Presentación de la asignatura y contextualización

PID_00253850

Julián Horrillo Tello

Tiempo mínimo de dedicación recomendado: 2 horas

Universitat Oberta de Catalunya

Julián Horrillo Tello

Doctor en Societat de la Informació i el Coneixement (Ciència Política i de l'Administració) per la Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Màster en Societat de la informació i el coneixement per la Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Enginyer industrial (Organització Industrial) per la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Enginyer tècnic industrial (especialitat Elèctrica, Intensificació Electrònica Industrial) per la Universitat Politècnica de Catalunya. Professor de les assignatures Organització de la producció, Gestió de projectes, Informàtica industrial i Organització de l'empresa en la indústria 4.0 a l'Escola Superior Politècnica TecnoCampus (ESUPT). És investigador del Grup GRESIT (Energies alternatives i renovables, sostenibilitat, eficiència energètica i innovació tecnològica industrial) de l'ESUP Tecnocampus.

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño general y la cubierta, puede ser copiada, reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea éste eléctrico, químico, mecánico, óptico, grabación, fotocopia, o cualquier otro, sin la previa autorización escrita de los titulares del copyright.

Índice

Introducción..... 5

1. Industria 4.0 y *Smart manufacturing*..... 7
1.1. Diseño e ingeniería de producto 8
1.2. Gestión del ciclo de vida del producto 9
1.3. Nuevas tecnologías para la fabricación 10
1.4. Gestión de operaciones y *supply chain*..... 11

Introducción

En un escenario con mercados cada vez más volátiles y con consumidores que demandan productos personalizados, rápidos de obtener y con mayor valor añadido, son necesarias nuevas formas de producción, con estrategias de operaciones, más allá de la reducción de costes y la diferenciación, que han de estar basadas en la gestión del conocimiento y la innovación continuada, creando valor a través de la información y el uso intensivo de los avances tecnológicos. Es necesario responder a esa demanda cada vez más exigente y personalizada con productos inteligentes que, más allá de cumplir con su función básica, ofrezcan una experiencia claramente diferenciadora.

La globalización de los mercados cambia los *inputs* sobre los que las empresas construyen sus ventajas competitivas, cada vez de carácter más intangible, y más difíciles de imitar. En este contexto los requerimientos para competir en los mercados globales cambian con respecto a los de la economía industrial tradicional, se intensifican los vínculos entre el conocimiento científico y la industria y se acelera el proceso de cambio tecnológico. Así, la progresiva implantación de las tecnologías digitales (TIC) en el conjunto de la actividad económica, junto con el proceso de globalización y los importantes cambios en los patrones de consumo, han determinado las bases de un proceso de transformación económica, en el que el conocimiento se convierte en el principal recurso estratégico para la competitividad de empresas e industrias.

Este proceso de globalización de la economía, con su dinámica de internacionalización de los mercados, tiene importantes consecuencias sobre la función de producción, cada vez más ligada a la información y al uso de las TIC, para la mejora de su flexibilidad y adaptabilidad. La incorporación del progreso técnico en la función de producción está posibilitando el paso de la producción en serie, basada en el principio de la integración vertical, a la producción flexible, lo cual transforma la cadena de montaje en unidades de producción fáciles de programar y sensibles a las variaciones del mercado (flexibilidad del producto) y los cambios de los *inputs* tecnológicos (flexibilidad del proceso).

Se trata del paso de una organización jerarquizada de producción en masa a una organización de especialización flexible, con una nueva articulación de la cadena de valor añadido. Sin embargo, no basta con la flexibilización de la función de producción. En el entorno económico actual, en el que la demanda, las preferencias y las necesidades de los consumidores cambian a gran velocidad, un período de tiempo excesivamente largo entre la invención del producto y su aparición en el mercado supone un elevado riesgo para la empresa, y su objetivo debe ser reducirlo. Las nuevas tecnologías no solo afectan

al diseño del sistema productivo, sino también al diseño del producto con una clara orientación a la reducción del *time-to-market*, la generación de valor para el cliente y la innovación.

La presente asignatura tiene el objetivo de presentar y estudiar las principales implicaciones del proceso de transformación digital de la función de producción, lo cual nos lleva al concepto de *smart factory*. Este proceso de transformación digital está propiciando un nuevo modelo industrial, con importantes cambios que van desde la conceptualización y diseño del producto hasta la gestión de su fabricación y de la cadena logística, pasando por el uso de nuevas tecnologías aplicadas a la fabricación. A continuación se describen brevemente el concepto de fabricación inteligente y se presentan los principales contenidos de la asignatura.

1. Industria 4.0 y *Smart manufacturing*

Ese nuevo modelo industrial, conocido como Industria 4.0 o cuarta revolución industrial, está transformando profundamente la forma de diseñar, fabricar y servir el producto, lo cual representa un importante salto cualitativo en el ámbito industrial. La introducción de las tecnologías digitales en la planta de fabricación hace posible la interacción entre el mundo físico y el digital, y ello permite que dispositivos y sistemas colaboren entre sí para crear una fábrica inteligente y conseguir una fabricación altamente personalizada y flexible, con una elevada calidad y unos costes muy controlados. En este caso, el calificativo "inteligente" hace referencia a una empresa industrial altamente conectada que gestiona grandes volúmenes de información, resultado de la digitalización, y que consigue optimizar la productividad, el rendimiento económico y la sostenibilidad.

En la presente asignatura entenderemos la fabricación inteligente en sentido amplio, como una combinación de aplicaciones tanto de tecnologías de la producción como de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), que buscan la agilidad, la flexibilidad y la eficiencia de la empresa industrial. Así, la fábrica inteligente sigue una hoja de ruta en tecnología e infraestructuras que debe contemplar, principalmente, los sistemas ciberfísicos (CPS), el internet de las cosas (IdC), las comunicaciones seguras, el *cloud computing*, las soluciones de *big data* y de *business intelligence*, la modelización y simulación de sistemas, la fabricación aditiva, la robótica avanzada y colaborativa, y la realidad virtual y aumentada. Alguna de estas tecnologías han sido ya estudiadas en las asignaturas anteriores, mientras que en la presente asignatura centraremos nuestra atención en las nuevas tecnologías de la producción, y dejaremos para la siguiente asignatura del Máster las tecnologías de gestión que dotan a la empresa de inteligencia en su funcionamiento global.

Pero dado que la fabricación inteligente no es solo tecnología o aplicación tecnológica, también trataremos en esta asignatura los importantes cambios en el diseño del producto y del proceso de fabricación, y en la gestión de las operaciones y la logística. Es necesario el diseño del producto pensando en la optimización de la generación de valor a lo largo de todo su ciclo de vida, lo cual puede conseguirse mediante diferentes formas de digitalización del propio producto, que pueden dar lugar a nuevos modelos de negocio basados en servicios (uso del producto frente a compra del producto). A continuación se describen brevemente los aspectos más relevantes del tránsito hacia la fábrica inteligente del futuro que serán analizados y estudiados en esta asignatura.

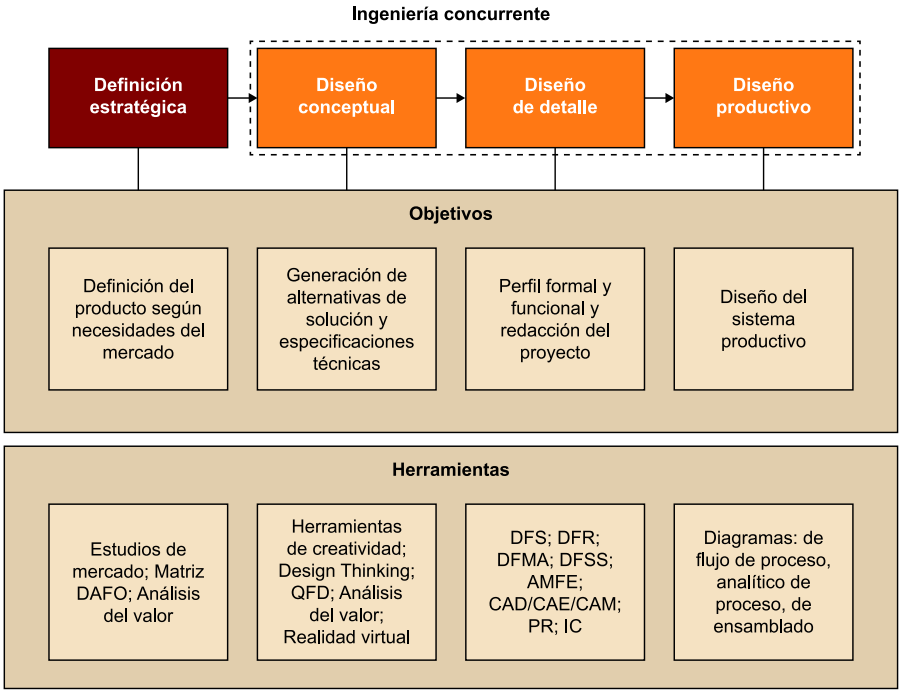
1.1. Diseño e ingeniería de producto

Se inicia la asignatura estudiando la primera etapa del ciclo de vida del producto que corresponde a su diseño, y que incluye la definición estratégica del proyecto de nuevo producto, el diseño conceptual y el diseño de detalle, incluyendo el diseño del sistema de fabricación. En esta etapa la ingeniería de producto nos permitirá convertir una solución técnica en una solución fabricable mediante la simulación y el prototipado para asegurar la viabilidad técnica, económica y medioambiental del proyecto. La figura 1 recoge las fases del diseño y desarrollo del producto, con indicación de las principales herramientas empleadas en cada una de ellas.

Como se observa en la figura 1, las fases de diseño propiamente dichas se desarrollan de forma concurrente. La ingeniería concurrente[1] es un método sistemático de diseño integrado y simultáneo del producto y de los subsiguientes procesos de fabricación y mantenimiento, con el objetivo de que los diseñadores tengan en consideración, desde el inicio del diseño, todos los factores que afectarán al producto a lo largo de su ciclo de vida, incluyendo calidad, coste, plazos y requerimientos del usuario.

(1)Definida por primera vez en al año 1986 por el Institute for Defense Analyses (IDA) de Estados Unidos.

Figura 1. Diseño y desarrollo de producto



AV: Análisis del Valor; QFD: Quality Function Deployment; DFS: Design for Service; DFR: Design for Reliability; DFMA: Design for Manufacturing and Assembly; DFSS: Design for Six Sigma; AMFE: Análisi Modal de Fallos y Efectos; CAD/CAE/CAM: Computer Aided Design/Computer Aided Enginering/Computer Aided Manufacturing; PR: Prototipado rápido; IC: Ingeniería concurrente. Fuente: elaboración propia.

Finalmente, consideraremos el diseño desde la perspectiva del *smart product*, como producto capaz de generar valor y sostener las diferentes etapas de su ciclo de vida, con percepción del contexto, proactivo, autoorganizado y adaptable. Todo ello posible gracias a la incorporación de las TIC al producto que posibilita su digitalización.[2] La consecuencia de esta digitalización es una dualización del producto (físico-digital) que hace posible nuevos modelos de ne-

(2)Las tecnologías estudiadas en la primera de las asignaturas del Máster posibilitan esa digitalización del producto (Desarrollo de Sistemas Ciberfísicos).

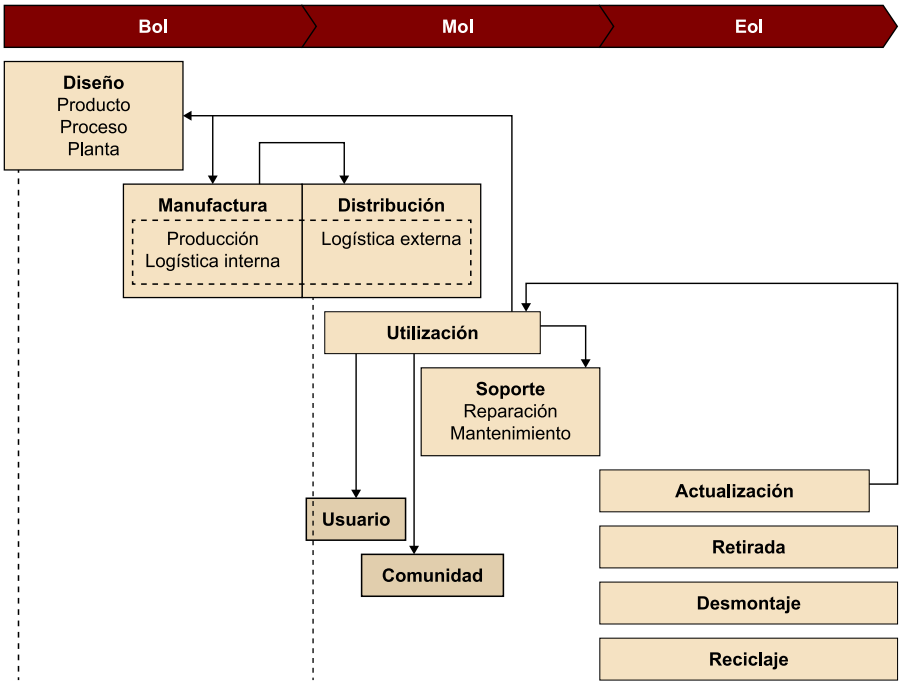
gocio, que permiten asociar servicios al producto o comercializar el propio producto como un servicio. La impresión 3D implica la digitalización total del producto que puede comercializarse por uso, pero la incorporación de los sensores adecuados a un motor eléctrico también puede permitir al fabricante la opción de comercializar un servicio adicional de mantenimiento predictivo. Todo ello exige identificar y establecer los requerimientos del producto en cada una de las etapas de su ciclo de vida, y eso hay que hacerlo desde la primera fase del diseño.

1.2. Gestión del ciclo de vida del producto

Se trata de la etapa final del proceso de lanzamiento de nuevos productos, para la que existen soluciones *software* que permiten la gestión de los procesos de negocio y el conocimiento del producto a través de todas las etapas de su ciclo de vida (PLM: Product Lifecycle Management). En el marco de actuación de la empresa industrial, descrito en el epígrafe anterior, altamente competitivo a nivel mundial y con ciclos de negocio cada vez más cortos, la gestión del ciclo de vida del producto se convierte en la piedra angular de la estrategia de la empresa, encaminada a dotar de agilidad y flexibilidad el proceso de creación del producto, ayudando a las empresas a ofrecer productos y servicios de más calidad y más innovadores, además de reducir los costes y el *time-to-market*, y contribuir a mejorar las relaciones colaborativas con clientes, proveedores y socios.

Por otra parte, es muy importante conocer bien el ciclo de vida de nuestro producto como herramienta de soporte al diseño y desarrollo de productos inteligentes. La figura 2 muestra esquemáticamente el ciclo de vida general de un producto, en el que destacan sus tres fases principales: BOL (*Begining of Life*), MOL (*Middle of Life*) y EOL (*End of Life*), con indicación de posibles flujos de información para la generación de valor a partir del diseño.

Figura 2. Ciclo de vida del producto



Fuente: elaboración propia.

El correcto diseño del producto puede permitir la obtención de información de la etapa de utilización para la mejora del propio producto y de su manufactura, y para optimizar su mantenimiento. Por otra parte, el correcto diseño funcional del producto genera valor para el usuario, y al mismo tiempo su correcto diseño desde la perspectiva medioambiental genera valor para la comunidad. Por último, la aplicación de nuevas tecnología en la etapa de manufactura pueden implicar importantes mejoras en la cadena logística (distribución, gestión de almacenes y gestión de *stocks*), como es el caso de la impresión 3D, que puede llegar a eliminar el *stock*, tanto de materia prima como de producto acabado, y facilitar la reducción drástica e incluso eliminar los costes de la distribución (fabricación en destino exacto: el cliente pasa a ser fabricante y el fabricante se convierte en un proveedor de servicios).

1.3. Nuevas tecnologías para la fabricación

Una vez diseñado el producto y el proceso de fabricación teniendo presente todas las etapas del ciclo de vida del producto, llega el momento de valorar algunas de las principales nuevas tecnologías aplicables, de forma directa o indirecta, a la fabricación. En la presente asignatura nos ocuparemos especialmente de la fabricación aditiva o impresión 3D, la robótica colaborativa y la realidad virtual y aumentada.

Contenido complementario

Entre otras tecnologías, la fabricación aditiva, la robótica colaborativa y la realidad virtual y aumentada son tres tecnologías que se prevén como agentes protagonistas de la Industria 4.0.

En los próximos años, la fabricación aditiva o impresión 3D se extenderá más allá de la realización de prototipos y de la fabricación de componentes individuales, y llegará hasta la fabricación de pequeñas series de productos altamente personalizados o con diseños hasta ahora imposibles. Este avance en el uso de la impresión 3D permitirá reducir los niveles de materias primas ne-

cesarios para la fabricación, cambiará las estrategias de gestión de *stock* y tendrá importantes impactos en la gestión de la cadena logística (reducción de las distancias de transporte). Todo ello con un importante impacto sobre la capacidad competitiva de la empresa.

La robótica avanzada actual contempla el uso de robots cada vez más autónomos, flexibles y cooperativos, que pueden interactuar de forma segura entre ellos y con los humanos, y con capacidad de aprendizaje. En los próximos años los precios de los robots bajarán significativamente sin menoscabo de un incremento sostenido de sus prestaciones. Esta circunstancia ampliará la gama de posibilidades de su uso en la planta industrial, y hará rentable la sustitución de mano de obra en tareas cada vez más complejas.

La incorporación de la robótica colaborativa en la planta industrial introduce la automatización colaborativa, caracterizada por un importante aumento de la productividad y la seguridad de los operarios, y una mejora de la flexibilidad, y que permite también una reingeniería de los procesos industriales orientada a su simplificación para conseguir mejorar su eficiencia.

Por último, la realidad virtual y la aumentada, que permiten desarrollar de manera más eficiente algunos procesos de soporte como el mantenimiento del sistema productivo, el control de calidad, el control de rendimientos y la formación y el *training* del personal, entre otros. La realidad aumentada hace posible la creación de realidades mixtas en tiempo real, combinando elementos del mundo real con elementos virtuales, y ofrece grandes posibilidades de aplicación en el mundo industrial. Estas tecnologías permitirán en un futuro próximo mejorar los procedimientos de trabajo y proporcionarán a los trabajadores información en tiempo real para la mejora de la toma de decisiones.

1.4. Gestión de operaciones y *supply chain*

Este nuevo panorama tecnológico permitirá además la gestión eficaz y eficiente de la cadena logística. Seguirán siendo fundamentales algunas plataformas de gestión que ya hace tiempo que se están utilizando en las empresas industriales, como los ERP (*Enterprise Resource Planning*) y los SCM (*Supply Chain Management*), que soportan la digitalización de buena parte de los procesos de negocio de la empresa, y que deben facilitar la integración vertical, entre departamentos de la empresa, y horizontal, entre agentes del ecosistema industrial. Fabricantes, proveedores y clientes estarán estrechamente conectados, haciendo posible cadenas de valor realmente automatizadas e inteligentes (*smart logistics*). Esta doble integración presenta como principales ventajas la flexibilidad y optimización global, el aseguramiento de la trazabilidad y la transparencia y la posibilidad de implementar nuevos modelos de negocio.