

Guía de Calibración y Uso

Instrumento EC (Atlas Scientific EZO EC + Arduino Uno)

El proyecto junto con el datasheet del sensor junto con otros documento se encuentra en la dirección: https://github.com/P57749/fisher_conductimeter.git

Este documento describe advertencias, métodos de calibración, preparación antes de medir, lista de comandos y detalles de conexión para operar el instrumento de conductividad eléctrica (EC) con Arduino Uno y el circuito EZO EC de Atlas Scientific, tal como está configurado en este proyecto.

Advertencias y buenas prácticas

- Calibrar siempre con **soluciones patrón** trazables (p. ej., $84 \mu\text{S}/\text{cm}$, $1413 \mu\text{S}/\text{cm}$, $12.88 \text{ mS}/\text{cm} = 12880 \mu\text{S}/\text{cm}$).
- La **temperatura** afecta la EC; **fija la compensación** con `t <C>` (ej. `t 25.0`) antes de cada punto.
- **Enjuaga** el electrodo entre soluciones (agua destilada) y evita burbujas en el cuerpo del sensor.
- Espera a que la lectura se **estabilice** antes de ejecutar comandos de calibración.
- Evita contaminación cruzada, golpes y temperaturas extremas; guarda los patrones bien cerrados y a temperatura recomendada.
- Si ves `*ER` tras `Cal,...` la lectura actual no coincide con el rango del punto; revisa solución y temperatura.
- Comprueba la **constante de celda K** del electrodo: $0.1 / 1.0 / 10.0$. Usa `k ? / k 1.0`.

Por qué NO calibrar con agua cualquiera ni fijar valores arbitrarios

- **Trazabilidad:** calibrar es ajustar el instrumento contra *valores de referencia* conocidos. El agua “cualquiera” no es un patrón trazable; fijar un valor arbitrario

rompe la trazabilidad metrológica y no garantiza repetibilidad.

- **Composición iónica:** las soluciones patrón tienen composición y conductividad conocidas. Aguas reales varían en iones y temperatura; calibrar con ellas introduce sesgos específicos de esa muestra que no se trasladan a otras condiciones.
- **Modelo del EZO EC:** el circuito utiliza puntos *low/mid/high* para ajustar offset y pendiente de la sonda (incluida la *K*). Forzar un valor fuera del rango o con lectura inestable produce **ER* o una calibración incorrecta.
- **Compensación térmica:** la EC depende de la temperatura. Si no estableces *t <C>* adecuada durante la calibración, el ajuste queda sesgado y las mediciones posteriores serán erróneas.
- **Linealidad y cobertura:** los puntos patrón cubren el rango operativo y mejoran la linealidad. "Fijar" a un único valor en agua desconocida puede hacer que otras regiones del rango queden con error elevado.
- **Buenas prácticas:** usa soluciones certificadas, controla el entorno (temperatura, vibraciones, contaminación), documenta el procedimiento y realiza verificaciones internas con un equipo patrón, tal como recomiendan guías de metrología.

Métodos de calibración (EZO EC)

- **Secuencia típica (1–3 puntos):**
 - `cal clear` – borra calibración previa.
 - `cal dry` – punto en seco (electrodo al aire).
 - `cal low 84.0` – solución baja (84 $\mu\text{S}/\text{cm}$).
 - `cal mid 1413` – solución media (1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$).
 - `cal high 12880` – solución alta (12.88 mS/cm).
 - `cal ?` – verifica el estado de calibración.
- **Atajo calibración por valor:** `cal < $\mu\text{S}/\text{cm}$ >` selecciona el punto según magnitud:
 - $\leq 200 \mu\text{S}/\text{cm} \rightarrow \text{Cal,low,<v>}$
 - $200\text{--}3000 \mu\text{S}/\text{cm} \rightarrow \text{Cal,mid,<v>}$
 - $> 3000 \mu\text{S}/\text{cm} \rightarrow \text{Cal,high,<v>}$
- **Compensación de temperatura:**
 - `t <C>` – fija compensación (ej. `t 25.0`).
 - `t ?` – consulta la compensación actual.

- **Constante de celda (K):**
 - `k ?` – consulta la K vigente.
 - `k 0.1 / k 1.0 / k 10.0` – fija K según tu sonda.

Indicaciones antes de medir

- Define **temperatura** con `t <C>` basándote en una medición real (RTD/DS18B20, etc.).
- Enjuaga el electrodo y sécalo según recomendaciones del fabricante.
- Evita burbujas y toca suavemente el electrodo para liberar aire atrapado.
- Espera estabilidad (varios segundos) y usa `r` o activa `stream on`.
- Para aguas muy puras, espera lecturas cercanas a 0; esto es normal.

Lista de comandos (firmware del proyecto)

- `help` – muestra esta ayuda resumida.
- `r` – lectura inmediata del EZO.
- `stream on|off` – activa/desactiva lecturas periódicas.
- `period <ms>` – periodo de lectura (por defecto 1000).
- `raw on|off` – muestra/oculta respuesta cruda del EZO.
- `t <C> / t ?` – fija/consulta compensación de temperatura.
- `cal clear / cal dry / cal low|mid|high <μS/cm> / cal ?`.
- `cal <μS/cm>` – atajo que elige low/mid/high por magnitud.
- `o ec|tds|sal|sg on|off` – salidas etiquetadas del EZO.
- `o ?` – consulta del estado actual de las salidas etiquetadas.
- `k ? / k 0.1|1.0|10.0` – consulta/ajusta constante de celda.
- `i` – información del dispositivo (modelo/firmware).
- `status` – estado del circuito (diagnóstico).
- `led on|off` – control del LED del módulo.
- `factory` – restauración a valores de fábrica (borra calibración/ajustes).
- `sleep` – modo bajo consumo (salir con reset o reinicio de alimentación).
- `c on|off` – modo continuo propio del EZO (evitar si se usa `stream` del firmware).

Nota sobre modo continuo (c on): el EZO puede emitir lecturas de manera autónoma. Si activas el modo continuo, desactiva el `stream` del firmware para evitar colisiones de comandos y tráfico excesivo. Usa este modo solo para pruebas específicas y vuelve a `c off` cuando no lo necesites.

off antes de operar con el CLI del proyecto.

Comunicación y monitor serial

- **Baudios:** 115200 para el puerto USB del Arduino (Serial).
- **Terminador:** usa LF o CRLF . Si seleccionas *None*, el firmware procesa tras ~300 ms de inactividad.
- **Puerto:** selecciona /dev/tty.usbmodemXXXX (macOS). Con clones, puede ser /dev/cu.wchusbserial... (CH340) o /dev/cu.SLAB_USBtoUART (CP210x).
- PlatformIO: pio device monitor -b 115200 -p <puerto> .

Cableado y alimentación

- **Arduino Uno + EZO EC** en UART.
- **Pines en firmware:** SoftwareSerial ezoSerial(3, 2) → D3 recibe desde EZO TX , D2 transmite hacia EZO RX .
- **GND común** entre Arduino y EZO.
- **Alimentación:** verifica especificación del módulo EZO; la interfaz UART del Uno es 5 V TTL.
- Si tu cableado original usa D2=RX y D3=TX , puedes invertir los cables o ajustar el orden de la instancia SoftwareSerial en código.

Resolución de problemas

- **Lecturas 0.00:** agua muy pura, falta compensación de temperatura, sonda sin inmersión correcta o K incorrecta.
- **Respuesta *ER :** la solución presente no coincide con el punto de calibración seleccionado.
- **Textos raros** como 0.000.00 : revisa RX/TX, velocidad de baudios y ruido en SoftwareSerial .
- **Puertos no aparecen:** revisa cable, adaptador y drivers (CH340/CP210x en clones), y permisos en macOS.
- **Salidas del EZO:** usa o ec on , o tds/sal/sg off para simplificar la respuesta mientras calibras.

Notas metrológicas

- La calibración consiste en comparar la medición con valores **de referencia** y ajustar el instrumento para minimizar error.
- Realiza **verificaciones internas** periódicas con un equipo patrón y patrones certificados; ajusta la frecuencia según uso y recomendaciones del fabricante.
- Controla el **entorno**: temperatura estable, ausencia de vibraciones y contaminación; guarda patrones adecuadamente.