



aitex®
textile research institute

BRODER

Investigación y desarrollo de
textiles inteligentes empleando
tecnología de bordado





Contenido

Investigación y desarrollo de textiles inteligentes empleando tecnología de bordado	1
1. Ficha técnica del proyecto	3
2. Antecedentes y motivaciones	4
3. Objetivos del proyecto	11
4. Plan de trabajo.....	12
5. Resultados obtenidos	28
6. Impacto empresarial	32



1. Ficha técnica del proyecto

Nº EXPEDIENTE	IMDEEA/2021/31
TÍTULO COMPLETO	Investigación y desarrollo de textiles inteligentes empleando tecnología de bordado
PROGRAMA	Ayudas dirigidas a centros tecnológicos CV para proyectos de I+D en cooperación con empresas
ANUALIDAD	2021 - 2022
PARTICIPANTES	(SI PROCEDE)
COORDINADOR	(SI PROCEDE)
ENTIDADES FINANCIADORAS	IVACE – INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL www.ivace.es
ENTIDAD SOLICITANTE	AITEX
C.I.F.	G03182870



**GENERALITAT
VALENCIANA**



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE, y está cofinanciado por los fondos FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional) de la Unión Europea, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2021-2027.



2. Antecedentes y motivaciones

Las nuevas tendencias y tecnologías están conformando un nuevo concepto de vida urbana, que conlleva un profundo cambio. En este sentido, la relación de las personas con su hogar cambiará de forma radical, dependiendo cada vez más de los asistentes virtuales y de los dispositivos interconectados.

El hogar conectado empieza a ser una realidad y, aunque la tecnología en la mayoría de los casos ya está disponible, el gran reto consiste en relacionarla con la demanda real del consumidor. Sin duda es una apuesta de futuro a la que le queda mucho recorrido todavía, pero actualmente existen algunas barreras, tales como los elevados precios, la usabilidad y compatibilidad entre dispositivos, las dudas sobre su seguridad y privacidad y la automatización en el proceso de fabricación.

Mediante el presente proyecto de I+D se pretende minimizar principalmente este último hecho ya que, se empleará la tecnología de bordado en el desarrollo de las diferentes soluciones de textiles inteligentes. Se trata de una tecnología madura y eficaz para integración de sensores, actuadores, interconexión y transporte de energía en multitud de tejidos, así como, para el desarrollo de nuevas estructuras técnicas textiles de alto valor añadido.

TECNOLOGÍA DE BORDADO

El bordado consiste en la ornamentación, por medio de hebras textiles, de una superficie flexible.

Mediante esta tecnología, se dispone de capacidad para insertar hilos de altas prestaciones, como puedan ser hilos con propiedades conductoras de electricidad en tejidos. Se trata de una herramienta eficaz para integración de sensores, actuadores, interconexión y transporte de energía en todo tipo de tejidos, así como, para el desarrollo de nuevas estructuras textiles técnicas de alto valor añadido.

Al mismo tiempo, permite la utilización de hilos de seda, lana, lino, etc., la inserción de lentejuelas de diámetros y formas varias, efectuar calados, inserción de cintas y cordones. Todas estas capacidades que aporta la bordadora permiten implementar todo tipo de diseños sobre los tejidos inteligentes para dotarlos asimismo del componente moda.

BORDADORA MULTI-CABEZA

La bordadora que dispone AITEX en sus instalaciones está controlada electrónicamente con la más novedosa tecnología, manifestando una gran precisión y flexibilidad. El terminal puede procesar datos vía USB o internet.



La bordadora se puede utilizar en aplicaciones para prendas de vestir, ropa de cama, manteles, textiles para decoración, lencería, cortinas, tejidos para muebles, logotipos, banderas y muchas aplicaciones más. El marco máximo de trabajo de la bordadora es de 2000 x 1600mm.

Dispone de dos tipos de cabezales:

- Cabezal Estándar:

El cabezal estándar dispone de 9 agujas y posibilidad de bordar con 10 hilos diferentes con una velocidad máxima de bordado de 900 puntadas/min. Además, contiene una aguja especial para realización de calados. Dispone también de dos dispositivos para inserción de lentejuelas con diferentes diseños y formas (diámetros permitidos: 3, 5, 7, 12, 19mm).

- Cabezal W:

El cabezal W es un cabezal especial capaz de bordar un gran número de hilos especiales, cintas y cordones para producir resultados de aspecto impresionante.

Con la utilidad del bordado de cordones, se pueden fijar al textil hilos conductores gruesos o incluso cables convencionales.

Estos resultados, por lo general, sólo podrían obtenerse mediante bordados realizados a mano. Mediante este cabezal, el proceso de integración de hilos especiales es amplio a costos mucho más bajos con alta calidad.

En el presente proyecto se pretende llevar a cabo los desarrollos planteados de textiles inteligentes mediante el empleo de la tecnología de bordado, ya que mediante esta tecnología nos permitirá:

- Implementar circuitos electrónicos sobre tejido pudiendo emplear multitud de hilos conductores.
- Insertar diferentes tipos de sensores y actuadores electrónicos de manera automatizada empleando el cabezal de insertar lentejuelas y posteriormente interconectando estos sensores y actuadores con la electrónica de control empleando hilos conductores.



TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA INALÁMBRICA

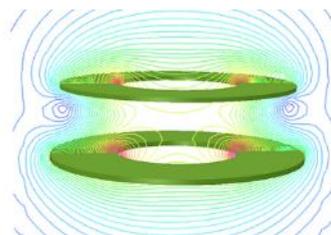
La tecnología de transmisión de energía inalámbrica es un método de transferencia de energía y consiste en la transmisión de potencia eléctrica desde una fuente de alimentación hasta una carga de consumo sin la necesidad de un medio material o conductor eléctrico. Es un término genérico utilizado para referirse a un distinto número de tecnologías de transmisión de energía que usan un campo electromagnético.

Las técnicas de transferencia de energía pueden ser de dos clases, la radiativa y la no-radiativa.

Cuando el diámetro de los dispositivos es mucho más pequeño que la distancia a transmitir la energía debe ser radiada por el espacio. La transmisión se puede realizar por ondas de luz o por microondas y proporciona una eficiencia en torno al 95% cuando la energía es concentrada y enviada por haces. Para su implementación es necesario un espacio libre de obstáculos.

En cambio, cuando las distancias son menores, esta energía no necesita ser radiada y se realiza mediante acoplamiento capacitivo o inductivo. El primero de ellos necesita una mayor superficie para transferir la misma energía y, por tanto, en general se opta por emplear un acoplamiento inductivo.

Al utilizar el acoplamiento inductivo para la transferencia de energía se realiza del mismo procedimiento que un transformador, siempre y cuando la distancia no supere el diámetro de la bobina emisora; en caso contrario el sistema será ineficiente por la inexistencia de un núcleo magnético.



Cuando se quiere transmitir a distancias superiores a las del diámetro de la bobina emisora se deberá utilizar un acoplamiento resonante y en ningún caso superar 10 veces su diámetro si se quiere un rendimiento aceptable



Las razones más importantes para recurrir a una fuente de alimentación inalámbrica son:

- Obviar la exposición de electrodos a un medio gaseoso o húmedo. Es muy importante deshacerse del conector eléctrico cuando se está trabajando en un medio que puede entrañar peligro, donde hay que evitar el riesgo de que salte una chispa al desenchufar el conector: debajo del agua, en un medio húmedo, en una mina con peligro de filtraciones de gas, etc.
- Aumentar la fiabilidad de cargadores de batería eliminando los conectores mecánicos (teléfonos móviles), ya que éstos son potenciales puntos de fallo al desoldarse o ganar holgura.
- Proporcionar independencia total a cargas que deben permanecer en movimiento. Cuando la carga es un objeto en movimiento, la existencia de cableado estorba sus movimientos, como en el caso de robots o vehículos. Resulta idóneo garantizar que el equipo va a estar perfectamente alimentado con independencia del lugar que ocupe en el espacio, de modo que tenga una movilidad completa en un entorno determinado.
- Alimentar múltiples cargas de muy bajo consumo. Los microsistemas constituyen un tema de máxima actualidad. Si se emplean muchos microsistemas, proporcionar alimentación a cada uno de ellos puede precisar un cableado complejo y con alto coste de mantenimiento. Un claro ejemplo serían las redes de microsensores en ambientes industriales.
- Facilitar ergonomía y salud al usuario de sistemas implantados dentro del cuerpo humano. Existen ciertos dispositivos que precisan ser implantados dentro del cuerpo humano para solucionar alguna carencia del paciente. Para proporcionar energía a estos implantes desde una batería situada fuera del cuerpo al implante situado en el interior del mismo, interesa no perforar la piel, para evitar riesgos de infección, proporcionar al paciente mayor comodidad y mejorar su estética.

TECNOLOGÍA DE SENSORIZACIÓN TÁCTIL/PRESIÓN

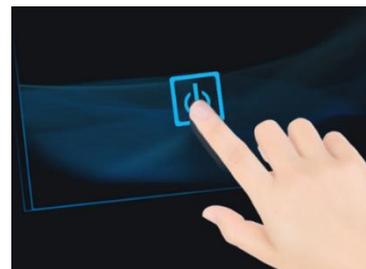
Los textiles de hoy en día son los materiales con aplicaciones en casi todas nuestras actividades. Usamos ropa todo el tiempo y estamos rodeados de textiles en casi todos nuestros ambientes. La integración de los valores multifuncionales en un material tan común se ha convertido en un área especial de interés en los últimos años. En este sentido diferentes soluciones de textiles inteligentes se han desarrollado como interfaces de comunicación humana, por ejemplo, para remplazar botones o el ratón del ordenador. Se pueden desarrollar varios sistemas de detección basados en los diferentes principios que incluyen resistiva, capacitiva, infrarroja, onda acústica superficial, electromagnetismo o imagen de campo cercano.

Los métodos resistivos y capacitivos se han utilizado ampliamente en pantallas táctiles convencionales de publicidad productos tales como teléfonos móviles, pantallas táctiles y dispositivos electrónicos de consumo.

En caso de las pantallas táctiles resistivas se componen de dos hojas que están recubiertas con un material resistivo, y separadas por un espacio de aire con ayuda de spacers. Cuando un dedo presiona la pantalla, las dos hojas se ven aproximadas produciendo un cambio eléctrico en el circuito.



Por otra parte, un sensor táctil capacitivo se basa en los efectos de acoplamiento capacitivo. Un diseño típico es revestir la pantalla con una capa metálica delgada y transparente, formando así una colección de condensadores. Cuando un usuario toca la superficie, el dedo causa una perturbación que cambia la capacitancia y la corriente que fluye en la pantalla.



En el campo de los textiles inteligentes, diferentes aproximaciones se han realizado desde la fabricación de hilos capacitivos empleando diferentes coberturas para obtener el funcionamiento capacitivo a modo de sándwich combinando materiales conductores con no conductores. Otras configuraciones se han explorado en el campo de los sensores capacitivos a modo de superficie sensorizada por cuadrantes. Para ello se emplean zonas conductoras que generalmente son fabricadas mediante tejidos o hilos conductores para reproducir los condensadores.

Por otro lado, durante estos últimos años han habido numerosas investigaciones enfocadas al desarrollo de sensores de presión resistivos flexibles. Un sensor de presión resistivo se basa en la variación de la resistencia al aplicar peso o presión. Cuando se ejerce presión, la resistencia del sensor disminuye. Si el sensor está en reposo y no tiene ningún estímulo externo, la resistencia es mayor que $1M\Omega$.

Además, es posible obtener mapas de presiones o monitorizar actividad clasificando los patrones de comportamiento, para ello es necesario desarrollar una matriz de toda la zona de trabajo y correlacionar de forma ordenada las señales que se van obteniendo.



TECNOLOGÍA FUNCIONAL SEQUIN DEVICE (FSD)

La tecnología FSD hace posible la fabricación de circuitos electrónicos en casi todos los tipos de materiales textiles. Las lentejuelas ensambladas se colocan de acuerdo con los diseños del circuito mediante la bordadora y se interconectan posteriormente mediante hilo conductor. Las principales ventajas de la tecnología FSD son:

1. Alto grado de automatización: la inserción de las lentejuelas en combinación de los hilos conductores permite obtener un tejido o sustrato funcional de forma que no es necesaria la integración de los elementos lumínicos manualmente.
2. Los textiles se mantienen flexibles: dado que las lentejuelas son de pequeño tamaño y la circuitería se realiza con hilo conductor, en muchas ocasiones flexible, es posible mantener las propiedades del tejido.



La tecnología FSD hace posible diseñar textiles lumínicos activos para los siguientes campos de aplicación:

- automoción
- indumentaria
- construcción/arquitectura
- publicidad
- textil-hogar

Por lo tanto, los conceptos de iluminación individuales para el interior pueden implementarse en la construcción de automóviles y podrían combinarse con otros sensores correspondientes. No se requieren envolturas ni cables adicionales, lo que puede dar como resultado menos material, menor peso y una complejidad reducida. La posibilidad de moldear los textiles equipados con FSD ofrece un potencial adicional para el proceso de producción.

Los textiles inteligentes equipados con FSD generalmente se pueden lavar.

La tecnología FSD integra en una lentejuela de determinado diámetro un LED de forma que al conectar ambos bornes positivo y negativo se produce el paso de corriente generando luz. Las lentejuelas poseen, como se aprecia en la imagen, una serie de orificios o cavidades en las que se inserta el hilo para fijarla al tejido. Posteriormente mediante hilo conductor se conectan ambos bornes para facilitar el paso de corriente.



ALTAVOCES TEXTILES

Un altavoz es un transductor electroacústico utilizado para la reproducción de sonido. La transducción sigue un doble procedimiento: eléctrico-mecánico-acústico. En la primera etapa convierte las ondas eléctricas en energía mecánica, y en la segunda convierte la energía mecánica en ondas de frecuencia acústica.



Los altavoces que predominan en el mercado son los electromagnéticos. Todos los altavoces electromagnéticos tienen el mismo principio de funcionamiento: se parte de la existencia de un campo magnético permanente creado por un imán fijo, que además va a tener una de sus caras enfrentada a una bobina móvil. Esta bobina, formada por un conductor eléctrico enrollado alrededor de un cilindro que tiene la capacidad de moverse en la dirección longitudinal, producen un campo magnético variable cuando la corriente del amplificador lo atraviesa y este campo magnético reacciona ante el campo fijo. Esta corriente es la representación eléctrica del sonido (la señal eléctrica que queremos reproducir), y hace que el bobinado reaccione contra el campo magnético fijo producido por el imán. Cuando el diafragma, que está unido a la bobina, se desplaza, como resultado de ser propulsado por el imán fijo, produce cambios de presión de aire que percibimos como sonido.



Mediante tecnología de bordado es posible desarrollar altavoces textiles flexibles planos mediante el bordado de multifilamentos conductores en forma de espiral.

SISTEMAS DOMÓTICOS

Domótica viene del latín "domus" que significa casa, y del griego "tica" que significa automática es decir que funciona por sí sola. La domótica es el control integrado de dispositivos eléctricos y electrónicos de una vivienda, donde se automatiza en su totalidad. La domótica ofrece servicios en algunas áreas: seguridad, gestión de la energía, automatización de tareas, comunicación, entretenimiento.

La domótica tiene como objetivo una integración de todos los controles en una unidad centralizada, para su implementación es necesario varios dispositivos que se clasifican de la siguiente manera:

- **Controlador:** Son dispositivos que gestionan el sistema dependiendo de los requerimientos recibidos o ya establecidos, estos pueden ser uno o varios que está a disposición del usuario, suelen tener pantalla, teclado lo cual lo vuelve un sistema muy amigable para su uso al controlar aire acondicionado, iluminación, electrodomésticos, etc. Una vez receptada esta información se la envía al actuador.
- **Actuador:** Este dispositivo se encarga de ejecutar la acción requerida por el controlador y así proceder a realizarla ya sea el encendido y apagado de las luces, electrodomésticos, abrir o cerrar persianas, entre otras.
- **Sensor:** Este dispositivo está enfocado a detectar todo tipo de magnitud física la cual se desea tener un reporte de su comportamiento para poder controlarla como el agua, humo, gas, temperatura.

Con todo ello, con el desarrollo del presente proyecto se favorecerá la sencilla integración de sensores en sistemas domóticos que permita realizar de manera sencilla y automatizada muchas funciones que actualmente se realizan de forma manual y presencial por los usuarios. De esta forma se obtienen nuevos productos textiles basados en la tecnología domótica que facilitarán la vida y bienestar de los mismos.





3. Objetivos del proyecto

Un entorno inteligente o vivienda domótica es aquél capaz de adquirir y aplicar conocimientos acerca de sus habitantes y de lo que les rodea con el fin de adaptarse a ellos. Esta definición presupone no sólo la capacidad de recoger información acerca del propio entorno y sus habitantes y de actuar sobre las condiciones de este, sino también la capacidad del entorno para inferir estrategias de operación adecuadas a partir de la observación y del conocimiento de las preferencias de sus usuarios.

La investigación en domótica se centra en mejorar la calidad de vida de los usuarios con el uso integrado de diversas tecnologías para proporcionar nuevos servicios y mejorar los que ya se utilizan.

No se trata de llenar las casas de nuevos artefactos sino más bien de que los que ya se utilizan sean más listos y sencillos de utilizar; que usen esa inteligencia y capacidad de comunicación para desempeñar las tareas diarias más fáciles y se adapten a nuestras necesidades. La domótica debe ser amigable, fácil de usar, instalar y mantener, ubicua pero discreta y respetuosa con nuestra privacidad.

En este proyecto de investigación se propone el desarrollo de innovadores artículos textiles que cumplan funciones de sensor y de actuador que puedan incorporarse en un entorno inteligente para dotar de confort, ahorro energético, comunicaciones y seguridad técnica y personal en viviendas o entornos de trabajo interiores.

El proyecto BRODER tiene como principal objetivo llevar a cabo una investigación con el fin de **desarrollar textiles inteligentes de alto valor añadido mediante la tecnología de bordado para aplicaciones domóticas.**

Para ello, se plantean 4 líneas de investigación bien diferenciadas pero complementarias a la hora de desarrollar textiles inteligentes para aplicaciones domóticas:

- Sistemas de transmisión de energía inalámbrica mediante el bordado de hilos conductores.
- Sensores de presión/presencia para ser integrados sobre textiles mediante tecnología de bordado convencional.
- Lentejuelas que incorporen sensores y actuadores avanzados con el fin de automatizar en gran medida el desarrollo de textiles inteligentes.
- Altavoces textiles capaces de reproducir mensajes sonoros o incluso música.

El proyecto BRODER permitirá mejorar la capacidad de innovación de la industria, gracias a la investigación en la aplicación de la tecnología de bordado para obtener textiles inteligentes de manera automatizada, hecho que se pretende suponga un avance científico y tecnológico, tanto a nivel nacional, como internacional.



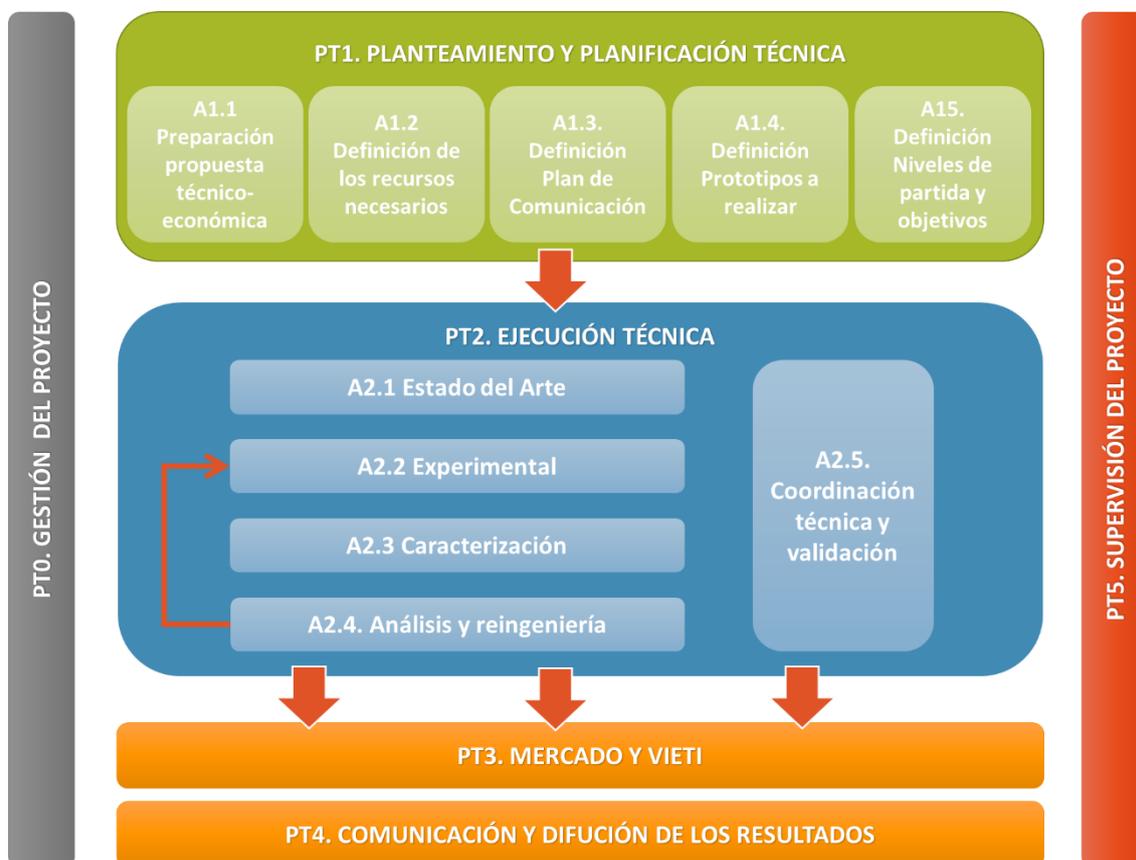
4. Plan de trabajo

El cronograma del proyecto que se ha seguido ha sido el siguiente:

PAQUETES DE TRABAJO	2021												2022								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PT0. GESTIÓN Y SEGUIMIENTO																					
ACTIVIDAD 0.1.: GESTIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO																					
PT 1: PLANTEAMIENTO Y PLANIFICACIÓN TÉCNICA																					
ACTIVIDAD 1.1.: PREPARACIÓN DE LA PROPUESTA TÉCNICO-ECONÓMICA																					
ACTIVIDAD 1.2.: DEFINICIÓN DE LOS RECURSOS NECESARIOS																					
ACTIVIDAD 1.3.: DEFINICIÓN DEL PLAN DE COMUNICACIÓN																					
ACTIVIDAD 1.4.: DEFINICIÓN DE LOS PROTOTIPOS A REALIZAR																					
ACTIVIDAD 1.5.: DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE PARTIDA Y NIVELES OBJETIVOS																					
Entregable PT1				◊																	
Hito 1				▲																	
PT2. EJECUCIÓN TÉCNICA																					
ACTIVIDAD 2.1.: ESTADO DEL ARTE / VIABILIDAD TÉCNICA / IPR																					
ACTIVIDAD 2.2.: EXPERIMENTAL																					
ACTIVIDAD 2.3.: CARACTERIZACIÓN																					
ACTIVIDAD 2.4.: ANÁLISIS Y REINGENIERÍA																					
ACTIVIDAD 2.5.: COORDINACIÓN TÉCNICA Y VALIDACIÓN																					
Entregable PT2																					◊
Hito 2																					▲
PT3. MERCADO Y VIABILIDAD INDUSTRIAL Y ECONÓMICA, TRANSFERENCIA E IMPACTO (VIETI)																					
ACTIVIDAD 3.1.: MERCADO (EMPRESAS)																					
ACTIVIDAD 3.2.: VIETI																					
Entregable PT3																					◊
Hito 3																					▲
PT4. COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS. INFORME EJECUTIVO																					
ACTIVIDAD 4.1.: IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE COMUNICACIÓN /DIFUSIÓN																					
ACTIVIDAD 4.2.: INFORME EJECUTIVO																					
Entregable 4												◊									◊
Hito 4												▲									▲
PT5. SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO																					
ACTIVIDAD 5.1.: SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO																					



A continuación, se muestra el flujograma del proyecto:





A continuación, se muestra un resumen de las tareas ejecutadas dentro de cada paquete de trabajo:

PT0. GESTIÓN Y SEGUIMIENTO

Este paquete de trabajo está dirigido a las tareas propias de gestión del proyecto. Comprende las siguientes tareas:

- Preparación, revisión y gestión de contratos
- Solicitud del proyecto a los organismos de financiación
- Gestión y seguimiento desviaciones de los proyectos
- Justificación/auditoria técnico-económica

PT1.- PLANIFICACIÓN TÉCNICA

Durante esta fase se ha llevado a cabo la definición y planificación técnica del proyecto. Asimismo, se ha definido el plan de difusión y los prototipos a realizar durante la ejecución del proyecto con el fin de alcanzar los objetivos planteados.

Para ello, en este paquete de trabajo se han llevado a cabo las siguientes tareas:

A1.1. Preparación de la propuesta Técnico-Económica

Esta tarea ha englobado tareas de definición y actualización de la solicitud del proyecto para la ejecución de la presente anualidad: definición de los objetivos, novedad y relevancia, resultados esperados, impacto de los resultados, definición del plan de trabajo, etc.

A1.2. Definición y planificación de los recursos necesarios

En esta tarea se ha llevado a cabo la planificación de los recursos necesarios para el correcto devenir del proyecto. Se han seleccionado tanto los recursos humanos necesarios con los que cuenta AITEX para la ejecución de todas las tareas planteadas, así como se han definido los servicios externos que han sido necesarios para alcanzar todos los objetivos planteados. De igual modo, se han estimado las necesidades en cuanto a materiales necesarios para llevar a cabo las investigaciones y desarrollos planteados.

A1.3. Definición del plan de comunicación

Durante esta tarea se ha preparado un plan de difusión con todas las actividades a realizar estableciendo un cronograma de actuación que permita sincronizar las diferentes actividades de difusión con la evolución del proyecto.

A1.4. Definición de los prototipos a realizar

En esta tarea se ha llevado a cabo la definición y planificación de los prototipos a realizar en el proyecto.



A1.5. Definición de los niveles de partida y niveles objetivos

En esta actividad se han definido y planificado los niveles de salida y objetivo del proyecto. Del mismo modo se han definido las reuniones mensuales de seguimiento.

PT2.- EJECUCIÓN TÉCNICA

En el presente paquete de trabajo se ha llevado a cabo todas las tareas de investigación necesarias para el desarrollo y validación de todos los prototipos a desarrollar planteados.

Las tareas que contemplan el presente paquete de trabajo son las siguientes:

A2.1. ESTADO DEL ARTE / VIABILIDAD TÉCNICA / IPR

En esta tarea ha llevado a cabo un estudio del estado del arte sobre las tecnologías de aplicación en el desarrollo de productos en el marco del proyecto, tales como tecnologías de transmisión de energía inalámbrica, tecnologías FSR (lentejuelas electrónicas), tecnologías de sensorización de presión y presencia y tecnologías para el desarrollo de altavoces textiles capaces de generar sonido. El objetivo de este paquete de trabajo es la generación y actualización de una base de conocimiento que permita la correcta ejecución del proyecto.

A2.2. EXPERIMENTAL

En esta tarea se han llevado a cabo los diseños y desarrollos de los prototipos para las diferentes líneas de investigación planteadas.

- **BOBINAS DE INDUCCIÓN POR BORDADO**

En esta subtarea se han realizado los diseños de las bobinas para el desarrollo del sistema de transmisión de energía inalámbrica mediante el software EPCwin, que es el programa empleado para realizar el diseño, picajes y la edición de los bordados.

Una vez se dispone del picaje, se ha procedido a desarrollar las antenas textiles bordando multifilamento conductor. Se han desarrollado multitud de antenas textiles empleando diferentes textiles sustratos, hilos conductores y diseños. Posteriormente se han caracterizado todos los prototipos para comprobar sus prestaciones en cuanto a capacidad de transmisión de energía.

Se han desarrollado diferentes tipos de antenas:

- Antenas textiles de transferencia de energía inalámbrica con capacidad para cargar baterías de robots, drones o incluso vehículos eléctricos.
- Antenas receptoras textiles capaces de alimentar sensores ambientales empleando tecnología NFC o WPT.
- Antenas textiles obtengan la energía necesaria de manera inalámbrica para alimentar textiles inteligentes

ANTENAS TEXTILES WPT DE POTENCIA

Las siguientes imágenes muestran el picaje y desarrollo de antenas de transferencia de energía inalámbrica para alta potencia (hasta 200W) con capacidad para transmitir grandes cantidades de energía.

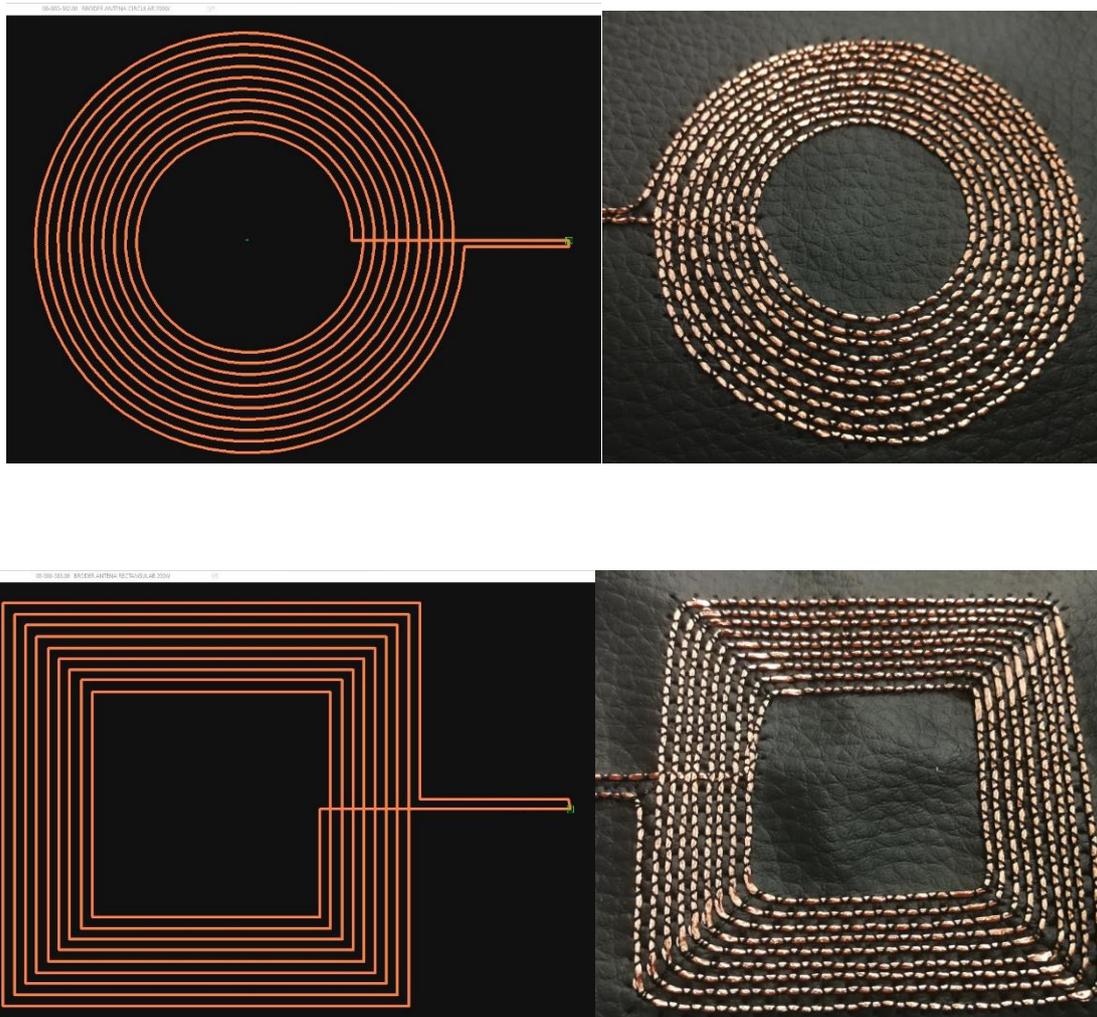


Imagen 1. Antenas WPT de alta potencia

Se trata de antenas textiles integradas sobre substrato textil mediante bordadora para el desarrollo de sistemas de transmisión/recepción de energía inalámbrica, que permitan cargar baterías de robots, drones o vehículos eléctricos.

ANTENAS TEXTILES NFC

Las siguientes imágenes muestran el picaje y desarrollo de una antena NFC que es capaz de recibir la energía que emite un dispositivo NFC y alimentar un led con dicha energía.

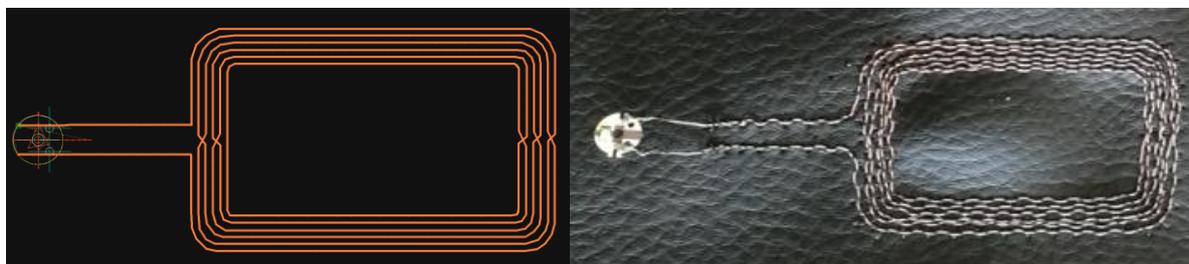


Imagen 2. Antena NFC bordada que incorpora una lentejuela led

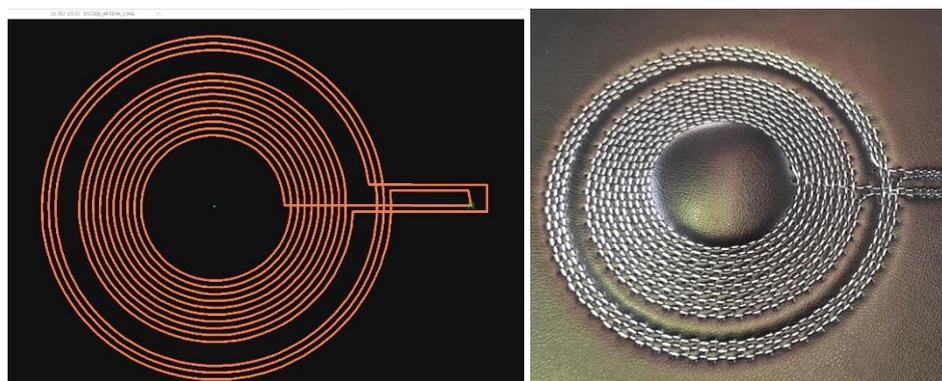


Imagen 3. Antena dual (WPT-NFC)

Mediante esta tecnología NFC se es capaz de intercambiar la energía necesaria para que dispositivos electrónicos que no incorporan batería puedan funcionar. Un ejemplo de aplicación, podría ser una funda de colchón con espira receptora de energía con capacidad de recibir energía suficiente para alimentar una electrónica que se encargue de monitorizar parámetros ambientales de la habitación en la que se encuentra (la fuente de energía podría ser un smartphone).



MULTIESPIRAS TEXTILES WPT

Las siguientes imágenes muestran el picaje y desarrollo de multiespiras capaces de intercambiar la energía necesaria para que puedan operar a dispositivos inalámbricos que no incorporan batería.

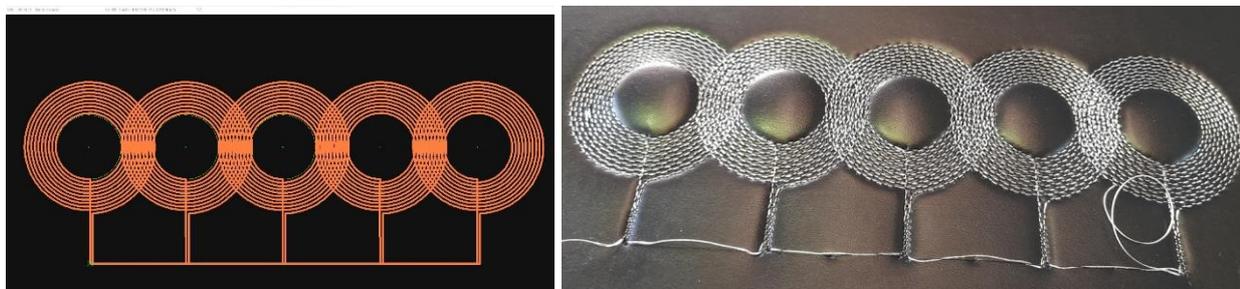


Imagen 4. Multiespiras WPT

Un ejemplo de aplicación, podría ser una funda de colchón con espira transmisora de energía y prenda (pijama) que integre espira receptora con capacidad de recibir energía suficiente para alimentar una electrónica que se encargue de monitorizar parámetros de salud.

- **TEXTILES CON CAPACIDAD PARA DETECTAR PRESIONES DISTRIBUIDAS**

Se ha llevado a cabo una investigación para el desarrollo de una estructura textil, y su correspondiente electrónica de control, que integre una matriz de sensores de presión capaces de monitorizar en tiempo real el valor de la presión ejercida sobre ellos, así como almacenar los valores para su posterior análisis. El sistema permitirá la unión de varios módulos de 16 x 16 hasta un máximo de 4, es decir, permitirá monitorizar una matriz de 64 x 64.

Las siguientes imágenes muestran un ejemplo de picaje y desarrollo de una matriz de sensores de presión 16x16 obtenida mediante un proceso de bordado de manera totalmente automatizada.

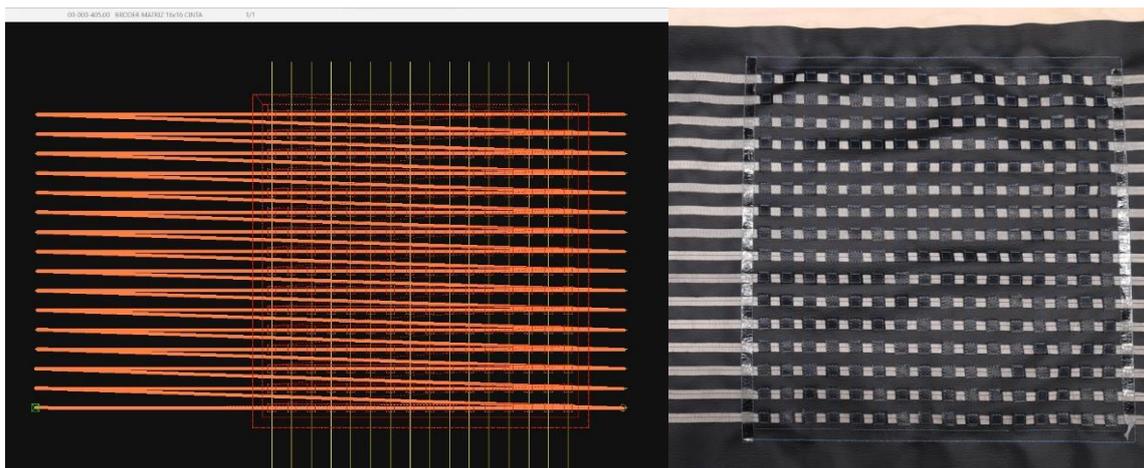


Imagen 5. Matriz de sensores de presión 16x16 bordada

Se ha desarrollado un dispositivo electrónico y software capaz de obtener los datos generados por la matriz y almacenarlos para su posterior análisis. El software también es capaz de mostrar en tiempo real el mapa de presiones distribuidas sobre el textil desarrollado.



Imagen 6. Dispositivo electrónico de control y software desarrollado para el funcionamiento de la matriz

Como posibles aplicaciones de esta tecnología, los sensores de presión textiles se podrían emplear en un cubrecolchones, con el fin de conocer las posturas y movimientos durante el descanso, con el fin de analizar la calidad de sueño del usuario



- **LENTEJUELAS ELECTRÓNICAS**

En esta línea de I+D se ha llevado a cabo una investigación para el desarrollo de nuevos sensores digitales y actuadores que puedan integrarse en una lentejuela electrónica, mejorando las lentejuelas electrónicas desarrolladas la anterior anualidad con el fin de integrar cualquier tipo de sensor y/o actuador sobre cualquier sustrato textil de manera automatizada.

Se han rediseñado las lentejuelas desarrolladas en años anteriores con el fin de resolver algunos problemas de discontinuidad eléctrica que presentaban éstas a la hora de interconectar los pads de la lentejuela con el hilo conductor. Para ello, se han desarrollado 3 diseños de lentejuelas y se han probado, seleccionando la que mejores prestaciones ha demostrado.

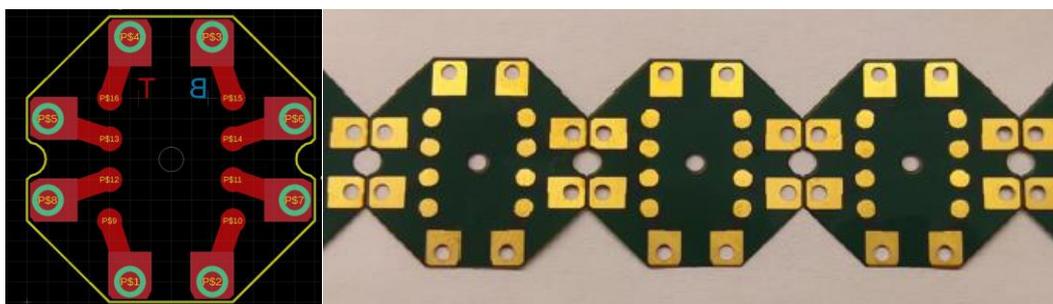


Imagen 7. Lentejuela diseño 1



Imagen 8. Lentejuela tipo 2



Imagen 9. Lentejuela tipo 3



Además, se han desarrollado diferentes PCBs para soldar sobre la lentejuela electrónica y que integran diferentes sensores comerciales: detección de ruido, sensor de proximidad, conector USB y unidad microcontroladora de NFC

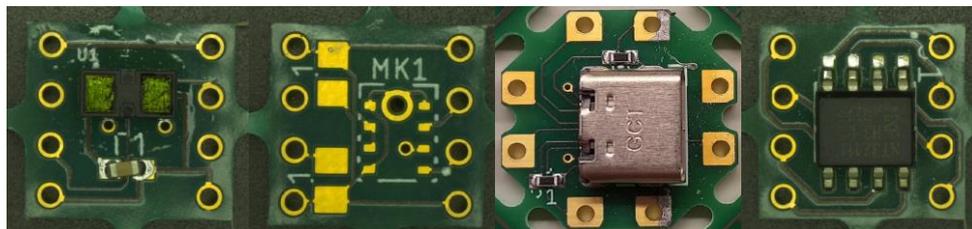


Imagen 10. PCBs desarrolladas

Por otro lado, se han desarrollado prototipos demostradores que integran diferentes sensores ambientales (sensor proximidad, sonido, inercial,...) sobre textil empleando tecnología de bordado.

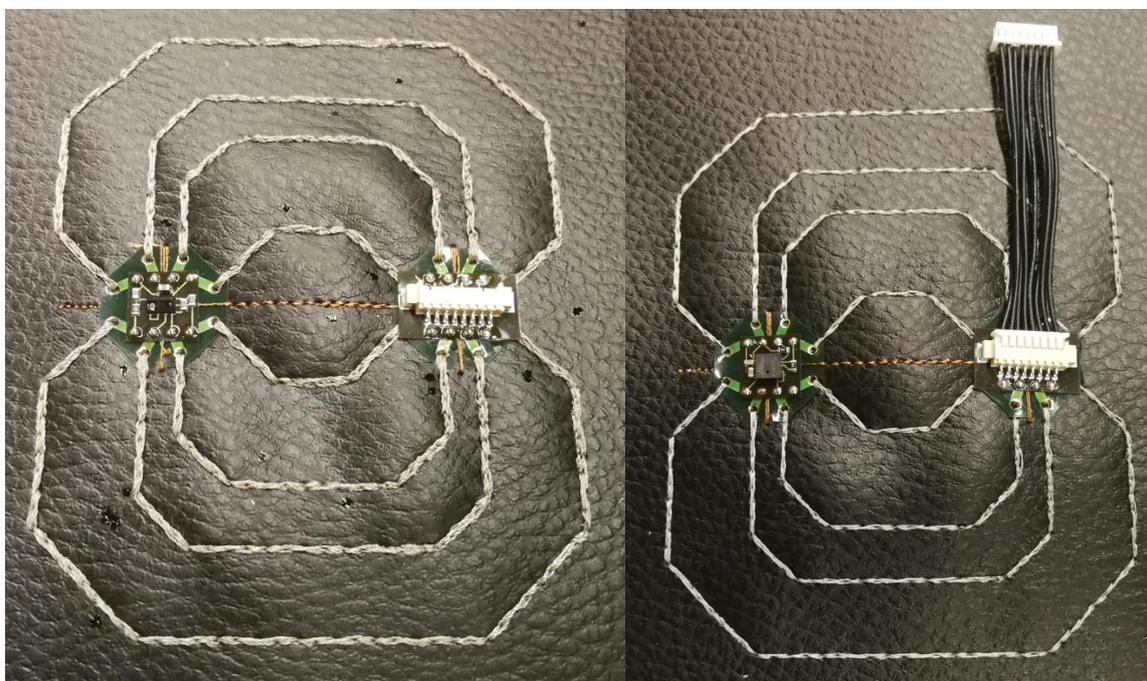


Imagen 11. Bordado que incorpora sensor de proximidad(izda.) y sensor inercial (drcha.)

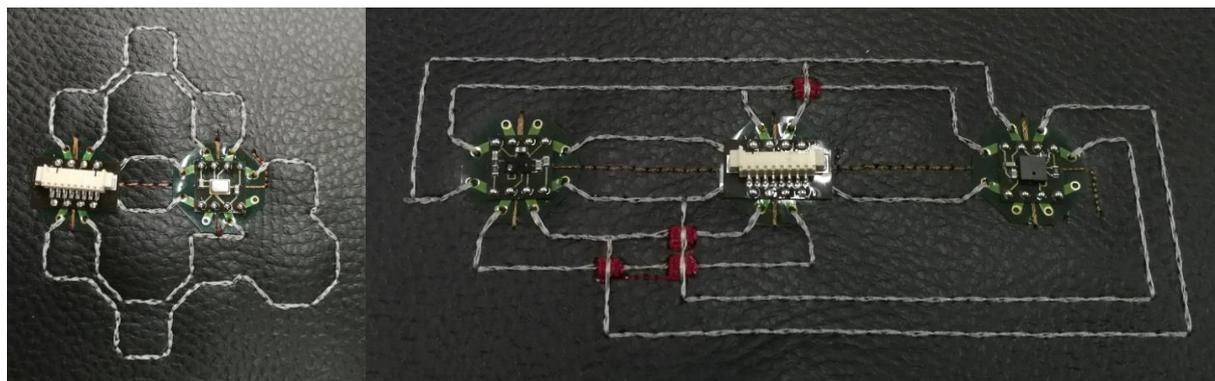


Imagen 12. Bordado que incorpora sensor de sonido (izda.) y sensor de proximidad e inercial (drcha.)

Del mismo modo, se han desarrollado prototipos demostradores de tejidos lumínicos que incorporan leds RGB.



Imagen 13. Prototipo que incorpora lentejuelas con leds RGB

Las lentejuelas electrónicas desarrolladas permiten incorporar sensores/actuadores/conectores sobre sustrato textil de manera automatizada facilitando el desarrollo de los textiles inteligentes

Altavoces textiles

El objetivo ha sido conseguir desarrollar un altavoz textil mediante el bordado de hilos conductores. En esta línea de I+D se han diseñado y desarrollado diferentes prototipos textiles con capacidad para emitir sonido. Se ha llevado a cabo un estudio analizando diferentes sustratos textiles, diferentes imanes empleados, hilos conductores y diseños de la espira con el fin de seleccionar los altavoces que mejores resultados demuestren.

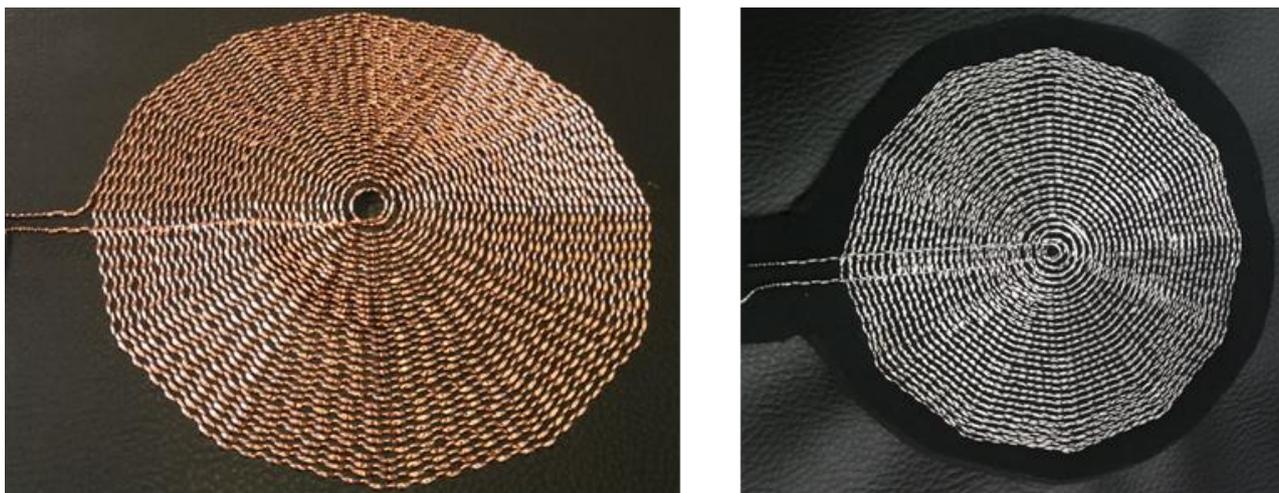


Imagen 14. Muestras de altavoces textiles desarrollados

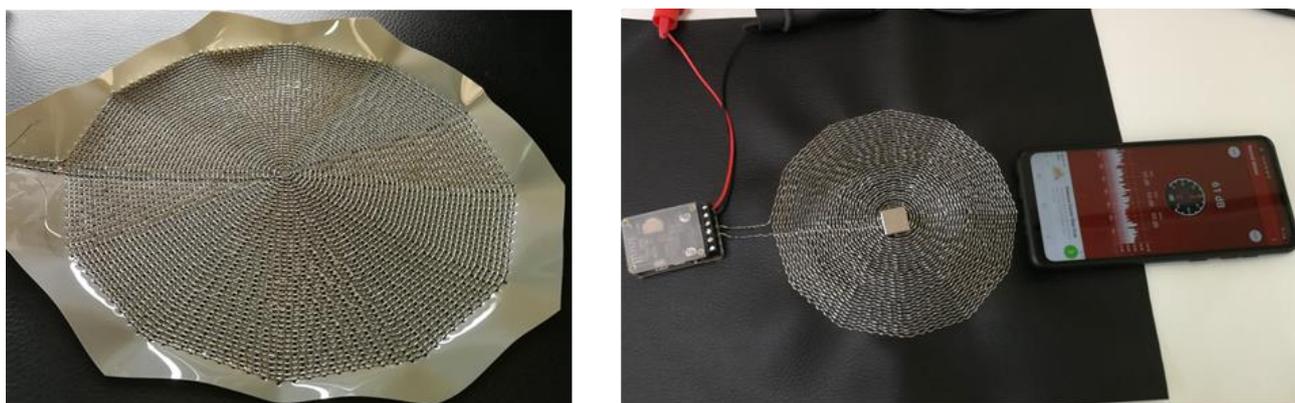


Imagen 15. Muestras de altavoces textiles desarrollados

Con el fin de caracterizar los altavoces textiles bordados desarrollados se ha empleado un sistema de medición acústica omnidireccional.



Como ejemplo, en la imagen de a continuación se muestra una comparativa de la respuesta en frecuencia obtenida por un altavoz bordado de tamaño mediano y se observa cómo cambia considerablemente como consecuencia del uso de diferentes tipos de imanes.

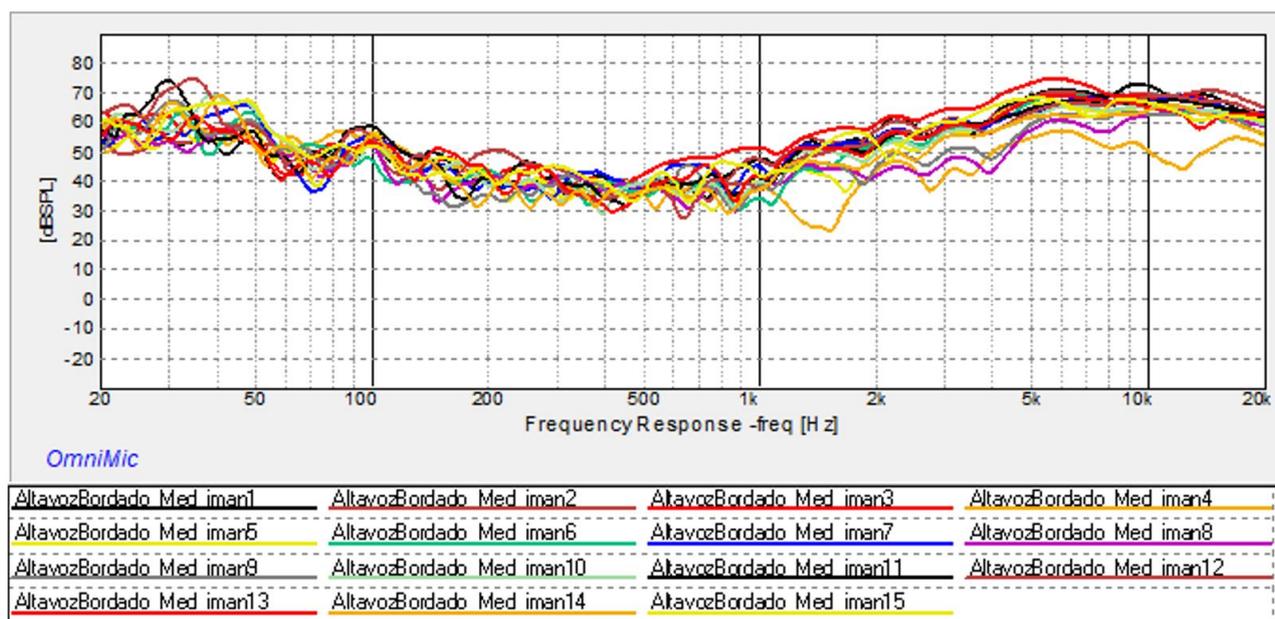


Imagen 16. Caracterización de altavoces desarrollados.

A2.3. CARACTERIZACIÓN DE PROTOTIPOS

Dentro de esta tarea se han llevado a cabo las pruebas y ensayos que se han realizado para la caracterización de los prototipos textiles desarrollados. Los desarrollos caracterizados son los siguientes:

- Antenas bordadas para línea de transmisión de energía inalámbrica
- Sensores textiles de presión
- Bordados que integran lentejuelas electrónicas
- Altavoz textil
- Hardware de control
- Servidor web/ APP/chatbot para el control del sistema doméstico



A2.4. ANÁLISIS Y REINGENIERÍA

T2.4.1. Análisis de los datos y resultados

En esta tarea se han analizado los resultados obtenidos de las diferentes investigaciones llevadas a cabo. Del análisis realizado, se han extraído las conclusiones que han permitido definir los artículos textiles a desarrollar para incluir en el sistema domótico, definir los requerimientos técnicos y las funcionalidades a implementar fruto del estudio de las necesidades.

T2.4.2. Reingeniería

Esta tarea contempla la posibilidad de llevar a cabo una reingeniería de los prototipos a desarrollar en caso de que surjan inconvenientes, ya que toda investigación lleva asociada un proceso de reingeniería en el que se examinan los resultados obtenidos de cada tarea y se toman las decisiones oportunas para realizar los cambios necesarios que lleven a la obtención de los objetivos planteados.

T2.3.3. Preparación de informes y entregables

En esta tarea se han redactado los informes definidos para la justificación del proyecto, describiendo todo el trabajo realizado, incluyendo estudios, diseños, desarrollos, resultados de caracterización, análisis de resultados y establecimiento de conclusiones.

A2.5. COORDINACIÓN TÉCNICA Y VALIDACIÓN

En esta tarea se ha llevado el control y seguimiento de los recursos, tanto humanos como los servicios externos que colaboran en el proyecto. Del mismo modo, se ha llevado a cabo el seguimiento de las compras de materiales necesarios para alcanzar los objetivos planteados al inicio del proyecto.

En esta actividad también se han llevado a cabo las tareas de preparación de la parte técnica de ofertas y contratos de colaboración con los servicios externos que han colaborado en el proyecto.



PT3. TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

Se han llevado a cabo acciones de transferencia de los resultados del proyecto y promoción dirigidas a las empresas textiles de la Comunidad Valenciana.

A3.1.: MERCADO

En esta actividad se han llevado a cabo las siguientes acciones:

- Diagnóstico (identificación de necesidades empresas).
- Investigación e identificación de mercados potenciales.
- Visitas/contactos/reuniones con empresas.
- Preparación de informes/documentos de transferencia.

A3.2.: VIETI

Se ha llevado a cabo las siguientes tareas:

- Análisis de escalabilidad industrial, estudio económico de la solución propuesta; viabilidad de costes (escandallo)
- Identificación de mercado y valoración y cuantificación de la oportunidad del mercado/necesidad.
- Definición de las opciones de transferencia y selección de la opción más adecuada.
- Identificación y medición del impacto en la empresa.
- Diseño y definición de la explotación de resultados en el mercado/sector.

PT4. DIFUSIÓN DEL PROYECTO

En este paquete de trabajo se han realizado las tareas de difusión de los resultados del proyecto para divulgar los conocimientos obtenidos durante su desarrollo a todas las empresas interesadas del sector para que puedan aprovecharse de ellos.

Para ello se hecho uso de diversas plataformas, tanto online mediante redes sociales o la página web de AITEX como mediante la revista de divulgación de AITEX.

A4.1. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE COMUNICACIÓN/DIFUSIÓN

Dentro de las tareas de difusión, se ha contemplado la preparación de informes y artículos, folletos publicitarios, así como la emisión de noticias o publicaciones a los diferentes medios.



Se han llevado a cabo las siguientes acciones de difusión del proyecto:

- a. Difusión a través de la web de AITEX.
- b. Publicación de Notas de Prensa para su aparición en forma en revistas relacionadas con la temática del proyecto.
- c. Publicación en la revista de AITEX “AITEX Review”, y en aquellos medios de comunicación que se consideren oportunos.
- d. Se ha hecho difusión del proyecto en alguna revista relacionada con el sector textil y/o en alguna cuyo público objetivo sea el sector hábitat.
- e. Comunicación a una selección de las empresas asociadas y clientes de AITEX en función de criterios filtro para acotar el espectro más directamente relacionado con el proyecto para concretar reuniones personalizadas con empresas.
- f. Publicación de artículos de investigación y/o comunicaciones en congresos.

A4.2. INFORME EJECUTIVO

En esta actividad se ha elaborado el Informe Ejecutivo, donde de forma muy sintética y clara se destacan los aspectos clave y más importantes del proyecto. Este informe ejecutivo es la base del contenido para la mayoría de las acciones de comunicación que se han hecho en los diferentes formatos (catálogo de I+D de resultados de proyectos, folletos, memoria anual de actividades,)



5. Resultados obtenidos

El proyecto BRODER se ha centrado en la investigación y desarrollo de textiles inteligentes empleando como proceso de producción la tecnología de bordado para aplicaciones domóticas.

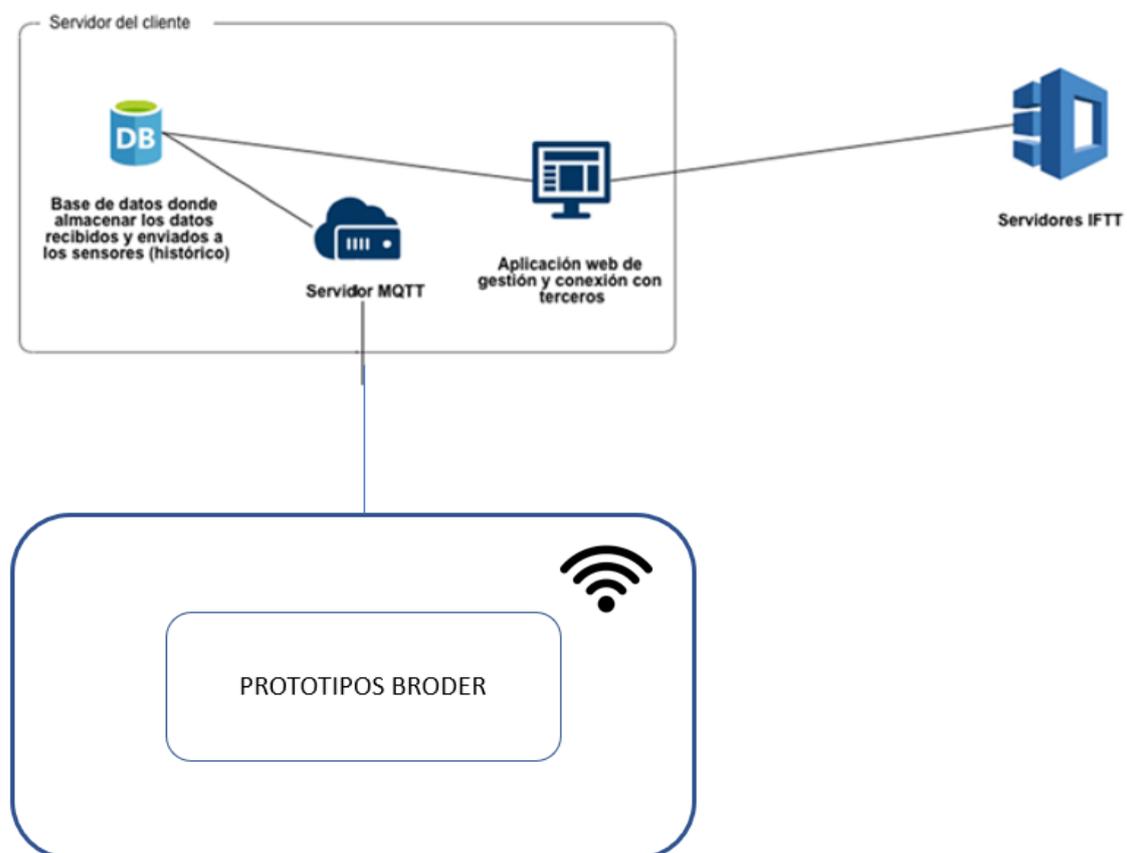
Mediante la ejecución del proyecto se ha desarrollado un sistema domótico, basado en sensores y actuadores textiles, capaz de analizar las condiciones del entorno de la vivienda y actuar en consecuencia con el fin de incrementar la calidad de vida de sus usuarios.

Durante la ejecución del proyecto se han obtenido diferentes prototipos demostradores de las tecnologías investigadas. Destacan los siguientes:

- Toldo motorizado con diferentes sensores ambientales integrados, capaz de extenderse o recogerse automáticamente dependiendo de los parámetros ambientales adquiridos.
- Colchón con capacidad para medir presiones, que se puede emplear en aplicaciones de salud y bienestar, como el control de la calidad del sueño, la medición y control de las posturas del usuario, la evaluación de su confortabilidad y la identificación de la presión en áreas de riesgo, entre otras aplicaciones.
- Alfombra de garaje para recarga inalámbrica de Scooters eléctricas para personas con movilidad reducida, que permite la recarga de la batería sin necesidad de conectar cables, simplemente aparcando el vehículo eléctrico encima de la misma.
- Prenda textil con varios altavoces incorporados en la capucha, permitiendo escuchar música o notificaciones al usuario.
- Dispositivos electrónicos de control y comunicación para los sensores y actuadores indicados, y software de monitorización y control adecuado para smartphone/Tablet/PC que permite configurar y controlar el comportamiento de los textiles inteligentes desarrollados.



A continuación, se muestra el diagrama de bloques implementado:





IMÁGENES DE LOS DEMOSTRADORES FINALES

Sudadera con altavoces textiles integrados en capucha



Gorro con altavoces textiles integrados

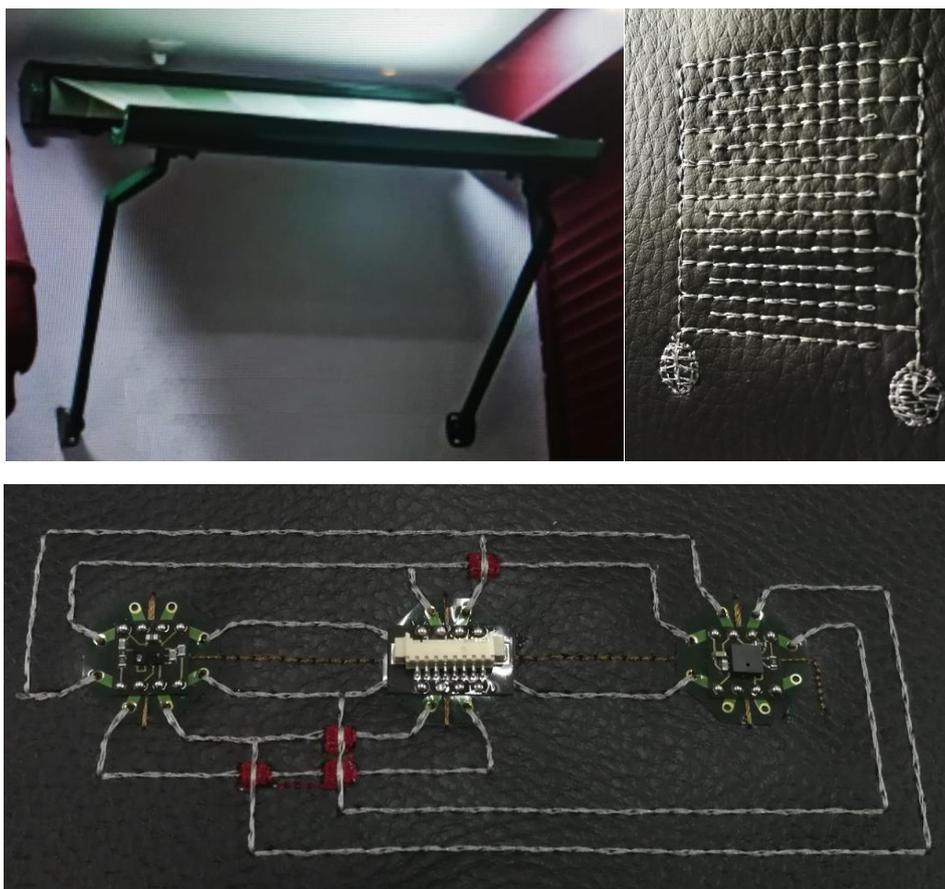




Mini-cuna con matriz de sensores de presión integrados



Toldo motorizado con sensores ambientales integrados





6. 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 de estas empresas y se han tenido en cuenta las apreciaciones de cada una de ellas 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 las empresas interesadas el informe de resultados del proyecto.