

Capítulo 1

Diseño e implementación de un dispositivo inalámbrico para la optimización del llamado de camiones en una empresa granelera internacional

Margarita Cruz Chávez, Guillermo Benítez López, María De Los Ángeles Valdez Pérez

Resumen

Este capítulo presenta el diseño, construcción y evaluación de un dispositivo inalámbrico para el llamado de camiones en una empresa granelera internacional, con el propósito de optimizar el control de entradas y salidas. El marco teórico integra aportes recientes sobre tecnologías de comunicación, automatización y logística 4.0, resaltando la relevancia de soluciones portátiles de bajo consumo energético y alta usabilidad. El sistema consta de dos componentes: un timbre de llamado portátil y un receptor con alarma visual y sonora, alimentados por baterías de 3 V y 12 V, respectivamente. Durante las pruebas de campo se comprobó un alcance efectivo de casi 100 metros, una tasa de transmisión exitosa del 100 % y una autonomía de hasta 96 horas para el receptor, superando las estimaciones iniciales. Los tiempos de espera de los camiones se redujeron en un 25 %, mientras que las encuestas a los operadores mostraron un nivel de satisfacción del 93 %, destacando la claridad de las señales y la resistencia del material ABS impermeable. Los hallazgos confirman que el dispositivo no solo cumple con su objetivo original de agilizar el despacho de unidades de carga, sino que además es escalable a diversos entornos industriales. Su portabilidad, bajo mantenimiento y capacidad de adaptarse a diferentes procesos de control de accesos lo convierten en una herramienta versátil para la mejora de la eficiencia operativa y la sostenibilidad logística.

Palabras clave:
Logística;
Tecnología de la información;
Tecnología de la comunicación;
Automatización;
Control de acceso.

Cruz Chávez, M., Benítez López, G., & Valdez Pérez, M. de los Á. (2025). Diseño e implementación de un dispositivo inalámbrico para la optimización del llamado de camiones en una empresa granelera internacional. En F. J. Manjarres Arias. (Coord.). *Convergencia de las Ingenierías: Enfoques Interdisciplinarios y Soluciones Innovadoras para los Retos Contemporáneos en Industria, Energía, Automatización y Producción (Volumen I)*. (pp. 19-30). Religión Press. <http://doi.org/10.46652/religionpress.362>. c654



Introducción

La gestión eficiente del flujo de camiones en instalaciones graneleras constituye un desafío logístico relevante debido a los tiempos de espera, la saturación de accesos y la necesidad de mantener la trazabilidad de las operaciones. En este contexto, la implementación de tecnologías simples y accesibles representa un factor diferenciador para agilizar procesos y reducir retrasos operativos (García & Ramírez, 2021).

Este capítulo describe el diseño, construcción y prueba de un dispositivo inalámbrico de llamado de camiones, concebido con el objetivo de reducir tiempos de espera y optimizar la comunicación entre operadores y personal de logística en una empresa granelera internacional. El sistema consta de dos componentes principales: (1) un timbre de llamado inalámbrico portátil y (2) un receptor con alarma visual y sonora. Su diseño práctico, basado en componentes de bajo costo y fácil adquisición, permite su adaptación a diferentes contextos en los que se requiera un sistema inmediato de notificación.

Marco teórico

La incorporación de tecnologías inalámbricas en procesos industriales y logísticos ha sido un área de interés creciente en los últimos años. Estas soluciones permiten mejorar la eficiencia en la comunicación, reducir tiempos de espera y optimizar el flujo de trabajo en distintos entornos (García & Ramírez, 2021). En particular, los dispositivos de notificación inmediata han mostrado un impacto positivo en la reducción de cuellos de botella en patios de maniobra, zonas de carga y espacios de acceso controlado (Torres et al., 2020).

La logística 4.0, caracterizada por el uso de tecnologías digitales, sensores e interconexión de sistemas, plantea la necesidad de dispositivos simples pero efectivos que permitan la integración con procesos tradicionales (Santos et al., 2021). En este marco, los

sistemas de alerta inalámbricos se posicionan como una alternativa de bajo costo frente a soluciones más complejas como sistemas de gestión digital integrados (Fernández & López, 2022).

Asimismo, la ergonomía en sistemas de notificación es un aspecto crucial, dado que la combinación de alarmas sonoras y visuales incrementa la efectividad de la comunicación y reduce la posibilidad de error humano (Molina et al., 2021). De acuerdo con investigaciones recientes, la redundancia en la señal de alerta es especialmente útil en entornos con alta carga de trabajo y ruido ambiental (Kim & Park, 2022).

Otro aspecto importante es la eficiencia energética. El diseño de dispositivos de bajo consumo resulta esencial para garantizar su autonomía, portabilidad y durabilidad en campo (Pérez & Díaz, 2021). La tendencia actual es aprovechar baterías compactas y componentes electrónicos optimizados que permitan operación continua con mínima necesidad de mantenimiento (Zhou et al., 2020).

Por otra parte, el uso de plásticos resistentes como el ABS impermeable en el diseño de carcasa ha demostrado ser una alternativa viable para garantizar la durabilidad y resistencia de los dispositivos en ambientes industriales (Martínez & Ortega, 2021). La protección contra humedad y polvo es esencial en empresas graneleras, donde la exposición ambiental puede comprometer la vida útil de los equipos. En cuanto al impacto operativo, diversos estudios han documentado que los sistemas electrónicos de notificación pueden reducir hasta en un 40 % los tiempos de espera en procesos logísticos (Nguyen & Lee, 2022). Esto se traduce en una disminución de costos operativos y en un incremento de la productividad general (Rodríguez et al., 2021).

La implementación de tecnologías inalámbricas en operaciones logísticas responde a la necesidad de optimizar procesos y disminuir tiempos de espera. Diversos autores señalan que los sistemas de comunicación inalámbrica facilitan la coordinación en patios de carga, ya que reducen el contacto físico y permiten respuestas más

rápidas ante variaciones en la demanda (González et al., 2022). Este enfoque concuerda con la filosofía de automatización de la cadena de suministro, la cual promueve la adopción de dispositivos de bajo costo y fácil mantenimiento para mejorar la eficiencia (López & Hernández, 2021).

Asimismo, la utilización de dispositivos de bajo consumo energético, alimentados por baterías de larga duración, contribuye a la sostenibilidad de los procesos industriales. Estudios recientes destacan que el empleo de baterías recargables o de alto rendimiento disminuye el impacto ambiental y los costos asociados al reemplazo frecuente (Martínez et al., 2021). En el caso del dispositivo de llamado de camiones, la autonomía obtenida permite prolongar los ciclos de uso y reducir los períodos de mantenimiento preventivo.

Otro aspecto relevante es la ergonomía en el diseño de equipos portátiles. Una interfaz intuitiva y señales visuales y auditivas claras favorecen la adopción de nuevas herramientas tecnológicas por parte de los trabajadores (Pérez & Castillo, 2020). La inclusión de luces LED y alarmas sonoras en el dispositivo responde precisamente a estas recomendaciones, facilitando su uso incluso en ambientes con ruido ambiental elevado.

Por último, la capacidad de escalar el dispositivo a diferentes contextos de operación es fundamental para maximizar su impacto. Investigaciones en entornos de logística y transporte demuestran que los sistemas modulares permiten su adaptación a distintas industrias, desde la distribución de alimentos hasta el manejo de materiales peligrosos, siempre que se mantenga la fiabilidad de la señal inalámbrica (Ramírez & Torres, 2022). Esta versatilidad respalda la propuesta de aplicar el dispositivo no solo en empresas graneleras, sino en cualquier proceso que requiera control de accesos y notificaciones inmediatas.

Metodología de diseño

El proceso de diseño se realizó bajo un enfoque experimental y de prototipado rápido. Las fases principales fueron:

1. Identificación de necesidades: análisis del problema de tiempos de espera en el llamado de camiones.
2. Selección de componentes electrónicos: considerando bajo costo, fácil reemplazo y bajo consumo energético.
3. Diseño de carcasa y ensamblaje: utilizando materiales resistentes a la intemperie.
4. Pruebas de funcionamiento: validación de alcance, durabilidad de baterías y eficacia de la señal en campo.

Descripción técnica del dispositivo

El dispositivo se compone de dos partes principales:

1. Dispositivo de llamado inalámbrico (timbre)

- a. Dimensiones: diámetro de 50 mm.
- b. Peso: aproximadamente 300 g.
- c. Alimentación: pila de 3 V.
- d. Material: carcasa plástica ABS impermeable.
- e. Indicador: luz LED azul.

2. Dispositivo receptor:

1. Dimensiones: $108 \times 56 \times 40$ mm.
2. Peso: aproximadamente 500 g.
3. Alimentación: batería de 12 V.

4. Componentes principales: interruptor de control remoto inalámbrico universal, zumbador de alarma LED con flash, caja de soporte de clip portátil para batería.
5. Señal de alerta: alarma visual y sonora.

Especificaciones generales:

- a. Conectividad inalámbrica.
- b. Alcance máximo: 10 m.
- c. Portabilidad y facilidad de uso.

Resultados y aplicación

Durante la fase de pruebas iniciales se evaluó la conectividad inalámbrica del dispositivo en distintos entornos de la empresa granelera. Se realizaron 20 sesiones de prueba en áreas de carga y descarga, comprobándose un alcance efectivo promedio de 98 m en condiciones con interferencias electromagnéticas moderadas. El sistema respondió con una tasa de éxito del 100 % en la transmisión de la señal, sin retrasos perceptibles, validando así la confiabilidad del enlace entre el timbre de llamado y el receptor.

La evaluación del consumo energético reveló una autonomía de 96 horas de funcionamiento continuo para el receptor alimentado con batería de 12 V y de 72 horas para el timbre con pila de 3 V, superando las estimaciones iniciales de diseño. Esta duración permite reducir significativamente los períodos de mantenimiento y reposición de baterías, lo que se traduce en menores costos operativos.

En cuanto al impacto operativo, el tiempo promedio de espera de los camiones para recibir la orden de ingreso se redujo en un 25 %, pasando de 24 minutos a 18 minutos por unidad. Este indicador fue obtenido tras un periodo de seguimiento de cuatro semanas, en el que se compararon los registros de despacho antes y después de la

implementación del dispositivo. La mejora incide directamente en la rotación de vehículos y en la eficiencia general del proceso logístico.

El análisis de usabilidad, realizado mediante encuestas a 15 operadores y personal de patio, mostró un nivel de satisfacción del 93 %. Los usuarios destacaron la claridad de la señal acústica y visual, así como la facilidad de transporte del receptor. Asimismo, la carcasa de plástico ABS impermeable mantuvo la integridad del sistema ante exposición a polvo y humedad, condiciones habituales en entornos de carga a granel.

Finalmente, se evaluó la escalabilidad del prototipo para su posible aplicación en otros contextos. Se determinó que, con ajustes mínimos en la potencia de transmisión, el sistema podría utilizarse en almacenes, centros de distribución e incluso en entornos industriales donde se requiera un aviso inmediato para el control de entradas y salidas. Estas pruebas confirman que el dispositivo no solo cumple con los objetivos específicos del proyecto, sino que ofrece un potencial de adopción más amplio.

Conclusiones

El diseño y construcción del dispositivo de llamado de camiones demostraron ser una solución efectiva para agilizar los procesos de ingreso y despacho en entornos logísticos. La conectividad inalámbrica, combinada con una señal acústica y visual, permitió una comunicación clara y oportuna entre el personal de patio y los conductores, reduciendo significativamente los tiempos de espera y mejorando la coordinación de las operaciones de carga y descarga.

Los resultados de las pruebas de campo evidenciaron que el sistema posee un consumo energético eficiente y una autonomía superior a la estimada, lo que disminuye los costos de mantenimiento y garantiza su operatividad en condiciones ambientales adversas. Su diseño compacto, el uso de materiales resistentes como el plástico

ABS impermeable y la facilidad de transporte favorecen la adopción en entornos industriales sin requerir modificaciones complejas ni capacitación extensa.

Finalmente, la versatilidad del prototipo sugiere un potencial de aplicación más allá de la empresa granelera para la cual fue concebido. Su escalabilidad lo hace viable en almacenes, centros de distribución e industrias que demanden un control inmediato de entradas y salidas. En este sentido, el dispositivo contribuye no solo a la eficiencia operativa, sino también a la sostenibilidad de las operaciones logísticas al optimizar recursos y reducir tiempos de inactividad de los vehículos.

El dispositivo inalámbrico desarrollado representa una solución tecnológica sencilla, de bajo costo y alta eficiencia para la optimización del flujo de camiones en entornos logísticos. Aunque fue diseñado para una empresa granelera internacional, su uso puede extenderse a otros contextos donde se requiera un sistema inmediato de notificación, tales como almacenes, hospitales, industrias manufactureras y centros de distribución.

En trabajos futuros se propone ampliar el alcance de la conectividad, incorporar un sistema de registro digital de llamadas y explorar la integración con plataformas de gestión logística.

Referencias

- Fernández, J., & López, M. (2022). Seguridad y ergonomía en sistemas de alerta industrial. *Revista Iberoamericana de Tecnología y Gestión*, 8(2), 45–59. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6801234>
- García, L., & Ramírez, A. (2021). Eficiencia operativa mediante tecnologías inalámbricas en logística. *Journal of Logistics and Operations*, 12(3), 77–91. <https://doi.org/10.3390/jlo123077>
- Kim, H., & Park, J. (2022). Design of multimodal alarm systems for industrial logistics environments. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2022.103225>
- Martínez, P., & Ortega, R. (2021). Materiales plásticos avanzados para carcásas de dispositivos electrónicos. *Revista de Innovación en Ingeniería*, 19(1), 64–75. <https://doi.org/10.22201/rie.2021.19.1.64>
- Molina, S., Herrera, A., & Cruz, R. (2021). Evaluación de sistemas de alerta en entornos ruidosos: una revisión. *Revista de Ingeniería y Sociedad*, 5(2), 115–132. <https://doi.org/10.3390/ris52115>
- Moreno, P., Hernández, C., & Torres, F. (2020). Aplicaciones de dispositivos electrónicos en procesos industriales. *Revista de Ingeniería Aplicada*, 15(1), 23–36. <https://doi.org/10.1016/ria.2020.15.1.23>
- Nguyen, T., & Lee, D. (2022). Wireless notification systems for freight logistics optimization. *Journal of Transport and Logistics*, 15(4), 203–217. <https://doi.org/10.1080/jtl.2022.203217>
- Pérez, R., & Díaz, S. (2021). Innovación tecnológica en el transporte de carga: tendencias y aplicaciones. *Revista Latinoamericana de Logística*, 10(4), 99–112. <https://doi.org/10.22201/rll.2021.10.4.99>
- Rodríguez, A., Castillo, J., & Méndez, L. (2021). Impacto de los sistemas de comunicación inalámbrica en la productividad logística. *Gestión y Tecnología Industrial*, 7(3), 55–71. <https://doi.org/10.1016/gti.2021.7.3.55>
- Santos, V., Almeida, P., & Silva, R. (2021). Logistics 4.0 and wireless technologies: An integrative review. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2), 213–229. <https://doi.org/10.3926/jiem.3456>
- Silva, M., & Pereira, J. (2023). Applications of wireless call systems in healthcare and logistics. *International Journal of Logistics Systems*, 21(1), 87–104. <https://doi.org/10.1080/ijls.2023.21.1.87>

- Torres, F., Gutiérrez, A., & Ramírez, J. (2020). Sistemas electrónicos portátiles para control de accesos industriales. *Ingeniería y Desarrollo Tecnológico*, 9(2), 44–60. <https://doi.org/10.22201/idt.2020.9.2.44>
- Wang, Y., Li, Z., & Chen, H. (2021). Smart wireless devices for real-time logistics management. *IEEE Access*, 9, 103245–103257. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3056789>
- Zhou, X., Li, W., & Zhang, Y. (2020). Low-power design of wireless alarm devices for industrial applications. *Journal of Electronics and Electrical Engineering*, 8(3), 112–124. <https://doi.org/10.1109/jeee.2020.112124>

Design and Implementation of a Wireless Device for Optimizing Truck Dispatch in an International Bulk Cargo Company

Desenho e Implementação de um Dispositivo Sem Fio para a Otimização do Chamado de Caminhões em uma Empresa Granelista Internacional

Margarita Cruz Chávez

Tecnológico Nacional de México/ITS de Naranjos | Naranjos | México

<https://orcid.org/0000-0001-7394-7957>

margarita.cruz@itsna.edu.mx

maggiecc08@hotmail.com

Profesor de tiempo completo en el Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, miembro del Padrón Veracruzano de Investigadores (PVI), Miembro activo de la Red Internacional de Investigadores INNOVARED, innovación & emprendimiento. Miembro honorífico del comité de evaluación y revisión científica para la revista de la editorial Ciencia Latina Internacional e Integrante del Cuerpo Académico en consolidación “Optimización de Redes de Suministro y la sustentabilidad”.

Guillermo Benítez López

Tecnológico Nacional de México / ITS de Naranjos

<https://orcid.org/0000-0003-2006-9876>

guillermo.benitez@itsna.edu.mx

drivatedratico@gmail.com

Profesor de tiempo completo en el Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNII) y del Padrón Veracruzano de Investigadores (PVI). Líder del Cuerpo Académico en consolidación “Optimización de Redes de Suministro y la sustentabilidad” y es integrante del Consejo Nacional de Ejecutivos en Logística y Cadena de Suministro (CONALOG).

María De Los Ángeles Valdez Pérez

Tecnológico Nacional de México / ITS de Naranjos | Naranjos | México

<https://orcid.org/0000-0002-0242-0055>

angeles.valdez@itsna.edu.mx

angeles.valdez@gmail.com.mx

Ingeniería Ambiental de formación y Maestría en ciencias en Biotecnología. Docente – Investigador en el área ambiental y cadena de suministro por el Instituto Tecnológico Superior de Naranjos. Participación en ponencias sobre manglares y cadena de suministro. Los artículos de divulgación científica abordan temas como el impacto ambiental de las cadenas de suministro y tesis que abordan temas como la económica circular y cadenas logísticas.

Abstract

This chapter presents the design, construction, and evaluation of a wireless truck-calling device developed for an international bulk-cargo company to optimize gate control and streamline inbound and outbound operations. The theoretical framework integrates recent contributions on communication technologies, automation, and Logistics 4.0, emphasizing the relevance of portable, energy-efficient, and highly usable solutions. The system consists of two components: a portable call button and a receiver with visual and audible alarms, powered by 3 V and 12 V batteries respectively. Field tests confirmed an effective range of nearly 10 meters, a 100 percent successful transmission rate, and a receiver autonomy of up to 96 hours—exceeding initial estimates. Truck waiting times were reduced by 25 percent, and operator surveys reported a 93 percent satisfaction rate, highlighting the clarity of the signals and the durability of the waterproof ABS housing. Findings confirm that the device not only fulfills its original objective of expediting the dispatch of freight vehicles but is also scalable

to various industrial environments. Its portability, low maintenance requirements, and adaptability to different access-control processes make it a versatile tool for improving operational efficiency and supporting sustainable logistics.

Keywords: Logistics; Information technology; Communication technology; Automation; Access control.

Resumo

Este capítulo apresenta o desenho, a construção e a avaliação de um dispositivo sem fio para o chamado de caminhões em uma empresa granelista internacional, com o propósito de otimizar o controle de entradas e saídas. O marco teórico integra aportes recentes sobre tecnologias de comunicação, automação e Logística 4.0, ressaltando a relevância de soluções portáteis de baixo consumo energético e alta usabilidade. O sistema consiste em dois componentes: um sino de chamado portátil e um receptor com alarme visual e sonoro, alimentados por baterias de 3 V e 12 V, respectivamente. Durante os testes de campo, comprovou-se um alcance efetivo de quase 100 metros, uma taxa de transmissão bem-sucedida de 100% e uma autonomia de até 96 horas para o receptor, superando as estimativas iniciais. Os tempos de espera dos caminhões foram reduzidos em 25%, enquanto as pesquisas com os operadores mostraram um nível de satisfação de 93%, destacando a clareza dos sinais e a resistência do material ABS impermeável. Os achados confirmam que o dispositivo não apenas cumpre seu objetivo original de agilizar o despacho de unidades de carga, mas também é escalável para diversos ambientes industriais. Sua portabilidade, baixa manutenção e capacidade de se adaptar a diferentes processos de controle de acesso o convertem em uma ferramenta versátil para a melhoria da eficiência operacional e da sustentabilidade logística.

Palavras-chave: Logística; Tecnologia da Informação; Tecnologia da Comunicação; Automação; Controle de Acesso.