

Sistema de riego por goteo automatizado y sostenible en zonas rurales de Nicaragua

Automated and Sustainable Drip Irrigation System in Rural Nicaragua

Julio Francisco Bello-Pavón¹, Katherine Esperanza García-Montoya²,
Kenneth Antonio Lacayo-Arauz³

Bello-Pavón, J.F; García-Montoya, K.E; Lacayo-Arauz, K.A.
Sistema de riego por goteo automatizado y sostenible en zonas rurales de Nicaragua. *Tecnología en Marcha*. Vol. 34, especial. Noviembre LAEDC 2021. Pág 23-30.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v34i6.5970>



- 1 Universidad Centroamericana. Nicaragua.
Correo electrónico: julio.pavon@ieee.org
 <https://orcid.org/0000-0002-6512-2469>
- 2 Universidad Nacional de Ingeniería. Nicaragua.
Correo electrónico: katherinegm_15@ieee.org
 <https://orcid.org/0000-0002-6344-6523>
- 3 Universidad Centroamericana. Nicaragua.
Correo electrónico: kenneth.lacayo2499@ieee.org
 <https://orcid.org/0000-0002-0655-3453>



Palabras clave

Riego por goteo; sistema fotovoltaico; automatización; sostenibilidad; particle.

Resumen

A pesar de ser un país rico en agua, Nicaragua lucha por asegurar el acceso al agua potable para muchos de sus residentes. Además de los problemas de calidad distributivo y del agua, una prolongada sequía que afecta a todas las regiones del país ha sido un desafío para garantizar las necesidades de agua rurales. El propósito de este proyecto es crear un sistema de hardware/software fácil de usar, confiable y sostenible para automatizar el riego de tierras de cultivo en Nicaragua. El objetivo del sistema es ser lo suficientemente simple como para ser utilizado por los agricultores, pero eficaz y fiable. El sistema ayudaría a los agricultores a ahorrar recursos y mejorar la calidad de sus tierras. Un sistema de riego de agua integrado con un microcontrolador electrónico para permitir un riego por goteo eficiente y ayudar al cultivo de cultivos agrícolas durante períodos de lluvias inadecuadas, también el acceso adicional a la electricidad a través de un sistema de energía solar. Una solución de riego sostenible permitirá a los miembros de la comunidad crear más oportunidades económicas y a las pequeñas empresas mantenerse mejor cerca de casa.

Keywords

Drip irrigation; photovoltaic system; automation; sustainability; particle.

Abstract

Despite being a water-rich country, Nicaragua struggles to secure clean water access for many of its residents. In addition to distributional and water quality issues, a prolonged drought affecting all regions of the country has been a challenge to ensuring rural water needs. The purpose of this project is to create a user friendly, reliable, and sustainable hardware/software system to automate farmland irrigation in Nicaragua. The goal of the system is to be simple enough to be used by farmers, yet effective and reliable. The system would help farmers save resources and improve the quality of their land. A water irrigation system embedded with an electronic micro-controller to allow efficient drip irrigation and assist growing of agricultural crops during periods of inadequate rainfall, also the extra access to electricity through a solar powered system. A sustainable irrigation solution will enable community members to create more economic opportunities and small businesses to better support themselves near home.

Introducción

La seguridad del agua en las comunidades locales sigue siendo un desafío difícil a pesar de décadas de esfuerzo de los gobiernos, las organizaciones de ayuda y el liderazgo colectivo a nivel local. En Nicaragua, casi 800.000 ciudadanos, o el 13% de la población, no tienen acceso al agua potable [1]. La contaminación minera y agrícola, junto con la deforestación y la erosión del suelo de la ganadería, han afectado la calidad del agua y han provocado que muchas fuentes de agua disponibles se consideren inseguras para el consumo de agua. A pesar de la contaminación de muchas fuentes de agua dulce, todavía hay maneras de mejorar la calidad del agua en Nicaragua. Una característica común del país son los pozos excavados a mano que no se limpian ni se mantienen adecuadamente.

Actualmente los sistemas de riego se llevan a cabo manualmente sin conocer datos exactamente relevantes como la humedad y los tiempos específicos para los respectivos riegos de las plantas. A menudo, no tener en cuenta estos parámetros puede conducir a una gestación vegetal inadecuada, especialmente en las zonas rurales donde los agricultores no son conscientes o están debidamente capacitados sobre esta información. Por lo tanto, se considera que es necesario automatizar el control de riego y ser alimentado por un sistema fotovoltaico.

La alternativa de solución propuesta es el desarrollo de un sistema automatizado y sostenible de riego por goteo eficiente utilizando la tecnología de un microcontrolador con la ayuda de sensores para ayudar a la gestación de cultivos agrícolas en cualquier época del año, además de un sistema alimentado por energía solar que dará acceso adicional a la electricidad para el sistema electrónico y la iluminación en el área del proyecto. Para la ejecución, este proyecto está financiado por los Fondos de Proyecto de IEEE HAC/SIGHT.

Para el desarrollo de este proyecto se formó un grupo con miembros de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y la Universidad Centroamericana (UCA) de Nicaragua. Este documento describe el desarrollo de la solución proporcionada además de las herramientas teóricas necesarias para el desarrollo de este proyecto humanitario.

Materiales y métodos

El diseño, desarrollo y construcción del producto creativo está basado en un método de enfoque mixto, la utilización del método de enfoque mixto permitirá obtener una visión mucho más amplia del fenómeno de estudio a través de una investigación dinámica, con una información más rica y variada gracias a la posibilidad de poder realizar una correcta exploración y explotación de datos.

El método de enfoque mixto le brinda valor agregado a esta investigación al brindar la posibilidad de trabajo multimodal y multidisciplinario, permitiendo integrar información de intereses y aproximaciones metodológicas de otros campos de la ciencia y la ingeniería como puede ser el campo agrícola, permitiendo minimizar riesgos y debilidades mientras se consigue solidez en las inferencias científicas. Además, abre la posibilidad de utilizar evidencia de distintos instrumentos de recolección de datos, que pueden ser evidencia de datos numéricos, textuales, visuales, simbólicos y/o verbales.

En cuanto al tipo de investigación, este producto creativo está basado en una investigación analítica-experimental, ya que, en primera instancia se analizará la estructura, funcionamiento y comportamiento del sistema de riego por goteo, con la finalidad de entender cómo opera lógicamente y mecánicamente, para extraer los datos que serán de relevancia en las siguientes fases que comprenden el desarrollo del producto creativo, esto a través de la revisión de la documentación de diseño de bloques lógicos del sistema de riego.

Como primer instrumento de recolección de información una encuesta estructurada de tipo descriptivo con preguntas cerradas, esta se aplica a cada uno de los encargados del sistema de riego por goteo y personas que se relacionan directamente con los procesos de riego y cultivos de la finca, que representan una muestra no probabilística, ya que ha sido seleccionado a conveniencia para obtener los datos útiles que se requieren.

El segundo instrumento de recolección de datos que se decidió utilizar es la lista de cotejo, este instrumento será utilizado con el objetivo de comprobar la presencia o ausencia de diferentes variables que son necesarias y de suma importancia para desarrollar el producto creativo, tales como fuentes de agua, fuentes de energía, comunicaciones e infraestructura (caseta de

control). La lista de cotejo se basa en análisis de evidencias, es decir, a través de la observación, con indicadores directos, sencillos y observables, permitiendo obtener información objetiva y comprobable.

Resultados

El sistema inteligente de riego por goteo automatizará la tarea de riego en momentos establecidos a través de un sensor RTC, este será el inicio del riego y midiendo la humedad en el suelo el sistema será enviado para apagar, cuando el sensor detecte que hay suficiente humedad del suelo enviada automáticamente para cerrar las válvulas y las cintas de riego dejarán de gotear, esto ayudará a gestionar los niveles de humedad y la calidad del suelo. Por lo tanto, regaremos el suelo de acuerdo con la mejor hora del día dependiendo de la necesidad del cultivo a regar y a través de los niveles de humedad de la tierra terminará el riego. En la figura 1 se muestra un diagrama de visión general del sistema ideal.

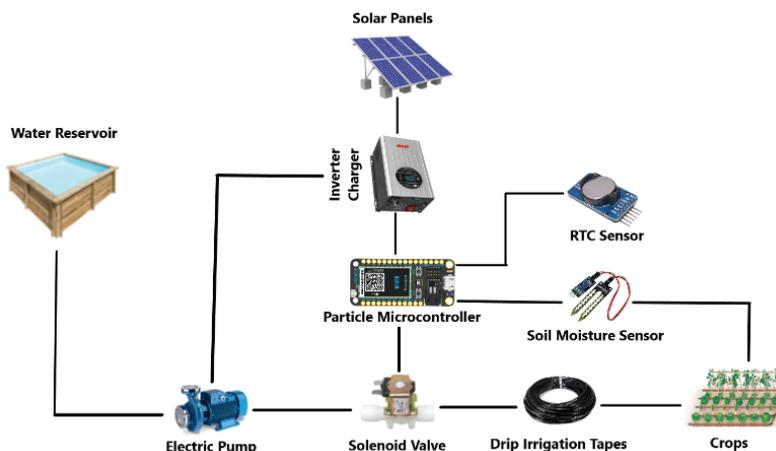


Figura 1. Diagrama general del sistema ideal.

El sistema funciona de forma autónoma después de una calibración simple que permite al usuario elegir el tipo de suelo o cultivo utilizado. El sistema regará automáticamente el suelo en momentos establecidos y leerá los niveles húmedos de un sensor de humedad colocado en el centro de la granja. Los sensores enviarán sus lecturas a un microcontrolador que controla las válvulas solenoides. Las válvulas solenoides son responsables de abrir y cerrar mangueras de riego por goteo. El microcontrolador será alimentado por el sistema fotovoltaico instalado en la caseta. El diagrama de análisis de objetivos se muestra en la figura 2.

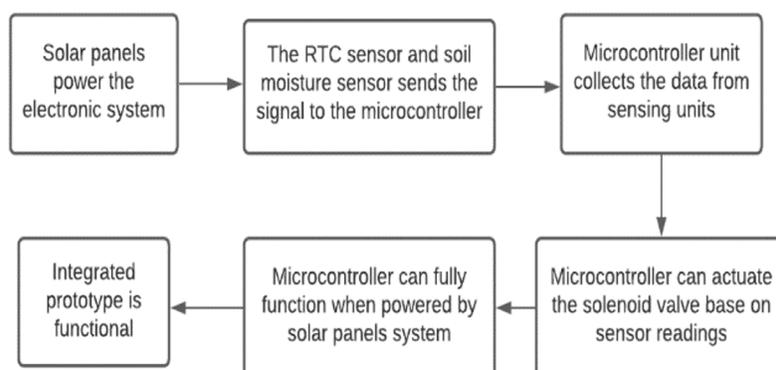


Figura 2. Diagrama de análisis de objetivos.

La construcción de 10x10 metros de un refugio comunitario (ver figura 3) que sirve como auditorio y también poder albergar electrónica y otros equipos. Este será también un punto de encuentro para los miembros de la comunidad.



Figura 3. Refugio comunitario.

Como se muestran en las figuras 4 y 5, se han realizado pruebas electrónicas automatizadas en la bomba eléctrica y en las válvulas solenoides que ya tienen sus respectivas tuberías. Se realizó un largo trabajo de programación de la placa microcontroladora Particle junto con los sensores. Pudimos verificar que el sistema es actuado por el microcontrolador basado en lecturas de sensores.

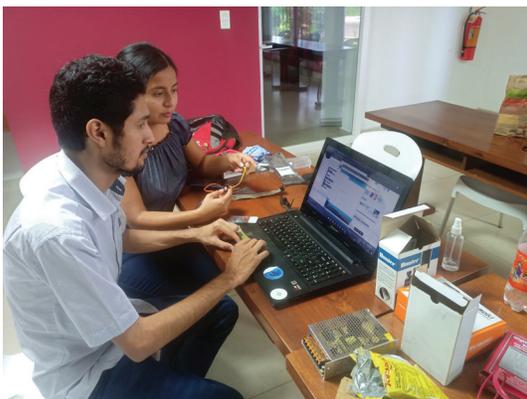


Figura 4. Programación electrónica.



Figura 5. Trabajo electrónico.

Se instaló el sistema fotovoltaico en el techo de la caseta (ver figura 6), este sistema consta de cuatro paneles solares conectados en paralelo dando un total de 76V y 18A que a la vez se conectan a dos baterías, un inversor de corriente y un controlador de carga, se comprobó que el sistema está alimentando adecuadamente a las luminarias de la caseta y a la bomba de riego (ver figura 7).



Figura 6. Instalación de sistema fotovoltaico.



Figura 7. Sistema de control de paneles solares.

En la figura 8 podemos ver que los cultivos están empezando a emerger, los cultivos están actualmente en un invernadero y luego serán trasplantados al suelo.



Figura 8. Cultivos emergiendo.

En la figura 9, podemos ver que el sistema de riego por goteo está funcionando correctamente y actualmente se está empezando a sembrar cultivos como sandías y pipián.



Figura 9. Cintas de riego por goteo.

Conclusiones

La implementación exitosa de este sistema se define como la construcción y energización de un sistema automatizado y sostenible de riego por goteo, la utilización por parte de la comunidad y el sostenimiento a lo largo de su vida esperada. Los miembros de la comunidad serán responsables de mantener el funcionamiento del sistema de riego por goteo.

El proyecto impactará en la comunidad local de 50 familias en La Paz, Carazo mediante la introducción de una fuente más confiable de electricidad y riego sostenible, la calidad de vida de los miembros de la comunidad se mejorará drásticamente. La electrificación de la producción agrícola en las comunidades rurales aumentará la calidad de vida y cubrirá las necesidades básicas de alimentos.

El refugio comunitario tiene oportunidades de educación y capacitación para la comunidad, así como otros miembros voluntarios puedan visitar esta localidad para desarrollar otros proyectos. Por último, la comunidad ya se ha comprometido y seguirá a través de todas las fases del diseño, construcción y operación.

Referencias

- [1] Borgen Magazine. (2017, November, 16). "Water quality in Nicaragua". Available in: <https://www.borgenmagazine.com/water-quality-in-nicaragua/>
- [2] M. Lotta. "Manual de capacitación de riego por goteo". 1ª ed. especial. Rivadavia: Marta Laura Paz. pp. 5, 2015.
- [3] O. Lamigueiro, A. Santos, and M. Castro, "Photovoltaic System Design" General promoter of studies S.A, version 1.22, April 2012.
- [4] Particle. "Particle boron: 2g/3g or lte cat m1 + Bluetooth" available in: <https://docs.particle.io/boron/>

Automated and Sustainable Drip Irrigation System in Rural Nicaragua

Julio Francisco Bello Pavón, Kenneth Antonio Lacayo Arauz, Katherine Esperanza García Montoya
Universidad Centroamericana | Universidad Nacional de Ingeniería
Julio.pavon@ieee.org, katherinegm_15@ieee.org, kenneth.lacayo2499@ieee.org

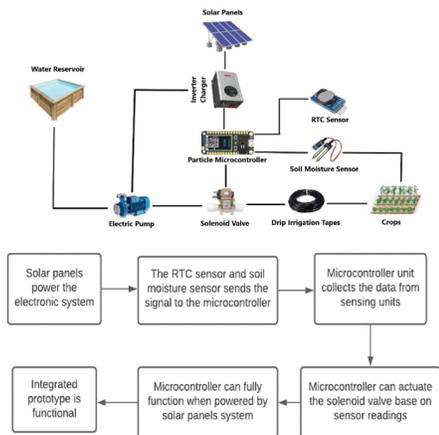
Introduction

Water security for local communities remains a challenging enterprise despite decades of effort by governments, aid organizations, and collective local-level leadership. In Nicaragua, nearly 800,000 citizens, or 13 percent of the population, don't have access to safe drinking water.

Currently irrigation systems are carried out manually without knowing exactly relevant data such as humidity and specific times for the respective irrigations of the plants. The proposed solution alternative is the development of an automated and sustainable efficient drip irrigation system using the technology of a microcontroller with the help of sensors to help the gestation of agricultural crops at any time of the year in addition to a solar-powered system that will give additional access to electricity for the electronic system and lighting in the project area.

Design and Goal Analysis

The intelligent drip irrigation system will automate the irrigation task at set times through a RTC sensor, this will be the start of irrigation and by measuring moisture in the ground the system will be sent to shut down, when the sensor detects that there is enough soil moisture automatically sent to close the valves and the irrigation tapes will stop dripping, this will help manage moisture levels and soil quality. Therefore, we will irrigate the soil according to the best time of day depending on the need of the crop to be watered and through the moisture levels of the land will finish the irrigation.



The system operates autonomously after a simple calibration that allows the user to choose the type of soil or crop used. The system will automatically irrigate the soil at set times and reading the wet levels of a moisture sensor placed in the center of the farm. Sensors will send their readings to a microcontroller that controls the solenoid valves. Solenoid valves are responsible for opening and closing drip irrigation hoses.

First Results

The construction of 10x10 meters of a community shelter that serves as an auditorium and be able to house electronics and other equipment. This will also be a meeting point for community members.



Automated electronic tests have been carried out on the electric pump and solenoid valves which already have their respective pipes. We were able to verify that the system is acted by the microcontroller based on sensor readings.



In the following photo we can see that the crops are starting to emerge, the crops are currently in a greenhouse and then will be transplanted to the ground.



We can see that the drip irrigation system is working properly and is currently starting to sow crops such as watermelons and pipian.



Conclusions / Next Steps

Successful implementation of this system is defined as the successful construction and energization of an automated and sustainable drip irrigation system, utilization by the community, and sustainment over its expected life. Members from the community will be responsible for maintaining the operation of the drip irrigation system.

The project will impact to local community of 50 families in La Paz, Carazo by introducing a more reliable source of electricity and sustainable irrigation, the quality of life of the community members will be drastically improved. The electrification of agricultural production in rural communities will increase the quality of life and cover basic food needs.

The community shelter has education and training opportunities for the community, as well as other volunteer members to visit to develop other projects. Finally, the community has been engaged already and will continue to be through all phases of the design, construction, and operation.