



Foro Jóvenes Emprendedores

CHIMALLI

Área de conocimiento: Divulgación Científica

Categoría: Tecnología

Nivel: Secundaria

Nombre de los participantes:

Jesús Orlando González Córdova

Roberto Alejandro López Jiménez

Rogelio Alejandro López Jiménez

Nombre y firma del asesor: María Hermelinda López Campos

Guasave, Sinaloa, México. 5 de diciembre del 2025.

I.INDICE

II. RESUMEN.....	3
III. ANTECEDENTES.....	4
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
V. JUSTIFICACIÓN.....	6
VI. OBJETIVOS.....	8
VII. HIPÓTESIS.....	9
VIII. MARCO TEÓRICO.....	9
IX. METODOLOGÍA.....	10
X. RESULTADOS.....	14
XI. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	15
XII. CONCLUSIONES.....	16
XIII. BIBLIOGRAFÍA.....	16
XIV.ANEXOS.....	18

II. RESUMEN

*El proyecto **Chimalli**, que en náhuatl significa escudo, está diseñado para ofrecer protección y seguridad a las personas en sus hogares frente a riesgos como incendios o explosiones provocados por fugas de gas LP. Se trata de un **dispositivo compacto** cuya función principal es detectar de forma oportuna cualquier fuga de gas y emitir **alertas a través de diversos medios** cuando esto ocurre. La finalidad es que los habitantes del hogar puedan tomar acciones inmediatas para evitar consecuencias graves como intoxicaciones, incendios o explosiones.*

*Chimalli busca convertirse en un elemento **esencial en todos los hogares**, ya que, sin este tipo de tecnología, las personas suelen estar expuestas a situaciones peligrosas que muchas veces no logran detectar a tiempo. La importancia de este dispositivo radica en su capacidad de **prevenir accidentes**, ya que proporciona una advertencia temprana que permite actuar rápidamente, ya sea deteniendo la fuga o solicitando ayuda profesional.*

*El desarrollo de este proyecto surge como respuesta a la **frecuencia de incidentes** relacionados con fugas de gas LP, que en muchos casos ocurren de forma inesperada y sin señales evidentes para los residentes. La implementación de Chimalli contribuiría de forma significativa a **reducir los riesgos domésticos** asociados al uso de este tipo de gas, común en gran parte de los hogares.*

*En resumen, Chimalli no solo representa una innovación tecnológica accesible y funcional, sino también una herramienta de **prevención y cuidado**, alineada con la necesidad creciente de seguridad en el entorno doméstico. Al brindar protección constante y una alerta inmediata ante situaciones peligrosas, este dispositivo se posiciona como una inversión valiosa para la **seguridad familiar y la protección del patrimonio**, reforzando la capacidad de respuesta ante emergencias relacionadas con el gas LP.*

III. ANTECEDENTES

En la actualidad existen una amplia gama de productos que ofrecen funcionalidades similares, mas no idénticas a las que se pretende llegar con Chimalli. Un ejemplo relevante es el Google Nest Protect, un detector inteligente de humo y CO2 que se destaca por integrar sensores capaces de detectar la presencia de estos elementos nocivos en el aire y enviar alertas inmediatas a través de una aplicación móvil. Este dispositivo utiliza conectividad Wi-Fi para garantizar que las notificaciones lleguen al usuario sin importar su ubicación, permitiendo una supervisión constante del entorno del hogar incluso cuando el propietario no se encuentra presente.

Otro ejemplo sería el Airthings Wave Plus, un dispositivo de monitoreo de calidad del aire que mide la concentración de gases como el dióxido de carbono y el radón. Este dispositivo se

conecta a la aplicación móvil mediante Bluetooth, permitiendo a los usuarios recibir datos en tiempo real sobre la calidad del aire **en interiores**. Además, ofrece gráficos históricos que ayudan a identificar patrones y tendencias en la calidad del aire a lo largo del tiempo, lo cual es clave para usuarios que buscan soluciones integrales de salud y seguridad en espacios cerrados.

Los problemas clave con estos dos dispositivos son los siguientes:

1. Su precio tirando a excesivo, el Google Nest Protect tiene un costo en Amazon de \$149 USD, mientras que el Airthings Wave Plus tiene un costo de \$179 USD, lo cual puede ser bastante costoso, tomando en cuenta que gran parte del público objetivo no ganan lo necesario para adquirirlo.

2. En el caso del Airthings Wave Plus, este utiliza Bluetooth lo cual lo vuelve incapaz de hacer nada si es que el usuario se encuentra fuera de casa.

Estos dos problemas son los que plantea resolver respecto a estos dos dispositivos, en el resto de los aspectos el dispositivo pretende tener una funcionalidad similar al Google Nest Protect.

IV. DEFINICION DEL PROBLEMA

Los incidentes ligados a fugas de Gas LP son un problema grave, problema que se ha cobrado la vida de miles de personas en México y el mundo. Solo en Estados Unidos, entre 2010 y 2021, se registraron casi 2600 incidentes en gasoductos, que incluyen fugas que provocaron incendios, explosiones y muertes. Estos incidentes ocurren aproximadamente cada 40 horas en Estados Unidos y suelen estar relacionados con infraestructuras obsoletas, fallas en equipos y daños en excavaciones. Solo en California se produjeron 229 incidentes importantes

durante este período (Tony Dutzik, Abe Scarr, & Matt Casale, 2022), que provocaron muertes, lesiones y cuantiosos daños materiales. El problema se complica aún más en México y el resto de Latinoamérica, debido a la evidente falta de inversión al mantenimiento y renovación de infraestructura, estos incidentes suelen ser aún más comunes que en países desarrollados (como mencionaba, por ejemplo, los Estados Unidos).

Entre el 60 y 75% de los incendios ocurren en casas habitación, los cuales se originan principalmente en la cocina y los dormitorios, debido a cortocircuitos, fallas en la instalación eléctrica y de gas, así como errores humanos.

Así lo informó Víctor Espíndola, director del Consejo Nacional contra Incendios (Conapci) y de la Asociación Mexicana de Rociadores Automáticos Contra Incendios (AMRACI) al señalar que cada año se registran al menos 95 mil incendios urbanos y no urbanos en todo el país, pero lamentablemente no existe una política pública integral para prevenir los siniestros de esta naturaleza.

V. JUSTIFICACIÓN

En la última década, México ha enfrentado numerosos incidentes relacionados con gas LP en hogares, principalmente por fugas y explosiones. Algunos eventos destacados incluyen la explosión en Ecatepec (2013) con más de 20 fallecidos; el colapso del Hospital Materno Infantil de Cuajimalpa (2015) con 8 víctimas mortales; y recientes explosiones en CDMX y Jalisco en 2021 y 2024, con decenas de heridos y fallecidos. Las principales causas son fugas por instalaciones defectuosas, cilindros en mal estado, falta de mantenimiento, y acumulación de gas. En nuestro lugar de proveniencia que es Sinaloa en los últimos años, ha enfrentado varios incidentes relacionados con gas LP. En 2024, una explosión en la planta de gas Gaspasa en Culiacán afectó tres viviendas y obligó a evacuar a 120 personas, sin heridos. En Los Mochis, en 2020, la explosión en una tortillería colapsó una

casa y dañó otras, aunque no hubo víctimas. Además, en Mazatlán, en 2025, se registró una fuga en un domicilio, controlada sin daños mayores. En Culiacán, los bomberos reportaron un aumento en fugas de cilindros, alcanzando 49 incidentes en julio de 2024, la cifra más alta en seis años. Estos eventos subrayan la importancia de tomar medidas preventivas en el uso de gas LP. Esta, es la razón principal por la que se pretende realizar este proyecto, para ayudar a prevenir esta clase de incidentes, con un enfoque hacia la eficacia, la portabilidad y la accesibilidad. Este proyecto ayudará a cualquier clase de usuario; esté o no en casa, funcionando no solo como alarma vez que se presente una fuga de gas para poder prevenir estos problemas, aparte, ayudaría a que las personas puedan tener más seguridad de que sus pertenencias o incluso sus familiares no tengan que sufrir este tipo de incidentes Este dispositivo tiene como propósito

brindar seguridad ante fugas de gas LP, ofreciendo alertas oportunas para evitar accidentes como incendios o explosiones. Su diseño compacto y cuadrangular permite que se adapte fácilmente a cualquier espacio del hogar o de otro lugar con riesgo. Además, su funcionamiento práctico y remoto lo convierte en una opción ideal para quienes desean prevenir situaciones peligrosas y garantizar la seguridad de su entorno.

Las fugas de gas representan un riesgo significativo en muchas regiones de México, tanto en hogares como en lugares comerciales e industriales. A lo largo de los años, han ocurrido diversos accidentes relacionados con fugas de gas que han causado desde incendios hasta explosiones, con graves consecuencias para las personas y las comunidades. Las estadísticas revelan que:

- Explosiones y fugas de gas son responsables de un número importante de

víctimas mortales y heridos cada año.

- La mayoría de los accidentes ocurren por la acumulación de gas en espacios cerrados, como casas, departamentos y edificios comerciales, lo que genera una alta probabilidad de explosión si se genera una chispa.
- Los factores principales que provocan estas fugas incluyen conexiones defectuosas, mal mantenimiento de las instalaciones, y el uso de materiales inadecuados.

El desarrollo de una aplicación móvil con sensores de gas podría desempeñar un papel crucial en la prevención de accidentes relacionados con fugas de gas. La principal ventaja de una aplicación con sensores es la capacidad de detectar fugas de gas de manera temprana. Esta detección rápida permite que las personas puedan actuar inmediatamente, como ventilar el área, evacuar el lugar, o incluso cerrar las válvulas de gas antes de que ocurra una explosión o incendio.

Las fugas de gas no solo pueden llevar a explosiones, sino que también pueden generar intoxicación por monóxido de carbono u otros gases peligrosos. Una detección temprana evita la exposición prolongada a estos compuestos tóxicos, protegiendo así la salud de los habitantes de la vivienda o el establecimiento. Una aplicación con sensores integrados permitiría el monitoreo en tiempo real de la calidad del aire en el hogar o en la industria. Las aplicaciones pueden enviar notificaciones inmediatas en caso de fugas de gas, y algunos dispositivos incluso pueden activar alertas sonoras o visuales, lo que aumenta la probabilidad de que las personas actúen a tiempo.

VI. OBJETIVOS

El proyecto cuenta con el objetivo de prevenir incidentes relacionados con las fugas de Gas LP, un problema común que se ha llevado consigo la vida de miles de personas. Muchos de estos incidentes afectan a personas en condiciones vulnerables como adultos mayores.

El objetivo es crear un sistema portátil, cómodo y sobre todo asequible, que ayude a prevenir accidentes relacionados con fugas de gas en hogares, restaurantes, etc. Para ello se pretende crear una serie de herramientas que formen parte de este sistema, entre ellas, un detector de Gas LP y alarma, una aplicación móvil que controle este sistema de forma remota, y un dispositivo que cierre el tanque de gas.

Objetivos específicos:

1. Investigar acerca de los recursos necesarios para la creación de del dispositivo.
2. Hacer un boceto del prototipo con la información recaudada, incluido el circuito y la carcasa, y armar y probar el circuito.
3. Cortar la carcasa, en este caso de H armar el dispositivo
4. Desarrollar un dispositivo capaz de abrir (o cerrar) una válvula de gas, con instrucciones obtenidas desde el dispositivo principal.

5. Hacer pruebas, comprobar si existe algún error, plantear una posible solución.

VII. HIPÓTESIS

A pesar del limitado tiempo de desarrollo del cual se está consciente que se cuenta, con las herramientas que se cuentan, es suficiente para crear un prototipo funcional del dispositivo, aunque no tan compacto como se buscaría inicialmente, además de una aplicación móvil igualmente funcional.

VIII. MARCO TEÓRICO

Preventivo: Estar preparado para eventualidades como explosiones o situaciones imprevistas, de las que no sabemos ni cuándo ni en qué grado van a suceder. La preparación preventiva incluye medidas de seguridad y planes de emergencia.

Gas LP: Gas licuado de petróleo (GLP), no tóxico, incoloro e inodoro que se obtiene del procesamiento de gas natural y

del refinado del petróleo. Se utiliza comúnmente como combustible en hogares, industrias y vehículos.

Explosión: Liberación brusca de energía que produce un incremento rápido de la presión, con desprendimiento de calor, luz y gases. Las explosiones pueden ser causadas por reacciones químicas, fallos mecánicos o acumulación de gases inflamables.

Incendio: Fuego de grandes proporciones que se desarrolla sin control, el cual puede presentarse de manera instantánea o gradual, pudiendo provocar daños materiales y poner en riesgo vidas humanas. Los incendios pueden ser causados por fallos eléctricos, negligencia o fenómenos naturales.

Portátil: Fácil de acomodar, movable y fácil de transportar. Los dispositivos portátiles incluyen laptops, tabletas y herramientas que pueden ser llevadas de un lugar a otro con facilidad.

Alarma: Una señal o aviso que advierte sobre algún tipo de peligro. Las alarmas pueden ser sonoras, visuales o ambas, y se utilizan en sistemas de seguridad, detectores de humo y dispositivos de emergencia.

Necesario: Que hace falta o es indispensable para algo. Algo necesario es esencial y no puede ser omitido sin causar problemas o deficiencias.

Llamativo: Que llama demasiado la atención. Algo llamativo destaca por su apariencia, color, forma o diseño, y atrae la mirada de las personas.

Tanque de gas: Contenedores, generalmente de acero, que contienen gas LP compuesto por butano y propano. Estos tanques se utilizan para almacenar y transportar gas licuado de petróleo para su uso en hogares, industrias y vehículos.

Accesible: Que se puede obtener fácilmente. Algo accesible es fácil de alcanzar, usar o entender, y no presenta

barreras significativas para su uso o adquisición.

IX. METODOLOGÍA

Para la metodología, se decidió dividir el proyecto en dos partes: una enfocada al desarrollo de los dispositivos y otra al desarrollo de una aplicación móvil que pueda enviar notificaciones acerca de los datos obtenidos por el dispositivo. La primera tarea por hacer será diseñar el circuito, uno que muy complejo no es, solo consta de una ESP32, que funcionará como el cerebro de Chimalli por llamarlo de alguna forma.

La ESP32 es un microcontrolador programable basado en la arquitectura Xtensa LX6, diseñado y fabricado por Espressif Systems. Está concebido para aplicaciones en el ámbito de la Internet de las Cosas (IoT), sistemas embebidos, y dispositivos conectados. Es un SoC (System-on-a-Chip) que combina un procesador potente, conectividad inalámbrica integrada (Wi-Fi y Bluetooth), capacidades de procesamiento en tiempo real y múltiples periféricos configurables, lo

que lo hace ideal para aplicaciones que requieren comunicación inalámbrica, bajo consumo energético, y funcionalidad versátil en un solo paquete. Además, incluye funciones de seguridad avanzadas, como cifrado por hardware, que permiten desarrollar sistemas seguros (Espressif System, 2024).

Serán dos sensores de gas MQ-2 los que se encarguen de detectar gas en el aire, esto no solo activará una alarma, sino que los datos recopilados serán enviados a un servidor para ser reenviados a la aplicación móvil cuya cuenta está vinculada al dispositivo. Chimalli enviará constantemente estos datos, haciendo que siempre y cuando el usuario cuente con una conexión a internet pueda recibir estos datos y mantenerse atento a cualquier inconveniente que pueda ocurrir si no está en casa.

El sensor MQ-2 no da lecturas directas expresadas en partes por millón (PPM), por lo que es necesario calibrar el sensor y calcular estos datos en el proceso. El sensor MQ-2 es sensible a gases como LPG, metano, hidrógeno,

y humo. Su funcionamiento está basado en medir la resistencia del elemento interno en presencia de gases. Según el datasheet, el sensor utiliza dos entradas de voltaje: una para calentar el elemento (VH) y otra para el circuito de detección (VC). El voltaje de salida (VRL) se mide a través de una resistencia de carga y varía según la concentración del gas objetivo. Para calcular las PPM de gas LP, se utiliza la relación entre R_s (resistencia en gas objetivo) y R_0 (resistencia en aire limpio). Esta relación se grafica contra la concentración de gases en una curva de sensibilidad típica proporcionada en el datasheet. El sensor MQ-2 evidentemente no tiene una fórmula directa para convertir la salida analógica a PPM sin una calibración adecuada. Sin embargo, existen fórmulas estimadas en base a gráficas proporcionadas por el fabricante en el datasheet, donde se puede encontrar la relación entre la resistencia del sensor y las concentraciones de gas.

La fórmula básica para calcular la concentración de gas es:

$$PPM = (V_{sensor} - V_{min}) / (V_{max} - V_{min}) \times (PPM_{max} - PPM_{min}) + PPM_{min}$$

Donde:

- V_{sensor} es el valor leído del sensor.
- V_{min} y V_{max} son los valores de voltaje de salida sin gas y con una concentración máxima de gas LP, respectivamente.
- PPM_{max} y PPM_{min} son los valores de PPM correspondientes.

La conversión de la lectura ADC de un sensor MQ-2 a ppm (partes por millón) de un gas, en este caso propano (gas combustible, componente principal del LPG de uso doméstico en México, con un 40% a 60% según la NOM-016-CRE-2016) no es directa; requiere conocer la relación entre la resistencia del sensor en presencia del gas (R_s) y la resistencia en aire limpio (R_o), y usar una curva empírica del sensor:

Cálculo del voltaje del sensor

$$V_{RL} = \frac{ADC_{value}}{ADC_{max}} \times V_{cc}$$

Cálculo de la resistencia del sensor

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

Cálculo de la relación R_s/R_o

$$\frac{R_s}{R_o}$$

Donde R_o se obtiene calibrando el sensor en aire limpio o a una concentración conocida de gas.

Uso de la curva empírica del sensor MQ-2 para propano (obtenida del datasheet):

La curva es aproximadamente una relación logarítmica:

$$\log(\text{ppm}) = m \log\left(\frac{R_s}{R_o}\right) + b$$

Donde:

m y b son constantes estimadas del gráfico del datasheet del MQ-2 para el gas específico (en este caso, propano).

Esta ecuación se puede despejar para obtener:

$$\text{ppm} = \left(\frac{R_b}{R_{\theta}} \right)^{\frac{1}{m \log\left(\frac{R_b}{R_{\theta}}\right) + b}}$$

Se requeriría implementar un código capaz de realizar estos cálculos para lograr el propósito del proyecto, lo cual, a decir verdad, sería bastante tardado ya que habría que un código

capaz de calibrar los sensores según la información proporcionada por el fabricante. Por suerte, esta labor fue facilitada de sobremanera por un usuario de GitHub, ya que creó una librería que simplifica los procesos de calibración y cálculo de PPM, tomando como referencia el modelo de sensor MQ (en este caso MQ-2), resolución de voltaje, resolución del ADC y la relación R_s/R_0 en condiciones de aire limpio, esta última se puede obtener vía calibración durante la ejecución del programa, el resto de variables son datos proporcionados por el fabricante, o bien dependen del circuito. La librería MQUnifiedsensor contiene una serie de funciones predefinidas que ayudan a lo ya previamente dicho y fue fácilmente descargada desde el IDE de Arduino (Urquiza, 2022).

****Formula corregida. A 19 de mayo del 2025.**

Cabe señalar que la posible falta de mediciones exactas de LPG (en ppm) no compromete en lo absoluto la funcionalidad del proyecto en sí, dado que no se encuentra orientado a un

uso industrial, donde las mediciones exactas son fundamentales, sino a un uso comercial, donde el objetivo es prevenir acumulaciones de LPG que ante todo representen un riesgo para la integridad física de las personas usuarias.

La aplicación móvil será desarrollada usando React Native como framework, ya que es muy usado y relativamente sencillo de implementar en este ámbito. React Native es un framework basado en React que permite desarrollar aplicaciones móviles nativas para iOS y Android utilizando JavaScript (y opcionalmente Typescript). Su arquitectura emplea un puente que conecta el código JavaScript con las API's y componentes nativos de cada plataforma, traduciendo los elementos de React a equivalentes nativos. Esto permite crear aplicaciones con rendimiento cercano al nativo desde un único código base. Nada especialmente sorprendente en este apartado (Meta Platforms, 2024).

Para el backend, se usará Firebase, una plataforma de desarrollo de

aplicaciones creada originalmente por un startup del mismo nombre en 2011, y adquirida por Google en 2014. Se trata de un Backend gestionado en la nube (Backend-as-a-Service o BaaS), por lo que ahorrará el trabajo de programar y mantener un servidor propio, pudiéndonos enfocar en la aplicación móvil y los dispositivos. La aplicación móvil, además, será capaz de mostrar los datos proporcionados por los dispositivos gracias mediante gráficas en tiempo real gracias a *Cloud Firestore* de Firebase.

X.RESULTADOS

El proyecto ha demostrado un rendimiento sobresaliente según las pruebas realizadas, y podemos afirmar que funciona perfectamente. Para llevar a cabo nuestras pruebas, se utilizó un tanque de gas portátil y se colocó el dispositivo al lado de una estufa con la perilla del gas abierta. Como estaba previsto en el diseño original, el proyecto reaccionó de manera eficiente y eficaz, cumpliendo con los objetivos establecidos.

La finalidad principal de este proyecto es detectar fugas de gas cercanas y activar una alarma de inmediato para alertar a las personas en el área. Este mecanismo tiene como propósito prevenir los incidentes peligrosos que pueden derivar de una fuga de gas LP, tales como explosiones, incendios, y otros problemas graves de seguridad. En nuestra prueba, el dispositivo funcionó tal como se había planeado, activando la alarma al detectar la fuga de gas. Esta característica confirma que el sistema es efectivo para alertar sobre el peligro que representa una fuga de gas, lo que proporciona una capa adicional de seguridad en los hogares y establecimientos donde se instale.

La confiabilidad del proyecto se ve reflejada no solo en la capacidad de detectar gas, sino también en su portabilidad. El dispositivo está diseñado en forma de cubo, con un sistema de conexión sencillo mediante un cable tipo C, que es compatible con

la mayoría de los dispositivos electrónicos disponibles en el mercado. Esto lo convierte en una opción práctica y accesible, pues el cable tipo C es ampliamente utilizado y fácil de encontrar en cualquier tienda de productos electrónicos.

En resumen, el proyecto no solo cumple con la función principal de detectar fugas de gas LP y activar la alarma de manera efectiva, sino que también ofrece una solución portátil y fácil de usar. Esto convierte al dispositivo en una opción segura y conveniente para proteger tanto el hogar como cualquier otro entorno en el que se utilice, garantizando una protección adicional frente a los riesgos que representan las fugas de gas. Comprar nuestro proyecto sería una inversión valiosa en términos de seguridad, brindando tranquilidad a quienes lo instalen.

XI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este proyecto ha demostrado un rendimiento satisfactorio en la detección de gas LP, cumpliendo con los requisitos técnicos y operativos

establecidos. El dispositivo es completamente funcional, con sus componentes correctamente integrados y programados, lo que garantiza un desempeño estable y sin fallos. El sistema ha sido probado en diversas condiciones y siempre ha cumplido con su tarea de manera precisa, lo que refleja la calidad en la implementación de la programación. Sin embargo, se reconoce que el diseño estético del dispositivo podría mejorarse, lo que permitiría una mayor comodidad y atractivo visual para el usuario. Hablando del aspecto portátil no logramos realizar el dispositivo tan compacto como se esperaba, pero en un futuro no muy lejano tenemos planeado usar un circuito impreso para lograr realizar el dispositivo, pero más compacto de lo que es. En general, el proyecto avanza de manera exitosa, habiendo cumplido con todos los objetivos planteados sin presentar fallas. Esto demuestra la efectividad del trabajo realizado y la capacidad del equipo para alcanzar las metas establecidas, lo que nos motiva a continuar con la mejora del diseño y la funcionalidad.

XII. CONCLUSIONES

Chimalli, a pesar de los problemas que presentó durante su desarrollo, cumplió ampliamente con las expectativas. Con un potencial de mejora tanto en diseño como en funcionalidad, podría convertirse en una herramienta aún más accesible y efectiva para proteger a las familias. De cara al futuro, este dispositivo tiene el potencial de evolucionar considerablemente, convirtiéndose en una herramienta clave en la prevención de desastres, al ser responsable de salvar vidas y hogares. A través de una aplicación móvil, disponible para su descarga en cualquier dispositivo, los usuarios podrían recibir notificaciones en tiempo real si su hogar estuviera en peligro debido a una fuga de gas LP, lo que les permitiría actuar rápidamente y prevenir tragedias. En cuanto a su diseño estético, si bien el dispositivo actual no destaca por su apariencia, se reconoce que existen diversas

oportunidades para mejorar su aspecto visual. En el futuro, se podrán realizar modificaciones significativas, ya sea mejorando el diseño o realizando ajustes en la estructura, con el fin de hacer que el dispositivo sea más atractivo sin comprometer su funcionalidad y su costo de producción.

Cabe destacar que el punto en el cual se tuvo más problema es en el apartado estético, ya que un circuito mediano no integrado fue imposible de colocar en un tamaño tan compacto como se concebía inicialmente. En un futuro no muy distante se pretende usar una placa de circuito impreso para facilitar la producción y tamaño del dispositivo.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Espressif System. (2024). *Espressif Systems. ESP32*. Obtenido de <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>
- Herrera, O. V. (04 de Agosto de 2024). Fuerte explosión e incendio consumen planta de gas LP en Culiacán, Sinaloa | VIDEO. *Infobae*. Obtenido de

- <https://www.infobae.com/mexico/2024/08/04/fuerte-explosion-e-incendio-consumen-planta-de-gas-lp-en-culiacan-sinaloa-video/>
- Mariscal, A. (10 de Diciembre de 2020). Explosión arrasa con tortillería y otros inmuebles en Los Mochis. *Debate*. Obtenido de <https://www.debate.com.mx/policiacas/Explosion-arrasa-con-tortilleria-y-otros-inmuebles-en-Los-Mochis-20201210-0318.html>
- Medina, G. (11 de Julio de 2022). En Hermosillo, explosión de casa por acumulación de gas deja dos heridos graves. *Milenio*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2024, de <https://www.milenio.com/estados/hermosillo-explosion-casa-acumulacion-gas-deja-2-heridos>
- Mendoza, E. (3 de Enero de 2025). Sinaloa: Fuga de gas en planta de hielo en Mazatlán deja 18 intoxicados. *SPD Noticias*. Obtenido de <https://www.sdpnoticias.com/estados/sinaloa-fuga-de-gas-en-planta-de-hielo-en-mazatlan-deja-18-intoxicados/>
- Meta Platforms, I. (2024). *React Native*. Obtenido de <https://reactnative.dev>
- Meza, G. (31 de Julio de 2024). Aumentan fugas en cilindros de gas en domicilios de Culiacán. *Quadratin Sinaloa*. Obtenido de <https://sinaloa.quadratin.com.mx/aumentan-fugas-en-cilindros-de-gas-en-domicilios-de-culiacan/>
- Nájera, L. F. (11 de Diciembre de 2020). Estalla tortillería y daña 10 casas en Los Mochis. *Ríodoce*. Obtenido de <https://riodoce.mx/2020/12/11/estalla-tortilleria-y-dana-10-casas-en-los-mochis/>
- Pardini, R. (14 de Julio de 2024). Mujer muere tras explotar una vivienda en Guasave. *Debate*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2024, de <https://www.debate.com.mx/sinaloa/policiaca/Mujer-muere-tras-explotar-una-vivienda-en-Guasave-20240614-0015.html>
- Sánchez, I. (4 de Agosto de 2024). Explota empresa distribuidora de gas LP en Culiacán, Sinaloa. *La Jornada*. Obtenido de <https://www.jornada.com.mx/noticia/2024/08/04/estados/exploata-empresa-distribuidora-de-gas-lp-en-culiacan-sinaloa-1278>
- Tony Dutzik, F. G., Abe Scarr, I. P., & Matt Casale, U. P. (2022). *Methane Gas Leaks*. U.S. PIRG Education Fund, Environment America Research & Policy Center and Frontier Group. Retrieved Septiembre 3, 2024, from <https://environmentamerica.org>

/center/resources/methane-gas-leaks-2/

Urquiza, M. Á. (21 de Marzo de 2022). MQSensorsLib. Facatativa, Bogotá, Colombia. Recuperado el 29 de Noviembre de 2024, de <https://github.com/miguel5612/MQSensorsLib>

vojeda. (10 de Enero de 2024). Provoca acumulación de gas explosión en casa al Norte de Hermosillo. *El Imparcial*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2024, de

<https://www.elimparcial.com/son/hermosillo/2024/01/10/provoca-acumulacion-de-gas-explosion-en-casa-al-norte-de-hermosillo/>

XIV.ANEXOS



