INVESTIGACIÓN DE MÉTODOS DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TOMOGRAFÍA POR IMPEDANCIA ELÉCTRICA COMPACTO MULTINIVEL

Luis Gerardo Zamudio Ibarra[1] , José Antonio Gutiérrez Gnecchi[1]

[1]Instituto Tecnológico de Morelia

Introducción

La Tomografía de Impedancia Eléctrica ***(Electrical Impedance Tomography: EIT)*** es una técnica de medición **no invasiva de campo suave** que permite obtener un mapa de conductividad del área seccional del objeto en estudio [1-3] que a su vez permite elucidar propiedades físicas debido a que diferentes materiales exhiben diferentes propiedades de conductividad eléctrica (Figura 1).

Aun cuando la resolución de espacio de métodos de campo suave es menor que la resolución de métodos de campo duro (Tomografía de Rayos X, Emisión de positrones), la EIT ofrece ventajas para aplicaciones biomédicas con respecto a sus contrapartes de campo suave (ultrasonido) y de campo duro: **es seguro** (no usa radiación ionizante), puede **entregar imágenes en tiempo real**, puede resultar en una solución de instrumentación biomédica **portátil compacta** para uso en diagnóstico rutinario y es sensible a diferentes tipos de tejido. En particular la utilización de EIT emerge como una solución económicamente factible, auxiliar en el diagnóstico de cáncer de mama debido a que los tumores exhiben propiedades de conductividad diferente de la conductividad del tejido sano. Una de las limitaciones de la técnica de medición EIT consiste en las restricciones de espacio físico para la instalación de sensores (electrodos superficiales) que permite interrogar las propiedades de conductividad eléctrica del medio, lo cual confina la operación a un solo plano de medición.

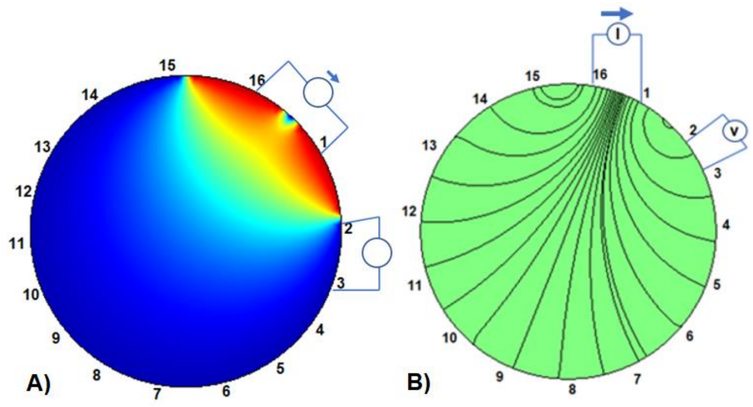

Figura 1. *A) Esquema de inyección de corriente y medición de voltajes por el método de electrodos adyacentes, B) Distribución de las líneas isopotenciales resultante [4].*

Este proyecto consiste en desarrollar una metodología para la implementación de un sistema de adquisición de datos con alto nivel de integración con el proceso de transducción (arreglo de electrodos) y con el proceso de reconstrucción de imágenes, que permita la obtención de datos de diferentes planos de medición para mejorar la calidad de la información.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar una metodología para la implementación de una arquitectura de sistema de adquisición de datos para EIT en una topología multinivel para proyectar la profundidad de medición de 2D a 3D que a su vez permita mejorar la sensibilidad de medición para aplicación como auxiliar en el diagnóstico de cáncer de mama.

Objetivos específicos

- Desarrollar una arquitectura y topología de sistema de adquisición de datos para EIT multinivel.
- Evaluar cuantitativamente los niveles de sensibilidad y especificidad que se pueden obtener del sistema EIT multinivel con respecto a un sistema 2D para mejorar el rango de alcance y detección de anomalías (como carcinomas) dentro del tejido mamario.
- Divulgación de resultados.

Metodología

La metodología consiste en 4 etapas clave:

1) Desarrollo de una arquitectura de sistema de adquisición de datos multinivel para operación secuencial. La arquitectura del sistema EIT se refiere a los componentes operacionales que componen al sistema de adquisición de datos (Figura 2). La primera fase consiste en modificar la arquitectura para permitir la selección de múltiples planos de medición. En este trabajo la meta es incrementar la capacidad de medición a tres planos.

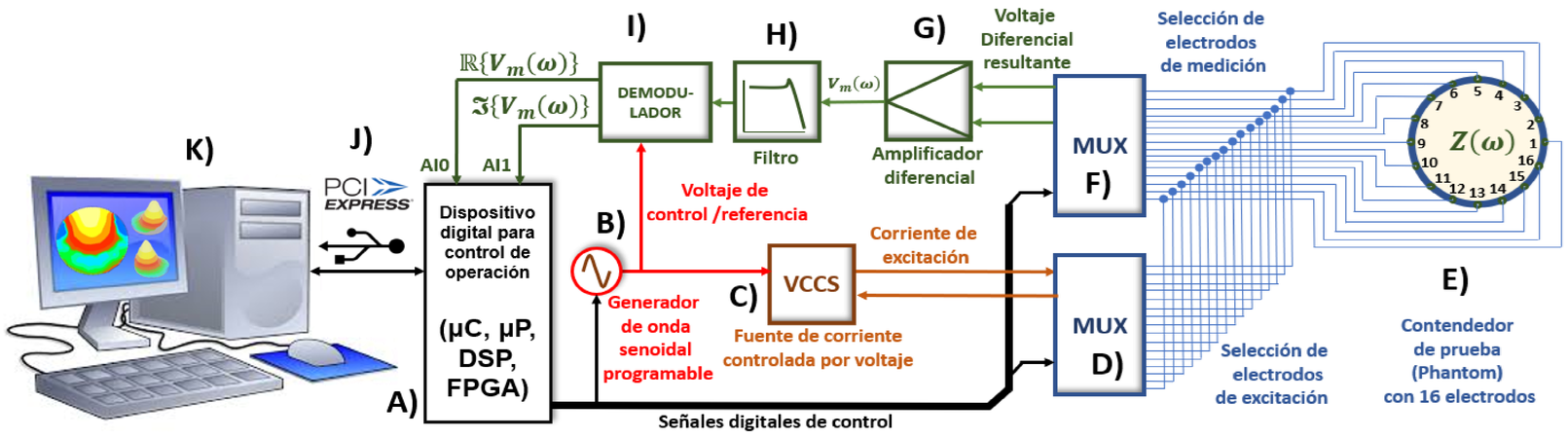

Figura 2. Diagrama de bloques de un sistema EIT

2) Desarrollo de una topología para la medición multinivel (Figura 3). La topología se refiere a la manera en como se conectan los sensores con el sistema de adquisición de datos. La topología actual se relaciona con el método de interrogación del medio (electrodos adyacentes) que a su vez se relaciona con el algoritmo de reconstrucción de imágenes (***Weighted Linear Backprojection***). Para poder acomodar un arreglo de múltiples planos de electrodos es necesario modificar la topología de la sección de selección de electrodos que permita la compatibilidad con algoritmos de reconstrucción de imágenes EIT desarrollados en el programa MCIE.

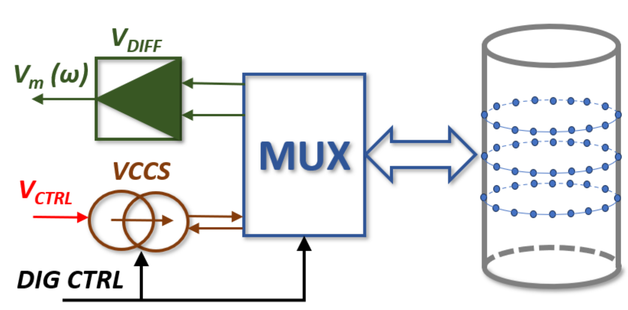

Figura 3. Topología de conexión multinivel

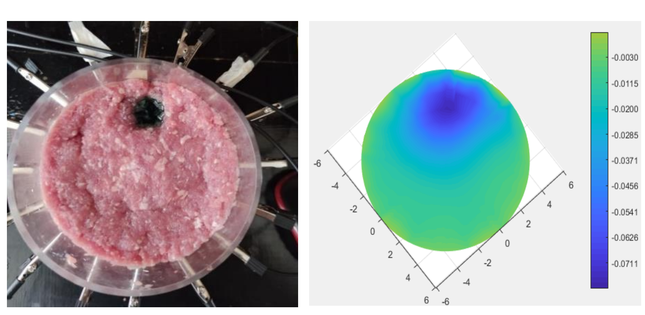

Figura 4. Pruebas de funcionamiento [5]

3) Evaluación de funcionamiento. Para evaluar el desempeño se propone la realización de pruebas exvivo en un phantom (contenedor de prueba) (Figura 4) que permita la cuantificación de la resolución y la sensibilidad para detección de diferentes tejidos. Así mismo, se realizaran las pruebas de asilamiento eléctrico y compatibilidad electromagnética para garantizar la seguridad del equipo de tal forma que permita la propuesta de un programa de pruebas en pacientes, en colaboración con instituciones de salud pública.

4) Reportes de avance. Se generan los reportes de avance y artículos de difusión para exposición en foros de divulgación científica.

Hipótesis

Incrementar el número de planos de medición de un sistema de tomografía por impedancia eléctrica puede generar un incremento en la sensibilidad y especificidad para detectar la posición de anomalías dentro de un cuerpo o superficie.

Conclusión

De acuerdo al funcionamiento de la EIT, sus aplicaciones, ventajas y desventajas, la propuesta de implementación de un sistema que posea la capacidad de obtener datos de 3 áreas seccionales puede contribuir a mejorar la capacidad de detección de anomalías dentro de los tejidos, así como abrir la oportunidad de generar imágenes tridimensionales capaces de indicar de forma más precisa la ubicación de dichas anomalías, como, los tumores malignos en los senos.

Referencias

[1] Y. Wu, F. F. Hanzaee, D. Jiang, R. H. Bayford and A. Demosthenous, "Electrical Impedance Tomography for Biomedical Applications: Circuits and Systems Review," IEEE Open Journal of Circuits and Systems, vol. 2, pp. 380-397, 2021. https://doi.org/10.1109/OJCAS.2021.3075302

[2] V. K. Tiwari, M. Meribout, L. Khezzar, K. Alhammadi and M. Tarek, "Electrical Tomography Hardware Systems for Real-Time Applications: a Review," IEEE Access, Vol. 10, pp. 93933-93950, 2022. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3203584

[3] T. A. Khan, S. H. Ling, "Review on Electrical Impedance Tomography: Artificial Intelligence Methods and its Applications," Algorithms, Vol. 12. No. 5:88, 2019. https://doi.org/10.3390/a12050088

[4] S. Mansouri, Y. Alharbi, F. Haddad, S. Chabcoub, A. Alshrouf, and A. A. Abd-Elghany, "Electrical Impedance Tomography – Recent Applications and Developments," Journal of Electrical Bioimpedance, Journal of Electrical Bioimpedance, Sciendo, Vol. 12, No. Issue 1, pp. 50-62, 2021. https://doi.org/10.2478/joeb-2021-0007.

[5] J. Nava-De la Fuente, "Evaluación De La Utilidad De Dispositivos Single Board Computer Para Adquisición Y Procesamiento De Señales De Bioimpedancia", Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico de Morelia, México 2020.

Morelia, Michoacán, México, 19 de noviembre del 2024