

Chaleco Inteligente para Corrección de Postura con Retroalimentación

Ana Paola Alfaro Camacho¹

203085@ib.upchiapas.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0004-0434-3403>

Universidad Politécnica de Chiapas
México

Eber Ahmed Castañeda Villatoro

203075@ib.upchiapas.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0001-0539-7719>

Universidad Politécnica de Chiapas
México

Christian Roberto Ibáñez Nangüelú

cribn@ib.upchiapas.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-8304-2892>

Universidad Politécnica de Chiapas
México

RESUMEN

La mala postura es un problema común que afecta a muchos estudiantes en la actualidad, lo que llevó al desarrollo de un chaleco corrector postural. Este chaleco utiliza una Raspberry Pi Pico como núcleo del sistema y está equipado con sensores MPU6050 para medir los ángulos de movimiento de los hombros y con ello detectar la mala postura. Además, cuenta con un mecanismo de estimulación eléctrica, estos impulsos eléctricos proporcionan retroalimentación al usuario, fomentando la corrección de la postura tanto física como auditivamente a través de un zumbador implementado en el circuito. Adicionalmente, el chaleco permite la conexión con una aplicación móvil a través de tecnología Bluetooth, lo que habilita a los usuarios poder personalizar la configuración del chaleco, recibir información adicional sobre su postura y progreso.

Palabras clave: postura corporal; electroestimulación; aplicación móvil

¹ Autor principal.

Correspondencia: 203085@ib.upchiapas.edu.mx

Smart Vest for Posture Correction with Feedback

ABSTRACT

Poor posture is a common problem affecting many students today, which led to the development of a posture-correcting vest. This vest uses a Raspberry Pi Pico as the core of the system and is equipped with MPU6050 sensors to measure the angles of movement of the shoulders and thereby detect poor posture. In addition, it has an electrical stimulation mechanism, these electrical impulses provide feedback to the user, encouraging posture correction both physically and audibly through a buzzer implemented in the circuit. Additionally, the vest allows connection to a mobile application via Bluetooth technology, enabling users to customize the vest's settings and receive additional information about their posture and progress.

Keywords: posture alignment; electrostimulation; mobile app

*Artículo recibido 25 noviembre 2023
Aceptado para publicación: 30 diciembre 2023*

INTRODUCCIÓN

La mala postura es un problema común que puede afectar a muchas personas y puede ser perjudicial para la salud. En los últimos años, el uso prolongado de dispositivos electrónicos, como teléfonos inteligentes y computadoras portátiles, ha contribuido al aumento de la mala postura (Susilowati et al, 2022). Con una postura adecuada se pueden prevenir futuros problemas como dolores de espalda o lumbalgias (Procuraduría Federal del Consumidor, 2020) además de poder prevenir lesiones para atletas o personas que realizan ejercicio físico (Lu et al, 2020). Los chalecos correctores de postura son de gran ayuda para corregir este problema creciente en los estudiantes, principalmente ayudan a estimular la memoria muscular haciendo que la postura mejore (Lambán Azcona, 2018) además de mantener una postura óptima para las articulaciones y mejorar la calidad de sueño (Vijayalakshmi et al, 2022). Para mejorar la efectividad de los chalecos, es necesario realizar ejercicios que nos permitan estirar y fortalecer los músculos de las articulaciones débiles que causan la mala postura (Rondón-Villamil, 2014). Es por ello que se creó un chaleco corrector de postura diferente a los chalecos de vibración, que utiliza impulsos eléctricos para notificar al usuario, y una alarma audible para las personas que prefieran desactivar los impulsos eléctricos. Este chaleco viene integrado con sensores MPU6050 que permiten la medición de los ángulos detectando los ángulos de los hombros. Además, es posible conectar el chaleco a una aplicación móvil que permitirá revisar información relacionada al progreso en la postura, además de contar con ejercicios que son de gran apoyo para la mejora postural. A lo largo de este artículo, explicaremos en detalle la importancia de la postura, los componentes electrónicos y textiles que conforman el chaleco y las pruebas de verificación para demostrar cómo la tecnología puede aliarse con la salud para transformar nuestra postura.

METODOLOGÍA

El diseño del chaleco fue realizado con la herramienta Fusion 360 para determinar la estructura del dispositivo, donde se definieron cada uno de los bolsillos donde estarán las partes del circuito electrónico y los elementos electrónicos que conforman el dispositivo y sus respectivas medidas como

se muestra en la Figura 1, donde en los bolsillos marcados con el número 1 contienen los sensores MPU6050, el bolsillo 2 contiene el transformador, el bolsillo 3 contiene el circuito principal donde se encuentra el dispositivo programable y el bolsillo 4 contiene una powerbank que se encarga de proporcionar energía eléctrica al dispositivo.

Para la fabricación del chaleco, se obtuvo la ayuda de un profesional que confeccionó el chaleco con los elementos necesarios e indicados para su posterior combinación con los componentes del circuito electrónico. Se le agregaron correas de tipo mochila y un cinturón que permiten el ajuste para diferentes tamaños y tipos de cuerpo como se muestra en la Figura 2. Todos los elementos anteriormente mencionados se unieron para poder crear un chaleco ergonómico, cómodo y fácil de colocar para las personas que al mismo tiempo los motive a utilizar el chaleco diariamente y que se obtenga cuanto antes un nuevo hábito.

Figura 1: Chaleco y bolsillos terminados



Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Correas tipo mochila del chaleco

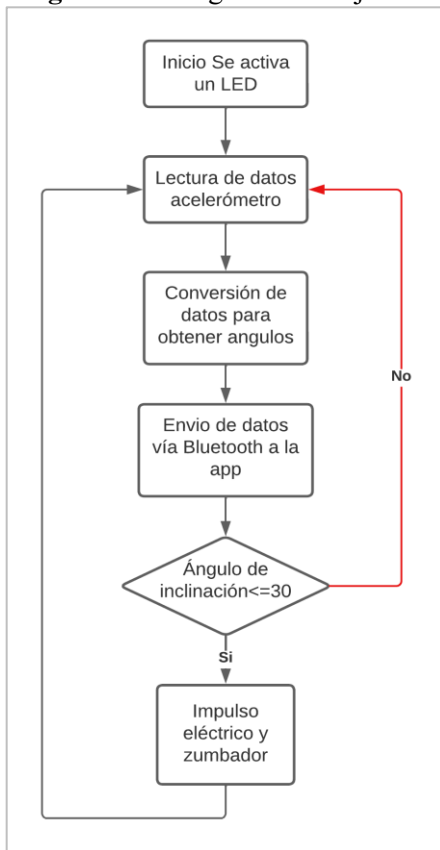


Fuente: Elaboración propia

El circuito electrónico del chaleco ha sido diseñado con una tarjeta Raspberry Pi Pico W, un dispositivo programable de bajo costo y alto rendimiento que permite controlar todas las acciones del chaleco debido a que adquiere las señales de dos sensores MPU6050 que son necesarios para medir los ángulos de inclinación de las articulaciones de los hombros. El sensor MPU6050 obtiene los valores de los ángulos usando los datos del acelerómetro y un filtro complementario para obtener valores más exactos (Atoir et al, 2021).

Para la programación de la tarjeta Raspberry Pi Pico se utilizó el lenguaje de programación MicroPython y con ayuda del software Thonny para el desarrollo de los códigos, permitiendo realizar acciones como la activación de los impulsos eléctricos y de un zumbador cuando se supera un rango en los ángulos de inclinación, el envío de datos mediante Bluetooth a la aplicación móvil utilizando la comunicación UART integrada en el dispositivo programable, el funcionamiento de este programa se muestra en el diagrama 1.

Diagrama 1. Diagrama de flujo del funcionamiento del dispositivo programable.



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, un transistor 2n2222 es utilizado como interruptor, cuando se activa un pin de la tarjeta Raspberry Pi Pico el transistor deja pasar la corriente de la batería de 9V hacia el transformador, el cual transformará la corriente eléctrica de directa a alterna para así dar el impulso eléctrico al cuerpo del usuario para que adopte una mejor postura, debido a eso es necesario tomar en cuenta la resistencia de la piel donde se toman dos diferentes valores de resistencia; la piel seca con una resistencia de 5,000 ohms y la piel húmeda con una resistencia de 1,000 ohms (Gonzalez Castro et al., 2018). La corriente puede ser regulada por un potenciómetro e irá incrementando de 2 mA a 7 mA que entra dentro del rango en el que se puede percibir el impulso sin causar daños (Fish & Geddes, 2009). Por último, un módulo Bluetooth HC-05 que permitirá la conexión inalámbrica con la aplicación móvil.

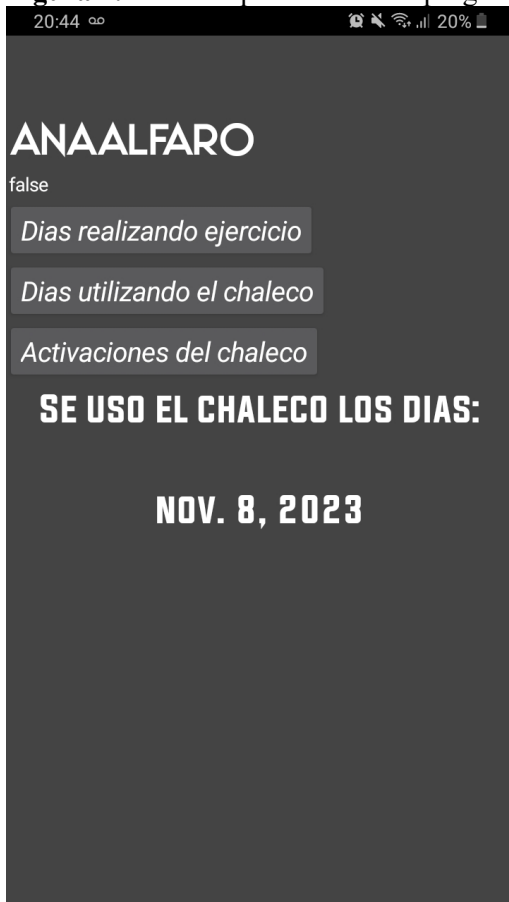
Figura 3: Circuito electrónico final que estará dentro del bolsillo central del chaleco



Fuente: Elaboración propia

Para la aplicación móvil se utilizó la herramienta en línea "App Inventor" con la cual se introdujeron las funciones de conexión Bluetooth, graficación de datos y configuración de las funciones del chaleco. También es posible realizar un inicio de sesión que permite guardar los datos de cada usuario que se registre dentro de la aplicación como se muestra en la imagen. El chaleco envía los datos numéricos del total de activaciones a la aplicación, es decir, las veces que el usuario opta por una mala postura como se muestra en la Figura 4. Estos datos son graficados para observar una mejora en la posición postural del usuario a través del tiempo. Además de agregar un apartado de ejercicios mostrado en la Figura 5 que sirven de complemento en la rutina diaria de los usuarios para poder mejorar su postura, ejercicios que incluyen estiramientos para mejorar la estabilidad del cuerpo y podría reducir el dolor ocasionado a la mala postura (Kim et al, 2015).

Figura 4: Pantalla que muestra los progresos de la postura en la aplicación



Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Ejercicios mostrados en la aplicación móvil



Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El chaleco fue probado en 10 diferentes personas con distinta complejión, todas ellas llevaron puesto el chaleco por una hora, para medir la comodidad y sobre todo, comprobar el funcionamiento de la lectura de datos del chaleco y la conexión con la aplicación móvil. Con ello se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 1. Estos resultados también fueron de gran utilidad para determinar una media en los ángulos de las posiciones de mala y buena postura para así determinar el umbral de activación del dispositivo.

Para la verificación de los datos obtenidos por el chaleco se utilizó un goniómetro el cual permite medir los ángulos de inclinación de los hombros para compararlos con los datos del sensor.

Tabla 1. Resultados obtenidos con el chaleco y comparado con un goniómetro.

	Ángulos en buena postura con Goniómetro	Ángulos en buena postura medido por el chaleco	Ángulos en mala postura con Goniómetro	Ángulos en mala postura medido por el chaleco
Sujeto 1	32	32.27	23	23.4
Sujeto 2	36	37.62	26	25.29
Sujeto 3	35	34.06	25	24.52
Sujeto 4	36	35.66	25	25.66
Sujeto 5	36	34.76	24	26.7
Sujeto 6	35	35.66	25	24.67
Sujeto 7	33	34.33	24	23.76
Sujeto 8	35	35.6	24	22.65
Sujeto 9	35	34.6	25	26.16
Sujeto 10	35	34.85	26	25.35

Para comprobar la funcionalidad del chaleco en la obtención de ángulos se realizó una prueba t. La prueba t pareada se destaca por su capacidad para evaluar la diferencia promedio entre dos conjuntos de datos relacionados, lo que permite determinar si dicha diferencia es estadísticamente significativa (JMP Statistical Discovery LLC., n.d.). Esta prueba es valiosa para comprender si las mediciones tomadas por diferentes métodos presentan diferencias significativas o si son lo suficientemente proporcionales como para ser consideradas como equivalentes. En este caso tomaremos los ángulos medidos con el goniómetro que nos permite medir el ángulo de las articulaciones (Gandbhir & Cunha, 2023) y los compararemos con los ángulos obtenidos por los sensores integrados en nuestro dispositivo.

Para ello debemos empezar obteniendo la diferencia media entre las muestras (X_d) y el error estándar de las diferencias (SE), con ello podemos calcular nuestra estadística de prueba t:

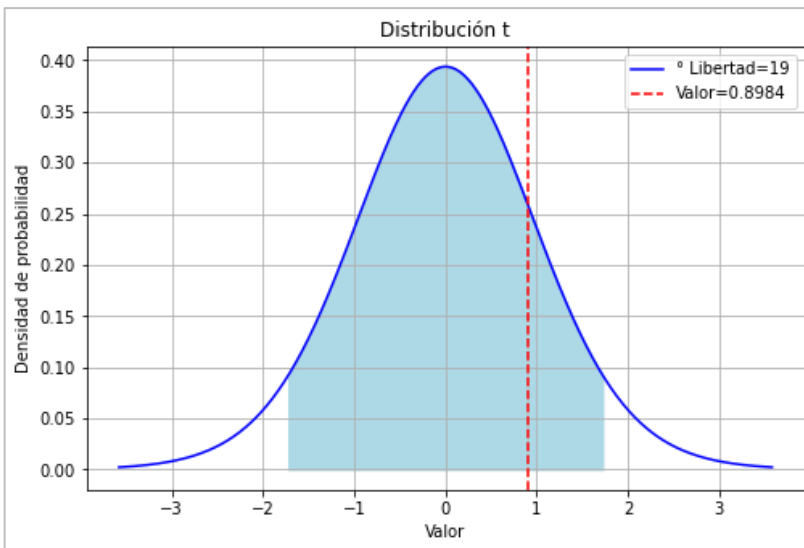
$$\chi_d = 0.23$$

$$SE = \frac{s_d}{\sqrt{n}} = \frac{1.145}{\sqrt{20}} = 0.256 \quad \text{Eq. 1}$$

$$t = \frac{X_d}{SE} = \frac{0.23}{0.256} = 0.8984 \quad \text{Eq. 2}$$

Para la verificación tomaremos un valor de riesgo de 5% el cual se le conoce como nivel de significación representado por $\alpha = 0.05$ y para obtener el valor t necesitamos los grados de libertad (gl) que se calcula como $gl = n - 1 = 20 - 1 = 19$, con estos datos podremos interpretar el resultado de nuestra estadística de prueba en la cual nuestro valor $t = 0.8984$ entra dentro de la distribución t como se muestra en la Figura 6.

Figura 6: Gráfica de distribución con $gl = 19$ y $\alpha = 0.05$ comprobando nuestro valor de prueba t dentro de la distribución t.



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de la verificación del funcionamiento del chaleco con ayuda de la prueba t han sido favorables, decidimos no rechazar la hipótesis nula debido a que la estadística de prueba t entra dentro de la distribución t. Esto nos permite confirmar el funcionamiento de los sensores para medir los ángulos de movimiento y con ello podemos determinar la mala postura de las personas que lo utilicen además de que existen diferencias posturales entre hombres y mujeres en un ámbito estudiantil (Araújo, 2022). Las pruebas para determinar la eficacia para mejorar la postura de las

personas con nuestro chaleco aún no han sido realizadas debido al tiempo que se necesita para ver un cambio en la postura sin embargo se considera que los resultados son correctos en base al análisis de la prueba t.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Araújo, L. G. L., Rodrigues, V. P., Figueiredo, I. A., & Medeiros, M. N. L. (2022). Association between sitting posture on school furniture and spinal changes in adolescents. *International Journal of Adolescent Medicine and Health*, 34(6). <https://doi.org/10.1515/ijamh-2020-0179>
- Atoir, F. Z. A., Putrada, A. G., & Pahlevi, R. R. (2021). Evaluation of Complementary Filter Method in Increasing the Performance of Motion Tracking Gloves for Virtual Reality Games. *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control*. <https://doi.org/10.22219/kinetik.v6i2.1234>
- Fish, R. M., & Geddes, L. A. (2009). Conduction of electrical current to and through the human body: a review. *Eplasty*, 9, e44. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19907637>
- Gandbhir, V. N., & Cunha, B. (2023). *Goniometer - StatPearls*. NCBI. Retrieved December 19, 2023, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558985/>
- Gonzalez Castro, L. F., Ávila Vargas, S. V., Quezada Rueda, J. T., & Vivas García, S. M. (2018). Fisiopatología de las quemaduras eléctricas: artículo de revisión. *Revista Argentina de Cirugía Plástica, Estética y Reparadora*, 24(2), 51-56. https://adm.meducatum.com.ar/contenido/articulos/16800510056_1171/pdf/16800510056.pdf
- Halfacree, G., & Everard, B. (2021). *Get Started with MicroPython on Raspberry Pi Pico*. Raspberry Pi Press. <https://www.mclibre.org/descargar/docs/revistas/hackspace-books/hackspace-get-started-with-micropython-on-pico-01-202101.pdf>
- JMP Statistical Discovery LLC. (n.d.). *Prueba t pareada | Introducción a la estadística*. JMP. Retrieved December 19, 2023, from https://www.jmp.com/es_cl/statistics-knowledge-

<portal/t-test/paired-t-test.html>

Kim, D., Cho, M., Park, Y., & Yang, Y. (2015). Effect of an exercise program for posture correction on musculoskeletal pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(6).

<https://doi.org/10.1589/jpts.27.1791>

Lambán Azcona, A. M. (2018). *Correctores posturales de espalda*. Ortoweb. Recuperado de:

<https://www.ortoweb.com/blogortopedia/correctores-posturales-de-espalda/>

Lu, L., Robinson, M., Tan, Y., Goonewardena, K., Guo, X., Mareels, I., & Oetomo, D. (2020). Effective Assessments of a Short-Duration Poor Posture on Upper Limb Muscle Fatigue Before Physical Exercise. *Frontiers in Physiology*, 11.

<https://doi.org/10.3389/fphys.2020.541974>

Procuraduría Federal del Consumidor. (2020). Higiene postural. Cuida tu postura al trabajar en casa.

Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/profeco/articulos/higiene-postural-cuida-tu-postura-al-trabajar-en-casa?idiom=es>

Rondón-Villamil, Y. A. (2014). Ejercicio terapéutico para desarrollar cambios posturales en estudiantes universitarios. *Revista Investigación En Salud Universidad de Boyacá*, 1(2).

<https://doi.org/10.24267/23897325.120>

Susilowati, I. H., Kurniawidjaja, L. M., Nugraha, S., Nasri, S. M., Pujiriani, I., & Hasiholan, B. P. (2022). The prevalence of bad posture and musculoskeletal symptoms originating from the use of gadgets as an impact of the work from home program of the university community.

Heliyon, 8(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11059>

Vijayalakshmi, T., Subramanian, S. kumar, Dharmalingam, A., Itagi, A. B. H., Mounian, S. V., & Loganathan, S. (2022). A short term evaluation of scapular upper brace on posture and its influence on cognition and behavior among adult students. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 16.

<https://doi.org/10.1016/j.cegh.2022.101077>

Wang, R., Yin, Y., Zhang, H., Pan, L., Zhu, Y., Wang, M., Huang, Z., Wang, W., & Deng, G. (2023).

Risk factors associated with the prevalence of neck and shoulder pain among high school students: a cross-sectional survey in China. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 24(1).
<https://doi.org/10.1186/s12891-023-06656-8>