

# GT1. FABRICACIÓN, MANTENIMIENTO Y LOGÍSTICA INTELIGENTES

---

## 1. Descripción

---

Los sistemas de producción son los responsables de proporcionar las características deseadas a los productos finales. En esta área tecnológica de Fabricación Avanzada tenemos tres subgrupos de trabajo definidos como: Fabricación, Mantenimiento y Logística inteligentes. La combinación entre ellas permite la fabricación flexible en función de los requerimientos de producción y calidad, adaptables a las necesidades del mercado.

Actualmente los procesos tradicionales están sufriendo un cambio importante con la automatización y sensorización de los mismos. Se está evolucionando hacia una versión informatizada de la fábrica en la que todos sus procesos se encuentran conectados e interactúan entre sí. El desafío para esta nueva revolución industrial se encuentra ligado a los grandes retos y oportunidades de la Industria 4.0, los cuáles son la incorporación de sensores y electrónica a los elementos que interactúan en los procesos productivos. Integración del Internet de las Cosas (IoT) para construir entornos de conectividad, seguridad y almacenamiento de la información, escalabilidad y computación en la nube, sistemas de análisis de datos Big Data, aplicación de estrategias de aprendizaje automático, mantenimiento inteligente y virtualización de procesos, fabricación aditiva, trazabilidad de la cadena de suministro, aplicación de la realidad virtual/aumentada y robótica colaborativa en torno a la relación hombre - máquina.

Como síntesis, la fabricación 4.0 implica 3 elementos clave:

- ▲ Sensorización y monitorización de la cadena productiva.
- ▲ Integración de clientes, proveedores junto con el resto agentes de la cadena de valor con una visión holística del proceso global.
- ▲ Desarrollo de la relación hombre – máquina para un desarrollo conjunto y compenetrado del proceso fabril.

## 2. Integrantes

---

- ▲ Héctor Sevillano – SRG Global (Líder)
- ▲ Cemre Oezmenci - Benteler
- ▲ Miguel Granda – Bosch
- ▲ Álvaro García - Cidaut
- ▲ Joaquin Sierra - CTAG
- ▲ Manuel Rodríguez – Deutz Spain
- ▲ Francesc Perarnau - Gestamp
- ▲ Diego Borro – CEIT-IK4
- ▲ Fran Huertos – IK4-Lortek
- ▲ Eduardo Beltrán – Corporación Mondragón

- ▲ Félix Corrales - Siemens
- ▲ Javier Alcalá - Sinfiny
- ▲ Gorka Marcos - Vicomtech

### 3. Temas a desarrollar

---

#### 1. Procesos adaptativos de fabricación inteligente

Gracias a las tecnologías habilitadoras, podemos transformar los procesos de fabricación en procesos conectados y virtualizados en tiempo real, que permiten anticipar decisiones de forma descentralizada, eliminar ineficiencias antes de su puesta en marcha y formar perfiles laborales adaptados a los nuevos requisitos digitales. Todo esto garantizando la estandarización de los sistemas de fabricación basados en plataformas modulares, automatizadas, fácilmente configurables y mantenibles, con sistemas cooperativos multi-robot, que reduzcan los tiempos de lanzamiento y ajuste de los procesos optimizando la producción y los costes asociados, alcanzando los ratios de producción y calidad requeridas por el mercado. Esto supone un cambio de paradigma orientado a la fabricación colaborativa con entornos de trabajo donde hombre y máquina interactúan de forma segura. Los procesos se transforman en nuevos procesos productivos más seguros, confortables y atractivos para los trabajadores, que permiten que el operario pase a ser un Operario 4.0 de mayor aportación de valor, con la eliminación de tareas manuales repetitivas.

#### Tecnologías:

##### 1. Interacción persona-máquina y empoderamiento de la labor humana

- ▲ Fabricación colaborativa donde destacan tres entornos principales: el primero vinculado a la mejora de la productividad mediante la reducción de los tiempos sin valor añadido, con esperas de hombre o máquina, junto con la automatización de las tareas repetitivas dentro de los procesos productivos; el segundo facilitando entornos colaborativos eficientes entre equipos multidisciplinares que no tengan una ubicación compartida; y el tercero caracterizado por la asistencia digital que potencia las capacidades humanas con herramientas para la mejora y democratización de la toma de decisiones en tiempo real.
- ▲ Enriquecimiento y simplificación en la información disponible para el operador en operaciones especiales (interfaces avanzadas de voz, vídeo) y combinación de Realidad Aumentada con algoritmos avanzados de Visión Artificial generando entornos capaces de guiar a los operarios durante las diferentes fases de un proceso industrial.
- ▲ Simplificación de los sistemas de seguridad de interface entre robot y operador
- ▲ Visualización y análisis de los flujos complejos de producción con herramientas como dashboards o paneles de mando digitales a pie del entorno de fabricación (Visual Factory) y herramientas MOM (Manufacturing Operations Management) para el análisis de flujos e interacción en tiempo real entre las capas MES y ERP (análisis)

- ▲ Simulación virtual completa de los procesos para la implementación y validación de nuevos productos-procesos (Digital Twin) como metodología orientada a la reducción de costes y optimización de la producción con procesos de mejora continua.

## 2. Flexibilización de la producción

- ▲ Sensorización y redes de comunicación IoT para la recogida de datos en planta, captación de los datos de incidencias como averías y desvíos de los procesos productivos. La integración de capacidades de control con sistemas de información apoyados sobre comunicaciones IoT, representa la fusión del mundo físico y el mundo virtual, dando lugar al concepto denominado sistema ciber-físico (CPS).
- ▲ Redes operativas de robots autónomos con sistemas de reconocimiento e inteligencia embebida.
- ▲ Células modulares autoconfigurables y autoadaptables que reduzcan los tiempos de lanzamiento y ajuste de los procesos optimizando la producción y los costes asociados. Sistemas cooperativos Multi-Robot en entornos sistemas de fabricación flexibles multi-modelo con herramientas configurables.
- ▲ Mantenimiento inteligente apoyado en las plataformas que centralizan los activos conectados, con indicadores y datos que permitan aumentar la disponibilidad y mejora de los procesos. El análisis de estos datos proporciona de forma predictiva relaciones causa-efecto y patrones que pueden contribuir a la detección de situaciones que provocan desviación sobre los valores de referencia.

## 2. Fabricación avanzada sostenible

Minimizar el impacto ambiental fomentando estrategias de fabricación sostenibles haciendo un uso eficiente en el consumo de recursos y materias primas.

Creación de sistemas productivos adaptativos avanzados orientados a eliminar el desperdicio y enfocados a una visión de fabricación con “cero defectos”. Integración de herramientas que gestionen de forma autónoma los parámetros de fabricación adquiridos transformándolos en información accionable por el propio sistema.

Tecnologías:

### 1. Procesos productivos adaptativos que permitan fabricar in-line con cero defectos

- ▲ Sistemas de escaneo IN-LINE de alta capacidad para obtener la geometría 3D del producto durante el proceso procesando con sistemas Smart y aprendiendo de los ajustes realizados para proceder a realizar acciones durante el proceso. El sistema realiza una fabricación inteligente alcanzando la excelencia del producto.

- ▲ Sistemas de almacenamiento y gestión de información embarcada en los componentes para su trazabilidad a lo largo del ciclo de vida. Objetivo: optimización de producto y proceso.
- ▲ Big Data + Machine Learning para modelización de procesos y detección de errores y fallos.
- ▲ Sistemas de visión artificial adaptativa (3D, multispectrales, etc.) dotados de capacidades cognitivas embebidas (Machine Learning, Redes Neuronales, Deep Learning) para el control de proceso y calidad de producto (ej: in-process metrology y/o defectología). Escaneos ópticos que soporten funciones de programación predictivas que permitan anticipar el modo de fallo. Tecnología de soporte para la evolución, monitorización y adaptación de los modelos predictivos.
- ▲ Inspección NDT (Non Destructive Test) mediante termografía y/o corrientes magnéticas para la detección de defectos en piezas y el control y la monitorización de procesos de fabricación.
- ▲ Procesos de fabricación optimizados en sus parámetros: conformado, mecanizado, extrusión, inyección, pultrusión, trefilado, soplado, packaging e higienización.
- ▲ Otro tipo de tecnologías (no contempladas previamente) de sistemas de monitorización y control no destructivos para la integridad y calidad de los componentes fabricados.

## 2. Fabricación aditiva

La inclusión de esta tecnología dentro del tejido empresarial abre un nuevo campo en la fabricación accesible y sostenible favoreciendo una optimización en el uso de materiales al no generar apenas residuos. Se da pie a que los fabricantes puedan producir directamente en la empresa una amplia gama de componentes, recambios de maquinaria, utillajes, herramientas... minimizando tiempos de diseño, mantenimiento, fabricación y logística entre otros. Las técnicas de fabricación aditiva también permiten la reparación de componentes de alto valor añadido (componentes, utillajes, herramientas etc.) o la aplicación de recubrimientos con el fin de extender la vida útil de los mismos. Se abre también la puerta a la fabricación de piezas más complejas mediante optimización topológica, que aparte de menos material evitan etapas intermedias de fabricación.

## 3. Eficiencia energética

Habilitada a través de la adquisición de datos en planta (sensores distribuidos, termografía aérea con drones, etc.) y plataformas de analítica de datos energéticos.

## 4. Economía circular

- ▲ Ecodiseño: Transformación de materiales para conseguir aligeramiento de componentes: composites y nuevas aleaciones metálicas. Transformación de



nuevos materiales: bio-materiales, materiales activos, multimateriales, nanomateriales, recubrimientos y nanomateriales.

- ▲ Reciclado de aceites.
- ▲ Reciclado de arenas de fundición.
- ▲ Reciclado de composites.
- ▲ Reciclado de metales.

### 3. Logística Inteligente

La optimización en los procesos productivos, y la mejora de la propuesta de valor hacia los clientes y consumidores, implica tanto el diseño del producto como el servicio y costes asociados, de este modo, cabe contemplar la importancia que tiene las fases de la logística, tanto internas como hacia los aspectos externos. Además, cabe reflexionar sobre aspectos de las personas implicadas, las cuales debemos de ser capaces de orientarles hacia un mayor aporte de valor en su día a día, con el apoyo de tecnologías que incrementen su motivación y seguridad.

Los sistemas móviles inteligentes, la sensorización y geolocalización, las comunicaciones, el Smart Data, la Realidad Aumentada y otros aspectos tecnológicos deben de implicarse directamente en la optimización de los tiempos para dar respuesta a los clientes, la reducción de consumos energéticos, la reducción de errores y la mejora de las condiciones laborales logrando garantizar la sostenibilidad de las empresas y los sectores.

Tecnologías a desarrollar:

#### 1. Conectividad entre los procesos y optimización de los datos

- ▲ Comunicación bidireccional entre todos los elementos del entorno productivo
- ▲ Conectividad y trazabilidad interoperable de toda la cadena de producción desde el proveedor a cliente
- ▲ Explotación de redes IoT – 5G como soporte a la logística automatizada
- ▲ Sistemas y sensores para la geolocalización en instalaciones complejas y almacenes

#### 2. Gestión inteligente y mejora de procesos

- ▲ Integración de sistemas de gestión de trazabilidad basados en la cadena de bloques (blockchain) junto con dispositivos conectados (IoT) para el envío de la información en tiempo real, garantizando a su vez la utilidad de dicha información para la toma de decisiones dentro de los procesos logísticos, y sin capacidad de alteración ofreciendo altos niveles de transparencia.
- ▲ Control remoto de los procesos productivos con módulos inteligentes de gestión de prioridades.
- ▲ Simulación del sistema logístico para una planificación fiable y detección de cuellos de botella.

- ▲ Plataformas de gestión inteligente de flotas de vehículos autónomos para la adaptación óptima de las planificaciones de tareas logísticas según requerimientos en tiempo real haciendo uso de Big Data y Machine Learning.

### 3. Sistemas de apoyo a la operativa en la manipulación y manejo de materiales y componentes

- ▲ Vehículos de guiado automáticos adaptativos con una correcta integración en las herramientas de planificación y control de gestión centralizada o autónomos de tipo sensitivo.
- ▲ Robots móviles colaborativos conectados a los sistemas de gestión y capaces de autoconfigurarse según la demanda operativa.
- ▲ Realidad Virtual y Aumentada para el soporte y guiado en las tareas de los operarios, reducción de errores y mejora de tiempos.

### 4. Smart Factory Logistics

- ▲ Llevando a cabo trazabilidad unitaria embebida, geolocalización en tiempo real de componentes y operarios.
- ▲ Control en tiempo del tráfico de medios logísticos.
- ▲ Gestión inteligente de inventarios (prescriptive inventory management).
- ▲ Estandarización de sistemas logísticos escalables y abiertos.
- ▲ Integración digital de toda cadena de suministro (cliente-inbound-intralogística-outbound) - Digital extended supply chain.

## 4. Digitalización de la Industria

La evolución hacia la Industria 4.0 no afecta solamente a los procesos industriales nucleares que hemos analizado (fabricación, mantenimiento y logística), sino que impacta de manera transversal a toda la organización. Las empresas industriales, muy especialmente, están abocadas ineludiblemente a enfrentarse a un proceso de Transformación Digital integral si quieren mantener su competitividad. Es por ello que, independientemente del imprescindible foco en el proceso productivo, consideramos también abordar acciones conducentes a una transición eficiente y ordenada hacia la Industria 4.0.

- a) **Plan de Transformación Digital.** Formando parte del Plan Estratégico de la Empresa, debe contener los ejes estratégicos, líneas de actuación, hitos y objetivos claros para que el conjunto de la organización trabaje de forma alineada en la consecución de la transformación digital.
- b) **Formación y capacitación en Industria 4.0.** Establecimiento de los planes formativos necesarios y adaptados a todos los departamentos de la empresa,

verticalmente desde la Dirección hasta el operario de planta y transversalmente en todos los departamentos de la empresa.

- c) **Ciberseguridad y Seguridad Industrial.** Según los especialistas, año tras año es el principal riesgo en los procesos de digitalización de la industria, por lo que es vital que cualquier el proyecto de transformación tenga en foco la ciberseguridad de forma prioritaria. No solo referido a sistemas y redes industriales de comunicación para proteger su acceso y supervisión, sino también en el acceso a las instalaciones productivas, exteriores, control de acceso a personas, protección de células de producción, exclusión en zonas de riesgo, etc.
- d) **Integración de Sistemas IT y OT.** Debido a la cada vez mayor y más necesaria integración de los sistemas industriales de planta con los sistemas informáticos de gestión, es necesario que los departamentos de IT (Tecnologías de Información) y OT (Tecnologías de Operación) trabajen coordinadamente en las diferentes capas. Si tomamos como ejemplo el modelo RAMI 4.0 (Modelo de Referencia de la Arquitectura para la Industria 4.0) es necesario integrar bidireccionalmente los Sistemas de Control de Producción (MES) con los Sistemas de Control de Operaciones (MOM) y los sistemas de Gestión Empresarial (ERP).
- e) **Cloud Computing.** Cada vez es más frecuente, por conveniencia que proporciona su flexibilidad y escalabilidad, el uso de soluciones mixtas integrando tanto la nube (Cloud) como el borde (Edge), adicionalmente a los servidores físicos tradicionales en planta (On-Premise) para ahorrar costes y teniendo seguridad de operación con baja latencia.
- f) **Simulación y Gemelo Digital.** Herramientas tanto de modelado y simulación de procesos como de cálculo y simulación para producto, que nos permiten realizar virtualmente con gemelos digitales el diseño previo, simulación y validación para lograr la optimización de la producción, disminuir los tiempos de pruebas y puesta en marcha y reducir los costes de materia prima y consumos energéticos.
- g) **Sistemas ciberfísicos (CPS) para control de los procesos en tiempo real.** A través de la conectividad e interacción de sistemas sensorizados (Internet de las Cosas - IoT) podemos tener el control de toda la cadena de valor de los procesos productivos, logísticos, etc, en tiempo real y con trazabilidad unitaria. Por ejemplo, cualquier cambio en la demanda o características de un producto sería reconocido automáticamente por el proceso que podría reajustar sus parámetros o realizar el reequilibrado de su producción en tiempo real.
- h) **Data Analytics y Machine Learning.** Los datos que recogemos de planta, pretratados mediante algoritmos de análisis y mejorados continuamente mediante el aprendizaje máquina, nos dan información valiosa que podemos visualizar de manera amigable (concepto Visual Factory) tanto desde el puesto del operario

hasta el responsable de planta, permitiendo a diferentes niveles la toma de decisiones accionables en tiempo real.

- i) **Operario 4.0:** formado en tecnologías digitales y equipado con wearables (gafas, sensores) para apoyarle mediante Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA) en formación del puesto de trabajo, tareas de producción y mantenimiento a trabajadores inexpertos, así como sistemas de asistencia física (exoesqueletos) para mitigar la penosidad del puesto y mejorar la prevención de riesgos laborales a trabajadores senior expertos.