



ENTREGABLE 9

Integrantes:

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

Profesor:

Juan Manuel Zuñiga

Curso:

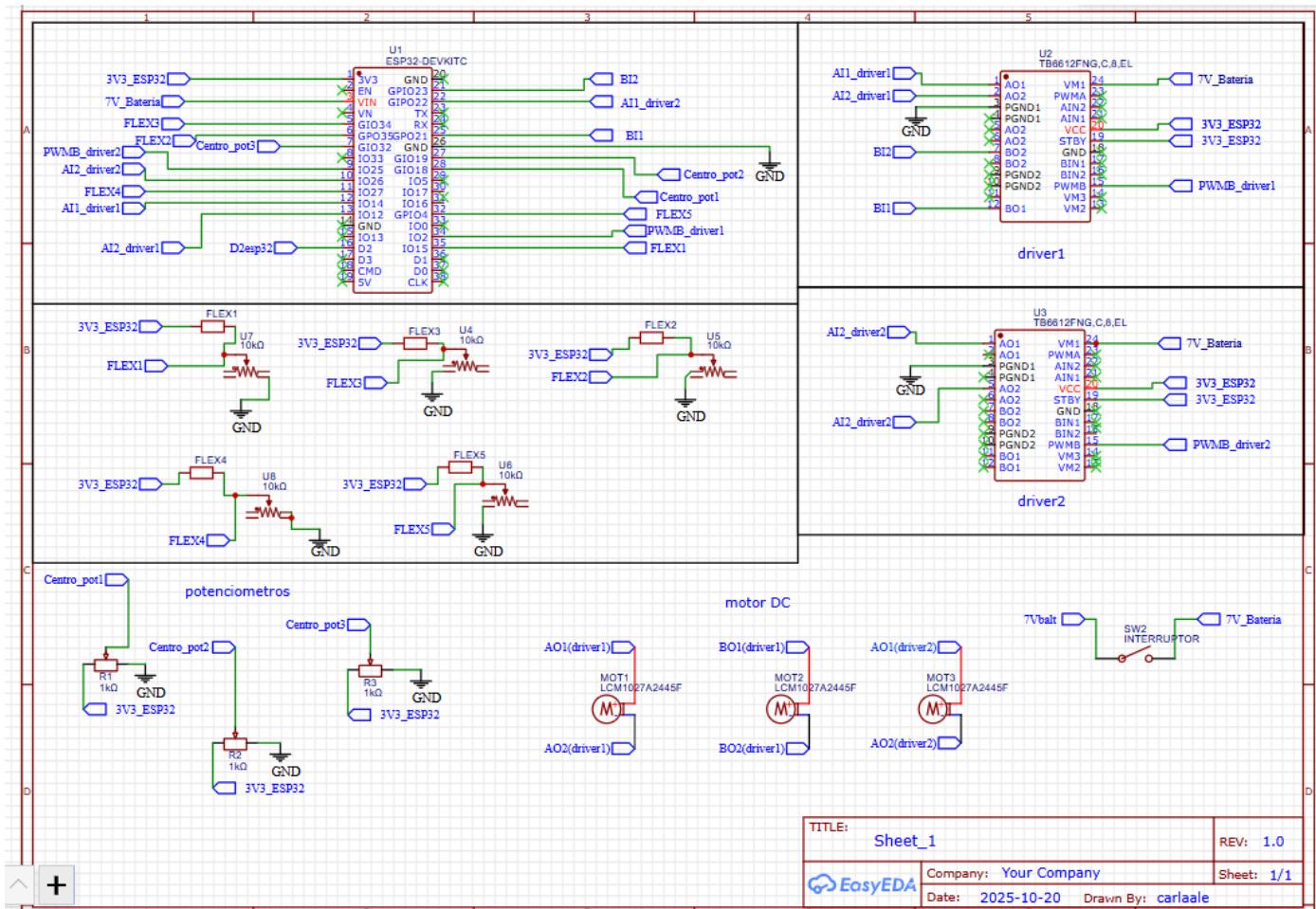
Fundamentos de Biodiseño

2025



Hardware Electronico

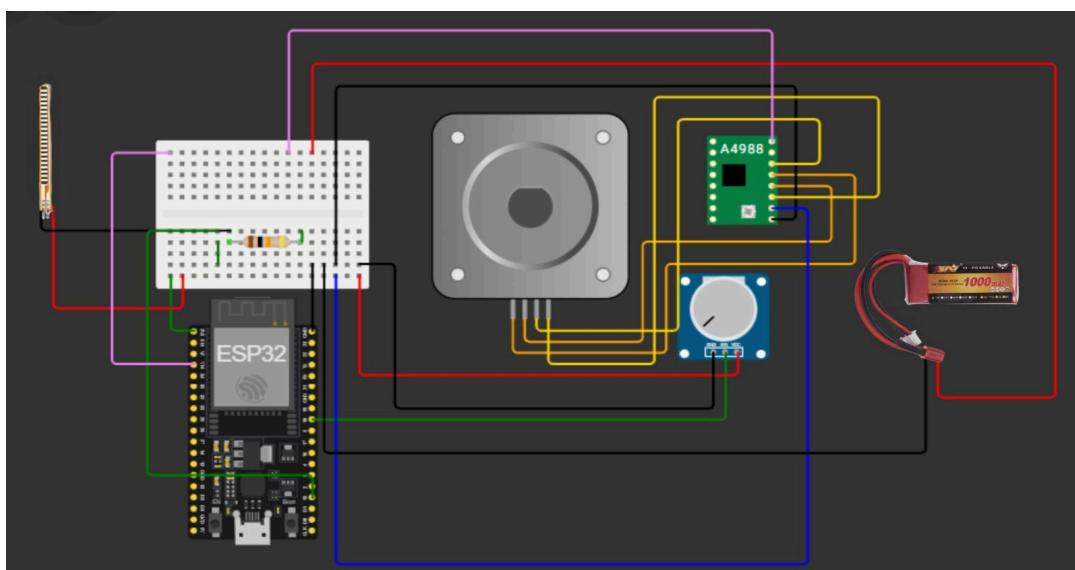
Diseño esquemático del circuito electrónico:



Link:

<https://u.eeasyeda.com/join?type=project&key=cdcf033342ce33edfc93c7966f40be3f&inviter=fd34d2a6c6dd463ea653787074043c3c>

Componentes físicos implementados más código:





Software (si tenemos, sino borrar)

```
1 // Definir pines de los sensores flex, potenciómetros, y los motores
2 #define FLEX_PIN_1 34 // Ejemplo para el dedo pulgar
3 #define FLEX_PIN_2 35 // Ejemplo para el dedo índice
4 #define FLEX_PIN_3 36 // Ejemplo para el dedo medio
5 #define FLEX_PIN_4 39 // Ejemplo para el dedo anular
6 #define FLEX_PIN_5 32 // Ejemplo para el dedo meñique
7
8 #define POT_PIN_1 33 // Potenciómetro del pulgar
9 #define POT_PIN_2 34 // Potenciómetro del índice y medio
10 #define POT_PIN_3 36 // Potenciómetro del anular y meñique
11
12 #define MOTOR_PIN_1A 5 // Motor 1 Driver 1
13 #define MOTOR_PIN_1B 18
14 #define MOTOR_PIN_2A 19 // Motor 2 Driver 2
15 #define MOTOR_PIN_2B 21
16
17 #define BUTTON_PIN 4 // Pulsador
18 #define SWITCH_PIN 23 // Interruptor (para encender/apagar)
19
20 int flexion_maxima_anatomica_1 = 0;
21 int flexion_maxima_anatomica_2 = 0;
22 int flexion_maxima_anatomica_3 = 0;
23 int flexion_maxima_anatomica_4 = 0;
24 int flexion_maxima_anatomica_5 = 0;
25
26 int flexion_maxima_sin_actuador_1 = 0;
27 int flexion_maxima_sin_actuador_2 = 0;
28 int flexion_maxima_sin_actuador_3 = 0;
29 int flexion_maxima_sin_actuador_4 = 0;
30 int flexion_maxima_sin_actuador_5 = 0;
31
32 bool exoesqueleto_encendido = false;
```



```
31
32 bool exoesqueleto_encendido = false;
33
34 void setup() {
35     Serial.begin(115200);
36
37     pinMode(SWITCH_PIN, INPUT); // Interruptor
38     pinMode(BUTTON_PIN, INPUT); // Pulsador
39     pinMode(MOTOR_PIN_1A, OUTPUT);
40     pinMode(MOTOR_PIN_1B, OUTPUT);
41     pinMode(MOTOR_PIN_2A, OUTPUT);
42     pinMode(MOTOR_PIN_2B, OUTPUT);
43
44     // Configuración inicial
45     Serial.println("Exoesqueleto iniciado");
46 }
47
48 void loop() {
49     if (digitalRead(SWITCH_PIN) == HIGH) { // Si el interruptor está encendido
50         exoesqueleto_encendido = true;
51         Serial.println("Exoesqueleto encendido");
52     }
53
54     if (exoesqueleto_encendido) {
55         if (digitalRead(BUTTON_PIN) == HIGH) {
56             // Guardar la flexión máxima anatómica
57             guardarFlexionMaximaAnatomica();
58
59             // Calibración de la flexión máxima sin actuadores
60             calibrarFlexionMaximaSinActuador();
61
62             // Extensión de la mano hasta la flexión máxima anatómica
63             extenderManoHastaFlexionMaximaAnatomica();
```



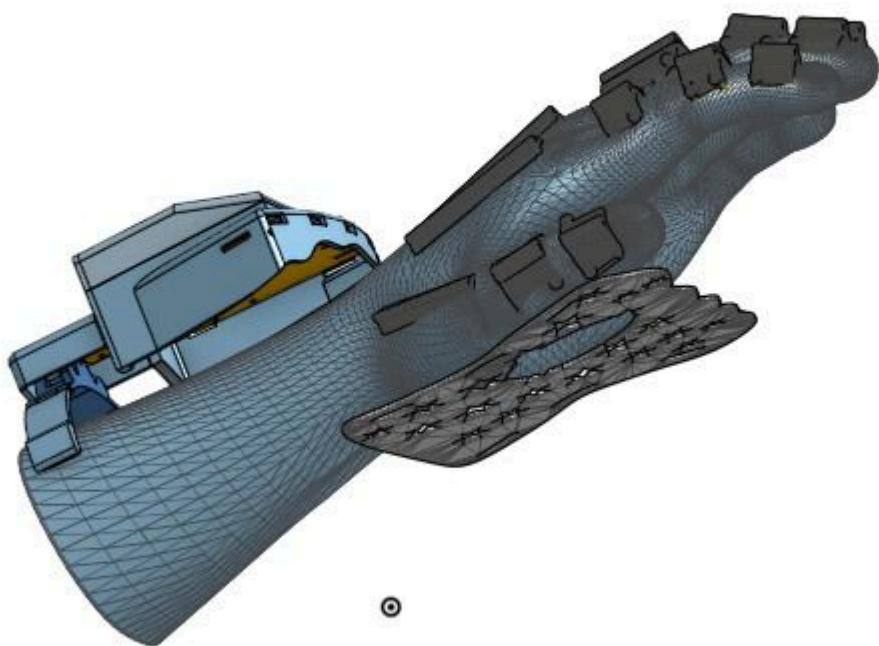
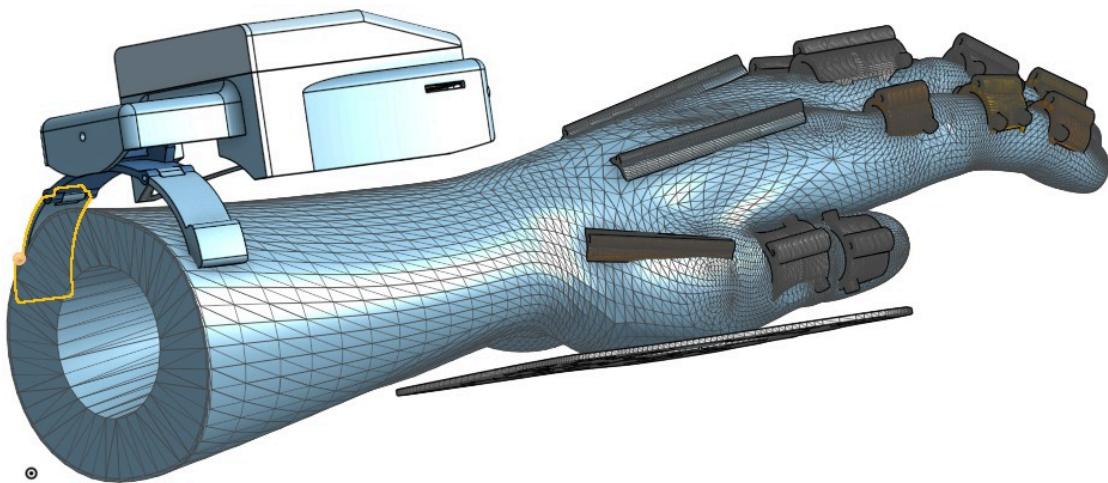
```
62     // Extensión de la mano hasta la flexión máxima anatómica
63     extenderManoHastaFlexionMaximaAnatomica();
64 }
65 }
66
67 // Esperar el próximo comando de MIT App Inventor
68 delay(100);
69 }
70
71 // Función para guardar la flexión máxima anatómica (cuando el usuario presiona el botón)
72 void guardarFlexionMaximaAnatomica() {
73     flexion_maxima_anatomica_1 = analogRead(FLEX_PIN_1);
74     flexion_maxima_anatomica_2 = analogRead(FLEX_PIN_2);
75     flexion_maxima_anatomica_3 = analogRead(FLEX_PIN_3);
76     flexion_maxima_anatomica_4 = analogRead(FLEX_PIN_4);
77     flexion_maxima_anatomica_5 = analogRead(FLEX_PIN_5);
78
79     Serial.print("Flexión máxima anatómica guardada:\n");
80     Serial.print("Pulgar: "); Serial.println(flexion_maxima_anatomica_1);
81     Serial.print("Índice: "); Serial.println(flexion_maxima_anatomica_2);
82     Serial.print("Medio: "); Serial.println(flexion_maxima_anatomica_3);
83     Serial.print("Anular: "); Serial.println(flexion_maxima_anatomica_4);
84     Serial.print("Meñique: "); Serial.println(flexion_maxima_anatomica_5);
85 }
86
87 // Función para calibrar la flexión máxima sin actuadores
88 void calibrarFlexionMaximaSinActuador() {
89     // El usuario extiende la mano lo máximo posible
90     delay(2000); // Esperamos 2 segundos para la calibración
91
92     flexion_maxima_sin_actuador_1 = analogRead(FLEX_PIN_1);
93     flexion_maxima_sin_actuador_2 = analogRead(FLEX_PIN_2);
94     flexion_maxima_sin_actuador_3 = analogRead(FLEX_PIN_3);
95     flexion_maxima_sin_actuador_4 = analogRead(FLEX_PIN_4);
```



```
95 flexion_maxima_sin_actuador_4 = analogRead(FLEX_PIN_4);
96 flexion_maxima_sin_actuador_5 = analogRead(FLEX_PIN_5);
97
98 Serial.print("Flexión máxima sin actuador calibrada:\n");
99 Serial.print("Pulgar: "); Serial.println(flexion_maxima_sin_actuador_1);
100 Serial.print("Índice: "); Serial.println(flexion_maxima_sin_actuador_2);
101 Serial.print("Medio: "); Serial.println(flexion_maxima_sin_actuador_3);
102 Serial.print("Anular: "); Serial.println(flexion_maxima_sin_actuador_4);
103 Serial.print("Meñique: "); Serial.println(flexion_maxima_sin_actuador_5);
104 }
105
106 // Función para extender la mano hasta la flexión máxima anatómica
107 void extenderManoHastaFlexionMaximaAnatomica() {
108     int velocidad = analogRead(POT_PIN_1); // Lee la velocidad del potenciómetro
109
110     // Extiende la mano hasta la flexión máxima anatómica
111     while (analogRead(FLEX_PIN_1) < flexion_maxima_anatomica_1) {
112         // Controla el motor para extender la mano
113         digitalWrite(MOTOR_PIN_1A, HIGH);
114         digitalWrite(MOTOR_PIN_1B, LOW);
115         delay(velocidad); // Control de velocidad por potenciómetro
116     }
117
118     // Detener los motores una vez alcanzada la flexión máxima anatómica
119     digitalWrite(MOTOR_PIN_1A, LOW);
120     digitalWrite(MOTOR_PIN_1B, LOW);
121
122     Serial.println("Mano extendida a la flexión máxima anatómica");
123 }
124 }
```

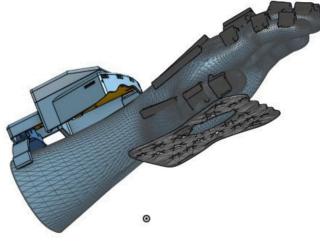


Fabricación digital





Plan de usabilidad basado en evidencias

| Sección del plan | ¿Qué es? | ¿Qué hacer? | ¿Qué evidencia deben incluir? |
|--------------------|---|--|--|
| Contexto de uso | Describe el entorno físico, social y técnico donde el usuario emplea el guante de rehabilitación MasiHand | <p>El usuario es un paciente con hemiplejía post-ACV hemorrágico con mano en flexión. El dispositivo es una persona que ha sufrido de ACV y El dispositivo está creado para ser utilizado, principalmente, en el hogar del paciente. Para ello, requiere de una mesa/superficie plana, segura y estable. El paciente será previamente instruido por su terapeuta sobre el uso del dispositivo en una sesión introductoria. Donde le explicará el funcionamiento del sistema, el cual, consiste, en que el paciente vía una aplicación móvil que descargará en su celular podrá inicializar su movimiento de extensión para una sesión de rehabilitación de 30 minutos.</p> | <p>A continuación se adjunta foto de la colocación del dispositivo en un modelado 3D</p>  |
| Perfil del usuario | Caracteriza al usuario final del sistema, sus limitaciones, capacidades y motivaciones | Mujer de 55 años con hemiplejía derecha espástica (Ashworth 2–3), leve disartria, y uso dominante de la mano izquierda. Vive | <p>Evidencia basada en el caso clínico presentado a nosotros.</p> <p>Ficha resumen del caso clínico:</p> |



| | | | |
|--------------------|--|--|---|
| | | <p>con su esposo e hija, muestra alta motivación por recuperar autonomía en actividades como vestirse, cocinar y escribir, aunque presenta frustración al no poder usar su mano derecha.</p> | <p><i>Paciente:</i> Mujer, 55 años</p> <p><i>Diagnóstico:</i> Hemiplejía derecha espástica post-ACV hemorrágico</p> <p><i>Antecedentes:</i> Hipertensión arterial mal controlada</p> <p><i>Estado actual:</i> Espasticidad moderada (Ashworth 2–3), mano derecha en flexión permanente, leve disartria, marcha con bastón.</p> <p><i>Dolor:</i> Tirantez y rigidez al extender la mano.</p> <p><i>Situación social:</i> Vive con esposo e hija; ex costurera, ahora realiza tareas ligeras.</p> <p><i>Tratamientos previos:</i> Fisioterapia, férula nocturna, baclofeno, toxina botulínica.</p> <p><i>Meta:</i> Recuperar autonomía en AVD y funcionalidad de la mano.</p> |
| Análisis de tareas | Identifica las acciones que el usuario realiza o debe aprender para interactuar correctamente con el sistema | <ol style="list-style-type: none">1. El paciente fue previamente instruido por su terapeuta2. Colocar férula para la extensión de su muñeca3. Colocación del guante4. Presionar el botón de | El paciente conforme vaya realizando progresivamente el tratamiento debe poseer la capacidad de realizar una extensión , la evidencia se basa en el uso del dispositivo como tal. |



| | | | |
|--------------------|--|--|---|
| | | <p>encendido</p> <p>5. Registrar movimiento máximo del paciente por si mismo</p> <p>6. Inicializar el movimiento predeterminado durante 30 minutos</p> <p>7. El tiempo terminado, apagar el equipo</p> <p>8. Retirar el guante y luego la férula</p> | |
| Criterios de éxito | Define las métricas que permiten evaluar la efectividad y usabilidad del dispositivo | <ul style="list-style-type: none">● Satisfacción: El paciente se siente cómodo, motivado y seguro al usar el guante.● Seguridad: no presenta dolor, lesiones ni movimientos bruscos durante el uso.● Adherencia: la paciente mantiene el uso regular del dispositivo en casa. | El paciente dará feedback de su uso del guante mecánico. Se calificará en una escala del 1 al 10 cada sección y se tendrán en cuenta comentarios para mejorar a futuro. |