

1. El Título

Banda sensora inteligente para la detección temprana de alteraciones en la **pulsación rítmica** de pacientes con arritmia mediante análisis de bioseñales.

2. Resumen

Este proyecto propone el diseño de una banda sensora enfocada en el monitoreo continuo de la pulsación rítmica de personas que padecen arritmias cardíacas.

El sistema se basa en sensores biomédicos capaces de medir la intensidad y ritmo del pulso, así como la saturación de oxígeno (SpO_2).

Los datos obtenidos serán procesados por un **microcontrolador (ESP32)** que los analizará mediante un algoritmo de detección de riesgo.

Cuando el sistema identifique irregularidades en el ritmo de las pulsaciones, enviará una alerta automática a un teléfono móvil del cuidador o familiar, permitiendo saber el ritmo de la pulsación de la persona con la banda

El propósito general del proyecto brindar **vigilancia remota, accesible y no invasiva** para personas mayores que requieren supervisión médica constante.

3. Problemática

Las **arritmias cardíacas** se caracterizan por alteraciones en el ritmo del pulso, que pueden pasar desapercibidas hasta provocar mareos o desmayos.

Los dispositivos actuales presentan varios inconvenientes:

- **Falta de monitoreo constante:** Muchos pacientes no cuentan con vigilancia continua fuera del hospital.
- **Costo elevado:** Equipos médicos pueden llegar a ser caros y requieren supervisión médica.
- **Falta de conectividad personalizada:** No suelen alertar directamente a familiares o cuidadores.

4. Estado del Arte (Antecedentes)

- Smartwatches comerciales (Apple Watch, Fitbit): Usan sensores ópticos para medir el pulso, pero su precisión disminuye durante el movimiento y no son considerados dispositivos médicos.
- Monitores Holter y parches ECG: Registran señales eléctricas del corazón (ECG) con gran exactitud clínica, pero son invasivos, caros y de uso temporal.
- Dispositivos biomédicos especializados (Empatica, Biovotion): Integran sensores ópticos y de movimiento para detectar anomalías, aunque su disponibilidad y costo los limitan al ámbito médico o de investigación.

5. Objetivo General

Diseñar y prototipar una banda sensora vestible capaz de registrar y analizar la pulsación rítmica del usuario, detectando irregularidades mediante el análisis de bioseñales y enviando alertas automáticas a cuidadores o familiares, para mejorar la respuesta temprana ante posibles eventos de arritmia en adultos mayores.

6. Materiales, Sensores y Técnicas de Trabajo

Componente	Función	Explicación técnica	Explicación simple
Sensor MAX30102 (PPG)	Mide la pulsación rítmica y el nivel de oxígeno en sangre (SpO_2).	Usa un LED infrarrojo y un fotodiodo que detecta los cambios de luz reflejada por la sangre al pasar por los vasos capilares.	Detecta cada “latido” midiendo cómo cambia la luz cuando pasa la sangre por la piel.
Microcontrolador ESP32	Procesa los datos y los envía vía Bluetooth o Wi-Fi.	Tiene un microprocesador de 32 bits con módulos integrados de conectividad inalámbrica. Permite recibir datos del sensor y analizarlos.	Es el “cerebro” del sistema: recibe la información del sensor y la manda al celular.
Sensor MPU6050 (Acelerómetro y Giroscopio)	Detecta movimiento, caídas o cambios bruscos.	Mide aceleración en los ejes X, Y y Z, y puede identificar caídas repentinas o pérdida de equilibrio.	Sirve para detectar si la persona se desmayó o cayó.
Batería recargable Li-ion (3.7V)	Alimenta el sistema.	Fuente de energía de larga duración que mantiene activo el circuito y sensores.	Es la pila recargable que da energía a todo el dispositivo.
Módulo de carga TP4056	Carga la batería de forma segura.	Controla la corriente y el voltaje de carga para evitar sobrecalentamiento o sobrecarga.	Permite recargar la batería por USB sin dañarla.
Pantalla OLED (opcional)	Muestra los valores medidos en tiempo real.	Pantalla de bajo consumo que se conecta al ESP32 por comunicación I2C.	Sirve para ver el pulso y oxígeno directamente en la banda.
Aplicación móvil (App)	Recibe los datos y alertas.	Comunicación Bluetooth o Wi-Fi que muestra la información y notifica irregularidades.	Permite ver los datos en el celular y recibir avisos si algo anda mal.
Técnica: Fotopletomografía (PPG)	Permite medir el flujo sanguíneo a través de luz.	Analiza la luz absorbida/reflejada por el tejido con cada pulso, generando una señal que representa la pulsación rítmica.	Detected el pulso sin agujas, solo con luz en la piel.

Técnica: Análisis de bioseñales	Interpreta la información obtenida del cuerpo.	Usa fórmulas y filtros digitales para analizar la señal del pulso y detectar patrones anómalos.	Es el método para saber si el ritmo del corazón es normal o irregular.
Técnica: Algoritmo de detección de riesgo	Identifica cuándo hay peligro.	Algoritmo programado en el ESP32 que compara la señal actual con rangos normales predefinidos.	El sistema “piensa” y manda la alerta si detecta algo fuera de lo normal.

La variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) es la medida de las fluctuaciones en el tiempo entre latidos cardíacos consecutivos, que son naturales y saludables. Esta variación es indicador de la interacción entre el sistema nervioso autónomo y el corazón, reflejando cómo el cuerpo se adapta al estrés, se recupera y maneja diferentes situaciones fisiológicas.

Resumen de los conceptos importantes

Concepto	Qué significa
Pulsación rítmica	Es el movimiento regular del flujo sanguíneo que se puede detectar ópticamente, equivalente a los latidos del corazón pero sin medir la señal eléctrica.
Bioseñales	Son datos que provienen del cuerpo humano (pulso, oxígeno, temperatura, etc.) que se pueden registrar con sensores.
No invasivo	No entra en el cuerpo ni causa dolor (como una banda o reloj).
Wearable	Dispositivo electrónico que se usa directamente en el cuerpo.
Algoritmo	Conjunto de instrucciones que analiza los datos y toma decisiones (como enviar una alerta).
Acelerómetro	Sensor que mide movimiento, vibración o inclinación.
Saturación de oxígeno (SpO₂)	Nivel de oxígeno transportado por la sangre. Normalmente entre 95–100 %.
Análisis de bioseñales	Procesamiento matemático de las señales del cuerpo para obtener información útil.

