BOLETÍN DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD Privada DR. RAFAEL BELLOSO CHACÍN

Facultad de Ingeniería. Edición No. VI. Año: 2026



SISTEMA AUTOMATIZADO DE SEGURIDAD PARA EL MONITOREO Y CONTROL EN LOCALES COMERCIALES DE MARACAIBO EDO. ZULIA.

Realizado por:

Ing. Víctor Álvarez / Correo: alvarezvictor352@gmail.com
Código Orcid: https://orcid.org/0009-0009-8478-6752

Ing. Erlis Medina/ Correo: alessandramb0808@gmail.com
Código Orcid: https://orcid.org/ 0009-0008-7099-7551

Ing. Luis Quevedo / Correo: quevedo.luis.saj@gmail.com
Código Orcid: https://orcid.org/0009-0005-3083-0173

Tutor Académico:

M.Sc. Junior Alejandro González Ruiz Correo: jagonzalez9@urbe.edu.ve
Código Orcid: https://orcid.org/0009-0000-8140-0206

Tutor Metodológico:

M.Sc. Jorge Torrealba Correo: jorge.torrealba@urbe.edu.ve
Código Orcid: https://Orcid.org/000-001-9605-0413

En el panorama socioeconómico contemporáneo, la preservación de la integridad patrimonial y humana constituye un desafío multidimensional para el sector terciario, donde la mitigación de riesgos delictivos se cruza directamente con la necesidad de garantizar la sostenibilidad de las actividades mercantiles. En este sentido, en el contexto global actual, la seguridad en los locales comerciales se ha convertido en una preocupación crítica debido al incremento sostenido de amenazas, delitos y actos de vandalismo, lo cual impulsa la búsqueda de soluciones tecnológicas avanzadas orientadas a la protección de activos, mercancías y personal (RecFaces, 2021). Para responder a estas exigencias, la implementación de infraestructuras de seguridad electrónica, tales como cámaras de vigilancia IP, alarmas inteligentes y redes de sensores distribuidos, constituye un pilar fundamental para garantizar la continuidad operativa y la mitigación de riesgos en los establecimientos económicos (Mayorga, 2016).

Profundizando en las tendencias del sector, a escala internacional la evolución de estos sistemas ha trascendido la simple disuasión pasiva, transitando hacia modelos proactivos basados en el procesamiento digital de señales y la interconectividad ubicua. Ejemplos destacados, como la modernización tecnológica implementada en el Centro Comercial Palmetto Plaza en Cali, Colombia, demuestran cómo la transición desde circuitos cerrados de televisión (CCTV) analógicos hacia arquitecturas de videovigilancia IP integradas con inteligencia artificial no solo eleva los estándares de protección, sino que optimiza la gestión operativa y la toma de decisiones estratégicas mediante el análisis de afluencia y patrones de comportamiento. Estos avances globales reflejan un cambio de paradigma donde la automatización y la capacidad de respuesta inmediata fungen como los ejes rectores de la seguridad patrimonial moderna.

No obstante, al contrastar estos escenarios con las realidades regionales, la infraestructura se enfrenta a barreras operativas complejas que condicionan la efectividad de cualquier despliegue técnico. No obstante, la realidad difiere de forma sustancial en economías emergentes y contextos locales específicos como el municipio Maracaibo, estado Zulia, en Venezuela. En esta demarcación geográfica, el sector comercial enfrenta desafíos constantes derivados de fallas eléctricas, limitaciones en la infraestructura de telecomunicaciones y una vulnerabilidad acentuada ante incidentes delictivos. Con frecuencia

los sistemas de seguridad instalados en los locales comerciales locales son rudimentarios, altamente dependientes de la supervisión humana manual o propensos a fallas operativas por falta de actualización tecnológica.

Como consecuencia directa de estas restricciones operativas y del rezago en la adopción de nuevas tecnologías, se genera un impacto negativo directo en la resiliencia de los establecimientos frente al delito. Esta deficiencia metodológica y técnica genera una brecha significativa en la capacidad de detección temprana y respuesta oportuna ante eventos no deseados, exponiendo a los comerciantes a pérdidas patrimoniales severas. Por consiguiente, el problema central radica en la insuficiencia de los mecanismos de vigilancia actuales, los cuales carecen de automatización integral, conectividad remota en tiempo real y protocolos eficientes de procesamiento de señales mediante microcontroladores (Rojas, 2020).

Para dar respuesta a esta problemática estructural y ofrecer directrices técnicas viables, se establece la intencionalidad investigativa de este estudio. Ante esta problemática, el presente artículo tiene como objetivo principal analizar la situación actual de los sistemas de seguridad en locales comerciales, evaluando sus deficiencias estructurales, los requerimientos técnicos indispensables y las bases funcionales para el desarrollo de un sistema automatizado de monitoreo y control adaptado a las condiciones sociotécnicas de la región.

1. Fundamentación Teórica

Para sustentar el desarrollo del sistema automatizado de seguridad, es imperativo examinar las categorías conceptuales y los enfoques teóricos que explican la naturaleza de los sistemas, la automatización, el control, el monitoreo y la instrumentación electrónica aplicada.

Dentro de este marco de referencia, resulta indispensable comprender que la ingeniería aplicada a la protección de espacios físicos no se limita a la instalación aislada de dispositivos, sino que exige una visión holística fundamentada en la teoría general de sistemas. Bajo este enfoque, cada componente de hardware desde los transductores de campo hasta las unidades centrales de procesamiento y las interfaces de usuario interactúa de manera sinérgica para transformar magnitudes físicas en datos digitales interpretables. Asimismo, la integración de redes de comunicación y plataformas basadas en el paradigma del Internet de las Cosas (IoT) amplía los horizontes conceptuales del control moderno, permitiendo superar

las limitaciones de los sistemas analógicos tradicionales al dotar a la infraestructura de una capacidad de respuesta descentralizada, autónoma y adaptada a los requerimientos de supervisión remota en tiempo real.

1.1. Sistemas y Automatización

Desde la perspectiva de Arnold y Wade (2015), un sistema se define como un conjunto de habilidades analíticas sinérgicas orientadas a identificar, comprender y predecir comportamientos, permitiendo diseñar modificaciones para producir los efectos deseados. En consonancia con la Teoría General de Sistemas, estos se clasifican en sistemas abiertos, cerrados, físicos o concretos (compuestos por equipos y dispositivos tangibles como maquinaria e circuitería) y abstractos (elementos lógicos o software).

En el ámbito de la ingeniería aplicada, la automatización se conceptualiza como la aplicación de tecnología, programas informáticos, robótica o procesos orientados a lograr resultados óptimos con una intervención humana mínima. Según Mecalux (2021) e IBM (2024), los sistemas automatizados buscan incrementar la eficiencia operativa, minimizando los errores inherentes a los procesos manuales mediante la ejecución autónoma de rutinas lógicas. Dentro de sus clasificaciones destacan los sistemas en línea y los sistemas en tiempo real, los cuales ejecutan funciones críticas dentro de límites de tiempo predecibles y específicos.

1.1. Teoría de Control y Monitoreo

El control representa la acción de medir el valor de una variable en el sistema y aplicar una variable manipulada para corregir o limitar las desviaciones respecto al valor deseado (setpoint). Autores como García (2017) y Gutiérrez e Iturralde (2017) enfatizan la robustez y estabilidad de los lazos de control frente a perturbaciones ambientales o variaciones en los componentes electrónicos. Los sistemas de control se subdividen en lazo abierto —donde la salida es independiente de la entrada y depende exclusivamente de la calibración previa—y lazo cerrado, los cuales incorporan retroalimentación (feedback) para ajustar de manera continua la acción correctiva en función del error detectado.

Por su parte, el monitoreo se define como el proceso continuo y sistemático mediante el cual se verifica la eficiencia y calidad operativa de un proceso o instalación. De acuerdo con

Valles (2019) y Zambrano (2022), el monitoreo automático utiliza sensores y algoritmos de decisión para adquirir datos en tiempo real, detectando anomalías sin requerir supervisión constante. Las modalidades de monitoreo abarcan el monitoreo manual (basado en la observación directa de pantallas por operadores), el monitoreo remoto (ejecutado a través de redes y plataformas web desde ubicaciones externas) y el monitoreo automático con capacidades proactivas y de reporte de eventos.

1.2. Sistemas de Seguridad Electrónica y Sensores

Los sistemas de seguridad empresarial integran medidas organizativas y medios técnicos interconectados mediante canales de comunicación para garantizar la protección de la vida, la salud y la propiedad. Mayorga (2016) define los sistemas de seguridad electrónica como un conjunto organizado de dispositivos orientados a la prevención, detección y respuesta frente a riesgos. Estos sistemas agrupan subsistemas de protección contra incendios, detección de gases peligrosos y alarmas antirrobo e intrusión, conformando una red sinérgica de salvaguarda patrimonial.

La adquisición de variables físicas en estos sistemas se realiza mediante sensores, los cuales son dispositivos transductores alimentados a baja tensión que transforman magnitudes físicas (movimiento, temperatura, humedad, presión magnética o acústica) en señales eléctricas comprensibles por la unidad de procesamiento central. Esta conversión precisa de estímulos físicos en impulsos analógicos o digitales constituye el punto de partida para la toma de decisiones automatizada dentro de cualquier arquitectura de control moderno. Entre los elementos clave que conforman esta instrumentación de campo destacan:

Sensores de Movimiento: Dispositivos infrarrojos pasivos (PIR) que detectan la presencia humana en áreas protegidas mediante la medición de los cambios en la radiación térmica del entorno.

Sensores Magnéticos: Basados en efecto Hall o contactos secos para la supervisión de aperturas en puertas y ventanas, ofreciendo una respuesta inmediata ante la vulneración de los perímetros de acceso físico.

Sensores Ultrasónicos y de Presencia: Emplean ondas de alta frecuencia y principios de eco para la cobertura volumétrica de espacios, permitiendo mapear el entorno y detectar

alteraciones dinámicas en el volumen vigilado.

Microcontroladores: Circuitos integrados que encapsulan una unidad central de procesamiento (CPU), memorias y puertos de entrada/salida, fungiendo como el núcleo computacional para el control embebido de los dispositivos de seguridad, permitiendo procesar localmente las señales adquiridas y ejecutar rutinas de respuesta autónoma sin depender exclusivamente de una supervisión centralizada.

1. Metodología

El desarrollo de la investigación se estructuró bajo rigurosos parámetros metodológicos orientados a garantizar la validez científica y la aplicabilidad práctica de los resultados.

En consonancia con la naturaleza del estudio, la estructuración metodológica abarcó la definición clara del paradigma de investigación, el tipo y diseño del estudio, así como la selección sistemática de las técnicas e instrumentos de recolección de datos orientados al análisis de los sistemas automatizados. Esta arquitectura metodológica permitió guiar de manera estructurada cada una de las fases operativas, estableciendo un puente sólido entre la fundamentación teórica y la validación empírica de los prototipos experimentales desplegados para la optimización de la seguridad comercial.

1.1. Tipo y Diseño de la Investigación

El estudio se clasifica como una investigación aplicada y descriptiva, apoyada en un diseño de campo de carácter no experimental y transversal. De acuerdo con Ander-Egg (2014) y Bernal (2016), la investigación aplicada busca utilizar los hallazgos empíricos para confrontar problemas prácticos y diseñar soluciones tangibles que optimicen la eficiencia de un sistema.

En este sentido, la investigación trasciende la mera acumulación de conocimiento teórico al enfocar sus esfuerzos en resolver una problemática sociotécnica real, materializándose en el diseño de una propuesta funcional orientada al ámbito comercial.

Por otra parte, el nivel descriptivo permitió examinar las características de la situación actual de los sistemas de seguridad comercial sin manipular deliberadamente las variables, registrando los fenómenos tal como se manifiestan en su entorno natural. Esta aproximación metodológica facilitó la recolección directa de datos en el campo de estudio, posibilitando una caracterización detallada de las deficiencias operativas de las tecnologías convencionales y

estableciendo con precisión científica el estado del arte de las variables involucradas dentro de su contexto socio-operativo real.

1.2. Población y Unidades Informantes

Siguiendo los criterios de Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la población se delimitó en función de las características de contenido, lugar y tiempo. En virtud de la naturaleza técnica del proyecto, se seleccionó una población finita y accesible integrada por actores estratégicos expertos en el área de ingeniería electrónica y especialistas en seguridad, conformando un total de cuatro (4) unidades informantes distribuidas equitativamente.

1.3. Técnicas e Instrumentos

Como técnica de recolección de datos primarios se seleccionó la entrevista no estructurada y la observación directa, permitiendo una interacción flexible y profunda con los especialistas para diagnosticar las deficiencias de los sistemas de seguridad actuales en Maracaibo. Esta aproximación cualitativa facilitó la obtención de criterios especializados y la contrastación directa de las realidades operativas en el terreno, configurando un diagnóstico empírico robusto sobre el cual se fundamenta el desarrollo tecnológico de la propuesta.

Asimismo, el proceso metodológico se ejecutó mediante un modelo híbrido basado en fases operativas adaptadas de Sanchis (2010), Zapata (2021) y Escaño (2019), estructurando de forma lógica y secuencial el ciclo de ingeniería del proyecto:

1. **Fase I: Definición del problema:** Identificación y recopilación de datos sobre las variables y necesidades operativas de los locales comerciales, permitiendo delimitar con precisión la situación sociotécnica que motiva el estudio en la región.

2. **Fase II: Definición de requerimientos del sistema:** Especificación de los requerimientos mecánicos, eléctricos, electrónicos y de software necesarios para el control automatizado, estableciendo los parámetros de diseño que regirán la arquitectura tecnológica.

3. **Fase III: Diseño del sistema:** Elaboración de la arquitectura física, diagramas de circuitos electrónicos y selección de hardware y software de simulación, garantizando la viabilidad técnica antes de la etapa de ensamblaje material.

4. **Fase IV: Construcción del prototipo:** Ensamblaje físico de los componentes (microcontroladores, sensores, actuadores, placas de prototipado) y carga del programa de control, materializando las directrices teóricas en una plataforma funcional operativa.
5. **Fase V: Pruebas del sistema:** Verificación del funcionamiento eléctrico y operativo mediante instrumentos de medición como el multímetro, asegurando que los valores de voltaje, corriente y respuesta de los sensores se ajusten a los parámetros de diseño establecidos.
6. **Fase VI: Verificación y finalización del diseño:** Validación del prototipo en condiciones operativas reales para asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados, consolidando la efectividad de la automatización en la supervisión y control comercial.

2. Análisis de los Resultados

A partir del diagnóstico de campo y la aplicación de las fases metodológicas, se obtuvieron hallazgos relevantes en torno a la situación actual de la seguridad en los establecimientos comerciales**:**

a) Vulnerabilidad de los Sistemas Convencionales: Se constató que un alto porcentaje de los locales comerciales en la región recurre a sistemas de seguridad pasivos o alarmas convencionales desprovistas de automatización remota. Estas arquitecturas presentan deficiencias ante cortes eléctricos y carecen de registros históricos de eventos, lo que incrementa el margen de vulnerabilidad ante robos e intrusiones. Del mismo modo, la dependencia exclusiva de cableados analógicos tradicionales y la ausencia de notificaciones en tiempo real limitan la capacidad de respuesta oportuna de los propietarios o cuerpos de seguridad ante una contingencia fuera del horario laboral, dejando al descubierto una brecha crítica en la protección de activos materiales y inventarios.

b) Necesidad de Integración Tecnológica: La evaluación de los requerimientos técnicos demostró que la incorporación de microcontroladores (como plataformas tipo Arduino/AVR) combinados con sensores polivalentes (magnéticos, infrarrojos y de vibración) y pasarelas de comunicación inalámbrica reduce drásticamente los tiempos de latencia en la notificación de alarmas. Esta arquitectura basada en el Internet de las Cosas (IoT) no solo optimiza la adquisición de variables físicas críticas del entorno comercial, sino que también aporta una alta adaptabilidad modular para integrar componentes periféricos

tales como celdas de carga o sensores fotorresistencia, garantizando así un procesamiento local descentralizado, eficiente y de bajo costo operativo.

c) **Efectividad del Monitoreo Automatizado:** La validación empírica mediante prototipos experimentales confirmó que la supresión de la intervención manual en la supervisión primaria disminuye los errores humanos por fatiga y optimiza la fiabilidad del sistema de control, permitiendo a los propietarios gestionar la seguridad de sus locales mediante interfaces accesibles desde dispositivos móviles y computadoras. Asimismo, la implementación de protocolos de conectividad robustos asegura que el sistema mantenga una alta resiliencia y disponibilidad ante las fluctuaciones del suministro eléctrico y los desafíos operativos característicos del entorno comercial actual.

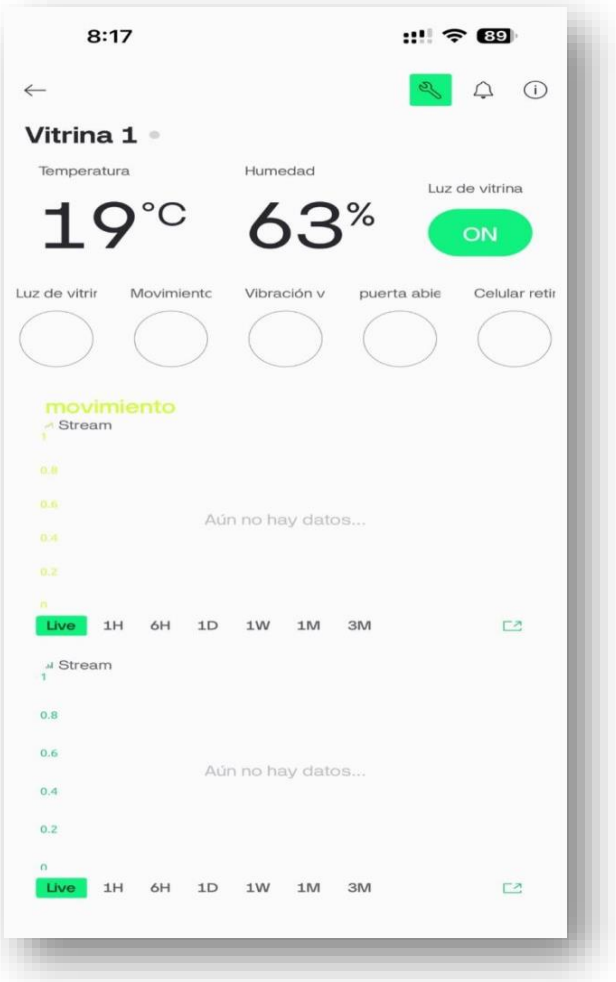


Figura 1. Interfaz de monitoreo y control Fuente: Álvarez, Medina, Quevedo (2026).



Imagen 1. Prototipo finalizado Fuente: Álvarez, Medina, Quevedo (2026).

CONCLUSIONES

A partir del diagnóstico de campo y de la aplicación sistemática de cada una de las fases metodológicas orientadas al desarrollo de la investigación, se obtuvieron hallazgos concluyentes que permiten evidenciar la situación actual y la necesidad de optimización en la seguridad de los establecimientos comerciales de Maracaibo.

En primer lugar, la ejecución de la fase diagnóstica confirmó que un porcentaje elevado de los locales comerciales recurre a sistemas de seguridad pasivos o alarmas convencionales desprovistas de automatización remota, arquitecturas que presentan severas deficiencias ante cortes eléctricos y carecen de registros históricos de eventos, incrementando de forma crítica el margen de vulnerabilidad ante robos e intrusiones. Asimismo, la fase de determinación de requerimientos técnicos demostró que la integración de microcontroladores combinados con sensores polivalentes tales como infrarrojos PIR, magnéticos MC-38 y de vibración y pasarelas de comunicación inalámbrica resulta indispensable para reducir drásticamente los tiempos de latencia en la notificación de alarmas, aportando una alta adaptabilidad y un procesamiento local descentralizado.

Del mismo modo, tras el diseño de la arquitectura física y lógica, la construcción del prototipo materializado en placas de prototipado y la ejecución de pruebas eléctricas mediante instrumentos de medición como el multímetro digital, se comprobó que los parámetros de voltaje, corriente y respuesta de los sensores operan de manera óptima dentro de los rangos de diseño establecidos.

Finalmente, la validación empírica y la verificación final del diseño confirmaron que la supresión de la intervención manual en la supervisión primaria disminuye de forma significativa los errores humanos por fatiga y optimiza la fiabilidad del sistema de control, permitiendo a los propietarios gestionar la seguridad de sus locales mediante interfaces accesibles y garantizando una resiliencia superior ante las fluctuaciones del suministro eléctrico y los desafíos operativos del entorno comercial actual.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ander-Egg, E. (2014). *Métodos y técnicas de investigación social*. Editorial Lumen.

Angulo, J. M. (2017). *Sistemas de sensores y aplicaciones electrónicas en la industria*. McGraw-Hill.

Arnold, R. D., y Wade, J. P. (2015). A definition of systems thinking: A systems approach. *Procedia Computer Science*, 44, 669-678. https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.150

Ballesteros, M., Quintero, J., Rodríguez, A., y Vásquez, C. (2018). *Arquitecturas de monitoreo remoto y gestión de redes industriales*. Ediciones Técnicas Venezolanas.

Bernal, C. A. (2016). *Metodología de la investigación* (4ta ed.). Pearson Educación.

Castro, M. (2003). *El proyecto de investigación y su esquema de elaboración*. Editorial Uyapar.

Cauhao, R. (2024). *Monitoreo y evaluación de proyectos tecnológicos*. Editorial Alfa.

Caviedes, J., Patuso, M., y Molina, R. (2023). Diseño web con HTML5 para un sistema de monitoreo y control remoto por IoT. *Revista Politécnica de Ingeniería*, 19(2), 45-58.

Escaño, J. M. (2019). *Pruebas y verificación de sistemas electrónicos industriales*. Paraninfo.

García, S. (2017). *Métodos modernos de sintonía de controladores PID y robustez en sistemas electrónicos*. Reverté.

Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

IBM. (2024). *Automatización inteligente de procesos y robótica aplicada*. IBM Corporation Technical Documentation.

Mayorga, J. (2016). *Sistemas electrónicos de seguridad integral y gestión de riesgos*. Alfaomega.

Mecalux. (2021). *Sistemas automatizados y eficiencia operativa en la cadena de suministro*. Technical Papers.

Novas, N. (2018). *Microcontroladores y sistemas embebidos: Arquitectura, programación y diseño*. Marcombo.

Ogata, K. (2016). *Ingeniería de control moderno* (5ta ed.). Pearson Educación.

Pachuca, L. (2016). Sensores de efecto Hall y su aplicación en la medición de variables físicas. *Revista Tecnología y Futuro*, 12(3), 112-125.

Palella, S., y Martins, F. (2012). *Metodología de la investigación cuantitativa* (3ra ed.). FEDUPEL.