

Alerta CO



Proyecto
interdisciplinario
1º EMS



ÍNDICE

Introducción.....	3
Objetivo.....	3
Competencias.....	4
Punto de partida para el proyecto.....	4
Actividad de introducción.....	5
Monóxido de carbono: el asesino silencioso.....	6
Dispositivos de combustión a llama.....	8
Niveles de concentración en artefactos de combustión de llama.....	12
Descripción.....	20
Materiales necesarios.....	20
El sensor MQ-7.....	21
Conexión del módulo sensor MQ-7 a la placa micro:bit.....	21
Conexión de las alertas visuales y auditivas.....	23
Determinación de las variables para la calibración del sensor.....	24
Diseño del programa.....	27
Código de programación.....	28
Construcción de la estructura del detector.....	29
Bibliografía.....	35
Anexos.....	39

PROYECTO INTERDISCIPLINARIO: ALERTA CO

Curso

1° EMS

Unidades curriculares

Física, Química, Matemática, Comunicación Visual y Diseño.

Introducción

El proyecto consiste en diseñar un detector de monóxido de carbono (CO) para el uso residencial en calefactores a leña, cocinas y estufas de gas. Este detector tiene como objetivo identificar altas concentraciones de CO, activando una alarma cuando los niveles sean peligrosos.

Puede ser trabajado como una propuesta interdisciplinaria para estudiantes de 1° de Educación Media Superior (EMS), integrando las unidades curriculares de Física, Química, Matemática y Comunicación Visual y Diseño.

Este proyecto combina características del enfoque STEAM, ya que involucra ciencia (química del monóxido de carbono y física para el armado de circuitos eléctricos y la determinación de las magnitudes necesarias), tecnología (sensor y placa micro:bit), ingeniería (conexión de hardware y calibración), arte (diseño del dispositivo) y matemática (cálculos).

Objetivo

Diseñar un dispositivo que pueda detectar la presencia de CO en el aire y proporcionar una alerta visual y auditiva cuando se alcanza un nivel peligroso para la salud.

Competencias

Del espacio ciencias y tecnología:

CEE1. Interpreta la información relacionada con los saberes específicos a partir de diferentes fuentes, datos, gráficos, mapas, tablas, esquemas, íconos, entre otros, a través de códigos verbales, no verbales y numéricos para construir y reconstruir su significado. Contribuye al desarrollo de las competencias generales del MCN: Comunicación, Pensamiento científico; Pensamiento crítico; Pensamiento creativo; Ciudadanía local, global y digital.

CEE3. Planifica y crea recursos variados, modelos, prototipos, indicadores, herramientas y plataformas digitales, con progresiva autonomía, tanto en el trabajo individual como colaborativo para internalizar saberes específicos en la composición mediante las ciencias y la tecnología. Contribuye al desarrollo de las competencias generales del MCN: Pensamiento crítico; Pensamiento computacional; Iniciativa y orientación a la acción; Comunicación; Ciudadanía local, global y digital.

Punto de partida para el proyecto

Para desarrollar la propuesta del proyecto, se establecen tres ejes fundamentales que enmarcan el trabajo.

Temática: El proyecto se centra en los riesgos asociados al monóxido de carbono (CO) en espacios cerrados. Busca ofrecer soluciones tecnológicas y educativas a través del desarrollo de un detector de CO.

Contexto: El proyecto se enfoca en diseñar un detector de monóxido de carbono para dispositivos a combustión como estufas, calefactores, cocinas a gas y calentadores a gas en entornos residenciales, abordando la necesidad de prevenir accidentes por inhalación de CO.

Personas: Los principales beneficiarios son las personas que utilizan dispositivos a combustión, en particular aquellas con menos acceso a sistemas de monitoreo.

Estos tres ejes serán la guía para la investigación, análisis e ideas.

ETAPA A: Conociendo el CO

Las actividades de la etapa A nos ayudarán a descubrir, analizar y comprender situaciones y problemáticas relacionadas con los ejes descritos anteriormente, brindando la base para el desarrollo del proyecto.

Actividad de introducción



Testimonial Amigas

Para pensar:

- ¿Qué peligros encierra el monóxido de carbono?
- ¿Qué cuidados podemos tener?

Monóxido de carbono: el asesino silencioso

Lee la siguiente noticia que se compartió en la página de un informativo de nuestro país (10 de julio de 2024).

Por año hay entre 200 y 300 casos de intoxicación por monóxido de carbono y aproximadamente 20 fallecidos motivados por esta causa. Los números van en aumento y eso preocupa a los toxicólogos que llaman a este gas "el asesino silencioso".

Melina Pan, profesora adjunta de Toxicología que trabaja en el Hospital de Clínicas, explicó que la causa para que se genere monóxido de carbono "es toda aquella fuente que tenga una combustión incompleta, es decir, se genera combustión en un ambiente con poco dióxígeno".

"Es un gas que se le llama, por ser difícil de detectar, el asesino silencioso. No tiene olor, no te irrita y no hay forma de percibirlo", afirmó.

En ese sentido, comentó que las fuentes que lo generan pueden ser el calefón a gas "mal instalado" en el baño, estufas a gas en ambientes cerrados, estufas a leñas "con malos tirajes". "Todo lo que genere una combustión en un ambiente cerrado tiene alto riesgo de generar monóxido de carbono", apuntó.

¿Cómo se previene? La toxicóloga indicó que instalando el calefón a gas "sí o sí fuera del hogar", abrir una ventana o puerta cuando se prende la estufa a gas para que haya una corriente de aire y "jamás dormir con la estufa encendida porque está generando monóxido de carbono". "Siempre tiene que haber una rendija de la ventana abierta, el dióxígeno nos salva la vida", aseguró.

En cuanto a los síntomas, Pan señaló que al principio "es difícil saber" que es una intoxicación por monóxido de carbono y enumeró el dolor de cabeza, mareos, malestar digestivo, vómitos y diarrea. "Las intoxicaciones más graves son las convulsiones, el coma y en algunos casos la muerte", agregó.

"Siempre lo peor es durante los meses más fríos, sobre todo cuando la temperatura baja a menos de 9 °C", concluyó.

Tomado y adaptado de: Equipo de TeleMundo. (10 de julio de 2024). "El asesino silencioso": qué es el monóxido de carbono, cómo se previene su intoxicación y qué síntomas genera. *TeleMundo*.

<https://www.teledoce.com/telemundo/nacionales/el-asesino-silencioso-que-es-el-monoxido-de-carbono-como-se-previene-su-intoxicacion-y-que-sintomas-genera/>

Guía de trabajo:

1. ¿Por qué se le llama el “asesino silencioso” al monóxido de carbono?
2. ¿Qué fuentes de este gas podemos tener en nuestros hogares?
3. ¿Cuáles son las sugerencias brindadas en el artículo para evitar que aumenten los niveles de concentración de este gas en casa?
4. Cuando se quema cualquier combustible que contiene carbono se producen particularmente dos gases considerados contaminantes atmosféricos: el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de carbono (CO₂), dependiendo de la cantidad de dioxígeno presente durante la combustión. Si en el ambiente donde tiene lugar la combustión no hay suficiente dioxígeno para formar CO₂, que no es tóxico, se forma CO, que sí lo es.
 - a. Busca información sobre la diferencia entre una combustión completa e incompleta. ¿Cómo se relaciona esto con lo que comenta el texto inicial de esta pregunta?
 - b. Busca la composición química del gas natural y del gas licuado de petróleo (GLP, conocido comúnmente como supergás).
 - c. Escribe una ecuación química que represente la combustión completa del principal gas presente en el gas natural.
 - d. Escribe una ecuación química que represente la combustión incompleta de uno de los componentes del GLP.
5. Melina Pan, citada en la noticia, es médica especialista en Toxicología Clínica. ¿Qué es el CIAT? ¿Qué se debe hacer si surge una emergencia toxicológica?
6. El CO es menos denso que el aire por lo que se acumula en las zonas altas del ambiente. Una vez inhalado, se combina con la hemoglobina de la sangre con una facilidad 240 veces mayor que el dioxígeno. Así, llega un momento en que no hay suficiente hemoglobina disponible en la sangre para transportar O₂ a los tejidos, pudiendo ocasionar la muerte.

¿Cómo se relaciona esta información con la sugerencia de qué hacer ante un incendio: “en caso de ser necesario, desplazarse cerca del suelo” (Sistema Nacional de Emergencias, 2023)?

Pienso sobre mi propio pensamiento

Esta rutina de pensamiento te ayudará a reflexionar sobre lo trabajado. Consiste en elaborar sintéticamente un titular sobre el tema y escribir dos frases sobre lo que has aprendido. Luego, comparte tu titular con un par para intercambiar perspectivas.



Dispositivos de combustión a llama



En nuestros hogares, utilizamos una variedad de artefactos a combustión para calefaccionar, cocinar y ducharnos. Estos dispositivos incluyen estufas a gas, estufas a leña, cocinas a leña, calefactores a leña, cocinas a gas, calentadores de agua a gas, entre otros. Estos aparatos son esenciales para nuestras actividades diarias, pero es importante reconocer que su uso puede conllevar la emisión de monóxido de carbono (CO). Por ello, es fundamental comprender su funcionamiento, los riesgos asociados y la necesidad de medidas de seguridad adecuadas, como la instalación de detectores de CO.

Actividad 1: Introducción a los dispositivos de combustión

Para comprender mejor los dispositivos de combustión que utilizamos diariamente, realizaremos una actividad que nos permitirá identificar y familiarizarnos con los diferentes tipos de dispositivos de combustión y entender su funcionamiento.

Propuesta de trabajo:

- Dividir a los estudiantes en grupos y asignarles la tarea de indagar un tipo específico de artefacto (estufas a gas, estufas a leña, cocinas a leña, calefactores a leña, cocinas a gas, calentadores de agua a gas). Deben identificar su funcionamiento, usos comunes y riesgos de emisión de CO.
- Luego, cada grupo presenta sus hallazgos al resto de la clase mediante 4 imágenes acompañadas de una breve exposición oral en un máximo de 4 minutos.
- Como actividad de cierre, se lleva a cabo un intercambio sobre la importancia de la seguridad en el uso de estos artefactos y las medidas preventivas para evitar la intoxicación por CO.

Actividad 2: Encuesta sobre dispositivos a combustión y uso de detectores de CO

Se propone a los estudiantes realizar una encuesta en su comunidad para recolectar datos sobre los sistemas de calefacción y cocina utilizados, horas de uso y percepción sobre la necesidad de detectores de CO.

A continuación, se muestra un ejemplo que puede ser utilizado y/o editado.



Encuesta para recolectar datos sobre los sistemas de calefacción utilizados en los hogares, las horas de uso y la percepción sobre la necesidad de detectores de monóxido de carbono (CO) en la comunidad.

1. ¿Qué tipo de sistema de calefacción utiliza en su hogar? (Seleccione todas las que apliquen)

- Estufa a gas
- Estufa a leña
- Estufa eléctrica
- Calefactor a leña
- Cocina a leña
- Estufa a pellet
- Aire acondicionado

Otro: _____

2. ¿Cuántas horas al día utiliza el sistema de calefacción durante el invierno?

- Menos de 1 hora
- 1-3 horas
- 4-6 horas
- 7-9 horas
- Más de 9 horas

3. ¿Qué tipo de dispositivos utiliza en su hogar para cocinar? (Seleccione todas las que apliquen)

- Cocina a gas
- Cocina a leña
- Cocina eléctrica

Otro: _____

4. ¿Cuántas horas al día utiliza los dispositivos para cocinar?

- Menos de 1 hora
- 1-3 horas
- 4-6 horas
- 7-9 horas
- Más de 9 horas

5. ¿Qué tipo de dispositivo utiliza para calentar el agua de la ducha?

- Calentador de agua a gas
- Calentador de agua eléctrico
- Calentador de agua a leña

Otro: _____

6. ¿Cuántas horas al día utiliza los dispositivos para calentar el agua de la ducha?

- Menos de 1 hora
- 1-3 horas
- 4-6 horas
- 7-9 horas
- Más de 9 horas

7. ¿Conoce los peligros del monóxido de carbono?*

- Sí
- No

8. ¿Considera importante tener un detector de monóxido de carbono en su hogar?

- Muy importante
- Moderadamente importante
- Poco importante
- No importante

9. ¿En qué tipo de espacios considera más necesaria la instalación de detectores de monóxido de carbono? (Seleccione todas las que apliquen)

- Hogares en general
- Centros educativos
- Residenciales de personas mayores
- Centros comerciales
- Hospitales
- Oficinas
- Restaurantes

Otro: _____

** En el caso de que la respuesta sea "No", el estudiante podrá brindar una breve explicación sobre el monóxido de carbono y sus peligros.*

Análisis de datos:

1. ¿Qué tipo de sistema de calefacción es el más común en los encuestados?
2. ¿Qué tipo de sistema de cocina es el más utilizado en los hogares de los encuestados?
3. ¿Cuál es la media de horas de uso de los sistemas de calefacción durante el invierno?
4. ¿Existe una gran variabilidad en las horas de uso de los sistemas de calefacción entre los encuestados? ¿Cómo lo explicas?
5. ¿Qué porcentaje de los encuestados utilizan estufas a gas?
6. ¿Cuál es el sistema de cocina más comúnmente utilizado para cocinar?
7. ¿Cuántos encuestados utilizan calentadores a gas para bañarse?
8. ¿Cuántos encuestados conocen los peligros del monóxido de carbono (CO)?
9. ¿Qué porcentaje de los encuestados considera muy importante tener un detector de CO en su hogar?
10. ¿Qué espacios consideran los encuestados como los más necesarios para la instalación de detectores de CO?
11. Formula dos predicciones sobre el uso futuro de sistemas de calefacción y cocina en base a los datos obtenidos.
12. ¿Qué conclusiones puedes sacar sobre la necesidad de detectores de CO en la comunidad?

Niveles de concentración en artefactos de combustión de llama

Como ya vimos, el monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro que puede resultar extremadamente peligroso en altas concentraciones, ya que se combina con la hemoglobina en la sangre, reduciendo su capacidad para transportar dióxígeno. Los efectos de la exposición al CO dependen de la concentración y del tiempo de exposición. Por lo tanto, es esencial contar con mecanismos de detección confiables y ajustar los umbrales de alarma para garantizar la seguridad de las personas.

Niveles de concentración de CO en Uruguay según la normativa

Las concentraciones de CO se miden en partes por millón (ppm). Los efectos en la salud varían según la concentración:

- 1-10 ppm: Nivel típico en exteriores y en áreas sin fuentes de CO significativas.
- 35 ppm: Nivel máximo de concentración que se considera aceptable en un ambiente residencial, según la normativa uruguaya de URSEA.
- 50-200 ppm: Exposición continua a estos niveles puede causar síntomas como dolor de cabeza y mareos.
- 200-400 ppm: Niveles peligrosos que pueden causar síntomas severos de intoxicación en una exposición prolongada.
- 800 ppm y superiores: Exposición a estos niveles puede ser mortal en menos de una hora.

Estudio de caso para identificar los síntomas con los niveles de concentración

Imagina que eres un técnico que trabaja en la URSEA realizando mediciones de la concentración de monóxido de carbono en locales comerciales. Te solicitan que vayas a un restaurante con parrilla para verificar si el nivel de CO es seguro para los que trabajan en la cocina, específicamente en la zona de la parrilla. Realizas la medición a 50 cm del frente de llama de la parrilla, como indica la norma, y obtienes el siguiente resultado:

$$[\text{CO}] = 68,8 \text{ mg/m}^3 \text{ (medidos a } 25 \text{ °C y } 1 \text{ atm)}$$

1. La unidad mg/m^3 es otra unidad de concentración que relaciona masa y volumen de una solución. ¿Qué significa mg? ¿A cuántos gramos (g) corresponde? ¿Y m^3 ? ¿A cuántos litros (L) corresponde?
2. Expresa la concentración medida en ppm.
Utiliza la siguiente expresión: $\text{ppm} = \text{mg/m}^3 \times 24,45 / \bar{M}$
Recuerda calcular la masa molar (\bar{M}) del CO.
3. ¿Qué incluirías en el informe? ¿Qué sugerencias le darías al dueño del local?
4. ¿Qué efecto tiene esa concentración de CO en la salud de los asadores?
5. Busca información sobre un riesgo físico y uno químico que puedan afectar la salud de los asadores.

Valor umbral en Uruguay

Según la normativa establecida por la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA) en Uruguay, se considera aceptable que la concentración de CO en un artefacto sea inferior a 35 ppm. Esta normativa es crucial para definir los parámetros de seguridad en la detección de monóxido de carbono en entornos residenciales.

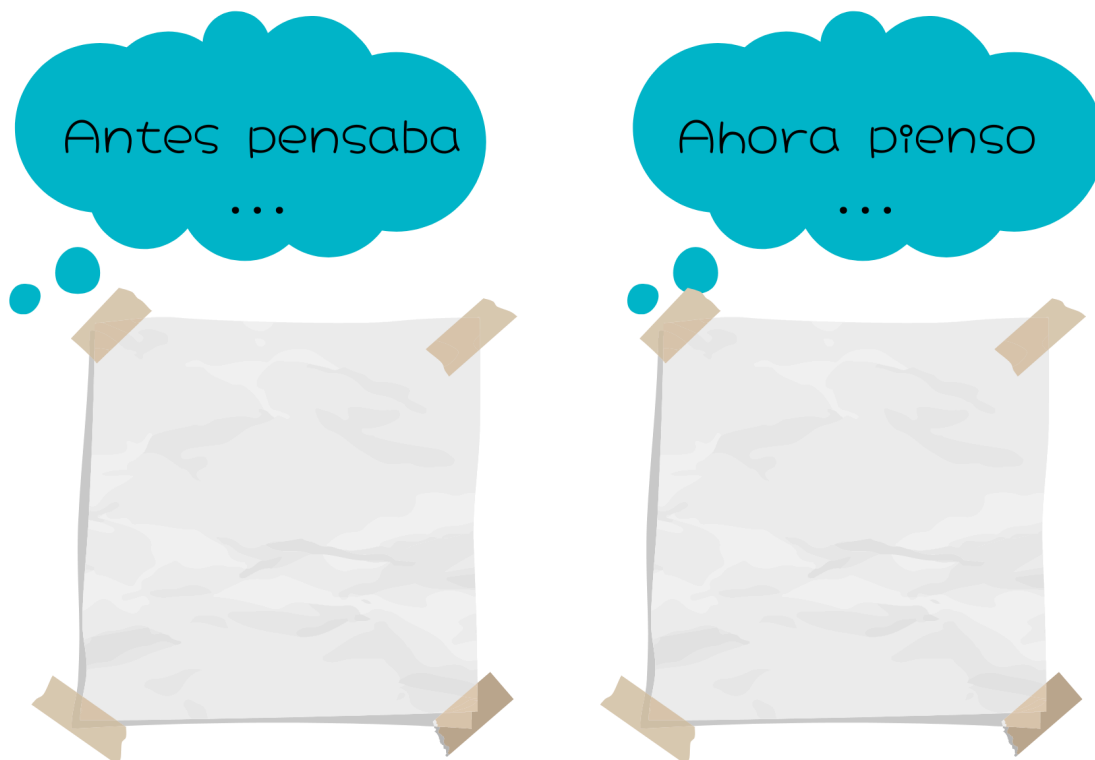
Normativa de URSEA (2018):

"Se considera que la concentración de CO en un artefacto es aceptable sólo si el resultado de la medición es inferior a 35 ppm."

Teniendo en cuenta la información anterior, en el diseño del detector de monóxido de carbono, es recomendable establecer el valor umbral en 35 ppm para cumplir con la normativa de URSEA.

Pienso sobre mi propio pensamiento

Completa la siguiente rutina de pensamiento:



ETAPA B: Definiendo ideas

Enunciado del problema

¿Cómo diseñar un detector de monóxido de carbono accesible y eficaz para hogares, con el fin de prevenir intoxicaciones por CO en espacios cerrados, donde las personas carecen de sistemas de monitoreo adecuados?

Actividad 1: Lluvia de ideas

Junto a tu grupo, en una hoja escriban todas las ideas que se les ocurran para resolver el problema planteado. No importa si parecen locas o difíciles de implementar. El objetivo es tener la mayor cantidad posible de ideas.

Actividad 2: Profundizando en las ideas

1. Revisen todas las ideas generadas en la actividad anterior. Identifiquen las que consideran más viables, interesantes o innovadoras.
2. Deben seleccionar **tres ideas** que les parezcan las más prometedoras. Utilicen los siguientes criterios para evaluar cada idea:
 - **Eficacia:** ¿Qué tan bien resolvería el problema?
 - **Accesibilidad:** ¿Es una solución que podría implementarse fácilmente y a bajo costo?
 - **Innovación:** ¿Cuán creativa o novedosa es la idea?
3. Desarrollo de las ideas seleccionadas:
 - **Nombre de la idea:** Denle un nombre que resuma el concepto.
 - **Descripción breve:** Escriban una descripción de 2-3 oraciones explicando cómo funciona.
 - **Ventajas y Desventajas:** Hagan una lista de los aspectos positivos y negativos de cada idea.
 - **Boceto:** Dibujen un esquema simple que represente la idea.



IDEA 1		
Nombre	Descripción	Ventajas y desventajas
Boceto:		

IDEA 2

Nombre

Descripción

Ventajas y desventajas

Boceto:

IDEA 3

Nombre

Descripción

Ventajas y desventajas

Boceto:

Actividad 3: Definiendo las ideas

A. Cada grupo debe presentar sus tres ideas desarrolladas al resto de la clase. Discutan en grupo las fortalezas y debilidades de cada una.

B.

- I. Usen la matriz que se muestra a continuación para comparar las tres ideas en base a los criterios.
- II. Asignen una puntuación a cada criterio (del 1 al 5) para cada idea. Sumando las puntuaciones, determinen cuál idea tiene la puntuación más alta.

IDEA 1					
Criterio	1	2	3	4	5
Eficacia					
Accesibilidad y costo					
Innovación					
Viabilidad técnica					

IDEA 2					
Criterio	1	2	3	4	5
Eficacia					
Accesibilidad y costo					
Innovación					
Viabilidad técnica					

IDEA 3					
Criterio	1	2	3	4	5
Eficacia					
Accesibilidad y costo					
Innovación					
Viabilidad técnica					

C. Selección de la idea final:

- I. Decidan en grupo cuál idea desarrollarán en el proyecto final.
- II. Justifiquen la selección escribiendo un breve párrafo que explique por qué esta idea es la mejor opción para resolver el problema planteado.

A partir de las ideas propuestas por los estudiantes, el docente guiará y acompañará a los alumnos durante el proceso de construcción del detector. A continuación, se presenta un ejemplo de propuesta para el proyecto, que puede servir como referencia para su implementación.

ETAPA C: Construcción del detector

Descripción

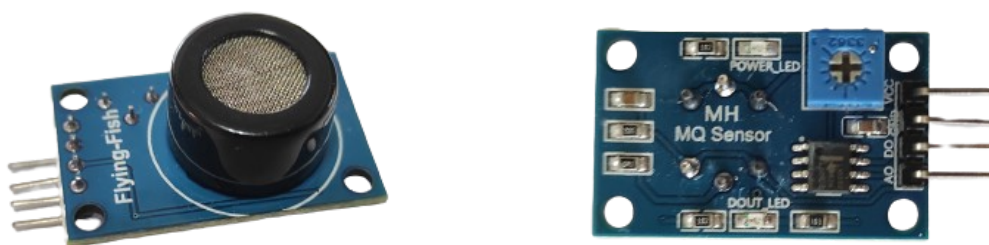
El detector de monóxido de carbono (CO) está controlado por una placa micro:bit, que gestiona la lectura del sensor y las alertas. El sensor MQ-7 se utiliza para medir la concentración de CO en el aire, con un umbral de seguridad establecido en 35 ppm. Si la concentración de CO se mantiene por debajo de este valor, un LED verde se encenderá como indicación de que el aire es seguro. En caso de que la concentración supere los 35 ppm, el LED verde se apagará y se activará una alarma sonora para alertar sobre los niveles peligrosos de CO. Además, al presionar un botón en la placa micro:bit, se podrá visualizar en la pantalla la concentración actual de CO en ppm.

Materiales necesarios

- Sensor MQ-7.
- Placa micro:bit.
- Tres resistores de 10 Ω , 5,1 k Ω y 10 k Ω .
- LED verde.
- Buzzer.
- Cargador de 5,0 V.
- Placa protoboard.
- Cable USB.
- Cable de conexión jumper.
- Cables pinza cocodrilo.
- Multímetro.

El sensor MQ-7

El sensor seleccionado para el diseño y construcción del detector es el MQ-7. Este sensor es un dispositivo electrónico diseñado para detectar concentraciones de monóxido de carbono (CO) en el aire. Aunque puede medir otros gases como el dihidrógeno (H₂), el metano (CH₄) y los gases que componen al gas licuado de petróleo (GLP), está calibrado para detectar principalmente concentraciones de monóxido de carbono.



Módulo sensor MQ-7. García Pereira (2024)

Para ver la estructura y funcionamiento del sensor puedes visualizar el siguiente [video](#). En los ["anexos"](#) se encuentra una sección para aquellos que desean profundizar en las características del sensor.

Conexión del módulo sensor MQ-7 a la placa micro:bit

De acuerdo a los datos proporcionados por el fabricante, el voltaje de salida del sensor MQ-7 es de 0 a 5,0 V. Para evitar dañar la micro:bit se utiliza un divisor de voltaje¹ que reduce el voltaje de salida del sensor a un nivel seguro para la placa de programación, cuyo rango de entrada es de 0 a 3,3 V. El divisor de voltaje consiste en dos resistores conectados en serie, R₁ y R₂. El voltaje medido por la placa micro:bit es una fracción del voltaje de salida real del sensor.

¹ Para profundizar más acerca del divisor de voltaje puedes consultar en la sección ["Anexos"](#).

Procedimiento para la conexión del módulo sensor:

Conectar:

1. el V_{CC} del módulo del sensor MQ-7 al cable de alimentación de 5,0 V.
2. El GND del módulo al cable "neutro" de la fuente de 5,0 V y al pin GND de la placa micro:bit.
3. AO (salida analógica) del módulo al pin P1 de la placa micro:bit.
4. El divisor de voltaje con sus respectivos resistores:
 - Un resistor R_1 de 5,1 k Ω entre voltaje de salida del sensor y GND.
 - Una resistencia R_2 de 10 k Ω en paralelo con R_1 .
 - El punto común entre R_1 y R_2 al pin P1 de la micro:bit.

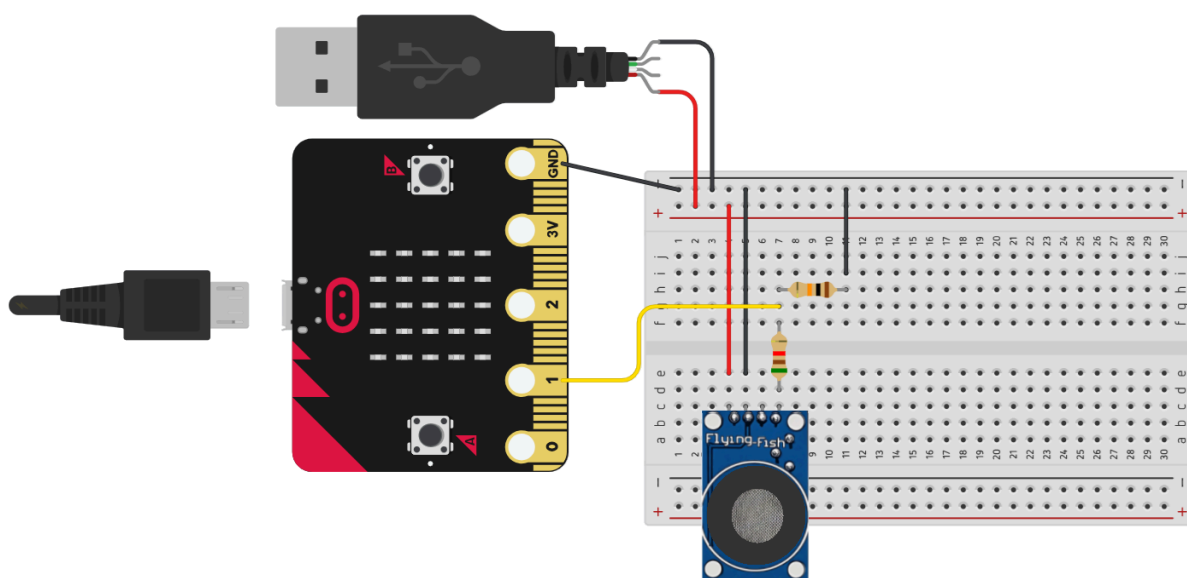


Diagrama de conexión del sensor. García Pereira (2024)

Conexión de las alertas visuales y auditivas

A continuación, se describen los pasos necesarios para establecer estas conexiones de las alertas visuales y auditivas para el detector de monóxido de carbono.

Procedimiento:

Conectar:

1. Un LED verde al pin P2 de la placa micro:bit.
2. Una resistencia de $10\ \Omega$ en serie entre el pin P2 de la placa micro:bit y el LED verde.
3. Un buzzer al pin P0 de la placa micro:bit.

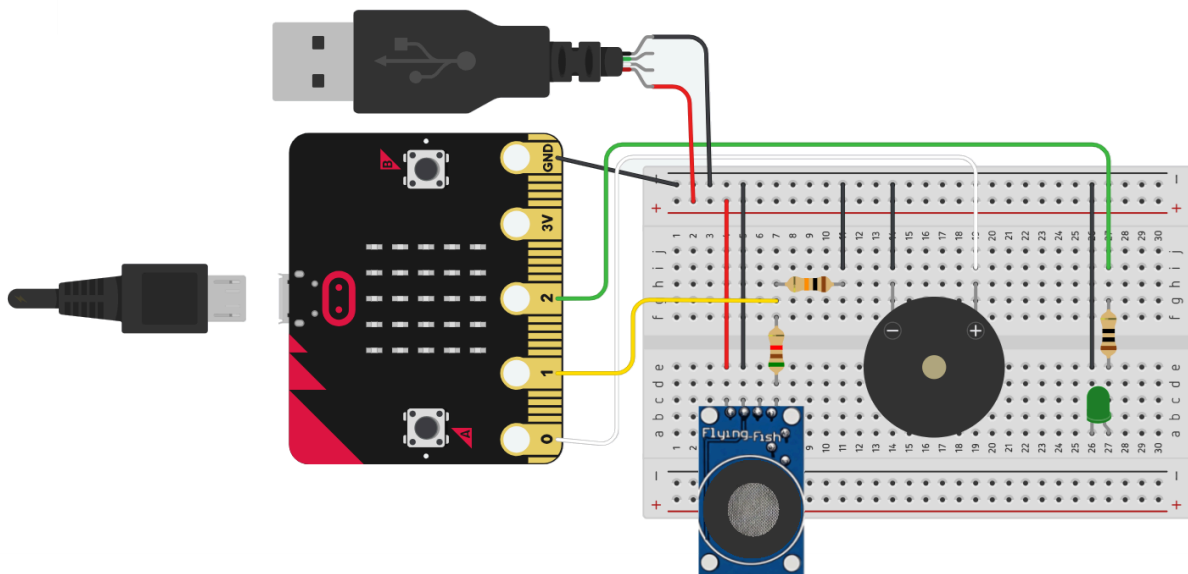
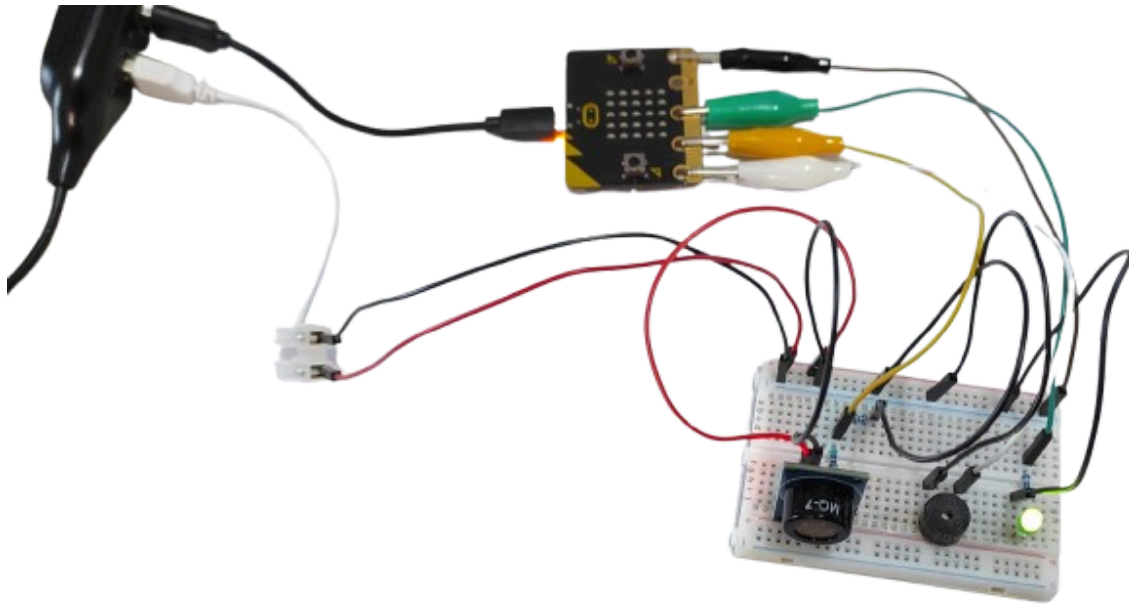


Diagrama de conexión del detector. García Pereira (2024)

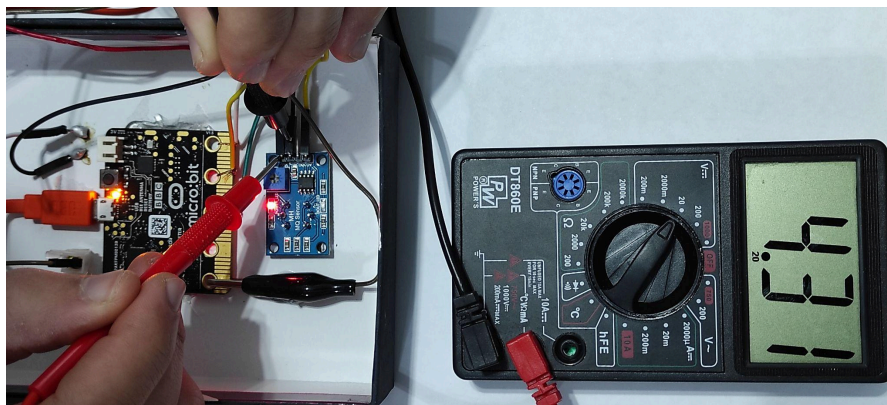


Conexiones del detector. García Pereira (2024)

Determinación de las variables para la calibración del sensor

A continuación, procedemos a determinar las variables necesarias para calibrar el sensor MQ-7. Es fundamental medir el voltaje de alimentación del sensor (V_{cc}) para asegurar su correcto funcionamiento. Además, es importante establecer el valor de la resistencia base en aire limpio (R_0), que servirá como referencia para calcular la concentración de CO. Por último, se debe ajustar adecuadamente el potenciómetro del sensor para calibrar su sensibilidad. Por recomendación del fabricante se debe tener encendido el sensor al menos 24 horas antes de la calibración.

Medición del voltaje de alimentación para el sensor:

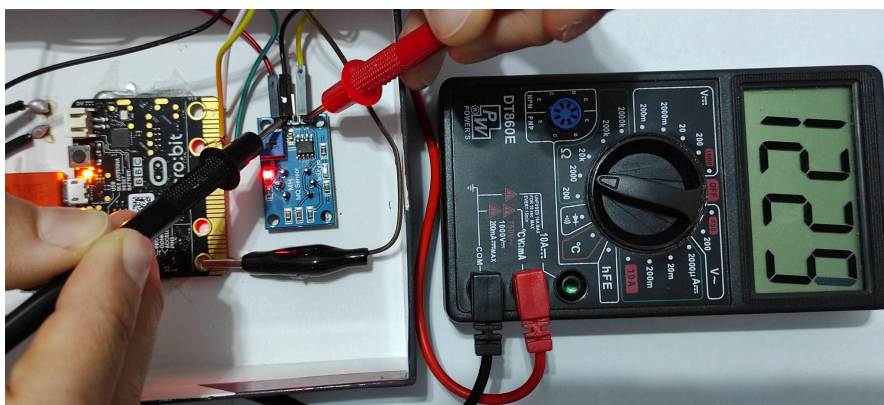


Medición del voltaje para el sensor. García Pereira (2024)

Mide con el multímetro y registra el valor de V_{cc} en la siguiente tabla:

V_{cc} (V)

Medición de la resistencia eléctrica en aire limpio (R_0):



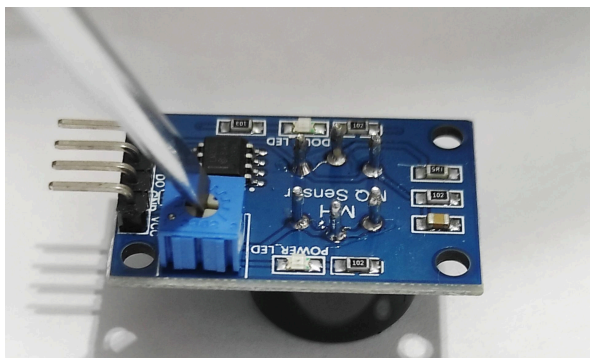
Medición de la resistencia eléctrica del sensor. García Pereira (2024)

1. Mide la resistencia del pin de salida del sensor en aire limpio utilizando un multímetro.
2. Registra el valor de la resistencia (R_0):

R_0 (Ω)

Ajuste del potenciómetro:

La resistencia R_L en el sensor MQ-7 es un potenciómetro, es decir, una resistencia variable que permite ajustar la sensibilidad del sensor. Según las especificaciones del fabricante, el valor máximo de R_L es de 10 k Ω .



Potenciómetro. García Pereira (2024)

Ajustando R_L , se puede calibrar la respuesta del sensor para detectar concentraciones de monóxido de carbono (CO).

- Mayor resistencia eléctrica (R_L más alta): El sensor será menos sensible, es decir, requerirá una mayor concentración de CO para activar la alarma.
- Menor resistencia eléctrica (R_L más baja): El sensor será más sensible, detectando concentraciones menores de CO más fácilmente.

Teniendo en cuenta lo anterior, de acuerdo a tus necesidades, ajusta el potenciómetro y registra el valor en la tabla.

R_L (Ω)

A continuación se muestran valores de referencia para las variables como ejemplos. Es recomendable que el usuario reemplace estos valores con los datos obtenidos a través de mediciones o ajustes personalizados.

$R_L = 5,0 \text{ k}\Omega$	$V_{CC} = 4,7 \text{ V}$	$R_S = 5,3 \text{ k}\Omega$
-----------------------------	--------------------------	-----------------------------

En la sección "[anexos](#)" se describe cómo determinar el voltaje de salida V_{out} y la resistencia del sensor R_S .

Diseño del programa

Los pasos a seguir para diseñar el programa se representan mediante el siguiente algoritmo. En la sección [“anexos”](#) se encuentra el diagrama de flujo del programa.

Algoritmo para el programa:

1. Inicialización:

- Configurar los pines para el sensor, LED y buzzer.
- Definir constantes y variables necesarias.
 - Vcc: voltaje de alimentación del sensor.
 - RL: resistencia de carga.
 - Vout: voltaje de salida del sensor.
 - Rs: resistencia del sensor.
 - concentracionCO: concentración de CO calculada.
 - umbral: valor umbral de 35 ppm.
 - Estados del LED y buzzer.

2. Configuración:

- Configurar el sensor para la lectura analógica.
- Configurar los pines de entrada/salida para el LED y buzzer.

3. Funciones

- leerVout:
 - Leer valor analógico del sensor y convertir a voltaje.
- calcularConcentracionCO:
 - Calcular concentración de CO basada en la resistencia del sensor.
- mostrar Concentración CO:
 - Mostrar concentración de CO en la pantalla de la micro:bit.
- calcularRs:
 - Calcular la resistencia del sensor.

4. Eventos de Botones

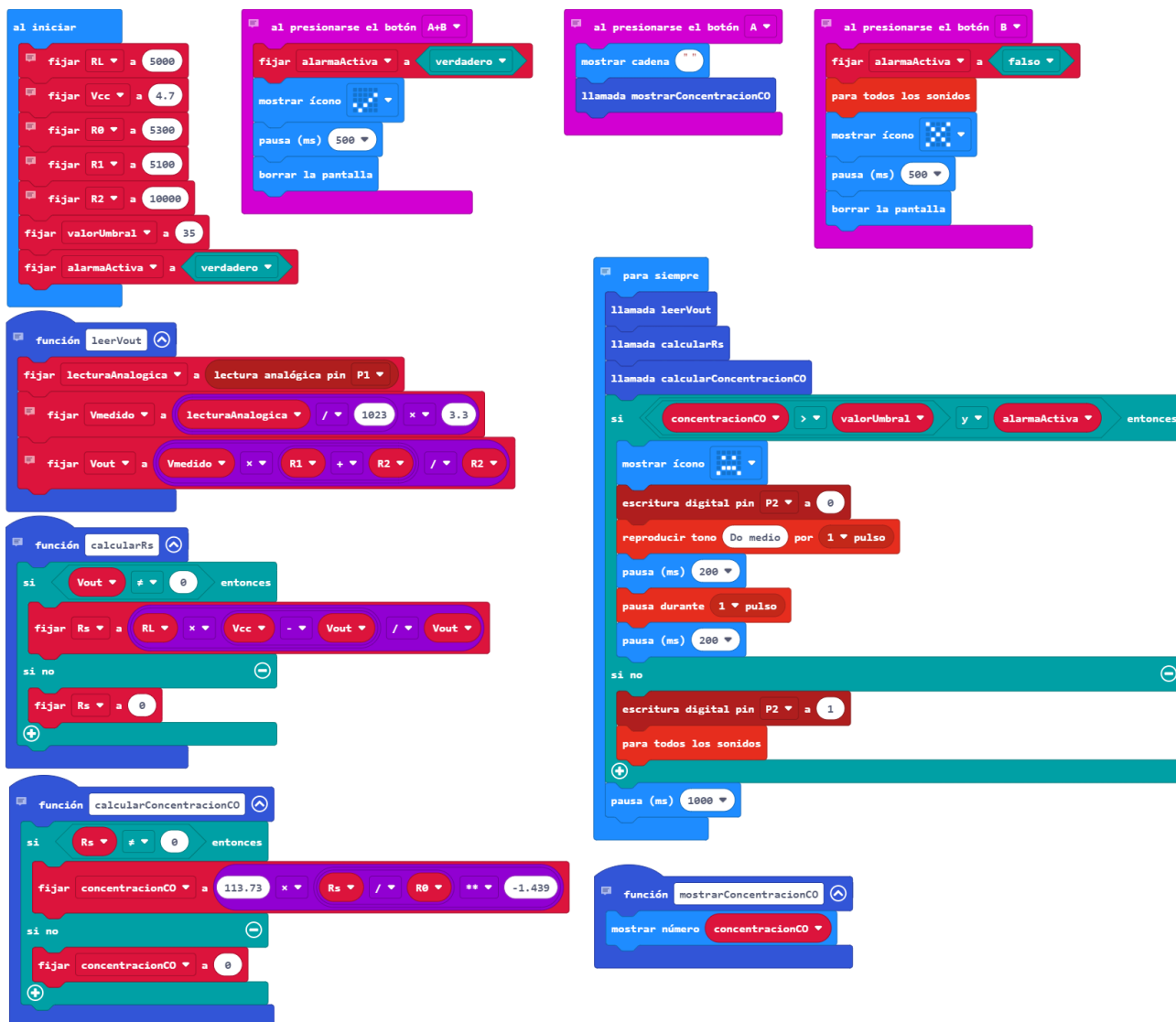
- Botón A: Mostrar la concentración de CO.
- Botón A+B: Reactivar la alarma.
- Botón B: Apagar la alarma.

5. Bucle Principal

- Leer la salida analógica del sensor.
- Convertir la salida analógica en voltaje (Vout).
- Calcular la resistencia del sensor (Rs).
- Calcular la concentración de CO
- Comparar la concentración de CO con el umbral:
 - Si $\text{concentracionCO} > \text{umbral}$:
 - Mostrar ícono triste.
 - Activar el buzzer para que suene una melodía.
 - Si $\text{concentracionCO} \leq \text{umbral}$:
 - Activar el LED verde.
 - Asegurarse de que el buzzer esté apagado.

Código de programación

A continuación, se presenta el [código de programación](#) en lenguaje de bloques para *makecode* de micro:bit. Se utilizan los valores de referencia para las variables puestos como ejemplo anteriormente.

```

al iniciar
  fijar RL a 5000
  fijar Vcc a 4.7
  fijar R0 a 5300
  fijar R1 a 5100
  fijar R2 a 10000
  fijar valorUmbral a 35
  fijar alarmaActiva a verdadero

función leerVout
  fijar lecturaAnalogica a lectura analógica pin P1
  fijar Vmedido a lecturaAnalogica / 1023 * 3.3
  fijar Vout a Vmedido * R1 + R2 / R2

función calcularRs
  si Vout ≠ 0 entonces
    fijar Rs a RL * Vcc - Vout / Vout
  si no
    fijar Rs a 0

función calcularConcentracionCO
  si Rs ≠ 0 entonces
    fijar concentracionCO a 113.73 * Rs / R0 ** -1.439
  si no
    fijar concentracionCO a 0

función mostrarConcentracionCO
  mostrar número concentracionCO

al presionarse el botón A+B
  fijar alarmaActiva a verdadero
  mostrar icono
  pausa (ms) 500
  borrar la pantalla

al presionarse el botón A
  mostrar cadena ""
  llamada mostrarConcentracionCO

al presionarse el botón B
  fijar alarmaActiva a falso
  para todos los sonidos
  mostrar icono
  pausa (ms) 500
  borrar la pantalla

para siempre
  llamada leerVout
  llamada calcularRs
  llamada calcularConcentracionCO
  si concentracionCO > valorUmbral y alarmaActiva entonces
    mostrar icono
    escritura digital pin P2 a 0
    reproducir tono Do medio por 1 pulso
    pausa (ms) 200
    pausa durante 1 pulso
    pausa (ms) 200
  si no
    escritura digital pin P2 a 1
    para todos los sonidos
    pausa (ms) 1000
  
```

Código de programación *makecode* micro:bit. García Pereira (2024)

[Descargar el archivo del programa .hex](#)

En la sección "[Anexos](#)" se muestra el código del programa en el lenguaje de programación JavaScript y se describe la explicación del mismo.

Construcción de la estructura del detector

En esta etapa se aborda el aspecto físico y funcional del detector de CO. A partir de las ideas propuestas por los estudiantes en la [Etapa B: Definiendo Ideas](#), se procede a la construcción del detector. Esta fase se centra en la materialización de esas ideas, construyendo la estructura que alberga los componentes electrónicos.

La estructura física del dispositivo debe garantizar la protección y correcto funcionamiento de los elementos electrónicos. Para ello, debe cumplir con los siguientes aspectos:

1. Protección y ventilación:

La estructura debe proteger los componentes electrónicos de posibles daños y permitir la adecuada ventilación para el sensor.

2. Accesibilidad:

Debe permitir un fácil acceso a los botones de la micro:bit para facilitar ajustes y lecturas.

3. Estética:

El diseño debe ser visualmente atractivo, incluyendo colores y el nombre del proyecto.

ETAPA D: Resultados y conclusiones

¿Dónde colocamos el detector?

Piensa junto a tu equipo en el lugar adecuado para ubicar el detector, según el contexto en el que estén trabajando. Consideren diferentes entornos, como hogares, centros educativos, residencias de personas mayores, gimnasios, centros comerciales, hospitales, oficinas, restaurantes, entre otros.

Documenta el proceso de instalación con fotos y descripciones.

¿Qué consideraciones debemos tener en cuenta para recolectar los datos extraídos del detector?

Para responder esta pregunta, te proponemos analizar el siguiente ejemplo. Juan y Sofía realizaron un experimento con cinco frascos. Los envolvieron con papeles de igual grosor, fabricados con diferentes materiales. Como control, dejaron un frasco sin envolver. En cada uno de los frascos colocaron la misma cantidad de agua a 92,0 °C.



Midieron y registraron la temperatura del agua en cada frasco después de 10 minutos, utilizando la siguiente tabla:

Material del envoltorio	Temperatura del agua (°C)
Frasco de control (sin envoltorio)	84,0
Papel de aluminio	85,0
Papel de diario	87,0
Papel de cocina	89,0
Papel de algodón	90,0

¿Qué pregunta quisieron responder con el experimento? Para llegar a la respuesta, debemos identificar qué variable querían medir y cuál estaban modificando. Una variable es algo que mides o cambias en un experimento. La variable que midieron se llama **variable dependiente**; en este caso, es la temperatura del agua después de 10 minutos. La variable que modificaron se denomina **variable independiente**, y en este experimento es el material del envoltorio. Algunas variables se mantuvieron constantes para que los resultados fueran comparables. En este caso, podemos pensar en estas **variables de control** como el material y tamaño de los frascos, la cantidad inicial de agua, la temperatura inicial del agua, el tiempo, el grosor del papel, entre otras.

La pregunta que guía una investigación se conoce como **pregunta investigable** y se redacta considerando las variables dependiente e independiente. Esta pregunta se formula siguiendo una de las estructuras siguientes:

1. ¿Qué le pasa a (variable dependiente) cuando modificamos (variable independiente)?
2. ¿Cómo afecta a (variable dependiente) que modifiquemos (variable independiente)?

Volviendo al experimento de Juan y Sofía, la pregunta podría ser:

Opción 1: ¿Qué sucede con la temperatura del agua en el interior de un frasco al modificar el material del envoltorio?

Opción 2: ¿Cómo afecta a la temperatura del agua en el interior de un frasco el cambio del material del envoltorio?

Como puedes observar, es la misma pregunta redactada de dos formas diferentes.

Bueno, ahora volviendo al detector de CO, piensa junto a tu equipo qué variables van a considerar al diseñar su experimento. La tabla a continuación puede ayudarlos a organizar el diseño de su actividad.

Variable dependiente	Variable independiente	Variabes de control

¿Cuál es la pregunta investigable que se plantean?

Pruebas y recolección de datos:

En esta etapa se llevan a cabo pruebas para el detector de monóxido de carbono. Es importante asegurarse de que las pruebas se realicen en diversas condiciones para obtener datos representativos y comprobar la eficacia del detector.

Pasos a seguir:

1. Preparación:
 - A. Verificar la correcta instalación y funcionamiento del detector de CO.
 - B. Identificar y preparar las áreas de prueba: una cocina, una sala con calefactor, entre otros.

2. Condiciones Iniciales:
 - C. Medir y registrar los niveles de CO en el espacio seleccionado.
 - D. Asegurarse de que las áreas estén bien ventiladas antes de cada prueba.

3. Prueba en dispositivos:
 - A. Encender un dispositivo a combustión.
 - B. Medir y registrar los niveles de CO a intervalos regulares durante un periodo determinado por el equipo de trabajo.
 - C. Apagar el dispositivo a combustión y continuar midiendo durante un periodo adicional para observar los cambios en los niveles de CO.

4. Registro de datos:

- A. Utilizar una tabla para registrar todos los datos recogidos en cada prueba.
- B. Anotar cualquier observación relevante durante las pruebas (por ejemplo, cambios en la ventilación, temperatura, etc.).

5. Análisis de datos y resultados:

- A. Comparar los resultados obtenidos en diferentes condiciones y espacios.
- B. Identificar los lugares más críticos para la colocación de sensores de CO en un hogar o establecimiento.

Conclusiones:

Analiza e interpreta los datos recopilados durante las pruebas y elabora conclusiones sobre la efectividad del sensor.

Compartiendo resultados:

Utiliza los resultados obtenidos durante el trabajo para crear una infografía en Canva que pueda ser compartida con la comunidad. Puedes incluir recomendaciones sobre el uso de sensores de CO. Para ello, se formarán grupos de 2 o 3 estudiantes.

La infografía debe incluir los siguientes elementos:

- Título
- Texto y elementos gráficos: La información debe ser breve, bien seleccionada y jerarquizada acompañada de elementos gráficos como imágenes, gráficas, diagramas, tablas, mapas, etc. Se puede incluir la pregunta investigable, los datos recopilados y las conclusiones.
- Fuente/s: Indica donde se ha obtenido la información que aparece en la infografía. Se escribe al final con un tamaño de letra pequeño respecto a la empleada en el resto de la infografía para que no distraiga la atención del lector.

→ Crédito: Señala la autoría, es decir la persona o personas autores de la infografía. Se puede colocar en el extremo inferior o superior de la infografía, al igual que ocurre con la/s fuente/s, el tamaño de la letra debe ser inferior al del otro texto.

Evaluación:

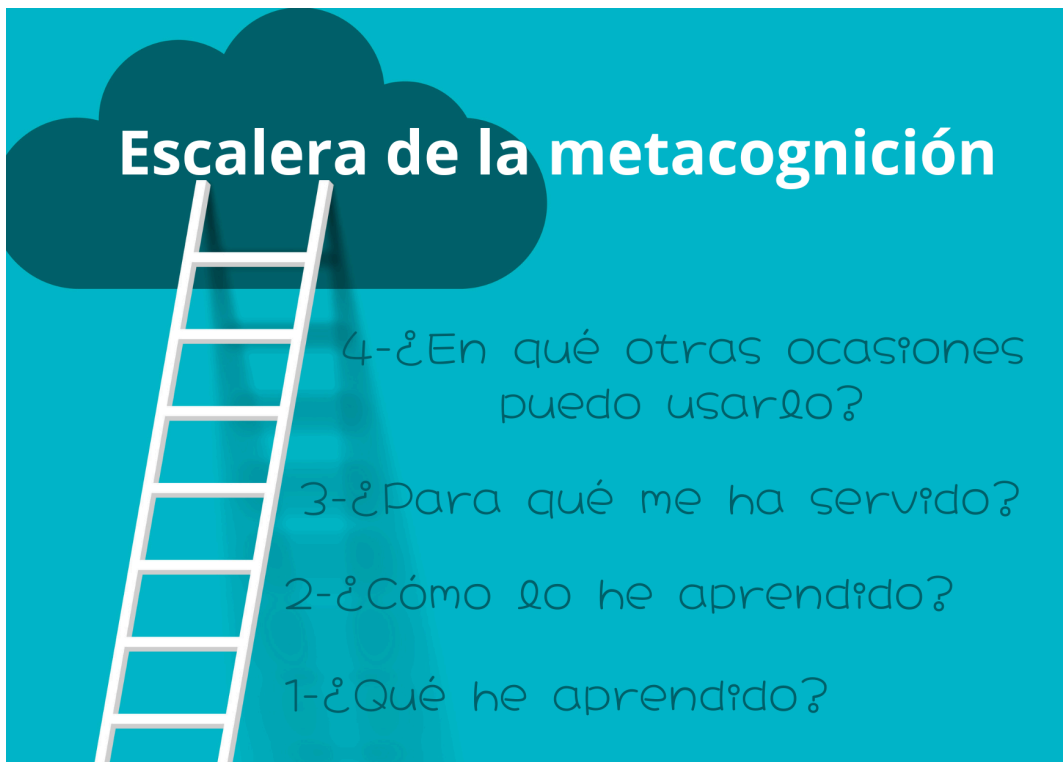
Se indican los aspectos a considerar para la evaluación de la infografía mediante la siguiente escala de valoración:

Aspectos	Descripción	1	2	3	4	5
Título	Representa correctamente el tema y es creativo.					
Organización	Presenta todos los elementos propios de una infografía (título, texto y elementos gráficos, fuente/s y créditos).					
Texto	La información contiene los conceptos clave del tema, está muy bien organizada, sintética, clara y escrita con un tamaño legible. No se presentan errores gramaticales ni ortográficos.					
Elementos gráficos	Las imágenes tienen las dimensiones adecuadas y existe cierta coherencia entre el texto y los elementos gráficos.					

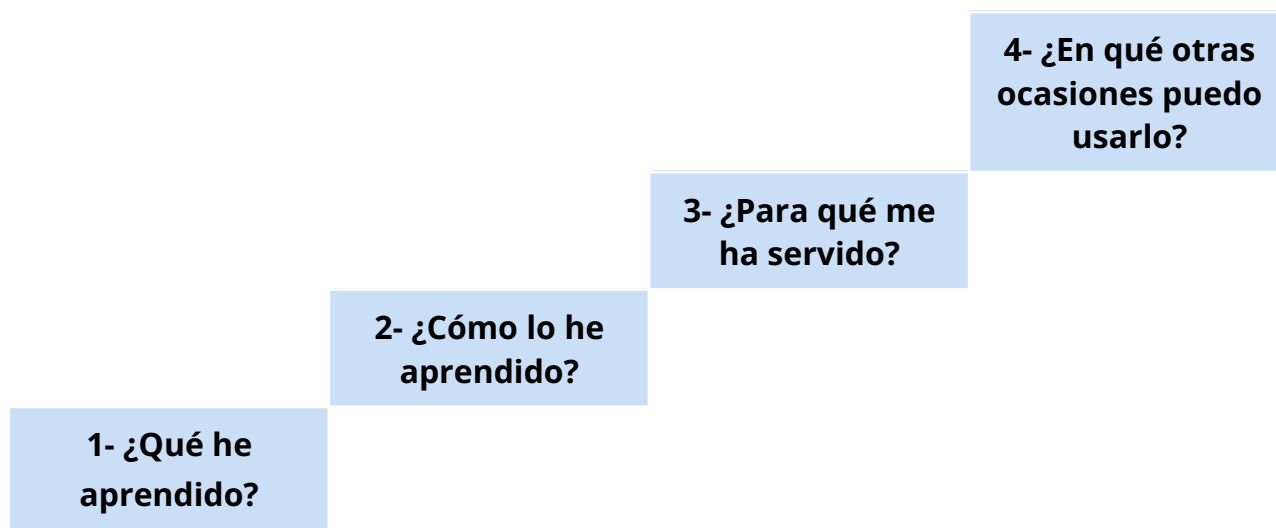
Referencias: 1: Avance mínimo; 2: Avance escaso; 3: Avance moderado; 4: Avance significativo; 5: Avance destacado.

Metacognición:

Formato imagen:



Formato texto:



Bibliografía

- Bañuelos Saucedo, M. A. (2024, 23 de febrero). *Sensor de monóxido de carbono MQ7* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=tQKkGEp6oxo>
- Carrod. (s.f.). Sensor MQ-7 de monóxido de carbono. <https://www.carrod.mx/products/sensor-mq-7-de-monoxido-de-carbono>
- Cedec Intef. (s.f.). *Guía para crear una infografía* <https://cedec.intef.es/rubrica/guia-para-crear-una-infografia/>
- Cedec Intef. (s.f.). *Rúbrica de evaluación de la infografía.* <https://cedec.intef.es/rubrica/rubrica-de-evaluacion-de-una-infografia/>
- Cedec Intef. (s.f.). *Rúbrica para evaluar un cartel digital o infografía.* <https://cedec.intef.es/rubrica/rubrica-para-evaluar-un-mural-cartel-digital-o-infografia/>
- Cedec Intef. (s.f.). *Rúbrica para evaluar una infografía.* <https://cedec.intef.es/rubrica/rubrica-para-evaluar-una-infografia/>
- Cooking.** Autor: Storyset. Licencia: Gratis para fines personales y comerciales con atribución.
- Conexiones del detector. Autor: Matías Gabriel García Pereira (2024). Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)
- Diagrama de conexión del sensor. Autor: Matías Gabriel García Pereira (2024). Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)
- Diagrama de conexión del detector. Autor: Matías Gabriel García Pereira (2024). Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)
- Divisor de voltaje. Autor: Matías Gabriel García Pereira (2024). Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)
- Divisor de voltaje para el sensor y la placa micro:bit. Autor: Matías Gabriel García Pereira (2024). Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)
- Divisor de voltaje del módulo sensor MQ-7. Autor: Matías Gabriel García Pereira (2024). Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)
- Electrónica.uy. (s.f.). *Módulo sensor de monóxido de carbono CO MQ-7.* <https://www.electronica.uy/producto/robotica/sensores-robotica/liquidados-%C2%A6-gases/modulo-sensor-de-monoxido-de-carbon-co-mq-7/>
- Hanwei Electronics Co., Ltd. (2018). "MQ-7 Semiconductor Sensor for Carbon Monoxide." *Hoja de datos técnica.* <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>
- Hanwei Electronics Co., Ltd. (s.f.). *MQ-7 Semiconductor Sensor for Carbon Monoxide.* <https://pdf.xab3.ro/files/MQ7.pdf>

[imagen de calefactor a leña](#). Autor: Enrique Hoyos. Pexels. Licencia: Gratis para uso personal y comercial con atribución.

[Imagen de escalera](#). Autor: starline. Licencia: Gratis para uso personal o comercial con atribución.

imagen de estufa a gas. Autora: C. Carballo. Licencia: Gratis para uso personal y comercial con atribución.

[imagen de estufa a leña](#). Autor: Freepik. Licencia: Gratis para uso personal y comercial con atribución.

[imagen de quemador de cocina a gas](#). Autor: ph. Licencia: CC0 Dominio público.

Martí, J. (2012). *Aprender Ciencias en la educación primaria*. Graó.

MetroGAS. (26 de abril de 2019). *Testimonial Amigas* [Archivo de Video]. YouTube. https://youtu.be/g68sf6_0gW4

Medición del voltaje para el sensor. Autor: Matías Gabriel García Pereira (2024). Licencia: [CC BY-SA 4.0](#)

Medición de la resistencia eléctrica del sensor. Autor: Matías Gabriel García Pereira (2024). Licencia: [CC BY-SA 4.0](#)

Módulo sensor MQ-7. Autor: Matías Gabriel García Pereira (2024). Licencia: [CC BY-SA 4.0](#)

Palacios, J., Falcón, N., y Muñoz, E. (2015). Diseño y construcción de sensores automatizados de gases de efecto invernadero en la baja troposfera. *Ingenius: Revista de Ciencia y Tecnología*, (14), 31-37. <https://doi.org/10.17163/ings.n14.2015.03>

Plan Ceibal. (2024). *Cuaderno Maker 2024: Guía para docentes y estudiantes*. Plan Ceibal. <https://bibliotecapais.ceibal.edu.uy/info/cuaderno-maker-guia-para-el-trabajo-por-proyectos-00017484>

Potenciómetro. Autor: Matías Gabriel García Pereira (2024). Licencia: [CC BY-SA 4.0](#)

[Rutina de pensamiento Titular](#). Autor: Creative hat Freepik. Licencia: Gratis para uso personal y comercial con atribución.

Saravia, G., Seguro, B., Franco, M. y Nassi, M. (2010). *Todo se transforma. Química- 3er Año C.B.* Contexto.

Saravia, G., Seguro, B., Franco, M. y Nassi, M. (2012). *Todo se transforma. Química- 4º Año (1º BD)*. Contexto.

SEA. (julio de 2017). *La pregunta investigable. Área Ciencias Naturales*. Extraído de Informe Evaluación en línea Pruebas formativas. DICE - DSPE - ANEP. <http://www.anep.edu.uy/sea/wp-content/uploads/2017/07/Analidsis-de-CIENCIAS-Foco-2 -Formativas-2017.pdf>

- Sedra, A. S., y Smith, K. C. (2015). *Microelectronic circuits* (7th ed.). Oxford University Press.
- SINAE. (26 de junio de 2023). *Recomendaciones sobre incendios*. <https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/comunicacion/publicaciones/recomendaciones-sobre-incendios>
- Toapanta Maldonado, K. E. (2019). Diseño de un detector de monóxido de carbono (CO) portátil para ambientes de trabajo cerrados de la empresa GABISOF S.A. [Tesis de grado, Universidad del Azuay]. Repositorio DSpace. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10513/1/16102.pdf>
- Vistronica. (s.f.). *Módulo sensor de monóxido de carbono MQ-7*. <https://www.vistronica.com/sensores/modulo-sensor-de-monoxido-de-carbono-mq-7-detail.html>
- uElectronics. (s.f.). *MQ-7 detector de monóxido de carbono*. <https://uelectronics.com/producto/mq-7-detector-de-monoxido-de-carbono/>
- Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA). (2018). *Reglamento Técnico de Instalaciones de Saneamiento en Edificaciones*. Universidad de la República, Facultad de Odontología. <https://odon.edu.uy/sitios/cosset/wp-content/uploads/sites/59/2018/06/URSEA.pdf>

Anexos

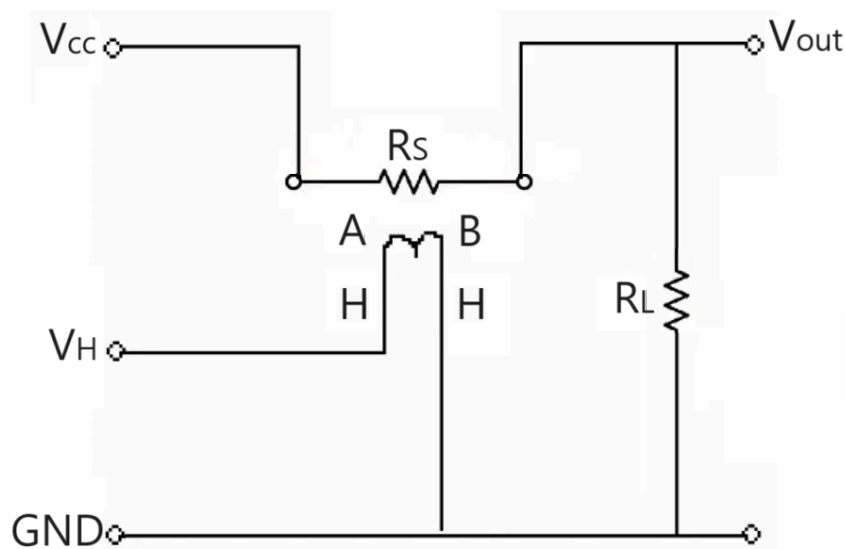
El sensor MQ-7

El sensor MQ-7 está compuesto por un cilindro cerámico de óxido de aluminio que actúa como soporte. Sobre este soporte se encuentra una capa de dióxido de estaño, que es el material sensor responsable de la medición de la conductividad. Para calentar la superficie del sensor y facilitar la interacción con las moléculas de gas, se incorpora una resistencia de calentamiento. El sensor utiliza un método de detección cíclica a alta y baja temperatura para detectar la presencia de CO. La sensibilidad del sensor varía en función de la temperatura y la concentración de CO.

Características técnicas principales:

- Sensibilidad: Monóxido de carbono (CO) y dihidrógeno (H₂). Como normalmente en la atmósfera no hay cantidades significativas de dihidrógeno, entonces tiene una buena probabilidad de detectar la presencia de CO.
- Rango de detección: 20 a 2000 ppm de CO
- Voltaje de operación: 5,0 V DC
- Consumo de corriente: ~350 mW
- Tiempo de calentamiento: 60 s (alto) + 90 s (bajo)
- Ciclo de medición: 150 s
- Temperatura de operación: -10 °C a 50 °C
- Conectividad: Tiene una salida analógica y otra digital que se puede conectar a un microcontrolador.
- Potenciómetro: Permite ajustar la sensibilidad del sensor para adaptarse a diferentes aplicaciones.

Circuito eléctrico del módulo sensor:



Extraído y editado de [Hanwei Electronics Co., Ltd. \(s.f.\)](http://Hanwei Electronics Co., Ltd. (s.f.)).

El circuito del sensor MQ-7, que se muestra en la imagen, se forma de varios componentes que trabajan juntos para detectar la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire. A continuación, se describe el funcionamiento del circuito y sus partes:

Partes del Circuito

- V_{cc} (Voltaje de circuito): Este es el voltaje de alimentación que proporciona energía al circuito del sensor. Normalmente es de 5,0 V.
- V_H (Voltaje del calentador): Este es el voltaje aplicado al calentador interno del sensor. El calentador es esencial para el correcto funcionamiento del sensor, ya que debe calentar el material sensible para que reaccione con el gas objetivo (CO).
- GND (Tierra): Este es el punto de referencia de tierra común para el circuito.
- R_s (Resistencia del sensor): Esta es la resistencia variable del material sensible del sensor, que cambia en presencia de monóxido de carbono.
- R_L (Resistencia de carga): Esta es una resistencia fija conectada en serie con R_s . Su valor afecta la sensibilidad del sensor y es utilizada para convertir los cambios en R_s en un voltaje medible (V_{out}).
- A y B: Son los terminales de conexión del sensor para el voltaje de calentamiento V_H .
- H: Conexiones del calentador interno.

Funcionamiento del Circuito

- El sensor se alimenta con un voltaje V_{cc} (5,0 V) y un voltaje de calentador V_H que puede ser diferente (generalmente 5,0 V o 1,4 V, dependiendo del diseño del sensor).
- El calentador (representado por H) es esencial para calentar la parte sensible del sensor. Este calentamiento permite que el material sensible interactúe con el gas objetivo (CO).
- La resistencia R_s varía en función de la concentración de CO en el aire. En aire limpio, R_s es alta, mientras que en presencia de CO, R_s disminuye.
- El voltaje V_{out} se mide y se utiliza para calcular la resistencia R_s . A partir de R_s , se puede determinar la concentración de CO utilizando una curva de calibración proporcionada por el fabricante.

Consideraciones

- La sensibilidad del sensor MQ-7 puede verse afectada por factores como la humedad y la temperatura del ambiente.
- El sensor no es específico para un solo gas, puede detectar otros gases en menor medida.
- Para obtener mediciones precisas y confiables, es recomendable calibrar el sensor periódicamente.

Aplicaciones

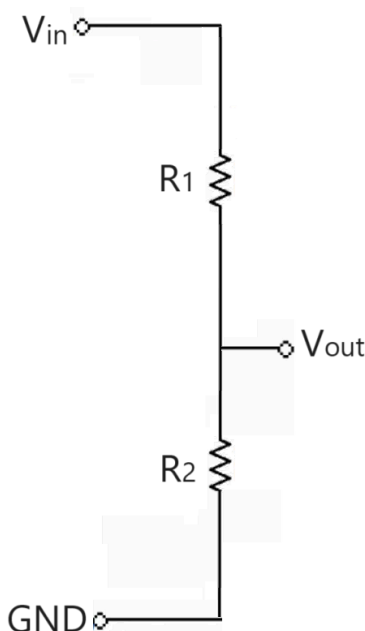
- Alarmas de gas: El sensor se utiliza para detectar la presencia de CO y proporcionar una alerta visual y auditiva cuando se alcanzan niveles peligrosos.
- Industria: El sensor se utiliza para monitorear la presencia de CO en instalaciones industriales y proporcionar una alerta cuando se alcanzan niveles peligrosos.
- Medicina: El sensor se utiliza para monitorear la presencia de CO en ambientes médicos y proporcionar una alerta cuando se alcanzan niveles peligrosos.

El divisor de voltaje:

Un divisor de voltaje es un circuito eléctrico que se utiliza para reducir un voltaje de entrada a un voltaje de salida más bajo. Esto se logra mediante la conexión de dos o más resistores en serie, de modo que el voltaje se divide entre ellas.

El divisor resistivo de voltaje es un tipo específico de divisor de voltaje en el que se utilizan únicamente resistores.

Consideremos un circuito divisor de voltaje compuesto por dos resistencias R_1 y R_2 conectadas en serie con una fuente de voltaje V_{in} . El esquema de conexión es el siguiente:



Divisor de voltaje. García Pereira (2024)

Análisis del circuito

De acuerdo con la Ley de Ohm y la Ley de Kirchhoff, la intensidad de corriente eléctrica que pasa a través de resistencias en serie es la misma, y la suma del voltaje en cada resistencia es igual al voltaje total del circuito.

Utilizando la Ley de Ohm, la intensidad de corriente eléctrica " i " puede ser calculada como:

$$i = \frac{V_{in}}{R_1 + R_2}$$

El voltaje en la resistencia V_{R_1} y el voltaje en la resistencia V_{R_2} se pueden calcular utilizando la Ley de Ohm:

$$V_{R_1} = i \cdot R_1$$

$$V_{R_2} = i \cdot R_2$$

El voltaje de salida V_{out} se toma en el nodo intermedio entre R_1 y R_2 , que es igual al voltaje en R_2 :

$$V_{out} = V_{R_2} = i \cdot R_2$$

Sustituimos "i" en la ecuación de V_{out} :

$$V_{out} = \left(\frac{V_{in}}{R_1 + R_2} \right) \cdot R_2$$

Simplificando, la ecuación para calcular el voltaje de salida V_{out} es:

$$V_{out} = v_{in} \cdot \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

Donde:

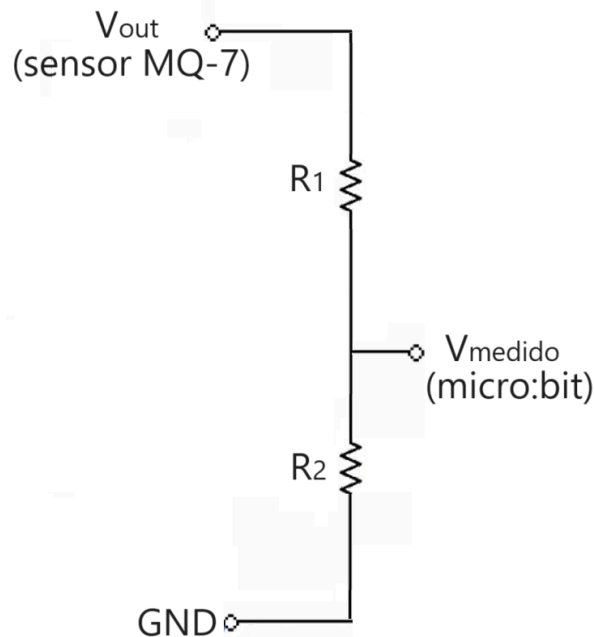
- R_1 y R_2 son las resistencias conectadas en serie.
- V_{out} es el voltaje de salida.
- V_{in} es el voltaje de entrada.

El divisor resistivo de voltaje para la conexión del módulo sensor MQ-7 a la placa micro:bit:

En la implementación del sensor MQ-7 para medir la concentración de monóxido de carbono (CO), es necesario ajustar la señal de salida analógica (V_{out}) del sensor para que sea compatible con los niveles de entrada de la placa micro:bit. Esto se logra mediante un divisor de voltaje.

Esta sección detalla la selección de los valores de las resistencias R_1 y R_2 para asegurar que el voltaje de salida esté dentro del rango aceptable para la micro:bit (0-3,3 V). Es importante que V_{out} no exceda este rango para evitar daños al microcontrolador.

El sensor MQ-7 opera con un voltaje de salida que puede llegar hasta 5,0 V. Por lo tanto, debemos diseñar el divisor de voltaje para reducir este voltaje máximo a un nivel seguro dentro del rango de la micro:bit.



Divisor de voltaje para el sensor y la placa micro:bit. García Pereira (2024)

Donde:

- R_1 es la resistencia conectada en serie con el sensor MQ-7.
- R_2 es la resistencia conectada a tierra (GND).
- V_{out} es el voltaje de salida en el pin "A0" del sensor MQ-7.
- V_{medido} es el voltaje medido por el pin de la placa micro:bit.

Consideraciones para la selección de resistencias:

La elección de los valores de R_1 y R_2 determina cuánto se reducirá el voltaje. Para una reducción adecuada, podemos usar la relación:

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3,3V}{5,0V} \approx 0,66$$

Para una reducción precisa del voltaje de 5,0 V a 3,3 V, la relación de resistencias debe ser aproximadamente 0,66. Supongamos que seleccionamos $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ Usando la relación de 0,66:

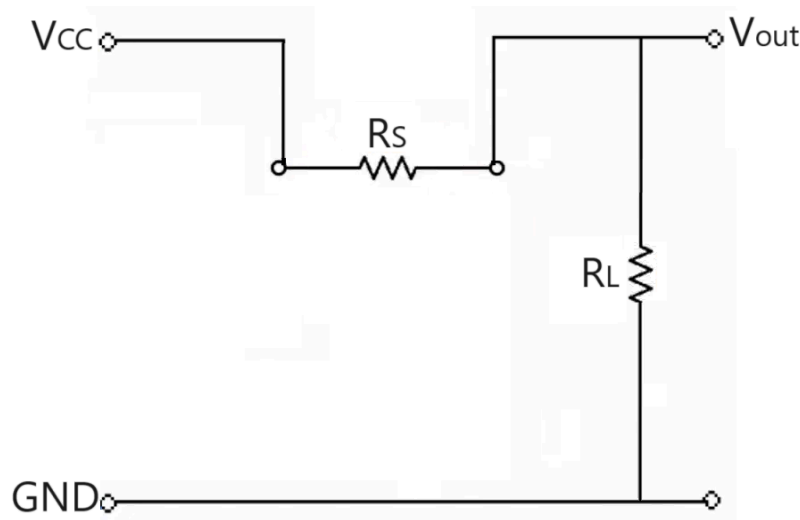
$$0,66 = \frac{10 \text{ k}\Omega}{R_1 + 10 \text{ k}\Omega}$$

Despejando R_1 tenemos que $R_1 \approx 5,1 \text{ k}\Omega$

Por lo tanto, seleccionando $R_1 = 5,1 \text{ k}\Omega$ y $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ podemos asegurar que el voltaje de salida se reducirá adecuadamente para estar dentro del rango seguro de la placa micro:bit.

El divisor resistivo de voltaje del módulo sensor MQ-7:

El módulo del sensor MQ-7 está configurado en un circuito divisor de voltaje, que se compone de dos resistores en serie: la resistencia del sensor R_s y una resistencia de carga R_L . Este circuito se conecta de la siguiente manera:



Divisor de voltaje del módulo sensor MQ-7. García Pereira (2024)

- V_{cc} es el voltaje de alimentación.
- R_s es la resistencia del sensor.
- R_L es la resistencia de carga.
- V_{out} es el voltaje en la salida analógica, que es el punto de conexión entre R_s y R_L .

Análisis del circuito

Según la Ley de Kirchhoff, la suma de las caídas de voltaje en un lazo cerrado es igual al voltaje total suministrado:

$$V_{cc} = V_{R_s} + V_{R_L}$$

Aplicando la Ley de Ohm, las caídas de voltaje en las resistencias R_s y R_L son:

$$V_{R_s} = i \cdot R_s$$

$$V_{R_L} = i \cdot R_L$$

Donde " i " es la corriente que fluye a través del circuito.

El voltaje de salida V_{out} es el mismo que la caída de voltaje a través de R_L :

$$V_{out} = V_{R_L} = i \cdot R_L$$

La corriente " i " en el circuito se puede expresar en términos de V_{cc} , R_s y R_L :

$$i = \frac{V_{cc}}{R_s + R_L}$$

Sustituimos " i " en la ecuación de V_{out} :

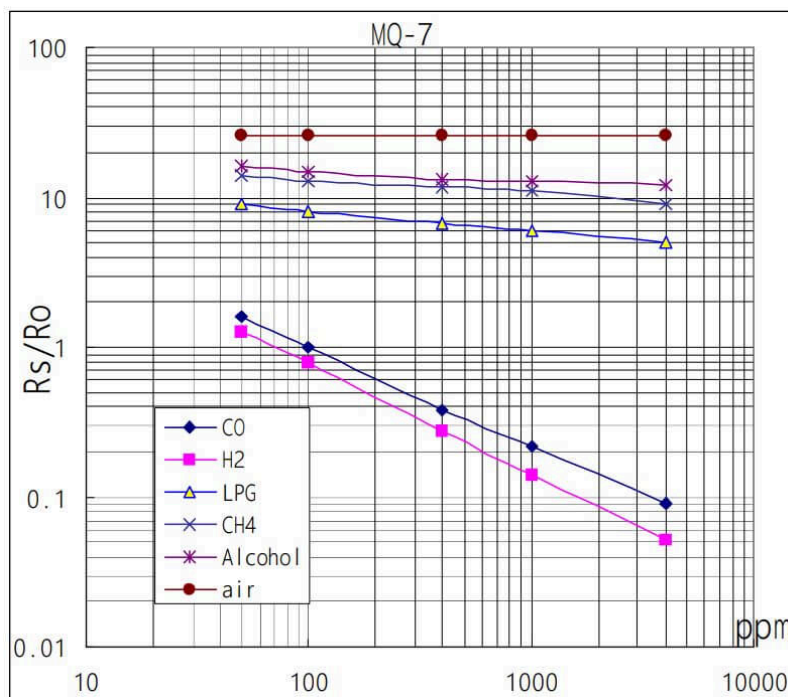
$$V_{out} = \left(\frac{V_{cc}}{R_s + R_L} \right) \cdot R_L$$

Ahora, despejamos R_s de la ecuación anterior:

$$R_s = R_L \cdot \left(\frac{V_{cc} - V_{out}}{V_{out}} \right)$$

Curva de calibración para el sensor MQ-7

Para calibrar el sensor de monóxido de carbono MQ-7 se procede a analizar la curva del DataSheet proporcionada por el fabricante².



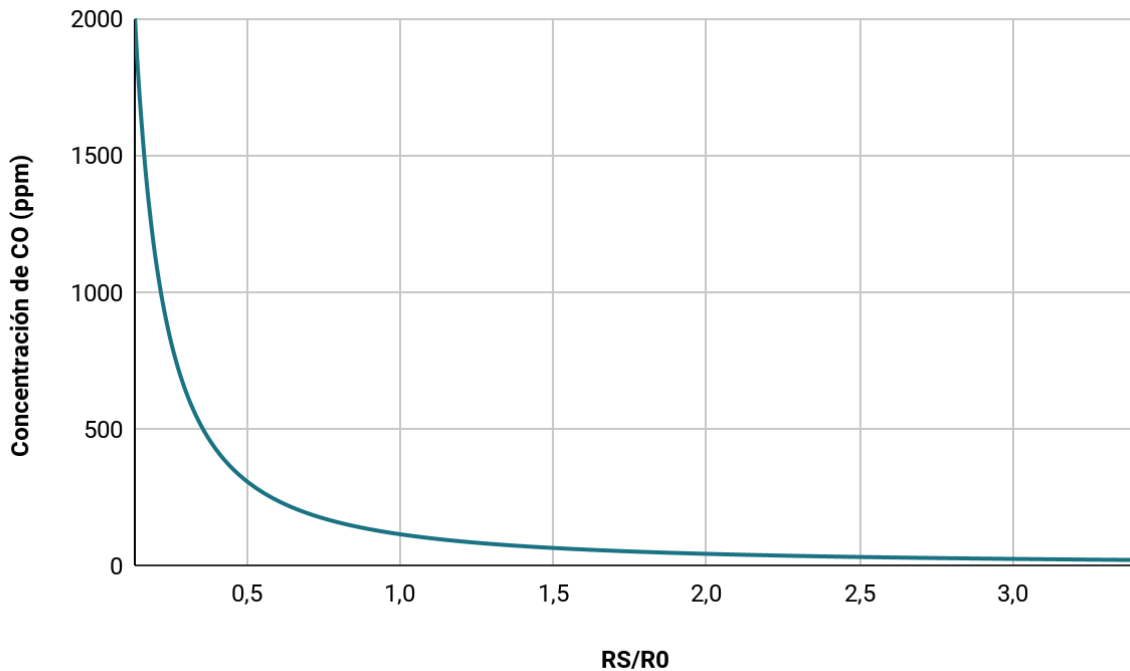
Hanwei Electronics Co., Ltd. (2018).

Debido a que tenemos una curva en lugar de una ecuación, es necesario hacer una estimación y hallar una ecuación, por ejemplo, mediante el método de regresión. Una forma de hacerlo es usar una hoja de cálculo, ingresando los datos de la curva para la concentración de monóxido de carbono con la mayor cantidad de puntos posibles. Luego, se realiza la gráfica, se agrega una línea de tendencia seleccionando la ecuación para implementar en la calibración y así estimar la concentración de CO.

La siguiente gráfica muestra la curva para la concentración de CO y la correspondiente ecuación. Los ejes de la gráfica están invertidos para obtener la expresión de la ecuación de la curva y, de esa manera, calibrar el sensor (Toapanta Maldonado, 2019).

² Hanwei Electronics Co., Ltd. (2018). "MQ-7 Semiconductor Sensor for Carbon Monoxide." Hoja de datos técnica. Disponible en: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>

Concentración (expresada en ppm) = f (R_s/R_0)



Los símbolos de los ejes de la gráfica corresponden a:

- R_s = resistencia del sensor.
- R_0 = resistencia del sensor en aire limpio.
- ppm = partes por millón de la concentración del gas CO.
- R_s/R_0 = relación necesaria para la obtención de la concentración de CO en ppm.

La ecuación descrita por la gráfica es igual a:

$$y = 113,73x^{-1,439} \quad (1)$$

Donde:

$$x = R_s / R_0$$

$$y = \text{Concentración de CO (ppm)}$$

Determinación del voltaje de salida analógica (V_{out}):

La placa micro:bit no proporciona directamente la medida del voltaje de salida (V_{out}) del sensor MQ-7, que tiene un rango de salida de 0 a 5,0 V. Como se mencionó en el apartado de conexión del módulo sensor, para evitar dañar la micro:bit se utiliza un divisor de voltaje.

El voltaje medido por la placa micro:bit (V_{medido}) es una fracción del voltaje de salida real del sensor (V_{out}), determinada por la relación de los resistores.

La placa micro:bit devuelve un valor analógico entre 0 y 1023. Suponiendo que para el voltaje de entrada máximo de 3,3 V, la salida analógica será 1023, podemos convertir el valor analógico a V_{medido} de la siguiente forma:

$$V_{medido} = (\text{valor analógico}) \cdot \left(\frac{3,3 V}{1023} \right)$$

Para determinar el voltaje de salida del sensor (V_{out}) a partir de V_{medido} , usamos la ecuación para el divisor de voltaje³:

$$V_{out} = V_{medido} \cdot \left(\frac{R_1 + R_2}{R_2} \right)$$

Donde:

- R_1 es la resistencia conectada en serie con el sensor MQ-7.
- R_2 es la resistencia conectada a tierra (GND).
- V_{out} es el voltaje de salida del sensor MQ-7.
- V_{medido} es el voltaje medido por la placa micro:bit.

³ Ver en "[divisor de voltaje](#)" dentro de la sección Anexos.

Determinación de la resistencia del sensor (R_s):

A partir de los datos obtenidos anteriormente, podemos calcular la resistencia del sensor mediante la siguiente ecuación⁴:

$$R_s = R_L \cdot \left(\frac{V_{cc} - V_{out}}{V_{out}} \right)$$

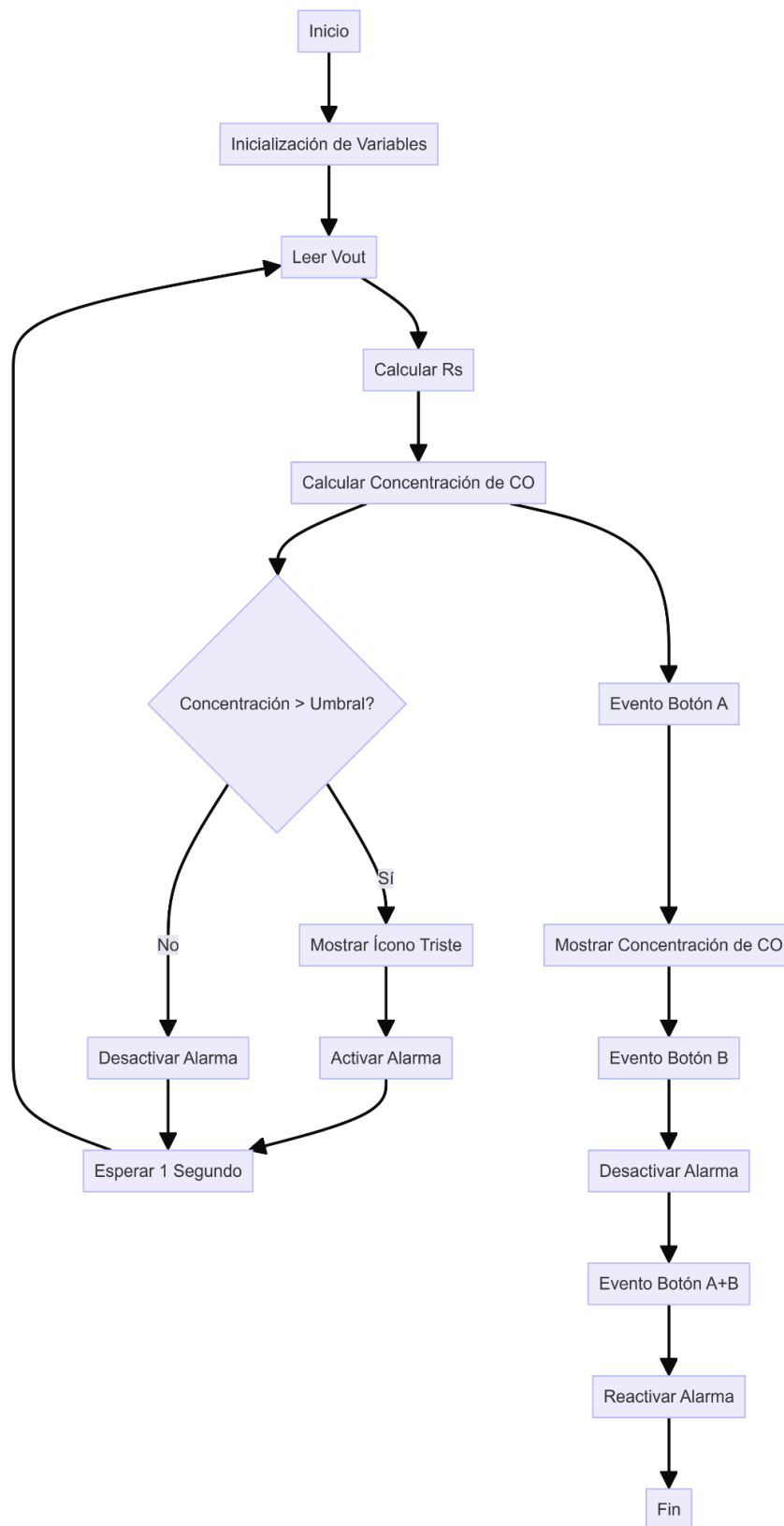
Donde:

- V_{cc} es el voltaje de alimentación.
- R_s es la resistencia del sensor para una determinada concentración de CO.
- R_L es la resistencia de carga.
- V_{out} es el voltaje en la salida analógica del sensor para una determinada concentración de CO.

Con los datos obtenidos y la ecuación para calcular R_s podemos determinar la concentración de CO en ppm a partir de la ecuación para la curva de sensibilidad del sensor (1).

⁴ El análisis para determinar la ecuación se muestra en "[divisor de voltaje](#)" dentro de la sección Anexos.

Diagrama de flujo:



Código de programación en JavaScript

```
// Declaración de variables
let Rs = 0
let concentracionCO = 0
let Vout = 0
let Vmedido = 0
let lecturaAnalogica = 0
let alarmaActiva = false
let RL = 5000 // Valor de la resistencia de carga (ejemplo)
let Vcc = 4,7 // Voltaje de alimentación del sensor (ejemplo)
let R0 = 5300 // Resistencia base del sensor en aire limpio (10 kΩ)
let R1 = 5100 // Resistencia del divisor de voltaje (5.1kΩ)
let R2 = 10000 // Resistencia del divisor de voltaje (10kΩ)
let valorUmbral = 35

// Función para leer y convertir el valor analógico del sensor a voltaje
function leerVout () {
  lecturaAnalogica = pins.analogReadPin(AnalogPin.P1)
  // Convertir lectura analógica a voltaje leído por la micro:bit
  Vmedido = lecturaAnalogica / 1023 * 3.3
  // Ajustar Vmedido para obtener el verdadero Vout del sensor
  Vout = Vmedido * (R1 + R2) / R2
}

// Función para calcular la concentración de CO
function calcularConcentracionCO () {
  if (Rs != 0) {
    concentracionCO = 113.73 * (Rs / R0) ** -1.439
  } else {
    concentracionCO = 0
  }
}

// Función para mostrar la concentración de CO en la pantalla
function mostrarConcentracionCO () {
  basic.showNumber(concentracionCO)
}

// Función para calcular la resistencia del sensor
function calcularRs () {
  if (Vout != 0) {
    Rs = RL * (Vcc - Vout) / Vout
  } else {
    Rs = 0
  }
}
```

```
// Evento al presionar el botón A para mostrar la concentración de CO
input.onButtonPressed(Button.A, function () {
  basic.showString("")
  mostrarConcentracionCO()
})

// Evento al presionar el botón A+B para reactivar la alarma
input.onButtonPressed(Button.AB, function () {
  alarmaActiva = true
  basic.showIcon(IconNames.Yes)
  basic.pause(500)
  basic.clearScreen()
})

// Evento al presionar el botón B para apagar la alarma
input.onButtonPressed(Button.B, function () {
  alarmaActiva = false
  music.stopAllSounds()
  basic.showIcon(IconNames.No)
  basic.pause(500)
  basic.clearScreen()
})

// Bucle principal
basic.forever(function () {
  leerVout()
  calcularRs()
  calcularConcentracionCO()
  if (concentracionCO > valorUmbral && alarmaActiva) {
    basic.showIcon(IconNames.Sad)
    pins.digitalWritePin(DigitalPin.P2, 0)
    music.playTone(262, music.beat(BeatFraction.Whole))
    basic.pause(200)
    music.rest(music.beat(BeatFraction.Whole))
    basic.pause(200)
  } else {
    pins.digitalWritePin(DigitalPin.P2, 1)
    music.stopAllSounds()
  }
  basic.pause(1000)
})
```

Explicación del código:

1. Inicialización:

- Se declaran variables necesarias para almacenar los valores de resistencia, concentración de CO, voltajes y estado de la alarma.
- Se asignan valores específicos a las resistencias y voltajes que se utilizarán para los cálculos.
- Se define la resistencia base del sensor en aire limpio ($R_0 = 5,3 \text{ k}\Omega$).
- Se establece el voltaje de alimentación del sensor ($V_{cc} = 4,7 \text{ V}$) y el valor de la resistencia de carga ($R_L = 5 \text{ k}\Omega$).
- Se inicializa el estado de la alarma como activa y se establece el valor umbral para la concentración de CO.

2. Funciones:

- leerVout:
 - Usa lectura analógica pin P1 para leer el valor analógico del sensor en el pin P1.
 - Convierte la lectura analógica a un voltaje leído (V_{medido}) usando la ecuación $\text{lecturaAnalógica} / 1023 * 3.3$.
 - Ajusta V_{medido} para obtener el voltaje de salida del sensor (V_{out}) usando la ecuación del divisor de voltaje: $V_{\text{out}} = V_{\text{medido}} * (R_1 + R_2) / R_2$.
- calcularConcentracionCO:
 - Calcula la concentración de CO usando la ecuación $\text{concentracionCO} = 113.73 * (R_s / R_0) ** -1.439$, si la resistencia del sensor (R_s) no es cero. Si R_s es cero, la concentración de CO es cero.
- mostrarConcentracionCO:
 - Muestra el valor de la concentración de CO en la pantalla LED de la placa micro:bit usando `mostrar número (concentracionCO)`.
- calcularRs:
 - Calcula la resistencia del sensor (R_s) usando la fórmula $R_s = R_L * (V_{cc} - V_{\text{out}}) / V_{\text{out}}$, si el voltaje de salida (V_{out}) no es cero. Si V_{out} es cero, la resistencia del sensor es cero.

3. Eventos de Botones:

- Al presionarse el botón A:
 - Muestra la concentración de CO en la pantalla LED cuando se presiona el botón A.
- Al presionarse el botón A+B:
 - Reactiva la alarma cuando se presiona el botón A+B, mostrando un ícono de confirmación (✓), y luego limpia la pantalla.
- Al presionarse el botón B:
 - Desactiva la alarma y detiene todos los sonidos cuando se presiona el botón B, mostrando un ícono de apagado (X), y luego limpia la pantalla.

4. Bucle Principal:

- En el bucle para siempre:
 - Se llama a las funciones leerVout, calcularRs, y calcularConcentracionCO para actualizar los valores de voltaje, resistencia y concentración de CO.
 - Se verifica si la concentración de CO es mayor que el umbral (valorUmbral) y si la alarma está activa (alarmaActiva):
 - Si ambas condiciones se cumplen, se muestra un ícono de alarma (:()), se enciende un LED de alarma (escritura digital pin P2 a 0) y se activa la alarma sonora (reproducir tono si alto por un pulso).
 - Si alguna de las condiciones no se cumple, se apaga el LED de alarma y se detienen los sonidos
 - El bucle se repite cada segundo (pausa ms 1000).

Autores: Carballo, Cecilia; García, Matías; Gatto, Anarella.

Fecha de publicación: Setiembre 2024

Licencia:



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)