

# Infraestructura de automatización y sus consideraciones para elegir la arquitectura de red

En reiteradas oportunidades, escuchamos hablar sobre la digitalización y las ventajas que nos ofrece en la industria, pero para alcanzar estas virtudes debe haber una infraestructura de comunicación capaz de transportar los datos que luego se convertirán en la información vital para optimizar los resultados buscados. Este artículo no pretende justificar la migración hacia la industria 4.0, la cual, dicho sea de paso, ya es un hecho, sino comentar las consideraciones más importantes que debemos tener en cuenta para planificar la arquitectura de red que precisamos, con la tecnología actual y siempre pensando a futuro.



Agustín Solana  
Phoenix Contact  
[www.phoenixcontact.com](http://www.phoenixcontact.com)

## Un poco de historia y contexto

Las revoluciones industriales que ha conocido la humanidad pueden diferenciarse por la implementación de tecnologías que modificaron la manera en la cual se trabajaba, como así también la forma en la que se vivía.

El elemento principal de la primera revolución industrial fue la máquina a vapor hacia fines del siglo XVIII. Durante la segunda revolución industrial, encontramos el desarrollo y la aplicación de la electricidad en la industria, hacia mediados del siglo XIX. A partir de comienzos del siglo XX, podemos destacar tecnologías como el desarrollo de la aviación acortando distancias, como así también la electrónica, la robótica y la computación, las cuales permitieron automatizar procesos industriales a niveles nunca antes pensados, generando la transición hacia la tercera revolución industrial.

Hoy transitamos la cuarta revolución industrial, la era de la digitalización y, como ya debemos suponer, no hace referencia al proceso de digitalización de datos, el cual existe hace aproximadamente cien años —el primer conversor analógico/digital totalmente electrónico fue el ideado por el Ing. Alec Reeves a principios de 1920—. Cuando hablamos de “digitalización”, nos referimos a la forma y velocidad con la que estos datos pueden fluir interdisciplinariamente y procesarse para obtener información que, por supuesto, también viajará a grandes velocidades para tomar —mejores— decisiones. Por este motivo, a esta era también podemos encontrarla en diversas bibliografías como la “era de la información” o la “revolución informática”.

## Herencia de los protocolos industriales históricos

La cresta de la ola durante la tercera revolución industrial fue gracias a la computación y a los controladores lógicos programables, conocidos como “PLC”, en los cuales pueden cargarse programas diseñados a medida para que estos equi-

pos puedan tomar decisiones a altas velocidades de manera repetitiva según secuencias preestablecidas. Los datos se originan en campo y, de alguna manera, deben llegar a los controladores. Esto puede ocurrir mediante señales discretas como, por ejemplo, una señal digital para un detector de presencia, o una señal analógica para un sensor de temperatura. No obstante, a medida que tenemos mayores distancias o mayor cantidad de señales, comienza a justificarse el uso de protocolos de comunicación que sean capaces de transmitir todos estos datos a través de un mismo medio.

Históricamente, estos protocolos de comunicación funcionaron mediante diferentes protocolos de campo, como por ejemplo Modbus, PROFIBUS, Control Area Network (CAN) y CC-Link, cuya capa física se basa en una comunicación serie diferencial como, por ejemplo, RS 485.

En los últimos años, Ethernet ha ganado una enorme popularidad, no solo en los hogares y oficinas, sino también en las industrias, ya que incrementó su robustez, logró velocidades mayores y permitió comunicaciones a mayores distancias, mediante fibra óptica, por ejemplo, pudiendo conectar más nodos entre sí.

Debido a este fuerte crecimiento de Ethernet como estándar de comunicación industrial, muchos protocolos de campo pudieron adaptarse a este medio, como lo es Modbus TCP, pero también dio lugar a la creación de nuevos protocolos, los cuales ofrecían velocidades superiores, mayor robustez y mejores herramientas de diagnóstico, inclusive con un mejor rendimiento, como ser PROFINET, EtherNet/IP, Ether-CAT y Sercos III, entre otros.

## Nuevos requisitos estructurales

Muchos de los protocolos de campo que llegaron luego de tener a Ethernet como un estándar de comunicación industrial tienen grandes virtudes muy tentadoras para las industrias, sobre todo para las industrias de procesos. Algunas de

estas virtudes son las herramientas de diagnóstico ampliado, mayor sencillez para su puesta en marcha y funcionalidades en tiempo real. Sin embargo, las comunicaciones Ethernet basadas en TCP/IP normalmente no son determinísticas y los tiempos de reacción pueden rondar los 100 ms. Por este motivo, la capa de control de acceso al medio (MAC, por sus siglas en inglés) en muchos protocolos industriales utiliza una versión modificada a la usual para lograr menores tiempos de latencia y una respuesta determinística.

A su vez, el protocolo Ethernet como tal no soporta el tipo de arquitectura de anillos cerrados, ya que podría producirse una tormenta de *broadcast*. Esto haría colapsar la red en cuestión de segundos, dificultando una de las estrategias más conocidas y económicas para ofrecer caminos redundantes, que podría permitir que la comunicación entre los equipos continúe a pesar de tener dificultades físicas en algún lugar del cableado.

---

*Hoy en día no solo necesitamos altas velocidades para los protocolos de campo, sino también soportar grandes tamaños en los paquetes de comunicación.*

---

Otra consideración importante para tener en cuenta es la cercanía cada vez mayor entre los diferentes niveles de comunicación como, por ejemplo, el nivel de campo, nivel de planta y la nube, lo que también trae aparejado una comunicación completamente interconectada entre los diversos niveles como, por ejemplo, la comunicación directa entre el PLCnext en campo y Proficloud, reportando directamente a la nube valores de variables elegidas para luego poder tener gráficos de históricos disponibles desde cualquier parte del mundo accediendo a [www.proficloud.io](http://www.proficloud.io). Hoy en día no solo necesitamos altas velocidades para los protocolos de campo, sino también soportar grandes tamaños

en los paquetes de comunicación debido a la presencia de todo tipo de protocolos del mundo de IT que encontramos en todos los niveles de la industria.

Debido a este gran nivel de interconexión, la ciberseguridad se convirtió en un requisito fundamental desde el momento en que conectar nuestros equipos a internet dejó de ser una opción para comenzar a ser una necesidad. Aceptar la realidad de nuestros equipos, que de alguna manera u otra tienen acceso a internet, nos obliga a pensar que estos están en riesgo. Por ese motivo, deben tomarse las medidas necesarias para que puedan desempeñar sus tareas sin poner en riesgo a la información, la producción o a las personas.

## Tecnologías habilitadoras y sugerencias

Los requisitos previamente mencionados se logran cubrir eligiendo equipamiento industrial según cada proyecto lo requiera, pero habitualmente implementar switches gestionables resulta una opción muy interesante, ya que nos ofrecen herramientas de diagnóstico ampliadas, como así también la posibilidad de manejar protocolos de redundancia, como por ejemplo RSTP o MRP.

---

*Los requisitos previamente mencionados se logran cubrir eligiendo equipamiento industrial según cada proyecto lo requiera, pero habitualmente implementar switches gestionables resulta una opción muy interesante*

---

Es importante considerar los protocolos que se utilizarán y procurar que los switches estén preparados para esos protocolos. Un buen ejemplo es PROFINET, ya que, si nuestra red fue diseñada con switches estándar no industriales, nuestra

comunicación puede tornarse errática e inestable, y esto dependerá del resto de los paquetes de información que fluyan a través de él. En cambio, si utilizamos switches industriales que fueron diseñados para entender qué protocolos viajan a través de él, el switch puede priorizar los paquetes según el protocolo en cuestión, y así garantizar el determinismo que necesitamos.

---

*Si utilizamos switches industriales que fueron diseñados para entender qué protocolos viajan a través de él, el switch puede priorizar los paquetes según el protocolo en cuestión, y así garantizar el determinismo que necesitamos.*

---

Para conectar equipamiento interno en cada uno de los tableros de control, como por ejemplo para conectar a nuestro PLC, pantalla HMI, y el medidor de energía, entre otros, podemos elegir switches sin gestión, que ofrecen grandes virtudes en lo que respecta a su pequeño tamaño, flexibilidad de montaje, facilidad de uso, e inclusive velocidades de hasta el gigabit.

Por otra parte, existen tecnologías como TSN, que es una extensión definida por la IEEE, diseñada para que las redes basadas en Ethernet mejoren su nivel de determinismo. El gran aporte de esta tecnología es la posibilidad de tener a nuestros switches sincronizados, los cuales deben estar preparados para soportar esta tecnología. Con TSN se pueden controlar y priorizar los flujos de datos en las redes Ethernet para garantizar la capacidad en tiempo real. De esta manera, aceleramos la tan deseada convergencia entre las aplicaciones de IT con las de OT.

La ciberseguridad debe estar garantizada con la utilización de *firewalls* industriales, los cuales, mediante reglas definidas por el usuario, e inclusive aprendidas de manera automática bajo la supervisión de la persona que instale al equipo,

pueden restringir el tráfico de información para mitigar al máximo los riesgos a los que nos exponemos al conectarnos a Internet.

## Tendencias y conclusiones

Se percibe una clara tendencia de un mundo con un mayor nivel de interconexión. Se espera que en algún momento todos los equipos tengan la posibilidad de interconectarse entre sí de manera sencilla y que hacerlo sea económicamente rentable.

---

*Tiempo real, baja latencia, alta densidad de equipos y mayor interconectividad, prometen ser alcanzadas con el nuevo estándar de redes móviles, 5G.*

---

Características previamente mencionadas, como ser tiempo real, baja latencia, alta densidad de equipos y mayor interconectividad, prometen ser alcanzadas con el nuevo estándar de redes móviles, 5G. Algunas de las razones para utilizar esta tecnología en una red privada son la posibilidad de una única infraestructura para muchas aplicaciones, aumentar la eficiencia y reducir las interferencias gracias a la tecnología *beam steering*, que mejora el direccionamiento de la radio-difusión mediante un gran arreglo de antenas en las estaciones base y algoritmos de procesamiento de señales. Estas mejoras ofrecen una mejor interconectividad para todos los equipos, incluidos los dispositivos IIoT, que cada vez son más encontrados en la industria.

Para disminuir costos, ahorrar espacio y reducir esfuerzos durante el cableado, la tendencia es implementar la tecnología SPE. Esta tecnología propone comunicación Ethernet con un solo par de cables, disponible para distancias de hasta un kilómetro y velocidades de hasta el gigabit. La implementación de PoDL para energizar los equipos que también requieren comunicación

pretende una diversificación de la tecnología para que llegue no solo a los equipos de control, sino también a sensores industriales.

---

*Para disminuir costos, ahorrar espacio y reducir esfuerzos durante el cableado, la tendencia es implementar la tecnología SPE.*

---

El mundo tiende a estar más interconectado, con dispositivos más inteligentes, capaces de procesar y analizar grandes cantidades de datos, pudiendo, a su vez, aprender a tomar mejores decisiones. Para que estos dispositivos cada vez más inteligentes puedan dar su máximo potencial, requieren una red de interconexión inteligente, flexible, ágil, veloz y, sobre todo, con una visión a prueba del futuro. ■■

Más información: [www.phoenixcontact.com/es-ar/productos/comunicacion-industrial](http://www.phoenixcontact.com/es-ar/productos/comunicacion-industrial)

### Bibliografía

- [1] Understanding Ethernet-based industrial communication protocols – National Instruments.  
[www.eetimes.com/understanding-ethernet-based-industrial-communication-protocols/#](http://www.eetimes.com/understanding-ethernet-based-industrial-communication-protocols/#)
- [2] An inside look at industrial Ethernet communication protocols – Texas Instruments.  
[www.ti.com/lit/spry254](http://www.ti.com/lit/spry254)
- [3] Understanding Ethernet Communication – Protocols - KE2 Therm Solutions.  
[ke2therm.com/wp-content/uploads/2015/08/w-5-4\\_Understand\\_Ethernet\\_Protocol.pdf](http://ke2therm.com/wp-content/uploads/2015/08/w-5-4_Understand_Ethernet_Protocol.pdf)
- [4] A Survey of 5G Network: Architecture and Emerging Technologies – IEEE.  
[ieeexplore.ieee.org/document/7169508%3E](http://ieeexplore.ieee.org/document/7169508%3E)
- [5] A Survey of 5G Network: Architecture and Emerging Technologies – IEEE.  
[ieeexplore.ieee.org/document/7169508%3E](http://ieeexplore.ieee.org/document/7169508%3E)
- [6] What is cybersecurity? – IBM.  
[www.ibm.com/topics/cybersecurity](http://www.ibm.com/topics/cybersecurity)