

CUANDO PERSONAS Y MÁQUINAS TRABAJAN JUNTOS

Los pilares de la industria 4.0

Los modelos de negocio de los fabricantes van a cambiar radicalmente, por lo que deben adaptar sus competencias al mundo digital. A partir de entrevistas, casos y colaboraciones con empresas a la vanguardia del sector, se identifican los puntales para dar el salto a la industria 4.0, así como sus implicaciones.

MARC SACHON
Profesor de
Dirección de
Producción,
Tecnología y
Operaciones,
IESE



Durante la crisis financiera, las economías con una sólida base industrial sufrieron menos que las volcadas en los servicios. Un caso claro lo tenemos en Alemania, cuyas Mittelstand (pymes), muchas de ellas fabricantes, pudieron mantener o aumentar sus plantillas. Consciente de que la industria manufacturera contribuye significativamente a la creación de empleo y la innovación, el Gobierno alemán elaboró en 2011 la iniciativa “industria 4.0”, un concepto que se ha popularizado. Otros países han seguido su ejemplo, como Estados Unidos, donde la reindustrialización de la economía figura en la agenda política desde la Administración de Obama.

De hecho, ya es posible conectar máquinas, productos e infraestructuras para que colaboren de forma dinámica. Este modelo de producción en red es la nueva iteración de todo lo visto hasta ahora: todos los niveles de los sistemas de TI de una empresa y de los que componen una cadena de valor están conectados y comparten datos e información. Cuando esté plenamente desarrollada, la industria 4.0 promete ofrecer sistemas de producción reconfigurables y herramientas, máquinas, instalaciones y productos capaces de comunicarse entre sí con

los trabajadores mediante la realidad aumentada u otros medios para transmitir datos de manera rápida, intuitiva y eficiente. Además, los productos y piezas inteligentes suministrarán información que permitirá adaptar automáticamente el sistema de producción a las necesidades de cada producto. Herramientas, máquinas, instalaciones y productos integrarán sensores que recabarán los datos necesarios para la toma de decisiones. Como este proceso es automatizable, las personas que trabajen en esta área podrán dedicarse más a generar valor para el cliente que a monitorizar máquinas o sistemas de producción.

CINCO PILARES

La industria 4.0 presenta ventajas para la creación de valor, los modelos de negocio, los servicios auxiliares y la organización del trabajo. Para beneficiarse de ellas, las empresas deben seguir una serie de pasos, agrupados en cinco áreas.

1 Generación y captura de datos

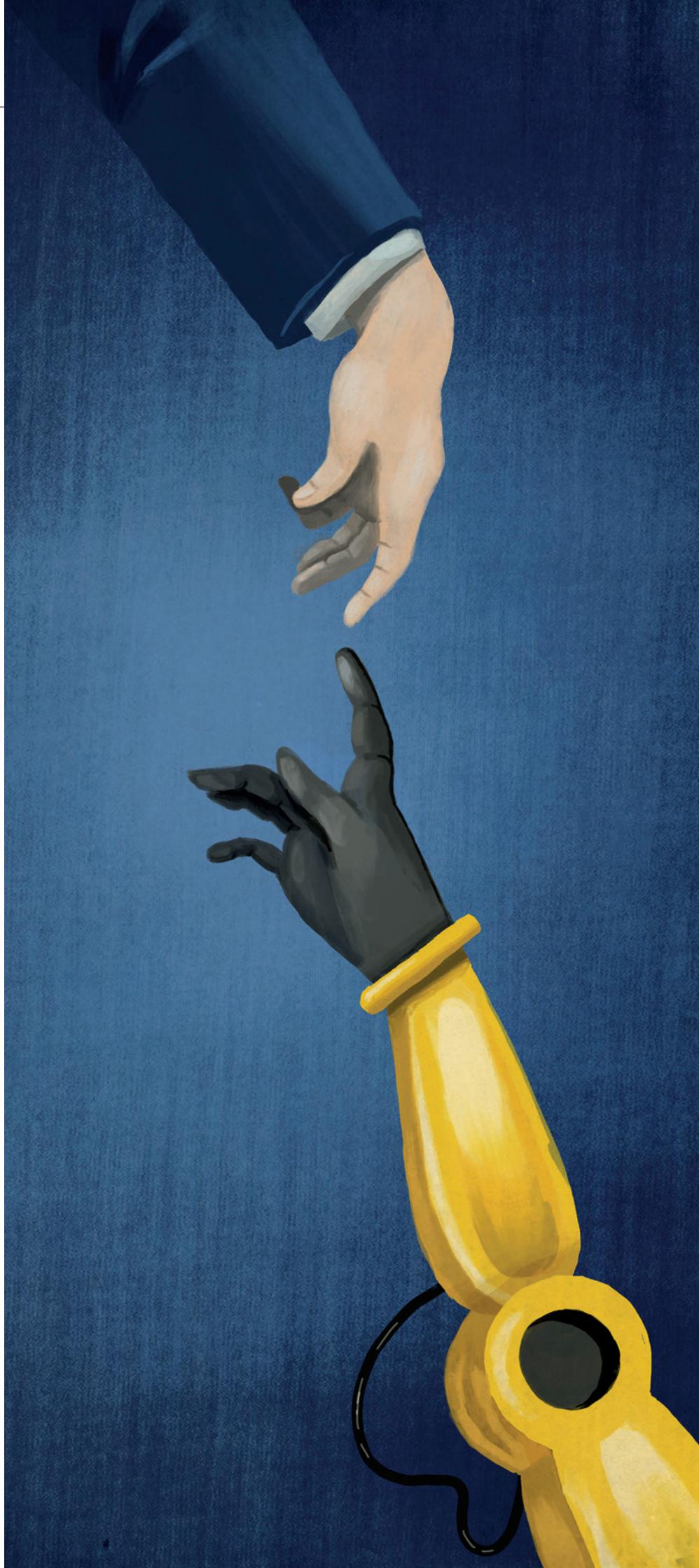
Primero, hay que mapear digitalmente el sistema físico para su análisis y optimización. El coste de los sensores, la identificación por radiofrecuencia y otras tecnologías de la comunicación ha disminuido, y ahora tienen una presencia lo suficientemente amplia para hacer realidad la industria 4.0. Además, el protocolo de Internet IPv6 ya está listo para reemplazar al estándar actual, el IPv4. El IPv6 ofrece 340

sextillones (cifra seguida de 36 ceros) de direcciones únicas, lo que facilita conexiones más rápidas punto a punto, incluidos los dispositivos móviles. Y, lo que es más importante, permite que todos los elementos de una fábrica o cadena de valor –máquinas, herramientas, personas, productos y clientes– tengan su propia dirección IP, facilitando un seguimiento más preciso de los activos y del capital de trabajo.

A quienes preocupe el enorme volumen de datos que se generará, dos buenas noticias: el coste del almacenamiento digital cae exponencialmente. Además, las capacidades de almacenamiento descentralizado de la nube hacen posible un acceso multiplataforma, actualizar continuamente el hardware y convertir CAPEX en OPEX sin invertir en activos. El enorme volumen de datos procedentes de muchas fuentes, su gran variedad y la necesidad de procesarlos rápidamente se soluciona, por un lado, a través de filtros inteligentes e inteligencia distribuida al nivel de componente, pieza, producto, herramienta y/o máquina. Es decir, las decisiones básicas se toman *in situ*, sin “conectarse”. Solo en caso de urgencia (por ejemplo, cuando algo está fuera de la norma) los datos se mandan a la nube para ser analizados con más profundidad. Por otro lado, los algoritmos avanzados y, finalmente, el *machine learning* nos van a ayudar a identificar pautas emergentes en el gran volumen de datos. Estos datos condensados serán muy útiles no solo a la hora de realizar una tarea determinada, sino también cuando se analicen los datos de toda la empresa o de la cadena de valor. De ahí la importancia de las plataformas.

2 Análisis de datos

Afortunadamente, ya existen sistemas de producción ciberfísicos capaces de procesar y analizar la gran cantidad de datos que se manejan en la industria 4.0. Cuando una fábrica está conectada digitalmente, es posible recabar, optimizar y analizar los datos no solo para mejorar los procesos operacionales, sino también para tomar decisiones estratégicas.



En una empresa que tuviera fábricas en Europa y Asia, la analítica de datos puede comparar patrones de la demanda, lo que permite mejores previsiones o una detección temprana de las tendencias del mercado. El descubrimiento de complicaciones similares en fábricas diferentes tal vez indique un problema sistémico con una máquina, un proceso o un proveedor, con lo que la empresa podría realizar un mantenimiento preventivo. Cualquier entidad con acceso a estos datos –preferiblemente, a través de una plataforma– comprenderá mejor la situación en la que se encuentra la cadena, así como las tendencias que habrá que incorporar a los modelos económicos.

Los sistemas ciberfísicos precisan más científicos capaces de analizar e interpretar todos estos datos, además de nuevos perfiles profesionales.

3 Interacción hombre-máquina

La integración de numerosos sistemas de TI en los distintos niveles de la organización requiere una gestión sofisticada. Varias empresas han desarrollado plataformas basadas en la nube y pensadas para un uso industrial, como MindSphere (Siemens) o Predix (General Electric). Sin embargo, la interfaz entre personas y máquinas es una de las más complicadas.

Cuando alguien debe tomar una decisión, toda la información generada por los datos recabados en la red de producción se ha de presentar de un modo integrado e intuitivo, y en el contexto adecuado. Productos como las gafas holográficas HoloLens (Microsoft) ofrecen soluciones a este problema al permitir una visualización interactiva de los datos en 3D (por ejemplo, gráficos codificados por colores en lugar de tablas de Excel) o el mantenimiento remoto desde cualquier lugar en el que se halle el trabajador.

Pongamos que una máquina tiene un problema que un trabajador de una fábrica no puede resolver. El aparato holográfico permite compartir una imagen 3D con la sede de la empresa, ubicada en otro continente, donde un experto le podrá indicar los

Los robots colaborativos, o cobots, resuelven los problemas derivados de la alta rotación de los trabajadores o el incremento rápido de la producción

pasos a seguir para reparar la máquina. Las redes sociales también pueden ayudar: los empleados pueden compartir sus problemas y recibir asistencia de cualquier miembro de la comunidad. Cisco, Audi o la NASA ya están experimentando con estos enfoques.

4 Producción flexible

Los últimos avances en robótica, automatización y fabricación aditiva ofrecen a las fábricas la flexibilidad necesaria para responder a los cambios de la demanda y, por tanto, aumentan la eficiencia de procesos y modelos de negocio.

Pensemos en los *cobots* o robots colaborativos: un salto tecnológico basado en añadir sensores a los robots. A diferencia de los robots tradicionales, que se han de acordar para evitar lesiones a los trabajadores (lo que incrementa el coste), los *cobots* tienen sensores integrados que les permiten reaccionar o detenerse cuando topan con una persona o cosa. Esto hace posible trabajar más cerca de ellos y, por tanto, colaborar en la realización de tareas, como ocurre en plantas de ensamblaje del sector de automoción. Además, por vez primera, los robots son capaces de “sentir” cosas tan complejas como el cambio del centro de gravedad de una jarra de cerveza o la flexión de un tubo de una manguera de goma.

Gracias a su tamaño más reducido, los *cobots* despiertan un creciente interés entre los fabricantes asiáticos de productos electrónicos (como los móviles). Se pueden ubicar en puestos de trabajo de 60 x 60 cm en las fábricas gigantescas, y así resuelven los problemas derivados de la alta rotación de los trabajadores o el incremento rápido de la producción (cuando se lanza un producto de gran éxito se requiere hasta un 50% de obreros adicionales). En los entornos de automoción, un robot con el software adecuado y una cámara (el sensor más versátil) podría “aprender” de forma autónoma cuáles son los mejores puntos de soldadura para fabricar un coche. Y, si se conecta a una plataforma, otros robots y la propia plataforma podrían asimilar ese aprendizaje.

La otra tecnología con un gran potencial disruptivo es la impresión 3D industrial (distinta de las impresoras del *makermovement*, que es B2C): permite la generación de componentes sin moldes, con un altísimo nivel de complejidad, que da lugar a características impensables con tecnologías de fabricación tradicional (tornos, taladradoras, etc.). Además, la impresión 3D no requiere moldes, por lo que se reducen notablemente los efectos de economías de escala. Y, tal como implica su nombre académico, la fabricación aditiva está basada en añadir solo el material que se necesita para fabricar el producto – casi sin desperdicios.

Europa cuenta con empresas líderes a nivel global tanto en el campo de robótica (KUKA o ABB), como en el de la impresión 3D (EOS o Concept Laser). Lo más relevante de estas dos tecnologías en el entorno de la fábrica conectada es su gran potencial de bajar las barreras de entrada en el sector manufacturero. Con robots altamente flexibles e impresión 3D industrial se van a crear “*printer farms*” (un concepto similar al de las “*server farms*” de la nube) para fabricar según la necesidad y sin tener esas máquinas en las fábricas o en los balances de empresas de sectores como el de la automoción. Será un cambio muy disruptivo en las cadenas de valor al nivel global.

5 Propiedad intelectual

Habilitar una protección fiable de la propiedad intelectual será clave para implementar modelos de negocio basados en plataformas en la industria 4.0. Con la impresión 3D, cualquiera que tenga acceso a los diseños, una impresora 3D y el material adecuados podría producir “originales”. Dada su vulnerabilidad a manipulaciones externas, hay que prestar especial atención al vínculo entre los datos de producción y los del negocio, al vínculo con los dispositivos móviles de interacción hombre-máquina y a la estructura de TI corporativa, sobre todo en un entorno en el que se usan los dispositivos personales. Ante la complejidad de los sistemas de la industria 4.0, lo mejor es iniciar la

protección de la empresa en el nivel más bajo, donde se crean y capturan los datos a través de sensores y en los puntos de transmisión. El crecimiento exponencial de los elementos conectados hace que esta cuestión sea tan complicada como crucial.

IMPLICACIONES FUTURAS

Los pasos hacia la industria 4.0 tienen implicaciones importantes.

● Perfil de los trabajadores

Los perfiles de las personas que trabajan en la industria cambiarán en todos los niveles. Los ingenieros, por ejemplo, tendrán que aprender los nuevos enfoques del diseño de productos y procesos, ya que la impresión 3D ofrece mucha más libertad que las tecnologías actuales. La ubicuidad de Internet y el acceso inmediato a la información transformarán el concepto de trabajadores del conocimiento. Pasarán de ser expertos muy formados a profesionales capaces de hallar rápidamente soluciones a problemas complejos basándose en su experiencia y un uso inteligente de Internet. Se les conocerá como “cibertrabajadores”.

● Ciberseguridad

Cuando todas las máquinas, las herramientas, el capital de trabajo, los sistemas de TI y las personas estén conectados a través de Internet, cualquier manipulación de los datos tendrá consecuencias que van desde un rendimiento subóptimo hasta un fallo catastrófico.

● Diferenciación en el software

El paso hacia activos de producción en red y productos inteligentes con sensores conectados y capacidades de computación impulsará una individualización de los productos basada en el software. Es decir, la diferenciación del producto vendrá definida por el software y no por el hardware. Este proceso sitúa la diferenciación del producto en el cliente, lo que deriva en un ahorro considerable en la cadena de suministro y una menor complejidad en las operaciones.

● Modelos de negocio de plataforma

Sus ventajas frente a las cadenas de suministro tradicionales son una

escalabilidad más rápida y más flexibilidad. Por ello, líderes industriales y sectores enteros se enfrentarán a nuevos retos competitivos y correrán el riesgo de verse afectados por la disrupción.

Entretanto, la industria 4.0 no es un fenómeno aislado. Las innovaciones en otros campos –tecnologías de proceso, materiales avanzados, nanotecnología, sistemas cognitivos y sistemas mecatrónicos avanzados– pueden sacudir toda la estructura de los sistemas de producción. Su combinación con los modelos de negocio de plataforma basados en datos da lugar al escenario perfecto para la innovación recombinante. Estas implicaciones de la industria 4.0 vaticinan la adopción de modelos de negocio de plataforma por parte de los fabricantes intensivos en activos. Siemens, General Electric y otras empresas ya ofrecen productos como servicio.

También veremos cómo las nuevas tecnologías de producción – impresión 3D, *cobots*, sensores– se recombinarán y engendrarán otras. La aceleración de los avances tecnológicos, impulsada en parte por la digitalización de la industria, dará pie a modelos y oportunidades de negocio todavía desconocidos. Si quieren liderar este escenario, los fabricantes deberán desarrollar competencias en fábricas, productos y servicios conectados, así como en modelos de negocio de plataforma. Solo entonces podrán abordar uno de los mayores desafíos de la industria 4.0: la construcción de estructuras totalmente nuevas que exploten todo el potencial de la fábrica íntegramente digital, que es la que tiene futuro.

Fuente: Sachon, M., “Los cinco puntales de la cadena de valor en la industria 4.0”. Revista *I&E Insight*, nº 33 (2017): pp. 15-22.

QUIZÁ TE INTERESE...

Programa Enfocado
INDUSTRY 4.0: THE FUTURE OF MANUFACTURING
Barcelona, 23-25 de mayo del 2018. www.iese.edu/focused