

ENTREGABLE 3

PROYECTOS—

2023-2024

SMARTCHAIR - Desarrollo de un Sistema de navegación autónoma basada en IoT para facilitar la autonomía de personas con movilidad reducida.

Entregable: Transferencia de los resultados

Programa: Proyectos de I+D en colaboración con empresas

Número de proyecto: 22300045

Expediente: IMDEEA/2023/22

Duración: 01/06/2023- 30/11/2024

Coordinado en AIDIMME por: Miguel Colina de Vivero



ÍNDICE

<u>1</u>	<u>OBJETIVO</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>1</u>
<u>3</u>	<u>ALCANCE</u>	<u>2</u>
<u>4</u>	<u>TRANSFERENCIA DE RESULTADOS</u>	<u>4</u>
<u>5</u>	<u>METODOLOGIA Y RESULTADOS ALCANZADOS</u>	<u>4</u>
<u>6</u>	<u>PARTICIPACION DE EMPRESAS COLABORADORAS.....</u>	<u>6</u>

1 OBJETIVO

El propósito del presente documento es la identificación de las estrategias necesarias para abordar la futura explotación y transferencia de los resultados de investigación identificados en el proyecto “SMARTCHAIR” de N° expediente IMDEEA/2023/22, subvencionado a través del IVACE, financiado por la UE dentro del Programa FEDER de la Comunitat Valenciana 2021-2027, por la que se convocan las ayudas dirigidas a centros tecnológicos de la Comunitat Valenciana para el desarrollo de proyectos de I+D de carácter no económico realizados en colaboración con empresas.

Como punto de partida, el presente entregable describe la participación efectiva de las empresas en el proyecto. A continuación, identifica los elementos clave en la transferencia de los diferentes resultados alcanzados y finalmente se estructura como una guía diseñada para dirigir en el corto, medio y largo plazo, los esfuerzos de AIDIMME en la línea de I+D representada por el proyecto.

2 INTRODUCCIÓN

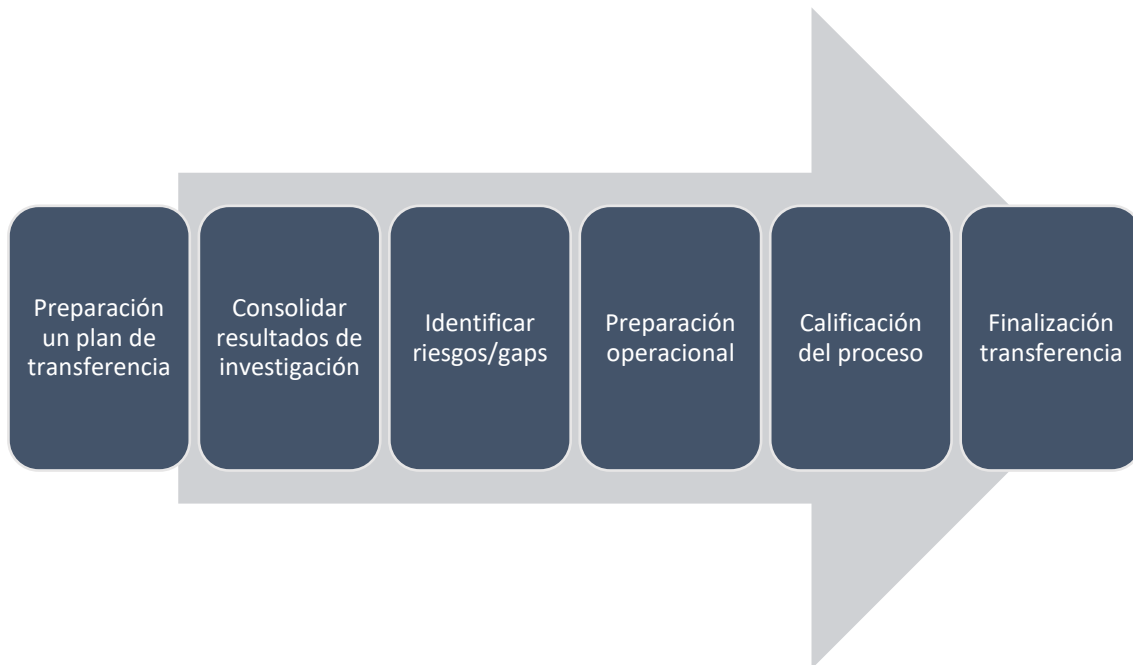
El propósito de acciones de transferencia de los resultados- que pueden ser un proceso de fabricación, un procedimiento analítico, información científica, características de un material o producto o simplemente lecciones aprendidas entre otros- de las investigaciones llevadas a cabo en AIDIMME, es la transferencia del conocimiento a donde este proceso de fabricación o procedimiento analítico puede tener funcionalidad.

Es decir, entre AIDIMME- quién dispone del conocimiento, experiencia operativa e historial del resultado- y las entidades receptoras quienes necesitan adquirir dichos conocimientos y experiencia para aplicarlos en su línea de actividad.

Dichos resultados de investigaciones forman la base de un proceso de fabricación, una estrategia, validación de un proceso, así como un punto del que partir hacia próximas mejoras continuas. Son necesarios para continuar el desarrollo y posteriormente alcanzar la categoría de comercialización.

La dinámica de transferencia de resultados en AIDIMME, varía en base a la naturaleza de estos. Es decir, si los resultados son una metodología analítica, una materia prima, un producto final.

En general, un proceso de transferencia de tecnología está formado por seis principales fases:



En la presente tipología de proyectos, en todas las fases arriba indicadas para la articulación de este plan de transferencia, es clave el papel de las empresas colaboradoras.

3 ALCANCE

Las actuales sillas de ruedas motorizadas carecen de capacidad de “autonomía” en el desplazamiento. Para ello deberían disponer de percepción del entorno, geolocalización (con GPS), planificación de la trayectoria y control de la dirección, velocidad y sistema de frenado. Ello requiere un elevado procesamiento de diversas señales, fusión de datos y un sistema operativo de tiempo real para conseguir una respuesta instantánea ante imprevistos. La enorme complejidad de la conducción autónoma es responsable, en gran medida, de que el mercado sea lento en ofrecer coches autónomos y sillas de ruedas autónomas.

El presente proyecto quiere aportar una novedad al estado del arte de la silla de ruedas autónoma con una solución de menor coste, pero, potencialmente, de calidad adecuada para entornos controlados bajo techo. Esto se logra mediante el aprovechamiento de una red de malla de balizas de telecomunicaciones geolocalizadas en el mapa de un entorno

bajo techo para que, mediante un algoritmo desarrollado durante el proyecto, el sistema pueda tomar las señales de tres o más balizas, triangular su posición y obtener una estimación de su geolocalización con un error inferior a los diez metros que ofrece la señal de un sistema GPS. Además, contará con diversos sensores y controles para disponer de la máxima operatividad en el manejo de la silla de ruedas.

El objetivo general de SMARTCHAIR es el desarrollo de un sistema de silla de ruedas motorizada autónoma, donde la persona escoge el punto de destino y arranca el motor para que la lleven a su destino. Este objetivo general se desglosa en los siguientes objetivos específicos, logrados durante el desarrollo del proyecto:

- Desarrollo de una interfaz simple entre la persona y la silla de ruedas autónoma.
- Sensores radar de detección de obstáculos
- Sistema de telecomunicaciones inalámbricas basado en la red de malla (MESH) del proyecto IMOLAB. Este sistema permite a la silla ruedas autónoma obtener la medición de la intensidad de la señal de cada baliza que esté dentro del rango de detección junto con su geolocalización. El sistema desarrollado en el proyecto permite tomar tres o más balizas para realizar una triangulación de la posición del sistema y determinar su geolocalización. El error de esta geolocalización es bastante inferior al error de diez metros de la señal GPS.
- Desarrollo de software de navegación basado en las balizas del proyecto IMOLAB para determinar el recorrido que debe seguir la silla de ruedas autónoma para llegar a su destino.

El resultado esperado es un sistema de silla de ruedas que se desplaza de manera autónoma hasta un punto de destino escogido en la pantalla de la consola de control. Este sistema empleará una red de malla de balizas de telecomunicaciones instaladas en un entorno bajo techo para triangular su geolocalización, dispondrá de sensores radar para detectar y evitar la colisión con los obstáculos y orientarse, tendrá un algoritmo de planificación de la trayectoria, control de la dirección, control de la velocidad de los motores y control de los frenos de la silla de ruedas.

En resumen:

- Sistema de Interfaz piloto para detección y reconocimiento de objetos y personas para evitar las colisiones.
- Interfaz de conversión de órdenes de movimientos a accionamiento de los motores de la silla de ruedas.
- Sistema autónomo de guiado validado en condiciones de entorno real controlado.

4 TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

La transferencia de tecnología comienza con un acuerdo formalizado entre AIDIMME y las empresas industriales de la Comunidad Valenciana, donde se ha detectado la aplicabilidad de los resultados del proyecto, por tanto, forman el grupo al que se dirigirá la transferencia de tecnología.

Es por ello que, en la fase inicial de definición de cada proyecto, firman AIDIMME y las empresas colaboradoras, un documento denominado “Declaración Expresa y Compromiso de Colaboración” que recoge los roles y responsabilidades, las fases y concepto de cada fase en las que participará la empresa colaboradora, los entregables desarrollados conjuntamente entre las dos partes, así como el método de comunicación, visitas, reuniones, videoconferencias, jornadas, noticias, fabricación de demostradores y retroalimentación, etc.

5 METODOLOGIA Y RESULTADOS ALCANZADOS

La metodología de trabajo se ha centrado en tres ejes de desarrollo/integración:

- En el paquete de trabajo PT4 se abordó el desarrollo de la interfaz hombre máquina, la integración de la red de malla de balizas de telecomunicaciones, la elaboración del mapa de entorno bajo techo y las aplicaciones informáticas para la triangulación de la geolocalización de la silla de ruedas autónoma, la navegación por piloto automático y modo manual.
- En el paquete de trabajo PT5 se ha instalado el conjunto de sensores y controles en la silla.
- En el paquete de trabajo PT6 se ha ensayado el sistema en un entorno de real y controlado de laboratorio al tiempo que ha tenido lugar la validación y refinamiento del sistema, así como la definición de las vías de progreso futuras.
- Como parte de la metodología ha tenido lugar la colaboración con las tres empresas participantes en las tareas en las que aportan su conocimiento y experiencia, concretamente en el PT4, Tareas 4.1 y 4.2, PT5, Tarea 5.1, y PT6, Tarea 6.1.

Se considera que se ha cumplido con los objetivos del proyecto por los resultados alcanzados:

- Se ha obtenido un sistema de navegación para ser empleado dentro de una sala por una silla de ruedas dotada de un emisor Bluetooth que emite periódicamente una señal de identificación que es captada por unos receptores Bluetooth conectados a una red Wi-Fi y colocados en el techo.
- Se ha desarrollado un sustituto del sistema de navegación GPS para su uso bajo techo. El sistema de navegación GPS puede errar por varios metros y no puede emplearse bajo techo. El sistema de navegación FEDER SMARTCHAIR puede errar por menos de un metro, y puede emplearse bajo techo. Como punto de comparación, los mejores sistemas de

mercado Bluetooth de posicionamiento bajo techo pueden errar por 1,0 metros.

- Se ha desarrollado una consola de mando con una pantalla táctil que sirve de interfaz entre la persona y la silla de ruedas autónoma. Mediante la consola se selecciona el destino del trayecto y se pone en marcha la silla de ruedas para que se desplace a dicho destino. La persona debe de tocar un botón de marcha en la pantalla táctil para que la silla empiece a moverse.
- Se ha diseñado una metodología de activación de los motores eléctricos de la silla de ruedas simulando la acción de la mano del usuario para manipular al joystick de control del movimiento de la silla de ruedas. Se ha diseñado y construido un accesorio externo a la silla de ruedas en la forma de un actuador electromecánico con dos motores servo en cuadratura para que el controlador de la silla de ruedas pueda mover al joystick simulando la acción de la mano del usuario. Este accesorio externo permite la manipulación del joystick como si fuese la mano del usuario sin alterar a la silla.

Tabla 1. Comparativa de resultados esperados y obtenidos en el proyecto SMARTCHAIR

Resultado esperado del proyecto	Resultado obtenido	Uso esperado del resultado	Potencial grupo usuario
Sistema de Interfaz piloto para detección y reconocimiento de objetos y personas para evitar las colisiones.	Sistema de detección de elementos mediante sensores RADAR embarcados	Detección tanto de obstáculos como de presencia en entornos controlados. No solo en aplicaciones de movilidad, sino también de seguridad en entornos productivos con elementos móviles.	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas de ingeniería de sistemas de automatización. • Desarrolladores de sistemas Hw-sw de movilidad. • Fabricantes de maquinaria con elevada interacción de operarios humanos.
Interfaz de conversión de órdenes de movimientos a accionamiento de los motores de la silla de ruedas.	Dispositivo electro-mecánico que acciona al joystick para poner en marcha a los motores de la silla de ruedas	Futuros mock-up de aplicaciones simulando operación humana asistida.	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutantes de I+D en interacción física hombre-máquina. • Desarrolladores de aplicaciones para ayuda a la actividad humana.
Sistema autónomo de guiado validado en condiciones de entorno real controlado.	Sistema que determina la posición de la silla de ruedas bajo techo en entorno controlado por balizas de navegación. La silla de ruedas cuenta con un sistema de medición con encoder del movimiento de las ruedas que permite medir el desplazamiento.	Integración tanto en silla de ruedas como en sistemas móviles en entornos controlados (logística interna en ambientes manufactureros, hospitales, etc.).	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricantes de equipos hospitalarios. • Fabricantes de sillas de ruedas. • Fabricantes de vehículos de logística interna.

Con estos resultados podemos confirmar que se ha alcanzado el nivel TRL 6 de madurez de la tecnología (TRL 6 - Modelo de sistema / subsistema o demostración de prototipo en un entorno

relevante) ya que el sistema de geolocalización desarrollado en este proyecto ha sido demostrado en un entorno relevante bajo techo, y se ha conseguido el objetivo de reducir el error de la geolocalización para que sea inferior al error de diez metros de la señal GPS (se ha logrado un error por debajo de un metro).

Tabla 2. Principales hitos del proyecto SMARTCHAIR (sólo se listan los hitos tecnológicos)

Hito	Definición	Consecución	Fecha
Hito 4.1	Recopilación de las especificaciones, diseño y aplicaciones informáticas	Definición mapa del entorno. Aplicación de geolocalización. Algoritmo de triangulación. Sistemas de hardware y software de navegación automático y manual. Programa de control de movimiento de la silla de ruedas. Software de clasificación de obstáculos.	Marzo-Julio 2024
Hito 5.1	Recopilación del diseño y desarrollo de los sensores.	Red en malla de balizas. Sistema de telecomunicaciones inalámbricas. Sensores radar de obstáculos.	Abril 2024
Hito 6.1	Pruebas piloto	Funcionamiento de la silla en entorno en AIDIMME. Batería de pruebas. Informes de explotación de los datos obtenidos Demostraciones ante las empresas	Octubre 2024

6 PARTICIPACION DE EMPRESAS COLABORADORAS

Tabla de detalle de las acciones previstas:

Resultado obtenido	Fecha prevista obtención del resultado	Acción de transferencia ¹	Fecha prevista de inicio de la acción de transferencia	Empresas de la Comunitat Valenciana beneficiarias de la acción
Sistema completo	Mayo 2024	TIPO A - Reuniones de presentación del entregable E4.1 (Informe del diseño e integración de la red en malla de balizas y de las aplicaciones informáticas del algoritmo de triangulación y navegación) y viabilidad de las soluciones propuestas.	Mayo 2024	10 empresas beneficiarias (CNAE: 2790, 3099, 4774, 7112, 7219) nuevas, y las tres empresas colaboradoras SIMETRIA FIDENTIA, S.L.U., INGENIERIA ELECTRONICA A TU MEDIDA, S.L. y COV ORTOPEDIA, S.L.
Sistema demostrador	Junio 2024	TIPO B – Validación de resultados obtenidos en la tarea 6.3 (Validación de pruebas y conclusiones).	Junio 2024	las dos empresas colaboradoras SIMETRIA FIDENTIA, S.L.U., y INGENIERIA ELECTRONICA A TU MEDIDA, S.L.

Sistema demostrador	Junio 2024	TIPO A - Workshop de presentación de los resultados del proyecto.	Junio 2024	10 empresas beneficiarias (CNAE: 2790, 3099, 4774, 7112, 7219) nuevas, y las tres empresas colaboradoras SIMETRIA FIDENTIA, S.L.U., INGENIERIA ELECTRONICA A TU MEDIDA, S.L. y COV ORTOPEdia, S.L.
---------------------	------------	---	------------	--

El proyecto tiene tres empresas colaboradoras: SIMETRIA FIDENTIA, S.L.U., INGENIERIA ELECTRONICA A TU MEDIDA, S.L. y COV ORTOPEdia, S.L. Estas empresas participan en las siguientes tareas

COV ORTOPEdia, S.L. (Centro Ortopédico de Valencia): colabora en los paquetes de trabajo técnicos en aquellas tareas en las que aporta su conocimiento y experiencia, concretamente en el PT4, Tarea 4.1, Definición de las especificaciones, en el PT5, Tarea 5.1, Definición de las especificaciones de los sensores y de las funciones que deban de realizar, y en el PT6, Tarea 6.1, Diseño del sistema y determinación de los indicadores clave a considerar (KPI). Finalmente ha participado en la tarea T6.3 Validación y conclusiones

SIMETRIA FIDENTIA S.L.U: colabora en el PT4, Tarea 4.1, Definición de las especificaciones y Tarea 4.2, Diseño e integración de la red en malla de balizas (dentro de esta tarea colaborarán en la definición de las especificaciones de balizas y equipos, y en la creación del mapa electrónico del entrono por el cual se moverá la silla de ruedas), en el PT5, Tarea 5.1, Definición de las especificaciones de los sensores y de las funciones que deban de realizar, y en el PT6, Tarea 6.1, Diseño del sistema y determinación de los indicadores clave a considerar (KPI). Finalmente ha participado en la tarea T6.3 Validación y conclusiones.

INGENIERIA ELECTRONICA A TU MEDIDA, S.L.: colabora en el PT4, Tarea 4.1, Definición de las especificaciones, en el PT5, Tarea 5.1, Definición de las especificaciones de los sensores y de las funciones que deban de realizar, y en el PT6, Tarea 6.1, Diseño del sistema y determinación de los indicadores clave a considerar (KPI). Finalmente ha participado en la tarea T6.3 Validación y conclusiones

Tabla de detalle de las acciones REALIZADAS:

Acción de transferencia y tipo de acción	Fecha de la acción de transferencia	Evidencias de transferencia	Empresas implicadas
TIPO A - Reuniones de presentación del entregable E4.1 (Informe del diseño e	27/06/2024	Reunión Presentación para evaluación	SIMETRIA FIDENTIA, S.L.U., INGENIERIA ELECTRONICA A TU MEDIDA, S.L. y COV ORTOPEdia, S.L.

integración de la red en malla de balizas y de las aplicaciones informáticas del algoritmo de triangulación y navegación) y viabilidad de las soluciones propuestas.			
TIPO B – Validación del sistema de ubicación de balizas	19/07/2024	Visita evaluación. Reparto conclusiones a las empresas (Informe resumen de conclusiones y decisiones enviado el 02/08/24). Noticia publicada el 4 de Septiembre.	INGENIERIA ELECTRONICA A TU MEDIDA, S.L. (validación in situ) COV ORTOPEDIA, S.L. y SIMETRIA FIDENTIA, S.L.U. (validación de las hipótesis expuestas el 27/06)
TIPO A – reunión final de presentación de los resultados del proyecto.	29/11/2024	Noticia actualidad AIDIMME Presentación de los resultados del proyecto (.pptx) Acta de reunión firmada.	SIMETRIA FIDENTIA, S.L.U., INGENIERIA ELECTRONICA A TU MEDIDA, S.L. y COV ORTOPEDIA, S.L.

Se presenta una tabla resumen de la participación efectiva de las empresas en el proyecto y a continuación se adjuntan los detalles y las evidencias de dicha participación.

Tabla 3. Tabla resumen de participación efectiva de empresas en el Proyecto SMARTCHAIR

ACTIVIDAD	TIPO DE INTERACCIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN	EVIDENCIA	Empresas implicadas
0	Invitación a las empresas a la primera reunión	20/07/2023	Primera invitación a la reunión del proyecto	Correo electrónico	Ingeniería Electrónica a tu medida S.L. SIMETRIA FIDENTIA COV ORTOPEdia
1	Reunión de inicio	01/08/2023	Recordatorio Jornada del Proyecto SMARTCHAIR	Correos electrónicos	Ingeniería Electrónica a tu medida S.L. SIMETRIA FIDENTIA COV ORTOPEdia
		26/09/2023		Envío de presentación (correo). Información interna sobre los resultados de la reunión (correo)	Ingeniería Electrónica a tu medida S.L. SIMETRIA FIDENTIA COV ORTOPEdia
		27/09/2023		Actas firmadas	Ingeniería Electrónica a tu medida S.L. COV ORTOPEdia
2	Reunión de reparto de tareas específicas y definición de especificaciones	27/09/2023	Convocatoria la reunión y gestiones sobre la misma	Correos electrónicos	Ingeniería Electrónica a tu medida S.L. SIMETRIA FIDENTIA COV ORTOPEdia
		16/10/2023 17/10/2023 18/10/2023			
		19/10/2023	Reunión de reparto de tareas	Videoconferencia (imagen). Presentación disponible para las empresas.	Ingeniería Electrónica a tu medida S.L. SIMETRIA FIDENTIA COV ORTOPEdia
3	Gestión de la adquisición de la silla de ruedas y aportación de silla DEMO	24/11/2023 27/11/2023 30/11/2023 27/02/2024	Intercambio de información sobre la adquisición de una silla de ruedas y la posibilidad de trabajo adicional con un modelo DEMO proporcionado por la empresa.	Correos electrónicos	COV ORTOPEdia

4	Reunión validación Paquete de trabajo 4, Diseño e integración de la red en malla de balizas y desarrollo del algoritmo de triangulación y navegación.	27/06/2024	Reunión TEAMS con las empresas participantes	Correo electrónico convocatoria reunión. Capturas de pantalla de la reunión Video de la operativa de posicionamiento	Ingeniería Electrónica a tu medida S.L. SIMETRIA FIDENTIA COV ORTOPEDIA
5	Visita de evaluación	19/07/2024	Evaluación de la operativa de la ubicación de las balizas en entorno controlado.	Fotos Correo electrónico de descargo interno de la visita	Ingeniería Electrónica a tu medida S.L.
6	Información a las empresas	02/08/2024	Información de las decisiones técnicas finales sobre la silla de ruedas	Correo electrónico con referencias a anteriores conversaciones con COV relacionadas con el diseño de los sistemas embarcados	Ingeniería Electrónica a tu medida S.L. SIMETRIA FIDENTIA COV ORTOPEDIA
7	Intervención radiofónica de COV presentando los avances en el proyecto (descripción de la tareas realizadas y validación implícita)	18/09/2024	Entrevista en Onda Cero de David Torrijos	Noticia Actualidad AIDIMME. Audio entrevista.	COV ORTOPEDIA
8	Reunión de fin de proyecto	16/10/2024 30/10/2024	Convocatoria inicial y gestión de la nueva fecha tras la DANA	Correos electrónicos	Ingeniería Electrónica a tu medida S.L. SIMETRIA FIDENTIA COV ORTOPEDIA
		29/11/2024	Presentación de los resultados de proyecto y discusión de las diferentes posibilidades de avance del mismo.	Noticia actualidad AIDIMME Presentación de los resultados del proyecto (.pptx) Acta de reunión firmada.	Ingeniería Electrónica a tu medida S.L. SIMETRIA FIDENTIA COV ORTOPEDIA

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

Domicilio fiscal —

C/ Benjamín Franklin 13. (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)
Tlf. 961 366 070 | Fax 961 366 185

Domicilio social —

Leonardo Da Vinci, 38 (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)
Tlf. 961 318 559 - Fax 960 915 446

aidimme@aidimme.es

www.aidimme.es