

Sistema multicanal para supervisión de heridas

Sebastián Barrios, Dr. - Ing. José Leal
Departamento de Ingeniería Biomédica
bar20021@uvg.edu.gt, jaleal@uvg.edu.gt

RESUMEN

Las heridas atraviesan diferentes etapas durante su proceso de sanación las cuales son indicadores de un correcto desarrollo celular. Un cuidado inadecuado a las heridas permite el crecimiento de bacterias, lo que incrementa el riesgo de infección. En úlceras de pie diabético, las infecciones aumentan el riesgo de amputación hasta un 30%. Para esto, se desarrolló un prototipo de sistema multicanal no invasivo que monitorea heridas de manera simultánea. Se evaluó la funcionalidad del sistema midiendo distintos circuitos y medios, mientras se incorporaban multiplexores analógicos, uno a uno, para observar su efecto sobre la impedancia. Se observó que, cuando la impedancia del sistema está por debajo de los 1000 Ω , la impedancia del multiplexor es perceptible en las mediciones, mientras que por encima se vuelve insignificante. El Multiplexor Analógico CD5051 demostró ser el componente más eficiente para medir diferentes circuitos y medios, sin distorsionar la señal de la placa EVAL-AD5940.

OBJETIVOS

DESARROLLAR UN PROTOTIPO NO INVASIVO, MULTICANAL PARA EL MONITOREO DE HERIDAS SUPERFICIALES POR MEDIO DE LA MEDICIÓN DE ESPECTROSCOPIA DE IMPEDANCIA ELECTROQUÍMICA A TRAVÉS DE ELECTRODOS SUPERFICIALES DE VARIOS CONTACTOS.

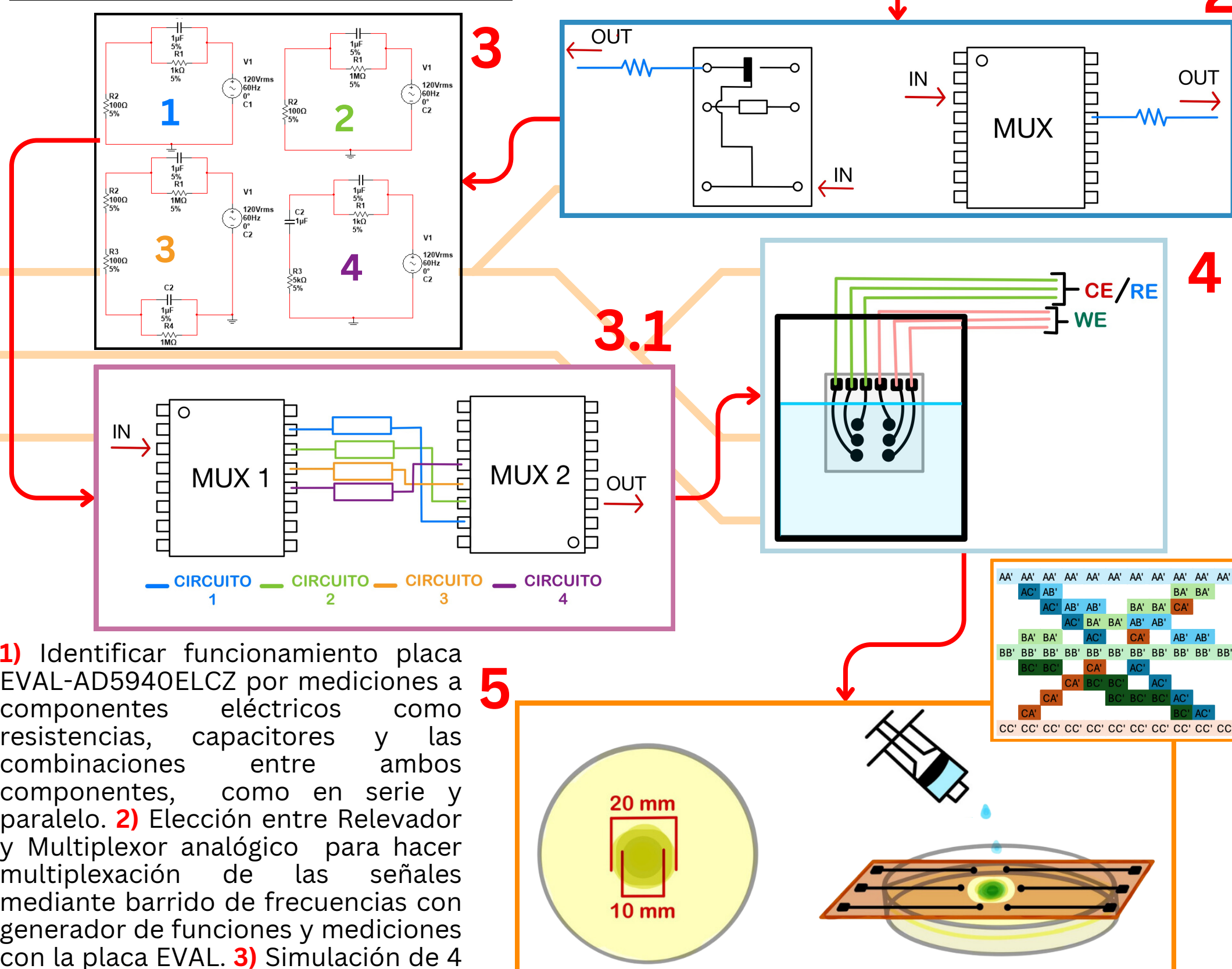
- Desarrollar un circuito electrónico que permita realizar la multiplexación de por lo menos 6 electrodos, alternando diversas combinaciones entre ellos.
- Evaluar las capacidades del circuito para la medición de espectroscopia por impedancia electroquímica sin generar distorsiones ni atenuaciones de la señal con ayuda de la placa EVAL-AD5940.
- Validar el funcionamiento del circuito multicanal para mediciones de espectroscopia de impedancia con electrodos a base de grafeno en soluciones salinas con al menos 5 concentraciones distintas y en tres distintos modelos de tejido artificial basado en agar con heridas artificiales de diferentes dimensiones y geometrías.
- Desarrollar un algoritmo de análisis de señales que permita la visualización de la impedancia medida entre electrodos por medio de mapas de calor, comparando los resultados de las distintas heridas artificiales evaluadas.

METODOS

La Espectroscopia por Impedancia Electroquímica (EIS) mide el comportamiento de un sistema ante una corriente eléctrica alterna (CA) dentro de un rango de frecuencias.

Barrido de frecuencia

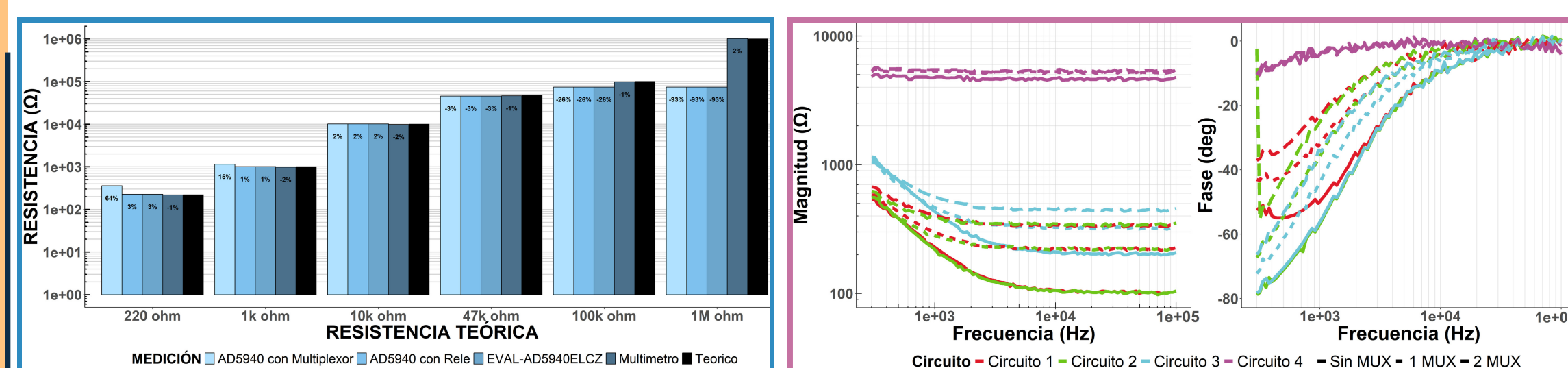
- Frecuencia inicial 300 Hz
- Frecuencia final 100 kHz
- 600 mV de amplitud
- Escala logarítmica



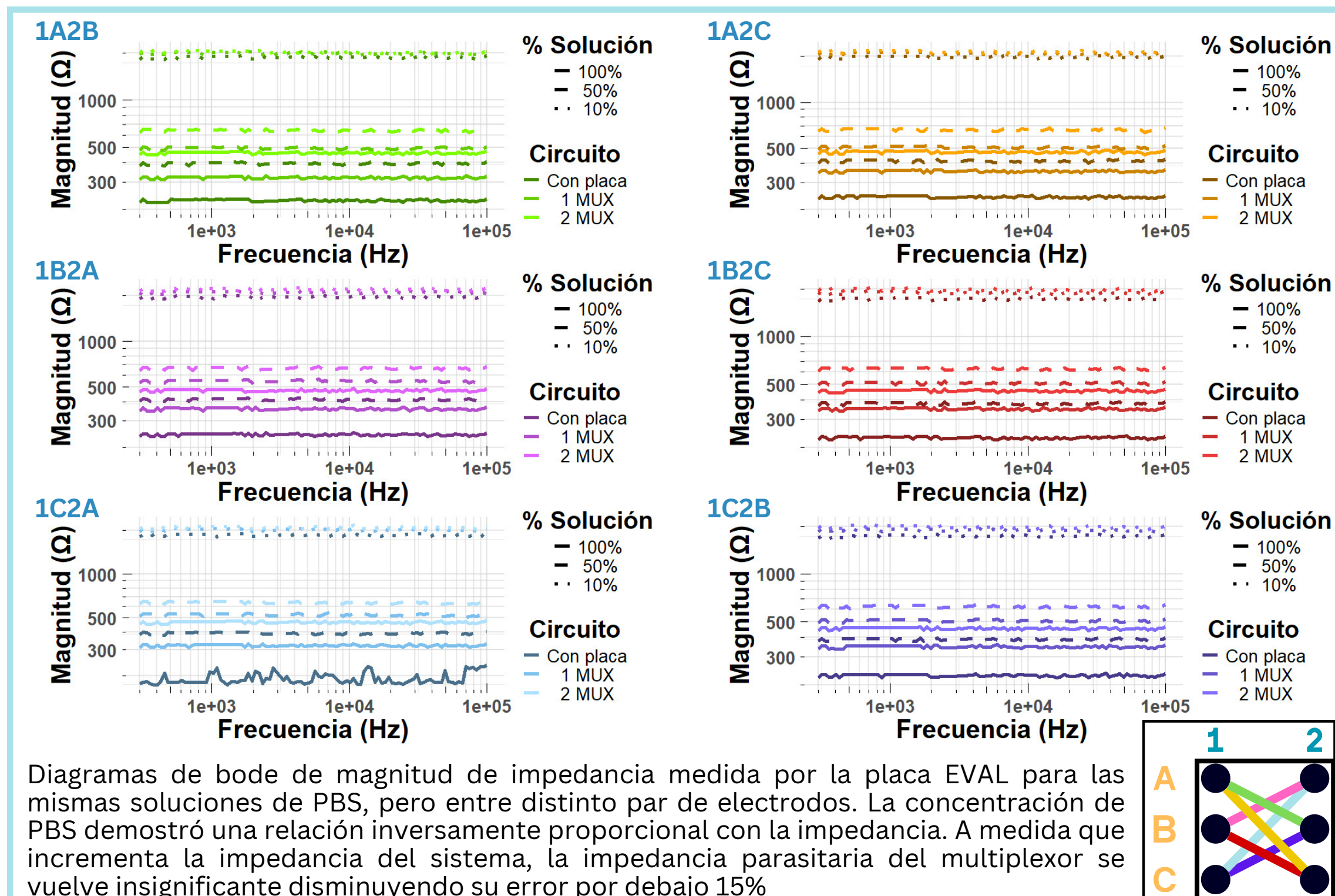
CONCLUSIONES

- El Multiplexor/Demultiplexor Analógico CMOS CD4051B demostró ser el componente más eficiente y preciso para la manipulación de la señal proveniente de la placa EVAL-AD5940.
- El multiplexor CD4051B demostro tener la menor interferencia con la medición de impedancia para circuitos con magnitudes mayores a 1 k Ω .
- La concentración de PBS mostró un comportamiento inversamente proporcional a la impedancia, mientras que ambos multiplexores añadieron una resistencia de hasta 220 Ω por medición. Además, se determinó que tres rangos amplios de concentración fueron suficientes para realizar las evaluaciones de manera efectiva.
- Las mediciones en agar presentan desafíos importantes, principalmente debido a la distribución no lineal de la corriente y a la insuficiencia de datos, lo que limita tanto la precisión como la confiabilidad de los resultados obtenidos.

RESULTADOS



Comparación de valores de resistencias con diferentes sistemas de medición. El error más bajo, 1%, corresponde al multímetro, mientras que el más alto fue de 92% con la placa y el multiplexor analógico. Para los circuitos del Dummy Cell 2 se observa un incremento significativo para todos los circuitos con impedancia por debajo de 1000 Ω



Diagramas de bode de magnitud de impedancia medida por la placa EVAL para las mismas soluciones de PBS, pero entre distinto par de electrodos. La concentración de PBS demostró una relación inversamente proporcional con la impedancia. A medida que incrementa la impedancia del sistema, la impedancia parasitaria del multiplexor se vuelve insignificante disminuyendo su error por debajo 15%



TRABAJO FUTURO

- Fabricar y utilizar electrodos de diferentes materiales para comparar el efecto del material sobre las mediciones en los diferentes medios.
- Probar el sistema en cultivos celulares, observando la variación de las mediciones según el tipo de célula, mientras se varían diferentes parámetros fisiológicos: pH, temperatura y humedad.
- Asegurar una presión uniforme a la placa de agar para asegurar un correcto contacto de los electrodos y obtener mejores mediciones.
- Mejorar y aumentar las dimensiones de la matriz de electrodos para tener una mayor concentración de datos y disminuir el error causado por la interpolación.
- Evaluar un sistema de electrodos que permitan ser introducidos en los diferentes medios, para asegurar una distribución de corriente más precisa y efectiva.