

Diseño e implementación de un sistema termopar Spider para el control de fluctuaciones de temperatura ambiente en la zona de extendería de la empresa Vidrio Andino

Design and implementation of a Thermopar Spider system for the control of ambient temperature fluctuations in the extender area of the company Vidrio Andino

Albert Alexis Roncancio Ospina¹, MSc. Néstor Javier Rodríguez García², MSc. Iván Camilo Nieto Sánchez³

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Resumen

Este documento presenta un prototipo de termopar multipunto con control de fluctuaciones de temperatura ambiente dentro de la fábrica Vidrio Andino, que de acuerdo con su aspecto se bautizó como termopar “Spider” y posee un amplio rango de medición que va desde los –200°C hasta los 3.000°C, cuya función es caracterizar la temperatura dentro de las instalaciones en la etapa de producción. La metodología propuesta está enfocada al diseño e implementación de un prototipo de prueba y luego al termopar Spider, para la implementación del termopar se utilizan microcontroladores para detectar diferencias de temperatura y realizar el control requerido.

Palabras clave: control temperatura, juntura, termopar Spider.

Abstract

This document presents a prototype of a multipoint thermocouple with control of ambient temperature fluctuations within the Andino glass factory. This prototype, according to its appearance, was named “Spider Thermocouple” and has a wide measurement range between –200 ° C to 3000 ° C, which is used to characterize the temperature inside the company facilities. The proposed methodology is focused on the design and implementation of a test prototype and then on the Spider thermocouple, for the implementation of the thermocouple microcontrollers are used to detect temperature differences and perform the required control.

Keywords: *Temperature control; Junction; Spider Thermocouple.*

1. Introducción

¹ Estudiante UNAD. <https://orcid.org/0000-0002-1447-7649>. Correo: aaroncancio@unadvirtual.edu.co

² Docente UNAD. <https://orcid.org/0000-0002-5489-4594>. Correo: nestor.rodriguez@unad.edu.co

³ Docente. <https://orcid.org/0000-0003-2679-7487>. Correo: ivan.nieto@unad.edu.co

Al citar argumentos teóricos que nos enfoquen sobre la medición de temperatura se trae a relación lo siguiente: “La medida de temperatura constituye una de las mediciones más comunes y más importantes que se efectúan en los procesos industriales, donde las limitaciones del sistema de medida quedan definidas en cada tipo de aplicación por la precisión” (Creus Solé, 1997, p.223). De acuerdo a nuestro entorno, la medición de temperatura es muy importante, porque desde la fusión de los componentes del vidrio en el horno hasta la entrega del producto terminado cuando es apilado por los robots, se requieren establecer controles precisos de la temperatura.

Al identificar la necesidad que se formula en el planteamiento se observa claramente que se requieren nuevos controles de temperatura por que se identificaron variables que afectan la conformación del producto a lo largo y ancho del mismo. Esta necesidad se identifica en la zona de la extendería en donde la naturaleza del proceso exige que esta área se prolongue en más de 200 metros, para realizar un descenso controlado de temperatura. De acuerdo con estas necesidades se empezó a postular soluciones alternativas que implican realizar adaptaciones de transmisores de temperatura o de humedad, también se pensó en utilizar termómetros infrarrojos o

cámaras termo gráficas pero debido a la prolongación del área implicaba tener que adaptar por lo menos cuatro instrumentos que elevan los costos y generan sobrecarga de señales para el sistema de control.

Surge entonces la necesidad de utilizar un instrumento que no sobrecargue el sistema de control distribuido y que a su vez caracterice el área de su entorno, por lo tanto, emergió la idea de utilizar instrumentos que censaran varios puntos de temperatura para lograr controlarla.

Al indagar en diferentes artículos y páginas web de distintos fabricantes sobre la fabricación y usos de termo-pares multipunto, se encuentra que no son de uso común y tienen aplicaciones específicas limitadas para reactores de procesos químicos, petroquímicos o en tanques de combustible (WIKA, 2019).

2. Metodología propuesta para el diseño del termopar Spider

La necesidad identificada consiste en evitar las rupturas espontáneas del producto de bombillos, presentadas a raíz de los cambios de la temperatura en el ambiente, la cual se presentan en diferentes escenarios. Este requerimiento conduce a tener que medir la temperatura ambiente y contrastarla contra la temperatura de ingreso, como se puede apreciar en la Figura 1.



Figura 1. Zona extendería plante de vidrio flotando. Fuente: autores.

La metodología que mejor se adapta a la necesidad identificada es el proceso de diseño de ingeniería, la cual busca que el investigador haga uso permanente de la creatividad, en donde se busca el eficiente

desarrollo de las etapas para obtener prototipos para las diferentes soluciones alternativas encontradas. El proceso se muestra en la Figura 2.

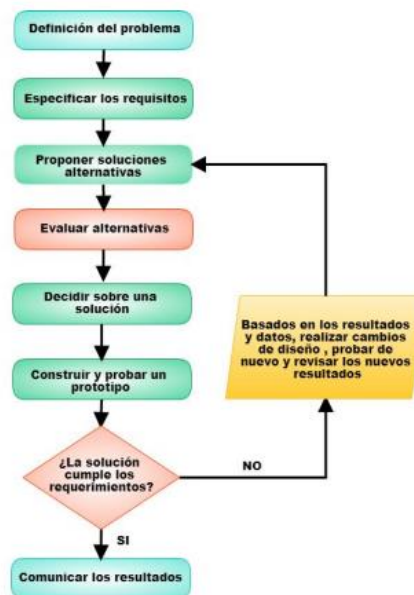


Figura 2. Diagrama general de los componentes del sistema de información. Fuente: autores.

2.1 Diseño del prototipo de prueba

El robot escogido es una araña cuadrúpeda de madera, con las siguientes dimensiones: largo: 21cm, ancho: 21cm, alto: 20cm, cuenta con cuatro extremidades donde cada una es comandada por dos servos, uno para el hombro y el otro para la pata, manejando

ocho grados de libertad, cuatro puntos de sensibilidad las cuales utilizan juntas tipo K que fueron las seleccionadas para realizar el proyecto. La fuerza electromotriz producida por el termopar Spider está en el orden de los milivoltios, se requiere conectar al módulo amplificador MAX 6675 una entrada de

termopar tipo K a cualquier micro controlador utilizando una interfaz SPI

unidireccional, como se puede apreciar en la Figura 3.

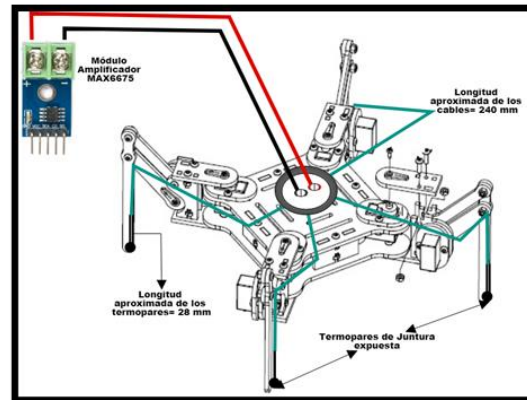


Figura 3. Diseño del termopar Spider junto con el módulo amplificador. Fuente: autores.

3. Discusión

De acuerdo a los datos obtenidos en la tabla de caracterización se realiza una gráfica como se muestra en la Figura 4, donde se relaciona el valor de la temperatura con respecto al tiempo de restablecimiento a la temperatura inicial. Vale la pena aclarar que aun cuando se aumente el número de juntas solo es una junta la que se perturba. En el eje de la temperatura se observa que el valor pico más alto se presenta cuando se emplea una sola junta. En el eje del tiempo se observa que el retorno a la temperatura

inicial es más rápido cuando se emplea una mayor cantidad de juntas; en la programación del robot se pueden establecer puntos de control más estables cuando se emplea una mayor cantidad de juntas. La diferencia de temperatura es mayor cuando se emplea una menor cantidad de juntas dentro del termopar Spider, lo cual conlleva a que el retorno del valor de la temperatura inicial sea más lento y menos amortiguado. El sistema de control solo emplea la entrada TIC 56001 para realizar ajustes de temperatura en la zona abierta.

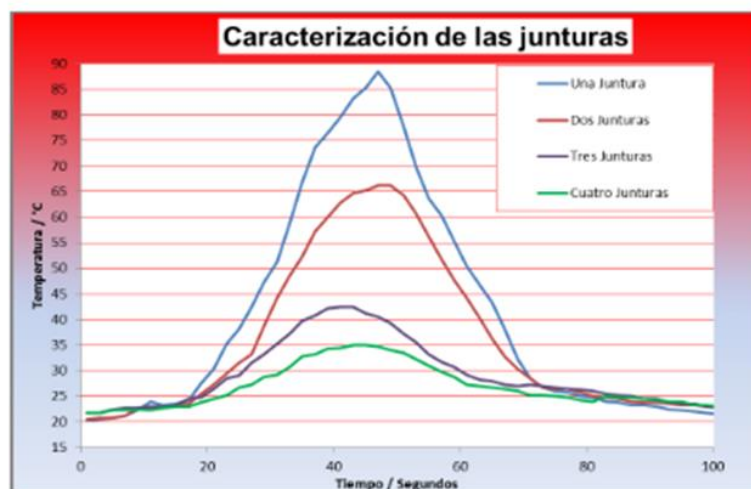


Figura 4. Caracterización de las juntas respecto al tiempo. Fuente: autores.

4. Conclusiones

A continuación, se presentan las siguientes conclusiones:

- Con la información obtenida en las tendencias del proceso, se consigue identificar variables como la temperatura y la humedad, las cuales afectaban en gran medida la conformación del producto.
- Luego de especificar los requerimientos, se plantearon varias soluciones las cuales fueron evaluadas en detalle, para así obtener la propuesta más viable de acuerdo al entorno del problema.
- La obtención del prototipo de termopar, ligado a solo tener que usar una entrada I2C al procesador, facilitó el registro de los valores y posteriormente la evaluación de los resultados.
- De acuerdo a la funcionalidad del prototipo de termopar, se consigue adaptar a un robot Spider, el cual toma decisiones de acuerdo al cambio de temperatura detectada en cualquiera de sus extremidades.
- Este prototipo, al ser de fácil construcción y adaptación, se podrá implantar en cualquier tipo de robot con la intención si se quiere de que posean tacto.

Referencias

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.
- Ferdoush, S., & Li, X. (2014). Wireless sensor network system design using Raspberry Pi and Arduino for environmental monitoring applications. *Procedia Computer Science*, 34, 103-110.
- 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.
- Fielding, R. T., & Kaiser, G. (1997). The Apache HTTP server project. *IEEE Internet Computing*, 1(4), 88-90.
- 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.
- Gay, W. (2018). DHT11 sensor. In *Experimenting with Raspberry Pi*, (pp.1-13).
https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4842-0769-7_1
- Giraldo, R., Vargas, T., & Gil, H. (2009). Mejoramiento del proceso de deshidratación de uchuva. *Publicaciones e Investigación*, 3, 37-49.
- Ibrahim, A. A. (2018, December). Carbon Dioxide and Carbon Monoxide Level Detector. In *2018 21st International Conference of Computer and Information Technology (ICCIT)* (pp. 1-5). IEEE.
- 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.
- Leccese, F., Cagnetti, M., & Trinca, D. (2014). A smart city application: A fully controlled street lighting isle based on Raspberry-Pi card, a ZigBee sensor network and WiMAX. *Sensors*, 14(12), 24408-24424.
- 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>
- Moreira, L. (2002). Medición de temperatura mediante termopar. *Cerámica Industrial*, 7(5), 51-53.
- Naves, V. T G., Luiz, N. E., Machado, Á. R. & Dantas, N. O. (2006). Calibración de un sistema de termopar pieza-herramienta para medición de temperatura de mecanizado. 16° POSMEC - Simposio de Postgrado .
- 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.
- 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 guineeeensis*). *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, 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.
- 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.
- Tianlong, N. (2010). Application of Single Bus Sensor DHT11 in Temperature Humidity Measure and Control System [J]. *Microcontrollers & Embedded Systems*, 6, 026.
- 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.
- WIKA. (2019). *Instrumentos WIKA Colombia S.A.S.* (A. Wiegand, Editor). WIKA Colombia:
https://www.wika.co/tc95_es_es.WIKA