



OPTIMAN

“Gestión integrada de los procesos y máquinas para la mejora del mantenimiento y flexibilización de la producción”

E1.1 Informe sobre el Estado del Arte de las Fábricas del Futuro

Programa de proyectos de I+D en colaboración

Número de expediente: IMDECA/2015/78

Comienzo del proyecto: 01-01-2015

Duración: 2 años

Tipo de entregable		
I	Informe	x
P	Prototipo	
D	Demostración	
O	Otro	
Tipo de difusión prevista		
PU	Publica	x

IN	Interna	
----	---------	--

Versión: 001

Fecha: 30-11-2015

Información del entregable

Título: E1.1 Informe sobre el Estado del Arte de las Fábricas del Futuro

Entregable y tarea: E1 T1

Versión: 01

Autor: Serafín García Navarro

Autor y líder del paquete

	<i>Nombre</i>	<i>Empresa</i>	<i>Fecha</i>
Autor	Serafin Garcia Navarro	AIMPLAS	
Líder paquete	Serafin García Navarro	AIMPLAS	

Historia del documento

<i>Versión</i>	<i>Fecha</i>	<i>Autor / Empresa</i>
Versión 1		AIMPLAS

Índice

1.-	Glosario de términos	4
2.-	Introducción.....	5
2.1.-	Objetivos del paquete 1	5
2.2.-	Objetivos del presente documento	5
3.-	Introducción a la Fábrica del futuro. De la Industria 1.0 a la Industria 4.0.....	6
3.1.-	Entorno y contexto.....	6
3.2.-	Origen	7
4.-	Herramientas y retos actuales.....	9
4.1.-	Herramientas para la fábrica inteligente.....	9
4.2.-	Situación en España y retos identificados	13
5.-	Situación en la industria de inyección de plásticos y calzado.....	17
5.1.-	Industria de inyección de Plásticos.....	17
5.2.-	Industria del Calzado.....	17
6.-	Análisis DAFO.....	18
7.-	Bibliografía.....	19

Figuras

Figura 1.- Evolución de la Industria.....	9
Figura 2.- Retos de la Industria Conectada.....	13

1.- GLOSARIO DE TÉRMINOS

Big Data. El concepto se refiere tanto a la acumulación de grandes cantidades de datos como a los procedimientos utilizados para su procesamiento. Se le atribuyen cuatro características que empiezan con uve (las cuatro uves del Big Data): Volumen de datos, Velocidad de producción y adquisición de los mismos, Variedad de tipos de datos y Veracidad

Business Intelligence: Conjunto de técnicas y herramientas que sirven de apoyo a la toma de decisiones a partir de datos de diferentes fuentes: generados como parte de la actividad empresarial, obtenidos del contexto, diferentes procesos, etc.

Cloud Computing. El cloud o la nube es un espacio virtual de proceso y almacenamiento de datos y software en centros de proceso de datos repartidos geográficamente de forma agnóstica para el usuario, que únicamente ve un interfaz de acceso desde su terminal de control.

Fabrica del Futuro (FoF): Fábrica inteligente capaz de adaptar el proceso productivo a las necesidades de producción haciendo uso de las nuevas tecnologías a fin de aumentar la eficiencia, la calidad y reducir el impacto medioambiental.

Fábrica Inteligente. Empresa industrial altamente conectada y que gestiona grandes volúmenes de información. Todas las acciones comerciales y de operación están optimizadas para lograr una mayor productividad, sostenibilidad y rendimiento económico. Las empresas que adoptan la fabricación inteligente apuestan por ser flexibles, ágiles y eficientes. Por ser receptivas, colaborativas y simplificadas. Y por ser seguras, predictivas y, sobre todo, sostenibles

Industria 4.0: Transformación digital de los sectores productivos tradicionales mediante la incorporación de tecnologías de información y comunicación y análisis y procesamiento de datos, a los procesos productivos, volviéndolos adaptables, eficientes en el uso de recursos y altamente integrados entre sí.

Internet Industrial de las cosas (IIoT). Cosas. Paradigma tecnológico que define la dotación de conectividad a internet de cualquier objeto sobre el que se pueda medir parámetros físicos o actuar, así como las aplicaciones y tratamiento de datos inteligentes relativos a los mismos.

Machine Learning: Conjunto de técnicas que permiten crear algoritmos capaces de generalizar comportamientos a partir de información no estructurada.

2.- INTRODUCCIÓN

2.1.- *Objetivos del paquete 1*

Este paquete se centrará en la definición de un Modelo de Referencia que permita la conceptualización de la Fábrica del Futuro. Para ello, será necesario el estudio detallado del estado del arte orientado a obtener modelos de fábricas productivas y con menor impacto energético y ambiental, haciendo uso para ello de las nuevas tecnologías y del análisis de los datos procedentes de varias fuentes (sensores, calendarios, energía, etc).

A este modelo de mejora productiva se le denominará Fábrica del Futuro, y su objetivo será especificar un sistema de gestión inteligente para cada una de las diferentes fases del proceso productivo y que permita la optimización en la fabricación, así como la reducción de emisiones y energía utilizada.

Otros aspectos que el modelo debe contemplar se centran en la detección de anomalías durante la producción para la mejora de los procesos de mantenimiento existentes, así como conocer la factibilidad a la hora de fabricar un objeto determinado en una red distribuida de fabricación

2.2.- *Objetivos del presente documento*

En esta tarea se pretende llevar a cabo el análisis sobre el estado actual de las Fábricas del Futuro y su evolución, a medio y largo, con el fin de establecer identificar prácticas eficientes y productivas, así como las posibilidades de interconexión para una producción distribuida. Se realizará un análisis DAFO en el que se analizarán los pros y contras de la implementación de dichas fábricas.

3.- INTRODUCCIÓN A LA FÁBRICA DEL FUTURO. DE LA INDUSTRIA 1.0 A LA INDUSTRIA 4.0.

3.1.- *Entorno y contexto*

En 2010, la Unión Europea reconoció de manera explícita la importancia de una Europa Industrial en la que uno de cada cuatro empleos en el sector privado pertenece a la industria manufacturera, y es responsable del 80% de la actividad de investigación y desarrollo que realiza el sector privado.

Ante el desafío de poder ofrecer productos y servicios capaces de atender los retos a los que se enfrentan las sociedades avanzadas, el Plan de Industrialización de la UE fijó como objetivo conseguir una participación del 20% de la industria manufacturera en el VAB de la UE en 2020, (en 2014 representaba el 15,3% de la UE-28).

Para alcanzar esta meta, la Comisión Europea prevé invertir cerca de 14.000 millones de euros para potenciar el liderazgo en tecnologías industriales y otras tecnologías de soporte, entre las que se encuentra la Fabricación Avanzada.

La crisis ha puesto de relieve la importancia de la economía real y de una industria fuerte. La interacción de la industria con el resto del entramado económico europeo va mucho más allá de la fabricación: desde antes, con el suministro de materias primas y energía, hasta después, con los servicios a las empresas (logística), a los consumidores (servicios posventa de bienes duraderos) o al turismo. Las actividades industriales se integran en cadenas de valor cada vez más ricas y complejas, en las que confluyen empresas emblemáticas y pequeñas y medianas empresas (PYME) de todos los sectores y países.

La importancia económica de estas actividades es mucho mayor de la que parece desprenderse de la proporción de la industria manufacturera en el PIB. A la industria se deben más del 80 % de las exportaciones europeas y el 80 % de la investigación y la innovación privadas. Casi uno de cada cuatro puestos de trabajo del sector privado se encuentra en la industria y suele requerir una alta cualificación, y cada empleo adicional en el sector manufacturero genera entre 0,5 y 2 empleos en otros sectores. La Comisión considera que una base industrial fuerte es fundamental para la recuperación económica y la competitividad europeas.

Se han identificado seis tendencias socioeconómicas que influyen en mayor medida en la creación de la fábrica del futuro:

Penetración y disponibilidad de nuevas tecnologías. Las fábricas más inteligentes experimentarán el desarrollo masivo de aplicaciones y herramientas, hasta la fecha impensables. Estos avances nos darán la capacidad de alcanzar metas que nunca antes habíamos imaginado

Escasez de recursos y materias primas. Vivimos un tiempo marcado por la limitación y escasez de los recursos naturales. Por eso, la eficiencia es clave para hacer frente a esta nueva situación

Impacto medioambiental. Lejos de ser una moda, las consecuencias de la actividad humana sobre el entorno vislumbran la necesidad de adoptar medidas que favorezcan la sostenibilidad cuanto antes.

Incremento de la edad de los trabajadores. La inversión de la pirámide poblacional y la jubilación tardía nos conducen hacia un envejecimiento paulatino de los trabajadores lo

que conllevará a una reducción de la eficiencia en los trabajos físicos. Los avances en robótica manufacturera reducirán los efectos de esta nueva situación en la industria. Continua variación de la cualificación necesaria. La cada vez mayor necesidad de especialización de la plantilla en ámbitos concretos de la propia fábrica, dependiendo de su actividad, exige continuamente adaptar el nivel de cualificación de los trabajadores. Lo que obliga a repensar el modelo tradicional.

Personalización. Ya es una realidad la demanda de productos adaptados a las necesidades específicas de cada cliente. Esto choca con la producción tradicionalmente seriada donde el eje era la cadena productiva en lugar del producto.

3.2.- Origen

El concepto Industria 4.0 nació en Alemania en 2012 bajo un fuerte liderazgo público - privado, con el objetivo de dar sostenibilidad a su industria a través de digitalización de los procesos y negocios industriales.

“Factory of the Future” es su equivalente francés y fue lanzado en 2015

El concepto de Industria 4.0 está basado en la idea de la cuarta revolución industrial, una revolución que nos lleva a un nuevo escenario más desarrollado e integrador de la cadena de valor industrial, un escenario que implica nuevos modelos de organización, gestión y explotación en base a las múltiples oportunidades que pueden ser atendidas en su integridad en base al desarrollo de modelos de negocio diversos en fábricas inteligentes y flexibles que llegan a sus consumidores en diferentes formatos y a través de diferentes medios.

Es un concepto basado en la idea de fábrica inteligente, que integra en sus procesos nuevas tecnologías de futuro de potencial gran impacto transformador del modelo productivo actual. Tecnologías como la fabricación aditiva, la robótica colaborativa, la sensórica, los sistemas ciberfísicos, la virtualización de infraestructuras (cloud computing) o de entornos y/o de productos (realidad virtual y realidad aumentada), soluciones big data y web semántica o la ciberseguridad como garante de la integridad de un entorno conectado.

Alemania:

Desde un enfoque y una posición de partida singular, Alemania nunca ha perdido el peso de su actividad industrial y siempre ha contado con planes y estrategias transversales y sectoriales de apoyo a la fabricación y la industria con inversiones del orden de €2,6 BN hasta 2020, con el objetivo de generar un crecimiento de su PIB industrial del 2,25% anual hasta 2020, y mejorar la productividad un 18% hasta esa misma fecha. Industrie 4.0 representa una visión de futuro de la industria manufacturera alemana que se apoya en la combinación de los sistemas y procesos físicos con sistemas de monitorización, actuación y computación en red, los denominados Sistemas Ciber-Físicos (Cyber-Physical Systems, CPS). Ésta es una apuesta dual que responde a la realidad del país en la que, por un lado, se trata de aprovechar las ventajas asociadas a las fábricas inteligentes en todas las industrias manufactureras, y por otro lado, trata de crear un entorno de fabricación inteligente en el que los medios de producción punteros que desarrollan los fabricantes alemanes pueden ofrecer todo su potencial y resultan realmente competitivos. Si bien en todos los casos de las estrategias y planes reseñados hasta ahora el papel de las TICs es considerado un factor clave, el protagonismo que tienen en cada una de ellos es diferente,

con un papel central y exclusivo en el caso de Alemania con su Industrie 4.0, y compartiendo relevancia con otros ámbitos en los casos de Reino Unido, EE.UU. y la UE.

Reino unido:

En el Reino Unido, la recuperación de una actividad industrial que había pasado de representar un 20% del PIB en 1997 a un 11% en 2009, es el punto de partida de la estrategia High Value Manufacturing de 2012.

Una estrategia que, además de su clara apuesta por la recuperación de la industria, pone de manifiesto la necesidad de saber fabricar para poder llegar a explotar industrialmente los desarrollos científicos de ámbitos emergentes como las nanociencias y las biociencias. Para todo ello, plantea la exigencia de que la fabricación sea de alto valor en un país que no puede competir por costes y que necesita de soluciones de fabricación para desarrollar procesos, productos y servicios sofisticados, y posicionarse así en el mercado.

EEUU:

En el año 2010, el Congreso de los Estados Unidos planteó la necesidad de fijar por ley la elaboración de una estrategia nacional en torno a la industria manufacturera, y en 2014 impulsó la Revitalize American Manufacturing and Innovation Act que emplaza al Presidente a elaborar cuatrienalmente una estrategia nacional en torno a la fabricación avanzada a partir del año 2018; aunque ya en 2012, el Gobierno Federal había publicado el Strategic Plan for Advanced Manufacturing. Esta apuesta por la industria manufacturera está reforzada por un contexto de relocalización (re-shoring) de la actividad industrial en EE.UU., asociada, entre otros motivos, a una moderación de los costes salariales frente al incremento relativo en los países emergentes, al abaratamiento de los costes energéticos asociados a la explotación del petróleo y gas no convencionales, y a la necesidad de reducir el time-to-market y de aumentar la flexibilidad ante las fluctuaciones de la demanda. El interés de recuperar la actividad de producción se ve además reforzado por la opinión mayoritaria de la Industria y del mundo académico respecto a la pérdida de capacidad de innovar que el alejamiento de la actividad fabril ha supuesto para EE.UU. en los últimos años

4.- HERRAMIENTAS Y RETOS ACTUALES

4.1.- Herramientas para la fábrica inteligente

Tal y como ya hemos apuntado, El término 'Industria 4.0' se refiere a la cuarta revolución industrial, impulsada por la transformación digital, y significa un salto cualitativo en la organización y gestión de la cadena de valor del sector

- La primera revolución industrial vino marcada por el paso de la producción artesanal al desarrollo de la maquinaria y la fabricación en mayor escala.
- La segunda, por la utilización de la energía eléctrica y la producción masiva en cadenas de montaje.
- La tercera, por la automatización de la fabricación y la informatización de las empresas industriales.
- Y esta cuarta revolución consiste en la introducción de las tecnologías digitales en la industria.

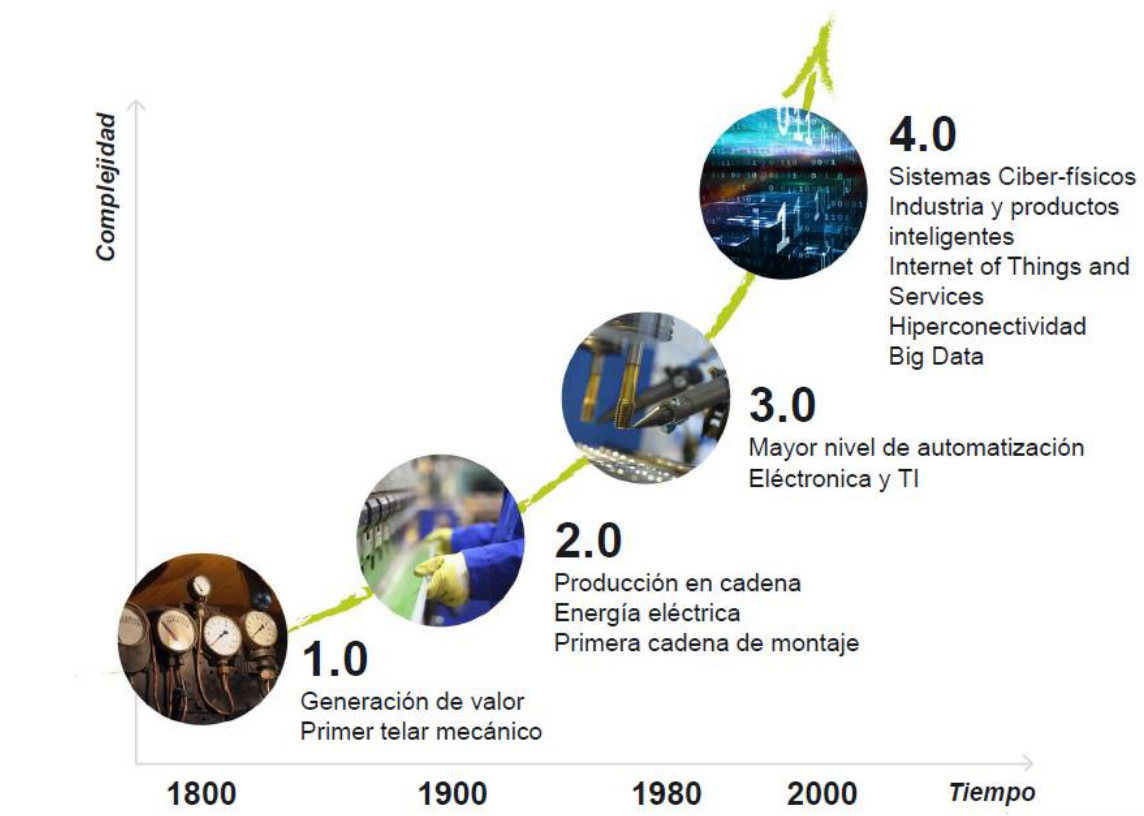


Fig. 1: Evolución de la Industria. Fuente: Industria Conectada 4.0

Estas tecnologías digitales permiten la hibridación entre el mundo físico y el digital, es decir, posibilitan la vinculación del mundo físico (dispositivos, materiales, productos, maquinaria e instalaciones) al digital (sistemas). Esta conexión habilita que dispositivos y sistemas colaboren entre ellos y con otros sistemas para crear una industria inteligente.

La transformación digital de la industria implica la aplicación de un conjunto de tecnologías en toda la cadena de valor de la misma. Estos cambios generan beneficios tanto a nivel de proceso, como de producto y de modelo de negocio.

Proceso: la transformación digital aplicada a los procesos supone incorporar tecnologías 4.0 para hacerlos más eficientes y flexibles, ya sea mediante una optimización de los ya existentes o un cambio de los mismos

Producto: la digitalización de los productos de la industria puede suponer la incorporación de tecnología a los ya existentes, mejorando así sus funcionalidades, o permitir la aparición de otros nuevos.

Modelo de negocio: la Industria 4.0 y sus tecnologías también posibilitan la aparición de nuevos modelos de negocio, al cambiar el modo en que se pone a disposición del cliente un producto o servicio.

Las herramientas propuestas en la actualidad para la adecuación de la Industria tradicional a la Fábrica Inteligente.

Big data. Es común que cuando se hable de Big Data se haga referencia a grandes cantidades de datos. Pero es más que eso. Para describir mejor lo que representa, frecuentemente se habla de las cinco uves que definen perfectamente los objetivos que este tipo de sistemas buscan conseguir:

Volumen: un sistema Big Data es capaz de almacenar una gran cantidad de datos mediante infraestructuras escalables y distribuidas. En los sistemas de almacenamiento actuales empiezan a aparecer problemas de rendimiento al tener cantidades de datos del orden de magnitud de petabytes o superiores.

Velocidad: una de las características más importantes es el tiempo de procesado y respuesta sobre estos grandes volúmenes de datos, obteniendo resultados en tiempo real y procesándolos en tiempos muy reducidos. Y no sólo se trata de procesar sino también de recibir, hoy en día las fuentes de datos pueden llegar a generar mucha información cada segundo, obligando al sistema receptor a tener la capacidad para almacenar dicha información de manera muy veloz.

Variiedad: las nuevas fuentes de datos proporcionan nuevos y distintos tipos y formatos de información a los ya conocidos hasta ahora -como datos no estructurados-, que un sistema Big Data es capaz de almacenar y procesar sin tener que realizar un preproceso para estructurar o indexar la información.

Variabilidad: las tecnologías que componen una arquitectura Big Data deben ser flexibles a la hora de adaptarse a nuevos cambios en el formato de los datos -tanto en la obtención como en el almacenamiento- y su procesado. Se podría decir que la evolución es una constante en la tecnología de manera que los nuevos sistemas deben estar preparados para admitirlos.

Valor: el objetivo final es generar valor de toda la información almacenada a través de distintos procesos de manera eficiente y con el coste más bajo posible. De esta manera, un sistema Big Data debe extraer valor -en forma de nueva información, por ejemplo sobre grandes volúmenes de datos, de la manera más rápida y eficiente posible, adaptándose a todos los formatos -estructurados o no- existentes y futuros.

Una de las principales razones de las compañías para desarrollar o usar tecnologías Big Data es la de mejorar sus procesos de negocios. Disciplinas como la relación con el cliente, la administración de capital o la toma de decisiones -política de precios, gestión de las TI, etc.- son las más beneficiadas. Gracias a esto, las compañías pueden incrementar sus beneficios, disminuir los costes o hacer un análisis de riesgos sobre las diferentes

posiciones que pueden adoptar. Los casos de uso en los que las empresas se están centrando actualmente para generar nuevo conocimiento a través de recopilar, consolidar y analizar datos son: Análisis personalizado de perfil según cliente o consumidor, Análisis de transacciones recibiendo constantemente datos en streaming, Análisis social masivo, demográfico o de mercado, análisis de tendencias y comportamiento y Reducción de riesgos:

Cloud Computing. O computación en la nube se define como un modelo que permite el acceso bajo demanda a través de la Red a un conjunto compartido de recursos de computación configurables (redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se pueden aprovisionar rápidamente con el mínimo esfuerzo de gestión o interacción del proveedor del servicio. La nube es un conjunto de hardware y software, almacenamiento, servicios e interfaces que facilitan la entrada de la información como un servicio. El mundo de la nube tiene un gran número de actores o participantes. Los grupos de intereses del mundo de la computación en nube son: los vendedores o proveedores: proporcionan las aplicaciones y facilitan las tecnologías, infraestructura, plataformas y la información correspondiente; los socios de los proveedores: crean servicios para la nube, ofreciendo servicios a los clientes; los líderes de negocios: evalúan los servicios de la nube para implantarlos en sus organizaciones y empresas; los usuarios finales utilizan los servicios de la nube, gratuitamente o con una tarifa.

Los servicios de la nube deben ser distribuidos (multi-tenancy); es decir, empresas diferentes comparten los mismos recursos fundamentales. Por esta razón las empresas comienza a encontrar nuevos valores, facilitando la eliminación de las complejas restricciones que supone el entorno informático tradicional; incluyendo espacio, tiempo, energía y costes.

Las características fundamentales son: Autoservicio bajo demanda, Acceso ubicuo a la Red, Distribución de recursos independientes de la posición, Elasticidad rápida y Servicio medido.

Fabricación aditiva e Impresión 3D. La fabricación aditiva (también conocida como impresión 3D) consiste en la fabricación de piezas a partir de un modelo 3D, sin necesidad de moldes ni utillajes de ningún tipo, mediante la deposición de capas de material y su posterior consolidación, que puede realizarse mediante sinterizado láser, curado por luz ultravioleta o adición de un aglomerante, dependiendo de la tecnología.

Entre las ventajas que ofrece esta tecnología están el poder reproducir cualquier geometría imaginable, ofrecer una respuesta inmediata a las cambiantes necesidades del mercado y atender la creciente demanda de diferenciación y personalización de los productos por parte de los consumidores.

Ciberseguridad. El término “ciberseguridad” se define normalmente como la protección de datos, información y sistemas conectados a Internet. No es fácil englobar una materia tan compleja en una definición tan sencilla, pues el concepto amplía el de seguridad clásica a otras nociones más propias del ciberespacio, como integridad, disponibilidad, autenticidad, confidencialidad o la mencionada denegación del servicio. Entendemos por Ciberseguridad Industrial el conjunto de prácticas, procesos y tecnologías, diseñadas para gestionar el riesgo proveniente del ciberespacio derivado del uso, procesamiento,

almacenamiento y transmisión de información utilizada en las organizaciones e infraestructuras industriales, utilizando las perspectivas de personas, procesos y tecnologías.

Robótica colaborativa. La robótica tiene como intención final complementar o sustituir las funciones de los humanos en tareas tediosas o peligrosas, alcanzando, en algunos sectores, aplicaciones masivas. En el contexto industrial, donde se utilizan con notable éxito desde hace varias décadas, sus beneficios empresariales y sociales se pueden resumir en cuatro:

- 1) Productividad, aumento de la producción y reducción de costes de varios tipos como laborales, de materiales, energéticos y de almacenamiento.
- 2) Flexibilidad, que permite adaptar la factoría para la fabricación de nuevos productos sin la necesidad de que se modifique la cadena de producción y, por consiguiente, sin paradas ni pérdidas de tiempo.
- 3) Calidad, debido al alto nivel de repetitividad de las tareas realizadas por los robots que aseguran una calidad uniforme del producto final.
- 4) Seguridad, ya que minimiza la presencia de personas en los procesos de fabricación peligrosos, disminuyendo las posibilidades de accidentes laborales y reemplazando a los operarios de tareas tediosas

Los robots colaborativos son entidades virtuales o mecánicas que por distintos medios y protocolos de comunicación pueden intercambiar información entre ellos para actuar de manera conjunta en el logro de distintos objetivos.

Sistemas ciberfísicos. Los Sistemas Ciber-Físicos, CPS en sus siglas en inglés, se refieren a la siguiente generación de sistemas embebidos que están interconectados y trabajan de forma colaborativa, también dentro de lo que se denomina Internet de las Cosas para ofrecer a los ciudadanos y empresas una amplia gama de aplicaciones y servicios innovadores. Se trata de TICs incorporadas cada vez más en todo tipo de artefactos que los hacen más inteligentes, más eficientes energéticamente y más cómodos. Se encuentran en nuestros sistemas de transporte, automóviles, fábricas, procesos industriales, hospitales, oficinas, hogares, ciudades y dispositivos personales. Los CPS son lo que permiten el intercambio de información o comunicación en formato de datos entre dos máquinas remotas (conocido como M2M).

El uso de CPS para monitorizar y controlar procesos industriales con el fin de optimizar distintos parámetros de la fabricación tendrá su impacto desde la calidad de las piezas producidas, a los consumos energéticos, pasando por las tareas de mantenimiento o la logística.

Por ejemplo, los sistemas inteligentes integrados dentro del sistema de gestión de la energía de una planta de fabricación e interconectados externamente con la red inteligente (smart grid) permitirán la optimización del consumo energético en tiempo real.

4.2.- Situación en España y retos identificados

El ministro español de Industria, Energía y Turismo, José Manuel Soria, presentó recientemente las líneas de actuación de la iniciativa Industria Conectada 4.0, un proyecto de colaboración público-privada en la que han participado Telefónica, Indra y el Banco Santander y que pretende impulsar la transformación digital de la industria española.

Los retos recogidos en el Informe Industria Conectada 4.0 publicado bajo el marco de la iniciativa del mismo nombre son:



Fig. 2: Retos de la Industria conectada. Fuente: Industria Conectada 4.0

Usar métodos colaborativos para potenciar la innovación. La innovación colaborativa es un requerimiento competitivo en auge. Implica involucrar en un mismo proyecto de innovación a varias empresas (del mismo o distinto sector) e incluso clientes, centros de investigación o cualquier otro actor que pudiera contribuir a la innovación. El objetivo es tener en cuenta conocimientos diferentes y complementarios con el fin de dar lugar a innovaciones disruptivas en un tiempo más reducido.

Combinar flexibilidad y eficiencia en los medios productivos. La necesidad de eficiencia de los medios productivos, aunque siempre ha existido, se considera una disrupción por la relevancia mucho mayor que ha adquirido al combinarse con la flexibilidad, algo a lo que la digitalización puede dar respuesta. Tradicionalmente, la eficiencia se ha logrado estableciendo medios productivos lineales especializados y automatizados. La flexibilidad, contrariamente, se ha caracterizado por la ausencia de especialización y automatización. El reto consiste en combinar ambas propiedades en una misma cadena de producción, logrando procesos automatizados y eficientes que permitan producir, de manera flexible, varias series. La digitalización favorece que los activos productivos puedan adaptarse de manera rápida a un cambio de serie o producto.

Gestionar tamaños de series y tiempos de respuesta más cortos. Como consecuencia de la personalización del producto, se reducen los tamaños de las series y los tiempos de respuesta. Los menores tamaños de las series requieren una mayor flexibilidad de la producción y los menores tiempos de respuesta implican un mayor esfuerzo logístico y de coordinación entre los distintos actores de la cadena de valor.

Adoptar modelos logísticos inteligentes. Aunque la optimización de las cadenas logísticas siempre ha sido un requerimiento para la industria, la novedad está en incorporar la nueva tecnología digital a los procesos logísticos, generando modelos logísticos inteligentes y conectados con otras aplicaciones de negocio. Varios factores hacen de esta un factor clave: la personalización y los canales digitales obligan a una mayor flexibilidad en rutas; el acceso a la información supone una alta competitividad en costes; y el fraccionamiento de la cadena de valor hace necesaria una perfecta coordinación en tiempos. Todo ello hace que la gestión logística avanzada requiera una eficiencia cada vez mayor

Adaptarse a la transformación de canales (digitalización y omnicanalidad). Hasta hace poco los canales tradicionales (puntos de venta físicos, canales telefónicos, venta por catálogo, etc.) eran los únicos existentes y permitían comprar productos o interactuar con proveedores en horarios reducidos, sin interacción posible entre canales, disponiendo de poca información del cliente...

La digitalización de canales, debida tanto a la aparición de nuevos puramente digitales como a la digitalización de los existentes, ofrece nuevos beneficios: el acceso 24/7; la recopilación de datos de clientes, haciendo posible el conocimiento predictivo; la generación de propuestas individualizadas proactivas; la facilitación de la personalización; la aproximación a clientes internacionales; etc.

Aprovechar la información para anticipar las necesidades del cliente. Otro reto a tener en cuenta es lograr anticiparse a las necesidades del cliente. Esta anticipación va referida tanto a los deseos de un cliente concreto como a los de una colectividad. El objetivo es poder ofrecer productos y servicios ajustados a los gustos y preferencias de cada cliente. En el caso de la colectividad de clientes, se trata de predecir la demanda de un producto concreto para poder ajustar la producción, optimizando los procesos productivos y logísticos y, en definitiva, la gestión de los stocks. Para ello, las empresas pueden utilizar la recogida de datos a través de mecanismos capaces de recabar información de las compras realizadas por un cliente (programas de fidelización, cuentas de usuario, etc.), así como la información generada en las bases de datos transaccionales de las empresas. Una vez se dispone de la información, las necesidades y preferencias podrán ser identificadas, por ejemplo, mediante modelos predictivos. La predicción de la demanda es una de las aplicaciones más importantes de la analítica avanzada, pero no es la única. Así, las empresas también serán capaces de predecir nuevas tendencias a partir de la información disponible en la red

Adaptarse a la hiperconectividad del cliente. Hiperconectividad es la interconexión digital, cada vez mayor, entre las personas y las cosas, en cualquier momento y lugar. Significa que todo está conectado: de persona a persona, de persona a máquina y de una máquina a otra. En el año 2020 se estima que habrá 50 millones de dispositivos conectados en red. Este nivel de conectividad tendrá profundas consecuencias sociales, políticas y económicas. Es una condición cultural a la que las empresas no tienen más remedio que adaptarse. El cliente (final o industrial) de hoy en día está hiperconectado y tiene acceso en todo momento, tiempo y lugar, a toda la información disponible: noticias,

precios de productos y servicios, opiniones, ideas, publicaciones, informes, etc. La hiperconectividad del cliente representa al mismo tiempo una oportunidad para alcanzar nuevos usuarios y una amenaza, ya que los clientes actuales pueden identificar nuevos proveedores más fácilmente, lo que implica una mayor competencia.

Gestionar la trazabilidad multidimensional extremo a extremo. La trazabilidad o seguimiento del producto es otro de los nuevos retos competitivos a los que la industria se enfrenta en la actualidad. La trazabilidad permite conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto a lo largo de toda la cadena de valor. Los medios para llevarla a cabo no han estado siempre a disposición de la empresa. La tendencia es una trazabilidad cada vez más a nivel de unidad producida, frente a la trazabilidad por lote del pasado, y a dotar de mayor información de contexto a la unidad vendida, para hacerla disponible al consumidor, de manera que pueda conocer la procedencia del producto.

Gestionar la especialización mediante la coordinación de ecosistemas industriales de valor. Para afrontar los requerimientos de eficiencia cada vez más exigentes, las empresas industriales tienden a la especialización, dando lugar a la fragmentación de las cadenas de valor. La fragmentación también ha propiciado la localización de cada una de las fases de la cadena de valor en puntos geográficos distintos y/o a la subcontratación de parte de sus procesos. El tamaño medio de las empresas industriales españolas (pymes en su mayoría) y la especialización en eslabones concretos de la cadena de valor favorecen la creación de ecosistemas especializados, en los que las diferentes empresas sectoriales se interrelacionan. Por ello, la cadena de valor tradicional, basada en una organización lineal de sus actores, se complica y transforma, evolucionando hacia un ecosistema de valor con interacciones multidireccionales entre ellos.

Garantizar la sostenibilidad a largo plazo. Ser sostenible se convierte en un reto para la industria. La sostenibilidad se puede aplicar tanto al proceso industrial como al producto y viene determinada por numerosos factores, como el uso eficiente de los recursos, el uso optimizado de las materias primas y el adecuado tratamiento de los residuos. En el nuevo paradigma digital, se deja atrás la industria poco sensible al impacto que pudiera generar en su entorno para dar paso a una industria integrada en él. Así, la eficiencia energética (optimización del uso de la energía) es un factor competitivo determinante, especialmente para aquellas industrias en las que el coste energético sea relevante en el escandallo de costes, como en la metalurgia o la fabricación de productos minerales, en el que el coste de la energía supone el 21% de la cifra de negocio. La optimización en el uso de otros recursos como las materias primas también puede ser un factor competitivo clave, sobre todo en aquellos casos en los que el coste de dicho recurso suponga una parte relevante del coste total de producción. Además, un uso optimizado de las materias primas y los recursos naturales y energéticos dará lugar a una reducción en la generación de residuos. Por otra parte, la sostenibilidad también está relacionada con el concepto de producto sostenible. Cada vez más se espera que el producto industrial sea sostenible.

Ofrecer productos personalizados. La personalización de los productos consiste en adaptarlos a las necesidades o preferencias de cada cliente. Tradicionalmente, este concepto se vinculó a un artículo exclusivo al alcance de muy pocos. El reto actual significa ofrecer estos productos personalizados de manera masiva, es decir, sin aumentar sus costes, en grandes volúmenes y no afectando a la calidad. La personalización implica un mayor número de referencias y un menor tamaño de las tiradas y lotes, además de unos tiempos de respuesta reducidos. Todo ello requiere de un esfuerzo adicional de logística y coordinación por parte de todos los actores de la cadena

de producción y distribución, además de las capacidades necesarias para llevar a cabo este tipo de producción.

Adaptar el portfolio de productos al mundo digital. La industria debe adaptar su portfolio de productos a la digitalización. Esta adaptación se puede llevar a cabo “digitalizando” productos actuales (incluyendo tecnología digital y enriqueciendo funcionalidades), o produciendo nuevos productos digitales e inteligentes.

Iniciativas emprendidas en las Comunidades Autónomas

País Vasco. El Gobierno Vasco ha materializado su apuesta por la Fabricación Avanzada “Basque Industry 4.0” con la puesta en marcha de tres nuevos programas dirigidos a implementar las tecnologías de la electrónica, la información y la comunicación (TEICs) en las industrias manufactureras, las pymes y el tejido empresarial en general, y a apoyar proyectos de transferencia tecnológica.

El programa Basque Industry 4.0 tiene como objeto apoyar proyectos de Transferencia de Tecnología de “proveedores tecnológicos” (como, por ejemplo, los agentes de la Red Vasca de Ciencia, Tecnología e Innovación) hacia empresas industriales manufactureras, en el ámbito de las TEICs (Tecnologías de la Electrónica, la Información y las Telecomunicaciones) aplicadas a la Fabricación Avanzada, que tengan un efecto de demostración y que permitan por lo tanto acelerar la transferencia al mercado de los resultados de los proyectos de I+D en TEICs. El programa Industria Digitala persigue apoyar la incorporación de las TEICs en las pequeñas y medianas empresas, las pymes, de carácter industrial manufacturero. Lankidetza Digitala se busca favorecer la incorporación de las TEICs en el tejido empresarial vasco a través del apoyo a proyectos impulsados por asociaciones de empresas y/o de profesionales.

Plan Galicia Industria 4.0. El gobierno gallego, por el momento tiene publicado el Borrador de la Agenda de Competitividad Industrial. La Agenda, con sus planes de impulso, constituye el Plan Director de la Industria de Galicia 2015-2020. Menciona la necesidad de alcanzar la industria 4.0 por parte del tejido industrial gallego. En concreto menciona necesidades relacionadas con la industria conectada, automatizada y teniendo en cuenta aspectos sociales.

Murcia Industria 4.0. Programa 'Murcia Industria 4.0', con el que se pretende apoyar los esfuerzos que hagan las industrias de la Región de Murcia para transformarse digitalmente y mejorar su posición competitiva. Este programa se basa en 5 ejes estratégicos: Capital humano, habilitadores tecnológicos, transformación industrial, cooperación con clusters y mejora del entorno productivo.

Cataluña Anella Industrial 4.0. La Anella Industrial 4.0 es una de las medidas de la Estrategia Industrial de Cataluña y de la iniciativa SmartCAT. Se trata de un espacio virtual basado en la colaboración que vinculará la Internet de las Cosas (IoT) con los sectores industriales líderes en Cataluña. La plataforma permitirá compartir información, herramientas y recursos para el procesamiento de datos y desarrollo de proyectos conjuntos, acelerando la convergencia entre los sectores industriales y las TIC. El resultado serán aplicaciones y servicios específicos que permitirán avanzar hacia una industria digitalizada e interconectada (la Industria 4.0), que favorecerá la eficacia de los procesos productivos y la competitividad empresarial.

5.- SITUACIÓN EN LA INDUSTRIA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICOS Y CALZADO

Tanto la industria de inyección de plásticos como la del calzado, presentan aproximaciones a la Industria 4.0. Lógicamente, son las grandes empresas o los grandes proveedores quienes han iniciado este camino. A continuación se indican algunas de estas iniciativas.

5.1.- *Industria de inyección de Plásticos*

Soluciones comerciales

- Arburg. Ofrece soluciones para la producción en red en fábricas digitales: máquinas de inyección ALLROUNDER automatizadas, freeformer para la fabricación aditiva y control computarizado central (ALS)
- Engel. Presenta su propuesta como “inject 4.0”, que engloba sistemas de asistencia al operario (IQ weight, IQ clamp), sistemas de análisis de procesos de producción (ENGEL e-factory) y asistencia en línea (ENGEL e-connect)
- KraussMaffei. Bajo la iniciativa “Plastics 4.0” presenta sus soluciones en 3 líneas complementarias: máquinas inteligentes, producción integrada y servicios interactivos.

Iniciativas industriales

- Euromap. La asociación europea de fabricantes de maquinaria para la industria del plástico, está trabajando en los borradores de las siguientes recomendaciones:

EUROMAP 77: Data exchange interface

EUROMAP 78 Electrical Interface between Injection Moulding Machines and External Safety Devices

EUROMAP 79: Interface between Injection Moulding Machine and Handling Device / Robot

5.2.- *Industria del Calzado*

Ejemplos de desarrollos comerciales

- Adidas SpeedFactory. Fábrica de calzado en la que todo está totalmente automatizado
- Hurtado Rivas. Solución robótica para la aplicación de adhesivo en plantillas de zapatos de diferentes tallas.
- Inycom. Con un sistema de gestión visual que permite recoger diferente información del proceso productivo y una mejora y aseguramiento de la calidad fabricada en cualquier proceso productivo

6.- ANÁLISIS DAFO

A continuación se introducen los principales conceptos DAFO sobre la implementación de herramientas detectadas, los retos identificados y las posibles barreras específicas que se pueden plantear en las industrias de la inyección de plásticos y del calzado.

Debilidades

- Baja especialización.
- Falta de protocolos normalizados (modelo industrial)
- Adaptación de la maquinaria actual
- Complejidad de implantación de las nuevas tecnologías e infraestructuras de comunicación.
- Dificultad de aceptación por parte de la propia industria

Amenazas

- Retorno de la inversión a largo plazo
- Seguridad y privacidad de datos
- Poca comunicación entre técnicos de desarrollo informático y técnicos industriales
-

Fortalezas

- Experiencia en producción “deslocalizada”
- Mejoras aspectos medioambientales
- Mejoras en productividad y costes
- Iniciativas gubernamentales de apoyo al cambio
- Tecnologías y aplicaciones de fácil utilización.
- Infraestructuras escalables y flexibles

Oportunidades

- Cambio de paradigmas de relación – Networkers (relación con clientes/proveedores/competidores/aliados)
- Diseño flexible
- Creación de nuevos servicios/productos
- Nuevas oportunidades de negocio

7.- BIBLIOGRAFIA

Fundación Cotec. El papel de las TICs en la cuarta revolución industrial: La fabricación inteligente. Nota Innovación. (2015)

Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Industria conectada 4.0. La transformación digital de la industria española. Informe preliminar (2015)

European Commission. Factories of the future. Multi-annual roadmap for the contractual PPP under Horizon 2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union (2013)

Germany trade & invest. Industrie 4.0. Smart manufacturing for the future (2014)

Galicia: industria axenda da competitividade industrial (2015)

R Serrat Morros. Big Data: análisis de herramientas y soluciones. (2013)