
luis.buresti@gmail.com

PeSe: seguridad predictiva

Bienvenidos al mundo de "Minority Report". Es evidente que Google, Facebook, y demás, pueden "adivinar" nuestras preferencias, también nuestras intenciones.

Para bien o para mal, existe una gran cantidad de familias de tecnologías agrupadas bajo denominaciones como "monitoreo del ánimo humano", "métodos de decodificación de intenciones", "perfil de comportamiento", etc. que pueden predecir el comportamiento humano y, en consecuencia, a partir de eso desarrollar perfiles de comportamiento para cada individuo. Quizá, el uso más extendido de estos sistemas colabore para que vivamos en un entorno más seguro, aunque también es muy probable que entre en conflicto con cuestiones de derecho a la privacidad.

Quizá, el uso más extendido de estos sistemas colabore para que vivamos en un entorno más seguro, aunque también es muy probable que entre en conflicto con cuestiones de derecho a la privacidad

SeWs: software de autoescritura

Cuando uno mira las noticias del mercado en Bloomberg TV o en CNBC, o lee un reporte de una empresa, es muy probable que eso haya sido escrito por una máquina. Una gama de paquetes de software llamada "Generative Pre-Trained Transformers" (la más reciente es GPT-3) se instala como punto de quiebre en la escritura de textos automatizada.

Algunos canales de televisión han fomentado su utilización y probaron la aceptación del público de presentaciones de noticias o reportes del clima totalmente automatizados. La respuesta fue favorable, y hoy existen verdaderos “contadores digitales de historias”.

Y este tipo de software es un pariente cercano de otra aplicación de rápido desarrollo: descubrimiento automatizado del conocimiento (“Automated Knowledge Discovery”).

QuCo: computadoras cuánticas

Por supuesto, el desarrollo de QuCo favorece el desarrollo de “Quantum-Safe Cryptography Methods” (métodos de encriptamiento cuánticos).

DiEr: borrador de huella digital

También referida como “desindexación de contenidos digitales”, es una cuestión con varias implicancias legales, y quizá nunca pueda desarrollarse por completo.

EhLi: conciencia humana artificial

Esta sería la tan mentada piedra filosofal. Debemos considerar que, por lo que se dice más abajo, excepto EhLi, casi todas las herramientas necesarias ya están desarrolladas.

Si pudiéramos integrar de forma eficiente herramientas como algoritmos de expectativa de vida, más diseño de avatares, más reconocimiento del habla, más software de autoescritura, más descarga automática de la memoria humana, más centros de datos de gran escala, más gestión de bienes digitales, más una cuenta bancaria muy

abultada, y agregar EhLi, el resultado sería una vida eterna e inmaterial en la Tierra.

Además, si consideramos que una persona humana es “su cuerpo y sus circunstancias” y acordamos en que lo dicho anteriormente son “las circunstancias”, entonces solamente a través de técnicas de almacenamiento y clonación del ADN humano podríamos estar ante las puertas de la vida eterna humana.

Y todo esto también significa “teletransportación” porque el ser humano, tal como se lo definió acá, es solamente información y se podría recrear en cualquier lugar al que lleguen las ondas de radio o los rayos láser.

En rigor, resta aclarar las siglas “EhLi” no son más que el acrónimo en inglés de “Vida humana eterna”.

GhId: identificación humana global

Este proceso no es más que la evolución natural de la integración de diversos métodos y tecnologías ya disponibles: reconocimiento facial y de huella digital, más reconocimiento de voz, más almacenamiento y digitalización del ADN, más dispositivos RFID colocados bajo la piel, más la huella digital, más rastreo IMEI Tracking. (Algunas fuentes incluyen también teléfonos implantados que se podrían energizar con los movimientos del cuerpo o las reacciones electroquímicas, aunque decidimos no incluir este tipo de opciones por considerarlas demasiado extremas como para ganar la adhesión popular).

Algunos autores se refieren a GhId como “Widespread (o Generalized) e-Tagging of Humans” (“etiquetado generalizado o ampliado de seres humanos”).

LEADING TECHNOLOGIES & TRENDS

	Information Technology 27.9%	Health Care 13.5%	Consumer Discretionary 11.8%	Financials 11.5%	Real Estate 2.6%
70 ... 75	01-01 MiDe Micro-Device Networks AS.: 69 +++++	02-01 MeDi Advanced Medical Imaging AS.: 78 +++++			
65 ... 70	01-02 SeWs Self-Writing Software AS.: 66 ++	02-02 InDi Intelligent Diagnostic Systems AS.: 67 +++++	03-02 AdTa Advanced Professional Training AS.: 69 +++++	04-02 RoAd Investment Robo-Advisors AS.: 72 +++++	
60 ... 65	01-03 PeSe Predictive Security AS.: 62 +++++	02-03 FaRs Fully Automatic Robotic Surgery AS.: 66 +++++	03-03 WeEl Wearable Electronics AS.: 60 +++++	04-03 SoCc Sovereign Crypto-Currencies AS.: 62 +++++	05-03 EnCc Enhanced Conventional Construction AS.: 65 +++++
55 ... 60	01-04 GhId Global Human Identification AS.: 55 +++++	02-04 GeDi Gene-Based Predictive Diagnostics AS.: 59 +++++	03-04 BoMa Booking's Market Place AS.: 58 +++++	04-04 PaMe Novel Payment Methods AS.: 57 +++++	05-04 FuTw Fully Immersive Digital Twins AS.: 57 +++++
50 ... 55	01-05 HuAg Human-Capabilities Enhancing Devices AS.: 51 +++++	02-05 AhOr Artificial Human Organs AS.: 54 +++	03-05 ShAv Short-Haul Air Travel Phase-Out AS.: 52 +++++	04-05 InCo Intelligent Contracts AS.: 56 +++++	05-05 EfBu Environmentally Friendly Buildings AS.: 54 +++++
45 ... 50	01-06 CoMi Conversational Machine Interfaces AS.: 47 +++	02-06 CuFa Customized Pharmaceuticals AS.: 46 +++++	03-06 InFr Interactive Fitting-Rooms AS.: 44 ++	04-06 CoBo Conversational Chat-Bots AS.: 48 +++++	05-06 AcFo Active Flooring AS.: 51 +++
40 ... 45	01-07 DiEr Digital Footprint Eraser AS.: 46 +	02-07 ArBo Human Blood Substitute AS.: 47 +	03-07 TeRo Apparel Industry Robotics Lines AS.: 41 ++	04-07 GiGw Generalized Flexible Employment AS.: 40 +++++	05-07 AdLi Advanced Lighting AS.: 42 +++++
35 ... 40	01-08 QuCo Quantum Computing AS.: 38 ++	02-08 CoBa Configurable Bacteria & Viruses AS.: 34 +	03-08 SeTo Low-Cost Space Tourism AS.: 35 ++	04-08 ReGa Resource Gamification AS.: 37 +	05-08 AuCc Automated Civil Construction AS.: 34 ++
30 ... 35	01-09 EhLi Artificial Human Consciousness AS.: 34 ++	02-09 DiTo Diagnostic Toilets AS.: 31 ++	03-09 MwFe Electro Magnetic Field Cooling AS.: 27 +	04-09 DeCo Distributec Autonomous Organizations AS.: 29 +	
25 ... 30	01-10 WeTw Digital Twin of the Eart AS.: 24 +	02-10 GeVa Genomic Vaccines AS.: 23 +++++			

DEEP I + C + A

Data Engineering

Processes & Materials

by Luis M. Buresti (20/Mar/2022, luis.buresti@gmail.com) Expiry Date: 30-Mar-2023 Ranked by AS and PLUS Scale.

Comm Services & Utilities 12.2%	Consumer Staples 6.2%	Industrials 8.0%	Energy 3.7%	Materials 2.6%
		08-01 DaSe DA & Self-Driving Vehicles AS.: 75 +++++	09-01 EfBa Environmentally Friendly Batteries AS.: 69 +++++	10-01 NoMa Novel Materials AS.: 70 +++++
06-02 5GWi Widespread 5G Deployment AS.: 66 +++++	07-02 DeRo Freight Delivery Robots & Drones AS.: 67 +++++	08-02 FeMa Flexible Manufacturing & Spatial Computing AS.: 65 +++)	09-02 CaNf Carbon Neutral Liquid Fuels AS.: 65 +++++	10-02 BiPl Bio-Plastics AS.: 65 +++++
06-03 SwDe Large-Scale Seawater Desalination AS.: 65 ++	07-03 DiPo Disposable Products Phase-Out AS.: 59 +++++	08-03 EIAv Electric Aviation AS.: 59 ++	09-03 EnSt Energy Storage AS.: 61 +++++	10-03 NdPr N-Dimension Printing AS.: 61 +++)
06-04 AsEg Advanced Smart Energy Grids AS.: 59 +++++	07-04 DiFa Digital Farming & Swarm Machines AS.: 59 +++++	08-04 WaPo Wind-Assisted Ship Propulsion AS.: 57 ++	09-04 DeWi Deep-Water Wind Farms AS.: 57 +++	10-04 PaRe Plastics Recycling AS.: 58 +++++
06-05 DuMa Remote Building Management AS.: 52 +++++	07-05 PaIn Smart Diapers AS.: 55 ++	08-05 CoUt Combustion Engine Phase-Out AS.: 50 +++++	09-05 TeSo Thermal Sola Power AS.: 54 +++	10-05 GeMa Generalized Chemical Markers AS.: 50 +++++
06-06 RoCa Robotic Care & Virtual Concierges AS.: 44 +++++	07-06 EtEf End-to-End Food Traceability AS.: 48 +++++	08-06 AuC s Autonomous Cargo Ships AS.: 48 ++	09-06 EeHa Enhanced Energy Harvesting AS.: 49 +++	10-06 LoSp Low-Cost Spectroscopy AS.: 48 +++++
06-07 Saln Satellite Swarm Internet AS.: 40 +++++	07-07 CuMe Cultured Meat AS.: 42 ++	08-07 PoEx Powered ExoSkeletons AS.: 43 ++	09-07 MuCe Multi-Fuel Fuel Cells AS.: 45 +++	10-07 LeSe Low-Energy Separation Processes AS.: 42 +++
06-08 QuCc Quantum Communications AS.: 35 +	07-08 PoSs Intelligent POS Displays AS.: 40 ++	08-08 IoTh Advanced Propulsion Methods AS.: 35 ++	09-08 FaSa Fail-Safe Nuclear Reactors AS.: 39 ++	10-08 ArPh Artificial Photo-Synthesis AS.: 36 ++
06-09 WiEl Wireless Electricity Distribution AS.: 18 +	07-09 VeAg Vertical Agriculture AS.: 33 ++	08-09 RoDf Robotic Defense Forces AS.: 28 +++++	09-09 HiFu High-Temperature Fusion Reactors AS.: 35 +	10-09 InSh Invisibility Shields AS.: 29 +
		08-10 VaTa Vacuum-Tube Transportation AS.: 26 +	09-10 LoFu Low-Temperature Fusion AS.: 19 +	10-10 StAe Stratospheric Aerosols AS.: 24 +

70...75
65...70
60...65
55...60
50...55
45...50
40...45
35...40
30...35
25...30

Environmental Technology Devices + Equipment + Infrastructure

WeTw: el gemelo digital de la Tierra

Esta vendría a ser la “madre” de todos los modelos matemáticos. Muchas de las herramientas que se requieren para WeTw ya están disponibles, tales como modelos de predicción del clima y algunas proyecciones socioeconómicas. Respecto del hardware, esta sería una tarea adecuada para las computadoras cuánticas.

Muchas de las herramientas que se requieren para WeTw ya están disponibles, tales como modelos de predicción del clima y algunas proyecciones socioeconómicas

Si WeTw llega a ser una realidad algún día, podríamos hacer preguntas del tipo “¿Qué pasaría si...?”, tales como ¿cómo y dónde ocurrirá el próximo terremoto?, ¿qué pasará con una nueva guerra mundial?, ¿cómo se esparcirá la próxima pandemia?, etc.

HuAg: dispositivos que mejoran las capacidades humanas

Los Google Glasses fueron solo una ilusión, no solo por sus problemas técnicos (aunque menores), sino sobre todo por cuestiones de seguridad y privacidad.

Sin embargo, la ola de dispositivos que expanden los sentidos humanos (“human augmentation”) parecen no tener freno, puesto que ya hay varios diseños en fila.

La ola de dispositivos que expanden los sentidos humanos (“human augmentation”) parecen no tener freno

Debemos pensar en lentes de contacto y anteojos inteligentes y dispositivos inmersivos (por ejemplo, Oculus), pero también en cascos inteligentes que pueden proyectar información en la visera del mismo casco (por ejemplo, Daqri o MS HoloLens) y dispositivos de transmisión directa a la retina (por ejemplo, Magic Leap Inc.).

Algunos futurólogos incluso creen que este tipo de equipos pueden dejar obsoletas a las pantallas que conocemos hoy en día. Bajo el símbolo “HuAg”, también se deben considerar ayudas inteligentes a la audición y traductores directos.

MiDe: redes con microdispositivos

Esta es una categoría amplia que incluye desde sensores aislados que envían información a la nube hasta aplicaciones complejas que pueden ser categorizadas como Smart Dust, IoT, o IIoT.

Es importante destacar que IoT e IIoT pueden evolucionar desde las redes pasivas de hoy hasta soluciones activas, si confiamos en las promesas del 5G.

Otro impulso a estas redes viene del concepto clásico de “procesamiento distribuido de datos”, ahora rebautizado como “Edge Computing” (“computación en el borde”). ❖

Cómo marcar una diferencia real con la tecnología de automatización

Rainer Brehm
Siemens

www.siemens.com.ar

La automatización ha recibido un nuevo impulso en los últimos años gracias a las tecnologías digitales. Y parece que todos los días leemos nuevos informes sobre los avances en la tecnología de inteligencia artificial. Es una época dorada para la industria, porque este progreso tecnológico ofrece nuevas oportunidades para actuar sobre los desafíos más apremiantes de nuestro tiempo: el cambio climático, la optimización de la cadena de suministro y la escasez de profesionales calificados. Si queremos establecer un rumbo para un mundo más sostenible, debemos enfrentar estos desafíos e impulsar la transformación digital.

Si queremos establecer un rumbo para un mundo más sostenible, debemos enfrentar estos desafíos e impulsar la transformación digital

Una de las claves será utilizar la automatización de una manera específica donde pueda marcar una diferencia real. Gracias a la creciente integración de la tecnología de la información (TI) y la tecnología operativa (TO), se están creando nuevas oportunidades para la tecnología de automatización. A continuación, describo tres ejemplos de cómo la tecnología de automatización puede generar un valor agregado real.

Flexibilización de la producción

¿No suena loco que los componentes viajen cinco veces por todo el mundo antes de ser procesados y convertirse en el producto final? Pero desafortunadamente, esto es parcialmente cierto. Especialmente en el contexto de la sostenibilidad, algo debe cambiar en nuestras cadenas de suministro para evitar el transporte innecesario. Ese será un gran desafío. Pero las crisis mundiales de los últimos años también nos han demostra-

do cuán sensibles son las cadenas de suministro a las influencias externas. La tecnología de automatización puede ayudar a que las cadenas de suministro sean más independientes y sostenibles, por ejemplo, a través de rutas de transporte más cortas y costos de transporte reducidos, y también ayuda a hacerlas menos vulnerables a las influencias externas.

Además, los procesos de producción se pueden diseñar de manera mucho más flexible, lo que también influye en las cadenas de suministro. Permítanme explicar esto con un ejemplo concreto: a fin de satisfacer los requisitos de los clientes que cambian rápidamente y producir en lotes pequeños, la industria necesita una mayor flexibilidad. Industrias como las que producen bienes de consumo envasados utilizan sistemas de tuberías que deben limpiarse una y otra vez. Hasta hace poco, alrededor de diez toneladas era el tamaño de lote más pequeño alcanzable.

Con la ayuda de conceptos de automatización innovadores, las empresas pueden reducir el tamaño de los lotes a largo plazo y hacer que la producción sea más flexible.

Para ello utilizamos lo que se conoce en TI como "DevOps", que permite a los operadores importar e implementar cambios en la automatización de forma extremadamente rápida. En nuestro ejemplo, esto se llama "gestión de recetas". La tecnología de automatización permite llevar recetas completamente nuevas desde el concepto hasta el taller en lotes pequeños: por ejemplo, la fabricación sin tuberías se está convirtiendo en una realidad con la ayuda de la robótica. En este caso, el líquido ya no se transporta en sistemas de tuberías, sino en contenedores por AGV, que se pueden usar para ejecutar lotes más pequeños. Sin embargo, esto solo funciona si la producción está automatizada para ser extremadamente flexible. En la producción automotriz, también, la tendencia es hacia AGV y conceptos de células flexibles.

La fabricación sin tuberías se está convirtiendo en una realidad con la ayuda de la robótica



La automatización agrega valor a la industria al hacer que la producción sea más flexible

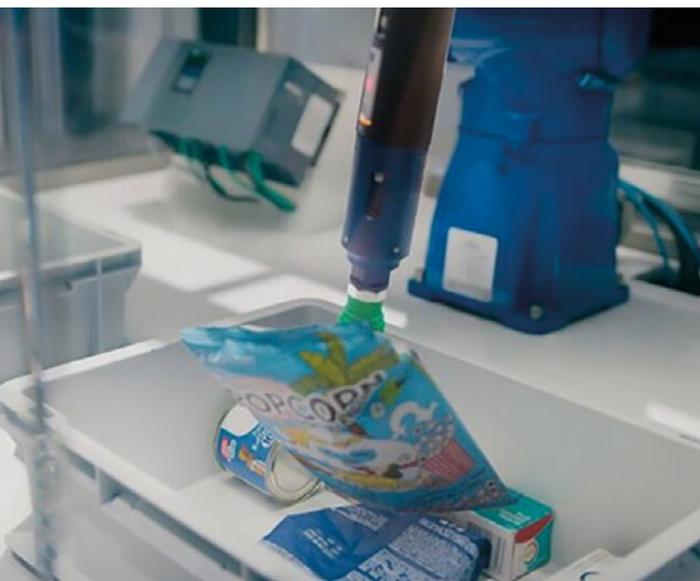
Fuente: Rainer Brehm

Enseñar a las máquinas a gestionar lo impredecible

La escasez de profesionales calificados ya está causando problemas para muchas industrias, y esto empeorará aún más en el futuro. La tecnología de automatización puede ayudar a automatizar procesos de trabajo complejos que de otro modo deberían ser realizados por profesionales calificados.

Para hacer esto, la tecnología de automatización tiene que ser entrenada para hacer frente a lo impredecible. Hasta ahora, no podíamos automatizar procesos impredecibles que no fueran altamente repetitivos.

La tecnología de automatización tiene que ser entrenada para hacer frente a lo impredecible



Automatice lo desconocido con Simatic Robot Pick AI

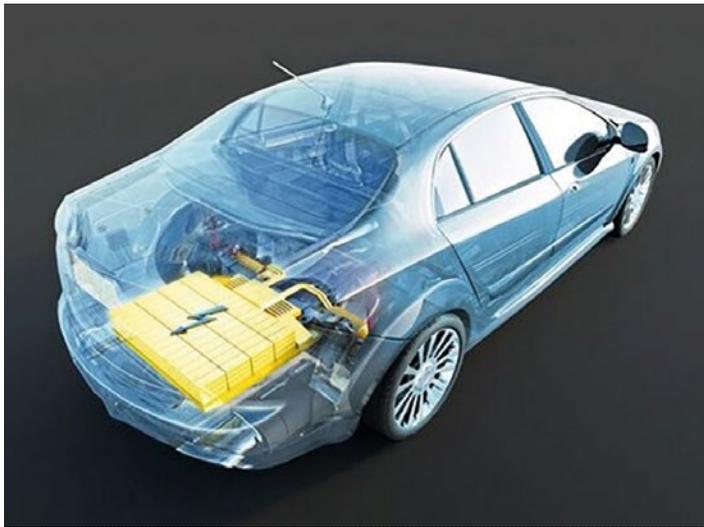
Fuente: Rainer Brehm

Ahí es donde entra en juego la inteligencia artificial, que permite que los sistemas de automatización del futuro reconozcan y respondan a la situación precisa en tiempo real en función de las capacidades o habilidades del sistema. A la tecnología de automatización se le enseñará una habilidad que luego puede aplicar: por ejemplo, un robot entrenado en agarre flexible que se utiliza para aplicaciones que implican una cantidad extremadamente grande de trabajo manual, como empacar diferentes objetos en cajas en los centros de cumplimiento de un minorista en línea. Este tipo de aplicación no permite reprogramar la tecnología de automatización para cada producto. La inteligencia artificial, en este caso, significa "automatizar lo impredecible", y hay un enorme campo de actividad nuevo en desarrollo en esta área.

Extender los ciclos de vida de los productos

Cuando se trata de sostenibilidad, la automatización ofrece posibilidades completamente nuevas donde inicialmente no se esperarían: por ejemplo, en la reparación de productos. Para automatizar los procesos de reparación, se deben responder dos preguntas: ¿cómo se debe diseñar un producto para que pueda repararse? y ¿qué datos y qué sistemas se necesitan para repararlo automáticamente?

[...] se deben responder dos preguntas: ¿cómo se debe diseñar un producto para que pueda repararse? y ¿qué datos y qué sistemas se necesitan para repararlo automáticamente?



¿Módulo de batería defectuoso? En el futuro, las baterías de los automóviles probablemente se puedan reparar automáticamente

Fuente: Rainer Brehm

Un caso de aplicación es en el campo de la movilidad eléctrica. O más específicamente, la reparación de baterías de automóviles eléctricos.

No importa cuán diferentes sean los módulos de batería y cuán diferentes puedan ser las fallas, con la ayuda de la inteligencia artificial, un sistema de automatización puede encontrar la falla, rectificarla y volver a ensamblar el módulo de la batería para que finalmente pueda volver a comercializarse con una garantía. Y vamos a tener que hacer eso, porque cada vez más coches eléctricos están llegando al mercado hoy en día. Reciclar baterías rotas es un gran desafío por una variedad de razones. Algunas baterías tienen un alto voltaje, por lo que no es seguro desmontar o reparar sus módulos.

Pero, por supuesto, difícilmente será posible reparar una batería sin suministrar su gemelo digital, una identificación digital que describe cosas como el ciclo de vida de la batería, los ciclos de carga y quizás también sus instrucciones de reparación. Un sistema diseñado para reparar baterías utiliza sus gemelos digitales como guía de repa-

ración. Siemens ya está trabajando en la automatización de este proceso.

Pero el nuevo potencial de automatización no se trata solo de reparación, por supuesto. La producción de baterías todavía produce un número extremadamente alto de chatarra de producción. En otras palabras, la cantidad de litio que entra al comienzo de la batería de producción de iones de litio y la cantidad de batería que sale al final aún no es óptima. Mediante la recolección y análisis de datos en todos los pasos, que son muchos, todo el proceso se puede optimizar y las tasas de chatarra de producción se pueden reducir significativamente.

Mediante la recolección y análisis de datos en todos los pasos, que son muchos, todo el proceso se puede optimizar y las tasas de chatarra de producción se pueden reducir significativamente

En el futuro, las decisiones de compra de los clientes dependerán cada vez más de la sostenibilidad de la fabricación de un producto. Es por eso que Siemens ha lanzado Sigreen, un software que permite el intercambio de datos de huella de carbono del producto a lo largo de toda la cadena de valor. Los datos se verifican a través de una cadena de bloques. Esto hace que el consumo de dióxido de carbono a lo largo de toda la cadena de suministro sea transparente, y esta transparencia permite una optimización específica. La tecnología de automatización puede ser extremadamente útil en este proceso al extraer datos de las unidades de producción y ponerlos a disposición.



En la agricultura vertical, la tecnología de automatización garantiza que las plantas se las arreglen con pocos recursos y aún prosperen

Fuente: Rainer Brehm

Las tecnologías están disponibles, solo necesitamos usarlas

Con la computación de borde (o 'edge') y en la nube, los días de "nunca cambiar un sistema en ejecución" se han ido

Las tecnologías que permiten estas nuevas posibilidades ya existen. Con la computación de borde (o 'edge') y en la nube, los días de "nunca cambiar un sistema en ejecución" se han ido, y la era de las adaptaciones y actualizaciones flexibles del sistema ha comenzado. Como hemos visto, la inteligencia artificial puede enseñar habilidades específicas de los sistemas, y también se puede utilizar en sistemas de asistencia que apoyan a las personas: por ejemplo, ayudar con el proceso de ingeniería. El desafío es empaquetar estas tecnologías complejas para que sean fáciles de usar

para muchas más personas. La palabra clave es "inteligencia de enjambre".

Todavía hay mucho más trabajo por hacer: necesitamos traer más y más capacidades de TI y métodos probados de las operaciones de software al mundo de la automatización industrial. Para que la producción pueda ser aún más adaptable, autónoma y centrada en el ser humano. Las oportunidades están ahí. Ahora depende de nosotros aplicar estas tecnologías en la práctica diaria. ❖

Inteligencia artificial en una planta química

La automatización de inteligencia artificial de Yokogawa se utiliza por primera vez en una planta química de ENEOS Materials.

Tras un año de funcionamiento estable, la tecnología de control de última generación demuestra que puede reducir el impacto medioambiental, lograr una calidad estable y transformar las operaciones.

Yokogawa

www.yokogawa.com



Columnas de destilación de la planta química de ENEOS Materials

Fuente: ENEOS Materials Corporation

Tokio (Business Wire). ENEOS Materials Corporation (anteriormente la unidad de negocio de elastómeros de JSR Corporation) es una empresa dedicada a la investigación, desarrollo, fabricación y venta de caucho sintético, elastómeros termoplásticos, látex y otras materias primas para la industria. Junto a Yokogawa Electric Corporation anunciaron que han llegado a un acuerdo para que Factorial Kernel Dynamic Policy Programming (FKDPP), un algoritmo de inteligencia artificial basado en el aprendizaje por refuerzo sea adoptado oficialmente para su uso en una planta química. Este acuerdo se produce tras una exitosa prueba de campo en la que esta tecnología de automatización [1] que demostró un alto nivel de rendimiento mientras controlaba una columna de destilación en esta planta durante casi todo un año. Se trata del primer caso en el mundo de adopción oficial de una inteligencia artificial de aprendizaje por refuerzo para el control directo de una planta [2].

Fuente: Yokogawa Electric Corporation

Durante un periodo consecutivo de 35 días (840 horas), del 17 de enero al 21 de febrero de 2022, esta prueba de campo confirmó inicialmente [3] que la solución podía controlar operaciones de destilación que estaban más allá de las capacidades de los métodos de control existentes (control PID/APC) y que habían necesitado un control manual de las válvulas basado en los juicios del personal experimentado de la planta. Tras una parada programada de la planta para mantenimiento y reparaciones, se reanudó la prueba de campo, que ha continuado hasta la fecha. Se ha demostrado de forma concluyente que esta solución es capaz de controlar las complejas condiciones necesarias para mantener la calidad del producto y garantizar que los líquidos de la columna de destilación permanezcan a un nivel adecuado, aprovechando al máximo el calor residual como fuente de calor. De este modo, se ha estabilizado la calidad, se ha logrado un alto rendimiento y se ha ahorrado energía.

Se trata del primer caso en el mundo de adopción oficial de una inteligencia artificial de aprendizaje por refuerzo para el control directo de una planta

Durante esta prueba de campo, la inteligencia artificial de automatización demostró las siguientes cuatro ventajas:

- » Estabilidad todo el año. La automatización mantuvo un control estable de los niveles de líquido y aprovechó al máximo el calor residual, incluso en invierno y verano, con cambios de temperatura de unos 40 °C. No se observaron problemas, y se consiguió un funcionamiento estable y una alta calidad del producto durante toda la prueba de campo.
- » Reducción del impacto medioambiental. Al eliminar la producción de productos fuera de especificación, la automatización de inteligencia artificial redujo los costos de combustible, mano de obra y otros, e hizo un uso eficiente de las materias primas. Al tiempo que producía productos de buena calidad que cumplían las normas de envío, redujo el consumo de vapor y las emisiones de dióxido de carbono en un 40% [4] en comparación con el control manual convencional.
- » Disminución de la carga de trabajo y mejora de la seguridad. La automatización eliminó la necesidad de que los operarios realizaran entradas manuales. Esto no solo redujo la carga de trabajo y ayudó a evitar errores hu-

Confirmed benefits from the year-long field test

 <p>Year-round stability even with external temperature changes of around 40°C</p>	 <p>Optimized energy use and reduced time and cost while maintaining quality, enabling a 40% cut in CO2 emissions</p>	 <p>Lightened workload and improved safety</p>	 <p>AI control model could be used as is even after plant shut-down for maintenance and repair</p>
--	---	--	--

Beneficios confirmados luego de un año de prueba de campo

Fuente: Yokogawa Electric Corporation

manos, también redujo los niveles de estrés mental y mejoró la seguridad.

- » Robustez del modelo de control de la inteligencia artificial. Incluso después de realizar modificaciones en la planta durante una parada rutinaria de mantenimiento y reparación, el mismo modelo de control se podía seguir utilizando.

La solución podía controlar operaciones de destilación que estaban más allá de las capacidades de los métodos de control existentes (control PID/APC)

ENEOS Materials comprobó a lo largo de este proceso de verificación de un año que la automatización de inteligencia artificial era un sistema robusto capaz de lograr un rendimiento estable y optimizar las operaciones durante todo el año, incluso en invierno y verano. La empresa estudiará la posibilidad de aplicar esta misma solución a otros tipos de procesos y plantas, y seguirá trabajando para mejorar la productividad y ahorrar energía ampliando el alcance de la automatización.

En consonancia con esta noticia y con el objetivo de promover la automatización de las plantas, el 27 de febrero Yokogawa puso en marcha en el mismo lugar la prestación de un servicio de automatización de inteligencia artificial para los controladores Edge 5, lo que también fue una primicia mundial [6]. Junto con este servicio, la empresa ofrece a los clientes que deseen conseguir un funcionamiento autónomo de la planta un servicio de consultoría global que abarca desde la identificación de los problemas de control hasta la investigación de los métodos de control óptimos y el cálculo de la rentabilidad, pasando por la seguridad, la implementación, el mantenimiento y el funcionamiento.

En el futuro, ENEOS Materials y Yokogawa seguirán trabajando juntos e investigando formas de llevar a cabo la transformación digital mediante el uso de inteligencia artificial para el control y el mantenimiento basado en la condición en las plantas.

Masataka Masutani, director de la División de Tecnología de Producción de ENEOS Materials destacó: "En medio de los graves retos que afectan a la industria petroquímica, como la jubilación del personal experimentado que contribuye a garantizar el funcionamiento seguro de las instalaciones, nos complace esta demostración del uso de la inteligencia artificial para controlar de forma autónoma procesos que antes se controlaban manualmente. Además de reducir la carga de trabajo de los operarios, esta prueba, que se ha prolongado durante aproximadamente un año, ha demostrado que este sistema puede funcionar de forma estable sin verse afectado por los cambios estacionales ni por el mantenimiento ni las reparaciones periódicas, y puede ahorrar energía y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Gracias a la producción inteligente, seguiremos esforzándonos por lograr seguridad y estabilidad, reducir las operaciones y mejorar la competitividad".

La empresa estudiará la posibilidad de aplicar esta misma solución a otros tipos de procesos y plantas

Takamitsu Matsubara, profesor del Instituto de Ciencia y Tecnología de Nara, expresó: "La clave del aprendizaje por refuerzo es cómo se diseña la función de recompensa. Al incorporar estrechamente los conocimientos de control de la industria de procesos en la función de recompensa, es posible crear un modelo de control de inteligencia artificial con un alto nivel de fiabilidad y validez capaz de lograr un funcionamiento estable

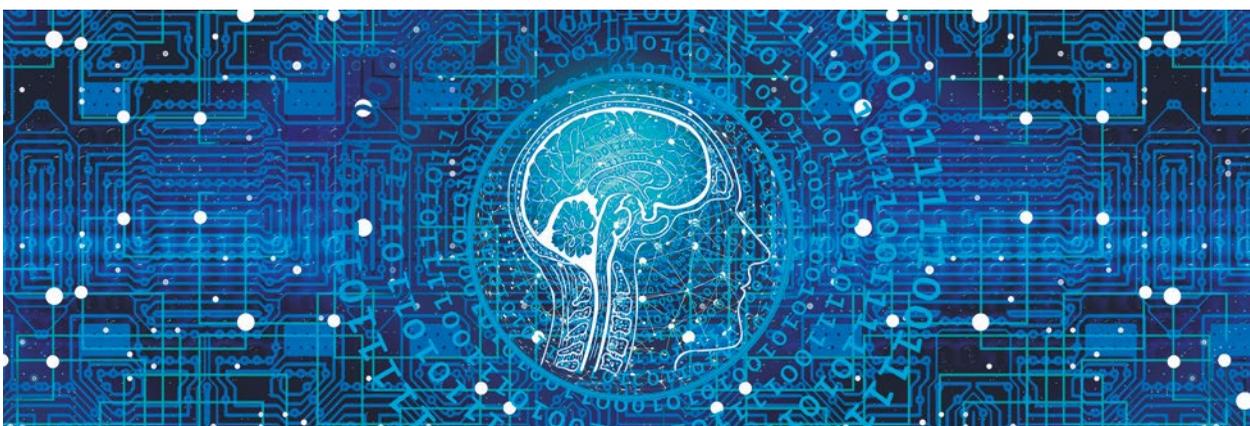
durante todo el año. El hecho de que esta prueba de campo confirmara la capacidad del modelo para aplicarse tal cual incluso tras la realización de tareas periódicas de mantenimiento y reparación implica la robustez del modelo de control de inteligencia artificial. Creo que el FKDPP, una nueva tecnología de control capaz de gestionar condiciones complejas contribuirá ampliamente al desarrollo de la industria en todo el mundo”.

La clave del aprendizaje por refuerzo es cómo se diseña la función de recompensa

Por último, Kenji Hasegawa, vicepresidente de Yokogawa, afirmó estar agradecido de haber podido trabajar junto a su cliente para asumir el reto de esta iniciativa de autonomización. Dada la dificultad de controlar las operaciones, y agregó: “En las plantas existentes debido a los complejos efectos de los fenómenos físicos y químicos, hay muchas áreas en las que todavía tienen que intervenir operarios altamente experimentados. Con un enfoque en productos y consultoría, Yokogawa desarrollará y ampliará el uso de la inteligencia artificial de control autónomo, y trabajará con nuestros clientes para impulsar sus esfuerzos de descarbonización, transformación digital y autonomización”. ❖

Referencias

- [1] Yokogawa define la “automatización de inteligencia artificial” como aquella que deduce el método óptimo para el control de forma independiente y tiene un alto nivel de robustez que le permite manejar de forma autónoma, hasta cierto punto, situaciones las que no se ha encontrado previamente.
- [2] Con base en una exhaustiva investigación secundaria de recursos disponibles al público realizada por IoT Analytics en marzo de 2023.
- [3] Como primicia mundial, Yokogawa y JSR utilizan inteligencia artificial para controlar de forma autónoma una planta química durante 35 días consecutivos (puesta en práctica de una tecnología de control de nueva generación que tiene en cuenta la calidad, el rendimiento, el ahorro energético y los inconvenientes repentinos).
- [4] En comparación con la cantidad de vapor que se utilizó para mantener el nivel de líquido y la correspondiente cantidad de emisiones de dióxido de carbono.
- [5] Yokogawa presenta el servicio de automatización de inteligencia artificial para su uso con controladores de borde (optimiza el control para mejorar la productividad y ahorrar energía).
- [6] Como el primer servicio de inteligencia artificial de aprendizaje por refuerzo disponible comercialmente del mundo para controladores de borde. Con base en una exhaustiva investigación secundaria de recursos disponibles públicamente realizada por IoT Analytics en marzo de 2023.



Eficiencia energética en la fábrica de helados

En este artículo, la explicación de la acción a favor de la eficiencia energética que una fábrica de helados alemana llevó a cabo reduciendo sus necesidades de aire comprimido a través de un módulo de Festo.

Festo

www.festo.com.ar



Posicionamiento perfecto: el núcleo de los helados Magnum sale de la extrusora a gran velocidad. Durante el proceso de extrusión, se inserta el paliillo.

El helado refresca y es fuente de energía gracias a su contenido de proteínas e hidratos de carbono. Y se necesita energía para obtener el producto final utilizando leche, chocolate, azúcar y vainilla. La electricidad y el aire comprimido son esenciales para los procesos térmicos y cinéticos durante las operaciones de mezcla y extrusión de los ingredientes, la refrigeración hasta -25 °C, el baño en diferentes coberturas de chocolate y, finalmente, el envasado del producto final. Por lo tanto, la eficiencia energética tiene gran prioridad.

La empresa Unilever, de cuya planta se habla aquí, ha logrado reducir sus gastos energéticos en 150 millones de euros desde el año 2008, únicamente adoptando medidas de aumento de eficiencia.

También en el sector de la neumática es posible reducir los costos energéticos

También en el sector de la neumática es posible reducir los costos energéticos mediante el uso de componentes innovadores. Utilizando el nuevo módulo de eficiencia energética MSE6-E2 en su planta en Heppenheim (Alemania), la empresa ha podido reducir significativamente el consumo

de aire comprimido en una de las líneas de producción utilizadas para la fabricación del helado Magnum. El prototipo del módulo de eficiencia energética se desarrolló gracias a una estrecha colaboración entre Unilever y Festo.

Sostenibilidad total

La planta de Heppenheim es una de las principales de Unilever para la fabricación de helados. Desde allí se atiende a buena parte del mercado europeo, lo que implica la fabricación de productos en grandes cantidades. Tan solo en una de las cinco líneas de producción se producen más de 20.000 helados de palito por hora. Eso implica el consumo de mucha energía. Con el fin de reducir el consumo en las instalaciones neumáticas, Unilever insistió en la visualización y cuantificación del consumo de aire comprimido. En otros campos, ya había sido posible reducir el consumo gracias al proyecto Unilever Sustainable Living Plan. Se habían sustituido motores con engranajes por otros más económicos, logrando reducir así el consumo de energía en hasta un 60%. También se sustituyeron numerosos ventiladores de

18 kW en los túneles de enfriamiento, que antes funcionaban las 24 horas del día, por otros con convertidores de frecuencia y momento de giro cuadrático. De esta manera, ya había disminuido más o menos 40% el consumo de energía de los ventiladores.

Consumo de energía visible

El paso decisivo para reducir la energía fue la adopción del módulo MSE6-E2M. Gracias al bloqueo automático de aire comprimido en el modo de espera, fue posible constatar cuánto tiempo transcurría al descargar todo el equipo. El módulo avisa de inmediato a la unidad de control si se produce una caída demasiado rápida de la presión.

Al mismo tiempo, la función de bloqueo evita un consumo adicional de aire comprimido cuando se detienen las máquinas. Tratándose de un sistema inteligente, la unidad detecta por sí misma cuándo está en funcionamiento el equipo y cuándo está paralizado. Los ingenieros de Unilever seleccionaron adicionalmente la opción



Cinta sinfín: tan solo en uno de los sistemas de elaboración de helados Magnum se producen más de 20.000 unidades por hora.



La primera generación del módulo de eficiencia energética MSE6-E2M funciona sin interrupciones en la planta de Unilever. El módulo que se ofrece actualmente en el mercado es un 50 por ciento más compacto.

de controlar la unidad desde la central de mando. De esta manera disponen de todas las informaciones en un punto central.

Reducción considerable del consumo de energía

Gracias al nuevo sistema para la parte neumática del equipo utilizado para la fabricación del helado Magnum, los ingenieros de planta disponen ahora constantemente de todos los datos relevantes del proceso de producción. El módulo MSE6-E2M transmite a la unidad de control de la máquina diversos parámetros de medición importantes (caudal, presión, consumo, etc.) a través de una sola interfaz y mediante Profibus. Todo se controla desde el panel de mando.

La conexión de comunicación ofrece la ventaja de poder prescindir de cableado adicional.

Concentración en las funciones esenciales

El sistema utilizado por Unilever para elaborar el helado Magnum era el idóneo para hacer prue-

bas con el prototipo de la unidad MSE6-E2M. Su primera utilización en la planta de Heppenheim y la estrecha colaboración con los ingenieros de Festo permitieron determinar cuáles son los criterios más importantes. Mientras que la primera versión del módulo de eficiencia energética aún disponía de ranuras de E/S, la versión definitiva tiene una interfaz de Profibus. También se renunció a la válvula de descarga que incluía la primera versión. Las dimensiones compactas del módulo de eficiencia energética fueron muy importantes, especialmente considerando el poco espacio disponible para el montaje. Por lo tanto, la unidad MSE6-E2M es una combinación de sensor de presión y de caudal, válvula de cierre y nodo de bus de campo.

El producto, ahora ofrecido de serie, tiene apenas la mitad del tamaño del prototipo, por lo que satisface una de las exigencias principales de los fabricantes y usuarios de máquinas. Permite un control eficiente y sencillo del consumo de energía, lo que coincide plenamente con la estrategia de empresas como Unilever en favor de la sostenibilidad.

El módulo de eficiencia energética controla y regula automáticamente la alimentación de aire comprimido en equipos nuevos y en equipos ya existentes. Tal como lo hace la función Start-Stop de un automóvil, la unidad inteligente MSE6-E2M detecta el modo de espera de la máquina y bloquea automáticamente la alimentación de aire comprimido. De esta manera, disminuye a cero el consumo en fases de paralización o pausa. Además, permite detectar fugas, pues notifica a la unidad de control central si baja la presión en fases de paralización de las máquinas. Adicionalmente, envía a la unidad de control de la máquina constantemente datos de relevancia para el proceso, entre otros, sobre el caudal, la presión y el consumo. ❖

Semana AADECA

*Contribuyendo
con conocimiento al
desarrollo productivo*

16 al 18 de mayo 2023
Universidad de Palermo
CABA, Argentina

**FORO DE AUTOMATIZACIÓN
TALLERES TEMÁTICOS**

**EXPOSICIÓN
PLENARIAS**

CONGRESO

CONCURSO DESARROLLOS ESTUDIANTILES

**Un encuentro con lo nuevo en
tecnología e ideas**

Tres días donde los profesionales
intercambiarán conceptos acerca
de los últimos avances científicos y
tecnológicos del sector

28° Congreso Arg. de Control Automático

Se busca exponer los resultados de las
investigaciones y desarrollos en las áreas de
automatización, control e instrumentación y,
paralelamente, estimular el avance e intercambio
de conocimientos y experiencias.

Foro de Automatización y Control

Con destacados panelistas de la industria y el
mundo académico en los que se discuten tendencias
de nuestra industria.

**Talleres Temáticos y Exposición de las
Empresas**

Participación de empresas proveedoras que
divulgan nuevas tecnologías disponibles y exponen
sus productos.

Concurso Desarrollos Estudiantiles

Estudiantes de escuelas secundarias y
universidades presentan ambiciosos proyectos en
temas vinculados con las áreas de medición
industrial, control, automatización y robótica.

ORGANIZA

AADECA

Asociación Argentina
de Control Automático

www.semana-aadeca.com.ar

AUSPICIA

UP
Universidad
de Palermo

Seguinos en    



administracion@aadeca.org



11 3201-2325

CILINDROS CN10



PRODUCTOS & INNOVACIONES

NEUMÁTICA
TRATAMIENTO DEL AIRE
PROCESOS
HANDLING Y VACÍO
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL
CAPACITACIÓN