



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

VITORIA-GASTEIZKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE VITORIA-GASTEIZ

# VITORIA-GASTEIZKO INGENIARITZA ESKOLAKO VI IKERKETA JARDUNALDIA

## VI JORNADA DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA DE INGENIERÍA  
DE VITORIA-GASTEIZ

**2025eko apirilaren 3an, 12:00-13:00**  
**3 de abril de 2025, 12:00-14:00**

**Ekitaldi Aretoa/ Salón de Actos**  
**Vitoria-Gasteizko Ingeniaritza Eskola**  
**Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz**  
**Nieves Cano, 12**  
**01006 Vitoria-Gasteiz**

# **VI IKERKETA JARDUNALDIA**

## **VITORIA-GASTEIZKO INGENIARITZA ESKOLA**

Vitoria-Gasteizko Ingeniaritza Eskolako Ikerketa Jardunaldia bi urtetan behin egiten den jardunaldia da. Bertan, sailek eta ikerketa-taldeek beraien ikerketak aurkezten dizkiote komunitate akademikoari, erakundeei eta enpresei. Gaiak ingeniaritza bezain askotarikoak dira: materialen propietate elektronikoak, geolokalizazioa, fabrikazio aurreratua, ingurumena, energia, automatika, etabar.

Aurkezpenak laburrak (5 minutukoak) eta dinamikoak dira, horrela, bertaratzen direnek jardunaldi motz batean Vitoria-Gasteizko Ingeniaritza Eskolan egiten den Ikerketa ezagutuko dute. Jardunaldiak ikerketa-taldeen arteko, eta ikerketa-taldeak eta enpresa eta erakundeen arteko lankidetzaz erraztea du helburu.

# **VI JORNADA DE INVESTIGACIÓN**

## **ESCUELA DE INGENIERÍA DE VITORIA-GASTEIZ**

La Jornada de Investigación de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz es una jornada bienal. Los departamentos y grupos de investigación presentan a la comunidad académica, a las Empresas y diferentes Instituciones sus trabajos y resultados de investigación. Los temas son variados dentro del campo de la ingeniería: propiedades electrónicas de los materiales, geolocalización, fabricación avanzada, medio ambiente, energía, automática...

Las presentaciones son breves (5 minutos) y dinámicas; los asistentes a la jornada conocerán de primera mano la Investigación que se realiza en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz. El objetivo de esta jornada es facilitar la colaboración entre diferentes grupos de investigación de la Escuela y entre los grupos de investigación de la Escuela y Empresas e Instituciones.

## Aurkibidea/Índice

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Sarrera/Introducción..... | 2 |
| Egitaraua/Programa .....  | 4 |
| Laburpenak/Resúmenes..... | 5 |

## Egitaraua/Programa

**12:00 Jardunaldiaren Aurkezpena / Presentación de la Jornada**

**12:05-12:45 Aurkezpenak (5' bakoitza) / Presentaciones (5' minutos cada una)**

1. [Ciberseguridad y privacidad de datos.](#) Xabier Larrucea
2. [Can ChatGPT AI Replace or Contribute to Experts' Diagnosis for Renovation Measures Identification.](#) J.M. Hidalgo-Betanzos, I. Prol-Godoy, J. Terés-Zubiaga, R. Briones-Llorente and A. Martín-Garín
3. [Sistema de benchmarking flexible y adaptable para dispositivos Edge.](#) A. Garcia, R. Miñon, E. Zulueta
4. [Métodos para la evaluación probabilística de la seguridad de estructuras de acero.](#) I. Alonso, L. Lahidalga y E. Carrascal
5. [Analyzing the risk level of workplaces by simulating motion capture with an exoskeleton suit.](#) Rio-Belver, R., Alvarez-Meaza, I., Sanchez-Eguía, J., Gonzalez-Iglesias U.
6. [Evaluación de estrategias operacionales para la eliminación de contaminantes emergentes que causan turbidez y color en el agua mediante Procesos de Oxidación Avanzada.](#) U. Duoandiochea, J.M. Lomas, A. De Luis, J.I. Lombraña, M. Ortueta, M.A. Celaya y N. Villota
7. [Material magnetokalorikoen karakterizazioa.](#) Estibaliz Apiñaniz, Angel J. Garcia-Adeva, Aritz Herrero, Ivan R. Aseguinolaza, Alberto Oleaga
8. [Berokuntzarako energiaren optimizazioa \(CBL proiektua\).](#) E. Apiñaniz, I. Calvo, C. Escudero, J.M. Gil-García, J.M. Hidalgo, I. López, A. Mesanza, I. Mitxelena, E. Ogando, A. J. Garcia-Adeva
9. [Zurezko egitura arin eta lasto-fardozko eraikinak: lastoaren ekarpen mekanikoa Gilbordura eta Ebakiduraren aurrean.](#) J. Encina-Iñiguez eta J. Cuadrado Rojo
10. [Espectroscopía de RMN de Alta Resolución a Campos Intensos con Centros de nitrogeno-vacancia.](#) Carlos Munuera-Javaloy, Ander Tobalina y Jorge Casanova
11. [Mugikortasun murriztua duten pertsonentzat off-road ibilgailu baten analisi dinamikoa.](#) A. Bermejo, P. Barroso eta I. Ansoategui
12. [Grupo de Control e Integración de Sistemas \(GCIS\)](#) M. Alvarez, A. Armentia, A. Burgo, O. Casquero, E. Hurtado, N. Iriondo, F. Pérez, I. Sarachaga
13. [Aplicaciones de la microscopía electrónica: Estudio de defectos originados en la producción aceros para la mejora de su trazabilidad y estudio de uniones metálicas avanzadas.](#) I. López-Ferreño, M. Basauri, G. A. López, N. Eguido, D. Mier, V. Santiesteban, L. Sanchez del Rio, S. Somadossi
14. [Arabako Hiri-hondakinen Kudeaketa: Egungo Egoera eta Erronkak Ekonomia Zirularrerako Bidean.](#) N. Rojo eta D. Zuazagoitia
15. [Biomecanizado para la fabricación de dispositivos microfluídicos.](#) A. Santaolalla, N. Rojo, J.I. Pinto, A. Barona, L. Basabe-Desmonts y F. Benito-Lopez
16. [Análisis de la Implementación Digital del Algoritmo de Identificación Paramétrica PRBS para la Estimación de Sistemas Multi-Secuencia y Multi-Armónica.](#) Oier Lopez de Suso y Alain Sanchez-Ruiz
17. [Modelo Digital de la Red de Abastecimiento de Agua Potable de Vitoria Gasteiz \(TFG\).](#) L. Martínez, E. Carrascal, A. Sanchez-Ruiz, C. Dorronsoro

18. [Arquitecturas AIoT conectadas a grandes distancias con LoRa . Eneko Artetxe, Isidro Calvo, Pablo Fernández-Bustamante, Asier del Río, Oscar Barambones](#)
19. [Modelo eléctrico, térmico y de gases de un electrolizador alcalino. A. Guevara, A. Sanchez-Ruiz, O. Lopez de Suso](#)
20. [Sare trifasiko desorekatuetara konektatutako bihurtailuen kontrol aurreratuak. A. Gomez-Raya, A. Sanchez-Ruiz, A. Lopez-de-Heredia](#)
21. [Mundu mailako erretako eremuak antzemateko prozedura automatikoa Sentinel-2 eta VIIRS/MODIS sute aktiboak erabiliz Google Earth Engine-n, A. Bastarrika, E. Roteta, L. Torre, J. Gonzalez-Ibarzabal, K. Artano, P. Martinez-Blanco eta A. Mesanza](#)

**13:45-14:00 Aurkezpenak (guztira 15 minutu) / Presentaciones (15 minutos en total)**

22. [Optimización del servicio: potenciando el mantenimiento de motores de gas con algoritmos de aprendizaje automático y el análisis y captura del dato optimizadas. Javier del Valle , José Manuel Lopez-Guede](#)
23. [Advanced IoT Solutions for Real-Time Crowd Monitoring and Emergency Alerts in Smart Cities: University as case study. A. ALAA, J.M. Lopez-Guede](#)
24. [Mejora automática de imágenes de aguas profundas y clasificación de especies animales basada en aprendizaje profundo. V. Lopez-Vazquez, J. M. Lopez-Guede](#)
25. [Fusion of multiple ML models to target Alzheimer's using CITA data. O. .A: Dara, J.M. Lopez-Guede](#)
26. [Fusion of AI-Based Deep Learning Approaches for Tracking Down Malwares in Smart Cities. Mustafa J.M Alhamdi, Jose Manuel Lopez-Guede](#)
27. [Modelo de predicción de la demanda en la cadena de suministros del sector de la automoción. F.Freijo Guerrero, J.M. López-Guede](#)
28. [Transporte colaborativo de cargas con drones asistido y controlado por algoritmos de Inteligencia Artificial. D. Caballero, J.M. Lopez-Guede](#)
29. [Automated Inventory Generation of Signage Using Drones and Computational Intelligence. G. Satama-Bermeo, J.M. López-Guede](#)
30. [Prediction of Alzheimer's stages with Enhanced Deep Learning techniques based on Evolutionary Optimization. Hasan Issa Raheem, Jose Manuel Lopez-Guede](#)
31. [El uso de Aprendizaje Profundo para la Gestión de Tráfico en Tiempo Real: Evaluación del Riesgo de Accidentes y Optimización del Flujo. H. Affou, J.M. Lopez-Guede](#)
32. [IoT in Renewable Energy Systems for Monitoring, Control, and Integration. A Survey. Jafar AlQaryouti, Jose Manuel Lopez-Guede<sup>1</sup>, Mustafa J.M Alhamdi](#)
33. [Defining the Electrical Demand of Vehicle Chargers in Distribution Systems. F. Nunez-Donoso, J.M. Lopez-Guede<sup>1</sup>](#)

**14:00 Jardunaldiaren amaiera/ Fin de la jornada**

## **Laburpenak/Resúmenes**

# Ciberseguridad y privacidad de datos

Xabier Larrucea<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento Lenguajes y Sistemas Informáticos, Escuela Ingeniería Vitoria-Gasteiz,  
Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

Contacto: [xabier.larrucea@ehu.eus](mailto:xabier.larrucea@ehu.eus)

La ciberseguridad es una necesidad en el mercado laboral. Según Gartner, el 60% de los trabajadores desempeñan sus funciones de manera remota, por lo que existe una necesidad creciente de tener trabajadores formados en conceptos básicos de ciberseguridad, y además el 80% de las organizaciones tendrán en cuenta los riesgos de ciberseguridad en su actividad diaria.

La ciberseguridad impacta a diferentes niveles en una organización. La investigación que se realiza se centra en analizar y establecer los mecanismos de protección de datos a través del desarrollo de algoritmos de encriptación seguros ante distintos tipos de ataques. Estos nuevos protocolos criptográficos aseguran la soberanía y protección de la información en el intercambio de datos, incluyendo enfoques poscuánticos.

1. Gartner <https://www.gartner.es/es/articulos/las-7-principales-tendencias-en-ciberseguridad-para-2022>
2. Libro Blanco Ciberseguridad Euskadi.  
[https://www.spri.eus/archivos/2024/05/pdf/libro\\_blanco\\_ciberseguridad\\_euskadi\\_2024\\_spri.pdf](https://www.spri.eus/archivos/2024/05/pdf/libro_blanco_ciberseguridad_euskadi_2024_spri.pdf)
3. Larrucea, Xabier, Pablo González-Nalda, Ismael Etxeberria Agiriano, y Mari Carmen Otero. «Analysing encryption mechanisms and functional safety in a ROS-based architecture». J. Softw. Evol. Process. 32, n.o 2 (2020).  
<https://doi.org/10.1002/smr.2224>.

# Can ChatGPT AI Replace or Contribute to Experts' Diagnosis for Renovation Measures Identification?

J.M. Hidalgo-Betanzos<sup>1</sup>, I. Prol-Godoy<sup>2</sup>, J. Terés-Zubiaga<sup>2</sup>, R. Briones-Llorente<sup>3</sup> and A. Martín-Garín<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ENEDI ikerketa taldea, Ingeniaritza Energetikoa Saila, Vitoria-Gasteizko Ingeniaritza Eskola, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

<sup>2</sup> ENEDI ikerketa taldea, Ingeniaritza Energetikoa Saila, Bilboko Ingeniaritza Eskola, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

<sup>3</sup> Departamento de Matemáticas y Computación, Plaza Misael Bañuelos s/n, University of Burgos (UBU)

<sup>4</sup> TICBE ikerketa taldea, Arkitektura Saila, Gipuzkoako Ingeniaritza Eskola, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

Kontaktua: [juanmaria.hidalgo@ehu.eus](mailto:juanmaria.hidalgo@ehu.eus)

Building energy renovations demand expertise from professionals to guide processes, including diagnostics, project planning, interventions, and maintenance. The emergence of open-access AI, like ChatGPT in November 2022, offers new possibilities for improving these processes by assisting or potentially replacing human experts. This study explores the effectiveness of ChatGPT in diagnosing energy renovation measures.

Initial assessments involve basic queries to the AI, followed by the inclusion of additional data and secondary questions to gauge its full diagnostic potential. An existing building case from the literature is given to the AI to define the best energy renovation measures. Expert evaluations and comparisons with research-backed solutions assess the AI's performance using different degrees of questioning details over 60 repetitions.

The results indicate that ChatGPT can provide valuable insights and generate comprehensive lists of feasible measures and preliminary cost calculations and payback, but, in general, it lacks depth and quality without specialized input and preparation. A significant quality improvement was found between the tests with 2023 and 2024 AI versions.

Open-access AI proves capable of enhancing renovation diagnostics but remains a complement rather than a replacement for building renovation expert judgment. This research underscores the potential of mainstream AI to democratize access to knowledge, albeit with limitations tied to its dependence on quality inputs and contextual expertise.

1. J.M. [Hidalgo-Betanzos](#), I. Prol-Godoy, J. Terés-Zubiaga, R. Briones-Llorente and A. Martín-Garín. (2025). Can ChatGPT AI Replace or Contribute to Experts' Diagnosis for Renovation Measures Identification? Buildings, 15(3), 421. <https://doi.org/10.3390/buildings15030421>

# Sistema de benchmarking flexible y adaptable para dispositivos Edge

A. Garcia<sup>1</sup>, R. Miñon<sup>1</sup>, E. Zulueta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>TECNALIA, Basque Research & Technology Alliance (BRTA), Miñano, Gasteiz

<sup>2</sup>Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU, Gasteiz

Contacto: [asier.garcia@tecnalia.com](mailto:asier.garcia@tecnalia.com)

El crecimiento exponencial del volumen de datos y la demanda de procesamiento en tiempo real han llevado a la computación en el borde (Edge Computing) a consolidarse como una alternativa al modelo tradicional basado en la nube. A medida que las aplicaciones en inteligencia artificial, IoT e industria 4.0 se expanden, los sistemas centralizados en la nube encuentran limitaciones en latencia, ancho de banda y costos operativos, lo que impulsa la necesidad de realizar el procesamiento más cerca de donde se generan los datos.

Este auge ha generado un mercado altamente diversificado de dispositivos Edge, con múltiples arquitecturas, capacidades y niveles de eficiencia. Elegir el dispositivo adecuado para una aplicación específica requiere un conocimiento técnico profundo, ya que factores como potencia de cómputo, consumo energético, compatibilidad con modelos de IA y costos varían significativamente. Sin herramientas de evaluación adecuadas, esta selección puede resultar compleja y subóptima.

En este contexto, nuestro objetivo es desarrollar una herramienta de benchmarking flexible y adaptable, capaz de evaluar el rendimiento de dispositivos Edge considerando no solo métricas técnicas objetivas (rendimiento, eficiencia energética, latencia), sino también las preferencias y requisitos específicos de los usuarios. El sistema permitirá analizar diferentes configuraciones de hardware y cargas de trabajo, proporcionando recomendaciones personalizadas en función del caso de uso.

Para ello, proponemos un framework modular y escalable, capaz de adaptarse a diversas plataformas Edge y escenarios de implementación. Este enfoque combinará evaluaciones experimentales con modelos teóricos, permitiendo no solo medir el rendimiento real de los dispositivos, sino también predecir su comportamiento en distintos entornos y condiciones operativas. Con esta investigación, buscamos facilitar la toma de decisiones en la selección de hardware Edge, optimizando la eficiencia y maximizando el valor de las soluciones desplegadas en el borde.

# **Métodos para la evaluación probabilística de la seguridad de estructuras de acero**

I. Alonso<sup>1,2</sup>, L. Lahidalga<sup>1</sup> y E. Carrascal<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ikerlan S.Coop

<sup>2</sup> Escuela de Ingeniería de Vitoria Gasteiz, Universidad del País Vasco

Contacto: [ivan.alonso@ikerlan.es](mailto:ivan.alonso@ikerlan.es), [ialonso137@ikasle.ehu.eus](mailto:ialonso137@ikasle.ehu.eus)

En la actualidad, la determinación de la fiabilidad estructural de componentes mecánicos se basa en procedimientos deterministas que emplean coeficientes de seguridad. Estos coeficientes consideran de manera conservadora las incertidumbres inherentes a las suposiciones realizadas durante la etapa de diseño, tales como cargas, simplificaciones y propiedades de los materiales.

Con el aumento de la complejidad estructural, se hace imprescindible identificar y limitar las suposiciones adoptadas en el diseño. Para optimizar la evaluación de la fiabilidad, los análisis deterministas están siendo reemplazados por enfoques probabilísticos que contemplan la variabilidad de los parámetros más relevantes.

En este contexto, la presente investigación desarrolla una metodología basada en el análisis de probabilidad de fallo aplicada a Modelos de Elementos Finitos (MEF). Se propone un proceso integral para evaluar componentes mecánicos, con énfasis en la determinación de la probabilidad de fallo en los modos y zonas críticas.

El modelo de elementos finitos se implementa en Ansys. A partir de los resultados obtenidos y de la identificación de las variables probabilísticas, se calcula la probabilidad de fallo mediante dos metodologías distintas, ambas basadas en el método de resolución FORM. En la primera metodología, el cálculo se lleva a cabo dentro del entorno de Ansys utilizando la aplicación OptiSLang. En la segunda, se accede al modelo mediante Python para realizar el análisis con el software libre UQ[py]Lab.

El objetivo de este estudio es comparar ambos enfoques en términos de fiabilidad de los resultados y eficiencia computacional, dado que el tiempo de cálculo es una de las principales limitaciones al transitar de un análisis determinista a uno probabilístico. Los resultados muestran que ambas metodologías generan probabilidades de fallo idénticas para la estructura analizada. Sin embargo, el tiempo de cálculo global con OptiSLang asciende a 3 horas y 39 minutos para un modelo específico, mientras que con UQ[py]Lab se reduce a 2 horas y 15 minutos.

Como conclusión, este estudio proporciona dos herramientas válidas para la estimación de la probabilidad de fallo en estructuras mecánicas, estableciendo una base para futuros desarrollos en el campo de la seguridad estructural.

# Analyzing the risk level of workplaces by simulating motion capture with an exoskeleton suit.

Rio-Belver, Rosa<sup>1</sup>, Alvarez-Meaza, Izaskun<sup>2</sup>, Sanchez-Eguía, Julen<sup>1</sup>, Gonzalez-Iglesias Unai<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Organización de Empresas, Vitoria-Gasteizko Ingeniaritza Eskola, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

<sup>2</sup>Organización de Empresas, Bilbo Ingeniaritza Eskola, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

Kontaktua: [rosamaria.rio@ehu.eus](mailto:rosamaria.rio@ehu.eus)

**Abstract.** The emergence of Industry 4.0 has brought about a paradigm shift in the field of ergonomics, developing advanced technologies such as Motion Capture technologies. These technologies enable proactive interventions, real-time monitoring, and predictive analysis, creating safer and more efficient industrial environments. The aim of the work is to analyze the risks of postures, movements and stresses in the work environment of five specific workstations in order to help prevent musculoskeletal disorders according to gender. The results are limited by the small sample size, however, they show that we can identify which movements and body parts in a workplace present the highest level of risk by gender. In addition, they have allowed us to contrast that there are differences in high-risk behavior according to the workplace and the movement performed. The success of the results suggests further experimentation in practice in order to obtain results with a higher level of significance.

**Keywords:** Ergonomics, Motion Capture, Simulation.

1. Cheng, C. (2011). New Trends of Ergonomics and Its Importance in Modern Industrial Design. International Conference on Enterprise Information Systems, 4 SAIC(HCI/-), 543–547. <https://doi.org/10.5220/0003584305430547>
2. Hovanec, M., Korba, P., Al-Rabeei, S., Vencel, M., & Racek, B. (2024). Digital Ergonomics—The Reliability of the Human Factor and Its Impact on the Maintenance of Aircraft Brakes and Wheels. *Machines* 2024, Vol. 12, Page 203, 12(3), 203. <https://doi.org/10.3390/MACHINES12030203>

## **Evaluación de estrategias operacionales para la eliminación de contaminantes emergentes que causan turbidez y color en el agua mediante Procesos de Oxidación Avanzada**

U. Duoandicoechea<sup>1</sup>, J.M. Lomas<sup>1</sup>, A. De Luis<sup>2</sup>, J.I. Lombraña<sup>3</sup>, M. Ortueta<sup>3</sup>, M.A. Celaya<sup>3</sup> y N. Villota<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, UPV/EHU

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería de Bilbao, UPV/EHU

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencia y Tecnología, UPV/EHU

Contacto: [natalia.villota@ehu.eus](mailto:natalia.villota@ehu.eus)

Los CE representan un desafío global asociado al medioambiente y la sostenibilidad de los recursos hídricos. El proyecto aborda la problemática crítica de los contaminantes emergentes (CEs) en los efluentes tratados en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDARs). Se aborda el problema específico de los CE que las EDARs no pueden eliminar con tecnologías convencionales, y que además generan color, turbidez y toxicidad en el agua, complicando su desinfección y reutilización, y poniendo en riesgo el cumplimiento de las normativas europeas vigentes.

La investigación se centra en el desarrollo y optimización de Procesos de Oxidación Avanzada (POAs) para la eliminación de CEs, combinando tecnología UV y ozono, con perspectivas prácticas hacia su implementación industrial. Se plantean análisis detallados de parámetros relevantes para el control de la calidad del agua. La eliminación de CEs y la mejora de la calidad del agua contribuyen a la sostenibilidad ambiental y a garantizar un recurso hídrico seguro, en línea con las metas de desarrollo sostenible (ODS). Este proyecto facilita el cumplimiento de estándares normativos europeos relacionados con la calidad del agua y su reutilización, con impacto directo en el sector agrícola y en la protección de los ecosistemas acuáticos.

La investigación propone experimentos a escala de laboratorio para cuantificar los parámetros de operación, con el objetivo de facilitar su escalabilidad a aplicaciones industriales. El enfoque en el modelado cinético y matemático asegura la capacidad de predecir el comportamiento de los sistemas, haciendo viable su adaptación a diferentes escenarios operativos. Además, se aborda un vacío importante en las publicaciones científicas al estudiar las interacciones entre color, turbidez y toxicidad durante el tratamiento de agua mediante POAs, proporcionando información esencial sobre los mecanismos de reacción y la evolución de los intermedios de degradación. Los resultados permitirán diseñar procesos más eficientes y sostenibles, con impacto en múltiples sectores (agua, industria, agricultura).

## Material magnetokalorikoen karakterizazioa

Estibaliz Apiñaniz, Angel J. Garcia-Adeva, Aritz Herrero, Ivan R. Aseguinolaza, Alberto Oleaga

Fisika Aplikatua Saila, Photothermal Techniques Laboratory, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

Kontaktua: [estibaliz.apinaniz@ehu.eus](mailto:estibaliz.apinaniz@ehu.eus)

Energia-kontsumoa gutxitzeko eta ingurumen-inpaktua murrizteko beharrak teknologia berriak garatzera bultzatu du, bereziki hozte-sistemetan.

Magnetismo bidezko hozketak edo magnetohozteak gure aliatu teknologiko handienetako bat bilakatu da klima-aldaketak ekar ditzakeen ondorio larrienak saihesteko ahaleginean. Hozte-sistema honek gasaren konprimitze eta hedatze prozesuetan oinarritutako egungo teknologiak ordezkatzeari du helburu. Horretarako materialen efektu magnetokalorikoan (MCE, Magnetocaloric Effect) oinarritzen da, non material batek beroa xurgatu edo askatzen duen eremu magnetikoa aplikatuz eta kenduz. Magnetohoztearen abantaila nagusien artean daude ozono-geruza suntsitzen duten edo berotegi-efektua eragiten duten substantziarik ez erabiltzea. Magnetohozteak piztu duen interes teknologiko handiaren ondorioz, azken hamarkadetan material magnetokaloriko desberdinen ikerketa nabarmen hazi da.

Gure laborategiak, Teknika Fototermikoen Laborategiak, azken urteetan material magnetokalorikoen karakterizazioan lan egin du. Propietate termikoak aztertuz materialak beroa trukatzeko duen ahalmena aztertzen dugu, propietate magnetikoak aztertuz, aldiz, efektu magnetokalorikoa neurtu dezakegu, hau da, eremu magnetiko bat aplikatzerakoan nola aldatzen den bere tenperatura. Azkenik, ab-initio kalkulu teorikoak erabiltzeak, materialen propietateak hobeto ulertzea ahalbidetzen digu.

1. Angel J. Garcia-Adeva, Estibaliz Apimaniz, Aritz Herrero, Ivan R. Aseguinolaza, Alberto Oleaga, ***First-principle calculations of magnetic properties of Ho<sub>6</sub>(Fe, Mn)Bi<sub>2</sub> compounds***, Rare Met. (2024) 43(11):6034–6047
2. I.R. Aseguinolaza, A. Herrero, A.J. Garcia-Adeva, E. Apiñaniz, A.V. Garshev, A.V. Morozkin, A. Oleaga, ***Broad table-like magnetocaloric effect in the full hydrogen liquefaction range in Gd<sub>3</sub>Ni<sub>6</sub>XY***, Journal of Alloys and Compounds Volume 1010, 5 January 2025, 177154
3. A. Herrero, I.R. Aseguinolaza, A. Oleaga, A.J. Garcia-Adeva, E. Apiñaniz, A.V. Garshev, V.O. Yapaskurt, A.V. Morozkin, ***Selecting optimal R<sub>6</sub>TX<sub>2</sub> intermetallics (R= Gd, Tb, Dy; T= Mn, Fe, Co, Ni; X=Sb, Te) for magnetic refrigeration***, Dalton Transactions 52, 5780 (2023).

## **Vitoria-Gasteizko Ingeniaritza Eskolan berokuntzarako energiaren optimizazioa (CBL proiektua)**

E. Apiñaniz, I. Calvo, C. Escudero, J.M. Gil-García, J.M. Hidalgo, I. López, A. Mesanza, I. Mitxelena, E. Ogando, A. J. Garcia-Adeva

Vitoria-Gasteizko Ingeniaritza Eskola, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

Kontaktua: [amaia.mesanza@ehu.eus](mailto:amaia.mesanza@ehu.eus)

Lan honetan Eskolako lantalde multidisziplinari bat egiten ari den Campus Bizia Lab proiektua aurkeztuko dugu. Campus Bizia Lab UPV/EHUK Erasmus University Educators for Sustainable Development proiektuaren baitan proposatu zen Academy ekimenaren bidez, lankidetzaren prozesu bat garatu nahi izan zuen unibertsitatearen erronkei aurre egiteko, diziplinaz gaindiko ikerkuntza ikuspegiaren bitartez, administrazio eta zerbitzuaren langileen, ikasleen eta irakasleen partaidetza.

Gure proiektuak klimatizazio-energiaren kontsumoa optimizatzea du helburu, izan ere, klimatizazio-sistemen kudeaketa eta erabilera egokiak, energia primarioaren kontsumoa % 40 baino gehiago murrizteaz gain, eraikinaren barruko erosotasuna hobetzea ahalbidetzen du. Adibidez, Vitoria-Gasteizko Ingeniaritza Eskolako gela batzuetan konfort termikoa lortzeko erradiadore elektriko osagarriak behar diren eremuak daude, eta beste batzuetan leihoak ireki behar dira bero gehiegi egiten duelako. Jasangarritasunaren aldetik hori onartezina da eta gure helburuen artean ingurumenaren aldetik jasangarriagoa den unibertsitatea sustatzea eta aurrezpen ekonomikoa bultzatzea daude.

Proiektu honen baitan zenbait ekintza egin ditugu. Leheneik gela desberdinak monitorizatu ditugu eta berogailuen ordutegiaren optimizazioa egin dugu. Bestetik, tenperatura, hezetasuna eta CO<sub>2</sub> urrutetik neurtzen dituen eta erradiadoreak kontrolatzen dituen sistema elektronikoa autonomoaren prototipoa egin dugu. Ondoren, eraikinetan neurri hori ezartzeko azterlan bat egin dugu eta, horrela, zentroek gaur egun duten erosotasun-egoera globalki hobetzea espero dugu. Bestalde, isolamendu termikoa ebaluatu da termografiaren eta transmisio termikoaren in situ neurketaren bidez.

1. Calvo, I., Armentia, A., Gil-García, J.M., Apiñaniz, E., Barambones, O. 2023. Aprendiendo los ODS por medio de un sistema IoT de monitorización IEQ en el campus. 18th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Aveiro, Portugal. ISBN: 978-989-33-4792-8.
2. Calvo, I., Carrascal, E., González Pérez, J.M., Gil-García, J.M., Basogain Olabe, X., Escudero, C., Garcia-Adeva, A., Barambones, O. 2023. Experiencia multidisciplinar para introducir los ODS en automática, XLIV Jornadas de Automática, Zaragoza. ISBN: 978-84-9749-860-9.

## Zurezko egitura arin eta lasto-fardozko eraikinak: lastoaren ekarpen mekanikoa Gilbordura eta Ebakiduraren aurrean.

J. Encina-Iñiguez<sup>1</sup> eta J. Cuadrado Rojo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fisika Aplikatua Saila, Vitoria-Gasteizko Ingeniaritza Eskola, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

<sup>2</sup>Ingeniaritza Mekanikoa Saila, Bilboko Ingeniaritza Eskola, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

Kontaktua: [josu.encia@ehu.eus](mailto:josu.encia@ehu.eus)

Lasto-fardozko itxiturak dituzten zurezko eraikuntza arinetan (*light-frame* delakoak), fardook isolamendu termiko eta akustikoaz gain, egitura-egonkortasuna ematen diote eraikuntza osoari, bai karga horizontalen aurrean (ebakidura) baita zentratu gabeko karga bertikalen aurrean (gilbordura). Hala ere, oraindik ez dago ekarpen horren maila zehaztu duen ikerketarik<sup>a</sup> eta hau izango da gure ikerketaren xedeetariko bat. Hain zuzen ere, CUT (Cells Under Tension) delako eraikitze-sistemaren ikerketa sakona planteatzen dugu.

Bestalde, sistema osoaren (zurezko egitura arina gehi lasto-fardozko itxitura) portaera mekanikoaz gain, merkatuko beste itxitura sistema arin batzuekin (egurrezkoak, *steel-framing*, etab.) alderaketa termiko, akustiko eta ingurumenekoa planteatzen dugu, konparazio horiek sistema bakoitzaren bizi-zikloaren azterketa (Life Cycle Assessment, LCA) aurrera eramanda egingo delarik.

<sup>a</sup>Minke, Gernot, and Benjamin Krick. 2020. Straw Bale Construction Manual : Design and Technology of a Sustainable Architecture. Basel: Birkhäuser, "Ökobuch, Staufen im Breisgau". <https://doi.org/10.1515/9783035618754>

# **Espectroscopía de RMN de alta resolución a campos intensos con centros de nitrógeno-vacancia**

Carlos Munuera-Javaloy<sup>1,3</sup>, [Ander Tobalina](mailto:ander.tobalina@ehu.eus)<sup>2,3</sup> y Jorge Casanova<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física-Química, Facultad de Ciencia y Tecnología, EHU/UPV

<sup>2</sup> Departamento de Matemática Aplicada, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz,  
**EHU/UPV**

<sup>3</sup> *EHU Quantum Center, EHU/UPV*

Kontaktua: [ander.tobalina@ehu.eus](mailto:ander.tobalina@ehu.eus)

Los conjuntos de centros nitrógeno-vacancia (NV) se utilizan como sensores para detectar señales de resonancia magnética nuclear de muestras de tamaño micrométrico a temperatura ambiente. En este contexto, el régimen de campos magnéticos intensos es especialmente interesante, ya que conduce a una gran polarización térmica nuclear—lo que resulta en una fuerte respuesta del sensor incluso en muestras de baja concentración—y facilita el acceso a desplazamientos químicos y acoplamientos. Sin embargo, este régimen sigue estando en gran medida inexplorado debido a las dificultades para acoplar sensores basados en NV con señales nucleares de alta frecuencia. En este trabajo, superamos este problema con un método que asigna los desplazamientos de energía relevantes a la amplitud de una señal inducida del espín nuclear, que posteriormente se transfiere al sensor. Esta etapa se intercala con períodos de precesión libre de los espines nucleares de la muestra, en los cuales el sensor no participa. Así, nuestro método permite alcanzar resoluciones espectrales elevadas, limitadas únicamente por la coherencia de la señal del espín nuclear.

- 1) Munuera-Javaloy, C., A. Tobalina, and J. Casanova. "High-resolution nmr spectroscopy at large fields with nitrogen vacancy centers." *Physical Review Letters* 130.13 (2023): 133603.

# Mugikortasun murriztua duten pertsonentzat off-road ibilgailu baten analisi dinamikoa

A. Bermejo<sup>1</sup>, P. Barroso<sup>1</sup> eta I. Ansoategui<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ingeniaritza Mekanikoko Saila, Vitoria-Gasteizko Ingeniaritza Eskola, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

Kontaktua: [abermejo027@ikasle.ehu.eus](mailto:abermejo027@ikasle.ehu.eus)

Ikerketaren helburua mugikortasun murriztua daukaten pertsonentzat asfalto gabeko bideetatik mugitzeko ahalmena duen ibilgailu bat diseinatzea eta bere bideragarritasuna aztertzea izan da. Ikerketaren zati nagusia txasisaren analisi dinamikoan zentratu da. Hau aurrera eramateko 3 metodo desberdin erabili dira: metodo analitikoa, non Harris eta Piersolek (2002) garatutako ikerketak lagungarri izan diren, Elementu Finituen Metodoa (EFM) eta Analisi Modal Esperimentala (AME). Metodo esperimentalaren garapenerako (Au, 2017) artikuluan azaltzen den AME metodoaren funtzionamendua hartu da. Hiru metodoak batera garatu dira egituraren bibrazio moduak eta maiztasun naturalak zehazteko asmoarekin. Horrela, emaitza analitikoak emaitza esperimentalekin eta simulazioekin alderatu ahal izan dira.

Ikerketa 4 zati nagusietan banatu da. Lehenik txasisaren 3D eredua lortu da, benetako txasisean alderantzizko ingeniaritza aplikatuz neurriak eta kotak lortzeko asmoarekin. Bigarrenik, analisi modal analitikoaren bitartez txasisaren eredu diskretutik abiatuz eredu matematiko bat garatu da. Ekuazio diferentzialak erabilia, 6 askatasun graduak ibilgailu batentzat, masa matrizea eta zurruntasun matrizea lortu dira. Hirugarrenik, elementu finituen bidezko analisia burutu da. Lehen aipatu den 3D eredua erabiliz MSC Apex programa erabili da analisia egiteko eta simulazioen bitartez maiztasun naturalak eta bibrazio modua lortzeko. Laugarrenik, eta bukatzeko, analisi esperimentala egin da. Froga esperimentalak txasis fisikokoan egin dira, bi era desberdinetan. Bata txasisa zintzilik egonda eta bestea "foam" materialaren gainean. Txasisa mailu batekin eszitzatu da eta bibrazioen aldetik aurkeztu dituen erantzunak aztertu dira.

Hiru analisi metodoen erantzunak alderatu dira onargarriak diren baieztatzeko.

Lortutako erantzunei erreparatuz, alde batetik, analisi modal analitikoetik edozein hiru gurpiletako ibilgailuarentzako baliagarria den modu matrize bat lortu da, maiztasun naturalak kalkulatzeko ahalbidetzen duena.

Bestetik, metodo esperimentalean eta elementu finituen bidezko metodoan antzerako maiztasun naturalak lortu dira, beraz, metodoak baliagarriak direla esan daiteke, maiztasun naturalak kalkulatzeko erreminta erabilgarriak direla ikusi da.

1. AU S.K. (2017). Operational Modal Analysis. (1 ed.). Springer Singapore. DOI: 10.1007/978-981-10-4118-1.

## Grupo de Control e Integración de Sistemas (GCIS)

M. Alvarez<sup>1</sup>, A. Armentia<sup>2</sup>, A. Burgos<sup>1</sup>, O. Casquero<sup>1</sup>, E. Hurtado<sup>1</sup>, N. Iriondo<sup>1</sup>, F. Pérez<sup>1</sup>, I. Sarachaga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática, Escuela de Ingeniería de Bilbao

<sup>2</sup>Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz,  
Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

Kontaktua: [aintzane.armentia@ehu.eus](mailto:aintzane.armentia@ehu.eus)

GCIS está formado por siete profesoras/es y un doctorando del Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática de la UPV/EHU. GCIS centra su actividad en los Sistemas de Fabricación Avanzados, con el objetivo de apoyar la digitalización de los sistemas de producción a lo largo de los distintos niveles de la jerarquía de control, en consonancia con el paradigma de la Industria X.0. El grupo busca mejorar la capacidad tecnológica de las pymes, contribuyendo a su reindustrialización y a la adopción de soluciones sostenibles y personalizables, mejorando su resiliencia y competitividad. GCIS tiene una amplia experiencia en ingeniería basada en modelos, sistemas de automatización avanzados, tecnologías de inteligencia distribuida y computación en la nube, y herramientas PLM. Destaca su conocimiento en aspectos clave como **AAS**, **gemelos digitales** y **agentes industriales**.

En cuanto a su trayectoria, inicialmente trabajó en favorecer la flexibilidad a nivel de campo mediante la introducción de agentes en PLCs para garantizar la QoS, y el desarrollo de arquitecturas para gestionar aplicaciones sensibles al contexto. Posteriormente, se estudió la reconfiguración autónoma a nivel de planta mediante arquitecturas que integran activos físicos según IEEE 2660.1-2020, proporcionando una infraestructura alineada con la vista funcional de AAS. A partir de ahí, la investigación avanzó hacia niveles superiores, creando una plataforma de ingeniería orientada al DevOps de aplicaciones Fog reactivas que habilitan un bucle de control de alto nivel para la planta. Actualmente, trabaja en tres ejes: 1) **interoperabilidad**, basada en la integración normalizada y sencilla de activos en la fábrica y el diseño de componentes de control encapsulados para PLC compatibles con AAS; 2) **autonomía**, basada en la gestión automática de órdenes de producción y la resolución dinámica de eventos; y 3) **conectividad**, basada en una interconexión abierta con el resto de los sistemas empresariales.

Actualmente, GCIS también está extendiendo su ámbito de actuación a los **sistemas agrivoltaicos**, aquellos que combinan en un mismo terreno la producción agrícola/ganadera con la generación de energía fotovoltaica, siempre priorizando la agricultura/ganadería. Varios miembros de GCIS participan en el proyecto "Investigación y demostración del potencial de desarrollo de los sistemas agrivoltaicos a escala transfronteriza (**AGRIPOWER**)", en el marco del Programa de Cooperación Territorial Europea Interreg V IA España-Francia-Andorra POCTEFA 2021-2027. **AGRIPOWER** busca la puesta en valor de los sistemas agrivoltaicos basados en la monitorización de variables agrícolas y ganaderas y su influencia en la producción energética, así como aprovechar su potencial para hacer frente al reto de la transición energética y la rentabilidad agraria. Para ello, GCIS aborda principalmente dos retos: 1) cómo aplicar el concepto de AAS en un ámbito no industrial, y 2) cómo gestionar los modelos de información usados, para lo cual se pretende adaptar el estándar IEC 61512-1 orientado a sistemas de producción por lotes. Se definirán los modelos de información necesarios, su encapsulación en AAS y la generación de los componentes de control relativos a diferentes tipos de sistemas: producción de energía, producción de cultivos/ganadería y sistemas conectados (entorno, clima y riego).

# **Aplicaciones de la microscopía electrónica: Estudio de defectos originados en la producción aceros para la mejora de su trazabilidad y estudio de uniones metálicas avanzadas**

I. López-Ferreño<sup>1</sup>, M. Basauri<sup>2</sup>, G. A. López<sup>2</sup>, N. Eguido<sup>3</sup>, D. Mier<sup>3</sup>, V. Santiesteban<sup>3</sup>, L. Sanchez del Rio<sup>2</sup>, S. Somadossi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Matemática Aplicada, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteizko, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

<sup>2</sup>Física, Facultad de Ciencia y Tecnología, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

<sup>3</sup> Departamento de Proceso, Sidenor I+D

<sup>4</sup> Instituto de Investigación en Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería, CONICET, Argentina

Contacto: [iñaki.lopez@ehu.eus](mailto:iñaki.lopez@ehu.eus)

La microscopía electrónica es una herramienta transversal que nos permite mejorar las prestaciones de la microscopía óptica convencional en lo que a resolución se refiere. Además, nos permite estudiar la composición de una forma muy focalizada, así como las características cristalográficas de las distintas fases en una muestra. En este trabajo se ha empleado esta técnica para estudiar los óxidos generados dentro de defectos tipo grieta formados durante el proceso de fabricación de aceros microaleados en colaboración con la empresa siderúrgica Sidenor.

Por otro lado, se han estudiado uniones de materiales metálicos avanzados. Las aleaciones en el sector aeronáutico han de trabajar bajo condiciones de alta temperatura, altas cargas mecánicas y atmósferas oxidantes. En este contexto revestimientos protectores son muy interesantes. Uno de los procesos empleados en la formación de estos revestimientos es la unión por fase líquida transitoria (TPLB, de sus siglas en inglés) que permite unir materiales que no se pueden soldar por métodos convencionales. La unión TPLB se realiza en una configuración tipo "sándwich" donde se introduce un material de relleno (filler) con la temperatura de fusión  $T_f$  más bajo que las aleaciones que se quieren unir (sustratos). Se calienta el sistema hasta una temperatura ligeramente superior a  $T_f$  de manera que el filler se funde. Mediante un proceso isotérmico el líquido se solidifica antes de enfriarse. Durante la solidificación se forman fases marcadas por la interacción sólido-líquido y posteriormente el crecimiento y transformación de estas fases vienen gobernados por la interacción sólido-sólido dando lugar a microestructuras similares a las obtenidas por largos tratamientos de difusión puros [1] que resultan muy interesantes individualmente y en conjunto en relación con sus propiedades mecánicas.

1. M. Poliserpi, P. Barriovero-Vila et al. Metallurgical and Materials Transactions A, 52 A (2021) 1382-1394.

# **Arabako Hiri-hondakinen Kudeaketa: Egungo Egoera eta Erronkak Ekonomia Zirularrerako Bidean**

N. Rojo<sup>1</sup> y D. Zuazagoitia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniaritza Kimikoa eta Ingurumenaren Ingeniaritza Saila, Vitoria-Gasteizko Ingeniaritza Eskola, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

<sup>2</sup> Matematika, Zientzia Esperimental eta Gizarte Zientzien Didaktika, Hezkuntza eta Kirol Fakultatea, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

Kontaktua: [naiara.rojo@ehu.eus](mailto:naiara.rojo@ehu.eus)

Hiri-hondakinen kudeaketa funtsezkoa da iraunkortasunerako, ingurumenaren babeserako, eta osasun publikoan eragin negatiboak minimizatzeko. Indarrean dagoen legediak Europar Batasuneko hondakinen kudeaketaren hierarkiarekin bat datorren arau-esparrua ezartzen du, prebentzioa, berrerabilera, birziklapena eta balorizazioa sustatuz. Gainera, autonomia erkidegoan, Euskadiko Hondakinak Prebenitu eta Kudeatzeko 2030ko Planak ekonomia zirkularra eta hondakinen murrizketa bultzatzen ditu, birziklatzeko eta balorizatzeko helburu espezifiko bidez.

Lurralde-mailan, Arabako Hiri Hondakinen Prebentziorako eta Kudeaketarako 2017-2030 Planak<sup>1</sup> hondakinak murrizteko, berrerabiltzeko eta balorizatzeko estrategia integral bat garatzen du. Hori, ekonomia zirkularrean eta iraunkortasunaren arloko helburu europarretan eta autonomikoetan oinarrituta dago. Planak Arabako Hondakinen Behatokia barne hartzen du, eta lurraldeko hondakinak kudeatzeko politiken jarraipena, analisia eta etengabeko hobekuntza egiteko tresna gisa aurkezten du. Behatokiaren eginkizunetako batzuk honakoak dira: hondakinen sorrerari eta tratamenduari buruzko datuak biltzea eta ebaluatzea, horien karakterizazioa egitea, karbono-aztarna kalkulatzeko eta kudeaketa optimizatzeko neurriak proposatzea. Gainera, eragileen arteko koordinazioa errazten du eta ingurumen-sentsibilizazioa sustatzen du. Horrek guztiak Plana modu eraginkorrean eta jasagarritasunaren eta ekonomia zirkularraren helburuekin bat etorritik ezartzen dela bermatzen du.

Lan honetan Arabako 2023ko hondakinen kudeaketaren argazki orokor bat aurkezten da. Urte horretan, 390,26 kg hondakin sortu ziren pertsonako. Horietatik ia bi heren nahastuta bildu ziren (errefusa), eta horietatik erdia baino gehiago biohondakinak izan ziren. Eskuratutako datu kuantitatiboek adierazten dute hobekuntza-tarte handia dagoela; ekobarometroak, aldiz, hiritarren pertzepzioa, orokorrean, ona dela adierazten du. Jasotako datuak hondakinen kudeaketa hobetzea ahalbidetuko duten estrategiak ezartzeko erabil daitezke.

1. 20/2018 Foru Araua, azaroaren 21ekoa, Arabako Hiri Hondakinen Prebentziorako eta Kudeaketarako Plana, 2017-2030, onartzeko. Arabako Lurralde Historikoaren Aldizkari Ofiziala, 144, 2018ko abenduaren 14koa.  
[https://www.araba.eus/botha/Boletines/2018/144/2018\\_144\\_04519\\_e.pdf](https://www.araba.eus/botha/Boletines/2018/144/2018_144_04519_e.pdf)

## Biomecanizado para la fabricación de dispositivos microfluídicos

A. Santaolalla<sup>1</sup>, N. Rojo<sup>1</sup>, J.I. Pinto<sup>1</sup>, A. Barona<sup>2</sup>, L. Basabe-Desmonts<sup>3</sup> y F. Benito-Lopez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ingeniaritza Kimikoa eta Ingurumenaren Ingeniaritza Saila, Vitoria-Gasteizko Ingeniaritza, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

<sup>2</sup>Ingeniaritza Kimikoa eta Ingurumenaren Ingeniaritza Saila, Bilboko Ingeniaritza Eskola, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

<sup>3</sup>Microfluidics Cluster UPV/EHU, BIOMICs microfluidics Group, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

Kontaktua: [arrate.santaolalla@ehu.eus](mailto:arrate.santaolalla@ehu.eus)

El imparable aumento de la demanda mundial de componentes a escala micrométrica hace que la tecnología del micromecanizado esté en constante desarrollo para encontrar alternativas más económicas y sostenibles a los procesos físicos-químicos tradicionales<sup>1</sup>. La biotecnología y, en concreto, los procesos bioquímicos de solubilización de metales (que tradicionalmente han sido empleados en la extracción de metales de minerales) se convierten en una prometedora alternativa que utiliza el potencial de los microorganismos para ofrecer ventajas en el proceso de grabado de microestructuras<sup>2</sup>.

En este marco, el grupo de investigación trabaja en el desarrollo de un proceso de biomecanizado para la fabricación de microestructuras sobre piezas de cobre. Una potencial aplicación de dichas piezas se encuentra en la industria microfluídica, con una tasa de crecimiento anual estimada del 15% entre 2025 y 2032. Esta actividad requiere el uso de moldes resistentes para fabricar grandes lotes de dispositivos empleando el mismo molde. El proceso propuesto se presenta como una alternativa interesante a los procesos convencionales de mecanizado para la fabricación de dichos moldes ya que, además de tener ventajas medioambientales, permite un mejor control de la tasa de eliminación de metal durante el proceso<sup>3</sup>. Asimismo, el grupo busca mejorar la sostenibilidad del bioproceso mediante la extensión de la vida útil de la solución de tratamiento u otras estrategias planteadas a partir de las conclusiones obtenidas en el análisis de ciclo de vida del proceso. Esta orientación hacia la optimización del biomecanizado se alinea con el ODS 12, que promueve la producción y consumo responsable en la fabricación de productos.

1. M. E. Díaz-Martínez, R. Argumedo-Delira, G. Sánchez-Viveros, A. Alarcón, M.R. Mendoza-López, Microbial bioleaching of Ag, Au and Cu from printed circuit boards of mobile phones, Curr. Microbiol. 76 (2019) 536-544.

2. E. Díaz-Tena, G. Gallastegui, M. Hipperdinger, E. R. Donati, M. Ramírez, A. Rodríguez, L. N. López de Lacalle, A. Elías, New advances in copper biomachining by iron-oxidizing bacteria, Corros. Sci. 112 (2016) 385-392.

3. A. Santaolalla, N. Rojo, A. Barona, G. Gallastegui, Cyclic biomachining of copper: Maximum metal removal rate with minimum depleted solution, Miner. Eng. 217 (2024).

# **Análisis de la Implementación Digital del Algoritmo de Identificación Paramétrica PRBS para la Estimación de Sistemas Multi-Secuencia y Multi-Armónica**

Oier López de Suso y Alain Sanchez-Ruiz

Departamento de Tecnología Electrónica, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz  
Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

Contacto: [oier.lopezdesuso@ehu.eus](mailto:oier.lopezdesuso@ehu.eus)

El aumento de la variabilidad en la configuración de la red y, entre otros factores, la integración masiva de energías renovables han generado un escenario desafiante para los convertidores de potencia.

Debido a esta situación, la estimación activa de impedancia se convierte en una característica interesante, ya que permite el ajuste en línea del control del convertidor de potencia y/o el análisis de estabilidad. La inyección de una Secuencia Binaria Pseudoaleatoria (PRBS) es uno de los métodos más relevantes y propuestos en la literatura para obtener esta estimación de impedancia.

Muchos estudios utilizan la estimación de impedancia en convertidores de potencia dedicados o, en muchos casos, no consideran las limitaciones del hardware digital y de potencia que deben cumplir los convertidores. Esto es especialmente importante en convertidores de alta potencia, donde se emplean frecuencias de conmutación y control bajas.

En este proyecto se define y se propone un método de diseño e implementación de la inyección PRBS considerando las restricciones mencionadas anteriormente. El método propuesto está diseñado para ser implementado en un convertidor que ya se encuentra en operación, añadiendo así la estimación de impedancia como una funcionalidad adicional del convertidor. De esta manera, no es necesario un convertidor de potencia dedicado exclusivamente para estimar la frecuencia de la red.

Además, se analiza la estimación de impedancia multi-armónica y multi-secuencia, lo que demuestra la capacidad del método propuesto para operar en condiciones de red altamente variables y exigentes. El análisis es validado mediante resultados de simulación en diferentes escenarios.

1. O. Lopez-de-Suso, A. Sanchez-Ruiz, S. Ceballos, A. Ordono, M. Zubiaga, J. M. Gonzalez y J. M. Gil-Garcia, «Digital Implementation Analysis of PRBS Impedance Shaping Algorithm to Estimate Multi-Sequence and Multi-Harmonic Systems», presentado en IECON 2024- 50th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Chicago, nov. 2024, pp. 1-6.

# Modelo Digital de la Red de Abastecimiento de Agua Potable de Vitoria-Gasteiz (TFG)

Lander Martínez<sup>1,\*</sup>, Edorta Carrascal<sup>1</sup>, Alain Sanchez-Ruiz<sup>1</sup>, Carlos Dorronsoro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

<sup>2</sup>Aguas Municipales de Vitoria-Gasteiz S.A. (AMVISA)

\*Contacto: [lmartinez160@ikasle.ehu.eus](mailto:lmartinez160@ikasle.ehu.eus)

El trabajo realizado bajo el Aula del Agua AMVISA, desarrolla un modelo digital de la red de abastecimiento de agua potable de Vitoria-Gasteiz. Fruto de la colaboración entre AMVISA y la UPV/EHU, este trabajo supone un avance significativo en la gestión inteligente del sistema de distribución de agua que ayuda a conseguir los objetivos de SMART AMVISA. Mediante el uso de herramientas como QGISRed, EPANET y QGIS, se ha llevado a cabo un modelo preciso y georreferenciado de la infraestructura actual de abastecimiento de aguas.

Gracias al modelo, se ha realizado un análisis detallado de los parámetros fundamentales, como presiones y velocidades, evaluando el rendimiento actual de la red y detectando puntos críticos a través del estudio de las pérdidas de carga. Además, se ha examinado la integración de la red de Mandojana con la red general y se ha llevado a cabo un análisis de estrés de la infraestructura para determinar su capacidad de soportar aumentos en la demanda. En este sentido, el modelo digital se convierte en una herramienta clave para optimizar la toma de decisiones, facilitando el mantenimiento del sistema, la planificación de futuras expansiones o renovaciones y la predicción del comportamiento de la red ante diversas condiciones operativas hipotéticas.

Este modelo digital sienta las bases para la implementación de un gemelo digital (GD), conocido como Smart Water Grid en las redes de agua. Su futura integración con sensores de medición en tiempo real podría permitir un monitoreo continuo del estado de la red, optimizando la detección temprana de anomalías como fugas, pérdidas de presión o variaciones en la demanda. Asimismo, este modelo digital puede servir como plataforma base para el desarrollo de algoritmos predictivos basados en inteligencia artificial, lo que facilitará la anticipación de fallos, la mejora de la eficiencia operativa y la optimización del uso del recurso hídrico. Todo ello se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), promoviendo una gestión del agua más eficiente, resiliente y sostenible.

URL: <http://hdl.handle.net/10810/70271>

# Arquitecturas AIoT conectadas a grandes distancias con LoRa

Eneko Artetxe<sup>1</sup>, Isidro Calvo<sup>1</sup>, Pablo Fernández-Bustamante<sup>2</sup>, Asier del Río<sup>1</sup>, Oscar Barambones<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. Ingeniería de Sistemas y Automática

<sup>2</sup>Dept. Ingeniería Eléctrica

Contacto: [isidro.calvo@ehu.eus](mailto:isidro.calvo@ehu.eus)

El término de AIoT agrupa la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial utilizando las tecnologías IoT (Internet of Things), siendo su aplicación creciente en diferentes tipos de industrias [1].

La aplicación de las técnicas de Inteligencia Artificial permite ejecutar algoritmos complejos en tareas de predicción, detección temprana de fallos o control de diferentes aplicaciones.

Por otro lado, en el mundo de las IoT, entre otras tecnologías de comunicación, se están adoptando las denominadas Low Power Wide Area Networks (LPWAN). Estas tecnologías están específicamente diseñadas para conectar dispositivos ubicados a grandes distancias que, frecuentemente, tienen limitaciones en el gasto energético. Por ejemplo, en el caso de sensores que no dispongan de corriente eléctrica de red.

En concreto, la tecnología LoRa es una tecnología de bajo coste ideal para conectar sensores ubicados en una área amplia. Tiene diversas aplicaciones en Smart Cities en lugares con poca cobertura, como explotaciones agrícolas o ganaderas en el campo [2]. También se puede aplicar en Smart Grids para optimizar la producción de energía eléctrica [3] o incluso para gestionar aplicaciones de movilidad, mejorando la sostenibilidad.

No obstante, resulta conveniente adoptar arquitecturas que faciliten la creación de las aplicaciones AIoT, integrando todos los dispositivos involucrados con los centros de decisión donde se ejecutan de forma centralizada los algoritmos de Inteligencia Artificial.

1. Villar E, Martín Toral I, Calvo I, Barambones O, Fernández-Bustamante P. Architectures for Industrial AIoT Applications. *Sensors*. 2024; 24(15):4929. <https://doi.org/10.3390/s24154929>
2. Artetxe E, Barambones O, Martín Toral I, Uralde J, Calvo I, del Río A. Smart IoT Irrigation System Based on Fuzzy Logic, LoRa, and Cloud Integration. *Electronics*. 2024; 13(10):1949. <https://doi.org/10.3390/electronics13101949>
3. Fernández-Bustamante P, Artetxe E, Calvo I, Barambones O. Centralized MPPT Control Architecture for Photovoltaic Systems Using LoRa Technology. *Applied Sciences*. 2025; 15(5):2456. <https://doi.org/10.3390/app15052456>

# Modelo eléctrico, térmico y de gases de un electrolizador alcalino

A. Guevara<sup>1,\*</sup>, A. Sanchez-Ruiz<sup>1 \*</sup>, O. Lopez de Suso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento: Tecnología Electrónica, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz,  
Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

\*Contacto: [andreaguevaraguti@gmail.com](mailto:andreaguevaraguti@gmail.com), [alain.sanchez@ehu.eus](mailto:alain.sanchez@ehu.eus)

La transición energética a fuentes limpias es fundamental en la transformación hacia una economía descarbonizada, y el hidrógeno verde se posiciona como una pieza clave en este proceso. Producido mediante electrólisis del agua con fuentes de energía renovables, el hidrógeno permite descarbonizar sectores difíciles de electrificar. Esto lo convierte en una alternativa viable para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y avanzar hacia un sistema energético más sostenible.

En este trabajo se ha desarrollado el modelo de un electrolizador alcalino, que permite evaluar su comportamiento eléctrico, térmico y de gases [1]. De esta manera, ante una entrada de corriente, el modelo es capaz de calcular su temperatura de operación, adaptar sus parámetros en función del punto de trabajo y ofrecer diferentes parámetros como, por ejemplo, la cantidad de hidrógeno producido. Gracias a esto, el modelo permite analizar el rendimiento del electrolizador bajo diferentes condiciones de operación, optimizando la producción de hidrógeno y mejorando su eficiencia global.

Para garantizar una operación eficiente del electrolizador, es fundamental el uso de un sistema de electrónica de potencia adecuado. Por ello, se analiza el impacto de la fuente de alimentación mediante rectificadores basados en IGBTs (novedosos) o tiristores (solución clásica), los cuales regulan la tensión y la corriente suministradas al electrolizador. Deben ser capaces de adaptarse a las variaciones en la fuente de energía, asegurando un suministro estable y minimizando las pérdidas energéticas. La elección de rectificación influye directamente en la eficiencia global del proceso.

En conclusión, la modelización teórica del electrolizador alcalino y su sistema de alimentación permite comprender su funcionamiento y los factores que afectan a su rendimiento, contribuyendo al desarrollo de tecnologías más sostenibles para la producción de hidrógeno verde y su integración en la transición energética.

[1] Á. Iribarren, D. Elizondo, E. Barrios, H. Ibaiondo, A. Sanchez-Ruiz, J. Arza, P. Sanchis, A. Ursúa, "Dynamic Modeling of a Pressurized Alkaline Water Electrolyzer: A Multiphysics Approach," in IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 59, no. 3, pp. 3741-3753, May-June 2023.

## **Sare trifasiko desorekatuetara konektatutako bihurtailuen kontrol aurreratuak**

A. Gomez-Raya<sup>1,2</sup>, A. Sanchez-Ruiz<sup>1</sup>, A. Lopez-de-Heredia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknologia Elektronikoa Saila, Vitoria-Gasteizko Ingeniaritza Eskola, Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

<sup>2</sup>Biltegiatzea eta Potentzia Elektronika, IKERLAN S.COOP.

Kontaktua: [agomez295@ikasle.ehu.eus](mailto:agomez295@ikasle.ehu.eus)

Energia berriztagarrien iturrien integrazioaren hazkundera sistema elektrikoan funtsezkoa da etorkizunerako helburu klimatikoak betetzeko. Energia iturri hauek sisteman dauden sorgailu sinkrono konbentzionalak ordezkatzeko dituzten heinean, estabilitate arazoak sortu daitezke sistemaren inertzia eta indarra murrizten direlako [1].

Sorgailu sinkronoak ordezkatzeko, hauek ematen duten tentsio eta maiztasun kontrolaren babes funtzioak murrizten dira. Hortaz, sarearen konexio kodeek funtzio hauek betetzea eskatzen dizkiete sarera konektatzen diren energia berriztagarrien sorgailuei [2].

Lan honetan, sarera konektatutako bihurtailuen kontrol ezberdinak aztertuko dira, sareko falten aurrean. Egoera hauen aurrean bihurtailuak deskonektatu beharrean, erantzun konkretu batzuk eskatzen ditu sareko arduradunak. Horretarako, falta bifasikoen aurrean funtzionatzeko bihurtailuen kontrolak aztertuko dira, hauen gaitasunak eta mugak aztertuz. Azkenik, kontrol ezberdinak Matlab-Simulink softwarearen bidez simulatuko dira araudiak betetzeko kapazak diren ziurtatzeko.

[1] Z. Hassan, A. Amir, J. Selvaraj, y N. A. Rahim, «A review on current injection techniques for low-voltage ride-through and grid fault conditions in grid-connected photovoltaic system», Sol. Energy, vol. 207, pp. 851-873, sep. 2020, doi: 10.1016/j.solener.2020.06.085.

[2] R. Aljarrah, B. B. Fawaz, Q. Salem, M. Karimi, H. Marzoughi, y R. Azizpanah-Abarghoee, «Issues and Challenges of Grid-Following Converters Interfacing Renewable Energy Sources in Low Inertia Systems: A Review», IEEE Access, vol. 12, pp. 5534-5561, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3349630.

# **Mundu mailako erretako eremuak antzemateko prozedura automatikoa Sentinel-2 eta VIIRS/MODIS sute aktiboak erabiliz Google Earth Engine-n**

A. Bastarrika, E. Roteta, L. Torre, J. Gonzalez-Ibarzabal, K. Artano, P. Martinez-Blanco  
eta A. Mesanza

Meatzte eta Metalurgia Ingeniaritza eta Materialen Zientzia Saila, Vitoria-Gasteizko  
Ingeniaritza Eskola, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

Kontaktua: [aitor.bastarrika@ehu.eus](mailto:aitor.bastarrika@ehu.eus)

Mundu mailan erretako eremuen (Burned Area - BA) joera espazial eta tenporalak ulertzea funtsezkoa da sute-emisioak modelizatzeko eta sute osteko birgaitze-planak aurrera eramateko. Ikerketek erakusten dutenez, egungo BA produktuek eremu erretakoak gutxiesten dituzte, bereizmen handiko datuetatik eratorritako produktuak beharrezkoak direla agerian utziz.

Lan honek Sentinel2BAM aurkezten du, Sentinel-2, VIIRS eta MODIS datuak erabiltzen dituen algoritmo automatikoa. Random Forest eredu bat aplikatzen du 5 eguneko Sentinel-2 konposatuekin BA probabilitateak aurreikusteko, eta ondoren denbora-serie eta objektuetan-oinarritutako analisi batek hiruhilekoko eremu erretakoak antzematen ditu. Google Earth Enginen inplementatuko algoritmo hau ekosistema desberdinak karakterizatzen dituen 2019ko 576 Sentinel-2 tiletan probatu zen.

Baliozkotzeak Copernicus EMSR21 (Mediterraneoko arroan), 50 mundu mailako Sentinel-2 lagin (GlobalS50), eta 105 mundu mailako Landsat lagin (GlobalL105) hartu zituen kontuan. Sentinel2BAM algoritmoak gehiegizko errore (Commission Error -CE) handiagoak erakutsi ditu gutxiegiakoak (Omission Error-OE) baino (CE=10.3 % eta OE=7.6 % EMSR21 erreferentzia erabiliz, CE=18.9 % eta OE=9.5 % GlobalS50 erabiliz eta CE=22.5 % eta OE=13.4 % GlobalL105 erabiliz). Emaitzek ekosistemen arteko desberdintasunak ere nabarmentzen dituzte: baso-sute tropikal eta klima epeleko biometan CE handiagoak agertzen dira, batez ere erretako eremuen eta laborantza-lurren antzematearen nahasteagatik. Sentinel2BAM-ek gaur egungo bereizmen baxuko BA produktuek baina zehaztasun handiagoa erakutsi du mundu mailan, bereziki su txikien antzematean.

1. Bastarrika, A., Rodriguez-Montellano, A., Roteta, E., Hantson, S., Franquesa, M., Torre, L., ... & Chuvieco, E. (2024). An automatic procedure for mapping burned areas globally using Sentinel-2 and VIIRS/MODIS active fires in Google Earth Engine. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 218, 232-245.

# Arquitecturas AIoT conectadas a grandes distancias con LoRa

Eneko Artetxe<sup>1</sup>, Isidro Calvo<sup>1</sup>, Pablo Fernández-Bustamante<sup>2</sup>, Asier del Río<sup>1</sup>, Oscar Barambones<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. Ingeniería de Sistemas y Automática

<sup>2</sup>Dept. Ingeniería Eléctrica

Contacto: [isidro.calvo@ehu.eus](mailto:isidro.calvo@ehu.eus)

El término de AIoT agrupa la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial utilizando las tecnologías IoT (Internet of Things), siendo su aplicación creciente en diferentes tipos de industrias [1].

La aplicación de las técnicas de Inteligencia Artificial permite ejecutar algoritmos complejos en tareas de predicción, detección temprana de fallos o control de diferentes aplicaciones.

Por otro lado, en el mundo de las IoT, entre otras tecnologías de comunicación, se están adoptando las denominadas Low Power Wide Area Networks (LPWAN). Estas tecnologías están específicamente diseñadas para conectar dispositivos ubicados a grandes distancias que, frecuentemente, tienen limitaciones en el gasto energético. Por ejemplo, en el caso de sensores que no dispongan de corriente eléctrica de red.

En concreto, la tecnología LoRa es una tecnología de bajo coste ideal para conectar sensores ubicados en una área amplia. Tiene diversas aplicaciones en Smart Cities en lugares con poca cobertura, como explotaciones agrícolas o ganaderas en el campo [2]. También se puede aplicar en Smart Grids para optimizar la producción de energía eléctrica [3] o incluso para gestionar aplicaciones de movilidad, mejorando la sostenibilidad.

No obstante, resulta conveniente adoptar arquitecturas que faciliten la creación de las aplicaciones AIoT, integrando todos los dispositivos involucrados con los centros de decisión donde se ejecutan de forma centralizada los algoritmos de Inteligencia Artificial.

4. Villar E, Martín Toral I, Calvo I, Barambones O, Fernández-Bustamante P. Architectures for Industrial AIoT Applications. *Sensors*. 2024; 24(15):4929. <https://doi.org/10.3390/s24154929>
5. Artetxe E, Barambones O, Martín Toral I, Uralde J, Calvo I, del Río A. Smart IoT Irrigation System Based on Fuzzy Logic, LoRa, and Cloud Integration. *Electronics*. 2024; 13(10):1949. <https://doi.org/10.3390/electronics13101949>
6. Fernández-Bustamante P, Artetxe E, Calvo I, Barambones O. Centralized MPPT Control Architecture for Photovoltaic Systems Using LoRa Technology. *Applied Sciences*. 2025; 15(5):2456. <https://doi.org/10.3390/app15052456>

# **Optimización del servicio: potenciando el mantenimiento de motores de gas con algoritmos de aprendizaje automático y el análisis y captura del dato optimizadas**

Javier del Valle <sup>1</sup>, Jose Manuel Loopez-Guede <sup>1</sup>

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, Universidad del Pais Vasco UPV/EHU

Contacto: [javier.delvalle@ehu.eus](mailto:javier.delvalle@ehu.eus)

La investigación optimiza el mantenimiento predictivo de motores de gas mediante aprendizaje automático y mejora en el análisis y captura de datos. Guascor-Energy busca mejor uso de datos de monitorización para aumentar disponibilidad de motores y perfeccionar el mantenimiento predictivo. El problema principal es optimizar sistemas de control y desarrollar algoritmos predictivos basados en Industria 4.0 para aumentar fiabilidad, optimizar costes y asegurar disponibilidad de motores. Los objetivos incluyen análisis de sistemas de control y monitorización, desarrollo de algoritmos de Machine Learning para mantenimiento predictivo, análisis de plataformas IoT, estudio de criterios de clasificación y análisis de fallos, y propuesta de soluciones técnicas para prevenir fallos y gestionar su ciclo de vida.

La hipótesis principal es que implementar nuevos sistemas basados en captura de datos y algoritmos de Machine Learning permitirá un mantenimiento predictivo más eficiente, maximizando el valor del producto para el cliente. El impacto potencial es significativo: creación de un sistema digital de maximización de fiabilidad, desarrollo de "mejores prácticas" para fiabilidad industrial, reducción del impacto medioambiental, desarrollo de algoritmos de Machine Learning aplicados al mantenimiento predictivo y aumento de la fiabilidad energética. La metodología se divide en fases que incluyen investigación general y planteamiento de hipótesis, análisis del estado del arte de sistemas de control, monitorización y análisis de fallos, implementación de soluciones reales para aumentar la fiabilidad y validación de soluciones digitales y algoritmos.

Esta investigación se enfoca en mejorar el mantenimiento predictivo de motores de gas mediante algoritmos de aprendizaje automático y la optimización del análisis y captura de datos. Guascor-Energy busca aumentar la disponibilidad de sus motores y mejorar su mantenimiento. El estudio analiza sistemas de control, desarrolla algoritmos de Machine Learning y estudia fallos en motores de gas. La hipótesis es que estos sistemas mejorarán la fiabilidad y el valor del producto.

1. A. Fuller, Z. Fan, C. Day, C. Barlow, Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research, IEEE Access 8, 2020, 108952–108971. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2998358>

# **Advanced IoT Solutions for Real-Time Crowd Monitoring and Emergency Alerts in Smart Cities: University as case study**

A. ALAA<sup>1</sup>, J.M. Lopez-Guede<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Systems and Automatic Control Department, Faculty of Engineering of Vitoria-Gasteiz, University of the Basque Country (UPV/EHU)

Contact: [ptcirag@gmail.com](mailto:ptcirag@gmail.com)

The rapid growth of IoT and deep learning technologies has revolutionized real-time object detection, enabling innovative solutions for crowd monitoring in educational institutions inside Smart Cities. Traditional methods like Haar Cascades and HOG + SVM, while computationally efficient, fall short in accuracy and robustness compared to modern deep learning models such as YOLO and MobileNet SSD (Tian et al., 2024 ). However, deploying these advanced models on low-power devices like Raspberry Pi remains a significant challenge due to their high computational demands (Nicolas and Megherbi, 2024). IoT-based systems have emerged as a scalable solution for real-time crowd monitoring, with studies emphasizing the need for energy-efficient and low-latency architectures in smart campuses. More studies further highlight the potential of integrating deep learning with IoT for crowd analysis, particularly in resource-constrained environments. Edge computing has played a pivotal role in enabling real-time processing on devices like Raspberry Pi, addressing challenges in tiny object detection and propose lightweight models optimized for edge devices. The system leverages IoT-enabled cameras to capture video feeds, which are processed by a lightweight deep learning model (Tiny YOLO V11) deployed on Raspberry Pi for efficient, real-time object detection. Applications of these technologies range from social distance classification to anomaly detection in smart cities. Despite these advancements, there is a notable gap in research focused on real-time object detection tailored for educational institutions. This research aims to address this gap by developing a scalable, energy-efficient system for IoT-based crowd monitoring using deep learning on Raspberry Pi, ensuring timely and accurate detection of anomalies in educational settings.

1. Tian, J., Jin, Q., Wang, Y., et al. (2024). Performance analysis of deep learning-based object detection algorithms on COCO benchmark: A comparative study. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 71, 1 – 18. <https://doi.org/10.1186/s44147-024-00411-z>
2. Nicolas, M. F., & Megherbi, D. B. (2024). Hidden challenge in deep-learning real-time object detection on edge devices. In *Midwest Symposium on Circuits and Systems* (pp. 547 – 551). <https://doi.org/10.1109/MWSCAS60917.2024.10658678>

# Mejora automática de imágenes de aguas profundas y clasificación de especies animales basada en aprendizaje profundo.

V. Lopez-Vazquez<sup>1</sup>, J. M. Lopez-Guede<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automatización, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Nieves Cano, 12, 01006 Vitoria-Gasteiz

Contacto: [vlopez017@ikasle.ehu.eus](mailto:vlopez017@ikasle.ehu.eus)

La clasificación de especies marinas mediante IA presenta múltiples desafíos debido a la complejidad y diversidad del ecosistema marino. La gran variabilidad de especies, los factores de iluminación y la turbidez del agua dificulta el entrenamiento de modelos precisos. A esto se suma la necesidad de desarrollar modelos eficientes que puedan operar en tiempo real y en entornos submarinos desafiantes. Superar estos obstáculos es crucial para mejorar la conservación marina y facilitar el monitoreo de la biodiversidad oceánica. En las últimas décadas, los avances en la tecnología sensorial han mejorado la obtención de imágenes de la biodiversidad oceánica [1]. Todo ello, así como el creciente desarrollo de vehículos robóticos, ha permitido avanzar en el seguimiento de las comunidades marinas de los márgenes continentales y de las profundidades marinas [2].

En este trabajo, proponemos un proceso de mejora y clasificación de imágenes que permite el procesamiento automático de imágenes obtenidas mediante un el crawler "Wally" (un vehículo operado por Internet), dentro del área de Ocean Network Canada (ONC) de Barkley Canyon (Vancouver, Canadá). El proceso consiste principalmente en una red residual convolucional, capaz de generar imágenes mejoradas a partir de un conjunto de imágenes sin procesar. Las imágenes generadas por la red residual convolucional entrenada obtuvieron valores altos en métricas para la evaluación de imágenes submarinas como UIQM (~ 2.585) y UCIQE (2.406). También se obtuvieron valores más altos de SSIM y PSNR en comparación con el conjunto de datos original.

Por último, el proceso de clasificación de especies posterior también mostró buenos resultados de clasificación en un conjunto de datos de prueba independiente, con un valor de **accuracy** del 66,44% y un valor de área bajo la curva ROC (AUROC) del 82,91%, que posteriormente se mejoraron a 79,44% y 88,64% para **accuracy** y AUROC respectivamente.

1. Milligan, R.; Morris, K.; Bett, B.; Durden, J.; Jones, D.; Robert, K.; Ruhl, H.; Bailey, D. High Resolution Study of the Spatial Distributions of Abyssal Fishes by Autonomous Underwater Vehicle. *Scientific reports* **2016**, *6*, 1–12.
2. Aguzzi, J.; Chatzievangelou, D.; Marini, S.; Fanelli, E.; Danovaro, R.; Flögel, S.; Lebris, N.; Juanes, F.; De Leo, F.C.; Del Rio, J.; et al. New High-Tech Flexible Networks for the Monitoring of Deep-Sea Ecosystems. *Environmental science & technology* **2019**, *53*, 6616–6631.

# Fusion of multiple ML models to target Alzheimer's using CITA data

Omer Asghar Dara<sup>1</sup>, Jose Manuel Lopez-Guede<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Systems and Automatic Control Department, Faculty of Engineering of Vitoria-Gasteiz, University of the Basque Country (UPV/EHU), C/Nieves Cano 12, 01006

Vitoria-Gasteiz, Spain; [serkirde.dara@gmail.com](mailto:serkirde.dara@gmail.com), [jm.lopez@ehu.eus](mailto:jm.lopez@ehu.eus)

Contact: [jm.lopez@ehu.eus](mailto:jm.lopez@ehu.eus)

The study presents a framework for the early identification of Alzheimer's disease by utilizing recent artificial intelligence methodologies. We proposed a method to improve diagnostic precision and efficiency in brain-scanned images by integrating Vision Transformers (ViT) with DenseNet<sup>1</sup>. The study includes preprocessing, feature extraction, classification, and lastly validation. Early detection of Alzheimer's is necessary for successful treatment. Recent developments in machine learning facilitate the identification of diseases years prior to clinical diagnosis. This research combines Vision Transformers and DenseNet for effective early detection.

The method procedure summerized as follows:

- Improve image quality and eliminate noise by normalization and augmentation<sup>2</sup>.
- Feature Extraction: Utilize DenseNet for comprehensive feature extraction, capitalizing on effective feature utilization.
- Global Context Understanding: Employ Vision Transformers to capture global interdependencies and improve the representation of features.
- Feature Fusion: Integrate DenseNet and Vision Transformer features using concatenation and attention strategies.
- Classification: Utilize an ExtraTree classification to categorize images, providing high accuracy and minimal computational complexity<sup>3</sup>.
- Validation: Evaluate performance using metrics like as accuracy, precision, recall, and F1-score, in comparison with the most recent techniques.
- The fusion model reaches an high accuracy rares which markedly reducing diagnosis time while demonstrating robustness and lowered computational complexity.

In conclusion, the integration of Vision Transformers with DenseNet boosts early Alzheimer's detection, resulting in enhancing diagnostic accuracy and efficiency, making it an important resource in medical imaging.

1. Takahashi, S. *et al.* Comparison of Vision Transformers and Convolutional Neural Networks in Medical Image Analysis: A Systematic Review. *J Med Syst* **48**, 84 (2024).
2. Park, C. W. & Eom, I. K. Underwater image enhancement using adaptive standardization and normalization networks. *Eng Appl Artif Intell* **127**, 107445 (2024).
3. Padhy, R., Dash, S. K. & Mishra, J. Joint feature selection and classification of low-resolution satellite images using the SAT-6 dataset. *High-Confidence Computing* 100278 (2024) doi:10.1016/j.hcc.2024.100278.

# Fusion of AI-Based Deep Learning Approaches for Tracking Down Malwares in Smart Cities

Mustafa J.M Alhamdi<sup>1</sup>, Jose Manuel Lopez-Guede<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Systems and Automatic Control Department, Faculty of Engineering of Vitoria-Gasteiz, University of the Basque Country (UPV/EHU), C/Nieves Cano 12, 01006 Vitoria-Gasteiz, Spain

[Mustafa.Alhamedy@gmail.com](mailto:Mustafa.Alhamedy@gmail.com), [jm.lopez@ehu.eus](mailto:jm.lopez@ehu.eus)

Contact: [jm.lopez@ehu.eus](mailto:jm.lopez@ehu.eus)

The Internet of Things (IoT) has made a considerable contribution to the creation of smart cities in recent years such as procedures simplicity, boosting communication, and improving service quality<sup>1</sup>. Better infrastructure performance, lower energy consumption, and improved resident health and service quality are all effects of IoT. But as smart city networks grow, so does their susceptibility to cybersecurity risks. IoT devices are susceptible for hacking because they gather data from sensors that are connected to massive cloud computing centers<sup>2</sup>. Thus, it is essential to create strategies to stop such assaults and safeguard IoT devices. In urban environments, using Artificial Neural Network (ANN) approaches to detect and stop threats by reducing errors, the use of these AI approaches in malware diagnosis and detection maintain the integrity of the infrastructure and energy management. The efficiency of the results showed that AI models are useful in detecting threat attacks. We will suggest employing Federated Learning to improve this study. This method improves should enhance the security by enabling IoT devices to cooperatively learn a common model while maintaining the local data. Federated learning entails training the model locally on each device, distributing the updated global model back to the devices, and periodically aggregating model updates on a central server<sup>3</sup>.

To conclude, the study increases the security through decentralized training, improves privacy by guaranteeing sensitive data keep on the network or IoT devices, and scales effectively with the number of IoT devices. Federated learning integration can greatly increase the resilience and efficacy of AI models in cybersecurity for smart cities.

1. Dahmane, W. M., Ouchani, S. & Bouarfa, H. Smart cities services and solutions: A systematic review. *Data Inf Manag* 100087 (2024) doi:10.1016/j.dim.2024.100087.
2. Singh, N., Buyya, R. & Kim, H. Securing Cloud-Based Internet of Things: Challenges and Mitigations. *Sensors* **25**, 79 (2024).
3. Qi, P. *et al.* Model aggregation techniques in federated learning: A comprehensive survey. *Future Generation Computer Systems* **150**, 272–293 (2024).

# **Modelo de predicción de la demanda en la cadena de suministros del sector de la automoción**

F.Freijo Guerrero<sup>1</sup>, J.M. López-Guede<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU

Contacto: [fernando.freijo@ehu.eus](mailto:fernando.freijo@ehu.eus)

El desarrollo de innovadoras técnicas de Inteligencia Artificial ofrece un extenso campo de investigación relativo a la aplicación de dichas metodologías para la resolución de problemas reales detectados en el entorno de los negocios. Cualquier empresa industrial genera una ingente cantidad de datos susceptibles de ser tratados con algoritmos que permitan obtener información relevante para la actividad de la empresa y del propio sector. Las diversas técnicas de aprendizaje automático obtienen resultados ajustados cuando son aplicados para la jerarquización de valores, la optimización de procesos y la predicción de resultados. Sin embargo, no es fácil seleccionar la técnica más adecuada entre la gran multitud de metodologías disponibles. Igualmente, los resultados obtenidos dependen en gran medida de una acertada modelización del problema a tratar.

Concretamente, en este proyecto de investigación se trabaja con las bases de datos de una empresa de la cadena de suministro del sector de automoción. La empresa distribuye piezas de recambio para la industria del automóvil, siendo clave para el negocio, la eficiencia de las operaciones logísticas y la gestión de los stock en los diversos almacenes con los que cuenta. El nivel de existencias óptimo está intrínsecamente relacionado con las compras a proveedores y las ventas realizadas a los clientes. Una correcta predicción de esas compras permite llevar a cabo un abastecimiento ajustado a la demanda evitando tanto las roturas de stocks como la acumulación de productos obsoletos con difícil comercialización. Actualmente, se está desarrollando un modelo de predicción de ventas basado en los datos históricos disponibles en el negocio. En dicho modelo, se está estudiando si es posible identificar patrones de comportamiento del mercado con los que establecer una categorización de las ventas. Esto permitirá llevar a cabo distintos ensayos con algoritmos de jerarquización como SVM o k-means y comprobar la eficiencia y precisión de cada uno de ellos. Los resultados obtenidos pueden ser aplicados a otras empresas del sector en el que no existe actualmente una solución de este tipo, siendo por tanto, un proyecto de innovación de aplicación directa a la cadena de suministro de la industria del automóvil.

1. AI Applications in Logistics, <https://research.aimultiple.com>

2. IA in Supply Chain Management, <https://www.harvard-deusto.com>

# Transporte colaborativo de cargas con drones asistido y controlado por algoritmos de Inteligencia Artificial

D. Caballero<sup>1</sup>, J.M. Lopez-Guede<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería de Sistemas y Automática, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz  
(UPV/EHU)

Contacto: [daniel.caballero@ehu.eus](mailto:daniel.caballero@ehu.eus)

El transporte colaborativo de cargas con drones emerge como una solución tecnológica prometedora que permite optimizar la logística y distribución en entornos dinámicos. El uso de técnicas de Inteligencia Artificial genera importantes avances en la autonomía de estos dispositivos, permitiendo que varios drones colaboren de manera coordinada, realizando operaciones logísticas. Los sistemas de control basados en algoritmos de Inteligencia Artificial optimizan trayectorias en tiempo real, garantizan la seguridad operativa y maximizan la autonomía de los drones (1).

Nuestra investigación se centra en el estudio y ejecución de trayectorias controladas por algoritmos de Inteligencia Artificial, con el propósito de lograr un transporte colaborativo de cargas mediante la coordinación de múltiples drones (2). Este enfoque permite optimizar la distribución del peso y garantizar la estabilidad del sistema en distintos escenarios operativos, empleando diversas configuraciones de formación adaptadas a las características de la carga y el entorno (3).

Para evaluar el desempeño de estos sistemas, se analizan diferentes estrategias de simulación de trayectorias y asignación de carga, considerando variables como la distribución óptima del peso, la coordinación en tiempo real y la capacidad de respuesta ante perturbaciones externas, permitiendo ajustes dinámicos que aseguran un transporte seguro y eficiente (4)(5). La combinación de simulaciones y pruebas experimentales nos permite validar la eficacia de los modelos implementados y mejorar continuamente los algoritmos de control.

1. Caballero-Martin, D., Lopez-Guede, J. M., Estevez, J. y Graña, M. (2024). Artificial Intelligence Applied to Drone Control: A State of the Art. *Drones*, 8(7), 296.
2. Borghetti, F., Caballini, C., Carboni, A., Grossato, G., Maja, R., y Barabino, B. (2022). The Use of Drones for Last-Mile Delivery: A Numerical Case Study in Milan, Italy. *Sustainability*, 14 (3).
3. Raivi, A. M., Huda, S. M. A., Alam, M. M., y Moh, S. (2023). Drone Routing for Drone-Based Delivery Systems: A Review of Trajectory Planning, Charging, and Security. *Sensors*, 23(3), 1463.
4. Ito, S., Akaiwa, K., Funabashi, Y., Nishikawa, H., Kong, X., Taniguchi, I., & Tomiyama, H. (2022). Load and Wind Aware Routing of Delivery Drones. *Drones*, 6 (2), 50.
5. Estevez, J., Garate, G., Lopez-Guede, J. M., y Larrea, M. (2024). Review of Aerial Transportation of Suspended-Cable Payloads with Quadrotors. *Drones*, 8(2), 35.

# Automated Inventory Generation of Signage Using Drones and Computational Intelligence

G. Satama-Bermeo<sup>1</sup>, J.M. López-Guede<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of System Engineering and Automation Control, University of the Basque Country (UPV/EHU), Faculty of Engineering of Vitoria-Gasteiz, Nieves Cano, 12, 01006, Vitoria-Gasteiz, Spain

Contact: [geovannydaniel.satamab@ehu.eus](mailto:geovannydaniel.satamab@ehu.eus)

The integration of drones and computational intelligence is transforming the management of urban infrastructures, particularly in the domain of road signage. This innovative approach leverages state-of-the-art technologies, including 4K cameras, Lidar sensors, and advanced artificial intelligence algorithms, to capture and process data with unmatched precision and efficiency [1], [2]. Through a meticulously designed computational pipeline, drones collect detailed aerial data, while intelligent algorithms automatically segment and analyze critical elements. The outcome is a fully automated, georeferenced inventory that not only streamlines traditional processes but also significantly reduces operational costs and minimizes human errors [2]. Furthermore, this system's multi-platform and scalable nature ensures adaptability across diverse contexts and seamless integration with existing management tools.

This advancement excels in transforming complex datasets into actionable insights with speed and precision [1]. Using high-resolution imagery and 3D mapping from advanced sensors, drones enable detailed identification of road signage elements, enhancing urban planning and road safety [2]. Strict operational protocols ensure safe flights and regulatory compliance, setting a standard for responsible drone use. Beyond its technical merits, this innovation establishes a foundation for smarter and more sustainable urban infrastructure management, making it a vital tool for future cities [3]. In summary, the fusion of drones and computational intelligence represents a groundbreaking solution for urban infrastructure management, particularly in road signage. By merging advanced technologies with automated processes, this system enhances operational efficiency, reduces costs, and delivers unparalleled accuracy. As cities evolve toward smarter infrastructures, this innovation becomes a cornerstone for achieving sustainability and resilience.

1. H. Guan, J. Li, S. Cao, and Y. Yu, "Use of mobile LiDAR in road information inventory: a review," *Int J Image Data Fusion*, vol. 7, no. 3, pp. 219–242, 2016, doi: 10.1080/19479832.2016.1188860.
2. L. Wallace, A. Lucieer, C. Watson, and D. Turner, "Development of a UAV-LiDAR System with Application to Forest Inventory," *Remote Sensing 2012*, Vol. 4, Pages 1519-1543, vol. 4, no. 6, pp. 1519–1543, May 2012, doi: 10.3390/RS4061519.
3. Satama-Bermeo et al., "Breve revisión sobre inventario automatizado de señalética con drones," *Jornadas de Automática*, no. 45, Jul. 2024, doi: 10.17979/JA-CEA.2024.45.10907.

# Prediction of Alzheimer's stages with Enhanced Deep Learning techniques based on Evolutionary Optimization

Hasan Issa Raheem<sup>1</sup>, Jose Manuel Lopez-Guede

<sup>1</sup>Department of Systems and Automatic Control Department, Faculty of Engineering of Vitoria-Gasteiz, University of the Basque Country (UPV/EHU), C/Nieves Cano 12, 01006 Vitoria-Gasteiz, Spain; [h\\_alyaqoobi@yahoo.com](mailto:h_alyaqoobi@yahoo.com), [jm.lopez@ehu.eus](mailto:jm.lopez@ehu.eus)

Contact: [jm.lopez@ehu.eus](mailto:jm.lopez@ehu.eus)

This study examines the utilization of deep learning algorithms for predicting stages of Alzheimer's Disease (AD) with accelerometer data acquired from the CITA Alzheimer's Foundation. Through the analysis of data from more than two hundred individuals collected over a period of nine years, we attempt to determine the disease stage (mild, moderate, or severe). A Convolutional Neural Network (CNN) was utilized to identify patterns related to each stage of AD; the use of CNN showed considerable performance enhancements compared to traditional classifiers. To improve the study, we utilized a hybrid methodology by integrating Convolutional Neural Networks (CNNs) with Support Vector Machines (SVMs) and Random Forests. Ensemble learning methods, together with time analysis utilizing Recurrent Neural Networks (RNNs) and Long Short-Term Memory (LSTM) networks have also been used<sup>1</sup>. These developments have improved accuracy and robustness in estimating AD stages.

**Methods:** Collection of data, which included evaluations of daily activities from over two hundred Alzheimer's disease patients, was conducted over an interval of nine years. The data went through preprocessing, which included noise reduction, optimization, and segmentation. Afterwards, the Deep Learning Model employed a CNN to find distinctive patterns within data<sup>2</sup>. Finally, the Hybrid Approach combines CNNs with SVMs, RNNs, LSTMs, and could employ transfer learning techniques.

**Results:** The hybrid model boosted accuracy in prediction and robustness<sup>3</sup>.

**Conclusion:** The hybrid method shows potential for improved Alzheimer's Disease management and treatments, thereby improving the quality of life for those with the disease.

1. Heidenreich, J. N., Bonatti, C. & Mohr, D. Transfer learning of recurrent neural network-based plasticity models. *Int J Numer Methods Eng* **125**, (2024).
2. Saputra, N. A., Riza, L. S., Setiawan, A. & Hamidah, I. A Systematic Review for Classification and Selection of Deep Learning Methods. *Decision Analytics Journal* **12**, 100489 (2024).
3. Airlangga, G. & Liu, A. A Hybrid Gradient Boosting and Neural Network Model for Predicting Urban Happiness: Integrating Ensemble Learning with Deep Representation for Enhanced Accuracy. *Mach Learn Knowl Extr* **7**, 4 (2025).

# El uso de Aprendizaje Profundo para la Gestión de Tráfico en Tiempo Real: Evaluación del Riesgo de Accidentes y Optimización del Flujo

H. Affou<sup>1</sup>, J.M. Lopez-Guede<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería de Sistemas y Automática, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz  
(UPV/EHU)

Contacto: [hicham.affou@ehu.eus](mailto:hicham.affou@ehu.eus)

Debido al rápido crecimiento de la población mundial con el tiempo, la congestión y los accidentes de tráfico son una preocupación global y unos de los problemas que enfrentan las ciudades de todo el mundo [1]. Los accidentes de tráfico que causa enormes pérdidas de vidas y propiedades [2]. La predicción eficaz de accidentes es esencial para mejorar la seguridad vial y reducir los impactos de los accidentes. La predicción del flujo de tráfico es de gran importancia para los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) que ayudan a optimizar la regulación del tráfico en una ciudad [3].

En nuestro estudio de investigación, se desarrollara de manera novedosa una técnica basada en el aprendizaje profundo para predecir a gravedad de los accidentes de tráfico y el flujo de tráfico [4], aprovechando el rápido desarrollo de la tecnología de la computación cuántica y la posibilidad de su combinación con los modelos de aprendizaje profundo, lo que permite procesar grandes cantidades de datos y realizar cálculos complejos mucho más rápido que la computación clásica [5]. Esto podría conducir a la creación de modelos de aprendizaje automático en el campo del transporte más sofisticados y precisos, capaces de analizar patrones de tráfico complejos y realizar predicciones en tiempo real con mayor precisión.

El alto nivel de precisión del enfoque sugiere que puede ser una herramienta eficaz en la predicción de la gravedad de los accidentes, lo mismo en la optimización de flujos de tráfico.

[1] Y. Berhanu, E. Alemayehu, and D. Schröder, "Examining Car Accident Prediction Techniques and Road Traffic Congestion: A Comparative Analysis of Road Safety and Prevention of World Challenges in Low-Income and High-Income Countries," *J. Adv. Transp.*, vol. 2023, no. 1, p. 6643412, 2023, doi: 10.1155/2023/6643412.

[2] A. A. Mohammed, K. Ambak, A. M. Mosa, and D. Syamsunur, "A Review of Traffic Accidents and Related Practices Worldwide", doi: 10.2174/1874447801913010065.

[3] H. Abdelati and Mohamed, "Smart Traffic Management for Sustainable Development in Cities: Enhancing Safety and Efficiency," *Int. J. Adv. Eng. Bus. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 39–61, Feb. 2024, doi: 10.21608/ijaeb.2024.242361.1088.

[4] H. Nguyen, L.-M. Kieu, T. Wen, and C. Cai, "Deep learning methods in transportation domain: a review," *IET Intell. Transp. Syst.*, vol. 12, no. 9, pp. 998–1004, 2018, doi: 10.1049/iet-its.2018.0064.

[5] Y. Zhuang *et al.*, "Quantum Computing in Intelligent Transportation Systems: A Survey," Jun. 02, 2024, *arXiv*: arXiv:2406.00862. doi: 10.48550/arXiv.2406.00862.

# **IoT in Renewable Energy Systems for Monitoring, Control, and Integration: A Survey**

Jafar AlQaryouti<sup>1</sup>, Jose Manuel Lopez-Guede<sup>1</sup>, Mustafa J.M Alhamdi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Control Engineering Automation and Robotics Department, University of the Basque Country (UPV/EHU), Spain

The use of the Internet of Things (IoT) in renewable power systems has significantly transformed the monitoring, control, and integration of solar PV, wind, and hybrid energy sources. With the world shifting towards renewable energy, the need for real-time acquisition of data and remote monitoring has become more and more significant, particularly for offshore and remote-based installations. This article presents a detailed review of IoT-based technologies used in renewable energy systems, focusing on their sufficiency in enhancing the efficiency of energy, grid performance, and cost of operations. Wireless communication devices and IoT sensors perform the vital task of monitoring power generation, energy storage, and system shutdown to provide efficient energy distribution as well as preventive maintenance.

There are four significant layers of the IoT model of renewable energy. The Perception Layer is employed for real-time perception of data with the assistance of sensors that perceive parameters such as temperature, voltage, and current. The Network Layer facilitates efficient communication with the use of different protocols such as ZigBee, Wi-Fi, and 5G. The Data Processing Layer is responsible for data processing and analysis through cloud computing and big data techniques in order to support decision-making. Finally, the application layer provides a user interface in the form of web and mobile applications in order to let the users observe and view the consumption of energy.

IoT integration into renewable energy systems enhances real-time power generation monitoring, system efficiency, and fault detection to enable effective processes of energy management. IoT and smart grid automation enhance reliability and sustainability of power significantly by optimizing power distribution and reducing inefficiencies. Robustness of system failure, low operational costs, and easy integration into energy management systems are the primary benefits of IoT in renewable energy. In the future, developments in 5G, AI-driven analytics, and edge computing will propel IoT applications even more to more intelligent and efficient energy solutions. With IoT, the stakeholders are able to increase the optimization of resource consumption, minimize system downtime, and assist in constructing a more sustainable and more resilient energy system.

1. Tajjour, S. and S. Singh Chandel, A comprehensive review on sustainable energy management systems for optimal operation of future-generation of solar microgrids. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 2023. 58: p. 103377.
2. Rahmat, A. and G. Wibowo. Smart hydroponic monitoring using Internet of Things (IoT's) supported by hybrid solar system. in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2023. IOP Publishing.

## **Defining the Electrical Demand of Vehicle Chargers in Distribution Systems**

F. Nunez-Donoso<sup>1</sup>, J.M. Lopez-Guede<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Automatic Control and Systems Engineering, School of Engineering of Vitoria-Gasteiz, University of the Basque Country UPV/EHU

Contact: [fnunez006@ikasle.ehu.eus](mailto:fnunez006@ikasle.ehu.eus)

This study aims to conceptually evaluate the impact of electromobility on the power and energy demand of electrical systems, particularly in the province of Osorno, Chile, under the assumption of the massive use of electric cars. To achieve this, three types of consumption concentration areas are proposed for analysis: Residential: An analysis of a residential village in Osorno, assuming one electric car per home. Commercial: An analysis of a shopping center with parking spaces, all assumed to be occupied by electric cars. Service Stations: It is assumed that current gas stations will transform into charging stations for electric vehicles, known as electric stations. The study will examine two stations near the Osorno Headquarters of the Technological University of Chile INACAP, and two more located 15 kilometers north of Osorno, at the Trafún intersection on Route 5, currently COPEC gas stations.

The study will analyze the increase in demand and its effect on the primary and secondary distribution networks, focusing on the current capacity of conductors, voltage regulation, and voltage transformation. The Electric Vehicles Considered: For this study, data available online for two electric vehicles currently on the market will be utilized: the Nissan Leaf and the Hyundai Ionic Electric. The technical specifications for both vehicles were obtained from the manufacturer's catalogs. To make a fair comparison and to evaluate the power requirements of the electric system, a standard charging rate of 6.6 kW will be considered.

The Nissan Leaf model offers a slow charging option of 3.6 kW, which requires approximately 16 hours to fully charge. Conversely, the Hyundai Ionic Electric provides an alternative fast charging option of 100 kW, allowing the vehicle to be fully charged in just 23 minutes. However, these alternative charging rates will not be considered for this study. Instead, the focus will be on data where there is agreement between the two models.

1. F. Nunez, R. Molina, V. Seguel, Hacia la Adopción de la Electromovilidad, Revista EEA, Número 07, ISSN 0719-7187

