

DISEÑO DE SISTEMA DE CONTROL EN UN INVERNADERO BASADO EN ROBÓTICA EDUCATIVA NEURON

Frank David Guilombo Bonilla¹, Deiber Andrés Aldana Pulido²

¹Aprendiz Tecnoacademia, Línea de Ingeniería y Robótica, Tecnoacademia Neiva, Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios, Regional Huila

²Facilitador Tecnoacademia, Línea de Ingeniería y Robótica, Tecnoacademia Neiva, Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios, Regional Huila

Resumen

Para el cultivo de verduras y hortalizas en un invernadero es importante monitorear y controlar variables como la humedad del suelo, la luminosidad y la temperatura ambiente. Este proyecto tiene como objetivo diseñar un sistema de control de invernadero inteligente, utilizando el kit de robótica educativa Neuron. Mediante la implementación de programación por bloques es posible desarrollar algoritmos de fácil entendimiento que permitan monitorear y controlar estas variables para aumentar la productividad de la cosecha de verduras y hortalizas en el municipio de Santa María.

Con el desarrollo del proyecto se logró determinar que el kit Neuron es aplicable al desarrollo de soluciones de la cuarta revolución industrial en diferentes escenarios bajo el enfoque STEAM, entre ellos el monitoreo de variables de un invernadero, así mismo, se validó la pertinencia del proyecto en el municipio y se diseñó un sistema de monitoreo y control de la humedad del suelo, luminosidad y temperatura ambiente para ser aplicado a un invernadero inteligente.

Palabras Clave: Agricultura de precisión, Invernadero Inteligente, Neuron, Robótica.

Introducción

El municipio de Santa María está ubicado en el noroccidente del departamento del Huila a una altura media de 1320 m.s.n.m (Alcaldía de Santa María Huila, 2012) y según la proyección del DANE (2018) para el 2020 la población es de 10.462 habitantes de los cuales el 24,17 % viven en la cabecera urbana y el 75,82 % residen en centros poblados y rural disperso.

Su vocación agrícola y pecuaria hacen que se produzca gran variedad de productos donde se destaca el café, el frijol tecnificado, el plátano y recientemente la incursión en el cultivo de frutas exóticas como pitayas, gulupas y granadillas de tipo exportación (Nuñez, 2015), sin embargo, pese a que la producción de este tipo de productos es el principal sustento para las familias campesinas, hay muchos productos como verduras y hortalizas que no se cultivan, porque como mencionan muchos productores, el resultado de la buena producción es una lotería ya que depende, en gran medida, del clima (Prieto & Sendoa, 2017), por esta razón los comerciantes del municipio de Santa María prefieren comprar verduras y hortalizas traídas desde la ciudad de Neiva para revenderlas a un precio más alto a los consumidores, afectando la economía de los samarios y disminuyendo la calidad de los productos, ya que estos por lo general para su producción implican el uso químicos y pesticidas que pueden llegar a afectar la salud de quien los consume.

Si bien, la tierra a ser explotada con cultivos de verduras y hortalizas es lo suficientemente grande, tanto en la zona rural como en el casco urbano, la producción local no da abasto para satisfacer la demanda por parte de los consumidores; las causas que impiden que se cultiven estos productos de manera masiva son la variación frecuente del clima, la propagación de plagas, la escases de agua para el riego y la falta de conciencia de los agricultores por la producción y el consumo de alimentos orgánicos.

La agricultura de precisión busca aumentar la productividad de las actividades agrícolas ampliando la eficiencia en ciertos procedimientos, como también busca reducir el impacto ambiental, producto de los procesos de siembra y cosecha (Moreano et al., 2020); una alternativa para contrarrestar los

problemas mencionados anteriormente es el uso de invernaderos para el cultivo de verduras, estos se utilizan para minimizar la influencia de factores adversos que limitan la producción y la calidad de los cultivos (Erazo-Rodas et al., 2018), sin embargo, su eficiencia depende en gran medida de la automatización de los procesos y la capacitación de los operarios (Roldán et al., 2016).

Por lo anteriormente mencionado y con base en los resultados de investigaciones similares como las hechas por Prieto & Sendoa (2017) en Paraguay, Méndez Clará (2014) en El Salvador, Acosta et al (2015) en Panamá, Fernández Sánchez et al (2013) en México y otras realizadas en Colombia como la tesis de Payán Timaná (2015) en la ciudad de Pereira, se hace necesario diseñar un sistema de control de un invernadero inteligente utilizando el kit de robótica educativa Neuron, el cual hace parte de los materiales de formación de la Tecnoacademia itinerante del municipio de Santa María, para lo cual es necesario analizar su funcionalidad, determinar las necesidades de la población con sus cultivos agrícolas y diseñar algoritmos para la instalación de sensores permitiendo tener el control de variables que inciden en el crecimiento y desarrollo de las plantas; esto buscando la manera de optimizar los procesos de cultivo de verduras y hortalizas orgánicas y de calidad para el consumo de los habitantes del municipio de Santa María, Huila.

Metodología

El proyecto tiene un enfoque de desarrollo experimental para obtener el diseño de un prototipo de invernadero inteligente utilizando el kit de robótica educativa Neuron, tomando como punto de partida investigaciones previas de otros autores. Para el análisis sistemático de la literatura, la consulta de referentes conceptuales y resultados de investigaciones previas, se buscaron fuentes bibliográficas en bases de datos que ofrecen material relacionado con el tema de la investigación, entre las cuales se destacan Dialnet, ProQuest, Science Direct, IEEE Computer Society, entre otras.

El método de búsqueda aplicado fue filtrar los resultados utilizando palabras claves como “Invernadero inteligente, Agricultura de precisión y Robótica educativa”, de igual manera se consultaron

tesis de pregrado y postgrado en el tema de la investigación y en general cualquier tipo de información confiable que se encuentra en la web. A nivel local se recolectaron datos por medio de encuestas aplicadas a campesinos y habitantes del municipio de Santa María para determinar las necesidades en el cultivo de verduras y hortalizas y la pertinencia del desarrollo del proyecto para la región.

Para lograr el objetivo general del proyecto se trazaron tres fases fundamentales, cada una de estas compuesta por una serie de actividades que se detallan a continuación:

- 1) Fase de inicio:
 - Adquirir habilidades en las conexiones, manipulación y programación de los componentes del kit de robótica educativa Neuron.
- 2) Fase de consulta de información:
 - Realizar una consulta bibliográfica sobre investigaciones realizadas con invernaderos inteligentes en Colombia y países latinoamericanos.
 - Aplicar encuestas a campesinos y habitantes del municipio de Santa María.
 - Analizar la Información recolectada.
- 3) Fase de desarrollo:
 - Identificar los sensores y actuadores a utilizar en el desarrollo del invernadero inteligente.
 - Diseñar algoritmos para monitorear y controlar las variables.
 - Hacer pruebas de control integrando hardware y software.

Resultados

Para determinar la funcionalidad y aplicabilidad del kit, se tomó como guía el libro “Robótica Educativa con Neuron” del autor Martínez de Carvajal Hedrich (2019), el cual propone una serie de proyectos bajo el enfoque STEAM. Dado a que incorpora gran variedad de sensores y actuadores, se logró comprobar que su aplicabilidad es muy amplia y los límites sólo los establece quien los use, teniendo como fin fortalecer competencias con un enfoque al desarrollo de soluciones de la cuarta revolución industrial para la automatización de procesos.

Para recolectar información sobre las necesidades de la población en cuanto al cultivo y consumo de verduras, se aplicó una encuesta a un total de 39

habitantes del municipio de Santa María, de los cuales el 66,6 % son auto productores, el 84,6 % manifiestan tener problemas para el cultivo de verduras y entre las razones se destacan la variación del clima, la proliferación de plagas, la mala calidad de las semillas y la falta de tiempo, el 89,7 % tienen la percepción de que las verduras compradas en tiendas o supermercados son de mala calidad debido al uso de productos químicos como pesticidas y esta misma cantidad de personas creen que el uso de invernaderos inteligentes podría solucionar los problemas antes mencionados para el cultivo de verduras.

Realizando consultas bibliográficas sobre el tema como las hechas por Prieto & Sendoa (2017), Méndez Clará (2014), Acosta et al (2015), Fernández Sánchez et al (2013) y Payán Timaná (2015), se determinó que las variables más importantes a controlar para el óptimo crecimiento, desarrollo y producción de las plantas en un invernadero son la temperatura ambiente, la luminosidad y la humedad del suelo, por esta razón este trabajo se enfocó en el diseño de un sistema de control para dichas variables.

El Kit de robótica educativa Neuron está compuesto por diferentes sensores y actuadores que permiten realizar un control de dichas variables por medio de algoritmos desarrollados en el software mBlock5 utilizando lenguaje de programación por bloques, el cual es intuitivo y de fácil entendimiento, además cuenta con un sistema modular basado en bloques que pueden conectarse entre ellos de forma magnética para convertirse en soluciones electrónicas multifuncionales (Makeblock, 2017), facilitando las conexiones de los diferentes componentes.

Para el desarrollo del sistema de control se utilizaron los bloques que se detallan a continuación:

- 1 Módulo Bluetooth.
- 1 Pulsador.
- 1 Potenciómetro.
- 1 Sensor de humedad del suelo con su controlador.
- 1 Sensor de luminosidad.
- 1 Sensor de temperatura ambiente.
- 1 Tira led con su controlador.
- 1 Matriz led.
- 1 Bomba de agua con un controlador dual.

- 1 Motor DC (ventilador).
- 2 Leds RGB.
- 2 Pantallas.

El algoritmo diseñado se compone 1 módulo de inicio y 3 módulos principales para el control de cada variable, como se resume en la figura 1.

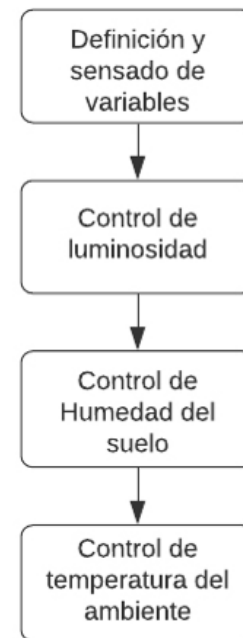


Figura 1. Módulos del algoritmo de control

En la figura 2 se muestra el bloque de inicio donde se definen las variables a utilizar y se realiza el proceso de medición de estas, por medio de los sensores.

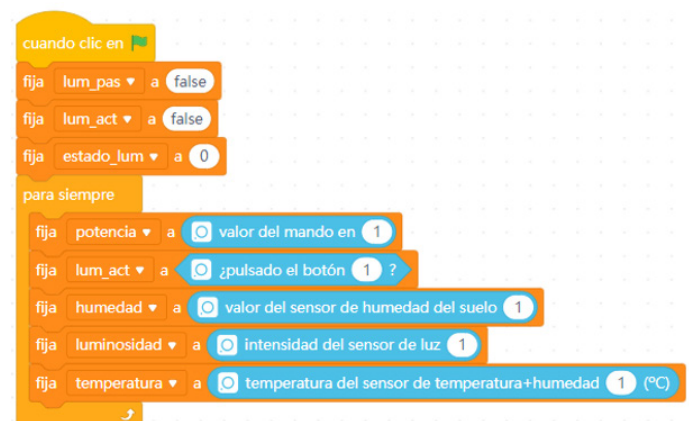


Figura 2. Módulo de definición y medición de variables por medio de los sensores

En la figura 3 se muestra el bloque de control de la humedad, el cual consiste en un sistema ON-OFF para la activación del sistema de riego por medio de una bomba de agua, así mismo se puede controlar la potencia de esta a través de un potenciómetro activado manualmente por el operario.



Figura 3. Módulo de control de humedad del suelo.

En la figura 6 se muestra el prototipo final del sistema de control diseñado, el cual fue probado en condiciones ambientales, alterando la luminosidad, humedad del suelo y temperatura ambiente para validar la correcta operación de los actuadores y mantener estas variables controladas en los niveles deseados.



Figura 6. Prototipo de sistema de control de invernadero

Conclusiones

El kit de robótica educativa Neuron es una herramienta didáctica que facilita el aprendizaje en aquellos que se inician en el mundo de la programación y la robótica, su aplicabilidad es muy amplia, ya que cuenta con gran variedad de sensores, actuadores y bloques de comunicación permitiendo realizar proyectos enmarcados en la cuarta revolución industrial para la automatización de procesos.

En el municipio de Santa María, Huila no se cultiva la cantidad suficiente de verduras y hortalizas para abastecer la demanda local, debido a que los procesos de cosecha son tradicionales y están expuestos a la pérdida por diferentes factores como la variación del clima y la falta de agua para el riego, una solución viable es el uso de invernaderos inteligentes con lo que se aumentaría la productividad.

La programación por bloques facilita el entendimiento

y estimula la creación de algoritmos para que cualquier persona con conocimientos básicos en algoritmia pueda diseñar y formular sus propias soluciones tecnológicas.

El sistema de control de invernadero inteligente diseñado, logra mantener las variables de humedad del suelo, temperatura ambiente y luminosidad en valores deseados; sin embargo, estos rangos dependen del tipo de plantas que se cultiven y deben ser establecidos previamente para modificar los parámetros de control del sistema.

Referencias

- Acosta, A., Aguilar, A., & Pinzón, C. (2015). Automatización de Bajo Costo Utilizada en la Producción Agrícola en Invernaderos y Huertos Caseros. 13th LACCEI Annual International Conference: "Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?," 13, 1–9.
- Alcaldía de Santa María Huila. (2012). Diagnostico Plan de Desarrollo 2012-2015. <http://www.santamaria-huila.gov.co/planes/diagnostico-plan-de-desarrollo-20122015>
- DANE. (2018). Proyecciones de población. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>.
- Erazo-Rodas, M., Sandoval-Moreno, M., Muñoz-Romero, S., Huerta, M., Rivas-Lalaleo, D., Naranjo, C., & Rojo-álvarez, J. L. (2018). Multiparametric monitoring in equatorial tomato greenhouses (I): Wireless sensor network benchmarking. *Sensors (Switzerland)*, 18(8), 1–22. <https://doi.org/10.3390/s18082555>.
- Fernández Sánchez, S., Flaviano, E., Hernández, O., Jesús Alvarez Sánchez, E., López Velázquez, A., & Franco, R. A. (2013). Control de Temperatura de un Invernadero a Escala mediante Programación en Arduino. Congreso Nacional de Control Automático 2013, 16–18. <http://amca.mx/memorias/amca2013/papers/0056.pdf>
- Makeblock. (2017). Neuron Inventor Kit. <https://www.makeblock.es/productos/neuron/>
- Martínez de Carvajal Hedrich, E. (2019). Robótica Educativa con Neuron (2nd ed.).
- Méndez Clará, N. O. (2014). Invernaderos automatizados para el desarrollo de la agricultura familiar en el Marco de la Seguridad Alimentaria. *Revista Tecnológica*, 11–16.
- Moreano, G., Cajamarca, J., & Tenicota, A. (2020). Agricultura de Precisión: Preprocesamiento y Segmentación de Imágenes para Obtención de una Ruta de Navegación Autónoma Terrestre. *Revista Politécnica*, 44(2), 43–50. <https://doi.org/10.33333/rp.vol44n2.05>
- Núñez, G. E. (2015). Santa María, un altar de frutas, café y ganado en la Cordillera Central. *Diario La Economía*. <https://diariolaeconomia.com/regiones-y-fronteras/item/1603-santa-maria-un-altar-de-frutas-cafe-y-ganado-en-la-cordillera-central.html>
- Payán Timaná, M. G. (2015). Automatización de un invernadero didáctico mediante una tarjeta de desarrollo arduino. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2013.0625>
- Prieto, J. P., & Sendoa, H. (2017). Prototipo de un Sistema de Automatización de invernadero basado en Arduino y Sensores con Control de comando Web. *Tecnología e Innovación*, 3, 4.
- Roldán, J. J., Garcia-Aunon, P., Garzón, M., de León, J., del Cerro, J., & Barrientos, A. (2016). Heterogeneous multi-robot system for mapping environmental variables of greenhouses. *Sensors (Switzerland)*, 16(7). <https://doi.org/10.3390/s16071018>