

aimen technology bulletin
boletín tecnológico
CENTRO TECNOLÓGICO



Lugar de la Empresa

GESTAMP

Actualidad I+D+i

Proyecto Z-BRE4K

Tecnología e Innovación

FSW para E-mobility

AIMEN Noticias



| | |
|---|----|
| Editorial | 3 |
| Lugar de la empresa | |
| GESTAMP | 4 |
| Actualidad I+D+i | |
| Proyecto Z-BRE4K | 7 |
| Tecnología e Innovación | |
| FSW para E-mobility | 9 |
| AIMEN Noticias | |
| AIMEN lidera un proyecto europeo que aplicará los principios de la economía circular a la industria 4.0..... | 12 |
| Conde conoce los avances en tecnologías 4.0 desarrollados por AIMEN en Europa | 13 |
| MANUFACTUR 4.0 acerca a la industria naval y metalmecánica gallega aplicaciones de robótica y visión artificial... | 14 |
| MULTIPLE desarrollará un sistema de bajo coste para optimizar procesos productivos con tecnologías fotónicas | 15 |
| NAVANTIA y AIMEN colaboran en la iniciativa F4ST que busca validar el concepto de Astillero 4.0 | 16 |
| El director de PSA Vigo, Ignacio Bueno, visita AIMEN para conocer las capacidades del Centro en tecnologías de .. fabricación avanzada..... | 17 |
| 4.0driveline desarrollará tecnologías 4.0 para la fabricación inteligente de componentes de transmisión para automoción | 18 |

Depósito legal: VG.115-2007

- Difusión: 850 ejemplares

- Redacción y Edición: AIMEN Centro Tecnológico

- Diseño Gráfico: Marcet Comunicación Gráfica, S.L.

- Fotografía: Archivo AIMEN, GESTAMP, Marcet.

- Impresión: Gráficas Anduriña

- Fecha Publicación: Mayo 2020



La situación excepcional desencadenada por el brote epidemiológico del COVID-19 está marcando, sin lugar a duda, el comienzo del año 2020. Desde un inicio, y en línea con las recomendaciones de las autoridades sanitarias, desde AIMEN hemos implementado de manera efectiva las respectivas medidas de seguridad para proteger lo más importante, la salud de nuestro personal, y al mismo tiempo, garantizar la actividad del Centro, en la medida de posible.

Por ello, comienzo estas palabras agradeciendo la implicación y esfuerzo de todo el equipo de AIMEN por preservar la seguridad y salud de todos y todas, sin desatender nuestros compromisos profesionales. Agradecimiento y mensaje de ánimo que hago extensible a nuestros asociados, colaboradores y clientes, y a todas las autoridades y sectores que continúan trabajando para preservar nuestra salud y garantizar unos servicios mínimos.

Muchos son los sectores industriales que se están viendo afectados por esta situación excepcional. Uno de ellos es el sector automovilístico. A él, dedicamos gran parte de nuestro nuevo boletín.

En la sección *Lugar de la Empresa*, entrevistamos a Ignacio Martín, Director de I+D de Carrocerías en Gestamp. Junto a él, hacemos un repaso de la historia de esta multinacional española presente en más de 23 países. Conocemos como la apuesta por la innovación y la tecnología han sido claves para convertir a la compañía en un referente en el sector automoción.

En el ámbito de la I+D centran su actividad en ofrecer soluciones de seguridad, aligeramiento de peso y confort para sus clientes. Uno de los proyectos en los que están trabajando en la actualidad es la iniciativa europea Z-BRE4K, liderada por AIMEN, y de la que os hablaremos en el apartado de *Actualidad I+D+i*. En ella, se busca reducir a cero los tiempos de inactividad en los equipos de producción en el sector automoción, entre otros.

La *E-mobility* está planteando nuevos retos a la industria del automóvil, uno de esos aspectos clave son las baterías, máximo responsable de la autonomía de los vehículos eléctricos. Motivo por el que hemos dedicado nuestra sección de *Tecnología e Innovación* para hablaros de la tecnología Friction Stir Welding y el papel que está desempeñando en la transición a la electromovilidad.

Aunque se avecinan momentos complicados, quiero enviar un mensaje esperanzador, confiado en que pronto podamos recuperar la normalidad.

Todos juntos, más que nunca, conseguiremos salir adelante.

Un abrazo.

Jesús Lago

Director Gerente

GESTAMP

Entrevista a Ignacio Martín

Director de I+D de carrocerías en Gestamp



Fundado en 1997, Gestamp es un grupo empresarial dedicado al diseño, desarrollo y fabricación de componentes y conjuntos metálicos para el sector de la automoción.

Tras más de 20 años de historia, se han convertido en un proveedor global, de perfil tecnológico, especializado en el desarrollo de productos que comprenden todos los procesos de fabricación de los componentes, cubriendo así toda la cadena de valor. Su cartera de productos incluye carrocería y chasis, sistemas de armado y sistemas de apertura de mecanismos, herramientas, troqueles y otros servicios relacionados.

En la actualidad Gestamp cuenta con más de 100 plantas productivas y 13 Centros de I+D en los que trabajan más de 43.000 personas.

P. Gestamp inició su actividad como un pequeño proveedor local de estampación, pero con una clara orientación global ya que su primera fase de internacionalización no tardó en llegar. ¿Cómo fueron esos inicios?

Gestamp es una multinacional española dedicada al diseño, desarrollo y fabricación de componentes metálicos para el automóvil que comenzó su andadura en 1997. En los inicios, éramos un pequeño proveedor local de estampación de piezas para los vehículos y ahora, 20 años después, somos una multinacional presente en 23 países, con más de 100 plantas de producción que trabajamos para los principales fabricantes de vehículos del mundo.

P. Una expansión que no ha cesado hasta la actualidad en la que son un referente en el sector automoción. ¿Cuáles han sido las claves que les han permitido alcanzar este liderazgo?

La innovación constante y la apuesta por desarrollar las mejores tecnologías de la industria para servir a nuestros clientes han sido claves. Entre ellas destaca la estampación en caliente, de la que somos uno de los líderes mundiales y con la que se

“Nuestros más de 43.000 empleados son sin duda los artífices del éxito de la compañía y nuestro principal activo.”

consiguen piezas más ligeras y más seguras.

Esta innovación constante ha hecho que en Gestamp desarrollemos la tecnología Multistep, que es la cuarta generación de la estampación en caliente, con la que logramos aligerar el peso de las piezas del vehículo y, por tanto, reducir las emisiones CO₂ que se emiten a la atmósfera.

P. ¿Qué papel han jugado los más de 43.000 empleados de Gestamp?

Los más de 43.000 empleados con los que contamos son sin duda los artífices del éxito de la compañía y son el principal activo para seguir desarrollando el negocio. Sin duda, nuestra plantilla ha contribuido a que Gestamp sea hoy una de las compañías líderes en su sector y con la que queremos seguir desarrollando este gran proyecto a largo plazo.

P. Cuentan con más de 100 plantas de

producción. ¿Nos puede explicar más al detalle qué productos ofrecen al sector?

Somos una multinacional especializada en el diseño, desarrollo y fabricación de componentes metálicos de alta ingeniería para los principales fabricantes de vehículos. Desarrollamos productos con un diseño innovador para producir vehículos más ligeros y seguros, que ofrecen un consumo energético mejorado y un menor impacto ambiental. Nuestra cartera de productos cubre las áreas de carrocería, chasis y mecanismos.

Nuestra actividad comprende todos los procesos de la fabricación de los componentes del automóvil, por lo que estamos presentes en toda la cadena de valor.

P. ¿En qué mercados comercializan estos productos?

Como se ha indicado, estamos presentes en 23 países con más de 100 plantas de

producción, por lo que estamos allí donde nuestros clientes nos piden que estemos. Situamos nuestras plantas de producción cerca de dónde nuestros clientes fabrican los vehículos, ya que trabajamos en contacto cercano con todos ellos.

P. Productos con un alto valor tanto en términos de calidad como en términos de sostenibilidad. Su política de empresa está alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. ¿Qué supone este compromiso para Gestamp?

En Gestamp estamos alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Concretamente con los ODS 13, de acción por el clima, así como el ODS 17 de alianzas para lograr los objetivos. El mundo vive un momento de profundos cambios y sin duda las compañías deben de dar respuesta para adaptarnos a ellos, tal y como nos piden nuestros públicos: clientes, accionistas y todos quienes trabajan y se relacionan con nosotros.

P. El objetivo final es conseguir vehículos más seguros y ligeros y, en consecuencia, mejoras en relación al consumo de energía e impacto medioambiental. ¿Cómo está siendo este proceso?

Trabajamos por una movilidad sostenible y lo hacemos en varias líneas: en la etapa de fabricación del vehículo y en la etapa de uso del propio vehículo. Nuestro compromiso es siempre el de trabajar por un vehículo cada vez más seguro y más ligero. Contribuimos a que los coches de nuestros clientes sean más ligeros ya que el peso del coche influye directamente en el impacto de las emisiones de CO₂.

También desarrollamos diferentes soluciones para el vehículo eléctrico y contribuir así a que la movilidad del futuro sea más ligera. En este sentido, estamos decididos a ofrecer soluciones ligeras a nuestros clientes con el fin de apoyarles en la creciente presión de reducir las emisiones de CO₂ en todo el mundo y de alcanzar los exigentes objetivos de emisión.

P. En este tránsito, la innovación se convierte en un factor clave y Gestamp lo ha tenido claro desde sus inicios. En este sentido, ¿qué les diferencia de sus competidores?

“Nuestro compromiso es siempre el de trabajar por un vehículo cada vez más seguro y más ligero.”



Desarrollamos de forma constante actividades de I+D para que la compañía esté lo mejor preparada posible para los retos a los que se enfrenta el sector del automóvil a nivel mundial.

Con este objetivo, ya estamos lanzando nuevos proyectos relevantes de soluciones específicas para vehículos eléctricos como son las soluciones multimateriales, la cuarta Generación de estampación en caliente, nuevos productos como las cajas de

baterías que integran y protegen la batería en el vehículo o distintas tecnologías de aluminio.

P. Para llevar a cabo este trabajo, cuentan con 13 Centros de I+D+i. ¿Cómo distribuyen su actividad?

En Gestamp, centramos nuestra actividad de I+D en ofrecer soluciones innovadoras de seguridad, aligeramiento de peso y confort a nuestros clientes, los principales fabricantes de vehículos del mundo. Sin duda, la





“Desarrollamos constantemente actividades de I+D para que la compañía esté lo mejor preparada posible para los retos a los que se enfrenta el sector del automóvil a nivel mundial.”

innovación es clave para nuestro Grupo. En este sentido, co-desarrollamos con nuestros clientes las soluciones más adecuadas y, de este modo, ofrecemos innovaciones que se ajustan a sus necesidades concretas. Esto lo hacemos mano a mano con ellos.

P. Con AIMEN mantienen una larga trayectoria de colaboración en varios proyectos de I+D+i. Un ejemplo es el proyecto ComMUnion que acaba de finalizar y en el que se ha desarrollado un sistema robotizado para fabricar componentes 3D multi-material metal/composite termoplástico de fibra de carbono. ¿Qué ha supuesto para Gestamp formar parte de este proyecto?

Para este proyecto se fijaron dos objetivos: reducir el peso del vehículo y mejorar el comportamiento de choque. Para ello, se reforzó con fibra de carbono una serie de piezas de estampación en caliente, en una solución técnica que permitía conseguir estos dos objetivos. Somos expertos en

soluciones de estampación en caliente por lo que este proyecto constituye un paso más en ese liderazgo del Grupo en la tecnología que permite fabricar componentes más ligeros y seguros.

P. Otro ejemplo de colaboración es el proyecto Z-BRE4K que tiene como objetivo proporcionar a la industria nuevas soluciones que satisfagan las necesidades de mantenimiento predictivo, innovadoras para el mercado, y que hagan frente a los desafíos futuros con respecto estándares y legislación. ¿Cuál es el papel de Gestamp en esta iniciativa?

Participamos en el proyecto Z-BRE4K como uno de los tres casos de uso. Nuestro rol principal es definir los requerimientos que la plataforma de gestión de mantenimiento predictivo debe cumplir, para dar respuesta a las necesidades de las tecnologías de estampación en frío y de soldadura por arco eléctrico de componentes de chasis.

Hemos instrumentado una prensa y una

célula de soldadura para adquirir parámetros de máquinas durante la ejecución de los procesos de fabricación. Esta información es proporcionada continuamente al resto de miembros del consorcio para que pueda desarrollarse la plataforma de predicción de fallos, de manera que se consiga el objetivo final de obtener procesos productivos con cero averías inesperadas.

Finalmente, trabajaremos en la validación de la plataforma desarrollada en un entorno pre industrial, antes de extrapolar los desarrollos a plantas industriales.

P. ¿Cómo valoraría la colaboración con AIMEN?

La colaboración es positiva ya que nos permite por ambas partes la vigilancia tecnológica para estar al corriente de los últimos avances en tecnología láser.

P. Para finalizar, ¿qué retos se le plantean a Gestamp a largo plazo?

Siempre buscamos ofrecer el mejor servicio a nuestros clientes y responder a sus necesidades. Por tanto, siempre buscaremos responder a esas necesidades a través de la innovación, reforzando nuestro liderazgo a la hora de fabricar componentes metálicos más ligeros y más seguros. ■

Actualidad I+D+i

Proyecto Z-BRE4K

Estrategias y modelos de mantenimiento predictivo basados en sistemas ciberfísicos (CPS) para la detección de fallos inesperados e incremento de la vida útil de las fábricas



Z-BRE4K¹ - proyecto financiado por la Comisión Europea en el marco de la convocatoria FoF-9 del programa H2020 y liderado por AIMEN - tiene como principal objetivo reducir a cero los tiempos de inactividad causados por fallos inesperados en los equipos de producción, mediante el desarrollo de una solución modular para el Mantenimiento Predictivo.

El proyecto, con un presupuesto total de más de 7 millones de euros y una duración total de 42 meses, se encuentra en su tercer año de desarrollo, avanzando hacia la validación de la solución modular Z-BRE4K en los tres escenarios industriales previstos, una vez se ha procedido al desarrollo e integración de sus diferentes componentes.

En los últimos meses, los proveedores y desarrolladores de tecnología y las empresas participantes han cooperado de manera muy efectiva para integrar los subcomponentes Z-BRE4K a nivel de planta en los entornos industriales de los 3 usuarios finales: GESTAMP, SACMI-CDS y PHILIPS. Ello ha permitido realizar una demostración

inicial del sistema en un entorno relevante (TRL6), que ha permitido generar una serie de pautas de cara a la implementación de la solución, incluyendo análisis de área piloto, diseños de topología de software y especificación de instalaciones piloto. La solución está ahora lista para, en los próximos meses, ser probada y validada en un entorno real (TRL7).

Caso de Uso: Sector Automoción

El caso de uso de la **industria de automoción** está liderado por **GESTAMP**. En él se considera una línea de fabricación cero-defectos con diferentes estaciones: Prensa, Soldadura y Metrología. Se trata de implementar estrategias de mantenimiento cognitivo para asegurar la total disponibilidad de los equipos y



medios de producción. La solución exprime la información recolectada de los diferentes equipos y se conecta con el MES y el sistema de control de calidad para la recuperación de datos, que luego son enviados al módulo de modelado predictivo, en el que se generan una serie de predicciones mediante tecnología *machine learning*, con el apoyo adicional de un gemelo digital. De los resultados generados se nutre el Sistema de Apoyo a la Decisión (DSS) que, en base a un FMECA (*Failure mode effects and criticality analysis*), recomendará una lista de acciones para evitar fallos inesperados.

Caso de Uso: Sector Fabricación de Maquinaria

El segundo caso de uso consiste en introducir funcionalidades de mantenimiento predictivo dentro de las máquinas de moldeo por compresión desarrolladas por SACMI y utilizadas por CDS para la fabricación de tapones de plástico para el **sector de bebidas**. Una vez realizado el despliegue de una solución para el *condition monitoring*, el funcionamiento de la línea de producción de CDS se mejorará con las funcionalidades de la solución Z-BRE4K, mediante el despliegue de un DSS que proporciona información sobre el fallo resultante y la vida útil restante (RUL) y sugiere una serie de acciones para evitar que se produzcan dichos fallos. Los diferentes tipos de información proporcionados por el DSS se basan en la salida de diferentes enfoques de los sistemas *machine learning* utilizados para la detección de anomalías y la degradación de los componentes de las máquinas de moldeo por compresión.

Caso de Uso: Sector Bienes de Consumo

El caso de uso liderado por PHILIPS se centra en el **sector de bienes de consumo**



y consiste en una línea de producción con herramientas de conformado en frío donde la empresa pretende pasar del mantenimiento preventivo al predictivo. La solución Z-BRE4K combina varias fuentes de datos y lecturas de sensores para el desarrollo de los algoritmos de predicciones que calculan la vida útil esperada de las herramientas y compara los resultados con los umbrales de experiencia del fabricante en su línea de fabricación. Las predicciones se comunican al DSS que crea sugerencias para mejorar los procedimientos de fabricación y envía la notificación a los gerentes de producción y/o operadores de la línea. El mantenimiento predictivo implementado en este caso de uso maximizará el tiempo de actividad de la maquinaria por la minimización de paradas inesperadas, al tiempo que reduce el almacenamiento de piezas y las horas de trabajo destinadas al mantenimiento, y permitirá además generar un plan de mantenimiento específico en la línea basado en las predicciones de la vida útil esperada de la herramienta, incluidas las nuevas órdenes de mantenimiento para maquinaria y herramientas.

En los próximos meses, los socios del proyecto testearán y evaluarán el funcionamiento de las soluciones Z-BRE4K dentro de las

instalaciones de los usuarios finales, que permitirá realizar un detallado análisis de los resultados y lecciones aprendidas que, a su vez, permita medir el grado de calidad, precisión y funcionamiento de la solución y de su respuesta de cara a los objetivos de mejora de la productividad y de reducción de costes establecidos inicialmente en el proyecto.


Papel de AIMEN

AIMEN, además de coordinar el proyecto, está desarrollando un sistema de monitorización en tiempo real de la calidad de las uniones soldadas para la celda de soldadura de la línea de GESTAMP. El sistema se ha integrado en la línea, y permite recoger y compartir datos mediante estándares de comunicación abiertos en Industria 4.0 como OPC-UA. Actualmente se están recogiendo datos y mejorando los modelos de clasificación para hacerlos más robustos y mejorar el diagnóstico.

Consortio Internacional

El consorcio de Z-BRE4K, además de AIMEN, cuenta con la participación de empresas y centros de investigación de nueve países: ATLANTIS Engineering (Grecia), BRUNEL University (Reino Unido), CORE Innovation & Technology (Grecia), INNOVALIA (España), FRAUNHOFER (Alemania), CRIT (Italia), SACMI (Italia), TRIMEK (España), GESTAMP (España), INOVA+ INNOVATION SERVICES S.A. (Portugal), HOLONIX (Italia), ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE (Suiza), PHILIPS (Países Bajos), INTERUNIVERSITAIR MICROELECTRONICA CENTRUM (Bélgica), CDS (Italia) y FUNDACIÓN AIC (España). ■



¹  This Project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n° 768869. The dissemination of results herein reflects only the author's view and the European Commission is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

FSW para E-mobility

La tecnología Friction Stir Welding en la industria de la automoción

Los requisitos de reducción de emisiones y eficiencia energética exigidos por normativas gubernamentales a la industria de automoción, ha propiciado que los fabricantes de automóviles recurran al aluminio como uno de las principales alternativas para fabricar vehículos más ligeros. Esto hizo que la tecnología **Friction Stir Welding (FSW)**, con sus excelentes propiedades mecánicas y una baja tasa de defectos, se haya convertido en una de las tecnologías más idóneas para la unión de componentes de aluminio en la industria automovilística.

La tecnología FSW fue inventada por Wayne Thomas y patentada en 1991 por The Welding Institute (Cambridge, UK). Desde entonces, se han desarrollado avances en la misma y son muchas las ventajas que ofrece respecto a procesos de unión convencionales.

Se caracteriza por ser un proceso de unión en estado sólido que utiliza una combinación de calor por fricción y presión de forja para obtener uniones soldadas de alta calidad y totalmente automatizadas. Es una técnica que está especialmente indicada para soldar aluminio (por su bajo punto de fusión), aunque también es posible soldar aceros, cobre, titanio, etc. así como otros materiales como polímeros o materiales compuestos.

Las ventajas que ofrece en términos de productividad y ambientales respecto a otras tecnologías de unión convencionales, son significativas:

- Se evitan defectos típicos de soldadura, como porosidad o formación de grietas, por tratarse de un proceso en estado sólido.
- Baja distorsión de los componentes, al tratarse de un proceso de soldadura «en frío».
- Excelentes propiedades mecánicas, por lo general superiores a las logradas por procesos de soldeo por fusión.
- No hay «tiempos muertos» (preparaciones de borde, resanado, reparaciones).
- Excelente repetitividad y reproducibilidad, al tratarse de un proceso totalmente automatizado.
- Es posible soldar aleaciones no soldables o de difícil soldabilidad con procesos convencionales (series 2XXX, 7XXX ...).
- Se pueden soldar materiales heterogéneos difíciles o imposibles de soldar con métodos de fusión.
- Permite la unión de componentes de gran espesor en una o dos pasadas.
- Es posible soldar en muchas configuraciones de juntas: a tope, solape, T, borde, etc.
- Es un proceso limpio «tecnología verde», de una alta eficiencia energética.
- No es preciso utilizar materiales de aporte ni gas de protección (ahorro en consumibles).

Si bien la soldadura FSW es una soldadura lineal, para el sector del automóvil

destaca también una variante del proceso denominada **Friction Stir Spot Welding (FSSW)**. El FSSW es un tipo de soldadura por puntos que ha logrado sustituir en muchos casos a la soldadura por resistencia (ampliamente utilizada en el sector de la automoción), gracias a una drástica disminución de los consumos energéticos.

Hoy en día los procesos de FSW y FSSW se aplican en piezas soldadas a medida (componentes semiacabados para puertas de automóviles), barras estabilizadoras, túneles centrales, ejes de transmisión, pistones, árboles de levas, turbocompresores, juntas en U, capós de automóviles y tapas de maleteros, entre otros.

Aplicaciones de la tecnología FSW en la fabricación de cajas para baterías de vehículos eléctricos

La irrupción del vehículo eléctrico está planteando nuevos retos a la industria automovilística. Las principales empresas del sector trabajan en los últimos años en el desarrollo de las piezas y componentes de los coches eléctricos.

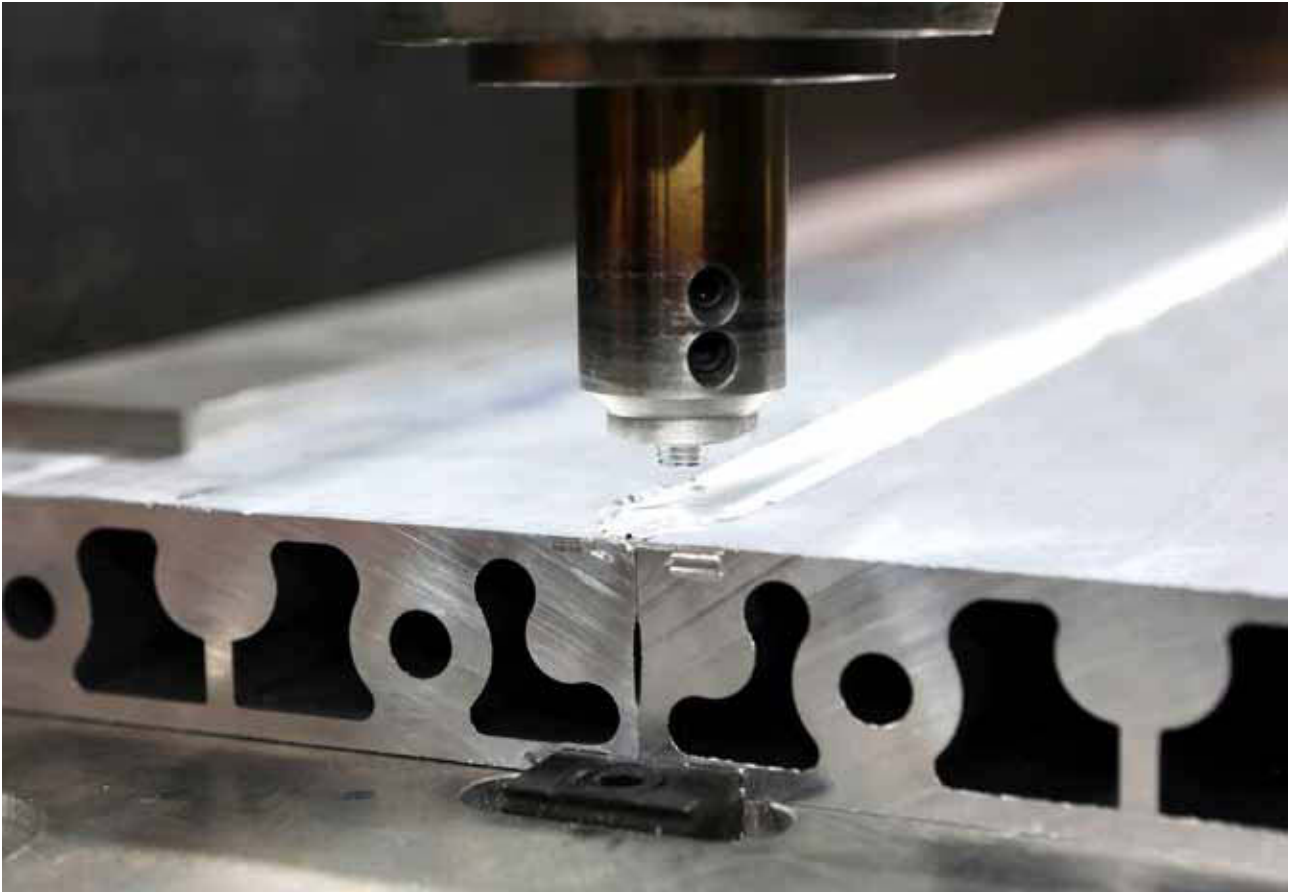
Dentro de esta revolución creada por la movilidad eléctrica, uno de los aspectos clave son las **baterías**, máximo responsable de la autonomía de los vehículos. Además, según fuentes de ANFAC (Asociación Nacional de Fabricantes de Automóviles y Camiones), éstas representan entre el 35% y el 40% del coste del vehículo, lo que la convierte además en el **componente de mayor valor añadido**.

Las **cajas de baterías** son las estructuras que fijan y protegen las celdas y el resto



Equipo FSW en AIMEN Centro Tecnológico





Soldadura FSW de cajas de baterías para vehículos eléctricos

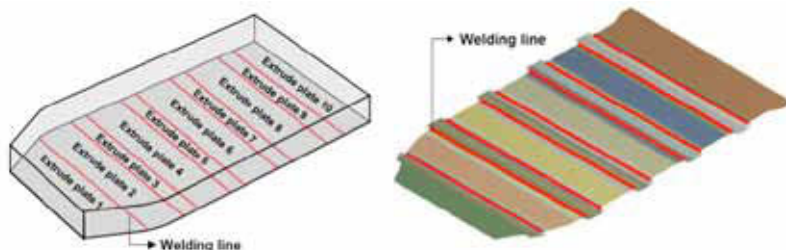
de componentes electrónicos, incluyendo cables y conectores, y que componen la batería de un vehículo. Las baterías solo ofrecen el **rendimiento óptimo** y alcanzan la máxima **vida útil** cuando operan a la temperatura correcta. Por este motivo es preciso integrar sistemas de refrigeración en las cajas de las baterías. Y es ahí donde la tecnología FSW se presenta como una de las técnicas más adecuadas para la unión de los componentes que conforman las cajas de las baterías eléctricas y la integración de sistemas de refrigeración.

En el caso de los vehículos híbridos enchufables, las cajas de batería están ubicadas generalmente en el túnel debajo del suelo y del asiento posterior,

y son de menor tamaño que las de los vehículos puramente eléctricos. El sistema de refrigeración se integra en la parte inferior de la caja de la batería. Es preciso fabricar un circuito estanco, que soporte la presión cambiante y que no provoque deformaciones sobre la superficie sobre la que se va a montar. Esto lo consigue la tecnología FSW, ya que con ella se obtienen cordones de suficiente sección y libres de defectos. Este circuito de refrigeración se cierra soldando mediante FSW una chapa de aleación de forja serie 6000 a la caja de la batería, fabricada en aleación de moldeo serie AC 4000. Gracias a la alta calidad de la soldadura FSW, se consiguen cordones de suficiente sección y libres de defectos,

lo que garantiza la estanqueidad del circuito. En otro tipo de vehículos híbridos enchufables, el panel de suelo refrigerado se fabrica mediante la unión de perfiles extruídos (serie 5000) en los que se ha mecanizado un circuito de refrigeración, a la carcasa, fabricada en aleación de moldeo serie AC4000. La dificultad de la unión de diferentes aleaciones de aluminio, el requisito de estanqueidad, así como el requerimiento de la ausencia de deformaciones térmicas, son los retos que la tecnología FSW consigue superar.

En el caso de los vehículos totalmente eléctricos, la opción preferida es ubicar la caja de la batería ocupando toda la extensión posible del piso del vehículo. De esta manera se aprovecha al máximo el espacio disponible incrementando la capacidad y la autonomía de los vehículos eléctricos. Se logra también un reparto de pesos muy razonable que garantiza un mejor comportamiento del vehículo en cuanto a dinámica en la carretera. Hay fabricantes que siguen montando la caja de la batería independiente, pero los conceptos más modernos incluyen



Las líneas rojas indican las soldaduras FSW para conformar la caja de baterías.
(Fuente: Appl. Sci. 2019, 9,3848)



componentes estructurales que integran la caja de la batería en el vehículo.

El uso de diferentes aleaciones de aluminio, el requisito de estanqueidad y la necesidad de la menor distorsión posible de los componentes, provocada por el aporte de calor durante la soldadura, son las grandes dificultades con las que se encuentran los fabricantes de las cajas de batería de los vehículos eléctricos, y el FSW es la

tecnología de soldadura que da respuesta a estos retos.

Expertise y tecnología al servicio de la E-mobility

En AIMEN contamos con una dilatada experiencia y conocimiento en tecnologías de unión, entre las que se encuentra la tecnología FSW, lo que nos ha convertido en un aliado importante de la industria del automóvil.

Colaboramos con las principales multinacionales OEMs y TIER1s en proyectos que abarcan el ciclo completo del desarrollo de producto, desde la simulación numérica del producto, pasando por el diseño y fabricación de los utillajes de soldadura automatizada, y terminando con el desarrollo de los propios prototipos y pre-series, siempre siguiendo criterios de fabricación lo más cercanos posible a los que nuestros clientes utilizarán en la fabricación en serie. Asimismo, entregamos al final del proyecto un informe completo que recoge toda la información de interés relativa al proyecto; parametrizaciones, utillajes, secuencias de soldadura optimizadas, medición tridimensional 100%, control de estanqueidad 100%, etc. Tenemos una amplia experiencia para contribuir a la mejora del producto y del proceso hasta su total validación para arranque de fabricación en serie. ■

Referencias:

1. Bernd Richter, *Robot-based Friction Stir Welding for E-mobility and General Applications*, Biuletyn Instytutu Spawalnictwa, 2017
2. S. Kang et al., *Welding Deformation Analysis, Using an Inherent Strain Method for Friction Stir Welded Electric Vehicle Aluminum Battery Housing, Considering Productivity*, Appl. Sci. 2019, 9, 3848



AIMEN lidera un proyecto europeo que aplicará los principios de la economía circular a la industria 4.0

LLEVEL-UP¹, un ambicioso proyecto europeo liderado por AIMEN, busca aplicar de forma sistemática los principios de la economía circular a la industria 4.0 con el objetivo de aumentar la vida útil de maquinaria industrial pesada mediante diferentes soluciones innovadoras y, de este modo, contribuir a una industria más sostenible. Con un presupuesto superior a los 17 millones de euros, esta solución se aplicará a sectores como el aeronáutico, la automoción, el metalmecánico o el ferroviario, entre otros.

El valor de este proyecto es que conseguirá actualizar maquinaria obsoleta para integrarla y usarla en el paradigma de la Industria 4.0. De esta forma, las empresas reducirían la gran inversión económica que supone el replazo de estos equipos por unos nuevos, el desmantelamiento y la gestión de final de vida útil del equipo a substituir, incrementando a su vez el retorno de inversión (ROI).

El proyecto LEVEL-UP ofrecerá una plataforma escalable que abarcará todo el ciclo de vida, desde la configuración de gemelos digitales, diagnóstico y predicción del funcionamiento de los equipos, hasta las actividades de reacondicionamiento, reparación in situ o remanufactura hacia el final de la vida útil. Combinará diferentes soluciones de fabricación avanzada y tecnologías digitales para realizar acciones de reacondicionamiento o reparación in situ, entre otros, hacia el final de la vida útil de maquinaria industrial, que se formalizarán en una serie de protocolos circulares, que se demostrarán en 7 casos de uso en diferentes sectores industriales.

Las estimaciones realizadas por los socios del proyecto LEVEL-UP sobre su impacto en la industria europea son los siguientes: se espera incrementar la eficiencia en el empleo de materiales y recursos en un 11,5%; se incrementará en un 16% la fiabilidad de los equipos; se prolongará la vida útil de la maquinaria en un 20%; se conseguirá un retorno de la inversión



superior al 50%; se crearán 810 nuevos puestos de trabajo y se superarán los 80 millones de euros de ROI para el consorcio.

Casos de uso

El proyecto se demostrará en 7 plantas piloto en las que se aplicarán diferentes tecnologías y soluciones digitales englobadas en cada uno de los diez protocolos circulares (modernización, diagnosis funcional, inspección, reparación, desmontaje, actualización, reacondicionamiento, remanufactura, reciclaje y reensamblaje y testeo). Los casos de estudio serán un torno industrial vertical de gran tamaño para el sector metalúrgico; un centro de trabajo para piezas de madera laminada; un sistema de pultrusión del parachoques trasero para el Jeep Renegade; un equipo de extrusión para la fabricación de PVC para caravanas; diferentes equipos de rectificado de la línea del eje ferroviario; una prensa para automoción y un centro CNC (control numérico por computadora) para componentes de motores aeronáuticos.

El proyecto avanzará en varias tecnologías de vanguardia, como la fabricación aditiva, que se empleará, entre otros campos, para crear componentes obsoletos de los equipos que ya no se encuentran en el mercado. También se utilizarán tecnologías láser para reparación de componentes in situ, combinándolas con otras técnicas, como el análisis de diseño, la inspección con ensayos no destructivos o la ingeniería reversa, entre otros.

Otra de las innovaciones en las que se trabajará en el proyecto son los llamados gemelos digitales. Actualmente, la recopilación y sincronización de datos en tiempo real apenas se usa para desarrollar un gemelo digital consistente, por lo que el proyecto LEVEL-UP tiene como objetivos explotar todo el potencial de datos en tiempo real y abordar el concepto de gemelo virtual evolutivo.


Consortio europeo

Además de AIMEN, líder del proyecto, componen el consorcio LEVEL-UP las siguientes entidades: Atlantis Engineering (Grecia), Brunel University London (UK), Core Innovation and Technology (Grecia), Tampereen Korkeakoulusaatio (Finlandia), Holonix (Italia), Fraunhofer Gesellschaft



Zur Foerderung Der Angewandten Und Logistik (Alemania), Sensap Swiss Forschung (Alemania), Asociación de (Suiza), International Data Space – IDSA Empresas Tecnológicas Innovalia (España), (Alemania); SCM Group (Italia), KMWE Biba - Bremer Institut Fuer Produktion Precision (Países Bajos), INEGI - Instituto

de Ciência e Inovação em Engenharia Industrial (Portugal), FAGOR (España), Trimek (España), IDEKO (España), Siemens Aktiengesellschaft (Alemania), Vysoke Ucení Technické V Brne (Chequia), Sofies (Suiza), Toshulin (Chequia), Danobat (España), Thinking Additive (Reino Unido), ESI Software Germany (Alemania), TTS Technology Transfer Systems (Italia), Centre Technique Industriel de la Plasturgie et des Composites –IPC (Francia), Marlegno (Italia), Koplast (Eslovenia), Estampaciones Mayo (España), Lucchini RS (Italia), Centro Ricerche FIAT (Italia) y Austrian Standards Institute Osterreichisches Normungsinstitut (Austria). ■

 This Project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n° 869991.

Conde conoce los avances en tecnologías 4.0 desarrollados por AIMEN en Europa



El conselleiro de Economía, Emprego e Industria de la Xunta de Galicia, Francisco Conde, visitó en el mes de febrero el Centro de Aplicaciones Láser de AIMEN, acompañado por Antonio Casal y Jesús Lago, presidente y director gerente, respectivamente, y por miembros del consejo directivo de AIMEN. El objetivo de la visita era conocer de primera mano las capacidades tecnológicas con las que cuenta la entidad para facilitar al tejido empresarial su reconversión a la Industria 4.0.

Tras una reunión con el equipo directivo y miembros del consejo directivo de AIMEN, Francisco Conde recorrió las plantas de Tecnologías de Unión y Tecnologías Láser, en las que pudo conocer nuevos equipos

de los que dispone el Centro y algunas de las aplicaciones que ha desarrollado AIMEN para diferentes sectores. Concretamente, se realizaron dos demostraciones: una de robótica, sobre guiado manual para aplicaciones en espacio compartido; y otra de impresión 3D, mostrando el proceso de fabricación aditiva de un semicilindro por LMD (*Laser Metal Deposition*) utilizando técnicas de control avanzado.

Asimismo, durante la visita, el equipo directivo de AIMEN le informó sobre algunos de los proyectos de I+D, nacionales y europeos, que está desarrollando el Centro Tecnológico, que cerró 2019 con su mejor dato de participación en programas de investigación europea, consolidándose

como la primera entidad privada gallega en el ranking de participación en el programa Horizonte 2020. En concreto, durante el pasado año puso en marcha catorce nuevas iniciativas europeas de I+D+i, de las cuales ha liderado cinco; y que han supuesto un retorno económico para Galicia de 8,8 millones de euros. Estas iniciativas permitirán que el Centro desarrolle tecnologías basadas en fabricación aditiva y gemelos digitales para poner a disposición de la industria gallega.

Antonio Casal, presidente de AIMEN, destacó “el liderazgo y participación de AIMEN en iniciativas de investigación europea en el ámbito de la fabricación aditiva mediante láser, la robótica colaborativa, la inteligencia artificial, el *machine learning* y gemelos digitales. Iniciativas que permitirán desarrollar soluciones tecnológicas que contribuirán a la implantación del modelo 4.0 en diferentes sectores de la industria gallega. Recalcó, a su vez, “la importancia de reforzar las capacidades de los centros tecnológicos gallegos para consolidar una buena infraestructura de I+D+i al servicio de la industria gallega, para lo que es necesario el apoyo de las administraciones públicas”. ■

MANUFACTUR 4.0 acerca a la industria naval y metalmecánica gallega aplicaciones de robótica y visión artificial

AIMEN ha acogido el pasado mes de marzo dos talleres en el marco de la iniciativa MANUFACTUR 4.0 sobre Robótica y Visión Artificial. La finalidad de estos encuentros era proporcionar a los asistentes formación básica en el ámbito de estas tecnologías y dotarlos de conocimientos en el uso y manejo de las tecnologías Manufactur 4.0, en particular en el uso y manejo de tecnologías de mecanizado de componentes navales y corte y soldadura de injertos en tubos.

Además, se dieron a conocer los beneficios de la implantación de los nuevos modelos de Factoría 4.0 en las pymes, a través de la presentación de dos demostradores tecnológicos desarrollados en el marco de la iniciativa.

MANUFACTUR 4.0

El proyecto MANUFACTUR 4.0, liderado por la Agencia Gallega de Innovación - GAIN y enmarcado en el PROGRAMA EP-INTERREG V A ESPAÑA - PORTUGAL (POCTEP), tiene como objetivo la transferencia de manera efectiva a la industria del sector naval-metalmecánico de nuevas tecnologías de fabricación avanzada y bajo coste, como ejemplos reales y medibles de las mejoras que la I+D+i puede aportar. Ello se traducirá en los siguientes beneficios: intensificación de las relaciones entre centros de investigación y empresas y efecto incentivador de la implantación de las tecnologías 4.0 en un sector estratégico para la Euro-región Galicia-Norte de Portugal. De esta forma, se evidenciarán los beneficios que la adopción de este nuevo enfoque de la Fábrica 4.0 puede aportar al cambio, crecimiento y modernización del sector transfronterizo, contribuyendo claramente al objetivo específico en el que se encuadra el proyecto.

Ello posibilitará, a medio-largo plazo, disponer de una estructura de colaboración conjunta en el ámbito de la fabricación avanzada para el sector en la Euro-



región, y un tejido industrial con alta capacidad técnica, tanto en desarrollo, como en implementación y explotación de tecnologías de fabricación. La interacción de tecnólogos especializados y el bajo coste para llevarlo a cabo constituyen los principales aportes innovadores. ■



MULTIPLE desarrollará un sistema de bajo coste para optimizar procesos productivos con tecnologías fotónicas



AIMEN lidera el proyecto europeo MULTIPLE¹, una iniciativa que pretende conseguir una producción más eficiente y de calidad en diferentes sectores mediante la incorporación de un sistema integral de monitorización y optimización de procesos que combina tecnologías fotónicas innovadoras. Se trata de un proyecto enmarcado en la convocatoria H2020, que cuenta con un presupuesto cercano a los 7,5 millones de euros y en el que participan 16 entidades de 9 países.

El consorcio MULTIPLE desarrollará un sistema de bajo coste en el que se aplicarán sensores fotónicos de última generación con un amplio rango, que va desde el visible hasta el infrarrojo lejano, como son espectrómetros basados en electrónica orgánica, cámaras hiperespectrales compactas con tecnología *filter-on-chip* sensibles en el rango espectral Visible/*Swir* y sensores quemométricos basados en espectroscopía láser en el rango *MWIR*. Para que la solución funcione de forma ágil, dichos sensores se integrarán en dispositivos IoT (Internet de las Cosas) con capacidad de procesamiento embebido para analizar datos en tiempo real, y con capacidad para interoperar con plataformas y servicios de análisis de datos en la nube, como *Big Data*, Inteligencia Artificial y *Deep Learning*; para dirigir los dispositivos de



monitorización y, de ese modo, controlar y actuar sobre la producción.

Este innovador sistema se demostrará en tres sectores: en siderurgia, concretamente en acero; en la fabricación de muebles de baño de madera; y en la producción de chocolate. No obstante, los miembros del consorcio MULTIPLE aseguran que este sistema es escalable y puede ser aplicable a otros procesos de producción y a otros sectores de actividad.

Los principales beneficios que traerá consigo la solución desarrollada en el proyecto MULTIPLE son mejorar la eficiencia de la producción mediante el control de parámetros relevantes y conseguir procesos más veloces, de mayor calidad y que sean eficientes en cuanto a recursos. Además, gracias al control integral de extremo a extremo en la línea de producción, ofrece una ventaja competitiva, ya que tiende a conseguir una fabricación con cero defectos. Asimismo, en el caso de la aplicación planteada en la industria siderúrgica, se conseguirá reducir el consumo de energía y las emisiones de CO₂ y NOX.

Consortio europeo formado por entidades de 9 países

AIMEN lidera este consorcio europeo en el que participan empresas y entidades de España, Alemania, Bélgica, Francia, Grecia, Italia, Polonia, Portugal y Suiza. Los miembros son Abraia Software, Iris Technology Solutions, Royo Spain, ThingsO2 y AIMEN (España); Russula, Laminoids des Landes y European Photonics Industry Consortium (Francia); Interuniversitair Micro-Electronica Centrum (Bélgica); Airoptic (Polonia); SCM Group (Italia); Photonfocus (Suiza); Jotis (Grecia), Senorics (Alemania) y MRA (Portugal).

Además de coordinar, AIMEN lidera el desarrollo de los dispositivos de monitorización IoT, integrando las tecnologías fotónicas con unidades de procesamiento embebido, proporcionando interoperabilidad con la nube y capacidad de procesamiento y análisis en tiempo real. También es el encargado de desarrollar algoritmos de análisis de datos basados en Inteligencia Artificial y *Deep Learning* para extraer información relevante del proceso y del producto a partir de los datos en bruto proporcionados por los sensores fotónicos. ■



¹ This Project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n° 871783.

NAVANTIA y AIMEN colaboran en la iniciativa F4ST que busca validar el concepto de Astillero 4.0

AIMEN es una de las entidades colaboradoras del proyecto F4ST¹, liderado por Navantia, con el objetivo de validar y demostrar el concepto de Astillero 4.0 mediante el desarrollo e implementación de una serie de soluciones de fabricación que se integrarán en el sistema de gestión del astillero para que sea más flexible en la producción de componentes navales complejos. Colaborar en este proyecto supone para AIMEN un paso más en su consolidación como socio tecnológico estratégico de Navantia en el desarrollo de tecnologías y procesos avanzados de fabricación.

El proyecto F4ST busca mejorar la capacidad de respuesta en distintas líneas de producción mediante la integración de celdas de fabricación reconfigurables, concretamente en dos áreas que abarcan más del 60% de la actividad productiva del astillero de Ferrol-Fene, la línea de fabricación de Sub-Bloques y la línea de fabricación de Jackets para la industria offshore. La principal innovación es que ambas líneas se transformarán para elevar en gran medida el grado de automatización de las operaciones a través de la implementación de tecnologías avanzadas



como robótica, visión artificial, sensórica cognitiva, sistemas de control auto-adaptativos o analítica avanzada de datos (*machine* y *deep learning*), que convertirán al astillero en el más digitalizado y robotizado a nivel mundial.

Además, gracias a esta tecnología, Navantia-

Fene podrá mejorar significativamente su productividad. Concretamente, en la línea de fabricación de Sub-Bloques, la mejora estimada es una reducción del *tank time* (tiempo medio entre el inicio de la producción de una unidad y el inicio de la producción de la siguiente) en un 50%; mientras que en línea de fabricación de Jackets, la estima de mejora en el tiempo de producción de cada nudo es del 80%.

AIMEN es una de las entidades contratadas por NAVANTIA para colaborar en esta iniciativa con la que se dará continuidad



a la cooperación iniciada con el proyecto FEWIND, en el que se ha puesto en marcha una celda robotizada de soldadura de nudos para Jackets) y con la UMI Nautilus, en la que se están desarrollando a escala prototipo algunas de las soluciones que se plantean en F4ST.

En este proyecto, AIMEN se encargará de diseñar una serie de tecnologías de control dimensional e inspección para la línea de Jackets; desarrollar una arquitectura digital que dotará a ambas líneas de una trazabilidad total en la fabricación (gracias a la sensorización, captación de datos y su análisis); y proporcionará a Navantia un apoyo técnico continuo en sus líneas 4.0.

Principales colaboradores

El proyecto F4ST se engloba en la convocatoria Industria 4.0 y cuenta con un presupuesto cercano a los 10 millones de euros, de los cuales el 25% está cofinanciado con cargo a Fondos FEDER. Otros de los colaboradores de la iniciativa, además de AIMEN, son el Grupo INTAF, que participará en el diseño y fabricación



de estructuras portantes y sus respectivos accionamientos que se integrarán en la línea de fabricación de Jackets; la firma Electrora, que estará presente en toda la parte eléctrica y electrónica y en

la integración de las diferentes estaciones que conformarán la línea de fabricación de Jackets; y Tecoi, que participará en la definición de las tecnologías a integrar en la línea de Sub-bloques. ■



Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
"Una manera de hacer Europa"

OT 1. "Promover o desenvolvemento tecnolóxico, a innovación e unha investigación de calidade"

Esta operación está cofinanciada nun 100% con cargo a Fondos FEDER. Subvencionado pola Axencia Galega de Innovación, e conta co apoio da Consellería de Economía, Emprego e Industria (IN854A 2019/06)

El director de PSA Vigo, Ignacio Bueno, visita AIMEN para conocer las capacidades del Centro en tecnologías de fabricación avanzada

Ignacio Bueno, director de PSA Vigo, visitó las instalaciones del Centro de Aplicaciones Láser de AIMEN para conocer de primera mano las capacidades de las que dispone el Centro en tecnologías láser y de unión para apoyar la innovación industrial.

En el encuentro participaron, por parte de AIMEN, Jesús Lago, director gerente; Fernando Sánchez, director de I+D+i; Víctor Pintos, director de Operaciones; y Mario Calván, Automotive Sales Manager. Tras mantener una reunión, en la que se presentaron algunos de los proyectos más relevantes en los que está trabajando el Centro Tecnológico en el sector automoción, Ignacio Bueno, en compañía del equipo directivo de AIMEN, recorrió las instalaciones del Centro de Aplicaciones Láser. En la visita pudo conocer el equipamiento de AIMEN en tecnologías



láser y las aplicaciones de esta tecnología en el sector automoción.

El director gerente de AIMEN, Jesús Lago, valoró esta visita como "una toma de contacto esencial para que el actual

director de la factoría viguesa de PSA conozca in situ la capacidad tecnológica de AIMEN y el trabajo que desde el Centro se está desarrollando para la industria de automoción en Galicia". ■

4.0driveline desarrollará tecnologías 4.0 para la fabricación inteligente de componentes de transmisión para automoción

4.0driveline tiene como principal objetivo desarrollar nuevas tecnologías digitales y de automatización avanzada para la fabricación de componentes de transmisión para la industria del automóvil. Esta iniciativa, liderada por GKN Driveline Vigo y en la que AIMEN participa, se enmarca dentro del Programa Industrias del Futuro 4.0 y está financiada por la Axencia Galega de Innovación, cofinanciada con cargo a Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER) y cuenta a su vez con el apoyo de la Consellería de Economía, Empleo e Industria de la Xunta de Galicia.



desarrollo de un nuevo concepto de fábrica avanzada que permita abordar un modelo de fabricación multireferencia eficiente, ágil y flexible.

Para avanzar hacia este nuevo concepto de fábrica, 4.0driveline plantea el desarrollo de una fábrica inteligente y avanzada, vertebrada en base al desarrollo de:

y reconfigurable: aunando robotización, percepción, cognición y estrategias de control distribuido y descentralizado y;

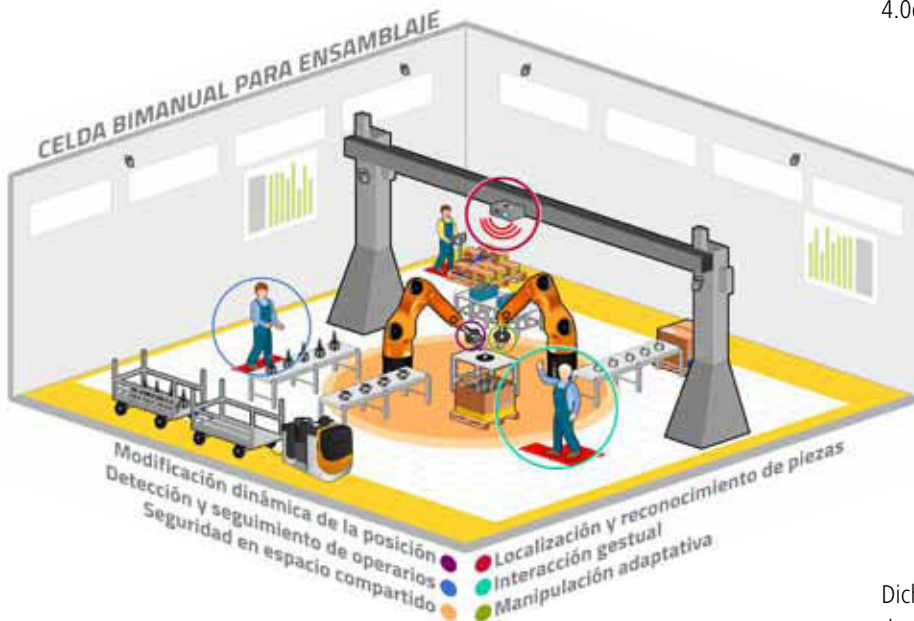
- **Tecnologías de analítica y gestión de datos:** enfocadas en el control de producto y de proceso (fabricación cero defectos), optimización de la producción y mantenimiento predictivo (aunando *data mining*, *fog computing* e inteligencia artificial).

El fin último que persigue la iniciativa 4.0driveline es facilitar el desarrollo de un concepto de fábrica del futuro estándar y universal, que permita maximizar la aplicabilidad de las tecnologías desarrolladas, no solo dentro de la factoría viguesa de GKN Driveline, sino en diferentes industrias y sectores de actividad.

Alianza GKN Driveline Vigo y AIMEN

4.0driveline viene a reforzar la alianza establecida entre GKN Driveline Vigo y AIMEN hace ya varios años para desarrollar nuevas tecnologías de fabricación para el sector de automoción.

Dicha alianza ha supuesto el desarrollo de diversos proyectos de investigación en colaboración con otras empresas gallegas, como es el caso de LT1 y BITS4.0, y la colaboración directa entre empresa y Centro Tecnológico, destacando la Unidad Mixta de Investigación JOINTS4.0 desarrollada entre 2015 y 2018 y la consolidación de dicha Unidad Mixta en el período 2017-2020. ■



Lo que se pretende es seguir dando respuesta a los requerimientos actuales, cada vez más estrictos, del sector de la automoción (lotes cortos y flexibilización de los procesos de fabricación), tendiendo hacia la denominada fábrica inteligente y conectada, eliminando los conceptos de ineficiencia, defectos y tiempos muertos.

Este nuevo paradigma de fabricación plantea nuevos retos en materia de capacitación de las personas, transformación de la organización e implementación de nuevos procesos de fabricación, que fuerzan el

- **Tecnologías de digitalización y conectividad:** convergencia OT/IT, Internet de las Cosas, plataformas digitales y tecnologías de integración horizontal y vertical;
- **Tecnologías que conduzcan a nuevos conceptos de fabricación inteligente, flexible, modular**



OT 1. "Promover o desenvolvemento tecnolóxico, a innovación e unha investigación de calidade"

Esta operación está cofinanciada nun 100% con cargo a Fondos FEDER. Subvencionado pola Axencia Galega de Innovación, e conta co apoio da Consellería de Economía, Empleo e Industria (IN854A 2019/12)

CURSO

"Experto en Ingeniería de Materiales y Procesos de Unión en Automoción"

Fecha: **otoño 2020** Duración: **232 horas**

Programa

- Materiales para automoción
- Procesos de soldeo y corte en automoción
- Diseño, calidad y normativa
- Productividad y análisis de costes

Curso Presencial
y online



Curso "Introducción a la soldabilidad de aceros inoxidables y aleaciones de aluminio"

Fecha: **23-25 junio** Duración: **12 horas**



Curso "Ultrasonidos soldadura por puntos (Phase Array vs UT convencional)"

Fecha: **Próximamente** Duración: **48 horas**



Aula virtual



Flexibilidad geográfica (O Porriño / Madrid / Bilbao)

Sede Central

Centro de Aplicaciones Láser
Polígono Industrial de Cataboi
SUR-PPI-2 (Sector 2), Parcela 3
E36418 PORRIÑO
Pontevedra - España
Telf. +34 986 344 000
Fax. +34 986 337 302

Sede Torneiros

Edificio Armando Priegue
Relva, 27 A - Torneiros
E36410 PORRIÑO
Pontevedra - España
Telf. +34 986 344 000
Fax. +34 986 337 302

Delegación A Coruña

Polígono de Pocomaco
Parcela D-22 - Oficina 20
E15190 A Coruña - España
Telf. +34 637 127 253

Delegación Madrid

C/ Rodríguez San Pedro, 2
Planta 6, Oficina 609 Edificio Inter
E28015 Madrid - España
Telf. +34 687 448 915

Delegación Andalucía

C/ Leonardo da Vinci, 18
E41092 Sevilla - España
Telf. +34 670 412 243

Delegación Zona Norte

Parque Tecnológico de Zamudio
Edificio 103, Planta 2
E48170 Zamudio (Vizcaya) - España
Telf. +34 662 489 181

aimen@aimen.es
www.aimen.es

