

IoT laser alarm system

Sistema de alarma láser IoT

Dario Fernando Yépez Ponce^{1*} , Esther Fidelina Gallón Gracia² , Héctor Mauricio Yépez Ponce³ 

^{1*} Instituto Superior Tecnológico "Luis Tello", Ecuador. dfyp1991@gmail.com

^{2*} Instituto Superior Tecnológico "Luis Tello", Ecuador. gallosesther1993@gmail.com

^{3*} Ardu Tech. Ecuador. mauroyopez32@gmail.com

Citación: Yépez, D; Gallón, E; Yépez,

H. "Sistema de alarma láser IoT".

I + T + C Investigación, Tecnología y Ciencia. Vol 1. Num. 16. 2022.

Nota del editor: Sello editorial Unicomfauca se mantiene neutral con respecto a los reclamos derivados de los resultados de este artículo.



Derechos de autor: © 2022 por los autores. Presentado para posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY NC SA) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es_ES)

Resumen: En los últimos años, la tecnología en seguridad ha ido evolucionando, permitiendo tener el control sin la necesidad de estar presente. En este contexto, se desarrolló un sistema de alarma láser con IoT empleando software y hardware libre para el taller de electrónica del ST "Eloy Alfaro". Se inició indagando las diferentes soluciones de seguridad vigentes en el mercado, analizando sus ventajas y desventajas para establecer el funcionamiento más adecuado para el sistema de alarma láser con IoT. El sistema puede ser activado/desactivado desde la plataforma Thingier.io y está conformado por un láser HW-483 (emisor), un sensor KY-008 (receptor) y espejos para realizar un sensado no lineal y así incrementar el rango de cobertura. Al interrumpir el haz de luz, el sistema activa una alarma y envía una notificación por correo electrónico al usuario para alertarle de la intrusión. El sistema desarrollado, es de bajo costo e ideal para la seguridad de zonas cerradas y para garantizar un funcionamiento ininterrumpido del sistema, el mismo se encuentra conectado un sistema de energía solar.

Palabras clave: Alarma IoT; Alarma láser; Láser con IoT; Seguridad láser; Seguridad IoT.

Abstract: In recent years, security technology has been evolving allowing to have control without the need to be present. In this context, a laser alarm system with IoT was developed using free software and hardware for the electronics workshop of the ST "Eloy Alfaro". We started by investigating the different security solutions available in the market, analyzing their advantages and disadvantages to establish the most appropriate operation for the laser alarm system with IoT. The system can be activated/deactivated from the Thingier.io platform and consists of an HW-483 laser (emitter), a KY-008 sensor (receiver) and mirrors for non-linear sensing to increase the range of coverage. When the light beam is interrupted, the system triggers an alarm and sends an e-mail notification to the user to alert him of the intrusion. The developed system is low cost and ideal for the security of enclosed areas and to ensure uninterrupted operation of the system, it is connected to a solar power system.

Keywords: IoT alarm; IoT laser alarm; IoT laser; IoT laser security; IoT security.

1. Introducción

En los últimos meses, la inseguridad en la ciudad de Esmeraldas ha crecido notablemente debido a múltiples factores (desempleo, falta de guardianía, pandemia, entre otros). Día a día se puede ver, oír y/o leer en los medios de comunicación como personas, entidades públicas y privadas han sufrido algún tipo de robo. En el sur de la

ciudad de Esmeraldas, varias unidades educativas han sido blanco de la delincuencia esencialmente por la falta de guardias de seguridad permanentes en estos establecimientos y por la falta de implementación de sistemas de alarmas; entre lo sustraído destacan equipos de cómputo y materiales tecnológicos (computadoras, proyectores, impresoras, entre otros), los robos bordean una pérdida aproximada de \$20000 dólares para el estado [1].

En [2], mencionan que América Latina es una de las regiones con más altos índices de violencia y delincuencia en el mundo, situación que afecta el libre ejercicio de los seres humanos y se convierte en un obstáculo para el desarrollo socioeconómico de la región. La seguridad, sin duda alguna, es el factor principal para que el ser humano viva en armonía con la comunidad que le rodea; alrededor del mundo, pequeñas y grandes instituciones buscan la manera de incrementar la seguridad en sus negocios u hogares, es por esta razón; que a menudo se crean dispositivos para salvaguardar la prosperidad de una entidad o de un individuo.

En la India en el 2017, desarrollaron un sistema de seguridad para el hogar usando internet de las cosas, el cual notifica a los dispositivos inteligentes de los usuarios de un intento de intrusión consiguiendo la disminución significativa de robos [3]. En el 2019, en la Universidad Politécnica de Cartagena implementaron un sistema de alarma IoT basado en tecnologías Open Source, con el cual aparte de mejorar la seguridad, permitió la creación de diferentes plataformas IoT [4]. En la ciudad de Guayaquil en el 2015, en una fundación salesiana desarrollaron e implementaron un sistema de monitoreo y control telemétrico, una vez más dejando resultados positivos en cuanto a la disminución de robos [5].

En la ciudad de Esmeraldas se encontró que se han desarrollado dos proyectos orientados a la seguridad con tecnologías no convencionales, el primero es un dispositivo de monitoreo basado en el internet de las cosas implementado en el barrio 20 de noviembre, el cual activa una alarma comunitaria [6] y el segundo, es un sistema de acceso con identificación por radio frecuencia para el ingreso y salida del personal administrativo, docentes y estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Eloy Alfaro [7].

Para [8], el Internet de las Cosas (IoT) hace referencia, a una tecnología basada en la conexión de objetos cotidianos a internet, los cuales intercambian, agregan y procesan información sobre su entorno físico para suministrar servicios a usuarios finales.

Con base en esta premisa, se desarrolló un sistema de alarma láser con Internet de las Cosas (IoT), el cual incrementa la seguridad del taller de electrónica del instituto. El sistema de alarma láser está conformado de: a) una placa microcontrolada NodeMCU ESP8266, la cual fue programada en el software IDE Arduino; b) un emisor y receptor láser que junto a espejos permiten realizar un sensado no lineal y; c) una interfaz desarrollada en la plataforma Thingier.io, desde la cual se activa/desactiva el sistema. El sistema envía notificaciones a un correo electrónico que previamente es registrado por el usuario para alertarle en caso de intrusiones. Además; el sistema de alarma láser con IoT funciona de manera ininterrumpida, debido a que se encuentra conectado al sistema de energía solar del instituto garantizando así su funcionamiento continuo.

El documento está organizado de la siguiente manera: la Sección 1 habla sobre la introducción y una revisión detallada del enfoque del artículo, los materiales y los métodos usados para implementar el sistema propuesto son detallados en la Sección 2. En la Sección 3 se da a conocer los resultados experimentales alcanzados y la validación del proyecto; mientras que en la Sección 4 se presenta la discusión. Finalmente, las conclusiones son dadas a conocer en la Sección 5.

2. Materiales y métodos

El sistema propuesto fue desarrollado basado en el método hipotético-deductivo y experimental propuesto por Tómalá [9]. El desarrollo del sistema de alarma láser con IoT, estuvo constituido por tres etapas: 1) la fundamentación teórica, 2) el desarrollo del

sistema tanto en hardware como en software y 3) la validación del sistema mediante la técnica de evaluación por expertos.

2.1 Estructura del sistema de alarma láser con IoT

La Figura 1, muestra cómo está estructurado el funcionamiento del sistema de alarma láser con IoT instalado en el taller de electrónica del instituto. El sistema cuenta con una central de alarma que está conformada por la placa microcontrolada NodeMCU ESP8266, el emisor HW-483, el receptor KY-008 y una sirena de 12V. Para su funcionamiento la central de la alarma se conecta a internet por medio de un modem que cuentan con acceso a internet; el sistema puede ser controlado remotamente desde la plataforma IoT Thinger.io disponible tanto para ordenadores como para dispositivos móviles.

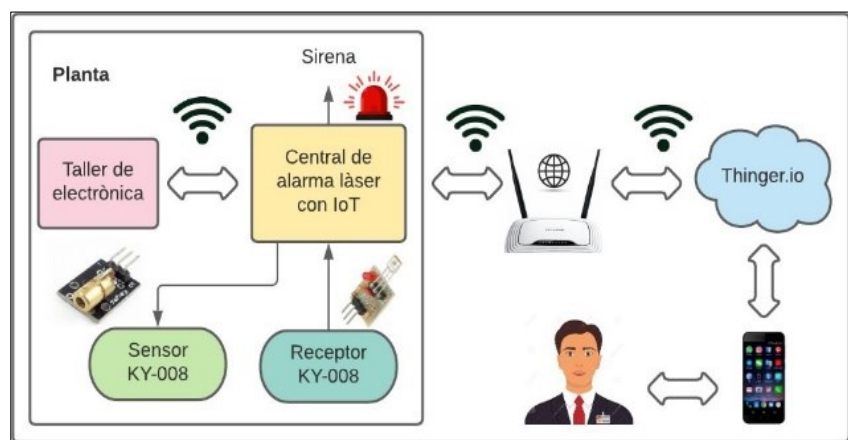


Figura 1: Estructura del sistema de alarma láser con IoT.

2.2 interconexión del sistema de alarma láser con IoT

Para la elaboración del esquemático del sistema de alarma láser con IoT, se usó el software de código abierto Fritzing. En la Figura 2, se puede observar la interconexión entre los diferentes dispositivos electrónicos. En el sistema se incorporó un módulo step down para asegurar el nivel de voltaje máximo soportado por la placa NodeMCU ESP8266, el láser, el receptor, un indicador luminoso (led) y un acústico (buzzer) para comprobar el funcionamiento lógico del sistema y; un módulo relé para la parte de potencia en la cual el usuario podrá conectar hasta dos dispositivos que alerten de la intrusión.

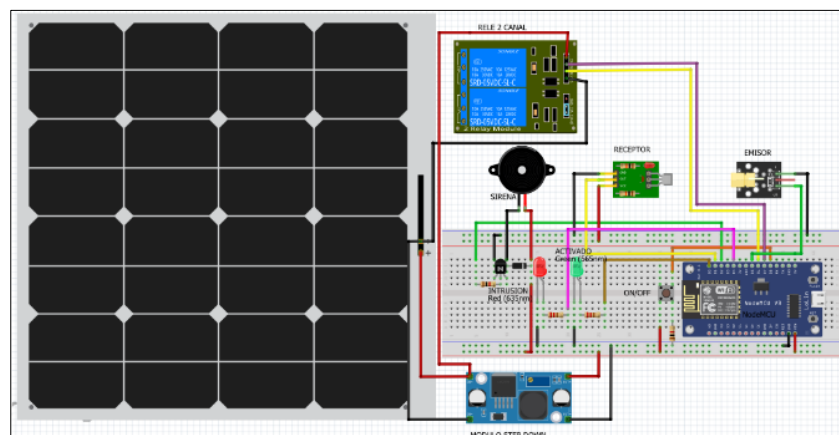


Figura 2: Interconexión del sistema de alarma láser con IoT.

En la Tabla 1, se presentan las características principales del convertidor DC-DC usado como regulador de voltaje de alimentación para la placa NodeMCU. Este módulo le da robustez al sistema debido a la sensibilidad de la placa NodeMCU en el voltaje de entrada.

Tabla 1. Características del módulo Step down.

Step down LM2596	
Voltaje de entrada	4.5V a 40V DC
Voltaje de salida	1.2V a 37V DC
Corriente de Salida	Máximo 3A
Eficiencia de conversión	92%
Frecuencia de Trabajo	150KHz

Fuente: [10].

Las características más relevantes de la placa microcontrolada NodeMCU ESP8266 LoLin V3, son presentadas en la Tabla 2. Esta placa es *open source*, de bajo costo y cuenta con conexión WiFi. Puede ser programada en varios lenguajes de programación entre ellos IDE Arduino, Lua, MicroPhyton, otros.

Tabla 2. Características de la placa NodeMCU ESP8266 LoLin V3.

NodeMCU ESP8266 LoLin V3	
Módulo	ESP8266
Memoria Flash	4MB
Módulo WiFi	2.4 GHz
Pines digitales GPIO	17
Voltaje de Alimentación (USB)	5V
Voltaje de funcionamiento	3.3 V

Fuente: [11].

Las especificaciones del láser HW-483 se pueden ver en la Tabla 3, el sensor es el encargado de emitir el haz de luz que se refleja en los espejos consiguiendo un sensado no lineal en zigzag.

Tabla 3. Características del láser HW-483.

Láser HW-483	
Voltaje de funcionamiento	5 V
Longitud de onda de la fuente	650 nm
Corriente	40 mA
Alcance máximo	1 m

Fuente: [12].

En la Tabla 4, se presentan las características del sensor receptor KY-008. El receptor es colocado en la misma línea vertical, pero a diferente altura del sensor láser.

Tabla 4. Características del receptor KY-008.

Receptor KY-008	
Voltaje de operación	5V
Salida digital	TTL
Salida de nivel alto	5V
Salida de nivel bajo	0V

Fuente: [13].

La Tabla 5, da a conocer las características del módulo relé de dos canales. El módulo empleado permite activar hasta dos sirenas de 12V para alertar de la intrusión al usuario. En el proyecto se ocupó una baliza para que a la vez que emite el ruido también emita una alerta visual.

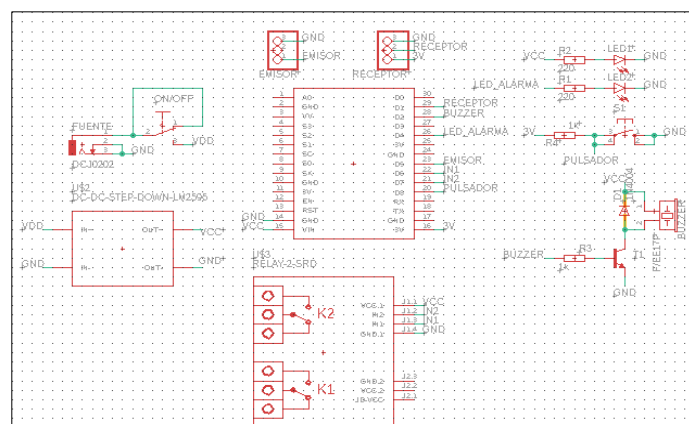
Tabla 5. Características del módulo relé.

Módulo relé	
Voltaje de la bobina (relé)	5V
Corriente de activación por relé	15mA~20mA
Corriente de operación	10A
Voltaje de operación	250VAC/30VDC
Canales	2

Fuente: [14].

2.2 PCB 2D y 3D del sistema de alarma láser con IoT.

Para la elaboración de la PCB del sistema de alarma láser con IoT, se usó el software Eagle y Fusión 360. En la Figura 3, se presenta el esquemático del sistema; mientras que en la Figura 4 se indica el diseño de la PCB y finalmente; en la Figura 5 se puede observar el diseño 3D de la PCB del sistema desarrollado.

**Figura 3:** Esquemático del sistema de alarma láser con IoT.

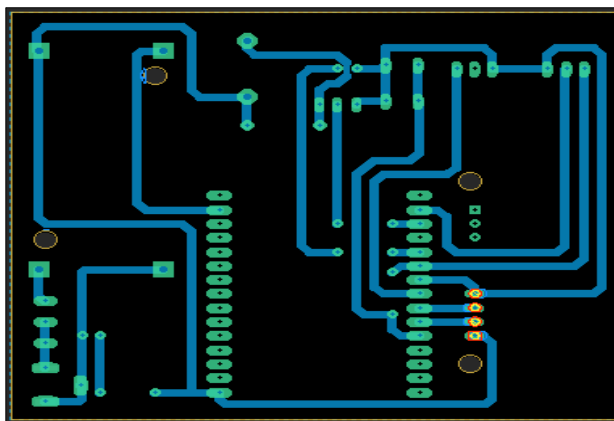


Figura 4: Diseño de la PCB del sistema de alarma láser con IoT.

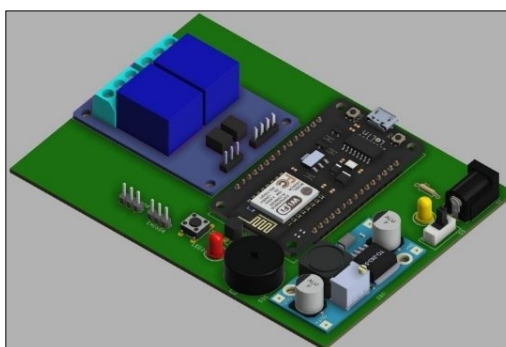


Figura 5: Diseño 3D del sistema de alarma láser con IoT.

El case para el sistema de alarma láser con IoT, se lo elaboró en el software de diseño SolidWorks para su posterior impresión en 3D como se puede observar en la Figura 6.

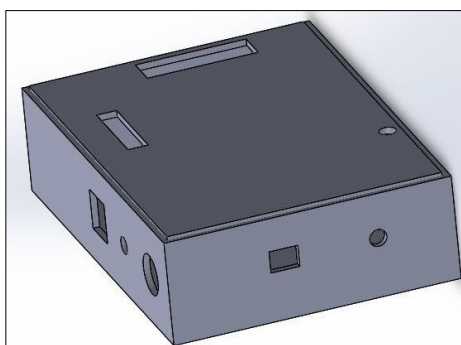


Figura 6: Diseño 3D del case del sistema de alarma láser con IoT.

2.3 Diagrama de flujo del sistema de alarma láser con IoT

En la Figura 7, se puede ver el diagrama de flujo del funcionamiento del sistema de alarma láser con IoT. El mismo fue utilizado para realizar la programación del sistema en el IDE Arduino y para verificar su correcto funcionamiento.

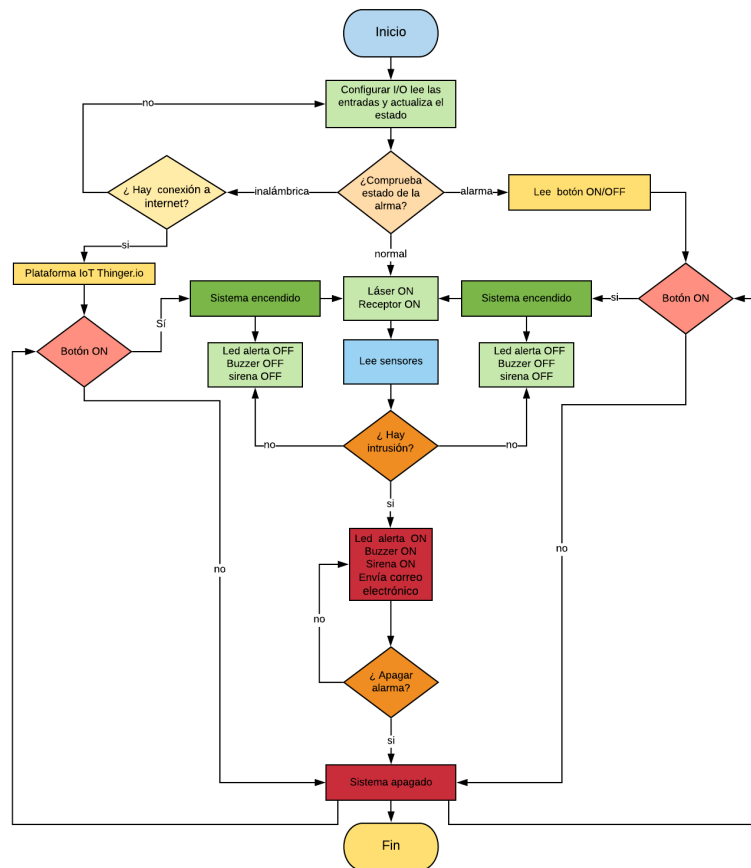


Figura 7: Diagrama de flujo del sistema de alarma láser con IoT.

2.4 Programación del sistema

Para [15], las ventajas de usar el IDE Arduino para programar las placas NodeMCU ESP8266, es que este lenguaje es una plataforma con la que se puede compartir código entre diferentes placas y posee una gran cantidad de librerías que facilitan el desarrollo de sistemas embebidos. Por esta razón la programación se la desarrollo en el software de código abierto IDE Arduino y en la Figura 8, se presenta una parte del código del programa desarrollado. La versión empleada para el desarrollo del presente proyecto fue la 1.8.13.

```

IoT_alerta_2 Arduino 1.8.13
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

IoT_alerta_2
#include "Arduino.h"
#include <EmailSender.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ThingyESP8266.h>
#define USERNAME "ISTEA"
#define DEVICE_ID "NodeMCU"
#define DEVICE_CREDENTIAL "qipFB80@nAni66wd"
#define boton_2 15//D8// Pin de señal de entrada
#define botton A0// Pin de señal de entrada del e
const int receiverPin = 5; // D1/// Pin de señal
const int buzzerPin = 4; // D2/// Pin de señal
const int laserPin = 14; // D5/// Pin de señal d
const int rele_1 = 12; // D6// Pin de señal de s
//const int rele_2 = 13; // D7// Pin de señal de
ThingyESP8266 thing(USERNAME, DEVICE_ID, DEVICE_
int receiverState = 0;
int estado = 0;

```

Figura 8: Programación del sistema de alarma láser con IoT.

2.5 Plataforma IoT

Teniendo en cuenta las palabras empleadas por [16], la plataforma Thingier.io se encarga de dar soporte a las siguientes placas: Arduino, ESP8266, Raspberry Pi o Intel Édison. Dispone de librerías en el repositorio oficial de Arduino y una consola de administración bastante potente donde se pueden gestionar y geo localizar los objetos conectados; por ello fue usada para enlazar a la placa NodeMCU ESP8266 y desde la misma accionar remotamente el sistema implementado.

2.6 Técnica de prueba de los tres jueces

En [17], se sugiere que para evaluar un proyecto experimental se debe aplicar la técnica los tres jueces, la misma emplea un instrumento con formato estructurado que recolecta información relevante del proyecto.

Los tres jueces o expertos se encargaron de evaluar y validar el proyecto a través de cinco ítems valorado según la siguiente escala: 1 = Deficiente, 2 = Regular, 3 = Bueno, 4 = Muy Bueno y 5 = Excelente.

Es una técnica cuantitativa que se basa en el coeficiente de proporción de rango (CPR), dependiendo el valor del CPR se valida una de las dos hipótesis:

- Si el $CPR > 0.75$ se da como validado al proyecto experimental.
- Si el $CPR \leq 0.75$ el proyecto experimental debe ser mejorado.

3. Resultados

El código del sistema implementado, el enlace de la plataforma IoT y el video del funcionamiento se encuentran disponibles en el siguiente repositorio digital: <https://github.com/Esther27-art/SISTEMA-DE-SEGURIDAD-CON-IOT>

Una vez desarrollado el sistema y la programación, se realizaron varias pruebas para comprobar su funcionamiento y depurar errores.

3.1. Pruebas de funcionamiento

En la Figura 9, se puede observar que la placa microcontrolada NodeMCU se encuentra en línea con la plataforma IoT, desde la cual se puede controlar el sistema de manera remota.

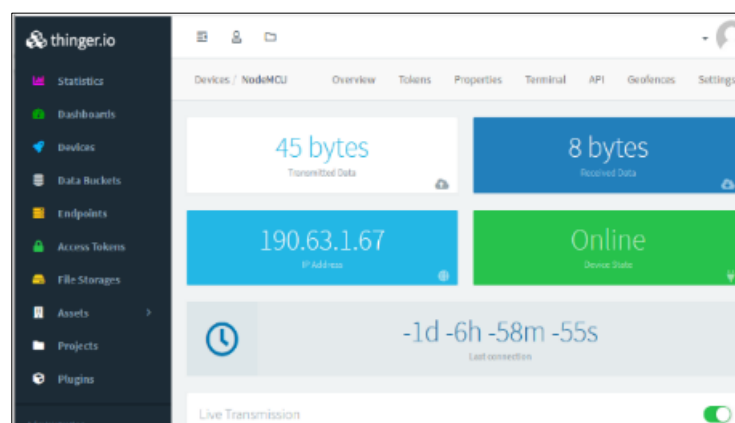


Figura 9: Placa microcontrolada NodeMCU en línea con Thingier.io.

Desde la plataforma IoT Thingier.io, se desactiva el sistema como se visualiza en la Figura 10. El led de color amarillo indica que el sistema está apagado.

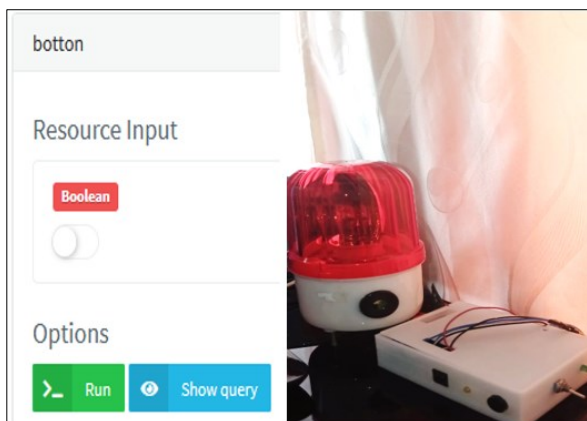


Figura 10: Sistema de alarma láser apagado.

La Figura 11, muestra que el sistema fue activado. El led amarillo está encendido.

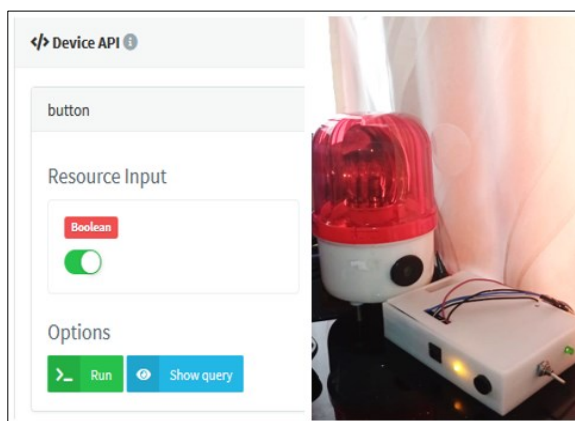


Figura 11: Sistema de alarma láser encendido.

En la Figura 12, se emula una intrusión para verificar que la baliza se active.



Figura 12: Sistema activado.

El sistema desarrollado aparte de ser activado y desactivado desde cualquier parte del mundo desde la plataforma IoT, envía una notificación de alerta vía correo electrónico al usuario en la que alerta de la intrusión como se puede ver en la Figura 13.

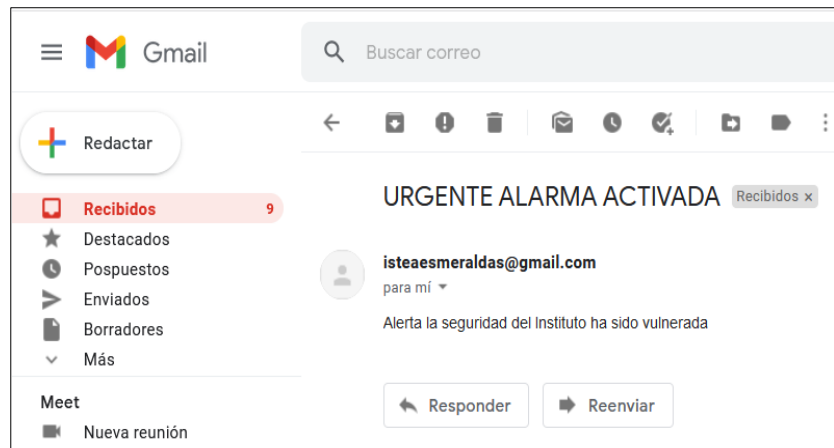


Figura 13: Alerta de intrusión al correo electrónico.

3.2. Resultado de la prueba de los tres jueces

La prueba de la técnica de los jueces, fue realizada por tres ingenieros mecánicos con experiencia en el tema de investigación y desarrollo de proyectos tecnológicos. El instrumento que se facilitó a los jueces se puede ver en la Tabla 6.

Tabla 6. Instrumento para la valoración de los jueces.

Ítem	Descripción
1	El sistema de alarma láser envía notificaciones al correo electrónico en caso de intrusiones.
2	El sistema de alarma láser se puede encender o apagar de modo manual o automático mediante la plataforma Thinger.io.
3	El sistema de alarma láser se mantiene activo en caso de intrusión.
4	El sistema de alarma láser es sensible ante intrusiones.
5	El sistema de alarma láser cubre un área el censado utilizando un solo sensor emisor y receptor.

En la Tabla 7, se detalla la calificación obtenida por cada ítem y la tabulación de los resultados de la evaluación de los tres jueces. En la cual r_i representa la sumatoria de los rangos por cada ítem, PR_i el promedio de rango por cada ítem y PpR_i es la proporción de rango por cada ítem.

Tabla 7. Tabulación de resultados obtenidos por la prueba de los tres jueces.

Validez de contenido por el método del coeficiente de proporción de rango						
Ítems	Juez 1	Juez 2	Juez 3	r_i	PR_i	PpR_i
1	5	5	5	15	5.00	1.00
2	5	5	5	15	5.00	1.00
3	5	5	5	15	5.00	1.00
4	5	5	5	15	5.00	1.00
5	5	5	5	15	5.00	1.00
CPR						1.00

El CPR arrojó un valor mayor a 0.75, lo que validó la primera hipótesis; dando como resultado la validación del trabajo experimental.

4. Discusión

En el trabajo realizado por [3], se desarrolló un sistema de seguridad para el hogar usando Internet de las Cosas, en el cual para la detección y el envío de alertas se empleó la tecnología GSM y cámaras de alta gama, convirtiéndose en un método de detección de intrusión de buena calidad, pero a su vez costoso; a diferencia del sistema de alarma láser con IoT implementado que envía las alertas de intrusión mediante la placa NodeMCU ESP8266 que es un sistema embebido de bajo costo y muy sensible ante intrusiones.

En [5], desarrollaron e implementaron un sistema de monitoreo y control telemétrico para brindar seguridad a la fundación salesiana, para la detección de intrusos utilizaron contactos magnéticos ubicados estratégicamente en las puertas, un sensor de movimiento, un microcontrolador PIC18F4550, un modem GSM para el envío de alertas y; el control telemétrico del sistema lo manipulaban remotamente desde un ordenador mediante el programa TeamViewer; a diferencia de la metodología empleada para la ubicación de los contactos magnéticos, en el sistema implementado se lo realizó mediante un láser HW-483, un receptor KY-008 y espejos lo que se logró un sensado no lineal como se muestra en la Figura 17, y para accionar el sistema de manera remota se usó la plataforma IoT Thinger.io.

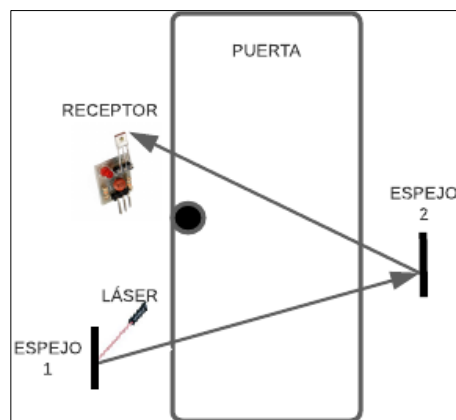


Figura 17: Sensado no lineal del sistema de alarma láser con IoT.

5. Conclusiones

Una vez realizada la investigación bibliográfica se pudo determinar que el sistema de alarma láser con IoT es un sistema económico, novedoso y modular con respecto a los sistemas comerciales existentes en el mercado. El sistema se puede accionar de manera inalámbrica desde la plataforma de código abierto IoT Thinger.io, la cual es amigable, escalable y compatible con la placa microcontrolada NodeMCU ESP8266 por medio del lenguaje de programación IDE Arduino. Las conexiones de los diferentes componentes electrónicos y el diseño esquemático general del sistema se lo realizaron en el software de código abierto Fritzing, el cual contribuyó para el armado y la detección de fallos del sistema.

Para el correcto funcionamiento del sistema se debe emplear las librerías: ESP8266WiFi.h (Conectar el sistema a una red WiFi), ThingerESP8266.h (Vincular la NodeMCU con la plataforma IoT) e EmailSender.h (Enviar las alertas al correo electrónico). La PCB del sistema de alarma láser con IoT fue diseñada en el software de diseño y fabricación de circuitos impresos PCB Eagle y para el diseño 3D del case se empleó el software SolidWorks.

Se consiguió cubrir una mayor área empleando para el sensado, espejos colocados en zigzag, de tal modo se empleó un solo emisor y receptor láser. Luego de realizar varias pruebas de funcionamiento en el protoboard, se logró obtener un correcto funcionamiento del sistema propuesto el cual fue valorado por tres jueces expertos que poseen el título de Ingenieros en Mecatrónica. El resultado de la prueba de los tres jueces expertos arroja un CPR igual a 1.00, valor que valida el dispositivo tecnológico.

Contribuciones de autor: Conceptualización, Esther Gallón y Fernando Yépez; metodología, Esther Gallón y Fernando Yépez; software, Esther Gallón y Héctor Yépez; validación, Fernando y Héctor Yépez; análisis formal, Fernando Yépez; investigación, Esther Gallón, Fernando y Héctor Yépez; recursos, Esther Gallón; redacción — preparación del borrador original, Esther Gallón; redacción: revisión y edición, Fernando y Héctor Yépez; visualización, Héctor Yépez; supervisión, Fernando Yépez.

Fondos: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- [1] La Hora, "Robos Sistemáticos afectan la educación," *La Hora*, p. 28, Nov. 12, 2019.
- [2] C. Cedeño and M. Quiroz, "Control de acceso por medio de cámaras y sensores en la empresa Melproyect de la ciudad de Portoviejo," Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, 2015.
- [3] A. Anitha, "Home security system using internet of things," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 263, no. 4, 2017, doi: 10.1088/1757-899X/263/4/042026.
- [4] A. Cobos, "Diseño e implementación de una arquitectura IoT basada en tecnologías Open Source.," Universidad de Sevilla, 2016.
- [5] A. Aviles and K. Cobeña, "Diseño e implementación de un sistema de seguridad a través de cámaras, sensores y alarma, monitorizado y controlado telemétricamente para el centro de acogida 'patio mi pana' perteneciente a la fundación proyecto salesiano," Universidad Politécnica Salesiana, 2015.
- [6] W. Mecía, "Dispositivo de monitoreo basado en el internet de las cosas que obtenga evidencias de lo que acontece en el barrio 20 de noviembre de la ciudad Esmeraldas y genere una alarma de alerta en el mismo," Pontificie Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, 2018.
- [7] D. F. Yépez, H. M. Yépez, and E. A. Proaño, "Access with Identification Technology by Radio Frequency for the Eloy Alfaro Higher Technological Institute," *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 1277, pp. 53–64, Jun. 2020, doi: 10.1007/978-3-030-60467-7_5.
- [8] S. Mora, "Entendiendo el Internet de las Cosas," *Investig. TEC*, vol. 0, no. 24, pp. 22–23, 2015, [Online]. Available: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/investiga_tec/article/view/2381/2169.
- [9] O. Tomala, "Métodos e instrumentos de investigación." <https://sites.google.com/site/misitioweboswaldotomala2016/home/recoleccion-de-datos-cuantitativos/metodos-e-instrumentos-de-investigacion>.
- [10] Naylamp Mechatronics, "Convertidor Voltaje DC-DC Step-Down 3A LM2596." <https://naylampmechatronics.com/conversores-dc-dc/196-convertidor-voltaje-dc-dc-step-down-3a-lm2596.html> (accessed Sep. 13, 2021).
- [11] Arduino a Muete, "ESPxx/NodeMCU." <http://arduinoamuete.blogspot.com/>.
- [12] Star International, "HW-483 Laser Head Sensor Transmitter Module Board 5V for Arduino." <http://electronicspanga.com/shop/hw-483-laser-head-sensor-transmitter-module-board-5v-for-arduino/>.
- [13] SDielect, "Módulo de sensor de receptor láser KY-008." <https://ssdielect.com/en/opticos/175-md-receptor-laser.html>.
- [14] Vistrónica, "Módulo relé de 2 canales." <https://www.vistronica.com/potencia/modulo-rele-de-2-canales-detail.html>.
- [15] Panama Hitek, "ESP8266 y NodeMCU: la nueva generación de sistemas embebidos."

<http://panamahitek.com/esp8266-y-nodemcu-la-nueva-generacion/>.

- [16] Programafacil.com, "Proyectos IoT con Arduino, análisis de las plataformas más importantes."
<https://programafacil.com/podcast/proyectos-iot-con-arduino/>.
- [17] T. Ramírez, *Cómo hacer un proyecto de Investigación*. Caracas: Editorial Panapo, 2010.