

Artículo:

## Implementación de un prototipo médico utilizado como masajeador relajante

### Implementation of a medical prototype used as a relaxing massager

Dany Ivan Martínez-De-La-Cruz<sup>1\*</sup>, Raúl Hernández-Rivera<sup>1</sup>, Leodegario Gonzalo Aguilera-Hernández<sup>1</sup>, Celia Francisco-Martínez<sup>1</sup>

**Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social**

Recibido: 02 de junio de 2025  
Aceptado: 06 de septiembre de 2025  
Publicado: 09 de septiembre de 2025

Publicación continua editada por el **Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca**

Desv. Lindero Tametate, S/N  
Col. La Morita  
C.P. 92100  
Tantoyuca, Veracruz, México.  
Teléfono: 789 8931680, Ext.196.

Correo electrónico:  
[revistadigital@itsta.edu.mx](mailto:revistadigital@itsta.edu.mx)

Sitio WEB  
<https://itsta.edu.mx/revistadigital>

ISSN 2448-8003  
Reserva de derechos al uso exclusivo  
No. 04-2016-092313253300-203

Editor responsable:  
**Dr. Horacio Bautista Santos**

**Copyright:** Este artículo es de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

\* Autor corresponsal: [dany.martinez@itsta.edu.mx](mailto:dany.martinez@itsta.edu.mx)

**Resumen:** Este documento presenta el desarrollo de un prototipo médico destinado a realizar masajes terapéuticos en extremidades inferiores, dirigido a personas con problemas de circulación sanguínea o fatiga laboral. El sistema combina estimulación por compresión neumática y vibración mecánica, controlado de manera remota mediante una aplicación Android desarrollada en MIT App Inventor. El prototipo integra componentes de hardware accesibles y versátiles: una tarjeta ESP32 como unidad central de procesamiento y comunicación Bluetooth, minicompresores de aire, brazaletes de baumanómetro adaptados como actuadores neumáticos, motores de vibración y una tarjeta de relevadores para la gestión de potencia. Se describe la arquitectura en tres etapas: adquisición de datos (app móvil), control (ESP32 y pantalla LCD) y actuación (mecanismos de compresión y vibración). Los resultados incluyen la implementación física del dispositivo, destacando su diseño portátil, bajo costo y personalización mediante la app, que permite activar secuencias automáticas o manuales. El prototipo representa una alternativa innovadora y accesible para complementar terapias de fisioterapia, con proyección a futuras validaciones clínicas en colaboración con instituciones de salud.

**Palabras clave:** Masajeador terapéutico, compresión neumática, aplicación Android, estimulación por vibración.

**Abstract**

This document presents the development of a medical prototype designed to perform therapeutic massages on the lower extremities, targeting individuals with circulatory problems or work-related fatigue. The system combines pneumatic compression stimulation and mechanical vibration, remotely controlled via an Android application developed using MIT App Inventor. The prototype integrates accessible and versatile hardware components: an ESP32 board as the central processing and Bluetooth communication unit, mini air compressors, adapted blood pressure cuffs as pneumatic actuators, vibration motors, and a relay board for power management. The architecture is described in three stages: data acquisition (mobile app), control (ESP32 and LCD screen), and actuation (compression and vibration mechanisms). The results include the physical implementation of the device, highlighting its portable design, low cost, and customization via the app, which allows for the activation of automatic or manual sequences. The prototype represents an innovative and accessible alternative to complement physiotherapy therapies, with potential for future clinical validation in collaboration with healthcare institutions.

**Keywords:** Therapeutic massager, pneumatic compression, vibration stimulation.

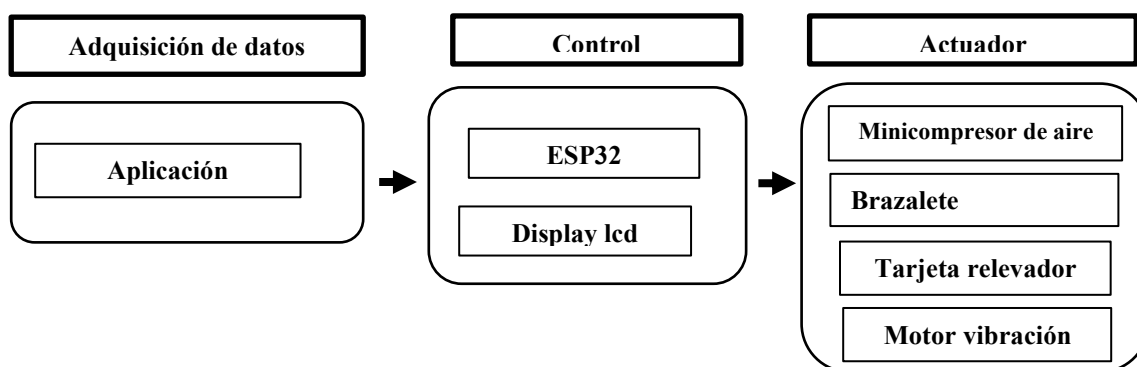
**Introducción**

La atención por alguna discapacidad se presenta como un hecho inevitable en los sistemas de salud del mundo. Para el caso de América Latina y el Caribe, en 2021 se estimó que las personas con alguna discapacidad alcanzaron los 85 millones de habitantes, lo que representa casi el 15% de la población regional (Escoto et al., 2024). Para México de acuerdo con el censo 2020, indicó que poco más de 7 millones de habitantes presentó alguna discapacidad, entre las actividades con mayor dificultad se encontraron: caminar, subir o bajar escaleras (2.9 millones), ver, aun usando lentes (2.7 millones), oír, usando aparato auditivo (1.3 millones); mientras que 1.5 millones presentan algún problema o condición mental. Por otra parte, la estimulación eléctrica funcional es uno de los métodos de fisioterapia más populares en ortopedia. La estimulación eléctrica funcional consiste de la aplicación de una corriente eléctrica de baja intensidad a los tejidos neuromusculares a través de electrodos cutáneos o implantados directamente en los nervios motores (Aout et al., 2023; Jaseem et al., 2023).

Un estimulador eléctrico controlado por un microprocesador fue utilizado para la rehabilitación de pacientes con pie caído, se configuran en una computadora y son enviados al microprocesador mediante comunicación bluetooth (Hercog et al., 2023; Wang & Zhang, 2021). Por otro lado, un dispositivo que combina estimulación eléctrica con ortesis de tobillo y pie para mejorar la rehabilitación de la marcha, utiliza una tarjeta Arduino. Un dispositivo de estimulación eléctrica es propuesto para una terapia de cicatrización de heridas basado en una tarjeta electrónica Arduino (Jaseem et al., 2023; Martinez-De-La-Cruz et al., 2024). Otro dispositivo detecta fuerza en la suela de un zapato proporcionando estimulación de corriente eléctrica en tiempo real mientras el paciente camina (Bhor et al., 2023). Un método de estimulación eléctrica se implementa mediante electrodos colocados en el tobillo (Ota et al., 2024; Liu et al., 2025).

### **Materiales y métodos**

El desarrollo de la investigación consiste en 3 etapas, como se muestra en la figura 1. La etapa 1 comprende en la adquisición de datos específicamente en el desarrollo de la aplicación bluetooth. La etapa 2 es control, el cual consiste en la descripción de la tarjeta electrónica ESP32 y el display LCD. La etapa 3 actuador consiste de la descripción del minicompresor de aire, el brazaletes baumanómetro y la tarjeta relevador.



**Figura 1. Diagrama general del sistema médico masajeador.**

#### ***Etapa 1. Etapa de adquisición de datos***

Una aplicación (app) desarrollada en la plataforma MIT App Inventor, permite comunicar un ESP32 mediante Bluetooth. Estimula mediante compresiones a través de

brazaletes baumanómetros y motores de vibración las extremidades inferiores de personas con problemas de circulación.

***Etapa 2. Etapa de control***

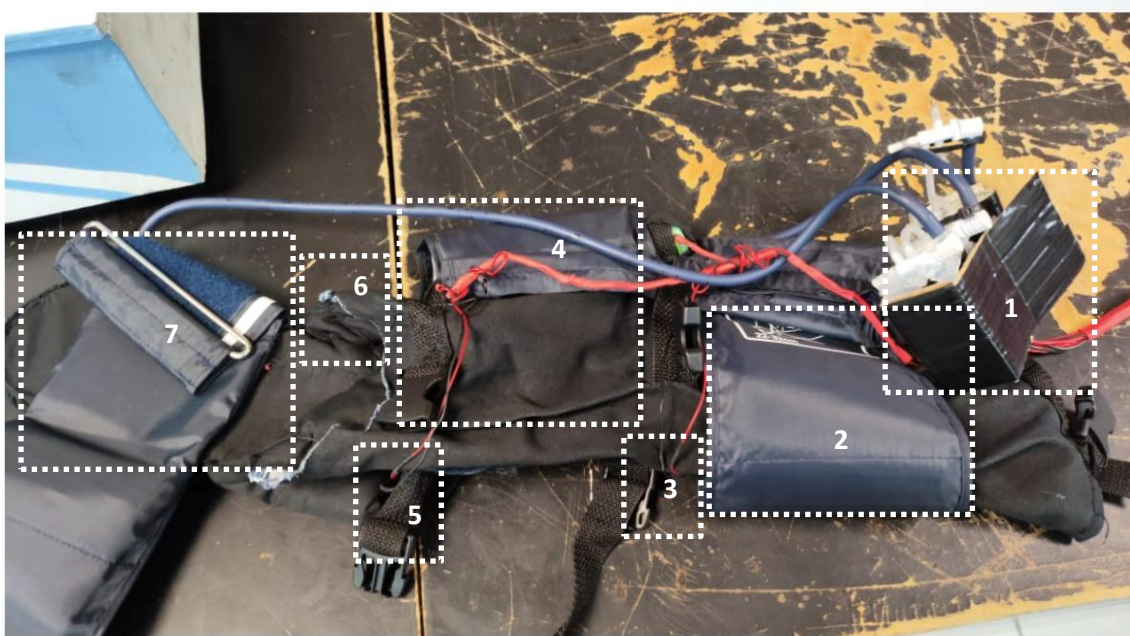
Esta etapa permitirá mediante un sistema controlado por la tarjeta ESP32 brindar diferentes tipos de terapias de masajes seleccionados a través de la app y mostrarlas en un display LCD (Reyes Cortes & Cid Monjaraz, 2015; Torres-Valdez et al., 2025).

***Etapa 3. Etapa actuador***

La etapa tres permitirá aplicar la estimulación a través de actuadores que activarán un compresor de aire, brazaleta baumanómetro y un motor relevador, todo a través de una tarjeta de relevadores.

**Resultados y discusión**

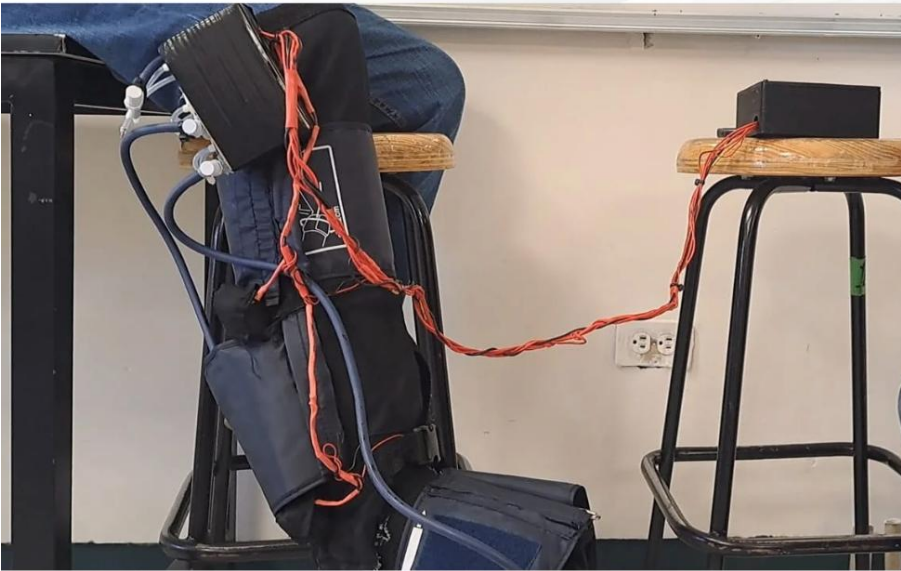
El prototipo masajeador relajante con vista superior se muestra en la figura 2. Se puede apreciar lo siguiente: 1) minicompresores de aire, 2) primer brazaleta baumanometro 1, 3) motor de vibración 1, 4) brazaleta baumanometro 2, 5) motor de vibración 2, 6) motor de vibración 3 y 7) brazaleta baumanometro 3.



**Figura 2. Masajeador relajante vista superior.**

Se realizaron diferentes terapias a personas afectadas por padecimientos en sus

extremidades inferiores que permitieron demostrar la importancia del desarrollo propuesto. La aplicación del prototipo en un paciente se puede apreciar en la figura 3.



**Figura 3. Aplicación del prototipo.**

### **Conclusiones**

El prototipo representa una solución innovadora en el área de estimulación eléctrica funcional, específicamente en el tratamiento de problemas circulatorios en extremidades inferiores, el cual ayuda es un complemento a terapias físicas. El prototipo es implementado con tecnología accesible de bajo costo, versátil, portátil, ligera y recargable, además que cuenta con personalización de diferentes niveles de compresión, lo cual hace fácil de adquirir para los usuarios. Los trabajos a futuro del prototipo desarrollado es buscar la vinculación con instituciones y empresas del sector salud para su realizar su validación de compresión y autonomía de batería en tratamientos de fisioterapia.

### **Referencias bibliográficas**

- Aout, T., Begon, M., Jegou, B., Peyrot, N., & Caderby, T. (2023). Effects of Functional Electrical Stimulation on Gait Characteristics in Healthy Individuals: A Systematic Review. *Sensors*, 23(21), 8684. <https://doi.org/10.3390/s23218684>
- Bhor, D., K, T., Gowri, M., Mishra, B. K., Kalita, D., Thirugnanam, A., & Mirza, K. B. (2023). Responsive Transcutaneous Electrical Stimulation for Management of

- Diabetic Foot Neuropathy. *2023 IEEE 8th International Conference for Convergence in Technology (I2CT)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/I2CT57861.2023.10126247>
- Escoto, R. P. F., Sánchez, J. A. M., & Luna, D. (2024). *Papel de la Fisioterapia para la atención de la discapacidad en México*. *29(2)*, 120-130.
- Hercog, D., Lerher, T., Truntič, M., & Težak, O. (2023). Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. *Sensors*, *23(15)*, 6739. <https://doi.org/10.3390/s23156739>
- Jaseem, F. J., Kadhim, J., Ajel, A. R., & Jasim, M. J. (2023). Proposed Electrical Stimulation Device for Wound Healing Therapy. *2023 IEEE 13th International Conference on System Engineering and Technology (ICSET)*, 50-55. <https://doi.org/10.1109/ICSET59111.2023.10295086>
- Liu, J., Björkman, A., Antfolk, C., & Malesevic, N. (2025). The Impact of Stimulation Parameters on Reaction Times Following Transcutaneous Electrical Stimulation in the Lower Leg. *IEEE Transactions on Haptics*, *18(2)*, 284-294. <https://doi.org/10.1109/TOH.2025.3526542>
- Martinez-De La Cruz, D. I., Hernandez-Rivera, R., & Hu-Flores, E. (2024). Implementación eléctrica de un sistema de radiación no ionizante para el crecimiento de la planta de tabaco. *Revista Interdisciplinaria De Ingeniería Sustentable Y Desarrollo Social*, *10(1)*, 496–511. <https://doi.org/10.63728/riisds.v10i1.61>.
- Ota, T., Amemiya, T., Kuzuoka, H., & Aoyama, K. (2024). Electrical Stimulation of Nerve Bundles in the Lower Leg Generates Tactile Sensations on the Plantar and Dorsal Foot. *IEEE Access*, *12*, 188914-188925. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3515259>
- Reyes Cortes, F., & Cid Monjaraz, J. (2015). *Arduino Aplicaciones en Robótica, Mecatrónica e Ingenierías* (Primera edición). Alfaomega.
- Torres-Valdez, T. E., Castellanos-Guzman, G. A., Nava-Diguero, P., & Manuel, F. (2025). *Construcción de un módulo meteorológico de bajo costo para adquisición de datos con aplicación educativa y tecnológica. 1*, 87-100.
- Wang, J., & Zhang, Y. (2021). Design of functional electrical stimulator for foot drop rehabilitation. *Journal of Physics: Conference Series*, *1885(5)*, 052005. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1885/5/052005>