



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

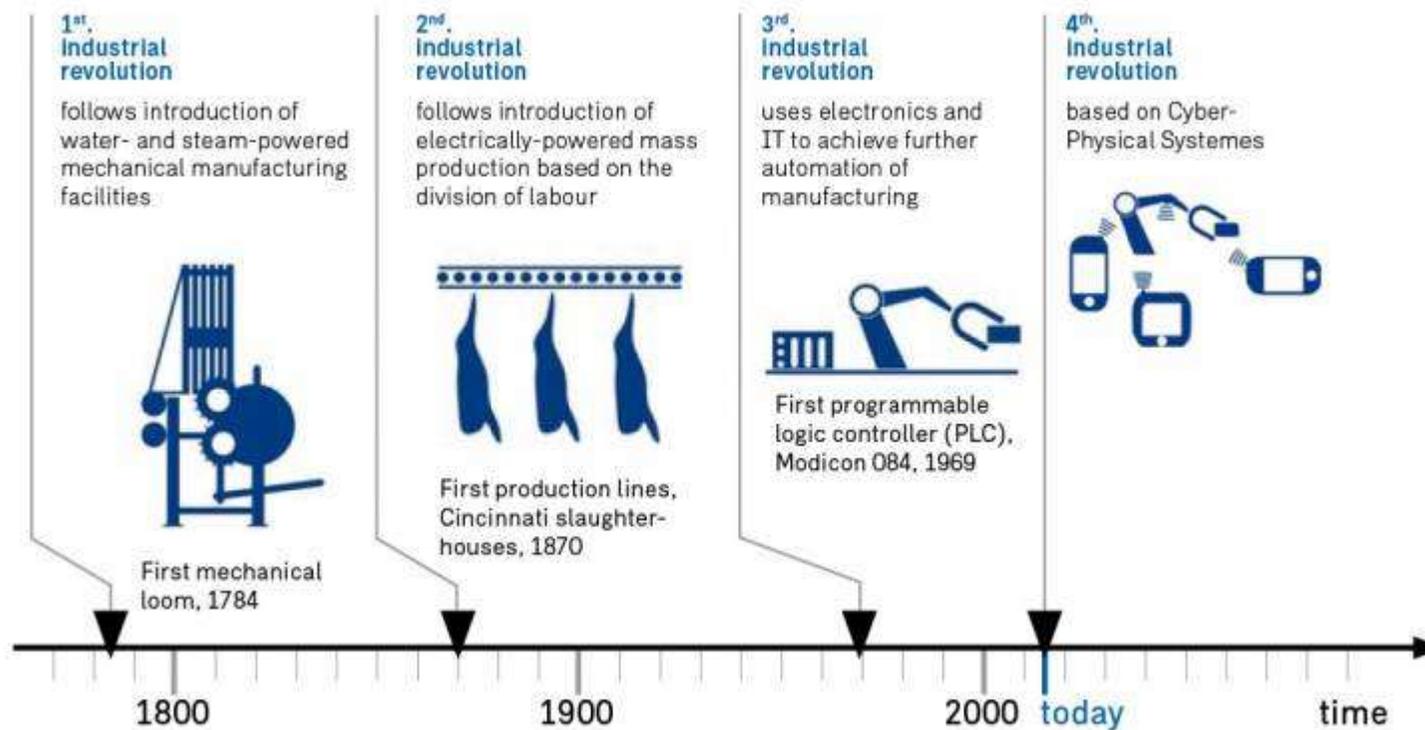
Industria 4.0

Informática Industrial
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Industria 4.0

- La cuarta revolución industrial se basará en lo que en España se conoce como **fábrica conectada inteligente**.
- Otras denominaciones: **Industry 4.0**, Smart Factories, Factory of the Future, **Industria conectada 4.0**
- Caracterizada por la **interconexión de máquinas** y equipos con **intercambio instantáneo y permanente de información**
- **Comprende** red de comunicaciones para **intercambio fluido de información con el exterior** (oferta y demanda de los mercados, clientes, competidores, con otras fábricas inteligentes, etc).

4ª Revolución Industrial



<http://pulse.com.gh/building/industry-4-0-why-it-is-all-about-an-information-technology-revolution-id4698105.html>

Industria 4.0

En definitiva se trata de una versión masivamente informatizada de la fábrica en la que todos sus **procesos se encuentran conectados e interactúan entre sí.**

El principio de Industria 4.0 es que las **máquinas se organicen por sí solas.** Las cadenas de suministro se enlazan de forma automática y los pedidos se convierten directamente en datos para la fabricación. Los equipos de fabricación *negociarán* en un mercado virtual cuáles son las actuaciones que llevarán a cabo el siguiente paso. Esto supone que exista un **estrecho vínculo entre los equipos físicos del mundo real y el mundo virtual.**

Sensores - Computación - Comunicaciones

El **empleo masivo de sensores**, la **expansión de las redes y comunicaciones inalámbricas**, el **desarrollo de robots y máquinas** cada vez más inteligentes, así como el aumento de la **potencia computacional** a bajo coste y el **desarrollo del análisis big data** serán las tecnologías base que transformarán la forma de producir.

Esta nueva revolución digital supondrá un aumento en la velocidad en la flexibilidad a la hora de fabricar, fabricación personalizada, así como mejoras en la calidad y en la productividad.

Sensores - Computación - Comunicaciones



Créditos: Miroslav Pajic, <http://people.duke.edu/~mp275/research.html>

TIC

Sin embargo para alcanzar estos beneficios, las empresas necesitarán **invertir en equipamiento, tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) y análisis de datos así como en la integración de los flujos de datos** a través de toda la cadena de valor.

Flujo continuo de información

El paradigma de industria 4.0 es generar un **flujo continuo de información**, que va a ser muy superior al empleado tradicionalmente. El intercambio de información se hace tanto **a nivel interno como externo y en tiempo real** (no procesamiento en diferido o procesamiento por lotes)

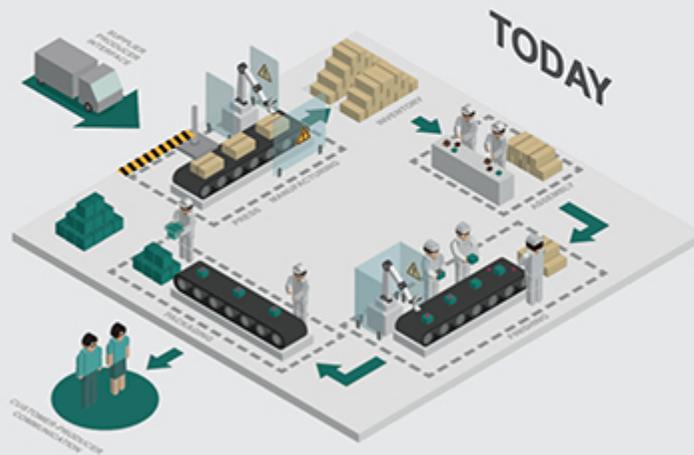
Las redes y los procesos se han limitado hasta ahora a una planta industrial. Pero en el escenario Industria 4.0 la **comunicación es instantánea y se eliminan los límites de la planta industrial individual** para extender la interconexión a múltiples factorías e incluso regiones geográficas.

Industria 4.0

EXHIBIT 2 | Industry 4.0 Is Changing Traditional Manufacturing Relationships

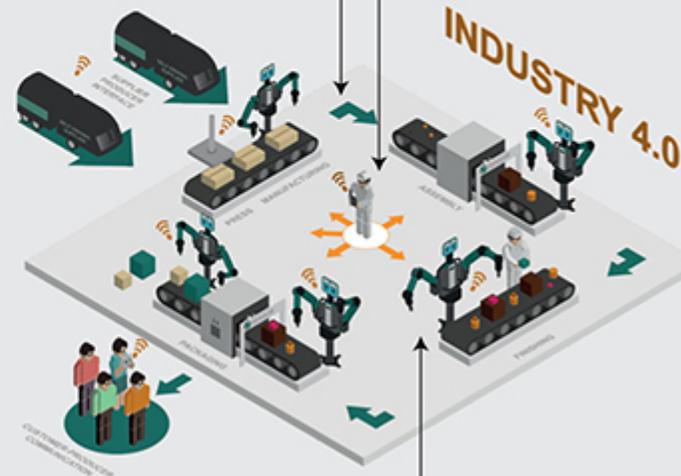
From isolated, optimized cells ...

...to fully integrated data and product flows across borders



Integrated communication along the entire value chain reduces work-in-progress inventory

Greater automation will displace some of the least-skilled labor but will require higher-skilled labor for monitoring and managing the factory of the future



Machine-to-machine and machine-to-human interaction enables customization and small batches

Source: BCG.

https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/?chapter=2#chapter2_section8

Fabricación Personalizada

Las necesidades particulares de los clientes pueden contemplarse a través de algún grado de **personalización** o de adaptación. Igual ocurre en el caso de proveedores y actores logísticos asegurando plazos de entrega y adaptándose a situaciones cambiantes.

Así se hace posible manejar una producción a gran escala, con **productos fabricados según necesidades particulares**, y a la vez, sin mantener voluminosos stocks.

Grandes Cambios

El Industria 4.0 **no es una realidad ya consolidada** sino un nuevo hito en el desarrollo industrial que traerá importantes **cambios en las empresas**.

Todavía no se puede afirmar que el elevado nivel de automatización vaya a desequilibrar la proporción entre empleados y máquinas pero sí que es incuestionable que **cambiarán radicalmente los perfiles laborales**.

Perfiles Profesionales

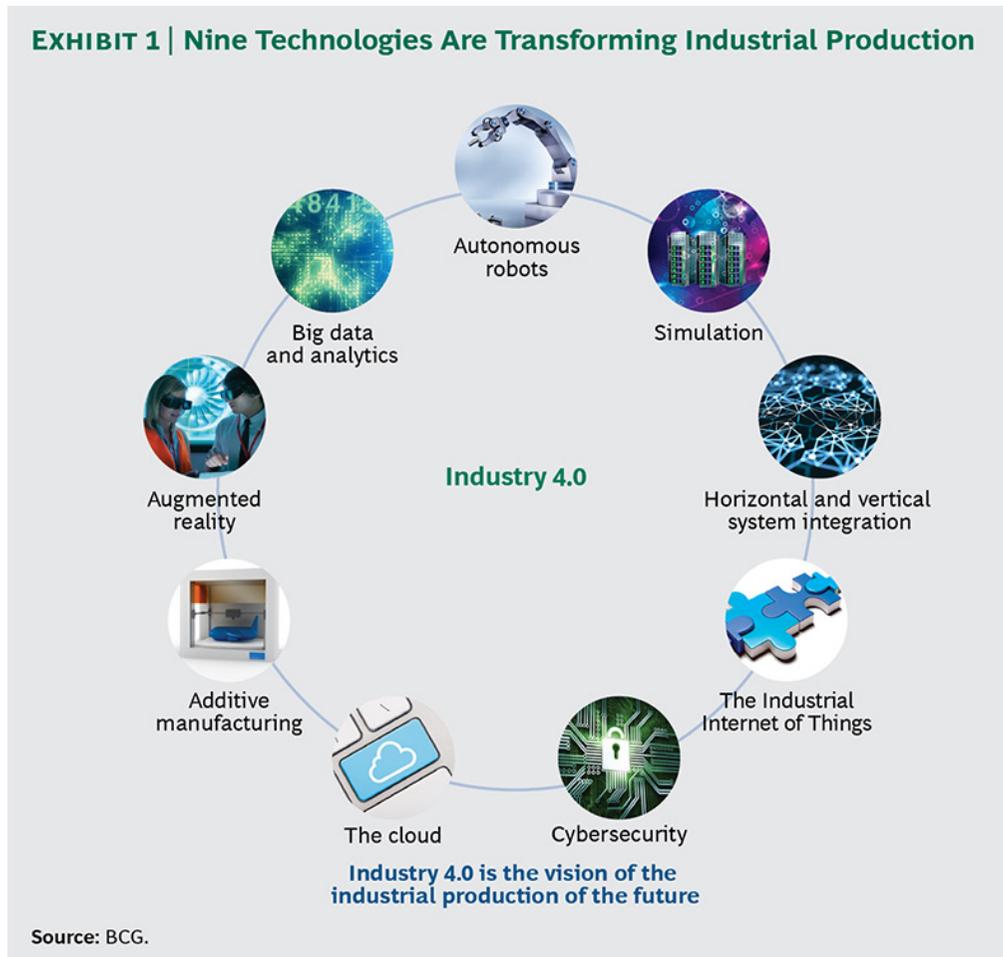
- **Desarrollo de software**
- **Integración de sensores y elementos electrónicos** en los procesos productivos y en los productos fabricados
- **Grandes sistemas de almacenamiento y de cálculo.**
Necesidad del almacenamiento masivo de grandes cantidades de datos en tiempo real y del análisis automático de los mismos con el objetivo de obtener información enriquecida como base en la toma de decisiones a niveles estratégicos.

Tecnologías Base

Las tecnologías base en las que se apoyará Industria 4.0:

1. Internet de las cosas (IoT)
2. Sistemas ciber-físicos (CPS)
3. La Nube
4. Ciberseguridad
5. Big Data
6. Realidad Aumentada
7. Simulación
8. Fabricación Aditiva
9. Robots

Tecnologías Base



https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/?chapter=2#chapter2_section8

Informática Industrial. Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. EII. Universidad de Valladolid

Internet de las Cosas (IoT)

En la **pirámide de automatización** hemos visto los distintos **niveles organizados verticalmente**. En el estamento más bajo de la pirámide estaban los sensores y actuadores, y a continuación los PLC que comunicaban con un sistema de control de los procesos de fabricación de más alto nivel.

Con la **IoT** cada vez más dispositivos (muchas veces incluso los productos que se están elaborando) **dispondrán de elementos de procesamiento empotrados y estarán interconectados de forma que podrán interaccionar entre ellos** y con los controladores más centralizados si es necesario.

Internet de las Cosas (IoT)

Esta estrecha intercomunicación permitirá una **mejor y más rápida toma de decisiones** en el proceso de fabricación.

En el proceso de fabricación algunas empresas ya montan en sus productos **dispositivos de identificación por radio frecuencia** (RFID) para informar a las estaciones de trabajo del proceso que debe llevarse a cabo sobre ese producto particular.

Internet de las Cosas (IoT)

La IoT tendrá un efecto enorme sobre el campo de la tecnologías de fabricación. El equipamiento de fabricación conectado, cadenas logísticas conectadas, sistemas ciber-físicos, y la analítica big-data de procesos de producción ayudarán a mejorar la forma en que las piezas son producidas.

Pero además la IoT supondrá que los productos físicos tengan que **integrarse con servicios basados en Internet**. Las compañías que fabrican productos tendrán que convertirse en también en compañías de servicios por internet (*Integrated Production for Integrated Products*). Esto supondrá la irrupción de nuevas modalidades de negocio basadas en servicios.

Sistemas Ciber-físicos (CPS)

Los sistemas ciber-físicos (cyber-physical systems CPS) constituyen una nueva generación TIC (*Tecnologías Informáticas y de las Comunicaciones*). Una generación que se caracteriza por el **estrecho vínculo de los sistemas de procesamiento empotrados con los procesos físicos que controlan** (cuando hablamos únicamente de *sistemas empotrados* nos solemos referir al procesamiento dejando de lado el vínculo entre los elementos de procesamiento y los físicos).

CPS comparte la misma arquitectura básica que IoT, sin embargo, CPS incluye una mayor vinculación y coordinación entre los elementos físicos y de procesamiento.

Sistemas Ciber-físicos (CPS)

Los sistemas CPS son algo más que dispositivos individuales que ofrecen servicios a través de Internet (IoT). Se trata de **ecosistemas integrados** por dispositivos que interactúan con el **mundo físico**, pero **interpretándolo y aprendiendo** de las interacciones que se producen.

Constituyen **sistemas distribuidos inteligentes que evolucionan de forma autónoma** con enormes **oportunidades** no solo dentro del campo de los procesos industriales sino también de las **infraestructuras, movilidad, energía, hospitales, ...**

La Nube

Se utilizará cada vez más la nube para dar soporte a la multitud de sensores y dispositivos junto con las enormes cantidades de datos que generan. Muchos sistemas de supervisión, control, MES y ERPs ya trabajan en la nube.

A medida que la tecnología mejore y se alcancen tiempos de respuesta de milisegundos la mayoría de los sistemas migrarán a la nube por su **escalabilidad**.

Ciberseguridad

La ciberseguridad en el contexto de Industria 4.0, con miles de millones de dispositivos conectados y canales de comunicación entrelazados, es **crítica**.

Aunque todavía hay muchas empresas que mantienen sus sistemas de producción y gestión desconectados o aislados, con la llegada de Industria 4.0, basada en la interconexión, serán imprescindibles unas comunicaciones fiables y seguras así como sofisticados controles de acceso de los usuarios.

Big Data

El ***Big Data***, también llamado **datos a gran escala**, se ocupa de todas las actividades relacionadas con los **sistemas que manipulan enormes conjuntos de datos**: adquisición, almacenamiento, búsqueda, compartición, análisis, y visualización. No obstante Big Data a menudo se refiere simplemente a la **utilización de métodos avanzados para extraer patrones repetitivos** dentro de esos datos o **algún tipo de información útil para modelos predictivos**.

Big Data

El Big Data ha empezado a incorporarse a la industria donde permite aumentar la calidad de la producción, ahorrar energía y mejorar el servicio de las máquinas y equipamiento. En un contexto de Industria 4.0, **la adquisición y evaluación exhaustiva de los datos procedentes de distintas fuentes** – equipos de producción, proveedores, clientes...-serán de uso común para **facilitar la toma de decisiones**.

Algunos fabricantes, a través de sensores como pueden ser cámaras de vision artificial, han sido capaces de identificar patrones en las materias primas de sus proveedores que pueden generar productos defectuosos. Esto les permite detectar el problema en una etapa temprana y ahorrar costes.

Realidad Virtual

Es la tecnología que permite la creación de **escenarios virtuales** con los cuales puede interaccionar el usuario. Estos escenarios virtuales tienden a desarrollarse de la forma más **realista** posible con objeto de que el usuario no perciba diferencias con el mundo real.



La realidad virtual es utilizada como una herramienta para **entrenar**.

<https://medicina0202.wordpress.com/>

Realidad Virtual



<https://www.esi-group.com/company/press/news-releases/esi-introduces-icido-10>

La realidad virtual posibilita un **desarrollo mucho más rápido** de los vehículos al permitir a los ingenieros visualizar modelos 3D en tamaño real de los componentes o incluso del coche entero, mucho antes de que las piezas estén físicamente disponibles.

Aplicaciones Realidad Virtual



Fuente: NullSpace VR, interfaz háptica vestible

Automoción

Evaluación prediseños,
ergonomía

Formación / entrenamiento

Soldadura, máquinas, cirugía

Ocio

Juegos

Turismo

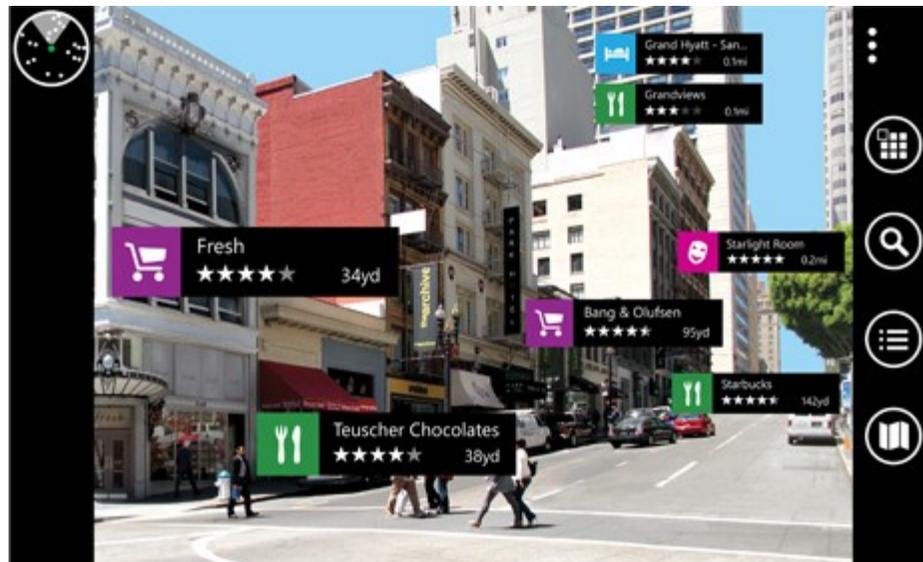
Previsión de experiencia real

Realidad Aumentada

Integración de realidad virtual y la vida real. Se trata de aplicaciones que incorporan a la información el mundo real otra información en forma de gráficos, contenidos, sonidos,...

Precisa de sensores para integrar ambas informaciones (muchas veces algoritmos de visión artificial).

El usuario es capaz de **distinguir la parte real de la virtual.**



<http://www.engadget.com/2012/09/11/nokia-reveals-new-city-lens-for-windows-phone-8/>

Realidad Aumentada

La realidad aumenta precisa de los siguientes elementos:

- Un **sensor** que capture el mundo real (generalmente una cámara)
- **Identificar** información 3D en el mundo real (algoritmos visión artificial)
- **Visualización** en pantalla para mostrar sobreimpresionada la información adicional
- Componentes para **interaccionar** con la aplicación (pantalla táctil o micrófono)
- El **contenido aumentado (texto, audio, ...)**

R.Virtual vs. R.Aumentada

Aunque ambos tienen por objetivo una inmersión del usuario, **en AR los usuarios están en contacto con el mundo real e interaccionan con los objetos virtuales** a su alrededor.

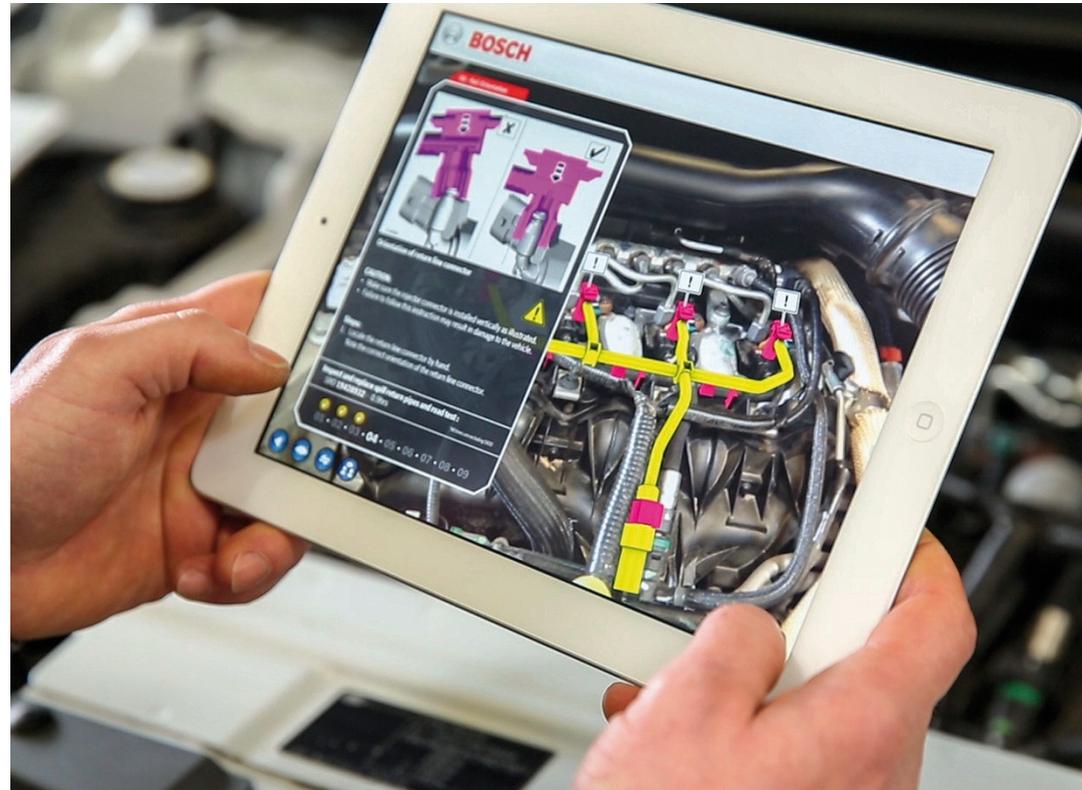
En VR el usuario está aislado del mundo real (por eso se suele emplear unas gafas envolventes) **y se sumerge en un mundo completamente artificial.**

Realidad Aumentada en la Industria

Los sistemas de RA, aunque todavía están en pañales, proporcionan ya en la actualidad una **gran variedad de servicios a nivel industrial** tales como ayuda a la selección de piezas en almacenes o en la reparación y mantenimiento.

Los operarios **pueden recibir instrucciones sobre cómo sustituir una pieza** determinada según están mirando al mismo equipo a reparar. Esta información aparece directamente sobre el campo de visión de los operarios empleando por ejemplo tablets o gafas de RA.

Realidad Aumentada en la Industria



Percepción del entorno real a través de un dispositivo que añade elementos virtuales para crear una **realidad mixta en tiempo real**

Realidad Aumentada en la Industria



<http://www.cnet.com/es/analisis/epson-moverio-bt-300/>



<https://www.epson.es/products/see-through-mobile-viewer/moverio-pro-bt-2000>

Mantenimiento industrial, montaje, manejo de máquinas, entrenamiento, etc.

Simulación

Actualmente las simulaciones ya se emplean con profusión en la fase de ingeniería, en el diseño de nuevos productos y procesos de producción pero en el futuro estas **se extenderán a las operaciones de planta.**

Los **datos adquiridos** de los diferentes elementos de la cadena de producción, permiten generar un modelo virtual de la totalidad o de una parte de esa cadena, lo que también posibilita generar **simulaciones de procedimientos.**

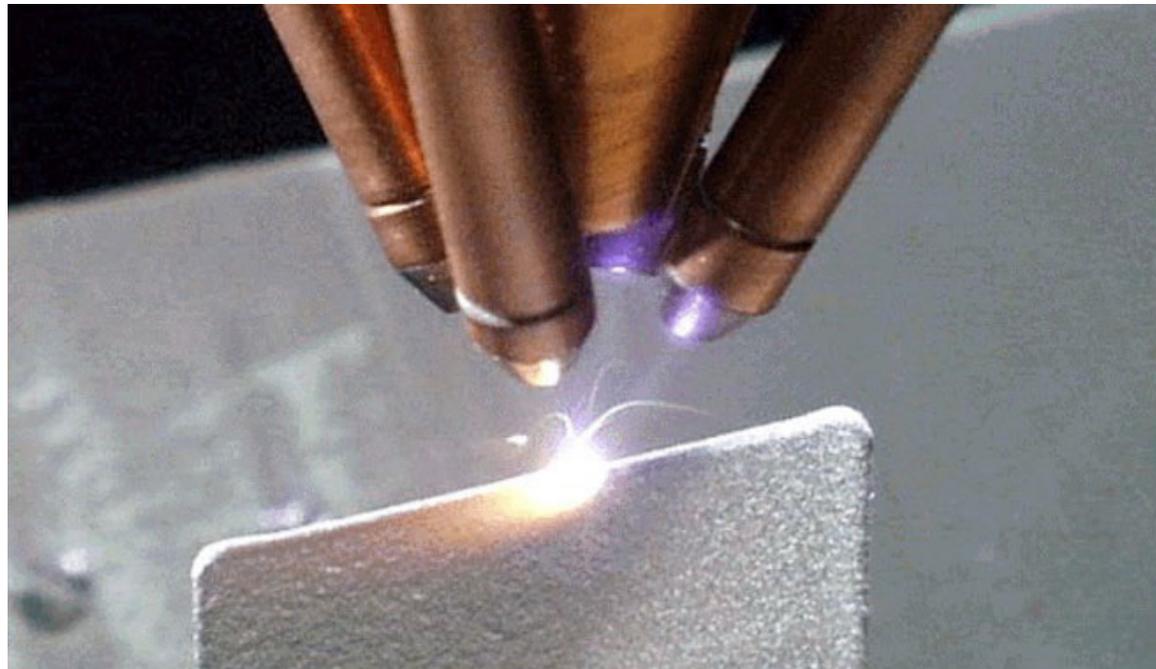
Simulación

Estas simulaciones inyectarán los **datos adquiridos en la planta física en tiempo real sobre un modelo virtual** que puede incluir máquinas, productos y humanos.

Esto posibilitará a los operadores **optimizar los ajustes de las máquinas** haciendo pruebas rápidamente y de forma muy barata en el mundo virtual. Esto permitirá no solo **reducir los tiempos de parada e incrementar la calidad** sino también poder hacer frente con más garantías a **situaciones excepcionales** que puedan aparecer.

Fabricación Aditiva

La fabricación aditiva se basa en la sucesiva deposición de pequeñas capas de material hasta lograr la pieza deseada.



<http://impresiom3-dmilpat.blogspot.com.es/2015/09/la-fabricacion-aditiva-la-fabricacion.html>

Fabricación Aditiva

- Existen diversas técnicas pero básicamente todas se basan en la creación de **piezas a partir de un archivo CAD 3D, imprimiendo las sucesivas capas.**
- Está **estrechamente vinculada a las TIC** pues requiere del diseño digital de la pieza y de un sistema controlado para llevar a cabo la *impresión*.
- Los métodos de fabricación tradicionales (**fabricación sustractiva:** taladrado, torneado, fresado, ...) presentan **muchas limitaciones** físicas inherentes a los procesos: imposibilidad de hacer taladros curvos, restricciones en los ángulos de desmoldeo, colisiones de piezas complejas con las herramientas, etc que en nuevos productos de alto valor añadido constituyen un escollo insalvable.

Fabricación Aditiva

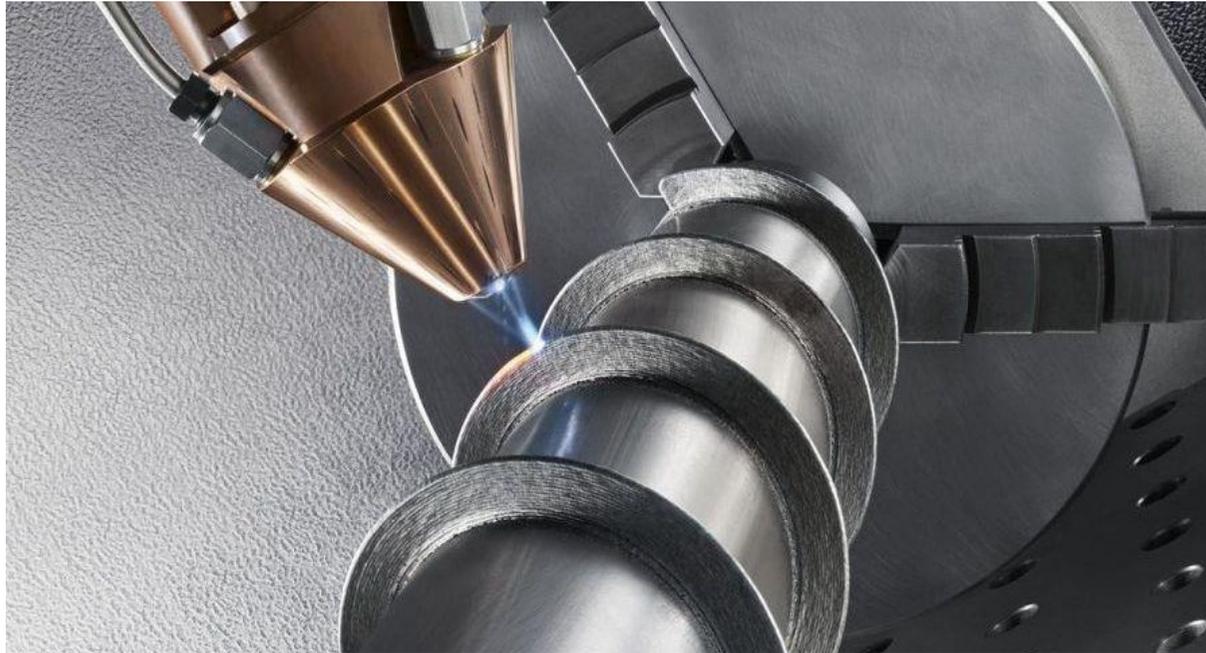


Imagen: <http://kuzudecoletaje.es/5-razones-tomarse-serio-la-fabricacion-aditiva/>

Fabricación Aditiva

- Es considerada como una **tecnología base** de la Industria Conectada 4.0 ya que a partir de un modelo digital puede reproducir de una **forma rápida cualquier geometría imaginable sin necesidades de herramientas especiales.**



<http://impresiom3-dmilpat.blogspot.com.es/2015/09/la-fabricacion-aditiva-la-fabricacion.html>

- Estas características permiten a la fabricación aditiva atender la creciente **demanda de diferenciación y personalización** de los productos por parte de los consumidores.

Robots

Los robots llevan ya muchos años realizando tareas a nivel industrial. No obstante, los robots están evolucionando para volverse **más autónomos, flexibles y cooperativos**. Los robots industriales más modernos pueden **interaccionar entre ellos** y permiten el **trabajo codo con codo con humanos** y aprender de ellos.

Aparte de incrementar sus capacidades cada vez serán más **competitivos en coste**.

Robots



[ABB Yumi](#). Robot colaborativo de dos brazos con visión.

Robots

Vídeos

- [Sawyer](#)
- [UR3](#)
- [YuMi](#)
- [LBR iiwa](#)

Conclusiones

El Industria 4.0 no es una realidad ya consolidada sino un nuevo hito en el desarrollo industrial que traerá **importantes cambios en las empresas y en los profesionales.**

El paradigma de industria 4.0 es una versión **masivamente informatizada de la fábrica en la que todos sus procesos se encuentran conectados e intercambian un flujo continuo de información.**

Conclusiones

El empleo masivo de **sensores**, la expansión de las **redes y comunicaciones inalámbricas**, el desarrollo de una nueva generación **robots** y máquinas cada vez más **inteligentes**, así como el aumento de la **potencia computacional** a bajo coste y el desarrollo del análisis **big data** serán las tecnologías base que transformarán la forma de producir.