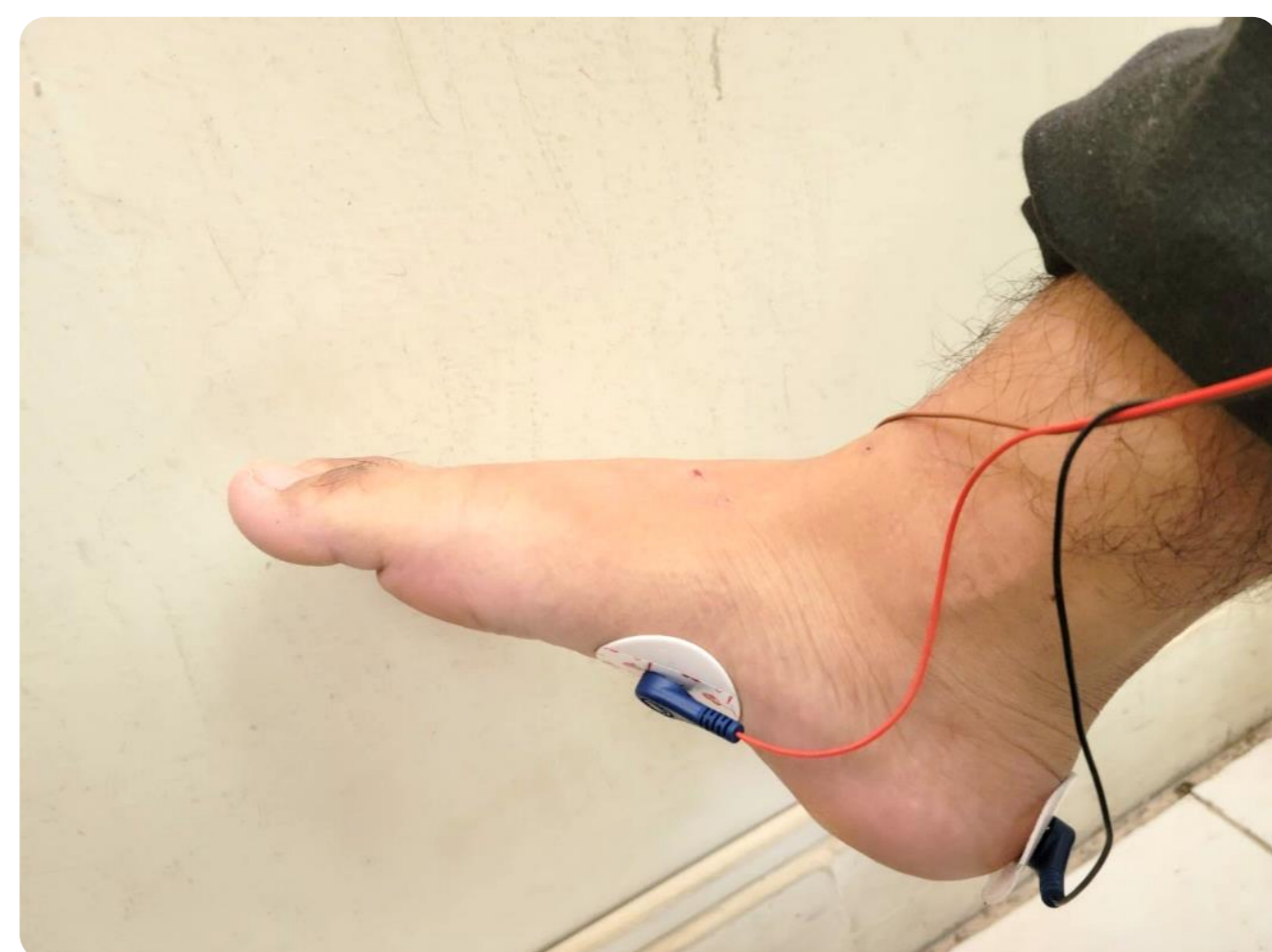
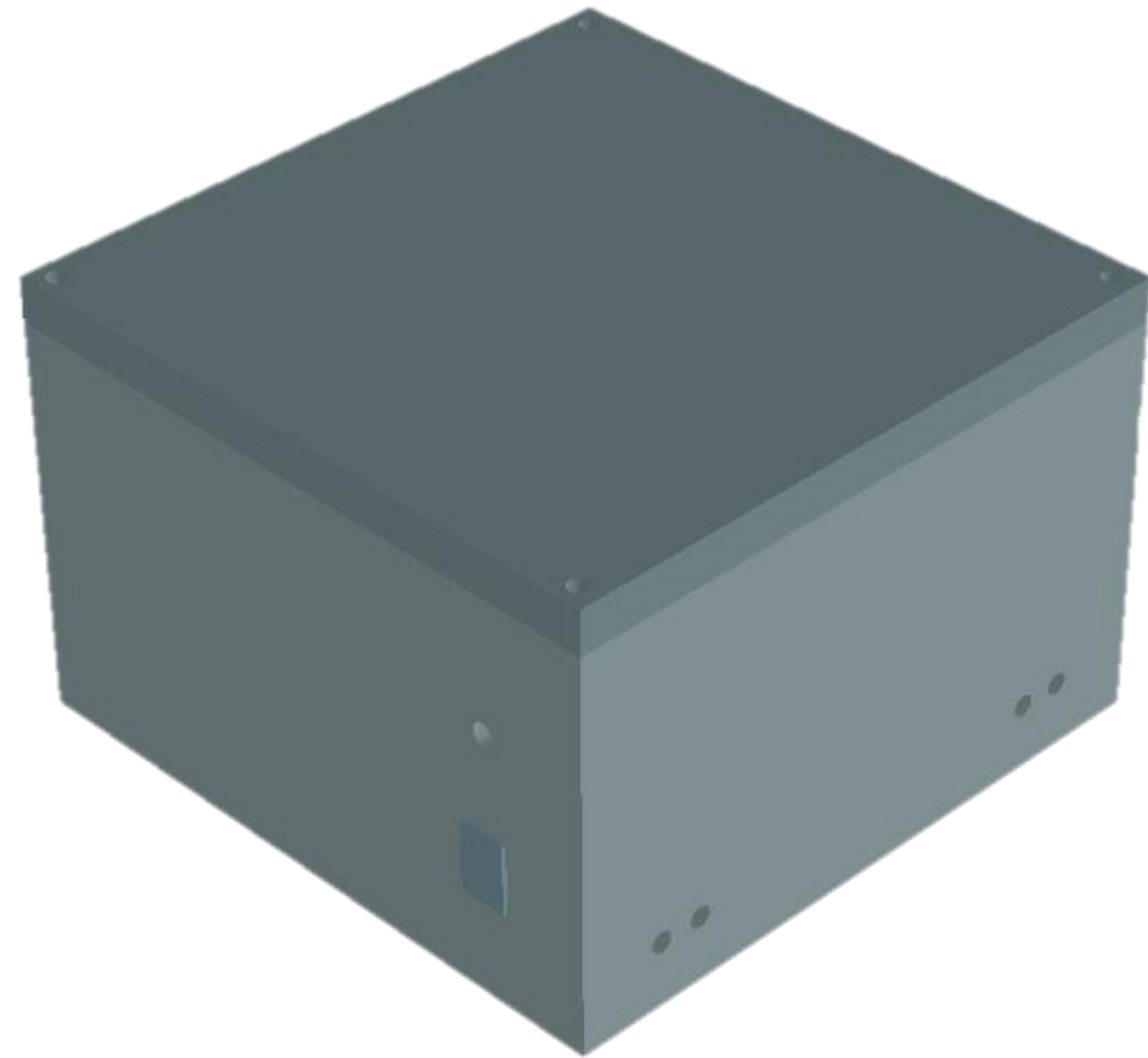


Diseño de estimulador con inteligencia artificial para el congelamiento de la marcha en la enfermedad de Parkinson

PROBLEMA

En los últimos 25 años la enfermedad de Parkinson ha tenido un crecimiento acelerado en comparación a otros tipos de trastornos neurológicos. Mientras la enfermedad evoluciona trae consigo un fenómeno de trastorno episódico conocido como congelamiento de la marcha (CDM), que consiste en detención involuntaria de la marcha, lo produce caídas y fracturas que pueden provocar hasta el fallecimiento del paciente. Los tratamientos farmacológicos y quirúrgicos no solucionan el problema. En este proyecto se plantea un modo alternativo de estimulación somestésica no invasiva para minimizar los episodios de CDM.



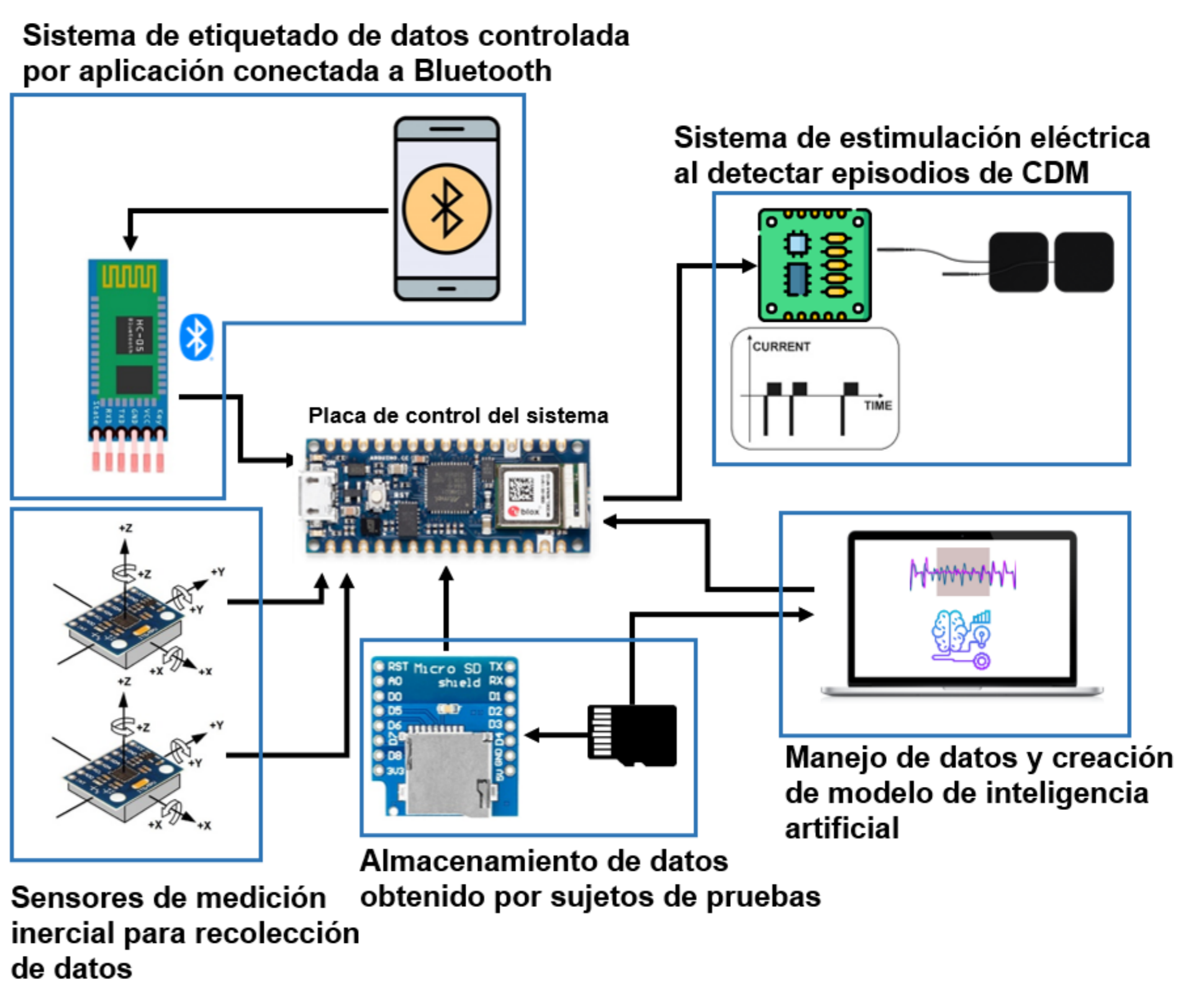
OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de estimulación automático mediante la recolección de datos e implementación de modelos de inteligencia artificial como terapia del congelamiento de la marcha para pacientes con enfermedad de Parkinson.

PROPUESTA

Durante la marcha natural, el paciente se puede detener de forma voluntaria o involuntaria producto del CDM. A través de registros de aceleración de los pies, un sistema entrenado mediante IA identifica el episodio de CDM y activa el sistema de estimulación eléctrica muscular que reactivará la marcha. Se dividió el sistema en dos partes: sistema de adquisición de datos (DAQ) y sistema de estimulación eléctrica, como se observa en la imagen.

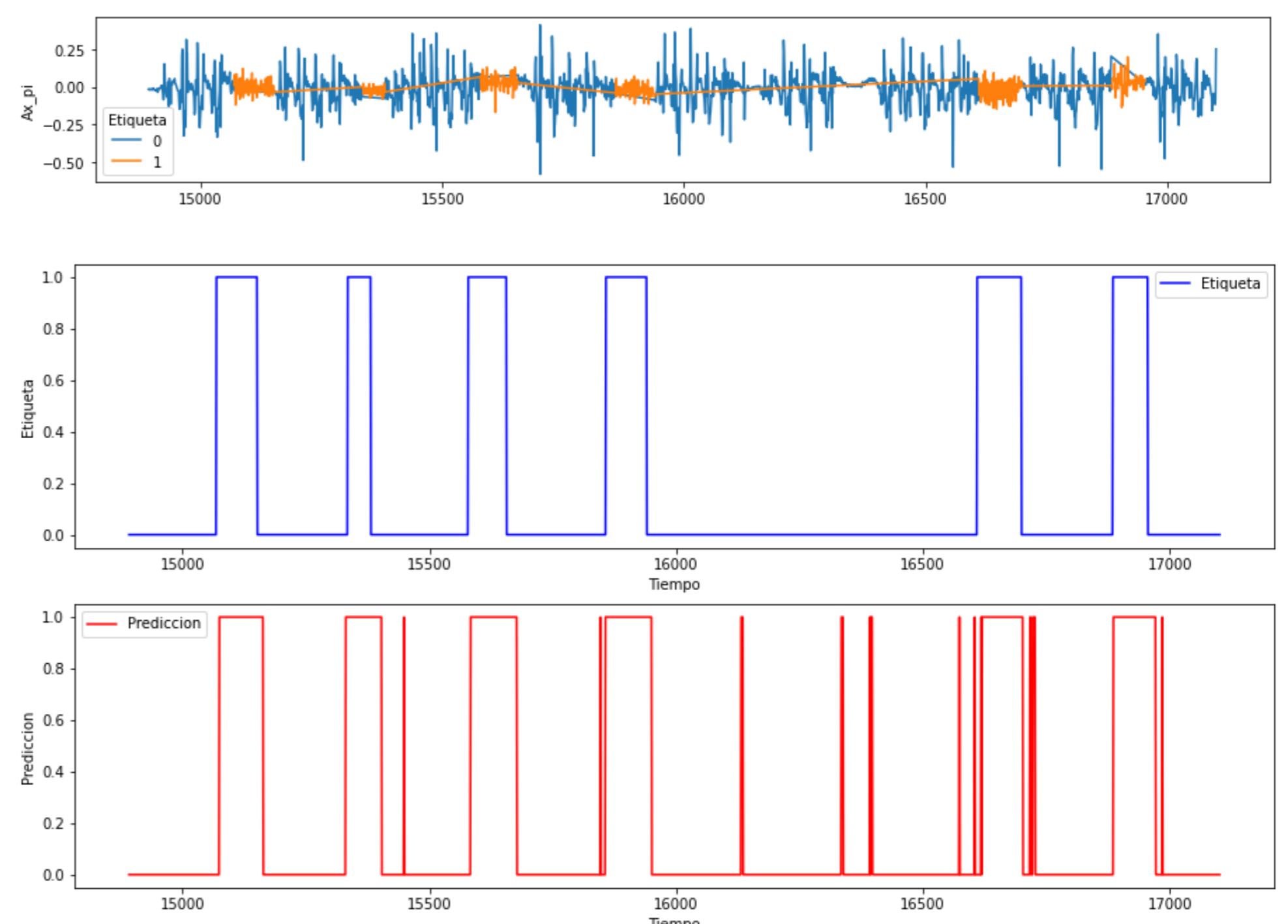
- Para entrenar el sistema, se reclutó a 20 voluntarios sanos que a través de vídeos aprendieron a simular episodios de CDM. Aproximadamente se registraron en total: 40 episodios de detención voluntaria, 50 episodios de CDM y 25 minutos de caminata normal.
- Finalmente, se evalúan las predicciones y el sistema de estimulación eléctrica genera pulsos a través de electrodos ubicados en las extremidades inferiores del sujeto para ayudar en la recuperación de la movilidad.



RESULTADOS

Para el entrenamiento, los datos se procesaron y analizaron mediante una MLP, logrando una exactitud del 89.72%, controlando las predicciones dadas por el Arduino Nano 33 IoT para evitar estimulaciones en el margen de error obtenido y en los casos exitosos se generó un pulso eléctrico de ondas hasta 50V.

Se diseñó el sistema eléctrico en una placa PCB además de su contenedor para poder almacenar tanto el DAQ como el circuito eléctrico. Como se muestra en la imagen, las predicciones (rojo) estuvieron separadas en dos etiquetas, 0 para No CDM y 1 para CDM, comparados con los datos reales (azul).



CONCLUSIONES

- Los electrodos son colocados en la planta del pie del paciente, generando la sensación de cosquilleo que reactiva la función motora por medio de un voltaje regulado hasta un máximo de 50V con baja frecuencia.
- Las predicciones en tiempo real mostraron las probabilidades resultantes de cada clase de forma efectiva, en donde se establecieron los valores adecuados para la activación del estimulador dependiendo de la predicción resultante.
- El dispositivo se diseñó usando tarjetas de código abierto, lo que minimiza el costo y lo hace asequible a pacientes de cualquier clase social, teniendo un costo de elaboración de \$97.80 + envío de ser requerido.
- El diseño involucra diferentes ideas relacionadas al campo de productos autónomos, que ayudaría en otros tipos de patologías que producen CDM, recolectando datos, analizarlos, y entrenarlos, generando estimulaciones como apoyo en la vida de los pacientes.