

IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0 PARA LA SEGURIDAD INDUSTRIAL DE PYMES

IMPLEMENTATION OF INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES FOR SME INDUSTRIAL SAFETY

Manuel León Ganchozo ^{1*}

¹ Ingeniería industrial, Ciencias de la Industria y producción, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3265-1257>. Correo: mleon@uteq.edu.ec

Rogelio Navarrete Gómez ²

² Ingeniería industrial, Ciencias de la Industria y producción, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7408-401X>. Correo: rnavarrete@uteq.edu.ec

Gianella Franco Moreira ³

³ GADCQ, Coordinación de Cooperación Internacional, GAD Quevedo. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5547-0483>. Correo: gafmulg@gmail.com

Jordan Risco Chacon ⁴

⁴ Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1206-3877>. Correo: jordan.risco2018@uteq.edu.ec

* Autor para correspondencia: rnavarrete@uteq.edu.ec

Resumen

El objetivo principal del estudio fue mejorar la seguridad y la eficiencia en el Taller Industrial Tinoco mediante la implementación de tecnología RFID (identificación por radiofrecuencia). Se abordó un problema de investigación relacionado con la disminución de la eficiencia y la seguridad en el taller. La metodología involucró la selección de tecnología RFID adecuada, la instalación de lectores, la capacitación del personal y la integración con sistemas existentes. Como resultado, se logró una mejora significativa en la seguridad, la eficiencia operativa y el control de inventarios. La implementación de RFID permitió un monitoreo en tiempo real, alertas y análisis de datos, así como un mantenimiento preventivo efectivo. Estos resultados no solo mejoraron la seguridad y la calidad de los servicios, sino que también generaron ahorros operativos y cumplimiento de normativas, justificando la inversión en tecnología RFID.

Palabras clave: calidad; control; eficiencia; mantenimiento; monitoreo; RFID; seguridad industrial

Abstract

The main objective of the study was to improve safety and efficiency at the Tinoco Industrial Workshop through the implementation of RFID (radio frequency identification) technology. A research problem related to decreased efficiency and safety on the shop floor was addressed. The methodology involved selecting appropriate RFID technology, installing readers, training staff, and integrating with existing systems. As a result, a significant improvement in safety, operational efficiency and inventory control was achieved. The implementation of RFID enabled real-time monitoring, alerts and data analysis, as well as effective preventive maintenance. These results not only improved security and quality of services, but also generated operational savings and regulatory compliance, justifying the investment in RFID technology.

Keywords: quality; control; efficiency; maintenance; monitoring; RFID; industrial Security

Fecha de recibido: 23/10/2023

Fecha de aceptado: 24/12/2023

Fecha de publicado: 28/12/2023

Introducción

La búsqueda constante de la excelencia en la industria y la seguridad de los trabajadores ha llevado a la evolución de las prácticas de seguridad industrial y gestión de operaciones (Balladares et al., 2023). En la era actual de la fabricación y la industria, la adopción de tecnologías avanzadas se ha vuelto esencial para abordar estos desafíos y garantizar la competitividad en un mercado en constante evolución (Vaca et al., 2023). En este contexto, la Industria 4.0 ha surgido como un paradigma que promete revolucionar la forma en que abordamos la producción industrial (Barrezueta et al., 2023).

La Tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID) es un sistema de identificación automática que utiliza ondas de radio para transmitir datos entre un lector y un *tag* o etiqueta RFID (Cui et al., 2019). Estas etiquetas contienen información digital que puede ser leída a distancia por un lector RFID, lo que permite la identificación y seguimiento de objetos, animales o personas de manera rápida y sin necesidad de contacto físico. Las etiquetas RFID pueden ser pasivas, semiactivas o activas (Wang et al., 2020). Las etiquetas pasivas no tienen batería y obtienen la energía necesaria para transmitir datos del campo electromagnético generado por el lector RFID. Las etiquetas semiactivas tienen una batería que alimenta el circuito de la etiqueta, mientras que las activas tienen una batería que también permite la transmisión de señales a mayores distancias (Meng et al., 2021).

El sistema RFID consta de tres componentes principales: el lector RFID, la antena del lector y las etiquetas RFID. El lector emite una señal de radiofrecuencia a través de su antena, la cual es captada por la antena de

la etiqueta RFID, activando así la transmisión de datos desde la etiqueta al lector (Bianco et al., 2021). La información recopilada por el lector puede ser enviada a un sistema central para su procesamiento y análisis.

Las aplicaciones de la tecnología RFID son diversas y van desde el control de inventario, gestión de cadenas de suministro, seguimiento de activos, hasta sistemas de acceso y seguridad. En entornos industriales, la tecnología RFID ha demostrado ser especialmente útil para automatizar procesos, mejorar la eficiencia operativa y reducir errores en la identificación y seguimiento de productos y activos. Dado que la tecnología RFID ofrece una forma eficiente y precisa de identificar y rastrear objetos a través de ondas de radiofrecuencia, se convierte en una herramienta valiosa para mejorar la visibilidad y el control en una amplia gama de aplicaciones comerciales e industriales en las Pequeñas y Medianas Empresas (PyME) (Sánchez & Barrezueta, 2023).

El presente trabajo se centra en la propuesta de implementar tecnologías de la Industria 4.0 en el Taller Industrial Tinoco, un entorno donde la seguridad de los trabajadores y la eficiencia operativa son pilares fundamentales para el éxito y la sostenibilidad del negocio. Este taller se enfrenta a desafíos significativos, que van desde la seguridad de los trabajadores hasta la optimización de procesos operativos y la gestión eficaz de inventarios. El impacto de estos desafíos se traduce en una disminución de la calidad de los productos y servicios ofrecidos, lo que afecta su capacidad para cumplir con plazos de producción, satisfacer la demanda del mercado y mantener una rentabilidad óptima. Por lo tanto, es imperativo abordar estas cuestiones para asegurar el crecimiento y el desarrollo sostenible del taller.

La implementación de tecnologías de la Industria 4.0 se presenta como una oportunidad estratégica para superar estos desafíos (Gómez & Chou, 2019). Desde la automatización hasta la Internet de las cosas (IoT) y el análisis de datos en tiempo real, estas tecnologías ofrecen una amplia gama de soluciones innovadoras que pueden mejorar la eficiencia operativa y la seguridad en el taller. Además, la integración de estas tecnologías permite una mayor colaboración y comunicación dentro del taller, lo que agiliza la toma de decisiones y facilita flujos de trabajo más eficaces (Ibrahim et al., 2019).

La metodología de implementación implica la selección de tecnología RFID adecuada, la instalación de lectores en ubicaciones clave, la capacitación del personal y la integración de la tecnología con los sistemas existentes (Baballe & Nababa, 2021). Este enfoque permitirá un control más efectivo de existencias e inventario, mejoras en la seguridad de los trabajadores y una mayor eficiencia operativa (Abdullah et al., 2021). También se abordarán las restricciones de la planta, los planes de mantenimiento y la aplicación de tecnología RFID en la seguridad industrial.

El presente trabajo aborda el problema de investigación principal: ¿De qué manera se puede promover la mejora continua en el Taller Industrial Tinoco mediante la inserción de tecnologías Industria 4.0? A través de un enfoque cualitativo y descriptivo, se busca identificar las deficiencias existentes y las oportunidades de mejora en el taller, así como evaluar el impacto de la tecnología RFID en la gestión de recursos y la seguridad industrial.

Esta investigación tiene gran importancia dado que la implementación de tecnologías de la Industria 4.0, en particular la tecnología RFID, promete no solo abordar los desafíos actuales del Taller Industrial Tinoco, sino también equiparlo para enfrentar con éxito los desafíos futuros. Esta iniciativa tiene como objetivo mejorar la seguridad de los trabajadores, optimizar la eficiencia operativa y elevar la calidad de los productos y servicios

ofrecidos. El taller estará en una posición privilegiada para destacarse en su sector, ofreciendo productos y servicios de insuperable calidad y manteniendo una ventaja competitiva perdurable en un mercado industrial cada vez más competitivo y globalizado.

Materiales y métodos

La metodología propuesta para la implementación de tecnologías de la Industria 4.0, en particular la tecnología RFID, en el Taller Industrial Tinoco se basa en un enfoque integral que aborda los aspectos clave de la seguridad industrial, la eficiencia operativa y la gestión de existencias. La figura 1 muestra las actividades de la metodología propuesta:

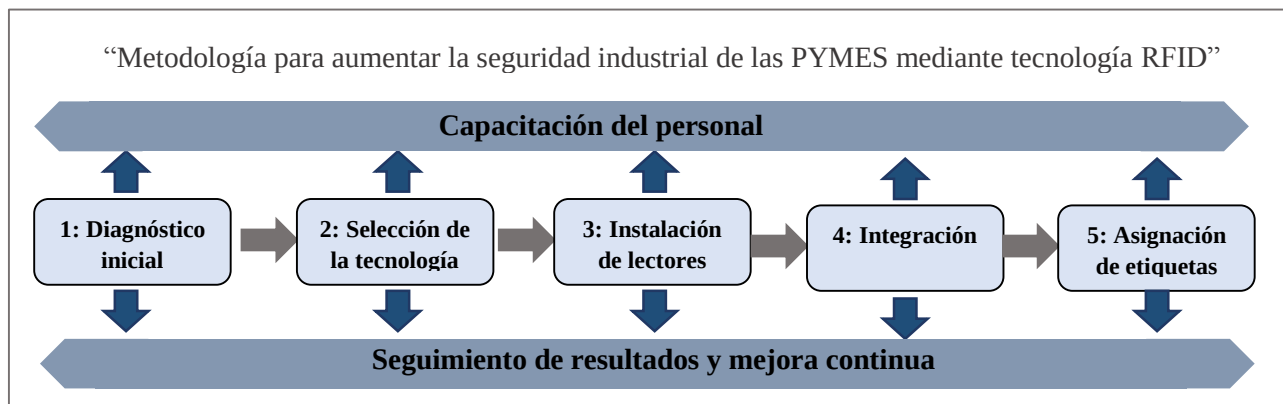


Figura 1. Estructura general de la metodología implementada.

A continuación, se describen los principales pasos de esta metodología:

- 1 Diagnóstico inicial: Realizar un análisis exhaustivo de los riesgos y vulnerabilidades en Taller Industrial Tinoco, identificando las áreas donde la tecnología RFID podría mejorar la seguridad (Soltanieh et al., 2020).
- 2 Selección de la tecnología RFID adecuada: El proceso comienza con la cuidadosa selección de la tecnología RFID más adecuada para las necesidades específicas del taller. Esto incluye la elección de etiquetas RFID, lectores, antenas y otros dispositivos relacionados. La elección se basa en factores como el tipo de activos a rastrear, el alcance de la red, la durabilidad de las etiquetas y la capacidad de integración con sistemas existentes (Yang et al., 2020).
- 3 Instalación de lectores en áreas clave: Identificar las áreas donde se necesitan lectores RFID es esencial para un monitoreo efectivo. Los lectores se instalan en ubicaciones estratégicas dentro del taller, como zonas de acceso restringido, áreas de producción y puntos críticos de seguridad (Tatiparthi et al., 2021).
- 4 Integración con sistemas existentes: La integración de la tecnología RFID con los sistemas de gestión empresarial existentes es un paso clave. Esto permite la recopilación y el análisis de datos en tiempo real, así como la generación de alertas y reportes relevantes para la seguridad y la eficiencia operativa (Kgobe & Ozor, 2021).

- 5 Asignación de etiquetas RFID a trabajadores y activos: Se asignan etiquetas RFID a trabajadores, activos y herramientas clave. Esto permite un rastreo preciso y en tiempo real de personas y activos, lo que es crucial para la seguridad y la gestión de existencias (Sarkar et al., 2022).
- 6 Capacitación del personal: Es fundamental capacitar al personal en el uso de la tecnología RFID y en la comprensión de las políticas de control de acceso y seguridad. Esto garantiza que el personal pueda interactuar eficazmente con la tecnología y cumpla con los protocolos de seguridad (Williams et al., 2019).
- 7 Seguimiento de resultados y mejora continua: Una vez implementada la tecnología RFID, se establecen métricas y KPIs para medir el impacto en la seguridad industrial, la eficiencia y la gestión de existencias. Los resultados se monitorean de manera continua, y se aplican ajustes y mejoras según sea necesario para optimizar los procesos.

Esta metodología combina la selección cuidadosa de tecnología RFID, la capacitación del personal y la integración efectiva con sistemas existentes para lograr una mejora sostenible en la seguridad industrial y la eficiencia operativa en el Taller Industrial Tinoco. Se enfoca en la adaptación de la tecnología a las necesidades específicas del taller, lo que permite un control más efectivo de existencias, la prevención de accidentes y la optimización de procesos.

Resultados y discusión

En el diagnóstico inicial, se identificaron causas subyacentes de los problemas del taller, como procesos no optimizados, falta de mantenimiento, retrasos en las entregas y exceso de desperdicio. Estos problemas tienen un impacto negativo en la capacidad del taller para cumplir con los plazos de producción y satisfacer la demanda del mercado. Para abordar estas cuestiones, se propone la implementación estratégica de tecnología RFID y otras soluciones de la Industria 4.0.

En la etapa de instalación tecnológica fue necesario utilizar una variedad de sensores y dispositivos eléctricos para mejorar la seguridad industrial en el Taller Industrial Tinoco. La tabla 1, describe la tecnología utilizada:

Tabla 1. Infraestructura tecnológica instalada en el taller Tinoco.

Dispositivo	Descripción
Lectores RFID	Estos dispositivos son fundamentales para la implementación de la tecnología REDIF. Los lectores RFID se utilizan para escanear etiquetas RFID en activos, productos o equipos, permitiendo su identificación y seguimiento en tiempo real
Etiquetas RFID	Las etiquetas RFID son dispositivos pasivos o activos que se adhieren a los activos, productos o equipos que se desean monitorear. Estas etiquetas contienen información única que puede ser leída por los lectores RFID, lo que permite el seguimiento y la identificación precisa
Cámaras de seguridad	Las cámaras de seguridad son dispositivos esenciales para mejorar la seguridad en una empresa. La integración de cámaras con sistemas de monitoreo y análisis de video puede proporcionar una capa adicional de seguridad, permitiendo la vigilancia en tiempo real y la revisión de grabaciones en caso de incidentes
Sensores de movimiento	Los sensores de movimiento pueden ser utilizados para detectar actividad no autorizada en áreas restringidas, activando alarmas o notificaciones en tiempo real.

Sensores de temperatura y humedad	Estos sensores son útiles para monitorear las condiciones ambientales en áreas críticas, como almacenes o salas de servidores, y pueden enviar alertas en caso de desviaciones fuera de los rangos establecidos
Sensores de acceso	Estos dispositivos pueden utilizarse para controlar el acceso a áreas sensibles o restringidas, registrando quién entra y sale y enviando alertas en caso de intentos no autorizados
Sistemas de alarma	Los sistemas de alarma conectados a sensores pueden proporcionar una capa adicional de seguridad, alertando sobre intrusiones, incendios u otros eventos no deseados.
Sistemas de gestión de edificios (BMS)	Estos sistemas integran una variedad de sensores y dispositivos eléctricos para monitorear y controlar aspectos como la iluminación, la climatización, la energía y la seguridad en edificios comerciales o industriales

La combinación de los sensores y dispositivos eléctricos listados en la tabla 1, contribuyó significativamente a mejorar la seguridad y el monitoreo de los procesos del Taller Industrial Tinoco, proporcionando un nivel más alto de visibilidad y control sobre los activos, las instalaciones y las operaciones.

Adicionalmente, fue necesario la integración de la tecnología RFID con sensores de IoT (Internet de las cosas) y la tecnología *blockchain*, para poder proporcionar una solución integral y mejorar la seguridad empresarial. A continuación se listan los principales resultados alcanzados:

- Al combinar la tecnología RFID con los sensores de IoT, fue posible recopilar datos en tiempo real sobre la ubicación y el estado de los activos del taller. Estos datos fueron registrados en el libro de contabilidad descentralizado utilizando la tecnología *blockchain*, lo que garantiza la integridad y la inmutabilidad de la información. Esto permite al taller rastrear sus activos de manera precisa y segura a lo largo de toda la cadena de producción y servicios.
- La tecnología RFID fue utilizada para autenticar productos y evitar la falsificación. Al combinarla con sensores de IoT, se pudo recopilar datos adicionales, como temperatura, humedad o condiciones de almacenamiento, que pueden ser registrados en la cadena de bloques para verificar la autenticidad y la calidad de los productos a lo largo de su vida útil y así aumentar la calidad de los servicios y productos.
- Los sistemas de control de acceso fueron integrados con sensores de IoT para monitorear el movimiento y la presencia en áreas restringidas. La información sobre el acceso y la actividad de los empleados o visitantes puede ser registrada en la cadena de bloques para garantizar la seguridad y la integridad de los registros.
- La combinación de RFID, sensores de IoT y *blockchain* permitió facilitar la auditoría y el cumplimiento normativo al proporcionar un registro inmutable de eventos y transacciones relacionadas con los activos empresariales. Esto ayudó a demostrar el cumplimiento de regulaciones y estándares de seguridad.

Validación de resultados

La implementación de tecnología RFID en el Taller Industrial Tinoco ha generado resultados significativos en términos de seguridad industrial, eficiencia operativa y gestión de existencias. A continuación, se resumen los resultados clave:

- **Mejora en la seguridad industrial:** La tecnología RFID ha contribuido de manera significativa a mejorar la seguridad de los trabajadores en el taller. El seguimiento en tiempo real de la ubicación y el estado de los trabajadores ha permitido una respuesta más rápida a situaciones de emergencia, así como la prevención de accidentes al garantizar que los trabajadores no ingresen a áreas peligrosas sin la debida autorización.
- **Eficiencia operativa optimizada:** La implementación de RFID ha llevado a una mayor eficiencia operativa en el taller. El monitoreo en tiempo real de activos y herramientas ha permitido una asignación más eficaz de recursos, reduciendo el tiempo de inactividad y mejorando la productividad. La capacidad de realizar mantenimiento preventivo basado en datos ha evitado costosos tiempos de inactividad no planificados.
- **Control de Inventarios Mejorado:** La tecnología RFID ha transformado la gestión de inventarios en el taller. El control en tiempo real de existencias y activos ha llevado a una reducción significativa del exceso de desperdicio y a una optimización de los niveles de inventario. Esto ha mejorado la calidad de los productos y servicios ofrecidos.
- **Cumplimiento de normativas reforzado:** La implementación de RFID ha facilitado el cumplimiento de normativas y regulaciones de seguridad industrial. Esto ha evitado multas y sanciones, así como ha mejorado la reputación del taller en cuanto a seguridad y calidad.
- **Ahorros operativos sostenibles:** A lo largo del tiempo, la tecnología RFID ha generado ahorros operativos sostenibles al reducir los costos de mantenimiento, mejorar la gestión de inventarios y aumentar la eficiencia general. Estos ahorros han contribuido a la justificación de la inversión en tecnología RFID.

Los resultados sugieren que la implementación de tecnología RFID en el Taller Industrial Tinoco ha tenido un impacto positivo en la seguridad de los trabajadores, la eficiencia operativa y la gestión de existencias. Estos resultados no solo han mejorado la calidad de los productos y servicios ofrecidos, sino que también han generado ahorros operativos y han reforzado el cumplimiento de normativas. La tecnología RFID ha demostrado ser una herramienta valiosa para la mejora continua en la seguridad industrial y la gestión eficiente de operaciones.

Conclusiones

La implementación de tecnología RFID en el Taller Industrial Tinoco ha sido un paso crucial hacia la mejora de la seguridad industrial y la eficiencia operativa. Los resultados obtenidos subrayan la efectividad de esta tecnología en la optimización de procesos y en la prevención de accidentes. La capacidad de monitorear en tiempo real la ubicación de trabajadores y activos, así como la gestión eficaz de inventarios, ha demostrado ser una estrategia clave para el éxito del taller.

En la investigación realizada se destaca la importancia de la adaptación de la tecnología RFID a las necesidades específicas del taller. La selección cuidadosa de dispositivos y la integración con sistemas existentes fueron factores críticos para el logro de los objetivos. Además, la capacitación del personal desempeñó un papel esencial en la maximización de los beneficios de la tecnología RFID.

Los resultados obtenidos sugieren que la inversión en tecnología RFID se justifica no solo por la mejora en la seguridad y la eficiencia, sino también por los ahorros operativos y el cumplimiento de normativas. La

implementación de RFID ha transformado la forma en que el taller opera y se gestiona, lo que se traduce en una ventaja competitiva perdurable en un mercado industrial cada vez más competitivo.

La metodología aplicada y los resultados obtenidos resaltan el impacto positivo de la tecnología RFID en la mejora continua del Taller Industrial Tinoco, proporcionando un camino hacia un entorno laboral más seguro, eficiente y competitivo.

Agradecimientos

"Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de este trabajo. En primer lugar, agradecemos a nuestro equipo de trabajo en el Taller Industrial Tinoco por su apoyo, dedicación y colaboración durante todo el proceso de implementación de la tecnología RFID.

También deseamos extender nuestro agradecimiento a nuestros asesores y expertos en seguridad industrial y logística por su valiosa orientación y conocimientos compartidos, que fueron fundamentales para el éxito de este proyecto.

No podemos dejar de reconocer el apoyo de nuestras familias y amigos, quienes nos brindaron su comprensión y ánimo a lo largo de este desafiante camino.

Finalmente, agradecemos a nuestra institución académica por brindarnos la oportunidad de llevar a cabo esta investigación y contribuir al avance de la seguridad industrial y la eficiencia en la industria.

Nuestro agradecimiento es profundo y sincero, y esperamos que los resultados de este trabajo contribuyan al beneficio de la comunidad industrial y a la mejora continua de la seguridad en el entorno laboral.

Referencias

- Abdullah, S., Xiao, G., & Amaya, R. E. (2021). A review on the history and current literature of metamaterials and its applications to antennas & radio frequency identification (RFID) devices. *IEEE Journal of Radio Frequency Identification*, 5(4), 427-445. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9465350/>
- Baballe, M. A., & Nababa, F. A. (2021). A comparative study on radio frequency identification system and its various applications. *International Journal of Advances in Applied Sciences (IJAAS)*, 10(4), 392-398. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4611324
- Balladares, A. O., Doltz, W. S. E., Rodriguez, V. G., & Magallanes, C. G. (2023). Burnout en docentes de instituciones educativas del régimen Costa del Ecuador. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*, 28(101), 80-92. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890839>
- Barrezueta, L. D. R., Aviles, C. N. M., Córdova, J. W. C., & Sánchez, P. M. M. (2023). Innovación tecnológica para potenciar el desempeño empresarial de las Mipymes en la provincia del Guayas. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 16(5), 50-63. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/1352>

- Bianco, G. M., Occhiuzzi, C., Panunzio, N., & Marrocco, G. (2021). A survey on radio frequency identification as a scalable technology to face pandemics. *IEEE Journal of Radio Frequency Identification*, 6, 77-96. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9559410/>
- Cui, L., Zhang, Z., Gao, N., Meng, Z., & Li, Z. (2019). Radio frequency identification and sensing techniques and their applications—A review of the state-of-the-art. *Sensors*, 19(18), 4012. <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/18/4012>
- Gómez, V. G., & Chou, R. (2019). Ecuador de cara a la sustentabilidad en el siglo XXI: Ley de Eficiencia ENERGÉTICA. *Identidad Bolivariana*, 3(1), 1-8. <https://identidadbolivariana.itb.edu.ec/index.php/identidadbolivariana/article/download/42/125>
- Ibrahim, A. A. A., Nisar, K., Hzou, Y. K., & Welch, I. (2019). Review and analyzing RFID technology tags and applications. 2019 IEEE 13th international conference on application of information and communication technologies (AICT),
- Kgobe, P., & Ozor, P. (2021). Integration of radio frequency identification technology in supply chain management: A critical review. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 14(3), 289-300. <https://journal.oscm-forum.org/publication/article/integration-of-radio-frequency-identification-technology-in-supply-chain-management---a-critical-rev>
- Meng, Z., Liu, Y., Gao, N., Zhang, Z., Wu, Z., & Gray, J. (2021). Radio frequency identification and sensing: integration of wireless powering, sensing, and communication for IIoT innovations. *IEEE Communications Magazine*, 59(3), 38-44. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9422337/>
- Sánchez, P. M. M., & Barrezueta, L. D. R. (2023). Centros de datos verdes en Ecuador: Una estrategia para disminuir la emisión de CO2 en los Centros de Datos ecuatorianos. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 16(1), 1-18. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/1229>
- Sarkar, B., Takeyeva, D., Guchhait, R., & Sarkar, M. (2022). Optimized radio-frequency identification system for different warehouse shapes. *Knowledge-Based Systems*, 258, 109811. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950705122009212>
- Soltanieh, N., Norouzi, Y., Yang, Y., & Karmakar, N. C. (2020). A review of radio frequency fingerprinting techniques. *IEEE Journal of Radio Frequency Identification*, 4(3), 222-233. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8970312/>
- Tatiparthi, S. R., De Costa, Y. G., Whittaker, C. N., Hu, S., Yuan, Z., Zhong, R. Y., & Zhuang, W.-Q. (2021). Development of radio-frequency identification (RFID) sensors suitable for smart-monitoring applications in sewer systems. *Water research*, 198, 117107. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135421003055>
- Vaca, A. M. C., Peñafiel, G. E. S., Vinueza, V. A. C., Cajas, J. M., Angamarca, D. K. C., & Yugla, F. J. M. (2023). Introducción a los Sistemas Computacionales. Una aproximación del estado del arte. *Editorial Internacional Alema*. <https://editorialalema.org/libros/index.php/alema/article/view/18>

- Wang, F.-Y., Bennett, G., Nazanin, B.-G., Li, Y., Zhang, J. J., Durgin, G., Mirabbasi, S., Lau, P. Y., Valenta, C., & Amato, F. (2020). IEEE Council on radio-frequency identification: history, present, and future vision. *IEEE Journal of Radio Frequency Identification*, 4(3), 170-175. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9171423/>
- Williams, L. R., Fox, D. R., Bishop-Hurley, G. J., & Swain, D. L. (2019). Use of radio frequency identification (RFID) technology to record grazing beef cattle water point use. *Computers and electronics in agriculture*, 156, 193-202. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169918306707>
- Yang, C., Wang, X., & Mao, S. (2020). RFID-pose: Vision-aided three-dimensional human pose estimation with radio-frequency identification. *IEEE transactions on reliability*, 70(3), 1218-1231. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9241787/>