

Tipo de artículo: Artículo original

# Propuesta de diseño de sistema domótico para hoteles basado en hardware abierto y tecnología IoT

## *Design proposal for a home automation system for hotels based on open hardware and IoT technology*

Lean Saign Chiang-Rodriguez <sup>1</sup> , <https://orcid.org/0000-0003-0155-6126>

Alain Martínez-Laguardia <sup>2\*</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-6873-126X>

Julio Rubén Cañizares-Abreu <sup>3</sup> , <https://orcid.org/0000-0003-2418-5997>

<sup>1</sup> Grupo de Turismo GAVIOTA S.A. Cuba. [director.sstt@gaviota.cu](mailto:director.sstt@gaviota.cu)

<sup>2</sup> Departamento de Control Automático, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Cuba. [amguardia@uclv.edu.cu](mailto:amguardia@uclv.edu.cu)

<sup>3</sup> Empresa de Automatización Integral (CEDAI), Villa Clara. Cuba. [julioruben@cedai.com.cu](mailto:julioruben@cedai.com.cu)

\* Autor para correspondencia: [amguardia@uclv.edu.cu](mailto:amguardia@uclv.edu.cu)

### Resumen

Una gestión eficaz de los recursos en los hoteles es esencial para reducir costos. Esta investigación busca desarrollar un sistema domótico de bajo costo, basado en hardware abierto y tecnología IoT para los hoteles de GAVIOTA S.A. El énfasis fundamental es optimizar la eficiencia energética, mejorar el confort y elevar la satisfacción de los huéspedes. El sistema emplea sensores básicos de temperatura y movimiento, junto con módulos para el control de la iluminación y el clima. Se seleccionó la plataforma ESP32 como base de desarrollo, permitiendo el monitoreo en tiempo real a través de una interfaz intuitiva para dispositivos móviles o el panel de control en la habitación. La comunicación se realiza mediante los protocolos Wifi y Bluetooth. El uso de dispositivos IoT de bajo costo reduce los gastos operativos y de mantenimiento, ofreciendo una solución ergonómica con gestión centralizada para el monitoreo, seguimiento y control. El sistema domótico diseñado, propone una solución primaria para el control de habitaciones, sencilla, capaz de ser ensamblada e instalada a nivel nacional en reemplazo de los sistemas ON/OFF actualmente empleados o la clásica automatización basada en PLC. La solución propuesta se considera rentable para la gestión hotelera por la reducción del consumo eléctrico, los gastos de mantenimiento y el uso de elementos de bajo.

**Palabras clave:** domótica; automatización hotelera; hardware abierto; IoT

### Abstract

*Effective resource management in hotels is essential to reduce costs. This research seeks to develop a low-cost home automation system based on open hardware and IoT technology for GAVIOTA S.A. hotels. The main emphasis is to optimize energy efficiency, improve comfort and increase guest satisfaction. The system uses basic temperature, motion sensors, lighting, and climate control modules. The ESP32 platform was selected as the development base, allowing real-time monitoring through an intuitive interface for mobile devices or the control panel in the room. Communication is done through Wifi and Bluetooth protocols. Using low-cost IoT devices reduces operating and maintenance costs, offering an ergonomic solution with centralized monitoring, tracking and control management. The designed home automation system proposes a primary solution for room control, simple, capable of being assembled and installed nationwide to replace the ON/OFF systems currently used or the classic PLC-based automation. The proposed solution is considered profitable for hotel management due to reduced electricity consumption, maintenance costs and the use of low-energy elements.*



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**  
(CC BY 4.0)

**Keywords:** *home automation; hotel automation; open hardware; IoT*

**Recibido:** 12/08/2024

**Aceptado:** 25/10/2024

**En línea:** 01/11/2024

## Introducción

En el panorama actual de la hotelería, ofrecer experiencias excepcionales a los huéspedes es esencial para mantenerse competitivo. La integración de tecnologías inteligentes, domótica e Internet de las cosas (IoT) ofrece a los hoteles oportunidades sin precedentes para mejorar la comodidad, seguridad y eficiencia de sus instalaciones (Sharma and Gupta, 2021). La domótica, que combina hardware (sensores, cerraduras electrónicas) y software para automatizar espacios, permite gestionar de manera inteligente la iluminación, climatización, agua caliente y electrodomésticos, optimizando el uso de recursos naturales y energéticos (Ghosh, 2023; Khanna and Kaur, 2020; Wynn and Jones, 2022).

La domótica basada en controladores lógicos programables (PLC, *Programmable Logic Controllers*) es la más extendida en la industria hotelera (Graveto et al., 2022; Stankov, 2023). Esto se debe a que los PLC son elementos industriales confiables, robustos y personalizables, que pueden manipular directamente la iluminación, los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) instalados en las habitaciones. Al integrar los PLC, los hoteles pueden automatizar varias funciones de la habitación en función de la ocupación, ajustar la temperatura, la iluminación o las persianas según las preferencias o la presencia de los huéspedes, lo que aumenta su comodidad. Lo que mejora la eficiencia general (Quintana Béjar, 2021).

En Cuba, el Grupo de Turismo Gaviota S.A. dispone de una infraestructura hotelera con decenas de miles de habitaciones. Estos hoteles están equipados con sistemas domóticos de control simplificado ON/OFF o basados en PLC, diseñados o instalados mayormente por empresas nacionales como CEDAI y COPEXTEL. Dichos sistemas integran sensores y actuadores industriales, que si bien son duraderos presentan precios elevados y enfrentan serias dificultades en cuanto a escalabilidad y mantenimiento. Además, son altamente sensibles a manipulaciones indebidas, lo que puede afectar su funcionamiento y rendimiento. En respuesta a estos desafíos, estas entidades han colaborado con universidades para desarrollar nuevas propuestas, que, utilizando la tecnología de PLC, ofrezcan mayor robustez y mejores prestaciones (Nuñez et al., 2021).

A pesar de sus potencialidades, los sistemas domóticos basados en PLC presentan ciertas desventajas en comparación con alternativas de hardware libre como Arduino, Raspberry Pi u otros microcontroladores (Dehner, 2020). Aunque



los PLC son robustos, suelen ser más costosos tanto en su adquisición como en mantenimiento, lo que incrementa los costos iniciales de los proyectos. Además, su programación y expansión requieren conocimientos técnicos especializados y dependen de software propietario, lo que limita su flexibilidad. En contraste, el hardware libre ofrece mayor adaptabilidad y versatilidad, apoyado por una comunidad activa de desarrolladores que facilita la creación de soluciones personalizadas y la integración de nuevas funcionalidades.

En los últimos años, la domótica basada en hardware libre ha ganado popularidad por su accesibilidad y capacidad de personalización (De et al., 2020; Setz et al., 2021). Estos sistemas permiten a los usuarios diseñar, modificar y adaptar sus soluciones de automatización de acuerdo con necesidades específicas, sin las restricciones de soluciones comerciales cerradas. Además, el hardware libre resulta más accesible para desarrolladores y técnicos, favoreciendo actualizaciones y mejoras continuas sin depender de proveedores específicos, una ventaja clave en entornos como el cubano.

Una búsqueda de referentes revela pocas aplicaciones de hardware libre en el sector hotelero, pese a que en sector residencial estos elementos han demostrado ser cada vez más robustos y versátiles (Stolojescu-Crisan et al., 2021; Yar et al., 2021). Tanto es así que varios fabricantes centrados en hardware libre han comenzado a comercializar versiones de sus productos en formato PLC para facilitar una transición. Ejemplos destacables son los productos: Ardbox 20, Norvi Arita, Controllino Maxi y Opta Wi-Fi (Kairuz-Cabrera et al., 2023). Estos dispositivos reflejan el creciente interés en integrar tecnologías accesibles y personalizables en el ámbito de la automatización industrial y doméstica.

No obstante, su número reducido, existen ejemplos de desarrollos domóticos para el control de habitaciones y el sector turístico basados en hardware libre. Un ejemplo es el proyecto presentado por (Flores Tomalá and Sánchez Espinoza, 2022) que diseñó un sistema domótico por comando de voz basado en la placa NodeMUC, destinado a personas con discapacidad. Este sistema, que utiliza Wifi para la conexión, permite controlar la temperatura y las luces de una habitación mediante comandos de voz a través de Amazon Alexa. De manera similar, (Pérez Fernández et al., 2022) desarrollaron un sistema descentralizado basado en el microcontrolador ESP8266, que emplea conectividad inalámbrica para ofrecer funciones como supervisión de consumo eléctrico, control de temperatura y humedad, ventilación, iluminación, y detección de presencia, todo gestionado a través de una interfaz web y la conexión Wifi del hogar.

Otros trabajos relevantes incluyen el de (Rojas et al., 2020), donde se implementó un sistema demostrativo utilizando tarjetas Arduino Nano y Mega, que mediante sensores de presencia PIR y ultrasónicos, junto con servomotores, permitía el control de acceso y la simulación de control de luminarias en una instalación. Asimismo, (Taiwo and



Ezugwu, 2021) presentaron el diseño de un sistema domótico inteligente y ubicuo, basado en la nube, capaz de controlar y monitorear la seguridad de un hogar a través de una aplicación móvil para Android. Este sistema, con módulos basados en ESP32-CAM, gestiona aparatos eléctricos, monitorea factores ambientales y detecta movimiento, capturando imágenes para supervisar la seguridad del entorno.

A partir de estos análisis, se concluye que será cada vez más importante confiar en sistemas de control automático basados en hardware y protocolos abiertos, que no dependan de un fabricante en particular ni obliguen al personal logístico a depender de una empresa específica. Esto mitigará los riesgos asociados a la desaparición de fabricantes o la suspensión de ventas de algún determinado producto. Por estas razones, la presente investigación se enfoca en el diseño de un sistema domótico de bajo costo, basado en IoT, como una alternativa fiable, escalable y económica para el control de habitaciones hoteleras. El sistema será diseñado utilizando placas comerciales genéricas, lo que permitirá ensamblar un prototipo funcional, el cual se evaluará en habitaciones del Grupo Hotelero Gaviota S.A.

## Materiales y métodos

Un sistema domótico está compuesto por varios elementos inteligentes y autónomos que trabajan en conjunto para automatizar diferentes funciones de una habitación u hogar. Los sensores son los encargados de monitorizar el entorno, registrando variables como temperatura, humedad, luz natural y movimiento en áreas específicas. Estos dispositivos envían la información a los controladores domóticos. Estos últimos son las unidades centrales donde se almacena y procesa la información recopilada por los sensores. Gestionan el sistema, procesan los datos y envían órdenes a los actuadores, que son los encargados de ejecutar las acciones necesarias, como encender luces, ajustar la climatización o activar sistemas de seguridad. La configuración y parametrización del sistema se realiza en los controladores, donde se establecen las principales variables de funcionamiento.

### Estructura típica de una habitación hotelera

La estructura más típica de las habitaciones hoteleras del grupo Gaviota S.A está compuesta por un dormitorio, baño y balconera, como se muestra en la Figura 1. Dentro de la habitación son controlados varios dispositivos como las luces, el clima y el ventilador de techo, todo en una configuración ON/OFF. Esto se interpreta como: si el sensor “Interruptor de Tarjeta” está cerrado, la habitación se energiza y el usuario puede controlar de forma manual la temperatura y la iluminación. La iluminación se controla mediante interruptores eléctricos a lo largo de la habitación, al igual que el ventilador de techo, mientras el clima se gobierna a través de la interfaz marcada como “Display” en la Figura 1. La interfaz “Display” permite ajustar la temperatura mediante un teclado y una pequeña pantalla, de igual





mediciones erradas al sistema de control y este no deshabilite el sistema de climatización. Estas acciones provocan al hotel pérdidas significativas por el despilfarro de energía y gastos de mantenimiento por el desgaste que sufren los medios por el alto número de horas encendidos de forma continua innecesariamente.

## Requisitos para el diseño.

En la gestión de un hotel el diferencial absoluto es la comodidad del invitado y esos pequeños detalles que lo hacen sentir más confortables que en casa. Para evaluar el nivel de calidad que debe poseer la propuesta domótica a realizar es necesario establecer que exigencias se deben cumplir. El sistema a diseñar debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Sistema confiable y de fácil manejo para los usuarios.
- Monitoreo en tiempo real de las principales variables de la habitación como la temperatura y la presencia de huéspedes.
- Uso de tecnologías de hardware y software libres, que permitan escalabilidad y actualización.
- Adaptabilidad a los avances tecnológicos.
- Diseño multifuncional y flexible, que empleando las redes de comunicaciones ya existentes en el hotel permita la supervisión y el IoT.
- Microcontrolador de prestaciones adecuadas para manipular múltiples lazos de control y capacidad IoT.
- Ahorro y disminución de los gastos, optimización del consumo energético 25-45 % del ahorro medio de energía.
- Mayor confort y mejora de la experiencia del huésped.

## Arquitectura del sistema domótico

Para cumplir con los requisitos expuestos en la sección anterior se debe seleccionar la arquitectura del sistema domótico a ser diseñado, entre las tres posibles: centralizada, distribuida y mixta (Lombardi et al., 2021). La arquitectura centralizada se caracteriza por que todas las decisiones y acciones se realizan en un único centro de control. En esta configuración, los dispositivos y sensores se conectan al centro, que recopila datos, procesa información y toma decisiones basadas en la programación y los comandos recibidos. Esta arquitectura suele ser la más económica y se recomienda principalmente para pequeñas instalaciones, ya que permite un uso fácil y una instalación sencilla. Sin embargo, presenta desventajas como la dependencia del funcionamiento óptimo del centro de control, la dificultad para ampliar el sistema y la necesidad de una interfaz de usuario.



Por otro lado, la arquitectura distribuida desagrega la inteligencia del sistema domótico a través de todos sus elementos, tanto actuadores como sensores. En este caso, no existe un controlador centralizado, ya que cada elemento tiene su propio controlador y puede llevar a cabo las órdenes de manera autónoma. Esta configuración ofrece ventajas como mayor seguridad de funcionamiento, la posibilidad de rediseñar la red y una mejor fiabilidad de los productos. Sin embargo, requiere programación y una gestión de seguridad más rigurosa, así como protocolos de comunicación seguros.

Finalmente, la arquitectura mixta combina elementos de las arquitecturas centralizada y distribuida. En estos sistemas, la información es obtenida y procesada por dispositivos que pueden transmitir datos a otros dispositivos (Sobin, 2020). Esta arquitectura también presenta varias ventajas, como la seguridad de funcionamiento y la posibilidad de rediseño de la red. No obstante, puede tener desventajas como un coste elevado, la necesidad de una interfaz de usuario, y una mayor complejidad en la programación. El entorno de aplicación de la cadena hotelera Gaviota S.A. con instalaciones que típicamente abarcan un mínimo de unas 20 habitaciones, que requieren supervisión centralizada hace que esta sea la arquitectura seleccionada.

### **Arquitectura del sistema domótico a nivel de habitación.**

El sistema domótico a nivel de habitación debe permitir el control y la supervisión de la habitación de manera que se garantice un elevado confort y ahorro energético. Cada habitación contará con un Controlador de Habitación (RC) que se enlazarará con los elementos fundamentales de la habitación y mediante comunicación inalámbrica con el controlador central de supervisión de la instalación hotelera. A nivel de habitación se considera que deben existir elementos de hardware como:

- Indicadores del Servicio de Habitación (SD).
- Pulsadores Táctiles (LS).
- Display para la Unidad Interior de Climatización (DUI).
- Detectores de Movimiento (DM).
- Detectores Magnéticos (SM).

A partir del uso combinado de los Detectores de Movimiento (DM) y los Detectores Magnéticos de estado de puerta (SM), el RC podrá poner la habitación en estado de “Ocupada” o “Desocupada”. Con la habitación “Desocupada”, a la entrada del Cliente el RC pasará la habitación a estado de “Ocupada”, establecerá la escena de “Bienvenida” y un punto de consigna de temperatura previamente establecido por el explotador del Hotel, típicamente 24 °C. Cuando se cierra la puerta los DM comienzan a escanear la habitación; si se detecta movimiento, la habitación permanece en



“Ocupada”, si no se detecta movimiento, pasado un tiempo preestablecido, la habitación se pone nuevamente en “Desocupada”.

Cada vez que se abre y cierra la puerta, pasado ese tiempo previamente establecido, si no se detecta movimiento, el RC interpreta que el Cliente ha salido y pasará la habitación a estado de “Desocupada”. En el estado “Desocupada” se desconectarán todos los circuitos de iluminación (escena de “Salida”), se desconectan los circuitos de tomacorrientes, excepto, el del televisor y Minibar y se incrementa el punto de consigna en un valor previamente establecido por el explotador, típicamente +3 °C sobre el valor de confort de 24 °C. De este modo se logra un considerable ahorro energético, no se producen picos de consumo cuando regresa el cliente, ni el cliente sufre las consecuencias de una habitación a más de 30 °C, tal y como sucede actualmente con los sistemas ON/OFF, en los que el sistema de clima se apaga mientras la habitación permanece desocupada. Otra ventaja es que se mantiene la habitación con niveles bajos de humedad, que reducen la proliferación de hongos u otros elementos biológicos que deterioran muebles, textiles y otros elementos de la habitación.

El cliente podrá establecer otras escenas de confort a través de los pulsadores táctiles (LS), tales como: “Dormir” (todo apagado) o “Balizamiento” (permanece una luz del baño encendida de modo tal que le sirva de guía si necesita levantarse en la noche), o “Mucha Luz”.

Con el fin de lograr mayores ahorros energéticos la administración podrá establecer un límite inferior para el punto de consigna (por ejemplo: 21 °C) a partir del cual el cliente no podrá bajar más la consigna o, se podrá configurar de manera tal que, aunque pueda bajar la consigna, el sistema continuará trabajando con ese valor mínimo ya preestablecido. También se podrá establecer que el RC ajuste la temperatura de la habitación a un valor predeterminado por la administración a partir de una hora determinada (típicamente 24 °C en el horario de la madrugada). El sistema mantendrá los sensores de balconera en combinación con los sensores de movimiento para evitar el encendido del sistema de climatización.

## **Elementos de hardware del sistema domótico a nivel de habitación**

El sistema domótico a nivel de habitación requiere para su funcionamiento de un conjunto de elementos de hardware, para cumplir con las especificaciones establecidas. De los posibles elementos disponibles en el mercado se ha realizado una selección primaria encaminada a garantizar el ensamble de un prototipo que pueda ser desplegado para evaluar la propuesta. Dicha propuesta se apoya en la experiencia previa de los autores con varios de los elementos empleados (Hernández-Rodríguez et al., 2023; Hernandez-Rodriguez et al., 2020; Kairuz-Cabrera et al., 2024; Martinez et al., 2022) y la disponibilidad en los almacenes de Gaviota S.A.



- **Placa de desarrollo LilyGo T3 S3.** La placa de desarrollo T3-S3 V1.2 se seleccionó por su versatilidad y capacidades avanzadas en aplicaciones de IoT y comunicaciones de baja potencia. Esta versión integra el módulo LoRa SX1280 compatible con la banda de frecuencia LoRa de 2.4 GHz, así como el microcontrolador ESP32S3FH4R2 con 4 MB de Flash y 2 MB de PSRAM. Ofrece conectividad Wifi 802.11 y Bluetooth 5.0, lo que facilita una comunicación inalámbrica robusta.

Además, la T3-S3 incluye una ranura para tarjetas TF (microSD), optimizando el almacenamiento de datos en proyectos que requieren capacidad adicional. También cuenta con una pantalla OLED de 0,96 pulgadas que, mediante interfaz I2C, facilita la visualización de información en tiempo real. Sus 21 pines GPIO de 3.3 V, sus convertidores analógicos-digitales y digitales-analógicos, junto con las interfaces I2C y UART, proporcionan amplias opciones de conectividad y control de sensores y dispositivos externos.

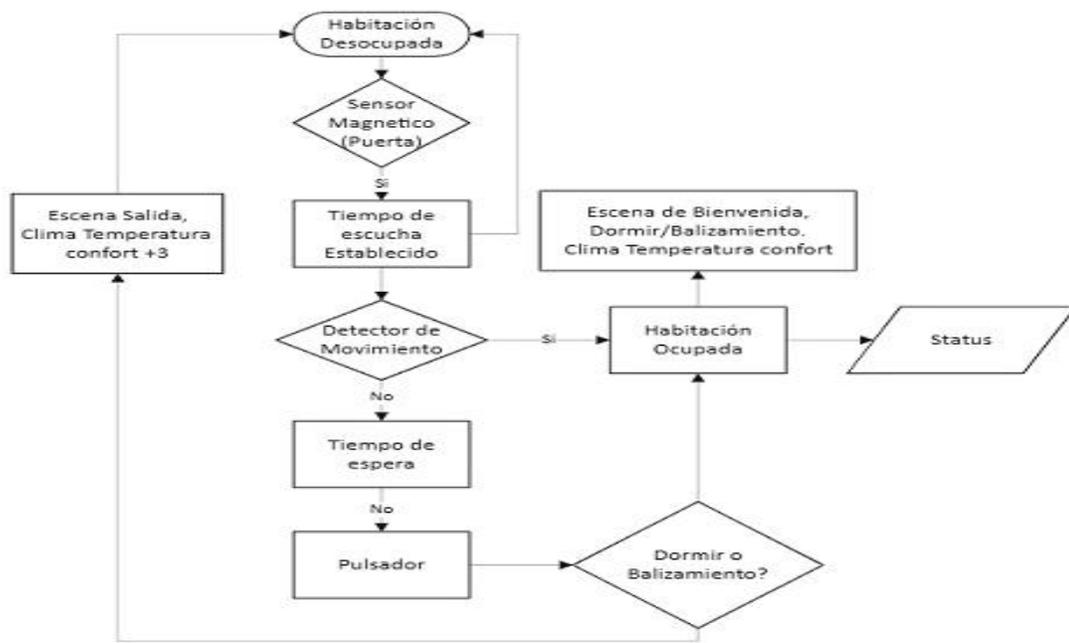
- **Sensor de temperatura y humedad relativa (AM2315C).** Es un sensor combinado de temperatura y humedad relativa dentro del mismo encapsulado. Este producto ofrece una gran estabilidad en sus mediciones en largos periodos de uso y rápida respuesta. Su interconexión con el módulo de cómputo es a través de la interfaz I2C.
- **Sensor magnético MC-38.** Sensor magnético para puertas, y ventanas compuesto por sensor e imán. Este sensor tiene una amplia presencia en múltiples proyectos de seguridad para el hogar.
- **Detector de Movimiento empotrable PIR ST41.** Sensor de movimiento infrarrojo (PIR) ST41 está pensado para su instalación en techos, con grado de protección IP20. Tiene un ángulo de detección de 360 grados y un rango de 6 metros.
- **Módulo de salida a relé de 6 canales.** Basado en relé SRD-05VDC este módulo agrupa 6 elementos capaces de manejar cargas de 250V/10A. Su pequeño tamaño lo hace ideal para diseños donde el tamaño es importante. Las señales de control están aisladas mediante optoacopladores, los relés tienen un voltaje de bobina de 5V DC.
- **Módulo de entradas aisladas de 4 canales PC817.** Basado en aislamiento por optoacopladores este módulo agrupa 4 elementos capaces de manejar señales entre 3.6V y 24V. Se emplean 2 módulos en paralelo.



- **Actuador termoelectrónico lineal Smart-T.** Este actuador está pensado para gobernar el flujo de agua fría en un sistema de clima centralizado de tipo “fan coils”
- **Pulsadores capacitivos Modelos LS754X JLS.** El LS754X JLS es un pulsador de 1, 2, 3, 4 o 6 funciones acabado en cristal con tratamiento antihuellas. Este dispositivo dispone de retroalimentación háptica y tecnología táctil capacitiva con retroiluminación LED.

### Elementos de software del sistema domótico

El software del sistema domótico a nivel de habitación puede ser desarrollado empleando el IDE de Arduino u otra herramienta como el Visual Studio Code, programando los flujos y reglas expresados en los epígrafes anteriores. En este software se declaran las distintas escenas y las condiciones para entrar y salir de ellas (Figura 2).



**Figura 2.** Diagrama de flujo del software del sistema domótico a nivel de habitación.

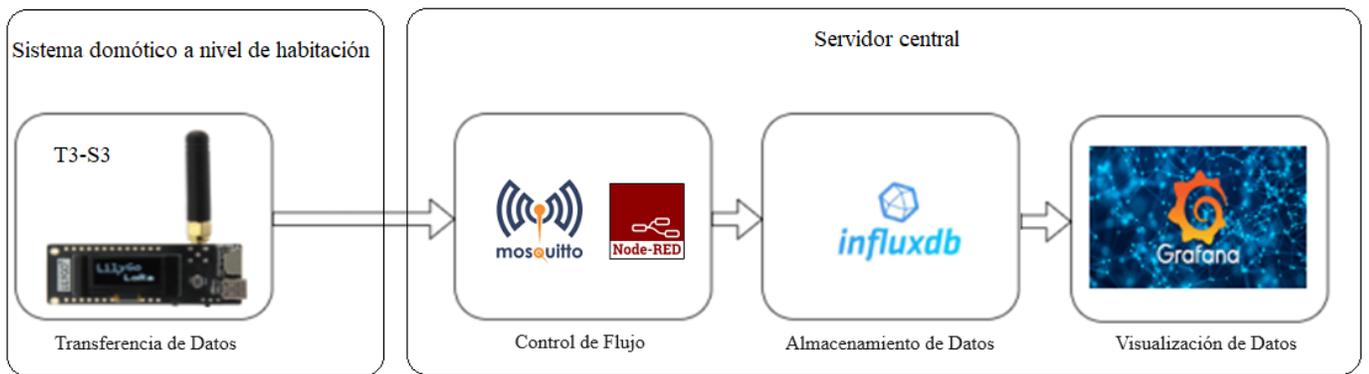
El software a nivel de instalación hotelera estará desplegado en uno de los servidores locales del hotel. La comunicación entre el sistema domótico a nivel de habitación y el servidor central se realizará a través del protocolo Wifi, aprovechando la existencia de redes de este tipo en las instalaciones hoteleras.

La placa T3 S3 recopila la información del sistema de sensores desplegado en la habitación y envía al servidor central empleando el protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) mediante el broker Mosquitto,



intermediario para el intercambio de mensajes. MQTT es un protocolo de mensajería ligero diseñado para una comunicación eficiente entre dispositivos IoT y entornos con recursos limitados.

El servidor central implementará una arquitectura IoT de código abierto que comprende componentes “back-end” (Node-RED, MQTT Broker e InfluxDB) y un componente “front-end” (Grafana), como se ilustra en la Figura 3. Node-RED adquiere y procesa la información recibida, la almacena en InfluxDB y la presenta en un panel de Grafana.



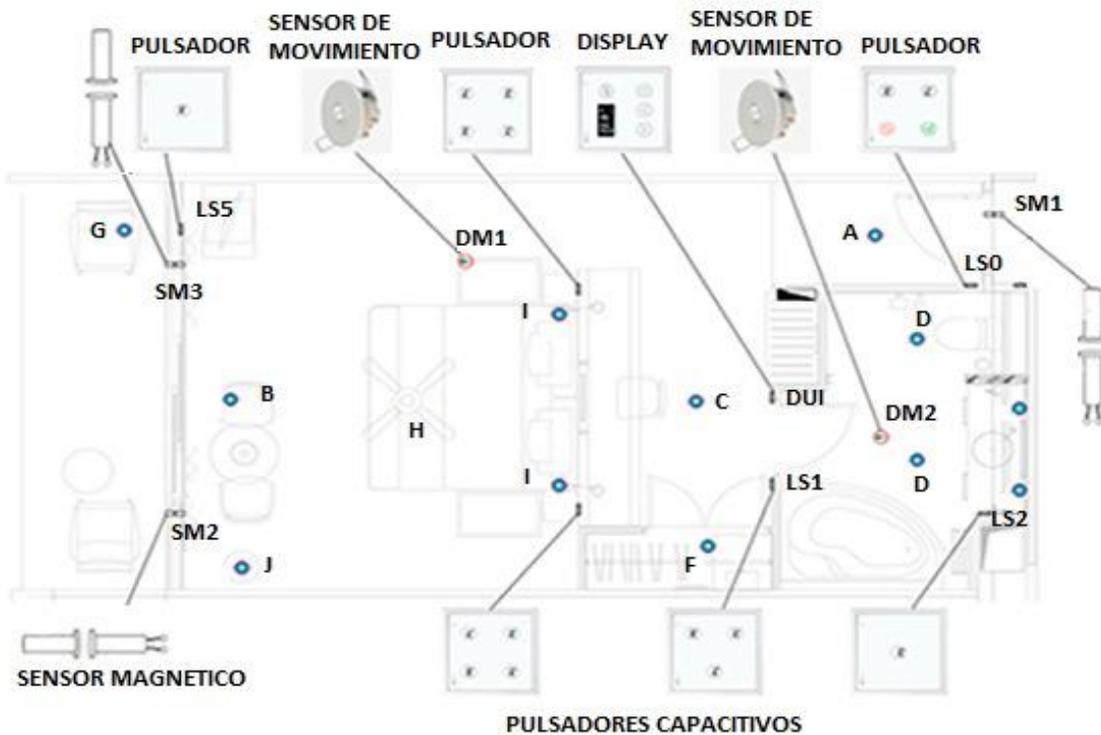
**Figura 3.** Estructura de software a nivel de instalación hotelera

La visualización mediante *dashboards* en Grafana debe permitir a la administración del hotel y el personal técnico tener una retroalimentación rápida del estado de las habitaciones, así como una agrupación lógica de las mismas ya sea por piso, bungalow u otra forma organizativa.

## Resultados y discusión

Tras el análisis realizado de las condiciones asociadas a las habitaciones hoteleras de la corporación Gaviota S.A. y los requerimientos establecidos para el diseño de la propuesta de solución domótica se realiza la siguiente propuesta de modificaciones a la estructura de control de las habitaciones. En la Figura 4 se muestra, como primer paso, como quedaría el despliegue de nuevos sensores e interfaces.





**Figura 4.** Estructura propuesta para habitación estándar hotelera basada en hardware abierto

Esta nueva arquitectura cubre los elementos que permitirán realizar una adecuada identificación de las escenas por las que discurre la habitación una vez que es ocupada por un huésped. Los nuevos sensores y actuadores deben permitir la obtención de un mayor número de información y controlar de manera más eficiente el uso de la energía.

Como segundo paso, la arquitectura de hardware para el sistema domótico a nivel de habitación (Figura 5) incluye la placa T3-S3 y los distintos elementos de hardware expuestos en la Figura 4. La estructura de interconexión se muestra en las Tabla 1 y 2.

Los elementos que componen el hardware seleccionado son comerciales con varios años en el mercado, por lo tanto, existen modelos para la casi totalidad de los mismos. Un paso sencillo de evaluación previo a la implementación es la simulación mediante algún software de diseño como: Proteus o KiCAD. Este último en particular debe permitir en un futuro cercano realizar un diseño personalizado del hardware, que debe reducir significativamente el volumen de la aplicación, su costo y aumentar su fiabilidad al reducir problemas de cableado. Es válido destacar que el costo total de los elementos involucrados en el diseño propuesto no supera los 120 USD, una fracción pequeña del costo de una implementación basada en PLC.



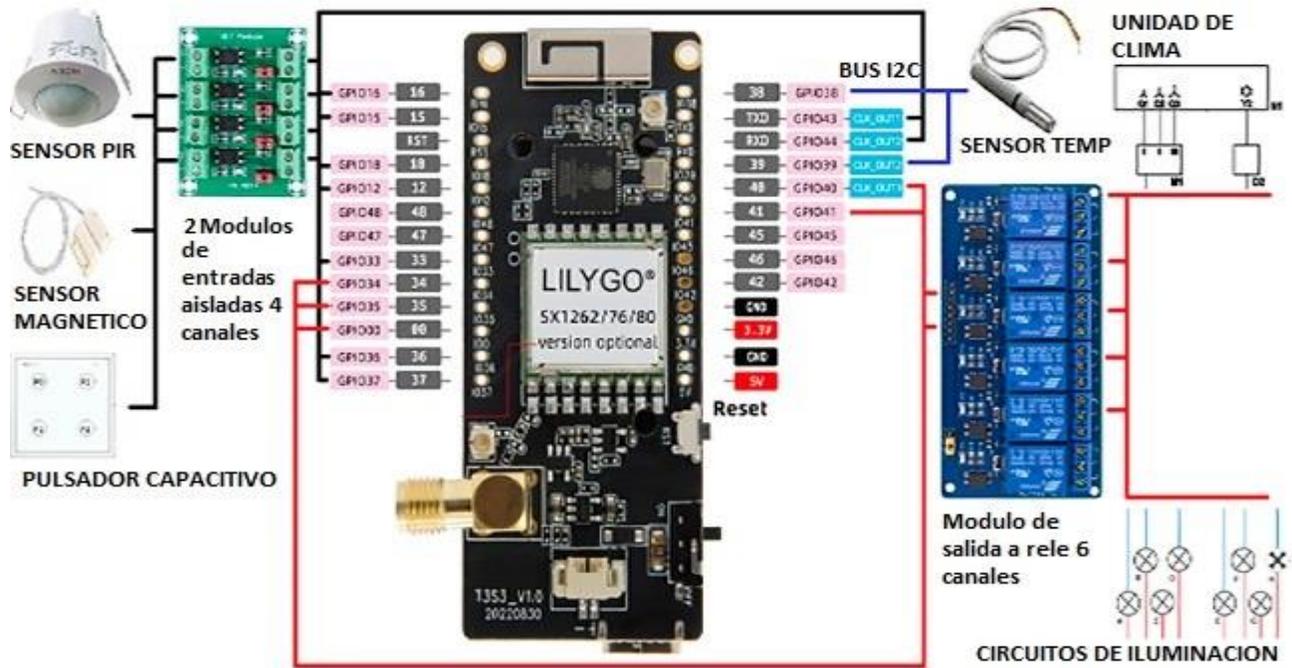


Figura 5. Estructura de hardware del sistema domótico a nivel de habitación

Tabla 1. Distribución de pines de entrada de control de la placa T3-S3 (RC)

Entrada RC	Asignación	PIN T3-S3	Identificación (Fig. 4)	Descripción
J2	Mov1	GPIO 37	DM1	Presencia de Huésped
J3	Mov2	GPIO 33	DM2	Presencia de Huésped
J1	DMag1	GPIO 18	SM1	Apertura/Cierre
J4	DMag2	GPIO 15	SM2	Apertura/Cierre
J6	T_H	GPIO 12		Temperatura y Humedad
J5	Pulsador_E1	GPIO 36	LS0	E2/E4
J7	Pulsador_E2	GPIO 16	LS3	E3/E5
J11	T_H_I2C	GPIO 38		Temperatura y Humedad
J12	R_I2C	GPIO 39		Reserva
J9	R_UART	GPIO 43-44		Reserva

El software a nivel local debe ser diseñado para que el cliente pueda establecer las distintas escenas descritas en la Figura 2, a través de los pulsadores (LS), como se muestra en la Tabla 2 y 3 o por programación para una hora predeterminada por el explotador:



- “Dormir”: Todo apagado.
- “Balizamiento”: Permanece una luz del baño encendida de modo tal que le sirva de guía si necesita levantarse en la noche.
- “Mucha Luz”: Pasillo más el Dormitorio completamente iluminado en la habitación.

**Tabla 2.** Distribución de pines de salida de control de la placa T3-S3 (RC)

Salida RC	Asignación	PIN T3-S3	Función	Identificación (Fig. 4)	Descripción
J18	CI1	GPIO 00	on/off de iluminación	A	Cono Pasillo
J16	CI2	GPIO 34	on/off de iluminación	B	Cono Dormitorio
J17	CI3	GPIO 35	on/off de iluminación	C	Cono Zona Escritorio
J20	ElectV	GPIO 40	Apertura/Cierre	D	Cono Baños
J19	FanC_UI	GPIO 41	On/Off	E	Cono Encimeras

**Tabla 3.** Distribución de pines de salida de control en función de las diferentes escenas.

Escena	Descripción	Salida RC		
		(J18)	(J16)	(J17)
E1	Bienvenida	Encender	Encender	Apagar
E2	Salida	Apagar	Apagar	Apagar
E3	Balizamiento	Apagar	Apagar	Encender
E4	Mucha Luz	Encender	Encender	Apagar
E5	Dormir	Apagar	Apagar	Apagar

El software a nivel de instalación hotelera incluye el desarrollo de las configuraciones de Node-Red (Figura 6), el bróker Mosquitto la inserción de datos en InfluxDB y su visualización posterior en Grafana. Esta estructura se validó inicialmente con datos simulados.

La base de datos en InfluxB se dividió entre los pisos de bungalow y las habitaciones del hotel. La base de datos está configurada para recibir el estado de “Ocupada” o no para la habitación, así como la información asociada a los sensores magnéticos, temperatura y humedad. El envío de datos se ha establecido cada 30 segundos, esto se considera un periodo de muestreo adecuado para la dinámica de las habitaciones. Siguiendo la estructura creada en InfluxDB, los *dashboard* de Grafana se dividieron por habitaciones como se muestra en la Figura 7, donde se muestra el formato de presentación final a los usuarios del sistema.



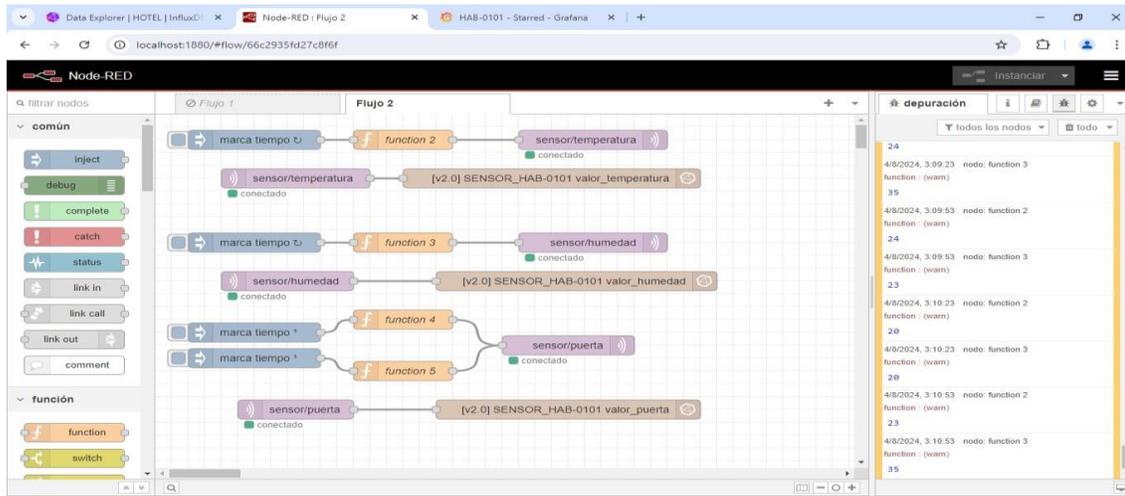


Figura 6. Ejemplo simulado de código asociado a una habitación en Node-Red.

El uso combinado de Node-RED, InfluxDB y Grafana permite desarrollar interfaces intuitivas e informativas para los supervisores del sistema. Node-RED facilita la integración y procesamiento de los datos adquiridos en tiempo real, mientras InfluxDB almacena de manera eficiente los datos históricos, lo que es ideal para registros de series temporales, que pueden ser usados para planificar mantenimientos o prever averías. Finalmente, Grafana ofrece las herramientas para visualizar estos datos mediante paneles interactivos y personalizados, lo que brinda al usuario un acceso claro a la información actualizada sobre el sistema, mejorando su capacidad para la toma de decisiones.

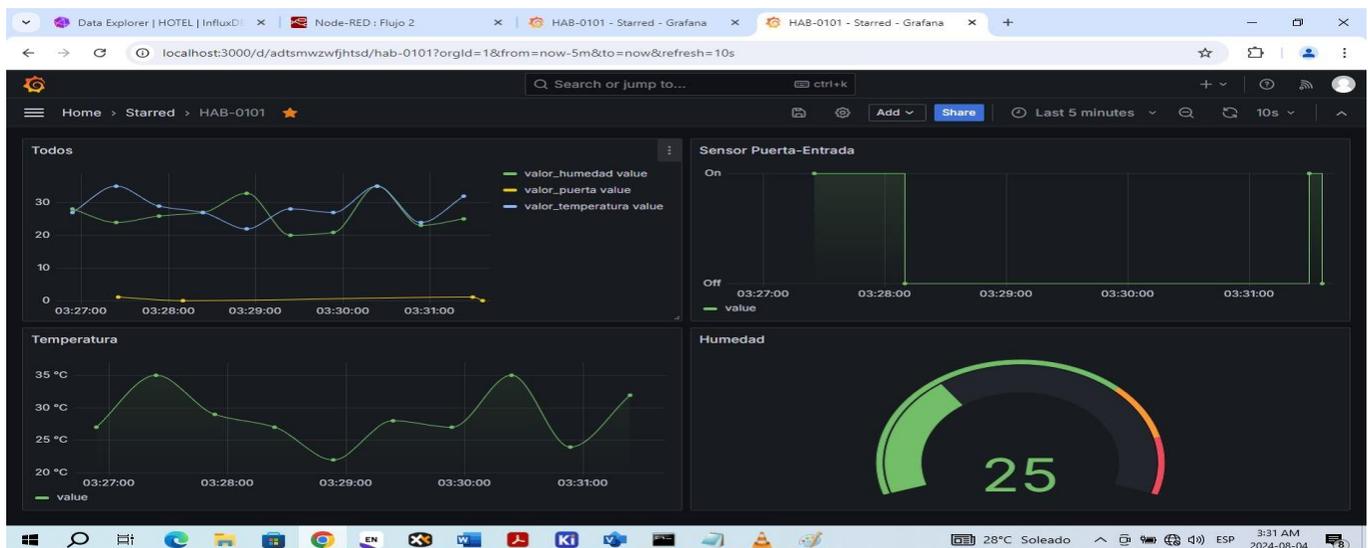


Figura 7. Dashboard de Grafana mostrando datos simulados de la habitación “0101”.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

## Conclusiones

El análisis realizado a lo largo de esta investigación demuestra que la elección de una solución domótica basada en hardware libre para hoteles resulta adecuada y pertinente. Permite flexibilidad en la configuración y escalabilidad del sistema, adaptándose a las necesidades específicas de cada instalación. Además, el uso de hardware libre reduce costos de implementación y mantenimiento, y al no depender de proveedores propietarios, fomenta la independencia tecnológica y la posibilidad de ajustes personalizados.

En conjunto, una arquitectura con herramientas de código abierto, como Node-RED, InfluxDB y Grafana, junto con una infraestructura de hardware libre, puede brindar a los hoteles una solución robusta, económica y adaptable, capaz de mejorar la eficiencia operativa y la experiencia del cliente mediante el monitoreo y control inteligente de los recursos.

La integración de Node-RED, InfluxDB y Grafana permite la creación de interfaces de usuario amigables, proporcionando a los usuarios un acceso claro y detallado a la información del sistema en tiempo real. Esta configuración mejora la capacidad de análisis y monitoreo, facilitando la toma de decisiones basada en datos precisos.

La presente investigación debe seguir encaminada al despliegue del prototipo diseñado en condiciones reales de operación. De ser exitoso el despliegue se debe trabajar en un hardware personalizado que agrupe los distintos elementos involucrados, aumentando la fiabilidad y reduciendo el volumen del producto final.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la corporación Gaviota S.A. y a la Empresa de Automatización Integral (CEDAI) por su aporte y soporte a la investigación. De igual forma agradecen el apoyo de la Academia Marítima de Amberes en la adquisición de varios de los elementos empleados en la investigación.

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

## Contribución de los autores

1. Conceptualización: Lean Saign Chiang-Rodriguez, Alain Martínez-Laguardia, Julio Rubén Cañizares-Abreu.
2. Curación de datos: Lean Saign Chiang-Rodriguez, Julio Rubén Cañizares-Abreu



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**  
(CC BY 4.0)

3. Análisis formal: Alain Martínez-Laguardia
4. Adquisición de fondos: Lean Saign Chiang-Rodriguez, Alain Martínez-Laguardia
5. Investigación: Lean Saign Chiang-Rodriguez, Alain Martínez-Laguardia, Julio Rubén Cañizares-Abreu
6. Metodología: Lean Saign Chiang-Rodriguez, Alain Martínez-Laguardia
7. Administración del proyecto: Lean Saign Chiang-Rodriguez, Alain Martínez-Laguardia, Julio Rubén Cañizares-Abreu
8. Recursos: Lean Saign Chiang-Rodriguez, Alain Martínez-Laguardia, Julio Rubén Cañizares-Abreu
9. Software: Lean Saign Chiang-Rodriguez
10. Supervisión: Alain Martínez-Laguardia
11. Validación: Alain Martínez-Laguardia, Julio Rubén Cañizares-Abreu
12. Visualización: Lean Saign Chiang-Rodriguez
13. Redacción – borrador original: Lean Saign Chiang-Rodriguez, Alain Martínez-Laguardia, Julio Rubén Cañizares-Abreu
14. Redacción – revisión y edición: Lean Saign Chiang-Rodriguez, Alain Martínez-Laguardia, Julio Rubén Cañizares-Abreu

## Financiamiento

Los autores expresan su agradecimiento por el apoyo financiero recibido del proyecto Global Minds 2022GMHVLHC106, una iniciativa de colaboración que involucra a todas las universidades flamencas de ciencias aplicadas y artes.

## Referencias

- DE, A., A. SAHA AND P. KUMAR. Role of Open Hardware and IoT in Home Automation: A Case Study. In *Advances in Computational Intelligence, Security and Internet of Things: Second International Conference, ICCISIoT 2019, Agartala, India, December 13–14, 2019, Proceedings 2*. Springer, 2020, p. 251-262.
- DEHNER, B. Open-source benefits for industrial controllers. *Control Engineering*, 2020, 67(5), 32-34.



- FLORES TOMALÁ, D. AND D. SÁNCHEZ ESPINOZA Sistema domótico por comando de voz basado en Arduino para personas con dificultades motrices. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 2022, 9(1), 101-109.
- GHOSH, M. Analysing Iot Automation Facilities In Hotel Rooms: Enhancing Guest Experience And Operational Efficiency. *Rajasthali Journal*, 2023, 2(4), 54-60.
- GRAVETO, V., T. CRUZ AND P. SIMÕES Security of Building Automation and Control Systems: Survey and future research directions. *Computers & Security*, 2022, 112, 102527.
- HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, E., R. A. GONZÁLEZ-RIVERO, O. SCHALM, A. MARTÍNEZ, et al. Reliability Testing of a Low-Cost, Multi-Purpose Arduino-Based Data Logger Deployed in Several Applications Such as Outdoor Air Quality, Human Activity, Motion, and Exhaust Gas Monitoring. *Sensors*, 2023, 23(17), 7412.
- HERNANDEZ-RODRIGUEZ, E., D. KAIRÚZ-CABRERA, A. MARTINEZ, R. A. GONZÁLEZ-RIVERO, et al. Low-Cost Portable System for the Estimation of Air Quality. In *The conference on Latin America Control Congress*. Springer, 2020, p. 287-297.
- KAIRUZ-CABRERA, D., D. GARCIA-GARCIA, A. BOSH-QUIRÓS, J. LEMUS-RAMOS, et al. Proposal of a programmable logic controller based on open hardware. *ITEGAM-JETIA*, 2023, 9(42), 41-47.
- KAIRUZ-CABRERA, D., V. HERNANDEZ-RODRIGUEZ, O. SCHALM, A. MARTINEZ, et al. Development of a Unified IoT Platform for Assessing Meteorological and Air Quality Data in a Tropical Environment. *Sensors*, 2024, 24(9), 2729.
- KHANNA, A. AND S. KAUR Internet of things (IoT), applications and challenges: a comprehensive review. *Wireless Personal Communications*, 2020, 114, 1687-1762.
- LOMBARDI, M., F. PASCALE AND D. SANTANIELLO Internet of things: A general overview between architectures, protocols and applications. *Information*, 2021, 12(2), 87.



- MARTINEZ, A., E. HERNANDEZ-RODRÍGUEZ, L. HERNANDEZ, O. SCHALM, et al. Design of a low-cost system for the measurement of variables associated with air quality. *IEEE Embedded Systems Letters*, 2022, 15(2), 105-108.
- NUÑEZ, J., B. TORRES, I. BENÍTEZ, C. B. MILANÉS, et al. Tools for the Implementation of an Inmotic System in the Imperial Hotel in Santiago de Cuba, Cuba. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing, 2021, vol. 1154, p. 012004.
- PÉREZ FERNÁNDEZ, L. M., A. V. ACOSTA CORZO, A. RODRÍGUEZ RAMOS AND L. M. RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ Diseño de un sistema domótico basado en plataformas de hardware libre. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 2022, 43, 47-61.
- QUINTANA BÉJAR, H. Planificación y Diseño de una Instalación Domótica Real mediante el uso del Protocolo KNX. *Industriales*, 2021.
- ROJAS, C., G. CHANCHÍ AND K. VILLALBA Propuesta de una Arquitectura IoT para el control domótico e inmótico de edificaciones. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 2020, (E27), 28-40.
- SETZ, B., S. GRAEF, D. IVANOVA, A. TIESSEN, et al. A comparison of open-source home automation systems. *IEEE access*, 2021, 9, 167332-167352.
- SHARMA, U. AND D. GUPTA. Analyzing the applications of internet of things in hotel industry. In *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2021, vol. 1969, p. 012041.
- SOBIN, C. A survey on architecture, protocols and challenges in IoT. *Wireless Personal Communications*, 2020, 112(3), 1383-1429.
- STANKOV, S. P. BUILDING MANAGEMENT-MODERN TENDENCIES. *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara*, 2023, 21(1), 71-78.
- STOLOJESCU-CRISAN, C., C. CRISAN AND B.-P. BUTUNOI An IoT-Based Smart Home Automation System. *Sensors*, 2021, 21(11), 3784.



TAIWO, O. AND A. E. EZUGWU Internet of things-based intelligent smart home control system. *Security and Communication Networks*, 2021, 2021, 1-17.

WYNN, M. AND P. JONES IT strategy in the hotel industry in the digital era. *Sustainability*, 2022, 14(17), 10705.

YAR, H., A. S. IMRAN, Z. A. KHAN, M. SAJJAD, et al. Towards smart home automation using IoT-enabled edge-computing paradigm. *Sensors*, 2021, 21(14), 4932.

