



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO Y MONITOREO PARA CULTIVOS HIDROPÓNICOS A TRAVÉS DE UN DISPOSITIVO MÓVIL

Joan Sebastián Álvarez Burbano, Camilo Alexander Benavides Ramos

Corporación Universitaria Autónoma de Nariño

Pasto Nariño

Joan.alvarez5173@gmail.com, camilo960615@gmail.com

Resumen — La variación climática, el calentamiento global, los suelos infértiles, las zonas desérticas, los sitios con espacio reducido, las plagas y enfermedades han venido afectando la agricultura y la tecnología tradicional que actualmente se utiliza en la región es anticuada. Por lo anterior se establece el diseño y construcción de un sistema de riego y monitoreo para cultivos hidropónicos a través de un dispositivo móvil, un equipo con el que se pretende reducir el gasto de recurso hídrico y el tiempo de desarrollo de una especie cultivada en un ambiente controlado utilizando el internet de las cosas (IOT) para que el agricultor pueda estar al pendiente de su cultivo en cualquier momento del día.

Abstract — *Climate variation, global warming, infertile soils, desert areas, sites with limited space, pests and diseases have come to affect agriculture and the traditional technology currently used in the region is outdated. Therefore, the design and construction of an irrigation and monitoring system for hydroponic crops is established through a mobile device, a team with which it is required to reduce water resource expenditure and the development time of a species cultivated in a controlled environment using the internet of things so that the farmer can be aware of their cultivation at any time of the day.*

Índice de Términos — Hidropónico, Internet de las cosas, cultivo en ambiente controlado.

I. INTRODUCCIÓN

Día a día la tecnología avanza a pasos agigantados y esto ha llevado a que las prácticas tradicionales agrícolas para la producción de alimentos sean poco eficientes, siendo remplazadas por cultivos en invernaderos o también denominada como la agricultura en ambiente controlado (CEA), a la que usualmente también se adicionan técnicas de hidroponía.¹

El proyecto comienza con el diseño de un sistema para la automatización de cultivos en ambiente controlado hidropónicos o tradicionales. Un sistema seguro y que brinde información acertada, de fácil instalación para implementar en diferentes tipos de cultivos, que facilite la posibilidad de un ambiente libre de bacterias y plagas, además de un clima adecuado para que las plantas se desarrollen en condiciones favorables y alcancen la madurez en menor tiempo con propiedades de alta calidad. Esto genera una disminución evidente en el costo de producción de la especie a cultivar, siendo un aspecto

positivo para la economía del agricultor. Se configuró electrónicamente para obtener datos tales como temperatura y humedad. El consumo de agua se obtiene con la variable distancia que arroja el sensor de ultrasonido. Con el sensor DHT11 se realizará periódicamente mediciones, y según las condiciones en que se encuentra el invernadero se calibrará las variables al nivel requerido por la planta.

La automatización se basa en disminuir al máximo la intervención humana en este caso a la hora del cuidado del cultivo permitiendo de esta forma al agricultor dedicar tiempo a otras actividades, sin embargo, el diseño y construcción de un equipo con estas características tiene un costo muy elevado. Se construyó un sistema de riego y control de cultivos, el cual cumple con tareas de almacenamiento, análisis y transferencia de datos. Este sistema permite programar y monitorear el riego del cultivo remotamente a través de internet en horarios convenientes para el agricultor. Este equipo también tiene un control manual con el cual se puede operar presencialmente sin necesidad de dispositivos móviles.

II. OBJETIVOS

- ❖ Indagar el estado del arte para identificar los requerimientos funcionales y no funcionales del prototipo.
- ❖ Realizar cálculos, planos de automatización y modelar en software CAD.
- ❖ Diseñar un equipo de automatización eficiente y de fácil instalación.
- ❖ Programar un servidor, el cual recibe toda la información del cultivo.
- ❖ Seleccionar una aplicación para dispositivo móvil con una interfaz amigable al usuario que facilite la interacción humano - máquina.
- ❖ Realizar pruebas de funcionamiento, para corregir posibles fallas del sistema y validar su funcionamiento.
- ❖ Realizar el manual de operación y mantenimiento.

III. METODOLOGIA

Deductivo a inductivo

El método a aplicar es el Experimental; que se basará en el desarrollo del proyecto basándose en ciencias como la física, química, matemáticas se utilizará una serie ordenada de procedimientos para observar la extensión y desarrollo del Diseño y construcción de un sistema de cultivo hidropónico automatizado y monitoreado a través de un dispositivo móvil. Se puede concebir mediante el método

¹ Piurizaca A. Fidel. Mario. Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura y humedad para el cultivo de lechuga hidropónico. Tesis de pregrado. Universidad nacional de Piura. 2016. P. 14.



experimental una estructura, o pasos coherentemente concatenados, en un cronograma de actividades con el que se fue desarrollando los objetivos de la investigación.²

IV. REFERENTES TEORICOS

Elementos del sistema

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron los siguientes elementos que en conjunto a un script de Python funcionan como un sistema de riego.

Raspberry pi3 model b+

Como dice la investigación de Andrew k. “Raspberry pi 3 model b+ se lanzó en 2006 por la Fundación Raspberry Pi con el fin de estimular la enseñanza de informática en las escuelas de todo el mundo”.³

Es un dispositivo de dimensiones 85mm de ancho por 49mm de alto. Las características que se utilizaran en el proyecto son, el wifi integrado en la placa de Raspberry para establecer la comunicación cliente-servidor, memoria ram de 1gb y procesador 1.4GHz quad core, 64bit, dual band para el manejo de procesos continuos.

Todo esto permite que el proyecto sea viable, de fácil manejo y con un diseño visualmente estético, además de reducir en gran medida los costos de desarrollo.

Sensor de ultrasonido HC-SR04

El tiempo que tarde en retornar al sensor el eco del ultrasonido emitido se traduce en una variable de distancia. Gracias a esto se puede utilizar esta variable distancia para remplazarla en la ecuación de volumen y de esta manera obtener el nivel de líquido que tiene el tanque.

Por último, se determina un volumen para el 100% del tanque, y de esta manera se obtiene el nivel del tanque en valores porcentuales.

Estableciendo una variable global en la programación del sistema se impide el funcionamiento de la electrobomba, si el tanque contiene un nivel bajo agua para evitar averías tales como daños en el sello mecánico por recalentamiento.

Electrobomba

Para el proyecto se hizo uso de una electrobomba y no de motobombas, esta determinación se toma teniendo en cuenta el criterio ecológico al no usar combustibles que emitan gases de efecto invernadero.

El control del sistema se hace con un script de programación en Python que envía señales digitales a un módulo relé de 4 canales, tres de estos canales son para controlar las electroválvulas y el cuarto controla el contactor que restringe el paso de energía hacia la electrobomba, cabe resaltar que los ciclos son programables a conveniencia del agricultor o usuario del equipo.

Sensor de humedad y temperatura DHT-11

Se utiliza este sensor ya que está integrado para medir temperatura y humedad, esto facilita las conexiones de cableado, la programación,

disminuye costos, en conclusión, hace más eficiente la construcción y el funcionamiento del sistema.

Contactor

Este dispositivo se usó para garantizar la seguridad del circuito electrónico, pues la corriente máxima a 110v de la electrobomba es de 15 A y la tolerada por los relés digitales es de 15 A esto quiere decir que el trabajo estaría en el límite de tolerancia, el contactor elegido es de 18 A esto garantiza el trabajo de la electrobomba y protege el circuito electrónico. Cabe resaltar que el contactor es activado por el relé número 4.

Modulo Relé 4 canales

Para el accionamiento de la electrobomba se utilizó un dispositivo relé compatible con Raspberry, clasificado según la presente investigación como un dispositivo de accionamiento electromecánico. Para seleccionar el relevador se debe calcular el amperaje además tiene que resistir el paso del voltaje que se va a suministrar a los dispositivos, en este caso los dispositivos a utilizar son 3 electroválvulas de 1 amperio y 12 voltios DC, 1 electrobomba de 1 HP de 15 amperios para 110v AC.

Se selecciona este tipo de relé después de revisar la información de los dispositivos, se obtuvo que el amperaje con el que se va a trabajar es de máximo 15 amperios, y este tipo de relé está dentro de los parámetros (15A a 110V AC), además de ser una opción de bajo costo es un dispositivo eficiente.

Python

Este será uno de los lenguajes que se utilizara en el proyecto pues este se ajusta con el sistema operativo de Raspberry siendo una alternativa favorable ya que facilita la comunicación entre los diferentes dispositivos que hacen parte del sistema.

Se utilizó Python para el desarrollo de este proyecto por las siguientes razones:

1. Python es compatible con cualquier plataforma, y este permite multiplataforma esto significa que es compatible con otros dispositivos.
2. Este lenguaje es el más usado para la elaboración de proyectos de investigación con el dispositivo Raspberry, por lo que existe una gran cantidad de librerías de programación que pueden ser usadas sin ningún costo.
3. Python posee una sintaxis muy simple y fácil de entender.

Telegram

Telegram permite la creación de un bot, que en este proyecto será utilizado para la respuesta inmediata de la pregunta u orden que se realizará.

Sistema Hidropónico de flujo y reflujo (Ebb & Flow)

Según autores del sitio web generacionverde.com. “En un sistema de flujo y reflujo se inundan temporalmente las charolas de crecimiento con solución nutritiva y luego ésta es drenada de vuelta al depósito. El flujo se provoca mediante una bomba conectada a un timer que se activa varias veces al día. Cuando ésta deja de funcionar, la solución fluye de vuelta al depósito”.

Esta técnica de sistema hidropónico es muy viable ya que tiene la gran ventaja de que puede implementarse con distintos tipos de sustrato, además que permite el crecimiento de varias especies vegetales.

Sin embargo, es importante asegurarse de que la bomba funciona adecuadamente.

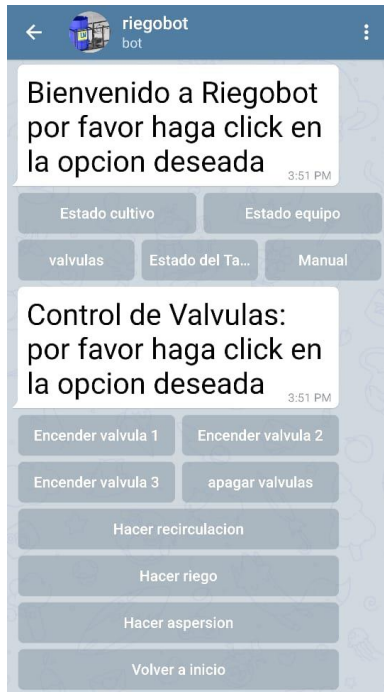
² Salinas P. Metodología de la investigación científica. Universidad de los Andes. Venezuela. 2010. P. 25-27

³ Andrew K. Raspberry Pi home automation with Arduino. Packt Publishing Ltd, 2013.chapter 1.

V. RESULTADOS

Se diseñó un menú amigable al usuario en una aplicación de mensajería de código abierto (Telegram).

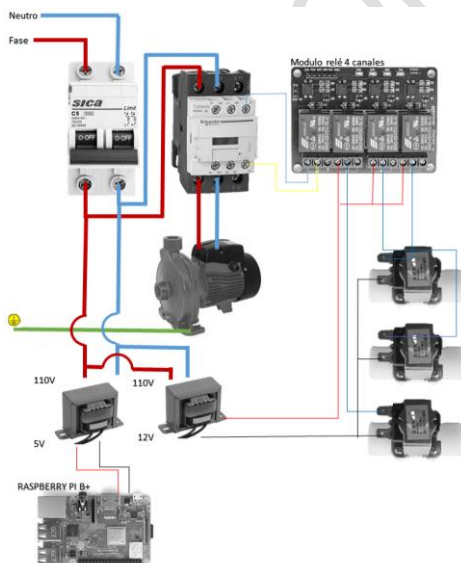
Figura 1. Interfaz menú Riegobot.



Fuente: La presente investigación.

A continuación, se tiene el diagrama de cómo se realizaron las conexiones eléctricas en el equipo, hay que tener en cuenta que la alimentación principal es de 110V AC y se utiliza dos transformadores el primero de 110V AC a 12V DC para las electroválvulas y el segundo a 5V DC para el dispositivo Raspberry y para el modulo relé.

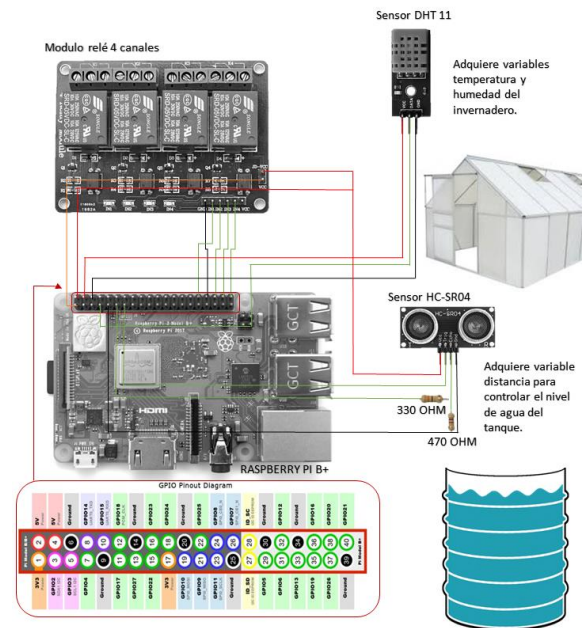
Figura 2. Diagrama eléctrico del sistema.



Fuente: La presente investigación.

Para realizar las conexiones electrónicas del sistema se utilizó un módulo relé, sensor de ultrasonido, sensor de humedad y temperatura, cabe resaltar que las conexiones de sensores deben ir en el interior de un invernadero.

Figura 3. Diagrama electrónico del sistema.



Fuente: La presente investigación.

Se diseñó el equipo de riego en un software CAD (SolidWorks), para este se tuvo en cuenta el peso máximo que debe tolerar la estructura, la refrigeración natural del equipo, la estabilidad del equipo para evitar vibraciones mecánicas y la estética visual.

Figura 3. Modelo 3D del sistema.



Fuente: La presente investigación.

Aprovechamiento del agua

Como resultado del presente proyecto se obtuvo un equipo de riego, el cual cumple con los objetivos propuestos al inicio de la investigación y responde la pregunta ¿El diseño y construcción de un sistema de riego para el monitoreo y control remoto o local de un cultivo podrá disminuir significativamente el gasto de recurso hídrico, siendo una alternativa eficiente y amigable con el medio ambiente?



La respuesta a la anterior pregunta es sí, el diseño y la construcción de este sistema de riego permite la reutilización de una cantidad base de recurso hídrico, en este caso se tomó como muestra 25 galones de agua posteriormente se hizo pruebas de riego por flujo y reflujo en un cultivo hidropónico escalado con 16 plantas, al cultivo se le hizo una cantidad de 150 ciclos de riego, al final de las pruebas se tuvo una cantidad de fluido de 15 galones en el tanque, determinando así que en cada riego se perdió en el ambiente 0.066 galones de agua o 0.24 litros.

Haciendo uso del sistema de riego con 2 riegos por día a un cultivo hidropónico con 16 plantas durante una semana (7 días) el gasto de recurso hídrico fue de 3.36 litros o 0.88 galones, igualmente se hizo esta práctica manualmente a un cultivo en tierra tradicional, en cada riego se gastó 0.14 litros por planta lo que en total fue de 2.24 litros por riego y en la semana el gasto de agua fue de 31.36 litros o 8.28 galones.

De lo anterior se puede decir que el ahorro de agua en el sistema fue del 90% aproximadamente en comparación a una técnica tradicional de riego de cultivos. Y se responde la pregunta planteada con un “sí”, pues el ahorro de agua fue bastante significativo y de la misma forma se afirma que al ser un sistema que cuida el gasto de recurso hídrico es un proyecto verde.

VI. CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados del proyecto se determinó las siguientes conclusiones que abarcan cuatro conceptos que son: automatización, estabilidad del sistema, impacto social, ampliación del proyecto.

1. Con el desarrollo del proyecto se logró un sistema el cual puede ser programado local o remotamente a través de una interfaz amigable al usuario para que se activen automáticamente ciclos de riego o aspersión automáticamente, además permite establecer variables como la temperatura máxima para que el sistema se encargue de controlar esta temperatura con aspersión refrigerante o con la activación de extractores de calor.
2. Se comprobó con pruebas realizadas durante dos semanas que el sistema es estable pues no necesito de reinicio en ningún momento, mientras este energizado y tenga conexión a internet permite ser operado con una respuesta rápida, por último, se añadió el programa al inicio del sistema, con esto cada vez que se enciente el equipo queda listo para operar.
3. En la presentación del proyecto a maquinarte se pudo observar el agrado de las personas y el interés, la pregunta que más hicieron fue si se podía adaptar a cualquier cultivo y la respuesta es sí, con pequeñas modificaciones el sistema puede ser adaptado sin problemas.
4. Para concluir, el proyecto es fácilmente escalable pues solo se requeriría ampliar el modulo relé para controlar muchos más dispositivos y de esta manera adaptar el proyecto a cualquier cultivo tradicional o moderno.

VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Antes de operar este equipo se debe estudiar el manual de operación y mantenimiento.
- ❖ Hacer un chequeo semanal del montaje de tuberías, estado del motor, sensores, no tapar las entradas de aire al motor debido a que este es el medio de refrigeración.
- ❖ Si se quiere implementar este equipo en un cultivo hay que hacer análisis del área y el tipo de cultivo que se va a automatizar para tener en cuenta si se debe redimensionar algún dispositivo.

- ❖ El proyecto no fue diseñado para la intemperie, por lo cual debe estar cubierto de la lluvia y el sol directo, esto podría ocasionar fallas.
- ❖ Para un futuro se planea elevar la posición del tablero ya que se agregó un modo de operación manual mediante una pantalla touch.
- ❖ Para facilitar el desplazamiento del equipo se puede incorporar ruedas con freno al modelo, esto no afectaría la estabilidad.
- ❖ Una sugerencia muy importante, es que por ningún motivo se debe encender la electrobomba con el tanque del almacenamiento vacío ya que esto genera sobrecalentamiento y daños en los empques.
- ❖ También es de vital importancia realizar aseo en las tomas de aire de la electrobomba para evitar recalentamientos.

VIII. REFERENCIAS

- [1]. Piurizaca A. Fidel. Mario, Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura y humedad para el cultivo de lechuga hidropónico. Tesis de pregrado. Universidad nacional de Piura. 2016. P. 14.
- [2]. Salinas P. Metodología de la investigación científica. Universidad de los Andes. Venezuela. 2010. P. 25-27
- [3]. Andrew K. Raspberry Pi home automation with Arduino. Packt Publishing Ltd, 2013.chapter 1.