

# Dosificador para muestras de potencióstato

Ailin Prado Falla

Asesor: Johann F. Osma

Proyecto de investigación en ingeniería 1  
Ingeniería Biomédica

# Contexto

El laboratorio de Biomicrosystems de la Universidad de los Andes cuenta con un potencióstato que se maneja de forma remota, pero necesita manipulación manual para colocar las muestras de medición, lo que hace que su propiedad inalámbrica no sea aprovechada de forma óptima.

# Objetivo general



Automatizar el proceso de dosificación de muestras para medición en potencióstato mediante el diseño de un dispositivo que permita manipular varias muestras de forma programada.

# Objetivos específicos

## Objetivo 1

Analizar las alternativas tecnológicas y su eficiencia para el desarrollo de la solución

## Objetivo 2

Diseñar un sistema de dosificación automático acorde a los requerimientos técnicos de usabilidad del potencióstato.

## Objetivo 3

Probar y caracterizar el funcionamiento del dispositivo diseñado con diferentes sustancias de uso común en el laboratorio.



# Marco Teórico

# Voltamperometría cíclica

Es un método utilizado para determinar potenciales de oxidación y reducción de especies electroactivas por medio de la medición de la corriente resultante a un cambio de voltaje en un rango específico.

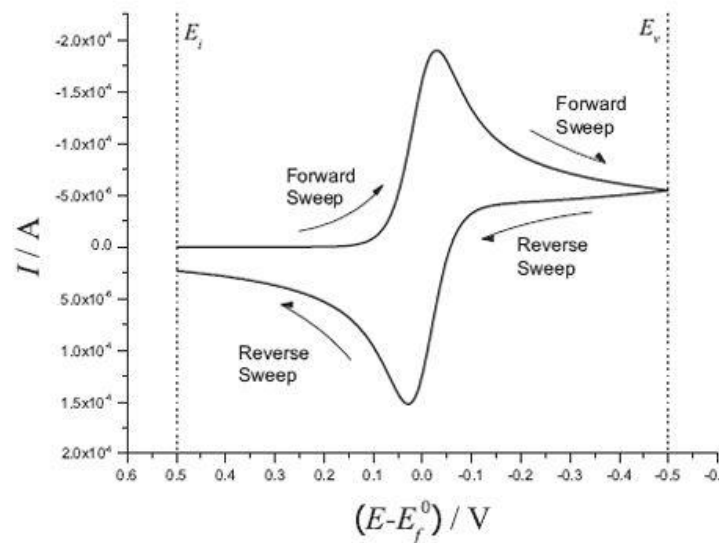


Figura1. Voltamperograma de voltametría cíclica [1].

# Sensor

Tres electrodos: Trabajo (WE), Referencia (RE) y Contador (CE). El voltaje se mantiene entre los electrodos WE y RE, y se mide la corriente que pasa entre WE y CE.

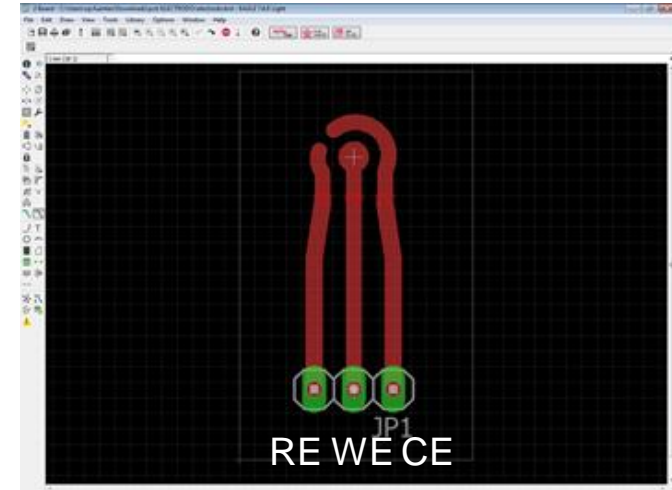


Figura 2. Diseño de sensor de tres electrodos [2].

# Potenciostatos

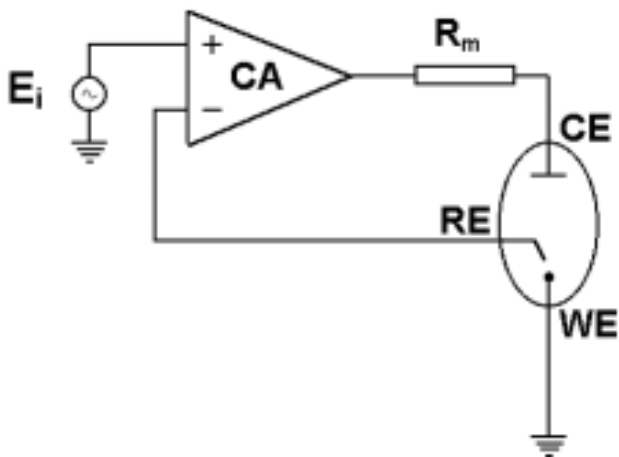


Figura 3. Potenciostato simple [1].

Un dispositivo electrónico diseñado para controlar el sistema de 3 electrodos. Evita que el electrodo RE se polarice para que se pueda controlar el potencial. Amplificador operacional con retroalimentación negativa.



# Diseño de PCB

## Sensor

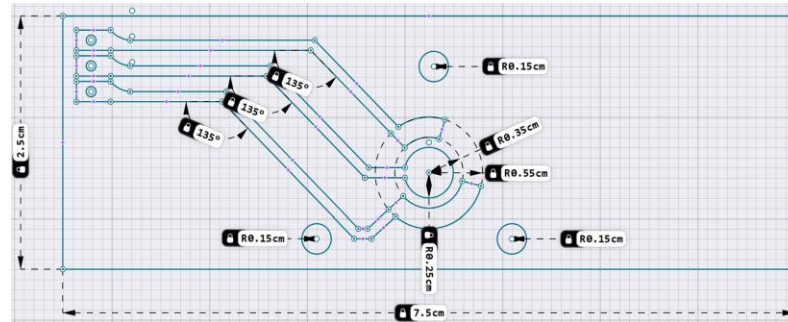


Figura 4. Diseño de la PCB en entorno de Shapr3D y entorno de Altium DESIGNER [3]. Se modificará ancho y alto para cubrir 8.5cmx3.5cm propuestos.

# Microfluídica

## ¿Qué es y cómo usarlo?

Canales de diámetros pequeños para manipular pequeñas cantidades de líquido, crear reacciones, separar fluidos, mezclarlos o detectarlos [4].

[4] A.-G. Niculescu, C. Chircov, A. C. Bîrcă y A. M. Grumezescu, "Fabrication and Applications of Microfluidic Devices: A Review", Int. J. Mol. Sci., vol. 22, n.º 4, p. 2011, febrero de 2021. Accedido el 7 de diciembre de 2023.  
[En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.3390/ijms22042011>

[5] H. Oliva, S. Reyes y D. Sotelo, DISEÑO DE MICROSISTEMA FLUÍDICO CON ACRILICO: Versión 1.0", Departamento Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad de los Andes, 2017.

# Bombas de jeringa

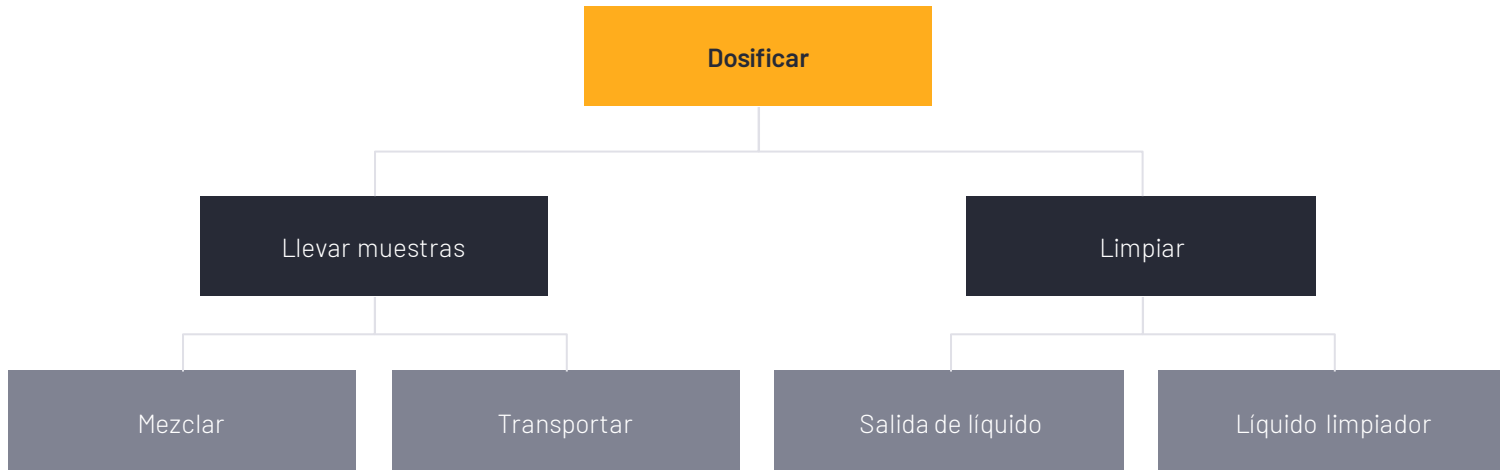
Se usan para el inyectar las sustancias en volúmenes pequeños para el sistema microfluídico. Permite control de la velocidad y mayor precisión.



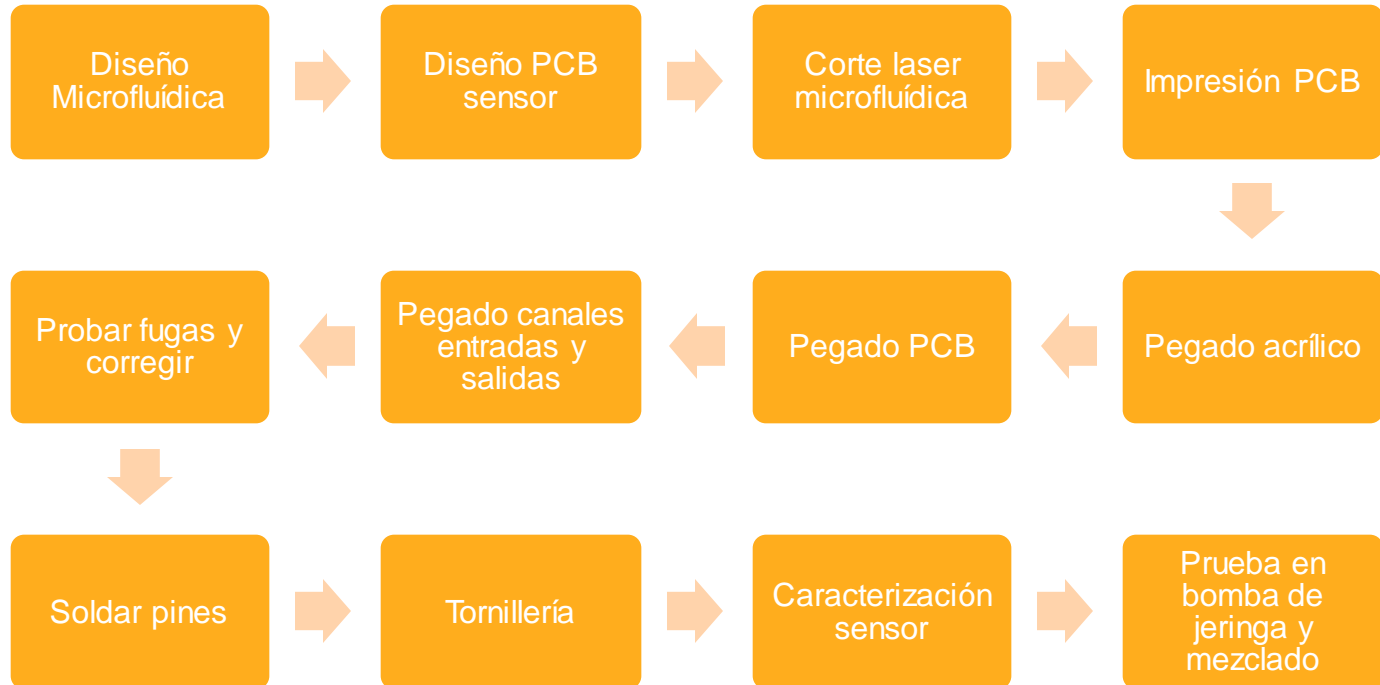
Figura5. Bomba de jeringa [6]

# Metodología

# Especificaciones del prototipo



# Procedimiento



# Diseño microfluídica

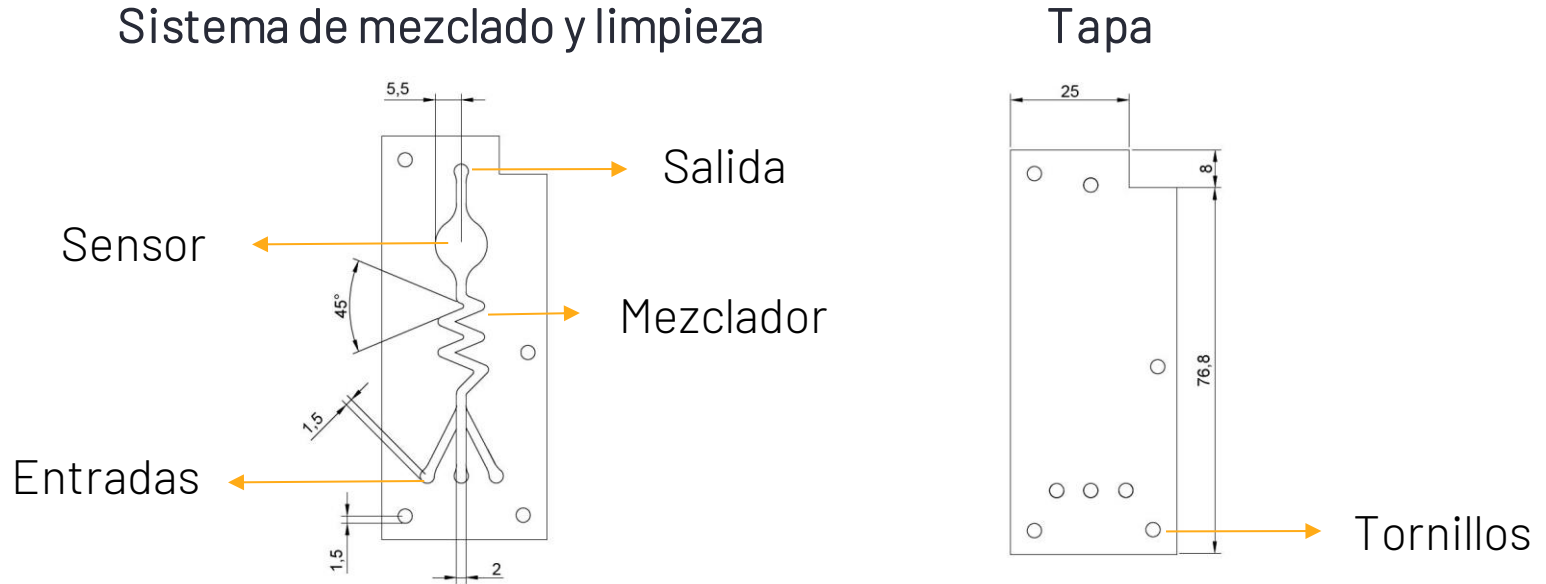


Figura 6. Diseño en Autocad para corte en acrílico de sistema de microfluídica.

# Proceso de diseño PCB sensor para Microfluídica de Muestras de Potenciostato (MMP)

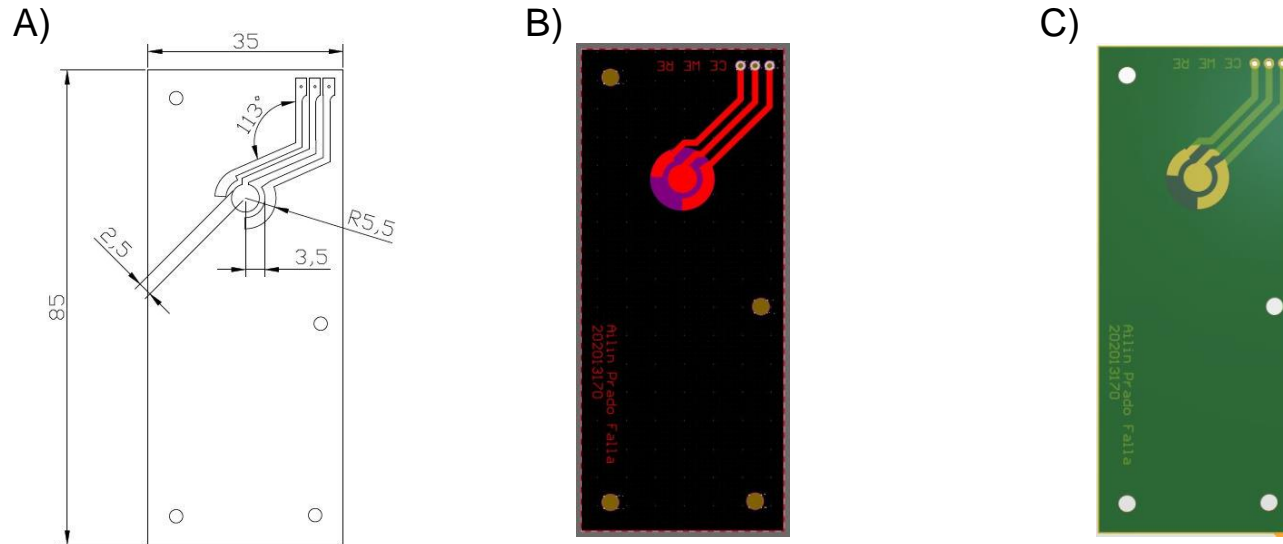


Figura 7. A) Diseño de la PCB sensor MMP en Autodesk AutoCAD. B) Diseño en Altium Design vista 2D. C) Diseño en Altium Design vista 3D.



# Modelado 3D

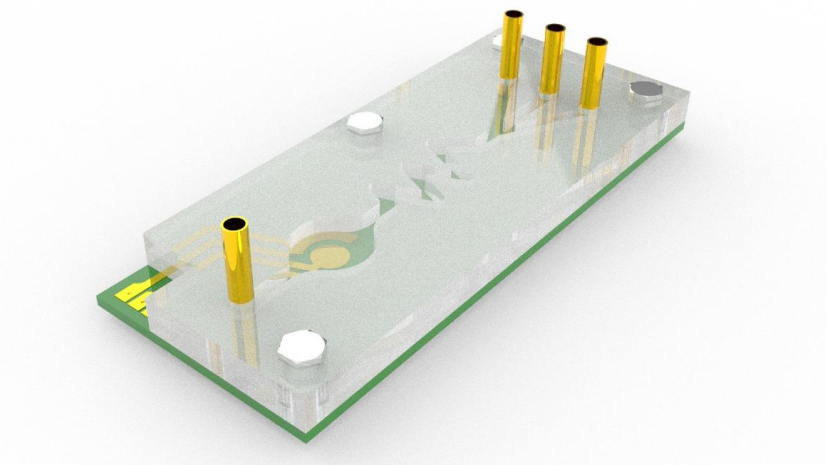
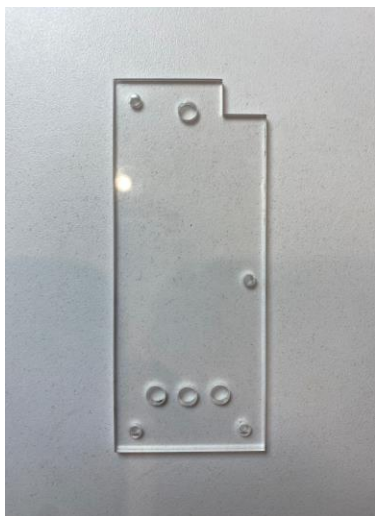


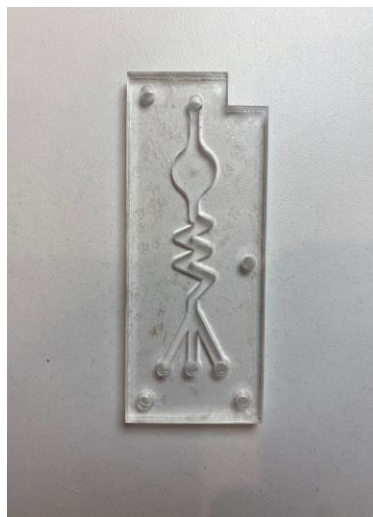
Figura8. Render del acople final en Rhinoceros 3D.

# Ensamble

Tapa



Sistema de mezclado y limpieza



PCB sensor

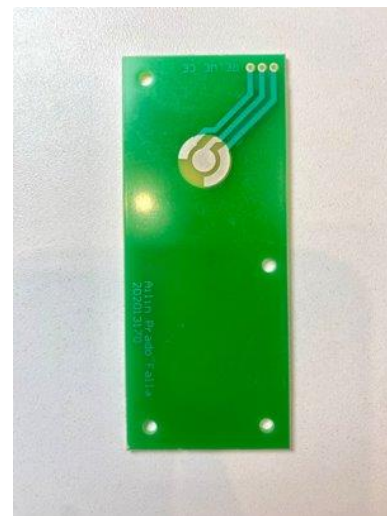


Figura 9. Partes del sistema.

# Ensamble



Figura 10. Pegado de acrílico con PCB.

# Prototipo final

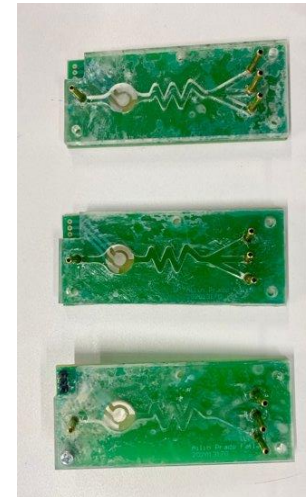
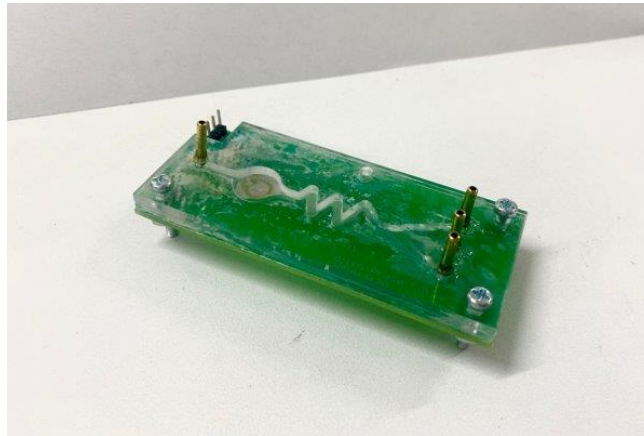
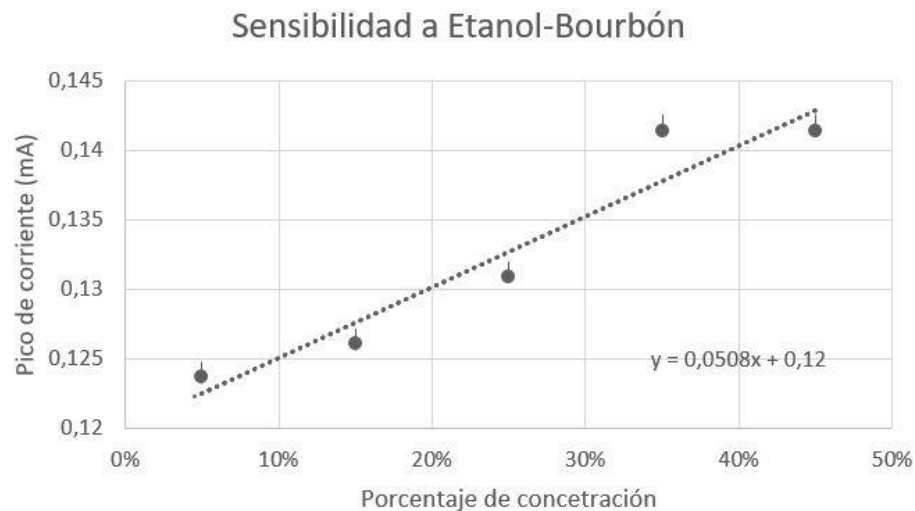


Figura 11. Prototipo final ensamblado.



# Resultados

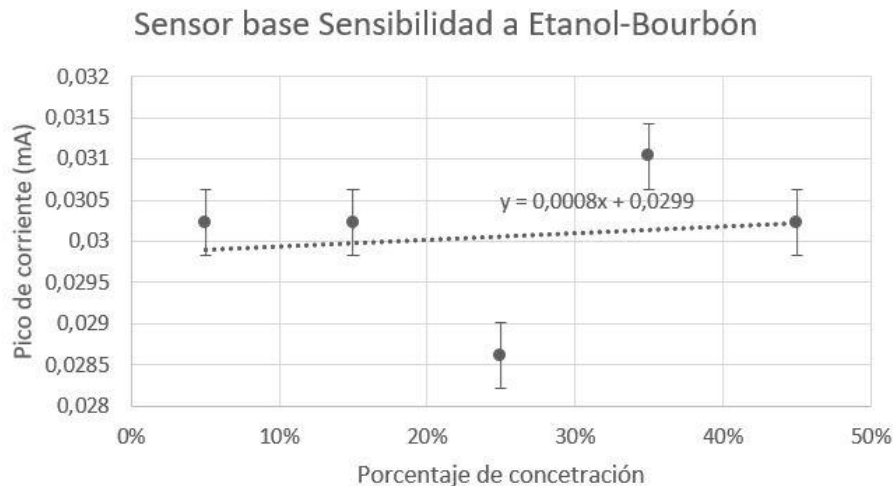
# Sensibilidad a Etanol-Bourbón



Sensibilidad MMP:  
0.0508 mA / %  
de concentración

Figura 12. Gráfica de sensibilidad Etanol-Bourbón.

# Sensibilidad a Etanol-Bourbón



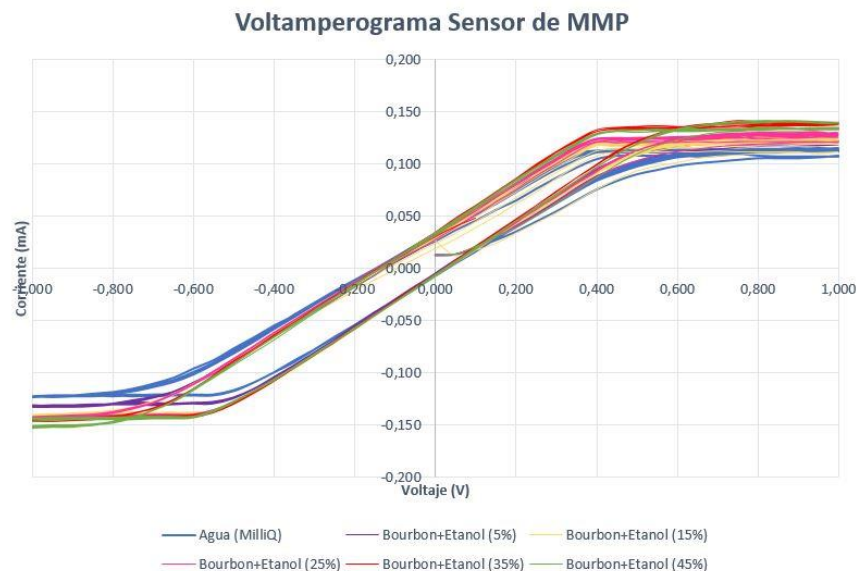
Sensibilidad MMP:  
0.0008 mA / %  
de concentración

Figura 13. Gráfica de sensibilidad Etanol-Bourbón del sensor base.

# Voltamperograma Etanol-Bourbón

Concentración Etanol-Bourbón	Pico Corriente (mA)	Voltaje oxidación(V)
5%	0,1237	0,7968
10%	0,1261	0,7469
15%	0,1309	0,9467
20%	0,1414	0,7469
25%	0,1414	0,8468

**Tabla 1.** Pco de corriente y voltaje de oxidación de sensor MMP para Etanol-Bourbón



**Figura 12.** Voltamperograma sensor de MMP



# Voltamperograma Etanol-Bourbón

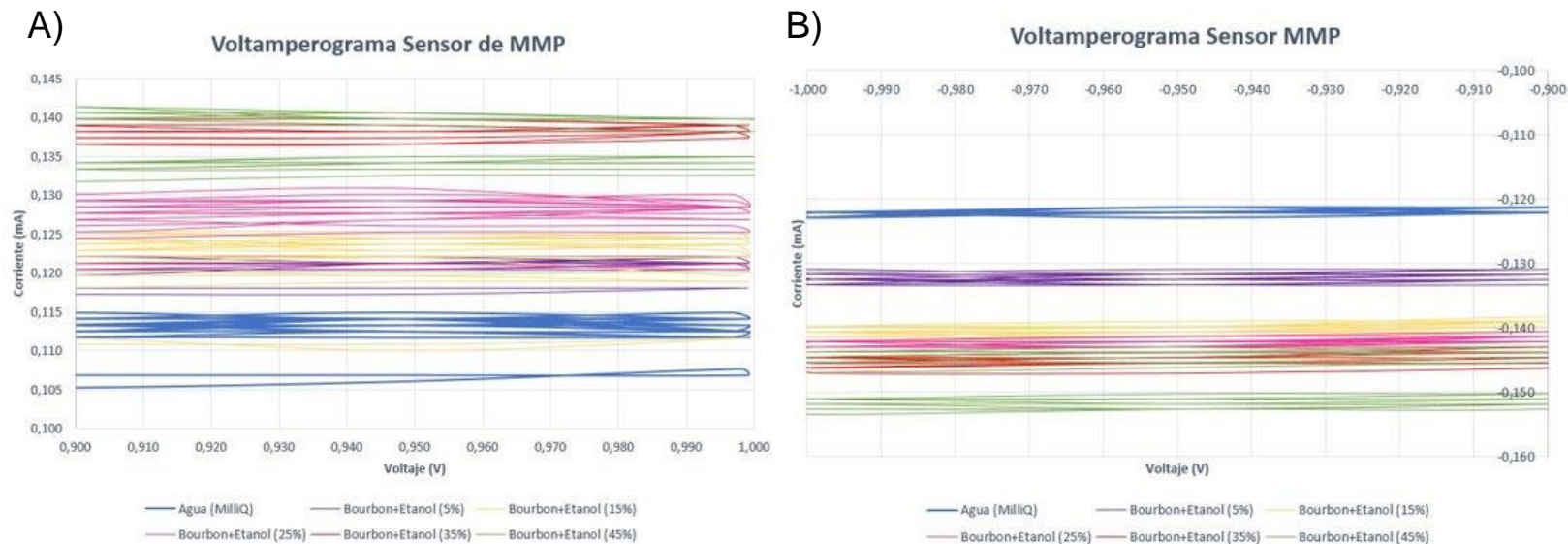


Figura 13. A) Voltamperograma Oxidación. B) Voltamperograma Reducción

# Comparación con Sensor laboratorio

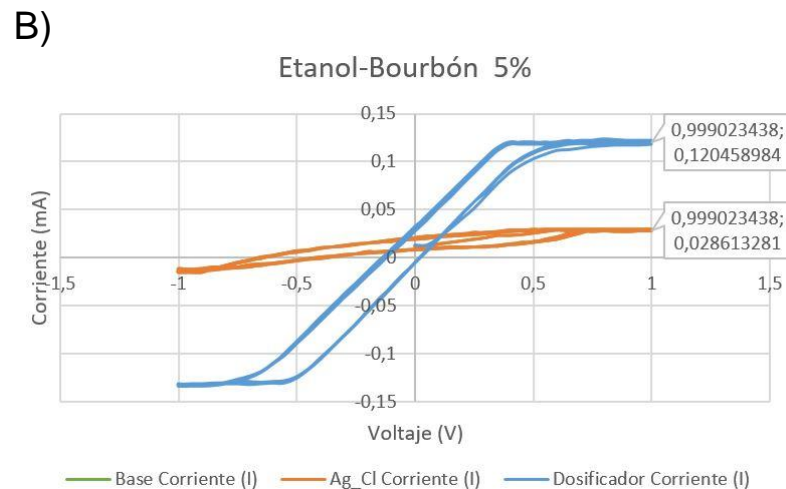
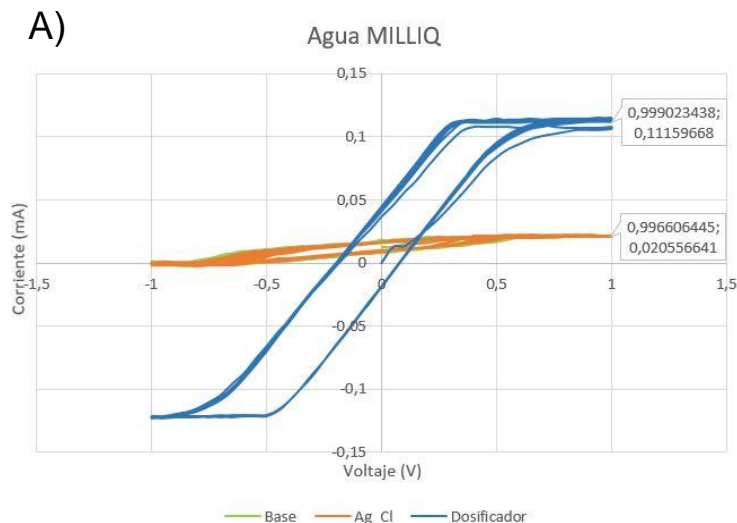
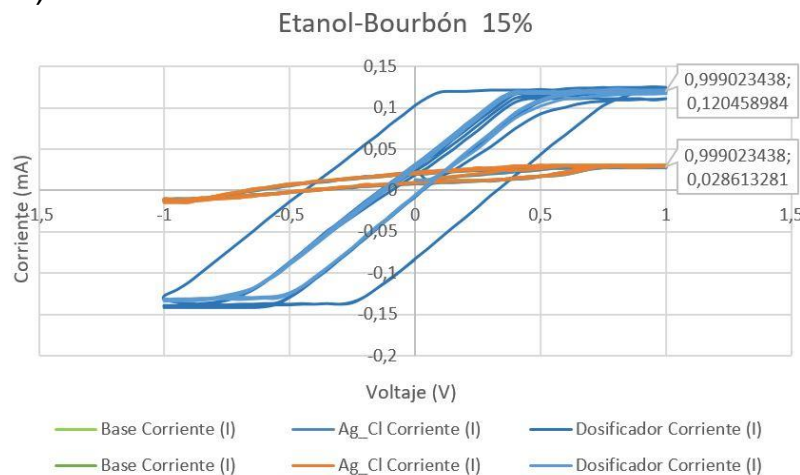


Figura 14. A) Voltamperograma Agua MILLIQ. B) Voltamperograma Etanol-Bourbón 5%

# Comparación con Sensor laboratorio

A)



B)

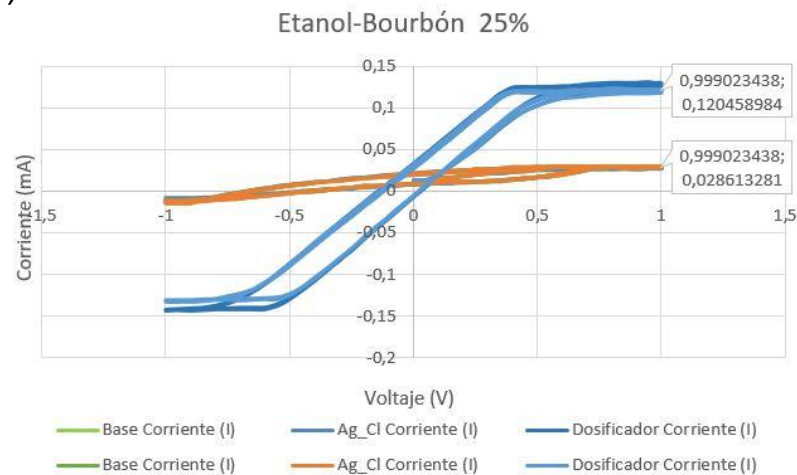


Figura 15. A) Voltamperograma Etanol-Bourbón 15%. B) Voltamperograma Etanol-Bourbón 25%

# Comparación con Sensor laboratorio

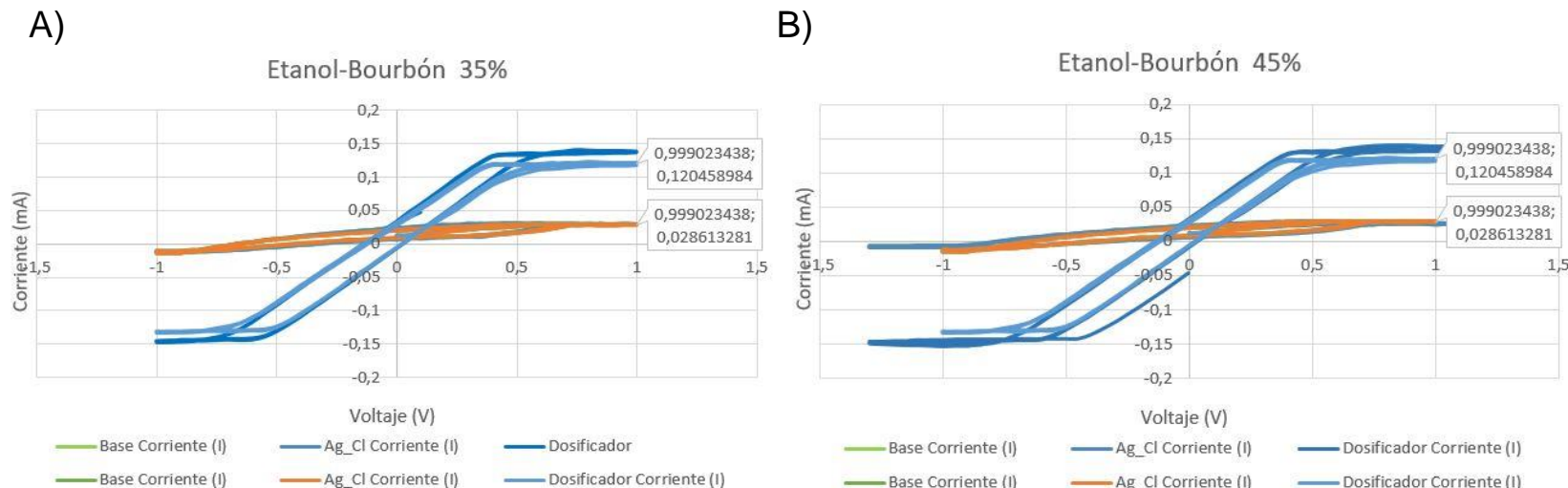


Figura 16. A) Voltamperograma Etanol-Bourbón 35%. B) Voltamperograma Etanol-Bourbón 45%

# Funcionamiento

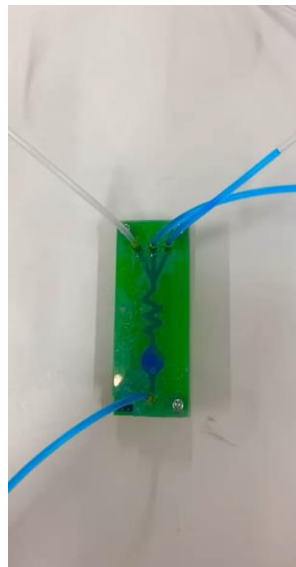
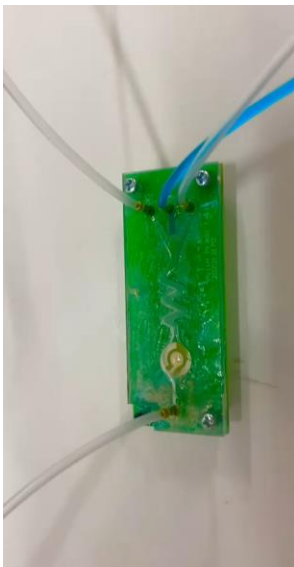


Figura 17. Pruebas de fugas y mezclador

# Funcionamiento

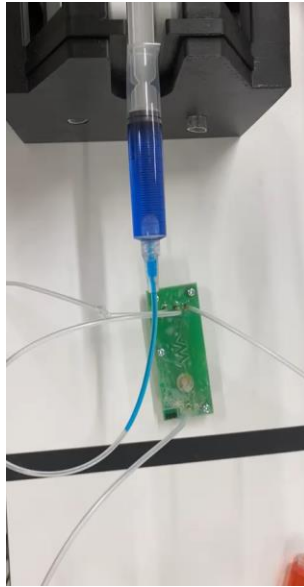


Figura 18. Pruebas con Bomba de Jeringa

# Conclusiones

# Conclusiones

Sensibilidad: 0.0508 mA / %.  
Mejor por 0.05 mA / % (concentración)

Uso de metacrilato no es adecuado para el antisolder.

Las medidas fueron adecuadas para el mezclador y el sensor.

Diferencia de 0.9 mA entre sensor estándar y el sensor MMP para todas las sustancias probadas.

Se debe rediseñar el sensor y continuar con el proceso de volver el sistema un dispositivo de uso remoto.



# Agradecimientos

- Laura Sotelo y Juan Corredor

# Referencias

- [1] Y. K. González Rodríguez, "Implementación de un prototipo para la realización de la técnica devoltametría cíclica para aplicaciones biológicas o ambientales", tesis de grado., Inst. Tecnol. Costa Rica Esc. Ing. Electron., Cartago, 2018.
- [2] O. Fuentes, "DESIGN AND FABRICATION OF ELECTRODES FORELECTROCHEMICAL MEASUREMENT: Versión 1.0", Departamento Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad de los Andes, 2018.
- [3] J. Arias, "Diseño e implementación de un sensor electroquímico, basado en un sistema microfluídico, para determinación de concentración de acetaminofén en agua." Tesis de pregrado, Universidad de los Andes, 2023.
- [4] A.-G. Niculescu, C. Chircov, A. C. Bîrcă y A. M. Grumezescu, "Fabrication and Applications of Microfluidic Devices: A Review", Int. J. Mol. Sci., vol. 22, n.º 4, p. 2011, febrero de 2021. Accedido el 7 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.3390/ijms22042011>
- [5] H. Oliva, S. Reyes y D. Sotelo, DISEÑO DE MICROSISTEMA FLUÍDICO CON ACRILICO: Versión 1.0", Departamento Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad de los Andes, 2017.
- [6]: CareFusion, "Bomba de Jeringa", 2019. [En línea]. Disponible en: <http://www.carefusion.es>, 22 de febrero del 2019
- [7] K. Chica, ed al., "Diseño y construcción de un prototipo de potenciostato portátil que permita medir el nivel de oxidación del hierro." Tesis de pregrado, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, 2022.



# Thanks!

**Any questions?**