

Matrix de defensa de diseño (MDD):

Los resultados de la auditoría técnica de la matriz de defensa presentan la evaluación técnica de los subsistemas críticos del proyecto, considerando su estado actual. Donde se evidencia el funcionamiento y acciones requeridas. Cada elemento se clasifica según su (pasa o riesgo). Lo que permite identificar rápidamente los componentes que si cumplen sus requisitos y los que deben de ser mejorados o validados adicional. Esta matriz funciona como una herramienta de seguimiento para la toma de decisiones técnicas y la priorización de tareas.

Subsistema	Elemento Crítico	Veredicto (Pasa/Falla)	EVIDENCIA OBLIGATORIA (No Opiniones)	Acción Requerida
Control	ESP32	Pasa	El microcontrolador funciona correctamente y es capaz de manejar los sensores	Verificar que hayan GPIOs disponibles para todo lo que se desea conectar
Percepción	Sensor MLX90614	Riesgo	Aún no se ha pedido el componente	Pedir el componente y probarlo de diferentes maneras
Percepción	Sensor MAX30102	Pasa	Sensor funciona bien pero aún requiere más pruebas	Verificar que el sensor pueda funcionar para medir hidratación
Mecánica	Chaleco para equipar sistema	Riesgo	El chaleco todavía no ha sido diseñado por completo	Diseñar el chaleco por completo y mandarlo a hacer
Percepción	Sensor MPU6050	Pasa	El sensor cumple con su funcionamiento	Establecer qué variable exacta medirá el MPU
Conectividad	Bot de Telegram	Pasa	EL bot de telegram está correctamente configurado. Falta añadir funciones	Añadir las funciones que hacen falta y volver a probar
Percepción	Sensor MAX30105	Riesgo	El sensor aún no ha sido comprado. Faltan pruebas	Conseguir el sensor y verificar que mida la variable correctamente.
Energía	Sistema de alimentación para ESP32	Riesgo	Falta por definir de qué manera se alimentará el sistema	Identificar la manera más óptima de mantener alimentado el sistema inalámbricamente

Figura 1. Matriz defensa de diseño.

BOM FINAL:

La tabla de lista de materiales consolida que los componentes necesarios para el sistema especificando el nivel de criticidad, el proveedor, costo unitario, tiempo de entrega y estado actual. Dado que esta información permite gestionar la logística de adquisición, controlar el presupuesto y evaluar los riesgos asociados a la disponibilidad de los componentes. El semáforo de riesgo facilita la visualización del estado de cada elemento, indicando si ya está disponible o si esta es proceso de adquisición dando una acción inmediata para garantizar los estados de los componentes para la integración de las pruebas.

Nivel	Ítem (Descripción)	MPN (Manufacturer Part Number)	Proveedor (Link)	Costo Unit.	Tiempo de Entrega (Lead Time)	Semáforo de Riesgo
Critic	Microcontrolador	ESP32 Dev Module	AliExpress	\$ 10.000,00	Inmediato	Ya se tiene el componente
Critic	Sensor de ritmo cardiaco	MAX30105	AliExpress	\$ 30.000,00	15-20 días	Pedir lo más pronto posible
Critic	Sensor de movimiento	MPU6050 GY-521	MercadoLibre	\$ 20.000,00	Inmediato	Ya se tiene el componente
Critic	Sensor de temperatura	MLX90614ESF-BAA	MercadoLibre	\$ 47.000,00	3-5 días	Pedir lo más pronto posible
Sensor de temperatura secundario		MAX30102	MercadoLibre	\$ 28.000,00	Inmediato	Ya se tiene el componente

Figura 2. Lista de materiales.

Resumen del diseño detallado: Se desarrolló un sistema capaz de medir variables fisiológicas y de movimiento, incluyendo temperatura corporal, ritmo cardíaco, ángulos de inclinación para la detección de actividad física y saturación de oxígeno en la sangre. Este sistema se integra con un bot de Telegram configurado para recibir los resúmenes de las sesiones de entrenamiento, así como para gestionar comandos que permiten iniciar y finalizar las actividades, además de seleccionar la duración de cada sesión.

La incorporación de Telegram como interfaz de interacción facilita significativamente el uso del sistema por parte del usuario, al ofrecer una comunicación ágil mediante comandos simples e intuitivos. Adicionalmente, la generación automática de un informe al finalizar cada sesión proporciona una visualización rápida del desempeño del atleta, permitiendo evaluar su esfuerzo y comportamiento fisiológico durante el entrenamiento. Una vez este sistema sea desarrollado completamente y utilice todas sus funciones con todos los componentes integrados correctamente, tendrá resultados más completos y precisos.

El sistema de seguridad de medición de variables fisiológicas y entrenamientos personalizados logró cumplir con los objetivos planteados, integrando sensores de medición de variables como el ritmo cardiaco, la temperatura, el movimiento. Además, está conectado a un bot de Telegram el cual muestra diferentes alertas y resúmenes de los entrenamientos. Este chat permite a los usuarios configurar y controlar el sistema de manera remota y sencilla, incluyendo algunas de las siguientes funcionalidades clave:

- **Interacción por Comandos:** Los usuarios envían comandos específicos al bot de Telegram para realizar diferentes acciones. Por ejemplo, pueden iniciar o terminar un entrenamiento, pueden definir si la sesión durará 1h, 2h o más.

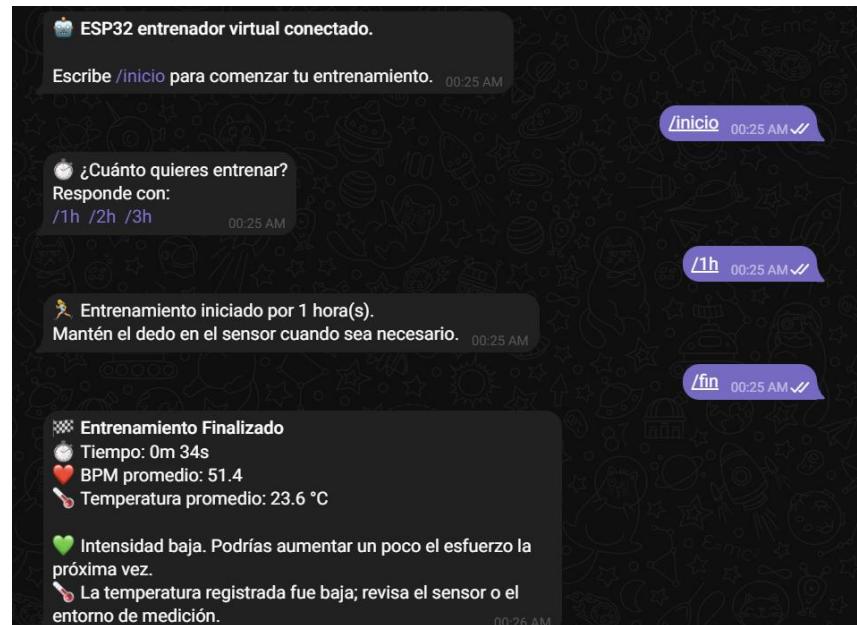


Figura 3. Opciones disponibles en el Bot.

- **Configuración Horaria:** Los usuarios pueden establecer previamente la duración de la sesión de entrenamiento, permitiendo que el sistema inicie y finalice el monitoreo de

manera automática según el tiempo seleccionado. Esta función facilita la organización de las rutinas, evita la intervención manual durante la actividad y garantiza que los registros fisiológicos correspondan exactamente al periodo de entrenamiento definido.

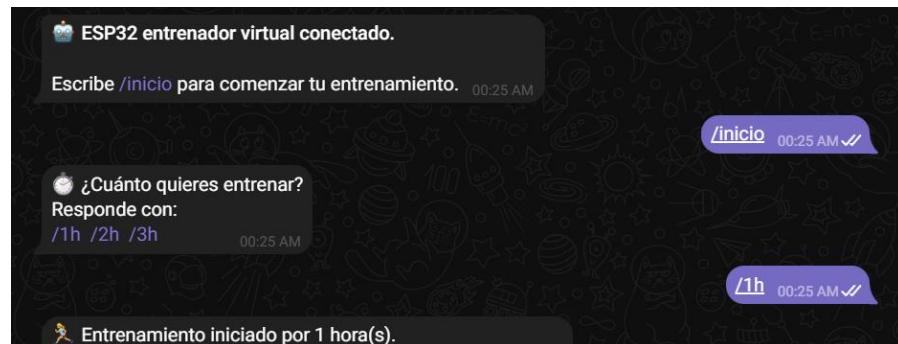


Figura 4. Menú de Bienvenida y Configuración del tiempo de entrenamiento.

- **Observación del Entrenador Virtual:**

Una de las funcionalidades más relevantes del sistema es su capacidad para analizar y registrar continuamente las variables fisiológicas del atleta, como la temperatura corporal y el ritmo cardíaco. Estos datos se procesan en tiempo real y se integran en el bot de Telegram, permitiendo que el entrenador virtual notifique al usuario sobre el estado de su entrenamiento, identifique posibles signos de fatiga y genere recomendaciones automáticas basadas en los valores obtenidos. Esta interacción inmediata garantiza un acompañamiento personalizado y constante, incluso sin la presencia física de un entrenador humano.

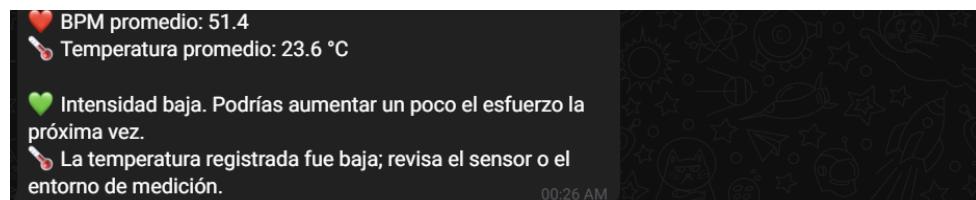


Figura 5. Observaciones del entrenador virtual según la sesión.

- **Alertas por Sobrecarga Fisiológica y Activación del Buzzer:**

El sistema incorpora un mecanismo de seguridad basado en la supervisión continua de los parámetros fisiológicos del atleta. Cuando el ritmo cardíaco o la temperatura corporal superan los rangos establecidos como seguros durante un periodo prolongado, el entrenador virtual activa una alerta automática para advertir sobre un posible sobreesfuerzo. Esta alarma se complementa con la activación inmediata de un buzzer integrado en el dispositivo, permitiendo emitir una señal sonora de advertencia que indica al atleta.

- **Personalización y Configuración del Entrenamiento**

El menú del entrenador virtual permite personalizar la sesión deportiva desde Telegram. El usuario puede seleccionar la duración del entrenamiento, iniciar o detener la monitorización, y consultar valores fisiológicos en tiempo real.

- **Eficiencia y Seguridad en la Interacción**

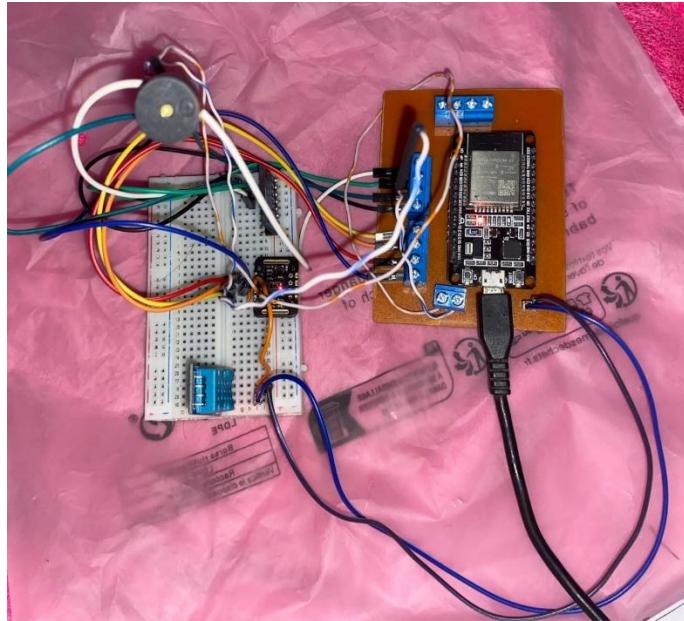
Al operar directamente a través del bot de Telegram, el sistema asegura una comunicación inmediata, confiable y segura entre el dispositivo y el usuario. Todos los datos de ritmo cardíaco, temperatura son enviados en tiempo real, lo que permite una supervisión continua del estado físico del atleta. Además, la interacción remota evita la manipulación directa del hardware, reduciendo riesgos y ofreciendo una experiencia más cómoda y segura.

- **Multidispositivo y Multiusuario**

El entrenador virtual puede ser operado desde cualquier dispositivo con acceso a Telegram, ya sea teléfono, tablet o computadora. Además, la integración con grupos de Telegram permite que múltiples usuarios autorizados como fisioterapeutas accedan simultáneamente a la información del atleta. Esto facilita el acompañamiento colaborativo y el análisis compartido del rendimiento deportivo.

- **Interfaz Centralizada y Funcional**

El menú de opciones representa el eje principal de interacción entre el usuario y el entrenador virtual. Desde esta interfaz se concentran todas las funciones clave, como iniciar sesiones, visualizar datos, recibir recomendaciones automáticas y activar alertas por sobreesfuerzo. Esto garantiza un control total del sistema en un formato intuitivo, accesible desde cualquier lugar y en cualquier momento, reforzando la experiencia del atleta y optimizando la gestión de su entrenamiento.



```
Salida Monitor Serie x
Mensaje (Intro para mandar el mensaje de 'ESP32 Dev Module' a 'COM4')

=====
Temperatura corporal: 36.30 °C
Ritmo cardiaco: 86 BPM
Oxígeno en sangre SpO2: 96 %

=====
Temperatura corporal: 36.10 °C
Ritmo cardiaco: 84 BPM
Oxígeno en sangre SpO2: 96 %

=====
Temperatura corporal: 36.10 °C
Ritmo cardiaco: 85 BPM
Oxígeno en sangre SpO2: 96 %

=====
Temperatura corporal: 35.80 °C
Ritmo cardiaco: 83 BPM
Oxígeno en sangre SpO2: 96 %

=====
Temperatura corporal: 35.70 °C
Ritmo cardiaco: 80 BPM
Oxígeno en sangre SpO2: 97 %
```

```
=====
A0 - Temperatura corporal: 36.93 °C -> Voltaje: 0.940 V
A1 - Ritmo cardiaco:      90 BPM -> Voltaje: 0.900 V
A2 - Oxígeno (SpO2):     98.1 % -> Voltaje: 0.981 V
=====
```

```
=====
A0 - Temperatura corporal: 36.94 °C -> Voltaje: 0.941 V
A1 - Ritmo cardiaco:      90 BPM -> Voltaje: 0.900 V
A2 - Oxígeno (SpO2):     98.1 % -> Voltaje: 0.981 V
=====
```

```
=====
A0 - Temperatura corporal: 36.95 °C -> Voltaje: 0.943 V
A1 - Ritmo cardiaco:      90 BPM -> Voltaje: 0.899 V
A2 - Oxígeno (SpO2):     98.1 % -> Voltaje: 0.981 V
=====
```

```
=====
A0 - Temperatura corporal: 36.96 °C -> Voltaje: 0.944 V
A1 - Ritmo cardiaco:      90 BPM -> Voltaje: 0.898 V
A2 - Oxígeno (SpO2):     98.1 % -> Voltaje: 0.981 V
=====
```

```
=====
A0 - Temperatura corporal: 36.97 °C -> Voltaje: 0.945 V
A1 - Ritmo cardiaco:      90 BPM -> Voltaje: 0.896 V
A2 - Oxígeno (SpO2):     98.2 % -> Voltaje: 0.982 V
=====
```

