

Documentación técnica: Cálculo de salinidad a partir de la conductividad

1. Introducción

La salinidad de una solución es un parámetro físico-químico fundamental en aplicaciones ambientales, biológicas, médicas e industriales. Si bien existen sensores comerciales que la miden directamente, en muchos contextos educativos, de prototipado o bajo costo, es común **estimar la salinidad a partir de la conductividad eléctrica** del líquido, ya que la relación entre ambos parámetros es conocida y puede modelarse matemáticamente.

2. Fundamento

- **Conductividad eléctrica (C):** mide la capacidad de una solución para conducir corriente, expresada en miliSiemens por centímetro (mS/cm).
- **Salinidad (S):** cantidad de sales disueltas en una solución, comúnmente en gramos por litro (g/L) o partes por mil (ppt).

Relación:

La salinidad y la conductividad se relacionan de manera empírica. Dicha relación varía según el tipo de sales, temperatura y composición del líquido. Para soluciones acuosas simples (por ejemplo, agua con cloruro de sodio), se pueden emplear distintas fórmulas de ajuste (lineal, cuadrática, cúbica) que aproximan la salinidad en función de la conductividad medida.

3. Fórmulas implementadas

El sistema permite seleccionar entre tres tipos de fórmulas para la conversión de conductividad a salinidad, según el grado de aproximación requerido o la calibración experimental disponible:

a) Fórmula Lineal

Modelo simple, adecuado para rangos limitados y soluciones diluidas.

$$[S = a_1 \ C + b_1]$$

- **S:** Salinidad estimada (g/L)
- **C:** Conductividad (mS/cm)
- **a , b :** Coeficientes de ajuste (definidos en el código)

b) Fórmula Cuadrática

Mejor ajuste en rangos intermedios o soluciones más concentradas:

$$[S = a_2 \ C^2 + b_2 \ C + c_2]$$

- **a , b , c :** Coeficientes de ajuste cuadrático

c) Fórmula Cúbica

Permite una mayor flexibilidad y precisión en rangos amplios o mezclas complejas:

$$[S = a_3 \ C^3 + b_3 \ C^2 + c_3 \ C + d_3]$$

- **a , b , c , d :** Coeficientes de ajuste cúbico

4. Selección de la fórmula en el código

En el programa Arduino, puedes definir **qué fórmula usar** modificando el valor de la variable `tipoFormula`:

```
int tipoFormula = 3; // 1 = lineal, 2 = cuadrática, 3 = cúbica
```

En el bloque de cálculo, el sistema selecciona la fórmula activa:

```
float salinidad = 0.0;
if (tipoFormula == 1) {
    salinidad = a1 * conductividad + b1;
} else if (tipoFormula == 2) {
    salinidad = a2 * pow(conductividad, 2) + b2 * conductividad + c2;
} else if (tipoFormula == 3) {
    salinidad = a3 * pow(conductividad, 3) + b3 * pow(conductividad, 2) + c3 * conductividad + d3;
}
```

5. Parámetros de calibración

Los coeficientes `a1`, `b1`, `a2`, `b2`, `c2`, `a3`, `b3`, `c3`, y `d3` deben ser **calibrados experimentalmente** para cada tipo de líquido y sensor, ajustando el modelo a los valores de referencia obtenidos con soluciones patrón o datos de laboratorio certificados.

Ejemplo de valores de prueba en el código:

```
// Fórmula LINEAL
float a1 = 0.5, b1 = 0.8;

// Fórmula CUADRÁTICA
float a2 = 0.02, b2 = 0.4, c2 = 0.7;
```

```
// Fórmula CÚBICA  
float a3 = 0.001, b3 = -0.02, c3 = 0.5, d3 = 0.6;
```

6. Visualización y unidades

- El resultado se muestra en la pantalla LCD u OLED en la forma:

S:3.5g/L ADC:143

donde S es la salinidad estimada en gramos por litro.

7. Consideraciones y recomendaciones

- La **precisión** depende de la calibración y la calidad del sensor.
 - Las fórmulas pueden ser ajustadas y ampliadas según el avance de la investigación o los requerimientos del usuario.
 - Es recomendable validar el sistema con soluciones patrón de salinidad conocida antes de utilizarlo en mediciones críticas.
-

8. Resumen de ventajas

- Flexibilidad: permite elegir y adaptar la fórmula a cada contexto.
 - Transparencia: los coeficientes y el modelo matemático están documentados y son fácilmente modificables.
 - Escalabilidad: soporta mejoras futuras y la integración de fórmulas profesionales.
-

Consultas técnicas o propuestas de calibración profesional:

paulinajuich4@gmail.com
