

ENTREGABLE 6

PROYECTOS—

2023-2024

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE NAVEGACIÓN AUTÓNOMA BASADA EN IoT PARA FACILITAR LA AUTONOMÍA DE PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA.

SMARTCHAIR

Entregable: E 6.1

Programa: Proyectos de I+D en colaboración con empresas

Número de proyecto: 22300045

Expediente: IMDEEA/2023/22

Duración: 2023-2024

Coordinado en AIDIMME por: MIGUEL MARIANO COLINA DE VIVERO



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE

INSTITUTO VALENCIANO
DE COMPETITIVIDAD
E INNOVACIÓN



Financiado por
la Unión Europea

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

ÍNDICE

1	<i>Introducción y objetivos del entregable</i>	1
1.1	Resumen del trabajo realizado	1
2	<i>Actividades realizadas</i>	3
3	<i>Resultados obtenidos</i>	5
4	<i>Conclusiones</i>	28
5	<i>Anexos y bibliografía</i>	29

1 Introducción y objetivos del entregable

El objeto de este entregable es la presentación del informe de la realización de pruebas en el sistema.

Este entregable E 6.1 se relaciona con los objetivos del proyecto del paquete de trabajo PT 6 “Realización de pruebas en el sistema” que son los siguientes:

O6.1 – Realización de pruebas de validación en las instalaciones de AIDIMME. Mediante las pruebas en el sistema se realizará la validación de los sistemas y las modificaciones necesarias que faciliten la consecución de los objetivos previstos.

Este entregable E 6.1 “Informe de pruebas piloto” está encuadrado en el paquete de trabajo PT 6.

Las principales tareas desarrolladas fueron las siguientes:

T6.1 Diseño del sistema y de los indicadores clave a considerar (KPIs)

Se estudió la forma en que se puede validar el sistema de la silla de ruedas autónoma en pruebas de validación en las instalaciones de AIDIMME en un entorno real controlado. Se definieron los indicadores clave que permitieron medir el grado de consecución de los objetivos y resultados obtenidos.

T6.2 Montaje del sistema y desarrollo de pruebas en un entorno controlado.

Se realizó la implementación del sistema de la silla de ruedas autónoma diseñado. Se realizó la instalación del sistema de la silla de ruedas autónoma en un entorno real de laboratorio controlado.

T6.3 Validación del sistema y conclusiones.

Se realizó una validación técnica del sistema de la silla de ruedas autónoma en su conjunto, un análisis de las bondades, de las necesidades satisfechas, del cumplimiento de requisitos y de posibles mejoras del mismo. Se obtuvo una valoración del resultado del proyecto a partir de los KPI definidos.

1.1 Resumen del trabajo realizado

Se diseñó las pruebas del sistema para validar los indicadores clave a considerar que son los siguientes:

- Capacidad para detectar obstáculos
- Capacidad para medir el movimiento de la silla de ruedas.

- Capacidad para controlar el movimiento de las ruedas.
- Capacidad para determinar la posición de la silla de ruedas.

Se validó satisfactoriamente cada indicador clave.

Se logró determinar la posición del transmisor pese a que había una fuerte interferencia debida a las reflexiones. El método desarrollado es diferente de aquellos empleados en la industria. Se ha solicitado un estudio tecnológico a la Oficina Española de Patentes y Marcas como paso previo a la solicitud de una patente del método desarrollado en el proyecto SMARTCHAIR.

Se logró el objetivo de la realización de las pruebas que validaron a los sistemas de la silla de ruedas. Se realizaron las modificaciones necesarias para la consecución de los objetivos.

2 Actividades realizadas

Las actividades realizadas son las del paquete de trabajo PT6 Realización de pruebas en el sistema.

Descripción del trabajo (tareas):

2.1 T6.1 Diseño del sistema y de los indicadores clave a considerar (KPIs)

El sistema para la determinación de la posición de la silla de ruedas en un espacio interior consiste en emplear un transmisor inalámbrico, colocado en la silla de ruedas, que emite periódicamente una señal de identificación. El techo del espacio interior tiene fijados en él, una pluralidad de receptores inalámbricos que reciben la señal del transmisor inalámbrico y extraen tres variables: una intensidad de la señal recibida o RSSI, y dos ángulos ortogonales que permiten determinar el ángulo de llegada de la señal. Con estas tres variables, por cada receptor inalámbrico, se realiza una calibración del espacio interior.

El techo ha sido mallado con triángulos equiláteros. Se coloca un receptor inalámbrico en cada vértice de un triángulo con el objeto de poder determinar la posición del transmisor inalámbrico si éste estuviese dentro de la zona de cobertura del triángulo. Para determinar la posición del transmisor inalámbrico, se realiza un cálculo con los datos tomados por los receptores inalámbricos en tiempo real y aquellos de la base de datos. Esta incertidumbre es inferior a aquella del sistema de posicionamiento global GPS, que es de diez metros. Por lo tanto, este proyecto ha conseguido reducir la incertidumbre de la posición con respecto a aquella ofrecida por el sistema GPS. Este era uno de los indicadores clave a considerar.

2.2 T6.2 Montaje del sistema y desarrollo de pruebas en un entorno controlado

Se montó tres receptores inalámbricos en el techo del espacio interior para realizar una prueba piloto. El triángulo tenía un lado largo de 2,4 metros de largo y dos lados cortos de 1,67 metros de largo. Se malló el suelo debajo del triángulo con una cuadrícula con casillas de 0,6 metros de lado. Se consiguió una incertidumbre de 0,6 metros.

2.3 T6.3 Validación del sistema y conclusiones

Se consiguió un método para la determinación de la posición de un transmisor inalámbrico con una incertidumbre por debajo de un metro. Esto valida el sistema.

Como conclusión se puede decir que el método desarrollado es robusto porque funciona en situaciones donde existe la interferencia causada por las reflexiones de la señal del

transmisor inalámbrico en objetos metálicos presentes en el espacio interior. Los métodos tradicionales de trilateración y triangulación no funcionan bien cuando hay interferencias. Pero el método desarrollado en este proyecto si funciona correctamente ante la presencia de interferencias.

3 Resultados obtenidos

A continuación se presenta unas imágenes que sirven para ilustrar los resultados obtenidos en el proyecto.



Ilustración 1. Instalación de los receptores inalámbricos en el techo desmontable



Ilustración 2. Montaje de los cables de conexión en el techo desmontable

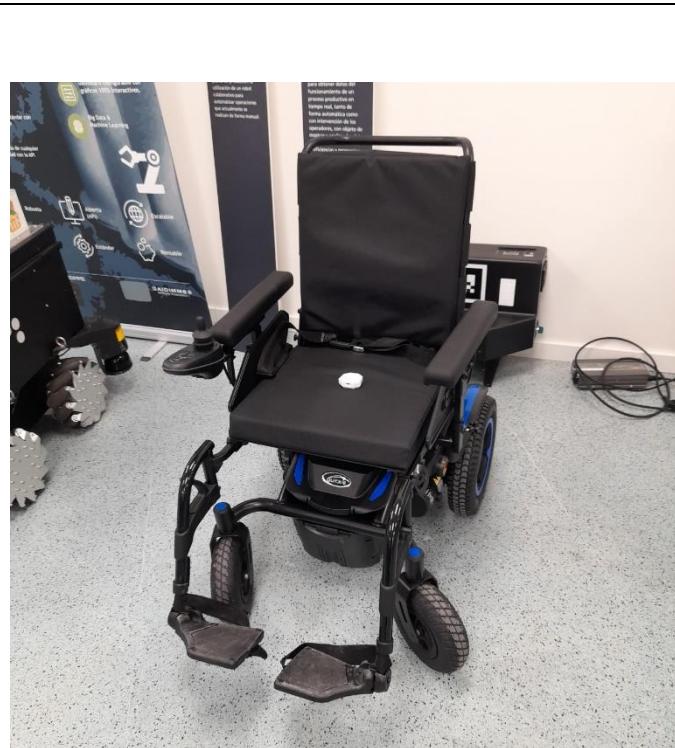


Ilustración 3. Transmisor inalámbrico colocado en el asiento de la silla de ruedas

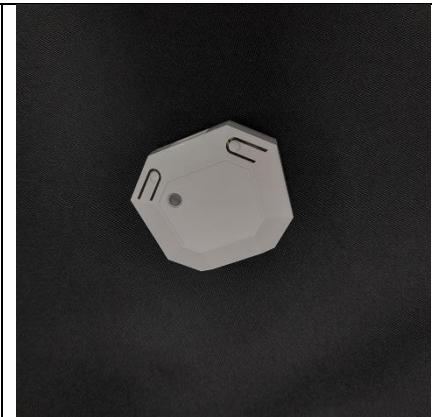


Ilustración 4. Primer plano del transmisor inalámbrico sobre el asiento



Ilustración 5. Transmisor inalámbrico sobre el suelo

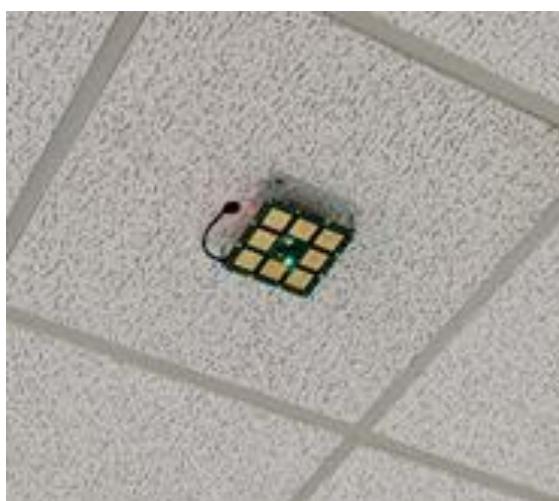


Ilustración 6. Receptor inalámbrico montado en el techo

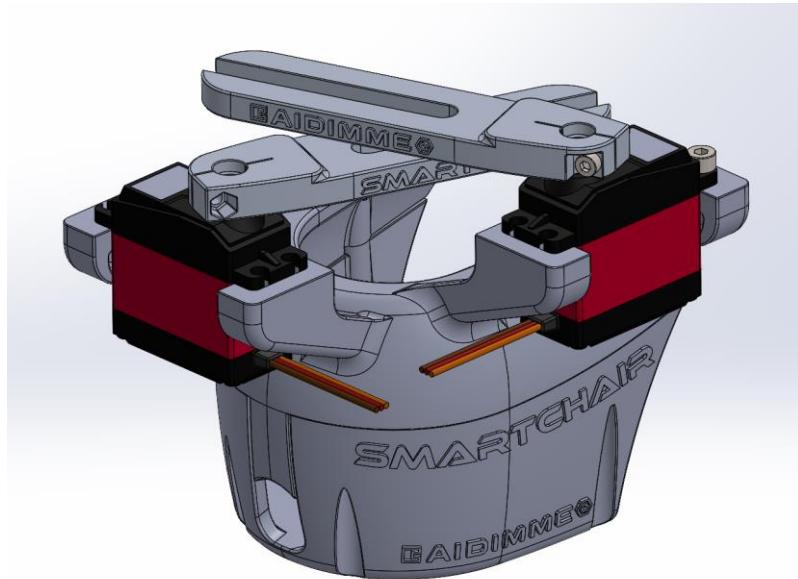


Ilustración 7. Vista perspectiva posterior - Sistema electromecánico control joystick

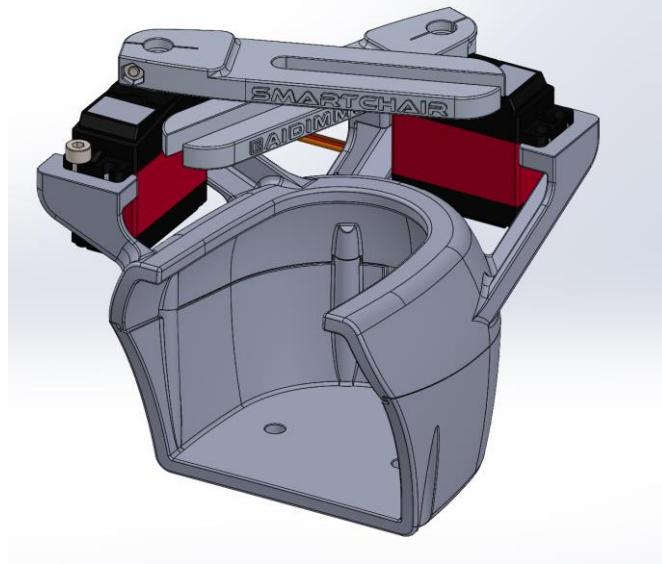


Ilustración 8. Vista perspectiva anterior - Sistema electromecánico control joystick

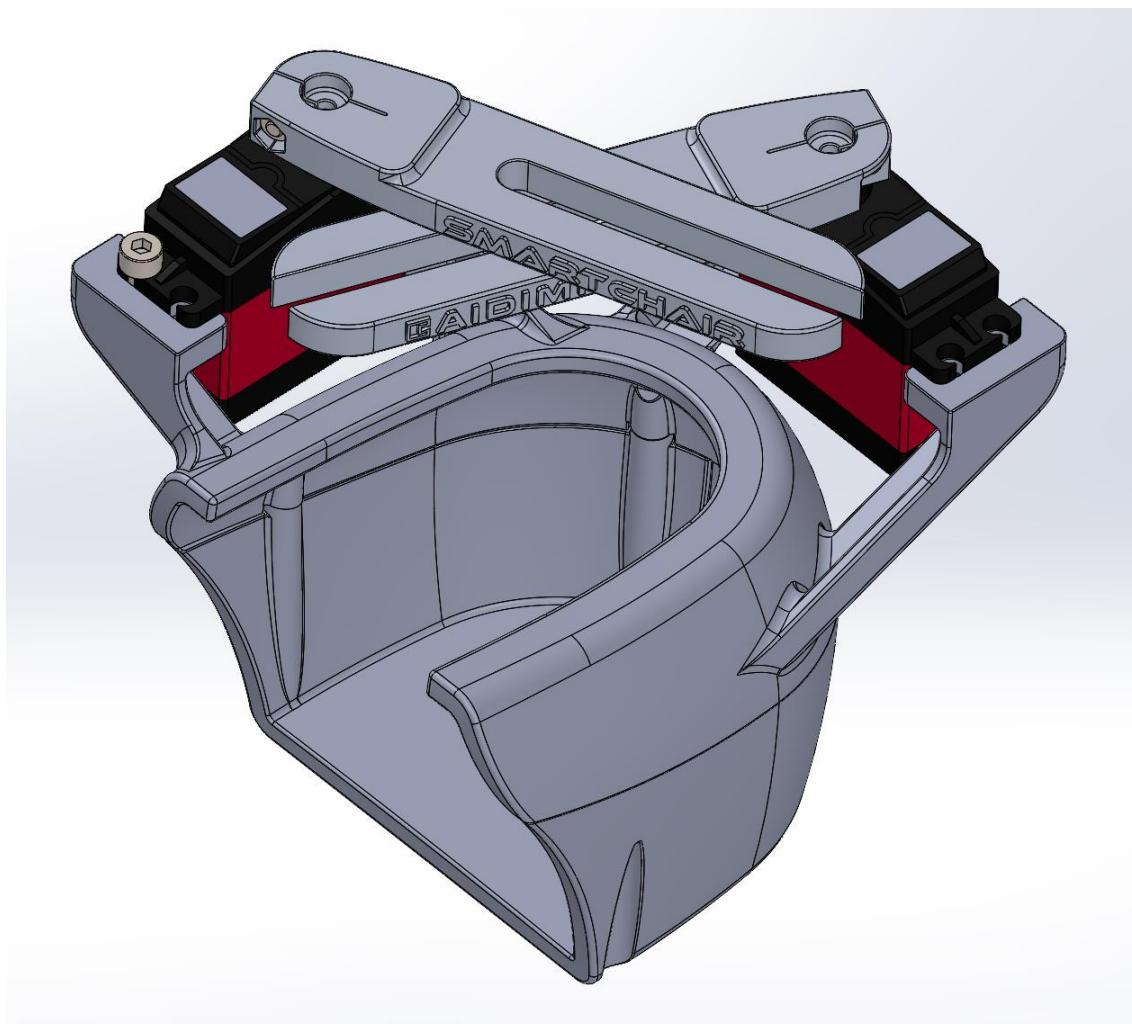


Ilustración 9. Vista perspectiva anterior - Sistema electromecánico control joystick

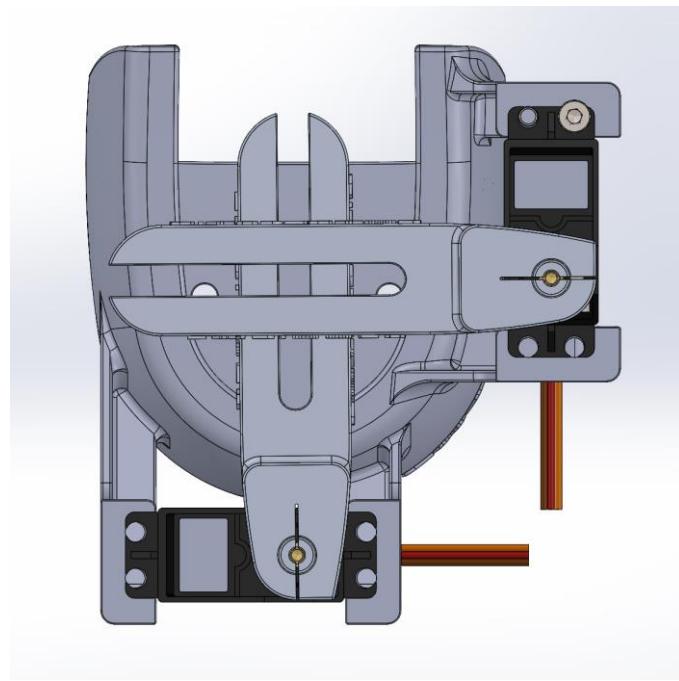


Ilustración 10. Vista superior - Sistema electromecánico control joystick

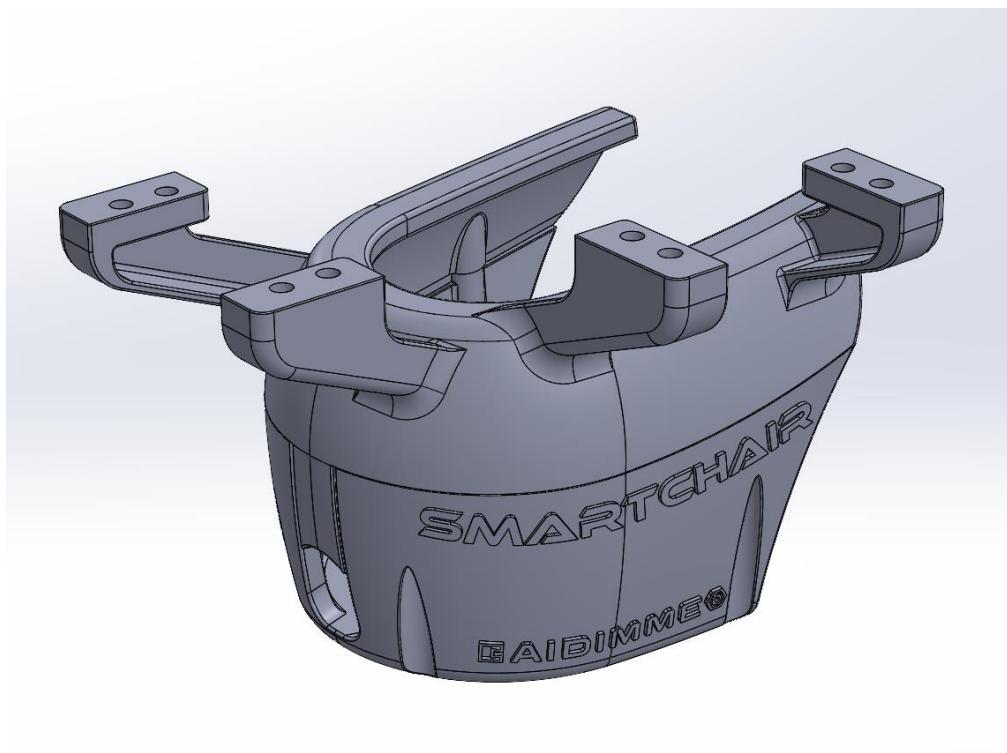


Ilustración 11. Soporte unión servomotores con mando de control joystick

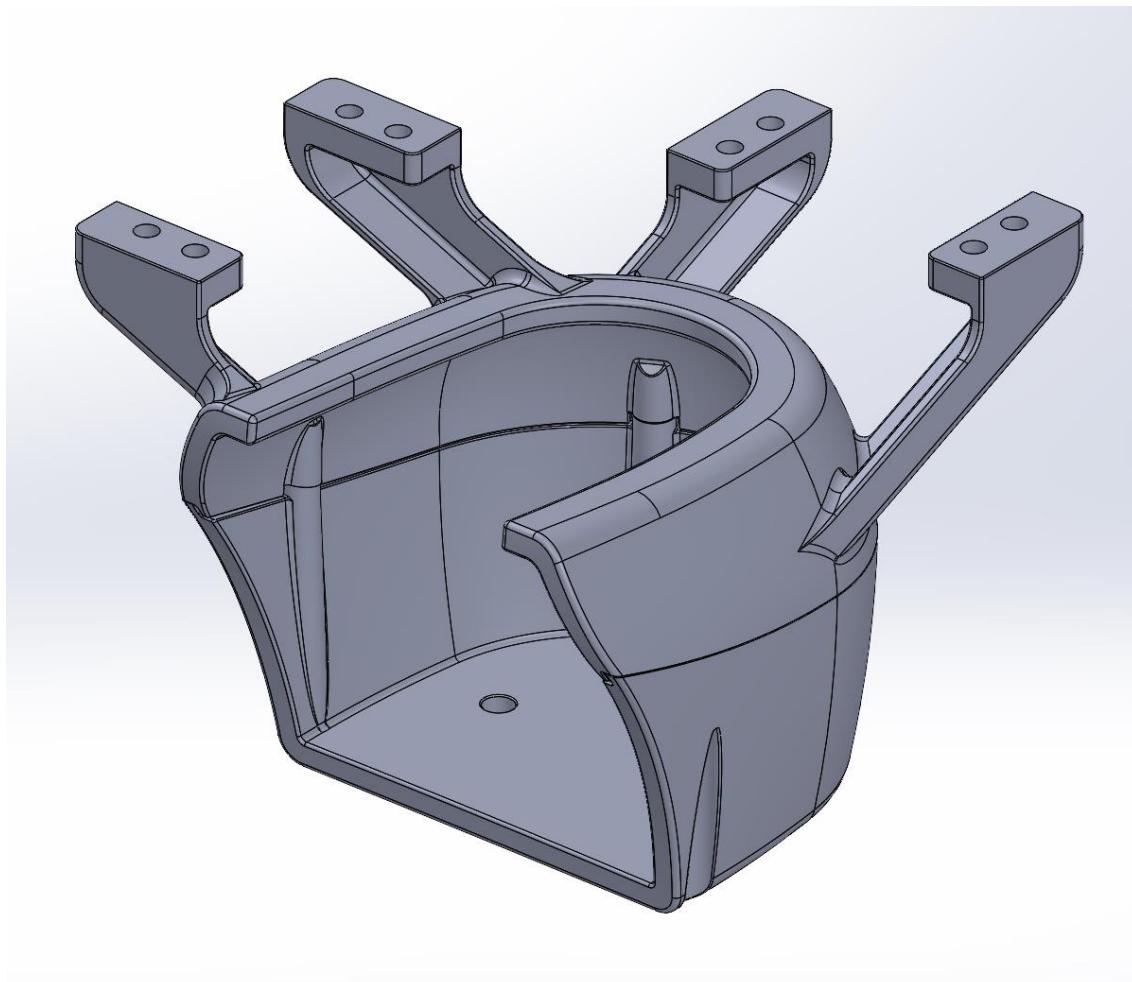


Ilustración 12. Soporte unión servomotores con mando de control joystick

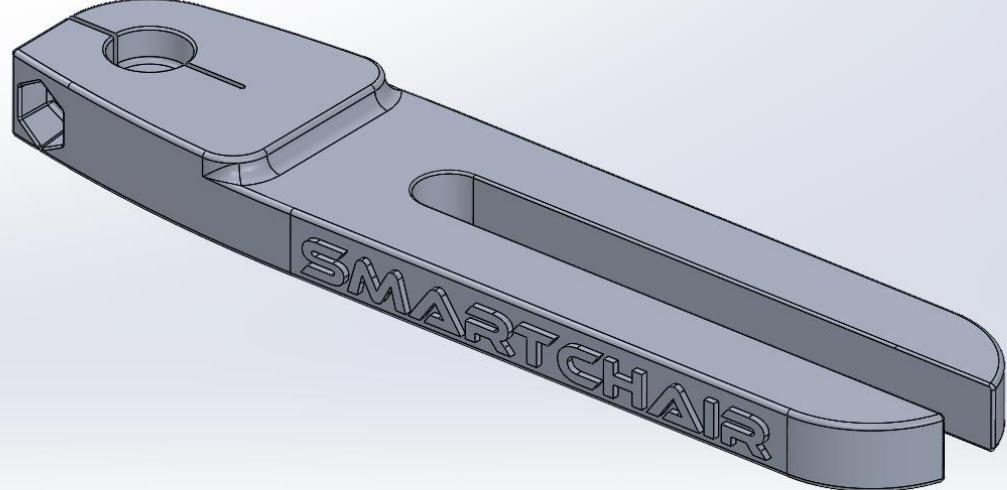


Ilustración 13. Vista superior - Brazo sujeción palanca joystick

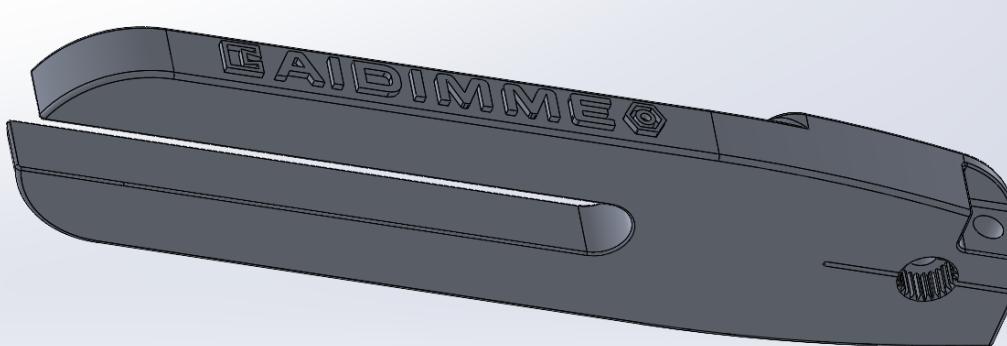


Ilustración 14. Vista inferior - Brazo sujeción palanca joystick

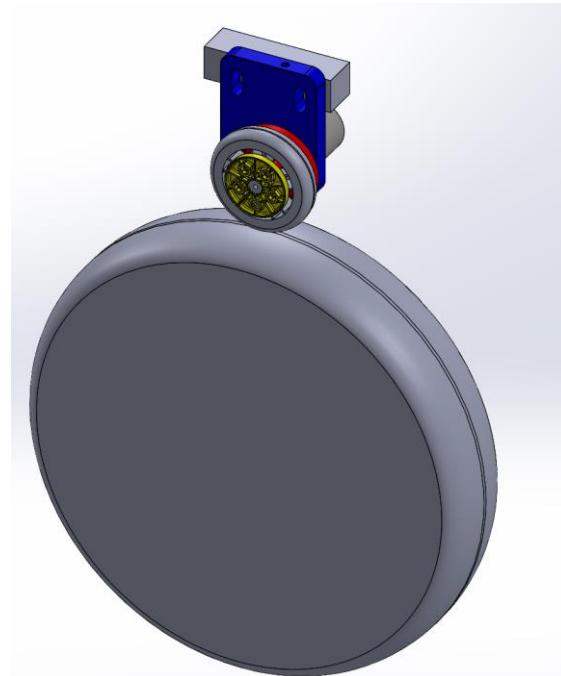


Ilustración 15. Vista frontal - Sistema control posicionamiento mediante rueda y encoder

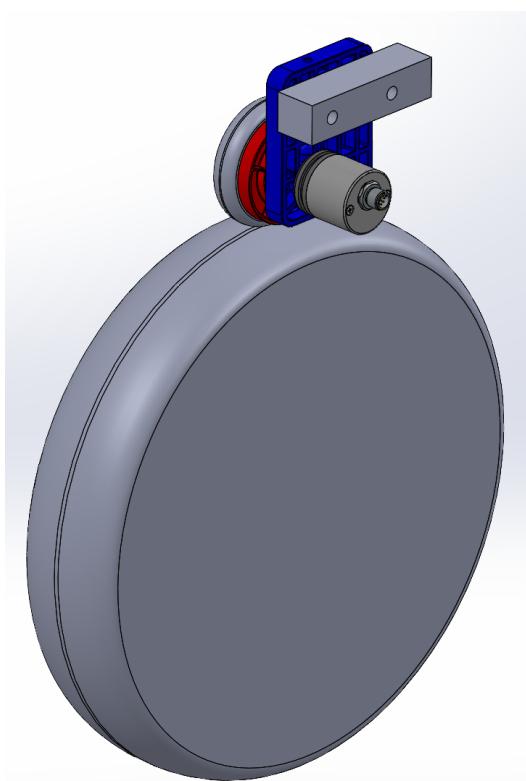


Ilustración 16. Vista posterior - Sistema control posicionamiento mediante rueda y encoder

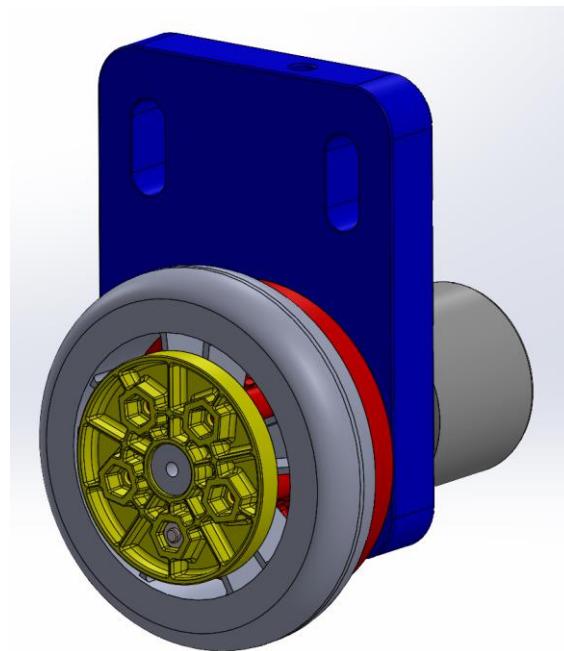


Ilustración 17. Vista frontal ampliada - Sistema control posicionamiento mediante rueda y encoder

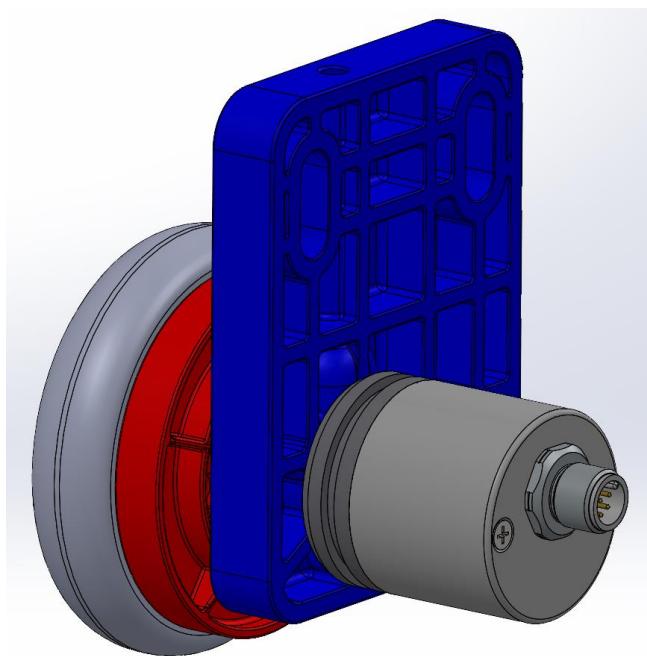


Ilustración 18. Vista posterior ampliada - Sistema control posicionamiento mediante rueda y encoder

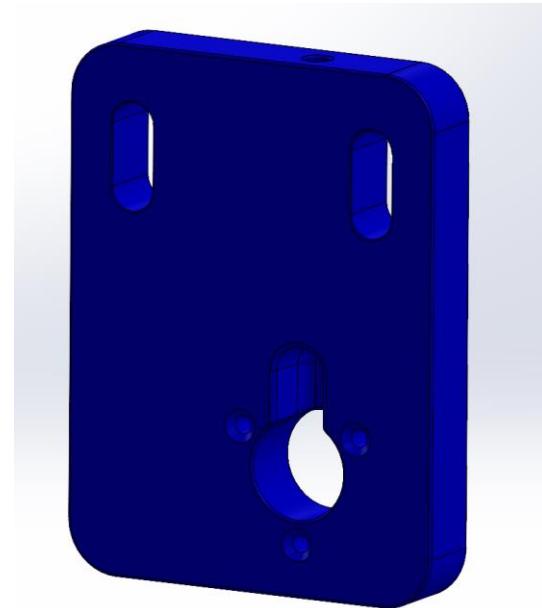


Ilustración 19. Vista frontal – Soporte unión estructura silla y sujeción encoder

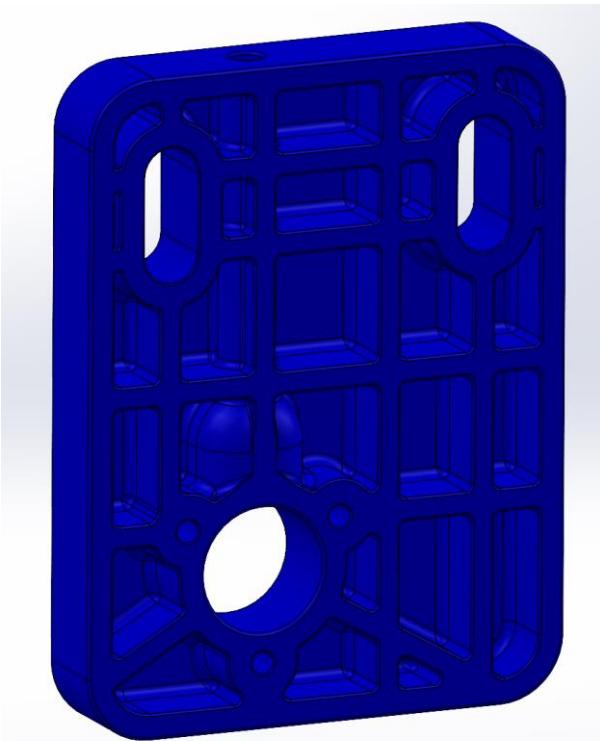


Ilustración 20. Vista posterior – Soporte unión estructura silla y sujeción encoder



Ilustración 21. Vista frontal – Soporte unión encoder con rueda de medición

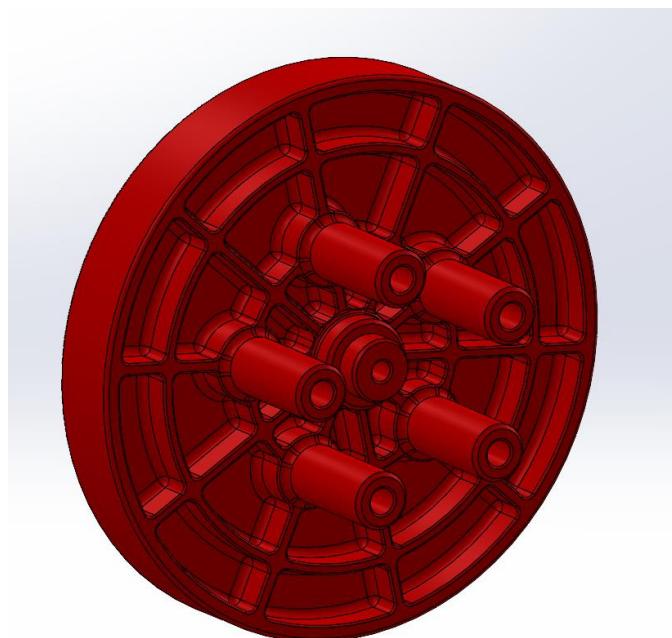


Ilustración 22. Vista posterior – Soporte unión encoder con rueda de medición

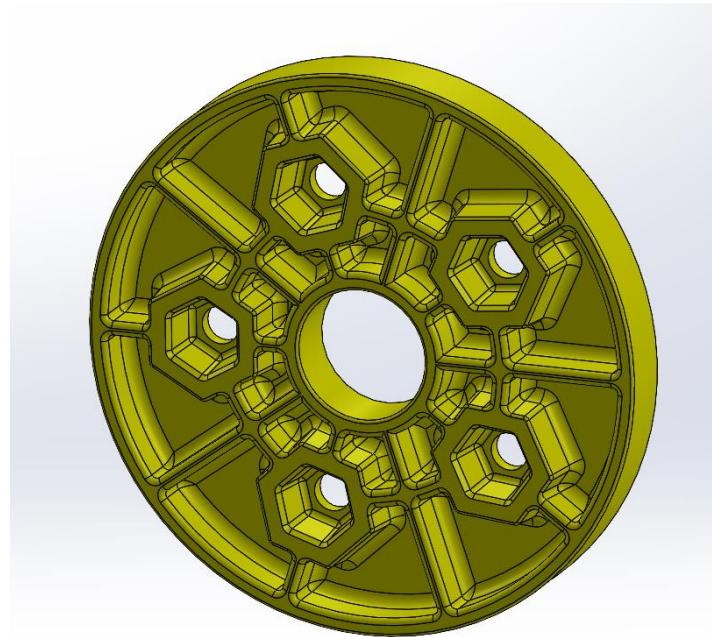


Ilustración 23. Vista frontal – Trasera sujeción rueda de medición

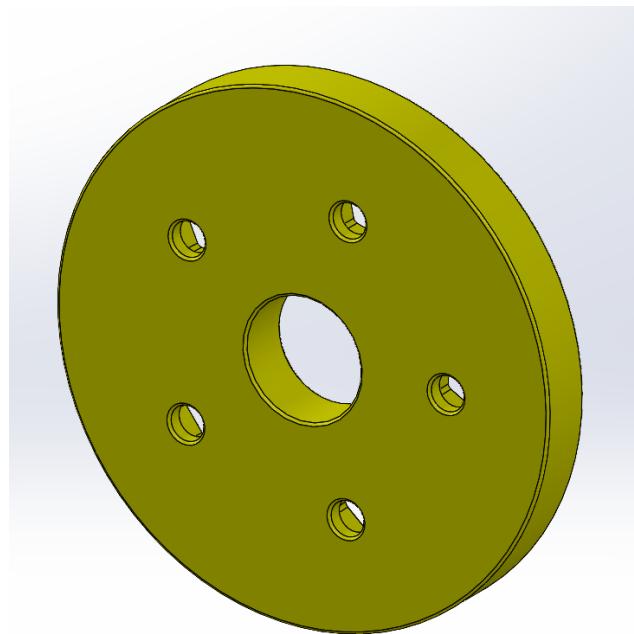


Ilustración 24. Vista posterior – Trasera sujeción rueda de medición



Ilustración 25. Montaje del electro mecanismo del joystick



Ilustración 26. Montaje del electro mecanismo del joystick (bis)



Ilustración 27. Montaje del electro mecanismo del joystick (bis)(bis)



Ilustración 28. Montaje del electro mecanismo del joystick (bis)(bis)(bis)



Ilustración 29. Montaje del electro mecanismo del joystick (bis)(bis)(bis)(bis)

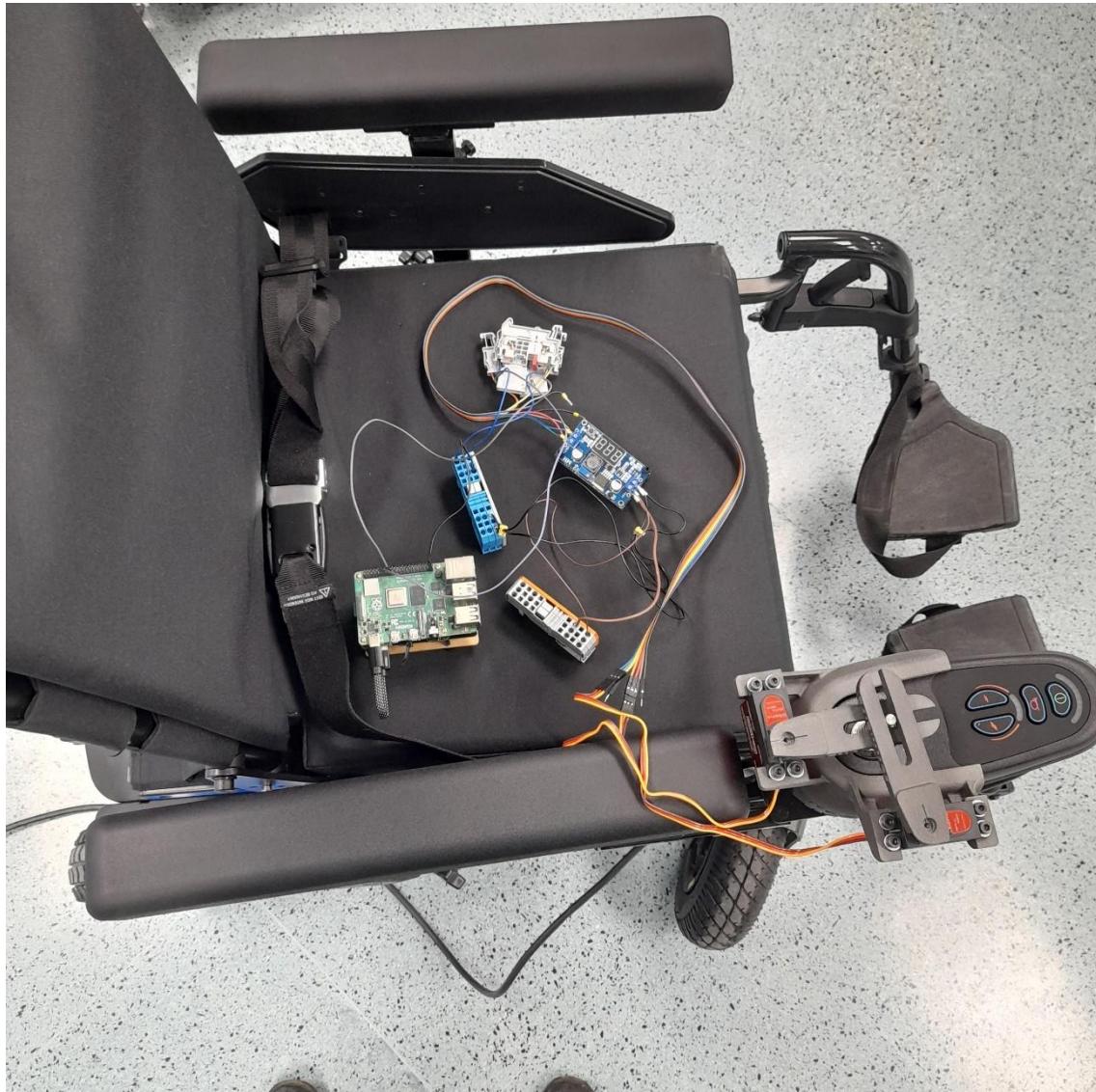


Ilustración 30. Montaje del electro mecanismo del joystick (bis)(bis)(bis)(bis)(bis)

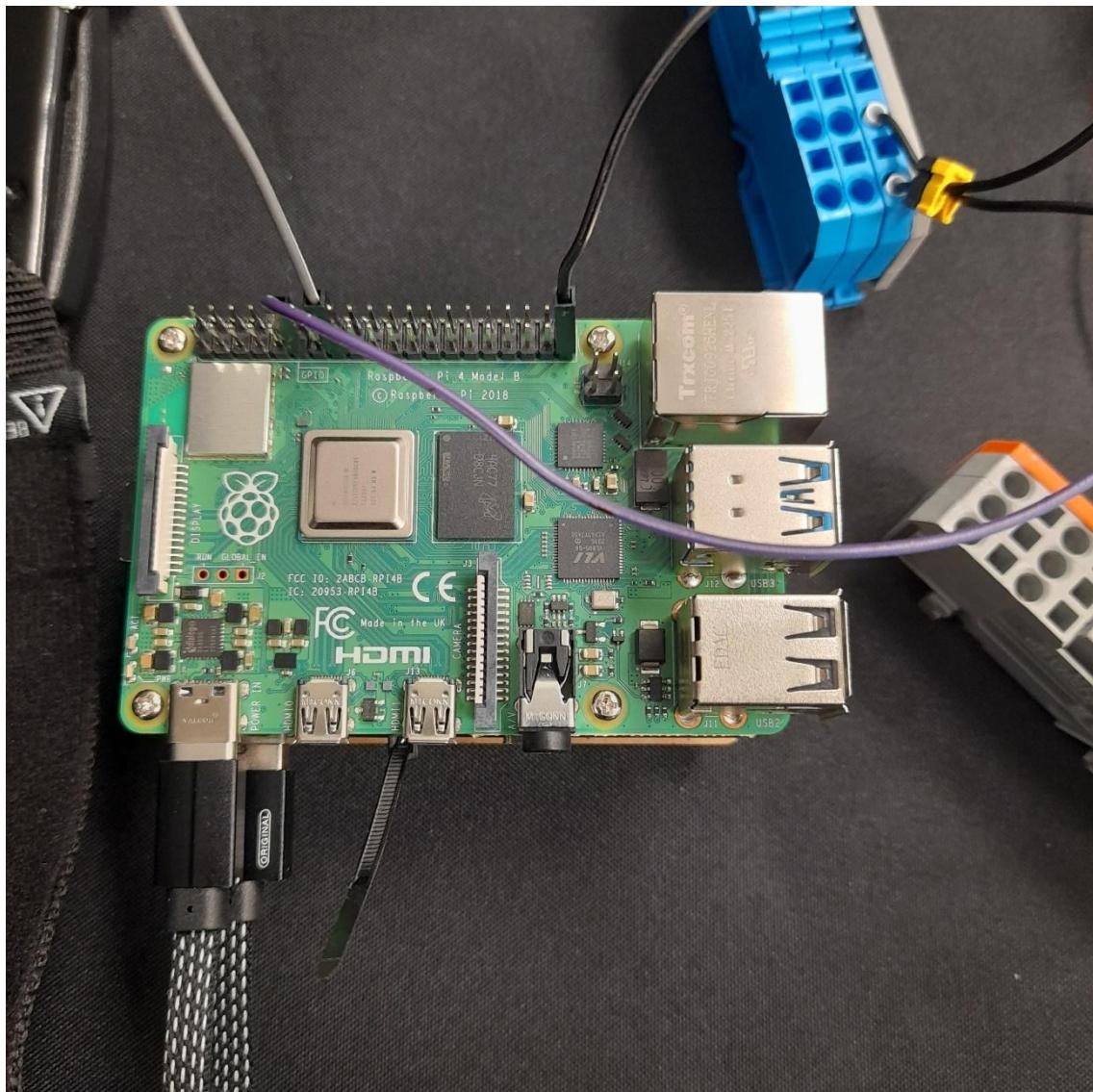


Ilustración 31. Ordenador Raspberry Pi 4 para controlar al joystick

La siguiente imagen ilustra el caso de un techo de 10 metros por 10 metros (100 metros cuadrados). El techo ha sido mallado con triángulos equiláteros de 2,5 metros de lado. Cabe un total de 23 receptores inalámbricos en el techo. Los ensayos demostraron que, con una cuadrícula de calibración de 0,6 metros de lado, la incertidumbre era de 0,6 metros.

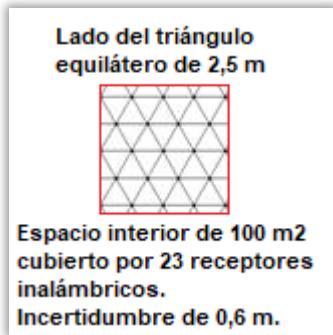


Ilustración 32. Mallado de triángulos equiláteros en el techo



Ilustración 33. Tres receptores inalámbricos instalados en el techo

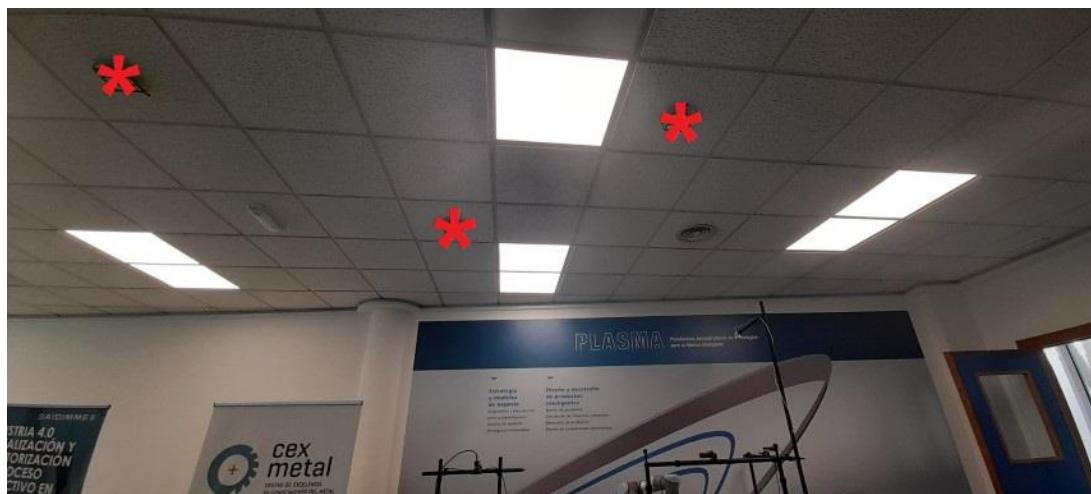


Ilustración 34. Marcas rojas sobre la posición de los tres receptores inalámbricos



Ilustración 35. Muebles metálicos que causan interferencias por las reflexiones sobre el metal



Ilustración 36. Suelo con quince posiciones para la calibración

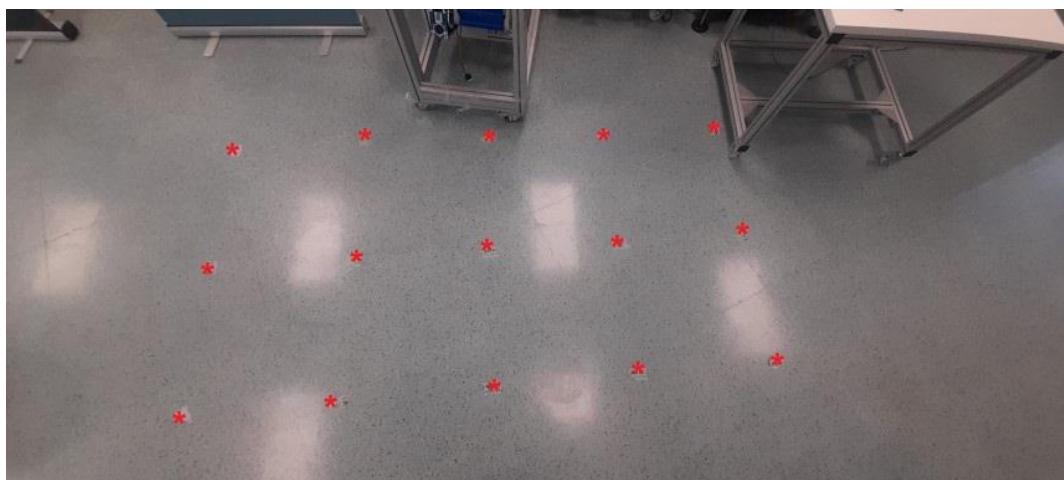


Ilustración 37. Marcas rojas sobre las quince posiciones para la calibración



Ilustración 38. Marcas negras sobre sesenta y cinco posiciones para la calibración



Ilustración 39. Carrera sobre la cual discurre la silla de ruedas



Ilustración 40. Movimiento autónomo de la silla de ruedas en el espacio interior



Ilustración 41. Presentación de resultados a una empresa asociada al proyecto

4 Conclusiones

Se ha logrado el propósito del proyecto en tanto que se ha logrado que la silla de ruedas se desplace de un punto de partida a un punto de destino de manera autónoma.

Se ha logrado determinar la posición de la silla de ruedas en un espacio interior pese a la presencia de interferencias debidas a las reflexiones de la señal inalámbrica sobre objetos metálicos.

Se ha logrado controlar los motores de la silla de ruedas mediante un dispositivo electromecánico que mueve al joystick de la silla de ruedas como si lo hiciese la mano de una persona.

5 Anexos y bibliografía

A continuación, aparece la lista de referencias bibliográficas relacionadas con las investigaciones en el campo del control de sillas de ruedas. Se incluye una lista de palabras clave (keywords) relacionada con las citas bibliográficas.

S. Gulpanich, J. Petchhan and N. Wongvanich, "PLC-Based Wheelchair Control with Integration of the Internet of Things," 2018 57th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE), Nara, Japan, 2018, pp. 1598-1603, doi: 10.23919/SICE.2018.8492601. keywords: {Wheelchairs; Internet of Things; Smart phones; Control systems; Wheels; Monitoring; Pulse width modulation; PLC; HMI; HMI Remote Viewer; Smartphone; Mobile Mecanum Wheelchair; Internet of Things}.

Minsoo Hahn et al., "Smart Wheelchair Control System Using Cloud-Based Mobile Device", IT Convergence and Security (ICITCS) 2013 International Conference on Macao, 16-18 Dec. 2013.

B. E. Dicianno, D. M. Spaeth, R. A. Cooper, S. G. Fitzgerald, M. L. Boninger and K. W. Brown, "Force Control Strategies While Driving Electric Powered Wheelchairs With Isometric and Movement-Sensing Joysticks," in IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, vol. 15, no. 1, pp. 144-150, March 2007, doi: 10.1109/TNSRE.2007.891394.

keywords: {Force control; Wheelchairs; Force feedback; Ergonomics; Laboratories; Medical services; Biomedical engineering; Motion control; Digital signal processing; Biomedical signal processing; Assistive technology; biological motor systems; force control; isometric joystick; movement disorders; rehabilitation; wheelchairs},

Youcef Touati et al., "An Embedded Control Architecture for Smart Wheelchair Navigation via Wireless Network", Information Reuse and Integration (IRI) 2011 IEEE International Conference, 3-5 Aug. 2011.

S. Akash et al., "A novel strategy for controlling the movement of a smart wheelchair using internet of things", Global Humanitarian Technology Conference-South Asia Satellite (GHTC-SAS) 2014 IEEE, 26-27 Sept. 2014.

Victor L. Valenzuela and Vicente F. de Lucena, "Remote Monitoring and Control of an Electric Powered Wheelchair in an Assisted Living Environment", IFAC-PapersOnLine, vol. 49-30, pp. 181-185, 2016.

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

Domicilio fiscal —
C/ Benjamín Franklin 13. (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)
Tlf. 961 366 070 | Fax 961 366 185

Domicilio social —
Leonardo Da Vinci, 38 (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)
Tlf. 961 318 559 - Fax 960 915 446

aidimme@aidimme.es
www.aidimme.es