



aitex[®]
textile research institute

BIOFLEX

**INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
DE WEARABLES DE BASE TEXTIL
CAPACES DE MONITORIZAR Y
ANALIZAR SEÑALES BIOMÉDICAS
PARA MEJORAR LA CALIDAD DE
VIDA DE LOS USUARIOS**





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	7
6. Impacto empresarial	12



1. Ficha técnica del proyecto

Nº EXPEDIENTE	IMAMCA/2023/6
TÍTULO COMPLETO	
PROGRAMA	Plan de Actividades de Carácter no Económico 2023
ANUALIDAD	2023
PARTICIPANTES	(SI PROCEDE)
COORDINADOR	Jordi Ferre
ENTIDADES FINANCIADORAS	IVACE – INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL www.ivace.es
ENTIDAD SOLICITANTE	AITEX
C.I.F.	G03182870



Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius i Treball, a través de IVACE (Institut Valencià de Competitivitat Empresarial)



2. Antecedentes y motivaciones

La medición de parámetros biológicos de forma remota está incrementando su importancia ya que permite una monitorización continuada en el tiempo y sin el estrés que puede producir a ciertas personas la consulta médica.

Tanto por razones médicas como por bienestar, tener un registro prolongado de ciertos biomarcadores puede ayudar en el diagnóstico de enfermedades, recuperación de lesiones o mejora del estado del usuario.

En este proyecto, se va a investigar la inclusión todos los útiles necesarios para la medición de los parámetros de estudio en prendas y sustratos textiles.

La integración de la electrónica en prendas textiles históricamente ha tenido el inconveniente del lavado, el uso diario, etc. pero con nuevos métodos de confección de electrodos como puede ser el bordado con hilo conductor se han alcanzado nuevos estándares que reducen estas problemáticas.

Con las tecnologías disponibles hoy en día como tintas, hilos y tejidos conductores, se puede conseguir captar señales con gran exactitud sin la necesidad de utilizar electrodos de un solo uso, minimizando el impacto ambiental.

Todo esto permite una monitorización completa del usuario sin restar comodidad ni movilidad, simplemente sustituyendo prendas utilizadas en su día a día por prendas sensitivas.



3. Objetivos del proyecto

En este proyecto se pretende desarrollar sensores y electrodos con sustrato textil que permitan la monitorización de parámetros biomédicos, para alcanzar un nivel de demostrador. Se pretende la investigación de nuevos parámetros como el EOG y la optimización de otros (EMG, EDA, ECG, etc.), y estudiar cuál de las modalidades de electrodos de sustrato textil se ajusta mejor a cada medida.

Específicamente se plantean los siguientes objetivos:

- Desarrollo de multielectrodos utilizando distintas tecnologías (bordados, tejeduría, electrónica impresa, ...) para la monitorización de señales biomédicas (ECG, EMG, BIA, EDA, ...).
- Desarrollo de biosensores sobre sustrato flexible para medición de parámetros biológicos y químicos (glucosa, lactato, ...).
- Diseño y desarrollo de circuitos y componentes electrónicos mediante tecnologías de impresión (baterías, touchpad, calefactable, ...).
- Mejora de la integración de los sensores y circuitos electrónicos embebidos sobre sustrato textil mediante el diseño y desarrollo de PCB flexible.
- Caracterización desde el punto de vista de durabilidad y resistencia a su uso.
- Análisis de costes y escandallos teniendo en cuenta una posterior industrialización de las soluciones desarrolladas.



4. Plan de trabajo

PAQUETES DE TRABAJO	2023											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PT0. GESTIÓN Y SEGUIMIENTO												
Actividad 0.1. Gestión y seguimiento del proyecto												
PT1. PLANTEAMIENTO Y PLANIFICACIÓN												
Actividad 1.1. Planteamiento y planificación												
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												
PT3. DIAGNÓSTICO DE MERCADO, TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN												
Actividad 3.1. Diagnóstico de mercado y transferencia												
Actividad 3.2. Comunicación y difusión de resultados												
Actividad 3.3. Prototipado												
PT4. SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO												
Actividad 4.1. Supervisión y seguimiento del proyecto												



5. Resultados obtenidos

1. Desarrollo de Faja y Manguito con sensores de hilo conductor bordado para la monitorización de EDA y EMG

Se han confeccionado varias prendas con tejidos diferentes para comprobar cómo se ajustan a las distintas morfologías humanas para la medición de actividad electrodérmica (EDA) y electromiografía (EMG) en la zona lumbar y del antebrazo.

La electrónica desarrollada también durante la ejecución de este proyecto deja abierta la puerta a la generación de prendas que calculen otras señales como el electrocardiograma (ECG) y el pulso cardíaco mediante fotopleletismografía.



Figura 1. Prendas de captación EDA y EMG, manguito y faja.

La importancia de controlar una señal como la EDA en posiciones distintas, siendo ésta un claro indicativo del funcionamiento del sistema nervioso autónomo es muy importante, porque éste puede reflejar cambios en el estado de ánimo, sobresaltos e, incluso, dolor.

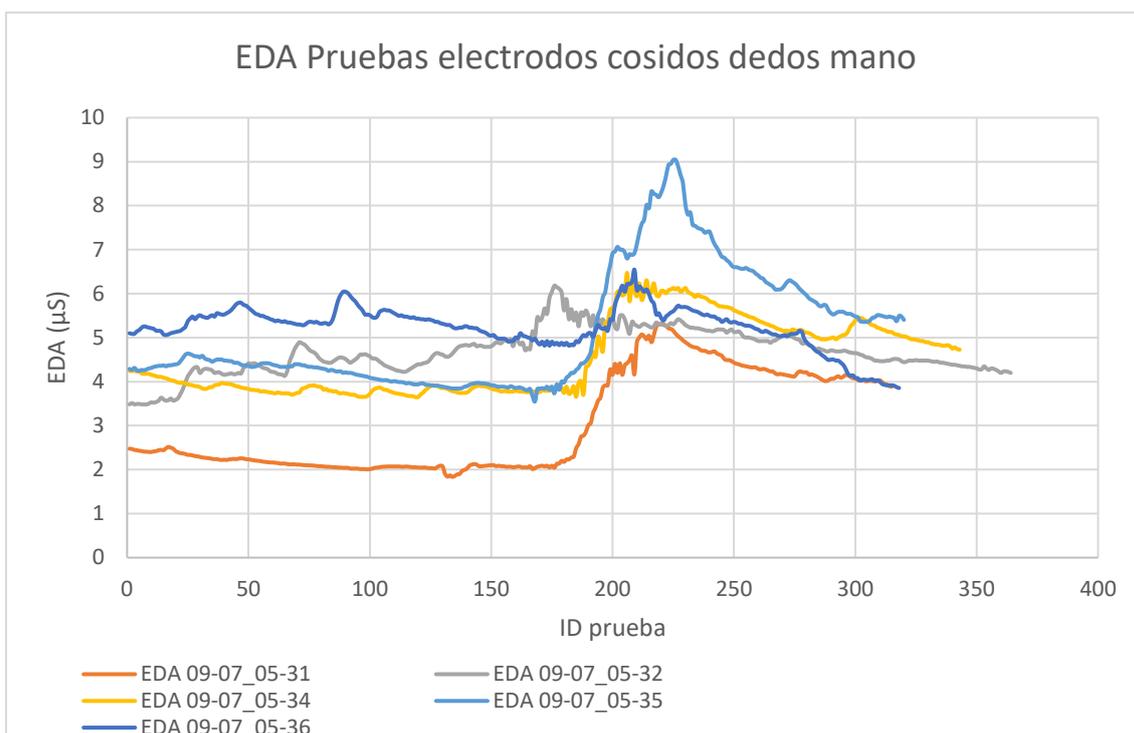


Figura 2. Gráfica de señal de EDA con distintos electrodos bordados localizados en la punta de los dedos.

Con la señal de EMG se puede estudiar la recuperación deportiva y en la prevención de lesiones, porque se puede estudiar si al realizar ciertos esfuerzos se usan por igual las musculaturas simétricas del cuerpo, o por el contrario se están sobrecargando ciertas zonas. A continuación, se muestran dos datos de EMG desde el mismo dispositivo, el primero muestra la señal filtrada pero con un muestreo menor al que se querría, y abajo una contracción y relajación del músculo sin filtrar.

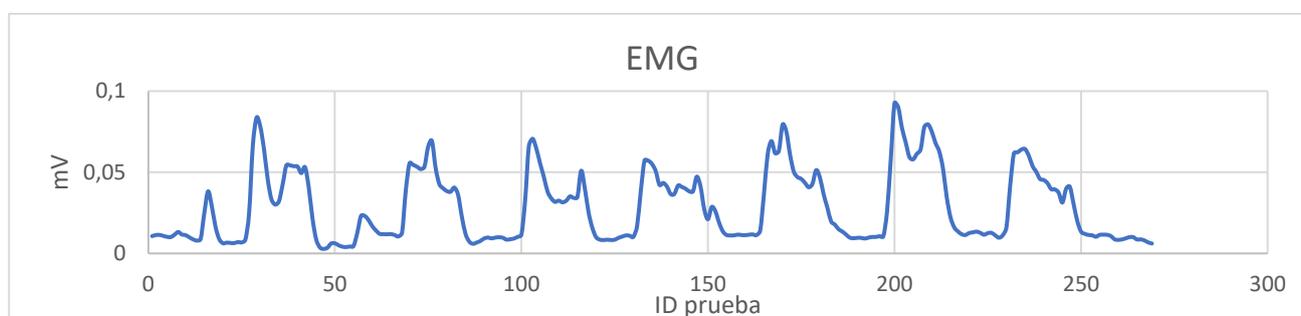


Figura 3. Muestra de EMG contrayendo el músculo del brazo y relajándolo.

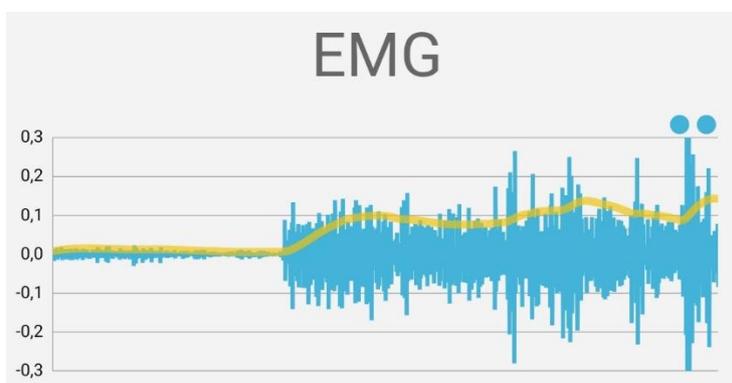


Figura 4. Lectura de EMG desde la app.

2. Desarrollo de chaqueta compresiva para la medición de ECG y análisis de la señal

Se han realizado chaquetas compresivas para la medición de ECG mediante electrodos bordados con hilo conductor. Estos electrodos se han dividido de forma uniforme por el torso para poder estudiar qué colocaciones representan mejor la señal eléctrica cardíaca, comprobando el contacto que ofrecen para distintas morfologías.



Figura 5. Prenda de monitorización de ECG con distintos electrodos bordados distribuidos por el torso.

Con esta solución se aspira a poder abordar el problema inverso cardíaco en el futuro, ofreciendo una prenda capaz de integrar electrodos en las zonas de mayor interés para los expertos.

Además, se ha realizado un estudio de la señal monitorizada por distintos tipos de electrodos secos de sustrato textil, analizando así la precisión obtenida por estos sensores y definiendo cuales son los filtros a aplicar para el limpiado de la señal.

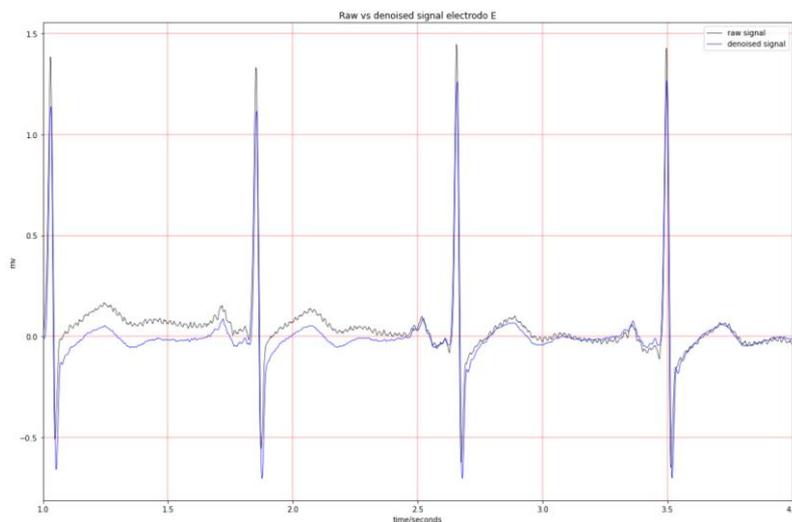


Figura 6. Señal ECG rectificada mediante filtrado digital.



3. Desarrollo de biosensores sobre sustrato flexible para medición de lactato

El análisis de la cantidad de lactato puede ser un buen indicativo para conocer el nivel de exigencia y agotamiento del ejercicio. Por ello, con tal de no crear un dispositivo intrusivo, se decidió medir la cantidad de lactato en el sudor.

Para conseguirlo se crean biosensores que constan de 3 electrodos: el de trabajo, el de referencia y el contraelectrodo. Para hacer funcionar esta medición se debe funcionalizar el sensor. Es por ello que, se aplican distintos reactivos en los electrodos, consiguiendo con ello que se genere una reacción con la molécula de lactato, produciendo una reacción electroquímica que podrá ser medida para definir la cantidad de lactato presente.

En este caso, los resultados obtenidos no han sido los esperados, ya que en las pruebas de control no se ha encontrado una repetibilidad entre ellos. El diseño de los sensores era ligeramente distinto de uno a otro en las distintas columnas, habiendo un total de 19 diseños únicos. Pero esto no se explica cuando los diseños son iguales, ya que hay un total de 60 sensores en cada hoja, y en éstas tampoco se cumplía la reproducibilidad, indicando que ha ocurrido algún fallo en el diseño o la funcionalización.

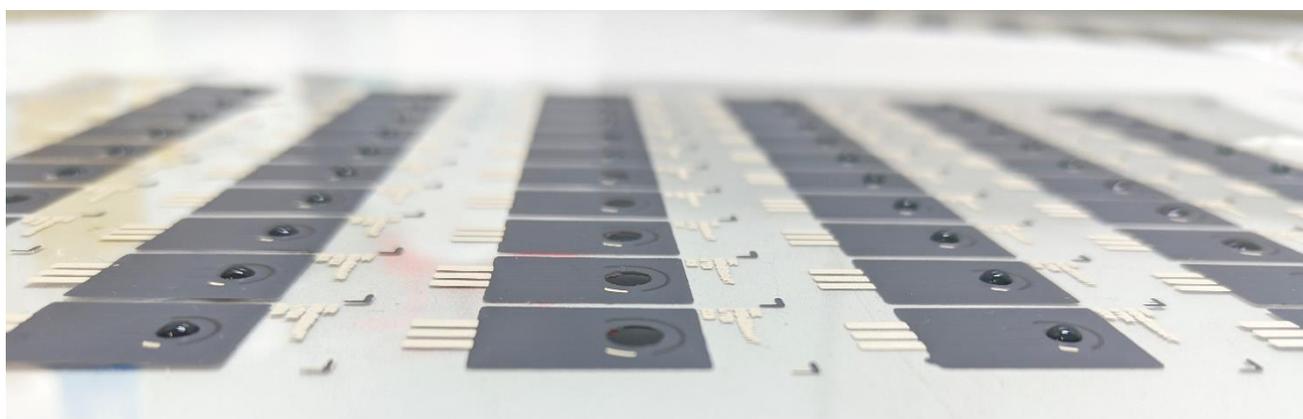


Figura 7. Biosensores con gota de reactivos para funcionalizar.

4. Desarrollo de baterías flexibles mediante impresión de tintas conductoras con serigrafía

Las baterías se han convertido en un aspecto fundamental para los wearables, y no sólo es importante que sean capaces de dar alimentación a estos dispositivos, sino que deben ocupar poco espacio y tener flexibilidad. Por ello, mediante la combinación de varias tintas formando cada una capa, se puede generar una batería que sirva para proporcionar energía a los wereables. En este caso, se han realizado mediante la técnica de serigrafía, ya que en comparación a otras técnicas permiten depositar mayor cantidad de tinta y, por tanto, puede hacerse baterías con mayor capacidad. En este caso, las baterías resultantes son funcionales, dando un voltaje de 6V, pero como contrapartida no son recargables.

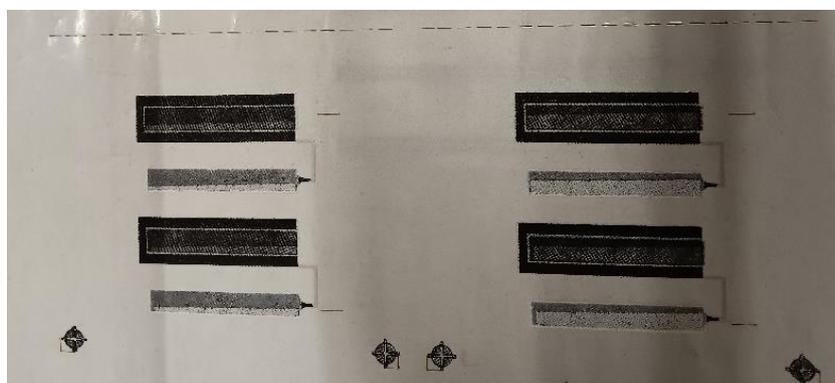


Figura 8. Baterías serigrafadas.

5. Desarrollo de elementos elásticos y flexibles para la integración de electrónica en textil

Se han realizado electrónicas con tecnología rigiflex para la integración de circuitería en prendas textiles conectando electrodos de un hombro al otro por la espalda.

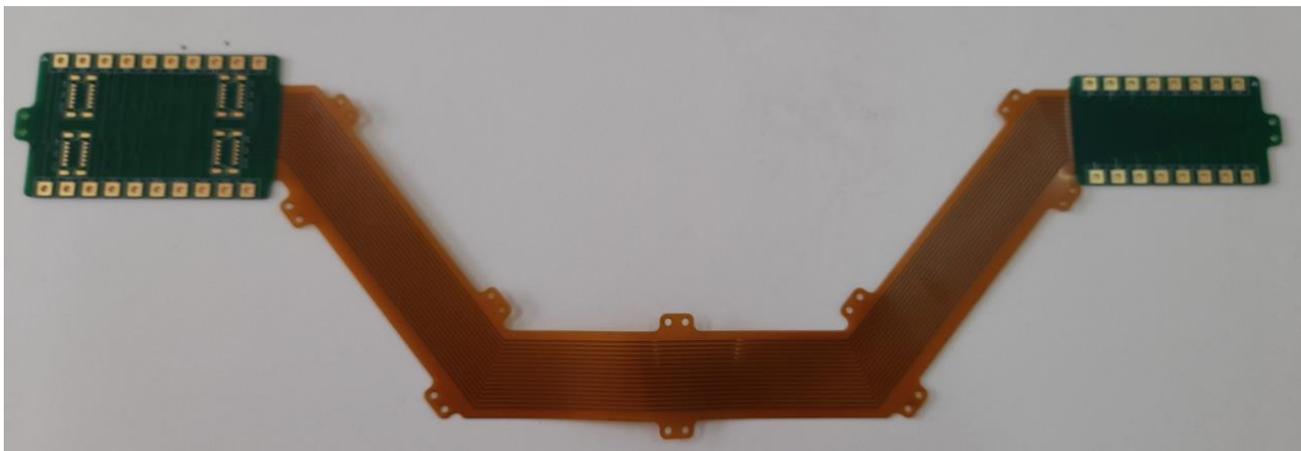


Figura 9. Placa Rigiflex para la conexión de electrodos a ambos lados del torso.

Esta misma solución se ha realizado con dos PCBs rígidas con el soldado de cables elásticos de sólo un cabo que asegure la transmisión de información de una forma más robusta mecánicamente.

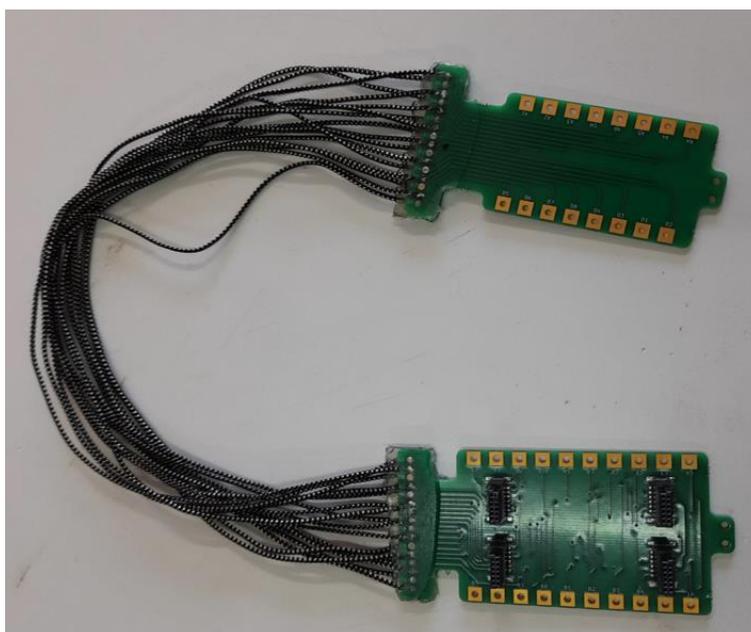


Figura 10. PCBs rígidas conectadas con cables textiles elásticos.

Además, se han confeccionado cables elásticos y aislados de 2 cabos para mejorar la transmisión de energía y datos a través de ellos, cables elásticos incluyendo un sistema de apantallamiento con hilo conductor y cables elásticos con hilo de bordado.



6. Impacto empresarial

En este proyecto se ha avanzado hacia el desarrollo de prendas sensorizadas capaces de ser distribuidas en el mercado, sin embargo no se han realizado modelos de utilidad ni patentes. Además, tampoco se ha presentado ningún artículo en revistas científicas.

En cambio, se ha hecho un gran esfuerzo en la transferencia de resultados realizando diversas reuniones con empresas del sector del deporte, del bienestar y de la salud, tanto de la Comunidad Valenciana, como del resto de España.

Además, se ha asistido tanto a la feria LOPEC en Múnich, enfocada en los avances de la impresión con tintas electrónicas, y a la feria MEDICA-COMPAMED en Dusseldorf, en la que se exponen los principales avances de la tecnología médica y se reúnen también empresas productoras de wearables del ámbito médico.

Estas ferias han servido como inspiración para el desarrollo del producto y, en ellas también se han realizado encuentros presenciales con empresas interesadas en la tecnología de monitorización desarrollada en el proyecto.