



aitex[®]
textile research institute

BIENESMART 2021

Investigación y desarrollo de textiles inteligentes que permitan monitorizar parámetros fisiológicos para la mejora del bienestar de las personas





Contenido

1. Ficha técnica del proyecto	3
2. Antecedentes y motivaciones	4
3. Objetivos del proyecto	5
4. Plan de trabajo.....	6
5. Resultados obtenidos	13
6. Impacto empresarial	19



1. Ficha técnica del proyecto

Nº EXPEDIENTE	IMDEEA/2021/15
TÍTULO COMPLETO	Investigación y desarrollo de textiles inteligentes que permitan monitorizar parámetros fisiológicos para la mejora del bienestar de las personas
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



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

Actualmente, según un informe realizado en 2020 por WIN (Worldwide Independent Network Of Market Research) el aspecto que se considera más importante en el día a día a nivel mundial, después de la familia, es la vida sana con un 46% que engloba aspectos como la dieta y el ejercicio. Concretamente, en España el 79% de la población se considera saludable según un estudio realizado por DYM – Market Research , por lo que se puede observar una tendencia de la sociedad a mantener una vida sana.

Bien es sabido que la tecnología está en constante evolución, y en el ámbito de la salud y el bienestar de las personas, está permitiendo que surjan nuevos servicios sanitarios que ayuden a mejorar la calidad de la vida de los usuarios.

Teniendo en cuenta que hay una clara tendencia de la sociedad hacia lo saludable, resulta más que interesante poder obtener información instantánea sobre la salud y las condiciones físicas de los usuarios. De este modo, gracias a los wearables y las nuevas tecnologías los usuarios serán capaces de consultar esta información, hecho que les permitirá modificar sus hábitos o acudir a especialistas que les ayuden a prevenir enfermedades.

Así pues, en la actualidad existe una intensa carrera por monitorizar la mayor parte de los parámetros fisiológicos con el objetivo de aportar información de interés a los usuarios. Mediante el empleo de sensores es posible medir ciertos parámetros fisiológicos. A continuación, se observan algunos de los parámetros que pueden ser medidos y analizados.



Ilustración 1. Parámetros fisiológicos que pueden ser medidos

En este proyecto se ha planteado la monitorización variables fisiológicas y biológicas para el control del usuario y que resultan de interés para el control de la salud y bienestar personal; **bioimpedancia**, **actividad del músculo (electromiografía)**, análisis de **parámetros biológicos**, y también se trabajará en los **sistemas de integración** entre tejido y sensores para hacer wearable los sistemas.



3. Objetivos del proyecto

El proyecto BIENESMART 2021 está orientado a mejorar la capacidad de innovación de la industria, gracias a la investigación en tecnologías novedosas, que supondrán un avance científico y tecnológico tanto a nivel nacional como internacional y con la consecución del proyecto se conseguirá un avance progresivo en estas cuatro tecnologías planteadas y su utilización para la mejora de calidad de vida de los usuarios.

Durante la anualidad 2019 y 2020 se llevó a cabo los dos primeros hitos del presente proyecto en el que se trabajó la captura de señales de los músculos y el tratamiento de los datos obtenidos, la impresión sobre sustrato flexible de varias capas de tinta de electrodos y un sistema de integración entre electrónica y tejido que resolvía el problema de la unión entre el textil y el tejido.

Los objetivos generales del proyecto han sido:

- I+D en la medición de la actividad eléctrica muscular a través de electrodos integrados en el textil.
- I+D de electrodos serigrafiados para su aplicación como biosensores electroquímicos.
- I+D de un sistema de integración que ensamble electrónica y tejido para morfologías curvas.
- I+D de una solución textil para la medición de parámetros bioeléctricos a través de la bioimpedancia eléctrica.

Del mismo modo, los objetivos específicos del proyecto para BIENESMART 2021 han sido:

- Actualización el estado del arte obtenido durante los años anteriores, de forma que permita conocer la situación actual de desarrollo de cada una de las líneas de investigación.
- Análisis de comportamiento de electrodos bordados y tejido conductor para su uso en medición de actividad eléctrica muscular y ritmo cardíaco.
- Estabilización de la señal obtenida por los electrodos para la medición de la actividad eléctrica muscular. Obtención de datos sobre músculos no superficiales.
- Desarrollo de solución textil para la medición de la actividad eléctrica muscular.
- Investigación de enzimas y membranas a utilizar sobre el electrodo de trabajo. Optimización del electrodo para la medición de parámetros biológicos.
- Desarrollo de electrodos serigrafiados sobre sustrato flexible para la medición de parámetros biológicos.
- Investigación de la bioimpedancia eléctrica como sistema de medición integrado en textil.
- Desarrollo de solución textil para la medición de parámetros bioeléctricos a través de electrodos.
- Investigación de la problemática en la integración entre textil y electrónica en ubicaciones con morfologías curvas. Desarrollo de sistema de integración curvo.
- Caracterización los datos obtenidos por los sensores y validación de los resultados obtenidos con usuarios.
- Estudio de la industrialización de las tecnologías investigadas.
- Cooperación con empresas de la comunidad valenciana para el desarrollo del proyecto.
- Difusión de los resultados de la investigación generados en el marco de esta iniciativa.
- Transferencia de la tecnología a los sectores industriales potencialmente interesados en los resultados del proyecto BIENESMART 2021.



4. Plan de trabajo

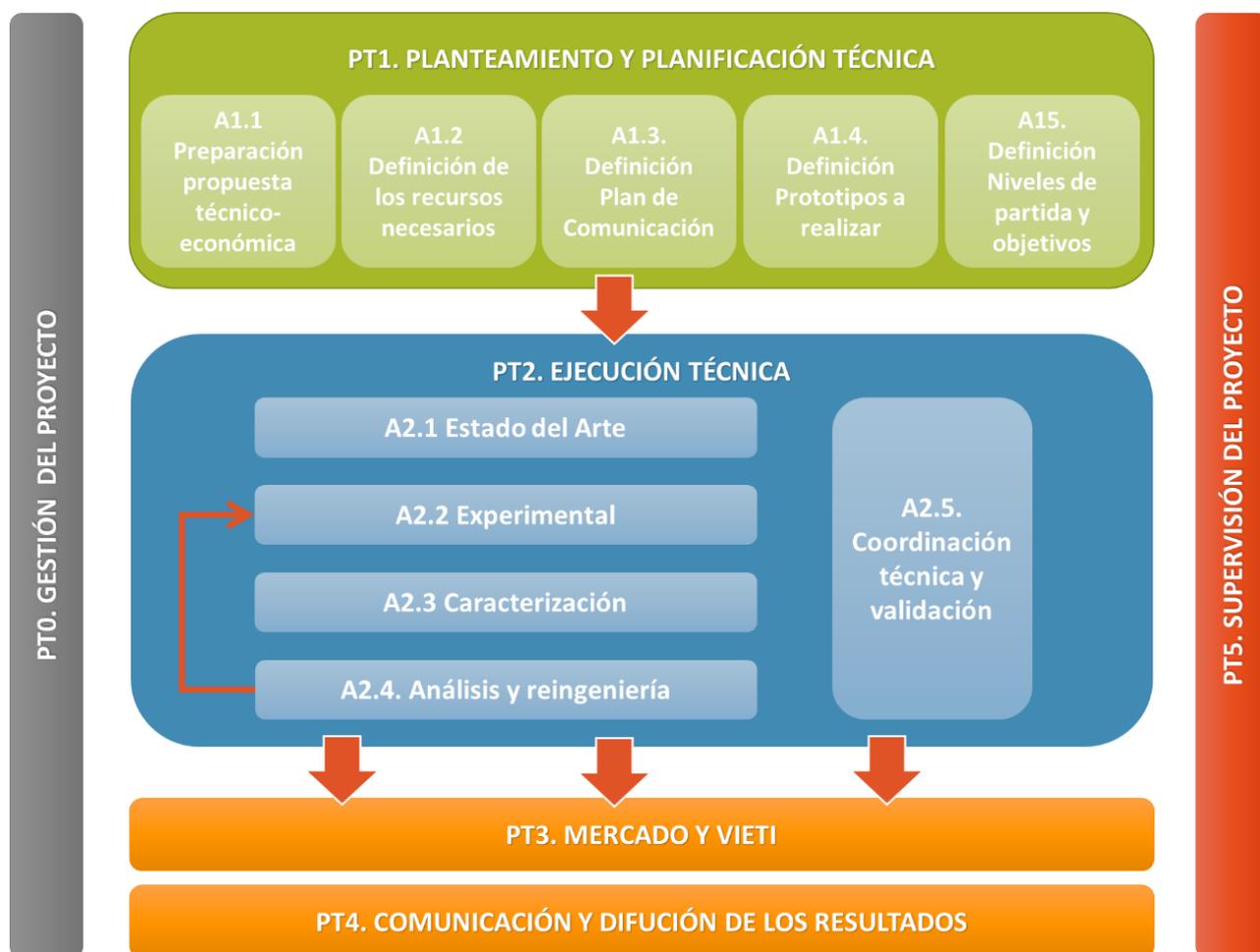
Incluir el cronograma del proyecto, así como los paquetes de trabajo realizados y las tareas llevadas a cabo en cada paquete de trabajo.

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

PAQUETES DE TRABAJO / MESES	2021												2022								
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
PT0. GESTIÓN Y SEGUIMIENTO																					
A0.1. Gestión y seguimiento del proyecto																					
PT1: PLANTEAMIENTO Y PLANIFICACIÓN TÉCNICA																					
A1.1. Preparación de la propuesta técnico-económica																					
A1.2. Definición de los recursos necesarios																					
A1.3. Definición del plan de comunicación																					
A1.4. Definición de los prototipos a realizar																					
A1.5. Definición de niveles de partida y niveles objetivo																					
Entregable PT1				▲																	
PT2: EJECUCIÓN TÉCNICA																					
A2.1. Estado del arte y viabilidad técnica																					
A2.2. Experimental																					
A2.3. Caracterización																					
A2.4. Análisis y reingeniería																					
A2.5 Coordinación técnica																					
Entregable PT2												▲					▲			▲	
PT3: MERCADO Y VVIABILIDAD IINDUSTRIAL Y ECONÓMICA, TRANSFERENCIA E IIMPACTO (VIETI)																					
A3.1 Mercado (empresas)																					
A3.2 VIETI																					
Entregable PT3												▲					▲			▲	
PT4: COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS. INFORME EJECUTIVO																					
A4.1. Implementación del plan de comunicación/difusión																					
A4.2. Informe ejecutivo																					
Entregable PT4								▲				▲					▲			▲	
PT5: SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO																					
A5.1 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. Todo proyecto debe tener una gestión de las tareas y actividades que se van ejecutando según su avance. Será fundamental, por tanto, para la consecución de cada uno de los hitos marcados en el inicio del proyecto. Lo conforma la siguiente tarea:

- T0.1. Gestión y seguimiento del proyecto

En ella se da lugar a la preparación, revisión y gestión de contratos; a la solicitud del proyecto a los organismos de financiación, la gestión de seguimiento de las desviaciones de los proyectos (cartas de cambios) y al procedimiento de la justificación/auditoría técnico-económica.

PT1.- PLANIFICACIÓN TÉCNICA

Durante esta fase se ha llevado a cabo la definición y planificación técnica del proyecto. Asimismo, se ha llevado a cabo un estudio del estado actual de las tecnologías a investigar, identificando los requerimientos que deberán cumplir los dispositivos a desarrollar para alcanzar los objetivos técnicos planteados al inicio del proyecto.

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

T1.1. 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 tercera anualidad: definición de los objetivos, novedad y relevancia, resultados esperados, impacto de los resultados, definición del plan de trabajo, etc.

T1.2. Definición 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.

T1.3. Definición del plan de comunicación

Durante esta tarea también 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.

T1.4. Definición de los prototipos a realizar

Se define y planifica los prototipos a realizar a lo largo del proyecto BIENESMART 2021.

T1.5. Definición de niveles de partida y niveles objetivo

En esta última actividad se definen y planifican los niveles de salida y objetivo, así como las reuniones mensuales de seguimiento del proyecto que garantizan su correcto funcionamiento y gestión.



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 planteados en el proyecto, que contribuirán a la mejora y desarrollo de soluciones capaces de monitorizar constantes vitales y parámetros fisiológicos para la mejora del bienestar de las personas.

A continuación, se amplía la información de las tareas que se han llevado a cabo las siguientes:

T2.1. Estado del arte y viabilidad técnica

En esta actividad se llevará a cabo una actualización del estado del arte sobre las tecnologías de aplicación en el desarrollo de productos en el marco del proyecto BIENESMART 2021 tales como tecnologías de integración textil, electromiografía, bioimpedancia y biosensores. El objetivo de este paquete de trabajo es la generación y actualización de una base de conocimiento que permita la correcta ejecución del proyecto.

T2.2. Experimental

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

Electromiografía

- Diseño de distintos modelos de electrodos para realizar pruebas iniciales de electromiografía, así como estudiar la biocompatibilidad con la piel de los usuarios.
- Estudio de la posición de los electrodos para la medición de los músculos superficiales. Se han diseñado los patrones de las diferentes soluciones textiles como: manguitos, musleras, mallas etc.; prendas que deben ajustarse y adaptarse a la ergonomía de los usuarios ya que para obtener la señal limpia se requiere que la piel y el electrodo haga buen contacto.
- Con el objetivo de optimizar la señal, se ha trabajado sobre los electrodos y la señal obtenida disminuyendo el ruido y limpiando la señal. De esta forma, se es capaz de estabilizar la señal y mejorar la paralelización de los músculos cuando se está trabajando con varios electrodos a la vez.
- Finalmente, se han desarrollado los prototipos para la medición de la actividad eléctrica que se vinculan con una app de visualización de los datos obtenidos, aprovechándose la electrónica fabricada en anualidades anteriores.

Biosensores

- Se han diseñado biosensores, fabricado sus pantallas y utilizado para la impresión de los mismos mediante la técnica de serigrafía. Las tintas utilizadas en dicha técnica han sido impresas sobre material flexible tipo PET, consiguiendo flexibilidad en los mismos. Los electrodos constan con 3 pistas que permiten su funcionamiento, siendo estas: electrodo auxiliar, de trabajo y de referencia.
- Posteriormente, dichos electrodos han sido cortados en unidades mediante corte láser para finalmente ser caracterizados utilizando la técnica del potencióstato, lo que ha permitido extraer curvas de calibrado, capaces de aportar información sobre concentraciones desconocidas de lactato.

Bioimpedancia

- Diseño y desarrollo de prendas textiles con electrodos integrados en ubicaciones concretas, para poder medir así parámetros como la hidratación del cuerpo. La posición ha sido estudiada con antelación. Las pruebas han sido desarrolladas utilizando un KIT de evaluación. Se han desarrollado varios modelos, tanto utilizando tejido conductor como hilos conductores.



- Desarrollo de aplicación para análisis de datos.

Sistema de integración

- Diseño y desarrollo de un sistema de integración entre el textil y la electrónica de control para ubicarlo en morfologías curvas como muñeca, brazo, tobillo o cabeza, consiguiendo efectuar así la unión entre el tejido o hilo conductor y la electrónica de forma rápida y sencilla.
- Se consigue alcanzar un diseño más ergonómico, capaz de cumplir con las funcionalidades y requerimientos estipulados inicialmente.

T2.3. Caracterización

Dentro de esta actividad se incluyen las pruebas y ensayos que se han realizado para la caracterización de los prototipos textiles desarrollados. Los desarrollos caracterizados/validados son los siguientes:

- Electrodo serigrafiados.
- Pruebas de biocompatibilidad.
- Pruebas de lavado en prototipos de electromiografía.
- Estudio de colocación de electrodos bordados para medición de electromiografía / bioimpedancia.
- Estudio de normativas para tener en cuenta en electromiografía.

T2.4. Análisis y reingeniería

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 el desarrollo de prototipos de monitorización del bienestar de las personas, definir los requerimientos técnicos y las funcionalidades a implementar fruto del estudio de las necesidades.

Esta tarea ha contemplado la posibilidad de efectuar 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.

Con todo ello, en este apartado se ha trabajado sobre los informes y entregables a desarrollar para la justificación del proyecto, describiendo todo el trabajo realizado, incluyendo estudios, diseños, desarrollos, resultados de caracterización, análisis de resultados y establecimiento de conclusiones; asegurando una correcta comprensión de las tareas realizadas durante el proyecto.

T2.5. Coordinación técnica

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

PT3.- TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

El objetivo de este paquete de trabajo ha sido llevar a cabo enérgicas acciones de transferencia de los resultados del proyecto y promoción dirigidas a las empresas textiles de la Comunidad Valenciana.



Los desarrollos obtenidos son en la mayoría de las ocasiones desconocidos para las empresas, especialmente para las pequeñas y medianas empresas, que, en general, carecen de los recursos y el tiempo necesarios para la innovación en este tipo de productos. De ahí la gran importancia del paquete de transferencia de resultados, que consigue llegar a muchas empresas que necesitan de los recursos de un centro tecnológico como AITEX.

Las tareas llevadas a cabo en este paquete son:

T3.1. Mercado

- Identificación de necesidades empresas, investigación e identificación de mercados potenciales.
- Análisis de soluciones comerciales y benchmarking
- Visitas/contactos/reuniones con empresas.

T3.2. VIETI

- Análisis de escalabilidad industrial, estudio económico de la solución propuesta; viabilidad de costes (escandallo)
- 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

En este paquete de trabajo se implementa 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. Las actividades que engloban este paquete de trabajo son las siguientes:

T4.1. Implementación del plan de comunicación/difusión

En esta tarea, se recoge la programación en el tiempo de las actuaciones a realizar, atendiendo a criterios de prioridad. Para cada acción de difusión se han considerado diversos canales de divulgación, entre los cuales se han seleccionado lo que se ajustan más a las necesidades y posibilidades en el Proyecto, entre otros los siguientes:

- 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) Entre otras publicaciones, se hace difusión del proyecto en revistas relacionadas con el sector textil o cuyo público objetivo es el sector salud/deporte.
- 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. Estas reuniones, por la experiencia de AITEX, son muy productivas.

T4.2. Informe ejecutivo



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

PT5.- SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

Las tareas llevadas a cabo por parte de la subdirección I+D son:

- Revisión de los objetivos, alcance, reto tecnológico y planificación planteado en el proyecto.
- Revisión y aprobación de los recursos necesarios para el proyecto.
- Supervisión, control y seguimiento del grado de avance del proyecto desde el punto de vista de ejecución técnica y económica.
- Revisión y evaluación de resultados parciales y finales en base a los objetivos propuestos.
- Supervisión y análisis del estado del proyecto en términos de transferencia a empresas.
- Definición de métricas e indicadores de impacto de los resultados del proyecto.
- Definición y supervisión del plan de comunicación del proyecto en base a la estrategia de comunicación y marketing de la organización.
- Seguimiento en la implantación del plan de comunicación.
- Seguimiento y evaluación de los indicadores de comunicación.

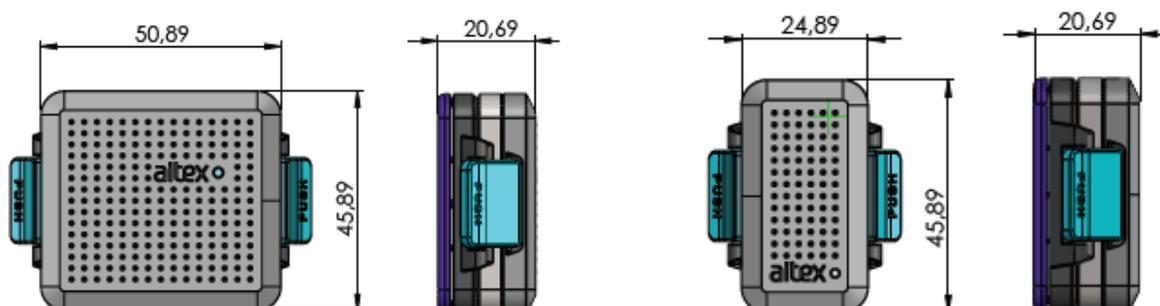
5. Resultados obtenidos

DESARROLLO DE SISTEMA DE INTEGRACIÓN CURVO.

- Protección industrial del sistema de integración BIENESMART2 como modelo de utilidad.
- Análisis de los sistemas de integración utilizados en textil con morfología curva
- Sistemas de imantado disponible para la mejora del sistema de integración.
- Sistema de integración con superficie plana con curvatura en el acabado
- Reducción de tamaño en el sistema de integración. Batería utilizada de 3.7V y 105mAh y sistema de carga por inducción de 10x30 mm.



Ilustración 2. Propuesta de sistema de integración curvo BIENESMART 2021



Propuesta BIENESMART 2

Propuesta inicial BIENESMART 2021

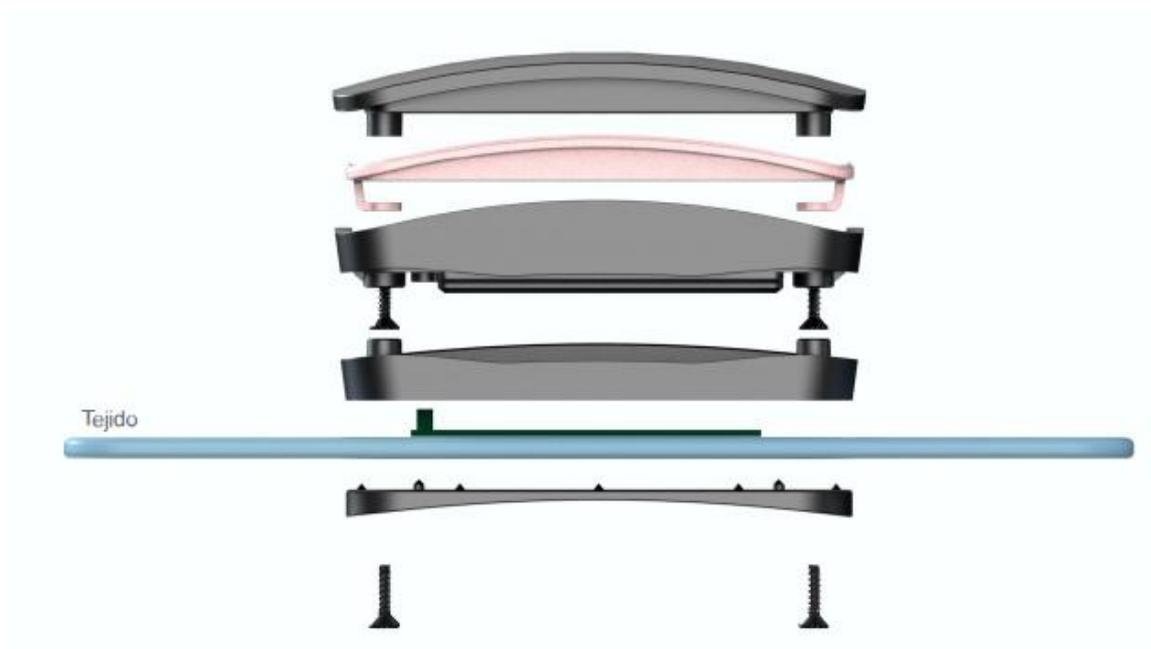


Ilustración 3. Detalle por capas del sistema de integración.

- Desarrollo del sistema de integración curvo

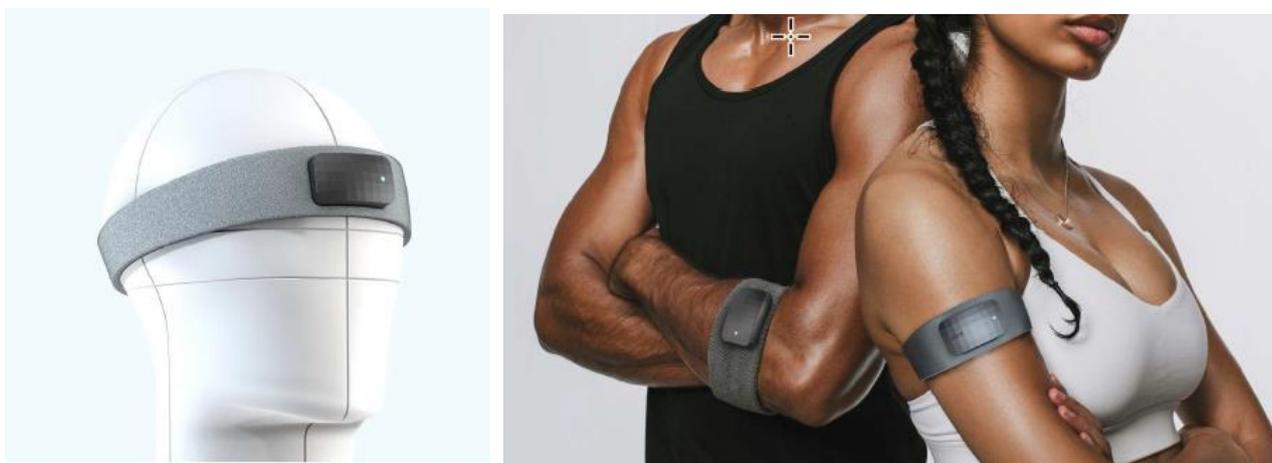


Ilustración 4. Desarrollo del sistema de integración curvo.

DESARROLLO DE SOLUCIÓN TEXTIL PARA LA MEDICIÓN DE LA ACTIVIDAD ELÉCTRICA DEL MÚSCULO.

- Diseño y desarrollo electrodos para medición de electromiografía tamaños 2x5 cm y 3x4 cm con hilos AMANN y CIRCUITEX. Mejora de superficie de contacto y específicos para contacto con la piel.
- Desarrollo electrónica medición de EMG. Mejora de la recepción de la señal.
- Medición de actividad eléctrica en músculos pasivos: radial, lumbar y abdominal.

- Validación de las mallas con ejercicios estándar.
- Pruebas de biocompatibilidad sobre electrodos de electromiografía. Ensayos patch test, citotoxicidad e irritación dérmica. Resultados positivos
- Diseño y desarrollo APP de control y visualización de análisis en electromiografía.

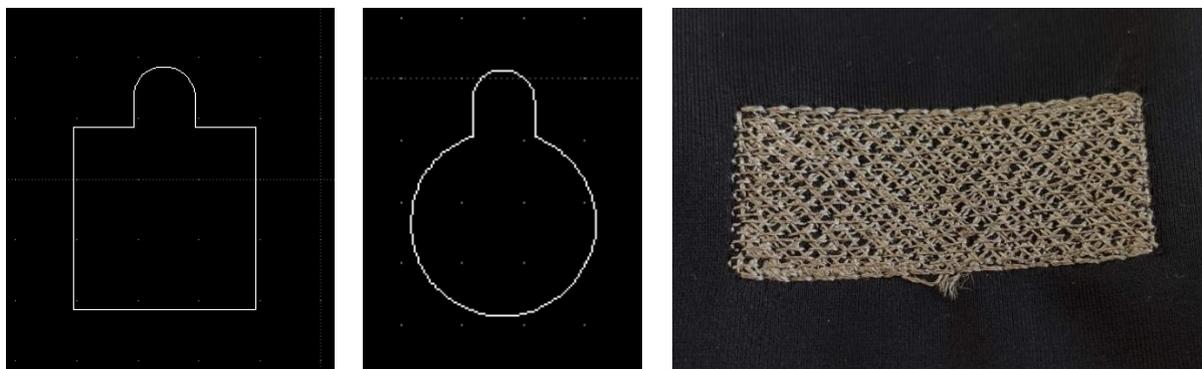


Ilustración 5. Ejemplo diseño y desarrollo electrodos para medición de constantes.

Resultados ensayos BIOCOMPATIBILIDAD	Ensayo Patch test	✓
	Ensayo de Irritación dérmica	✓
	Ensayo de Citotoxicidad	✓

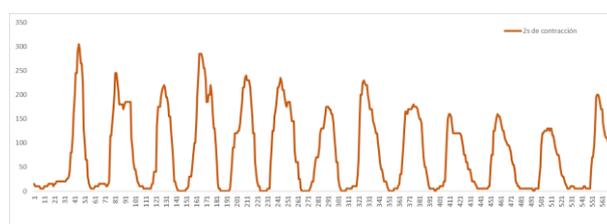
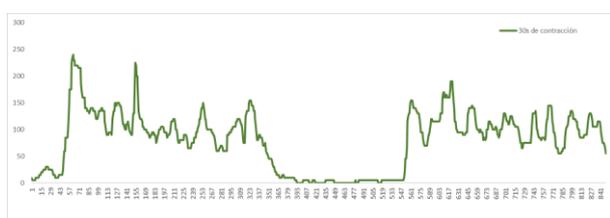


Ilustración 6. Ejemplo toma de datos EMG ejercicio contracción larga y contracción corta.



Ilustración 7. Validación de mallas en rehabilitación.



Ilustración 8. Interfaz de la aplicación desarrollada para el control de los análisis de electromiografía.

DESARROLLO DE ELECTRODOS SERIGRAFIADOS PARA LA MEDICIÓN DE PARÁMETROS BIOLÓGICOS

- Diseño de electrodos serigrafados. Nueva versión del área de trabajo y de referencia, ampliación de la zona de trabajo.
- Protocolo de desarrollo de electrodos serigrafados
- Utilización de tintas de carbón, plata y dieléctrica.

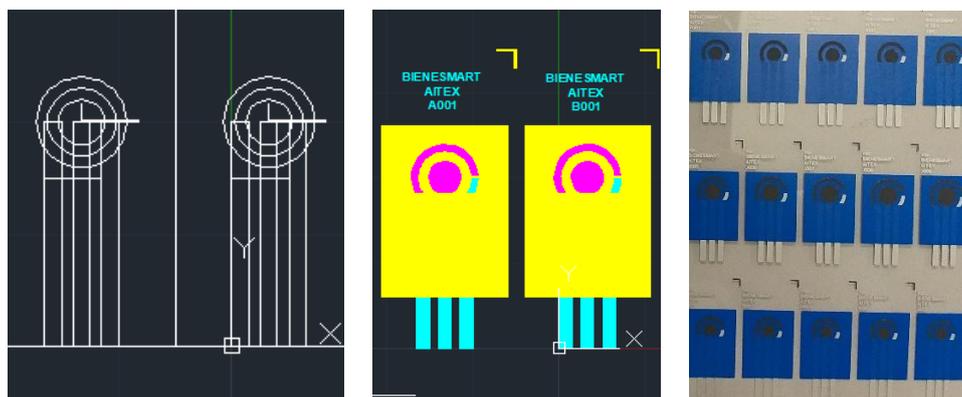


Ilustración 9. Diseño y desarrollo de electrodos serigrafados

DESARROLLO DE PROTOTIPO PARA LA MEDICIÓN DE LA BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA DE LA PIEL.

- Valoración y uso de analizadores de impedancia y kits de evaluación. BodyStat1500 Touch y Analog devices AD5940BIOZ.

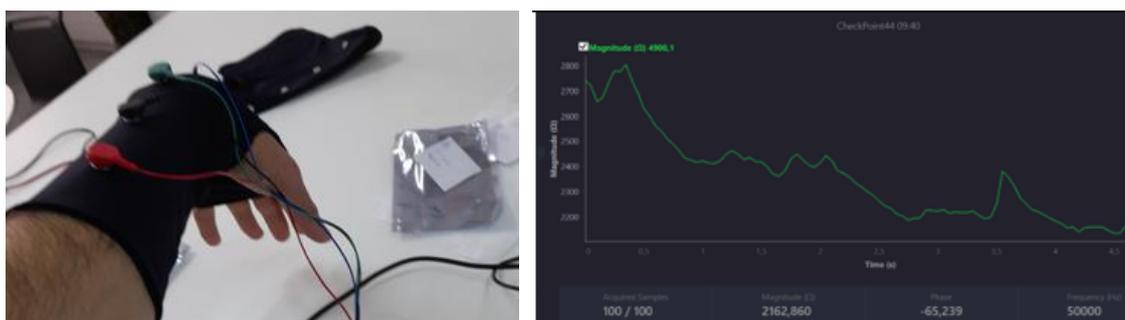


Ilustración 10. Pruebas bioimpedancia en muñequera y resultados obtenidos mediante el KIT de evaluación Analog Devices.

- Definición especificaciones técnicas para el desarrollo de una electrónica capaz de realizar medición tetrapolar de bioimpedancia.
- Comparativa de valores resistivos en nueve tejidos conductores. Captación de imágenes con microscopio para ver estructura del tejido.



Ilustración 11. Valores resistivos en tejidos conductores.

- Caracterización y valoración de 25 prototipos de electrodos para aplicaciones relacionadas con análisis de bioimpedancia. Medición de resistencia y reactancia a través de un medio constante.



- Diseño y desarrollo de un brazalete y una muñequera para la medición de bioimpedancia.

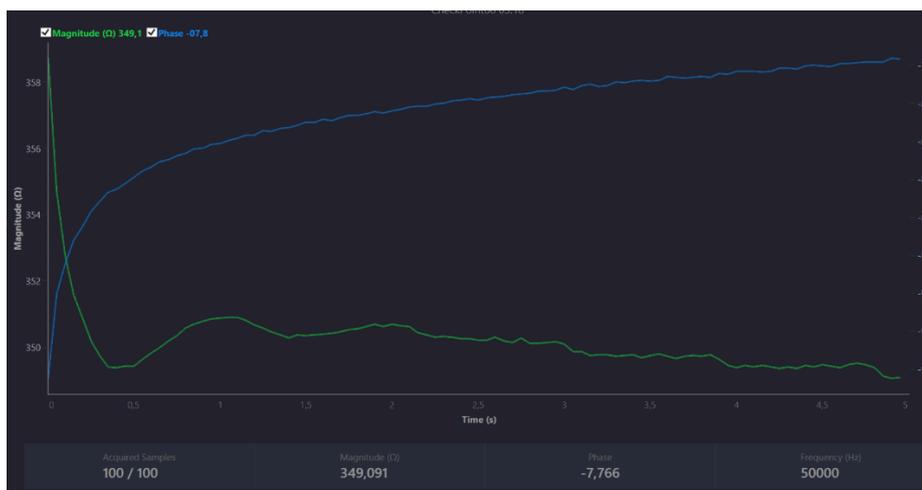


Ilustración 12. Muñequera desarrollada y análisis realizados con el kit de evaluación.

- Cordón conductor elástico y no elástico con 12 y 24 cabos.



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 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.