

Diseño y prototipo de un sistema de monitoreo y seguridad de bajo costo basado en ESP32

Carlos Alfredo Rivera Rodríguez

Asesor

Mauricio Alberto García Martínez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI

Tecnología en Automatización Electrónica Industrial

2025

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia, por darme el apoyo incondicional en cada etapa de mi formación académica.

Gracias a mis amigos, por estar presentes en los momentos de cansancio y celebrar conmigo cada logro alcanzado.

Y a todas las personas que, de una u otra forma, aportaron sus conocimientos o su ánimo para que este trabajo llegara a concretarse.

Agradecimientos

Agradezco a el cuerpo docente de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, por haber compartido sus conocimientos y experiencias, los cuales fueron fundamentales para mi formación profesional.

Y a mi director de proyecto por su paciencia, consejos y valiosas sugerencias durante todo el proceso de investigación.

Resumen

El objetivo principal de este proyecto es implementar un prototipo de alarma de bajo costo basado en la tecnología IoT. La principal característica de este dispositivo está en prevenir y notificar al usuario en caso de detectar intrusos, incendios o fugas de gas, que se puedan presentar en la vivienda o en los sitios donde sea instalado.

Basado en microcontrolador con conectividad Wi-Fi en conjunto con sensores de gas (MQ-2), fuego (KY-026) y movimiento (HC-SR501), en el momento en que alguno de estos sensores presente variaciones se le notifique al usuario por medio de mensaje de texto a la App de telegram, esto con la integración de la API de dicha plataforma que permite notificar en tiempo real variaciones en cada uno de los sensores del dispositivo, esto permite que el usuario este al tanto de las novedades que se puedan presentar en el lugar de monitoreo.

Se realizaron pruebas en un lapso de 7 días, donde se instaló el dispositivo en una sala de apartamento de aproximadamente $7 m^2$ realizando la calibración de cada uno de los sensores, donde, el sensor de gas se activó en un tiempo de 2 segundos desde el momento de inicio de la fuga, el sensor de movimiento se activa inmediatamente al detectar presencia en lugar de prueba, este tiene un alcance de hasta 12 m, el sensor de fuego se activa cuando detecta una llama a unos 70 cm en un Angulo de 60° . En el momento que detecto variación en los sensores se notificó mediante mensaje de texto.

Este sistema presenta una solución en el ámbito de la seguridad utilizando tecnología IoT, brindando protección contra fugas de gas, incendios e intrusos en el lugar, ofreciendo seguridad y tranquilidad a las viviendas con un sistema efectivo y de bajo costo.

Palabras clave: IoT (internet de las cosas), sensores, microcontrolador, Bot.

Abstract

The main objective of this project is to implement a low-cost alarm prototype based on IoT technology. The device's primary feature is its ability to prevent and notify the user in case of detected intruders, fires, or gas leaks in the home or other locations where it is installed.

Based on a microcontroller with Wi-Fi connectivity, along with gas (MQ-2), fire (KY-026), and motion (HC-SR501) sensors, the system notifies the user via text message to the Telegram app whenever any of these sensors detect changes. This is achieved through the integration of the Telegram platform's API, which allows for real-time notification of variations in each sensor, keeping the user informed of any incidents occurring in the monitored area.

Tests were conducted over a period of 7 days, during which the device was installed in an apartment room of approximately 7 m². Each sensor was calibrated, and the gas sensor activated within 2 seconds of the leak's onset. The motion sensor activated immediately upon detecting presence in the test area, with a range of up to 12 m. The fire sensor activated upon detecting a flame at approximately 70 cm within a 60° angle. Text messages were sent as soon as any changes were detected in the sensors.

This system presents a security solution using IoT technology, providing protection against gas leaks, fires, and intruders, offering security and peace of mind to homes with an effective and low-cost system.

Keywords: IoT (Internet of Things), sensors, microcontroller, bot.

Tabla de Contenido

Introducción	13
Planteamiento del Problema	14
Pregunta Problemática	17
Justificación	18
Objetivos	21
Objetivo General	21
Objetivos Específicos	21
Alcances	22
Limitaciones	23
Marcos de Referencia	24
Estado del Arte	24
Diseño e Implementación de un Prototipo para un Sistema Integrado de Circuito Cerrado de Televisión, Detección de Incendios y Control de Accesos con Dispositivos IoT, mediante una Interfaz HMI en LabVIEW	24
Diseño de un Prototipo de Instrumento que permita Detectar Fugas de Gas, en los Domicilios Capaz de Emitir Alertas vía Internet a los Interesados	25
Diseño e Implementación de un Sistema de Alarma por Vía Telefónica con Microcontrolador	26
Desarrollo de un Prototipo de Panel de Seguridad Conformado por Sensores Piroeléctricos Aplicado a Espacios Privados.	27
Desarrollo de un Prototipo IoT para la Detección Temprana de Incendio Forestales	29
Sistema de Alerta Temprana para la Reducción de Riesgos de Incendios en Viviendas	30

Diseño e Implementación de un Sistema de Detección de Movimiento y Transmisión de Video en Tiempo Real.....	31
Sistema de Microcontroladores Programables con Tecnología Arduino para Brindar Seguridad en el Departamento de Coordinación de Tecnologías del Campus Los Ángeles en la Universidad Estatal del Sur de Manabí.	32
Diseño e Implementación de un Prototipo de Sistema de Seguridad con Aviso Automatizado Mediante Dispositivo Móvil para una Residencia de Urbanizaciones Cerradas.....	33
Construcción de un Sistema de Control de Iluminación y Sistema de Seguridad de Puertas y Ventanas de una Casa, Prototipo Mediante Mensaje de Texto SMS Utilizando el Microcontrolador 16F877.....	34
Bases Teóricas.....	36
Internet de las Cosas (IoT)	36
Sistemas Embebidos.....	37
Protocolo Wi-Fi.....	38
Protocolo MQTT	38
Placa de Desarrollo.....	39
Arduino IDE	40
Domótica	41
Metodología	42
Características de la Metodología	42
Desarrollo de la Metodología.....	43
Fase 1: Análisis del Problema	43
Fase 2. Selección de Componentes	43

Fase 3 Diseño del Sistema.....	44
Fase 4 Desarrollo de Hardware	44
Fase 5 Programación y Configuración de la App de Mensajería Móvil	45
Fase 6 Pruebas y Validación	46
Fase 7 Evaluativa y Documental	46
Desarrollo del Proyecto.....	48
Fase 1 Investigación de Tecnologías Disponibles	48
Selección de los Sensores.....	48
Selección Tarjeta de Desarrollo	54
Selección Servicio de Notificación	56
Fase 2 Diseño del Prototipo	58
Montaje del Sistema	59
Configuración de los Sensores	60
Fase 3 Configuración de Plataforma de Servicio de Mensajería.....	67
Fase 4 Pruebas de Notificaciones desde la Tarjeta ESP32.....	70
Fase 5 Pruebas de Campo.....	72
Resultados	75
Desempeño del Sistema de Sensores	75
Pruebas de Conectividad.....	77
Evaluación General del Sistema.....	77
Resultados de las Pruebas de Campo	78
Especificaciones Técnicas del Prototipo.....	82
Discusión.....	84

Conclusiones	87
Referencias Bibliográficas	89
Apéndices.....	93

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Tipos de Sensores de la Serie MQ</i>	49
Tabla 2 <i>Sensores de Flama</i>	51
Tabla 3 <i>Tipos de Sensores de Movimiento</i>	53
Tabla 4 <i>Tipos de Microcontroladores ESP32</i>	55
Tabla 5 <i>Tipos de Servicio de Notificación</i>	57
Tabla 6 <i>Resultados Pruebas de Campo</i>	78
Tabla 7 <i>Costos de Fabricación del Prototipo</i>	79
Tabla 8 <i>Costo Total del Proyecto</i>	81

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Tarjetas de Desarrollo</i>	39
Figura 2 <i>Tarjetas de Desarrollo</i>	40
Figura 3 <i>Sensor de Gas MQ-2</i>	49
Figura 4 <i>Sensor de Flama KY-026</i>	51
Figura 5 <i>Sensor de Movimiento HC-SR501 (PIR)</i>	53
Figura 6 <i>Tarjeta ESP32 WROOM-32</i>	56
Figura 7 <i>Diseño del Sistema de Monitoreo en Cirkuit Designer</i>	58
Figura 8 <i>Montaje y Pruebas del Prototipo</i>	60
Figura 9 <i>Programación Código Lógico en Arduino IDE</i>	63
Figura 10 <i>Montaje Alarma de Seguridad ESP32</i>	66
Figura 11 <i>Montaje Completo del Sistema de Seguridad</i>	67
Figura 12 <i>Chat “BotFather”</i>	68
Figura 13 <i>Creación de Usuario</i>	68
Figura 14 <i>Creación Id Chat de Usuario</i>	69
Figura 15 <i>Chat donde Recibiremos las Notificaciones desde el ESP32</i>	69
Figura 16 <i>Notificación Recibida de Alerta de Fuego</i>	71
Figura 17 <i>Notificación Recibida Alerta de Fuga de Gas</i>	71
Figura 18 <i>Notificación Recibida Alerta de Movimiento</i>	72
Figura 19 <i>Ubicación del Prototipo en el Área de la Sala Comedor</i>	73
Figura 20 <i>Notificaciones en Telegram - Pruebas de Campo</i>	79
Figura 21 <i>Prototipo Final</i>	83

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Código Fuente del Sistema de Monitoreo</i>	93
---	----

Introducción

En los últimos años ha aumentado la adquisición de sistemas de seguridad, debido a los altos índices de robos a residencias, esto con el fin de poder mantener vigilado el inmueble en todo momento, de esta manera poder reaccionar oportunamente ante cualquier eventualidad, para ello, se han implementado todo tipo de sistemas automatizados como controles de acceso, contraseña de ingreso, sistemas de cámaras, sensores, reconocimiento facial, acceso dactilar entre otros², todo estos con el fin de salvaguardar los bienes y evitar que personas ajenas ingresen al inmueble sin ser percibidas.

Este proyecto está dirigido al diseño de un sistema de seguridad a partir de la tecnología IoT (internet de las cosas), basado en la necesidad de aumentar la seguridad de hogares donde no cuenten con la facilidad económica de adquisición de un sistema de monitoreo. Sistemas actuales que ofrecen protección del perímetro residencial como el monitoreo ante posibles incidentes en la vivienda, hace que aumente el precio de estos sistemas de seguridad que ofrece el mercado.

Este sistema de alarma de seguridad busca aprovechar las características técnicas de los microcontrolador con conectividad Wi-Fi, ofreciendo comunicación entre el usuario y el lugar donde se encuentre el dispositivo, todo esto con la ayuda de diferentes sensores que se encargan de procesar la información medida en el lugar de reposo, esto ofrecerá control sobre la vivienda, entregando información acerca de posibles incidentes como fugas de gas, incendios y presencia de personas ajenas a la vivienda. La implementación de este prototipo de alarma conlleva un presupuesto reducido al contar con sensores, componentes y software de bajo costo pero que ofrece una alta confiabilidad en los datos que entrega. Este dispositivo logra generar tranquilidad ante posibles eventualidades que se puedan presentar dentro de la vivienda.

Planteamiento del Problema

En la actualidad la seguridad del hogar y otros espacios habituales, es una de las principales preocupaciones en la sociedad como los describe Miranda. J (2024) particularmente el hurto a viviendas y locales comerciales ha emergido como una preocupación significativa, especialmente en las zonas urbanas donde la densidad de población y la actividad económica crean un entorno propicio para actividades delictivas (2). Las estadísticas muestran que los accidentes ocasionados por incendios y robos sigue siendo un problema de pérdidas económicas y de seguridad no solo en Colombia sino en todo el mundo, en muchos de los casos esto se hubiese podido evitar con sistemas de alarma de detección temprana, aunque actualmente se cuenta con diversa tecnología para el control y supervisión de viviendas para muchos hogares estos representan un gasto alto en su implementación y mantenimiento.

De acuerdo a la secretaria distrital de seguridad (2024) en este año se presentaron 3.613 hurtos en viviendas en la capital del país, aunque en comparación del año 2023 se redujo en un 25% esta problemática sigue siendo una de las principales preocupaciones de los hogares colombianos. Por otra parte, los incendios estructurales y fugas de gas en viviendas es otro de las emergencias más significativas, según el cuerpo de bomberos de Bogotá uno de los incidentes que más se atienden en la ciudad, son los relacionados con escapes de gas.

Las fugas de gas representan una amenaza constante, especialmente en viviendas y comercios que utilizan gas natural o propano para actividades cotidianas. A diferencia del fuego, las fugas de gas pueden permanecer ocultas durante largos periodos si no existe un mecanismo automático de monitoreo. La acumulación de gas en espacios cerrados incrementa el riesgo de intoxicación y explosiones, por lo que la detección oportuna es vital para salvaguardar la integridad de sus habitantes. En este contexto, surge la necesidad de crear un sistema de alarma

que no solo abarque el monitoreo simultaneo de la vivienda, sino que abre la posibilidad de poder adquirir un sistema de monitoreo confiable y asequible, donde los hogares con ingresos bajos sean beneficiados y de esta manera poder aportar a la tranquilidad y protección de los hogares.

La evolución de plataformas de hardware libre como la familia de los microcontroladores con conectividad inalámbrica a internet, ha abierto nuevas oportunidades para la creación de sistemas de seguridad inteligentes, personalizables y de bajo costo. Esta serie de microcontroladores, al contar con conectividad inalámbrica integrada (Wi-Fi y Bluetooth), múltiples pines de entrada/salida digital y analógica, capacidad de procesamiento suficiente para ejecutar tareas complejas, permite el diseño de soluciones con un alto grado de autonomía. La incorporación de sensores especializados como el MQ-2 (para la detección de gases nocivos), sensores infrarrojos de flama (capaces de detectar la presencia de fuego en un rango específico) y sensor de movimiento PIR capaz de detectar movimiento en un área de 8 a 12 metros, abren un gran número de posibilidades de monitoreo y confiabilidad a bajo costo.

No obstante, diseñar un sistema de estas características no está exento de dificultades, La correcta selección de sensores, la calibración de sus umbrales de sensibilidad, la programación lógica para el correcto funcionamiento de cada uno de los sensores (a fin de evitar falsas alarmas), así como la implementación de sistemas de notificación efectivos y confiables (como el envío de alertas por mensajes móviles, correo electrónico o notificaciones) constituyen aspectos técnicos clave que requieren atención rigurosa. A esto se suma la necesidad de garantizar un bajo consumo de energía, un diseño compacto y la posibilidad de adaptación del sistema a distintos entornos físicos, desde una habitación hasta un almacén o una cocina industrial.

Por otra parte, un gran número de viviendas permanecen solas durante las jornadas laborales habituales, como también en época de vacaciones o fines de semana feriados, este tipo de eventos o situaciones son aprovechados por los delincuentes para ingresar a las viviendas, incluso se exponen a situaciones desafortunadas como incendios o fugas de gas, todos estos escenarios se encierran en la necesidad de implementar sistemas de monitoreo y vigilancia en los hogares no solo para la protección de nuestro patrimonio sino para poder tener la tranquilidad en el momento en que la vivienda se encuentra deshabitada.

La muerte accidental por inhalación de monóxido de carbono, en cierta medida es prevenible, como lo menciona el Instituto de Métricas y Evaluación de la Salud (2021) En 2021, la tasa mundial de mortalidad por intoxicación accidental por monóxido de carbono fue de 0,366 por cada 100 000 habitantes (intervalo de incertidumbre del 95 %: 0,276-0,415), con 28 900 muertes y 1,18 millones de AVP (0,886-1,35) en todas las edades. Casi el 70 % de las muertes se produjeron en hombres, y el grupo de edad de 50 a 54 años registró el mayor número de muertes [3]. Esto nos indica que es una problemática a la cual debemos tomar medidas, se puede abordar de la mano de las tecnologías actuales como lo es un sistema de detección de monóxido de carbono que logre detectar, por ejemplo, el monóxido de carbono, un gas incoloro e inodoro que lo hace pasar muy fácil desapercibido por el olfato del ser humano.

Además, los entornos con niños, personas mayores o pacientes con enfermedades crónicas requieren atención especial. En estos casos, una detección temprana de humo, gas o actividad sospechosa puede marcar la diferencia entre una respuesta a tiempo y una tragedia. Un sistema que alerte automáticamente a familiares o cuidadores puede ofrecer un nivel adicional de protección, contribuyendo a una mejor calidad de vida y a una mayor tranquilidad para quienes están a cargo de estos grupos vulnerables.

Pregunta Problemática

¿Qué tan eficiente puede ser un sistema de monitoreo electrónico basado en microcontrolador para identificar en tiempo real amenazas como incendios, intrusos o fugas de gas en espacios residenciales?

Justificación

Los sistemas de alarma de seguridad y monitoreo han surgido de la necesidad de proteger nuestros bienes, esto de la mano de la tecnología. Los sistemas de seguridad que graban y monitorean sin que haya conectividad en tiempo real con el usuario está quedando atrás, esto debido a la implementación de la IoT (internet de las cosas). Los usuarios esperan controlar sistemas de seguridad y otros dispositivos desde sus teléfonos móviles (López, 2024). Esta tecnología abre una gran cantidad de posibilidades de conectividad que se están implementando en los sistemas de monitoreo actuales, esto ayuda a tener el control en diferentes dispositivos de manera remota como sensores, cámaras de seguridad, apertura de puertas y en sistemas más resientes como la domótica que puede controlar sistemas como la iluminación, electrodomésticos, seguridad, climatización y un sin número de dispositivos con solo tener a la mano el celular. Se está dando una creciente adopción de las tecnologías IoT en la implementación de sistemas de monitoreo y control en beneficio de los hogares (Gálvez, 2025).

Este proyecto busca ofrecer un sistema de monitoreo en factores de riesgo como, fugas de gas, incendios y detección de intrusos en el hogar, implementando tecnología de notificación a distancia, con el fin de mantener bajo control cualquier eventualidad que se presente en el momento en el que la vivienda o negocio se encuentre desatendida.

Este sistema ofrece una solución de bajo costo que aporta a la seguridad de las viviendas, en hogares que no cuenten con recueros necesarios para la adquisición de controles de monitoreo. Este proyecto abre la posibilidad de implementar sistemas confiables, con la ayuda de la tecnología se pueden lograr grandes cambios sin tener que invertir grandes recursos en su implementación. Aporta a la integridad con el monitoreo de monóxido de carbono, que al año causa miles de muertes en el mundo. De hecho, según el Instituto de Métricas y Evaluación de la

Salud (IHME, 2023) En 2021, la mortalidad global por envenenamiento involuntario por monóxido de carbono fue de 28 900 muertes. El sensor MQ-2 al detectar señales de butano, propano, metano, alcohol, e hidrógeno es una gran opción en cuanto su rango de detección y su precio bajo de adquisición.

Por otra parte, este sistema no solo busca detectar situaciones peligrosas sino también prevenirlas, en cuanto al ámbito social también busca informar a la comunidad la importancia de adoptar sistemas de prevención en los hogares. El uso de dispositivos inteligentes ha hecho posible trabajar en la seguridad del hogar desde varias perspectivas con resultado positivos (Torres, 2025). La tecnología es una gran herramienta que podemos adoptar en beneficio propio y en la comunidad, tecnologías que se pueden adaptar a diferentes presupuestos y con un amplio veneficio.

El uso de la familia de microcontrolador con conectividad Wi-Fi da la base de este proyecto aportando múltiples ventajas en cuanto a aplicaciones en la domótica, monitoreo, interacción con el usuario, la opción de interactuar con diferentes dispositivos electrónicos y su bajo consumo energético, esta placa nos permite el envío de notificaciones al celular en tiempo real, lo que la hace una alternativa fiable y económica, que pocos microcontroladores pueden hacer en una misma estructura.

En términos tecnológicos, este proyecto aporta a la implementación de las nuevas tecnologías como la IoT que permite integrar dispositivos como el ESP32 que ofrece herramientas modernas para la implementación de múltiples proyectos en beneficio individual o colectivo. Este proyecto aporta al aprendizaje de los sistemas automatizados y tecnología que puede ser aplicados e impartidos en el entorno académico, incluso, para futuras investigaciones en la implementación de tecnologías ejecutables. Además, presenta una guía paso a paso desde su

estructuración, diseños e implementación que servirá como base en desarrollo de nuevos proyectos basados en la seguridad electrónica.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un sistema de seguridad con microcontrolador de bajo costo, que integre baterías incorporadas para hacerlo portátil, conectividad inalámbrica para el monitoreo de fugas de gas, fuego y movimiento que notifique al usuario en tiempo real, cuando se detecte cambios en alguno de los sensores por medio de mensajes de texto.

Objetivos Específicos

Analizar diferentes tecnologías IoT, tipos de sensores, microcontroladores y servicios de notificación disponibles, para la estructuración del sistema, de esta manera integrar las opciones más beneficiosas para el proyecto.

Diseñar el circuito electrónico del sistema de alarma, integrando el microcontrolador y los sensores seleccionados, garantizando una correcta alimentación, estabilidad de señales y seguridad en la conexión de los componentes.

Construir un prototipo funcional que mida parámetros de movimiento, flama y fugas de gas, utilizando un microcontrolador con conexión inalámbrica.

Desarrollar una interfaz de notificación al usuario mediante mensajes de texto, que permita el envío de alertas cuando se registre cambios en alguno de los sensores del sistema, esto en tiempo real.

Realizar pruebas en diferentes escenarios ambientales y estructurales, simulando una fuga de gas, movimiento humano y presencia de fuego en el entorno, para validar la precisión de cada uno de los sensores que están conectados al microcontrolador, de esta manera aumentar su fiabilidad y precisión.

Alcances

Este prototipo busca ofrecer un sistema de seguridad y notificación en tiempo real, mediante el microcontrolador ESP32 incorporando diferentes sensores capaces de la medición de gases mortales en el ambiente, fuego y presencia de intrusos en la vivienda entregando un sistema de bajo costo. Sus principales alcances son:

Análisis y procesamiento de datos: este sistema procesa los datos entregados por los sensores, mediante la calibración de su estructura lógica, entrega datos precisos ante una emergencia.

Alerta sonora: Este sistema incorpora un buzzer que se activa cuando uno de los sensores cambie de estado de reposo a activo, que servirá como alarma local en el momento que el usuario se encuentre en su vivienda, pero no tenga su celular cerca o se encuentre descargado.

Comunicación a través de telegram: Este prototipo incorpora un sistema de envío de mensajes por medio de la App telegram, que notifica ante cualquier situación de emergencia permitiendo monitorear desde cualquier sitio con acceso a internet.

Diseño compacto: el diseño de este dispositivo será de un tamaño reducido, de esta manera se adaptará a cualquier entorno sin verse tan visible, además se conecta a una fuente de alimentación de 5V suministrado por un cargador de celular convencional.

Funcionamiento autónomo: este dispositivo implementa un sistema de batería de litio de 3.7v lo que le permite funcionar sin una red de alimentación doméstica, de igual manera estar conectado a una red eléctrica mientras se carga la batería y aun cuando se corte el flujo de energía el dispositivo sigue operando sin afectar su funcionamiento hasta por 4 horas.

Limitaciones

Este prototipo aborda una problemática importante como lo es la inseguridad en las viviendas, pero también a posibles emergencias como fugas de gas y fuego. Al ser un diseño de bajo costo presentan ciertas limitaciones como:

Dependencia de una conexión Wi-Fi: este sistema utiliza la conexión Wi-Fi para poder enviar notificaciones por medio de telegram, en el momento que se pierda esta conexión dejara de enviar información del estado de los sensores.

Rango de limitación de sensores: los sensores tienen un alcance restringido, para el sensor PIR una detección máxima de hasta 12 metros y para el sensor de flama de hasta 1 metro, lo que limita su funcionamiento, solo en el espacio en el que se encuentre el dispositivo, esto afecta su capacidad de monitoreo en toda la vivienda.

Sistema de monitoreo visual: este prototipo no incorpora una cámara web en caso de detección de movimiento, en caso de querer visualizar el área de monitoreo para descartar posibles falsas alertas.

Falsas alarmas: ante factores ambientales se puede dar una falsa alarma en el sensor de fuego si hay demasiada luz, si la vivienda cuenta con mascotas el sensor de movimiento PIR se activará cada vez que detecte este movimiento.

Complejidad en la configuración: la estructura lógica de este sistema es compleja lo que limita el acceso a la configuración de telegram con la red Wi-Fi en usuarios que no cuenten con la experiencia este tipo de sistemas.

Marcos de Referencia

Estado del Arte

La tecnología IoT ofrece múltiples beneficios en cuanto a conectividad y control, tomándose como base para múltiples proyectos y estudios de domótica, como en sistemas de monitoreo que incorpore múltiples sensores en pro del beneficio propio y colectivo, todo esto basándose en microcontroladores de bajo costo. A continuación, se presentan trabajos y proyectos basados en la tecnología IoT.

Diseño e Implementación de un Prototipo para un Sistema Integrado de Circuito Cerrado de Televisión, Detección de Incendios y Control de Accesos con Dispositivos IoT, mediante una Interfaz HMI en LabVIEW.

Autor(es) y año. Ayala Villagómez, F. X (2024)

Lugar del estudio. Quito, Ecuador.

Objetivo. Implementar un prototipo para un sistema de circuito de televisión basándose en microcontrolador.

Características metodológicas.

- Enfoque: Cuantitativo. Se recolectan y analizan datos de los diferentes sensores y lugar de implementación.
- Alcance: Desarrollo de prototipo con tecnología IoT para la detección de fuego, un sistema de televisión cerrado y control de acceso, implementado en un entorno real.
- Muestra: No especifica el tiempo de prueba ni el lugar de implementación.
- Instrumentos: Este sistema se compone de el microcontrolador Esp32 en cargado de las funciones lógicas, un panel de control Inbio260 encargado del control de los dispositivos

de control de acceso y un sistema cerrado de televisión, utilización de la plataforma ThingSpeak y el software LabVIEW como interfaz gráfica.

Principales resultados. Este sistema implemento un control de acceso a la vivienda, como un sistema cerrado de seguridad pudiendo controlar el acceso a la misma por medio de interfaz bluetooth, para apertura de puertas y sensores de fuego para visualización desde una App para monitorear y guardar los datos recolectados desde la nube.

Conclusiones. Este prototipo de monitoreo y control de acceso basado en la tecnología IoT (internet de las cosas) mediante ESP32 como base para proyectos de bajo costo y que ofrecen grandes beneficios en diferentes entornos y necesidades, aportando a la seguridad de la vivienda, manteniendo un monitoreo constante mediante el dispositivo móvil.

El proyecto de Ayala Villagómez (2024) implementa componentes de bajo costo como el microcontrolador Esp32, sensores de fuego, control de apertura, software libre como ThingSpeak para gestionar información en la nube y LabVIEW como interfaz gráfica. Con este prototipo desarrollo un sistema cerrado de TV y control de acceso para vivienda.

Diseño de un Prototipo de Instrumento que permita Detectar Fugas de Gas, en los Domicilios Capaz de Emitir Alertas vía Internet a los Interesados

Autor(es) y año. Rivera Pantoja, D. J. (2023)

Lugar del estudio. Pereira, Risaralda, Colombia.

Objetivo. Implementar un sistema de detección de monóxido de carbono que notifique al celular por medio de una App cuando se detecte una fuga de gas.

Características metodológicas.

- Enfoque: Cuantitativo.

- Alcance: Diseñar un sistema capaz de detectar fugas de gas y a su vez notificar vía celular al usuario.
- Muestra: Monitoreo constante del ambiente para detectar fugas de gas en sectores residenciales.
- Instrumentos: Se incorpora al sistema de microcontrolador ESP8266 como estructura lógica, sensor de gas MQ-2, electroválvula de gas y la plataforma ThingSpeak para el desarrollo de la aplicación móvil como análisis de datos.

Principales resultados. Este sistema detecta presencia de gas en el ambiente, enviando notificación al celular del usuario por medio de una App que recopila los datos obtenidos, cuando se detecta presencia de gas se activa una electroválvula que cierra el paso principal de gas a la vivienda, de esta manera controla la fuga de gas.

Conclusiones. Desarrollo e implementación de prototipo de detección de gas en la vivienda, controlando fuga de gas desde el punto principal de suministro, esto por medio del cierre de una electroválvula controlada por medio de una App desde el teléfono móvil. Ayudando con los índices de accidentes por monóxido de carbono en las viviendas que en la mayoría de los casos si es detectado a tiempo evita tragedias.

El prototipo diseñado por Rivera, P. (2023) contribuye con la seguridad de los hogares presentando un diseño de bajo costo con una implementación sólida, pudiendo llegar a hogares de bajos recursos con el uso de herramientas de software y componentes con adquisición de bajo costo.

Diseño e Implementación de un Sistema de Alarma por Vía Telefónica con Microcontrolador

Autor(es) y año. Calderón, M. (2010)

Lugar del estudio. Chetumal, Quintana Roo, México.

Objetivo. Proyecto diseñado para alerta al usuario cuando se presenten novedades dentro de la vivienda basado en microcontrolador.

Características metodológicas.

- Enfoque: Cuantitativo.
- Alcance: Prototipo para la detección de apertura de puertas de la vivienda.
- Muestra: Toma de estado de la apertura de puertas de la vivienda, notificando al usuario cuando cambie de estado.
- Instrumentos: Microcontrolador PIC16F84, red telefónica y sensor magnético de puerta.

Principales resultados. Monitoreo del estado de puertas de la vivienda, mediante sensor magnético, al abrirse la puerta se realizará una llamada al usuario alertando su apertura.

Conclusiones. Se implemento un sistema de alarma que alerta al usuario, en el momento que se de apertura las puertas de la vivienda, se realiza una llamada telefónica al usuario notificándole el cambio en los sensores. Este proyecto está basado en el microcontrolador PIC16F84 en conjunto con sensor magnético y la conexión a una línea telefónica.

En el estudio de Calderón, M (2010) se muestra la implementación de microcontrolador de bajo costo como medio seguro y confiable para el monitoreo de factores de riesgo como la detección de intrusos dentro de la vivienda. Este sistema ayuda a mantener controlado el entorno gracias a la implementación con una estructura de software y hardware de bajo costo implementando tecnología IoT.

Desarrollo de un Prototipo de Panel de Seguridad Conformado por Sensores Piroeléctricos Aplicado a Espacios Privados.

Autor(es) y año. Rueda, D. (2021)

Lugar del estudio. Industrias Cantrolca SA, Caracas, Venezuela.

Objetivo: Detectar intrusos en el área de monitoreo de la compañía Cantrolca, envió de notificaciones por medio de sensores de movimiento enviando una alerta vía llamada telefónica, correo electrónico y pagina web.

Características metodológicas.

- Enfoque: Cuantitativo. Estado de los sensores.
- Alcance: Sistema de detección de movimiento, envió de notificaciones por medio de correo electrónico, llamada telefónica y pagina web.
- Muestra: Monitorea los espacios donde se encuentra los sensores de movimiento alertando al usuario por medio de página web, llamada telefónica y correo electrónico.
- Instrumentos: Sensor de movimiento PIR, Raspberry Pi Zero W, sensor magnético de puerta.

Principales resultados. Por medio del microcontrolador Raspberry Pi Zero W, sensor de movimiento y sensor magnético de puerta, alerta al usuario ante cambio en el estado de los sensores notificando por múltiples medios electrónicos.

Conclusiones. Se desarrolla e integra un sistema de seguridad basado en la tecnología IoT, integrándose en unidades privadas esto, ante el aumento de la inseguridad en Caracas, Venezuela, este prototipo de bajo costo logra interactuar entre el usuario y el lugar de monitoreo pudiendo detectar cualquier movimiento dentro de la compañía, de esta manera transmite el estado de los sensores en tiempo real.

El prototipo diseñado por Rueda, D. (2021) entrega una solución parcial para disminuir los niveles de inseguridad en espacios privados, desarrollando un sistema de control y monitoreo

en tiempo real, para lograr reaccionar rápidamente ante cualquier peligro o novedad que se presente dentro de la compañía.

Desarrollo de un Prototipo IoT para la Detección Temprana de Incendio Forestales

Autor(es) y año. Armijos, J. Guerrero, C. (2024)

Lugar del estudio. Zona rural del racar del cantón Cuenca, Ecuador.

Objetivo. Desarrollar un sistema de basado en IoT para la detección temprana de incendios forestales

Características metodológicas.

- Enfoque: Cuantitativo.
- Alcance: Desarrollar un sistema de detección temprana de incendios forestales, por medio de sensores de humedad, fuego y humo encargados de enviar datos en tiempo real a la página web para su visualización y estudio.
- Muestra: Se realizaron pruebas de calibración de cada uno de los sensores por 7 días en el punto de implementación del proyecto.
- Instrumentos: Placa Raspberry pico, sensor de humo, sensor de humedad, Hardware criptográfico y Node-red.

Principales resultados. Desarrollo de prototipo de control de incendios forestales, diseñando una base de datos donde se recopila e interpreta la información enviada por los sensores, basados en estos datos se logra detectar incendios forestales.

Conclusiones. El diseño e implementación de este sistema de detección temprana de incendios forestales, se logra controlar la zona rural del Racar del cantón, donde en épocas de verano se presentan incendios forestales, esta tecnología IoT implementada en esta zona vulnerable de bosques es una ayuda significativa para la prevención de incendios forestales,

protegiendo la fauna y flora del lugar, este prototipo se desarrolla a partir de tecnología IoT de bajo costo lo que lo hace viable para futuros desarrollos ambientales.

El proyecto de Armijos, J. Guerrero, C. (2024) aporta al cuidado y preservación de la fauna y flora, tomando como herramienta las nuevas tecnologías como lo es la IoT que crea entornos intuitivos entre el usuarios y software de desarrollo, sistema que aportara de manera significativa no solo al medio ambiente sino a la comunidad.

Sistema de Alerta Temprana para la Reducción de Riesgos de Incendios en Viviendas

Autor(es) y año. Diaz, S. Moreno, A. Sambola, D. & Flores, J. (2023)

Lugar del estudio. Bluefields, Nicaragua.

Objetivo. Proyecto diseñado para reducir las posibilidades de incendios dentro de la vivienda.

Características metodológicas.

- Enfoque: Cuantitativo.
- Alcance: Prototipo para la detección de fuego dentro de una vivienda.
- Muestra: Medición de temperatura, humo y fuego en una casa modelo de una planta con dimensiones de 20 metros cuadrados y 3.5 metros de altura.

- Instrumentos: Sensor de gas (MQ-2), Microcontrolador, sensor de fuego (KY-026).

Principales resultados. Medición de los niveles de gas y temperatura, en el momento de su cambio de estado envía notificación a la App de Android studio.

Conclusiones. Se encontraron las principales causas que dan origen a los incendios en las viviendas de Bluefields como cortos circuitos, negligencia humana y fugas de gas. Este sistema

fue sometido a diferentes pruebas, simulando altas temperaturas, conatos de incendios y saturación de humo para poder comprobar su correcto funcionamiento.

En el estudio de Diaz, S. Moreno, A. Sambola, D. & Flores, J. (2023) se muestra la implementación de tecnologías IoT de bajo costo como medio seguro y confiables para la medición de factores como fuego, gas y alta temperatura que ayuda a mantener controlado el entorno de implementación con una estructura de software y hardware de bajo costo.

Diseño e Implementación de un Sistema de Detección de Movimiento y Transmisión de Video en Tiempo Real.

Autor(es) y año. López, A. (2023)

Lugar del estudio. Edificio residencial, Valencia, España.

Objetivo. Sistema de videovigilancia con microcontrolador Esp32 que captura y procesa imágenes, transmitiendo video en tiempo real, la transmisión de video es procesada por medio de un teléfono celular.

Características metodológicas.

- Enfoque: Cuantitativo. Recolección de datos y procesamiento de imágenes.
- Alcance: Sistema de detección de movimiento procesando imágenes y transmitiendo video en tiempo real.
- Muestra: Captura y procesa imágenes por medio del microcontrolador, transmitiendo video en tiempo real vía streaming.
- Instrumentos: Esp32, cámara de video, sensor PIR, placa Arduino uno, placa STM32F4, Raspberry pi y Python.

Principales resultados. Por medio del microcontrolador, cámara web y sensor de movimiento, se transmite video vía streaming cuando en la zona de implementación del sistema se detecta movimiento, logrando una comunicación directa entre el usuario y la vivienda.

Conclusiones. Se desarrolla e integra un sistema de seguridad basado en la tecnología IoT, integrándose en unidades residenciales ante el aumento de la inseguridad en Valencia, España, este prototipo de bajo costo logra interactuar entre el usuario y el lugar de monitoreo pudiendo detectar cualquier movimiento dentro de la vivienda, de esta manera transmite video en tiempo real para visualizar su entorno.

El prototipo diseñado por López, A. (2023) entrega una solución parcial para disminuir los niveles de inseguridad en las viviendas, desarrollando un sistema de control y monitoreo en tiempo real, para lograr reaccionar rápidamente ante cualquier peligro o novedad que se presente dentro de la vivienda.

Sistema de Microcontroladores Programables con Tecnología Arduino para Brindar Seguridad en el Departamento de Coordinación de Tecnologías del Campus Los Ángeles en la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Autor(es) y año. Cantos, W. (2025)

Lugar del estudio. Campus los Ángeles, Manabí Ecuador.

Objetivo. Implementar un sistema de microcontrolador programables Arduino para aumentar la seguridad de acceso al Campus los Ángeles de la Universidad del sur de Manabí.

Características metodológicas.

- Enfoque: Cuantitativo.
- Alcance: Sistema de control de acceso con microcontrolador Arduino para el ingreso de personal autorizado.

- Muestra: Control de acceso con huella dactilar lo que permite el ingreso de solo personal autorizado al campus de la universidad.
- Instrumentos: Arduino Uno, Sensor de huella AS608, modulo buzzer, amplificador de voltaje, servomotor y sensor de obstáculos IR.

Principales resultados. Se genera una base de datos de las personas que serán autorizadas del ingreso al campus, de esta manera identificar y llevar el registro de los ingresos diarios controlando un área específica.

Conclusiones. Se diseña un sistema de control de ingreso, por medio de un microcontrolador Arduino, que gracias a su módulo de registro de huella permite o denegar el ingreso a el Campus de los Ángeles de la universidad de Manabí, esto de gran ayuda para controlar y registrar el ingreso de personal al Campus y de esta manera aumenta la seguridad de la Universidad.

El prototipo diseñado por Cantos, W. (2025) entrega una solución fiable y económica para aumentar la seguridad del centro Universitario, lo que aporta positiva y tecnológicamente a nuevas estrategias en el ámbito de la seguridad y el control de ingreso, gracias a el uso de microcontroladores y componentes de bajo costo.

Diseño e Implementación de un Prototipo de Sistema de Seguridad con Aviso Automatizado Mediante Dispositivo Móvil para una Residencia de Urbanizaciones Cerradas

Autor(es) y año. Cabezas, A. & Moscoso, E. (2023)

Lugar del estudio. Área Residencial. Guayaquil, Ecuador.

Objetivo. Registro de eventos en un área residencial llevando una bitácora electrónica que almacena los datos obtenidos por los sensores de movimiento.

Características metodológicas.

- Enfoque: Cuantitativo. Registro de eventos de los sensores de movimiento.
- Alcance: Registrar los eventos de un área residencial capturando imágenes cuando el sensor de movimiento se active.
- Muestra: Captura imágenes cuando el sensor de movimiento se activa llevando un registro de cada uno de los eventos.
- Instrumentos: Microcontrolador ESP8266, Sensor de movimiento, Cámara IP, Reuter y sensor DS18B20.

Principales resultados. Monitor de eventos por medio de sensor de movimiento y cámara IP, que lleva el control de cada uno de los eventos registrados en el sector residencial monitoreado.

Conclusiones. Este sistema ayuda a controlar y registrar cada uno de los eventos que detecte el sensor de movimiento, capturando imágenes y llevando el registro en una base de datos para su revisión.

El prototipo diseñado por Cabezas, A. & Moscoso, E. (2023) Da una solución de bajo costo para aumentar la seguridad residencial, implementando sistemas automatizados de control, aportando una solución parcial innovador en pro de la comunidad para que esta mejore su calidad de vida.

Construcción de un Sistema de Control de Iluminación y Sistema de Seguridad de Puertas y Ventanas de una Casa, Prototipo Mediante Mensaje de Texto SMS Utilizando el Microcontrolador 16F877

Autor(es) y año. González, V. (2012)

Lugar del estudio. Área residencial. Quito, Ecuador.

Objetivo. Monitoreo de una vivienda en puertas y ventanas alertando al usuario vía SMS en caso de presentarse novedades registradas por los sensores magnéticos.

Características metodológicas.

- Enfoque: Cuantitativo.
- Alcance: Enviar MSM al usuario cuando los sensores magnéticos ubicados en puertas y ventanas de la vivienda cambien de estado pudiendo prender y apagar las luces para alertas al intruso.
- Muestra: Notifica al usuario vía SMS cuando detecte cambios en los sensores magnéticos.
- Instrumentos: Sensores magnéticos, microcontrolador PIC 16F877, grabador PICKIT-USB, pantalla LCD 2x16 y teclado matricial.

Principales resultados. Monitorear áreas específicas de la vivienda, con sensores magnéticos ubicados en cada una de las puertas y ventanas, en el momento de presentarse cambios en los sensores el microcontrolador PIC en conjunto con el módulo GSM notificaran al usuario del cambio de estado de los sensores, de esta manera aumentar la seguridad residencial.

Conclusiones. Este sistema utiliza la tecnología GSM en conjunto de microcontrolador y un módulo de GSM, que ayudara a notificar al usuario cuando estos sensores magnéticos cambien de estado de reposo. Aportando de esta manera a la seguridad residencial y utilizando la electrónica en beneficio propio y colectivo.

El prototipo diseñado por González, V. (2012) aporta positivamente a la implementación de la tecnología en beneficio colectivo e individual, presentando una solución innovadora para el monitoreo de espacios residenciales y ratificando los beneficios de utilizar la tecnología para mejorar nuestra calidad de vida.

En base a los proyectos anteriormente analizados, se basan en la tecnología IoT con microcontroladores de bajo costo como procesador, que ofrece amplios beneficios. Estos proyectos implementan diferentes sensores para la medición y control de varios tipos de gases nocivos, sensores de fuego, humedad, movimiento, controles de acceso y captura de imágenes. Algunos proyectos utilizan páginas web, Apps para la recolección y análisis de datos, pero ningún proyecto anteriormente analizado incorpora 3 sensores en el mismo dispositivo como sensor de fuego, gas y movimiento que notifica a una App de mensajería muy utilizada como Telegram, he incorporado baterías haciéndolo un proyecto portátil, esto hace que este proyecto aporte a la innovación y al uso de la IoT de una manera intuitiva y económica.

Bases Teóricas

En el diseño de este prototipo se establecen diferentes herramientas basadas en tecnología IoT, microcontroladores como estructura lógica y sensores para el procesamiento de la información. Integra conceptos de automatización como lenguajes de programación, diseño por computadora para su estructura lógica y tecnología de comunicación inalámbrica, componentes fundamentales para su desarrollo tanto de software como de hardware, los cuales se describe a continuación.

Internet de las Cosas (IoT)

Es un sistema que intercambia datos con otros dispositivos conectándose a través de internet tales como sensores o hasta electrodomésticos con funcionamiento autónomo remoto. Según Quiñonez (2019) el internet de las cosas son objetos físicos conectado a internet, que interactúan mediante sistemas embebidos, mecanismos de comunicación y respaldo típicamente en la nube. Comunicando diferentes dispositivos que logran interactuar con usuarios humanos creando ambientes cada vez más inteligentes.

Para darle la capacidad de procesamiento de datos y desarrollo intuitivo es necesario implementar una serie de elementos tanto de software como de hardware, estos son tres elementos fundamentales para su desarrollo e implementación.

Sensores. Son componentes esenciales que permite recopilar información a través de dispositivos inteligentes en un entorno físico. Los sensores más utilizados en dispositivos IoT son de temperatura, movimiento, humedad, gas o de luz. Estos sensores transforman las condiciones físicas a datos digitales que son transmitidos a dispositivos conectados a una red internet.

Microcontroladores o procesadores. Estos son dispositivos que leen los estados de los sensores, recopilan e interpretan la información que se transmite a los actuadores encargados de realizar una acción física.

Herramientas de desarrollo. Es un conjunto de herramientas diseñadas, para la creación de programas de solución a nivel de dispositivos o simuladores, que se encargara de ejecutar una serie de tareas programadas mediante lenguajes lógicos de programación.

Sistemas Embebidos

Son un conjunto de componentes electrónicos y de software, su finalidad es realizar una función específica dentro de un dispositivo más grande. Este sistema opera de manera autónoma según los datos recolectados a eventos físicos de su entorno, esta información es procesada en tiempo real, utilizando sensores o actuadores conectados a un sistema de IoT.

Según Wilmshurst. (2003) un sistema embebido es aquel cuya función principal no es computacional, pero este sistema es controlado por una computadora integrada, la estructura de este sistema puede ser un microcontrolador como un microprocesador. La palabra embebido hace referencia a que es un sistema que se encuentra oculto dentro de la estructura en general.

Protocolo Wi-Fi

Una red Wi-fi es una red inalámbrica que utiliza ondas de radio, implementando una comunicación bidireccional, todo esto sucede gracias a un adaptador inalámbrico que traduce datos por medio de ondas de radio y estas ondas que son enviadas mediante una antena, un enrutador recibe la señal y la codifica, es enviada por medio de un cable ethernet o red inalámbrica para la comunicación entre dispositivos. La conectividad Wi-fi está conformada por tres partes fundamentales como son.

Señales de radio. Gracias a estas señales de radio se logra la comunicación inalámbrica, estas ondas son generadas por dispositivos como el celular que convierten esta señal entrante en datos digitales.

Capa de enlace. Este sistema es el encargado de la transferencia de datos entre dispositivos conectados a una misma red, este sistema es clave en la depuración de la señal, el control de flujo y las direcciones físicas de los dispositivos anclado a esta red.

Estructura de red. Esta es la forma en que se organizan los dispositivos a la red, gestionando la comunicación y el intercambio de datos entre los dispositivos. Está conformado por routers, switches, cables ethernet y dispositivos de comunicación y conexión.

Protocolo MQTT

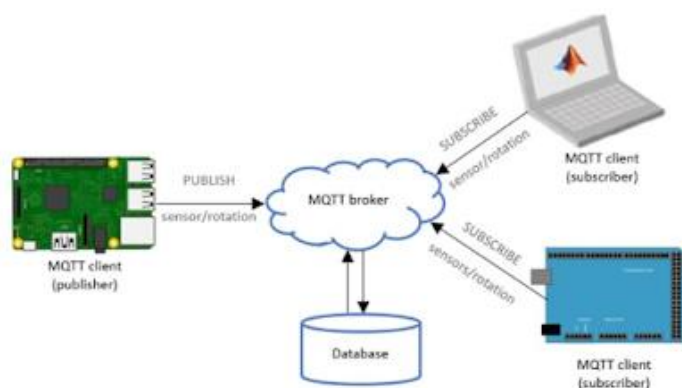
Según Chambers (2021) el protocolo MQTT es un protocolo de mensajería simple, utilizado ampliamente en la tecnología IoT por su consumo bajo de recursos. Este protocolo trabaja sobre TCP/IP como otros protocolos que permiten conexiones bidireccionales.

Este protocolo es muy utilizado en proyectos de tecnología IoT, gracias a su simplicidad en arquitectura, su ligereza, su bajo consumo de recursos y su poco ancho de banda que requiere para su funcionamiento.

Según De la cal (2019) este protocolo se estructura en diferentes elementos fundamentales como; topic que este es publicado por el cliente en un tema, donde este mensaje se dirige a clientes que estén suscritos a este topic, dado que los mensajes se estructuran en un orden jerárquico para su procesamiento y dándole la estructura al sistema, el publish es el mensaje publicado por medio del bróker donde varios clientes pueden acceder a esta información, donde, pueden suscribirse para recibir los datos relacionados anclados a esta topic de datos.

Figura 1

Tarjetas de Desarrollo



Nota. Arquitectura del protocolo MQTT. Vasanza (2017). Tomada de <https://vasanza.blogspot.com/2021/07/esp32-mqtt-introduccion.html>

Placa de Desarrollo

Son pequeñas placas conformadas por una red de circuitos impresos que contiene un microcontrolador o microprocesador, en su estructura cuenta con una memoria, interfaces de entradas y salidas. Estas placas son las encargadas de recibir, procesar, monitorizar y analizar datos. Principalmente son utilizadas para pruebas de proyectos tecnológicos que incorporen diferentes tipos de sensores para su procesamiento y análisis de datos.

Según Morales, M (2013) las placas de desarrollo son una herramienta que permite al usuario la realización de prototipos tecnológicos y de investigación, al contar con una estructura de fácil manejo y de gran alcance.

Actualmente existen en el mercado una gran variedad de placas de desarrollo que ofrecen diferentes tipos de alcance según la finalidad que se le quiere dar. Estas placas contienen recursos de código abierto lo que facilita el uso de diferentes tipos de software como de hardware. Actualmente se consiguen diferentes tipos de placa de desarrollo como Raspberry Pi, Beaglebone, Tiva-C LaunchPad y Arduino, estas placas son de gran alcance para la realización de diferentes procesos lógicos simples como complejos y se consiguen a un bajo precio, lo que lo hace una alternativa como base de proyectos escolares o bien, de investigación universitaria.

Figura 2

Tarjetas de Desarrollo



Nota. Diferentes tipos de tarjetas de desarrollo. Hacedores. (2014). Tomada de <https://hacedores.com/que-tarjeta-de-desarrollo-elegir-parte-1/>

Arduino IDE

Este es un entorno de desarrollo integrado, gratuito de código abierto, encargada de estructurar códigos y compartir con diferentes placas de desarrollo que sean compatibles con Arduino. Según Fezari (2018). Es un software introducido por Arduino.cc, que se encarga de

editar, compilar y cargar un código lógico a dispositivos Arduino, es de acceso gratuito lo que lo hace una gran herramienta para proyectos tecnológicos.

Domótica

Esta tecnología es aplicada al control y la automatización de diferentes procesos autónomos en la vivienda, esto con el objetivo de mejorar la seguridad, comodidad, la eficiencia energética. Estos procesos se realizan gracias al uso de diferentes controladores lógicos encargados de gestionar los diferentes accesos, control de procesos e interacción entre sensores, luces, electrodomésticos o sistemas de seguridad, entre el usuario y los dispositivos interconectados para su manejo autónomo o automático.

Metodología

Este proyecto se enmarca dentro de un enfoque experimental, basado en la tecnología IoT (internet de las cosas) sistema de alarma domestico con notificación a remota con el microcontrolador ESP32 como unidad de procesamiento del proyecto, incorporando sensores de gas, fuego y movimiento encargados de medir y monitorizar el entorno para notificar por medio de un API de Telegram al usuario cuando se presenten variaciones en los parámetros de los sensores.

Para el desarrollo de este proyecto se aplicaron métodos cuantitativos, con la recolección de datos, en su análisis y manejo de los resultados, la medición de los tiempos de respuesta de los sensores, calibración y distancia de respuesta, estos parámetros se definen para alcanzar los objetivos del proyecto.

Características de la Metodología

- **Objetivo:** Aplicado. Se enfoca en resolver la problemática de la inseguridad en las viviendas en factores como detección de intrusos, fugas de gas y fuego.
- **Enfoque:** Cuantitativo. Se recopilan y analizan datos numéricos para la medición de factores como fugas de gas, fuego y movimiento.
- **Profundidad:** Descriptiva. Se encarga de medir los niveles de gas y variables de detección de fuego y movimiento para controlar y monitorear las variables en un entorno real.
- **Manipulación de variables:** No experimental. Se medirán las variables en el entorno, en donde se fija un umbral de alerta sin modificar las variables existentes.
- **Tipo de análisis:** Descriptivo. Se analizan y estructuran los datos recogidos para fijar el umbral de peligro que notificara al usurario.

- Temporalidad: Transversal. La recolección de datos se tomará en un tiempo de 7 días, para evaluar su efectividad en los umbrales establecidos.

Desarrollo de la Metodología

Para alcanzar los objetivos generales del proyecto se definieron cinco pasos fundamentales para su desarrollo e implementación exitosa.

Fase 1: Análisis del Problema

Analizar las necesidades de seguridad que se presentan en las viviendas con mayor afectación y recurrencia, para así determinar la mejor opción que logre mitigar estas problemáticas. Se decidió monitorear los principales riesgos más presentados en viviendas, para ello se incorporan sensores como:

- Sensor de detección de fuego (KY-026)
- Sensor de detección de gases (MQ-2)
- Sensor de movimiento PIR (HC-SR501)

En bases a estas necesidades se desarrolló un sistema de alarma y monitoreo en tiempo real que notifique al celular del usuario cuando se presenten una emergencia. Este sistema de bajo costo presenta una propuesta de fácil adquisición e implementación en cualquier entorno doméstico.

Fase 2. Selección de Componentes

Esta selección se realizó mediante criterios de compatibilidad, stock en el mercado, bajo costo y facilidad de integración. Estos componentes son ampliamente utilizados en proyectos escolares como universitarios en investigación, por su fiabilidad y fácil adquisición con software de código abierto que facilita su utilización. Los componentes utilizados para este sistema de monitoreo de seguridad fueron.

- Microcontrolador ESP32. su rápido procesamiento, conectividad Wi-Fi y su amplio número de pines analógicos como digitales.
- Sensor de movimiento PIR (HC-SR501). por su bajo consumo energético y su rango de detección.
- Sensor de gas (MQ-2). por su rápida respuesta y detección de varios tipos de gases nocivos.
- Sensor de fuego (KY-026). por su detección infrarroja en la detección de fuego.
- Buzzer. como alerta sonora ante cualquier variación en los sensores.
- Telegram Bot. Fácil configuración de su API que ofrece una comunicación bidireccional y de implementación gratuita.

Fase 3 Diseño del Sistema

El sistema se diseñó según los componentes incorporados en la arquitectura del prototipo, como de software como hardware, se creó un sistema donde todos los sensores estén conectados a los pines digitales del ESP32 donde se recibe la información de los sensores, el microcontrolador ESP32 la procesa y ejecuta la acción descrita a continuación.

- Si se detecta fuego > se envía notificación al usuario y se activa el buzzer.
- Si se detecta gas > se envía notificación al usuario y se activa el buzzer.
- Si se detecta movimiento > se envía notificación al usuario y se activa el buzzer.

Se incorpora una alarma sonora cuando el usuario se encuentre en la vivienda y no tenga cerca su celular o este esté descargado, de esta manera lograr alertarlo ante una emergencia.

Fase 4 Desarrollo de Hardware

Se realiza el ensamblaje de cada uno de los componentes del sistema, siguiendo tres pasos básicos para una correcta estructuración del prototipo.

- Conexión de cada uno de los componentes del sistema a una placa de pruebas (protoboard)
- Conexión de cada uno de los sensores y componentes a los pines del microcontrolador ESP32.
- Se realizan pruebas en cada uno de los sensores, para evaluar su correcto funcionamiento y precisión en los datos enviados al microcontrolador.

En la conexión de los sensores se toma la datasheet para conocer su voltaje de funcionamiento, como la señal requerida para una correcta toma de datos.

Fase 5 Programación y Configuración de la App de Mensajería Móvil

Se estructura el código de programación que se encargara del funcionamiento lógico de cada uno de los sensores y él envió de la información obtenida de cada uno de los sensores por medio de una App móvil de mensajería. Los procesos utilizados son:

- Lenguaje de programación de Arduino C++
- Implementación de cada una de las librerías que requerirá el sensor según su tipo de señal.
- Definición de cada una de los niveles de umbral de los sensores para una correcta toma de datos en cada terminal, de esta manera determinar valores críticos que notificaran al usuario ante una emergencia.
- Configuración del microcontrolador con la Api de Telegram, para el envío de notificaciones del estado de los sensores.

La programación incluye la activación de un Buzzer cuando se presenten variaciones en los sensores, tomando un sonido de pausa diferente según el tipo de emergencia que se presente, de esta manera lograr identificar el riesgo presentado.

Fase 6 Pruebas y Validación

Se realizan pruebas tanto de software como de hardware, para corregir errores o umbrales técnicos en el sistema. Las pruebas se realizan con la siguiente metodología.

- Simulación de llama con un encendedor para medir el rango y distancia de detección.
- Simulación de movimiento para determinar su rango de detección de movimiento y calibración de los parámetros de movimiento.
- Simulación de fuga de gas para determinar el umbral de detección y calibración de la distancia de detección.

En el momento en que se cumpla cada una de las condicionales en los sensores, se enviara una notificación al celular del usuario, informando que sensor se activó logrando identificar la emergencia.

Fase 7 Evaluativa y Documental

Se evalúan y recopilan en un documento, cada uno de los pasos necesarios para su desarrollo e implementación del prototipo de alarma de seguridad con notificación al celular, para que sea difundido y tomado como referencia para futuros proyectos. Este informe contiene la siguiente estructura técnica.

- Resultados obtenidos.
- Análisis y corrección de fallos.
- Recomendaciones en las mejoras de su estructura de software como de hardware, para futuras aplicación en proyectos académicos.
- Cumplimiento de cada uno de los objetivos generales como específicos del proyecto.

En este documento se detalla el paso a paso del desarrollo y estructuración del prototipo para futuras mejoras y como referencia o base en proyectos de seguridad con microcontrolador Esp32.

Desarrollo del Proyecto

En este punto se explican los diferentes procedimientos que se llevaron a cabo para la estructuración e implementación del proyecto, siguiendo cada uno de los pasos contenidos en la metodología como en los objetivos específicos del proyecto. Se describe desde la identificación de la problemática, tecnologías disponibles para mitigar la problemática, diseño y estructuración, implementación, pruebas realizadas, fallas y sus correcciones. En cuanto a diseño de software como de hardware y los resultados obtenidos en las pruebas de campo para su aprobación final del prototipo, alcanzando el objetivo general del proyecto.

Fase 1 Investigación de Tecnologías Disponibles

Selección de los Sensores

Sensor de gas. Para la selección del sensor de gas se realizó la comparativa con diferentes modelos disponibles para la detección de monóxido de carbono, en el mercado se encuentra variedad de modelos como los de la serie MQ que son sensores de gas ampliamente utilizados en proyectos con microcontroladores, al ser de tipo analógicos lo que los hace muy versátiles y fáciles de implementar y programar. Según ILLAMAS, L. (2021) los sensores MQ están compuestos por un sensor electro-químico que al estar en contacto con las sustancias varía su resistencia. Estos sensores están disponibles para detectar uno o varias sustancias según su modelo.

Entre los sensores de gas más utilizados están MQ-2, MQ-3, MQ-4, MQ-7 y MQ-135 según el modelo detecta diferentes tipos de gases, calidad del aire, inflamables y alcohol en el aire respirado. Para la implementación del proyecto se busca un sensor que detecte gas propano como el monóxido de carbono presente en el aire, para este prototipo se optó por implementar el modelo MQ-2 ya que es de estructura simple y puede detectar propano, metano, gases

combustibles, humo, monóxido de carbono e hidrogeno. Es un sensor de que cuenta con un rango de detección de 300 a 10000 ppm lo que lo hace una excelente opción.

Figura 3

Sensor de Gas MQ-2



Nota. Tomada de <https://paraarduino.com/sensores/modulo-sensor-de-gas-inflamable-y-humo-mq-2/>

Tabla 1

Tipos de Sensores de la Serie MQ

Sensor	Gases Detectados Principales	Rango de Detección Típico	Tensión de Operación	Aplicaciones Comunes
MQ-2	Gas LP, propano, hidrógeno, metano, humo	300 – 10,000 ppm	5V DC	Alarmas de gas, detectores de humo.
MQ-3	Alcohol, etanol, vapores de bebidas alcohólicas	25 – 500 ppm (alcohol)	5V DC	Alcoholímetros, seguridad en vehículos.
MQ-4	Metano, gas natural, CH ₄	200 – 10,000 ppm	5V DC	Detección de fugas de gas natural.

Sensor	Gases Detectados Principales	Rango de Detección Típico	Tensión de Operación	Aplicaciones Comunes
MQ-7	Monóxido de carbono (CO)	10 – 1,000 ppm (CO)	5V DC (ciclo térmico)	Detección de CO en hogares y garajes.
MQ-135	Amoniaco, sulfuro, benceno, humo, CO2	10 – 1,000 ppm (según el gas)	5V DC	Control de calidad del aire interior.

Nota. Elaborado a partir de, serie de sensores MQ. Tomada de. The engineering projects (2020).

<https://www.theengineeringprojects.com/2024/04/mq-gas-sensor-series.html>

Sensor de fuego. Los sensores de llama son utilizados para detectar incendios por medio de una longitud de onda que esta entre los 760nm y los 1100nm. Actualmente existen diferentes tipos de sensores de llama que son utilizados en diferentes sectores industriales como residenciales, dada su importancia en la prevención y detección de focos de fuego, es indispensable contar con un detector de fuego en las viviendas para una reacción rápida ante una emergencia. Según Muhammad, F. (2020). Es un dispositivo electrónico que detecta fuego por medio de la captación de la radiación electromagnética emitida por una combustión.

Para la selección del sensor de fuego se tomó como referencia los modelos

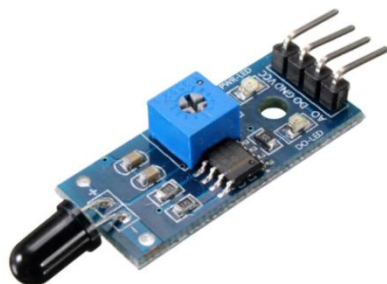
- Sensor KY-026: Detecta la radiación infrarroja.
- Sensor UV R2868: Detecta emisiones UV de una llama.
- Sensor TLS2591: Detecta llamas en múltiples rangos con una alta precisión.
- Sensor LM393: Detecta fuego mediante un fotodiodo IR.

El sensor seleccionado para el prototipo de alarma de seguridad fue el sensor KY-026 al ser un sensor que detecta por medio de una radiación infrarroja, lo que lo hace tener una precisión alta en la detección de flamas, es fácil de implementar en cualquier microcontrolador al

funcionar en un rango de voltaje de los 3.3v hasta los 5v, con un lenguaje de programación C++ que se puede desarrollar por medio del software de Arduino IDE. Su bajo costo y fiabilidad en la detección de llama lo hace una buena opción para la implementación al prototipo.

Figura 4

Sensor de Flama KY-026



Nota. Sensor detector de flama KY-026. La red electrónica, (2022). Tomada de <https://laredelectronica.com/producto/modulo-sensor-detector-flama-ky026-2/>

Tabla 2

Sensores de Flama

Modelo	Tipo	Salidas	Sensibilidad	Costo	Ideal para
KY-026	IR	Digital/Analog	Media	Bajo	Proyectos básicos.
FC-22	IR	Digital/Analog	Media	Bajo	Arduino genérico.
R2868 UVTRON	UV	Digital	Alta	Alta	Ambientes industriales.
IR Flame + LM393	IR	Digital	Media-baja	Muy bajo	Educación.

Modelo	Tipo	Salidas	Sensibilidad	Costo	Ideal para
UVTRON Module	UV	Digital	Muy alta	Alta	Aplicaciones críticas.

Nota. Tabla elaborada a partir de: Tipos de sensores de flama. Prometec (2024).

<https://www.prometec.net/detector-llama/>

Sensor de movimiento. Los sensores de movimiento son utilizados en diferentes sectores como medida de prevención y detección de movimiento del lugar que se quiere monitorear, estos sensores detectan el movimiento midiendo cambios en la radiación infrarroja de cualquier objeto que se encuentre en su campo de visión. Según Portilla, L. (2015). Los sensores de movimiento PIR miden la luz infrarroja radiada en los objetos situadas en su campo de visión, gracias a su potenciómetro incorporado en el la estructura del sensor de pueden ajustar el tiempo de la activación de salida (3s hasta 300s) y la sensibilidad en (3m hasta 7m).

Para la implementación del sensor de movimiento se tomaron en cuenta cinco modelos de sensores de la serie PIR que con utilizados normalmente en proyectos tecnológicos utilizando la plataforma Arduino.

- HC-SR501 (PIR). Sensor económico que detecta movimiento de cuerpos cálidos. Muy usado en alarmas.
- HC-SR04 (Ultrasónico). Mide distancia con precisión. Ideal para robots y autos evita dores de obstáculos.
- RCWL-0516 (Radar Doppler). Más sensible que un PIR y detecta a través de objetos no metálicos.
- TCRT5000 (IR activo). Muy usado en robots seguidores de línea o en sistemas de conteo.

- VL53L0X (ToF). Sensor láser de alta precisión. Funciona bien en espacios reducidos.

Para la implementación en este prototipo se utilizó el sensor PIR (HC-SR501) ya que es un sensor muy versátil, fácil de programar e implementar en microcontroladores de bajo costo, lo que lo hace una gran opción de implementación al prototipo.

Figura 5

Sensor de Movimiento HC-SR501 (PIR)



Nota. Adaptado de imagen sensor PIR. Electronica.com (2025). Tomada de <https://www.electronica.com.py/producto/modulo-sensor-de-movimiento-pir-hc-sr501/?srsltid=AfmBOorjhy1Hv8P6PJMgzzSGiY9J6yS7cnx3DPqZlfz7ee6rM6eXxwc9>

Tabla 3

Tipos de Sensores de Movimiento

Sensor	Tipo de detección	Alcance	Precisión	Voltaje de operación	Tipo de salida	Aplicaciones comunes
HC-SR501	PIR (infrarrojo pasivo)	3 – 7 m	Media	5V	Digital	Alarmas, luces automáticas, detección de personas.

Sensor	Tipo de detección	Alcance	Precisión	Voltaje de operación	Tipo de salida	Aplicaciones comunes
HC-SR04	Ultrasónico (eco de sonido)	2 cm – 4 m	Alta (± 3 mm)	5V	Digital (Trigger/Echo)	Medición de distancia, evasión de obstáculos.
RCWL-0516	Radar Doppler (microondas)	5 – 7 m	Alta	4 – 28V	Digital	Presencia a través de objetos, domótica, seguridad.
TCRT5000	Infrarrojo activo (reflexión)	2 – 30 cm	Media	3.3V – 5V	Digital/Analógica	Seguidores de línea, detección de objetos cercanos.
VL53L0X	ToF (láser, tiempo de vuelo)	2 cm – 2 m	Muy alta (mm)	2.6V – 5.5V	I2C (digital)	Robots, medición precisa, reconocimiento de gestos.

Nota. Tabla elaborada a partir de: Monk, S. (2016). Programming Arduino: Getting Started with Sketches (2nd ed.). McGraw-Hill Education. Información general sobre sensores PIR, ultrasónicos y su integración con Arduino.

Selección Tarjeta de Desarrollo

La tarjeta ESP32 es un microcontrolador de bajo consumo energético y una amplia gama de aplicaciones gracias a sus entradas digitales como análogas, son utilizados para interactuar con sensores, actuadores y otros dispositivos electrónicos. Es muy utilizado en proyectos aplicados en internet de las cosas (IoT) por sus características de conectividad Wi-Fi y

Bluetooth. Cuenta con una arquitectura de doble núcleo, que le da la capacidad de ejecutar tareas en tiempo real. Según Mejía, I. (2023). Es un microcontrolador revolucionario creado por la compañía Espressif Systems, cuenta con un sistema en chip (SoC) económico y de bajo consumo con radio Wi-Fi y Bluetooth integrados.

Los modelos más utilizados del microcontrolador ESP32 para aplicaciones de IoT domótica se encuentran.

- ESP32-WROOM-32. Es una plataforma equilibrada entre rendimiento y conectividad. Mas utilizado en aplicaciones de domótica.
- ESP32-C3. Es de bajo costo, requiere un bajo consumo de energía cuenta con conexión Wi-Fi y Bluetooth.
- ESP32-S3. Este es un modelo más potente, que se puede añadir a aplicaciones que requieran inteligencia artificial. Realiza tareas más complejas al contar con doble núcleo Xtensa LX7.

Tabla 4

Tipos de Microcontroladores ESP32

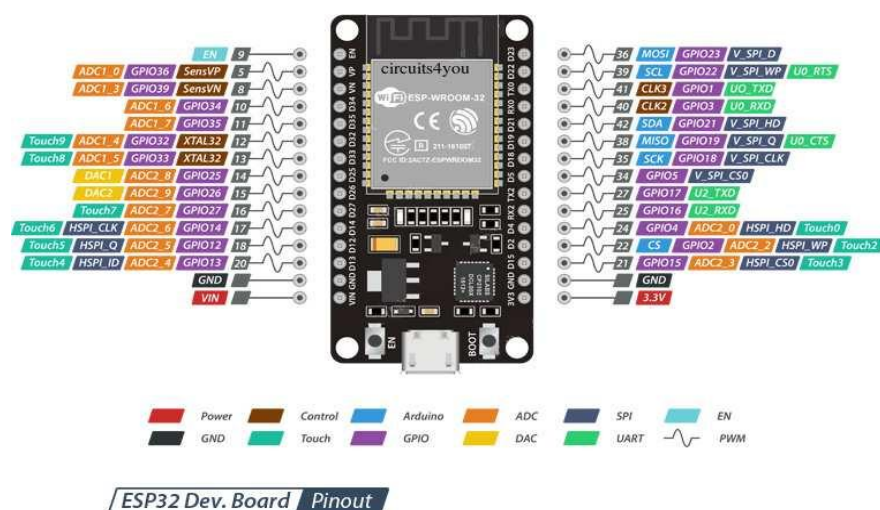
Característica	ESP32-WROOM-32	ESP32-C3	ESP32-S3
Núcleos	2 (Xtensa LX6)	1 (RISC-V)	2 (Xtensa LX7)
Frecuencia máxima	240 MHz	160 MHz	240 MHz
Memoria SRAM	~520 KB	400 KB	512 KB
Wi-Fi	802.11 b/g/n (2.4 GHz)	802.11 b/g/n (2.4 GHz)	802.11 b/g/n (2.4 GHz)
Bluetooth	v4.2 (Classic + BLE)	v5.0 (BLE)	v5.0 (BLE)
GPIO disponibles	~34	~22	Hasta 45
Ideal para	Proyectos generales	Bajo consumo y seguridad	IA, visión, tareas complejas

Nota. Tabla elaborada a partir de: ESP32 y su evolución. <https://uelectronics.com/esp32-y-su-evolucion/>

El microcontrolador ESP32 WROOM-32 es una tarjeta versátil que al contar con conexión Wi-Fi y Bluetooth, facilita la implementación a proyectos de domótica. Su adquisición es de bajo costo y cuenta con una estructura sólida para múltiples usos de IoT. Cuenta con doble núcleo lo que hace que sea potente en su procesamiento. Esta tarjeta admite diversos lenguajes de programación como C++ y Python. Se integra fácilmente a la IDE de Arduino lo que la hace ideal para proyectos simples como complejos.

Figura 6

Tarjeta ESP32 WROOM-32



Nota. Tomada de.naylampmechatronics.com. (2025).

<https://naylampmechatronics.com/espressif-esp/384-esp32-devkit-v1-nodemcu-32-30-pin-esp32-wifi-micro-usb.html>

Selección Servicio de Notificación

En la selección del servicio de notificación se tomó en consideración tres tipos de servicio de App como WhatsApp, Telegram y servidor SMTP por medio de correo electrónico. Se necesita un servicio de mensajería instantánea que notifique las alertas que emite el prototipo

cuando se presenten cambios en el umbral programado en cada uno de los sensores. Sus características se detallan a continuación.

Tabla 5

Tipos de Servicio de Notificación

Característica	WhatsApp	Telegram	Servidor SMTP (Correo)
Facilidad de integración.	Media	Alta	Alta
API disponible.	No (uso directo vía terceros).	Si (Bot API oficial)	Si (protocolo estándar)
Velocidad de entrega.	Rápida.	Muy rápida.	Variable.
Formato de mensajes.	Texto simple.	Texto, botones e imágenes.	Texto y adjuntos.
Dependencia conexión móvil.	Requiere número registrado.	No	No
Interacción bidireccional.	Limitada.	Sí (el Bot puede recibir comandos).	No (solo envío unidireccional).

Nota. Tabla elaborada a partir de: Medios de comunicación ESP32. [https://randomnerdtutorials-com.translate.goog/esp32-pushover-notifications-arduino/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc](https://randomnerdtutorials.com.translate.goog/esp32-pushover-notifications-arduino/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc)

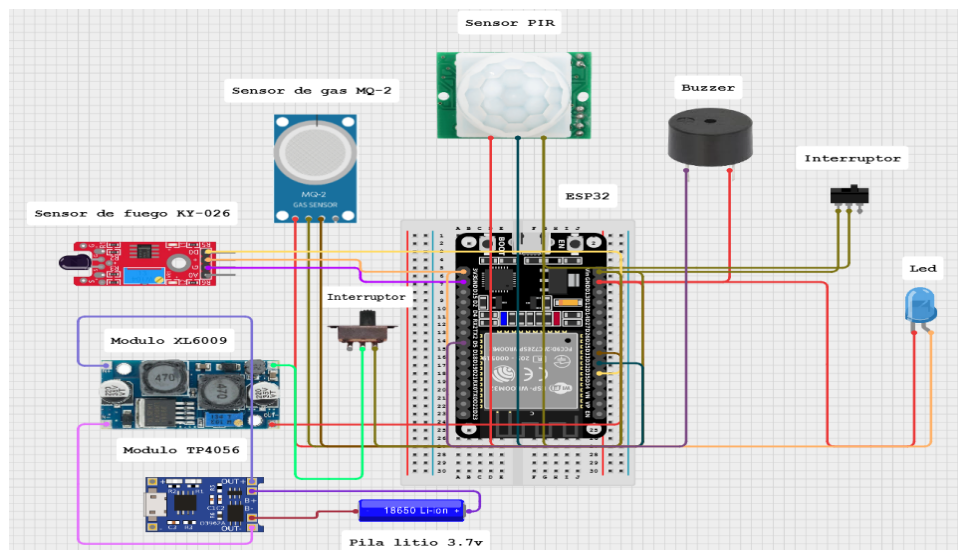
La API de Telegram es la mejor opción para implementación del proyecto, ya que gracias a su configuración de notificaciones por medio de su API Bot facilita la conexión entre la App de Telegram y el microcontrolador ESP32, al no contar con un número establecido de envío de mensajes diarios, facilita la comunicación con el usuario. Cuenta con interacción bidireccional que logra establecer comandos e instrucciones sobre los datos que reciben los sensores,

facilitando la interacción sobre el sistema de seguridad. Esta plataforma es muy utilizada a nivel mundial lo que lo hace una gran opción como sistema de servicio de notificación gratuita.

Fase 2 Diseño del Prototipo

Figura 7

Diseño del Sistema de Monitoreo en Cirkuit Designer



Nota. Se usan interruptores para el sensor PIR para apagarlo en el momento que se encuentren personas en la vivienda y para prender y apagar todo el sistema.

El prototipo se compone de los siguientes componentes.

- ESP32 WROOM32: Seleccionada por su conexión Wi-Fi y Bluetooth y su rapidez en el procesamiento de datos.
- Sensor de gas MQ-2: Detecta varios tipos de gas como, propano, metano, gases combustibles, humo, monóxido de carbono e hidrogeno.
- Sensor de fuego KY-026: Detecta fuego por medio de un fotodiodo IR +.

- Sensor de movimiento PIR HC-SR501: Cuenta con un rango de detección de hasta 12 metros, regulando su sensibilidad por medio de dos potenciómetros adaptados en la tarjeta del sensor.
- Buzzer: alarma sonora que alerta al usuario cuando se sobrepase los umbrales establecidos en los sensores, cambiando su intermitencia de sonido según el sensor que se active.
- Interruptor deslizable: Es utilizado para apagar o prender el sensor de movimiento PIR, en el momento en el que se encuentren personas en la vivienda, esto servirá para que el prototipo siga funcionando sin que se notifique movimiento en el lugar.
- Led azul: Este led indicara cuando el sistema se encuentre funcionando correctamente.
- Resistencia 270 ohms: Estará conectada al cátodo del led para regular el voltaje de salida de la tarjeta ESP32.

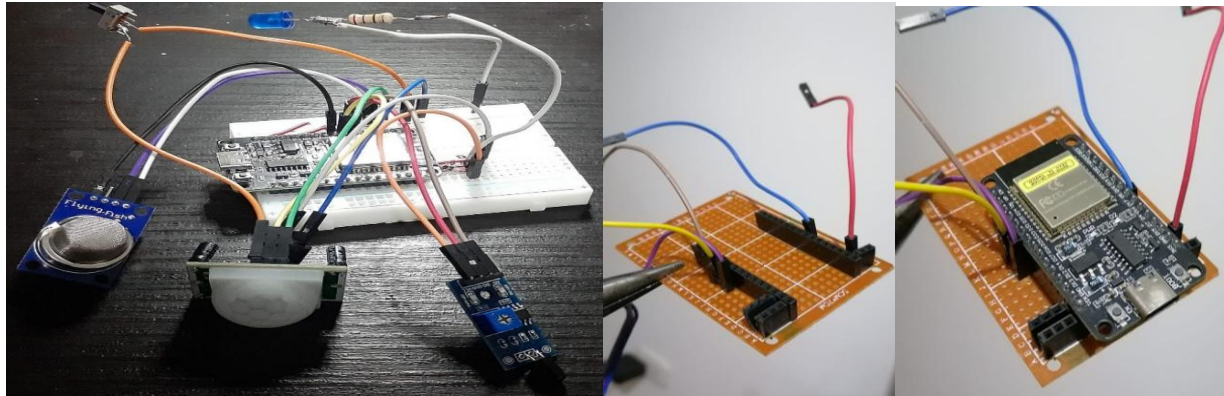
Las conexiones de cada sensor se hacen siguiendo los voltajes especificados en la Datasheet de cada sensor, dado que el microcontrolador ESP32 cuenta con dos pines de salida de voltaje como lo es el pin de 3,3v y el pin (VIN) que da un voltaje de salida de 4,4v que es utilizado para los sensores que necesitan más voltaje para un correcto funcionamiento como los es el sensor de gas MQ-2 ya que cuenta con un sistema de calentamiento que sirve para aumentar la sensibilidad de detección, de esta manera tomar datos más precisos.

Montaje del Sistema

Se realiza el montaje sobre una protoboard, donde se conectará cada uno de los sensores a los GPIO del microcontrolador ESP32, de acuerdo con la Datasheet de la tarjeta y de los sensores para asignación de pines del ESP32 correctamente para luego hacer el montaje en PCB.

Figura 8

Montaje y Pruebas del Prototipo



Nota. Se hacen pruebas en Protoboard para luego realizar el montaje en PCB.

Una vez conectados cada uno de los sensores a la tarjeta ESP32 se toman mediciones de voltaje y continuidad, para comprobar que cada sensor este recibiendo la señal adecuada para su correcto funcionamiento. Se realizan pruebas en cada uno de los sensores, para comprobar que las entradas como salidas analógicas y digitales estén recibiendo la información de cada una de sus terminales, esto se comprueba por medio de los umbrales establecido en el código lógico de cada sensor.

Configuración de los Sensores

Para la configuración y calibración de los sensores se utiliza el software de desarrollo de Arduino IDE, donde se estructura el código lógico que se encargara de asignar la tarea a cada uno de los sensores, para ello se utilizaran una serie de bibliotecas encargadas de añadirle funcionalidades y simplificar la programación. Las bibliotecas utilizadas y código para cada uno de los sensores se describen a continuación.

- WiFi.h: Permite conectarse a una red inalámbrica a una red Wi-Fi.

- Wifclientsecure.h: Permite a los microcontroladores como el ESP32 conectar servidores de manera segura.

Sensor de gas (MQ-2). Este sensor se conecta a una entrada analógica (ADC) entregando una señal variable según la concentración del gas en el ambiente.

Conexión.

- VCC > 4.3v del ESP32 (GPIO VIN)
- GND > GND ESP32
- A0 > Entrada analógica ESP32 (GPIO 33)

Configuración. El ESP32 leerá los valores analógicos enviados por el sensor y los comparará con el umbral definido, en el momento en el que supere este umbral se enviará un mensaje alertando al usuario.

- `const int gasPin = 33; // Conexión sensor de gas`
- `const int gasThreshold = 3000; // umbral definido`

Comprobar umbral y envió de notificación por medio de Telegram

- `if (gasValue > gasThreshold) {`
- `alerta = true;`
- `if (now - lastNotifTime > notifInterval) {`
- `sendTelegramMessage(" ⚠ Alerta: Alta concentración de gas detectada.");`
- `lastNotifTime = now;`

Sensor de movimiento. (HC-SR501). El sensor PIR detecta cambios en la radiación infrarroja, detectando movimiento humano dentro de un rango que según para este modelo esta como máximo de entre 7 metros hasta los 12 metros. Cuenta con una salida digital que se activara cuando detecte movimiento.

Conexión

- VCC > 4.3v del ESP32 (GPIO VIN)
- GND > GND ESP32
- OUT: Entrada digital ESP32 (GPIO 32)

Configuración. Utiliza entrada digital cuando detecta movimiento se activa el nivel alto lo que activa la alarma y envío de notificación.

- `const int pirPin = 32; // Conexión sensor PIR`

Se define la estructura para activar alarma de movimiento

- `if (pirState == HIGH) {`
- `alerta = true;`
- `if (now - lastNotifTime > notifInterval) {`
- `sendTelegramMessage("🔔 Alerta: Movimiento detectado.");`
- `lastNotifTime = now;`

Sensor de Flama (KY-026). Este sensor detecta luz infrarroja emitida por un punto de fuego. Este sensor cuenta con una salida analógica y digital, normalmente se utiliza la salida digital para valores más precisos. En el momento que detecta un punto de fuego cambia aun nivel bajo (LOW).

Conexión

- VCC > 3.3v del ESP32 (GPIO 3.3V)
- GND > GND ESP32
- DO: Entrada digital ESP32 (GPIO 35)

Configuración. Se monitorea el pin digital conectado al sensor, en el momento en el que se detecte fuego cambiara a un nivel bajo y enviara una notificación al usuario.

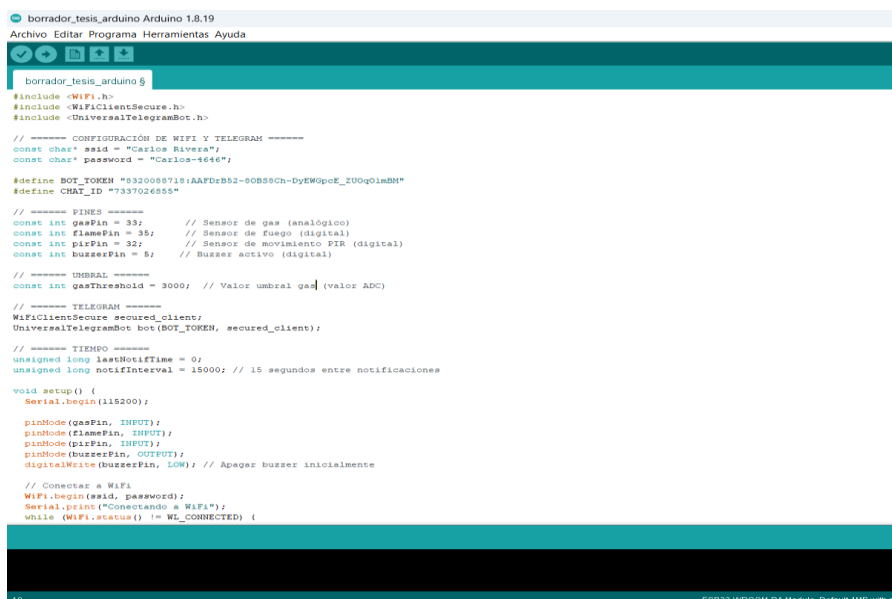
- `const int flamePin = 35; // Conexión sensor flama`
- `int flameState = digitalRead(flamePin); // LOW = fuego detectado`

Se define estructura lógica para el envío de notificación al usuario.

- `if (flameState == LOW) {`
- `alerta = true;`
- `if (now - lastNotifTime > notifInterval) {`
- `sendTelegramMessage("🔥 Alerta: ¡Se ha detectado fuego!");`
- `lastNotifTime = now;`

Figura 9

Programación Código Lógico en Arduino IDE



```

borrador_tesis_arduino Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

borrador_tesis_arduino.g
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <UniversalTelegramBot.h>

// ===== CONFIGURACIÓN DE WIFI Y TELEGRAM =====
const char* ssid = "Carlos Rivera";
const char* password = "Carlos1646";

#define BOT_TOKEN "532008971:AAFrB52-008ScH-DyEW0pcE_T00q01mBN"
#define CHAT_ID "733702659"

// ===== PINES =====
const int gasPin = 33; // Sensor de gas (analógico)
const int flamePin = 35; // Sensor de fuego (digital)
const int pirPin = 32; // Sensor de movimiento PIR (digital)
const int buzzerPin = 8; // Buzzer activo (digital)

// ===== UMbral =====
const int gasThreshold = 3000; // Valor umbral gas (valor ADC)

// ===== TELEGRAM =====
WiFiClientSecure secured_client;
UniversalTelegramBot bot(BOT_TOKEN, secured_client);

// ===== TIEMPO =====
unsigned long lastNotifTime = 0;
unsigned long notifInterval = 15000; // 15 segundos entre notificaciones

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(gasPin, INPUT);
  pinMode(flamePin, INPUT);
  pinMode(pirPin, INPUT);
  pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
  digitalWrite(buzzerPin, LOW); // Apegar buzzer inicialmente

  // Conectar a WiFi
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.print("Conectando a WiFi");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

```

Nota. Se utiliza lenguaje C++ para la estructura lógica del prototipo.

Se estructura en lenguaje de programación C++ de Arduino IDE, donde se establecen diez pasos fundamentales para su estructuración.

Definición de los objetivos del sistema.

El objetivo principal del proyecto es detectar situaciones de peligro como detección de personas ajenas en la vivienda, detectar la presencia de fuego y gas, de tal manera en el momento en el que se presenta cambios en el estado de los sensores se envíen notificaciones al usuario.

Identificación y conexión de los componentes.

Se utilizan los siguientes sensores.

- Sensor PIR (HCR-501) para movimiento.
- Sensor de gas (MQ-2) para gas inflamable.
- Sensor de llama infrarrojo (ky-026) para detección de fuego.
- ESP32 como microcontrolador principal.
- Conexión Wi-Fi para el envío de alertas.
- API de Telegram para recibir notificaciones.

Preparación del entorno en Arduino IDE.

- Instalar el soporte para ESP32 en Arduino IDE.
- Incluir las librerías necesarias.
- WiFi.h para la conexión a internet.
- UniversalTelegramBot.h y WiFiClientSecure.h para la integración con Telegram.

Configuración de parámetros y pines.

- Se definen los pines digitales a los que estarán conectados los sensores.
- Se almacenan credenciales.
- Nombre y contraseña de la red Wi-Fi.
- Token del bot de Telegram.
- ID del chat donde se enviarán las alertas.

Inicialización del sistema.

En la función setup():

- Se configuran los pines de entrada para los sensores.
- Se establece la conexión Wi-Fi.
- Se inicia la comunicación con el bot de Telegram.
- Se puede incluir una notificación inicial indicando que el sistema está activo.

Lectura y evaluación de sensores.

Dentro de la función loop():

- Se hace una lectura digital o analógica de cada sensor.
- Se analizan las señales recibidas.
- Si se detecta movimiento (sensor PIR), se activa una condición de alerta.
- Si los niveles de gas superan un umbral definido, se considera una fuga.
- Si se detecta una fuente de calor o llama (sensor de fuego), se activa la alarma.

Envío de notificación a Telegram.

- Si se activa alguna condición de peligro, se construye un mensaje con el tipo de amenaza detectada.

- Se envía ese mensaje al chat de Telegram usando la función del bot.

- Para evitar saturar con múltiples mensajes, se pueden agregar temporizadores o banderas que controlen la frecuencia de alertas.

Manejo de estados y eventos.

- Se implementan mecanismos para evitar alertas repetitivas (por ejemplo, enviando una sola vez hasta que la condición desaparezca).

Seguridad y optimización.

- Se establece un canal de comunicación seguro con Telegram (utilizando WiFiClientSecure).

Se pueden agregar funciones como:

- Activar/desactivar la alarma desde Telegram.
- Consultar el estado de los sensores bajo demanda.

Pruebas y validaciones

- Se prueban diferentes escenarios simulando condiciones reales: presencia de gas, fuego o movimiento.
- Se verifica que las alertas lleguen correctamente al teléfono del usuario a través de Telegram.
- Se ajustan umbrales de sensibilidad si es necesario.

Figura 10

Montaje Alarma de Seguridad ESP32



Nota. La tapa se fija con tornillo de 4mm de longitud.

Figura 11

Montaje Completo del Sistema de Seguridad



Nota. Se incorpora un interruptor para el sensor de movimiento.

Fase 3 Configuración de Plataforma de Servicio de Mensajería

Se implementa Telegram como plataforma de mensajería de envío de notificaciones al usuario, ya que ofrece una API gratuita donde se conecta con la tarjeta ESP32 al ser de una plataforma bidireccional se pueden crear comando para la interacción con la tarjeta de desarrollo para aplicaciones en domótica. En seis sencillos pasos se crea y configura el chat de usuario donde se recibirán las notificaciones desde el microcontrolador ESP32.

- Descargar la App de Telegram, desde Play Store.
- Buscar "botfather" en el buscador de Telegram
- Debe escribir el comando **/start** en el chat

Figura 12

Chat “BotFather”



Se debe crear el nombre de usuario donde se recibirán los mensajes de texto.

Figura 13

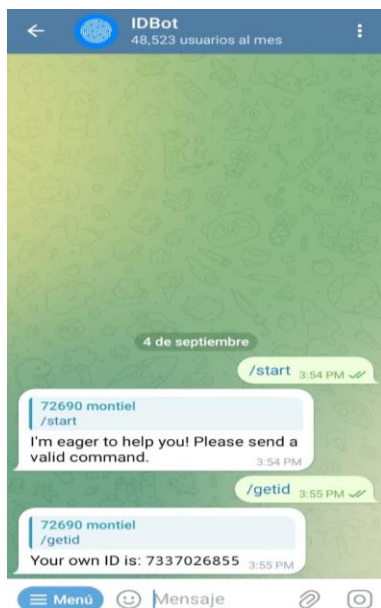
Creación de Usuario



Se debe buscar el usuario “IDBot” para la creación del id chat que identificara a cada usuario. En el chat se escribirá el comando /start y luego /getid para que se asigne nuestro id de chat.

Figura 14

Creación Id Chat de Usuario



Buscamos nuestro chat con el nombre de usuario que creamos anteriormente, donde nos llegaran las notificaciones desde la tarjeta ESP32.

Figura 15

Chat donde Recibiremos las Notificaciones desde el ESP32



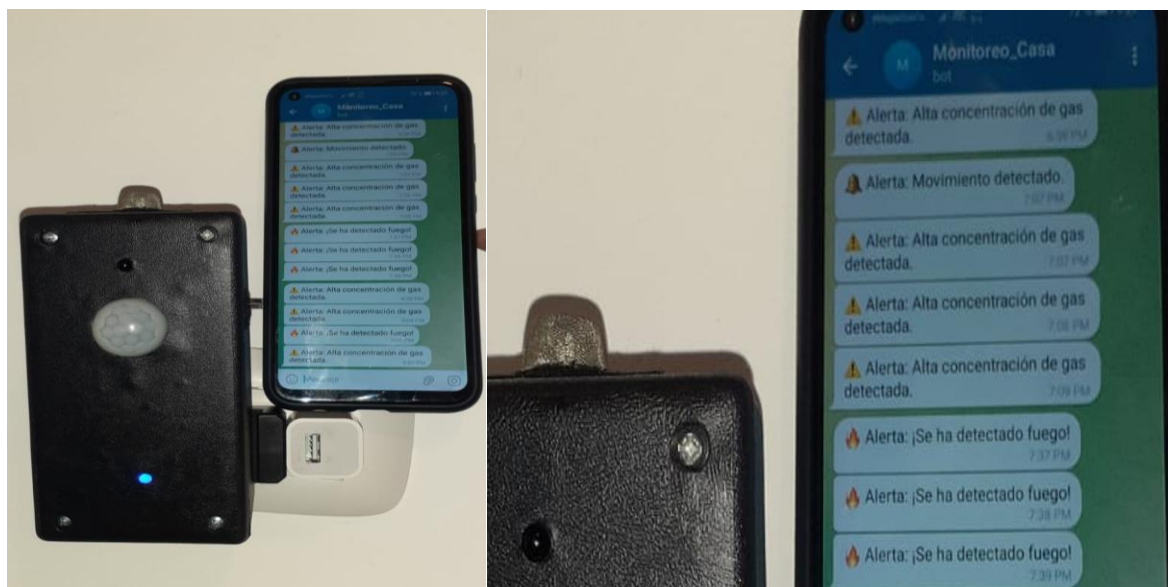
Fase 4 Pruebas de Notificaciones desde la Tarjeta ESP32

En esta fase del proyecto se lleva a cabo la verificación del sistema de alertas remotas diseñado para una alarma de seguridad basada en el microcontrolador ESP32. Este sistema utiliza sensores de gas, fuego y movimiento para detectar situaciones de riesgo, con el objetivo de enviar notificaciones inmediatas al usuario a través de la plataforma Telegram.

La importancia de esta etapa radica en asegurar que cada componente funcione de manera coordinada y confiable. Se busca confirmar que el ESP32 sea capaz de interpretar correctamente las señales de los sensores y generar alertas precisas, que lleguen al destinatario en el menor tiempo posible y con la información necesaria para una respuesta adecuada.

Las pruebas se enfocan en evaluar tanto el rendimiento individual de cada sensor como el comportamiento general del sistema ante distintos escenarios, incluyendo eventos simultáneos y sesiones prolongadas de funcionamiento. A través de este proceso, se pretende validar la eficiencia del sistema de notificación y garantizar su operatividad en condiciones reales.

Se realizan pruebas simulando cada uno de los factores de riesgo que activaran cada uno de los sensores, para ello se utilizara un encendedor para simular fuego en el entorno y fuga de gas, esto también servirá para la calibración de los sensores, ajustando el umbral de activación del sensor como la proximidad de reacción.

Figura 16*Notificación Recibida de Alerta de Fuego*

Nota. Se utiliza un encendedor a 70 cm para simular fuego y lograr activar el sensor.

Figura 17*Notificación Recibida Alerta de Fuga de Gas*

Nota. Se utiliza un encendedor a 10 cm que simulará una fuga de gas, su activación no dependerá de la distancia si no de la concentración de gas en el ambiente.

Figura 18

Notificación Recibida Alerta de Movimiento



Nota. El sensor se activa en un rango de distancia de 8 metros.

Fase 5 Pruebas de Campo

El objetivo de las pruebas de campo es verificar el rendimiento real del sistema de alarma en un entorno controlado, simular condiciones reales de uso, y evaluar la eficacia de los sensores y las notificaciones remotas vía Telegram. Estas pruebas permiten validar el diseño, detectar posibles fallas y realizar ajustes antes de su implementación definitiva.

Ubicación instalación del Prototipo.

El prototipo es instalado en el área de la sala comedor de un apartamento de 52 m², cerca se encuentra la cocina, en donde es más probable que se presente un incendio o una fuga de gas, este espacio abarca gran parte del apartamento lo que facilita detectar movimiento en un rango

de aproximadamente 7 m². Se evita poner en frente de ventanales para no activar el sensor de movimiento.

Figura 19

Ubicación del Prototipo en el Área de la Sala Comedor



Nota. Es ubicado a 1.5 metros de altura. Su autonomía de batería es de aproximado de 4 horas.

En cuanto la alimentación del dispositivo se utilizó un cargador genérico de celular de 5V-2A (10W), que permite un funcionamiento prolongado dependiendo de la estabilidad de la red eléctrica. Su funcionamiento se puede dar en igualdad gracias a su batería de litio que le proporcionara una autonomía de hasta 4 horas sin depender de una red eléctrica, esto si se pierde la energía eléctrica se activara la carga autónoma de la batería que incorpora.

Conectividad del Prototipo.

Este prototipo se conectará a una red Wi-Fi a un teléfono celular o router, solo es necesario incluir en los campos del código lógico estructurado en Arduino IDE la contraseña de la red y nombre para lograr la conexión, la estabilidad dependerá del punto de conexión de la señal.

Pruebas de funcionamiento.

Las pruebas se realizarán en un periodo de 7 días, donde el prototipo permanecerá encendido en todo momento, esto para evaluar y monitorizar posibles fallos en su estructura de software y hardware. El prototipo se dejará en una sala de apartamento donde estará monitorizando si detecta movimiento, fugas de gas y presencia de fuego. Para su validación cada cierto momento del día se hará que se active los sensores, por medio de un encendedor para la activación del sensor de fuego, se simulara una fuga de gas, suministrado por un encendedor y se activara el sensor de movimiento, realizando presencia en puntos estratégicos de la vivienda para evaluar el alcance y el nivel de sensibilidad del sensor PIR.

Se verificará que cuando se active cada uno de los sensores se envíe una notificación al usuario, mostrando el tipo de alerta identificada para evaluar el tiempo de reacción, envié de la notificación y el correcto funcionamiento del prototipo.

Resultados

Desempeño del Sistema de Sensores

Uno de los principales objetivos del proyecto fue verificar el funcionamiento conjunto de los sensores de gas, movimiento y fuego, conectados al microcontrolador ESP32. Durante las pruebas realizadas en distintos entornos controlados, se pudo evaluar el desempeño individual y conjunto de los sensores ante situaciones simuladas de emergencia.

Sensor de Gas (MQ-2).

El sensor de gas utilizado fue capaz de detectar la presencia de gas combustible como el propano. Se realizaron pruebas en un espacio cerrado con ventilación limitada, donde se expuso el sensor a un encendedor abierto (sin llama) para simular una fuga de gas.

- El sensor respondió correctamente a concentraciones moderadas y altas, activando el estado de alerta configurado.
- La sensibilidad fue ajustada para evitar falsas alertas causados por vapores de cocina.
- El tiempo de respuesta promedio fue de 2 a 4 segundos, siendo considerado adecuado para una notificación temprana.

Sensor de movimiento PIR (HCR-501).

El sensor PIR demostró ser eficaz en la detección de movimiento humano en un rango de aproximadamente 7 a 9 metros.

- Durante las pruebas, se evitó la activación por pequeñas mascotas o cambios de luz, mediante la calibración adecuada.
- La tasa de detección fue superior al 95% en condiciones óptimas.

- Se observó una leve latencia entre el movimiento y la notificación (<1 segundo), considerada aceptable para una aplicación de seguridad residencial.

Sensor de fuego (KY-026).

Para la detección de fuego, el sensor se calibro según la distancia de detección y la amplitud del punto de fuego.

- El sensor de flama respondió de forma efectiva a una fuente de fuego (encendedor) a una distancia de hasta 70 cm.
- Se identificaron limitaciones si la llama estaba parcialmente obstruida o si había luz solar directa, lo cual se evita la exposición del sensor a la luz directa de sol.

Comunicación y notificación vía telegram.

Uno de los aspectos más importantes del sistema fue la implementación de una notificación remota en tiempo real utilizando la plataforma Telegram. Esto se logró mediante la creación de un bot personalizado, configurado con la API de Telegram, el cual se comunica con el ESP32 a través de Internet.

Configuración del api detelegram.

- Se generó un bot único mediante “BotFather” de Telegram, y se integró con el firmware del ESP32 usando librerías específicas como UniversalTelegramBot.h y WiFiClientSecure.h.
- Se estableció una conexión cifrada mediante HTTPS, garantizando la seguridad de las comunicaciones.

Estructura de la notificación.

Cada alerta enviada por Telegram incluyó los siguientes elementos:

- Tipo de amenaza detectada (Gas, Movimiento o Fuego).

- Hora exacta del evento.

Pruebas de Conectividad

Se realizaron pruebas en distintas redes Wi-Fi para asegurar que el sistema pudiera operar bajo diferentes condiciones de conectividad. Los resultados fueron:

- Tiempo promedio entre detección y recepción del mensaje: 1 a 3 segundos.
- Reintentos en caso de pérdida de conexión.
- Tasa de entrega de mensajes durante las pruebas: 100% en red estable

Evaluación General del Sistema

Precisión y tiempo de respuesta.

- El sistema mostró una precisión promedio superior al 90% en todas las pruebas realizadas.

- El tiempo de respuesta general (detección + envío de alerta) osciló entre 1 y 5 segundos, lo cual se considera altamente eficiente para un sistema de bajo costo.

Fiabilidad en la comunicación.

- Se logró mantener una conexión estable en redes Wi-Fi de 2.4 GHz, aunque se recomienda evitar redes públicas o saturadas.

- El sistema incluye un sistema de reconexión automática si se pierde la señal Wi-Fi.

Facilidad de uso.

- La interfaz de usuario mediante Telegram permite una interacción amigable y efectiva.

- No se requiere instalar aplicaciones adicionales ni conocimientos técnicos para recibir alertas.

Costos y accesibilidad.

- El costo total del sistema fue considerablemente inferior a soluciones comerciales similares.
- Todos los componentes utilizados son de fácil adquisición en el comercio.

Resultados de las Pruebas de Campo

Tabla 6

Resultados Pruebas de Campo

Parámetro Evaluado	Resultado Obtenido
Tiempo de respuesta	1 – 5 segundos
Precisión de detección	>90% en todos los sensores
Conectividad	Estable en redes Wi-Fi 2.4 GHz
Fiabilidad del sistema	Alta, sin errores críticos durante pruebas
Facilidad de uso	Alta, interfaz clara vía Telegram
Costo estimado	Bajo, alrededor de 170.000 mil pesos colombianos

Nota. Resultados de pruebas de Campo realizadas durante 7 días.

Figura 20

Notificaciones en Telegram - Pruebas de Campo



Nota. Adaptado de Telegram (2025).

Tabla 7

Costos de Fabricación del Prototipo

Detalle	Cantidad	Precio unidad	Total
ESP32	1	\$35.000	\$35.000
Sensor de gas MQ2	1	\$10.250	\$10.250
Protoboard	1	\$10.000	\$10.000
Sensor de movimiento	1	\$10.500	\$10.500
Cargador 5V/2A	1	\$25.000	\$25.000
Interruptor	1	\$1.200	\$1.200
Modulo Buzzer	1	\$6.500	\$6.500
Batería litio 3.7V	1	\$18.000	\$18.000
Modulo TP4056	1	\$5.000	\$5.000
Modulo XL6009	1	\$10.000	\$10.000

Detalle	Cantidad	Precio unidad	Total
Jumper	30	\$200	\$6.000
Resistencias 100 Ohm	1	\$100	\$100
Sensor de llama	1	\$10.000	\$10.000
Leds	1	\$400	\$400
Cable tipo C	1	\$15.000	\$15.000
Caja estructura	1	\$15.000	\$15.000
			\$177.950

Nota. Valores dados sobre el SMMLV Colombia (2025)

El costo total del prototipo es relativamente bajo, considerando que el ESP32 integra conectividad inalámbrica, lo cual elimina la necesidad de módulos adicionales de comunicación. La mayor parte del presupuesto se destina al microcontrolador y a los sensores, que constituyen el núcleo funcional del sistema.

En una futura etapa de producción a mayor escala, los costos podrían reducirse mediante la compra de componentes al por mayor y el diseño de una placa PCB personalizada que integre todos los circuitos necesarios, optimizando espacio y materiales.

El prototipo es diseñado con componentes de bajo costo que se pueden adquirir con facilidad en cualquier tienda de electrónica local, esto lo hace muy versátil en cuanto su modelo de adquisición. El costo de los materiales utilizados en este prototipo fue de \$177.950 en los materiales de hardware necesarios para su funcionamiento.

El costo total del proyecto incluyendo mano de obra, equipos, software, fuentes bibliográficas y materiales fue de \$3.126.950. la mano de obra del estudiante se basa en el salario mínimo del año 2025 que corresponde a \$1.423.500 COP donde se calcula sobre jornada de

medio tiempo, en alrededor de 4 meses, tiempo estimado en el desarrollo del sistema de seguridad y su puesta en funcionamiento.

Tabla 8

Costo Total del Proyecto

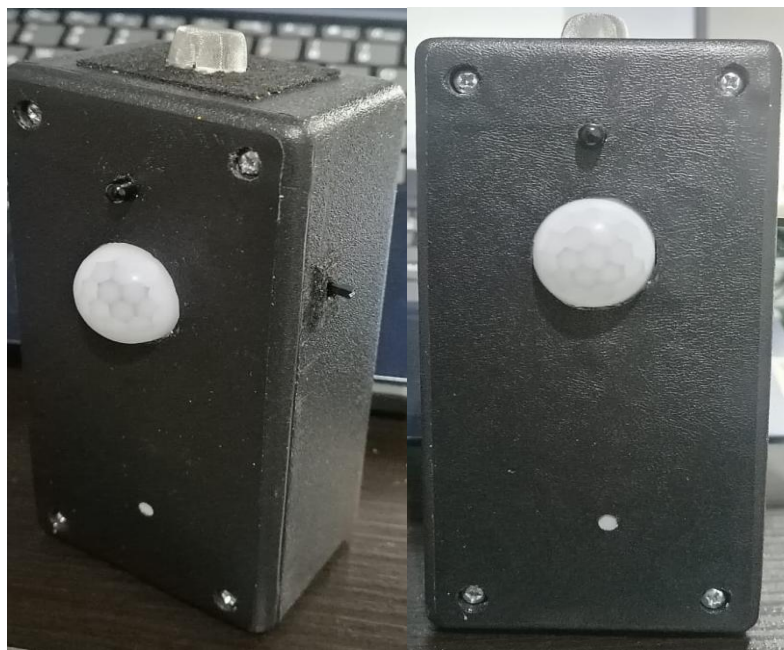
Recurso	Descripción	Valor
Equipo Humano	4 meses de desarrollo por el estudiante autor del proyecto, basado en el SMLMV año 2025	\$2.847.000
	LENOVO MT 82H7 IdeaPad 3 14ITL6 Processor 11th Gen Intel(R) Core (TM) i3-1115G4 3.00GHz, 2995 Mhz.	\$0
Equipos y software	Samsung A21	\$0
	Multimetro Master MAS830L	\$32.000
	Cautin 40W	\$20.000
	Arduino IDE y API Telegram	\$0
	ESP32 WROOM 32	\$35.000
	Sensor de gas MQ2	\$10.250
	Protoboard	\$10.000
	Sensor de movimiento	\$10.500
	Cargador 5V/2A	\$25.000
	Interruptor	\$1.200
	Modulo Buzzer	\$6.500
	Jumper	\$6.000
	Resistencias 100 Ohm	\$100
	Pila litio 3.7v	\$18.000
Materiales y suministros	Modulo TP4056	\$5.000
	Modulo XL6009	\$10.000
	Sensor de llama	\$10.000
	Leds	\$400
	Cable tipo C	\$15.000
	Caja estructura	\$15.000

Recurso	Descripción	Valor
	Sensor de gas MQ2	\$35.000
	Cortafrío	\$15.000
Bibliografía	Biblioteca virtual UNAD, Artículos científicos de internet.	\$0
		\$ 3.126.950

Nota. Valores estimados para el año 2025 Colombia

Especificaciones Técnicas del Prototipo

- Dimensiones: 13 x 7 x 4.5 cm.
- Alimentación: 5V / 2A (USB-C).
- Conectividad: Wi-Fi 2.4 GHz.
- Sensor de movimiento: *HC-SR501*.
- Sensor de movimiento – Angulo de detección: <120°.
- Sensor de movimiento – Rango de detección: 3 a 7 metros.
- Sensor de movimiento – Corriente en reposo: <50 μ A.
- Sensor de Fuego: KY-026.
- Sensor de fuego – Angulo de detección: 60°.
- Sensor de fuego – Rango de longitud de onda: 760 nm a 1100 nm.
- Sensor de fuego – Distancia de detección: 3 cm a 8 cm.
- Sensor de gas: MQ-2.
- Sensor de gas – Rango de detección: 300 a 10000 ppm.
- Sensor de gas – Tiempo de respuesta: \geq 10s.
- Sensor de gas – Tiempo de recuperación: \geq 30s.
- Alertas en tiempo real: Telegram.

Figura 21*Prototipo Final*

Nota. El prototipo permite la detección de fuego, movimiento y fugas de gas.

Discusión

El desarrollo del sistema de alarma de seguridad con ESP32 representó una experiencia significativa en la aplicación de tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) orientadas a la detección temprana de riesgos. Este proyecto se diseñó con el propósito de crear una solución eficiente, económica y de fácil implementación, que permita monitorear variables críticas como la presencia de gas inflamable, fuego y movimiento humano, además de enviar alertas instantáneas al teléfono celular del usuario mediante la plataforma Telegram.

Durante el proceso de implementación, se evidenció que el ESP32 es una herramienta altamente versátil para el desarrollo de sistemas embebidos, gracias a su capacidad de procesamiento dual, sus múltiples pines de entrada/salida y, sobre todo, su conectividad Wi-Fi integrada. Estas características hacen posible la comunicación directa con aplicaciones de servicios de mensajería, sin necesidad de hardware adicional. A diferencia de otros microcontroladores como el Arduino UNO o el ESP8266, el ESP32 ofrece un mejor equilibrio entre rendimiento y consumo energético, además de mayor estabilidad en la transmisión de datos inalámbricos. Esta combinación lo convierte en una plataforma idónea para proyectos de seguridad doméstica inteligente y monitoreo remoto.

Los sensores implementados, el MQ-2 para la detección de gas, el KY-026 para la detección de fuego, y el sensor de movimiento HCR-501 PIR para la detección de movimiento, demostraron un funcionamiento satisfactorio, siempre que se ajustaran adecuadamente los valores umbral de detección. Se observó que la calibración juega un papel esencial en la precisión del sistema, ya que pequeñas variaciones en la sensibilidad de los sensores pueden provocar falsas alarmas o lecturas inexactas. En el caso del sensor MQ-2, la presencia de humedad o ventilación excesiva afectó su desempeño, reduciendo temporalmente su sensibilidad

ante la presencia de gases inflamables. En tanto, el sensor KY-026 mostró un tiempo de respuesta rápido ante fuentes de fuego o calor intenso, aunque su rendimiento disminuyó en condiciones de iluminación ambiental elevada. Por su parte, el sensor PIR presentó una alta fiabilidad para la detección de movimiento, siempre y cuando no existieran fuentes de calor cercanas que interfirieran con su campo de detección.

El proceso de integración de los sensores en el ESP32 fue relativamente sencillo, gracias a la compatibilidad de este microcontrolador con diferentes librerías y lenguajes de programación, como Arduino IDE. No obstante, fue necesario realizar pruebas repetidas para calibrar los valores de lectura y determinar los niveles críticos de detección.

Una de las características más destacadas del proyecto fue la implementación del servicio de notificación mediante Telegram. Este componente permitió que el sistema enviara alertas al celular del usuario en tiempo real cuando cualquiera de los sensores detectaba una anomalía. La elección de Telegram se basó en su facilidad de integración mediante bots, su disponibilidad gratuita y su compatibilidad multiplataforma, lo que evita la necesidad de desarrollar una aplicación móvil. Además, Telegram ofrece una API segura y confiable, lo que garantiza la privacidad de las comunicaciones. El sistema fue capaz de enviar mensajes instantáneos en menos de dos segundos tras la detección de un evento, demostrando una comunicación eficiente entre el microcontrolador y la API.

A pesar de los resultados positivos, se identificaron algunas limitaciones técnicas. Una de las más relevantes fue la dependencia de una conexión Wi-Fi estable. Si el sistema perdía la conexión a Internet, las notificaciones no se enviaban hasta restablecer la red. Esto puede representar un inconveniente en zonas rurales o lugares con conectividad deficiente. Para solventar esta limitación, se propone incluir en futuras versiones un módulo GSM, que permita el

envío de mensajes SMS o la conexión mediante redes móviles, garantizando la continuidad de la comunicación.

Desde el punto de vista de la seguridad doméstica, el proyecto demostró ser una herramienta eficaz y accesible para la prevención de accidentes. La capacidad de detectar simultáneamente gases peligrosos, fuego y movimientos no autorizados convierte al sistema en una solución integral frente a distintos tipos de amenazas. Además, su bajo costo de implementación lo hace viable para hogares, pequeños comercios o talleres, en contraste con los sistemas comerciales de alarma, que suelen tener costos elevados de instalación y mantenimiento.

A nivel técnico, el proyecto también permitió profundizar en las áreas de la electrónica, programación e ingeniería de comunicaciones. Se logró un equilibrio adecuado entre el diseño del hardware, la configuración de los sensores y la programación de la comunicación con Telegram. Este proyecto refuerza la importancia del enfoque IoT en el desarrollo de soluciones de sistemas de seguridad confiables y de bajo costo, donde la interconectividad y la automatización son pilares fundamentales.

Conclusiones

El desarrollo del sistema de alarma de seguridad basado en el microcontrolador ESP32 demostró la viabilidad técnica y funcional de integrar diferentes tecnologías para la detección temprana de riesgos en entornos domésticos. A través de la implementación de sensores de gas, fuego y movimiento, junto con un sistema de notificación instantánea mediante Telegram, se logró construir una solución confiable, económica y accesible para la protección de espacios.

Los resultados experimentales confirmaron que los sensores MQ-2 (gas), KY-026 (fuego) y HCR-501 PIR (movimiento) cumplen su función de manera efectiva, siempre que se realice una calibración adecuada. La incorporación de Telegram como medio de notificación demostró ser una alternativa eficiente, gratuita y de fácil acceso para los usuarios. Su integración con el ESP32 permitió la creación de un sistema de mensajería directa sin necesidad de servidores externos ni aplicaciones personalizadas, lo que reduce los costos de implementación y mantenimiento. Además, la interfaz intuitiva de Telegram ofrece al usuario una experiencia práctica y confiable para la recepción de alertas.

En conclusión, el sistema de alarma desarrollado representa una solución innovadora, eficiente y escalable dentro del ámbito de la seguridad electrónica. Su diseño modular permite incorporar nuevos sensores y funcionalidades según las necesidades del entorno, lo que lo convierte en una herramienta adaptable para diferentes aplicaciones. Asimismo, su bajo costo y facilidad de programación lo posicionan como una alternativa viable frente a los sistemas comerciales de mayor complejidad.

Finalmente, este proyecto contribuye al avance de la domótica y los sistemas inteligentes de seguridad, demostrando que es posible combinar tecnologías accesibles con plataformas de comunicación modernas para mejorar la protección de las personas y los bienes materiales. El

sistema propuesto da las bases para futuros desarrollos orientados a la automatización, el monitoreo remoto y la prevención de incidentes, fortaleciendo así la integración entre la ingeniería electrónica y la conectividad digital.

Referencias Bibliográficas

- Armijos, J., & Guerrero, C. (2024). *Desarrollo de un prototipo IoT para la detección temprana de incendios forestales* [Tesis de grado]. Universidad Politécnica Salesiana.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28620/1/UPS-CT011639.pdf>
- Ayala Villagómez, F. X. (2024). *Diseño e implementación de un prototipo para un sistema integrado de circuito cerrado de televisión, detección de incendios y control de accesos con dispositivos IoT ESP32, mediante una interfaz HMI en LabVIEW* [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional].
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25933>
- Cabezas, A., & Moscoso, E. (2023). *Diseño e implementación de un prototipo de sistema de seguridad con aviso automatizado mediante dispositivo móvil para una residencia de urbanizaciones cerradas* [Tesis de grado]. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/57583>
- Calderón, M. (2010). *Diseño e implementación de un sistema de alarma por vía telefónica con microcontrolador* [Tesis de grado].
<http://192.100.164.54/T/TK7860.C34.2010-59944.pdf>
- Cantos, W. (2025). *Sistema de microcontroladores programables con tecnología Arduino para brindar seguridad en el departamento de coordinación de tecnologías del campus Los Ángeles de la Universidad Estatal del Sur de Manabí* [Tesis de grado].
<https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/7883>
- Chambers, L. (2021). *Arquitectura orientada a eventos sobre el protocolo MQTT* [Trabajo académico].
https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/130301/Documento_completo.pdf

De la Cal, J. (2019). *Control domótico basado en el protocolo MQTT* [Trabajo fin de grado].

Universidad de Valladolid.

<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/37826/TFG-I-1319.pdf>

GBD 2021 Carbon Monoxide Poisoning Collaborators. (2023). Global, regional, and national mortality due to unintentional carbon monoxide poisoning, 2000–2021: Results from the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Public Health*, 8(11).

[https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(23\)00185-8](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(23)00185-8)

Gálvez Cisneros, X. A., & Robayo Jácome, D. J. (2025). Ciberseguridad en los dispositivos IoT de uso doméstico: Una revisión sistemática de la literatura. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 7(1), 140–170.

<https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v7i1.1371>

González, V. (2012). *Construcción de un sistema de control de iluminación y sistema de seguridad de puertas y ventanas de una casa, prototipo mediante mensaje de texto SMS utilizando el microcontrolador 16F877* [Tesis de grado].

<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4869>

Llamas, L. (2021). *Detector de gases con Arduino y la familia de sensores MQ*.

<https://www.luisllamas.es/arduino-detector-gas-mq/>

López, A. (2023). *Diseño e implementación de un sistema de detección de movimiento y transmisión de video en tiempo real con ESP32* [Tesis de grado].

<https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/f55e78fe-c520-499b-a9a9-3fa379a878ef/content>

López, M. (2024, 5 de septiembre). *Los riesgos de los dispositivos IoT obsoletos*. ESET Latinoamérica.

Mejía, I. (2023). *¿Qué es el ESP32?*

<https://qsmsemiconductores.com/que-es-el-esp32/>

Miranda, J. (2024). *Detección y predicción de patrones de hurto de locales comerciales y viviendas en Cundinamarca mediante modelos de machine learning* [Tesis de grado].

<https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/1ad5c121-31fc-41eb-af64-bd276a8afc4/content>

Morales, M. (2013). *An introduction to the Tiva™ C Series platform of microcontrollers*. Texas Instruments.

<https://virtual.cuautitlan.unam.mx/intar/sistdig/tarjetas-de-desarrollo/>

Portilla, L. (2025). *Computación física: Sensor PIR*.

https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home_74/recursos/visual-basico-para-excel/17052017/u5_movimiento.jsp

Quiñónez, O. (2019). *Internet de las cosas (IoT)*.

<https://books.google.com.co/books?id=vnnEDwAAQBAJ>

Rivera Pantoja, D. J. (2023). *Diseño de un prototipo de instrumento que permita detectar fugas de gas en los domicilios y emitir alertas vía internet* [Tesis de grado].

<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/dac7bb17-75bc-4d1c-86b3-63994f172a5e/content>

Rueda, D. (2021). *Desarrollo de un prototipo de panel de seguridad conformado por sensores piroeléctricos aplicado a espacios privados* [Tesis de grado].

<https://api-saber.ucab.edu.ve/server/api/core/bitstreams/854a89bd-c1a3-4d01-aaa6-c3bdd1a1a7fe/content>

Torres-Hernández, C. M., Garduño-Aparicio, M., & Rodríguez-Reséndiz, J. (2025). Hogares inteligentes: Un meta estudio sobre la sensación de seguridad y la domótica.

Technologies, 13(8), 320.

<https://doi.org/10.3390/technologies13080320>

Wilmshurst, T. (2003). *An introduction to the design of small-scale embedded systems with examples from PIC, 80C51 and 68HC05/08 microcontrollers*. Palgrave Macmillan.

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39032903/Info_Sistemas_Embebidos-libre.pdf

Apéndices

Apéndice A

Código Fuente del Sistema de Monitoreo

```
#include <WiFi.h>

#include <WiFiClientSecure.h>

#include <UniversalTelegramBot.h>

// ===== CONFIGURACIÓN DE WIFI Y TELEGRAM =====

const char* ssid = "Carlos Rivera";

const char* password = "Carlos-4646";

#define BOT_TOKEN "8320088718:AAFDrB52-8OBS8Ch-DyEWGpcE_ZUOqO1mBM"

#define CHAT_ID "7337026855"

// ===== PINES =====

const int gasPin = 33;    // Sensor de gas (analógico)

const int flamePin = 35; // Sensor de fuego (digital)

const int pirPin = 32;   // Sensor de movimiento PIR (digital)

const int buzzerPin = 5; // Buzzer activo (digital)

// ===== UMBRAL =====

const int gasThreshold = 3000; // Valor umbral gas (valor ADC)

// ===== TELEGRAM =====

WiFiClientSecure secured_client;

UniversalTelegramBot bot(BOT_TOKEN, secured_client);

// ===== TIEMPO =====

unsigned long lastNotifTime = 0;
```

```
unsigned long notifInterval = 15000; // 15 segundos entre notificaciones

void setup() {

  Serial.begin(115200);

  pinMode(gasPin, INPUT);

  pinMode(flamePin, INPUT);

  pinMode(pirPin, INPUT);

  pinMode(buzzerPin, OUTPUT);

  digitalWrite(buzzerPin, LOW); // Apagar buzzer inicialmente

  // Conectar a WiFi

  WiFi.begin(ssid, password);

  Serial.print("Conectando a WiFi");

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

    delay(500);

    Serial.print(".");

  }

  Serial.println("\nConectado a WiFi");

  secured_client.setInsecure(); // Permitir conexiones HTTPS sin verificación de certificado

}

void loop() {

  unsigned long now = millis();

  // Lecturas de sensores

  int gasValue = analogRead(gasPin);

  int flameState = digitalRead(flamePin); // LOW = fuego detectado
```

```
int pirState = digitalRead(pirPin); // HIGH = movimiento detectado

bool alerta = false;

// Comprobar gas
if (gasValue > gasThreshold) {
    alerta = true;

    if (now - lastNotifTime > notifInterval) {
        sendTelegramMessage("⚠️ Alerta: Alta concentración de gas detectada.");

        lastNotifTime = now;
    }
}

// Comprobar fuego
if (flameState == LOW) {
    alerta = true;

    if (now - lastNotifTime > notifInterval) {
        sendTelegramMessage("🔥 Alerta: ¡Se ha detectado fuego!");

        lastNotifTime = now;
    }
}

// Comprobar movimiento
if (pirState == HIGH) {
    alerta = true;

    if (now - lastNotifTime > notifInterval) {
        sendTelegramMessage("👤 Alerta: Movimiento detectado.");
    }
}
```

```

    lastNotifTime = now;
}
}

// Activar o desactivar el buzzer
if (alerta) {
    digitalWrite(buzzerPin, HIGH); // Encender buzzer
} else {
    digitalWrite(buzzerPin, LOW); // Apagar buzzer
}

// Mostrar en consola
Serial.print("Gas: ");
Serial.print(gasValue);
Serial.print(" | Fuego: ");
Serial.print(flameState == LOW ? "🔥" : "OK");
Serial.print(" | Movimiento: ");
Serial.print(pirState == HIGH ? "👤" : "OK");
Serial.print(" | Buzzer: ");
Serial.println(alerta ? "ON" : "OFF");
delay(500); // Frecuencia de escaneo
}

void sendTelegramMessage(String message) {
    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
        bool sent = bot.sendMessage(CHAT_ID, message, "");
    }
}

```



```
if (sent) {  
    Serial.println("☑ Mensaje enviado a Telegram");  
} else {  
    Serial.println("✘ Error al enviar mensaje");  
}  
} else {  
    Serial.println("🚫 WiFi no conectado");  
}  
}
```