

Universidad Peruana Cayetano Heredia



**CARRERAS DE INGENIERÍA - FUNDAMENTOS DE DISEÑO
2025 - II**

Grupo 2		
Integrantes		
Nombres	Apellidos	Código de estudiante
Cristofer Andherson	Quina Pumahuilca	73332313
Eber David	Pauccara Huancara	720453108
Idania Channara	Parhuay Meza	60784588
Sebastian Alessandro	Calderon Junes	60413613

SmartVent: Análisis de Requisitos y Fundamentos para una Ventana Inteligente Retrofit.

1. Introducción:

En Lima, la vida diaria se desarrolla en medio de dos riesgos silenciosos que muchas veces pasamos por alto: el aire que respiramos en interiores y la constante amenaza de los incendios. Pasamos gran parte del día en espacios cerrados como casas, colegios u oficinas, y aunque pensemos que son lugares seguros, la realidad es distinta. El aire se va cargando de dióxido de carbono (CO_2) y humedad, lo que reduce la concentración y el bienestar. Además, la contaminación exterior no ayuda: las partículas finas ($\text{PM}_{2.5}$) en la ciudad superan hasta tres veces los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud, lo que significa que abrir una ventana para “ventilar” puede ser tan dañino como no hacerlo (IQAir, 2024).

Por otro lado, los incendios urbanos siguen siendo una amenaza constante. La mayoría de muertes en estos siniestros no se debe a las llamas, sino al humo y los gases tóxicos que llenan rápidamente los ambientes, impidiendo ver, respirar y reaccionar a tiempo (NFPA, 2019; INDECI, 2022). Esta situación se vuelve aún más dura en distritos con pocos recursos, donde las familias no cuentan con sistemas de ventilación o de seguridad adecuados, y donde niños, adultos mayores y personas con movilidad reducida son los más vulnerables.

Ante este panorama, surge la necesidad de pensar en soluciones prácticas y accesibles que realmente marquen la diferencia. De ahí nace SmartVent: Ventana Inteligente Retrofit, una propuesta que busca transformar cualquier ventana común en

una aliada para el cuidado de la salud y la seguridad. Gracias a sensores y sistemas automáticos, la idea es que el dispositivo regule la ventilación cuando la calidad del aire no sea buena y que, en caso de incendio, facilite la evacuación y reduzca la exposición al humo.

Este informe presenta los fundamentos, el análisis de requisitos y las referencias necesarias para darle forma a SmartVent, con el objetivo de demostrar cómo la tecnología puede adaptarse a la vida diaria de las personas y ofrecer soluciones reales a problemas tan urgentes como respirar aire limpio y estar protegidos en caso de emergencia.

2. Objetivo del informe:

El análisis de requisitos y fundamentos para el desarrollo de *SmartVent*, una ventana inteligente de tipo retrofit, parte de la necesidad de identificar referencias de productos existentes que presenten similitudes y permitan establecer un punto de inicio sólido para su diseño. En el mercado actual se pueden encontrar soluciones como sistemas de ventilación inteligente para el hogar, ventanas automatizadas y kits de domótica que integran sensores de temperatura, humedad y calidad del aire. Estos productos ofrecen un marco de comparación valioso, ya que comparten el objetivo de optimizar la ventilación, mejorar el confort térmico y garantizar una mayor eficiencia energética en los espacios habitados. Por ejemplo, compañías dedicadas a la domótica han desarrollado persianas y ventanas con apertura automática, gestionadas mediante aplicaciones móviles o asistentes virtuales, lo cual demuestra la creciente tendencia hacia el control remoto y la personalización del ambiente interior. Asimismo, algunos dispositivos independientes de monitoreo ambiental proporcionan información en tiempo real sobre la calidad del aire, mostrando cómo la combinación de hardware y

software orientado a la salud y la sostenibilidad representa un valor agregado altamente demandado por los usuarios.

En este contexto, *SmartVent* se diferencia al plantear un enfoque retrofit, es decir, una solución que no exige reemplazar completamente la ventana existente, sino adaptar un módulo tecnológico a estructuras ya instaladas. Este enfoque reduce costos, facilita la adopción por parte de los usuarios y se alinea con la filosofía de sostenibilidad al prolongar la vida útil de las infraestructuras actuales. Para sustentar esta propuesta, es necesario considerar requisitos técnicos como la compatibilidad con diferentes tipos de marcos, la autonomía energética mediante paneles solares de bajo consumo, la conectividad inalámbrica para su integración en sistemas de hogar inteligente y la facilidad de instalación sin necesidad de mano de obra especializada. Igualmente, deben contemplarse aspectos normativos relacionados con la seguridad, la aislación acústica y la eficiencia energética, de modo que el producto final cumpla con estándares de calidad internacional. En síntesis, el análisis comparativo de productos similares permite no solo establecer las bases tecnológicas para *SmartVent*, sino también identificar los atributos diferenciadores que lo convierten en una alternativa innovadora, accesible y sostenible en el ámbito de las ventanas inteligentes.

3. Revisión de la Literatura:

3.1. Artículo 1:

- ❖ **Título del artículo:** Enhancing gas leak detection with IoT technology: An innovative approach
- ❖ **Autores:** Babu, T., Nair, R. R., Kishore, S., & Vineeth, M.
- ❖ **Fecha de publicación:** 2024
- ❖ **Revista:** *Procedia Computer Science*, 235, 961–969.

El estudio de **Babu, Nair, Kishore y Vineeth (2024)** aborda un problema crítico: las fugas de gas en entornos domésticos, industriales y comerciales. Estas fugas representan una amenaza seria para la seguridad, ya que pueden provocar incendios, explosiones, intoxicaciones y daños materiales. Los métodos tradicionales de detección, como alarmas básicas o revisiones manuales, son limitados porque carecen de monitoreo en tiempo real y de un sistema de alertas que llegue de manera rápida a los usuarios o a las autoridades.

Para superar estas limitaciones, los autores proponen un **sistema inteligente de detección de fugas de gas basado en Internet de las Cosas (IoT)**. La arquitectura del sistema combina:

- **Sensores MQ2:** capaces de detectar múltiples gases peligrosos (metano, propano, monóxido de carbono e hidrógeno), lo que ofrece una cobertura más amplia frente a distintas amenazas.
- **Módulo NodeMCU con conectividad Wi-Fi:** funciona como unidad de control, procesando los datos recibidos de los sensores en tiempo real y enviándolos a la nube o a un servidor central.

- **Plataforma de alertas:** el sistema genera notificaciones inmediatas vía SMS, correo electrónico o aplicaciones móviles/web, asegurando que los usuarios reciban información crítica sin demora.
- **Registro histórico y analítica de datos:** además de la alerta inmediata, el sistema guarda registros que permiten identificar patrones de concentración de gases y evaluar la evolución de las condiciones ambientales.
- **Integración con sistemas de automatización:** el sistema puede vincularse con mecanismos de seguridad adicionales, como el cierre automático de válvulas de gas, la activación de sistemas de ventilación o la notificación directa a servicios de emergencia.

El proceso de funcionamiento incluye adquisición de datos, preprocesamiento para eliminar ruido o errores, análisis en tiempo real con algoritmos de detección de anomalías, y generación de alertas cuando se superan umbrales críticos. Este flujo garantiza que cualquier fuga sea identificada de manera temprana y que las acciones de respuesta se ejecuten rápidamente.

Los resultados obtenidos en las pruebas demostraron que el prototipo tiene alta precisión en la detección y que las alertas se emiten en cuestión de segundos. Esto se traduce en una reducción significativa de riesgos asociados con fugas de gas, mejorando la protección de la vida humana, la infraestructura y el medio ambiente.

En su conclusión, los autores destacan que el sistema no solo cumple con la función de detección temprana, sino que también constituye un mecanismo de prevención proactiva al integrarse con tecnologías de automatización y

análisis de datos. Asimismo, señalan que, aunque todavía existen retos técnicos relacionados con la calibración de sensores, la fiabilidad de la comunicación y la precisión del análisis, la propuesta representa un avance clave en el desarrollo de hogares e industrias más seguras mediante soluciones IoT.

3.2. Artículo 2:

- ❖ **Título del Artículo:** Advancements in air quality monitoring: A systematic review of IoT-enabled systems
- ❖ **Autores:** Soh, Z. H. C., Abdullah, S. A. C., Shafie, M. A., & Ibrahim, M. N.
- ❖ **Fecha de publicación:** 2024
- ❖ **Revista:** *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(640).

Este artículo presenta una revisión sistemática de los principales avances en sistemas de monitoreo de calidad del aire basados en Internet de las Cosas (IoT), poniendo énfasis en cómo los desarrollos previos han sentado las bases para soluciones actuales más eficientes, económicas y escalables. El tema es relevante debido al incremento de contaminantes como PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, CO y O₃, que generan problemas graves de salud pública y deterioro ambiental.

1. Estudios previos revisados:

Los autores organizan los antecedentes en cuatro grandes ejes:

a. Sensores utilizados:

Muchos estudios previos emplearon sensores electroquímicos y ópticos de bajo costo (ej. MQ series, SDS011, DHT11), que permitieron

democratizar el monitoreo en comunidades con menos recursos. Sin embargo, se detectaron problemas de precisión al compararlos con estaciones de referencia, lo que obligó a implementar procesos de calibración cruzada y algoritmos de corrección.

b. Plataformas de procesamiento y hardware:

Se revisaron experiencias con microcontroladores y placas de desarrollo como Arduino, Raspberry Pi, ESP8266 y ESP32.

Estudios previos mostraron que estas plataformas son eficientes para recolectar y transmitir datos ambientales en tiempo real, aunque su capacidad de procesamiento es limitada frente a algoritmos complejos.

c. Conectividad y transmisión de datos

Los sistemas más tempranos dependían de Wi-Fi, lo que limitaba su alcance a entornos urbanos con buena cobertura. Investigaciones más recientes incorporan tecnologías de bajo consumo y largo alcance como LoRaWAN y NB-IoT, lo que amplió la cobertura en zonas rurales e industriales. Estos avances permitieron superar la dependencia de redes locales, algo que los autores consideran un salto clave en el desarrollo de sistemas más autónomos.

d. Gestión de datos y visualización

- Diversos trabajos implementaron plataformas en la nube (ThingSpeak, Ubidots, Firebase) para almacenamiento y análisis.

- Los dashboards y aplicaciones móviles surgieron como herramientas centrales para dar acceso a usuarios, comunidades y autoridades.
- Algunos estudios integraron alertas automáticas vía SMS, correo electrónico o notificaciones push, mejorando la respuesta ante picos de contaminación.

2. Incorporación de inteligencia artificial

- Varios proyectos iniciales se limitaron a la simple detección y almacenamiento de datos.
- Estudios más recientes aplicaron machine learning para predecir niveles de contaminantes, detectar anomalías y mejorar la precisión de sensores de bajo costo.
- Los autores destacan que esta línea de investigación es aún incipiente, pero con gran potencial de desarrollo.

3. Síntesis crítica de los antecedentes:

De la revisión, los autores concluyen que los estudios previos han demostrado el valor del IoT en el monitoreo ambiental, pero también dejaron claros ciertos vacíos y limitaciones:

- La mayoría de los sistemas carecen de protocolos estandarizados de calibración y validación.
- Los problemas de precisión y confiabilidad de sensores de bajo costo siguen siendo un desafío central.
- La seguridad y privacidad de los datos es un tema poco abordado en los trabajos analizados.
- Muchos sistemas priorizan la recolección de datos, pero no se integran con modelos predictivos ni con políticas públicas.

4. Aporte del artículo

El valor de esta revisión está en que sistematiza la información disponible y señala una ruta clara: la combinación de sensores accesibles con big data e inteligencia artificial, en sistemas escalables y seguros, capaces de integrarse a estrategias urbanas de sostenibilidad y salud pública.

Los autores subrayan que el futuro del campo depende de soluciones híbridas (sensores + IA + nube) que permitan no solo medir, sino también anticipar escenarios de contaminación y actuar preventivamente.

3.3. Artículo 3:

- ❖ **Título del Artículo:** Smart Gas Leak Detection And Emergency Response System Using Iot For Homes:
- ❖ **Autores:** Shah, A. S., Dinesh, A., Shah, A., Farooq, M., Maqsood, A., & Khani, M. A. K. (2024)
- ❖ **Fecha de publicación:** 21 June 2024
- ❖ **Revista:** International Journal of Advance Soft Computing and Applications (IJASCA), volumen 11(1), páginas 132–145, año 2019.

El artículo aborda la problemática de las fugas de gas domésticas (metano, GLP y monóxido de carbono), que representan un riesgo severo de incendios, explosiones y envenenamiento. Los detectores convencionales suelen limitarse a emitir alarmas sonoras o luminosas, lo que exige la presencia de una persona para actuar y, en muchos casos, no resulta suficiente para prevenir accidentes. Con el fin de mejorar la seguridad, los autores desarrollan un sistema de detección y respuesta inteligente basado en IoT. El diseño utiliza sensores

MQ-9 conectados a un microcontrolador NodeMCU, junto con un módulo Wi-Fi, un servomotor, ventiladores de extracción y una válvula de gas. La información se gestiona en tiempo real mediante una aplicación móvil sincronizada con Firebase, lo que permite tanto la visualización de los datos como el control remoto de los dispositivos.

El funcionamiento del sistema es el siguiente:

- **Monitoreo en tiempo real:** El sensor MQ-9 mide continuamente la concentración de gas en el ambiente.
- **Procesamiento y decisión:** Si la concentración supera el umbral predefinido (900 ppm), el NodeMCU activa automáticamente las medidas de seguridad.
- **Medidas de prevención:** Cierre de la válvula principal de gas, encendido del extractor, apertura de ventanas y activación de alarmas (buzzer/LED).
- **Notificación inmediata:** El sistema envía alertas al usuario mediante la app móvil (notificaciones push) y a los servicios de emergencia a través de SMS (usando la API de Twilio).
- **Visualización y control:** Desde la aplicación, el usuario puede supervisar los niveles de gas, configurar umbrales y gestionar manualmente los dispositivos de seguridad.

En las pruebas experimentales, el sistema demostró ser altamente sensible y confiable. Detectó fugas rápidamente, activó las medidas preventivas de manera automática y redujo la concentración de gas en pocos segundos.

Además, mantuvo la capacidad de operar en modo offline, sincronizando datos en Firebase una vez restablecida la conexión.

Los autores concluyen que este sistema supera a los detectores tradicionales, ya que no solo alerta al usuario, sino que también implementa acciones preventivas de forma autónoma. Esto reduce significativamente el riesgo de accidentes en entornos domésticos y pequeños negocios. Como línea futura, sugieren incorporar inteligencia artificial y sensores más avanzados que permitan distinguir entre diferentes gases y realizar ajustes automáticos en los umbrales de seguridad.

En general, los tres artículos revisados nos muestran cómo la combinación de sensores y sistemas IoT se está convirtiendo en una herramienta clave para mejorar la calidad del aire interior y la seguridad en los hogares. El trabajo de Babu et al. (2024) confirma que es posible usar sensores accesibles como el MQ2 para detectar gases inflamables de forma práctica. Por otro lado, Soh et al. (2019) refuerza la importancia de que estos sistemas cuenten con alertas inmediatas y control remoto, ya que eso aumenta la seguridad del usuario. Finalmente, la revisión de Shah et al. (2024) nos da una mirada más amplia, mostrando que aunque hay avances, todavía existen retos importantes como la calibración de sensores y la falta de protocolos estandarizados. En conjunto, los tres trabajos coinciden en que los sensores, la conectividad IoT y la automatización son fundamentales, pero también dejan claro que hay limitaciones que todavía no están resueltas. Esto respalda la propuesta de SmartVent, ya que justifica la necesidad de un sistema que combine detección confiable, alertas oportunas y un diseño retrofit que lo haga más accesible y útil frente a lo que ya existe en el mercado.

4. Patentes Referenciales:

4.1. Patente 1:

- **Nombre de la patente:** Household kitchen gas leakage intelligent window
- **País de origen:** China
- **Fecha de patentado:** 22 de diciembre de 2020
- **Código:** CN212201795U
- **Enlace directo:**

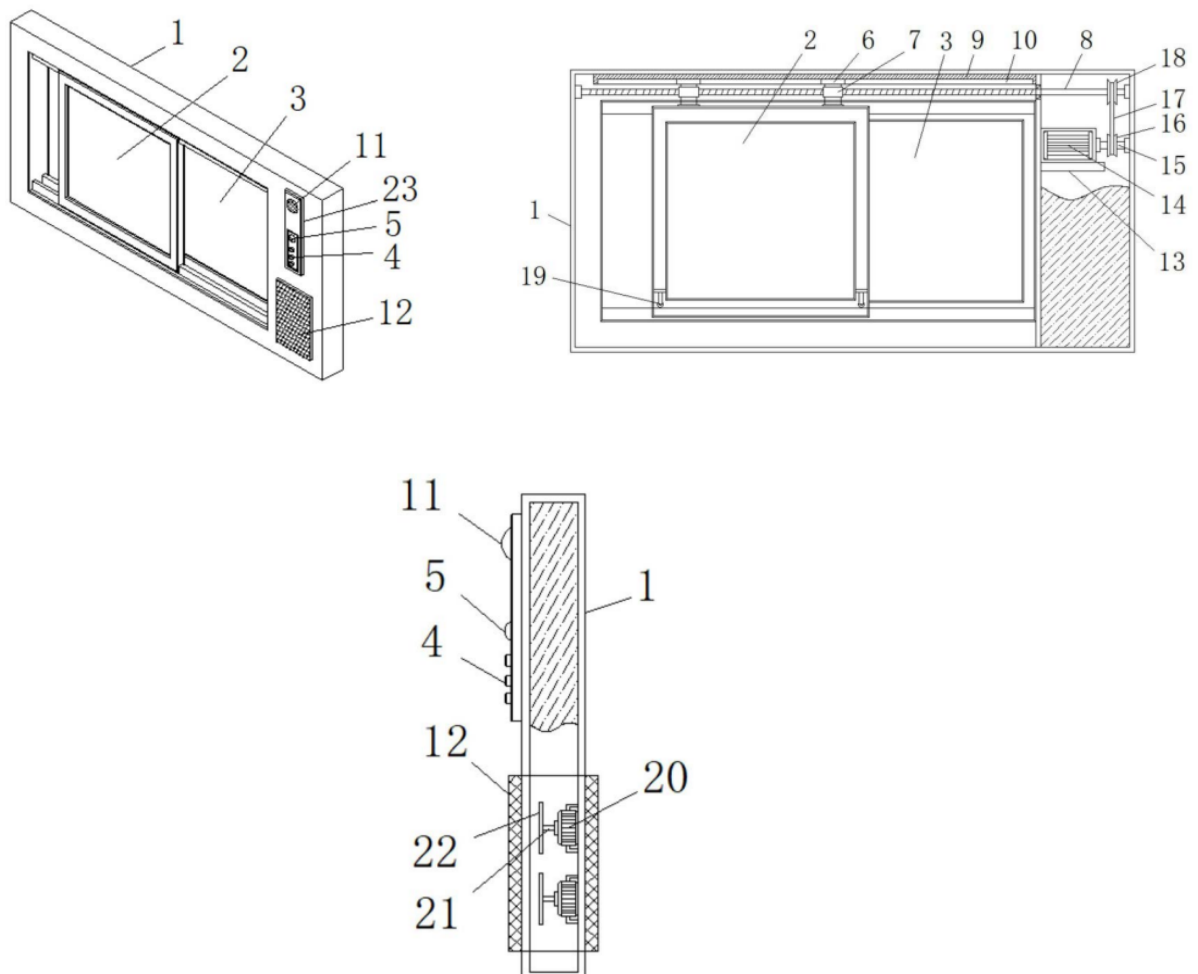
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/073692329/publication/CN212201795U?q=CN212201795U>

El modelo de utilidad denominado Household kitchen gas leakage intelligent window consiste en una ventana inteligente destinada a reforzar la seguridad en cocinas domésticas frente a posibles fugas de gas. La estructura principal está conformada por un marco inteligente (1) de aproximadamente 1200 mm de ancho, 1000 mm de alto y 120 mm de grosor, que alberga en uno de sus laterales un módulo de control (23) con dimensiones de 200 × 100 × 80 mm. Dicho módulo integra una luz estroboscópica LED (4) de alta luminosidad, un sensor de gas semiconductor (5) con capacidad de detección en el rango de 200–10 000 ppm, y una alarma acústica (11) de nivel sonoro superior a 85 dB, diseñada para alertar tanto al usuario como a los vecinos cercanos en caso de emergencia.

En el interior del marco se encuentra un soporte estructural (13) que fija un servomotor (14) de 12 V y 30 W, el cual transmite movimiento a un primer eje rotatorio (15) de Ø10 mm. Este eje acciona un sistema de polea motriz (16), correa (17) y polea conducida (18), que a su vez impulsa un husillo roscado (8) de M12 × 1.5 mm acoplado a una tuerca roscada (7) con bloque deslizante (6). Este mecanismo desplaza una hoja móvil de ventana (2) con dimensiones aproximadas

de 550×900 mm, equipada con rueda guía (19) para reducir la fricción, complementada por una segunda hoja (3) fija.

Asimismo, el sistema incorpora una ventana de ventilación (12) de 300×300 mm, en cuyo interior se monta un motor extractor (20) de 25 W conectado a un segundo eje (21) que acciona aspas (22) de $\varnothing 200$ mm. En operación, cuando el sensor detecta fuga de gas, se activa la luz y la alarma, mientras el servomotor abre la hoja móvil y el ventilador evacua rápidamente el gas acumulado. Esta combinación de detección inmediata, aviso sonoro y visual, ventilación automática y extracción forzada proporciona un entorno mucho más seguro, reduciendo el riesgo de accidentes domésticos y protegiendo tanto a los habitantes como a la vivienda.



4.2. Patente 2:

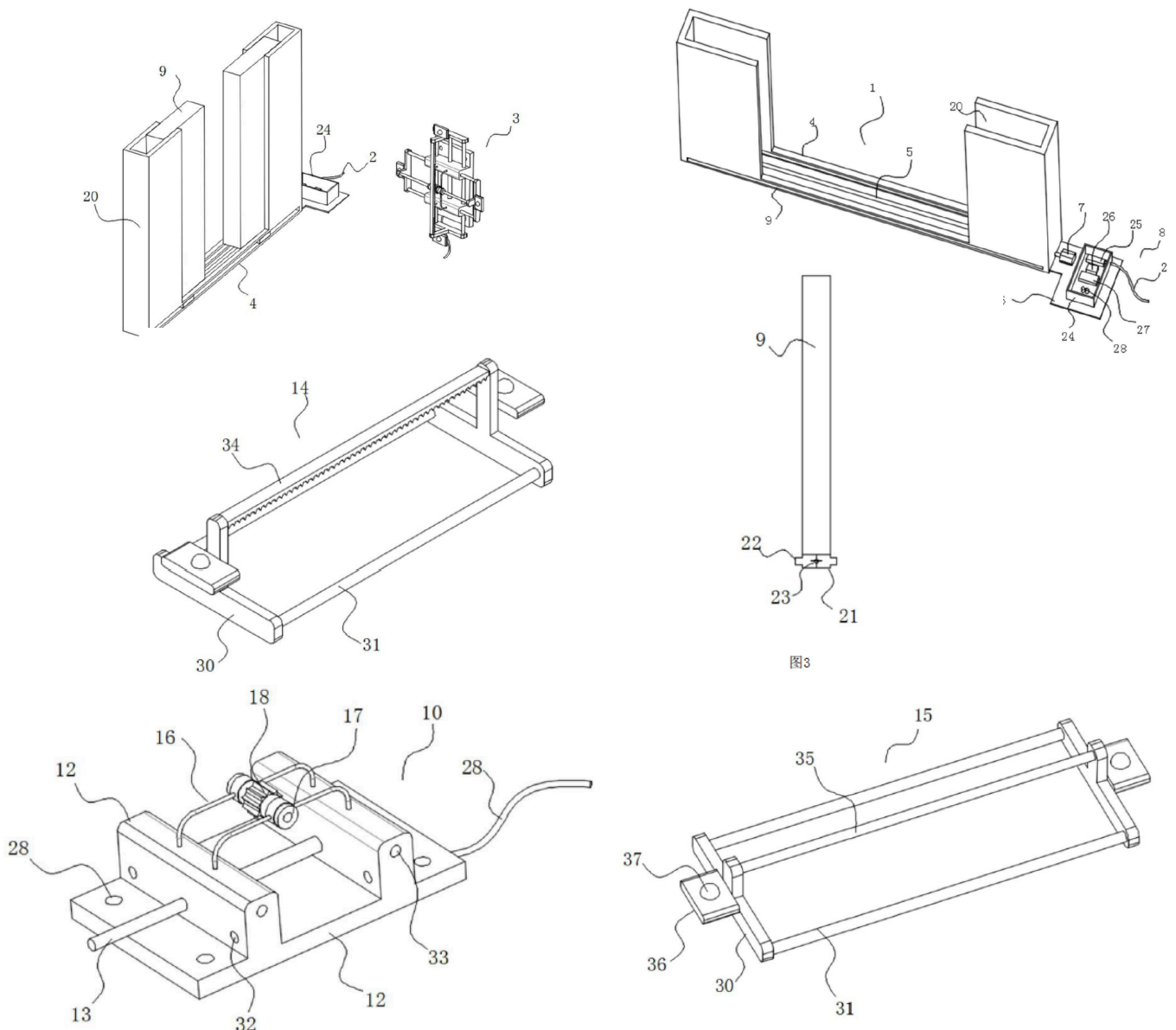
- Nombre de la patente: Dispositivo automático de alarma y apertura de ventana por fuga de gas natural:
- País de origen: China
- Fecha de patentado: 28 de junio de 2022
- Código: CN216841152U
- Enlace directo:

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/082107095/publication/CN216841152U?q=CN216841152U>

La patente CN 216841152 U, fue solicitada el 6 de diciembre de 2021 (número de solicitud 202123045148.1) y publicada el 28 de junio de 2022 en China, a nombre del North China Institute of Aerospace Engineering. El invento pertenece al campo de la ingeniería mecánica y busca dar respuesta al riesgo de fugas de gas natural en entornos urbanos, que pueden generar incendios o explosiones si no se controlan de manera rápida y eficiente. El dispositivo combina un sistema de detección de gases, un módulo de alarma y un mecanismo de apertura automática de ventanas. Está formado por un conjunto de ventana con un marco, un tornillo sin fin (husillo) y un motor sin escobillas que permite mover el vidrio; además, incluye un módulo de control eléctrico que recibe la señal de los sensores de gas. Cuando el detector identifica una fuga, se envía la señal al controlador, el cual activa tanto la alarma sonora como el motor para abrir la ventana de forma inmediata, permitiendo ventilar el espacio. El sistema cuenta también con un conjunto hidráulico y deslizante que amplía el rango de detección, haciendo que los

sensores se desplacen y cubran un área mayor sin necesidad de colocar muchos detectores fijos.

En cuanto a sus dimensiones funcionales y básicas, la patente describe los componentes clave: el marco (4), el husillo roscado (5), el motor (7), el vidrio móvil (9), el controlador (27), la caja de control eléctrico (8) y los detectores automáticos (36) con sus alarmas (37). Se incluyen además elementos de montaje como placas, rieles y deslizadores que permiten un movimiento suave y seguro. Todo el sistema está diseñado para ser compacto y adaptable a ventanas de viviendas o espacios cerrados, garantizando que, ante una fuga de gas, no solo se emita un aviso, sino que también se ejecute la acción de abrir el vidrio para evacuar rápidamente el gas.



4.3. Patente 3:

Nombre de la patente: Aparato de apertura automática de ventana tras detección de fuga de gas

País de origen: China

Fecha de patentado : 16 de octubre de 2020

Código: CN111779409A

Enlace directo:

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/072763420/publication/CN111779409A?q=CN111779409A>

El presente invento propone un dispositivo diseñado para abrir de manera automática una ventana cuando se detecta una fuga de gas en el interior de una vivienda. La finalidad de esta solución es mejorar la seguridad de los hogares, ya que las fugas de gas, provocadas habitualmente por válvulas abiertas o defectos en la instalación, pueden derivar en intoxicaciones o incluso explosiones. El sistema integra tanto la capacidad de detección como la acción mecánica de desbloquear y abrir la ventana, además de ventilar el ambiente para reducir la concentración de gas.

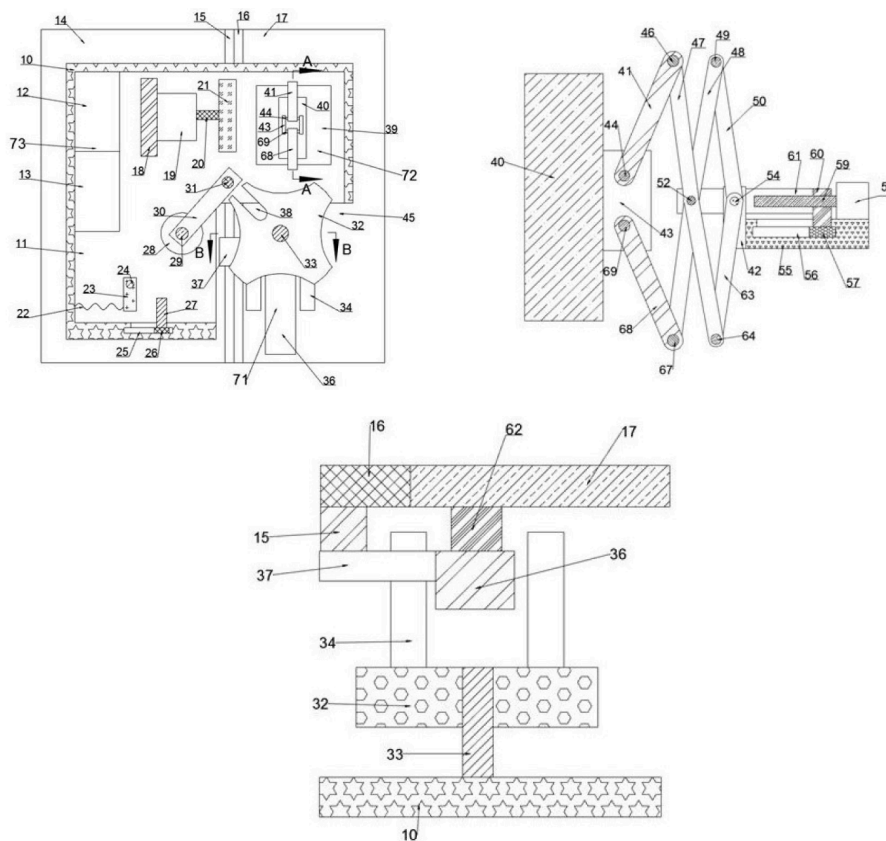
La estructura principal del dispositivo es una carcasa que se fija directamente sobre la pared y que contiene en su interior los distintos módulos. En la parte inferior derecha se encuentra el mecanismo de desbloqueo, compuesto por un motor actuador que hace girar un eje y un rodillo convexo. Este movimiento se transmite a un panel rotatorio provisto de ranuras y placas de bloqueo, que interactúan con la manija de la ventana y su pestillo. Al activarse, el

sistema consigue liberar la cerradura de la hoja de vidrio, dejando lista la ventana para ser empujada hacia afuera.

Por encima del módulo de desbloqueo se sitúa el mecanismo de apertura, basado en un motor telescópico que acciona un bloque deslizante. Dicho bloque está conectado a un conjunto de palancas y ejes que transmiten la fuerza hasta un cabezal de empuje. Este cabezal actúa directamente sobre la ventana, desplazándola hacia el exterior de manera controlada. El diseño aprovecha un sistema de palancas simétricas que aseguran un movimiento firme y eficiente, permitiendo que la apertura se produzca incluso si la ventana ofrece cierta resistencia.

En el lateral de la carcasa se incorpora el módulo de detección, compuesto por un sensor de gas que monitoriza de forma continua la concentración en el aire. Cuando el sensor identifica niveles peligrosos, activa una alarma sonora y al mismo tiempo pone en marcha el motor de desbloqueo para liberar la ventana. Una vez liberada, el motor telescópico se encarga de abrirla y, de manera simultánea, un pequeño ventilador eléctrico con aspas empieza a funcionar. Este ventilador fuerza la circulación del aire hacia el exterior, facilitando la evacuación del gas acumulado y reduciendo rápidamente el riesgo para los habitantes.

El sistema está diseñado para funcionar de forma completamente automática: en condiciones normales permanece inactivo, pero al detectar gas actúa de manera secuencial y coordinada, primero liberando el cierre, después empujando la ventana y finalmente activando la ventilación asistida. Con ello, se logra una triple acción de seguridad: detección temprana, apertura inmediata y extracción del gas. La invención se presenta así como una solución integral, sencilla de implementar en entornos domésticos, capaz de salvar vidas al reducir los riesgos derivados de fugas de gas y al garantizar una ventilación rápida y eficaz en situaciones de emergencia.



5. Productos comerciales:

5.1. Producto 1:

YFK Sensor Inteligente WiFi para Puertas y Ventanas - Alarma Magnética Inalámbrica en Tiempo Real, Detector de Seguridad de Pared a Batería para el Hogar, Seguridad de Mascotas, Alarma de Piscina, Compatible con Alexa y Google Home, Diseño Elegante, Dispositivo Inteligente para el Hogar, Accesorio Moderno para el Hogar.



5.2. Fulllink Smart Window Actuator

Fulllink ha desarrollado un actuador motorizado para ventanas que puede integrarse con sistemas inteligentes para regular la ventilación del ambiente. Al combinarse con sensores de calidad del aire, temperatura y humedad, el sistema ajusta la posición de la ventana para mantener condiciones interiores óptimas. También incorpora mecanismos de seguridad como detección de obstáculos (para detener el movimiento si algo bloquea la ventana) y modo manual cuando hay fallas de energía.

Este actuador puede conectarse con sistemas inteligentes del hogar como Google Home o Apple HomeKit, lo que permite control remoto y automatización. En cuanto al mercado, no encontré tantas críticas públicas,



pero su enfoque en salud (detección de CO, PM2.5) muestra que su propuesta apunta hacia hogares conscientes de la calidad del aire.

5.3. SMARTWI:

SMARTWI es un dispositivo IoT desarrollado por la empresa Vektiva que controla la ventilación de ventanas automáticas. Su diseño pretende ser discreto, silencioso y confiable. Se instala en ventanas tipo *tilt-turn*, comunes en Europa, y no requiere perforaciones gracias a cintas 3M en algunos casos.

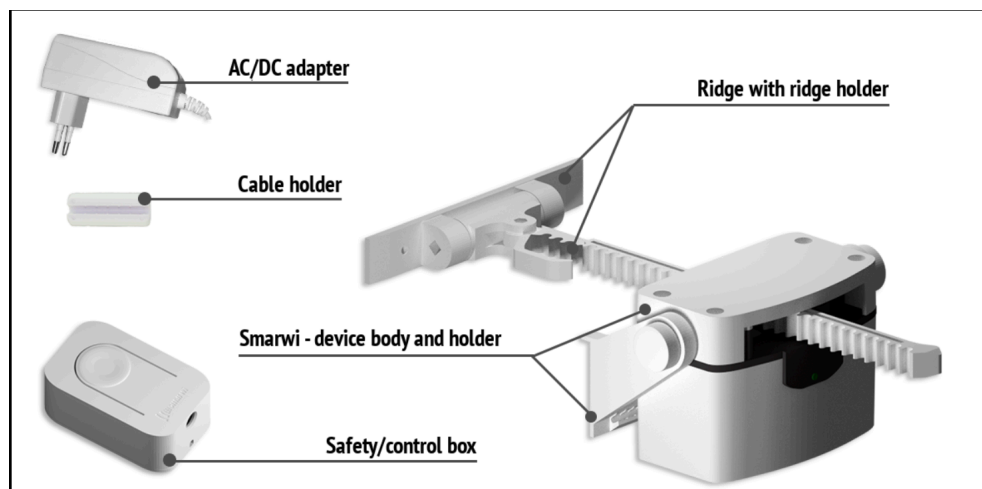
Funcionalidades principales:

1. Control remoto vía WiFi desde smartphone o PC, mediante interfaz web.
2. Programación de aperturas y cierres según horarios, porcentaje de ventilación, acciones automáticas como cerrar cuando llueva, reaccionar al cambio de temperatura o humedad, e integración con otros sensores del hogar.
3. Múltiples SMARTWI pueden sincronizarse o actuar juntos, incluso comunicarse por API para integrarse en sistemas más grandes.
4. Ajustes finos (“finetune”) para adaptar parámetros de movimiento, potencia, velocidad, posiciones límite, sensibilidad ante bloqueo, entre otros.

Cómo lo toman los usuarios / mercado

1. Vende principalmente en países europeos, con distribución dentro de la Unión Europea.

2. Usuarios valoran la capacidad de automatizar ventilación diaria, mejorar la calidad del aire interior y el confort, especialmente en viviendas con ventanas de difícil acceso.
3. Para usuarios más avanzados, se ha desarrollado integración con sistemas domóticos (por ejemplo, hay código abierto para integrarse con Home Assistant).
4. Algunos usuarios podrían sentir limitaciones: no detecta automáticamente gases tóxicos específicos como CO por sí solo (depende de sensores externos), y su eficacia depende de la correcta calibración y ajustes finos.



6. Lista de exigencias:

LISTA DE EXIGENCIA		Páginas:
		Edición:
PROYECTO:	SmartVent	Fecha:
		Revisado:

CLIENTE:		UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA	Elaborado:
Fecha (cambios)	Deseo o Exigencia	Descripción	Responsable
23/09/25	E	Función principal: El sistema debe integrar sensores de gases (LPG, CH ₄ , CO, CO ₂ , PM2.5) y temperatura en ventanas retrofit, con capacidad de accionar ventilación automática (apertura de hoja, activación de extractor) y enviar alertas locales/remotas en caso de emergencia.	Idania Parhuay Meza
23/09/25	E	Geometría: El módulo retrofit debe ser compacto y adaptable a marcos existentes. Dimensiones de referencia: marco 1200 × 1000 × 120 mm, hoja móvil 550 × 900 mm, módulo de control 200 × 100 × 80 mm. El sistema no debe exceder dimensiones que comprometan la ergonomía ni la instalación segura en marcos estándar.	Cristofer Quina Pumahuilca
23/09/25	E	Cinemática: El mecanismo de apertura y cierre debe asegurar la operación suave y segura de la hoja móvil. Se utilizará un servomotor 12 V con transmisión por husillo roscado o tornillo sin fin, capaz de realizar aperturas parciales programadas (10–50 %) y apertura total en emergencia, garantizando velocidad suficiente sin comprometer la integridad estructural de la ventana. (CN216841152U, 2022).	Eber Pauccara Huancara
23/09/25	E	Fuerzas: El actuador debe vencer el peso de la hoja, la fricción en guías y la carga máxima por presión de viento esperada, con un factor de seguridad ≥ 1.5 . La fuerza aplicada no debe dañar ni desalinear la hoja, y el sistema debe incluir detección de bloqueo/obstáculo, tal como se especifica en el actuador Fulllink Smart Window (Fulllink, 2023).	Cristofer Quina Pumahuilca
23/09/25	E	Energía: El sistema se alimentará de 220 VAC/60 Hz con una fuente interna de conversión a 12V DC. La potencia máxima no debe exceder los 60 W (30 W del motor, 25 W del extractor y 5 W de electrónica y sensores). Debe contar con batería de respaldo 12 V – 15 Ah, que asegure al menos 2 horas de autonomía en modo emergencia, y un panel solar de apoyo de 60 W para recarga en caso de corte prolongado de energía. Incluirá protecciones eléctricas básicas (fusibles, limitador de sobrecorriente) y gestión en modo reposo para reducir el consumo.	Idania Parhuay Meza



23/09/25	E	Materia: Flujo material y transporte: Aire interior y exterior (intercambio controlado). Propiedades físicas y químicas: Concentración de CO ₂ , CO, CH ₄ , LPG, partículas PM2.5, humedad relativa y temperatura. Productos de entrada y salida: Entrada de aire limpio; salida de aire contaminado o con gases tóxicos. Materiales adicionales: Marcos anticorrosivos, vidrio, motores, sensores. Materiales prescritos (normativa): Cumplimiento de normas de seguridad contra incendios y calidad del aire (referencia a OMS e INDECI).	
23/09/25	E	Señales (información): Magnitudes de entrada y salida:} Entrada: valores de sensores (CO ₂ , CO, CH ₄ , LPG, PM2.5, temperatura, humedad). Salida: señal de apertura/cierre de ventana, activación de extractor, alarmas. Formas de las señales: Señales analógicas (sensores de gases, temperatura, humedad) y digitales (estado ON/OFF de actuadores, alarmas). Indicadores: LEDs, alarmas sonoras, notificaciones móviles. Aparatos de control y funcionamiento: Unidad de control (microcontrolador NodeMCU/ESP32), actuadores (servomotor, ventilador), aplicación móvil.	
23/09/25	E	Control: Sistema de control de magnitudes: Algoritmo que procesa las lecturas de los sensores y decide la acción (abrir, cerrar, accionar extractor, enviar alerta). Modos de operación: normal, ventilación parcial, emergencia. Supervisión en tiempo real con retroalimentación.	
23/09/25	E	Electrónico (Hardware): Para procesamiento y amplificación de señales: -Microcontrolador (NodeMCU/ESP32 o similar). -Módulos de comunicación inalámbrica (WiFi/Bluetooth).} -Sensores de gases (MQ2, MQ9, etc.), partículas (PM2.5), temperatura y humedad. -Actuadores: servomotor 12 V, extractor 25 W. -Fuente de alimentación (220 VAC → 12 VDC), batería de respaldo 12 V–15 Ah, panel solar 60 W.	



23/09/25	E	<p>Software:</p> <p>Tipos, niveles e interfaces:</p> <ul style="list-style-type: none">-Aplicación móvil con interfaz gráfica (para monitoreo de calidad de aire, alertas y control manual).-Dashboard con indicadores (estado de sensores, historial). <p>Programas:</p> <ul style="list-style-type: none">-Firmware en microcontrolador para adquisición de datos, procesamiento y control de actuadores.-Sistema de notificaciones push/SMS/Email vía IoT.-Protocolos de comunicación: MQTT, HTTP, o Firebase.	
23/09/25	E	<p>Comunicaciones: El sistema SmartVent debe garantizar que todos sus componentes trabajen de forma coordinada y sin interrupciones. Para ello, utilizará protocolos inalámbricos confiables que aseguren una comunicación rápida y estable entre sensores, actuadores y la unidad de control. Esta conectividad permitirá que el usuario reciba alertas inmediatas, tanto en el lugar como en su dispositivo móvil, y que pueda supervisar y controlar el sistema en tiempo real. La comunicación será bidireccional, de modo que SmartVent no solo informe lo que ocurre, sino que también permita actuar de forma remota ante cualquier situación.</p>	E. P.
23/09/25	E	<p>Seguridad: La seguridad es la prioridad central del sistema. SmartVent debe ser capaz de detectar humo, gases o partículas peligrosas y responder de manera automática: abrir la ventana, accionar el mecanismo de evacuación y activar las alarmas sonoras y visuales para alertar a los ocupantes. Además, contará con notificaciones remotas que llegarán de inmediato al usuario, incluso si este no se encuentra en el lugar. El sistema estará preparado para funcionar en condiciones críticas, integrando batería de respaldo y mecanismos de desbloqueo manual que aseguren su operación aunque falte la energía eléctrica.</p>	E. P.
23/09/25	E	<p>Ergonomía: SmartVent está pensado para todas las personas, incluyendo aquellas con movilidad reducida o adultos mayores. La instalación será accesible y su funcionamiento sencillo: la apertura y cierre de la ventana se realizará de manera suave, silenciosa y sin esfuerzo. La aplicación móvil contará con una interfaz intuitiva, con información clara sobre la calidad del aire</p>	E. P.



		y botones de acción directa, de manera que cualquier usuario pueda reaccionar con rapidez en caso de emergencia.	
23/09/25	E	Fabricación: La construcción de SmartVent debe garantizar resistencia y durabilidad en ambientes urbanos expuestos a la contaminación y la humedad. Se emplearán materiales anticorrosivos y un diseño modular que facilite el reemplazo rápido de piezas como motores, sensores o baterías. La fabricación podrá realizarse de manera mixta: estructuras y componentes mecánicos producidos en talleres locales, mientras que los sensores y módulos electrónicos podrán ser integrados a partir de proveedores externos de rápida disponibilidad. Este enfoque asegura calidad, sostenibilidad y facilidad de mantenimiento.	E. P.
23/09/25	E	Control de calidad: Cada unidad de SmartVent debe someterse a un proceso riguroso de pruebas antes de ser instalada. Los sensores serán evaluados en distintos escenarios de concentración de gases y partículas, para garantizar precisión y confiabilidad. Los actuadores deberán demostrar un desempeño estable, con apertura y cierre seguro bajo diferentes condiciones de carga. Finalmente, se realizarán pruebas piloto en entornos reales como viviendas o colegios, validando la detección, la respuesta automática y la capacidad de protección del sistema. Solo tras superar estos controles, el producto podrá considerarse listo para su implementación.	
23/09/25	E	Montaje: Deseamos que el módulo retrofit pueda instalarse fácilmente en marcos de ventana existentes, sin modificaciones estructurales mayores. Que el ensamblaje sea rápido (≤ 2 h), con soportes estándar y manual de instalación claro.	
23/09/25	E	Transporte: Deseamos que el sistema tenga dimensiones y peso reducidos (≤ 2.5 kg) para transporte manual y traslado en vehículos convencionales, con embalaje que lo proteja contra golpes, humedad y polvo.	
23/09/25	D	Uso: Deseamos que SmartVent funcione de manera silenciosa, ergonómica y accesible. Que pueda emplearse en viviendas, colegios u oficinas, soportando ambientes urbanos con humedad y contaminación, con control intuitivo y desbloqueo manual.	



23/09/25	E	Mantenimiento: Deseamos que el sistema requiera poco mantenimiento (limpieza semestral de sensores y chequeo de batería), con módulos fáciles de reemplazar y diagnóstico automático de fallas que alerte al usuario.	
23/09/25	E	Costos: Planteamos que el costo de fabricación sea accesible y competitivo, con amortización a 2–3 años. Que los componentes sean estándar y fáciles de conseguir, reduciendo costos de herramientas y ensamble.	
23/09/25	E	Plazos: Deseamos que el desarrollo completo (diseño, prototipo, pruebas, producción inicial) pueda lograrse en unos 3-6 meses. Que cada unidad tenga un tiempo de fabricación de 2–3 días, según la capacidad de producción.	

7. Plan de trabajo:

PLAN DE TRABAJO																		
ACTIVIDADES	HORA DE ENTREGA/ EXPOSICIÓN	FECHA DE ENTREGA	Semanas															HORAS DE TRABAJO
			Septiembre					Octubre				Noviembre				Diciembre		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Lista de exigencias	8-12 a.m.	23/09/2025																8
Plan de trabajo	8-12 a.m.	23/09/2025																8
Estado de la tecnología	8-12 a.m.	29/09/2025																10
Estructura de funciones	8-12 a.m.	29/09/2025																12
Conceptos de solución	8-12 a.m.	29/10/2025																14
Conceptos de solución integrado	8-12 a.m.	30/10/2025																10
Entrega proyecto preliminar óptimo	8-12 a.m.	01/10/2025																10
Memoria de cálculos aproximada	8-12 a.m.	03/10/2025																6
Sustentación Parcial	8-12 a.m.	06/10/2025																0
Proyecto preliminar óptimo corregido	8-12 a.m.	13/10/2025																6
Memoria de cálculos definitivos	8-12 a.m.	20/10/2025																10
Planos de ensamble	8-12 a.m.	27/10/2025																12
Lista de piezas	8-12 a.m.	27/10/2025																10
Entrega proyectos definitivos	8-12 a.m.	27/10/2025																6
Planos de despiece	8-12 a.m.	03/11/2025																0
Planos de fabricación	8-12 a.m.	03/11/2025																0
Memoria de cálculos	8-12 a.m.	10/11/2025																0
Instrucciones para fabricación	8-12 a.m.	17/11/2025																6
Instrucciones para montaje	8-12 a.m.	24/11/2025																6
Informe técnico final	8-12 a.m.	30/11/2025																10
Sustentación y documentos finales	8-12 a.m.	01/12/2025																0

Referencia Bibliografía:

1. Artículos relacionados:

- Babu, T., Nair, R. R., Kishore, S., & Vineeth, M. (2024). Enhancing gas leak detection with IoT technology: An innovative approach. *Procedia Computer Science*, 235, 961–969. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.04.091>
- Garcia, A., Saez, Y., Harris, I., Huang, X., & Collado, E. (2025). Advancements in air quality monitoring: A systematic review of IoT-based air quality monitoring and AI technologies. *Artificial Intelligence Review*, *58*, 275. <https://doi.org/10.1007/s10462-025-11277-9>
- Shah, A. S., Dinesh, A., Shah, A., Farooq, M., Maqsood, A., & Khani, M. A. K. (2024). *Smart Gas Leak Detection And Emergency Response System Using IoT For Homes*. *Journal of ICT, Design, Engineering and Technological Science*, 8(1), 18–23. <https://doi.org/10.33150/JITDETS-8.1.3>
- Benammar, M., Abdaoui, A., Ahmad, S. H. M., Touati, F., & Kadri, A. (2018). A modular IoT platform for real-time indoor air quality monitoring. *Sensors*, 18(2), 581. <https://doi.org/10.3390/s18020581>

2. Patentes relacionados:

- Huang, Z., Chen, Y., & Li, J. (2020). *Un sistema de monitoreo de calidad del aire interior* (Patente No. CN212201795U). Administración Nacional de Propiedad Intelectual de la República Popular China.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/073692329/publication/CN212201795U?q=CN212201795U>
- Zhou, J., Liu, Y., Wang, X., & Li, S. (2022). *Un dispositivo de monitoreo de calidad del aire para interiores* (Patente No. CN216841152U). Administración

Nacional de Propiedad Intelectual de la República Popular China.

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/082107095/publication/CN216841152U?q=CN216841152U>

- Kane, D. P., & Dumas, B. P. (2012). *Sistema y método de seguridad para ventanas* (Patente No. WO2013015592A2). Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/047601640/publication/WO2013015592A2?q=security%20windows%20for%20crime>

3. Productos comerciales:

link:

https://www temu.com/us-es/kit-de-alarma---puertas-y---de-yfk-paquete-de-2-montaje-en---de-seguridad---controlado-por-aplicacion--con-pilas-aa--con--y-google----la-habitacion-de---g-601099625814709.html?refer_page_name=goods&refer_page_id=10032_1758776719635_6gwldrqyz&refer_page_sn=10032&x_sessn_id=eicupfnqcp



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA