

Evaluación y selección de plataformas de hardware de bajo consumo para la optimización energética en nodos IoT de trazabilidad ganadera

Evaluation and Selection of Low-Power Hardware Platforms for Energy Optimization in IoT Nodes for Livestock Traceability

Juan Pablo Moreno
Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas – Universidad Nacional de Catamarca
(Argentina)
jpmoreno@tecno.unca.edu.ar
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0353-1830>

Lorena Baigorria
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis (Argentina)
lorenabaigorria@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5163-2641>

Germán Montejano
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis (Argentina)
gmonte@unsl.edu.ar
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2117-0768>

Bruno Ruartes
Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas – Universidad Nacional de Catamarca
(Argentina)
ruartesbruno@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4595-7654>

Recibido: 25 junio 2026 **Aceptado:** 26 junio 2026 **Publicado:** 1 julio 2026

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Cómo citar: Moreno, J. P., Baigorria, L., Montejano, G., & Ruartes, B. (2026). Evaluación y selección de plataformas de hardware de bajo consumo para la optimización energética en nodos IoT de trazabilidad ganadera. Revista Electrónica de Investigación de Tecnologías Educativas ITFIPVIRTUAL, 8(1), 10-28.

© 2026 Los autores. Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0), que permite el uso, distribución, reproducción y adaptación del contenido en cualquier medio o formato, incluso con fines comerciales, siempre que se otorgue el reconocimiento adecuado a los autores y a la publicación original.

Licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

© 2026 The Authors. This article is published under the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, reproduction, and adaptation in any medium, including commercial use, provided appropriate credit is given to the original authors and source.

License: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Resumen. En el ámbito de la ganadería de precisión, los nodos IoT desplegados en campo requieren estrategias de gestión energética que permitan prolongar su autonomía operativa. El presente estudio aborda la selección de una plataforma de hardware de ultra bajo consumo que facilite la implementación de técnicas de optimización energética, combinando estrategias de gestión dinámica de potencia (DPM) con escalado dinámico de voltaje y frecuencia (DVFS). A partir de un conjunto de criterios objetivos definidos sobre la base de las limitaciones observadas en la plataforma actual (BSFrance LoRa32u4 II), se analizaron arquitecturas comerciales representativas del segmento IoT y se contrastaron sus prestaciones mediante tablas comparativas. Los resultados obtenidos muestran que, si bien las plataformas STM32WL ofrecen un soporte más explícito para DVFS mediante puntos de operación programables, las soluciones basadas en nRF52840 presentan ventajas estratégicas como mayor capacidad de memoria (1 MB Flash, 256 KB RAM) y soporte nativo para pilas de comunicaciones mesh. La RAK4631 WisBlock Core (nRF52840) resulta la alternativa más equilibrada, al conciliar los requerimientos de experimentación académica con la viabilidad de evolución hacia un producto comercial, priorizando la sostenibilidad del proyecto a largo plazo. Se propone una hoja de ruta experimental que permita cuantificar el impacto de las estrategias de gestión energética sobre la autonomía del nodo.

Palabras clave: trazabilidad ganadera, DVFS, DPM, IoT.

Abstract. In the field of precision livestock farming, IoT nodes deployed in the field require energy management strategies to extend their operational autonomy. This study addresses the selection of an ultra-low-power hardware platform that enables the implementation of energy optimization techniques, combining Dynamic Power Management (DPM) strategies with Dynamic Voltage and Frequency Scaling (DVFS). Based on a set of objective criteria defined from the limitations observed in the current platform (BSFrance LoRa32u4 II), representative commercial architectures in the IoT segment were analyzed and their performance was compared using comparative tables. The results show that, while STM32WL platforms offer more explicit support for DVFS through programmable Operating Performance Points, nRF52840-based solutions present strategic advantages such as greater memory capacity (1 MB Flash, 256 KB RAM) and native support for mesh communication stacks. The RAK4631 WisBlock Core (nRF52840) emerges as the most balanced alternative, reconciling academic experimentation requirements with product evolution viability, prioritizing long-term project sustainability. An experimental roadmap is proposed to quantify the impact of energy management strategies on node autonomy.

Keywords: Livestock tracking, DVFS, DPM, IoT.

Introducción

Los sistemas de monitorización remota aplicados al sector agropecuario han experimentado un crecimiento sostenido gracias al desarrollo de tecnologías de comunicación de bajo costo y plataformas de hardware de bajo consumo. En este contexto, la trazabilidad ganadera mediante nodos IoT constituye una herramienta estratégica para optimizar la gestión de recursos en entornos rurales donde la autonomía energética resulta un factor crítico para la viabilidad operativa de los dispositivos. (Feria Cortés et al., 2025).

El proyecto que da origen a este trabajo desarrolló una solución basada en la plataforma BSFrance LoRa32u4 II (ATmega32U4 + SX1276). Si bien las pruebas de campo validaron la cobertura y la integridad de los datos transmitidos, también evidenciaron limitaciones asociadas al consumo energético del subsistema GPS y de las transmisiones LoRa. Como respuesta, se implementaron estrategias de gestión dinámica de potencia (DPM) mediante modos de bajo consumo y ciclos de trabajo programados. Sin embargo, la arquitectura AVR utilizada limita la aplicación de técnicas más avanzadas debido a la ausencia de mecanismos de control dinámico del voltaje de operación.

Entre las estrategias de optimización energética, el escalado dinámico de voltaje y frecuencia (DVFS) permite reducir el consumo durante la ejecución activa mediante el ajuste coordinado de la frecuencia de reloj y la tensión de alimentación. La literatura demuestra que la combinación de DPM y DVFS mejora significativamente la eficiencia energética en sistemas

embebidos, aunque su implementación requiere hardware con capacidades específicas de gestión de energía.

En este contexto, surge la necesidad de identificar una plataforma de ultra bajo consumo que permita evaluar experimentalmente técnicas avanzadas de optimización energética, manteniendo compatibilidad con los periféricos existentes y ofreciendo una ruta de evolución hacia futuras funcionalidades, incluyendo comunicaciones mesh y actualizaciones OTA.

El objetivo de este trabajo es evaluar y seleccionar una plataforma de hardware que equilibre los requerimientos de investigación experimental con la viabilidad de evolución hacia producto. Para ello, se definieron criterios de selección objetivos, se analizaron distintas arquitecturas IoT y se compararon placas comerciales disponibles, priorizando aquellas con capacidades avanzadas de gestión energética y potencial de escalabilidad. (Holman Reyes Puentes et al., 2026).

Materiales y métodos

Para garantizar la objetividad y reproducibilidad del proceso de selección, se definió un protocolo en tres etapas: (1) establecimiento de criterios; (2) análisis preliminar de arquitecturas; (3) relevamiento de placas comerciales.

Criterios de selección

Los criterios se establecieron a partir de las limitaciones observadas en la plataforma BSFrance LoRa32u4 II. Se consideraron: capacidad de gestión dinámica de frecuencia y/o voltaje para la implementación de estrategias de optimización energética; consumo en reposo igual o inferior a 2 μ A; bajo consumo durante la operación activa; disponibilidad mínima de 256 KB de memoria Flash y 32 KB de RAM para futuras funcionalidades; compatibilidad con interfaces UART, I²C y SPI; costo unitario competitivo; y madurez del ecosistema de desarrollo.

Análisis preliminar de arquitecturas

Se realizó un filtrado inicial de familias de microcontroladores orientadas a aplicaciones IoT de ultra bajo consumo. La familia nRF52840 fue seleccionada como candidata principal debido a su amplia adopción en aplicaciones IoT, disponibilidad de pilas de comunicación mesh, capacidad de memoria (1 MB Flash y 256 KB RAM) y ecosistema de desarrollo consolidado. La familia STM32WL fue considerada como alternativa por integrar comunicaciones LoRa y ofrecer soporte documentado para mecanismos de escalado de voltaje y frecuencia. Sin embargo, presenta limitaciones en memoria disponible y carece de soporte nativo para redes mesh. Otras arquitecturas, como ESP32, MSP430FR y Ambiq Apollo3, fueron descartadas por restricciones relacionadas con consumo energético, capacidad de expansión o madurez del ecosistema.

Relevamiento y comparación de placas comerciales

Se relevaron placas de desarrollo disponibles en canales internacionales, consultando fuentes oficiales y distribuidores en línea. Para cada placa se recopilaron: microcontrolador, compatibilidad con DVFS, consumos, memoria, interfaces, GPS, FreeRTOS, mesh y precio. La información se organizó en tablas comparativas, incluyendo la plataforma actual como referencia.

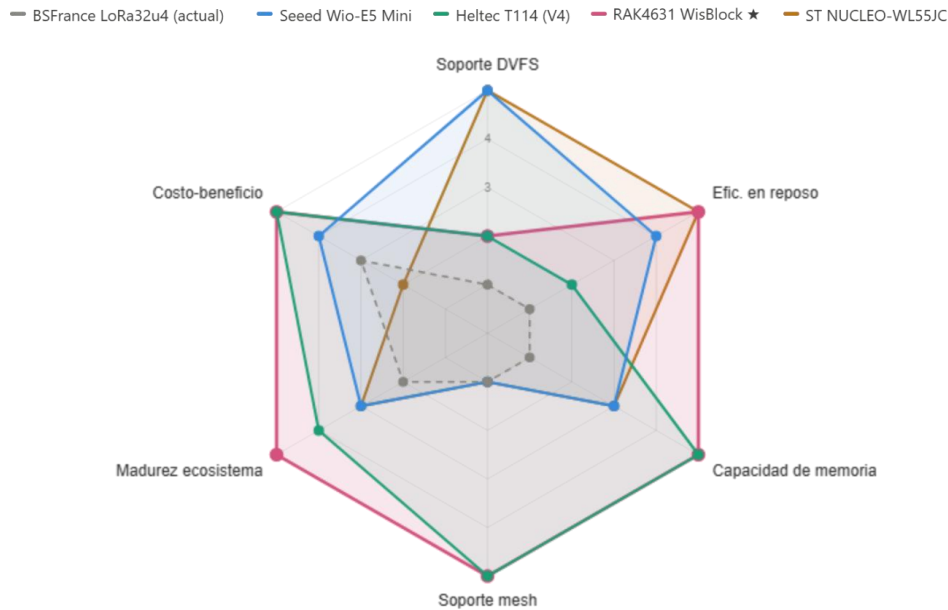
Consideraciones sobre la instrumentación experimental

La selección documental será complementada con una etapa de verificación experimental, mediante mediciones directas de corriente sobre resistencias shunt, para validar valores declarados y cuantificar el impacto real de las estrategias de gestión energética sobre la autonomía del sistema.

Resultados y discusión

La Figura 1 presenta una comparación multidimensional de las plataformas evaluadas considerando los criterios definidos en la metodología. Los resultados muestran que ninguna alternativa domina simultáneamente todas las dimensiones analizadas. Las plataformas STM32WL destacan por su soporte explícito para DVFS y por sus bajos consumos en reposo, mientras que las soluciones basadas en nRF52840 exhiben un desempeño más equilibrado al combinar capacidades de gestión energética, mayor disponibilidad de memoria y soporte para comunicaciones mesh.

Figura 1
Comparación multidimensional de plataformas IoT evaluadas



Nota. Cada eje representa una puntuación normalizada de 0 a 5. Los valores reflejan las especificaciones técnicas de las hojas de datos de cada fabricante y los criterios definidos en el presente estudio. ★ Plataforma seleccionada.

Los valores específicos obtenidos se resumen en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1

Características técnicas de las placas evaluadas

Placa	MCU	DVFS	Reposo (μ A)	Activo	Flash/RAM
BSFrance LoRa32u4 II (actual)	ATmega32 U4	No	2 (teórico) / 1800 (real)	12 mA + 120 mA TX	32 KB/2,5 KB
Seed Wio-E5 Mini	STM32WL E5JC	Si	2,1	~3,4 mA a 48 MHz	256 KB/64 KB
Heltec T114 (V4)	nRF52840	Implícito	11	~2-10 mA	1 MB/256 KB

RAK4631 WisBlock Core	nRF52840	Implícito	2,0	~125 mA TX	1 MB/256 KB
ST NUCLEO-WL55JC	STM32WL 55JC	Si	1	~5-10 mA a 48 MHz	256 KB/64 KB

Nota. El valor de reposo del ATmega32U4 incluye el valor teórico declarado por el fabricante (2 μ A) y el valor real medido en campo (1800 μ A). Los demás consumos corresponden a especificaciones de hojas de datos.

Tabla 2

Características funcionales de integración

Placa	LoRa	GPS	FreeRTOS	Mesh	Precio (U\$S)
BSFrance LoRa32u4 II (actual)	Si	No	No	No	60,00
Seeed Wio-E5 Mini	Si	No	Si	No	56,35
Heltec T114 (V4)	Si	Si	Si	Si	39,73
RAK4631 WisBlock Core	Si	No	Si	Si	39,73
ST NUCLEO-WL55JC	Si	No	Si	No	82,64

Las plataformas STM32WL constituyen las únicas alternativas con mecanismos DVFS documentados mediante rangos de operación programables, característica relevante para estudios centrados en la evaluación experimental de técnicas de escalado dinámico de voltaje y frecuencia. Sin embargo, su menor capacidad de memoria y la ausencia de soporte nativo para redes mesh limitan su proyección hacia despliegues ganaderos de gran escala.

Por otra parte, las plataformas nRF52840 ofrecen una capacidad de memoria significativamente superior (1 MB Flash y 256 KB RAM) y compatibilidad con pilas mesh

ampliamente utilizadas en aplicaciones IoT. Aunque sus mecanismos de optimización energética no se implementan mediante OPPs formales, el framework nRF5 SDK permite experimentar con selección dinámica de reguladores y escalado de frecuencia, proporcionando herramientas adecuadas para la investigación propuesta.

Entre las alternativas evaluadas, la RAK4631 WisBlock Core presenta el mejor equilibrio entre requerimientos académicos, experimentales y de evolución hacia producto. Su formato modular facilita la caracterización energética de periféricos individuales, dispone de un ecosistema de desarrollo maduro y mantiene compatibilidad con futuras ampliaciones funcionales. La Heltec T114 (V4) constituye una alternativa válida cuando se requiere GPS integrado, aunque su mayor consumo en reposo la hace menos conveniente para aplicaciones con ciclos de trabajo reducidos.

En consecuencia, se propone adoptar la RAK4631 WisBlock Core como plataforma experimental para las siguientes etapas del proyecto. Esta selección permite avanzar en la implementación y evaluación de estrategias de gestión energética manteniendo una ruta tecnológica compatible con futuras versiones comerciales del sistema.

Respecto de la plataforma actualmente utilizada, la migración propuesta incorpora mejoras significativas en capacidad de memoria, soporte de software y eficiencia energética. Asimismo, habilita la incorporación de comunicaciones mesh y funcionalidades avanzadas que resultan difíciles de implementar sobre la arquitectura AVR actualmente empleada.

Conclusiones

El presente trabajo evaluó distintas plataformas IoT de ultra bajo consumo con el objetivo de identificar una alternativa adecuada para la implementación y validación de estrategias avanzadas de gestión energética en sistemas de trazabilidad ganadera. A partir de criterios objetivos relacionados con consumo, capacidad de procesamiento, soporte de comunicaciones, costo y potencial de escalabilidad, se realizó una comparación sistemática de arquitecturas y placas comerciales disponibles.

Los resultados muestran que las plataformas STM32WL ofrecen ventajas para la experimentación con DVFS gracias a su soporte explícito de distintos modos de operación. Sin embargo, las soluciones basadas en nRF52840 presentan un equilibrio más favorable entre eficiencia energética, capacidad de memoria, madurez del ecosistema y posibilidades de evolución hacia aplicaciones reales de gran escala. (Carlomagno Sancho Noriega et al., 2026).

En este contexto, la RAK4631 WisBlock Core fue seleccionada como plataforma experimental por combinar bajo consumo, soporte para mecanismos de optimización energética, amplia disponibilidad de recursos de hardware y compatibilidad con comunicaciones mesh. Estas características la convierten en una alternativa adecuada tanto para la investigación propuesta como para futuras iteraciones del sistema.

La principal contribución del estudio consiste en proporcionar una metodología de evaluación sistemática para la selección de plataformas IoT orientadas a aplicaciones de

trazabilidad ganadera energéticamente eficientes, considerando simultáneamente requerimientos de investigación y viabilidad de evolución hacia producto.

Como limitaciones, la evaluación se basó principalmente en especificaciones técnicas reportadas por los fabricantes, por lo que los resultados deberán ser contrastados mediante mediciones experimentales. Asimismo, la integración de la plataforma seleccionada con los periféricos actualmente utilizados requiere validación práctica, y la migración desde el ecosistema AVR/Arduino hacia el nRF5 SDK implica una curva de aprendizaje cuyo impacto sobre los tiempos de desarrollo deberá considerarse en la planificación de las etapas siguientes.

Como trabajo futuro se prevé la implementación de un banco experimental basado en la RAK4631 WisBlock Core, que incluya mediciones directas de corriente mediante resistencias shunt para validar los valores declarados por el fabricante. A partir de esta caracterización, se evaluará cuantitativamente el impacto de las estrategias DPM y DVFS sobre la autonomía del sistema, tomando como referencia de comparación los valores de consumo medidos en campo sobre la plataforma BSFrance LoRa32u4 II. Finalmente, se analizará la viabilidad de incorporar comunicaciones mesh y actualizaciones OTA en el contexto del sistema de trazabilidad ganadera existente.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de Catamarca por el financiamiento otorgado a través del programa PIDI III, cuyos recursos han permitido el desarrollo del presente

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

proyecto de investigación y la adquisición de los equipamientos necesarios para las etapas de caracterización energética y validación experimental. El proyecto se encuentra en ejecución y cuenta con financiamiento vigente hasta el 31 de diciembre de 2027.

Asimismo, se agradece al Grupo de Investigación de Internet de las Cosas (GIIOT) de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca por el soporte institucional, la colaboración en las etapas de instrumentación y análisis de datos, y los aportes realizados durante las discusiones técnicas que enriquecieron el presente estudio.

Referencias bibliográficas

- Bonfanti, M., Caccamo, M., Schadt, I., & Porto, S. M. C. (2026). Real-time oestrus detection in free stall barns: Experimental validation of a low-power system connected to LPWAN. *Applied Sciences*, *16*(3), 1463. <https://doi.org/10.3390/app16031463>
- Chandrakasan, A. P., Sheng, S., & Brodersen, R. W. (1992). Low-power CMOS digital design. *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, *27*(4), 473–484. <https://doi.org/10.1109/4.126534>
- Feria Cortes, A. J. ., Feria Rodriguez, Álvaro J. ., Herrán Cardoso, L. A. ., & Lara Meneses, C. E. . (2025). Impacto de la Inteligencia Artificial en la Agricultura: Un Estudio basado en Encuestas a Agricultores de El Espinal, Tolima (Colombia) . In A. . Powell, J. . Tobett, D. W. . Borba Franco, N. R. . Gonzáles Villasana, M. . García Méndez, J. B. . Flores Mendoza, S. G. . Flores, M. A. . Romero Hernández, I. . Sosa Medrano, A. . Rodríguez Fuentes, E. . Florina Grosu, M. E. . Peralta Álvarez, M. de los Ángeles . Domínguez González, M. D. . Díaz

- Noguera, C. Hervás Gómez, J. . Granados del Toro, C. O. . Santos Lozano, O. F. . Salazar Ferráez, L. B. . Vidal Turrubiates, ... C. E. . Lara Meneses (Eds.), III CONGRESO IBEROAMERICANO DEL PENSAMIENTO TRANSFORMACIONAL (pp. 103-109). Asociación Civil Científica Piensa Diferente. <https://doi.org/10.63526/dz4xgv18>
- Fernández de Vega, J. J. (2025). Estudio y diseño de una red Meshtastic® de nodos de sensores LoRa® [Trabajo Fin de Máster, Universidad de Alcalá]. <http://hdl.handle.net/10017/65726>
- Johnsrud, T. E., Kjellby, R. A., & Løvteit, S. E. (2020). Energy harvesting wireless sensor nodes for IoT applications [Master's thesis, University of Agder]. <https://uia.brage.unit.no/>
- Kwon, G., & Bahn, H. (2025). Energy efficiency analysis of real-time IoT systems under DVFS, offloading, and task load variations. En Proceedings of the 2025 International Conference on Advances in Electrical Engineering and Computer Applications (AEECA) (pp. 224–229). Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/AEECA63034.2025.10928417>
- Matic, T., Solic, I., Vulic, J., & Stula, L. (2024). Dynamic voltage and frequency scaling as a method for reducing energy consumption in ultra-low-power embedded systems. Electronics, *13*(5), 1–18. <https://doi.org/10.3390/electronics13050876>
- Microchip Technology. (2016). ATmega16U4/ATmega32U4 Datasheet (Doc. 7766J-AVR-07/2016). https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/atmel-7766-8-bit-avr-atmega16u4-32u4_datasheet.pdf

Nordic Semiconductor. (2024). nRF52840 Product Specification (v1.11).

https://infocenter.nordicsemi.com/pdf/nRF52840_PS_v1.1.pdf

Pillai, P., & Shin, K. G. (2001). Real-time dynamic voltage scaling for low-power embedded operating systems. En Proceedings of the 18th ACM Symposium on Operating System

Principles (SOSP) (pp. 89–102). Banff, Canadá. <https://doi.org/10.1145/502034.502044>

RAKwireless. (2025). RAK4631 WisBlock Core - Documentation.

<https://docs.rakwireless.com/product-categories/wisblock/rak4631/overview/>

Reyes Puentes, H. ., Herrán Cardoso, L. A. ., Feria Rodriguez , A. J., Sancho Noriega, C. ., Lara Vera, M. A. ., Castro Arana, J. L. ., Grimaldo Caviedes, C. ., Lara Meneses, C. E. ., Guayara Ramirez, H. H. ., Feria Cortes, A. J. ., Pava Cortes, A. ., Vásquez Gómez, D. S. ., Gómez Gómez, P. A. ., Salazar Diaz, N. H. ., Aragón Briñez, V. A. ., Parra Patiño, J. M. ., Otavo Morales, C. E. ., Palencia Quezada, J. J. ., Rodríguez Valdés, F. S. ., ... Vega Gomez, Y. . (Eds.). (2026). Convergencias Académicas: Estudios Multidisciplinarios de Investigación.

Asociación Civil Científica Piensa Diferente. <https://doi.org/10.63526/3gmqgx21>

Rottleuthner, M., Schmidt, T. C., & Wählich, M. (2025). Duty-cycling is not enough in constrained IoT networking: Revealing the energy savings of dynamic clock scaling. arXiv.

<https://doi.org/10.48550/arXiv.2508.09620>

Rubio Fuentes, L., Beriain Rodríguez, A., & Ding, Y. (2025). Implementation of an IoT-based livestock monitoring system using Mioty technology. Internet Technology Letters.

<https://doi.org/10.1002/itl2.70141>

Sancho Noriega, C. ., Rodríguez Fuentes, A. ., Feria Rodríguez, Álvaro J. ., Reyes Puentes, H. ., Sevilla Vallejo, S. ., & Sancho Vilchez, A. S. N. . (Eds.). (2026). IV Congreso Iberoamericano del Pensamiento Transformacional. Asociación Civil Científica Piensa Diferente.

<https://universoliterario.editorialpiensadiferente.com/index.php/home/catalog/book/18>

Seed Studio. (2024). Wio Tracker L1 Lite - Introduction.

https://wiki.seeedstudio.com/wio_tracker_l1_node/

Seed Studio. (2026). Wio-E5 mini Dev Board - Wiki.

https://wiki.seeedstudio.com/LoRa_E5_mini/

Sharma, D. K., Sharma, R., Jeon, G., & Polkowski, Z. (Eds.). (2023). Low power architectures for IoT applications. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-99-0639-0>

STMicroelectronics. (2023). STM32WLE5JC Datasheet (DS13105 Rev 9).

<https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32wle5jc.pdf>

STMicroelectronics. (2024). STM32WL Series - Ultra-low-power wireless SoC.

<https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32wl-series.html>

Weiser, M., Welch, B., Demers, A., & Shenker, S. (1994). Scheduling for reduced CPU energy.

En Proceedings of the 1st USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation (OSDI) (pp. 13–23). Monterey, CA.

Zhang, Z., Zhang, X., & Li, K. (2022). Energy-aware non-preemptive task scheduling with deadline constraint in DVFS-enabled heterogeneous clusters. Journal of Systems Architecture, *123*, 102370. <https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2021.102370>

Anexos

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses que pudieran influir en los resultados o en la interpretación de los hallazgos presentados en este artículo. El presente trabajo ha sido desarrollado en el marco del proyecto PIDI III financiado por la Universidad Nacional de Catamarca, sin que existan vínculos comerciales, financieros o personales que pudieran comprometer la objetividad de la investigación.

Contribuciones de los autores

Juan Pablo Moreno: conceptualización y dirección del proyecto; diseño e implementación del firmware embebido; supervisión de las etapas de integración de periféricos y validación funcional del sistema; redacción del manuscrito. Con experiencia en el sector privado como Senior

Firmware Engineer en Epson Argentina S.A., aportó su conocimiento en sistemas embebidos de bajo consumo y en el desarrollo de estrategias de gestión energética para plataformas IoT.

Mg. Lorena Baigorria: dirección de la tesis de maestría del Ing. Juan Pablo Moreno; orientación en la definición de los objetivos de investigación; revisión y corrección del manuscrito; supervisión de los aspectos metodológicos y de la coherencia con los lineamientos académicos del programa de posgrado.

Dr. Germán Montejano: co-dirección de la tesis de maestría del Ing. Juan Pablo Moreno; revisión crítica del contenido técnico; asesoramiento en la definición de los criterios de evaluación y en el diseño de la estrategia experimental; supervisión general del trabajo de investigación.

Bruno Ruartes: análisis y caracterización energética de las plataformas evaluadas; realización del relevamiento de placas comerciales; recopilación y procesamiento de datos técnicos; elaboración de tablas comparativas; preparación de figuras; revisión del manuscrito.