

Pulsera de Monitoreo de Signos Vitales con Detección de Caídas y Alerta Automática vía Telegram

Violeta Lisbeth Amaya González, Emely Alexandra Chávez Mejía, Kevin Fernando Díaz Nativí

Departamento de Electrónica e Informática

Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas” (UCA)

Antiguo Cuscatlán, El Salvador

Email: {00007515, 00097923, 00351519}@uca.edu.sv

Abstract—Este artículo presenta una pulsera inteligente que mide oxigenación, pulso y temperatura, y detecta caídas mediante un módulo inercial. El sistema integra sensores biométricos, GPS y un ESP32 con conectividad IoT. Se implementa el envío de alertas automáticas por Telegram y el monitoreo en tiempo real mediante Blynk. Las pruebas validan su funcionamiento como apoyo a la seguridad de adultos mayores.

Index Terms—Signos vitales, ESP32, IoT, Telegram, sensores biométricos, adultos mayores.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de dispositivos portátiles para salud ha aumentado debido a su accesibilidad y capacidad para brindar información inmediata sin requerir equipos médicos especializados. En adultos mayores, la detección temprana de variaciones en signos vitales y caídas es fundamental, ya que estos eventos pueden pasar desapercibidos y convertirse en riesgos graves.

A partir de esta necesidad, se desarrolló una pulsera inteligente capaz de medir frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno, temperatura corporal y detectar movimientos bruscos asociados a caídas, enviando alertas automáticas mediante Telegram e incluyendo parámetros y ubicación GPS.

II. JUSTIFICACIÓN

La población adulta mayor incrementa cada año y con ello la incidencia de caídas, enfermedades crónicas y alteraciones fisiológicas. Monitorear signos vitales de forma continua permite reaccionar rápidamente ante emergencias. El uso de sensores de bajo costo, conectividad IoT y plataformas como Telegram convierte esta pulsera en una alternativa práctica, accesible y replicable para mejorar la supervisión remota.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Desarrollar una pulsera inteligente capaz de monitorear los signos vitales en tiempo real y detectar caídas, enviando alertas automáticas mediante Telegram para brindar asistencia oportuna a personas adultas mayores.

B. Objetivos específicos

- Implementar sensores biométricos para medir la frecuencia cardíaca, oxigenación en sangre y temperatura corporal.
- Desarrollar un sistema de comunicación IoT que envíe notificaciones automáticas a través de Telegram cuando se detecten valores anormales o caídas.
- Validar el funcionamiento del sistema mediante pruebas de lectura, envío de alertas y detección de caídas simuladas.

IV. MARCO TEÓRICO

A. Desarrollo del proyecto

El proyecto requiere una investigación previa acerca de los signos vitales en adultos mayores, ya que este grupo presenta variaciones fisiológicas asociadas al envejecimiento. Con el paso del tiempo, los sistemas cardiovascular, respiratorio y de equilibrio reducen su eficiencia, lo que incrementa la probabilidad de caídas, alteraciones hemodinámicas y complicaciones respiratorias. El monitoreo constante de estos parámetros aporta información esencial para la detección temprana de anomalías y la prevención de eventos que puedan comprometer la salud.

B. Signos vitales en adultos mayores

El monitoreo de los signos vitales es fundamental en adultos mayores debido a los cambios fisiológicos asociados a la edad. Entre los parámetros más importantes se encuentran la oxigenación en sangre, la frecuencia cardíaca y la temperatura corporal, ya que estos reflejan el funcionamiento del sistema respiratorio, cardiovascular y termorregulador.

1) *Oxigenación en sangre (SpO_2)*: La SpO_2 indica el porcentaje de hemoglobina que transporta oxígeno. En adultos mayores pueden registrarse valores ligeramente reducidos debido a enfermedades respiratorias o menor perfusión periférica.

Condición	Rango
Normal	95% – 100%
Aceptable en adultos mayores o con enfermedades crónicas	92% – 95%
Hipoxemia leve	90% – 92%
Hipoxemia moderada o severa	< 90%

Table I
RANGOS DE OXIGENACIÓN EN ADULTOS MAYORES.

Valores por debajo del 90% se relacionan con hipoxemia, mareos, confusión y mayor riesgo de caídas.

2) *Frecuencia cardíaca*: La frecuencia cardíaca representa los latidos por minuto. En adultos mayores el rango normal suele ubicarse entre 60 y 90 lpm, aunque disminuye la capacidad de respuesta del sistema cardiovascular.

Condición	Rango
Reposo normal en adultos mayores	60 – 90 lpm
Bradicardia leve	< 55 lpm
Taquicardia	> 100 lpm

Table II
RANGOS DE FRECUENCIA CARDÍACA EN ADULTOS MAYORES.

Alteraciones pueden causar bradicardia, taquicardia, mareos y desmayos.

3) *Temperatura corporal*: La regulación térmica cambia con la edad debido a menor masa muscular, alteraciones circulatorias y variaciones metabólicas.

Condición	Rango
Temperatura normal en adultos mayores	35.5°C – 37.2°C
Hipotermia leve	< 35.5°C
Fiebre	> 37.5°C
Fiebre alta	≥ 38°C

Table III
RANGOS DE TEMPERATURA CORPORAL EN ADULTOS MAYORES.

Temperaturas fuera del rango pueden indicar infecciones, deshidratación o hipotermia.

C. Sensor MAX30102

El MAX30102 es un sensor óptico que mide la absorción de luz roja e infrarroja para estimar SpO₂ y frecuencia cardíaca mediante fotopletimografía. Requiere filtrado y procesamiento de señal para obtener mediciones robustas.

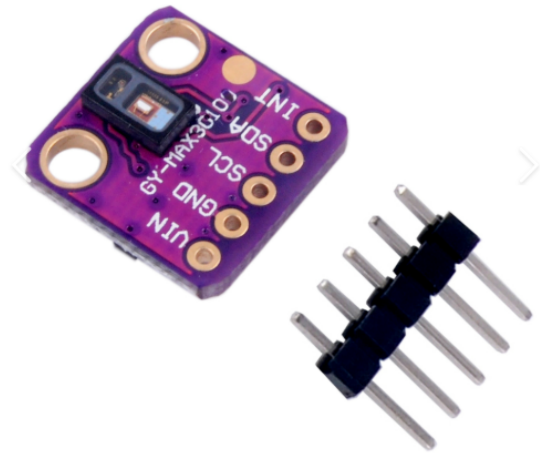


Figure 1. Sensor óptico MAX30102 para medición de SpO₂ y pulso.

D. Sensor DS18B20

El DS18B20 es un sensor digital de temperatura con interfaz 1-Wire, adecuado por su precisión y bajo consumo. Su empleo en contacto con la piel exige consideraciones de calibración.



Figure 2. Sensor de temperatura DS18B20.

E. MPU6050

El MPU6050 integra acelerómetro y giroscopio; sus lecturas permiten detectar caídas al medir picos de aceleración y cambios de orientación.

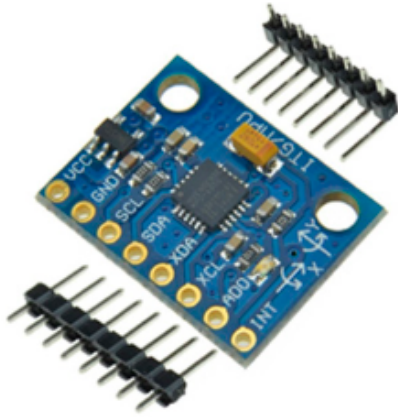


Figure 3. Módulo inercial MPU6050 utilizado para detección de caídas.

F. NEO-6M (GPS)

El módulo NEO-6M ofrece geolocalización GNSS para incluirla en las alertas de emergencia.

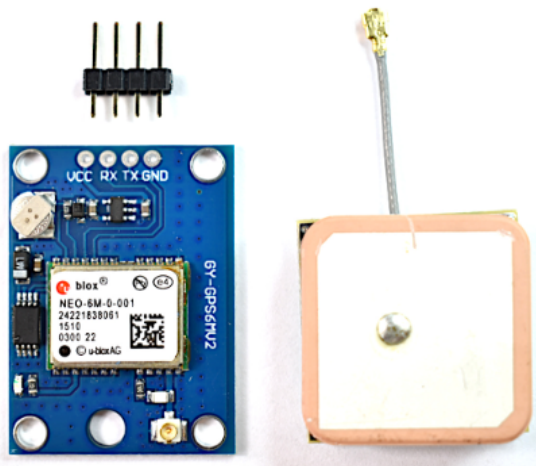


Figure 4. Módulo GPS NEO-6M para obtención de coordenadas en emergencias.

G. ESP32 y comunicación IoT

El ESP32 proporciona conectividad Wi-Fi para enviar datos biométricos a servicios externos y activar notificaciones.

H. Bot de Telegram y alertas

Telegram permite enviar mensajes automáticos usando su API, incluyendo textos, coordenadas y advertencias críticas.

V. METODOLOGÍA

El desarrollo siguió cuatro fases: diseño del sistema, programación del microcontrolador, comunicación y pruebas.

A. 1) Diseño del sistema

Se definió la arquitectura hardware, conexiones y flujo de datos.

B. 2) Programación del microcontrolador

Incluye lectura de sensores, filtrado, cálculo de parámetros y detección de caídas.

C. 3) Comunicación y alertas

Se integra un bot de Telegram para enviar notificaciones automáticas mediante Wi-Fi.

D. 4) Pruebas y validación

Se realizaron pruebas de precisión y consistencia de lecturas, detección de caídas y envío de alertas.

Nombre	Descripción	Precio
Módulo oxímetro MAX30102 MH-ET	Mide el pulso y saturación de oxígeno mediante luz infrarroja.	\$8.00
Giroscopio MPU6050	Combina acelerómetro y giroscopio para detectar cambios de movimientos o inclinación.	\$5.00
Sensor DS18B20 de temperatura waterproof	Sensor digital de alta precisión que mide la temperatura, en su versión impermeable puede colocarse en contacto con la piel para monitorear el calor corporal.	\$9.00
Sensor de GPS (NEO-6M)	Es un módulo receptor de posicionamiento global que permite obtener coordenadas de ubicación (latitud, longitud y altitud), velocidad y hora con alta precisión.	\$15.00
Batería LiPo 400mAh	Ideal para dispositivos portátiles por su tamaño compacto y ligereza.	\$6.95
Módulo de carga para baterías Li-Ion y LiPo	Dispositivo electrónico que gestiona de forma segura el proceso de carga de estas baterías, protegiéndose de la sobrecarga y descarga excesiva.	\$0.95
Total		\$44.90

Table IV
REQUERIMIENTOS DE HARDWARE PARA EL SOFTWARE QUE SE UTILIZARA.

Nombre	Descripción
Arduino IDE	En su entorno de programación con el que cualquiera puede crear aplicaciones para las placas Arduino, de manera que se les puede dar todo tipo de utilidades.
Telegram	Plataforma utilizada para recibir alertas automáticas a través de un bot conectado al sistema de monitoreo.
Blynk	Este sistema usa Wi-Fi para enviar los datos a un servicio en la nube en la plataforma IoT llamado Blynk; los datos pueden monitorearse en tiempo real.

Table V
SOFTWARE IMPLEMENTADO PARA LA PROGRAMACIÓN, MONITOREO Y COMUNICACIÓN DEL SISTEMA.

VI. IMPLEMENTACIÓN

A. Hardware

La implementación del hardware consistió en integrar los componentes dentro de una carcasa tipo pulsera, procurando que fuera ligera y cómoda. El ESP32 actúa como el centro del sistema, manejando la comunicación y la lectura de los sensores. El MAX30102 se colocó en la parte inferior para asegurar buen contacto con la piel; el DS18B20 en un punto aislado para evitar variaciones externas; y el MPU6050 se ubicó centrado para captar mejor los movimientos. El GPS NEO-6M se posicionó externamente para mejorar la señal. El sistema funciona con una batería LiPo con módulo TP4056, cuidando el cableado para reducir interferencias.

B. Software

El software se desarrolló en Arduino para el ESP32, utilizando bibliotecas específicas para cada uno de los módulos integrados en la pulsera. Se emplearon librerías para la lectura de sensores, comunicación IoT y procesamiento de datos, permitiendo mejorar la estabilidad de las mediciones y la interacción con las plataformas externas.

Para el sensor MPU6050 se utilizaron:

- <Adafruit_MPU6050.h>
- <Adafruit_Sensor.h>

Para la lectura del GPS NEO-6M se emplearon:

- <TinyGPS++.h>
- <Wire.h>

Para las alertas mediante Telegram se integraron las siguientes librerías:

- <UniversalTelegramBot.h>
- <WiFiClientSecure.h>
- <WiFi.h>

Para la conexión con la plataforma Blynk se usó:

- <BlynkSimpleEsp32.h>

Para el sensor MAX30102 se emplearon:

- "MAX30105.h"
- "heartRate.h"

Finalmente, para el sensor de temperatura DS18B20 se utilizaron:

- <OneWire.h>
- <DallasTemperature.h>

Se aplicaron filtros para mejorar las lecturas, como detección de picos para el MAX30102, el protocolo 1-Wire para el DS18B20 y un filtro complementario para el MPU6050. El código incluye verificación de umbrales, manejo de interrupciones y temporizadores, además de funciones para reducir el consumo mediante lecturas periódicas y modos de bajo consumo.

C. Integración con Blynk Monitoreo en tiempo real

Se integró Blynk para mostrar los datos de la pulsera en tiempo real. El ESP32 envía lecturas por Wi-Fi hacia la plataforma, donde se muestran valores como frecuencia cardíaca, oxígeno, temperatura y movimiento. La aplicación

usa indicadores, gráficos y alertas, facilitando el seguimiento de la persona que porta el dispositivo, es posible acceder ya sea mediante la aplicación o el sitio web.

D. Envío de alertas

El ESP32 envía alertas a Telegram mediante solicitudes HTTPS cuando detecta una caída o valores fuera de rango, incluyendo coordenadas GPS si están disponibles. Esto permite una respuesta rápida ante situaciones de riesgo.

E. Funcionamiento general

El sistema realiza lecturas, procesa los datos, revisa condiciones críticas y envía la información a Blynk o Telegram según sea necesario. La conectividad del ESP32 evita el uso de servidores externos y simplifica el funcionamiento.

VII. RESULTADOS

1) Recreación de la pulsera

El proyecto contempla la elaboración de una pulsera destinada al monitoreo de diferentes aspectos de la salud. El diseño integra sensores para medir temperatura corporal, frecuencia cardíaca y nivel de oxigenación. También incluye un módulo GPS y un sistema para identificar movimientos bruscos relacionados con posibles caídas. A continuación, se muestra la representación del dispositivo:

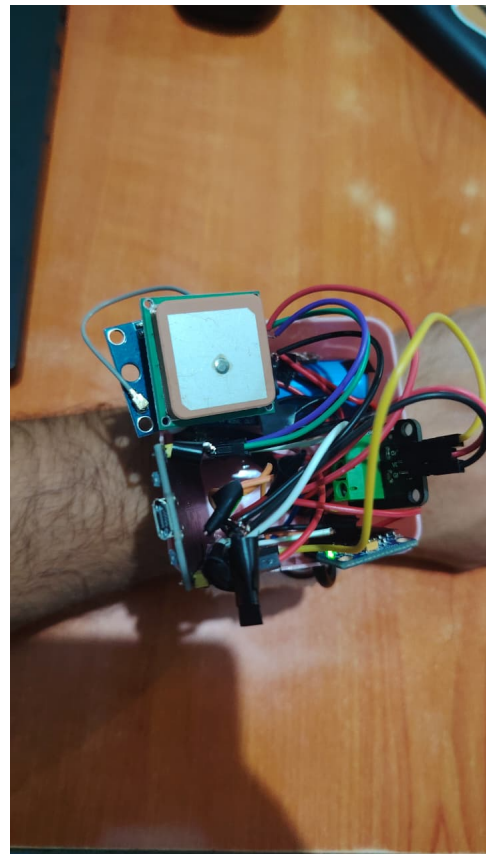


Figure 5. Pulsera ya integrada con los sensores y módulos.



Figure 6. Pulsera ensamblada y lista para su uso.

2) Instrucciones del Bot

El Bot fue creado en *BotFather*. Luego, el bot fue programado para ofrecer información al usuario y permitir recibir notificaciones de alertas. Tras crear el bot, se utiliza el comando `/start` para activar el servicio y comenzar la recepción de mensajes.

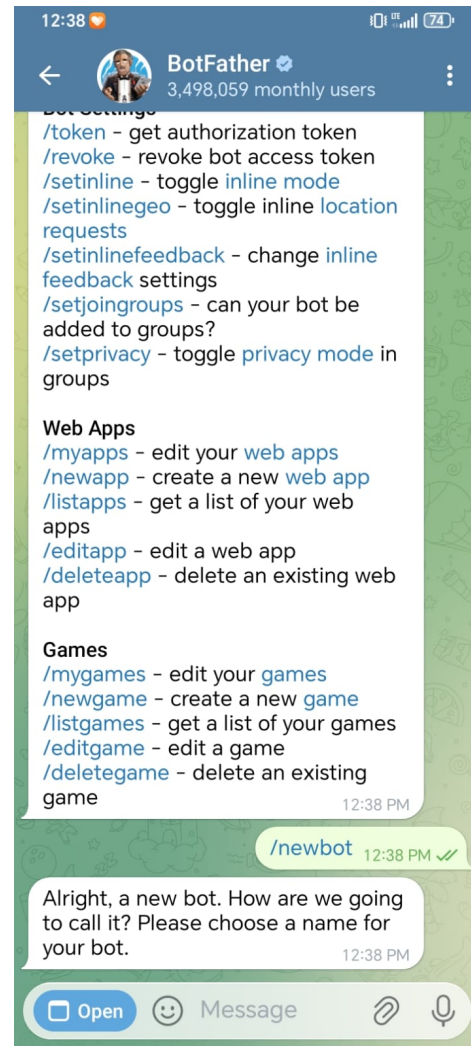


Figure 7. Creación del Bot mediante BotFather.



Figure 8. Bot ya creado para recibir notificaciones de alerta.

VIII. CONCLUSIONES

El proyecto demostró que es viable construir una pulsera capaz de monitorear signos vitales y detectar caídas utilizando sensores accesibles. Las mediciones de oxigenación, pulso y temperatura fueron estables, y el sistema logró identificar movimientos bruscos relacionados con posibles caídas. Gracias al GPS y a la conectividad IoT, las alertas llegaron a Telegram sin retrasos significativos, permitiendo que un cuidador reciba avisos ante situaciones de riesgo. En conjunto, el prototipo evidencia que una solución sencilla y de bajo costo puede contribuir al cuidado y seguridad de adultos mayores, aun con mejoras pendientes para futuras versiones.

IX. RECOMENDACIONES

- **Incorporar una batería de mayor duración.** La autonomía del dispositivo puede mejorar mediante baterías de mayor capacidad o sistemas de bajo consumo que extiendan el tiempo de uso continuo.

- **Optimizar la conexión GPS en espacios cerrados.** La incorporación de tecnologías complementarias como Wi-Fi Positioning o Bluetooth BLE ayudaría a mejorar la localización en interiores.
- **Realizar pruebas con personas de la tercera edad.** Una evaluación con adultos mayores permitiría obtener datos más representativos, ajustar umbrales y validar la eficacia del monitoreo en condiciones cotidianas.
- **Implementación de LoRa.** La integración de LoRa permitiría utilizar el sistema sin conexión WiFi y ampliar la distancia de comunicación.

REFERENCES

- [1] World Health Organization, "Ageing and health," Fact Sheet, 1 Oct. 2025. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
- [2] MedlinePlus, "Signos vitales", 2024. Available: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/004019.htm>
- [3] S. Tang, M. Liu, T. Yang, C. Ye, Y. Gong, L. Yao, Y. Xu, and Y. Bai, "Association between falls in elderly and the number of chronic diseases and health-related behaviors based on CHARLS 2018: health status as a mediating variable," BMC Geriatrics, vol. 22, Article 374, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03055-x>
- [4] C. Pilbeam et al., "Cerebral oxygenation in healthy adults is associated with age and sex: A pilot study," Journal of Clinical Medicine, vol. 9, no. 8, 2618, 2020. Available: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7448148/>
- [5] C. Dillon et al., "Oxygen saturation and cognition in older adults," International Psychogeriatrics, vol. 28, no. 10, pp. 1749–1756, 2016. Available: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12609229/>
- [6] Y. Inoue, M. Shibasaki, and M. Hirata, "Age-related decreases in sweating and cutaneous vasodilation responses to heat stress," Journal of Applied Physiology, vol. 86, no. 1, pp. 224–230, 1999. Available: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12609229/>