



# Medida ultrarrápida de bioimpedancia eléctrica mediante el uso de un pulso unitario. Proyecto de Simulación

Hernández Rodríguez Roberto Alexander, Granados Macías Neil Aiken, Pinedo Guadarrama Carlos, Guzmán Zaragoza Ángel Adad, Marbán Guerrero Ximena, Balleza Ordaz José Marco..

Departamento de Ingeniería Física, División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato – Campus León.

## I. Introducción

La bioimpedancia eléctrica es una técnica no invasiva y libre de radiaciones ionizantes que utiliza una corriente alterna de baja amplitud para detectar biopotenciales en tejidos biológicos. Esta técnica proporciona información sobre el tejido analizado si este presenta cambios en su dimensión, propiedades dieléctricas o conductividad. Actualmente, se emplea una señal alterna para las mediciones, pero este trabajo propone el uso de pulsos para obtener medidas ultrarrápidas de impedancia en el plano de Fourier. Esta innovación permitirá realizar espectroscopias y determinar el estado tisular con mayor precisión.

## II. Objetivo

Desarrollar y validar un método ultrarrápido de medición de espectroscopia de impedancia utilizando pulsos de corriente, con el fin de determinar el estado tisular a través de análisis en el plano de Fourier.

## III. Materiales y Métodos

1) **Materiales.** Se utilizó el programa informático Proteus Ver 8 Professional para simular el circuito eléctrico, el programa MathCad para el análisis de resultados y el programa de código abierto Python para el análisis teórico.

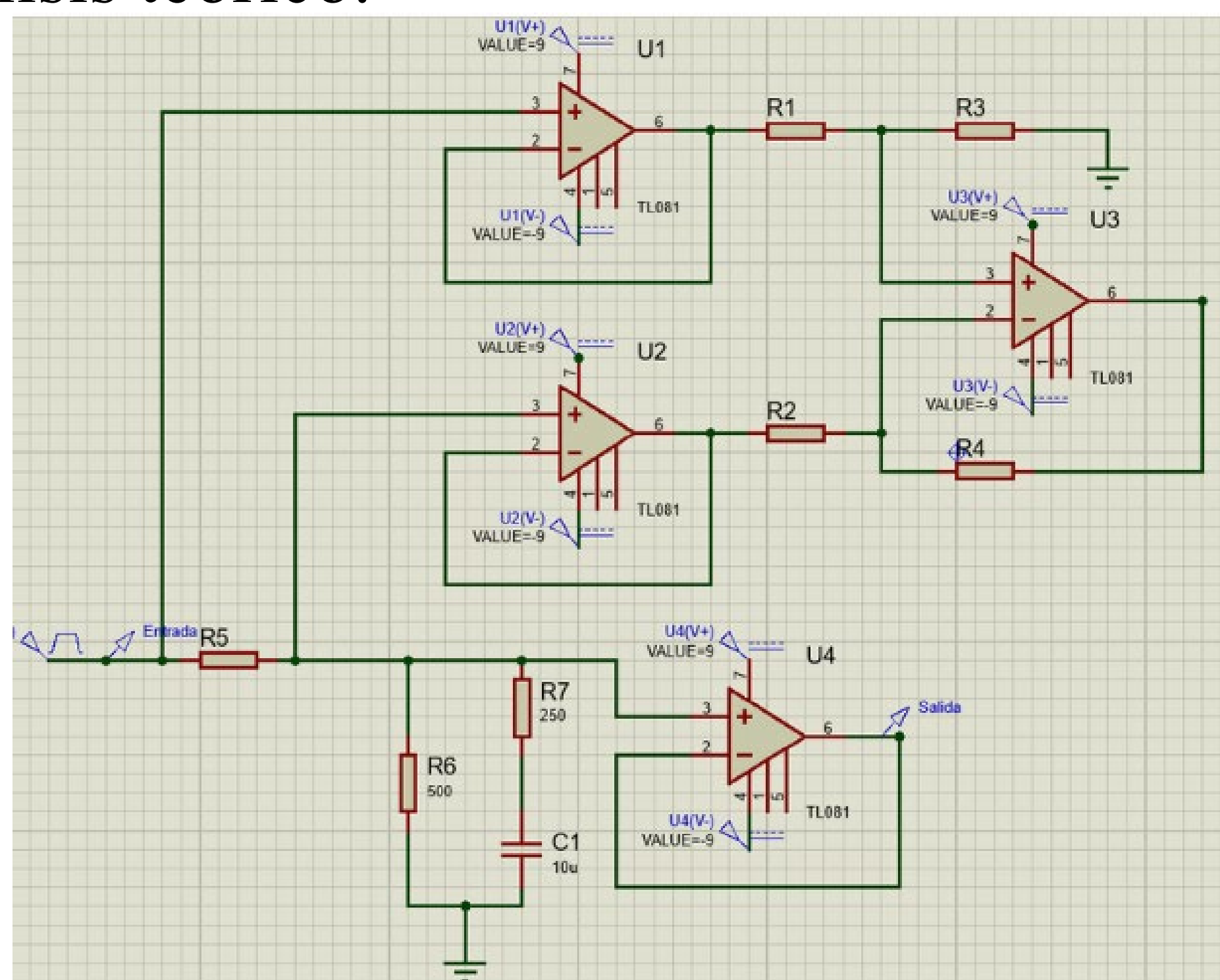


Figura 1. Circuito Simulado

2) **Procedimiento.** Se empleó el software Proteus Ver 8 Professional para modelar un inyector de corriente eléctrica con compensación de impedancia, utilizando una configuración de amplificadores operacionales con alta impedancia de entrada. La carga de análisis consistió en un arreglo electrónico conocido como configuración de Debye. El potencial de entrada fue un pulso con las características listadas en la figura 2. Se calculó la función de transferencia del modelo de Debye. Para realizar una comparación entre los resultados de la simulación y la parte teórica se utilizó un diagrama de Bode.

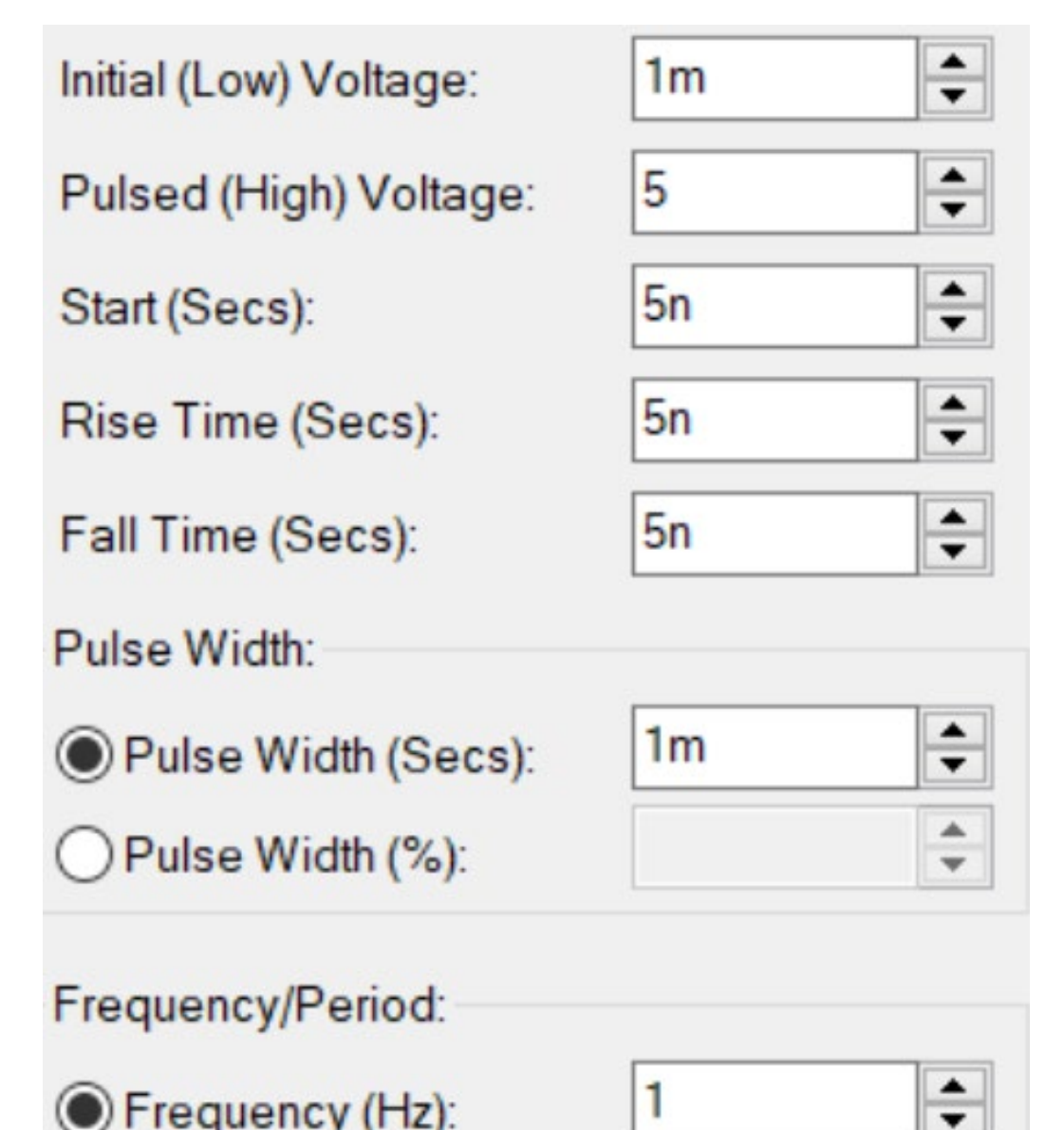
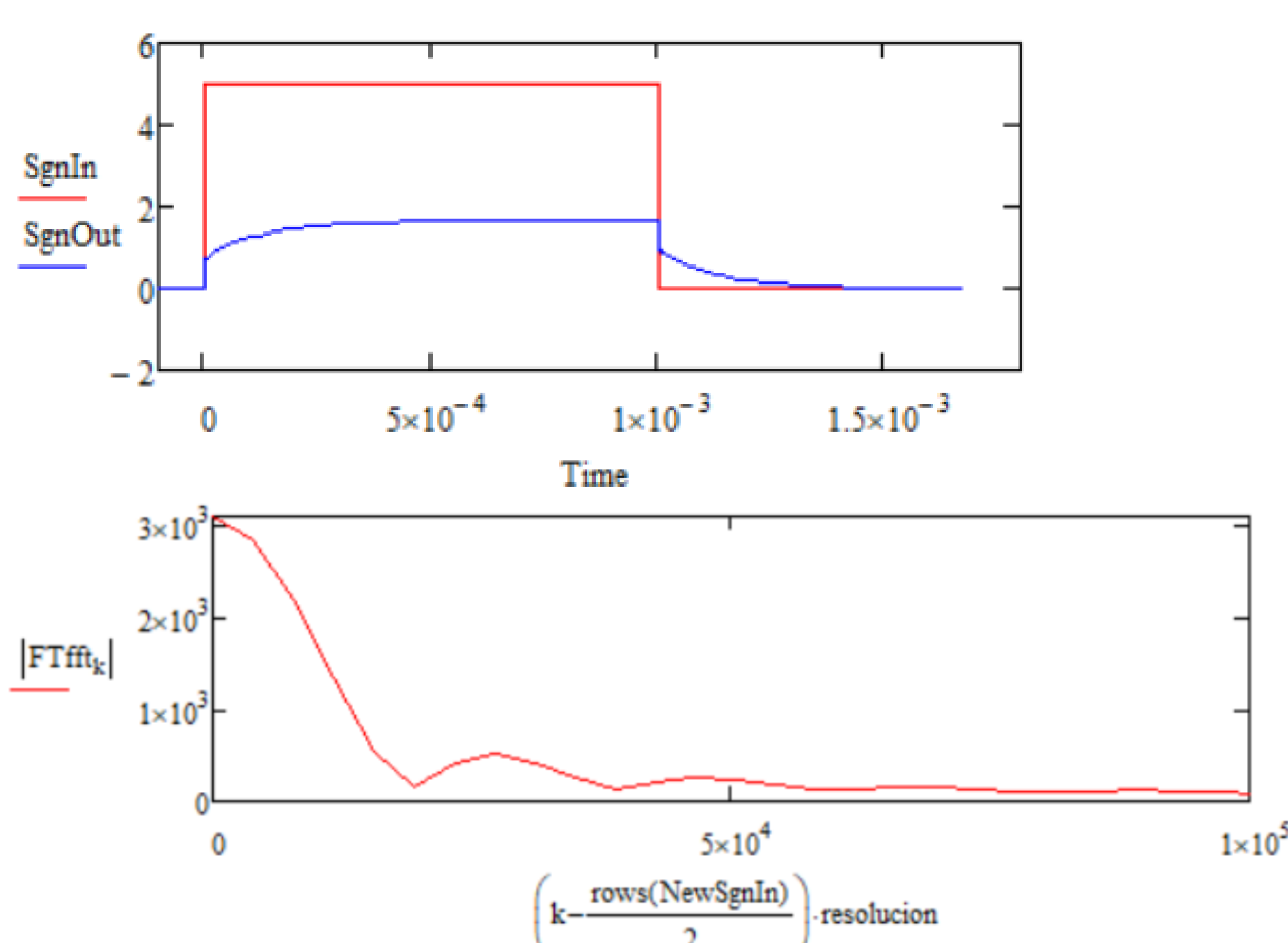


Figura 2. Características del pulso

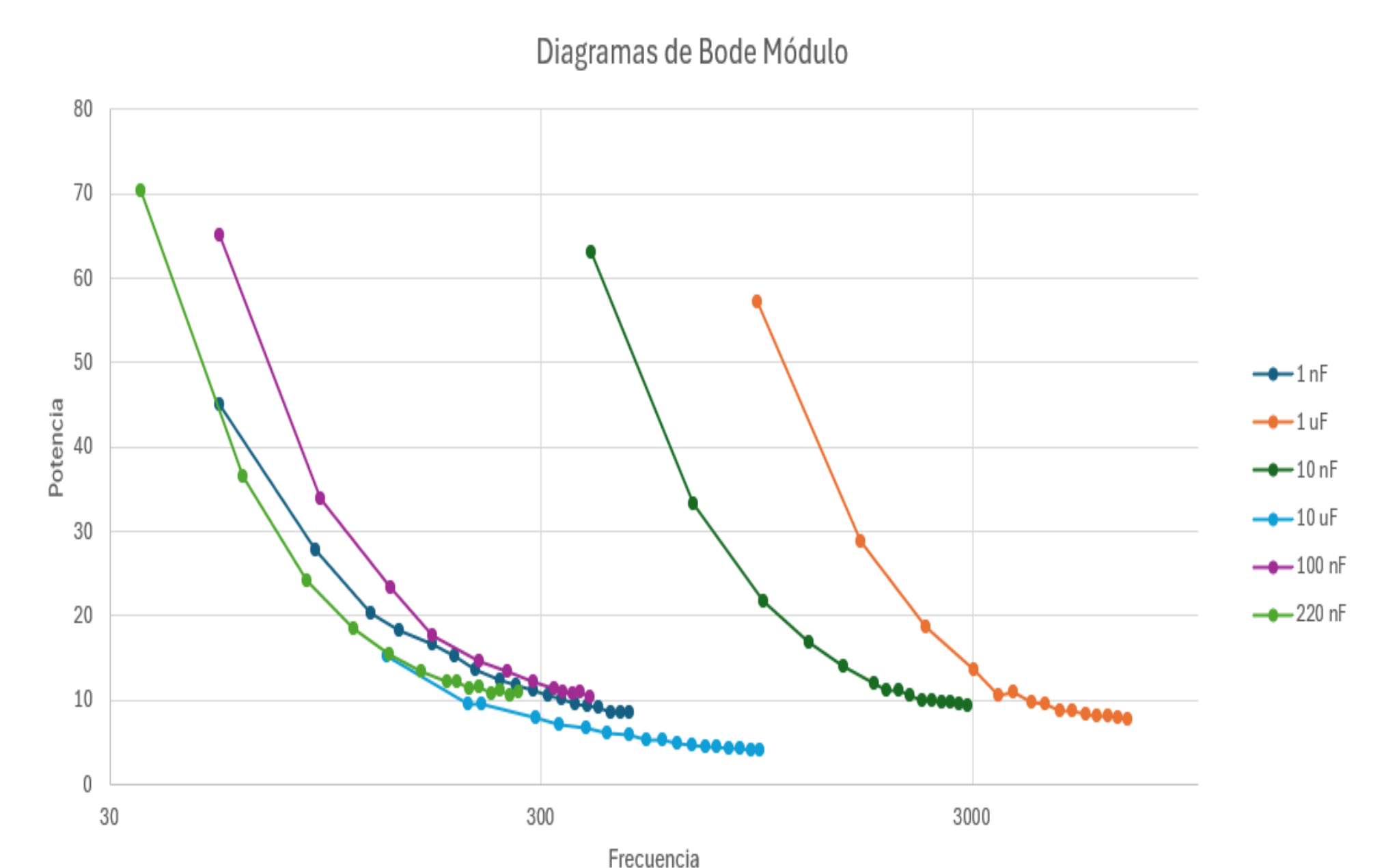
## IV. Resultados

1) **Teórico.** Se calculó la función de transferencia del arreglo electrónico de Debye, previamente propuesto. Utilizando el método de análisis de circuitos por nodos.

$$FT(\omega) = \frac{1 + j\omega R_{in}C}{\left(\frac{R_{cal}}{R_{ext}} + 1\right) + j\omega C \left(R_{in} + R_{cal} + \frac{R_{in}R_{cal}}{R_{ext}}\right)}$$



2) **Experimental.** Se llevó a cabo la simulación para validar el comportamiento del arreglo electrónico de Debye. Las señales de entrada y salida del circuito fueron exportadas para su posterior procesamiento en el software Mathcad.



## V. Conclusión

En conclusión, el pulso ha demostrado ser una opción válida para la medida ultrarrápida de bioimpedancia eléctrica. El rango frecuencial de análisis va a depender en gran medida del ancho del pulso. La resolución dependerá de la frecuencia de muestreo, a mayor resolución se identificarán mayor número de componentes frecuenciales