

Pulsera de monitorización de la oxigenación para la prevención de crisis asmáticas y complicaciones respiratorias.

Cuacuas Peralta, Vania Itzel

2025

<https://hdl.handle.net/20.500.11777/6238>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

Pulsera de monitorización de la oxigenación para la prevención de crisis asmáticas y complicaciones respiratorias.

Cuacuas Peralta Vania Itzel (segundo semestre en Ingeniería Mecatrónica)¹ y Giron Nieto Huber (profesor responsable)¹

¹Universidad Iberoamericana Puebla, San Andrés Cholula, Puebla, México

Palabras clave: Hipoxemia, SpO₂, Monitorización

***Autor Corresponsal:** vania.cuacuas@iberopuebla.mx

Introducción

La hipoxemia (niveles bajos de oxígeno en sangre) es una afección que puede causar convulsiones, daño cerebral, paro respiratorio o cardíaco especialmente en pacientes con enfermedades crónicas como el asma. Las personas con problemas cardíacos, como insuficiencia cardíaca coronaria, pueden no ser conscientes de que están sufriendo hipoxia, sobre todo si los síntomas se desarrollan lentamente y se confunden con otros problemas de salud, como fatiga o dolor torácico. En personas con enfermedades como la pulmonar obstructiva crónica o el asma, se estima que 30-50% de los pacientes pueden no ser conscientes de sus bajos niveles de oxígeno (hipoxia), sobre todo en las primeras fases de la enfermedad, cuando los síntomas son leves o no tan evidentes o hasta que los niveles de oxígeno en sangre descienden hasta niveles peligrosos. Una forma de prevenir la hipoxemia es asegurarse de que sus pulmones reciben y transportan suficiente oxígeno a la sangre, y una forma de hacerlo es medir nuestra oxigenación.

Este proyecto propone el desarrollo de una pulsera capaz de medir con precisión los niveles de oxigenación de la sangre, abordando el reto técnico de la calibración del sensor para esta variable. La monitorización continua de la oxigenación sanguínea (SpO₂) es un parámetro vital para pacientes con afecciones respiratorias como el asma.

Este proyecto sienta las bases para futuras interacciones que podrían incorporar validación clínica, algoritmos de alerta precoz o la integración con sistemas de telemedicina, contribuyendo así soluciones accesibles para la vigilancia de la salud respiratoria.

Metodología

El sistema de monitorización de SpO₂ fue desarrollado utilizando Arduino IDE, con el sensor MAX30102 encargado de realizar lecturas periódicas de los niveles de oxigenación. Se implementaron algoritmos para procesar las señales y eliminar interferencias por movimiento, mejorando la precisión, aunque el sensor mantiene un margen de error típico de $\pm 2\%$ en condiciones ideales. El sistema incluye una lógica de alerta: si el SpO₂ baja del 90%, se activa un zumbador y se enciende un LED amarillo; si los valores son normales, un LED azul permanece encendido como indicador de seguridad. Los datos obtenidos por el sensor se transfieren automáticamente a Python, donde se almacenan en un archivo estructurado (DATA.txt) y se visualizan en tiempo real con la biblioteca Matplotlib. Esto permite monitorear gráficamente las variaciones en los niveles de oxígeno y detectar rápidamente caídas por debajo del umbral de seguridad. El sistema proporciona así una supervisión continua y clara del estado respiratorio del usuario.

Utilizando el software CATIA V5, se diseñó una carcasa para alojar todos los componentes electrónicos y garantizar su funcionalidad. El diseño comprende la carcasa principal, la base y un resorte que asegura el dispositivo a la muñeca.

Resultados y Discusión

En todos los experimentos realizados, se establecieron intervalos de medición de 10 segundos. En este caso, (Fig.3) se realizó una prueba de oxigenación con el sujeto en estado de reposo, sin realizar ningún tipo de esfuerzo físico. Los resultados obtenidos mostraron cierta variabilidad en los niveles de oxigenación, aunque siempre dentro de los parámetros considerados seguros para una persona sana (mayores o iguales al 95%). Se observó que el valor más frecuente fue 97 %, que coincide con la medición proporcionada un oxímetro médico de referencia, que registró un valor constante del 97%. Estos datos confirman que, a pesar de las variaciones registradas, el nivel de oxigenación se mantuvo dentro del rango normal, y validado por el dispositivo médico de control.

Durante la prueba de esfuerzo, (Fig.4) en la que el sujeto corría a su máxima velocidad hasta alcanzar la fatiga, se registraron los niveles de saturación de oxígeno inmediatamente después de terminar la actividad.

Los datos obtenidos revelaron un comportamiento notablemente estable en valores de oxigenación. La medición con la pulsera mostró que la saturación permaneció predominantemente en el 94% durante un periodo de más de 8 segundos, con

un ligero descenso posterior hasta el 93%. Estas mediciones se validaron con un oxímetro médico, que registró sistemáticamente una saturación del 94%, lo que confirma la exactitud de los datos obtenidos.

Los resultados obtenidos en este caso (Fig.5) en este caso se realizaron en una prueba con un resultado menor a 90%. primero, se hizo correr a la persona hasta alcanzar un esfuerzo significativo y, después, aguantar la respiración. Inmediatamente se tomó la oxigenación, dando como resultado un valor por debajo de 90%, de 86% a 89%.

Es importante señalar que este sensor puede llegar a tener alteraciones con las mediciones, en condiciones no controladas, sobre todo especialmente cuando están presentes factores como el movimiento o el ajuste del sensor.

El proceso experimental también identificó ciertas limitaciones que deben tenerse en cuenta. En primer lugar, se observó que el margen de error de $\pm 4\%$ tendía a aumentar ligeramente (hasta $\pm 6\%$) cuando el usuario realizaba movimientos moderados.

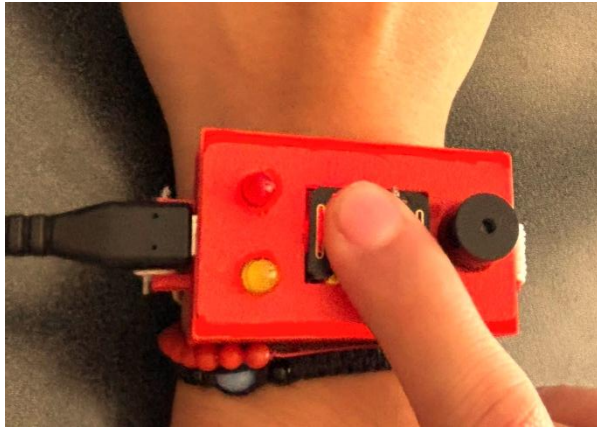


Fig.1.

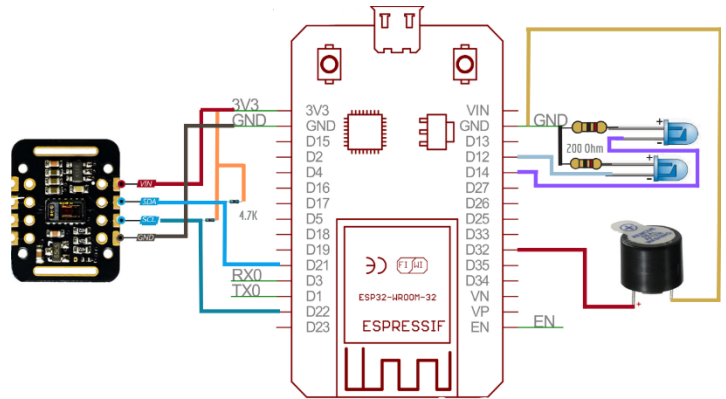


Fig.2.

Conclusiones

El desarrollo de esta pulsera de monitorización de la oxigenación ha demostrado ser una solución tecnológica eficaz para monitorización continua de los niveles de oxígeno en sangre.

La frecuencia de muestreo de 0,12 segundos permite un registro de datos detallado y preciso, lo que facilita la identificación de patrones registro de datos detallado y preciso, lo que facilita la identificación de patrones y tendencias en la oxigenación del usuario. El dispositivo ha demostrado en una variedad de escenarios, desde condiciones normales a episodios de hipoxemia prolongada, manteniendo la integridad de las mediciones. Estos resultados validan

el potencial del prototipo como herramienta de monitorización preventiva, especialmente para personas con afecciones respiratorias o riesgo de hipoxemia.

Aunque el prototipo actual tiene algunas limitaciones que habrá que abordar en futuras repeticiones, como la sensibilidad al movimiento y la necesidad de calibración periódica, su diseño modular y accesible sienta las bases para un desarrollo posterior más avanzado.

Referencias

- [1] Akshat Gaurav, Zahid Bhupendrald, Praveen Pandey, Aditi, Sachin Kumar and Maneesha, “A Smart Healthcare Monitoring System Using Smartphone Interface ICDCS’18”, Proceedings of the Fourth International Conference on Devices Circuits and Systems (ICDCS’18), 2018.
- [2] C D Rincon-Fernandez, “[Psychological and spiritual needs of children with severe encephalopathy and their families][J]”, Revista de neurologia, vol. s02, pp. 2018-66, 2019.
- [3] Cleveland Clinic. (n.d.). Asthma. Retrieved from <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/6424-asthma>.
- [4] C. Xin et al., ”Highly sensitive flexible pressure sensor by the integration of microstructured PDMS film with a-IGZO TFTs”, IEEE Electron Device Lett., vol. 39, no. 7, pp. 1073-1076, Jul. 2018.
- [5] E Villalba-Mora, X Ferre, R P´erez-Rodríguez et al., “Home Monitoring System for Comprehensive Geriatric Assessment in Patient’s Dwelling: System Design and UX Evaluation[J]”, Frontiers in Digital Health, vol.3, 2021.
- [6] E Y Ding, C H Pathiravasan, E Schramm et al., “Design Deployment and Usability of a Mobile System for Cardiovascular Health Monitoring within the Electronic Framingham Heart Study[J]”, Cardiovascular Digital Health Journal, 2021.
- [7] G D Ruxton, “The unequal variance t-test is an underused alternative to Student’s t-test and the Mann-Whitney U test[J]”, Behavioral Ecology, vol. 17, no. 4, pp. 688-690, 2010.
- [8] J Wang, X S Jin and L. Chen, “Study on the Effect of Different Pensión Patterns on the Mental Health of the Elderly[J]”, China Health Industry, 2015.
- [9] J Zhang and Z C Yang, “Study on data fusion of multi-sensor data acquisition system[J]”, Transducer and Microsystem Technologies, 2014.
- [10] K Linden, L Swales, S Davenport et al., “26 Use of a one hour high sensitivity troponin t measurement in the initial assessment of patients presenting with cardiac chest pain to emergency departments in the Belfast trust[J]”, Heart, vol. 103, no. 6, pp. A15, 2017.

Anexo

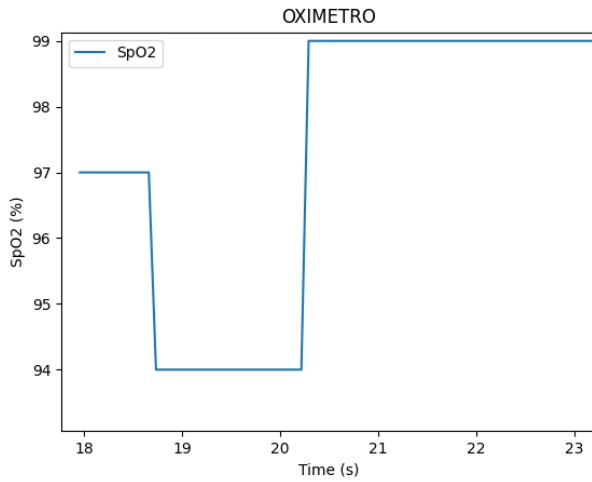


Fig. 3.

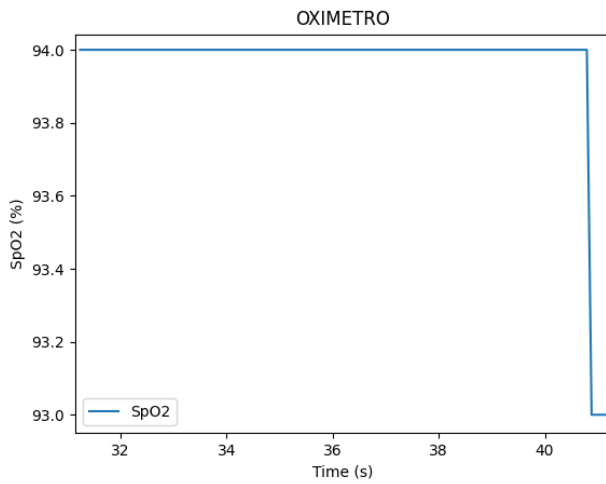


Fig. 4.

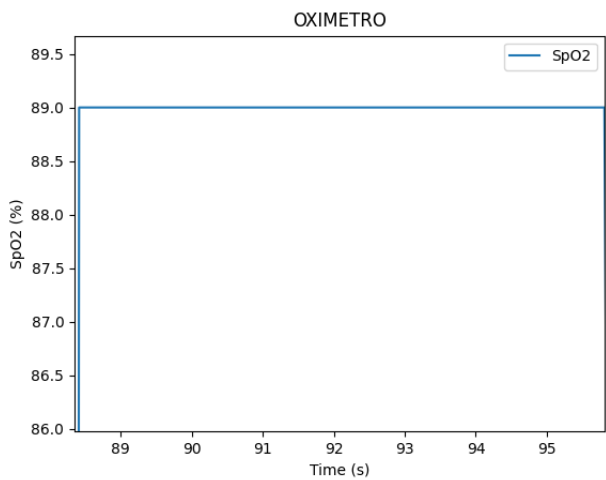


Fig.5.