

## **Infraestructura de red que permita la comunicación del sistema diagnóstico de freno de disco entre vehículos, a través de redes vehiculares ad-hoc (VANET)**

### **Network infrastructure that allows communication of the disc brake diagnostic system between vehicles, through ad-hoc vehicle networks (VANET)**

Eduar Alfonso Celeita<sup>1</sup>, MSc. Iván Camilo Nieto Sánchez<sup>2</sup>, MSc. Néstor Javier Rodríguez García<sup>3</sup>

*Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD*

#### **Resumen**

VANET (vehicular Ad-hoc Networks) es un desafío que ha venido despertando interés en la comunidad científica y académica; el propósito de estas redes es hacer la conducción vehicular más segura y cómoda, para bajar los índices de accidentalidad, disminuir los tiempos de respuesta en un siniestro, mejorar la movilidad, entre muchas otras opciones. Este trabajo propone el diseño de una red para la transmisión de datos del sistema de diagnóstico de freno de disco en nodos móviles, sin soporte de infraestructura, sus algoritmos serán de código abierto, evaluando aspectos como desempeño, retardo, entrega de paquetes, garantizando la confiabilidad al prototipo.

**Palabras clave:** accidentalidad, disco, diagnóstico, freno, VANET.

#### **Abstract**

*VANET (vehicular Ad-hoc Networks) is a challenge generating interest in scientist and academic communities; the porpoise of this networks is to become safer and more comfortable drive to reduce the accident rates, the response times in an accident, improve the traffic mobility and so on. This work proposes the design of a network to the data transmission of the brake system diagnose, according to non-static nodes, unsupported infrastructure, the algorithms will be open code evaluating aspects as performance, delay, package delivery, guarantee the reliability in prototype.*

**Keywords:** *Accidentality, Brake, Diagnosis, Disc, VANET.*

---

<sup>1</sup> Ingeniero electrónico, egresado UNAD. <https://orcid.org/0000-0002-5184-4794>. Correo: eaceleitad@unadvirtual.edu.co

<sup>2</sup> Docente UNAD, <https://orcid.org/0000-0003-2679-7487>. Correo: nestor.rodriguez@unad.edu.co

<sup>3</sup> Docente UNAD, <https://orcid.org/0000-0002-5489-4594>. Correo: nestor.rodriguez@unad.edu.co

## **1. Introducción**

El diseño de un dispositivo para el sensado y diagnóstico del freno de disco, obteniendo una alerta temprana sobre fallas y anomalías detectadas, tiene como objetivo el reducir la accidentalidad para vehículos particulares desde la información tomada sobre las fallas y anomalías detectadas. En esta investigación se dará a conocer detalladamente cual será la infraestructura de red necesaria para que los datos tomados del modelo de sensado, a partir del sistema de diagnóstico de freno de disco, sean tanto transmitidos como recibidos entre vehículos en una zona de cobertura determinada, implementando redes de nueva generación (VANET). Es así como el concepto de este tipo de redes ha surgido como nueva alternativa para hacerle frente y combatir problemas de movilidad, y es una solución a diferentes programas de los sistemas inteligentes de transportes ambientales, que mediante sus aplicaciones y servicios contribuyen a que se reduzcan las emisiones de CO<sub>2</sub> y demás efectos de gases invernadero, a su vez impulsando la reducción en los consumos de energía, y se presenta como una solución para el mejoramiento y optimización del uso de la infraestructura vial y poder disminuir los índices de accidentalidad y fatalidades producidas por accidentes de tránsito.

A diferencia de otras tecnologías inalámbricas, las redes VANET cuentan con características que contribuyen con el uso eficiente del ancho de banda, la confiabilidad, el throughput (tasa máxima de transferencia efectiva para la entrega exitosa de paquetes) y la velocidad de los nodos; además están enfocadas a poder

brindarle la mejor información al conductor apoyándose en las redes de sensores ya existentes en varios vehículos de última tecnología como GPS, velocímetro, sensores de parqueo, etc. Con base en las características anteriormente nombradas, se han adelantado investigaciones a nivel científico y académico con el fin de desarrollar modelos de transporte que logren realizar predicciones en el comportamiento de los vehículos en las vías de Colombia y que se adapten a los escenarios de movilidad, teniendo en cuenta algunas cualidades que se han observado en las carreteras colombianas, como manejo ofensivo y agresivo por parte de los conductores, vehículos cuyos modelos son muy antiguos, etc. El presente proyecto forma parte de una solución real que contribuirá a la investigación para el mejoramiento de sistemas inteligentes de transporte y prevención en accidentes de tránsito mejorando la cuantificación de datos relevantes

## **3. Propuesta de la infraestructura de red**

El sistema diagnóstico de freno de disco realiza la medición de variables como la temperatura o el desgaste del material, sin embargo, esta información es importante enviarla a un sistema de visualización donde el usuario pueda consultarla en tiempo real, por eso se plantea el diseño del prototipo de transmisión de datos de bajo costo utilizando dos placas de Arduino y dos módulos RF, que llevarán la información del sistema diagnóstico mediante redes VANET a la nube. En la Figura 1 se describe en términos generales la solución planteada.

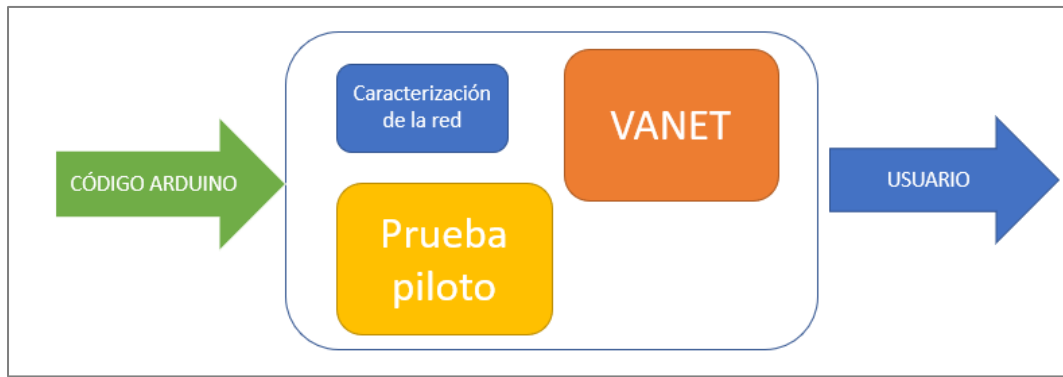


Figura 1. Esquema general de la solución. Fuente: autores

Con base en lo anterior se procedió a plantear la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto.

## 2. Metodología utilizada en el diseño de la solución

Para el desarrollo de esta propuesta fue necesario utilizar una metodología que permita aplicar los conceptos de ingeniería para el diseño de soluciones, por lo tanto, se escogió el diseño de ingeniería dado que se basa en la creación de soluciones de

acuerdo con las necesidades propias del problema de aplicación.

En ese sentido, la metodología está dividida en cuatro (4) etapas, centradas en la caracterización de la red, diseño de la red, pruebas del prototipo, corrección de errores. En la Figura 2 se observa lo antes mencionado.

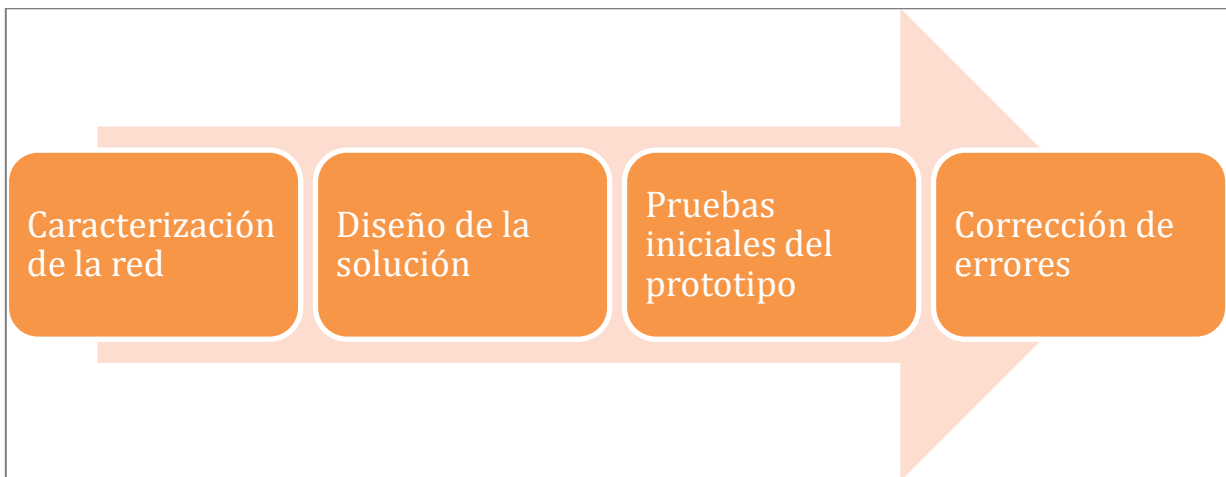


Figura 2. Metodología utilizada para el diseño de la red. Fuente: autores

En este sentido en la etapa de caracterización se seleccionó el dispositivo de procesamiento realizado a

través de un módulo Arduino UNO, conectado a un módulo de transmisión RF de referencia NRF24L01 que trae consigo

una antena integrada cuyas capacidades bidireccionales (es decir que opera como transmisor y receptor), se ajustan a las necesidades del proyecto aplicando los protocolos WAVE (Wave Access Vehicular Environment). Posteriormente el esquema de la red incorpora los elementos seleccionados en la fase

anterior para el planteamiento de la red VANET donde finalmente a través de las dos últimas etapas se realizaron las diferentes pruebas, tanto en laboratorio como en campo, variando la distancia, aumentando los obstáculos, incluyendo ruido electromagnético y demás, tal y como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Nodo emisor junto al motor de una motocicleta. Fuente: autores.

#### 4. Discusión

De acuerdo con la toma de datos realizada en las diferentes pruebas, se demostró que a distancias cortas como 50 metros entre nodos continúa siendo efectiva sin pérdidas de paquetes de datos, sin embargo, al aumentar la distancia a 130 metros ya se encuentra una pérdida de aproximadamente el 10% de los datos y conforme aumenta la distancia, mayor es la pérdida. Por otra parte, mientras haya algún obstáculo entre los nodos las pérdidas son mayores, teniendo en cuenta que a 25 metros los paquetes perdidos alcanzan el 20%. A pesar de ello, aún a esa

distancia resulta adecuada para la solución planteada.

#### 5. Conclusiones

Se logró el desarrollo de un prototipo que ha cumplido con las expectativas básicas planteadas al inicio del proyecto, con la ayuda de tecnologías alternativas existentes como los módulos reprogramables y de código abierto de Arduino y un par de módulos de radiofrecuencia, los cuales se convirtieron en la base del funcionamiento de la infraestructura de red que requiere el

sistema de diagnóstico de freno de disco para transmitir las variables medidas a través de sus sensores; no obstante se logra construir un proyecto económico y asequible pues la inversión en los recursos y características técnicas del proyecto no superaron los \$38.000 (treinta y ocho mil pesos moneda corriente) haciendo que el prototipo sea libre de costosas suscripciones de datos y dependientes de algunas infraestructuras de red necesarias para su funcionamiento, digna de una propiedad de las redes ad-hoc.

## Referencias

Para incluir citas

- Acevedo, Y. V. N., Quintero, J. F. L. & Clavijo, C. C. G. (2016). Recorrido virtual en tercera dimensión de la sede principal en una universidad de Bogotá. *Publicaciones e Investigación*, 10, 83-93.
- Abello Mendoza, E. N., & Bernal Suárez, W. F. (2017). Prototipo para la orientación automática de paneles solares. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/29750>
- Agreda, F. U. P. & Castrillón, J. H. (2017). Aplicación de la técnica smed en el procedimiento de cambio de tintas de la referencia bolsa kraff colanta entera 3c a bolsa kraff amtex tannus 2c. *Publicaciones e Investigación*, 11(1), 113-124.
- Alegría, Y. M., Collazos, C. A., Granollers, T. & Gil, R. (2014). Propuesta de valoración del comportamiento como complemento a la evaluación emocional de los usuarios mientras interactúan con sitios web. *Publicaciones e Investigación*, 8, 185-201.
- Barragán, F. M. M. (2017). Formulación y elaboración de productos de panificación con yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como endulzante, para la población con deficiencias en el metabolismo de los disacáridos. *Publicaciones e Investigación*, 11(1), 127-139.
- Bastidas, S. E. C., Cabrera, A. A., Mez, H. E. C. & Cervelion, A. J. (2019). Sistema en tiempo real para el monitoreo de variables médicas en pacientes hospitalizadas con redes WSN. *Publicaciones e Investigación*, 13(1), 27-44.
- Bastidas, S. E. C., & Peláez, J. M. L. (2015). Algoritmos de planificación para la transmisión de datos en tiempo real con IEEE 802.15. 4. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/1443/1883>
- Bautista, E. A. S., Roa, J. R. V., & Ortega, J. A. T. (2015). Estimación de la huella hídrica para un cultivo de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). *Publicaciones e Investigación*, 9, 135-146.
- Bríñez, J. A. B., Cuevas, M. M. & Torres, M. (2014). Análisis de parámetros objetivos y subjetivos en pre-amplificadores de audio. *Publicaciones e Investigación*, 8, 13-24.
- Castañeda, C. C. C. (2016). Ros-gazebo. una valiosa Herramienta de Vanguardia para el desarrollo de la

- robótica. *Publicaciones e Investigación*, 10, 145-160.
- Cerra Escobar, I. L., & Villarreal Padilla, J. E. (2017). State of art: utilizing social network analysis in diverse fields. *Publicaciones e Investigación*, 11(1), <https://doi.org/10.22490/25394088.2257>
- Cifuentes, A. F. M. & Clavijo, C. C. G. (2015). Marco de referencia para la gestión de TI centrada en la creación de valor compartido, aplicado a una propuesta de formación en maestría. *Publicaciones e Investigación*, 9, 163-176.
- Cruz, A. V., Cordero, L. A. & González, A. P. (2014). Evaluación energética de los generadores de vapor F1-2 y BH-109 de una refinería cubana de petróleo. *Publicaciones e Investigación*, 8, 89-96.
- Delgado, Á. D. G., Ruiz, Y. Y. P., Córdoba, L. S., López, L. M., & Kafarov, V. (2014). Experimentación y optimización conjunta de la disrupción celular de microalgas y extracción soxhletde aceite para alimentación y biocombustibles. *Publicaciones e Investigación*, 8, 127-136.
- Díaz, J. M. G., Díaz, N. G., & Cuellar, A. M. Q. (2010). Comparación entre los índices de agua potable IAP y los índices de riesgo de la calidad de agua para consumo humano IRCA utilizados para la determinación de la calidad del agua para consumo humano. *Publicaciones e Investigación*, 4, 53-59.
- Fernández, M. F. C., Casallas, D. M. D., & Marín, C. E. M. (2015). Análisis de la calidad del agua del río Bogotá durante el periodo 2008–2015 a partir de herramientas de minería de datos. *Publicaciones e Investigación*, 9, 37-50.
- Fisco, J. A., & Sabogal, D. P. (2014). Reconstrucción de atmósferas sonoras tridimensionales. *Publicaciones e Investigación*, 8, 27-33.
- Fuentes, L. F. Q., & Castelblanco, S. G. (2011). Perfil del sabor del clon CCN51 del cacao (*Theobroma cacao* L.) producido en tres fincas del municipio de San Vicente de Chucurí. *Publicaciones e Investigación*, 5, 45-58.
- Fuentes, L. F. Q., Pinilla, M. G., & Mendoza, L. J. (2014). Estandarización de la fase de fermentación “fase i” en la obtención de un licor de mandarina utilizando levadura “*Saccharomyces cerevisiae*”. *Publicaciones e Investigación*, 8, 139-149.
- Garzón, L. J. R., & Jiménez, V. L. L. (2017). Vulnerabilidad hídrica de la cuenca del río Blanco, en el municipio de La Calera, considerando los escenarios de cambio climático propuestos por la corporación autónoma regional de Cundinamarca-Car. *Publicaciones e Investigación*, 11(1), 77-88.
- Giraldo, R., Vargas, T., & Gil, H. (2009). Mejoramiento del proceso de deshidratación de uchuva. *Publicaciones e Investigación*, 3, 37-49.
- Gélvez García, N., López Sarmiento, D., & Villanueva Ocampo, B. (2013). Vista de análisis de la viabilidad en la

- implementación de vanet sobre el medio de transporte Transmilenio. *Redes de Ingeniería*. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/REDES/article/view/6423/7964>
- Jiménez-García, W. G., & Rentería-Ramos, R. R. (2020). Contributions of complexity for the understanding of the dynamics of violence in cities. Case study: the cities of Bello and Palmira, Colombia (Years 2010-2016). *Revista Criminalidad*, 62(1), 9-43.
- Jiménez, V. L. L., Ramos, J. J. M., & Guio, D. P. A. (2016). Análisis del índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano -Irca- y su relación con variables meteorológicas y ubicación Geográfica para el departamento del Tolima en los años 2012–2013. *Publicaciones e Investigación*, 10, 69-81.
- Laverde, W. E. M., & Bernal, O. A. V. (2015). Herramientas de gestión ambiental para las carreteras de cuarta generación (4g) en Colombia. *Publicaciones e Investigación*, 9, 87-98.
- Le, L., Festag, A., Baldessari, R., & Zhang, W. (2009). Vehicular wireless short-range communication for improving intersection safety. *IEEE Communications Magazine*, 47(11), 104–110. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2009.5307473>
- Martínez, J., & Pino, F. J. (2016). Definición de un modelo de calidad de servicios soportado por tecnologías de la información (TI). *Publicaciones e Investigación*, 10, 49-67.
- Masso, J., & Pardo, C. (2015). Hacia una ontología para el gobierno de desarrollo de software en pymes. *Publicaciones e Investigación*, 9, 99-112.
- Mesa Angulo, O. P., Gabriel, F. J., Ostos Ortiz, O. L., & Rentería, R. R. (2020). Modelo de vigilancia tecnológica e inteligencia estratégica: evaluación de nuevos programas académicos de la Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/28934>
- Milquez-Sanabria, H. A. A. (2017). Digestión anaerobia en dos fases, hidrólisis y metanogénesis, de la semilla de mango (*Mangifera indica*). *Publicaciones e Investigación*, 11(1), 91-100.
- Molina, L. D., & Lozano, L. P. (2016). La desertificación del suelo, aspectos y estrategias de lucha. *Publicaciones e Investigación*, 10, 117-127.
- Montañez Carrillo, L., & Lis Gutiérrez, J. P. (2016). Medición de la madurez de la gestión del conocimiento en la Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería de la UNAD. *Publicaciones e Investigación*, 10, <https://doi.org/10.22490/25394088.1595>
- Ochoa, N. E., Cruz, I. M., Gil, C. E., Chaves, C. C. S., Grajales, S. K., Vargas, L. L. V., & Páez, A. (2015). Estrategias en la construcción de un prototipo como modelo integral en la gestión investigativa orientado hacia el esquema de negocio. *Publicaciones e Investigación*, 9, 113-134.
- Orozco, L. G., & Urrego, A. I. C. (2016). Modelos de ensuciamiento en

- intercambiadores de calor tubulares en sistemas indirectos en procesos uht en la industria láctea. *Publicaciones e Investigación*, 10, 95-114.
- Orozco Sarasti, O., Llano Ramírez, G. (2014). Aplicaciones para redes VANET enfocada en la sostenibilidad ambiental, una revisión sistemática. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*. <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/396/1811>
- Ortega, J. A. T., Rubio, O. F. C., & Orozco, I. H. (2017). Análisis de ciclo de vida para una biorefinería derivada de residuos agrícolas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). *Publicaciones e Investigación*, 11(1), 13-36.
- Ortiz, I. A. L., & Angulo, H. M. (2016). Percepción de los estudiantes sobre la utilización de videojuegos en cursos de la Universidad Nacional Abierta ya Distancia-UNAD. *Publicaciones e Investigación*, 10, 163-175.
- Parra, C. A. C., & Espinal, J. M. M. (2014). Parámetros técnicos de captura en instrumentos musicales percutidos del folclor colombiano para su uso en bancos virtuales de sonidos. *Publicaciones e Investigación*, 8, 35-53.
- Pérez, L. A., & Vera, C. A. (2015). Método para medir indirectamente la velocidad de fase en sensores *surface acoustic wave*. *Publicaciones e Investigación*, 9, 65-72.
- Ramírez-del Rio, D., Soto-Mejía, J. A., & Rentería-Ramos, R. R. (2018). Diseño de un modelo bajo el enfoque de dinámica de sistemas para estudiar comportamiento de la dinámica socioeconómica basada en la atención de primera infancia, infancia y adolescencia. *Investigación Operacional*, 39(2), 220-233.
- Reina, C. B., Jiménez, L. N. R., & Pedraza, N. M. (2014). Obtención de biodiesel (etil-éster) mediante catálisis básica a nivel planta piloto derivado de aceites usados de la industria alimenticia. *Publicaciones e Investigación*, 8, 99-116.
- Rentería-Ramos, R. R. & Alfonso, A. V. (2015). Construcción de una red compleja para el estudio de la selectividad de Santiago de Cali por parte de las víctimas desplazadas del conflicto armado en Colombia. *Investigación Operacional*, 36(1), 60-69.
- Rentería-Ramos, R.R., Hurtado-Heredia, R., & Urdinola, B. P. (2019). Morbimortality of the victims of internal conflict and poor population in the Risaralda Province, Colombia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(9), 1644.
- Rentería-Ramos, R. R. & Mejía, J. A. S. (2018). Diseño de una sociedad artificial para estudiar la migración forzada por conflicto armado interno en el suroccidente colombiano. *Investigación Operacional*, 39(2), 206-219.
- Rentería-Ramos, R. R. & Soto Mejía, J. A. (2016). Design agent based model to study the impact of social cohesion and victimization in the criminal behavior. *Ingeniería y Ciencia*, <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/11294>



- Rentería-Ramos, R., Velasco Bonilla, A., María Burbano, J., & M Vitale, A. (2017). Construcción de clústeres empresariales en el sector de la salud en Santiago de Cali a través del algoritmo Multivariate Fuzzy C-Means. *Economía y Desarrollo*, 158(2), 129-140.
- Rodríguez, J. F. G., Ramírez, A. A., Pérez, L. M., Meza, J. R., & Rentería-Ramos, R. R. (2019). Relación entre la innovación y la productividad laboral en la industria manufacturera de México. *Investigación operacional*, 40(2), 249-254. <http://www.invoperacional.uh.cu/index.php/InvOp/article/view/667>
- Rojas, M. O. A., & Arboleda, L. C. T. (2015). Simulación de redes de sensores inalámbricos: un modelo energético a nivel de nodo-sensor bajo las especificaciones Ieee 802.15. 4tm y Zigbee. *Publicaciones e Investigación*, 9, 13-24.
- Rojas, Y. S. V., Ramírez, L. M. V., & Ortega, J. A. T. (2014). Evaluación de la huella hídrica del lirio japonés (*Hemerocallis*). *Publicaciones e Investigación*, 8, 79-87.
- Sáenz, L. M. B. (2014). Una Visión del sistema de certificación en inocuidad de alimentos. *Publicaciones e Investigación*, 8, 151-159.
- Samper, J. J. C., & Bolaño, M. R. (2015). Seguridad informática en el siglo XX: una perspectiva jurídica tecnológica enfocada hacia las organizaciones nacionales y mundiales. *Publicaciones e Investigación*, 9, 153-162.
- Sanabria, A. E. R., & Pérez, J. R. R. (2015). Catalizadores organometálicos en la industria química. *Publicaciones e Investigación*, 9, 51-64.
- Sánchez, I. C. N., & Alfonso, J. N. M. (2019). Revisión: estimación de deficiencias en la calidad del huevo. *Publicaciones e Investigación*, 13(1), 103-110.
- Sánchez, J. A. (2017). Redes vehiculares aplicadas a la movilidad inteligente y sostenibilidad ambiental en entornos de ciudades inteligentes. Tesis de grado. Universidad de Oviedo. - <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=207357>
- Sánchez, N. J. Z. (2014). Simulación de un sistema de desodorización de aceite vegetal por medio de un control industrial automatizado. *Publicaciones e Investigación*, 8, 119-125.
- Sendoya, D. F. (2013). ¿Qué es el control predictivo y hacia dónde se proyecta? *Publicaciones e Investigación*, 7, 53-59.
- Sierra, G. I. L., & Gonzalez, N. V. Y. (2014). Estudio descriptivo mediante análisis multicriterio de la cadena agroalimentaria de la panela. *Publicaciones e Investigación*, 8, 161-183.
- Soyturk, M., Muhammad, K. N., Avcil, M. N., Kantarci, B., & Matthews, J. (2016). From vehicular networks to vehicular clouds in smart cities. *Smart Cities and Homes: Key Enabling Technologies*, (pp. 149-171). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803454-5.00008-0>
- Tangarife, J. H., & Acevedo, Y. V. N. (2015). Video juego interactivo

mediante Sdk Kinect 1.6 para apoyar la educación básica primaria de niños entre 5 a 10 años de edad. *Publicaciones e Investigación*, 9, 25-36.

Toro, R. O. (2017). Biocompuestos a base de almidón termoplástico, ácido poliláctico y cascarilla de arroz: efecto del aceite epoxidado de soya. *Publicaciones e Investigación*, 11(1), 49-55.

Waltero, H. E. P. (2015). Arquitectura de un laboratorio remoto desde el enfoque de la formación de ingenieros en ead. *Publicaciones e Investigación*, 9, 147-152.