

El Internet de las Cosas y la Industria 4.0 desde la Perspectiva de la Eficiencia Energética: Opciones de Implementación Rentables para la Industria



¿Cómo podría una corporación implementar el internet de las cosas y avanzar hacia la industria 4.0 sin comprometer su desempeño financiero?

* Brian Dwyer es ingeniero colegiado (B.E C.Eng MIEI). Consultor industrial principal en Energenz, actualmente NV5, y socio de BrAle Consulting, Argentina. Autor internacional con 20 años de experiencia en eficiencia de energía y recursos (agua y desechos). Ha trabajado con el gobierno y el sector privado en Europa, Asia Pacífico y América, en el ámbito de bienes de consumo, recursos, automotriz y construcción comercial.
brian@braleconsulting.com

Joao Bassa es consultor senior en MAHAM Serviços de Engenharia Consultiva, en Brasil. Tiene 40 años de experiencia internacional en materia industrial, automatización y control de procesos. Se desempeña como profesor en el Instituto Mauá de Tecnología, ubicado en São Paulo y es miembro de la Junta Consultiva Internacional (International Advisory Board) de ISA-InTech y director de Normas y Prácticas en el Distrito 4 (Brasil) de la Sociedad Internacional de América (ISA, por sus siglas en inglés).

El Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) ofrece potencial para mejorar el rendimiento energético. El concepto de Industria 4.0 todavía está muy incipiente, aunque con gran publicidad acerca de sus viables beneficios en cuanto a gestión del desempeño digital, control y monitoreo remoto, además del consumo 'inteligente' de energía. Este artículo procura analizar el internet de las cosas y la industria 4.0, desde la perspectiva de la eficiencia energética (ahorro en consumo y costo de la energía), preguntando ¿Qué opciones, si las hay, son rentables ahora? ¿Cómo podría una corporación implementar el IoT y avanzar hacia la Industria 4.0 sin comprometer su desempeño financiero?

Introducción

La Internet de las Cosas, la Industria 4.0 y la Administración de Energía pueden combinarse para crear un



cóctel embriagador que sugiere un futuro emocionante con costos reducidos y mejores rendimientos. El cómo consumir ese cóctel, sin terminar con una fuerte resaca e intentando saber a dónde se fueron las promesas y el dinero, es otro tema.

Las tecnologías disruptivas están emergiendo a un ritmo sin precedentes. Puede ser difícil saber qué tecnologías ofrecen ahorros genuinos versus aquellas que serán obsoletas antes de que alcancen su potencial. Es un desafío para las corporaciones superar el entusiasmo propagandístico e identificar aquellas tecnologías que son aplicables a sus necesidades y que además puedan generar un retorno inmediato y positivo de la inversión.

Definiendo los términos IoT e industria 4.0

Al igual que con cualquier temática recién llegada y en rápida evolución, la terminología puede ponerse de moda y aplicarse erróneamente a todo tipo de situaciones. Las palabras empleadas por novedad, llegan a convertirse en una herramienta utilizada por publicitarios como técnica de venta por el “temor a quedarse afuera”. Por lo tanto, vale la pena definir qué se quiere decir exactamente con Internet de las Cosas e Industria 4.0.

Internet de las cosas.- Si bien el término se está volviendo omnipresente, existen diferentes definiciones: Por ejemplo, la consultoría de investigación de mercado Gartner lo define como “la red de objetos físicos que contienen tecnología incorporada para comunicarse y percibir o interactuar con sus estados internos o el ambiente externo”. Mientras que la Unión Internacional de Telecomunicaciones lo describe como “una infraestructura global para la comunidad de la información, que permite servicios avanzados por la interconexión física o virtual de las cosas”.

Ambas definiciones indican lo amplio que puede concebirse el IoT. Cualquier dispositivo que pueda recopilar y transmitir datos, así como toda la infraestructura de comunicaciones asociada, podría considerarse parte del Internet de las Cosas. La futura posibilidad de implementación de dispositivos es desconcertante, algo así como 50 mil millones de dispositivos conectados en 2020 y una estimación de hasta 200 dispositivos por persona¹. Una forma de intentar comprender la escala del internet de las cosas es visitando el sitio web [Thingful](#), un motor de búsqueda para la IoT.

Lo que la internet de las cosas ha establecido hasta la fecha, es que se puede generar una enorme cantidad de datos. Sin embargo, se ha estimado que solo tres por ciento de los datos que se obtienen anualmente se analizan, de los cuales 15 por ciento es identificado y están disponibles para su análisis, sin manejo adicional². El desafío al que se enfrentan muchos proveedores de servicios y posibles usuarios finales, es saber cuál sería la mejor forma de utilizar los datos para tomar decisiones informadas, lograr eficiencias reales y un retorno de la inversión en la infraestructura de recopilación de datos.

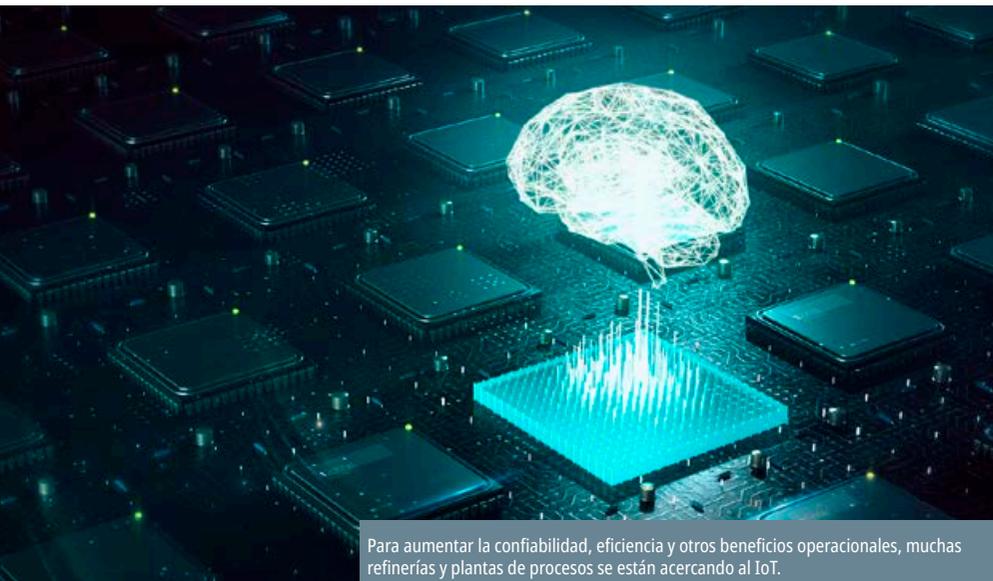
Industria 4.0.- Como concepto es más amplio que el Internet de las Cosas, abarca tecnologías como el análisis de macro-datos o *big data*, el aprendizaje automático y la fabricación aditiva (impresión 3D). Sin embargo, el IoT es la tecnología central, ya que los datos generados por los sistemas de control existen-

¹ Friedli, Martin; Kaufmann, Lukas y Paganini, Francesco; *Energy Efficiency of the Internet of Things. Technology and Assessment Report*, ed. IEA 4E EDNA, April 2016. Consultado el 3 de marzo de 2017. *Eficiencia energética del Internet de las cosas. Informe de tecnología y evaluación*, editado por la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) 4E se refiere al Programa de colaboración tecnológica de la IEA, sobre Equipos de Uso-Final Energéticamente Eficientes. Mientras que EDNA son las siglas en inglés del Anexo de Dispositivos Electrónicos y Redes. <http://www.iea-4e.org/document/384/energy-efficiency-of-the-internet-of-things-technology-and-energy-assessment-report>

² Reinsel, David; Gantz, John y Rydning, John; *Data Age 2025: The Evolution of Data to Life-Critical...*, ed. International Data Corporation (IDC), April 2017. *Era de datos 2025: La evolución de los datos a la vida crítica*, editado por la Corporación Internacional de Datos, analizando el futuro. Consultado el 19 de enero de 2018. https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gn/topics/workforce/Seagate-WP-DataAge2025-March-2017.pdf



No se puede asegurar que el ahorro de energía justifique el gasto en IoT e Industria 4.0



Para aumentar la confiabilidad, eficiencia y otros beneficios operacionales, muchas refinerías y plantas de procesos se están acercando al IoT.

La central es que el internet de las cosas permite que los procesos industriales se comuniquen con el mundo exterior para administrarse, en respuesta a cambios en las directivas claves de producción. Por ejemplo, especificaciones del cliente o precios de la energía.

La industria 4.0 igualmente puede significar cosas muy diferentes dependiendo de cada compañía o sector. Según una encuesta realizada en Alemania en 2015, solo 10 por ciento de las empresas manufactureras han adoptado ampliamente las técnicas de industria 4.0 y más de la mitad no tiene previsto implementar ninguna técnica o no

tes pueden cotejarse con otros datos para optimizar el proceso industrial.

Originalmente creado en Alemania, Industria 4.0 es un término amplio que puede aplicarse a varias tendencias en materia de fabricación y automatización. En los Estados Unidos de América, por ejemplo, se utilizan términos como internet industrial (de las cosas), fabricación avanzada o fabricación digital.

El Ministerio Federal Alemán de Educación e Investigación, define que la Industria 4.0 ocurre cuando “la flexibilidad que existe en las cadenas generadoras de valor es incrementada mediante la aplicación de sistemas de producción ciber-físicos (*cyber-physical production systems* - CPPS)”. Asimismo, indica que “esto permite que las máquinas y las plantas de producción adapten su comportamiento a los cambios de órdenes o condiciones de operación, a través de la auto-optimización y reconfiguración... Los sistemas y procesos inteligentes de producción, así como los métodos y herramientas adecuados de ingeniería, serán el factor clave para implementar con éxito instalaciones de producción distribuidas e interconectadas en futuras fábricas inteligentes”.

Aunque hay suficiente jerga en el párrafo anterior cuya discusión ameritaría varios artículos, la premi-

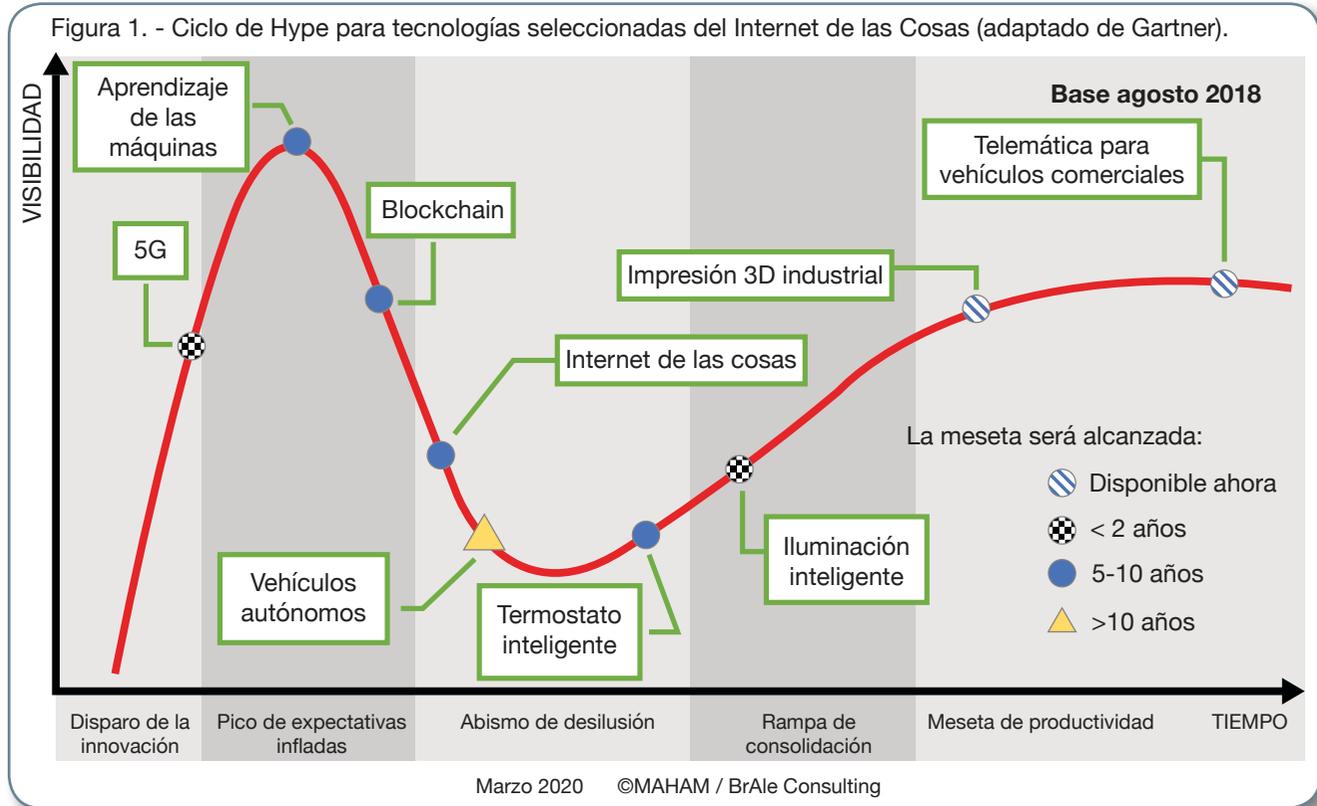
le da ninguna consideración³. Además, la industria 4.0 puede ser mucho más importante para la fabricación de artículos individuales, en comparación con el procesamiento de materiales a granel. La manufactura puede beneficiarse de la personalización de productos finales para satisfacer las necesidades individuales de los clientes, en formas que la industria de procesos nunca podrá.

¿Es para su organización?

Las promesas de eficiencia y de nuevas formas de fabricación son muy emocionantes, pero ¿cómo saber si una tecnología está lo suficientemente madura para cumplir lo que promete? Un método utilizado por la consultoría de investigación de mercado Gartner, es el denominado **Ciclo de Entusiasmo** o *Hype Cycle*, cuyo ejemplo se muestra en la figura 1. Gartner utiliza el ciclo Hype para respaldar la toma de decisiones de inversión, la figura 1 ilustra algunas de las tecnologías que más adelante se analizarán en este artículo. Para proporcionar un contexto sobre cómo funciona el ciclo Hype, se agregaron otras tecnologías conocidas y de alta visibilidad actual.

³ Schröder, Christian; *The Challenges of Industry 4.0 for Small and Medium-Sized Enterprises*, ed. Friedrich-Ebert-Stiftung, 2017. *Los desafíos de la industria 4.0 para pequeñas y medianas empresas*. Consultado el 15 de diciembre de 2017. <http://library.fes.de/pdf-files/wiso/12683.pdf>

Figura 1. - Ciclo de Hype para tecnologías seleccionadas del Internet de las Cosas (adaptado de Gartner).



La premisa central del ciclo Hype es que la visibilidad no equivale a eficacia. Si bien el “miedo a perder la oportunidad” puede ser una herramienta de mercadotecnia efectiva, éste no se presta a decisiones confiables de inversión. Frecuentemente, el beneficio de comprender cómo se puede aplicar mejor una tecnología y esperar su adopción, supera significativamente cualquier ventaja por ser “el primero”.

La figura 1 sugiere que el internet de las cosas está en su etapa inicial y que algunas tecnologías de apoyo clave, como el aprendizaje automatizado o *machine learning* necesitan un mayor desarrollo para alcanzar su potencial. Esto no quiere decir que actualmente no se puedan obtener ahorros a partir del IoT, pero es necesario tener cuidado a fin de asegurarse que cualquier tecnología elegida tenga un camino claramente definido para conseguir ahorros reales, porque varias tecnologías interdependientes probablemente decepcionarán.

Ahora, ciertos elementos de industria 4.0, como la impresión 3D a nivel empresarial, han madurado lo

suficiente como para permitir que se alcancen algunos de los beneficios previstos. No obstante, la industria 4.0 depende en gran medida de la integración de sistemas, muchos de los cuales aún son relativamente nuevos. De forma similar con el IoT, la implementación efectiva debe basarse en ahorros claramente identificados. Es posible que se consigan beneficios adicionales, pero no se les debe tomar como ciertos al desarrollar justificativas económicas de inversión.

“
La sobrecarga de información es un problema en todos los sectores industriales

Más allá de los problemas de desempeño

Tanto el internet de las cosas como la industria 4.0 tienen aspectos negativos. La preocupación sobre la seguridad de los dispositivos y su potencial para ser secuestrados

persiste. Por ejemplo, un ataque cibernético en octubre de 2016 que se centró en la costa este de Estados Unidos, se atribuyó a dispositivos del IoT que no estaban equipados para evitar su secuestro⁴. Estos problemas se han destacado como una importante

⁴Wong, Joon Ian; “The Internet of Things Is Totally Unregulated, and That Might Have to Change”, *Quartz*; October 24, 2016. “El Internet de las cosas está totalmente desregulado, y eso debería cambiar”. Consultado el 3 de marzo de 2017. <https://qz.com/817516/dyn-ddos-attack-the-internet-of-things-is-totally-unregulated-and-that-might-have-to-change>



Cómputos muestran la diferencia en costos operacionales, asociados a la confiabilidad de equipos y a la eficiencia energética, entre una refinería bien administrada y una promedio.

La guía por satélite, con corrección en tiempo real para el tráfico, es una forma de la eficacia del internet de las cosas, casi reconocida universalmente. Se han reportado ahorros, demostrados en estudios independientes, de entre 12 y 16 por ciento¹⁰ con una previsión adicional de cuatro por ciento, al optimizar el consumo de combustible en lugar del tiempo de viaje¹¹.

El monitoreo satelital en tiempo real y la telemática de vehículos comerciales han demostrado ahorros de entre el cinco y 10 por ciento, al garantizar que las unidades monitoreadas sigan técnicas de manejo seguras y eficientes¹². Dicha economización no incluye ninguna otra ganancia de productividad u optimización de la flota.

Mirando a través de la lente de EN 16247: 2014 (*Energy Audit. General Requirements*), las oportunidades de eficiencia pueden clasificarse de forma general en: edificaciones, procesos y transportes. La figura 2 proporciona un resumen de algunas tecnologías que se han implementado hasta ahora, así como su eficacia para reducir el consumo de energía.

Transportes

Los sectores de transporte y logística han sido de los primeros en obtener ahorros del IoT en materia de costos y consumo de energía. La identificación por radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés), introducida por primera vez a principios de la década de 2000, finalmente está dando cuenta de su potencial inicial, lo que da idea del tiempo que tardan estas tecnologías en madurar. La tecnología RFID se emplea en muchos sistemas de peaje de carretera, evitando la necesidad de que los vehículos se detengan, proporcionando ahorros en combustible y aumentando la eficiencia de los vehículos. Se han estimado ahorros de combustible del cuatro por ciento para un sistema de cobro de peajes RFID en comparación con un sistema manual⁹.

⁹ Pérez-Martínez, Pedro José; Ming, D; Dell' Asin, Giulia y Monzon, Andrés; *Evaluation of the influence of toll systems on energy consumption and CO2 emissions: A case study of a spanish highway*. Journal of King Saud University - Science, Special Issue on "Advances in Transportation Science", Vol. 23, July 2011, pp. 301-310. *Evaluación de la influencia de los sistemas de peaje en el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono (CO2): estudio del caso de una carretera española*. Revista de la Universidad King Saud - Ciencia, número especial sobre "Avances en la ciencia del transporte" <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018364710001618>

Edificaciones

El internet de las cosas está progresando hacia un nuevo tipo de edificios inteligentes que están mejor alineados con las preocupaciones sobre el consumo de energía que tienen tanto propietarios como administradores. El IoT puede habilitar a los sistemas operativos para que entreguen información más precisa y útil, con el fin de optimizar las operaciones y proporcionar mejores ahorros de energía para los residentes.

Al enfocarse en aire-acondicionado, ventilación, calefacción, iluminación y algunos tipos de cargas eléctricas; es razonable esperar ahorros del 10 al 25 por ciento, tras implementar programas proactivos de administración de energía en edificios medianos¹³.

¹⁰ Leveson Boodlal, PE (PI); Kun-Hung, Chiang; PE; *Study of the Impact of a Telematics System on Safe and Fuel-Efficient Driving in Trucks*. Report No. FMCSA-13-020, U.S. Department of Transportation Federal Motor Carrier Safety Administration Office of Analysis, Research, and Technology, April 2014, 54 pp. *Estudio del impacto de un sistema telemático en la conducción segura y eficiente de camiones con combustible*. Departamento de Transporte de Estados Unidos, Administración Federal de Seguridad de Autotransportes, Oficina de Análisis, Investigación y Tecnología. <https://rosap.nhtl.bts.gov/view/dot/177>

¹¹ Ericsson, Eva; Larsson, Hanna y Brundell-Freij, Karin, *Optimizing route choice for lowest fuel consumption - Potential effects of a new driver support tool*, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Ed. Elsevier, Vol. 14, December 2006, pp. 369-383. *Optimización de la elección de ruta para menor consumo de combustible - Efectos potenciales de una nueva herramienta de asistencia al conductor*. Investigación de transporte Parte C: Tecnologías emergentes, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X06000799>

¹² Leveson Boodlal, PE (PI); Kun-Hung, Chiang; PE; *Op. cit.*

¹³ Raschke, Steve; *Costs, Savings, and ROI for Smart Building Implementation*, IoT@Intel, June 20, 2016. *Costos, ahorros y retorno de la inversión (ROI, por sus siglas en inglés) para la implementación de edificios inteligentes*. Consultado el 17 de enero de 2018.



La eficiencia energética ha sido identificada por defensores del IoT y de la Industria 4.0 como un beneficio potencial significativo

Edificios residenciales

El internet de las cosas es fácilmente reconocible en medidores inteligentes de servicios que prometen llevar la facturación de “tiempo de uso” y la configuración de demanda, previamente reservada para grandes consumidores, a clientes residenciales. Asimismo, incluso antes de que se pueda cumplir esta promesa, los medidores inteligentes se han utilizado para proporcionar datos a las pantallas en el hogar, lo que permite a los usuarios controlar el uso de energía y recibir comentarios sobre el costo. Los ensayos realizados en varios países han demostrado ahorros de entre el cinco y 10 por ciento en las pantallas domésticas para clientes residenciales¹⁴.

<https://blogs.intel.com/iot/2016/06/20/costs-savings-roi-smart-building-implementation>

¹⁴Xingxing, Zhang; Jingchun, Shen; Tong, Yang; et al. *Smart meter and in-home display for energy savings in residential buildings: a pilot investigation in Shanghai, China*. Intelligent Buildings International, Vol. 11, July 2016, pp. 4-26. *Medidor inteligente y pantalla en el hogar para ahorrar energía en edificios residenciales: una investigación piloto en Shanghai, China*.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17508975.2016.1213694?scroll=top&needAccess=true>

Los termostatos inteligentes se refieren a los sistemas de control de calefacción y refrigeración domésticos con la capacidad de aprender la costumbre de comportamiento de los usuarios para optimizar el consumo de energía y los niveles de comodidad. Reportes de estudios piloto muestran ahorros de cuatro por ciento aproximadamente en electricidad y de siete por ciento en consumo de gas¹⁵. Se anticipan ahorros suplementarios con el uso de conectividad adicional. Por ejemplo, al agregarse geo-cercas (los sistemas climáticos se activan o desactivan según la distancia del usuario desde el hogar) y por el aprendizaje de hábitos de ocupación de los usuarios.

Edificios comerciales

El término aplica a hospitales, hoteles, oficinas e incluso espacios públicos; los cuales son más intensivos en el uso de energía que el sector residencial y por lo tanto ofrecen un mayor potencial de ahorros rentables de energía. Comisionado Continuo o *Continuous Commissioning* (CCx), así como Comisionado Basado en Monitoreo = *Based Commissioning* (MBCx) y Comisionado Persistente o *Persistent Commissioning* (PCx).

Los Sistemas de Gestión de Edificios o *Building Management System* (BMS) de grandes edificios comerciales generan volúmenes significativos de datos. Sin embargo, las generaciones anteriores de BMS no fueron diseñadas para utilizar esos datos y optimizar el rendimiento energético del edificio. El Comisionado Continuo, también conocido como Comisionado Ba-

¹⁵Chikumbo, Maxine y Sussman, Reuven; *Behavior Change Programs: Status and Impact*; American Council for an Energy Efficient Economy, Report B1601, October 2016, 94 pp. *Programas sobre cambio de comportamiento: estado e impacto*; Consejo Americano para una Economía Energéticamente Eficiente (Aceee, por sus siglas en inglés). Consultado el 23 de enero de 2017.

<https://www.aceee.org/sites/default/files/publications/researchreports/b1601.pdf>



Para obtener los beneficios del IoT, es preciso saber qué parámetros son críticos para el rendimiento energético y de productividad en cada proceso.



sado en Monitoreo o Comisionado Persistente, utiliza aquellos datos generados desde un Sistema de Gestión de Edificios para identificar oportunidades potenciales de ahorro de energía de manera continua.

Empleando análisis avanzados de *big data*, los comisionados persistentes proporcionan a los administradores de instalaciones, informes periódicos para garantizar que los equipos que utilizan energía; normalmente equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC, por sus siglas en inglés) estén funcionando a niveles óptimos y que cualquier desviación sea investigada rápidamente y corregida correctamente.

El Comisionado Basado en Monitoreo (MBCx, CCx, o PCx) es un tipo de prestación bien establecida en los Estados Unidos de América, con ahorros reales de entre 10 a 20 por ciento¹⁶. Al ofrecer la oportunidad de una reducción significativa de gastos, con costes de capital y operacional bastante bajos, es una prestación muy valorada por los usuarios de energía.

Debido a que desde el inicio fue financieramente viable, cuando se ha usado en sitios de suficiente tamaño, CCx, MBCx o PCx no ha aparecido en el ciclo Hype de Gartner. Su principal avance en los últimos años es que los análisis se han trasladado a la nube, lo

¹⁶ Hart, Richard; *Where's the Beef in Continuous Commissioning? Results from 140 Buildings in Commercial Property and Higher Education*, 2012 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. ¿Dónde está la fuerza en la puesta en marcha continua? Resultados de 140 edificios en propiedad comercial y educación superior. Estudio de verano 2012, del Consejo Americano para una Economía Energéticamente (Aceee, por sus siglas en inglés) sobre eficiencia energética en edificios. Consultado el 3 de marzo de 2017. <http://aceee.org/files/proceedings/2012/data/papers/0193-000090.pdf>



Las auditorías energéticas pueden proporcionar datos de referencia para el uso de energía en la producción, más indicativos para futuras implementaciones de automatización

que permite que el Comisionado Continuo sea viable para sitios mucho más pequeños. Se pueden lograr retornos de inversión (<3 años) respetables para un consumo energético menor a 0.5 millones de dólares por año.

Alumbrado público en red

La iluminación ha experimentado una revolución tecnológica en los últimos años, con los diodos emisores de luz o LED, por sus siglas en inglés, reemplazando a las fuentes de luz tradicionales. Si bien la fuente de mayor ahorro ha sido el paso de las lámparas de vapor de sodio y mercurio al led, la naturaleza del alumbrado público hace que la conectividad adicional y el control sean una perspectiva más atractiva desde el punto de vista financiero. Proporcionar niveles mínimos de iluminación en áreas desocupadas, así como comunicar información de mantenimiento, otorga ahorros a los operadores del sistema que no están disponibles para los clientes residenciales. Una prueba global independiente de tecnología led en 12 de las ciudades más grandes del mundo reveló que, aunque los led pueden generar ahorros de energía del 50 por ciento, éstos llegaron a más del 80 por ciento cuando la iluminación led se combinó con controles inteligentes¹⁷.

Procesos

La gestión tradicional de la energía industrial se centra en la provisión y el uso eficiente de las necesidades de energía de proceso, como la calefacción, refrigeración, el aire comprimido y la electricidad. El IoT ofrece una gran cantidad de nuevas corrientes de datos para apoyar las medidas de gestión energética. Las industrias de procesos pueden tardar más que el mercado

¹⁷ Griffiths, Hanna; *The Future of Street Lighting. The Potential for New Service Development*, IoTUK, 2017, 46 pp. *El futuro del alumbrado público. Potencial para el desarrollo de nuevos servicios*. Consultado el 21 de diciembre de 2017. <https://iotuk.org.uk/wp-content/uploads/2017/04/The-Future-of-Street-Lighting.pdf>



Quienes han implementado IoT e industria 4.0 afirman que la digitalización de los procesos de fabricación, les ha permitido comprender mejor la demanda real de energía de sus máquinas

de consumo en adoptar algunas de estas tecnologías debido a una mayor familiaridad con el uso de sensores y la automatización.

Un factor clave para la transformación digital en las industrias de procesos será mantener su competitividad frente a los avances tecnológicos y la competición global, lo que forzará la reordenación de la producción y procesos comerciales más amplios a través de herramientas que ofrezcan nuevas posibilidades para los modelos de negocios.

Monitoreo de Mantenimiento Preventivo o *Monitoring led Preventative Maintenance (MPM)*, Mantenimiento basado en Condición o *Condition Based Maintenance (CbM)* y Mantenimiento Predictivo = *Predictive Maintenance (PdM)*

Para aumentar la confiabilidad, eficiencia y obtener otros beneficios operacionales, como la reducción de la demanda y mejora en la seguridad; muchas refinerías y plantas de procesos se están acercando al internet de las cosas. Tecnologías como el monitoreo acústico de purgadores de vapor, el monitoreo de la situación de bombas o del rendimiento de intercambiadores de calor, con todas las conexiones inalámbricas conectadas a sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (Scada, por sus siglas en inglés), más métodos analíticos, proporcionan instalaciones económicamente factibles y con retorno de capital inferior a seis meses.

“Cómputos muestran la diferencia en costos operacionales —asociados a la confiabilidad de los equipos, así como a la eficiencia energética— entre una refinería bien administrada y una promedio, de 12.3 millones de dólares por año aproximadamente, para una instalación típica de 250 mil barriles por día. Suponiendo que alrededor del 60 por ciento de las refi-

nerías no están operando tan bien como podrían, el impacto financiero mundial en general se extiende a miles de millones de dólares anuales”¹⁸.

Control del punto de ajuste o *setpoint*

Una nueva generación de herramientas para programas informáticos o *software*, enfocado a la eficiencia energética, permite dos formas de administración de la energía de la planta: el “bucle abierto”, donde se indica a los operadores los puntos de ajuste óptimos para establecer manualmente las variables de optimización, o el “bucle cerrado”, donde los puntos de ajuste se envían directamente a cada controlador de las variables optimizables.

Ambas implementaciones pueden, por lo general, lograr reducciones en los costos de energía de tres a ocho por ciento para el modelo de “bucle abierto” y de seis a 15 por ciento para las aplicaciones de “bucle cerrado”¹⁹.

Industria 4.0

Si bien la mejora de la eficiencia energética siempre es bienvenida, raramente es el principal impulsor detrás de las implementaciones de la industria 4.0. Empero, aquellas organizaciones que intentan hacer de la industria 4.0 una realidad, han informado sus ahorros de energía. Por ejemplo, Daimler²⁰, en Alemania, indicó una mejora de 30 por ciento en la eficiencia energética de los sistemas de robots que utilizan técnicas de industria 4.0. Otro ejemplo es Canadian Forest Products, que reportó una reducción del 15 por ciento²¹ en el consumo de energía, a través del uso de alertas en tiempo real para el consumo de energía, fuera de las normas previstas.

Haciendo su propia IoT

Hoy más que nunca el mundo digital ofrece datos procesables. Reemplazar los instintos por datos

¹⁸Johnson, Deanna; *IIoT applications enable the process world*, ISA Publications, InTech Magazine, March-April 2016.

Las aplicaciones de la industria 4.0 (IIOT) permiten el mundo de procesos. Publicaciones de la Sociedad Internacional de Automatización (ISA, por sus siglas en inglés) Revista InTech. Consultada el 17 de enero de 2018. <https://www.isa.org/intech/20160405/>

¹⁹Pinto, Jorge; *Eficiência energética baseada em tecnologia*; revista Controle & Instrumentação, nº 228, 2017, Brazil: Publicações Valete, pp. 36–38. http://www.controleinstrumentacao.com.br/arquivo/ed_228/cp.html y https://issuu.com/editora_valete/docs/ci228

²⁰Meike, Davis; Daimler AG; *Industrial Robots Are Learning to Save Energy*. Mercedes-Benz Sustainability Magazine 365, Germany, November 2016, pp. 19–23. *Los robots industriales están aprendiendo a ahorrar energía*. Revista de sostenibilidad Mercedes-Benz, Alemania, 2016. <https://www.3blmedia.com/News/Industrial-Robots-Are-Learning-Save-Energy>

²¹Thilmany, Jean; *Industrial Internet of Things: Empowering Big-Time Energy Savings*, Top Quartile, Emerson, 2015.

Internet industrial de las cosas: Potenciar grandes ahorros de energía. Consultado el 22 de enero de 2018. <https://www.emerson.com/topquartile.com/z-featureditems/featured-2/industrial-internet-of-things-empowering-big-time-energy-savings>



completos y en tiempo real permitirá una mejor toma de decisiones. Los datos estarán disponibles para evaluar y seleccionar, ya sea para financiar proyectos, utilización de plantas de procesamiento o perfeccionamiento de ventas. Sin embargo, para obtener el beneficio de la internet de las cosas, es necesario conocer de manera profunda sus instalaciones, en cuanto a qué parámetros son críticos para el rendimiento energético y de productividad en sus procesos. Esto puede parecer obvio, pero, en la experiencia, muchas organizaciones tienen una comprensión pobre sobre la relación entre el uso de energía y la configuración operativa.

Aquellos que han implementado el IoT y la industria 4.0, han declarado que la digitalización de los procesos de fabricación, les permitió comprender mejor la demanda real de energía de sus máquinas²².

La realización de auditorías energéticas, conforme a normas internacionales como ISO 50002 o EN 16247, pueden proporcionar datos de referencia necesarios para el uso de la energía en la producción, así como un indicativo para futuras implementaciones de auto-

matización o automoción. Lo que anteriormente era muy costoso y difícil de medir, hoy puede que no lo sea. Es posible que ahora sea más fácil adaptar medidores y controladores inteligentes a equipos remotos.

La interpretación de los flujos de datos es un aspecto crítico. La sobrecarga de información es un problema en todos los sectores industriales. Cuando suenan alarmas, un conjunto adecuado de opciones debe estar disponible para que los operadores obtengan ahorros potenciales. Los paneles de control, aunque de aspectos impresionantes, solo son útiles si conducen a acciones apropiadas. Pero, la identificación de estos conjuntos de acciones apropiadas es, a menudo, excluida en los proyectos e informes de adquisición de datos. Los informes con frecuencia se centran en las necesidades de gestión de nivel medio y superior, en lugar de a nivel del operador, que a la larga decide si se lograrán ahorros o no.

Por último, se debe utilizar un proceso exhaustivo de gasto de capital o CapEx de "todo el negocio" para transformar las promesas de ventas y ahorros en casos comerciales realistas, con la comprobada eficacia de las tecnologías en cada organización. No se puede asegurar simplemente que el ahorro de energía justifique el gasto en IoT e Industria 4.0. Sin embargo, la mejora de la productividad, la reducción del tiempo de inactividad y la mejora de la calidad del producto, todos pueden contribuir.

²² Nagasawa, T; Pillay, C; Beier, G; Fritzsche, K; Pougel, F; Takama, T; The, K y Bobashev, I; *Accelerating clean energy through Industry 4.0. Manufacturing the next revolution. A report of the United Nations Industrial Development Organization (Unido); Vienna, Austria; 2017, 52 pp. Acelerando la energía limpia a través de la Industria 4.0. Fabricando la próxima revolución. Un reporte de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.* https://www.unido.org/sites/default/files/2017-08/REPORT_Accelerating_clean_energy_through_Industry_4.0.Final_0.pdf