

# Implementación de un transistor MOSFET en sensor potenciométrico para la cuantificación de cloruros en sudor y su aplicación en la detección temprana de fibrosis quística

Badillo Vázquez Martín Josán<sup>1</sup>, Beristain Valadez Arrúan David<sup>2</sup>, Escalona Villalpando Ricardo Antonio<sup>2</sup>, Ledesma García Janet<sup>2</sup>, Arriaga Hurtado Luis Gerardo<sup>5</sup>, Durón Torres Sergio Migue<sup>3</sup>, Espinosa Lumbreras José Roberto<sup>\*4</sup>.

<sup>1</sup>Maestría Mecatrónica, Universidad Politécnica de Zacatecas. Fresnillo, Zacatecas, México, <sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro. Santiago de Querétaro, Querétaro, México, <sup>3</sup>Unidad Académica de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, Zacatecas, México, <sup>4</sup>Unidad Académica de Ingeniería I, Ingeniería Mecánica, Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, Zacatecas, México, <sup>5</sup>Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. Querétaro, Querétaro, México.

## Resumen

Sensor portátil potenciométrico de estado sólido aplicado a la detección de Fibrosis Quística (FQ), el sensor está constituido por un electrodo de iones selectivo (ISE) basado  $\text{FeCl}_3$  con electrodo de referencia  $\text{Ag/AgCl}$ , puede analizar concentraciones de 0 a 160 mM. Los datos de la concentración de iones de cloruro son amplificados por un transistor MOSFET para ser procesados y transmitidos por un microcontrolador con la capacidad de sincronizarse vía WI-FI a un teléfono inteligente, donde es posible visualizar las concentraciones de iones de cloruro en tiempo real.

## Introducción

La FQ es una enfermedad causada por mutaciones en el gen CFTR alterando la regulación de cloruros de sodio al organismo humano afectando principalmente el sistemas respiratorio y digestivo [1]. La FQ se presenta con mayor frecuencia en población de procedencia caustica [2]. En México, cada año se presentan 350 nuevos casos [3]. Con los recursos e infraestructura actuales, solamente el 15% de ellos son diagnosticados, y el resto fallece antes de cumplir los 4 años de edad en promedio [4]. Por ello es de vital importancia contar con dispositivos portátiles que ayuden a la detección temprana de FQ.

## Objetivos

- Amplificación de la señal eléctrica del transductor electroquímico.
- Adquisición y tratamiento de la señal electrónica.
- Visualización de concentraciones de Cloruro en sudor.

## Método

Se implementa una arquitectura electrónica para la detección de FQ empleando un transistor MOSFET como amplificador de la señal eléctrica del transductor electroquímico de cloruros. Integra una tarjeta ESP32 para control, adquisición y procesamiento de datos para el sensor potenciométrico. Se desarrolló en una aplicación móvil para control del sensor y visualización de las concentraciones, la cual permite una comunicación vía Wi-Fi entre el sensor y la aplicación.

## Resultado

El diseño electrónico propuesto reporta amplificaciones de la señal eléctrica del transductor electroquímico en un rango de concentraciones de cloruros (0 mM a 160 mM). En la Fig. 1 muestra las señales eléctricas antes de amplificarla, adicionalmente en la Fig. 2 se muestran las señales eléctricas amplificadas, donde se obtuvo incrementos de potencial eléctrico a mínima concentración de 0.185V a 3.164V (0mM) y a máxima 0.072V a 0.719V (160mM) en las terminales Drenador y Surtidor del transistor ( $E_{DS}$ ) embebido al a la tarjeta electrónica mostrada en la Fig. 3.

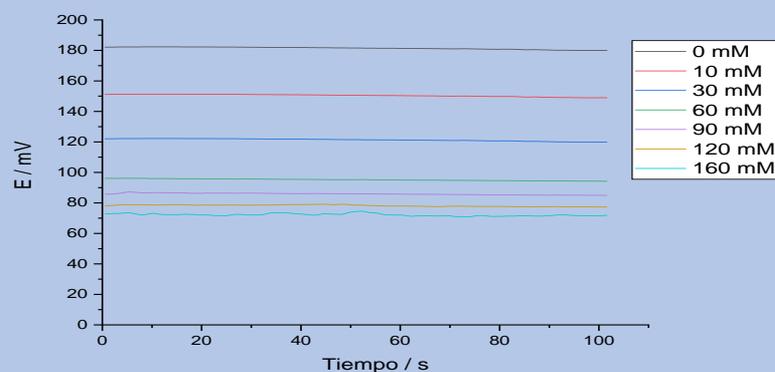


Fig 1. Señales eléctricas del transductor potencial eléctrico sin amplificar E

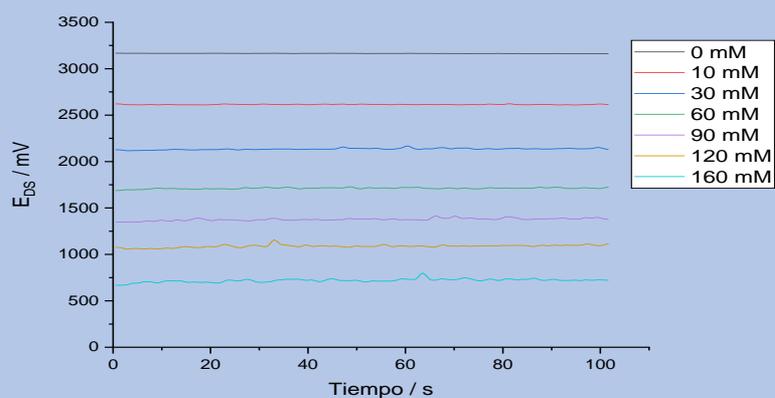


Fig 2. Señales eléctricas del transductor Potencial eléctrico amplificado con transistor MOSFET  $E_{DS}$

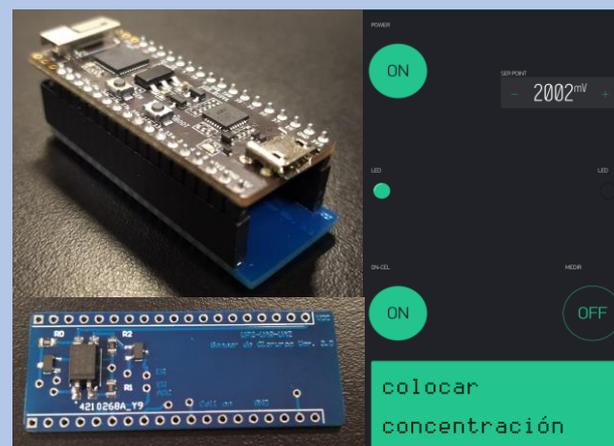


Fig 3. Sensor electrónico e interfaz grafica y de control.

## Conclusión

El aplicar el transistor MOSFET como amplificador de la señal eléctrica del transductor permitió obtener cambios porcentuales de 1,610.27% para la mínima concentración (0mM) y 898.61% a una máxima concentración de cloruros(160mM).

## Bibliografía

- [1] de Boeck, K. Cystic fibrosis in the year 2020: A disease with a new face (2020).
- [2] World Health Organisation, "The molecular genetic epidemiology of cystic fibrosis," (2004).
- [3] Secretaria de salud de México. El tamiz neonatal es una oportunidad para detectar FQ antes de que se presenten los síntomas (2016).
- [4] La asociación Mexicana de Fibrosis Quística. Sobre la enfermedad Fibrosis Quística (2017).