

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

### ACTUACIONES DE LAS ENTIDADES PARTICIPANTES EN FACENDO 4.0

#### CTAG

#### PROCESO DE PRODUCCIÓN

En el ámbito de **innovación de procesos** CTAG ha participado en cuatro paquetes de trabajo alrededor del concepto industria 4.0 y la transformación hacia una fábrica hiperflexible, inteligente y humana.

La metodología seguida se apoya en el análisis de tecnologías y posterior test de pruebas de concepto y aceleración tecnológica en el Booster Manufacturing Lab de CTAG. Esto ha permitido verificar que el sistema funciona correctamente frente a toda la diversidad de vehículos, así como frente a todas las condiciones ambientales (luz, temperatura, interferencia de otros equipos o personas, etc...).

#### FÁBRICA VIRTUAL

Esta actuación orientada a la fábrica virtual se basa en tecnologías de Gemelo Digital y herramientas de cálculo por Elementos Finitos.

El objetivo ha sido desarrollar un modelo virtual que se corresponda perfectamente con la realidad física de la planta, de forma que cualquier modificación realizada en ésta se refleje automáticamente en su gemelo virtual y que tras los análisis de optimización en dicho modelo virtual, su traslación a la realidad física sea prácticamente automática.

Se ha trabajado sobre la modelización 3D, integración producto/proceso, la interacción entre el modelo virtual y la realidad y el virtual commissioning en los talleres de carrocería, de pintura y de montaje, colaborando en la mejora de la eficiencia de los procesos.

También se ha trabajado en la generación de gemelos digitales, mediante simulación multifísica, para algunos de los procesos que ocurren durante el pintado del vehículo. En concreto, sobre el proceso de deposición electrostática de la cataforesis y sobre el proceso de curado de la pintura en el horno. El objetivo de estos estudios ha sido la optimización del espesor de la capa de cataforesis y del correcto curado de la misma con los menores consumos energéticos y de material posibles.

#### FÁBRICA CONECTADA: Tecnologías 5G y Big Data

El objetivo de este paquete de trabajo ha sido gestionar la inmensa cantidad de datos que se producen diariamente en todos los procesos de la factoría para ser capaces de convertir esos datos en información útil, con el fin de detectar puntos de mejora.



# FACENDO 4.0

FACTORY COMPETITIVENESS AND ELECTROMOBILITY  
THROUGH INNOVATION AND DIGITAL TRANSFORMATION 4.0

Se han realizado acciones en los campos de Big Data y Machine Learning, investigando en arquitecturas eficaces y seguras para la gestión de sistemas Big Data y en protocolos de integración de los mismos y en el campo de la sensorización de los procesos, probando sistemas sensorizados aislados para la realización de seguimiento de calidad y fiabilidad en las líneas de producción, así como en temas de trazabilidad, geolocalización y RFID.

Por último, y para lograr la conectividad de los operarios y facilitar su trabajo, se han desarrollado actividades en el campo de la Realidad Aumentada y Mixta.

## FÁBRICA ÁGIL Y FLEXIBLE

Las fábricas necesitan ser cada vez más flexibles, adaptándose de una manera rápida y ágil a los cambios necesarios como consecuencia de una mayor personalización de los productos y la cambiante demanda.

En este ámbito se ha trabajado en tecnologías de Binpicking, Robótica Colaborativa, Machine Vision y DeepLearning.

Se han probado sistemas y procesos modulares avanzados que sean intercambiables en una planta de producción.

Utilizando las herramientas de la industria 4.0 se ha trabajado en la optimización de procesos logísticos, mediante el desarrollo de sistemas automáticos que combinan sistemas de binpicking, medición y realización de operaciones en automático.

Se han estudiado nuevos conceptos en robótica industrial y colaborativa, por ejemplo, nuevos conceptos colaborativos en la industria y en el desarrollo de trayectorias óptimas robóticas con Inteligencia Artificial para poder salvar algunos obstáculos de accesibilidad y de diversidad que hacían imposible el uso de soluciones clásicas.

Por último, también se ha trabajado dentro de este paquete en sistemas de control y corrección de calidad en flujo.

## FÁBRICA ECOAMIGABLE

El objetivo ha sido conseguir que la planta sea un espacio ecoamigable y los estudios se han centrado en facilitar la actividad de los operarios haciendo que su trabajo sea más seguro y ergonómico mediante la utilización de tecnologías de Exoesqueletos, IoT Devices y Smartgloves.

De esta manera se ha trabajado en la salvaguarda de personas, desarrollando sistemas que integran el operario y la línea, garantizando la seguridad y la salud laboral, y facilitando a los operarios herramientas que faciliten el aprendizaje de nuevas operaciones y eviten errores.



UniversidadeVigo



Proyecto apoyado por la Consellería de Economía, Industria e Innovación de la Xunta de Galicia, a través de la Axencia Galega de Innovación, y cofinanciado con cargo al Fondo Europeo de Desarrollo Regional "Una manera de hacer Europa".

## PRODUCTO

En el campo del **vehículo del futuro**, CTAG ha participado en tres paquetes de trabajo orientados a incorporar tecnologías y aplicaciones de **confort inteligente**, de **conectividad** y de **HMI y experiencia de usuario** en la nueva generación de vehículos eléctricos, autónomos y conectados.

### SMART CONFORT

Centrado en el desarrollo de estrategias de confort inteligente en dos ámbitos principales, el confort térmico y la ergonomía.

En cuando a confort térmico, se buscaba definir métodos para reducir el consumo energético ligado a la climatización del vehículo sin perjudicar, o incluso mejorando, la percepción térmica de los ocupantes, para ambientes fríos, moderados y cálidos. Se han aplicado estrategias de control automático a los diferentes componentes del vehículo y modifican aspectos como la distribución de los flujos de aire en el interior del habitáculo.

Se han desarrollado nuevas estrategias de gestión térmica tanto para climas fríos como climas cálidos con las que se ha reducido en más de un 15% el consumo energético, incrementando el confort percibido por los usuarios y reduciendo significativamente los tiempos de convergencia. Asimismo, se han desarrollado modelos numéricos correlados que servirán de base para el estudio de nuevas soluciones de confort de proximidad. Estos modelos numéricos consiguen predecir temperatura, velocidad del aire y sensación de confort del usuario para cada configuración del sistema de acondicionamiento de aire en el habitáculo.

Para la mejora de la ergonomía, con pruebas físicas en laboratorio, simulaciones y caracterizaciones, se ha trabajado en el desarrollo de un método automatizado de simulación de punto H para asientos de automoción y en el desarrollo de un procedimiento para la evaluación de nuevas características ergonómicas en asientos durante conducción de larga duración.

También se ha estudiado una nueva solución orientada a reducir el disconfort en conducción de larga duración. Para ello se aplicó un nuevo procedimiento de evaluación ergonómica que, entre otros, tiene en cuenta parámetros fisiológicos como la actividad muscular durante la conducción, realizándose una campaña experimental en condiciones reales de uso.

### VEHÍCULO CONECTADO

Centrado en los sistemas de conectividad entre vehículo, las infraestructuras y otros usuarios de movilidad. El marco de actuación ha sido el análisis y aplicación de los nuevos avances en tecnologías de comunicación, carga eléctrica y sistemas infotainment que permiten responder a las necesidades de los vehículos



conectados, probando y evaluando el impacto de estas soluciones de cara a mejorar los niveles de seguridad, confort e impacto en el entorno de los coches del futuro.

A continuación, las cuatro líneas de trabajo abordadas y los resultados obtenidos:

- Adaptación de la unidad de comunicaciones de CTAG a los nuevos requisitos y estándares 5G en el marco del vehículo autónomo y conectado, habilitando la realización de pruebas tanto en laboratorio como en entorno real de funcionalidades 5G avanzadas. Tanto para servicios V2X orientados a Infotainment como para aquellos focalizados en la mejora de la seguridad y la eficiencia en la conducción, se han evaluado las métricas más relevantes de esta tecnología. Los trabajos realizados han permitido ahondar en el conocimiento de dichas tecnologías y estándares de cara a su aplicación en servicios de vehículo conectado.
- Definición de una prueba de concepto Vehicle To Grid (V2G), dimensionando la arquitectura y los elementos a integrar a partir de un estudio exhaustivo del estudio del estado del arte sobre tecnologías V2G. Se han dejado sentadas claras referencias para decidir de forma adecuada sobre los elementos que debieran integrar la arquitectura de las pruebas de concepto que permitan evaluar los beneficios de integración de esta tecnología, así como posibles aplicaciones relacionadas que permitan ampliar los servicios proporcionados.
- Diseño e implementación de un banco de validación que permite tanto la automatización de pruebas de análisis de tecnologías de comunicación como la ejecución de conformance tests para análisis de tipología y codificación de mensajes, permitiendo testear las distintas tecnologías de comunicación en entornos simulados haciendo uso de información continua y precisa no sólo en lo referido a posicionamiento sino también a la sincronización de la comunicación entre los dispositivos que integran el banco.
- Definición e implementación de un banco de desarrollo para análisis de arquitecturas de integración de la plataforma Android Embedded que permite de forma práctica analizar las propuestas de arquitectura definidas, pudiendo analizar su rendimiento y facilitar la elección de la arquitectura más idónea en función de los servicios cuya información se quiera manejar.

## HMI & UX

En este ámbito, reconocido como uno de los principales puntos de interés del proyecto, la colaboración entre CTAG y Stellantis se ha afianzado con la obtención de resultados en HMI (interfaz hombre-maquina) y en experiencia de usuario (UX), que serán clave para la aceptación de los nuevos sistemas en los vehículos del futuro.

El objetivo de este trabajo ha sido construir una base, unas guías de diseño, para la relación entre el usuario y el vehículo en los futuros modelos de Stellantis atendiendo a las necesidades asociadas a las nuevas funcionalidades, tecnologías y conceptos de movilidad. Algunas de las principales líneas de actuación han sido:



Universidad de Vigo



Proyecto apoyado por la Consellería de Economía, Industria e Innovación de la Xunta de Galicia, a través de la Axencia Galega de Innovación, y cofinanciado con cargo al Fondo Europeo de Desarrollo Regional "Una manera de hacer Europa".



# FACENDO 4.0

FACTORY COMPETITIVENESS AND ELECTROMOBILITY  
THROUGH INNOVATION AND DIGITAL TRANSFORMATION 4.0

- La conducción autónoma y la identificación de soluciones de HMI y UX que permitan al usuario comprender mejor el contexto, las decisiones y comportamientos del vehículo.
- Soluciones de HMI y UX asociadas a la integración de nuevas tecnologías, como la Realidad Aumentada, para evaluar su utilidad aplicada a las diferentes funcionalidades del vehículo (Sistemas ADAS, Navegación...).
- El concepto de Sistema de Aparcamiento Remoto, evaluando soluciones de HMI que, desde fuera del vehículo, contribuyan a mejorar la confianza y el uso de esta funcionalidad.
- El confort térmico, con el estudio y evaluación de soluciones para interfaces intuitivas que permitan una gestión del confort térmico en un vehículo, teniendo en cuenta el contexto de optimización de consumos asociados al vehículo eléctrico y la introducción de nuevas tecnologías como las superficies calefactables.
- Los materiales inteligentes, centrándose en la iluminación funcional como una posible solución de HMI en ciertos casos de uso de conducción.

## OBSERVATORIO TECNOLÓGICO

CTAG ha realizado una continua monitorización de la evolución del estado del arte, haciendo seguimiento de 6 factores críticos de vigilancia y generando un conjunto de 52 boletines de vigilancia tecnológica.



Universidade de Vigo



Proyecto apoyado por la Consellería de Economía, Industria e Innovación de la Xunta de Galicia, a través de la Axencia Galega de Innovación, y cofinanciado con cargo al Fondo Europeo de Desarrollo Regional "Una manera de hacer Europa".

## AIMEN

AIMEN como centro de Innovación y Tecnología altamente especializado en el campo de los materiales, los procesos de fabricación avanzada y la digitalización, ha participado en los paquetes de trabajo **“Fábrica Ágil y Flexible”**, **“Fábrica Ecoamigable”** y **“Observatorio Tecnológico”**.

Se han validado, en un entorno industrial representativo, innovaciones en distintos campos de aplicación cuyo objetivo común ha sido maximizar el grado de automatización de ciertas operaciones que presentaban un alto grado de intervención humana. Esto se ha llevado a cabo a través de la implementación de tecnologías avanzadas como robótica, visión artificial, tratamiento superficial con tecnología láser o sistemas de control auto-adaptativos.

A modo de resumen se detallan los desarrollos más significativos:

- Investigación, desarrollo y validación en entorno relevante (TRL5) de un sistema automatizado de control de calidad de uniones soldadas mediante procesos de soldadura MIG/MAG.
- Investigación, desarrollo y validación en entorno relevante (TRL5) de un sistema de inspección automatizada mediante tecnología por ultrasonidos Phased-Array de puntos de soldadura por resistencia.
- Investigación de procesos avanzados de fabricación aditiva para la fabricación de utillajes metálicos y poliméricos multifuncionales.
- Investigación y desarrollo de un sistema de marcado láser asistido por visión artificial con capacidad para realizar códigos de trazabilidad en la línea del proceso de embutición.
- Validación en entorno relevante (TRL5) de la aplicación de tratamientos térmicos localizados mediante tecnología láser como alternativa a los procesos de recubrimiento (CVD, PVD o Chrome Plating) para conseguir las propiedades superficiales necesarias en troqueles o moldes de estampación, que permitan aumentar su vida en servicio.
- Investigación, desarrollo y validación en entorno relevante (TRL5) de un sistema automatizado de manipulación avanzada para la colocación de material flexible en el techo de la carrocería.
- Investigación y desarrollo de un sistema de monitorización en línea, multiparamétrico, multipuntual y flexible, basado en sensores de fibra óptica tipo Fiber Bragg Grating (FBG), para el diagnóstico, monitorización y predicción de estado de algunos de los componentes críticos de la línea de estampación y líneas de chatarra de Stellantis Vigo.
- Validación en entorno relevante (TRL5) de procesos de microtexturizado de troqueles de embutición mediante tecnología láser.



# FACENDO 4.0

FACTORY COMPETITIVENESS AND ELECTROMOBILITY  
THROUGH INNOVATION AND DIGITAL TRANSFORMATION 4.0

## GRADIANT

Gradiant participa el proyecto Facendo 4.0 en tres paquetes de trabajo en los ámbitos de **la conectividad inteligente y las tecnologías de la información**.

Durante el desarrollo del proyecto, Gradiant ha conseguido poner en marcha demostradores tecnológicos con los que evaluar las innovaciones más recientes en materia de comunicaciones, IoT y arquitecturas multi-cloud y su aplicación en la Industria 4.0, como pueden ser las redes privadas 5G o herramientas para la actualización de dispositivos IoT.

El principal objetivo alcanzado ha sido generar la confianza necesaria en las nuevas tecnologías que servirán como base de la industria de la automoción del futuro, cada vez más conectada y ágil, gracias al intenso aprovechamiento de los datos generados por los diferentes procesos.

En el ámbito de la **conectividad**, Gradiant ha diseñado, configurado y desplegado una red 5G SA (lo que ahora comercialmente se denomina 5G+) privada de prueba, junto con un conjunto de servicios específicos -broadcast, monitorización de red, detección de interferencias, despliegue ágil, etc.- que han servido para validar las funcionalidades requeridas en el ámbito de la Industria del Futuro. Esta red 5G independiente se desplegó de forma pionera en el mundo para Stellantis Vigo, que solicitó el uso temporal de la frecuencia 5G a la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras en régimen de auto prestación, para probar con éxito el uso de una red 5G totalmente privada para la gestión de un circuito de AGV (*Automated Guided Vehicle*), sustituyendo a la red Wifi.

En lo referente a **IoT**, se han investigado los mecanismos para la gestión de dispositivos y aplicaciones utilizadas en Stellantis Vigo, haciendo especial foco en la agilidad de despliegue y en el mantenimiento de la seguridad de las comunicaciones, tanto en lo referente a la prevención como a la detección, modelado y respuesta de posibles ciberataques.

Finalmente, en la línea de trabajo en **Cloud**, se han definido metodologías y herramientas que permiten optimizar el uso que una gran industria hace de los recursos en la nube, permitiendo gestionar de forma dinámica y transparente varios proveedores, al tiempo que se optimizan las buenas prácticas de desarrollo y despliegue de aplicaciones.



Universidade de Vigo



Proyecto apoyado por la Consellería de Economía, Industria e Innovación de la Xunta de Galicia, a través de la Axencia Galega de Innovación, y cofinanciado con cargo al Fondo Europeo de Desarrollo Regional "Una manera de hacer Europa".

## UNIVERSIDADE DE VIGO

La Universidade de Vigo participa en Facendo 4.0 en dos paquetes de traballo: **Fábrica Ecoamigable** y **Smart Connectivity**. En el primero, destacan las actividades Green Factory y Mantenimiento predictivo y en el segundo la Automatización de la gestión de recursos. En las actividades del primer paquete, la Universidade de Vigo colabora con Stellantis, mientras que en el segundo intervienen éstos y el Centro Tecnológico Gradient.

### FÁBRICA ECOAMIGABLE

#### GREEN FACTORY

Con el objetivo de evolucionar hacia una fábrica más sostenible, el Grupo de Tecnología Energética (GTE) de la Universidade de Vigo, ha centrado su trabajo en diversas tareas para reducir el impacto que la actividad de la planta tiene sobre el medio ambiente, persiguiendo un mayor uso de energías renovables y el empleo de tecnologías libres de carbono. Entre los trabajos realizados en el proyecto destacan:

- Reducción de la emisión de compuestos orgánicos volátiles a la atmósfera a través de pruebas in situ y en laboratorio, de los gases de la incineradora, además de estudiar el posible origen de los depósitos que aparecen en el intercambiador.
- Reducción del consumo de energía primario y de las emisiones de dióxido de carbono a través del análisis energético de la red de aire comprimido, el enriquecimiento progresivo de Gas Natural con Hidrógeno o el autoconsumo con renovables.
- Identificación de focos de calor residuales (ej. generación de aire comprimido) y análisis de funcionamiento de los recuperadores actuales de los hornos de pintura mediante su gemelo digital.
- Estudios sobre la gestión del agua, tratamiento de residuos y conservación de la biodiversidad donde se han analizado las tendencias del sector y se han propuesto distintas alternativas.

Se ha comprobado que, a través de estas soluciones innovadoras, la evolución de la industria hacia un modelo más eficiente, que incorpore mejoras y modos de funcionamiento más respetuosos con el entorno natural, es factible gracias al aprovechamiento de los recursos disponibles y a la reducción del consumo de energía.

#### MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El Grupo de Diseño y Simulación Numérica en Ingeniería Mecánica y el grupo ENE, han llevado a cabo esta actividad que desarrolla soluciones en y para un entorno industrial, dentro de las actividades de Fábrica Ecoamigable.





# FACENDO 4.0

FACTORY COMPETITIVENESS AND ELECTROMOBILITY  
THROUGH INNOVATION AND DIGITAL TRANSFORMATION 4.0

Dentro de la necesidad de aumentar la competitividad de los procesos industriales el control de mantenimiento de maquinaria compleja es clave para evaluar su optimización. La evaluación de datos integrados de proceso requiere su obtención y su análisis.

Se ha demostrado que es posible obtener datos de consumo eléctrico con una intervención mínima, no invasiva, capaces de proporcionar información de los procesos individuales, simplificando considerablemente el proceso de recogida de información.

Por ello se ha desarrollado un modelo cinemático de un equipo complejo (prensa de embutición) y un modelo de Redes Neuronales capaz de discriminar el proceso realizado en la prensa: sus estados, equipos auxiliares y la identificación de pieza con una fiabilidad muy alta y adecuada al proceso. Al mismo tiempo se puede analizar el consumo de potencia por pieza y estudiar opciones de optimización de componentes de consumo aislados.

El sistema de análisis desarrollado puede implementarse de manera que proporcione información en tiempo real, e incorporarse a un sistema complejo de control integrado de proceso en planta, tipo gemelo digital.

## SMART CONNECTIVITY

En este caso, se ha llevado a cabo el estudio de mecanismos que permitan garantizar la calidad de las conexiones, algo esencial cuando se necesita transmitir datos e instrucciones para sistemas críticos. Se utilizó la técnica del 'network slicing' para crear múltiples redes virtuales en una infraestructura física compartida. Destacan las siguientes actividades:

- Se ha logrado avanzar en el análisis de alternativas y el diseño de una arquitectura para la unificación de comunicaciones con continuidad de sesión. Aunque no existen implementaciones para los nuevos estándares, se ha iniciado el proceso de implementación de desarrollos propios.
- Se ha logrado obtener un conocimiento completo de la arquitectura de red a nivel de planta y su entorno, además de contar con un mecanismo para reservar recursos para cada 'slice' de red.
- En paralelo, se llevó a cabo una actividad centrada en la implementación de una red multi-tecnología con el objetivo de satisfacer las diversas necesidades de dispositivos en términos de transmisión, latencia, movilidad y fiabilidad.
- Se identificaron objetivos específicos como desplegar funciones avanzadas de conectividad, proporcionar simultaneidad de comunicaciones con diferentes niveles de servicio y unificar las comunicaciones en la red privada y pública.
- Se ha logrado implementar una red 5G Stand Alone con 'network slicing' y se han realizado pruebas exhaustivas para validar su funcionamiento y capacidad de suministrar segmentos de red a los usuarios finales.
- Se ha demostrado la adaptabilidad y rendimiento de la red a través de pruebas que incluyeron el registro de terminales 5G, la creación de sesiones de datos en diferentes 'slices' y el enrutamiento correcto del tráfico.



Universidade de Vigo



Proyecto apoyado por la Consellería de Economía, Industria e Innovación de la Xunta de Galicia, a través de la Axencia Galega de Innovación, y cofinanciado con cargo al Fondo Europeo de Desarrollo Regional "Una manera de hacer Europa".



# FACENDO 4.0

FACTORY COMPETITIVENESS AND ELECTROMOBILITY  
THROUGH INNOVATION AND DIGITAL TRANSFORMATION 4.0

Estos avances significativos en el proyecto demuestran la capacidad de adaptación y rendimiento de la red, lo que impulsa el desarrollo de soluciones de conectividad inteligente en entornos industriales.



Universidade de Vigo



Proyecto apoyado por la Consellería de Economía, Industria e Innovación de la Xunta de Galicia, a través de la Axencia Galega de Innovación, y cofinanciado con cargo al Fondo Europeo de Desarrollo Regional "Una manera de hacer Europa".