

Sistema electrónico portátil para medición de salinidad y conductividad

Compatible con pantalla OLED SSD1306 o LCD 16x2 I2C.

Introducción

Este documento describe un sistema embebido de propósito específico diseñado para la **medición portátil, sencilla y precisa de salinidad y conductividad eléctrica en soluciones líquidas**. El sistema se ha desarrollado con un enfoque modular, económico y de bajo consumo, utilizando componentes electrónicos de disponibilidad estándar y lógica de control programable.

El dispositivo permite la visualización digital en tiempo real mediante dos opciones de pantalla: **OLED SSD1306 (128×64 px)** o **LCD 16x2 con interfaz I2C**, según preferencia o disponibilidad. Ahora, además de mostrar el voltaje y la conductividad estimada, también calcula y muestra la **salinidad estimada** (g/L), configurable según diferentes fórmulas matemáticas (lineal, cuadrática o cúbica) para adaptarse a distintas necesidades de calibración y contextos de uso.

Descripción funcional

- **Módulo sensor:** electrodos metálicos sumergibles conectados a una entrada analógica, que generan una señal proporcional a la conductividad de la solución. En prototipos y simulaciones se utiliza un potenciómetro para emular la señal analógica.
 - **Módulo de procesamiento:** microcontrolador AVR (Arduino UNO o Nano, ATmega328P) responsable de la adquisición de datos, procesamiento numérico y control lógico del sistema. Permite seleccionar el tipo de fórmula de conversión de conductividad a salinidad (lineal, cuadrática, cúbica) y ajustar coeficientes fácilmente en el código.
 - **Módulo de visualización:**
 - Pantalla gráfica OLED SSD1306 conectada por bus I2C, o
 - Pantalla LCD 16x2 con interfaz I2C. Ambos dispositivos muestran los datos procesados en tiempo real.
 - **Interfaz de usuario:** pulsador físico conectado a una entrada digital (pin D2 con INPUT_PULLUP), que permite alternar entre estados operativos (medición activa o pausa) del sistema con gestión de antirrebote.
 - **Comunicación serial:** los valores de voltaje, conductividad, salinidad y ADC se envían también por puerto serie, facilitando el monitoreo y registro externo.
-

Detalle técnico

1. **Adquisición del valor analógico de entrada** (ADC, rango 0–1023).
 2. **Conversión a tensión en voltios** mediante factor de escala (5 V / 1023).
 3. **Estimación de conductividad** (en mS/cm) empleando un parámetro calibrable `maxConductividad` (por defecto 50 mS/cm), para facilitar la calibración posterior.
 4. **Cálculo de salinidad estimada** (g/L) aplicando una fórmula configurable:
 - Fórmula lineal: `salinidad = a1 * conductividad + b1`
 - Fórmula cuadrática: `salinidad = a2 * conductividad2 + b2 * conductividad + c2`
 - Fórmula cúbica: `salinidad = a3 * conductividad3 + b3 * conductividad2 + c3 * conductividad + d3`La selección de la fórmula activa y los coeficientes se realiza fácilmente modificando variables en el código.
 5. **Visualización de los valores** en pantalla (OLED o LCD) junto con mensajes de estado y valor ADC.
 6. **Gestión del estado operativo** (activo o en pausa) mediante detección de flanco en el pulsador, con lógica de antirrebote implementada para evitar lecturas erróneas.
 7. **Envío de datos por puerto serie** para monitoreo o registro externo.
-

Compatibilidad y aspectos de hardware

- **Pantallas:**
 - OLED SSD1306 funciona habitualmente a 3.3 V o 5 V (verificar especificación del módulo).
 - LCD 16x2 I2C funciona típicamente a 5 V.
 - Ambas utilizan bus I2C con líneas SDA y SCL conectadas a pines A4 y A5 en Arduino UNO/Nano.
 - **Dirección I2C:**
 - OLED: usualmente 0x3C.
 - LCD 16x2 I2C: comúnmente 0x27 o 0x3F.
 - **Alimentación:** fuente estable de 5 V recomendada para evitar fluctuaciones en las lecturas.
 - **Nivel lógico:** si se usa pantalla OLED a 3.3 V y microcontrolador a 5 V, se recomienda emplear un convertidor de nivel lógico para las líneas I2C.
 - **Conexiones principales:**
 - Sensor → Pin analógico A0
 - Pulsador → Pin digital D2 y GND (con resistencia pull-up interna)
 - Pantalla OLED/LCD → SDA (A4), SCL (A5), VCC (5 V), GND
-

Alcance y uso previsto

Este sistema está pensado como una herramienta educativa, accesible y económica para **medir conductividad y estimar salinidad en líquidos con visualización en tiempo real**, ideal para:

- Laboratorios escolares y universitarios
- Uso doméstico para monitoreo básico de agua, orina o sudor
- Prácticas de docencia, experimentación y prototipado en electrónica
- Proyectos de investigación básica en química, salud y tecnología
- Desarrollo de dispositivos electrónicos portátiles personalizables

Importante:

No está diseñado para reemplazar equipos clínicos ni análisis profesionales, es solo un medidor.

Estado de desarrollo

- Diseño, documentación y validación en entorno de prototipado sobre protoboard.
 - Código funcional, esquema eléctrico, imagen del circuito y archivo de configuración listos para producción artesanal o fabricación en PCB.
 - Simulación funcional validada en plataformas como Wokwi y Tinkercad con potenciómetro y LCD.
 - Código Arduino probado y documentado para ambas pantallas OLED y LCD, incluyendo:
 - Lectura analógica y cálculo de voltaje y conductividad.
 - Estimación de salinidad con selección de fórmula configurable.
 - Visualización de parámetros en pantalla LCD 16x2 I2C o OLED SSD1306.
 - Gestión de botón con antirrebote para alternar entre medición activa y pausa.
 - Parámetro calibrable `maxConductividad` para ajustar la escala de lectura.
 - Bloque preparado para incorporar fórmulas profesionales, calibraciones, con datos reales de laboratorio.
 - Diagrama técnico profesional disponible.
-

Información del autor

Nombre: Paulina Juich

Nacionalidad: Argentina

Rol: Analista de Sistemas, autora y desarrolladora del diseño técnico, lógico y

funcional.

Fecha de creación: Julio–Agosto 2025

Licencia y derechos

© 2025 Paulina Juich. Todos los derechos reservados.

- Este diseño, documentación y código están protegidos por la legislación vigente de propiedad intelectual.
- Uso personal, académico o educativo sin fines de lucro está permitido con atribución.
- Cualquier uso comercial, distribución, modificación o integración en productos requiere licencia paga o autorización expresa.
- Para consultas sobre licencias, contactar a: **paulinajuich4@gmail.com**