

Informe de Progreso Anual

Sistema Electrónico Portátil de Medición de Salinidad y Conductividad



Versión Agosto 2025 | Paulina Juich

Contacto: paulinajuich4@gmail.com

1. Introducción

El **Proyecto Hugo** es un sistema embebido, portátil y de bajo costo, orientado a la medición precisa de salinidad y conductividad en líquidos, integrando además sensores de temperatura y pH para realizar compensaciones físicas y químicas.

Está dirigido a la educación, prototipado y monitoreo experimental, permitiendo la visualización en tiempo real de todos los parámetros relevantes mediante pantalla LCD 16x2 I2C u OLED SSD1306 I2C.

Nota: Todo el desarrollo, documentación y validación fue realizado por Paulina Juich durante el año 2025, garantizando un enfoque educativo y abierto.

2. Hitos y Cronología

- Julio 2025:** Inicio del diseño conceptual y recopilación de requisitos.
- Agosto 2025:** Implementación del primer prototipo en protoboard. Simulación inicial en Wokwi y Tinkercad.
- Septiembre 2025:** Integración de sensores analógicos de conductividad, temperatura (LM35) y pH.
- Octubre 2025:** Desarrollo de la lógica de compensación térmica y química. Selección de modelos matemáticos para salinidad (lineal, cuadrático y cúbico).
- Noviembre 2025:** Soporte dual de pantallas LCD 16x2 I2C y OLED SSD1306 I2C. Gestión robusta del pulsador y antirrebote software.
- Diciembre 2025:** Validación en simuladores, documentación final y preparación para hardware real.

3. Avances Técnicos

| Componente | Función |
|--|---|
| Arduino UNO/Nano | Microcontrolador principal |
| Sensor de conductividad (analógico) | Lectura de conductividad eléctrica (A0) |
| Sensor de temperatura LM35 | Medición de temperatura (A1) |
| Sensor de pH (analógico) | Lectura de pH estimado (A2) |
| Pantalla LCD 16x2 I2C Pantalla OLED SSD1306 I2C | Visualización digital de todos los parámetros |
| Pulsador físico | Altera entre medición y pausa (D2) |

Parámetros Medidos y Procesados

- Conductividad eléctrica** (mS/cm), con compensación térmica y química
- Temperatura** ($^{\circ}\text{C}$), obtenida del sensor LM35
- pH** estimado, con factor correctivo para la conductividad
- Salinidad estimada** (g/L), calculada con modelos matemáticos seleccionables

Características del Sistema

- Medición periódica y no bloqueante (intervalo configurable)
- Visualización en tiempo real en pantalla LCD/OLED
- Envío de datos completos por puerto serie para monitoreo externo
- Gestión robusta de estados: **MIDIENDO** y **PAUSADO**
- Modularidad y posibilidad de calibraciones futuras

4. Simulación y Verificación

El sistema fue validado en simuladores **Wokwi** y **Tinkercad** usando potenciómetros para simular los sensores. Se verificó la lectura analógica, compensaciones, visualización extendida y gestión del botón.

- **Pantalla LCD/OLED:**

C:24.5 T:26

S:5.6 pH:7.2

- **Pantalla LCD (clásica):**

V:0.7 C:7.0

S:3.5g/L ADC:143

- **Monitor serie:**

ADC Conductividad: 143 Voltaje: 0.70 V

Conductividad: 7.00 mS/cm

Temperatura: 26.0 °C

pH: 7.2

Conductividad Compensada: 24.5 mS/cm

Salinidad: 5.60 g/L

Se comprobó la estabilidad del sistema, la flexibilidad de calibración y la capacidad de ampliación a hardware real.

5. Mejoras e Innovaciones

- Soporte dual de pantallas LCD 16x2 I2C y OLED SSD1306 I2C
- Gestión robusta del botón con antirrebote software
- Modelos matemáticos seleccionables para la estimación de salinidad (lineal, cuadrático, cúbico)
- Compensación física (temperatura) y química (pH) implementadas
- Estructura modular del código: fácil integración de sensores reales y nuevas fórmulas
- Preparado para ampliaciones: alertas visuales (LED), sonoras (buzzer), exportación inalámbrica de datos

6. Uso y Alcance

El dispositivo está pensado para laboratorios escolares/universitarios, monitoreo doméstico, docencia y experimentación en electrónica, química o biología. **No es un equipo clínico**, pero es ideal para prácticas educativas y prototipado.

- Permite mediciones confiables en simuladores y protoboard
- Base sólida para migrar a hardware real y futuras aplicaciones profesionales
- Licencia educativa y abierta, con atribución

7. Perspectivas y Mejoras Futuras

- Calibración de coeficientes con datos reales de laboratorio
- Construcción del hardware físico definitivo
- Integración de alertas visuales y sonoras
- Exportación de datos por WiFi o Bluetooth
- Incorporación de nuevas fórmulas validadas profesionalmente

- Ampliación a nuevas magnitudes y sensores

8. Licencia y Reconocimientos

Licencia: Uso personal, educativo o académico permitido con atribución. Prohibido uso comercial, modificación o integración sin autorización/licencia expresa.

Contacto para licencias: paulinajuich4@gmail.com

Registro de autoría: Expediente DNDA: EX-2025-78014687

Derechos de autor: © 2025 Paulina Juich. Todos los derechos reservados.

9. Agradecimientos

Gracias a todas las personas que apoyan la educación abierta, la ciencia y la democratización del acceso a la tecnología.

Este proyecto fue creado con dedicación y amor, con la esperanza de inspirar a futuras generaciones. 

Paulina Juich
Diciembre 2025