

Proyecto Hugo – Sistema Electrónico Portátil de Medición de Salinidad y Conductividad

Arduino UNO/Nano

OLED SSD1306

LCD 16x2 I2C

Sensor Conductividad

Sensor Temperatura LM35

Sensor pH

Educativo

Versión Agosto 2025

Introducción

El **Proyecto Hugo** es un sistema embebido, portátil, económico y de bajo consumo, desarrollado para la medición sencilla y precisa de **salinidad y conductividad eléctrica en soluciones líquidas**. Integra sensores de **temperatura** y **pH** para realizar compensaciones físicas y químicas sobre las mediciones, acercándose a la lógica de instrumentación profesional.

El dispositivo está pensado para fines educativos, experimentales y de prototipado. Permite **visualización digital en tiempo real** mediante pantalla **OLED SSD1306 (I2C)** o **LCD 16x2 I2C**. Además de mostrar voltaje y conductividad, calcula y muestra la **salinidad estimada (g/L)** a partir de diferentes modelos matemáticos (lineal, cuadrático o cúbico), configurable por código y preparado para futuras calibraciones profesionales.

Arquitectura y Funciones del Sistema

- Módulo sensor:**
 - Sensor de conductividad** (electrodos sumergibles o potenciómetro para simulación) en A0.
 - Sensor de temperatura LM35** en A1.
 - Sensor de pH** (módulo analógico o potenciómetro) en A2.
- Módulo de procesamiento:**
 - Microcontrolador AVR (Arduino UNO/Nano, ATmega328P).
 - Adquisición de datos analógicos, conversión, compensación física y química, lógica de control.
 - Selección de modelo matemático para conversión de conductividad a salinidad y ajuste de coeficientes por código.
- Módulo de visualización:**
 - Pantalla gráfica **OLED SSD1306 (I2C)** o **LCD 16x2 I2C**.
 - Muestra en tiempo real: conductividad compensada, temperatura, pH, salinidad estimada, estado del sistema.
- Interfaz de usuario:** Pulsador físico (D2, `INPUT_PULLUP`) alterna entre medición activa y pausa, con **antirrebote por software**.
- Comunicación serial:** Envía todos los datos (ADC crudo, voltaje, conductividad, temperatura, pH, salinidad) por puerto serie para monitoreo o registro externo.

Flujo de Datos y Procesamiento

- Adquisición de señales analógicas:**
 - Conductividad: A0
 - Temperatura (LM35): A1
 - pH: A2
- Conversión de ADC a magnitudes físicas:**
 - ADC (0–1023) → Voltaje (0–5 V): `v = lectura_ADC * 5.0 / 1023`
 - Temperatura (LM35): `Temp (°C) = Vout (V) × 100`
 - pH: Escalado según la señal del sensor (o potenciómetro para simulación)
- Estimación de conductividad (mS/cm):**
 - Usa parámetro calibrable `maxConductividad` (típicamente 50 mS/cm).
 - `conductividad = ADC / 1023 × maxConductividad`
- Compensación física y química:**
 - Compensación térmica: `condComp = conductividad / (1 + α × (Temp - 25))`
 - Corrección por pH: `condFinal = condComp × exp(k_pH × |pH - 7.0|)`
- Cálculo de salinidad estimada (g/L):**
 - Modelo lineal: `salinidad = a1 × conductividad + b1`
 - Modelo cuadrático: `salinidad = a2 × conductividad² + b2 × conductividad + c2`
 - Modelo cúbico: `salinidad = a3 × conductividad³ + b3 × conductividad² + c3 × conductividad + d3`
 - Selección de modelo y coeficientes por variable en el código.
- Visualización y comunicación:**
 - En pantalla:** Conductividad compensada, temperatura, pH, salinidad estimada, estado del sistema.
 - Por serie:** Todos los valores, incluyendo ADC crudo y voltaje.
- Gestión del estado operativo:** Pulsador alterna entre **medición activa** y **pausa** (stop de actualización), con mensajes claros en pantalla.
- Modularidad:** Permite incorporar sensores reales o simulados, ajustar coeficientes y fórmulas en el código para nuevas calibraciones o aplicaciones.

Compatibilidad y Conexiones

- Pantallas:**
 - OLED SSD1306: 3.3 V o 5 V (verificar módulo).
 - LCD 16x2 I2C: 5 V.
 - Ambas usan I2C: SDA (A4), SCL (A5) en Arduino UNO/Nano.
- Dirección I2C:** OLED: 0x3C; LCD: 0x27 o 0x3F.
- Alimentación:** Fuente estable de 5 V recomendada.
- Nivel lógico:** Si OLED es 3.3 V y Arduino 5 V, usar conversor de nivel lógico en I2C.
- Conexiones principales:**
 - Sensor de conductividad → A0
 - Sensor de temperatura (LM35) → A1
 - Sensor de pH → A2
 - Pulsador → D2 y GND (pull-up interno)
 - Pantalla OLED/LCD → SDA (A4), SCL (A5), VCC (5 V), GND

Componentes Principales

Componente	Cantidad
Arduino UNO / Nano / compatible	1
Sensor de conductividad (analógico) o potenciómetro	1
Sensor de temperatura LM35	1
Sensor de pH (analógico) o potenciómetro	1
Pantalla OLED SSD1306 (I2C) o LCD 16x2 I2C	1
Pulsador	1
Protoboard o placa perforada	1
Cables dupont	Varios

Visualización y Ejemplo en Pantalla

C:24.5 T:26
S:5.6 pH:7.2
C: Conductividad (mS/cm) | T: Temperatura (°C) | S: Salinidad (g/L) | pH: valor estimado

La pantalla se actualiza periódicamente (intervalo configurable), mostrando los datos y cambiando el mensaje cuando el sistema está en pausa.

Alcance y Uso Previsto

Sistema educativo, experimental y accesible para medir conductividad y estimar salinidad en líquidos, con visualización en tiempo real. Ideal para:

- Laboratorios escolares y universitarios
- Monitoreo doméstico de agua, orina o sudor
- Docencia, experimentación y prototipado en electrónica
- Investigación básica en química, biología y salud
- Desarrollo de dispositivos electrónicos portátiles personalizables

Importante: Este dispositivo no reemplaza equipos clínicos ni análisis profesionales. Es un medidor educativo y experimental.

Estado de Desarrollo y Ventajas

- Diseño, documentación y validación en protoboard.**
- Código funcional** y esquemas eléctricos listos para producción artesanal o PCB.
- Simulación validada** en plataformas como Wokwi y Tinkercad con potenciómetro y LCD/OLED.
- Código Arduino probado y documentado** para ambas pantallas, con:
 - Lectura analógica de tres sensores (conductividad, temperatura, pH).
 - Procesamiento físico-químico y compensaciones.
 - Estimación de salinidad con modelo configurable.
 - Visualización de todos los parámetros en pantalla.
 - Gestión robusta del botón para alternar medición/pausa.
 - `maxConductividad` calibrable desde el código.
 - Bloques de código listos para fórmulas clínicas reales en futuras calibraciones.
- Preparado para ampliaciones:** integración de sensores adicionales, alertas LED, nuevos modelos matemáticos.

Licencia y Derechos de Autor

© 2025 Paulina Juich. Todos los derechos reservados. Este diseño, documentación y código están protegidos por la legislación vigente de propiedad intelectual (Ley 11.723 Argentina).

- Uso personal, académico o educativo sin fines de lucro permitido con atribución.
- Uso comercial, distribución, modificación o integración en productos: requiere licencia paga o autorización expresa.
- Para consultas sobre licencias, contactar a: paulinajuich4@gmail.com

Información de la Autora

- Nombre:** Paulina Juich
- Nacionalidad:** Argentina
- Rol:** Técnica Analista Universitaria en Sistemas, autora y desarrolladora del diseño técnico, lógico y funcional.
- Fecha de creación:** Julio–Diciembre 2025
- Contacto:** paulinajuich4@gmail.com

Nota Final

Este sistema es un prototipo funcional, creado con dedicación y amor, preparado para aportar a la educación, la ciencia y la salud desde una perspectiva accesible y abierta.
Gracias por tu interés en el Proyecto Hugo!

Este dispositivo no solo mide, también ama y cuida💖