

**UNIVERSIDAD BLAS PASCAL****21º Olimpiadas Nacionales de Informática, Electrónica y Telecomunicaciones**

Título: **CoDEG (Sensor de gases)**

Alumnos expositores:

- Milovich, Lautaro
DNI: 42301892
4º Año Electrónica
- Tapia, Marcelo
DNI: 42080849
4º Año Electrónica

Docentes orientadores:

- Ulloa, Eduardo Alejandro
DNI: 32.337.712
- Orué, Jorge Luis
DNI: 32.337.646
- García, Diego Hernán
DNI: 32.337.980

Docentes acompañantes:

- Muñoz, Pedro Rodrigo
DNI: 35.567.305
- Ulloa, José Luis
DNI: 32.337.712

Escuela: Industrial N°6 - ``X Brigada Aérea``

Provincia: Santa Cruz

Localidad: Güer Aike

Ciudad: Río Gallegos

Año: 2017

Fecha de inicio: 20 / 04 / 2017

Duración en semanas: 24 semanas

Esfuerzo en horas: 120 horas

Personas afectadas: 2 personas afectadas al proyecto en un promedio de 5 horas semanales



Índice

Contenidos	Pág.
Objetivos	3
Objetivo general del proyecto	3
Especificaciones técnicas/ resumen	3
Temática	3
Introducción	3
Etapas de desarrollo e investigación	5
Alcances y fundamentos sociales-geográficos	5
Segmento destino / Destinatarios	5
Ámbito de incumbencia	5
Funcionalidades	5
Diagrama de bloque del sistema	6
Entradas	6
Salidas	6
Descripción técnica del proyecto	6
Esquema/Circuito eléctrico	6
Mediciones	7
Mediciones sobre los circuitos	7
Mediciones sobre la placa GoGo	7
Descripción general del prototipo logrado	8
Esquema de la maqueta	8
Diagrama de flujo	9
Código fuente/Codificación	9
Costos de materiales y componentes	10
Beneficios	11
Conclusiones	11
Balance comparativo	11
Recomendaciones	11
Propuestas	11
Mejoras	11
Bibliografía	12
Recursos de internet consultados	12
Anexo 1: Fotos de etapa de construcción	13



Objetivo del Proyecto

Construir un prototipo portátil capaz de detectar diversos niveles de gases tóxicos en el ambiente, que son perjudiciales para la salud, logrando así reducir el riesgo de intoxicación por inhalación de los mismos.

Especificaciones Técnicas/Resumen del Proyecto

El proyecto se inicia en el año 2017 en consecuencia al alto riesgo de intoxicación existente por inhalación de gases nocivos dentro de cualquier atmosfera cerrada, dicho riesgo es generado por la falta de una circulación natural de aire. Esta problemática dentro del ámbito industrial se encuentra en los llamados trabajos en espacios confinados y es regulado a través de las normas IRAM.

Por otro lado, los dispositivos de control de gases utilizados industrialmente poseen un costo elevado, por lo cual reduce drásticamente la posibilidad de acceder a los mismos.

Por estas razones se diseñó un prototipo portátil y económico, capaz que detectar y alertar al usuario en tiempo real si existe una pérdida de gas en el ambiente.

Temática

Introducción

Monóxido de carbono (Co):

El monóxido de carbono es un gas venenoso, incoloro e inodoro, por lo que se lo conoce como “el asesino invisible”. Este se produce por la combustión deficiente de sustancias como gas, gasolina, petróleo, keroseno, carbón, tabaco o madera. Cada año, más de 200 personas son víctimas fatales de intoxicación por inhalación de gases tóxicos.

La inhalación e intoxicación por asfixiantes celulares provoca que el aporte de oxígeno celular sea interrumpido, en cambio, los asfixiantes simples desplazan el oxígeno del aire inspirado.

El principal riesgo de la intoxicación por gases es que en muchos casos la persona no es consciente de los sistemas. Estos pueden ser:

- Dolor de cabeza.
- Náuseas o vómitos.
- Mareos, acompañados de cansancio.
- Letargo o confusión.
- Desmayo o pérdida de conocimiento.
- Alteraciones visuales.
- Convulsiones.
- Estado de coma.

Dióxido de carbono (Co₂):

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas incoloro, denso y poco reactivo. Forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la Tierra) actualmente en una proporción de 350 ppm. (partes por millón). Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno.

La exposición a corto plazo de CO₂ a niveles por debajo del 2% (20,000 partes por millón o ppm) no ha reportado provocar efectos nocivos. Concentraciones más altas pueden afectar la función respiratoria y provocar excitación seguida por depresión del sistema nervioso central. Altas concentraciones de CO₂ pueden desplazar oxígeno en el aire, resultando en concentraciones de oxígeno menores para la respiración. Por lo tanto, los efectos de la deficiencia de oxígeno pueden combinarse con efectos de toxicidad de CO₂

Gas natural (LPG):

El gas licuado del petróleo (GLP) es la mezcla de gases licuados presentes en el gas natural o disueltos en el petróleo. Lleva consigo procesos físicos y químicos por ejemplo el uso de metano. Los componentes del GLP, aunque a temperatura y presión ambientales son gases, son fáciles de licuar, de ahí su nombre. En la práctica, se puede decir que los GLP son una mezcla de propano y butano.



Dispositivo	Nombre y costo	Característica
	<p>Detector multi-gases para LEL/H2S/CO/O2 portátil (\$20000)</p>	<p>Detecta gases combustibles, tóxicos y oxígeno. Luego de esto, acciona LEDs, buzzers y vibradores como alerta</p>
	<p>Detector multi-gases para LEL/H2S/CO/O2 (\$15750)</p>	<p>Posee un sensor de movimiento el cual se activa cuando el usuario no se siente bien o esta inmóvil, además, posee LEDs y buzzers como alarmas.</p>
	<p>Detector monogas para CO (\$6300)</p>	<p>Proporciona un funcionamiento continuo sin necesidad de mantenimiento de hasta 3 años. En este no es necesario cambiar los sensores y cambiar o cargar la batería.</p>
	<p>Detector de gases DRÄGER PAC 7000 Para Co/H2S/O2</p>	<p>Consta de una tecnología de sensores muy reducidos, los cuales tienen la capacidad de producir reacciones electroquímicas muy rápidas</p>

Tabla N°1 – Productos del mercado similares



Etapas de desarrollo e investigación

Etapas	Descripción
Primera etapa	Se realizó una investigación sobre los gases nocivos en el ámbito de industrial, para seleccionar los sensores correspondientes
Segunda etapa	Se realizaron pruebas y evaluaciones de los sensores para verificar su correcto funcionamiento.
Tercera etapa	Se planteó el croquis del prototipo y en base al mismo se dimensionaron los tamaños de las placas
Cuarta etapa	Se realizó el diseño del circuito en PCB, para posteriormente realizar el circuito impreso.
Quinta etapa	Se realizó el análisis de sistema, codificación y simulación, con el fin de eliminar errores de programación y depurar el programa.
Sexta etapa	Se realizó el montaje del circuito en la maqueta junto con sus sensores, realizando al mismo tiempo pequeñas correcciones en el dimensionado según eran necesarias.

Tabla N°2 – Etapas de investigación

Alcances y fundamentos sociales-geográficos del proyecto

En el contexto mundial, el riesgo de intoxicación por gases tóxicos aumenta a medida que los contenedores de estos estén en mal estado, las calderas generen una mala combustión, etc., provocando síntomas como dolor de cabeza, mareos, desmayos, entre otros, los cuales no permitirán a la persona a tomar medidas para salvar su vida. Por ello el prototipo abarca los trabajos en espacios confinados, pero también puede aplicarse a cualquier espacio en el cual se desee tener un control en tiempo real de gases en el ambiente.

Segmento destino / Destinatarios

El prototipo se construye con la finalidad de reducir el riesgo de intoxicación por inhalación de gases tóxicos, y es destinado a trabajos en los cuales se desarrolle en ambientes con escasa circulación de aire, pero también a aquellas personas que padecen pérdida del olfato.

Ámbito de incumbencia

El prototipo se desarrolla en la ciudad de Río Gallegos, en las instalaciones del colegio Industrial N°6, con un ámbito de aplicación a nivel global, abarcando a los usuarios directos (trabajos en espacios confinados) e indirectos (personas que deseen tener un control de gases en su atmosfera).

Funcionalidades

El sistema inicia al activar el interruptor principal, posterior a dicha acción se inicia la calibración, la cual obtiene muestras del ambiente limpio para realizar la correcta calibración de los sensores. Finalizada la acción anterior, se procede a sensar el ambiente. En el caso de detectar que uno de los gases supera el límite preestablecido, se accionara una alarma sonora indicando al usuario el riesgo de intoxicación. El sistema imprimirá por pantalla en cada proceso los niveles de los diferentes gases detectados en el ambiente.



Diagrama en bloque del sistema

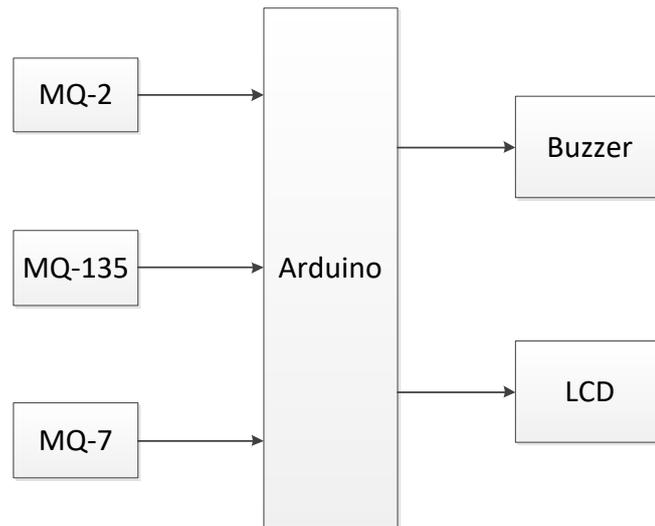


Diagrama 1 – Diagrama en bloque del sistema

Entradas:

- Sensor MQ-2: Sensa la concentración de gas propano y L.P.G.
- Sensor MQ-135: Sensa la concentración de dióxido de carbono (CO₂) y ozono (O₃).
- Sensor MQ-7: Sensa la concentración de monóxido de carbono (CO).

Salidas:

- LCD: Muestra en pantalla los gases en el ambiente que se encuentra el usuario.
- Buzzer: Alerta sonora que advierte al usuario de la presencia de gases tóxicos (o de un gas en altas concentraciones).

Descripciones técnicas del proyecto

Esquemas / circuitos eléctricos

Placa GoGo: Configuración de entradas y salidas

Como se conoce y se viene mencionando en el presente informe, se plantea el control de gases que se hallan en sectores industriales donde se encuentra el usuario aprovechando todas las características y capacidades que nos ofrece la placa Arduino Pro Mini. Esta placa posee un circuito integrado ATmega328, que nos permite la programación y monitoreo de los sensores MQ mediante un puerto USB.

Esta placa cuenta con 14 pines de entradas/salidas digital (de las cuales 6 se puede usar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un botón de reinicio. Se puede conectar un conector de 6 pines para emplear un cable FTDI o una tarjeta FTDI (como el FTDI Basic Breakout) para suministrar voltaje USB y establecer comunicación con el circuito, y una velocidad de reloj de 16MHz.

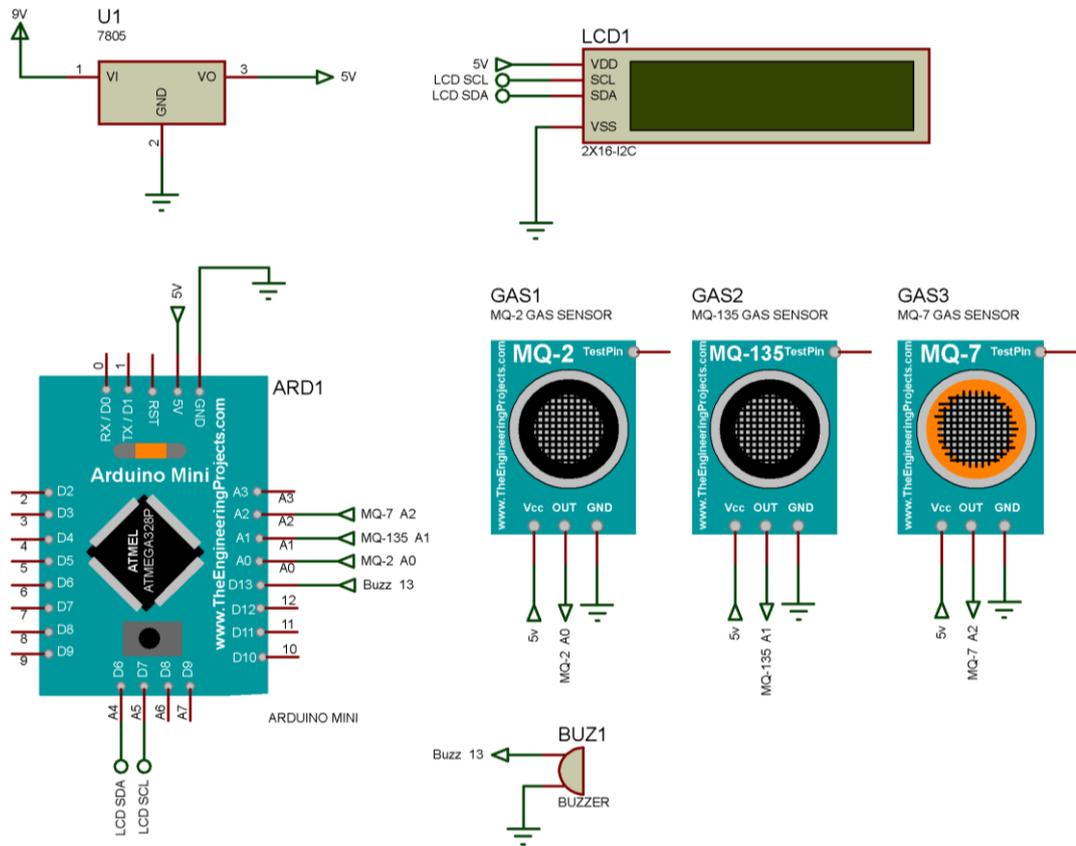


Figura 1 – Conexión placa Arduino y sus módulos

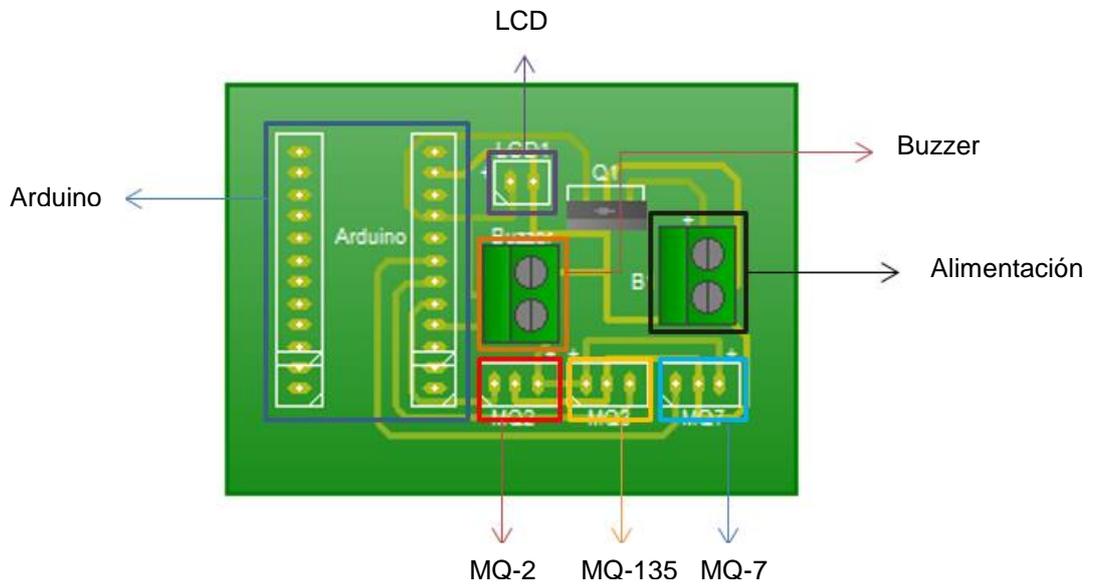


Figura 2 – Circuito impreso placa arduino



Placa Arduino Pro Mini

El Arduino Pro Mini 328 es una placa con un pequeño micro controlador, basado originalmente en el ATmega168, pero ahora se suministra con el 328, destinado a montarse en placas bases y cuando el espacio es primordial.

Cuenta con 14 pines entradas/salidas digitales (de los cuales 6 pueden ser utilizados como salidas PWM), 8 entradas analógicas, y una velocidad reloj de 16 MHz del oscilador de cristal. Posee entrada de micro USB para poder programar en la computadora.

- Auto- reset
- Regulador de 5 v integrado
- Max: 150mA por salida
- Protección de sobre carga
- Protección contra inversión de polaridad
- Entrada DC de 5v hasta 12 v
- Led encendido y estado

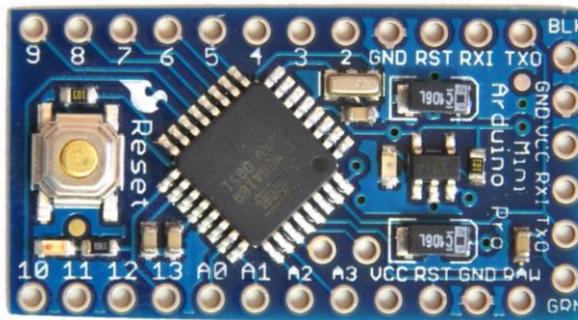


Figura 3 – Placa Arduino Pro Mini

Sensor MQ-2

El sensor de gas analógico (MQ2) se utiliza en la detección de fugas de gas de equipos en los mercados de consumo y la industria, este sensor es adecuado para la detección de gas L.P.G, i-butano, propano, metano, alcohol, hidrógeno, tiene una alta sensibilidad, un tiempo de respuesta rápido Y dicha sensibilidad puede ser ajustada por el potenciómetro.



Figura 4 – Sensor MQ-2

Sensor MQ-135

El sensor MQ-135 permite detectar algunos gases peligrosos como Amoniaco, Dioxido de Nitrógeno, Alcohol, Benzeno, Dioxido y Monoxido de carbono. El sensor puede detectar concentraciones de gas entre 10 y 1000 ppm y es de utilidad para detección de gases nocivos para la salud en la industria principalmente. Su velocidad de respuesta es bastante buena, por lo que puede activar cualquier dispositivo de manera oportuna.



Figura 5 – Sensor MQ-135



Sensor MQ7

El sensor MQ-7 es un sensor para la detección de monóxido de carbono (CO) para medir la concentración de este gas en el aire. El MQ-7 puede medir concentraciones de gas monóxido entre 20 a 2000 partes por millón (ppm). Este posee una alta sensibilidad y rápido tiempo de respuesta, es muy fácil además realizar la interfaz del sensor con un microcontrolador, ya que podemos usar un pin de entrada analógico para medir la concentración del gas. Las conexiones solo requiere alimentación de 5V.



Figura – 6 Sensor MQ-7

Buzzer:

Un buzzer es un generador de sonidos piezoeléctrico y es un dispositivo apto para el diseño de alarmas y controles acústicos de estrecho rango de frecuencia, por ejemplo en aparatos domésticos y de medicina.

Su función en el proyecto consistió en realizar la alerta a través de su estímulo sonoro en caso de que los valores tomados de los sensores superen un valor preestablecido. Dicho valores son establecidas en la programación que controlada a través de la placa Arduino.



Figura 7 - Buzzer

LCD

Las pantallas LCD son módulos muy utilizados en proyectos electrónicos debido a que pueden ofrecer una muy buena complementación a los mismos. Su capacidad de poder mostrar mensajes nos permite realizar una comunicación con la persona que vaya a utilizar el dispositivo facilitando así la utilización del mismo.

En este caso se utilizó un LCD 2x16 (2 filas x 16 caracteres) el cual permite un total de 32 caracteres de muestreo, además, dentro de sus características se puede destacar su reducido tamaño y su pantalla con retro iluminación. Su función en el proyecto consistió en permitir la visualizan de los registros obtenidos de los sensores, enviados desde el arduino.



Figura 8 – LCD 2x16



Módulo I2C:

En la mayoría de proyectos con arduino, puede ocurrir, que al realizar la conexión de múltiples sensores, motores, etc ; se llegue al punto de no disponer más entradas en el arduino. El I2C es un módulo utilizado con el fin de reducir los pines de conexión de la pantalla LCD

Se conecta directamente a los 16 pines del LCD y nos brinda a su salida un total de 4 pines. 2 para su alimentación y 2 para transmisión de datos. También nos permite a través de un jumper activar o desactivar el retro iluminado de la pantalla.

Aprovechando la reducción de entradas hacia el arduino que nos ofrece el modulo, se lo utilizo para generar indirectamente un mejor provecho del espacio ocupado por la placa debido a que se utilizan menos pistas para comunicar la pantalla con el arduino.

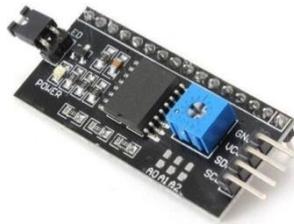


Figura 9 – Modulo I2C

Mediciones:

Mediciones sobre los circuitos

A continuación se presentan tablas y explicaciones de las mismas, que se desprenden de las mediciones tomadas sobre el hardware instalado, en las salidas y entradas de la placa Arduino.

Mediciones sobre la placa GoGo:

En la tabla 3 se presenta información sobre el hardware conectado en los puertos de entrada y en los puertos de salida de la placa arduino, donde se puede ver que los valores de los sensores pueden oscilar desde los 0 a los +5V.

Puerto	Hardware Conectado	Entrada	Salida	Sin uso	Medición
VCC	---				+5v
GND	Masa				0v
2	---			X	
3	---			X	
4	---			X	
5	---			X	
6	---			X	
7	---			X	
8	---			X	
9	---			X	
10	---			X	
11	---			X	
12	---			X	
13	Buzzer		X		5v
A0	Sensor MQ2	X			5v
A1	Sensor MQ135	X			5v
A2	Sensor MQ7	X			5v
A3	---			X	
A4	Bus de datos LCD	X			5v
A5	Bus de datos LCD	X			5v

Tabla 3 – Mediciones sobre los puertos de entrada y salida de la placa arduino



Descripción general del prototipo logrado

Esquema de la Maqueta

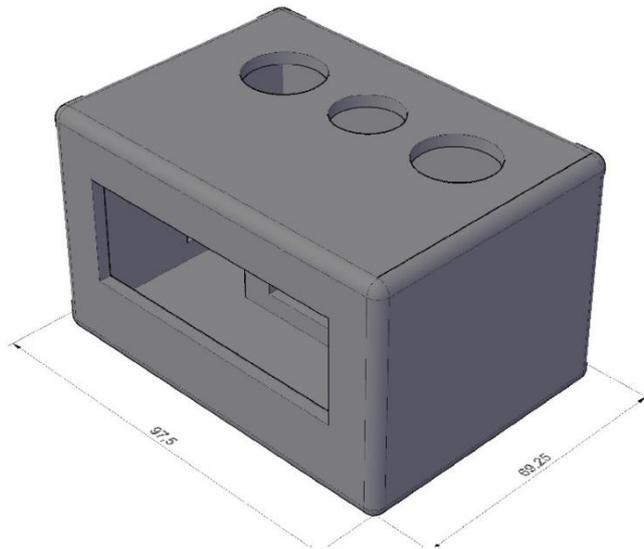


Figura 10 – Dimensiones del gabinete

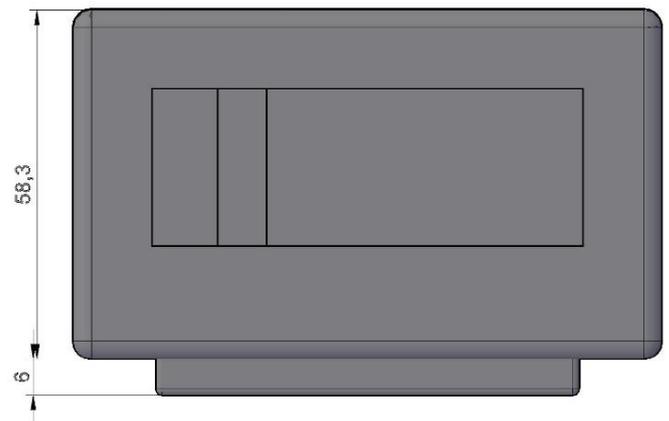


Figura 11 – Dimensiones del gabinete

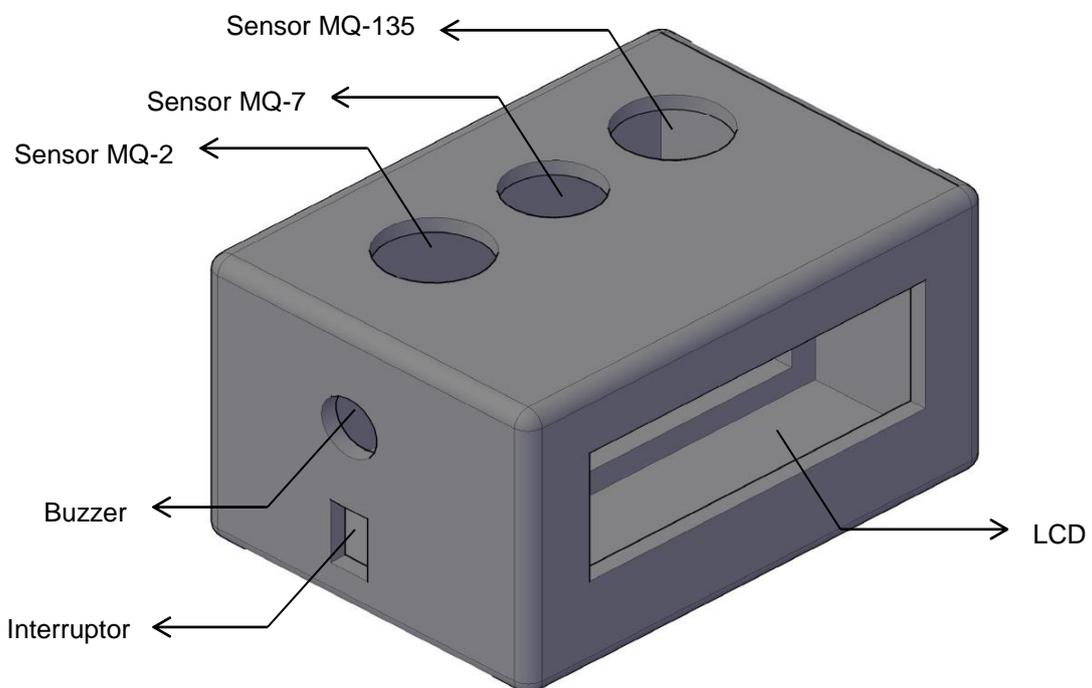
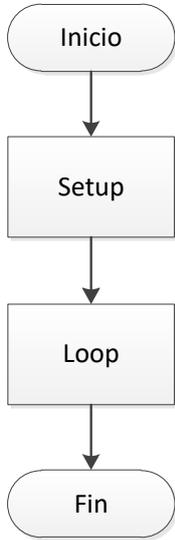


Figura 12 – Distribución del hardware

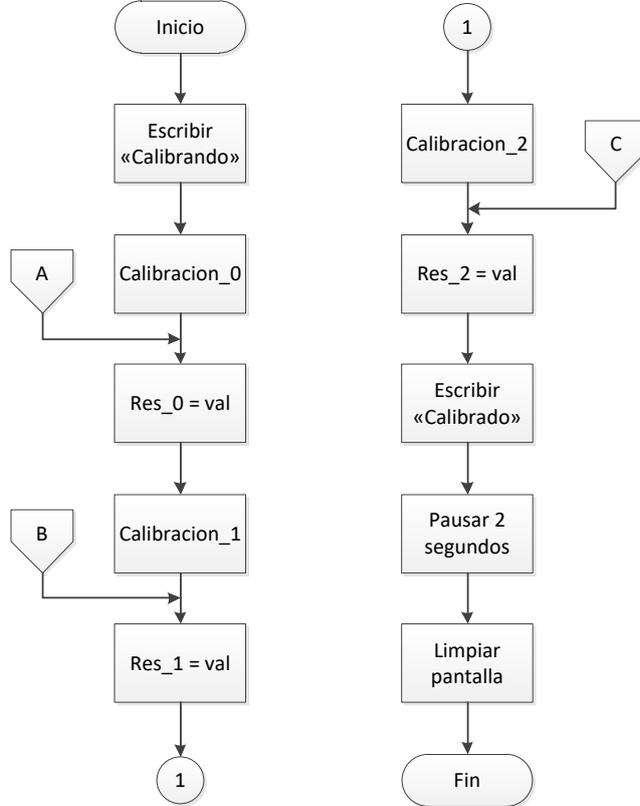


Diagrama de flujo

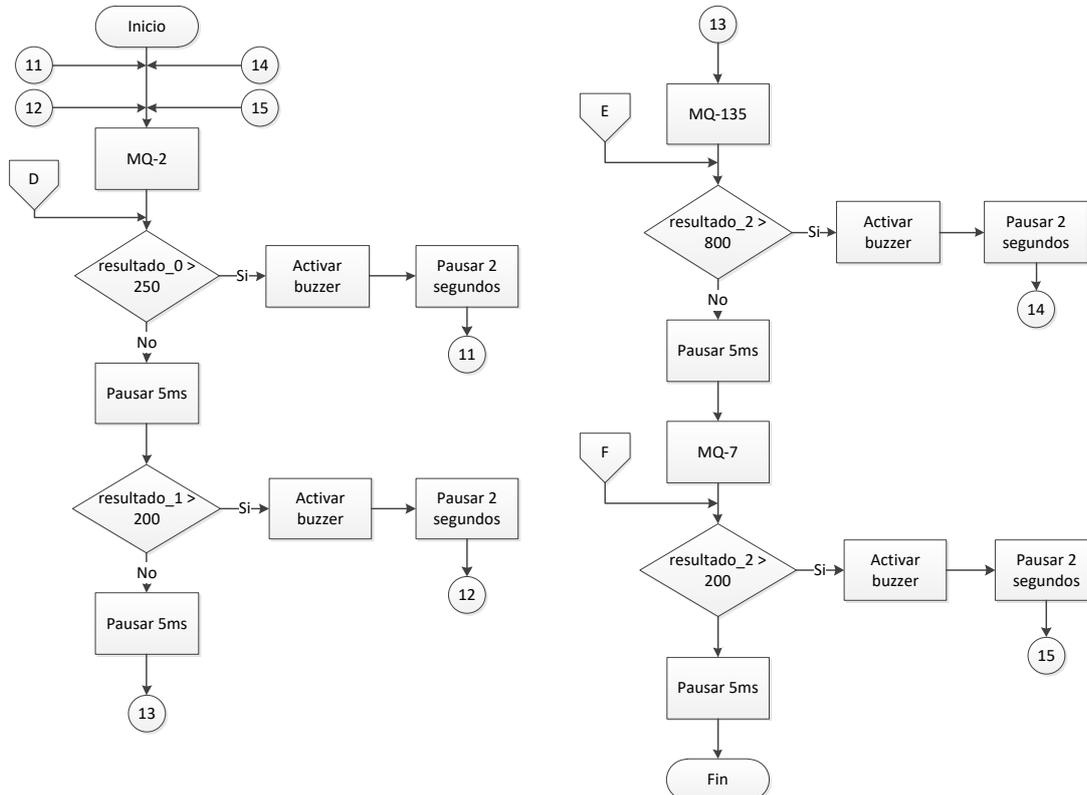
Programa principal:



Setup:

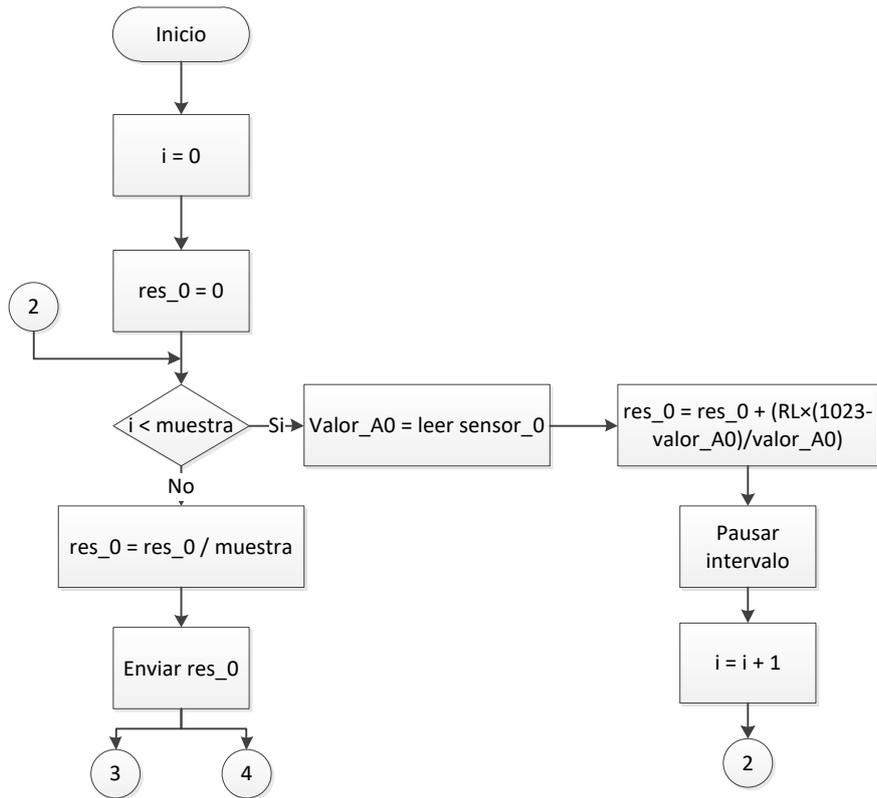


Loop:

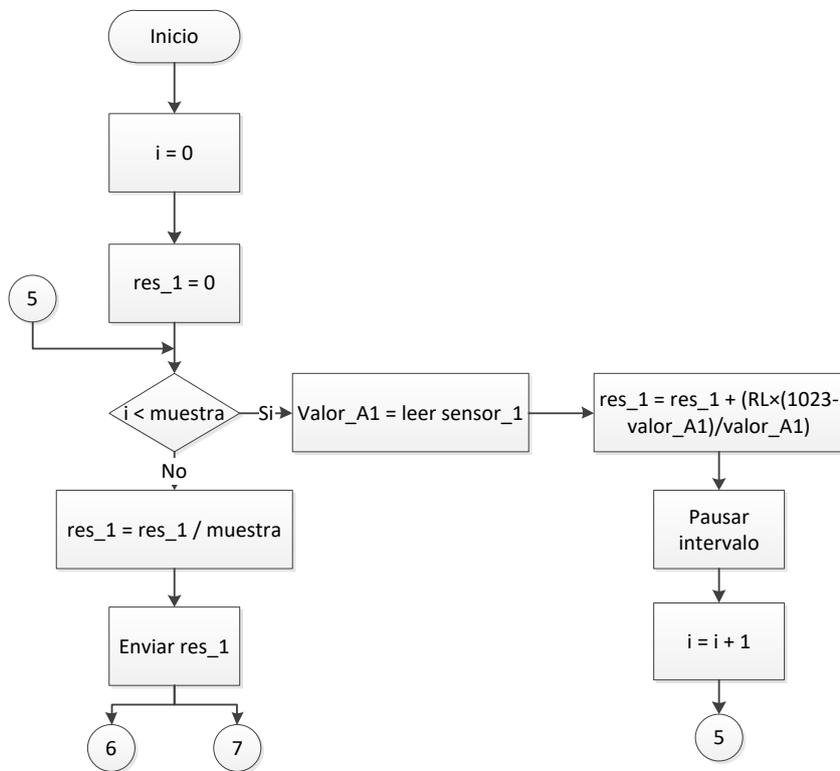




Resistencia_0:

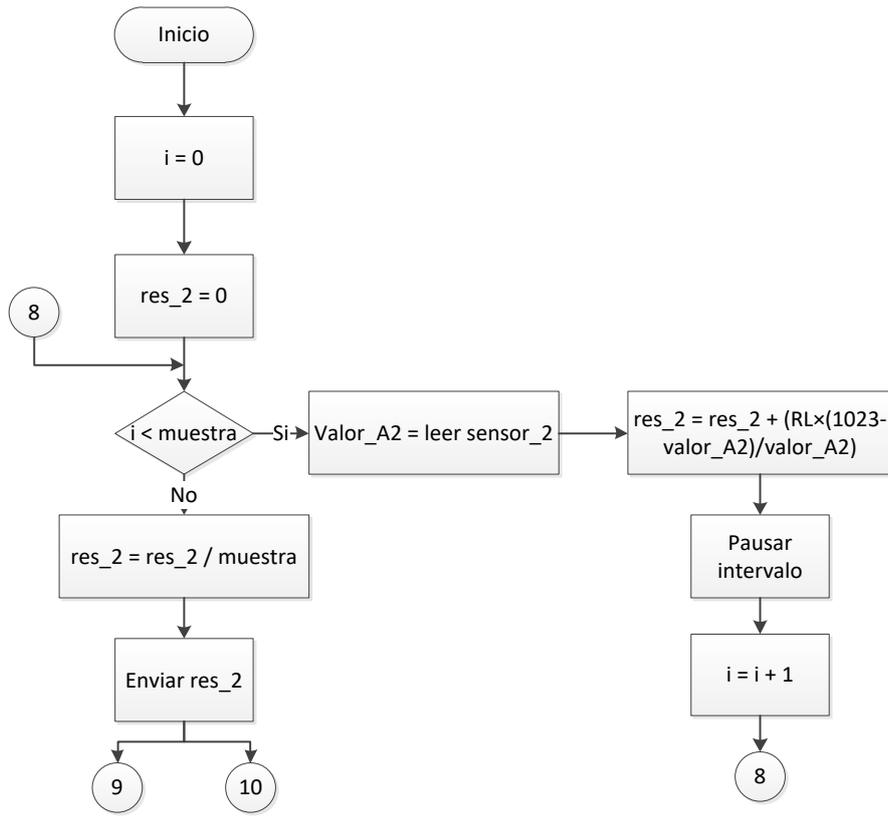


Resistencia_1:

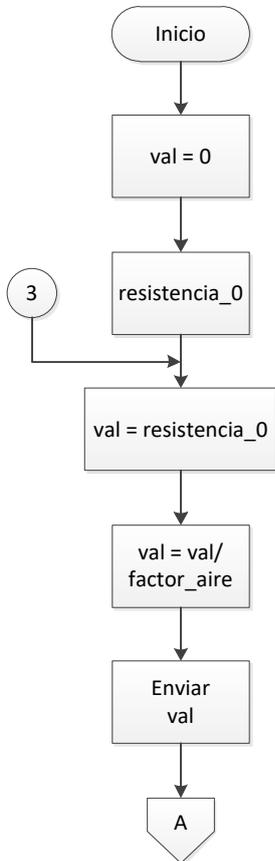




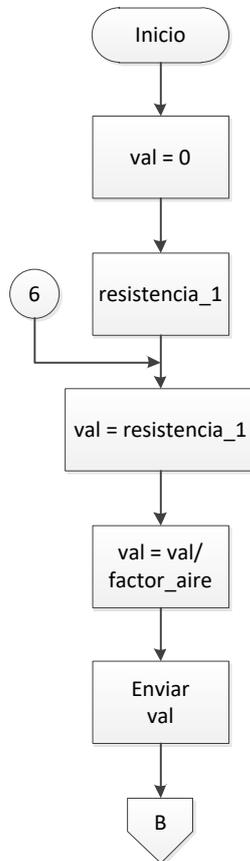
Resistencia_2:



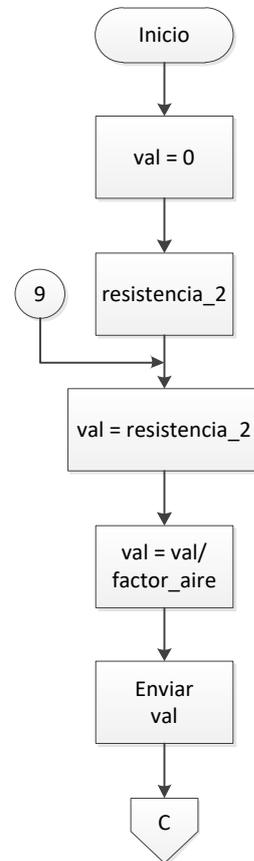
Calibracion_0:

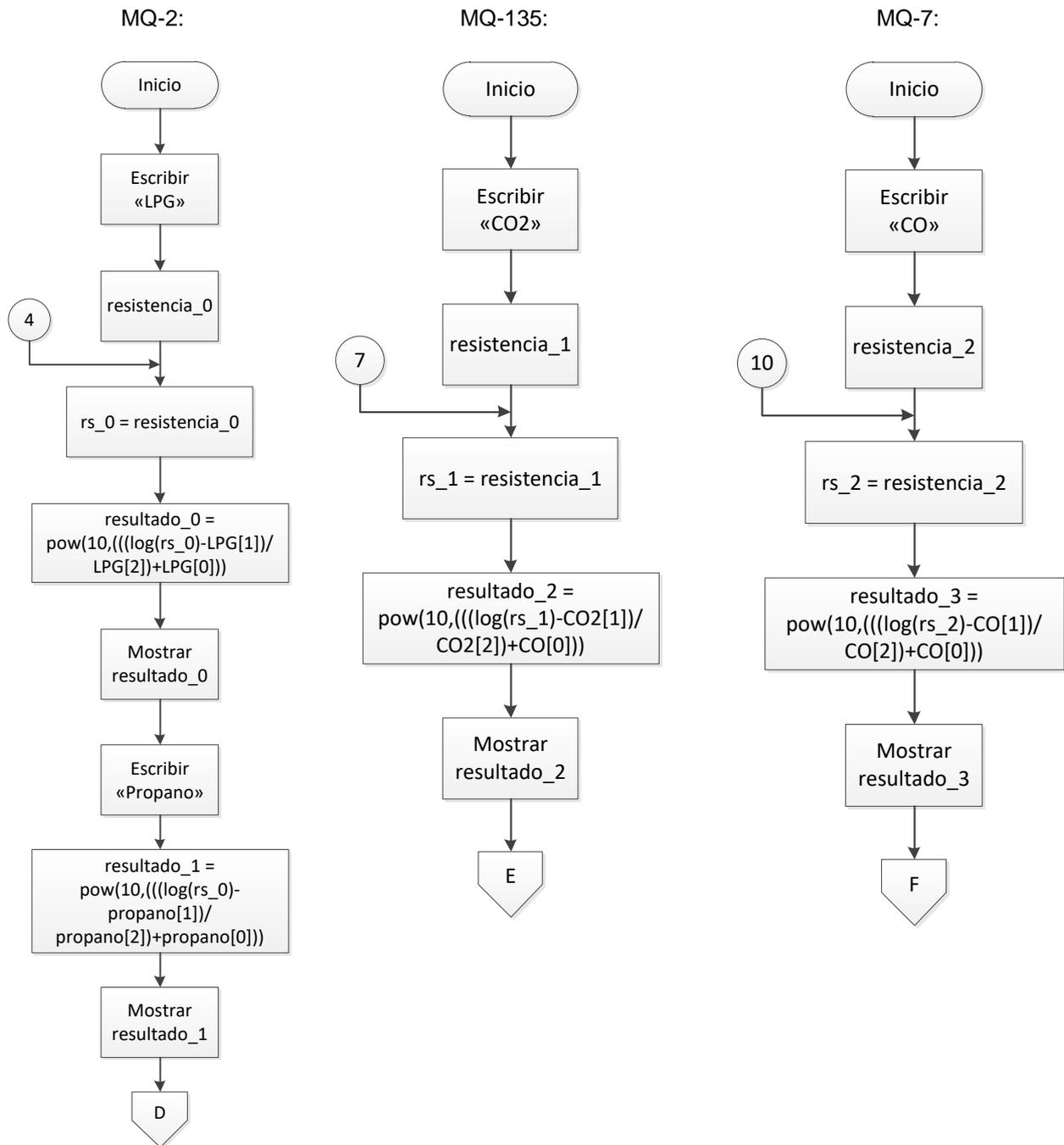


Calibracion_1:



Calibracion_2:





Código fuente/Codificación

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

#define buzzer 13
#define sensor_0 A0
#define sensor_1 A1
#define sensor_2 A2
#define RL 5
  
```



```
#define factor_aire 9.83

float LPG[3] = {2.3,0.2,-0.45};
float propano[3] = {2.3,0.23,-0.46};
float CO2[3] = {1,0.36,-0.34};
float CO[3] = {1,-0.6,-0.001};

float Res_0 = 0;
float Res_1 = 0;
float Res_2 = 0;

void setup()
{
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.print("Calibrando...");
  Res_0 = CalibracionSensor_0();
  Res_1 = CalibracionSensor_1();
  Res_2 = CalibracionSensor_2();
  lcd.clear();
  lcd.print("Calibrado");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  lcd.print("Ro=");
  lcd.print(Res_0,"Kohm");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
}

void loop()
{
  float rs_0 = resistencia_0(5,50);
  float rs_1 = resistencia_1(5,50);
  float rs_2 = resistencia_2(5,50);
  rs_0/=Res_0;
  rs_1/=Res_1;
  rs_2/=Res_2;
  int resultado_0 = pow(10,(((log(rs_0)-LPG[1])/LPG[2]) + LPG[0]));
  int resultado_1 = pow(10,(((log(rs_0)-propano[1])/propano[2]) + propano[0]));
  int resultado_2 = pow(10,(((log(rs_1)-CO2[1])/CO2[2]) + CO2[0]));
  int resultado_3 = pow(10,(((log(rs_2)-CO[1])/CO[2]) + CO[0]));
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("LPG: ");
  lcd.print(resultado_0);
  lcd.print(" ppm");
```




```
{
    digitalWrite(buzzer, LOW);
    delay(500);
}
}
}
}
}
}
}
/*****Resistencia MQ2*****/
float resistencia_0(int muestra, int intervalo)
{
    int i;
    float res_0 = 0;
    for (i=0;i<muestra;i++)
    {
        int valor_A = analogRead(sensor_0);
        res_0+=((float)RL*(1023-valor_A)/valor_A);
        delay(intervalo);
    }
    res_0/=muestra;
    return res_0;
}
/*****Resistencia MQ3*****/
float resistencia_1(int muestra, int intervalo)
{
    int i;
    float res_1 = 0;
    for (i=0;i<muestra;i++)
    {
        int valor_A1 = analogRead(sensor_1);
        res_1+=((float)RL*(1023-valor_A1)/valor_A1);
        delay(intervalo);
    }
    res_1/=muestra;
    return res_1;
}
/*****Resistencia MQ7*****/
float resistencia_2(int muestra, int intervalo)
{
    int i;
    float res_2 = 0;
    for (i=0;i<muestra;i++)
    {
        int valor_A2 = analogRead(sensor_2);
        res_2+=((float)RL*(1023-valor_A2)/valor_A2);
        delay(intervalo);
    }
}
```



```

res_2/=muestra;
return res_2;
}
/*****Calibracion MQ2*****/
float CalibracionSensor_0()
{
float val = 0;
val = resistencia_0(50,500);
val = val/factor_aire;
return val;
}
/*****Calibracion MQ135*****/
float CalibracionSensor_1()
{
float val = 0;
val = resistencia_1(50,500);
val = val/factor_aire;
return val;
}
/*****Calibracion MQ7*****/
float CalibracionSensor_2()
{
float val = 0;
val = resistencia_2(50,500);
val = val/factor_aire;
return val;
}

```

Costos de materiales y componentes

En la siguiente tabla se presentan los costos derivados de cada componente que constituye el proyecto en su totalidad.

Cantidad	Componente	Importe [AR\$]
1	PLA	\$406,98
1	Arduino Pro Mini	\$75
1	Sensor MQ135	\$99
1	Sensor MQ2	\$146,95
1	Sensor MQ7	\$100
1	Placa de pertinax 20x20	\$22
1	Acido percloruro férrico 250cc	\$30
1	Lana de acero	\$7
1	Regulador de tensión LM7805	\$32
1	Broca de 1mm	\$45
1	Interruptor	\$11
1	LCD	\$210
1	Estaño	\$50
3	Pin Sil	\$80
1	Conector de batería	\$60
1	Batería recargable 9V	\$190
	TOTAL	\$1564,63

Tabla 4 – Tabla de costos



Beneficios

- Evita la intoxicación por inhalación de gases tóxicos.
- Diseño ergonómico.
- Costo reducido.

Conclusiones

Balance comparativo

Al comparar el prototipo realizado con respecto a lo que se propuso en un principio, teniendo en cuenta el tiempo y capital invertido en el mismo, junto con los alcances y destinatarios pensados para el proyecto, se puede concluir que se ha cumplido con el objetivo planteado.

Recomendaciones

Evaluando el prototipo final que se logró, se pueden establecer una serie de recomendaciones para mejorar el mismo:

- 1- Aumentar la gama de gases que puede detectar.
- 2- Aumentar la capacidad de la batería.
- 3- Disminuir el tamaño del prototipo para hacerlo más práctico.

Propuestas

Propuestas:

Seguidamente se provee una serie de propuestas para las recomendaciones antes mencionadas, coincidiendo la propuesta N°1 con la recomendación N°1, y así sucesivamente:

- 1- Cambiar el sensor utilizado por uno que permita la detección de más gases.
- 2- Agregar una batería de mayor duración para mejorar la autonomía.
- 3- Dimensionar la estructura, para que se pueda manipular de manera más eficaz.

Mejoras al trabajo

A continuación, planteamos una serie de mejoras que proponemos para implementar a futuro con el fin de mejorar la calidad y nivel de complejidad del dispositivo:

- Agregar un vibrador el cual ayude a alertar al usuario.
- Implementar un LCD más grande para poder visualizar más gases en el ambiente.
- Implementar un cargador de batería para no cambiar la misma cada cierto periodo de tiempo.
- Utilizar un LED indicador para el nivel de batería.

Bibliografía

- AGUILAR Luis Joyanes. *Fundamentos de programación*. España. Ed. McGraw-Hill. 1988.
- AGUILAR Luis Joyanes. *Metodología de la programación*. España. Ed. McGraw-Hill. 1991.
- MALVINO, Albert Paul. *Principios de Electrónica*. España. Ed. McGraw-Hill. 1999.
- VASALLO Francisco Luis. *Enciclopedia del Técnico en Electrónica*. España. Ed. Ediciones CEAC. 2002.
- VIEJO Cecilio Blanco. *Fundamentos De Electrónica Digital*. España. Ed. Paraninfo. 2001.
- YOUNG - DOUGLAS Jhon. *Diccionario Enciclopédico de Electrónica*. España. Ed. Ediciones CEAC. 1992.
- Apunte básico GoGo – Universidad Blas Pascal



Recursos de Internet:

- https://es.wikipedia.org/wiki/Mon%C3%B3xido_de_carbono - Información monóxido de carbono
- https://es.wikipedia.org/wiki/Partes_por_mill%C3%B3n - Información partes por millón
- <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-de-gas-mq2/> - Información sensor MQ-2
- <http://www.expower.es/gases-toxicos-incendio.htm> - Información gases tóxicos
- https://es.wikipedia.org/wiki/Material_peligroso - Materiales peligrosos
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Anosmia> - Información anosmia
- <http://todo-en-salud.com/2010/09/inhalacion-de-gases-toxicos> - Síntomas por inhalación de gases
- <https://es.slideshare.net/joseescandoncordero/inhalacion-de-gases-toxicos-ahogamiento> - Síntomas por inhalación de gases
- <http://www.msal.gob.ar/index.php/programas-y-planes/334-intoxicacion-por-monoxido-de-carbono> - Síntomas por inhalación de gases
- <http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-670771988-detector-de-gases-msa-modelo-altair-4x-recondicionados- JM> - Antecedente del prototipo
- <http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-616773232-detector-fugas-perdidas-gas-natural-gnc-glp-garantia-2-anos- JM> - Antecedente del prototipo
- <http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-672387731-detector-de-gases-msa-modelo-altair-recondicionado-ccerti- JM> - Antecedente del prototipo
- <http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-621905865-detector-de-gas-oximetro-bw-clip-monogas-para-o2-certificado- JM> - Antecedente del prototipo
- <http://www.emol.com/noticias/nacional/2015/03/04/706488/explosion-en-vitacura-deja.htm> - Accidente
- http://elpais.com/diario/2005/10/12/cvalenciana/1129144679_850215.htm - Accidente
- <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2015/01/29/1005434> - Accidente
- http://politica.elpais.com/politica/2013/10/28/actualidad/1382969639_822386.html - Accidente
- <https://www.msn.com/es-co/noticias/nacional/emergencia-en-sutatausa-cundinamarca-por-derrumbe/las-peores-tragedias-mineras/ss-BBaGMkl#image=6> - Accidente
- <http://www.latercera.com/noticia/los-peores-accidentes-mineros-de-la-historia-de-chile/> - Accidente
- <http://aargentinapciencias.org/2/index.php/grandes-temas-ambientales/mineria-y-ambiente/77-accidentes-ambientales-en-mineria> - Accidente
- <http://www.minutouno.com/notas/1495095-anciana-gravemente-herida-explosion-escape-gas> - Accidente
- http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/01/160107_california_gas_metano_fuga_crisis_gtg - Accidente
- http://www.eluniversal.com/noticias/venezuela/explosion-por-fuga-gas-deja-saldo-seis-personas-heridas-merida_544959 - Accidente
- http://www.naylampmechatronics.com/blog/42_Tutorial-sensores-de-gas-MQ2-MQ3-MQ7-y-MQ13.html - Información sensores MQ
- <http://sandboxelectronics.com/?p=165> - Información sensores MQ



<https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/arduino-smoke-detector-on-pcb-using-mq2-gas-sensor>
- Información sensores MQ

Anexo 1 – Fotos de la etapa de construcción

