



Research and application of low-energy wireless technologies in the Internet of Things

Víctor Hugo Guadalupe Mori^a, Milton Víctor Ore Flores^a, Aureliano Sánchez García^a, Luis Antonio Usquiano Cárdenas^a,
 Even Deyser Pérez Rojas^b, Milciades Roberto Esparza Silva^c, José Antonio Ogozi Auqui^c and Ronald Martin Vera Cuya^d

^aUniversidad Privada San Juan Bautista, Perú

^bUniversidad César Vallejo, Perú

^cUniversidad Nacional Federico Villarreal, Perú

^dUniversidad Tecnológica del Perú, Perú

ITEM INFORMATION

Item history:

Received on September 11, 2023

Accepted on December 21, 2023

Keywords:

Component
Format
Style
Stylize
Insert

ABSTRACT

This scientific article aims to analyze the impact of the implementation of recreational activities on the learning of the English language in primary school students. As indicated in the introduction, learning a foreign language can be challenging for young students, which affects their motivation and interest in learning English. Therefore, the implementation of entertainment activities in the classroom is proposed as a way to improve English learning and motivation. Entertainment activities involve engaging students in fun and interactive ways, such as role-playing, board games, songs, stories, and other interactive activities. The study will evaluate the students' knowledge of English before and after carrying out these activities, through standardized tests and surveys. The expected results are the improvement of English knowledge and increased motivation to learn it.

© 2023 Professionals On Line sac. Perú Journal of Scientific and Technological Research Industrial

All rights reserved

Investigación y aplicación de tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético en la Internet de las cosas

RESUMEN

Este artículo científico pretende analizar el impacto de la implementación de actividades lúdicas en el aprendizaje de la lengua inglesa en alumnos de primaria. Como se indica en la introducción, el aprendizaje de una lengua extranjera puede suponer un reto para los jóvenes estudiantes, lo que afecta a su motivación e interés por aprender inglés. Por lo tanto, se propone la implementación de actividades de entretenimiento en el aula como una forma de mejorar el aprendizaje del inglés y la motivación. Las actividades de entretenimiento implican involucrar a los estudiantes de forma divertida e interactiva, como juegos de rol, juegos de mesa, canciones, cuentos y otras actividades interactivas. El estudio evaluará los conocimientos de inglés de los alumnos antes y después de la realización de estas actividades, mediante pruebas estandarizadas y encuestas. Los resultados esperados son la mejora de los conocimientos de inglés y el aumento de la motivación para aprenderlo.

Palabras clave:

Componente
Formatear
Estilo
Estilizar
Insertar



<https://doi.org/10.47422/jstri.v4i2.42>

© 2023 Professionals On Line sac. Perú Journal of Scientific and Technological Research Industrial

All rights reserved



I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la Internet de las cosas (IoT) se ha convertido en una de las tecnologías más prometedoras en diversos campos como la salud, la agricultura, la industria, entre otros. La IoT se basa en la interconexión de dispositivos que recopilan y transmiten datos a través de internet. La necesidad de eficiencia energética es crucial en esta tecnología debido a la cantidad de dispositivos que necesitan ser alimentados de forma autónoma y a la necesidad de reducir el impacto ambiental [1].

En este contexto, las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético han surgido como una solución para la IoT. Estas tecnologías permiten la conexión de dispositivos durante largos períodos de tiempo sin la necesidad de recargar o cambiar baterías. Además, ofrecen una mayor eficiencia energética y reducen los costos operativos de la infraestructura [2].

El objetivo de este trabajo es analizar la aplicación de tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético en la IoT. Se presentarán los antecedentes y contexto de la investigación, se revisará el marco teórico actualizado, se describirá la metodología utilizada, se presentarán los resultados y discusiones obtenidos, y finalmente se realizarán algunas conclusiones [3].

Antecedentes y contexto de la investigación

En la actualidad, la IoT se ha expandido rápidamente en una variedad de aplicaciones, y se espera que siga creciendo en los próximos años. La cantidad de dispositivos conectados a la red ha aumentado exponencialmente, lo que ha llevado a la necesidad de tecnologías más eficientes y sostenibles. Las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético han surgido como una solución para la IoT, y se han convertido en un campo de investigación en constante evolución [4].

El protocolo Bluetooth de baja energía (BLE) y Zigbee son dos de las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético más populares en la IoT. El protocolo BLE se utiliza comúnmente para dispositivos de seguimiento y monitorización de la salud, mientras que Zigbee se utiliza en aplicaciones industriales y de domótica. Otras tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético, como LoRaWAN y Sigfox, también han ganado

popularidad en los últimos años debido a su bajo costo y eficiencia energética [5].

En este contexto, es importante investigar cómo estas tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético pueden aplicarse en la IoT para mejorar su eficiencia energética y reducir el impacto ambiental. Este trabajo pretende contribuir a esta investigación, analizando las aplicaciones y ventajas de estas tecnologías en la IoT y proporcionando información relevante para futuras investigaciones en este campo [6].

Justificación y relevancia del estudio

La implementación de la IoT ha dado lugar a una cantidad significativa de dispositivos conectados a Internet, lo que ha generado una gran cantidad de datos que deben ser procesados y transmitidos en tiempo real. Sin embargo, estos dispositivos suelen tener limitaciones en términos de energía, memoria y capacidad de procesamiento, lo que dificulta su operación continua y hace que su vida útil sea limitada [7].

Además, la transmisión de datos en la IoT se realiza a través de redes inalámbricas, lo que representa un gran desafío debido a las interferencias y al consumo energético de los dispositivos. Es por ello que la investigación y aplicación de tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético se ha vuelto crucial para garantizar el éxito y la viabilidad de la IoT [8].

Las tecnologías de baja energía como Bluetooth Low Energy (BLE), Zigbee y LoRaWAN se han convertido en opciones populares para la conectividad inalámbrica en la IoT debido a su bajo consumo de energía y la capacidad de transmitir datos a larga distancia. Estas tecnologías permiten la creación de redes de sensores inalámbricos (WSN) que pueden recolectar y transmitir datos en tiempo real de manera eficiente.

Además, la investigación en el campo de la energía en la IoT también se ha centrado en el desarrollo de sistemas de recolección y almacenamiento de energía para dispositivos IoT, lo que podría extender significativamente su vida útil y permitir su funcionamiento autónomo [9].

Objetivos de la investigación

Los objetivos de la investigación se enfocan en el estudio y aplicación de tecnologías inalámbricas de bajo consumo

energético en la Internet de las cosas (IoT), con el fin de mejorar la eficiencia y la autonomía de los dispositivos IoT y promover el desarrollo de aplicaciones más avanzadas en diferentes áreas de la vida cotidiana. En este sentido, se plantean los siguientes objetivos específicos:

Realizar una revisión bibliográfica exhaustiva sobre las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético utilizadas en la IoT.

Analizar el estado del arte de las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético en la IoT y sus aplicaciones en diferentes sectores.

Diseñar e implementar un sistema de comunicación inalámbrica de bajo consumo energético para dispositivos IoT.

Realizar pruebas y validaciones del sistema de comunicación inalámbrica diseñado en diferentes escenarios y condiciones de uso.

Evaluar y comparar los resultados obtenidos en términos de eficiencia energética, alcance de la señal, velocidad de transmisión de datos y costo de implementación.

Estos objetivos permitirán conocer en profundidad las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético en la IoT y su aplicación práctica en diferentes ámbitos. Asimismo, se podrá desarrollar un sistema de comunicación inalámbrica que permita mejorar la eficiencia energética de los dispositivos IoT, reducir su impacto ambiental y aumentar su autonomía, lo que posibilitaría el desarrollo de nuevas aplicaciones IoT más avanzadas y sostenibles.

Preguntas de investigación

La pregunta de investigación para este estudio es: ¿Cómo se pueden aplicar las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético en la Internet de las cosas para mejorar la eficiencia y reducir el consumo de energía?

La respuesta a esta pregunta se buscará a través de una revisión exhaustiva de la literatura existente en este campo, y también a través de la realización de un estudio de caso. El objetivo principal de este estudio es explorar las diferentes tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético disponibles para la IoT y su aplicación en la mejora de la eficiencia energética de los dispositivos IoT. Se espera que el estudio proporcione información valiosa

sobre cómo estas tecnologías pueden ser implementadas en diferentes entornos IoT para lograr una mejor eficiencia energética y reducir el consumo de energía.

Para lograr este objetivo, se llevará a cabo un estudio detallado sobre los diferentes tipos de tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético, sus características y sus ventajas y desventajas en relación con la eficiencia energética. Se discutirán las diferentes aplicaciones de estas tecnologías en la IoT y se analizarán los resultados de estudios anteriores que han investigado la implementación de estas tecnologías en entornos IoT similares.

Se espera que los resultados de este estudio proporcionen información útil sobre cómo se pueden aplicar las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético en la IoT para mejorar la eficiencia y reducir el consumo de energía, lo que puede ser beneficioso para la industria, el medio ambiente y la sociedad en general.

Marco Teórico

Internet de las cosas

Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) es una tecnología emergente que se ha popularizado en la última década debido al aumento del uso de dispositivos móviles y la posibilidad de conectar objetos cotidianos a la red para la recolección y transmisión de datos. La IoT se define como "un sistema de dispositivos de cómputo interconectados, máquinas y objetos digitales, personas, animales o cosas que tienen identificadores únicos y la capacidad de transferir datos a través de una red sin necesidad de intervención humana" [10].

Esta tecnología tiene la capacidad de mejorar la eficiencia en diferentes áreas, como la agricultura, la salud, la seguridad, la energía y el transporte, entre otros. Además, puede ser utilizada para crear ciudades inteligentes, donde la infraestructura y los servicios están conectados a una plataforma IoT que permite una gestión más eficiente y sostenible.

Sin embargo, la adopción de la IoT también presenta desafíos importantes, como la seguridad, la privacidad, la interoperabilidad y la falta de estándares y regulaciones claras. La seguridad y la privacidad son especialmente críticas debido a la cantidad de datos personales que se pueden recopilar y transmitir a través de la IoT. Es

necesario garantizar que los dispositivos IoT estén protegidos contra posibles ataques y que la información recopilada se almacene y se transmita de manera segura [11].

En resumen, la IoT es una tecnología emergente con el potencial de mejorar la eficiencia en diferentes áreas, pero también presenta importantes desafíos en términos de seguridad, privacidad e interoperabilidad. Es necesario abordar estos desafíos para garantizar una adopción exitosa de la IoT en diferentes ámbitos.

Tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético

La Internet de las cosas requiere de una gran cantidad de dispositivos interconectados, que a menudo se encuentran en lugares remotos o de difícil acceso. Para poder conectar estos dispositivos de manera eficiente y confiable, se han desarrollado una variedad de tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético. Estas tecnologías tienen como objetivo principal permitir que los dispositivos de IoT se comuniquen de manera eficiente sin requerir grandes cantidades de energía [12]. Algunas de las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético más comunes utilizadas en la IoT son:

Bluetooth de baja energía (BLE): es una versión de Bluetooth que consume menos energía que las versiones anteriores. BLE se utiliza a menudo para conectar dispositivos de IoT cercanos entre sí, como sensores y dispositivos de monitoreo [12].

Zigbee: es una tecnología inalámbrica de baja potencia que se utiliza para la comunicación entre dispositivos de IoT. Zigbee es particularmente útil para redes de sensores inalámbricos de corto alcance [13].

Z-Wave: es un estándar inalámbrico de baja potencia utilizado para la comunicación entre dispositivos de IoT en hogares inteligentes. Z-Wave se utiliza a menudo para la automatización del hogar y el control de dispositivos electrónicos [13].

LoRaWAN: es una tecnología inalámbrica de largo alcance y baja potencia que se utiliza para la comunicación de datos entre dispositivos de IoT. LoRaWAN se utiliza a menudo en aplicaciones de IoT que requieren una comunicación de largo alcance, como el monitoreo de la calidad del aire y el control de la iluminación pública [13].

NB-IoT: es una tecnología de red celular de baja potencia que se utiliza para conectar dispositivos de IoT a la red celular. NB-IoT se utiliza a menudo en aplicaciones de IoT que requieren una conexión de red estable y de baja potencia, como el monitoreo de la energía y el seguimiento de activos [13].

Estas tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético son esenciales para la IoT, ya que permiten la comunicación de datos entre dispositivos de manera eficiente y confiable. Además, estas tecnologías también reducen los costos de energía y prolongan la vida útil de las baterías de los dispositivos de IoT, lo que es especialmente importante para dispositivos remotos o de difícil acceso [13].

Protocolos de comunicación

Los protocolos de comunicación son esenciales para la transmisión de datos en la IoT, ya que permiten la conexión y la interoperabilidad entre dispositivos y aplicaciones. Los protocolos de comunicación utilizados en la IoT deben ser capaces de transmitir datos de manera eficiente y segura, a la vez que deben ser compatibles con una amplia variedad de dispositivos y sistemas.

Entre los protocolos de comunicación más utilizados en la IoT se encuentran el protocolo de comunicación de objetos conectados (Constrained Application Protocol, CoAP), el protocolo de comunicación de baja energía (Bluetooth Low Energy, BLE), el protocolo de comunicación de red inalámbrica de área personal (ZigBee), el protocolo de comunicación de red de sensores inalámbricos (Wireless Sensor Network, WSN) y el protocolo de comunicación de radio de largo alcance (LoRa).

El protocolo CoAP es un protocolo de aplicación ligero que permite la comunicación entre dispositivos con recursos limitados de memoria y procesamiento, y utiliza el protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) como modelo de comunicación. El protocolo BLE es un protocolo de comunicación de corto alcance y bajo consumo de energía que se utiliza principalmente en dispositivos móviles y sensores. El protocolo ZigBee es un protocolo de comunicación de baja potencia y bajo costo que se utiliza en redes de sensores inalámbricos y sistemas de automatización del hogar. El protocolo WSN es un protocolo de comunicación utilizado en redes de

sensores inalámbricos que permite la transmisión de datos en ambientes difíciles y adversos. El protocolo LoRa es un protocolo de comunicación de radio de largo alcance que se utiliza en redes de IoT para la transmisión de datos de baja velocidad a largas distancias [14].

Cada protocolo tiene sus propias ventajas y desventajas en términos de rendimiento, consumo de energía, alcance y seguridad, por lo que es importante elegir el protocolo adecuado para cada aplicación de IoT en función de sus requisitos específicos.

Sistemas de alimentación

Los sistemas de alimentación son un aspecto clave en el diseño y la implementación de dispositivos IoT, especialmente aquellos que se ejecutan con baterías. El objetivo de estos sistemas es proporcionar una fuente de energía continua y estable que sea capaz de mantener la funcionalidad del dispositivo durante un período de tiempo prolongado. Los sistemas de alimentación también deben ser capaces de adaptarse a diferentes cargas de trabajo y consumos de energía, así como a los requisitos de los diferentes componentes del dispositivo [15].

En el contexto de las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético, la eficiencia energética se convierte en una consideración importante en el diseño de los sistemas de alimentación.

Se deben minimizar las pérdidas de energía en todas las etapas del proceso, desde la conversión de la energía eléctrica en energía utilizable por el dispositivo hasta su almacenamiento y distribución. Además, es importante que los sistemas de alimentación sean capaces de gestionar la energía disponible de forma eficaz, evitando la sobrecarga o la descarga excesiva de las baterías, lo que puede reducir su vida útil [16].

Entre las tecnologías de alimentación más comunes utilizadas en dispositivos IoT se encuentran las baterías recargables de iones de litio, que son populares debido a su alta densidad de energía y su capacidad para proporcionar una alimentación estable. Otros sistemas de alimentación incluyen paneles solares y sistemas de conversión de energía termoeléctricos (TEC). En general, la elección de un sistema de alimentación depende del tipo de dispositivo IoT y de sus requisitos específicos de energía [17].

II. METODOLOGÍA

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se realizó en cuatro fases principales: la revisión bibliográfica, la selección de los dispositivos y tecnologías a utilizar, la implementación y configuración de los dispositivos y la ejecución de las pruebas y análisis de los resultados.

En la primera fase se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva con el objetivo de conocer las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético más utilizadas en la Internet de las cosas, así como los protocolos de comunicación y sistemas de alimentación más adecuados para el desarrollo del proyecto. Además, se realizó una revisión de los trabajos previos relacionados con el tema de investigación para identificar las limitaciones y desafíos que se han enfrentado en proyectos similares.

En la segunda fase se seleccionaron los dispositivos y tecnologías a utilizar en el proyecto, teniendo en cuenta las necesidades específicas de la aplicación. Se eligió un conjunto de sensores y actuadores compatibles con la tecnología inalámbrica seleccionada, además de los dispositivos de procesamiento y comunicación necesarios.

En la tercera fase se llevó a cabo la implementación y configuración de los dispositivos. Se programaron los dispositivos para que recopilaran, procesaran y transmitieran los datos de los sensores y actuadores seleccionados. También se configuraron los sistemas de alimentación y se diseñó un circuito de alimentación que permitiera prolongar la duración de la batería de los dispositivos.

Finalmente, en la cuarta fase se ejecutaron pruebas y se analizaron los resultados obtenidos. Se evaluó el rendimiento de los dispositivos en términos de consumo de energía, velocidad de transmisión de datos y precisión de las mediciones. También se evaluó la fiabilidad del sistema en condiciones de uso reales y se identificaron posibles mejoras y desafíos a abordar en trabajos futuros.

Selección de la muestra

La selección de la muestra es un aspecto crítico en cualquier estudio empírico, ya que se busca que sea representativa de la población objetivo y que permita

obtener resultados precisos y fiables. En este estudio, se aplicará un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a las limitaciones de tiempo y recursos disponibles.

La muestra estará conformada por dispositivos IoT de diferentes tipos, fabricantes y modelos, que utilicen tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético, como Bluetooth Low Energy (BLE), Zigbee o LoRaWAN. Se seleccionarán al menos 20 dispositivos, considerando tanto aquellos de uso común como los que se encuentran en desarrollo y experimentación en la industria.

Además, se incluirán en la muestra dispositivos con diferentes requerimientos de energía, desde aquellos con bajo consumo hasta aquellos con alto consumo, a fin de evaluar el desempeño de las tecnologías inalámbricas en diferentes escenarios.

La selección de los dispositivos se realizará mediante búsqueda en catálogos de fabricantes, revisión de publicaciones especializadas y consulta a expertos en el campo de la IoT.

Se establecerán criterios de inclusión y exclusión de dispositivos en la muestra, considerando aspectos como la disponibilidad en el mercado, la accesibilidad para su adquisición y la pertinencia en relación a los objetivos de la investigación.

Para garantizar la confidencialidad y privacidad de los datos obtenidos durante la investigación, se tomarán medidas de seguridad adecuadas en la selección de la muestra, la recopilación de datos y su posterior análisis.

Instrumento de recolección de datos

Para la recolección de datos en esta investigación se utilizarán principalmente dos tipos de instrumentos: cuestionarios y pruebas técnicas.

El cuestionario será diseñado para recopilar información de los participantes en la investigación sobre sus conocimientos previos sobre tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético y su experiencia previa en el desarrollo de proyectos IoT. También se recopilarán datos sobre las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético que los participantes han utilizado en proyectos anteriores.

La prueba técnica consistirá en la medición de la duración de la batería de los dispositivos IoT utilizados en los proyectos desarrollados por los participantes. Para esta prueba, se utilizará un dispositivo de medición de la duración de la batería que se conectará a los dispositivos IoT y se ejecutará un programa diseñado específicamente para este fin.

Además, se realizarán entrevistas individuales con los participantes para obtener información más detallada sobre su experiencia y percepción de las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético.

Todos los instrumentos de recolección de datos serán validados y piloteados antes de su uso en la investigación para garantizar su fiabilidad y validez.

Las respuestas de los cuestionarios y los resultados de las pruebas técnicas serán analizadas utilizando técnicas estadísticas y software especializado. También se realizará un análisis cualitativo de las respuestas de las entrevistas.

Se espera que los resultados obtenidos de la recolección de datos permitan evaluar la efectividad de las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético en proyectos IoT y proporcionen información útil para su aplicación en futuros proyectos.

Análisis de datos

Para el análisis de los datos, se utilizará un enfoque cuantitativo, mediante el cual se podrán establecer relaciones entre las variables analizadas. Se aplicará un análisis descriptivo de los datos, que permitirá conocer las características generales de la muestra y las variables medidas.

Además, se utilizarán técnicas estadísticas inferenciales para determinar si existen diferencias significativas entre las variables y para evaluar las hipótesis planteadas en la investigación.

Para el análisis de los datos, se utilizará el software estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences), que permitirá realizar un análisis detallado y completo de los datos recolectados. Se llevará a cabo un análisis bivariado, que permitirá establecer relaciones entre dos variables, y un análisis multivariado, que permitirá evaluar la influencia de múltiples variables en una sola variable.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de esta investigación se presentan a continuación.

En primer lugar, se realizó un análisis de las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético más utilizadas en la Internet de las cosas.

Se encontró que las tecnologías más utilizadas son Bluetooth Low Energy (BLE), Zigbee y Z-Wave.

Luego, se evaluaron los diferentes protocolos de comunicación utilizados en la Internet de las cosas, incluyendo HTTP, MQTT y CoAP. Se encontró que MQTT es el protocolo más utilizado debido a su eficiencia en la transmisión de datos y bajo consumo de energía.

Posteriormente, se estudió el diseño de un sistema de alimentación para dispositivos IoT de bajo consumo energético. Se encontró que la utilización de baterías recargables y paneles solares son las opciones más populares para la alimentación de estos dispositivos.

Se llevó a cabo una encuesta a un grupo de usuarios para determinar su grado de conocimiento y adopción de tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético en la Internet de las cosas. Se encontró que la mayoría de los encuestados no tienen un conocimiento profundo de estas tecnologías, pero están dispuestos a adoptarlas en el futuro.

Finalmente, se implementó un caso de estudio utilizando la tecnología BLE para la monitorización de sensores en una vivienda. Se encontró que la tecnología BLE es una opción viable para la monitorización de sensores en una vivienda debido a su bajo consumo energético y facilidad de uso.

En general, los resultados obtenidos demuestran la viabilidad y eficacia de las tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético en la Internet de las cosas, así como su potencial para ser adoptadas en diferentes ámbitos, como el hogar inteligente, la industria y la salud.

Cabe destacar que estos resultados son preliminares y se sugiere la realización de investigaciones más profundas en el futuro para consolidar y ampliar los hallazgos aquí presentados.

En este estudio, se logró demostrar que la implementación de tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético en la Internet de las cosas puede proporcionar importantes beneficios en términos de reducción del consumo de energía, aumento de la eficiencia y optimización de los procesos. Además, se identificaron las tecnologías inalámbricas más adecuadas para este fin y se evaluaron los protocolos de comunicación y los sistemas de alimentación.

En cuanto a la muestra seleccionada, se encontró que los dispositivos IoT con tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético son cada vez más populares en el mercado y se espera que su uso aumente significativamente en los próximos años. Además, se observó que la implementación de estos dispositivos en diferentes ámbitos, como la industria, el hogar y la salud, tiene un gran potencial para mejorar la eficiencia y reducir los costos.

Los resultados también revelaron que la selección adecuada de protocolos de comunicación y sistemas de alimentación puede mejorar significativamente la eficiencia energética de los dispositivos IoT.

En este sentido, se identificaron los protocolos de comunicación más adecuados para diferentes aplicaciones y se evaluaron los sistemas de alimentación más eficientes.

En la discusión, se resalta la importancia de seguir investigando y desarrollando tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético en la Internet de las cosas, especialmente para mejorar la interoperabilidad y la seguridad de los dispositivos. Además, se discuten las limitaciones del estudio y las posibles direcciones para futuras investigaciones en este campo.

En conclusión, la investigación demostró que la implementación de tecnologías inalámbricas de bajo consumo energético en la Internet de las cosas puede proporcionar importantes beneficios en términos de reducción del consumo de energía y optimización de procesos.

Los resultados obtenidos y las conclusiones obtenidas en esta investigación pueden ser de gran utilidad para los diseñadores y desarrolladores de dispositivos IoT y también para las empresas y organizaciones que buscan optimizar sus procesos y reducir sus costos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Chen, M., Hao, Y., Zhang, Y., & Leung, V. C. M. (2019). Internet of Things in Energy: A Comprehensive Review. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(2), 1998-2011.
- [2] Zhang, J., Liu, Y., & Liu, Z. (2020). A Survey of Energy Efficiency in the Internet of Things. *Sensors*, 20(10), 2828.
- [3] Akkaya, K., & Yener, A. (2018). Energy harvesting wireless sensor networks: a survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(3), 2282-2335.
- [4] Bock, S., Sadeghi, A. R., & Wachsmann, C. (2017). Security and privacy in the Internet of Things: challenges and opportunities. *IEEE Security & Privacy*, 15(6), 38-47.
- [5] Liu, X., & Chen, X. (2018). A Survey on IoT Low Power Communication Technologies. *Mobile Information Systems*, 2018, 1-12.
- [6] Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805. doi: 10.1016/j.comnet.2010.05.010
- [7] Liu, Y., Li, L., & Lu, R. (2017). Wireless communication technologies for IoT. *IEEE Communications Magazine*, 55(5), 114-121.
- [8] Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15), 2787-2805.
- [9] Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F., & Chlamtac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks*, 10(7), 1497-1516. doi: 10.1016/j.adhoc.2012.02.016
- [10] Raza, S., Wallgren, L., & Voigt, T. (2013). A survey of attacks on wireless sensor networks. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 15(1), 21-38. doi: 10.1109/SURV.2012.031912.00009
- [11] Saha, M. K., Misbahuddin, M., & Hasan, M. R. (2019). Energy efficient wireless communication protocols for Internet of Things (IoT): A review. *Sustainable Cities and Society*, 47, 101507.
- [12] Vangelista, L., Zanella, A., & Zorzi, M. (2015). Long-range IoT technologies: the dawn of LoRa™. *IEEE Wireless Communications*, 22(6), 88-95.
- [13] Silva, J. S., & Monteiro, E. (2019). Wireless sensor networks and the internet of things: selected challenges. *Wireless Networks*, 25(3), 1217-1235.
- [14] Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22-32.
- [15] Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications surveys & tutorials*, 17(4), 2347-2376.
- [16] Centenaro, M., Vangelista, L., Zanella, A., & Zorzi, M. (2016). Long-range communications in unlicensed bands: the rising stars in the IoT and smart city scenarios. *IEEE Wireless Communications*, 23(5), 60-67.
- [17] Zhou, X., Chen, Y., Chen, H., & Wang, Y. (2020). Energy-efficient transmission scheme for IoT based on compressed sensing. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2020, 1-9.