

Avance del Equipo de Medición de pH – Expotrónica

Integrantes
Leonardo Manuel Rajon Coba
Erick Manuel Velázquez Martínez
Juan José Zaldivar Rosado
Samantha Escalante Espinosa
Alejandro Ramón García

Docente: Cielo Guadalupe Poot Bote

Asignatura: Materiales para ingeniería

Introducción

El pH es una medida que indica qué tan ácida o básica es una solución, su escala va de 0 a 14 y se utiliza en prácticamente todos los laboratorios para verificar reacciones químicas, calidad del agua y procesos biológicos.

La conductividad eléctrica mide qué tan bien una solución permite el paso de corriente; está relacionada con la cantidad de sales, minerales o iones disueltos.

Estos parámetros se usan en:

- Laboratorios químicos y biomédicos.
- Tratamiento de aguas.
- Industria alimentaria.
- Agricultura y acuaponía.
- Control de calidad y procesos industriales.

Nuestro proyecto solo las mediciones de pH en un prototipo capaz de enviar datos en tiempo real mediante la aplicación RemoteXY, facilitando el monitoreo desde un dispositivo móvil.

Diseño del Prototipo






El prototipo está diseñado para funcionar como un medidor de pH práctico, compacto y fácil de usar, integrando tres elementos esenciales que trabajan en conjunto para entregar una lectura estable y directa del pH a la aplicación móvil.

El primer elemento es el electrodo de pH, que es la parte encargada de detectar la acidez o basicidad de cualquier solución. Este electrodo se eligió porque ofrece buena sensibilidad, compatibilidad con soluciones comunes y una respuesta rápida, además de que soporta el uso repetido mientras se mantenga limpio y almacenado correctamente. Su función es captar el valor químico real de la solución y enviarlo al sistema.

El segundo elemento es el módulo de acondicionamiento, que se encarga de estabilizar la señal que genera el electrodo. Esta señal es muy delicada y puede alterarse por temperatura, interferencias o impurezas, por lo que el módulo ayuda a mantenerla clara, legible y constante, evitando que la aplicación muestre valores inestables o exagerados. En otras palabras, este módulo actúa como un filtro que prepara la información para que pueda interpretarse correctamente.

El tercer elemento es el ESP32 de 30 pines con módulo shield, que recibe la señal ya procesada y la envía por Bluetooth BLE a la aplicación RemoteXY. Este componente funciona como el “intermediario” entre el sensor y el teléfono, transmitiendo el valor del pH en tiempo real y garantizando que el usuario pueda ver su lectura sin cables, sin configuraciones complicadas y sin necesidad de conexión Wi-Fi. Solo transmite el número que el sensor detecta, sin cálculos adicionales, sin estabilizadores digitales y sin funciones extra.

El conjunto completo se integró dentro de una carcasa que protege los componentes de golpes, humedad y manejo inadecuado, permitiendo que el equipo se pueda transportar sin riesgos. Esta estructura mantiene el ESP32 fijo, evita que se desconecten sus elementos y garantiza que el usuario únicamente se enfoque en medir el pH sin preocuparse por manipular la electrónica interna. Así, el prototipo queda formado por un electrodo sensible, un módulo que estabiliza la lectura química y un sistema Bluetooth que la envía directamente a la aplicación.

Componentes	Imagen ilustrativa
Esp32 (30 pines)	
Shield para Esp32	
Cables macho-hembra	
Módulo de detección de pH	
Sonda de sensor pH	

Carcasa del sistema electrónico	
Sujetador de electrodo	

Instrucciones de uso

Se tiene que armar el calibrador, cuenta con 3 partes una base, un brazo y el potenciómetro una vez armado, bajan la aplicación para dispositivos móviles llamada RemoteXY para que la aplicación pueda leer el sensor (esp32) debe tener activado su bluetooth para poder conectarse al sensor (solo se puede conectar una persona al mismo tiempo).

Una vez conectado se tiene que retirar la tapa con solución estabilizadora y limpiar el electrodo la punta con agua destilada, para que evitar la contaminación cruzada y que los valores sean erróneos.

Primero se tiene que utilizar 3 soluciones que su función será la de calibradores teniendo un pH de 4,7 y 10, cada vez que se tenga que utilizar el sensor de pH se tiene que limpiar la punta con agua destilada y a continuación se tendría que secar con un papel (no es necesario mucho papel).

Como medidas de seguridad, no se tiene que abrir la caja que contiene el microcontrolador (esp32), no sacar el esp32 de la caja y ponerlo sobre las mesas de laboratorio puede ocasionar un corto y quemar el es32.

Dependiendo de las soluciones que estén utilizando se les recomienda utilizar guantes de nitrilo y bata de laboratorio para no estar tocando soluciones con un pH ácido (queda fuera de nuestra responsabilidad si el usuario maneja soluciones peligrosas son las medidas de seguridad correspondientes, véase guantes, cubrebocas y bata de laboratorio)

Para el buen mantenimiento de la sonda se tiene que limpiar y secar por cada uso, se mide un pH se limpia y se vuelve a utilizar, no medir dos soluciones con pH distintos son lavar la punta del sensor esto puede afectar a fidelidad de las mediciones y degradar el sensor (no, nos hacemos responsables de las mediciones erróneas por no lavar el sensor).

Una vez realizadas las pruebas y de que el sensor este limpio y seco se tiene que volver a sellar con su tapa y la solución estabilizadora (solución estabilizadora se compra por separado).

Guía de Mantenimiento

El mantenimiento del equipo garantiza lecturas estables y prolonga la vida útil del electrodo. La estructura del dispositivo no debe abrirse, y tampoco se deben manipular sus componentes internos. La caja protege al microcontrolador de humedad, salpicaduras y descargas accidentales, por lo que debe permanecer cerrada en todo momento.

El electrodo debe enjuagarse con agua destilada entre mediciones, secándose suavemente para evitar arrastrar residuos entre muestras. La falta de limpieza provoca lecturas incorrectas, valores contaminados y desgaste del sensor. Después de cada sesión de uso, el electrodo debe guardarse nuevamente con su solución estabilizadora para preservar la membrana y evitar deterioro.

Seguridad

El dispositivo trabaja con voltajes bajos, pero su entorno de uso implica químicos y líquidos. Por ello, es necesario:

- Evitar abrir el compartimiento del ESP32 para prevenir cortos y daños eléctricos.
- Mantener el equipo lejos de derrames o superficies mojadas.
- Utilizar guantes y bata cuando se manipulen soluciones ácidas o básicas.
- No aplicar fuerza excesiva sobre el electrodo para evitar fracturas o fallas.

El usuario es responsable del manejo de sustancias peligrosas y de usar el equipo de protección adecuado en el laboratorio. La integridad del sensor depende directamente del cuidado que se le dé durante las mediciones.

Evidencia Experimental

Se realizaron pruebas con soluciones de referencia de pH 4, 7 y 10, así como con muestras adicionales como agua potable, agua destilada y sustancias de análisis común. Las lecturas se observaron directamente en RemoteXY, verificando que el sistema respondiera de manera inmediata a los cambios de pH en la solución.

Los datos recolectados fueron organizados en tablas de comparación entre el valor esperado y el valor medido. Estos resultados confirmaron que el prototipo funciona de manera adecuada dentro de los rangos de trabajo previstos. Las gráficas generadas a partir de los valores registrados permitieron visualizar la estabilidad de la señal y el comportamiento del sensor durante las mediciones.

El desempeño general fue consistente, considerando que el sistema no incorpora algoritmos de compensación ni funciones avanzadas: su propósito es ofrecer **lectura directa en tiempo real**, lo cual cumple con los objetivos planteados para este proyecto.

<i>Solución de calibración</i>	<i>Mediciones dentro de RemoteXY</i>
 <p>A small plastic bottle with a white cap and a red label. The label reads "pH (4.00)" and "50mL @ 77°F / 25°C Accuracy: ±0.05pH".</p>	 <p>The RemoteXY app interface shows a back arrow, "Medidor de pH", and a menu icon. Below is the text "Medidor de pH" in red, a semi-circular progress indicator with an orange segment, and the value "3.95" in a black box.</p>
 <p>A small plastic bottle with a white cap and a green label. The label reads "pH (7.00)" and "50mL @ 77°F / 25°C Accuracy: ±0.05pH".</p>	 <p>The RemoteXY app interface shows a back arrow, "Medidor de pH", and a menu icon. Below is the text "Medidor de pH" in red, a semi-circular progress indicator with an orange segment, and the value "7.08" in a black box.</p>
 <p>A small plastic bottle with a white cap and a blue label. The label reads "pH (10.01)" and "50mL @ 77°F / 25°C Accuracy: ±0.05pH".</p>	 <p>The RemoteXY app interface shows a back arrow, "Medidor de pH", and a menu icon. Below is the text "Medidor de pH" in red, a semi-circular progress indicator with an orange segment, and the value "10.01" in a black box.</p>

Equipo de Medición de pH y Conductividad



Proyecto: Equipo de Medición de pH y Conductividad

Universidad: Modelo

Semestre: 3ro

Materia: Materiales para la ingeniería

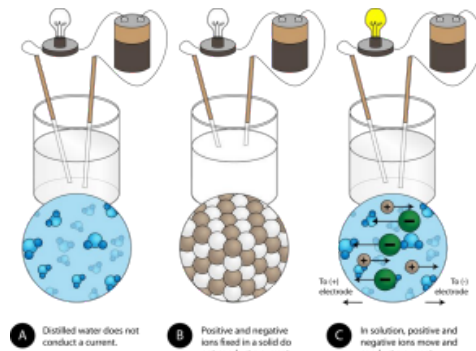
Equipo:

Marco Polo Cazarez Gomez

Angel Hernandez Ruiz

Jashia Gabriela Mendoza Cruz

Angel Maximiliano Vela Haase



- **Introducción:** Concepto de pH, conductividad, aplicación de estos equipos en el laboratorio y en distintas industrias.

Concepto de ph:

El pH es una medida que sirve para establecer el nivel de acidez o alcalinidad de una disolución. La “p” es por “potencial”, por eso el pH se llama: potencial de hidrógeno.

Se expresa como el logaritmo negativo de base 10 de la concentración de iones hidrógeno. La siguiente ecuación representa esta definición:

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$\text{pOH} = -\log_{10}[\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Concepto de conductividad:

Conductividad es la propiedad de aquello que es conductivo (es decir, que tiene la facultad de conducir). Se trata de una propiedad física que disponen aquellos objetos capaces de transmitir la electricidad o el calor.

La conductividad eléctrica, por lo tanto, es la capacidad de los cuerpos que permiten el paso de la corriente a través de sí mismos. Esta propiedad natural está vinculada a la facilidad con la que

los electrones pueden atravesarlos y resulta inversa a la resistividad.

Es importante diferenciar entre la conductividad y la conductancia (la aptitud de un cuerpo para conducir la corriente entre distintos puntos). La conductancia es la propiedad de la resistencia.

Concepto de aplicación de estos equipos en laboratorio y en distintas industrias:

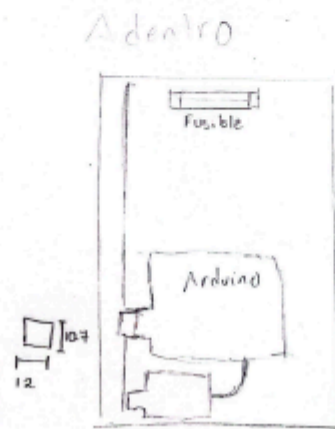
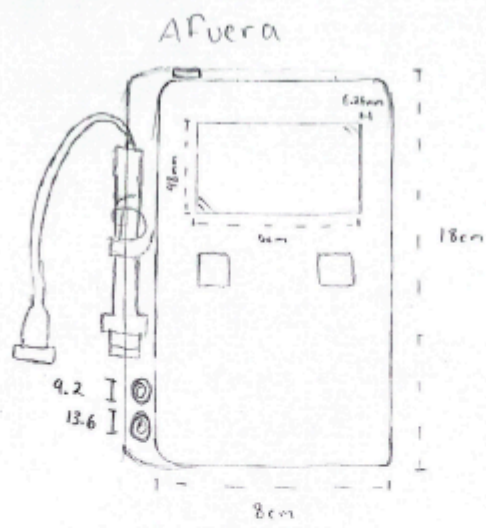
- Alimentaria y Bebidas: (pH). Esencial en la fermentación (cerveza, vino, yogur), la conservación (inhibición bacteriana en salsas y encurtidos) y afecta directamente el sabor y la textura
- Tratamiento de Aguas: (pH). Es clave para la eficiencia de los procesos de floculación, coagulación y desinfección.
- Tratamiento de Aguas (Conductividad). Se usa para monitorear la calidad y salinidad del agua potable o residual, indicando la presencia de iones contaminantes.
- Farmacéutica (pH). Determina la solubilidad, estabilidad, eficacia y seguridad de los fármacos. Es crucial en la formulación y fabricación
- Generación de Energía (Conductividad). El agua utilizada en calderas y torres de refrigeración debe ser de muy baja conductividad (alta pureza) para evitar la corrosión o la formación de incrustaciones en la maquinaria
- Agricultura (pH). Influye en la disponibilidad de nutrientes en el suelo y en la eficacia de los fertilizantes y pesticidas.

- **Diseño del Prototipo:** Esquema del circuito, electrodos y justificación de materiales seleccionados. Esquema general de los componentes del equipo.

Diseño:

Boceto

Final



Codigo para medir el voltaje del sensor de Ph

```
void setup() {  
  
  // initialise serial communication at 9600 bits per second:  
  
  Serial.begin(9600);  
  
}  
  
// the loop routine runs over and over showing the voltage on A0  
void loop() {  
  
  // read the input on analog pin 0:  
  
  int sensorValue = analogRead(A0);  
  
  // Convert the analog reading (which goes from 0 - 1023) to a voltage (0 - 5V):  
  
  float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0);  
  
  // print out the value you read:  
  
  Serial.println(voltage);  
  
  delay(600);  
  
}
```

Esquema del circuito:

Electrodos (sonda pH) → módulo acondicionador de señal (amplificador / offset) → entrada analógica del Arduino → lectura y calibración → pantalla OLED

Conexiones principales

Sonda pH

→ entrada del módulo acondicionador pH

Módulo acondicionador pH

Vcc → 5 V (Arduino 5 V)

GND → GND (común con Arduino)

OUT → A0 (entrada analógica Arduino)

Ajustes:

Sensor de continuidad

botones para el control del menú de la pantalla
Swich de calibración de brillo

Fuente de alimentación: Arduino alimentado por adaptador 5 V estabilizado.
Notas de conexión de referencia:

Mantén masa (GND) común entre sonda del circuito completo.

Electrodos:

Electrodo combinado de vidrio (pH combinado) — incluye electrodo de vidrio sensible + referencia interna Ag/AgCl. Conector BNC (estándar).

Por qué combinado:

Simplifica conexión (una sola sonda), fácil de calibrar y ampliamente disponible. Buena estabilidad para uso general/laboratorio.

Características importantes a elegir:

Rango pH: 0–14

Diámetro/longitud: según el recipiente donde medirás.

Conector: BNC para acoplar a un amplificador.

Tipo de referencia: Ag/AgCl es lo común y estable.

Justificación de materiales seleccionados:

Sonda pH combinada (vidrio + Ag/AgCl)

Por qué: preciso, fácil de usar, ampliamente compatible con módulos acondicionadores y BNC.

Ventaja: una sola sonda para medición directa y referencia; buena reproducibilidad.

Circuito de interfaz pH

Por qué: la señal de una sonda pH es de muy alta impedancia y muy baja amplitud; necesita buffer de alta impedancia y ajuste de offset ($\text{pH } 7 \approx V_{\text{ref}}$) y ganancia para mapear 0–14 pH al rango 0–5 V del ADC.

Ventaja: permite calibración con potenciómetros y entrega salida analógica estable a Arduino.

Arduino (Uno/Nano)

Por qué: fácil programación, ADC de 10 bits suficiente para proyectos educativos/industriales básicos.

Ventaja: gran ecosistema de librerías (I²C, OneWire, LCD, pH formulas).

Pantalla OLED con adaptador

Por qué: reduce líneas de conexión y, simplifica cableado.

Ventaja: visualización clara de pH y temperatura con pocos pines.

Sensor de continuidad

Por qué: lectura de pH varía con t^a ; compensación automatizada mejora precisión.

Ventaja: digital, fácil de integrar, opera en amplio rango.

Conector BNC y cable apantallado

Por qué: conexión estándar para electrodos; apantallado reduce ruido eléctrico.

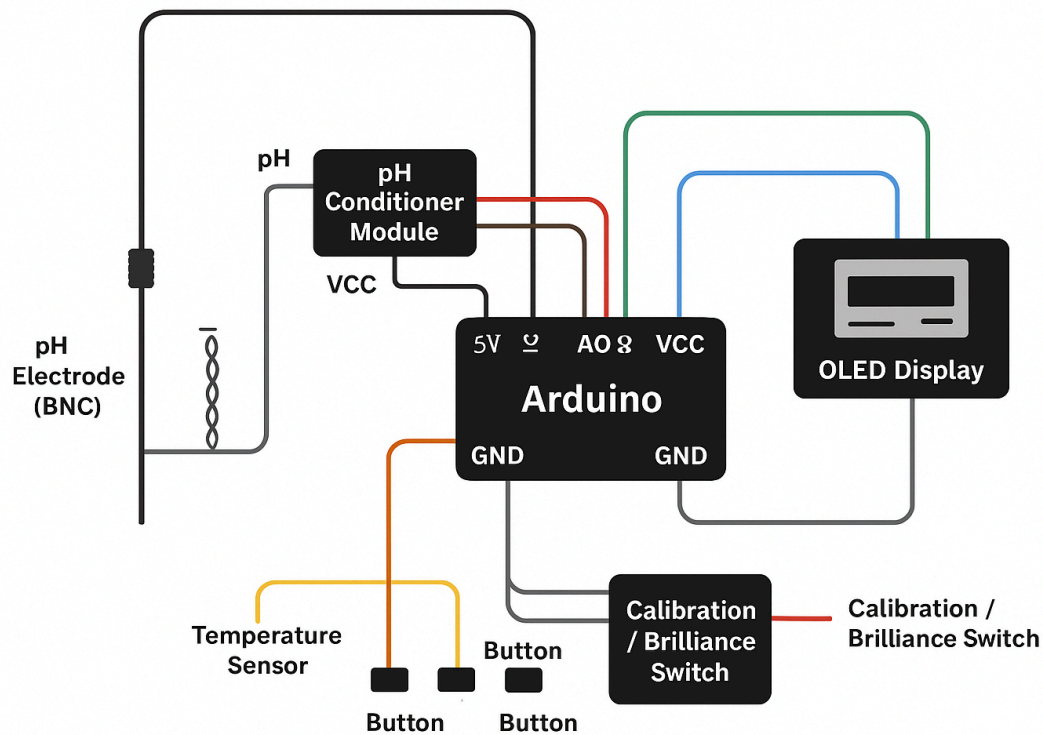
Ventaja: robustez mecánica y eléctrica.

Fuente 5 V estable y GND común

Por qué: el ADC de Arduino y acondicionador comparten referencia de tierra; fuente ruidosa produce errores.

Ventaja: lecturas más estables.

Esquema general de los componentes del equipo:



- **Instrucciones de Uso:** Manual del usuario, con pasos para calibrar, medir y mantener el equipo.

Manual del usuario:

El equipo de medición de pH y conductividad está diseñado para obtener lecturas precisas de soluciones líquidas. Antes de utilizarlo, asegúrese de que los electrodos estén limpios, correctamente conectados y el equipo encendido. Todas las mediciones deben realizarse a temperatura ambiente para garantizar la exactitud.

El equipo ya se encuentra calibrado.

Pasos para medir:

1. Enjuague los electrodos con agua destilada antes de sumergirlos en la muestra.
2. Coloque los electrodos en la solución a analizar, asegurándose de que estén completamente sumergidos.
3. Espere unos segundos hasta que la lectura se estabilice. presiona el botón rojo del lado

derecho una sola vez para parar la medición,

4. Registre el valor mostrado en pantalla.
5. Para regresar a medir presione el botón rojo del lado izquierdo una sola vez.
6. Después de cada medición, enjuague con agua destilada para evitar contaminación cruzada entre muestras.

Pasos para medir conductividad:

1. Para poder medir conductividad, presione dos veces el botón del lado derecho
2. Conecte las puntas a su color correspondiente, (si es roja, al lado rojo, si es negra, al lado negro)
3. conectar la parte metálica de las puntas a lo que se desea medir
4. El medidor dirá si el objeto medido tiene o no conductividad,

Pasos para mantener el equipo:

1. Limpie los electrodos después de cada uso con agua destilada.
2. Guarde el electrodo de pH en una solución de almacenamiento o en agua destilada (nunca seco).
3. Desconecte la fuente de alimentación si no se usará por periodos prolongados.
4. Revise periódicamente los cables y conectores para evitar falsos contactos.
5. Evite exponer el equipo a altas temperaturas o ambientes húmedos que puedan dañar los componentes electrónicos.

- **Guía de Mantenimiento:** Instrucciones de limpieza, cuidado de sondas y solución de problemas comunes.

Instrucciones de limpieza del equipo;

- Apague y desconecte el equipo antes de realizar cualquier limpieza.

- Limpie la carcasa externa con un paño ligeramente humedecido en agua o alcohol isopropílico.
- Evite el uso de solventes fuertes o abrasivos que puedan dañar las superficies plásticas.
- Seque completamente antes de volver a conectar.
- Asegúrese de que los conectores y electrodos no tengan humedad antes de su uso.

Instrucciones de cuidado de sondas:

Electrodo de pH:

- Manténgalo siempre húmedo, almacenado en una solución de KCl 3M o solución de almacenamiento recomendada.
- No lo guarde en agua destilada por tiempo prolongado (puede alterar el equilibrio del electrodo).
- Limpie el bulbo con agua destilada después de cada medición y séquelo con papel sin pelusa.
- Si presenta lecturas inestables, sumérjalo unos minutos en una solución de limpieza de electrodos.

Sonda de conductividad:

- Enjuáguese con agua destilada tras cada uso.
- Si hay incrustaciones o residuos, límpiela con una solución suave de vinagre o ácido nítrico diluido (1%) y luego enjuague bien.
- Evite raspar o frotar los electrodos metálicos.
- Guárdela seca cuando no esté en uso.

Problemas comunes y sus soluciones:

Problema	Causa probable	Solución
Lecturas inestables o fluctuantes	Electrodo sucio o seco	Limpiar y rehidratar en solución de almacenamiento durante 1 hora
Valor de pH incorrecto	Error de calibración	Repetir calibración con soluciones buffer nuevas
Conductividad muy alta o baja sin razón aparente	Residuos en la sonda o contaminación cruzada	Enjuagar con agua destilada y repetir medición
No muestra lectura	Conexión suelta o cable dañado	Revisar conexiones, reemplazar si es necesario
Pantalla sin encender	Falta de energía o batería descargada	Verificar fuente de alimentación

- **Seguridad:** Medidas de protección implementadas (eléctrica, química y de manipulación).

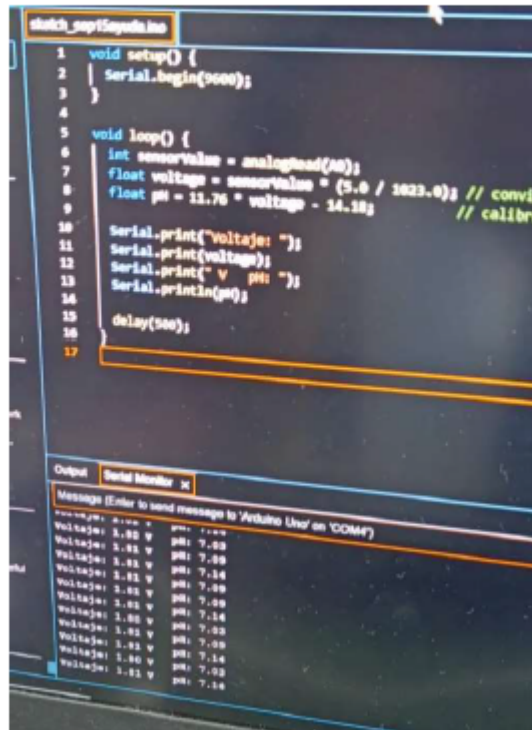
Medidas de protección:

- **Evidencia Experimental:** Registro de pruebas con soluciones conocidas, gráficas, tablas comparativas y validación del desempeño.

Registro de soluciones conocidas:

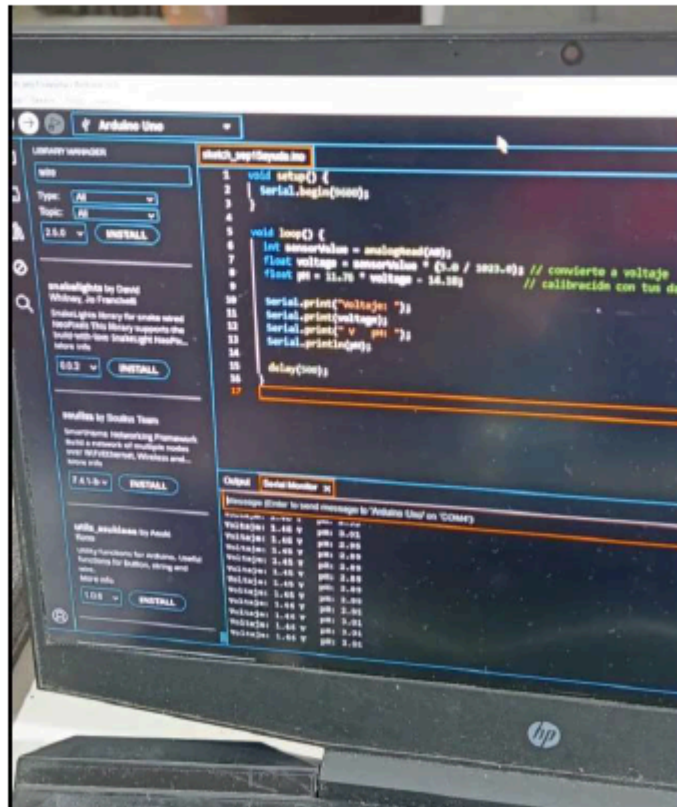
Calibracion del ph del agua

Ph=7



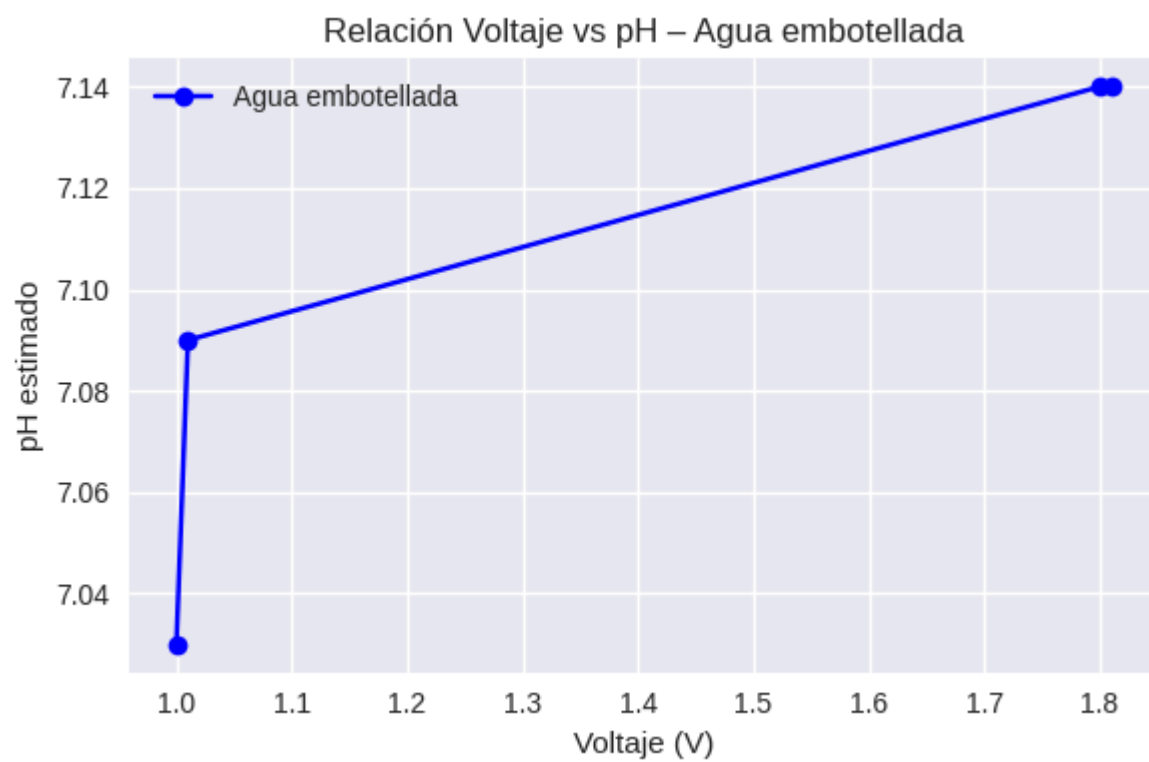
Calibracion del ph del vinagre

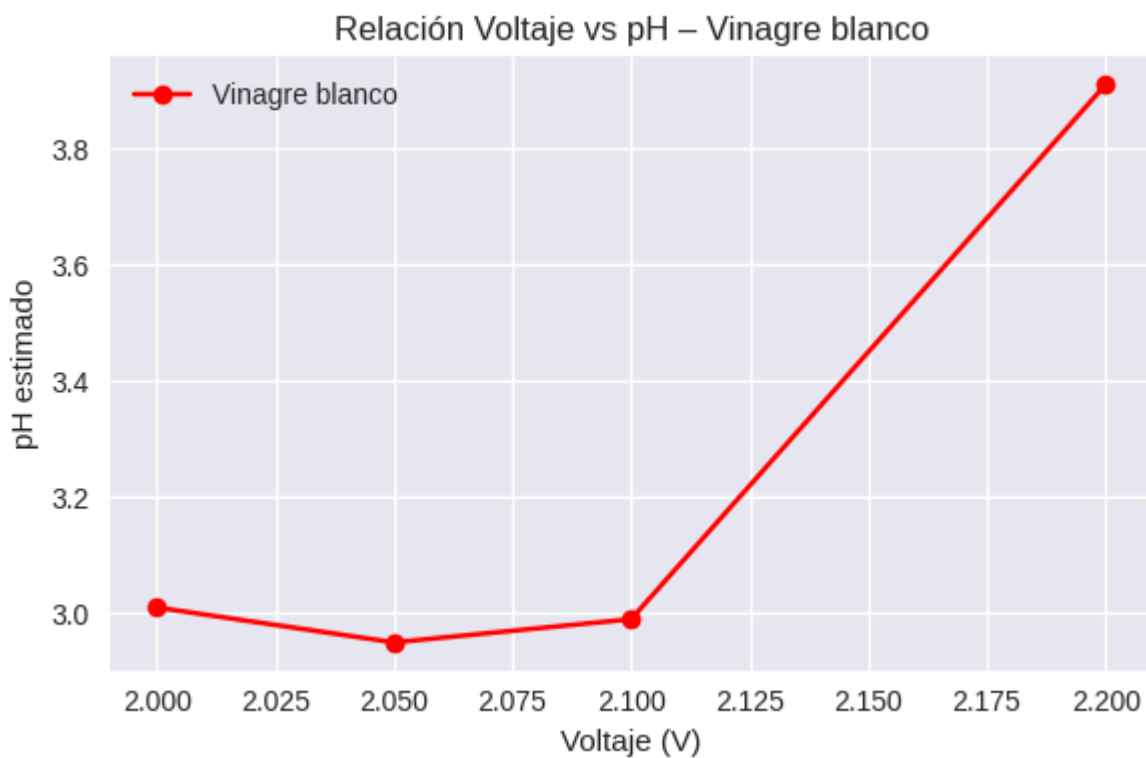
Ph=3





Registro de gráficas:





Registro de tablas comparativas:

	Agua embotellada (pH ~7)	Vinagre blanco (pH ~3)
Voltajes registrados	1.00 V, 1.01 V, 1.80 V, 1.81 V	2.00 V, 2.05 V, 2.10 V, 2.20
pH estimado	7.03 – 7.14	2.95 – 3.91
Fórmula de calibración	$\text{pH} = 11.76 \times V - 14.18$	$\text{pH} = 11.76 \times V - 24.28$
Código utilizado	Lectura de voltaje + conversión a pH	Lectura de voltaje + conversión a pH
Muestra utilizada	Agua embotellada	Vinagre blanco
Objetivo de calibración	Validar precisión del sensor en rango neutro	Ajustar sensibilidad en rango ácido

Validación del desempeño:

La validación del desempeño fue satisfactoria, mostrando resultados gratos y exactos. El sistema respondió conforme a los parámetros esperados, evidenciando estabilidad, precisión y confiabilidad en cada una de las pruebas realizadas. Estos resultados confirman que el equipo funciona adecuadamente y cumple con los criterios establecidos para su operación.

Integrantes del equipo:

- Emilio Sebastián Carrillo Adrián
- Carlo Colli Ávila
- Christian Andrey Durán Zúñiga
- Sergio Roberto Góngora Castillo
- Luis Andrés Granados Escoto
- Iván García

Nombre del proyecto:

My pH – Potenciómetro de laboratorio como aplicación móvil

Enlace de descarga:

https://unimodelo-my.sharepoint.com/personal/15235466_modelo_edu_mx/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2F15235466%5Fmodelo%5Fedu%5Fmx%2FDocuments%2FMyPH%202%2E1%2Ezip&parent=%2Fpersonal%2F15235466%5Fmodelo%5Fedu%5Fmx%2FDocuments&ga=1



Avances de la gradilla:

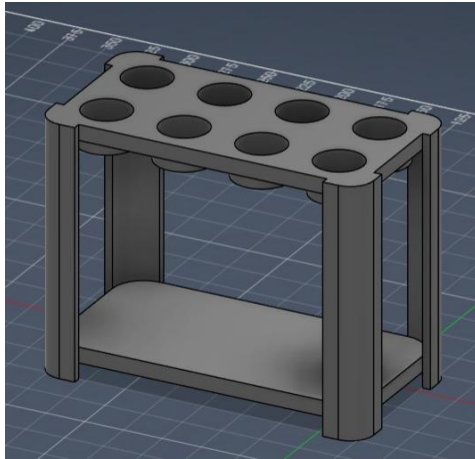


Figura 1. Vista superior del modelo 3D de la gradilla para 8 tubos Falcon de 50 mL

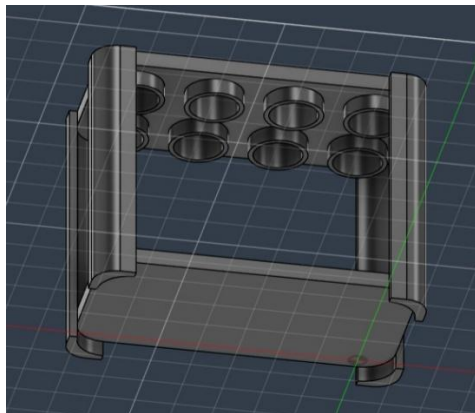


Figura 2. Vista inferior del modelo 3D de la gradilla para 8 tubos Falcon de 50 mL