

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA PERSONAS PROTETIZADAS

PROBLEMA

Las prótesis mioeléctricas convierten señales *sEMG* en comandos de control, pero muchos pacientes experimentan una **curva de aprendizaje exigente** al momento de la entrega. Esta dificultad de adaptación incrementa el riesgo de **sub-uso** o **abandono** de la prótesis, reduciendo su beneficio funcional. Por ello, es necesario que el paciente pueda practicar y entrenar el control durante el periodo previo a la entrega mediante un banco de entrenamiento que combine una mano robótica y un gemelo virtual, registrando métricas objetivas para guiar la adaptación y el seguimiento.

OBJETIVO GENERAL

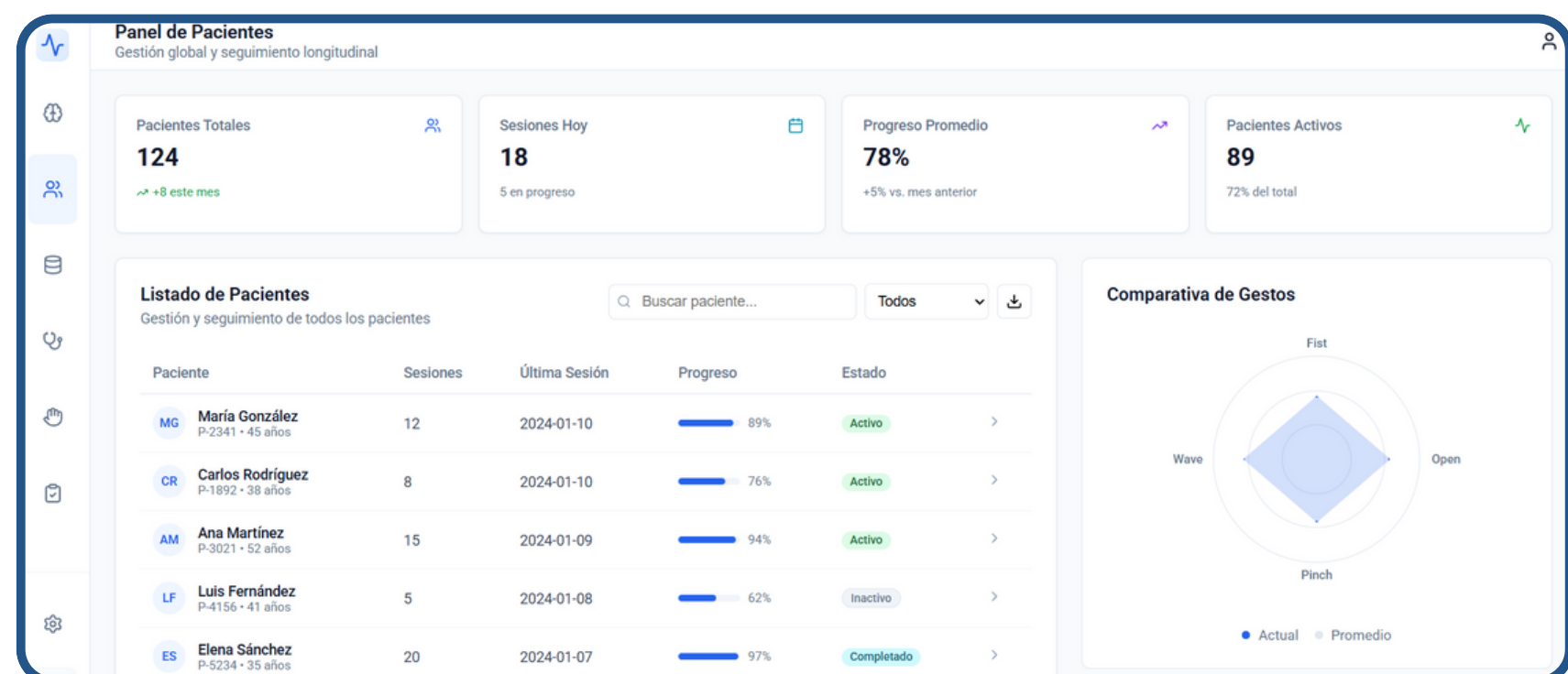
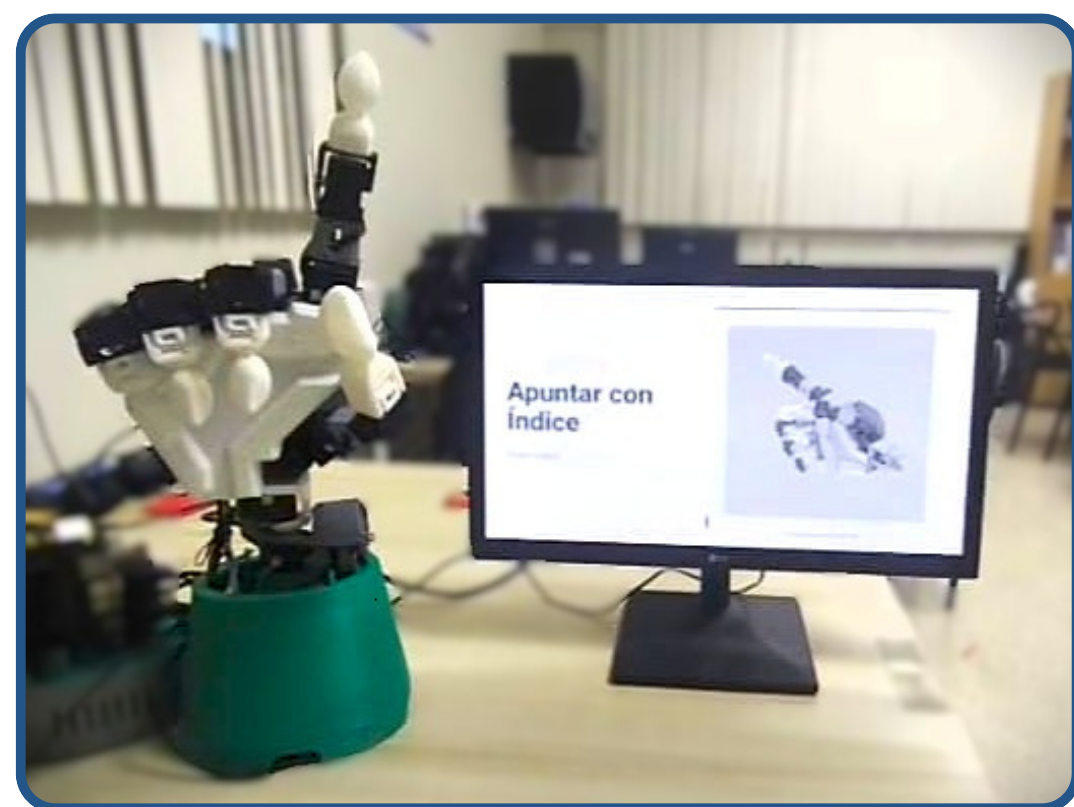
Diseñar un banco de entrenamiento para personas con amputación de miembro superior mediante la adquisición de señales de electromiografía superficial, control en tiempo real de una mano robótica, representación de un gemelo virtual sincronizado y una interfaz de entrenamiento terapéutico interactiva, para la práctica y evaluación del control voluntario de diferentes configuraciones protésicas antes del acople definitivo.

PROPUESTA

Se propone un **banco de entrenamiento mioeléctrico** para reducir el riesgo de sub-uso o abandono de la prótesis, permitiendo al paciente practicar el control antes de la entrega. El sistema integra sensores *uMyo* para adquisición de *sEMG*, un *ESP32* para recepción y transmisión por *BLE*, una *Jetson Nano* con API local para orquestar sesiones y gestos, una *interfaz web* para guiar el entrenamiento y un *gemelo virtual* junto con una *mano robótica* para visualización e interacción tipo exergame. Además, registra señales y métricas objetivas para retroalimentación inmediata y seguimiento del progreso.



RESULTADOS



- ✓ Construcción de una plataforma física basada en motores Dynamixel para ejecución controlada de gestos.
- ✓ Emulación de múltiples perfiles protésicos con distintos grados de libertad mediante configuraciones dinámicas.
- ✓ Adquisición de señales EMG y transmisión BLE hacia un ESP32, con postprocesamiento en Jetson Nano.
- ✓ Desarrollo de modelos virtuales para visualización, comparación y sincronización con la ejecución física.
- ✓ Implementación y despliegue de una aplicación web para entrenamiento de predicción de gestos y ejecución de tareas con retroalimentación al usuario.
- ✓ Registro y almacenamiento de métricas de desempeño del usuario y del sistema, orientadas a seguimiento y mejora continua.

CONCLUSIONES

- Se implementó un banco de entrenamiento físico-digital que permite práctica guiada del control mioeléctrico y facilita la adaptación temprana del paciente.
- Los perfiles protésicos dinámicos posibilitan emular múltiples configuraciones y grados de libertad, alineando el entrenamiento con la prótesis objetivo.
- La cadena uMyo-BLE-ESP32-Jetson habilita la adquisición, el preprocesamiento y la inferencia sobre señales sEMG, integrando hardware y software en un flujo reproducible.