|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

**INFORME TÉCNICO**

**ENTIDAD[[1]](#footnote-1): EXINOM CORE SL**

**PROYECTO[[2]](#footnote-2): MICROPIGMCAP**

**TÍTULO PROYECTO: DESARROLLO DE UN NUEVO SISTEMA DE MICROPIGMENTACIÓN PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL COMPLEJO AREOLA-PEZÓN (CAP) TRAS MASTECTOMÍA**

**PERIODO JUSTIFICADO[[3]](#footnote-3): hito 1 (01/11/2020-31/10/2021)**

1. **DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS**
   1. **CRONOGRAMA**

**Añadir cronograma actualizado en caso de que haya habido algún desvío durante la ejecución**

* 1. **DETALLE DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS DEL PROYECTO**

*Descripción de cada una de las actividades del proyecto (tanto las que están en fase de ejecución como las terminadas) incluyendo detalle de la implementación y/o utilización de la tecnología prevista, el cumplimiento de los objetivos del proyecto, el lugar de desarrollo, las desviaciones técnicas y/o temporales, sus motivos, sus consecuencias y las acciones correctoras si procede.*

1. **Actividad 1. Desarrollo del velocímetro**

Esta actividad se ha centrado en la definición del diseño global para identificar los requisitos y la implementación tanto hardware como software y mecánica del velocímetro integrado. El estudio se ha realizado en base a sensores de magnitud, vibración y/o acústicos, así como en un sistema sensor-less basada en medida de fuerza.

Para la ejecución de este hito 1, se han desarrollado todas XXX **( Explicar a modo de resumen las actividades que se han realizado)**

* 1. Desarrollo de un prototipo basado en sensores de magnitud

**Esta tarea persigue XX**

Primero de todo se ha realizado el **desarrollo del prototipo electrónico (1.1.1),** se ha realizadoun análisis de los requisitos técnicos y funcionales electrónicos del control del sistema. Posteriormente**.** para poder cumplir con el objetivo se ha realizado un análisis de los sensores más adecuados basándose en requisitos mecánicos, de fiabilidad y durabilidad. En la medida de lo posible se utilizarán módulos electrónicos comerciales (off-the-shelf) para facilitar el desarrollo y acelerar la iteración de ideas. Además, se ha llevado a cabo el diseño del HW del prototipo, así como los PCBs necesarios para dicho diseño.

Una vez obtenido el prototipo electrónico se desarrolló el **diseño mecánico (1.1.2)**, mediante la integración de los sensores de magnitud en el sistema de máquina de micropigmentación adaptando los algoritmos del software a todos los casos de uso y la forma en la que afecta la lectura de la velocidad en cada uno de ellos. Dentro de los casos de uso incluyen: posiciones de la mano en distintas técnicas, usuario zurdo/diestro, distintos tipos de cartuchos de aguja e incluso movimientos de la máquina que puedan afectar al funcionamiento de los sensores por su ubicación en la mecánica.

Posteriormente, se procedió al **diseño del software (1.1.3)** , mediante la definición del acondicionamiento de la señal muestreada (filtros, amplificación/atenuación, adecuación de rangos y eliminaciones de offset) para conseguir una lectura de magnitud limpia y que maximice las capacidades del hardware utilizado. Una segunda fase consistió en la definición de los algoritmos matemáticos que sean capaces detectar la velocidad de funcionamiento en base a las magnitudes muestreadas. Inicialmente se consideran opciones como medida basada en cruce por cero, autocorrelación cruzada y transformada de Goertzel.

Derivado de estos diseños se acopló el prototipo hardware, mecánico y de los test-jigs necesarios para la utilización de sensores de magnitud (**acoplamiento del prototipo 1.1.4**). Esta tarea incluye el diseño de los PCBs y el montaje de los componentes necesarios del prototipo, así como de los artefactos mecánicos accesorios que sirvan para realizar las pruebas de medida de velocidad aislando las posibles afecciones mecánicas externas y así obtener resultados repetibles.

Finalmente, se realizó la **prueba y validación (1.1.5**) del funcionamiento y la idoneidad de los sensores de magnitud. Basándonos en el aprendizaje de la realización del prototipo y del algoritmo utilizado se realizarán tests que intenten encontrar los límites de la fiabilidad del funcionamiento del prototipo. El objetivo final de estos tests ha sido el de generar una tabla de testbench en el que se pueda calificar objetivamente el rendimiento del prototipo en una serie de parámetros críticos para el proyecto tales como: valor mínimo y máximo de velocidad encontrado, fiabilidad de la medida en función del rango, tiempo de respuesta y repetitibilidad de las medidas.

El resultado final de la actividad ha sido la obtención del prototipo del velocímetro y la posterior validación del test de concepto que ha permitido asegurar la factibilidad de esta solución dentro de los requisitos necesarios en la nueva máquina de micropigmentación a desarrollar.

**XX**

* 1. Desarrollo del prototipo sensor-less basado en medidas de fuerza

Esta tarea ha tenido como objetivo **XXX**

Para el **desarrollo del prototipo electrónico (1.2.1**), primero de todo se realizó un análisis de los requisitos técnicos y funcionales electrónicos del control del sistema. Se analizó cómo realizar la medida de fuerza de la máquina basándonos en medidas de corriente por el motor. En este punto fue especialmente importante la definición del circuito de medida y su acondicionamiento de señal para adecuarse a los rangos de fuerza y de velocidad deseados.

Paralelamente se desarrolló el **diseño mecánico (1.2.2)**, que ha permitido prever la integración de la circuitería necesaria en el sistema de máquina de micropigmentación primando en dicho diseño el factor integración y miniaturización. Para el diseño mecánico se ha realizado **XX**

Tambien se ha realizado el **diseño del software (1.2.3),** mediante la definición del acondicionamiento de la señal muestreada a nivel digital (filtros, amplificación/atenuación, adecuación de rangos y eliminaciones de offset) para así conseguir una lectura de magnitud limpia y que maximice las capacidades del hardware utilizado. Una segunda fase ha consistido en la definición de los algoritmos matemáticos que sean capaces detectar la velocidad de funcionamiento en base a las magnitudes muestreadas. Inicialmente se consideran opciones como medida basada en autocorrelación cruzada y transformada de Fourier.

Una vez diseñadas las 3 partes se realizo **el montaje del prototipo (1.2.4)** hardware, mecánico y de los test-jigs necesario. Esta tarea incluye el diseño de los PCBs y el montaje de los componentes necesarios del prototipo, así como de los artefactos mecánicos accesorios que sirvan para realizar las pruebas de medida de velocidad aislando las posibles afecciones mecánicas externas y así obtener resultados repetibles.

Finalmente se realizó la **prueba piloto del prototipo y su validación (1.2.5),** basándonos en el aprendizaje de la realización del prototipo y del algoritmo utilizado se han realizado ensayos que intenten encontrar los límites de la fiabilidad del funcionamiento del prototipo.

El objetivo final de estos ensayos ha sido generar una tabla de testbench en el que se pueda calificar objetivamente el rendimiento del prototipo en una serie de parámetros críticos para el proyecto tales como: valor mínimo y máximo de velocidad encontrado, fiabilidad de la medida en función del rango, tiempo de respuesta y repetitibilidad de las medidas

El resultado final ha sido la obtención de un prototipo del velocímetro y la posterior validación del test de concepto para asegurar la factibilidad de esta solución dentro de los requisitos necesarios en la nueva máquina de micropigmentación desarrollada. Los resultados se han recogido en una tabla (testbench performance) en el que se han valorado de forma objetiva los parámetros críticos que afectan al desarrollo de este sistema, de forma que pueda ser comparado y evaluado con el primer sistema basado en sensores de magnitud.

* 1. Evaluación de resultados y definición de la solución óptima

Asimismo, dentro de la actividad 1 se ha realizado la evaluación de los resultados obtenidos para la definición de una solución óptima.

En este sentido primero de todo se ha realizado una **comparativa y análisis de los resultados obtenidos en las subactividades 1.1 y 1.2. Definición de la solución idónea. (1.3.1) .** En esta tarea se ha recopiladoy analizado las tablas de resultados de rendimiento obtenidos en las actividades 1.1 y 1.2. Tras realizar el análisis **XXX**

Una vez realizado el análisis se procedió al **diseño electrónico definitivo (1.3.2)** del HW seleccionado para realizar la función de medida de velocidad, incluyendo los esquemáticos y ruteado del PCB. Se seleccionarán los componentes definitivos atendiendo a factores de precio, disponibilidad y obsolescencia, generándose además la lista de materiales (Bill Of Materials).

También se ha realizado la optimización del **diseño mecánico (1.3.3)** incluyendo las modificaciones y mejoras incluidas atendiendo a razones de coste, manufacturabilidad y diseño relisiliente. Esta actividad ha incluido la selección de materiales más adecuados, así como la definición de los requisitos de usabilidad mecánicos del prototipo pre-comercial.

Tambien se ha formalizado el **diseño software (1.3.4)** prototipado en las subactividades anteriores (1.2 y 1.1), atendiendo reglas estándar de arquitectura del software. El propósito de esta actividad es doble: asegurar un cumplimiento de los requisitos funcionales; y asegurar una calidad del software que nos permita asegurar un mínimo de errores, una mantenibilidad óptima y una escalabilidad del producto adecuada. Se utilizarán sistemas de control de calidad del software tales como coding standard y test cases y profiling de código.

Posteriormente se ha realizado el montaje de la Golden Unit servirá de validación de la solución propuesta ya que es necesario el integrar de forma conjunta los elementos de hardware, software y mecánica modificados en actividades anteriores. Esta unidad permitirá encontrar errores de diseño y localización temprana de errores en los procesos. Como añadido, esta actividad ha permitido mejorar el proceso de documentación general.

Finalmente, se han realizado los **ensayos finales (1.3.5)** del producto para asegurar el cumplimiento de los requisitos planteados en la actividad 1.3.1. Estos ensayos han permitido la comprobación de las mejoras y modificaciones introducidas en el hardware , software y mecánica de la actividad y que no habían sido probadas con anterioridad.

Estos test han permitido la definición de los límites de la fiabilidad del funcionamiento del prototipo y además han caracterizado objetivamente el rendimiento del mismo gracias a la evaluación de una serie de parámetros críticos anteriormente evaluados en los prototipos tales como: valor mínimo y máximo de velocidad encontrado, fiablidad de la medida en función del rango, tiempo de respuesta y repetitibilidad de las medidas.

El resultado de esta ha sido la consolidación del prototipo seleccionado realizando los diseños definitivos del HW, el SW y la mecánica orientado a una producción industrial. En esta fase por tanto quedan excluidos los módulos electrónicos comerciales (off-the-shelf).

Esta actividad conlleva además una posible expansión de electrónica que se haya podido observar cómo necesaria durante las pruebas de las anteriores actividades, por ejemplo, unos filtrados diferentes o sistemas de acondicionamiento mejorados que permitan una mayor fiabilidad de las medidas.

Al igual que se hizo en las actividades anteriores, se ha generado una tabla TestBench con medidas de rendimiento que avalen mediante tests ya estandarizados el correcto funcionamiento, así como del cumplimiento de requisitos planteados al comienzo de esta fase.

1. **Actividad 2. Desarrollo del controlador de velocidad**

Esta actividad se centra en la definición del diseño global para identificar los requisitos y la implementación tanto hardware como software y mecánica del sistema controlador de velocidad integrado. Esta solución se basa en el estudio de sistema de variación de velocidad de la máquina por cable, así como en el uso de tecnología Wireless.

Durante esta anualidad se han desarrollado XXX ( **Explicar a modo de resumen las actividades que se han realizado)**

* 1. Desarrollo del controlador de velocidad basado en controlador cableado

Primero de todo se ha realizado el **planteamiento de alternativas y Diseño electrónico ( 2.1.1)** . En este punto se ha realizado una recopilación y análisis de requisitos técnicos y funcionales electrónicos del control del sistema, estos han sido **XXX .**

Tras el análisis de los requisitos se empezó con el **diseño mecánico (2.1.2**) orientado a la integración la integración del controlado de velocidad en un cable estándar de máquina de micropigmentación primando en dicho diseño el factor del coste de mecanización y manipulación. **XXX**

Paralelamente se ha **diseñado el Software (2.1.3)** que ha incluido el protocolo de comunicación como el control de un PW; o ciclo de trabajo del convertido Buck/boost. **XXX**

Tras la realización de estos diseños se procedió al **montaje del prototipo hardware, mecánico y de los test-jigs (2.1.4)** necesarios para el sistema basado en cable. Esta tarea incluye el diseño de los PCBs y el montaje de los componentes necesarios del prototipo, así como de los artefactos mecánicos accesorios que sirvan para realizar las pruebas de medida de velocidad aislando las posibles afecciones mecánicas externas y así obtener resultados repetibles**.**

Finalmente se realizan los ensayos para probar el funcionamiento y la idoneidad del sistema basado en control por cable. Basándonos en el aprendizaje de la realización del prototipo y del algoritmo utilizado se realizarán tests que intenten encontrar los límites de las prestaciones del **prototipo (2.1.5**) . El objetivo final de estos tests ha sido el de generar una tabla de testbench en el que se pueda calificar objetivamente el rendimiento del prototipo en una serie de parámetros críticos para el proyecto.

**XXX**

* 1. Desarrollo del prototipo basado en Wire-less

Para el desarrollo de esta actividad primero se ha realizado el **desarrollo del prototipo electrónico (2.2.1**) mediante la recopilación y análisis de los requisitos técnico y funcionales electrónicos del control del sistema. Se ha realizado un análisis del chipset de comunicación a usar, así como del protocolo de bajo nivel más idóneo para las características del proyecto. Esta tarea ha incluido el diseño HW del prototipo con el sistema Wire-less así como de los PCBs necesarios para dicho diseño.

Paralelamente se ha realizado el **diseño mecánico (2.2.2**) orientado a prever la integración de la circuitería necesaria en el controlador de velocidad, primando el factor ergonómico, miniaturización y coste de industrialización.

También se ha realizado el **diseño de software (2.2.3**), mediante el desarrollo protocolo de comunicación basado en la tecnología radio seleccionada. Para ello se ha definido por SW también un modo de sincronización entre transmisor y receptor, así como la situación de pérdida de mensajes y las acciones que tomará el sistema.

Posteriormente se ha realizado el **montaje del prototipo hardware, de los test-jigs necesarios (2.2.4**) para la opción 2 basada en sistema wireless. Esta tarea incluye el diseño de los PCBs y el montaje de los componentes necesarios del prototipo, así como de los artefactos mecánicos accesorios que sirvan para realizar las pruebas de medida de velocidad aislando las posibles afecciones mecánicas externas y así obtener resultados repetibles.

Finalmente se han realizado los ensayos necesarios para probar el funcionamiento y la idoneidad de la opción de implementación basada en wireless. Será necesario realizar tests que intenten encontrar los límites de la fiabilidad del funcionamiento de esta solución.

El resultado de esta actividad será un prototipo del sistema de control de velocidad y la posterior validación del test de concepto que permita asegurar la factibilidad de esta solución dentro de los requisitos necesarios en la nueva máquina de micropigmentación desarrollada. El principal documento de salida de esta actividad será una tabla (testbench performance) en el que se valore de forma objetiva los parámetros críticos que afectan al desarrollo de este sistema, de forma que pueda ser comparado y evaluado contra la primera implementación basada en sensores de magnitud. En función de los resultados obtenidos en esta tabla de El resultado de esta actividad será un prototipo del sistema de control de velocidad y la posterior validación del test de concepto que permita asegurar la factibilidad de esta solución dentro de los requisitos necesarios en la nueva máquina de micropigmentación desarrollada. El principal documento de salida de esta actividad será una tabla (testbench performance) en el que se valore de forma objetiva los parámetros críticos que afectan al desarrollo de este sistema, de forma que pueda ser comparado y evaluado contra la primera implementación basada en sensores de magnitud. **XXXX**

1. **ANEXOS**

*Fotos, vídeos, tablas comparativas de datos, resultados de pruebas y ensayos, analíticas, informes de conclusiones de cada uno de los Organismos Públicos de Investigación que participan en el proyecto, separatas explicativas de actividades y resultados de las actividades realizadas por otros colaboradores, etc...*

1. ENTIDAD beneficiaria de la ayuda CDTI (en su caso, entidad líder del consorcio). [↑](#footnote-ref-1)
2. Tipología y número de proyecto. [↑](#footnote-ref-2)
3. Período: Número de hito o anualidad (según corresponda) objeto de la justificación.

   NOTA: El emblema de Fondos Feder se debe eliminar del encabezado del presente documento en el caso de que su proyecto no sea confinanciado por Fondos FEDER. [↑](#footnote-ref-3)