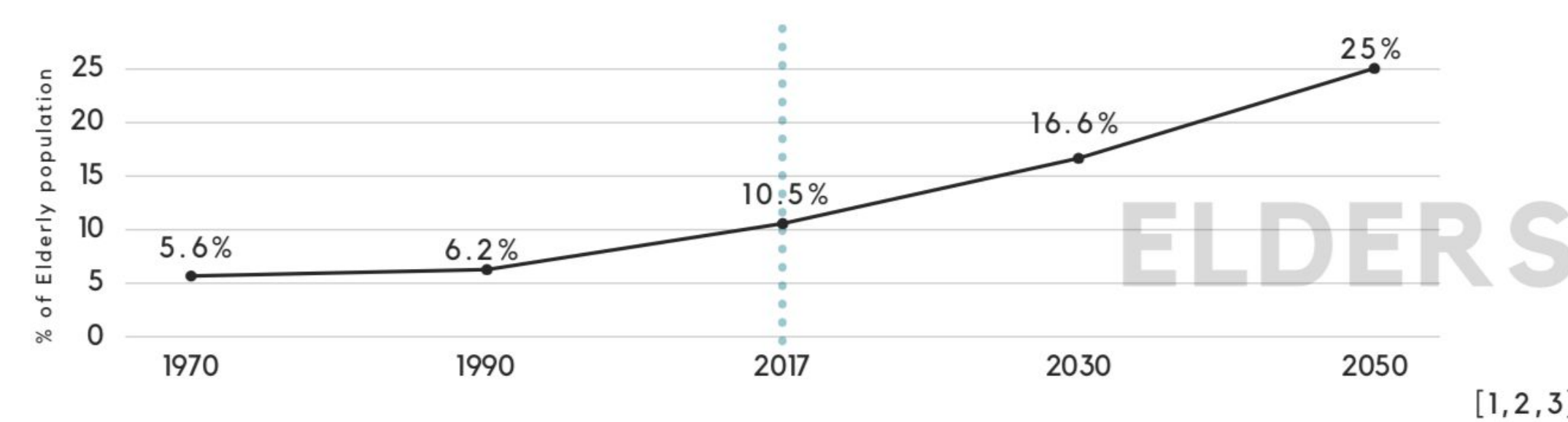
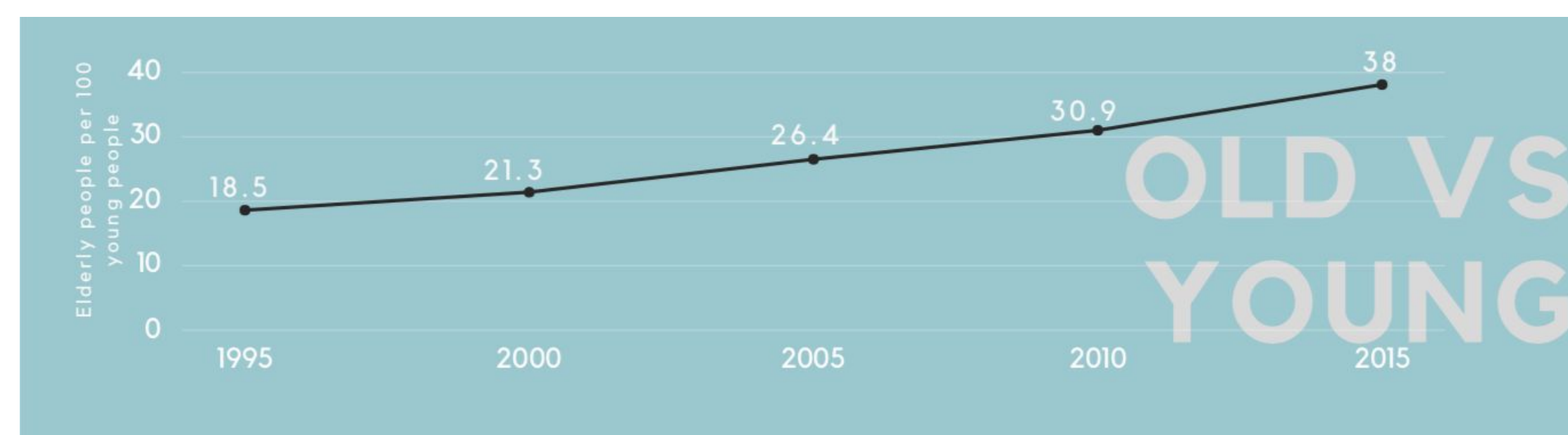


Problematic



One of the complications that might appear in this sector is the **Frailty Syndrome on the Elderly**, which limits the freedom of a person and chronically deteriorates its state. A recommendation is to maintain an active lifestyle and **do exercise**, for it can help them to regain strength and muscle mass, and reactivate protein synthesis. On occasions, it happens that patients are **too tired** to get up or even move. Through this, a solution is sought to **bring protection, regain mobility and freedom**, and indirectly, **improve their health state**.

Requirements

Customer requirements	Functional requirements
Safety	For the system not to move against the normal kinematics, as well as the degrees of freedom.
Aid to stand from a chair	For an age group from 20-29, to make 5 stand-up repetitions in less than 11.2 seconds, if the patient didn't before. [4]
Adjustability	For the system to be able to adapt to different limb lengths and widths.
Electromyographic control	The system should activate the right motor to perform the movement in the right direction at least 90% of the time.
Low energy consumption (EMG)	For the EMG system to consume less than 1 W. This is the equivalent of 200mA at 5V, which can be powered through a MAU100 device. [5]
To stand up in one try.	The system should be able to stand a person in no more than 2 tries. To allow him or her to feel normal.

Electromyography

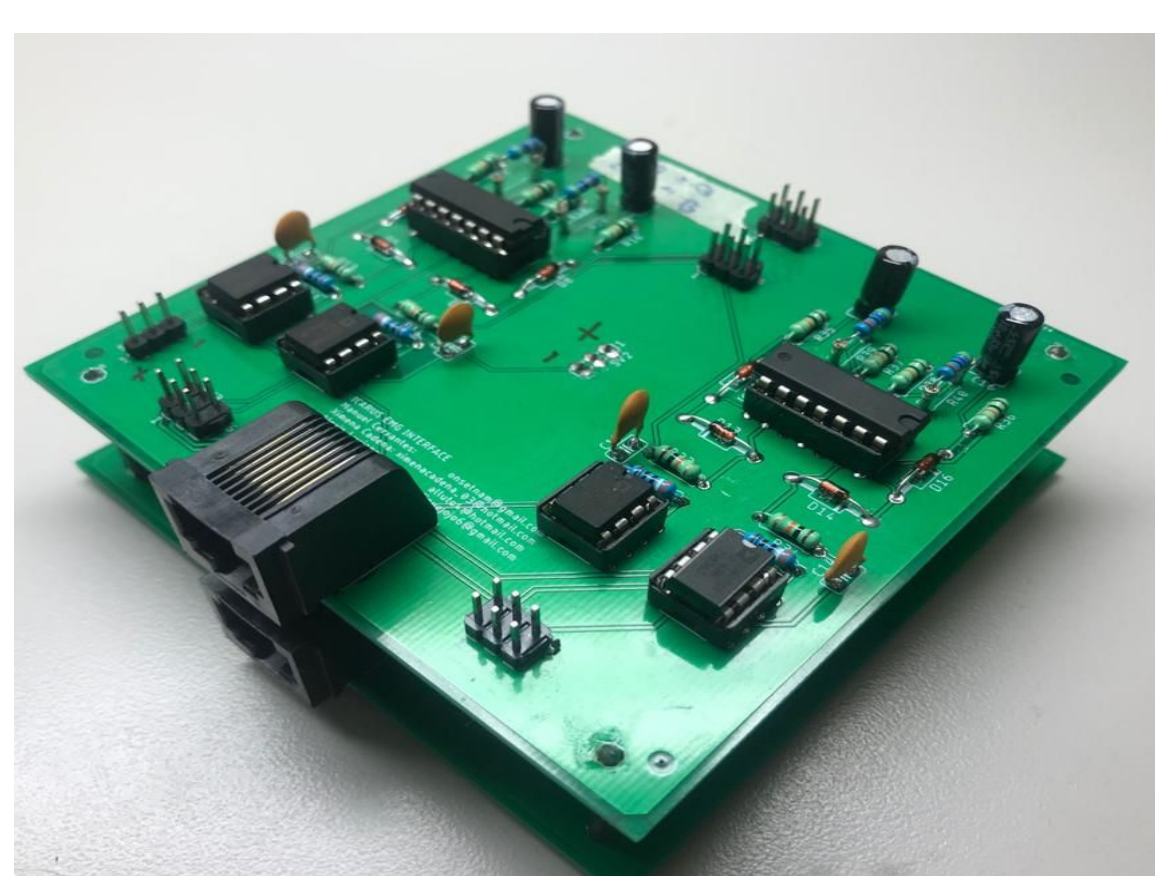


Fig. 3 Final printed board to acquire 4 EMG channels from each leg. Two of these boards are stacked to acquire the 8 channels from both legs. The design was achieved through the software Eagle.

Electrode Placement



Fig. 4 Leggings with electrodes and the main muscles at which the electrodes are aimed to read.

Objectives

Need statement: An exoskeleton system to aid patients with lower limb muscle weakness by boosting their residual movement and improving their balance, giving them part of their autonomy back.

Particular objectives:

- Design and implement an EMG system to acquire signals from the main flexor and extensor muscles of the hip and the knee.
- Design and construct a basic structural prototype anatomically compatible with a young healthy user.
- Test the control of the EMG over the motors and the joints.
- Evaluate the compatibility between the system and the user.

Block Diagram

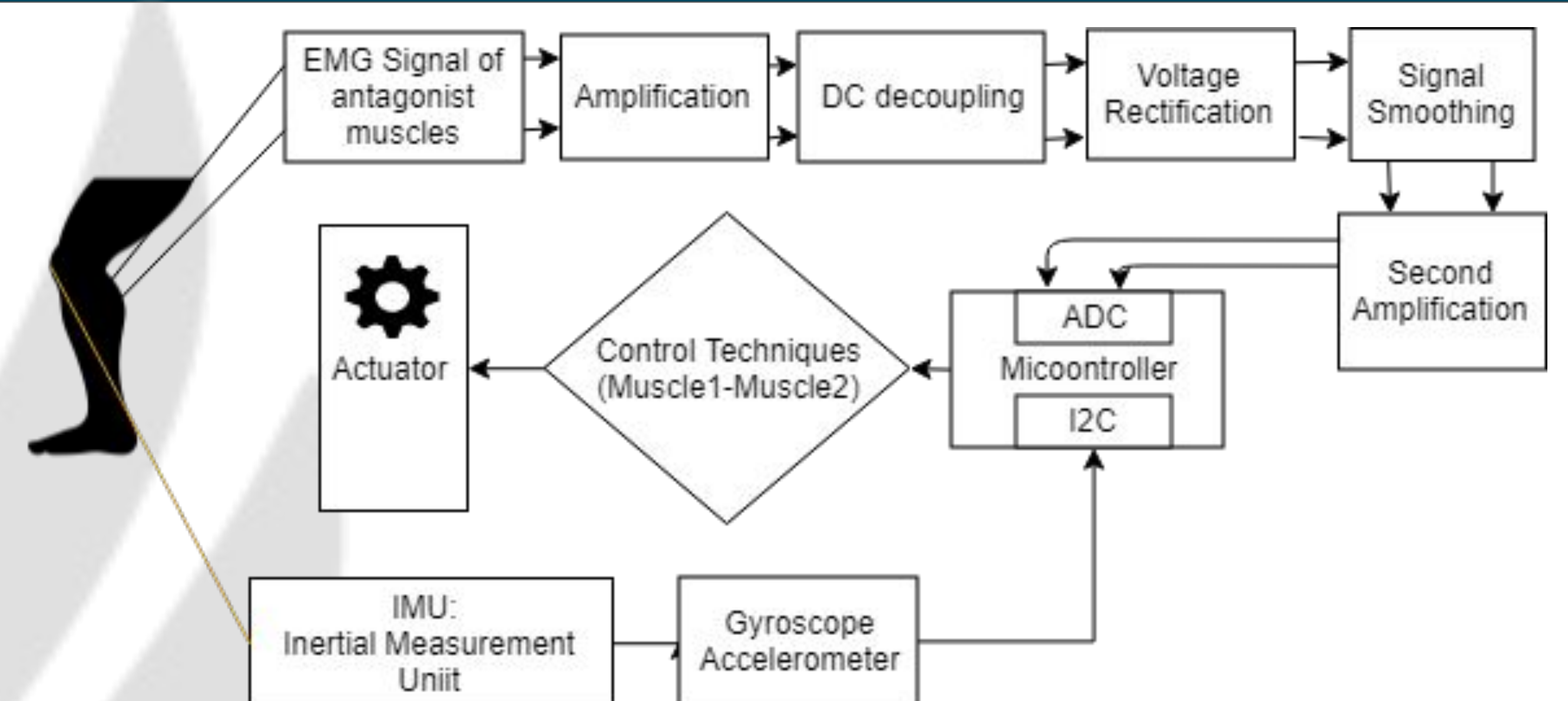


Fig. 1 Block diagram showing a rough path followed to process the acquired signals and control the actuators.

Physical Model

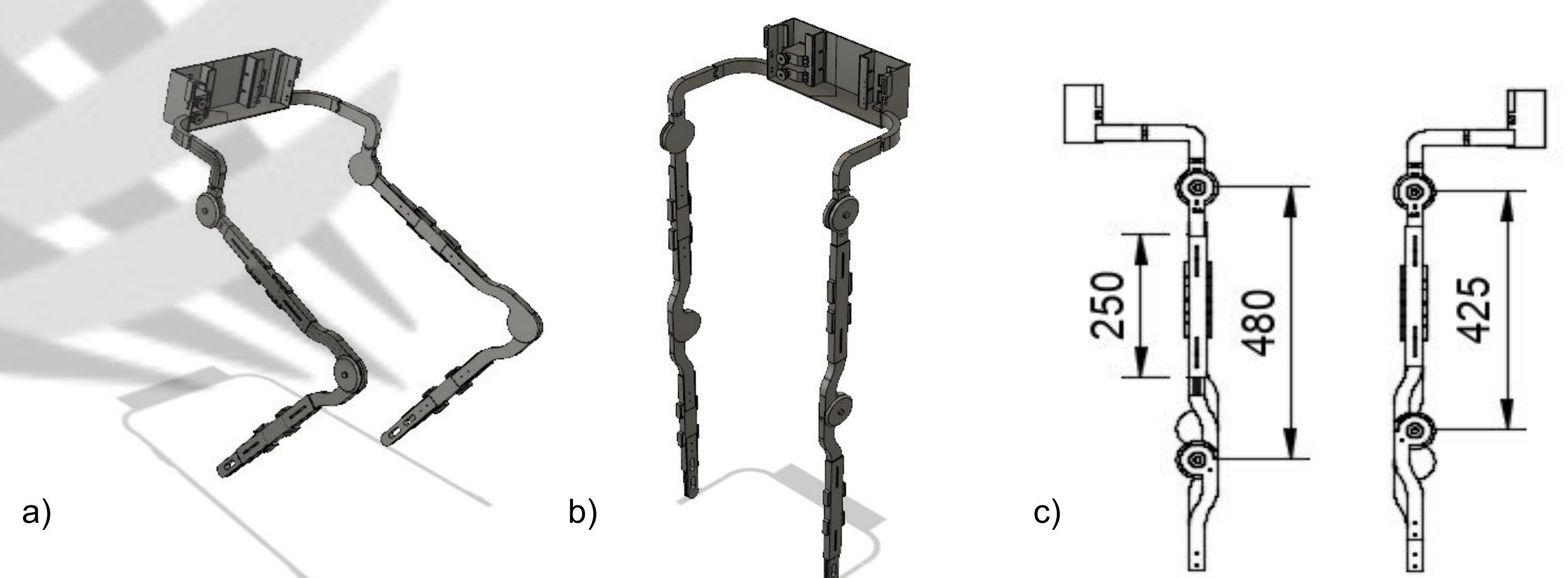


Fig. 2 CAD designs used to manufacture the prototype. It can be appreciated the model while a) flexing hip and knee and b) fully straight up. Also, the adjustability c) from 425mm to 480mm at the thigh using a 25cm piece can be appreciated.

Conclusion

According to the results obtained, the objectives were achieved. The physical prototype of the structure fulfills the biomechanical requirements of a young adult and it can be adjusted to different anatomies. The EMG interface can acquire a stable signal and it is processed to move an actuator.

Future Work

- Machining of the second prototype with the chosen material.
- Control of the system for the movement of motors.
- Unification of the functional and conceptual prototype.
- Improve on the electrode placement system to acquire constant signals without specialized knowledge from the user.



Tecnológico
de Monterrey

Escuela de Ingeniería y Ciencias
Departamento de Mecatrónica
Campus Ciudad de México

ICARUS:

Estructura e interfaz de EMG

Manuel Cervantes Ponce, Ximena Cadena González, Alexis Luviano Toralva, Jose Jorge Figueroa Figueroa, y Luis Enrique Patiño Juárez

ASESORES: Dra. Gabriela María Ruiz Soto y Dr. Martín Rogelio Bustamante Bello.

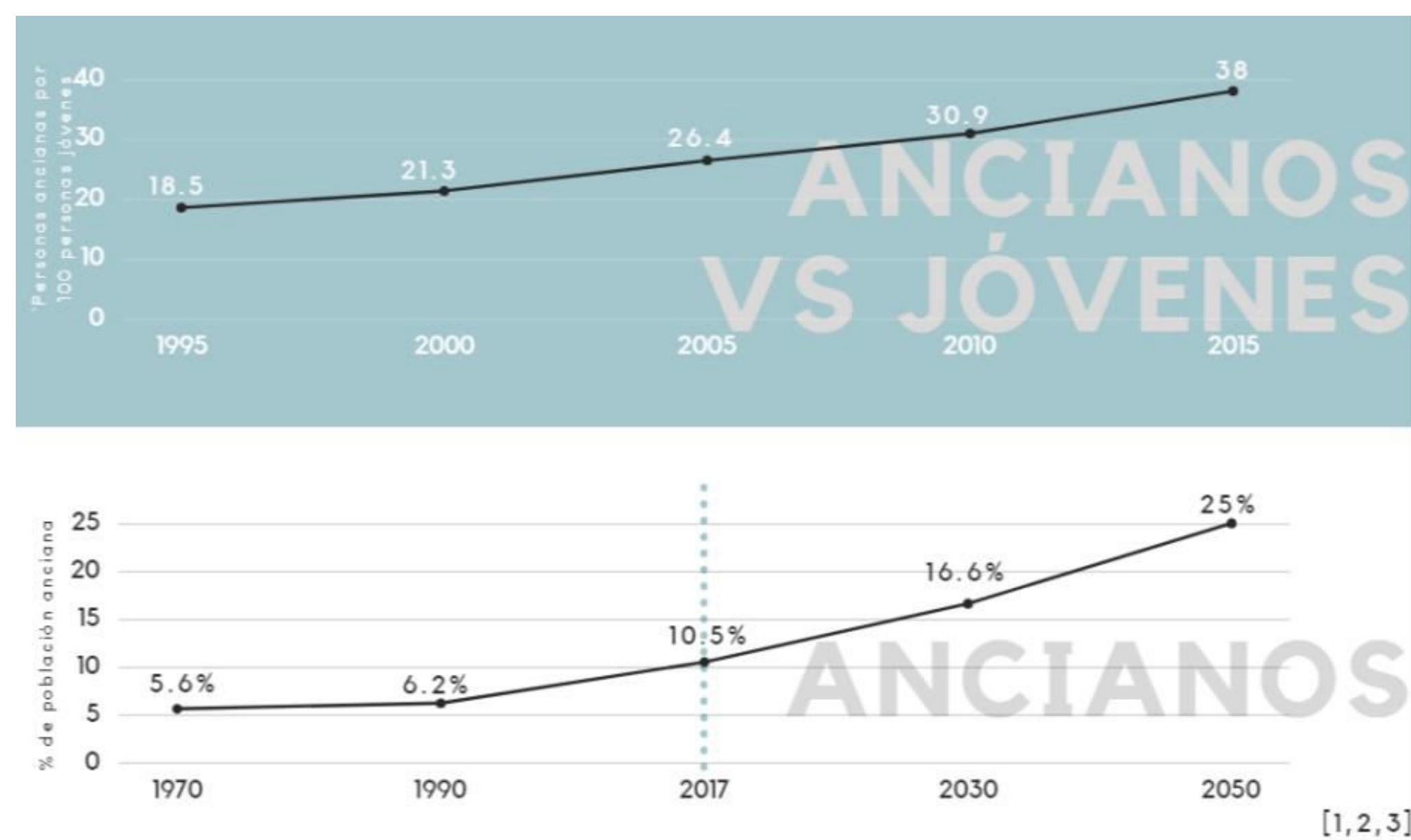
SINODALES: Dr. Martín Rogelio Bustamante Bello, Dr. Arturo Francisco Cruz Ramírez, y Dr. Víctor Manuel Domínguez Hernández.

Jueves 15 de Noviembre de 2018.



CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MICROSISTEMAS Y BIODISEÑO

Problemática



Una de las complicaciones que pueden presentarse en este sector es el **Síndrome de Fragilidad en el Adulto Mayor**, el cual limita la libertad de una persona mientras deteriora su estado de manera crónica. Una recomendación es mantener un estilo de vida activo y hacer ejercicio constante, ya que puede ayudar a recuperar fuerza y masa muscular, al mismo tiempo que se reactiva la síntesis de proteínas. En ocasiones sucede que los pacientes están demasiado cansados como para levantarse o moverse. Por esto, se busca una solución que proporcione protección, y permita recuperar movilidad y libertad, mejorando su calidad de vida.

Requerimientos

Requerimientos del cliente	Requerimientos funcionales
Seguridad	Que el sistema no se mueva en contra de la cinemática natural, así como permitir los debidos grados de libertad.
Ayudar a levantarse de una silla	Que un grupo de edades de 20-29 años se levante 5 veces de una silla en menos de 11.2 segundos, si no podían antes.[4]
Ajustabilidad	Que el sistema sea capaz de adaptarse a diferentes longitudes y anchos del miembro inferior.
Control electromiográfico	El sistema debe activar el motor adecuado para hacer el movimiento en el sentido correcto, por lo menos el 90% de las veces.
Bajo consumo de energía (EMG)	Que el sistema de EMG consuma menos de 1W de potencia. Esto es 200mA a 5V.. [5]
Levantarse en un intento	El sistema debería ser capaz de levantar a una persona en no más de 2 intentos, de modo que se sienta normal.

Electromiografía

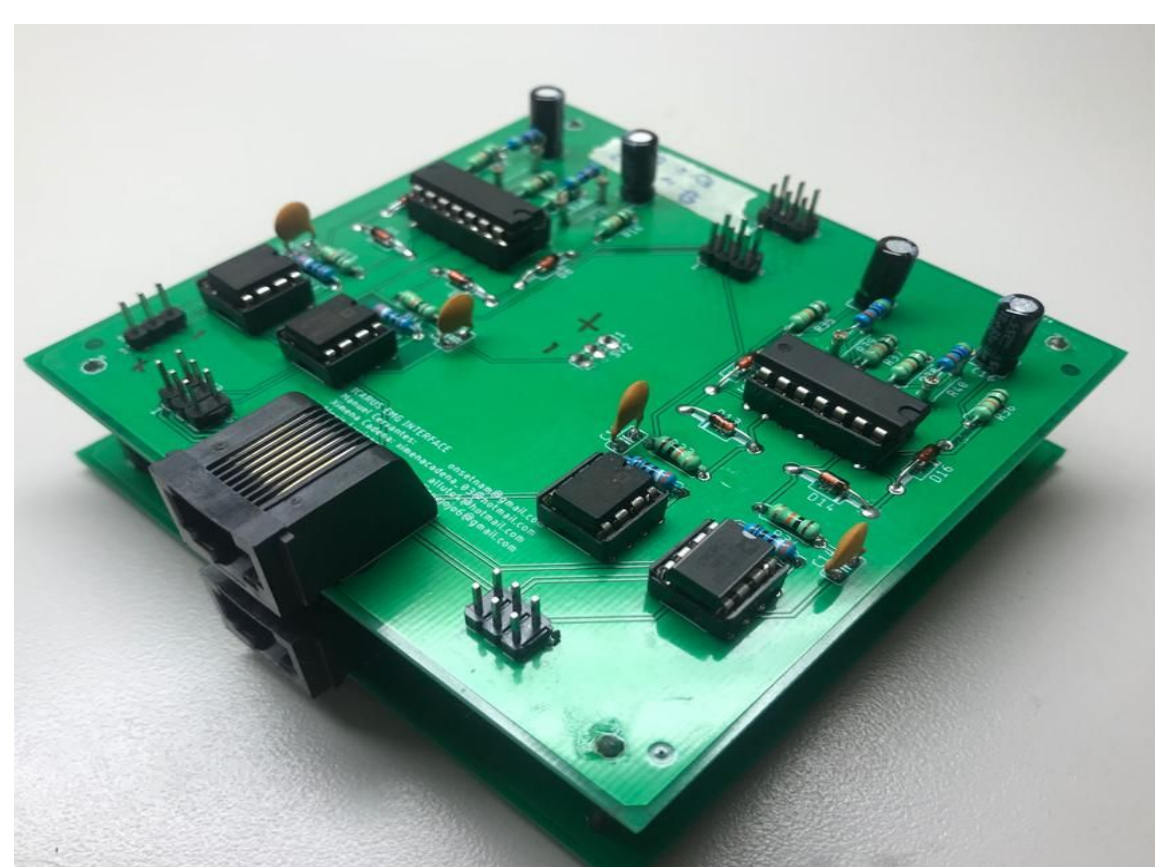


Fig. 3 Circuito impreso final para adquirir 4 canales de EMG de cada pierna. Dos de estos circuitos se apilan uno sobre otro de modo que adquieran 8 canales para las dos piernas. El diseño se logró mediante el software Eagle.

Posición de los Electrodo



Fig. 4 Leggings con electrodos y los principales músculos donde los electrodos serán posicionados para la adquisición de señal.

Objetivos

Declaración de necesidad: Un sistema exoesqueleto para asistir pacientes con debilidad muscular de miembro inferior al incrementar su movimiento residual e incrementando su balance, devolviendoles parte de su autonomía.

Objetivos Particulares:

- Diseñar e implementar un sistema de electromiografía (EMG) para adquirir señales de los principales flexores y extensores de la cadera y rodilla.
- Diseñar y construir un prototipo básico que sea anatómicamente compatible con un usuario sano, joven.
- Evaluar el control del EMG sobre los motores y en las articulaciones.
- Evaluar la compatibilidad entre el sistema y el usuario.

Diagrama a Bloques

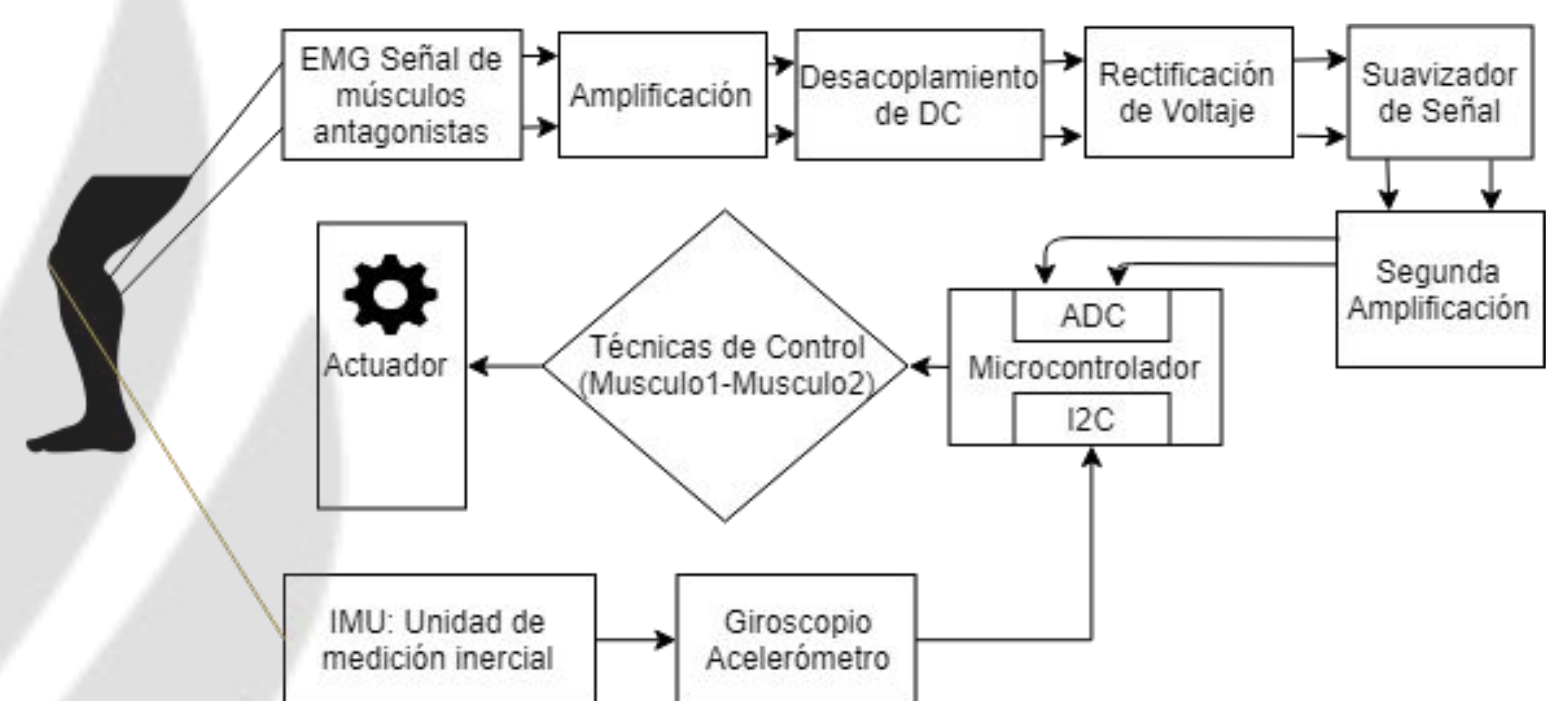


Fig. 1 Diagrama a bloques que muestra una trayectoria aproximada para procesar las señales adquiridas y controlar lo actuadores.

Modelo Físico

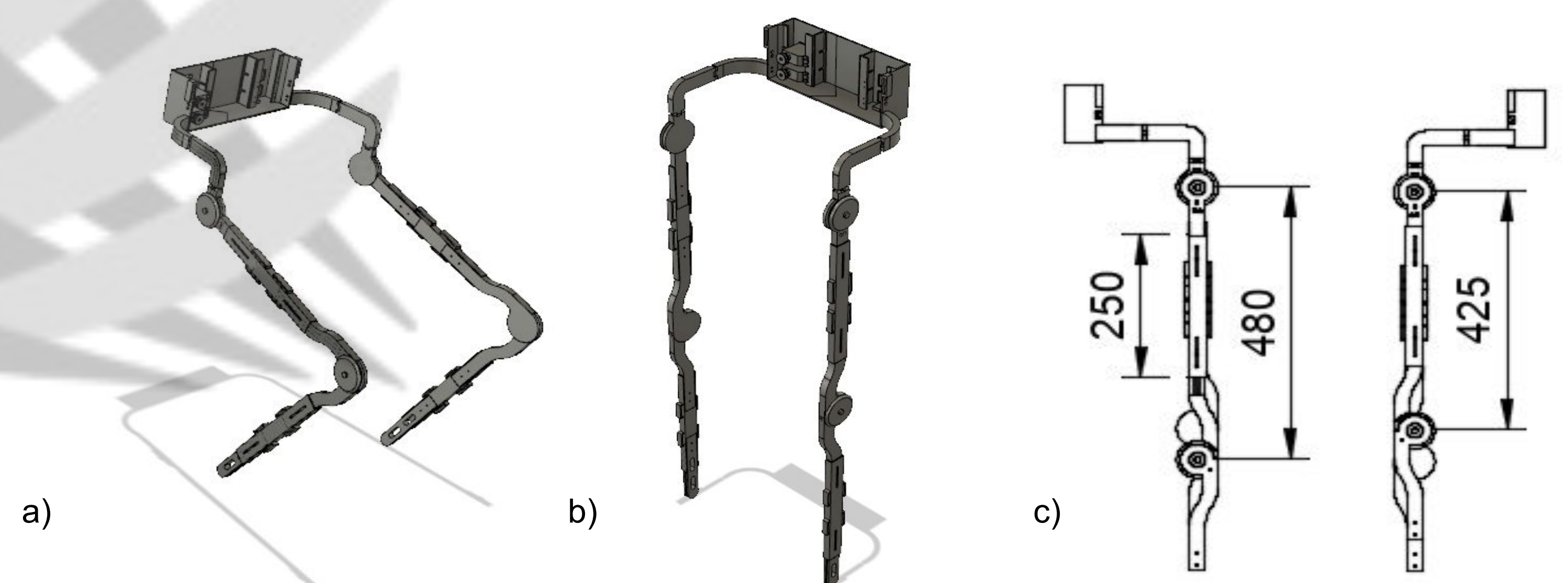


Fig. 2 Diseños CAD usados para fabricar el prototipo. Se puede apreciar el model mientras a) flexiona la cadera y rodilla, así como b) estando parado. Además, la ajustabilidad c) de 425mm a 480mm en el muslo usando una pieza mediana para muslo de 25cm.

Conclusión

De acuerdo con los resultados obtenidos, los objetivos se lograron. El prototipo físico de la estructura cumple con los requisitos biomecánicos para un adulto joven y además puede ser ajustado a diferentes anatomías. La interfaz de EMG puede adquirir una señal estable, la cual es procesada para mover un actuador.

Trabajo a Futuro

- Maquinar un segundo prototipo con el material seleccionado.
- Control del sistema para el movimiento de los motores.
- Unificación del prototipo funcional y conceptual
- Mejorar el sistema de posicionamiento de electrodos para adquirir señales constantes sin el conocimiento especializado del usuario

References:

[1] INEGI. (2015). Población. INEGI. Retrieved from: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/estructura/>
 [2] Medina Chávez, J. (2014). Diagnóstico y Tratamiento del Síndrome de Fragilidad en el Adulto Mayor. CENETEC Salud. Retrieved from: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpo/CatalogoMaestro/479_GPO_SindromeFragilidad/GER_sindrome_de_fragilidad.pdf%20
 [3] Wolff, J. (2014). A survey of stakeholder perspectives on exoskeleton technology. Journal of Neuroengineering and rehabilitation.
 [4] Bohannon, R. W. (2010). Performance and determinants across the age-span. Isokinet Exer Sci. [Online]. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC293702/pdf/nihms653043.pdf>
 [5] Component Distributors (2011) Minmax MAU106. Retrieved from: <https://www.cdiweb.com/ProductDetail/MAU106-MINMAX-POWER-INC/218343/>