

ARQUITECTURA DE UN EQUIPO DE MEDICIÓN MULTIMODAL EIT Y EMG

Oscar Toshiko Celedon Cabrera¹, José Antonio Gutiérrez Gnechchi¹

¹Instituto Tecnológico de Morelia, Maestría En Ciencias En Ingeniería Electrónica

INTRODUCCIÓN

La necesidad de proveer información de la salud de las personas desde métodos no invasivos es uno de los principales intereses en la medicina actual. En los últimos años, la Electromiografía superficial (sEMG) y la Tomografía por Impedancia Eléctrica (EIT) son métodos de medición auxiliares en diagnóstico que pueden obtenerse de forma no invasiva [1]. sEMG es el método más comúnmente usado para monitorear información de actividad muscular que permite identificar y cuantificar parámetros electrofisiológicos [3] durante contracciones voluntarias o involuntarias, generando una serie de señales eléctricas asociadas al control neurológico [4]. Por otro lado, EIT puede tomar mediciones en tiempo real y tener alta portabilidad [1, 4]; los datos de impedancia aportan información sobre la integridad, densidad y celularidad de los tejidos, que no puede ser obtenida con los estudios electrofisiológicos tradicionales; sin embargo, requieren un análisis más detallado [2]. En este trabajo se propone que la conjunción de las técnicas de medición sEMG-EIT puede contribuir a elucidar procesos fisiológicos adicionales complementarios para incrementar la información que se deriva de la actividad muscular para mejorar el diagnóstico de patologías y trastornos de la motricidad, no se puede obtener con los estudios electrofisiológicos tradicionales [2].

HIPÓTESIS

Existe la posibilidad de integrar sistemas EIT y EMG para la realización de mediciones multimodales en un equipo capaz de captar y procesar señales de manera simultánea, manteniendo la precisión en ambas mediciones y minimizando la interferencia cruzada.

OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir a proponer una solución que permita integrar un sistema de medición multimodal EIT con esquemas de adquisición de señales EMG, apto para realizar mediciones de bioimpedancia y de biopotenciales de manera simultánea y en tiempo real. Esta medición combinada proporcionaría información complementaria sobre el estado de los tejidos musculares.

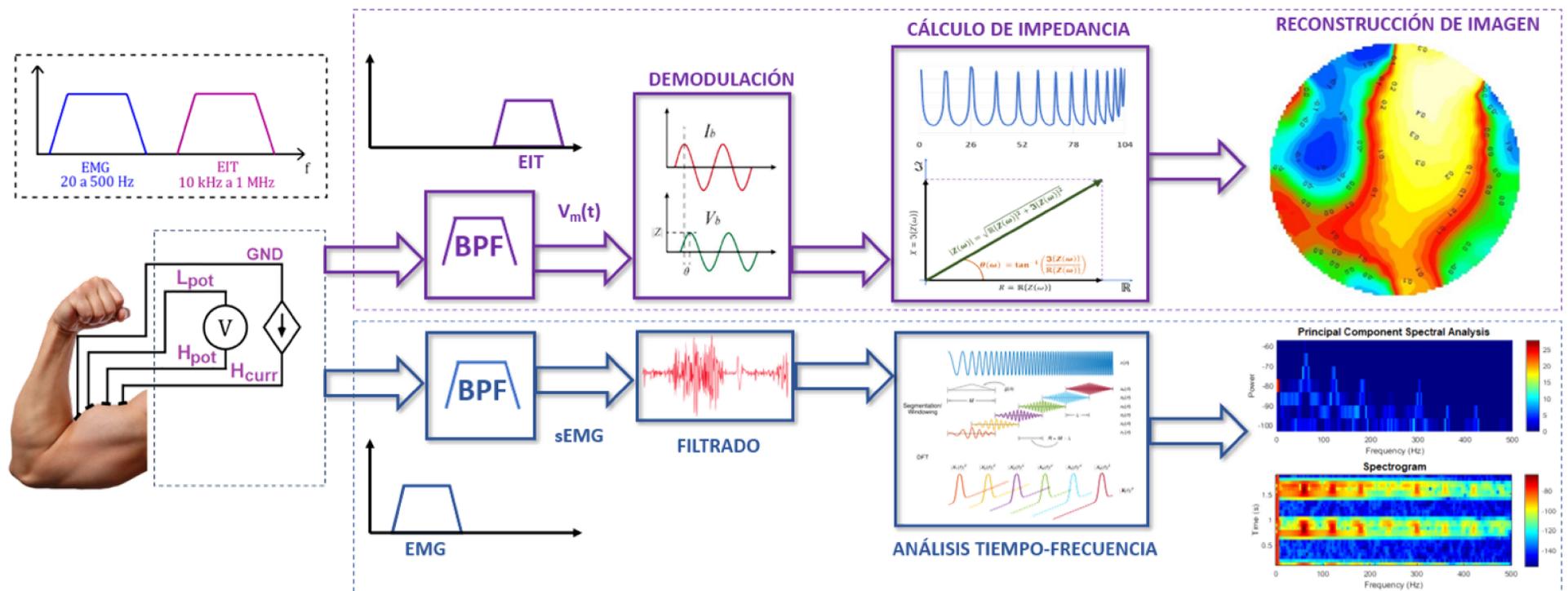
Objetivos específicos

- Estudio e identificación de diferentes esquemas de medición EIT y EMG.
- Diseñar y desarrollar un sistema de adquisición de señales para capturar datos tanto de EIT como de EMG en tiempo real, con alta precisión y mínima interferencia entre los modos.
- Implementación del procesamiento de señales que permita la separación y el filtrado adecuado de las señales EIT y EMG, asegurando que ambas mediciones puedan realizarse sin interferencias.
- Realizar un análisis de correlación entre los datos de EIT y EMG obtenidos simultáneamente para identificar patrones relevantes que puedan contribuir a una interpretación más completa de los procesos fisiológicos estudiados.

METODOLOGÍA

1. **Investigación y evaluación de métodos de medición sEMG, EIT.** Además de la funcionalidad necesaria del sistema de instrumentación, un aspecto importante es garantizar la seguridad eléctrica del equipo de acuerdo de los estándares de equipo médico IEC-60601, según el cual el límite de la corriente auxiliar puede ser suministrada al paciente [5-6].
2. **Investigación de métodos para conjuntar la medición simultánea sEMG-EIT.**
3. **Proponer la arquitectura del sistema de medición multimodal.** Propone un esquema de medición que permita la medición simultánea de biopotenciales sEMG en presencia de señales de corriente de excitación auxiliar para obtención de mediciones de impedancia, EIT.

4. **Evaluación de métodos de desempeño de la arquitectura del sistema de medición multimodal.** Consiste en procesar los datos resultantes con las técnicas de análisis desarrolladas en el programa de posgrado para señales sEMG y reconstrucción de imágenes EIT en comparación con la operación de cada sistema por separado
5. **Difusión de resultados.** Los resultados se divulgarán en foros de ciencia y tecnología.



CONCLUSIÓN

Múltiples estudios han demostrado que la EIT se puede utilizar para registrar patrones de actividad muscular en diferentes grupos de músculos y tanto en las extremidades superiores como en las inferiores, permitiendo que la complementación con técnicas EMG dedicadas a monitoreo en tiempo real pueda dilucidar información que contribuya a mejores diagnósticos.

De acuerdo con investigaciones que combinan EIT y mediciones de biopotenciales, la medición simultánea en tiempo real a partir de mismos electrodos es posible realizando análisis minuciosos en el diseño del equipo y procesando de manera adecuada la señal registrada.

REFERENCIAS

- [1] Z. Zheng, Z. Wu, R. Zhao, Y. Ni, X. Jing, and S. Gao, "A Review of EMG-, FMG-, and EIT-Based Biosensors and Relevant Human-Machine Interactivities and Biomedical Applications," *Biosensors*, vol. 12, no. 7, p. 516, Jul. 2022. doi: 10.3390/bios12070516.
- [2] E. Colina Gallo, C. A. González Correa, and D. A. Miranda Mercado, "Miografía por impedancia eléctrica," *Revista Colombiana de Medicina Física y Rehabilitación*, vol. 26, no. 1, pp. 38-49, Jun. 15, 2016. doi: 10.28957/rcmfr.v26n1a4.
- [3] A. D. Fernandez Schrunder, Y. K. Huang, S. Rodríguez, and A. Rusu, "A Real-Time Muscle Fatigue Detection System Based on Multifrequency EIM and sEMG for Effective NMES," *IEEE Sensors Journal*, vol. 24, no. 14, pp. 22553-22564, Jul. 2024. doi: 10.1109/JSEN.2024.3409821.
- [4] M. Al-Ayyad, H. A. Owida, R. De Fazio, B. Al-Naami, and P. Visconti, "Electromyography Monitoring Systems in Rehabilitation: A Review of Clinical Applications, Wearable Devices and Signal Acquisition Methodologies," *Electronics*, vol. 12, no. 7, Apr. 2023, doi: 10.3390/electronics12071520.
- [5] International Electrotechnical Commission, *IEC 60601-1:2005 Medical electrical equipment Part 1: General requirements for basic safety and essential performance*, IEC, 2005.
- [6] Norma Mexicana NMX-J-I-60601-1-2-ANCE-NYCE-2020. *Requisitos generales para l seguridad básica y el rendimiento esencial - Parte 1-2: Requisitos generales para la seguridad básica y el rendimiento esencial - Compatibilidad electromagnética - Requisitos y ensayos*, Asociación de Normalización y Certificación, Normalización y Certificación Electrónica, 2020.
- [7] Y. Li et al., "Robust electrical impedance tomography for biological application: A mini review," *Heliyon*, vol. 9, no. 4, Apr. 2023. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e15195.