

El crecimiento no convencional a través de la Internet Industrial de las Cosas en la Industria

Por *Paul Daugherty, Prith Banerjee, Walid Negm*
y *Allan E. Alter* (Accenture)



En este *white paper*, la consultora presenta la Internet Industrial de las Cosas (IIoT) como una forma de mejorar la eficiencia operativa y como una herramienta para lograr el crecimiento; en el futuro, las empresas exitosas la utilizarán para iniciar una nueva etapa de crecimiento a través de tres enfoques: incrementar los ingresos aumentando la producción y creando nuevos modelos de negocio híbridos; explotar las tecnologías inteligentes para alimentar la innovación y transformar la fuerza de trabajo.

La Internet de las Cosas en la Industria (IIoT) es una tendencia importante con significativas consecuencias en la economía global. Abarca las industrias que representan el 62% del PBI entre las naciones del G20, según *Oxford Economics*¹, e incluye los sectores de manufactura, minería, agricultura, petróleo y gas y servicios públicos. Asimismo forman parte empresas que dependen de los bienes físicos durables para conducir los negocios; por ejemplo, las organizaciones que operan hospitales, depósitos y puertos o las que ofrecen servicios de transporte, logística y atención sanitaria.

Es de destacar que la ventaja del potencial de la IIoT resulta enorme. Las estimaciones independientes más conservadoras ubican al gasto mundial en la IIoT en US\$20.000 millones en 2012, y se espera que alcance los US\$500.000 millones en 2020. Las predicciones más optimistas acerca del valor creado por IIoT alcanzan un valor tan alto de US\$15 trillones del PBI mundial en 2030².

La eficiencia operativa es uno de los atractivos clave de la IIoT, y quienes la adoptan tempranamente se centran en estos beneficios. Por ejemplo, al introducir automatización y técnicas de fabricación más flexibles, los fabricantes pueden impulsar su productividad en un 30%³.

El mantenimiento predictivo de los activos es una de esas áreas de enfoque que ahorra más del 12% sobre las reparaciones programadas, reduce los costos generales de mantenimiento hasta un 30% y elimina las averías hasta un 70%⁴. Por ejemplo, Thames Water, el mayor proveedor de servicios de agua y tratamiento de aguas residuales en el Reino Unido, utiliza sensores, analítica y datos en tiempo real para ayudar

a la empresa de servicios a anticipar las fallas de equipos y así responder más rápido a situaciones críticas, como pérdidas y eventos climáticos desfavorables⁵.

Sin embargo, hay más para agregar. Aunque las empresas están comenzando a aprovechar la IIoT como una estrategia de eficiencia operativa, la IIoT también ofrece un rico potencial a los fabricantes de equipos y productos en la introducción de productos y servicios digitales, generando nuevas fuentes de ingresos para mejorar tanto el ingreso bruto como las utilidades.

Además, los propietarios y operadores de equipos pueden acceder a una real oportunidad de obtener mayores ingresos, por ejemplo, en las empresas en la industria de procesos. Una forma fácil es evitar el tiempo improductivo y las paradas de la planta e instalaciones, aumentando de este modo la productividad de la producción; por ejemplo, un productor en la industria petroquímica puede apoyarse en el mantenimiento productivo para evitar paradas innecesarias y mantener el flujo de productos.

Si analizamos el sector de hidrocarburos, la empresa de exploración y producción *Apache Corporation* utiliza este enfoque para predecir fallas de bombas para petróleo *on-shore* y *offshore*, y ayuda así a minimizar las pérdidas de producción. Ejecutivos de la empresa afirman que si la industria mundial del petróleo mejorara el rendimiento de las bombas en solo un 1%, aumentaría la producción de petróleo en medio millón de barriles por día, con una ganancia adicional para el sector de US\$19.000 millones por año⁶. Una operación minera, donde la capacidad de realizar rápidamente un examen del mineral cuando un trépano golpea inesperadamente roca dura, permite a los mineros retomar los trabajos en una fracción del tiempo requerido anteriormente⁷.

Por el momento, en los inicios de la IIoT los fabricantes solo buscan lo más sencillo para mejorar los servicios de mantenimiento y reparación que ya ofrecen. Pero algunas empresas vanguardistas se están adelantando a través de formas no convencionales del uso de la IIoT para dar valor a sus clientes; por ejemplo, CLAAS KGaA mbH, General Electric, Michelin, Virtual Radiologic Corp. y ZF Friedrichshafen AG.

Mientras estas empresas representan ejemplos inspiradores, es importante reconocer que la IIoT ofrece nuevas formas de fabricar y pensar los productos y de operar activos e instalaciones. Muchas empresas recién comienzan a hacer la transición, y puede que no sea fácil para parte de los ejecutivos del sector industrial, de transporte y servicios capitalizar la oportunidad de vender nuevos productos digitales. Sin embargo, aquellos que dudan pueden ser aventajados rápidamente por sus actuales competidores y los nuevos que ingresen al mercado.

De hecho, una vez que las industrias se vuelven digitales, también se convierten en competitivas en esos términos (*digitally contestable*), es decir, aquellas que se encuentran fuera de la industria tradicional pueden ingresar y competir más fácilmente. Pensemos solamente en Google incursionando en el tema de los automóviles sin conductor, que puede afectar a varios sectores, incluso, el de seguros y licencias del gobierno. Otro ejemplo es el "*HealthKit*" de Apple: la plataforma que permite el trabajo conjunto de las aplicaciones de salud y *fitness*, introduce a la compañía en un ecosistema de datos de cuidados de la salud hoy ocu-

Ejemplos de nueva oportunidades

Las siguientes empresas identifican nuevas oportunidades de crecimiento al incorporar servicios digitales e innovaciones a su mix de productos. Sus ejecutivos ven el gran potencial de la IIoT: el universo de productos industriales, procesos y servicios inteligentes que se comunican entre sí y con las personas a través de una red global:

- El Grupo Michelin usa sensores dentro de los neumáticos combinado con la analítica (analytics) para entrenar a los conductores de las flotas de camiones en la forma de ahorrar combustible.
- Taleris (empresa conjunta de General Electric-Accenture) implementa la analítica para ayudar a las compañías aéreas a minimizar las alteraciones a causa de fallas mecánicas y demoras por mal clima.
- Daimler, a través de su servicio “Car2Go” ha encarado su negocio más allá de la simple fabricación de automóviles y ofrece el alquiler de una manera tan sencilla como la de comprar leche en el comercio de la esquina.

pado por cuidadores, aseguradoras y farmacéuticos⁸.

Para tener éxito en la industria competitiva en términos digitales con la IIoT, los ejecutivos necesitarán formular nuevos modelos de negocios y estrategias de orientación al mercado (*go-to-market*) en el nivel macro, repensar sus negocios y operaciones principales e introducir inteligencia en sus productos, servicios, procesos y más. También tendrán que abrir sus operaciones de fabricación, plantas de producción y diseños de producto a nuevas tecnologías de la información. La IIoT es hoy tanto un juego de crecimiento como una maniobra defensiva para los fabricantes, productores de energía y proveedores de servicios. Si aquellos que están actualmente en el negocio no identifican y explotan estas oportunidades, los que ingresen y las *startups* comenzarán a influir sobre sus clientes y los atraerán.

Tres imperativos

Entonces, ¿cómo pueden los ejecutivos de las compañías industriales explotar las oportunidades de la IIoT que generan ingresos? La investigación que conducimos actualmente sobre la IIoT utiliza casos y razonamientos actuales, que conjuntamente con nuestras conversaciones con clientes y expertos en la materia, sugiere que los ejecutivos deben cumplir con tres imperativos: impulsar los ingresos mediante el aumento de la producción y la creación de modelos de negocios híbridos, alimentar la innovación con las tecnologías inteligentes y transformar la fuerza de trabajo para la IIoT. Además, delineamos siete pasos para ayudar a las empresas en el avance rápido y seguro para emplear el potencial de la IIoT.

Impulsar los ingresos mediante el aumento de producción y los modelos de negocios híbridos

Conforme a la declaración en la Visión de Tecnología de Accenture en 2014 “cada negocio es un negocio digital” el límite físico-digital está convirtiendo a las empresas industriales en empresas de servicio al cliente⁹. Para los eje-

cutivos de los sectores de la manufactura, energía y otras industrias los nuevos servicios, competidores y formas de operar sus negocios transformarán sus industrias¹⁰.

Las inversiones de los propietarios y operadores de activos en estos servicios digitales les ayudarán a aumentar su producción y eficiencia. También invertirán en sus propias soluciones innovadoras a fin de mejorar el rendimiento de sus activos y procesos actuales y la colaboración en la cadena de suministros.

Los servicios digitales –ofertas que combinan información, servicios transaccionales y profesionales– se apoyarán en el núcleo de estos cambios. Algunas empresas ya están convirtiendo sus productos en híbridos producto-servicio, que definimos como bienes físicos inteligentes, conectados y capaces de producir datos para el uso de servicios digitales (Figura 1).

La IIoT le brinda a las empresas la oportunidad de actualizar y ofrecer nuevos servicios, mejorar los productos e ingresar a nuevos mercados. Consideremos cómo *General Electric*, *Michelin* y *CLAAS* están orientándose al mercado con híbridos productos-servicios, agregando servicios digitales (*shaded boxes*) a sus productos pre-digitales (*solid boxes*). Pero aún las empresas que no venden productos; por ejemplo, *Virtual Radiologic*, pueden aprovechar las oportunidades de expansión hacia los servicios digitales.

- **General Electric:** el negocio de mantenimiento de motores de aviones, nacido de su negocio de motores de reacción, actualmente está volcándose al mantenimiento preventivo y expandiéndose hacia la optimización de la flota de aviones.
- **Michelin:** ayuda a los gerentes de las flotas de camiones a reducir el consumo de combustible y los costos, permitiéndoles pagar sus neumáticos en base a la cantidad de kilómetros manejados.

Estos híbridos serán el vehículo principal para acceder a esta oportunidad. Permiten a las empresas crear modelos de negocios híbridos, combinando la venta y el alquiler de productos con recurrentes flujos de ingresos a partir de los



Figura 1. Oportunidades que encuentran las empresas a través de la IIoT.

servicios digitales. Los servicios digitales también permitirán a las firmas de extracción de recursos e industrias de procesos tomar mejores decisiones, disfrutar de una mejor visibilidad de toda la cadena de valor y mejorar la productividad en otros aspectos.

Además, estos híbridos producto-servicio deberían ir más allá de las mejoras crecientes, como los cambios de características; deberán abordar las necesidades no cubiertas de los clientes o resolver los problemas críticos del negocio con soluciones exitosas (Figura 2). Sin embargo, estos híbridos producto-servicio no necesitan ser los primeros del mercado¹¹. Tampoco es necesario que el proveedor del servicio sea el mismo que el fabricante del producto: un proveedor de servicio puede hibridar el producto de otra compañía capturando los datos que esta crea, como lo hace *Virtual Radiologic* con su servicio de analítica (*analytics service*).

- **CLAAS:** los agricultores pueden operar el equipamiento CLAAS en piloto automático, recibir recomendaciones sobre cómo mejorar el flujo de la cosecha y minimizar las pérdidas de granos u optimizar automáticamente el rendimiento de sus equipos. La empresa se asoció con otras organizaciones para brindar servicios de información a productores agropecuarios a través de un mercado llamado “365FarmNet”.
- **Virtual Radiologic:** vRad se lanzó como un servicio de interpretación de rayos X. Desde entonces se ha expandido hacia negocios de servicios IT ofreciendo servicios de *software* y, recientemente, un servicio de analítica.

El éxito como abastecedor de híbridos producto-servicio no vendrá fácilmente. Las empresas deben competir y colaborar con *players* de diferentes industrias; todos debe-

rán encontrar una ventaja competitiva con la tecnología digital. Para crear nuevo valor e incentivar el crecimiento, se recomienda seguir las siguientes recomendaciones:

A) Pensar de manera no convencional sobre el valor del cliente

Vender servicios requiere de un modelo de negocios y operativo diferente al de la venta de productos; pero ¿qué modelo aplicar? Modelos que creen valor tanto para los clientes como para su empresa de manera no convencional.

Otra alternativa es combinar *high tech* (alta tecnología) para identificar oportunidades de negocios mediante un enfoque *high touch* para ganarlas. Las soluciones de Michelin crearon un ecosistema de expertos para brindar un nuevo servicio que utiliza *high tech* y *high touch* para reducir los costos del combustible en las flotas de camiones. Los sensores dentro de los vehículos recopilan datos sobre consumo de combustible, presión de los neumáticos, temperatura, velocidad y ubicación. Estos datos son transferidos a un servicio de nube de un socio de soluciones de Michelin, y es allí donde interviene el factor humano. Las soluciones de la empresa incentivan a los expertos a analizar los datos y hacer recomendaciones al gerente de la flota y a los maquinistas instructores de soluciones sobre el menor uso de combustible al conducir. Como resultado los gerentes de la flota de camiones pueden ahorrar dos litros de combustible por cada 100 km. Michelin se ha convertido en más que un fabricante de neumáticos: con el lanzamiento del negocio de soluciones, ahora también es un socio para el ahorro de combustible. Y, como socio de los gerentes de flota de camiones, mantiene un aspecto humano con este servicio.

Este híbrido producto-servicio incluye el entrenamiento del conductor y las recomendaciones provienen de los expertos en lugar de un sitio web. Los clientes también pueden optar por pagar sus neumáticos en una base por kilómetro realizado; ejemplo de vender un producto como servicio¹³. Este servicio innovador es un ejemplo primordial a la hora de pensar diferente sobre las oportunidades de ingresos.

Otro ejemplo es Daimler AG, que sigue un enfoque para aumentar el valor a sus clientes: un modelo flexible y conveniente de pago-por-uso para los habitantes de la ciudad que necesiten automóviles. Los clientes de “Car2Go” utilizan una app para encontrar el auto estacionado más cercano. Simplemente, abren la puerta con una tarjeta de socio, manejan hasta su destino, estacionan el auto en la calle y lo cierran. Este modelo compite con los taxis convencionales, las alternativas como “Uber” y los servicios de alquiler de autos por hora. Sin embargo, se diferencia por su precio y conveniencia, ambos valores clave para el cliente. Los clientes pueden elegir el pago por milla, hora o día. Las tarifas son inferiores a las de un taxi y no se necesita reservar, devolver o solicitar un auto, ya que estos se pueden estacionar y encontrar en cualquier sitio¹⁴.

B) Ser el más valioso proveedor de información

Venda productos y sus clientes solo lo contactarán cuando necesiten solucionar o evitar algún problema. Venda servicios y obtendrá múltiples oportunidades de crear puntos de contacto con el cliente, generar confianza y establecer la lealtad del cliente.

Para los fabricantes, los servicios de información pue-



Figura 2. **Servicios de información:** vende datos y conocimientos, o bien administra un mercado que vende datos. **Servicios de equipos:** vende operaciones con productos y servicios de optimización, o bien vende el producto mediante el modelo “as-a-service” o el modelo “for-performance payment”. Fuente: *websites* de las empresas referidas.

den aumentar la preferencia del cliente respecto a un producto. Pero los servicios también son el punto de entrada para que la competencia interfiera entre su empresa y sus clientes. Una empresa no tiene necesariamente que ser un fabricante de equipos radiológicos para ofrecer servicios de análisis de rayos X. Además, si el servicio se convierte en algo valioso para los clientes, es posible que se vuelva más importante que el producto en sí. La empresa que ofrece el servicio puede entonces influir en las decisiones de compra del producto.

Esta es la razón por la cual ser el proveedor de información más valioso –la fuente de información externa en la que más confían los clientes para manejar su negocio– es tan crítico. Sin embargo, el viejo adagio “no puede hacerlo solo”, también aplica aquí. Encontrar al socio de negocios correcto es crítico para el lanzamiento de híbridos producto-servicio, ya que pocas empresas cuentan con todas las habilidades y tecnologías necesarias. Por ejemplo, cuando se trata del negocio de información agrícola, la batalla para convertirse en una fuente confiable de soporte en las decisiones de los productores se libra actualmente. Empresas como *DuPont* y *Dow Chemical* están formando alianzas para desarrollar y brindar soluciones de agricultura de precisión a los productores que presentan un desafío para la competencia¹⁷.

C) Compartir más datos de equipos con los socios

El concepto híbrido producto-servicio también aplica a los propietarios y operadores de activos. Cualquier equipo se convierte en un híbrido productividad-mejora si genera datos y el operador pone esos datos a trabajar como servicio digital dentro de su cadena de suministro. Sin embargo, las empresas generalmente son recelosas a la hora de compartir la información de sus operaciones con los socios más cercanos, aún si perjudica la productividad. Por supuesto, los ejecutivos deben ser cuidadosos al compartir su información valiosa. Así la IIoT le puede dar a las empresas un control mucho mayor sobre su cadena de productos y procesos.

En el caso de la industria hidrocarbúfera: las empresas de exploración y producción rara vez comparten sus planes de perforación y datos operativos detallados con las de servicios, esto es criticado por desacelerar la producción al demorar el traslado de equipos a los sitios de perforación. Pero si las operadoras compartieran la planificación, los pronósticos, el estado de los equipos, los servicios de campo y los programas de trabajo podrían aumentar drásticamente su producción. La marea ascendente de datos puede poner a flote cualquier barco.

D) Tomar a los servicios como investigación y desarrollo para los productos

¿Qué nuevas características desearán los propietarios y operadores de activos? ¿Qué harán y cómo serán los productos industriales en el futuro? Solo el tiempo revelará las respuestas a estas preguntas. Esto representa desafíos en algunos sectores industriales. Por ejemplo, los fabricantes de equipamiento pesado se arriesgan al ofrecer nuevos productos antes de que el mercado esté listo para aceptarlos, porque esos productos tienen bases de clientes relativamente pequeñas y lleva años el desgaste de los equipos para justificar su reemplazo, a diferencia de la tecnología de vida útil corta y de consumo de bajo precio.

Tal como lo descubrieron muchas de las grandes empresas de tecnología, los proveedores de híbridos producto-servicio tienen actualmente una alternativa más rápida y menos costosa al momento de lanzar productos innovadores: pueden experimentar con el desarrollo y ofrecimiento de nuevos servicios. Al hacerlo, observan como los clientes usan las características basadas en la información y ganan conocimiento de sus necesidades. Y a medida que las empresas comienzan a ofrecer servicios de la IIoT basados en la nube, rápidamente pueden probar las características para descubrir las capacidades que los clientes valoran más y continuar ofreciendo las que más le gustan. Con el tiempo, a medida que las empresas comprenden mejor las necesidades de los clientes, pueden usar lo que han aprendido en la venta de servicios para construir una

generación de productos bien enfocados, diseñados para la IIoT.

Algunas empresas están dando los primeros pasos en este camino hacia la innovación. Ford Motor Company ha adoptado un enfoque de colaboración abierta (*crowdsourcing*): su plataforma de desarrollo de *software* y *hardware* abierto permite a cualquiera crear aplicaciones y accesorios experimentales; por ejemplo, una aplicación que advierta sobre posibles choques nocturnos¹⁸. Esto también puede marcar el camino hacia nuevas oportunidades de negocio. La unidad de tecnología climática de un fabricante de equipos industriales es otro caso a destacar. La gerencia de la unidad descubrió que los sensores de sus compresores de enfriamiento brindaban un flujo de datos potencialmente útil. Luego de hablar con sus clientes sobre sus necesidades de enfriamiento industrial, los ejecutivos identificaron una oportunidad aún mayor: dar servicios de monitoreo continuo de temperatura de los productos durante su transporte y/o traslado¹⁹.

Para afectar el mercado con nuevos modelos de negocios, investigación y desarrollo o servicios de información, la mayoría de las empresas necesitarán socios externos para crear y comercializar los exitosos híbridos producto-servicio. Pocas empresas tendrán todas las habilidades en los negocios necesarias para el lanzamiento, ya que estas habilidades no son parte de su modelo de negocios central actual. Las alianzas entre empresas con conocimientos y experiencia complementarios están usando sus fortalezas combinadas para lanzar nuevos servicios y atraer nuevos clientes.

Explotar las tecnologías inteligentes para incentivar innovaciones revolucionarias

La innovación es crítica para desarrollar y brindar nuevos híbridos producto-servicio diferenciados que conduzcan al crecimiento. Para cosechar todos los beneficios de la IIoT, las empresas necesitarán destacarse en la instrumentalización de tres capacidades tecnológicas: informática por sensores, analítica industrial (*industrial analytics*) y aplicaciones de máquinas inteligentes (Figura 3).

Mediante la implementación de estas capacidades, las empresas pueden entrelazar datos empresariales o generados por máquina, previamente no disponibles o inaccesibles, para crear nuevas oportunidades de monetización.

Los sensores, las aplicaciones de analítica y de máquinas inteligentes y las plataformas *in-house* o alternativas IIoT de terceros que los vinculará, reemplazará a los universos actualmente separados de la Tecnología de la Información (IT) y la tecnología Operacional (OT). El mo-



Figura 3. Tres capacidades de la IIoT para lograr el dominio.

saico actual de infraestructura propietaria y específica de proveedor, de evolución separada será reemplazado con el tiempo por plataformas de interoperabilidad. Como este mosaico genera un obstáculo en la actualidad, será necesario modernizar y unir la tecnología de la información y la tecnología operacional para soportar una nueva generación de equipos en el futuro.

Informática por sensores

Los sensores le dan a los objetos el poder de la percepción, en condiciones, como temperatura, presión, tensión, movimiento, química y uso. La informática impulsada por sensores (*sensor-driven computing*) convierte la percepción en conocimientos (empleando la analítica industrial que se describe a continuación) sobre los que pueden actuar los operadores y los sistemas. Como ocurre con la mayor parte de los adelantos tecnológicos, los sensores se están volviendo rápidamente más pequeños, baratos y sofisticados. De hecho, *Spansion Inc.* ha comenzado a fabricar sensores que no utilizan baterías²⁰. Estas características hacen de los sensores una tecnología exponencial, prometiendo la duplicación repetida en la mejora de precios y rendimiento a intervalos cortos de tiempo²¹. Por ejemplo, en 2007, el costo promedio de un sensor acelerómetro era de US\$ 3; en 2014, de 54 centavos²². Hacia 2020, los costos de los componentes bajarán al punto de que la conectividad será una característica estándar, aun para los procesadores que cuesten menos de US\$1²³. Además, nuevas formas de recopilar datos de sensores, dispositivos de baja potencia y algoritmos que interpretan señales en bruto están abriéndose a la innovación de productos. El GPS *TraXon PreVision* de ZF Friedrichshafen AG, por ejemplo, extiende la vida útil de las transmisiones de los camiones y reduce el consumo de combustible, recopila datos sobre el comportamiento de los conductores, agrega datos topográficos a su análisis e “instruye” a las computadoras de transmisión del vehículo cuando cambiar la velocidad²⁴.

Analítica industrial

La analítica industrial convierte los datos de sensores y otras fuentes en conocimientos factibles. Por ejemplo, la locomotora más reciente de GE tiene 250 sensores que miden 150.000 puntos de datos por minuto²⁵. El usuario final –ya sea una máquina dentro de un proceso o un individuo– puede usar esta información analítica para interpretar los flujos de los datos entrantes desde estos sensores, junto con los sistemas de la información y operativos, para conducir la toma de decisiones en tiempo real y anticipar eventos.

En otro ejemplo, *Caterpillar* ha comenzado a utilizar la analítica industrial para contribuir con el éxito de sus distribuidores. La empresa conecta y analiza los datos de sus máquinas, motores y servicios y transmite los conocimientos resultantes a los distribuidores, permitiéndoles anticiparse a los problemas, programar el mantenimiento de manera proactiva y ayudar a los clientes a gestionar su flota más eficazmente²⁶. *Caterpillar* declara que sus distribuidores, en total, pueden lograr entre US\$9.000

¿Serán sus productos inteligentes en 2020?

Es difícil definir la inteligencia humana, y mucho menos coincidir sobre lo que hace que un producto físico sea inteligente. En los setenta, los códigos de barras eran tecnología de punta cuando se trataba de inteligencia de producto. Hoy, la inteligencia artificial (*machine intelligence*) surge a partir de una gran variedad de sensores y *software* de toma de decisiones en tiempo real. Los automóviles de lujo tienen unas cien unidades de control electrónico basadas en microprocesadores y alrededor de 100 millones de líneas de [código] de *software*. Sin embargo, recién estamos comenzando el viaje⁴⁴.

En el futuro cercano, los productos inteligentes podrán:

- Iniciar tareas y comunicarse con otros equipos.
- Diagramar a medida sus interfaces, recomendaciones y movimientos para cubrir las preferencias del cliente.
- Fortalecer sus características y los beneficios que brindan al cliente a través de mejoras de *software*.
- Aprender a bajar los costos operativos.
- Optimizar el rendimiento y la productividad.
- Evitar accidentes y fallas durante la operación.
- Actuar en condiciones de incertidumbre o desfavorables.

y US\$18.000 millones de ingresos anuales si trasladan a sus clientes del concepto de “reparar cuando falla” al de “mantenimiento predictivo” junto con otras acciones. *Caterpillar* se beneficia al bajar sus costos de cumplimiento de garantía e impulsando la venta de nueva maquinaria, así como de repuestos y servicios²⁷.

Las empresas de Servicios de Salud también detectan oportunidades para ofrecer servicios de analítica (*analytics services*). Tomemos el ejemplo de *Virtual Radiologic Corp. (vRad)*, proveedor de servicios de teleradiología. *vRad* ha recopilado datos de más de 22 millones de radiografías, imágenes por resonancia magnética (MRI) y lectura de tomografías y estudios de pacientes. Ahora ha lanzado un servicio de análisis que compara el uso de equipos radiológicos con los resultados.

Además de mejorar la planificación del personal, los proveedores pueden descubrir si los radiólogos están utilizando mucho o poco los equipos de imágenes. Entonces, pueden trasladar el uso del costoso equipamiento MRI a las situaciones donde es probable que resulte en diagnósticos positivos y, por ende, generadores de ingresos²⁸. *vRad* es un ejemplo del tipo de servicio de información que desean ofrecer los clientes o por medio de un socio.

Aplicaciones de máquinas inteligentes

Los fabricantes no construirán máquinas que solo tengan funciones mecánicas, ahora incluirán la inteligencia. Las aplicaciones que vienen con las máquinas serán el vehículo para generar nuevos flujos de ingresos de estos híbridos producto-servicio. Y los avances tecnológicos facilitan la integración de dispositivos físicos y del *software* complementario con servicios de terceros. Por ejemplo, las herramientas de gestión del ciclo de vida de aplicaciones y productos, al abordar temas de integración y garantizar la colaboración entre dominios, ayudan a los desarrolladores a crear aplicaciones innovadoras^{29,30}.

Consideremos el piloto de SAP con los vehículos conectados de *BMW*. SAP toma a los automóviles como conductores de servicios de la información. Los autos pueden recibir ofertas de vendedores mientras están en los alrededores o recibir información sobre lugares disponibles para estacionar³¹. Si ahondamos más en el concepto de vehícu-

los conectados, podemos visualizar un escenario donde los conductores ya no paguen en las estaciones de servicio y los vendedores de combustible ya no necesiten pagar aranceles por el uso de tarjetas de crédito. El surtidor de combustible reconocerá el auto y sabrá cuantos litros o galones de combustible cargarle al tanque. A fin de mes, el consumidor obtendrá una factura del vendedor de combustible.

Además, los escenarios como estos ya no necesitan limitarse al equipamiento; con una máquina inteligente todo se puede hacer: como ingresar rutas con sensores que recopilen datos sobre el tráfico y con materiales que recarguen vehículos eléctricos mientras se conduce³².

Como lo muestran estos ejemplos, los productos conectados y el *software* ofrecen atractivos nuevos candidatos a las empresas industriales. Y los avances tecnológicos facilitan la integración de los dispositivos físicos y su *software* auxiliar con servicios de terceros. Por ejemplo, las nuevas herramientas de gestión del ciclo de vida de productos abordan temas de integración, garantizan la colaboración en R&D (investigación y desarrollo) y permiten a los desarrolladores crear aplicaciones innovadoras³³.

Caminos hacia las plataformas de la IIoT

Para cosechar valores óptimos de las tecnologías inteligentes se necesita una sólida arquitectura e infraestructura técnica. Las plataformas de la IIoT serán fundamentales para el éxito de los fabricantes y proveedores de servicios. Estas empresas necesitarán que las plataformas de la IIoT desarrollen híbridos producto-servicio, permitan el desarrollo de aplicaciones de terceros, brinden interfaces de programación de aplicaciones (*APIs*, por sus siglas en inglés) para compartir datos y controlar el canal de entrega de servicios a sus clientes. Los propietarios y operadores de activos usarán estas plataformas para operar equipos y aplicaciones, enviar y analizar datos, para conectar y controlar procesos y comunicarse con otras compañías en sus ecosistemas.

En la actualidad, las plataformas de la IIoT están emergiendo y ninguna de ellas ha logrado preponderancia en un sector de la industria. Los defensores de la arquitectura abierta comienzan a desarrollar plataformas y enfoques no propietarios y compartidos. También es posible que los

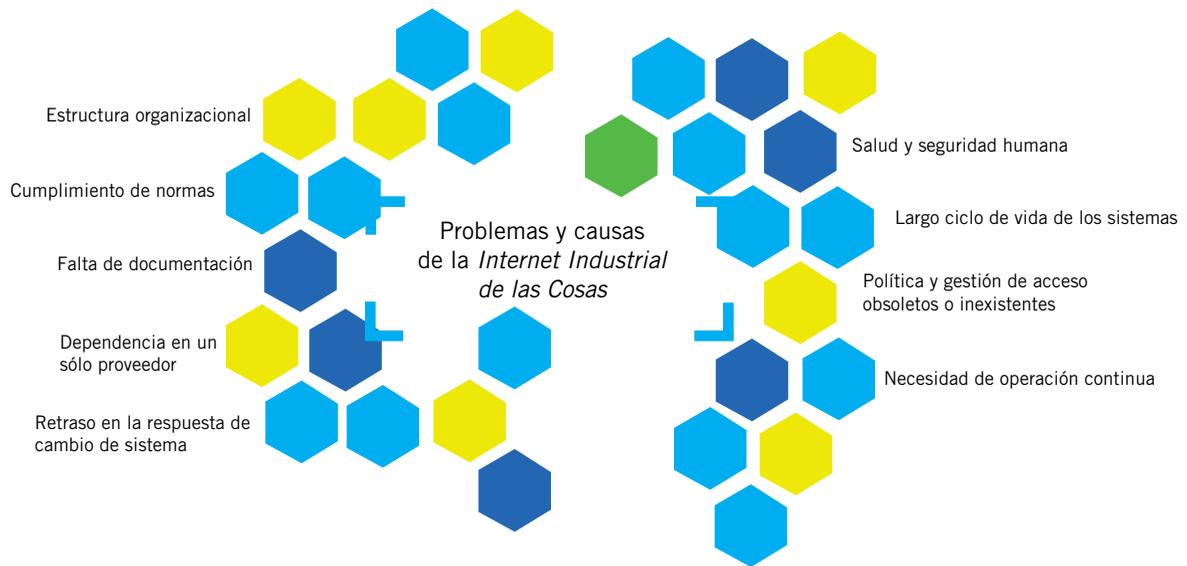


Figura 4. Desafíos para la defensa y resiliencia de la IIoT.

propietarios y operadores de activos no solo sean consumidores de plataformas, sino también busquen operar sus propias plataformas.

Por el momento, las capacidades de las primeras plataformas de la IIoT están sujetas a las tres familias tecnológicas que se mencionaron anteriormente:

- **Informática por sensores:** *OSIsoft* brinda a los fabricantes, empresas de servicios y mineras la gestión de datos en tiempo real. La empresa está construyendo una plataforma para recopilar datos de sensor y controlar procesos y así ayudar a los clientes a mejorar el rendimiento, conservar la energía o resolver temas de producción por lotes³⁴.
- **Analítica industrial:** *GE Software* ofrece su propia plataforma de la IIoT llamada “Predix” para su negocio de mantenimiento predictivo lucrativo. La plataforma proporciona analítica industrial para ayudar a sus clientes a evitar el tiempo improductivo de los equipos, optimizar las ganancias y gestionar los riesgos³⁵.
- **Aplicaciones de máquinas inteligentes:** *PTC*, a

partir de su adquisición de *ThingWorx* y *Axeda*, ha creado su plataforma de la IIoT para desarrollar y poner rápidamente en funcionamiento aplicaciones innovadoras al servicio de productos conectados³⁶.

Han surgido diversas sociedades tecnológicas y empresas industriales, que compiten para fijar las normas de interoperabilidad y participación en el ecosistema. La IIoT Consortium (IIC, por sus siglas en inglés) trabaja en la conexión e integración de máquinas con personas, procesos y datos con la mente puesta en una arquitectura e interoperabilidad común. *Open Interconnect Consortia* y *AllSeen Alliance* son dos sociedades de la Internet de las Cosas de fuente abierta recientemente lanzadas³⁷.

Las plataformas de la IIoT se encuentran en su etapa temprana de madurez. Los ejecutivos tendrán que elegir cuidadosamente y administrar sus plataformas, explorar los desafíos técnicos, esperar interrupciones en la interoperabilidad y en el uso compartido de datos y trabajar con los socios más cercanos de su empresa para conectarlos.

Promoviendo la confianza en la IIoT

¿Qué puede salir mal cuando las fábricas, equipos o instalaciones remotas están interconectadas y en línea? Muchas cosas, incluyendo las interrupciones de las operaciones, el sabotaje y la pérdida de vidas humanas por infraestructura dañada, ataques cibernéticos y robo de datos por parte de delincuentes, gobiernos extranjeros y empleados insatisfechos. Recientemente, un sistema de control de plataformas petrolíferas se informó *hacked* cuando los delincuentes informáticos lograron inclinar la plataforma del equipo de perforación, al tiempo que otro de los equipos de perforación se saturó de software malicioso (*malware*) de forma que le llevó semanas al operador retornarlo a un buen estado para flotar nuevamente⁴⁷.

Dadas estas amenazas de seguridad y otras consideraciones (Figura 4), está claro que la IIoT deberá contar con una arquitectura de seguridad físico-informática muy bien pensada. Los ejecutivos pueden respaldar este objetivo aumentando sus prácticas actuales de gestión de riesgos mediante las siguientes acciones:

- Aplicar técnicas no invasivas para emparchar activos remotos y usar sistemas de control industrial y automatización que no sean fácilmente parados.
- Gestionar sistemas operativos obsoletos y heredados, sistemas centrales y dispositivos que tengan una seguridad limitada o directamente no cuenten con ella.
- Identificar e inventariar la enorme cantidad de sensores, dispositivos y equipos que se encuentran en la red (una red eléctrica puede tener millones de dispositivos y sensores).
- Detectar y remediar *software* y *hardware* falsos o comprometidos.
- Salvaguardar la integridad de la información y los sistemas para la detección del acceso no autorizado y que los datos que caen en las manos equivocadas no sean corrompidos y reintroducidos en procesos críticos.
- Controlar y monitorear las conexiones de red para garantizar que solo existan las correctas entre los equipos industriales sensibles.
- Crear mecanismos de seguridad (*fail-safe*) para garantizar que los sistemas IT comprometidos, que ejecutan sistemas de control industrial, no causen daños físicos a las personas, la propiedad o generen otras consecuencias graves.
- Comprender las motivaciones de la competencia y adaptar las estrategias de mitigación de riesgos al peligro principal, por ejemplo, el robo de registros por única vez, el sabotaje o espionaje en curso.

Las empresas, los diseñadores de políticas, los clientes y otros grupos de interés tendrán que trabajar juntos para mitigar los riesgos de los equipos inteligentes conectados a redes.

Transformar la fuerza de trabajo para la IIoT

La IIoT dará paso a nuevas necesidades de la fuerza de trabajo a medida que genere redundancia en otras. Definitivamente, informatizará ciertas tareas y flujos de trabajo,

en particular, tareas repetitivas que hasta ahora han resistido la automatización. Para captar las mayores oportunidades presentadas por la IIoT, las empresas se concentrarán especialmente en buscar habilidades en la ciencia de datos, el desarrollo de *software*, ingeniería de *hardware*, pruebas, operaciones, marketing y ventas. Además, necesitarán esta base de talentos extendida para manejar tres actividades críticas:

1. Creación del nuevo sector de servicios en la IIoT

El ofrecimiento de híbridos producto-servicio necesita de una fuerza de trabajo para su creación, soporte y venta. Estos empleados incluirán gerentes de producto, desarrolladores de *software* para crear y probar nuevos servicios de información, diseñadores de *hardware* para desarrollar los productos, científicos de datos para crear e interpretar *analytics* e interfaces de usuarios y diseñadores de experiencias³⁸. Finalmente, se necesitarán gerentes de ventas y especialistas en marketing para posicionar y vender las nuevas ofertas de los proveedores de productos y servicios y entre canales de ventas. Por ejemplo “*Predix*”, la plataforma de *GE Software* para la IIoT hasta el momento, *GE Software* tiene vacantes para ingenieros de *software*, *hardware* y de analítica; ingenieros de pruebas y documentación, nube e infraestructura; desarrolladores de *software* de datos móviles y arquitectos de *software*; soporte de *software* y servicios; entrenamiento de producto y adquisición de talentos³⁹. A partir de la IIoT surgirán nuevas categorías de servicios. *Skycatch*, un fabricante de aeronaves no tripuladas (UAVs, en inglés), tiene hoy vacantes para ingenieros de *software* embebido, ingenieros para aplicaciones móviles con habilidades en iOS de *Apple* e ingenieros de operaciones en campo⁴⁰.

Asimismo, prevemos otro tipo de trabajos para la industria de aeronaves no tripuladas. Las empresas que necesitan UAVs para inspeccionar tuberías e instalaciones es probable que deseen subcontratar estas tareas en proveedores de servicios. Estas empresas necesitarán especialistas que pueda diseñar como operarán las UAVs y desarrollar las aplicaciones que controlen, monitoreen y realicen el inventario de equipos; técnicos que garanticen la conectividad entre las UAVs y la red y que integren los datos de drones a los sistemas de la empresa; y despachantes y agentes de servicio en campo para reparar o reemplazar las partes o investigar cuando una UAV detecta equipos dañados o intrusos.

2. Respaldo a los usuarios de productos y servicios industriales

Las empresas que ofrecen herramientas de la IIoT se esforzarán para que sean prácticas y fáciles de usar. Basta con analizar los avances en tecnología portátil como *Google Glass* y las interfaces de usuario como el *software* de realidad aumentada de *Metaio GmbH*, que combina información industrial y sobre movilidad⁴¹. Pero puede ocurrir que poner equipos y servicios inteligentes a trabajar requiera de un *know-how* técnico. Las empresas necesitarán ingenieros de proceso para integrar estos servicios a sus operaciones y encontrar la forma de mejorar la productividad del trabajador y del cliente. La ciencia de datos y las habilidades de análisis cuantitativo también serán críticos para aquellos que trabajen con datos entrantes.

3. Dominio de nuevas formas de trabajar

Los usuarios de productos y servicios de la IIoT no solo encontrarán nuevos trabajos para realizar, sino que tendrán que hacerlo diferente. Pensemos en los operadores de equipos: sus tareas requieren más sofisticación y habilidades cuando pasan de conducir los equipos en campo a operar UAVs y equipos robotizados desde un nodo (*hub*) o centro de servicios.

En el centro de operaciones de *Rio Tinto* en Perth, Australia, los operadores de equipos experimentados se ubican en un centro de comando remoto y trabajan con analistas de datos e ingenieros para orquestar las acciones de grandes perforaciones, excavadoras, movedoras de suelos y camiones volcadores. Los operadores comparten vistas de pantallas comunes de la mina y sus alrededores y realizan su trabajo en respuesta a las condiciones cambiantes;

por ejemplo, clima, rotura de camiones o grandes movimientos de equipos. Los analistas, que usan datos generados por equipos de censado de minas en todo el mundo, dan recomendaciones a los operadores en el Centro sobre cómo realizar sus tareas. El Centro ya dio resultados sorprendentes: aumento de la eficiencia y de la confiabilidad, variabilidad en disminución y una mejor identificación de problemas de rendimiento⁴².

Los avances en la tecnología robótica seguirán cambiando la forma de trabajar. Los robots de hoy generalmente se usan para realizar tareas peligrosas, altamente repetitivas y desagradables. Muchos robots continuarán funcionando así. Sin embargo, se está diseñando una nueva generación de robots para formar equipo con personas y trabajar de manera segura⁴³.

Siete pasos para avanzar

Finalmente, proponemos un camino para instalarse en el futuro. Ofrecer híbridos producto-servicio, explotar tecnologías inteligentes y transformar la fuerza de trabajo requerirá de una preparación anticipada. Los ejecutivos pueden hacerlo siguiendo estos pasos:

1. Pensar con audacia sobre el valor

Comenzar a probar una variedad de nuevos servicios que beneficien a los grupos de interés clave: clientes, fabricantes de equipos originales (OEMs) y distribuidores. Preguntarse: ¿qué híbrido producto-servicio además del monitoreo remoto y el mantenimiento predictivo de activos resuenan en nuestros clientes y en los clientes de ellos? ¿Qué producto, servicio y valor podemos entregar a los clientes? ¿Qué tan preparados estamos para acelerar o avanzar hacia un modelo de negocios de servicios y soluciones? ¿Cómo desarrollamos y agregamos el talento necesario para el éxito?

2. Pensar sobre el futuro ecosistema de socios

Las empresas trabajarán con socios y proveedores para crear y entregar servicios y llegar a los posibles nuevos clientes. Analicemos la asociación que se está dando entre empresas de hidrocarburos, cadena de valor, servicios de clima y los proveedores necesarios para dar servicios y productos IT, telecomunicaciones, sensores, analítica, entre otros. Preguntarse: ¿qué otras compañías también están tratando de llegar a mis clientes y a los clientes de ellos? ¿Qué otros productos y servicios funcionarán con los nuestros, y quienes los fabricarán, operarán y repararán? ¿Qué capacidades de información tiene mi empresa que ellos necesitan? ¿Cómo podemos utilizar este ecosistema para ampliar el alcance y la dimensión de nuestros productos y servicios a través de la Internet Industrial de las Cosas?

3. Comenzar hoy a diseñar y desarrollar su plataforma

Investigar los pros y los contras de las nuevas tecnologías. Desarrollar la arquitectura y el marco que incluirá a las redes de sensores, a la analítica industrial y al ecosistema de aplicaciones de máquinas inteligentes. Preguntarse: ¿cómo

Conectando IT y OT

La Internet de las Cosas en la Industria reúne a dos familias de tecnología separadas: Tecnología de la Información (IT) empresarial para la planificación de recursos, gestión de relaciones con el cliente y sistemas de soporte en las decisiones y la Tecnología de operaciones (OT) que monitorea y controla equipos en campo y procesos de fabricación y producción.

Estos mundos se convertirán en uno solo. Sin embargo, la fusión llevará tiempo porque las tecnologías son propiedad de diferentes funciones de negocios, operan bajo diferentes normas técnicas y son suministradas por distintos proveedores.

Realidades actuales

El software, los sensores y controles que ejecutan las instalaciones y equipos actuales son obsoletos y difíciles de actualizar. Las empresas no pueden incorporar fácilmente nuevas características y mejoras.

La integración limitada entre sistemas internos (apps de gestión, fuentes de datos de planta) y socios externos crea silos de datos.

Los sistemas operativos viejos y las tecnologías operativas vulnerables plantean riesgos de seguridad porque no pueden ser retirados o reemplazados fácilmente.

Visiones del futuro

Los sensores, las comunicaciones y otras tecnologías operativas trabajan conjuntamente con tecnologías de la información, y es probable que se estén “amalgamando” en la nube.

Se utilizan técnicas estándar, de desarrollo de software rápido para crear productos industriales inteligentes.

Un modelo de datos común y una arquitectura de detección y control que soporta el flujo de conocimientos y la acción en toda la organización y su ecosistema de socios.

Una infraestructura de IIoT confiable y resiliente a compromisos inevitables.

Limitada informática integrada o control de inteligencia a nivel dispositivo, producto o planta.

se diseñará la arquitectura: abierta o cerrada a los desarrolladores externos, clientes y terceros, como las firmas de telecomunicaciones y proveedores de soluciones? ¿Qué plataforma de Internet de la Industria nos ayudará a brindar y operar con éxito estos nuevos servicios en los múltiples canales?

4. **Estudiar detenidamente el aspecto financiero**

Considerar todos los aspectos financieros de antemano. Preguntarse: ¿Qué modelos financieros deberíamos usar para evaluar la rentabilidad de la inversión? ¿Cómo manejamos los costos de transición de un producto a un mix de producto-servicio? ¿Cómo afectará nuestros costos, precios y márgenes la adopción de distintos escenarios? ¿Qué ingresos se reutilizarán a medida de que pasamos a servicios?

5. **Vender los canales de ventas para promocionar los nuevos productos y servicios digitales**

Considerar todos los aspectos financieros de antemano. Preguntarse: ¿qué modelos financieros deberíamos usar para evaluar la rentabilidad de la inversión? ¿Cómo manejamos los costos de transición de un producto a un mix de producto-servicio? ¿Cómo afectará nuestros costos, precios y márgenes la adopción de distintos escenarios? ¿Qué ingresos se reutilizarán a medida de que pasamos a servicios? Evaluar si la red de vendedores y distribuidores de su empresa posee los incentivos y entrenamiento adecuado para soportar una estrategia de crecimiento. Preguntarse: ¿cómo podemos convencer a nuestros distribuidores de que se beneficiarán de la venta de servicios y de productos? ¿Es posible que puedan surgir conflictos entre canales cuando los servicios puedan venderse directamente en línea? ¿Cómo manejaremos este conflicto? Sus operaciones de marketing y soporte al cliente y servicio también necesitan estar preparadas para empujar las ventas.

6. **Aclarar los derechos y obligaciones legales y garantizar el acceso a la información sobre la base instalada**

Considerar qué control de datos y protecciones se deben establecer para brindar nuevos servicios digitales. Pre-

guntarse: ¿quiénes tienen permiso para usar los datos generados por una determinada parte de maquinaria, o empresa o propietario de equipos? ¿Cómo podemos persuadir a los propietarios para lograr el acceso? ¿Cómo afectan las leyes locales a los datos considerados sensibles o protegidos en diferentes países donde operan?

7. **Poner a las personas en el centro de la ejecución de la estrategia**

Pensar en cómo aumentar su fuerza de trabajo con máquinas inteligentes. Preguntarse: ¿cómo podemos proporcionar datos de tal forma que los expertos y aquellos que no lo son puedan trabajar fácilmente con ellos? ¿Cómo podemos aumentar la productividad del trabajador y otorgar a las personas las nuevas tecnologías de la Internet de las Cosas en la Industria? ¿Cuáles son las habilidades necesarias para operar negocios innovadores y con quiénes nos asociamos para obtener ese talento?

La Internet Industrial de las Cosas le brinda a las empresas nuevas oportunidades de crecimiento. Todavía es temprano; existen desafíos tecnológicos e importantes obstáculos a superar, particularmente en términos de conectividad y seguridad. No todos los productos pueden o necesitan estar conectados y ser inteligentes de inmediato. Pero entre la verdad actual y la anterior prevalece aún: los clientes de negocios necesitan productos y servicios que logren crear más valor que aquellos ofrecidos hoy. La IIoT que está surgiendo producirá nueva energía en el universo de los productos y servicios industriales. Para ser un grupo de interés viable, además de socio en el futuro competitivo en términos digitales –y así generar nuevos ingresos– las empresas deberán realizar los cambios necesarios. El momento de esforzarse es ahora. ■

Referencias bibliográficas

1. Copyright Oxford Economics Ltd. Global Industry Databank, accessed on June 12 2014. <https://www.oxfordeconomics.com/forecasts-and-models/industries/data-and-forecasts/global-industry-databank/overview>.

2. David Floyer, "Defining and Sizing the Industrial Internet", Wikibon, June 27, 2013; Peter C. Evans and Marco Annunziata, "General Electric: Industrial Internet, Pushing the Boundaries of Minds and Machines," November 2012.
3. "Industry 4.0: Huge potential for value creation waiting to be tapped" Deutsche Bank Research, May 23, 2014.
4. G. P. Sullivan, R. Pugh, A. P. Melendez and W. D. Hunt, "Operations & Maintenance Best Practices: A Guide to Achieving Operational Efficiency, Release 3.0" Pacific Northwest National Laboratory, U.S. Department of Energy, August 2010.
5. Press release, "Accenture to Help Thames Water Prove the Benefits of Smart Monitoring Capabilities" March 6, 2014.
6. Scott MacDonald and Whitney Rockley, "The Internet de las Cosas en la Industria" McRock Capital.
7. James Wilson, "Miners tap into rich seam of internet of things" Financial Times, July 16, 2014.
8. Apple iOS 8 Preview, health; Clint Boulton, "Apple's New Health Focus Comes at Propitious Time" The Wall Street Journal. CIO Journal, June 10, 2014.
9. 2014 Accenture Technology Vision.
10. Accenture, "Remaking customer markets: Unlocking growth with digital" 2013.
11. Rajan Varadarajan, Manjit S. Yadav and Venkatesh Shankar, "First-mover advantage in an Internet-enabled market environment: conceptual framework and propositions" Journal of the Academy of Marketing Science (2008) 36:293-308; Fernando Suarez and Gianvito Lanzolla, "The Half-Truth of First-Mover Advantage" Harvard Business Review, April 2005.
12. Accenture, "Remaking customer markets: Unlocking growth with digital" 2013.
13. Michelin solutions press release, July 11, 2013.
14. Dipti Kumar, "Step on the Pedal of Cloud Services".
15. CruxialCIO.com, September 17, 2013.
16. Daimler Car2go website.
17. "ERP Services & IoT Implications" Pierre Audoin Consultants, May 2014.
18. 365FarmNet.com.
19. Jacob Bunge, "Big Data Comes to the Farm, Sowing Mistrust: Seed Makers Barrel Into Technology Business" The Wall Street Journal, February 25, 2014.
20. Presentation by Venkatesh Prasad and Ford Motor Company exhibit at O'Reilly Solid Conference, May 21-22, 2014. OpenXC night vision project page, Ford OpenXC platform website.
21. "Manufacturing Transformation: Achieving competitive advantage in a changing global marketplace" Oxford Economics, June 10, 2013.
22. Dean Takahashi, "Spansion goes battery-less with tiny 'Internet of things' chips" Venturebeat.com, June 5, 2014.
23. Larry Downes and Paul Nunes, "Big Bang Disruption: Strategy in the Age of Devastating Innovation" Penguin Group US. Kindle Edition.
24. James Carbone, "Expect Sensor Prices to Fall" Digikey. com, December 18, 2013; Paula Doe, "Sharply Falling MEMS Prices Spur Rising Demand" Semi.org, July 6, 2010.
25. Gartner, "Gartner Says the Internet of Things Installed Base Will Grow to 26 Billion Units By 2020" December 12, 2013.
26. ZF Friedrichshafen AG, "TraXon - The New, Modular Transmission" www.ZF.com; "ZF's new modular TraXon Truck Transmission leads innovation" Primemovermag. com.au, August 15, 2012.
27. Daniel Terdiman, "How GE got on track toward the smartest locomotives ever" CNet.com, June 21, 2014.
28. Wayne Grayson, "Caterpillar pushes dealers missing out on billions in sales each year to increase use of telematics data" Equipment World, May 21, 2014.
29. G. C. Skipper, "Predictive maintenance and condition-based monitoring" ConstructionEquipment.com, February 22, 2013.
30. vRad.com future of radiology microsite.
31. Opower website; "Demand Response Programs Will Reach Nearly \$10 Billion in Annual Revenue by 2023" Navigant Research, June 5, 2014.
32. Volvo Construction Equipment website, www.volvoce. com.
33. Chris Kanaracus, "SAP, BMW Research Project Will Connect Drivers with Real-time Offers and Services" PCWorld, February 26, 2014; BMW Group Research and Technology Testimonial (English), www.sap-customers. com.
34. Michael Belfiore, "We Could Build a Solar-Powered Roadway. But Will We?" PopularMechanics.com, June 11, 2014.
35. Patrick Waurzyniak, "Connecting the Digital World with the Factory Floor," Manufacturing Media Engineering, April 1, 2014.
36. "Chemicals and Petrochemicals" OSIsoft website, osisoft.com.
37. "Predix" GE Software website.
38. "ThingWorx" PTC website, PTC.com.
39. Don Clark, "New Tech Group Joins Crowded Field to Set Rules for 'Internet of Things'" The Wall Street Journal, July 8, 2014; Quentin Hardy, "Intel, Qualcomm and Others Compete for 'Internet of Things' Standard" The New York Times Bits Blog, July 8, 2014.
40. Accenture analysis of Industrial Internet job openings on June 12, 2014.
41. GE.jobs.com, June 12, 2014.
42. Jobs at Skycatch, <https://angel.co/skycatch/jobs>, June 12, 2014.
43. Metaio website.
44. Robert H. Thomas, Alex Kass and Ladan Davarzani, "From looking digital to being digital: The impact of technology on the future of work" Accenture 2014. Accenture did not participate in the creation of the Perth operations center and is not involved in running the center.
45. Robert J. Thomas, Alex Kass and Ladan Davarzani, "Fast and furious: How digital technologies are changing the way we work" Accenture Outlook Journal, 2013, No. 3.
46. Robert N. Charette, "This Car Runs on Code" IEEE Spectrum, February 1, 2009.
47. Accenture Institute of High Performance research using data and statistics from the Federal Aviation Administration and the Bureau of Transportation Statistics of the U.S. Department of Transportation, the U.S. Bureau of Labor Statistics and Airlines for America (formerly known as the Air Transport Association of America, Inc.).
48. Taleris website, "Etihad Airways and Taleris Implement New Technology to Predict Aircraft Maintenance Faults, Reduce Flight Delays" BusinessWire, June 18, 2013; "Brains for Planes: Etihad Taps Big Data to Keep Planes on Time" GE Reports, June 18, 2013.
49. The World Economic Forum report "Global Risks 2014" Jeremy Wagstaff, "All at sea: global shipping fleet exposed to hacking threat" April 23, 2014.