



Foro Jóvenes Emprendedores

CHIMALLI

Área de conocimiento: Divulgación Científica

Categoría: Tecnología

Nivel: Preparatoria

Nombre de los participantes:

Jesús Orlando González Córdova

Carlos Antonio Jiménez Peraza

Nombre y firma del asesor:

Arely Soberanes Ahumada

Guasave, Sinaloa, México. 22 de agosto del 2024.

I. INDICE.....	1
II. RESUMEN.....	2
III. ANTECEDENTES.....	3
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
V. JUSTIFICACIÓN.....	5
VI. OBJETIVOS.....	7
VII. HIPÓTESIS.....	8
VIII. MARCO TEÓRICO.....	9
IX. METODOLOGÍA.....	10
X. RESULTADOS.....	12
XI. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	13
XII. CONCLUSIONES.....	14
XIII. BIBLIOGRAFÍA.....	15
XIV. ANEXOS.....	16

II. INTRODUCCION

Chimalli, ‘escudo’ en Náhuatl; el proyecto aquí presentado, está destinado a proporcionar seguridad a las personas contra explosiones o incendios en sus hogares. Consiste en un dispositivo compacto que alerta cada vez por diversos medios que detecta una fuga de gas LP en el lugar donde está instalado. Este dispositivo pretende ser esencial en cualquier hogar, ya que, sin él, las personas están expuestas a varios peligros, como intoxicación por gas o accidentes relacionados con incendios y explosiones.

Adquirir este dispositivo ha de incrementar significativamente la seguridad del hogar, protegiéndolo de accidentes relacionados con gas LP. La idea surgió debido a la frecuencia de incidentes causados por fugas de gas LP, que a menudo no pueden ser previstas por los residentes. Este dispositivo es de gran ayuda, ya que permite a las personas prepararse y actuar rápidamente, ya sea deteniendo la fuga a tiempo o llamando a profesionales especializados para prevenir accidentes en el hogar.

I. 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, pero con un costo de venta al público estimado en \$40 USD.

III. PLANTAMIENTO 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). Actualmente existen diversas soluciones en el mercado para este problema, como alarmas, detectores, entre otros, pero el problema está cuando nos damos cuenta de que, entre otras cosas, no funcionan de forma remota ni plantean una solución rápida al problema, como podría ser abrir una ventana o bien avisar si estás fuera de casa, esto es especialmente perjudicial para personas en condición vulnerable, como adultos mayores, personas con alguna discapacidad, e incluso para cualquier persona que trabaje fuera de casa. En Hermosillo, Sonora en enero del presente año, una explosión causó daños materiales y lesionó levemente a una pareja de jóvenes quienes apenas arribaron a su vivienda, ubicada en el fraccionamiento Banus, al norte de la ciudad (yojeda, 2024). Anteriormente, y en un caso más serio, un padre y su hijo, también en Hermosillo resultaron heridos de gravedad por una explosión ocasionada por una fuga de gas, la explosión se pudo oír a varias colonias de distancia y causó afectaciones graves a viviendas aledañas al inmueble, el cual quedó reducido a escombros, resultando en una pérdida total (Medina, 2022). Pero no hay que ir muy lejos para encontrar incidentes relacionados con fugas de gas de uso doméstico, en una comunidad rural ubicada en el municipio de Guasave, Sinaloa, más concretamente conocida como 3 de Mayo, una adulta mayor de 77 años fue víctima de una explosión en su vivienda, siniestro que resultaría no solo en pérdidas materiales, sino que también en pérdidas humanas, el pasado 14 de julio del presente año (Pardini, 2024), un lamentable suceso que nos demuestra una vez más que una fuga de gas es todo menos un problema menor. Siendo así, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Es posible crear un dispositivo compacto y asequible que prevenga incidentes relacionados a fugas de gas de uso doméstico se esté o no en casa?

IV. JUSTIFICACIÓN

En México según datos oficiales han registrado 1,354 incidentes con gas LP desde mayo del 2003 hasta mayo del 2021, las consecuencias más habituales por esta clase de incidentes son por lo general explosiones o incendios, que a su vez podrían causar grandes pérdidas materiales e incluso pérdidas humanas. 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 proyecto además de alertar cada que ocurre una fuga de gas, es un diseño pequeño, así que no será problema el espacio que tengas en tu hogar. Este proyecto es un diseño práctico para aquella gente que se preocupa por accidentes que pueden ocurrir en su hogar o en algún otro lugar que tenga riesgo que ocurra un incidente ocasionado por gas LP como incendios, explosiones, etc. Este proyecto se presentará como un dispositivo compacto cuadrangular ocasionando que no ocupe demasiado espacio además de no tener una mala presentación.

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.

V. OBJETIVO GENERAL

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.

VI. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Investigar acerca de los recursos necesarios para la creación de (los) dispositivo(s)
- Hacer un boceto del prototipo con la información recaudada, incluido el circuito y la carcasa, y armar y probar el circuito
- Cortar la carcasa, que será de MDF (fibropanel de densidad media) y armar el dispositivo
- Hacer pruebas, comprobar si existe algún error, plantear una posible solución.
- Establecer un precio de venta al público basado en el costo total de elaboración

VII. HIPÓTESIS

A pesar del limitado tiempo de desarrollo del cual se está consciente que se cuenta, con las herramientas que tenemos bastaría 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, móvil 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 del dispositivo en sí 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 y 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:

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

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.

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, un usuario de GitHub nos ahorró todo el trabajo duro, ya que creó una librería que facilita de sobremanera 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).

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 Django para la creación de una API básica. Al tratarse de un foro, no consideramos necesario crear un registro, ya que solo se usará la API para la presentación, las funciones de prueba local de Django nos serán especialmente útiles para acelerar su desarrollo.

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, utilizamos un tanque de gas portátil y colocamos 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 de nuestro 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. Se estima que el costo de venta al público del dispositivo rondará los \$40 USD.

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>

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>

Meta Platforms, I. (2024). *React Native*. Obtenido de <https://reactnative.dev>

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>

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>

yojeda. (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

