

ENTREGABLE 7

Integrantes:

Carla Ulloa Florián
Nahir Valladares Santur
Luciana Vega Llanos
Carla Victoria Quispe
Stela Villagomez Altamirano
Almendra Yataco Diaz

Profesor:

Juan Manuel Zuñiga

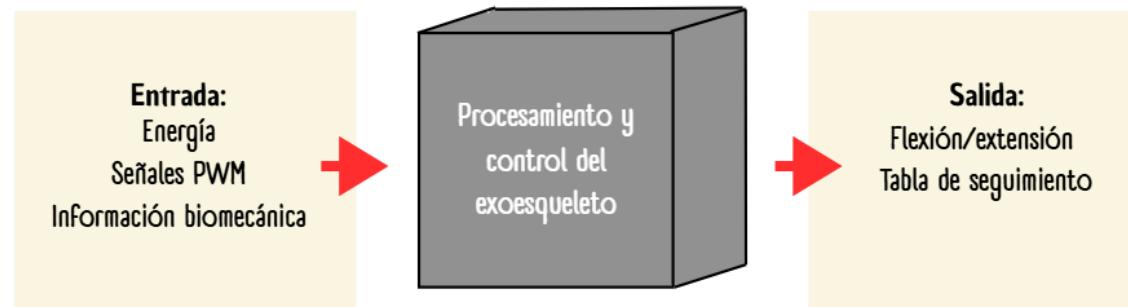
Curso:

Fundamentos de Biodiseño

2025



BLACK BOX



ESQUEMA DE FUNCIONES

- **Transformar**
Convierte la energía eléctrica de la fuente en la forma adecuada para alimentar los actuadores y circuitos de control.
- **Accionar**
Permite activar los actuadores encargados de realizar el movimiento, gestionando la apertura o cierre del flujo de energía hacia ellos.
- **Estimular**
Permite, con ayuda del actuador, generar la fuerza necesaria para realizar el movimiento de flexión o extensión de los dedos.
- **Adaptar**
Transmite el movimiento a los dedos para que puedan flexionarse o extenderse según la señal recibida.
- **Detectar**
Permite recopilar información de los sensores (potenciómetros, sensores de flexión) para conocer el ángulo alcanzado, la posición actual y los límites de movimiento.
- **Controlar:**



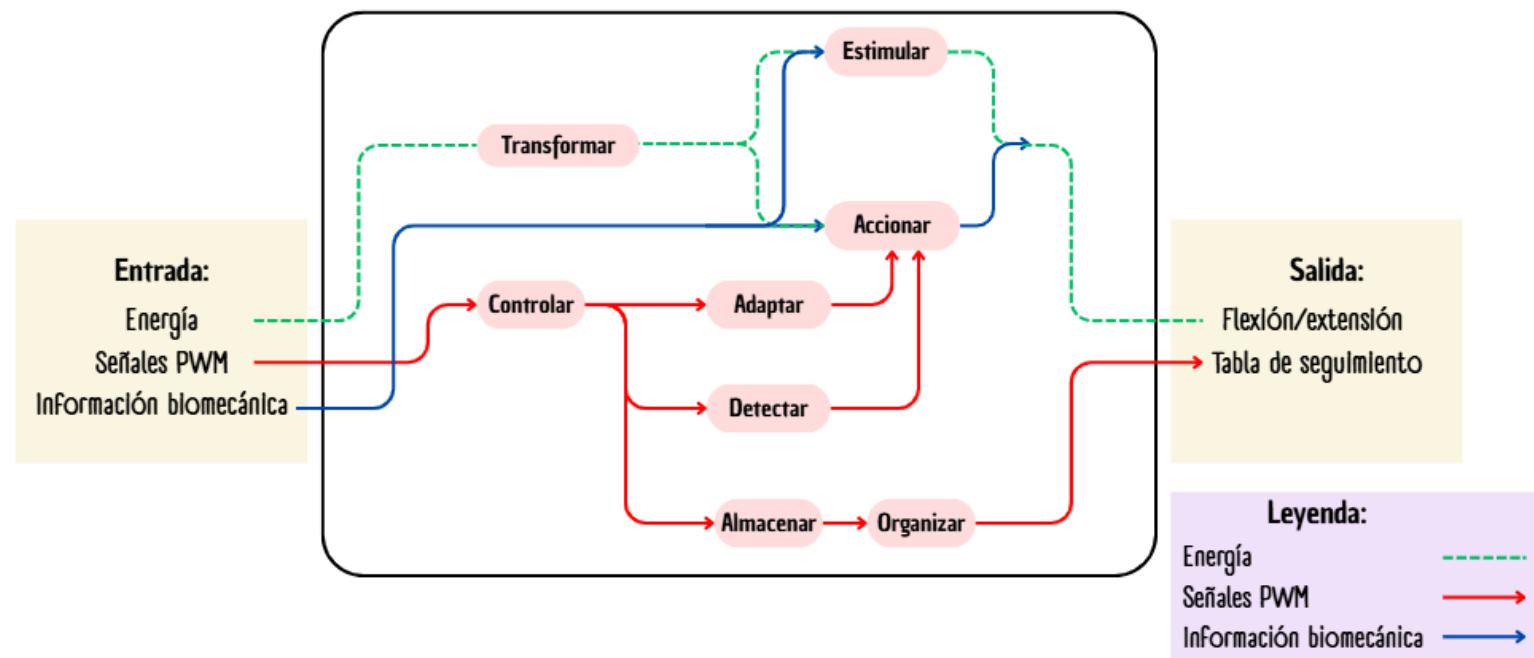
Procesa todas las entradas para ajustar las salidas, asegurando que los movimientos sean precisos y adecuados a las necesidades del paciente.

- **Organizar:**

Registra y presenta la información obtenida de los sensores a tablas de seguimiento

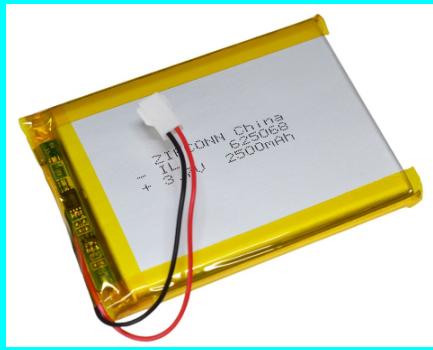
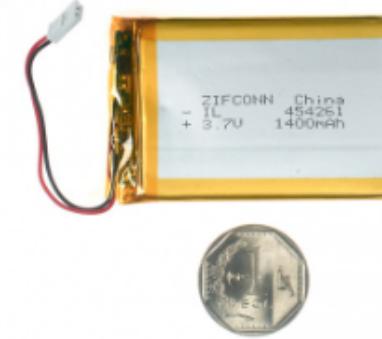
- **Almacenar:**

Guarda la información obtenida de los sensores y/o información biomecánica necesaria para establecer los movimiento de flexión y extensión





MATRIZ MORFOLÓGICA

| FUNCION | PORTADORES DE FUNCIÓN | | |
|-------------------|--|---|--|
| | 1 | 2 | 3 |
| Fuente de energía | Batería LIPO recargable HJ 11.1V 2200mAh 25C 3S  | Bateria de 3.7V 2500mAH Ion Litio Recargable 50x68mm  | Batería Plana 3.7V 1400mAh 61x42x4mm  |
| Detectar (sensor) | Sensor de Fuerza Resistivo FSR 402  | Sensor flex 2.2  | modulo MPU6050  |

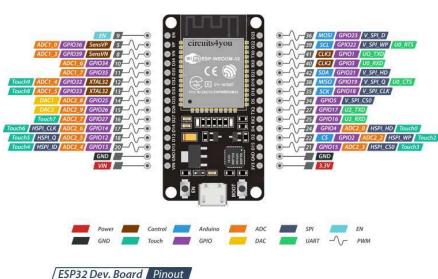
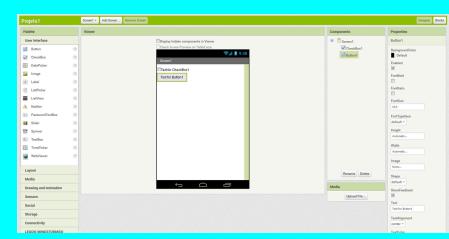


| | | | |
|-----------|----------------|---------------------|----------------|
| Controlar | ESP32 | Arduino Nano 33 BLE | Particle Argón |
| Organizar | App móvil | Pantalla oled | tableta |
| Estimular | Potenciómetros | Mini motor DC | Servomotor |



| | | | |
|-----------|------------------------------------|---|------------------------|
| | | | |
| Accionar | Pulsador | A través de app | Interruptor |
| adaptar | Guante con válvulas neumáticas | Guante (Fibra de resina reforzada) | Exoesqueleto (PLA) |
| almacenar | Microcontrolador | App móvil o pc | Tarjeta SD |



| | | | |
|---------|--|---|---|
| |  |  |  |
| Ajustar | Resortes o bandas elásticas | Cables de tracción (Acero trenzado) | Pabilo |

CS 1:

Servomotor + Terapia espejo + Recolección de datos de la mano sana para usarlos como referencia en la terapia con guante mecánico + Monitoreo de la rehabilitación mediante recolección de datos + Sensor de Fuerza Resistivo FSR 402+ Pantalla led + Batería de 2200 mA + Arduino Nano 33 BLE + válvulas neumáticas + Servomotor + Cables de tracción (pabilo) + A través de app + almacenar en Tarjeta SD



CS 2:

Motor DC + Movimientos predeterminados de terapia + Utilizar movimientos programados en la terapia con guante mecánico + Monitoreo de la recuperación mediante recolección de datos + Pantalla de celular (Aplicación móvil) + Batería de 2500 mA + A través de la app (accionar) + exoesqueleto (Piezas alrededor de las articulaciones- material: PLA) + cables de tracción (acero trenzado) + Guante de fibra de resina + ESP32 + Sensor flex + interruptor

TABLA DE VALORACIÓN

| CRITERIOS | SOLUCIÓN 1 | SOLUCIÓN 2 |
|---------------------------------|------------|------------|
| ASPECTOS TÉCNICOS | | |
| Función | 5 | 4 |
| Buen uso de la fuerza o energía | 3 | 5 |
| Seguridad | 4 | 4 |
| Rapidez | 4 | 3 |
| Estabilidad | 4 | 4 |
| Rigidez | 4 | 3 |
| Manipulación | 4 | 5 |
| Confiabilidad | 3 | 4 |
| Facilidad de manejo | 4 | 5 |
| Transportabilidad | 3 | 5 |



| | | |
|---|---|---|
| Calidad de trabajo | 5 | 4 |
| Complejidad | 2 | 5 |
| Lista de exigencias (grado de cumplimiento incluyendo deseos) | 5 | 4 |
| Posibilidades de automatización | - | - |
| Grado de contaminación del medio ambiente | 4 | 4 |
| Fácil reciclaje | 3 | 4 |
| ASPECTOS ECONÓMICOS | | |
| Número de piezas | 3 | 5 |
| Fácil adquisición de los materiales de fabricación | 3 | 5 |
| Productividad | 4 | 5 |
| Costos diversos | 3 | 5 |
| Pocos desperdicios | 4 | 5 |
| Número de operarios | 4 | 5 |
| Costo de la tecnología | 3 | 5 |
| Facilidad de montaje | 3 | 5 |



| | | |
|---------------------|----|-----|
| Fácil mantenimiento | 3 | 5 |
| Costos de operación | 3 | 5 |
| Plazos de entrega | 3 | 5 |
| TOTAL | 93 | 118 |

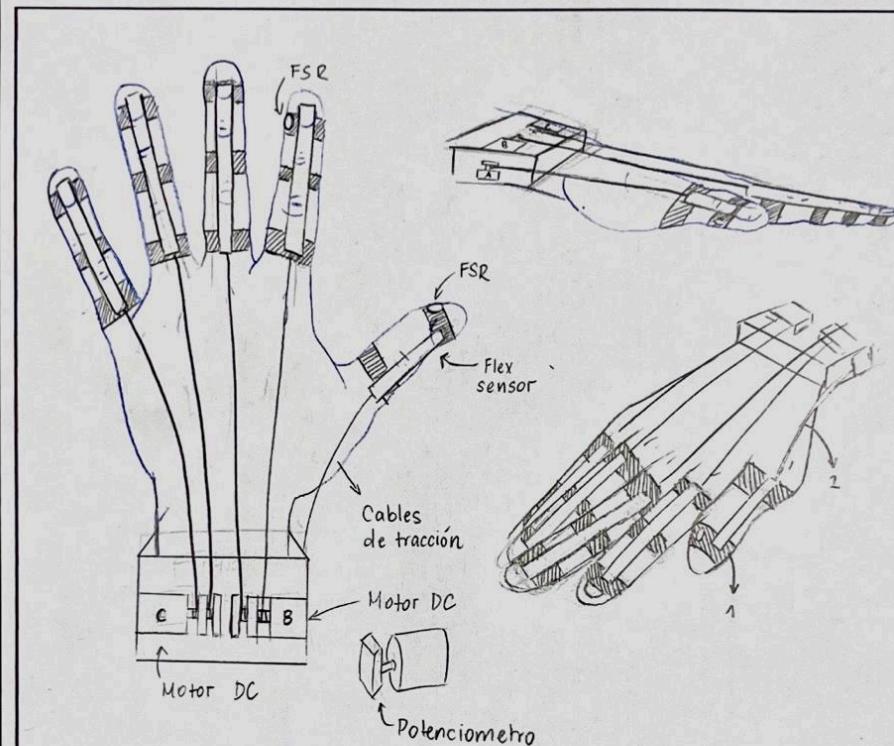


BOCETO

TÍTULO DEL PROYECTO: Dispositivo de rehabilitación de mano

DIBUJADO POR: Almendra Yataco - Grupo 5

BOCETO EN CONJUNTO:



Descripción del funcionamiento:

El dispositivo realiza terapias de rehabilitación de mano controladas por un ESP32 y motores DC. Los motores accionan cables de tracción que mueven los dedos según la app móvil. El sensor flex registra los movimientos.

LISTA DE DESPIECE:

| PIEZA | NOMBRE | MATERIAL |
|-------|-------------------------|----------|
| A | Exoesqueleto articulado | PLA |
| 2 | Cables de tracción | Nylon |

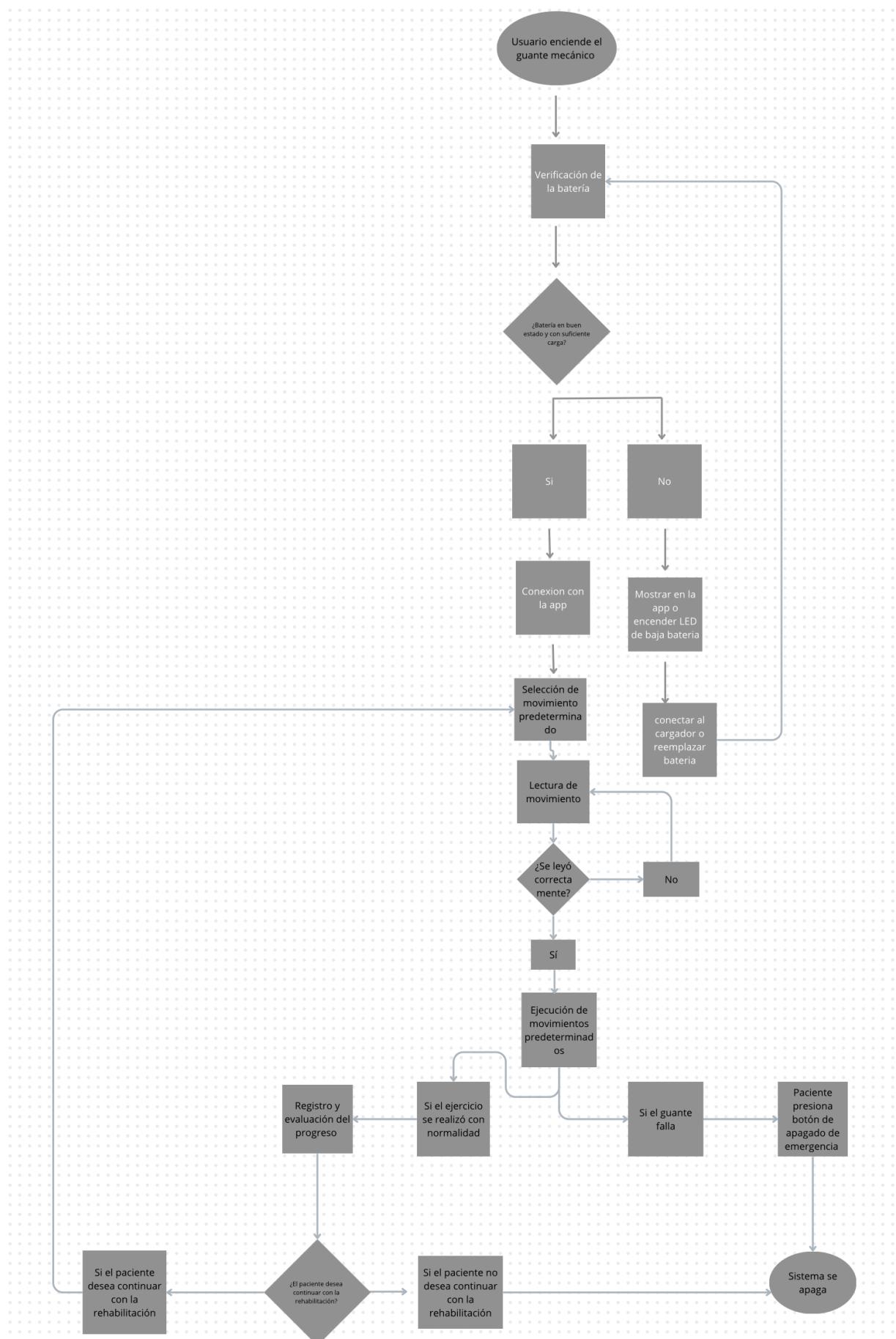


DEFINICIÓN DE COMPONENTES

| COMPONENTES | FABRICAR | ADQUIRIR |
|----------------------------|----------|----------|
| SOLUCIÓN 1 | | |
| Pantalla OLED | | X |
| Potenciómetro | | X |
| Flexómetro | | X |
| Exoesqueleto - PLA | X | |
| | | |
| | | |
| SOLUCIÓN 2 | | |
| Pantalla de celular/Tablet | | X |
| Servomotores | | X |
| Software - App móvil | X | |
| Flexómetro | | X |
| Guante de fibra de resina | | X |
| Exoesqueleto -PLA | X | |



DIAGRAMA DE FLUJO



TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

| PARTE DEL SISTEMA | TÉCNICA DE PRODUCCIÓN | JUSTIFICACIÓN |
|-------------------------------|--|---|
| Software - Aplicación Móvil | La aplicación móvil que acompañará el guante mecánico será desarrollada con la ayuda de MIT app inventor | Será una interfaz simple para mostrarle al paciente su progreso y será sencilla de diseñar utilizando herramientas como MIT app inventor |
| Partes del exoesqueleto - PLA | Las partes del exoesqueleto que se necesiten serán producidas mediante impresión 3D utilizando como material PLA | Es la opción más práctica para obtener piezas en las formas exactas que requerimos, además, el costo es razonable y depende del tamaño de cada pieza |

ESTACIONES DE TRABAJO

El dispositivo está diseñado para ser utilizado en el hogar del paciente, como una alternativa accesible a los espacios clínicos tradicionales. Su uso debe realizarse en una superficie plana, estable y segura, que evite movimientos indeseados y garantice que los sensores no presenten interferencia durante la captura de datos. Asimismo, el paciente debe ser previamente instruido en una sesión de introducción para asegurar la correcta colocación y uso inicial del dispositivo.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA

El sistema puede definirse en un NIVEL MEDIO de automatización, ya que al inicio requiere la instrucción del terapeuta para la correcta colocación y configuración básica del dispositivo durante una sesión introductoria. Sin embargo, posterior a esta sesión, el paciente puede emplearlo de manera independiente en su hogar, ejecutando los movimientos de rehabilitación de forma asistida pero sin necesidad de intervención del especialista. Por último, el dispositivo incluye movimientos preseleccionados que el paciente puede escoger dependiendo de lo que requiere realizar.

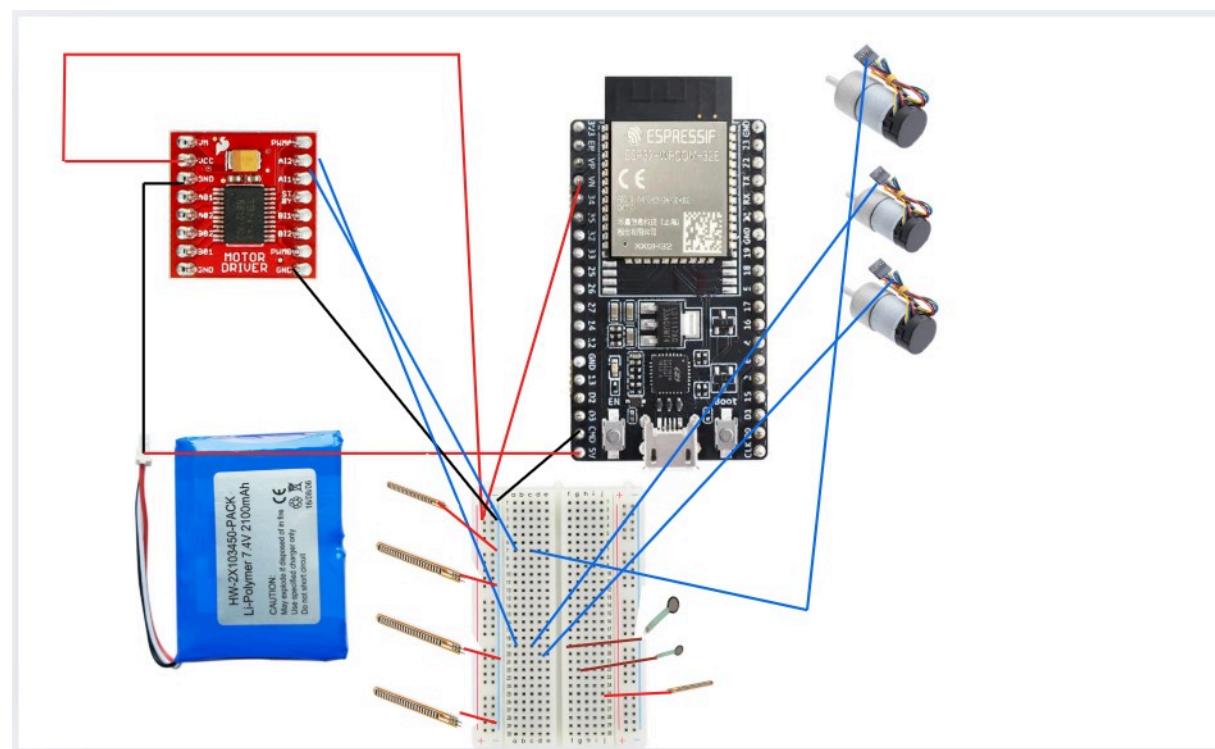
Técnica: El sistema no implementa algoritmos adaptativos ni inteligencia artificial, sino que utiliza trayectorias fijas preprogramadas y sensores básicos para monitorear la ejecución, lo que asegura menor costo de implementación.

Clínica: El paciente no requiere de conocimientos complejos, solo de saber la correcta colocación del dispositivo. De esta forma, no tiene la necesidad de visitar centros de rehabilitación o clínicas para su proceso de recuperación, además, al poder observar su gráfico de seguimiento, motiva al paciente favoreciendo la adherencia y continuidad a su tratamiento.

En el caso de que el paciente detecte alguna falla en el dispositivo, puede presionar el interruptor de apagado, ubicado en la muñeca de su mano derecha. Este botón corta el suministro eléctrico hacia los actuadores y detiene el movimiento del sistema de forma instantánea, garantizando la seguridad del paciente.

INTERFACES DE RED GLOBAL

- Esquema de conexión





- Información recolectada:

En nuestro dispositivo se basa en microcontrolador ESP32 el cual actúa como una unidad central de control, los sensores de flexión y fuerzas se encontrarán conectados a pines del módulos ESP32 en este se encontrará almacenados los movimientos con sus ángulos correspondientes predeterminados para que procese las señales de los sensores y determine el nivel de flexión y presión ejercida en los dedos, los motores dc que son controlados por el módulos TB6612FNG reciben la orden del ESP32 para ejecutar los movimientos. El sistema será monitoreado mediante señal bluetooth desde una aplicación para seleccionar los ejercicios y monitorear el progreso. Finalmente su fuente de alimentación será una batería recargable.

- Reportes recibidos

Se emplea una gráfica de tiempo de rehabilitación vs promedio de rango de extensión / flexión alcanzados que el paciente puede realizar con su propia fuerza. Se presenta su avance a lo largo del tiempo de su rehabilitación y gracias a ellos comparar el progreso en las sesiones pasadas con las actuales. Este procedimiento se realizará mediante una gráfica interactiva en la app móvil o pantalla del dispositivo (celular), para que el terapeuta pueda percibir rápidamente el progreso en un formato visual, además motivar al paciente a seguir y ajustar su rehabilitación para llegar a sus objetivos.

- Medidas de seguridad

Para acceder a la aplicación que permite encender y apagar el dispositivo, controlar los movimientos predeterminados y visualizar la gráfica de seguimiento del progreso del paciente, será necesario iniciar sesión con su DNI y una contraseña previamente definida por el usuario.