

# Implementación de una técnica para la supervisión de los niveles de hemoglobina en la sangre.

R. Yaringaño<sup>1</sup>, A. Champi<sup>1</sup>, y G. Patiño<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Grupo de investigación INFISA

roxani.yaringano@unmsm.edu.pe

ana.champi@ufabc.edu.br

gpatinoc@unmsm.edu.pe

## INTRODUCCIÓN

La determinación del nivel de hemoglobina juega un papel importante en el estudio patológico de muchas enfermedades, como anemia, policitemia vera, hematuria, etc. Para diagnosticar esta enfermedad se realizan métodos invasivos, que consumen mucho tiempo y son costosos, lo que limita sus aplicaciones prácticas. Por tal motivo, el objetivo principal de esta investigación es determinar los niveles de hemoglobina haciendo uso de un biosensor y la espectroscopia de impedancia eléctrica.

El procedimiento que se realizará es adaptar electrodos en base a grafeno a un equipo de espectroscopia de impedancia eléctrica, el cual nos permitirá analizar las propiedades eléctricas de tejido sanguíneo al inducir señales eléctricas alternas a diferentes frecuencias y medir las señales de respuesta mediante el diagrama de Nyquist.

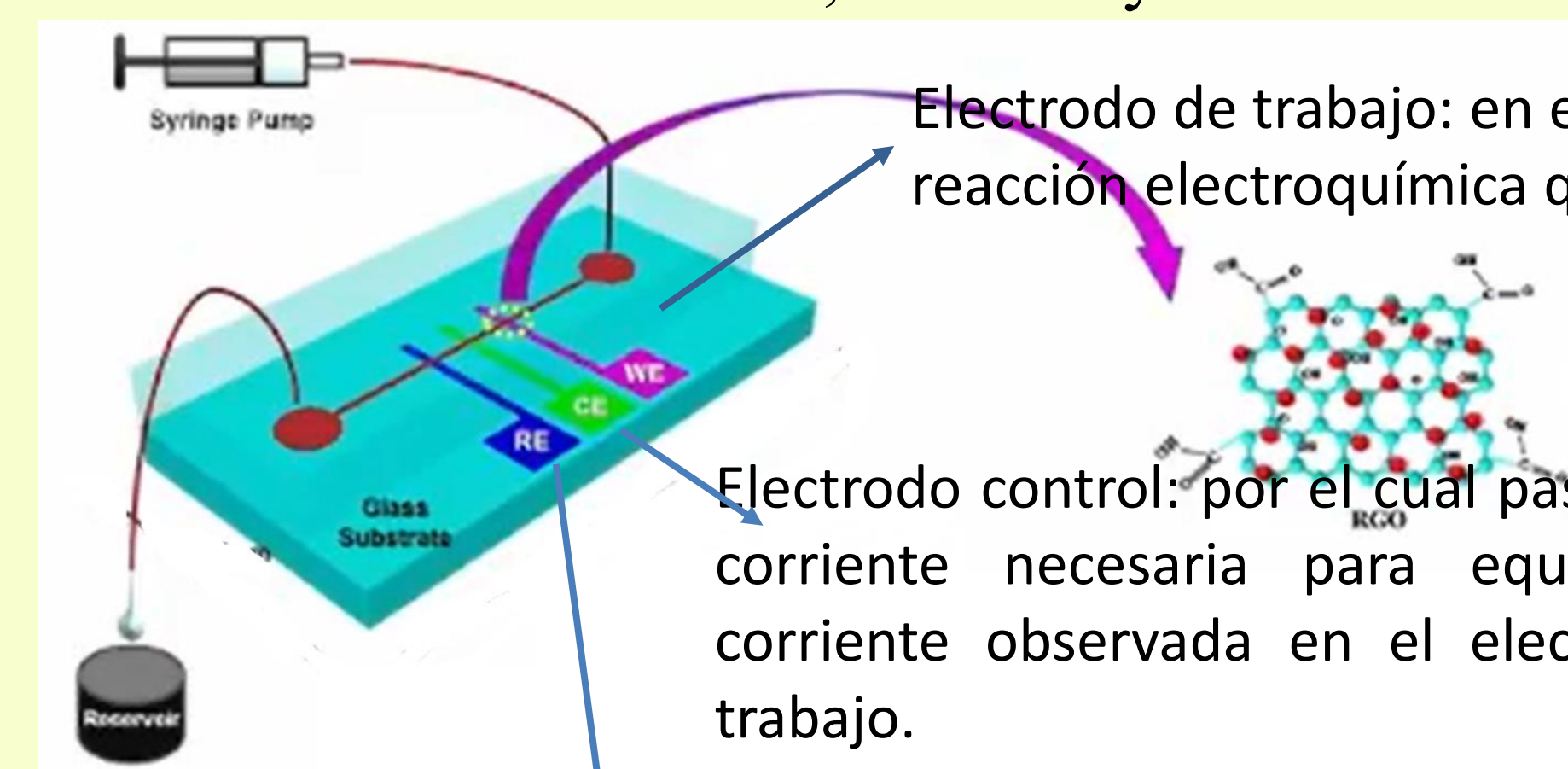
## MATERIALES Y METODOS

Electrodo de referencia:

Se utilizará un equipo de espectroscopia de impedancia eléctrica (EIE) desarrollado en el laboratorio del grupo INFISA, al cual se le adaptará electrodos de trabajo obtenidos en base a óxido de grafeno. El grafeno ha surgido recientemente como un material muy importante para aplicaciones en biosensores nanoelectrónicos debido a sus excelentes propiedades tales como alta conductividad térmica, eléctrica y alta resistencia eléctrica.

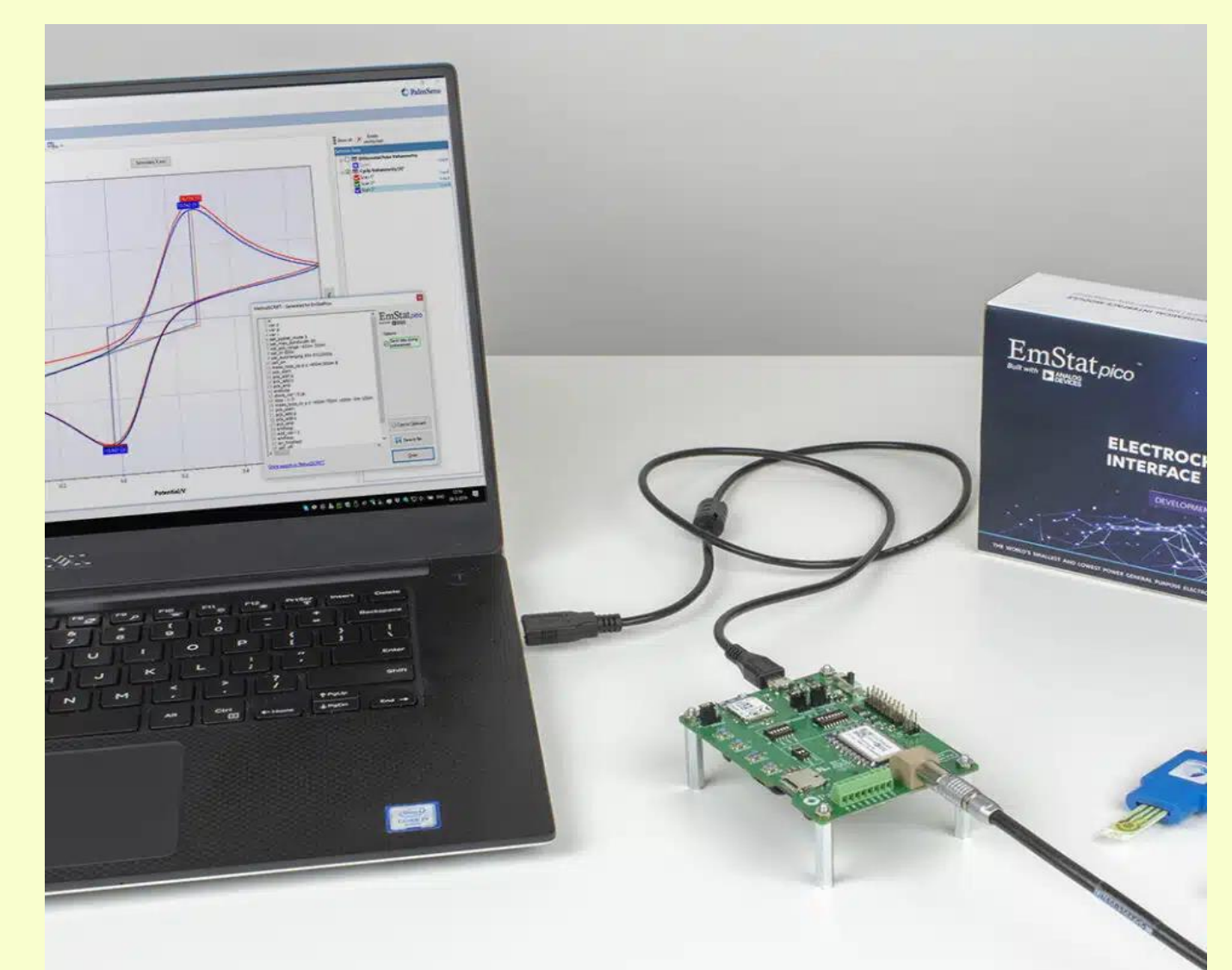


Equipo compacto EIE



Electrodo de referencia:

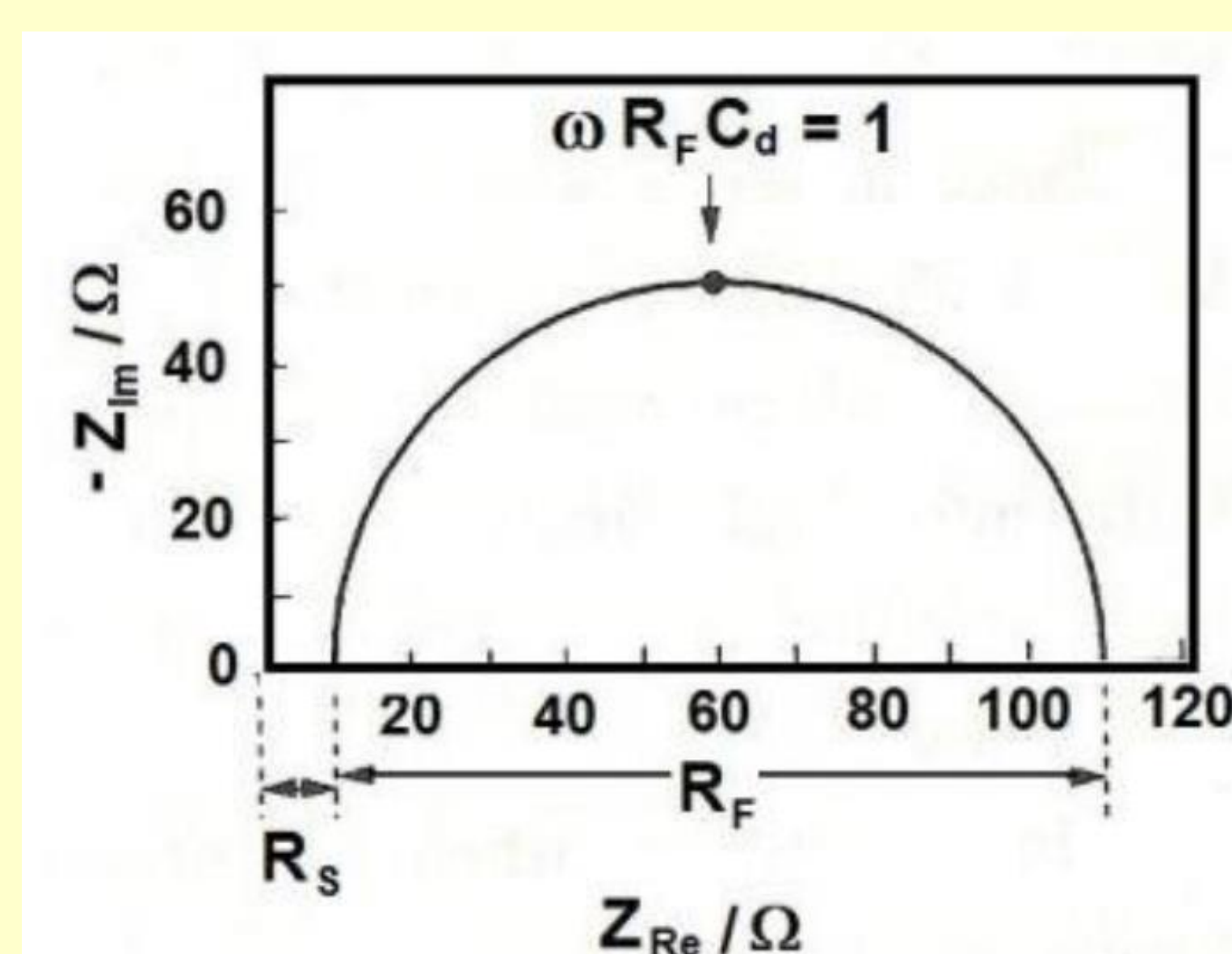
Se adaptará un potencióstato para ayudar al equipo a obtener mediciones a frecuencias muy inferiores a las disponibles actualmente, además se incluirá un tercer terminal a la conexión de electrodos para lograr una mejor resolución en sus mediciones. Se utilizará muestras de tejido sanguíneo de personas adultas.



## RESULTADOS Y DISCUSION

Mediante la espectroscopia de impedancia eléctrica (EIE) se transmite una señal eléctrica de corriente alterna, la cual induce una oposición al paso de la misma a través del material de estudio. Cuando se aplica la EIE en sistemas biológicos se relacionan generalmente mediciones directas de impedancia y ángulo de fase como funciones de la frecuencia, de la tensión o corriente aplicada.

Dado que el tejido sanguíneo se comporta como un circuito R-C en paralelo por la composición de la membrana celular, ya que la bicapa lipídica cumple la función de capacitor y los canales iónicos de conductores, en base a ello se espera obtener como resultado un diagrama de Nyquist, durante las lecturas en muestras de tejidos sanguíneos, como el que se observa en la figura siguiente.



Representación en el plano complejo de la impedancia de un circuito equivalente a una interfase electroquímica, (Ref. J. González-Velasco)

## CONCLUSIONES

Los resultados que esperamos encontrar son que los niveles de hemoglobina influyan en el espectro de impedancia, lo cual se contrastará con los diferentes diagramas de Nyquist obtenidos a partir de las muestras de los tejidos sanguíneos.

Esa investigación nos permitirá concluir que el método propuesto es práctico, eficiente, rentable y fácil de usar para la medición de la hemoglobina.

## REFERENCIAS

- Kuila, T., Bose, S., Khanra, P., Mishra, A. K., Kim, N. H., & Lee, J. H. (2011). Recent advances in graphene-based biosensors. *Biosensors and bioelectronics*, 26(12), 4637-4648.
- Lexequías, C., Urcia, B., Franco, B., Baltuano, O., & Patiño, G. (2021). Desarrollo de un espectrómetro de impedancia eléctrica portátil para análisis y caracterización del tejido sanguíneo. *Revista De Investigación De Física*, 24(1), 9-16.
- Pumera, M. (2011). Graphene in biosensing. *Materials today*, 14(7-8), 308-315.
- Velasco, J. G. (2012). *Espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS)*. España.