



TRANSPORTER

I+D de elementos
textiles inteligentes
para el sector de
movilidad y transporte



Contenido

1. Ficha técnica del proyecto	2
2. Antecedentes y motivaciones	3
3. Objetivos del proyecto	4
4. Plan de trabajo	5
5. Resultados obtenidos	7
6. Colaboradores externos e impacto empresarial	13



1. Ficha técnica del proyecto

N.º EXPEDIENTE	IMDEEA/2023/70
TÍTULO COMPLETO	I+D de elementos textiles inteligentes para el sector de movilidad y transporte - TRANSPORTER
PROGRAMA	Ayudas dirigidas a centros tecnológicos CV para proyectos de I+D en cooperación con empresas
ANUALIDAD	2023-2024
PARTICIPANTES	-
COORDINADOR	-
ENTIDADES FINANCIADORAS	IVACE – INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL
ENTIDAD SOLICITANTE	AITEX
C.I.F.	G03182870



2. Antecedentes y motivaciones

El sector de la movilidad y el transporte ha experimentado en los últimos años una transformación significativa, impulsada por la necesidad de desarrollar soluciones más eficientes, sostenibles y seguras. En este contexto, la investigación y desarrollo de materiales compuestos de alto rendimiento ha cobrado especial relevancia, ya que estos materiales combinan propiedades como la resistencia, rigidez, durabilidad y ligereza, características esenciales para aplicaciones en este sector. Sin embargo, aunque los materiales compuestos han demostrado su valía en términos estructurales, existe un área de oportunidad aún poco explorada: la integración de textiles inteligentes en estos materiales para dotarlos de funcionalidades avanzadas que vayan más allá de las propiedades mecánicas tradicionales.

Los textiles inteligentes, también conocidos como tejidos funcionales, representan una revolución en el ámbito de los materiales compuestos. Estos textiles pueden incorporar tecnologías como sensores, actuadores, sistemas de transporte de energía o incluso capacidades de interacción con el entorno, lo que abre un abanico de posibilidades en términos de seguridad, monitorización y eficiencia. Por ejemplo, en el sector del transporte de mercancías, la integración de sensores en textiles inteligentes podría permitir la monitorización en tiempo real de las condiciones de carga, mientras que, en la movilidad urbana, estos materiales podrían emplearse para desarrollar sistemas de detección de obstáculos o incluso desarrollar superficies calefactables para climatologías extremas. Estas funcionalidades no sólo mejoran la experiencia del usuario, sino que también contribuyen a la seguridad y sostenibilidad de los sistemas de transporte.

El proyecto TRANSPORTER surge como respuesta a esta necesidad de innovación, proponiendo el desarrollo de materiales compuestos de altas prestaciones que incorporen textiles inteligentes. Para ello, se ha empleado la tecnología de bordado TFP (Tailored Fiber Placement), que permite posicionar fibras de manera personalizada según las necesidades específicas de cada pieza. Esta técnica, combinada con la integración de elementos inteligentes, permite crear estructuras textiles multifuncionales adaptadas a las demandas del sector. Además, se ha explorado el uso de tecnologías de impresión de tintas conductoras para desarrollar funcionalidades como touchpads, o sistemas de detección de obstáculos mediante radar.

Uno de los principales retos del proyecto radica en la integración de estos textiles inteligentes en estructuras multicapa de materiales compuestos, especialmente cuando se trata de procesos de resinado o laminación. La encapsulación de elementos eléctricos y electrónicos en resinas puede alterar su estructura y funcionalidad, lo que requiere un estudio detallado de las técnicas de conformado más adecuadas, como el termoconformado o la infusión de resina. Este desafío técnico es crucial, ya que, hasta la fecha, la integración de materiales inteligentes en composites ha sido limitada y con funcionalidades muy específicas.

En resumen, el proyecto TRANSPORTER se centra en ofrecer soluciones innovadoras que no sólo mejoran las propiedades estructurales de los materiales, sino que también incorporan funcionalidades inteligentes capaces de transformar el sector de la movilidad y el transporte.



3. Objetivos del proyecto

El proyecto TRANSPORTER tiene como objetivo principal desarrollar materiales compuestos de altas prestaciones que incorporen tecnologías funcionales avanzadas, específicamente diseñadas para el sector del transporte y la movilidad. Este objetivo se aborda mediante la integración de tecnologías innovadoras, como sensores, actuadores y sistemas de transporte de energía, en textiles inteligentes que posteriormente se conforman en materiales compuestos utilizando técnicas avanzadas como el moldeo por transferencia de resina (RTM) y el termoconformado. La tecnología de bordado TFP (Tailored Fiber Placement) juega un papel central en este proceso, ya que permite la personalización de estructuras textiles, posicionando las fibras de refuerzo y los elementos inteligentes de manera óptima según las necesidades específicas de cada pieza.

Uno de los pilares del proyecto es la creación de tejidos funcionales mediante dos enfoques complementarios: el bordado TFP y la impresión de tintas conductoras. El primero permite integrar fibras técnicas, como las de carbono, además de hilos conductores o incluso pequeños elementos electrónicos, en estructuras textiles personalizadas, mientras que el segundo abre la puerta a funcionalidades avanzadas, como la detección de gestos (touchpad), la implementación de sistemas de detección de obstáculos mediante radar.

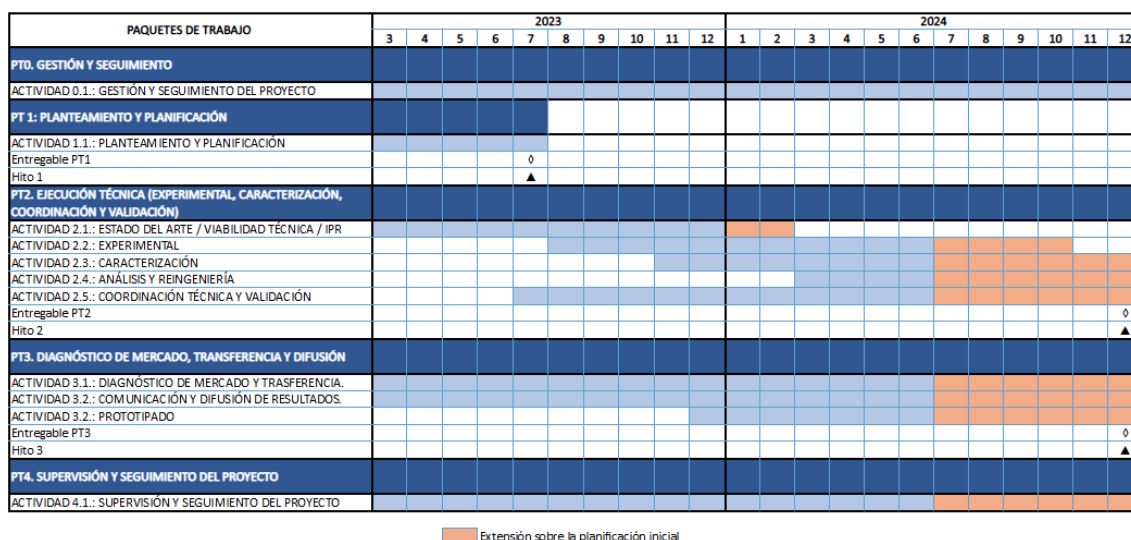
Además, el proyecto busca avanzar en la sostenibilidad mediante la exploración de fibras naturales como alternativa a las fibras técnicas tradicionales, como son la fibra de carbono o la fibra de vidrio. Aunque las fibras naturales pueden presentar propiedades estructurales inferiores, su uso en aplicaciones donde la resistencia no es crítica, como en interiores de vehículos, puede contribuir a reducir el impacto ambiental del sector. Este enfoque se alinea con la creciente demanda de soluciones más ecológicas y sostenibles en la industria.

Para alcanzar estos objetivos, el proyecto se estructura en una serie de objetivos específicos que guían las actividades de investigación y desarrollo. En primer lugar, se realiza un exhaustivo estado del arte para identificar las tendencias y limitaciones actuales en la integración de dispositivos inteligentes en materiales compuestos. A continuación, se han desarrollado tejidos funcionales mediante TFP y se ha explorado la sustitución de fibras contaminantes por alternativas naturales, evaluando sus posibles aplicaciones. Paralelamente, se trabaja en la fabricación de composites inteligentes mediante RTM y termoconformado, adaptando las técnicas de procesamiento a las funcionalidades integradas.

Otro aspecto clave es el desarrollo de soluciones textiles con capacidades funcionales avanzadas, como la detección de gestos o la integración de sistemas radar para la detección de obstáculos. Estas funcionalidades se estudian tanto en tejidos como en materiales compuestos, con el fin de ampliar su aplicabilidad en el sector del transporte. Finalmente, el proyecto incluye acciones de difusión y transferencia tecnológica para asegurar que los resultados de la investigación lleguen a los sectores industriales interesados, fomentando la adopción de estas innovaciones en el mercado.

4. Plan de trabajo

Cabe destacar que en el momento de la solicitud del proyecto se planteó una distribución de paquetes de trabajo y tareas con su respectiva distribución temporal, con una duración inicial de 16 meses (marzo2023-Junio2024), pero que, con el fin de terminar todas las actividades y todos los desarrollos propuestos durante el proyecto TRANSPORTER, se decidió ampliar el cronograma del proyecto 6 meses, aplazando por lo tanto la finalización del proyecto a diciembre de 2024, como se muestra a continuación:



Tras analizar las actividades realizadas durante el transcurso del proyecto, se puede observar que casi todas las actividades, a excepción de las actividades del PT2 y PT3, han seguido la planificación establecida desde el inicio. Estas desviaciones, características de cualquier proyecto, no han alterado en ningún caso la correcta ejecución y obtención de los resultados planificados.

En cuanto a la ejecución en cada uno de los paquetes de trabajo se han acometido las siguientes tareas:

PT1: PLANTEAMIENTO Y PLANIFICACIÓN

Las primeras tareas han consistido en la preparación del alcance del proyecto CITISENS, se ha definido con precisión tanto el alcance y los objetivos científico-técnicos, destacando la innovación que aportará en el ámbito de la movilidad/transporte. Para este fin se ha llevado a cabo un estudio exhaustivo del estado del mercado y del arte en tecnologías relacionadas, identificando el escenario actual y evaluando las tecnologías existentes.

PT2: EJECUCIÓN TÉCNICA

En este paquete de trabajo se han llevado a cabo las principales tareas relacionadas con la conceptualización, diseño y desarrollo de prototipos.



En definitiva, se puede afirmar que se ha trabajado en la búsqueda y mejora de los materiales compuestos dotándolos de propiedades inteligentes para la movilidad y el transporte. Entre las actividades acometidas destacan el desarrollo de un coche radiocontrol sensorizado con carrocería de composite, integrando impresión 3D y tecnologías avanzadas como bordado TFP y RTM. También se ha trabajado en el desarrollo de un coche a escala controlado mediante aplicación móvil con transmisión de vídeo en tiempo real y accionamiento tanto de los motores como de iluminación. En plastrónica y textrónica, se desarrollaron touchpads flexibles, sistemas touchless 3D y dados electrónicos. Finalmente, se implementó tecnología radar mmWave en textiles para detectar distancia y señales biométricas, validando su potencial en automoción, seguridad y monitoreo inteligente.

De todos los prototipos desarrollados se han llevado a cabo las tareas de caracterización y validación pertinentes en función del tipo de producto desarrollado incluyendo las pruebas y ensayos que se realizan para la caracterización de los prototipos textiles o composites inteligentes desarrollados. Además, en esta tarea se ha realizado también una reingeniería de los prototipos a medida que se han ido alcanzando resultados. Se ha seguido esta metodología para cada prototipo desarrollado y mencionado en mayor detalle en el apartado 5 del presente documento.

PT3: DIAGNÓSTICO DE MERCADO, TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN

En el tercer paquete de trabajo se han desglosado los trabajos en la evaluación del impacto en empresas, y el análisis de la viabilidad económica y técnica industrial.

En cuanto a la evaluación del impacto en empresas han participado activamente en el proyecto tanto ZIUR COMPOSITES e INTERFABRICS. De esta forma, se han llevado a cabo actividades relacionadas con la transferencia a empresas, incluyendo a las empresas mencionadas como otras adicionales, tareas como identificación y selección de los mercados objetivo del proyecto, identificación de las necesidades de las empresas en dichos mercados, o análisis de soluciones comerciales.

De cada desarrollo se han identificado las necesidades de las empresas del sector, la búsqueda de soluciones comerciales para ellas, la identificación de mercados potenciales, y la realización de visitas y contactos a lo largo del desarrollo del proyecto.

Concretamente con ZIUR se han desarrollado piezas de composites con elevadas capacidades estructurales empleando fibra de carbono en proceso de termoconformado. Por otro lado, la colaboración con INTERFABRICS ha consistido en integrar tecnología sobre sustratos proporcionados por la empresa de forma que posteriormente sirva de base para integrarlo en composites.

Asimismo, se han realizado tareas de difusión de resultados con tal de dar a conocer el alcance y los resultados del proyecto en diversos medios sectoriales.

5. Resultados obtenidos

En resumen, el proyecto TRANSPORTER no sólo busca mejorar las propiedades estructurales de los materiales compuestos, sino también dotarlos de funcionalidades inteligentes que respondan a las demandas actuales y futuras del sector de la movilidad y el transporte. A través de la integración de tecnologías avanzadas, la exploración de materiales sostenibles y la transferencia de conocimiento, este proyecto tiene como objetivo desarrollar materiales textiles y materiales compuestos, contribuyendo a un transporte más seguro, eficiente y sostenible.

En este sentido se han llevado a cabo los siguientes desarrollos principalmente:

COCHE RADIOCONTROL SENSORIZADO CON CARROCERÍA DE COMPOSITE

El desarrollo de un coche de radiocontrol con una carrocería compuesta por materiales compuestos sensorizados fue un proceso innovador que combinó tecnologías avanzadas de impresión 3D, bordado de composites y técnicas de conformado como el RTM (Resin Transfer Molding). La primera fase del proyecto se centró en la impresión 3D de las piezas del coche, utilizando diferentes materiales según las necesidades de cada componente tales como TPU (poliuretano termoplástico), Onyx (material compuesto de nylon reforzado con fibra de carbono), y en PLA (ácido poliláctico).



En cuanto al chasis, tras diversas pruebas variando temperatura de extrusión se optó por Onyx y PLA. El PLA ofreció un equilibrio óptimo entre rigidez y peso, siendo seleccionado para la base del chasis. Los engranajes, fundamentales para la transmisión de la potencia del motor, se fabricaron en Onyx. Los trenes delantero y trasero se imprimieron en Onyx y PLA, priorizando la resistencia en las zonas sometidas a mayores esfuerzos. La carrocería, impresa en PLA, sirvió como patrón para la creación del molde necesario en la fase de conformado del composite.

La segunda fase del proyecto se centró en la creación de un composite sensorizado para la carrocería, utilizando la tecnología de bordado TFP (Tailored Fiber Placement) y el proceso de RTM. El bordado TFP permitió posicionar fibras de refuerzo, como fibra de carbono o lino, en orientaciones específicas para optimizar las propiedades mecánicas del composite. Además, se integraron

elementos inteligentes, como sensores, o elementos fotovoltaicos durante el proceso de bordado. El proceso de RTM permitió inyectar resina en el molde, impregnando las fibras de refuerzo y los elementos inteligentes para crear una pieza final ligera, resistente y funcional.



Una vez impresas y conformadas las piezas, se procedió al montaje del coche, integrando los componentes electrónicos necesarios para su funcionamiento. La electrónica de control se gestionó mediante una emisora de radiocontrol con capacidad para múltiples canales, permitiendo un control preciso del vehículo. La carrocería de composite se fijó al chasis mediante imanes, facilitando el acceso al interior del coche para mantenimiento o modificaciones.



COCHE RC 1/32 CONTROLADO MEDIANTE MÓVIL

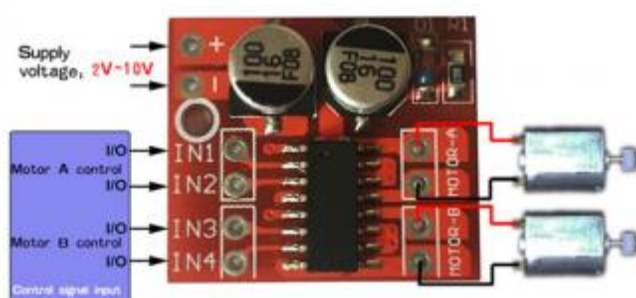
El desarrollo del coche RC 1/32 controlado mediante una aplicación móvil y equipado con una cámara se llevó a cabo en diversas etapas, abarcando desde el diseño estructural hasta la integración electrónica y la programación del software de control.

En la fase inicial, se diseñó la estructura en 3D, prestando especial atención al chasis, la carrocería y las llantas. Paralelamente, se diseñó la carrocería con la integración de una pequeña cámara, optimizando su colocación para ofrecer una vista FPV sin interferencias.

El siguiente paso fue el montaje del sistema electrónico. El coche incorporó dos microcontroladores con conectividad Wi-Fi y soporte para cámara. Con el fin de optimizar recursos, se creó una versión miniaturizada del vehículo mediante impresión 3D, utilizada para pruebas funcionales de los circuitos y ajustes de diseño.

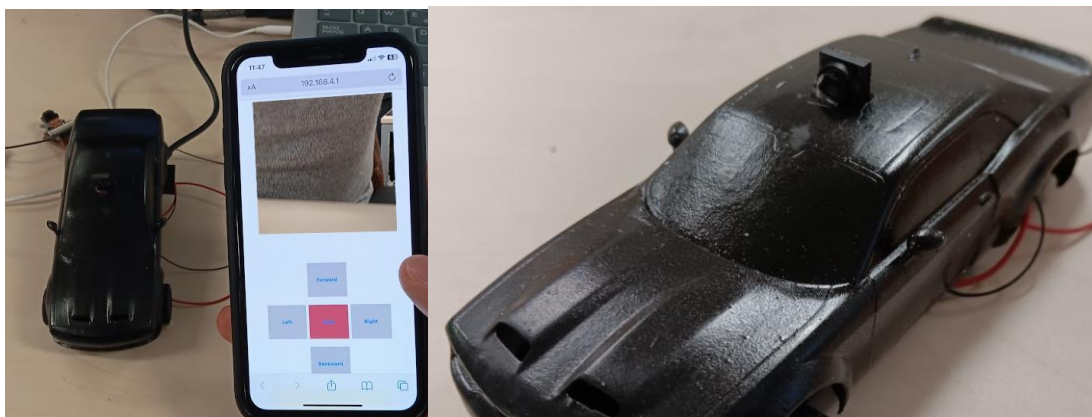


La programación de los microcontroladores se centró en dos configuraciones principales. El vehículo principal integró el controlador con una red Wi-Fi propia, permitiendo la conexión de un dispositivo móvil para controlar los motores, encender y apagar luces LED y recibir la transmisión en tiempo real de la cámara. Un segundo vehículo más simple se dedicó exclusivamente a la transmisión de video y control de luces, funcionando como unidad de apoyo.



Finalmente, se desarrolló la aplicación móvil encargada de la interfaz de usuario. Esta aplicación permite la visualización del video en tiempo real y el control del coche mediante una conexión Wi-Fi a través el navegador del dispositivo al cargar como url la propia IP del dispositivo.

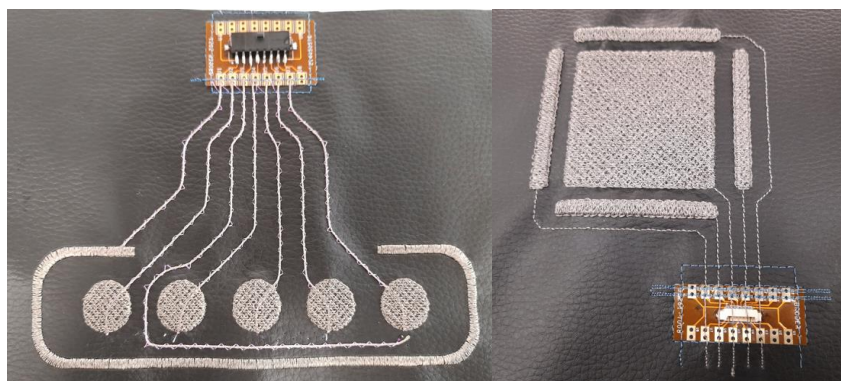
Este demostrador logró combinar diseño, electrónica y software en una solución funcional, permitiendo la conducción remota con una experiencia inmersiva gracias a la transmisión de video en primera persona.



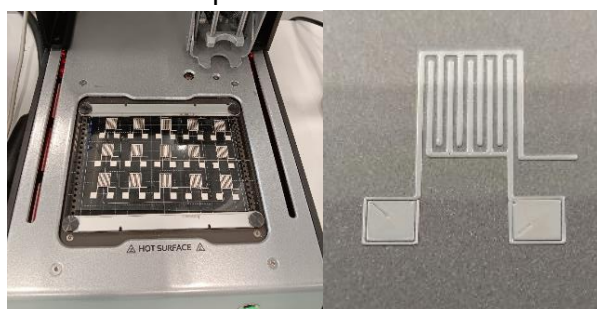
DESARROLLO DE ELEMENTOS DE PLASTRÓNICA Y TEXTRÓNICA

El desarrollo de tecnología de deposición de tintas sobre sustratos textiles ha evolucionado considerablemente, permitiendo nuevas formas de interacción y aplicaciones destacando entre ellas las que a continuación se desglosan como los touchpads flexibles, los sistemas touchless 3D y los dados electrónicos, cada uno con características particulares que los hacen adecuados para distintos usos.

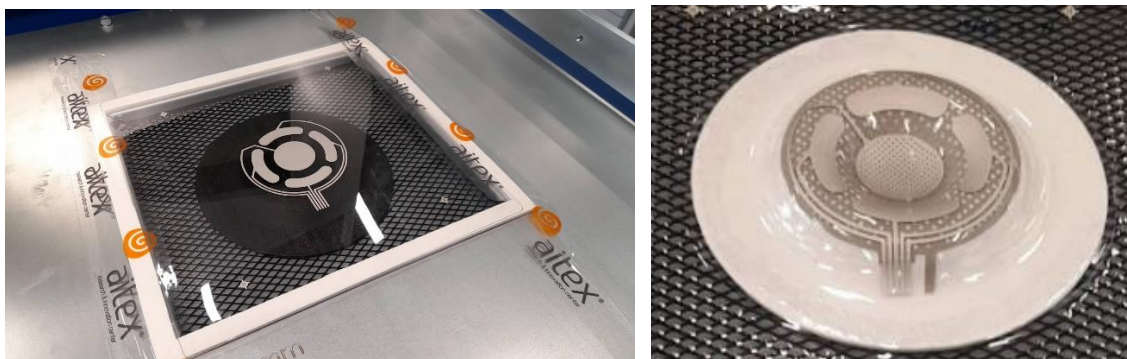
El **touchpad flexible** es una innovación en el ámbito de las superficies táctiles. A diferencia de los touchpads convencionales, estos están fabricados con materiales avanzados, como polímeros, o hilos conductores, que les permiten doblarse sin perder funcionalidad. En esta línea se ha trabajado tanto con proceso de bordado de sensores táctiles empleando hilos conductores que posteriormente se integran con la electrónica de control. Se han trabajado diferentes diseños y morfologías:



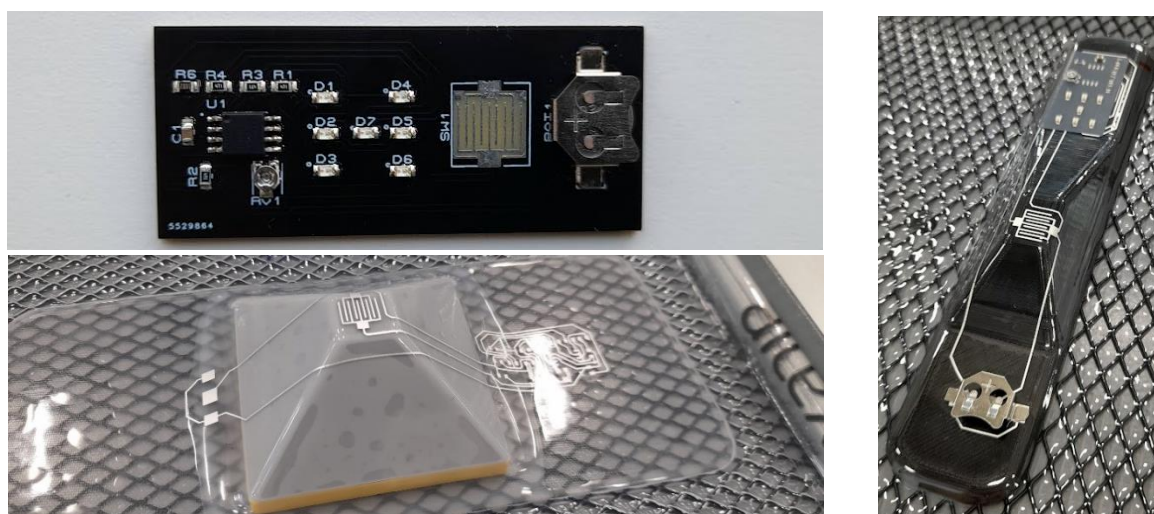
Además, también se han replicado estos sensores con tecnología de inkjet que permite realizar la misma función modificando el sustrato empleado siendo en este caso tintas conductoras.



Por otro lado, la **tecnología touchless 3D** revoluciona la interacción con dispositivos al eliminar la necesidad de contacto físico. Su implementación tiene especial cabida en el sector automotriz, facilitando el control de sistemas de infoentretenimiento sin necesidad de botones físicos, y en el ámbito de los videojuegos, donde mejora la inmersión en experiencias de realidad aumentada.



Finalmente, el **dado electrónico** es una versión moderna del tradicional dado físico, diseñado para generar resultados de manera digital. Este demostrador incluye luces led y un touchpad que al pulsarlo muestra un número aleatorio. El desarrollo se ha realizado tanto en PCB rígida como en plástico termoconformado para obtener un producto final en tres dimensiones impreso mediante el uso de tintas conductoras.



Cada una de estas tecnologías representa un avance en la forma en que los usuarios interactúan con dispositivos digitales, optimizando la experiencia a través de la flexibilidad, la eliminación del contacto físico y la digitalización de elementos cotidianos.

TECNOLOGÍA RADAR INTEGRADO EN ELEMENTOS TEXTILES

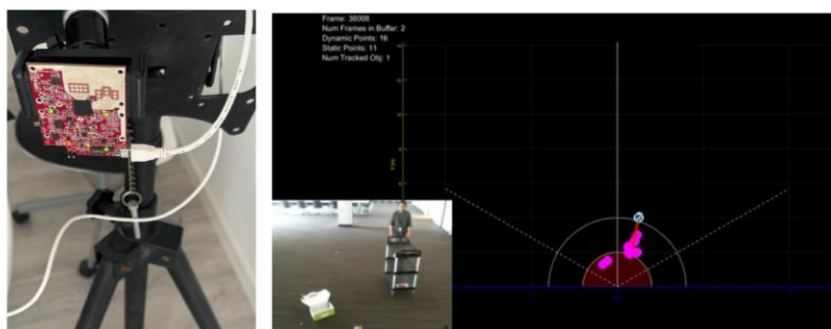
El radar de onda milimétrica (mmWave) es una tecnología avanzada de detección que opera en el rango de frecuencias de 24 GHz a 300 GHz, permitiendo mediciones precisas de distancia, velocidad y ángulo de los objetos. Su versatilidad lo hace ideal para diversas aplicaciones, incluyendo automoción, seguridad, telecomunicaciones, salud e industria. En el desarrollo del

demostrador de radar mmWave, se exploraron soluciones disponibles en el mercado para seleccionar los dispositivos más adecuados según criterios como funcionalidad, presencia de microcontroladores y procesadores de señal.

Se llevaron a cabo diferentes pruebas variando el rango de frecuencias de 60-64 GHz. Para su implementación, se realizaron pruebas de puesta en marcha, instalación de controladores y software específico, así como configuraciones de hardware para cargar y ejecutar los programas de radar.

El objetivo de los tests llevado a cabo fue la detección en tiempo real de distancia y velocidad con alta precisión.

Se evaluaron diferentes sensores y se sometieron a pruebas específicas para evaluar su rendimiento en la detección de señales biométricas y de obstáculos. En el caso de la detección biométrica, demostraron su capacidad para rastrear personas y medir signos vitales como la frecuencia cardíaca y respiratoria sin contacto físico. Para obtener mediciones precisas, el sujeto debía permanecer inmóvil durante ciertos periodos, mientras los algoritmos de detección y seguimiento procesaban la información.



Para la detección de obstáculos, los sensores se montaron en trípodes y se configuraron para escanear áreas determinadas. Los datos recopilados permitieron mapear el entorno en tiempo real, distinguiendo entre objetos estáticos y en movimiento. Esto resultó útil para aplicaciones como la gestión del tráfico, la automatización industrial y la seguridad en infraestructuras críticas.

El desarrollo del demostrador de radar mmWave permitió validar la eficacia de estos sensores en distintos escenarios, destacando su potencial para mejorar la precisión en detección y seguimiento en múltiples sectores. Con su capacidad de operar en condiciones adversas y su integración con algoritmos avanzados, esta tecnología se posiciona como una solución muy interesante en la evolución de los sistemas de percepción y monitoreo inteligente.





6. Colaboradores externos e impacto empresarial

Durante la realización del proyecto se ha contactado con diferentes empresas de la Comunidad Valenciana y del resto de España para conocer sus necesidades y así darles respuesta con el desarrollo del proyecto. Durante las reuniones se ha presentado el proyecto, sus objetivos y los resultados alcanzados hasta la fecha.

Se han detectado las necesidades que tienen en función de la línea de investigación que más se adecue a su empresa y se han tenido en cuenta las apreciaciones de cada una para el desarrollo de los prototipos y por último se ha mantenido informado de los avances.

Tras el desarrollo del proyecto, se ha enviado a todas las empresas el abstract final de resultados y el informe final.

Se han mantenido reuniones constantes con las empresas participantes en el proyecto ZIUR, e INTERFABRICS, y adicionalmente se ha mantenido contacto para exponer los avances y resultados del proyecto con las siguientes empresas:

- Isabial
- MT Helmets
- Portes Bisbal
- Mahou San Miguel