

Artículo



Revista

Ciencia  
y Naturaleza

# Importancia del Internet de las Cosas:

## la Automatización de Procesos Industriales

Jesús Morales Valdez  
Rosario Salazar Altamirano

1059

Artículo

# Importancia del Internet de las Cosas: la Automatización de Procesos Industriales



**Cómo citar este artículo:** Morales-Valdez J, Salazar-Altamirano R. 2023. Importancia del Internet de las Cosas: la Automatización de Procesos Industriales. Revista Ciencia y Naturaleza (1059).

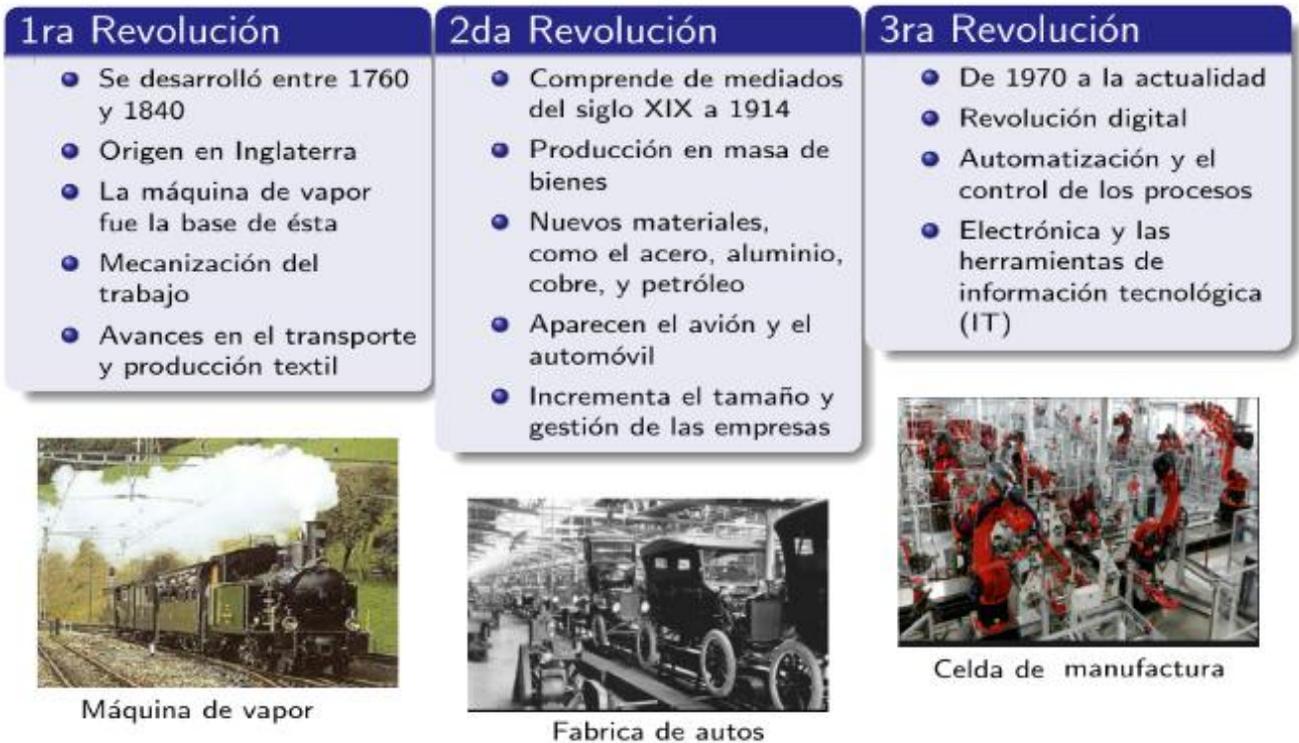


## *Preámbulo sobre la automatización de procesos*

En la historia de la automatización, se conoce que la primera revolución industrial surgió con la introducción de equipos de fabricación mecánica, seguida de una segunda que involucró la producción en masa de bienes, mientras que la tercera mejor conocida como revolución digital, comprende desde principios de la década de 1970 hasta la actualidad.

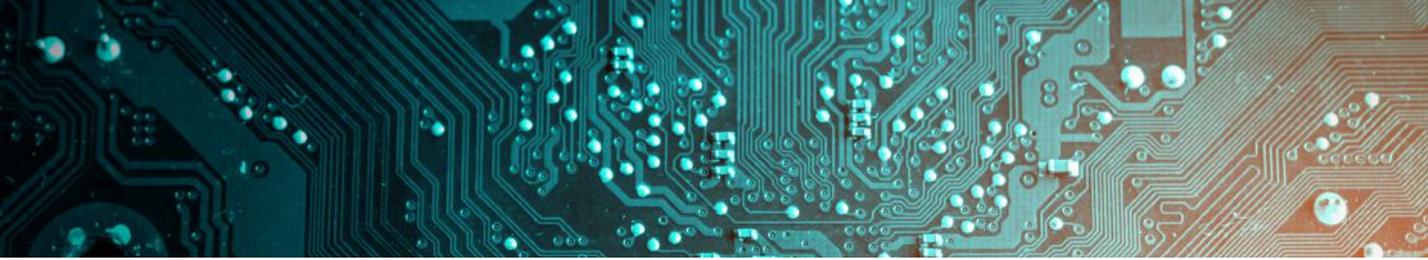


Esta última, se caracteriza por el aumento de la automatización y el control de los procesos de fabricación mediante el uso de la electrónica y las herramientas de información tecnológica (IT). Todas estas revoluciones industriales han dado como resultado crecimiento económico, aumento de la productividad y bienestar con impacto positivo en bienes y servicios de alta calidad, como se describe en la Figura 1.



**Figura 1.** Las revoluciones industriales y sus aspectos más destacados.

Pese a ello, aún existen desafíos que resolver sobre problemas en la planificación y las operaciones de los procesos [1]. La mayoría de ellos son demasiado secuenciales y complejos, orientado a productos específicos.



Hoy en día, los sistemas de fabricación modernos deben ser cada vez más flexibles, reactivos, integrados y rentables, para permitir que las empresas industriales sigan siendo competitivas en una contienda internacional. Al mismo tiempo surgen nuevos desafíos, los productos deben ser más personalizados y ofrecerse en más variantes, deben ajustarse a los requisitos del mercado en menor tiempo, los ciclos de vida de los productos son más cortos que nunca y la competencia global cada vez más fuerte. Por ejemplo, los equipos de cómputo se actualizan en promedio cada 6 meses, incrementando su capacidad de almacenamiento, memorias, hasta el sistema operativo. Otro ejemplo se encuentra en la industria automotriz, donde cada año presentan nuevos modelos de automóviles con tendencia a sustituir los modelos de gasolina por eléctricos.

“No vigiles el ciclo de vida del producto,  
vigile el ciclo de vida del mercado”.

Philip Kotler

Como parte de la continua evolución tecnológica, el panorama industrial mundial ha llegado al borde de una nueva revolución que algunos han denominado Industria 4.0, también llamada industria inteligente.

Un ejemplo cotidiano de desarrollo inteligente es el dispositivo “Alexa” de la compañía Amazon. Que, a través de la interconexión con una red local, permite controlar accesorios y otros dispositivos mediante comandos de voz.





## *El concepto Industria 4.0*

Simboliza la industria inteligente, caracterizada por un óptimo nivel de organización y control sobre todos los elementos que participan a lo largo de la cadena de valor en el proceso de fabricación de un producto, cuyo objetivo es optimizar el rendimiento y la eficiencia productiva, a fin de obtener los máximos resultados posibles. En esta nueva visión, se crean productos personalizados a partir de las necesidades del cliente. Su desarrollo comienza desde la etapa más temprana a partir de la idea del producto, la realización del pedido, pasando por la fabricación y la entrega al cliente final. Este proceso concluye con acciones de reciclaje. Es importante señalar que el núcleo de este enfoque es la interconectividad a través del internet de las cosas, la inteligencia artificial, las comunicaciones de banda ancha, y la disponibilidad de la información en tiempo real a lo largo de toda la cadena de valor [3].

## *Un sistema ciberfísico (CPS, por sus siglas en inglés)*

Es el resultado de la integración de la computación, como software y redes de cómputo con sistemas de diversa naturaleza, que interactúan entre sí gracias al internet de las cosas. Cuyo objetivo es controlar e interactuar con un objeto en el mundo físico. En otras palabras, se trata de sistemas contruidos a partir de la integración de ordenadores y componentes físicos.



La conexión entre personas, objetos y sistemas crea relaciones que enriquecen a todos, generando colaboraciones autoorganizadas y optimizadas en tiempo real, dentro y entre empresas. Estos pueden optimizarse de acuerdo con diferentes criterios, como costos, disponibilidad y consumo de recursos, dando como resultado una industria inteligente, encaminada a la automatización con interconectividad entre los procesos y caracterizada por la disponibilidad de la información en tiempo real dentro de la fábrica y con procesos externos. Esta nueva etapa de la revolución industrial implica la fabricación y realización de tareas por medio de equipos inteligentes, dotados de algoritmos para analizar los datos disponibles y con ello generar autoaprendizaje a través de la minería de datos, para establecer un ambiente mejor organizado dentro de una fábrica (Figura 2).



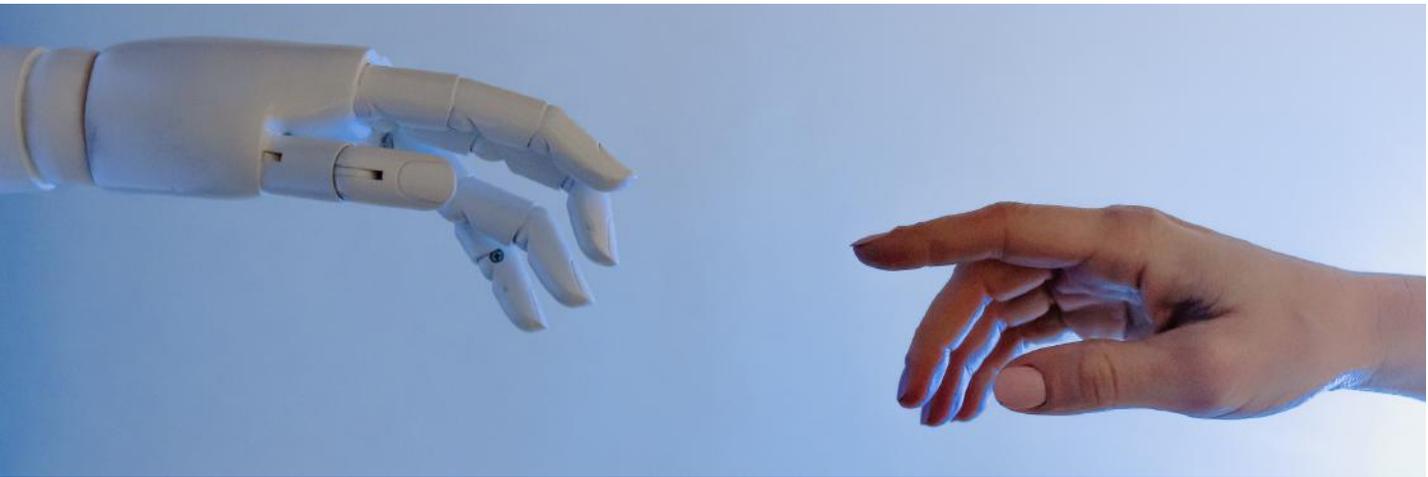
**Figura 2.** Industria 4.0

Un ejemplo de empresa bajo este enfoque es la compañía Amazon, donde todos sus procesos se encuentran optimizados. Cuando un cliente realiza una compra en su portal, está información se comparte en tiempo real a los proveedores, la planta de producción, el departamento de logística, así como la paquetería encargada de realizar la entrega, con el objetivo de optimizar los tiempos en cada etapa.



Por otro lado, aunque el concepto Industria inteligente involucra alrededor de 50 componentes, se han identificado a cuatro de ellos como los elementos clave en la arquitectura de la Industria 4.0: comenzando con 1) los sistemas ciberfísicos (CPS, por sus siglas en inglés), seguido por 2) el internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), 3) el internet de servicios (IoS, por sus siglas en inglés) y finalmente, 4) la fábrica inteligente [4].

Algunos ejemplos de sistemas ciberfísicos son el robot “Da Vinci” empleado en operaciones quirúrgicas y las prótesis biónicas colocadas en pacientes que han perdido extremidades.



En el marco de la Industria 4.0, las Fábricas Inteligentes están organizadas por una estructura modular, cuyos procesos son controlados y monitoreados por CPS, los cuales toman decisiones descentralizadas. Esto es posible gracias a la tecnología IoT, que permite la cooperación en tiempo real entre CPSs y operadores, mientras que la tecnología IoS proporciona servicios internos y transversales de la organización en toda la cadena de valor [5].



El Auto Tesla permite conectarse a internet y acceder a nuevas funcionalidades como GPS y sistema de predicción de mantenimiento.

Por esto y más, el concepto Industria 4.0 se ha convertido en un tema cada vez más importante, discutido y siendo investigado por académicos, empresas y consultores.

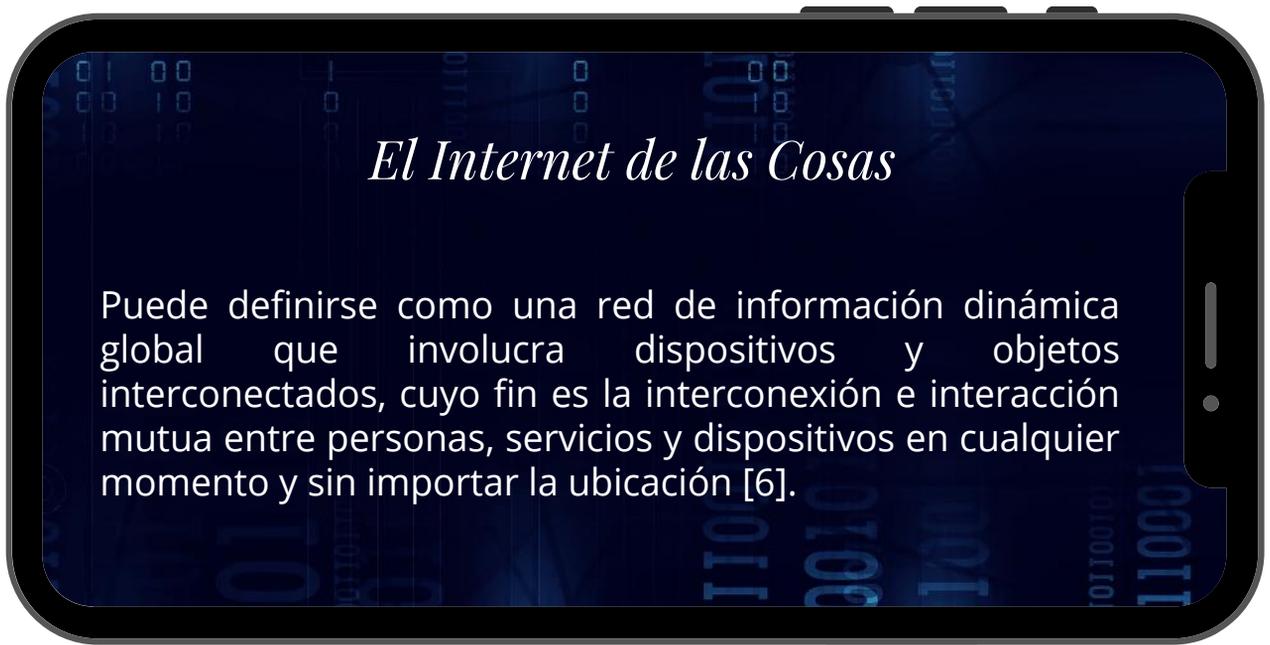


## *Importancia del IOT en la automatización de procesos*

El Internet de las cosas es una tecnología innovadora de rápido crecimiento con diversas aplicaciones, funciones y servicios en la vida cotidiana y en una amplia gama de mercados e industrias. Como resultado, se desarrollan sistemas inteligentes de toma de decisiones en tiempo real, autónomos que reducen la necesidad de participación e intervención humana, atrayendo el interés de industrias y empresas.



Por consiguiente, IoT es considerado como un facilitador de la innovación y explorador de nuevas iniciativas. En el dominio industrial está bien alineado con la arquitectura de las industrias de fabricación inteligente llamada Internet Industrial de las Cosas, que representa el núcleo en industrias modernas y de fabricación bajo el entorno 4.0. La aplicación de esta tecnología junto con el Internet de los Servicios (IoS) dió inicio a la cuarta revolución industrial.



En esta nueva faceta de la Industria 4.0, las fábricas automatizadas están interconectadas en todos sus procesos internos con otros externos, y conta de 3 etapas: i) dispositivos publicadores, son aquellos que enviar información y la agrupan en un concentrador para posteriormente enviarla a la nube; ii) el servidor, que es donde se almacena la información en la nube, y finalmente iii) los suscriptores, son los elementos finales quienes reciben la información.

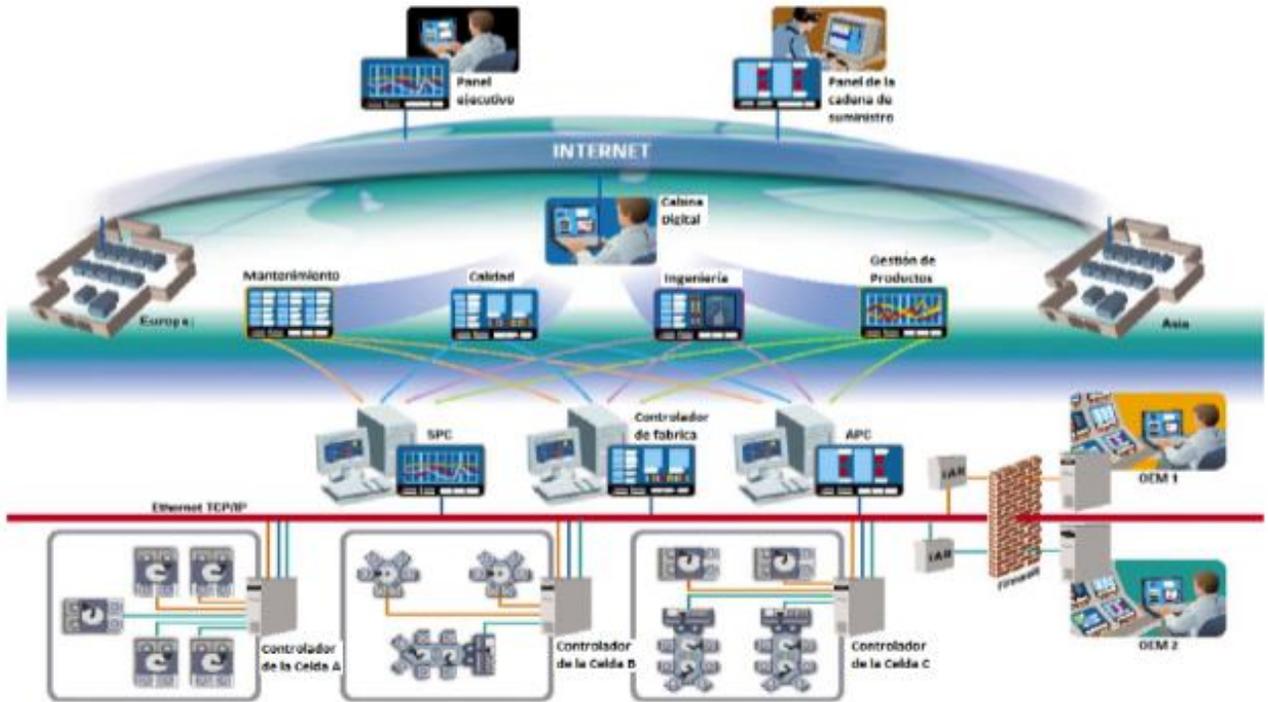


Por ejemplo, los elementos que participan en la automatización de procesos como los controladores industriales de lógica programable (PLCs, por sus siglas en inglés), robots industriales, sensores y actuadores inteligentes, entre otros dispositivos, se encuentran conectados entre sí en tiempo real mediante una red del sistema de información de la fábrica, y a la vez conectados con otras redes de aplicaciones locales y/o remotas de Interfaz Hombre-Maquina (HMI, por sus siglas en inglés) sistema de control supervisado y adquisición de datos (SCADA, por sus siglas en inglés), ver Figura 3.



**Figura 3.** Elementos de un sistema IIoT.

Esta interconexión permite adquirir grandes volúmenes de información, que es analizada para mejorar las diversas etapas en los procesos de fabricación. Generalmente los datos son obtenidos en tiempo real y se almacenan en la nube para que estén a disposición de todos y se puedan examinar en cualquier lugar (Figura 4).



**Figura 4.** Ejemplo de industria 4.0.

De acuerdo con lo anterior, IoT se puede definir como una red en la que los Sistemas Ciberfísicos (CPS) y las entidades inteligentes autoorganizadas, cooperan entre sí para alcanzar objetivos comunes. Entre las ventajas de aplicar IoT se encuentran las siguientes:

1. Este modelo de fabricación avanzada está representado por un rendimiento inteligente, con un enorme impacto económico, ya que promete una eficacia operativa sustancialmente mayor, así como el desarrollo de modelos comerciales, servicios, y productos. Los procesos de producción inteligentes y la autoconfiguración basados en IoT consideran diferentes aspectos, como el tiempo, la calidad, el precio y los aspectos ecológicos.



2. Las Fábricas Inteligentes bajo el esquema de IoT son capaces de adaptarse casi en tiempo real a las demandas del mercado en constante cambio, opciones tecnológicas y regulaciones, debido al intercambio de datos e información entre diferentes dispositivos. Dichos datos podrían representar el estado de producción, el comportamiento del consumo de energía, los movimientos de materiales, los pedidos y comentarios de los clientes, los datos de los proveedores, etc.

3. La integración de Sistemas Ciberfísicos e IoT en la logística para la Industria 4.0 permite un seguimiento en tiempo real de los flujos de materiales, un mejor manejo del transporte y una gestión de riesgos precisa, por mencionar solo algunas perspectivas. De hecho, la Industria 4.0 solo puede convertirse en realidad si la logística es capaz de proporcionar a los sistemas de producción los factores de entrada necesarios en el momento oportuno, con la calidad adecuada y en el lugar apropiado.

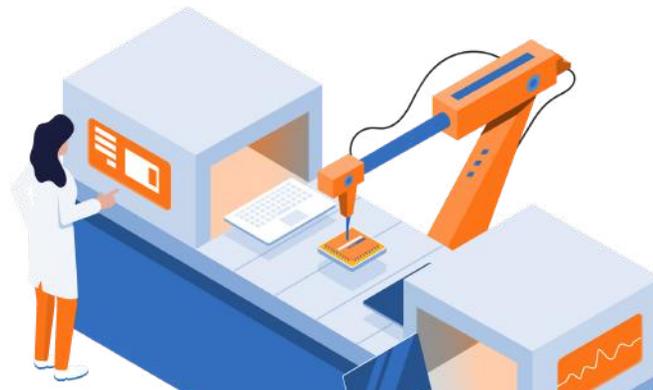
4. Adicionalmente, IoT permite el monitoreo continuo del sistema de producción y la recopilación de datos de rendimiento en tiempo real para predecir fallas y mejorar los procesos de mantenimiento de forma autónoma. Por ejemplo, cuando un sensor sale de su rango de operación, no funciona correctamente y podría provocar una situación adversa en el sistema de producción. Hoy en día, la alarma resultante se puede dirigir al personal de servicio a través del sistema de telefonía móvil en cualquier lugar, y a través del Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) encuentran el lugar con mal funcionamiento. Los sistemas de PC portátiles identifican el elemento dañado y se obtiene toda la información necesaria sobre éste y sus posibles reemplazos al instante a través de canales de comunicación inalámbricos como WLAN.



Paralelo a esto, el proveedor de servicios puede surtir y reemplazar el elemento dañado. Finalmente, se puede verificar el reinicio exitoso del sistema incluso a la distancia mediante dispositivos móviles. Adicional a esto, también se pueden tomar medidas preventivas cuando el consumo de energía supera el nivel normal durante un período de tiempo. Esto ahorrará energía, reducirá el desperdicio de productos defectuosos y evitará averías en la máquina.

5. IoT permite el trabajo distante en cualquier lugar y momento utilizando algún dispositivo digital que se desee, como una computadora, teléfono celular y tableta, entre otros. Esto es posible debido a que la tecnología IoT facilita el acceso a la información disponible en la nube desde cualquier ubicación geográfica.

6. Los sistemas automatizados con base en la tecnología IoT incrementan la productividad industrial, ya que a través del análisis de los datos se pueden tomar las medidas necesarias para prolongar la vida útil de los quipos, lo que lleva a reducir los costos de producción. Además, IoT se puede combinar con algoritmos de autoaprendizaje, aprendizaje máquina y realidad aumentada, que mejoran los sistemas de producción actuales, desarrollando un ambiente mejor organizado y conectado, como sucede con las empresas manufactureras y con la administración de la cadena de suministro [2].





## *Retos del Internet de las Cosas (IOT) en la automatización de procesos*

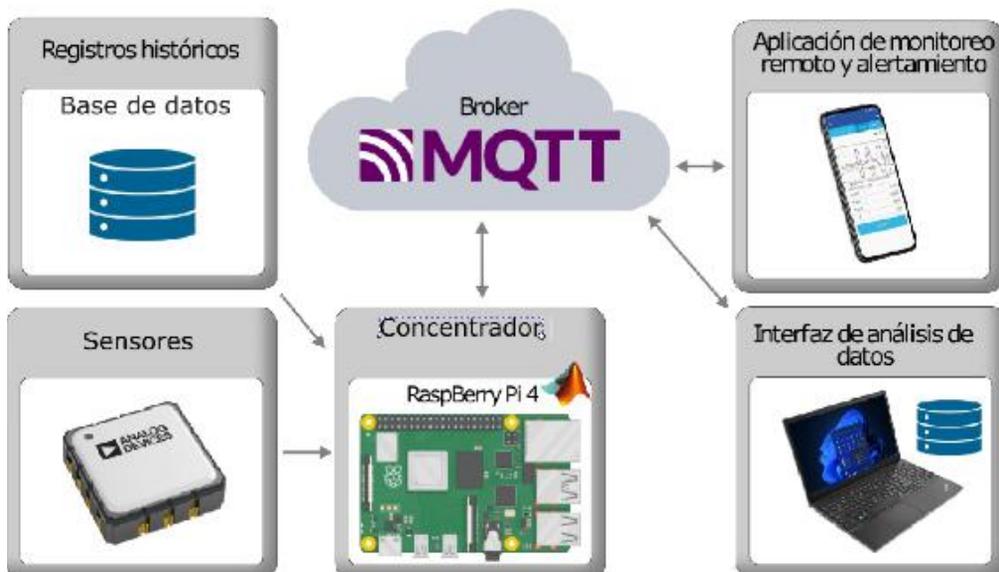
A pesar del creciente interés por el modelo Industrial 4.0, sigue siendo un concepto no consensuado. Todavía hay algunas ideas vagas sobre este nuevo paradigma de fabricación, en cuanto a sus implicaciones y consecuencias. Además, la mayoría de las empresas y fábricas no son conscientes de los desafíos que pueden enfrentar cuando quieren implementar el trasfondo de la Industria 4.0. Tomando en cuenta que IoT es uno de los elementos más importantes para el desarrollo de la Industria 4.0, a continuación, se enuncian algunos de los principales retos a resolver para su implementación:

1. El Internet de las cosas, los servicios, los datos y las personas también abre nuevas posibilidades para el robo de datos, el espionaje industrial y los ataques informáticos (Hackers). Los sistemas IoT son menos seguros de ciberataques, ya que estos se pueden ejecutar desde diversas partes del mundo a partir de un acceso a internet. Lo mismo sucede con los datos almacenada en la nube, pueden ser robados o alterados en cualquier momento, por lo que es primordial garantizar su integridad. Para superar estos problemas, se debe restringir el acceso de dispositivos a los sistemas IoT empleando identidades y claves de usuario, se deben emplear encriptaciones y evitar la instalación de software en los equipos. Estas acciones tienen por objetivo aplazar la vida del sistema IoT.





2. Las estructuras de la Información Tecnológica (IT) de la planta hoy en día están en su mayoría estrictamente centralizadas. Requieren una infraestructura de red potente para enrutar los datos de la tarea entre los dispositivos en tiempo real. El consumo de energía del centro de datos en la nube también puede ser grande y, por lo tanto, aumenta el costo computacional. Además, se deben permitir actualizaciones de tecnología sin necesidad de reprogramar el software de control. Un ejemplo de arquitectura que involucra toda esta estructura (Figura 5).



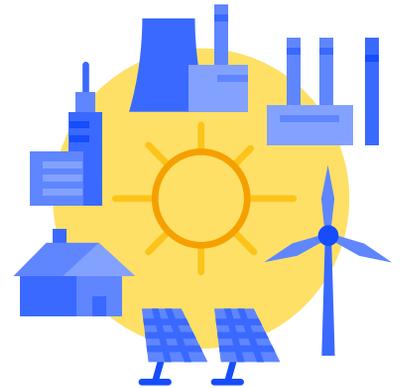
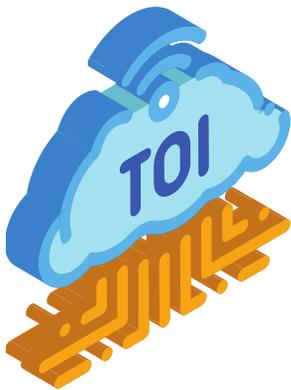
**Figura 5.** Ejemplo de arquitectura en la industria inteligente.

3. Así mismo, numerosos autores afirman que implementar Industria 4.0 es una misión difícil y es probable que tarde algunos años en realizarse. La adopción de este nuevo proceso de fabricación implica varios aspectos y enfrenta diversas dificultades y desafíos, incluidos retos científicos, tecnológicos y económicos, problemas sociales y políticos.

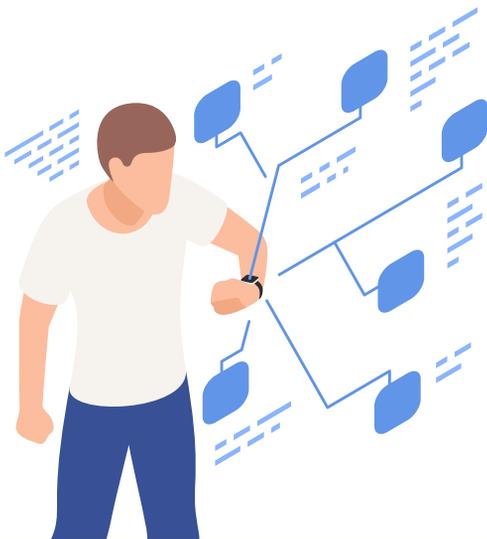


Por mencionar, en el año 2015 solo el 32% de las empresas reportaron contar con la tecnología necesaria para hacer la transferencia tecnológica a la Industria 4.0. El 48% contaba con al menos un elemento para hacer la transición y el 20% no contaba con elementos para transformar su Industria a la 4.0 [7] .

4. La falta de plataformas y protocolos de operación universal. Actualmente empresas como Microsoft, Google, Amazon, pioneras en el desarrollo de tecnología de la información comienzan a desarrollar plataformas como Microsoft Azure, Google Cloud y Amazon Web Service, respectivamente, para desarrollar arquitecturas con base en IoT.



Pese a los retos actuales sobre el desarrollo de la Industria 4.0, ésta representa un área de oportunidad para el desarrollo de tecnologías de vanguardia e innovación. Además, se supone que el impacto económico de esta revolución industrial será enorme, ya que promete una eficacia operativa sustancialmente mayor, así como el desarrollo de modelos comerciales, servicios, y productos.





## *Conclusiones*

Las aplicaciones de la Industria 4.0 tienen el potencial de ser pioneras o crear un impulso para una red de producción y suministro geográficamente diversificada en el mercado crecimiento. Actualmente existe un enorme esfuerzo en el desarrollo de algoritmos sobre inteligencia artificial y minería de datos, que facilitarán el análisis de la información.

Esto también incluye el desarrollo de tecnología de control, sistemas SCADA y experiencia en arquitectura de software específica, por ejemplo, en arquitecturas de seguridad en el contexto del acceso remoto. Estos aspectos son importantes, que se espera sean resueltos en los próximos años.

## *Agradecimientos*

Este artículo fue realizado con el apoyo de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México a través del proyecto UACM CCYT-2023-INI-02. Los autores también desean externar su agradecimiento a los revisores anónimos por sus valiosos comentarios y sugerencias que ayudaron a mejorar significativamente la calidad de este trabajo.

Crédito de imágenes en orden de aparición: OpenIcons (Pixabay, P), cwizner (P), metamorworks (Getty Images Pro, GIP), phtorxp (P), sasirin, Grumpy Cow Studios, geralt (P), Foto-Rabe (P), Tumisu (P), Tara Winstead (Pexels, Pex), cimages, Anne, Umnat Seebuaphan's Images, ivanastar (getty Images Signature, GIS), chitsanupong's Images, imaginima (GIS), laddlajutt1722 (P), Josh Sorenson (Pex), Mergy, Awemob Graphics, picjumbo.com (Pex), Giuseppe Ramos J, Angel Baby, peshkov (getty Images, GI), Markus Burkle (Pex), pikepicture, Chattapat, Macrovector, Johnson (P), Magda Ehlers (Pex). Créditos de figuras: figura 2 y 3 Curso de programación del PACSYSTEM Rx3i de Ge Fanuc dictado por RV group. Otras figuras que aparecen en este artículo fueron proporcionadas por los autores.

*Diseño de publicación: David Paz y Rubén Sarmiento*



## Para Consulta

1. Zuehlke D. 2010. Smart factory towards a factory of things. *Ann. Rev. Cont.* 34:129-138.
2. Yan J, Meng Y, Lu L, *et al.* 2017. Industrial big data in an industry 4.0 environment: Challenges, schemes and applications for predictive maintenance. *IEEE Access* 5: 23484-23491.
3. Geissbauer R, Schrauf S, Koch V, *et al.* 2014. Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial internet. *PwC*: 5-50.
4. Hermann, M, Pentek T, Otto B. 2016. Design principles for industrie 4.0 scenarios. 49th hawaii international conference on system sciences (hicc). 3928-3937.
5. Lasi H, Fettke P, Kemper HG, *et al.* 2014. Industry 4.0. *Business & amp. information systems engineering* 6(4): 239-242.
6. Lampropoulos G, Siakas K, Anastasiadis T. 2018. Internet of things in industry: contemporary application domains, innovative technologies and intelligent manufacturing. *People* 6(7).
7. Schlaepfer RC, Koch M, Merkofer P. 2015. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies.



**Jesús Morales Valdez**

Profesor Investigador en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM), adscrito al Colegio de Ciencia y Tecnología. Es especialista en el área de Control Automático, con habilidades en automatización, el modelado, estimación e identificación de sistemas dinámicos.

contacto: [jesus.morales@uacm.edu.mx](mailto:jesus.morales@uacm.edu.mx)



**Rosario Salazar Altamirano**

Realizó sus estudios de licenciatura y posgrado en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es especialista en el área Eléctrica, con habilidades en automatización y en el análisis de cargas en líneas de transmisión eléctrica.

contacto: [macusala@hotmail.com](mailto:macusala@hotmail.com)