

PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE INVERNADERO BASADO EN ARDUINO Y SENSORES CON CONTROL DE COMANDO WEB

Juan Pablo Prieto

Ing. Hugo Sendoa

RESUMEN

Muchos productores hortícolas dicen que el resultado de la buena producción es una lotería ya que depende, en gran medida, del clima. A raíz de eso, se hizo una investigación sobre la situación actual de los invernaderos para, posteriormente, ofrecer un resultado acorde a las necesidades. El objetivo de este trabajo es diseñar un prototipo de un sistema de automatización de invernadero basado en Arduino y sensores con control de comando web y tiene como propósito ayudar a los productores de la horticultura a cultivar productos hortícolas en todo el tiempo que se considere sin importar las estaciones del año.

La investigación realizada es considerada experimental porque se trata de la creación de un prototipo y el conjunto de pruebas podría variar a lo largo de la misma.

El invernadero automático fue realizado con una placa “Arduino UNO” estándar y una placa “Arduino Ethernet”, ambos pertenecientes a la categoría de hardware de código abierto con la característica de añadir periféricos como sensores de temperatura y de humedad, ventiladores de frío y calor utilizados para la climatización, un sistema de regadío por goteo y una sencilla interfaz web basado en html5, css3, json, jquery y php con base de datos mysql.

Para la configuración del clima, se elaboró una aplicación web con acceso al cuadro de control. Mediante éste se logra la configuración utilizada por el sistema para realizar el control del invernadero. Finalmente, tuvo como resultado una maqueta perteneciente al prototipo de invernadero controlado por sensores y sistema de regadío por goteo.

Palabras-claves: System. Software. Automatic. Prototipo. Sensor. Web

1 INTRODUCCIÓN

En el distrito de Cambyreta (Paraguay) no hay cantidad suficiente de hortalizas para satisfacer las demandas de los consumidores. Si bien, la cantidad de tierra a ser explotada de los productores es grande.

Los productores plantan hortalizas como lechuga, repollo, cebollita verdeo, perejil, acelga, tomate, brócoli, zapallito de tronco, morrón (locote), remolacha y pepino, pero no lo suficiente para cubrir todas las demandas y obtener un beneficio suficiente como para vivir de manera normalizada.

Si cada agricultor incrementa su producción o si más personas se suman a plantar productos hortícolas, se logrará disminuir la escasez de los productos hortícolas.

En tal distrito, el cultivo de hortalizas en invernadero ya hace tiempo que se practica, aunque no se tiene fecha oficial del mismo. Un horticultor asegura que hace 40 años que se dedica al rubro al igual que sus antecesores, por lo cual lo consideraba un emprendimiento familiar heredado.

Dado que la actividad económica predominante está relacionada a los productos hortícolas, entre otros, debemos buscar nuevas formas de desarrollo.

Es trillado por parte de las personas horticultoras de la zona decir que el resultado de una buena producción depende, en gran medida, del clima y que, además, existen ciertas hortalizas que no se puede plantar fuera de su época como por ejemplo el tomate, la lechuga, el repollo, el morrón y la zanahoria. Estas hortalizas si son plantadas fuera de su estación no se obtendrá la producción deseada y por ende el retorno de la inversión no resultará beneficioso.

A raíz de la época y del número de personas dedicadas a la horticultura, nos encontramos con una demanda reinante en el mercado que obliga a la importación de estos productos, repercutiendo directamente en el precio para el consumidor final y en las posibilidades alimenticias y económicas sociales.

El planteo de la solución del problema se basa en la construcción de un invernadero automático en el cual se pudiera plantar cualquier hortaliza sin importar la estación del año.

Para demostrar que es factible dicha solución. se construyó un invernadero a escala que consiste en un prototipo de un sistema de automatización de invernadero basado en Arduino y sensores con control de comando web. La utilización de Arduino se justifica en que, según Artero (2013), “Arduino es una placa hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y

una serie de pines-hembra que están unidos internamente a las pastillas de E/S del microcontrolador, que permiten conectar de forma muy sencilla y cómoda diferentes sensores y actuadores”.

Desde el apartado técnico, que podría suponer un monto elevado de mantenimiento y de conocimientos específicos, es necesario destacar que el lenguaje de programación de Arduino es muy sencillo, por lo que acorta la curva de aprendizaje, puede ser utilizada en proyectos futuros y tiene un costo de mantenimiento muy bajo, por lo que cualquier persona con dominio básico puede hacerse cargo de la reprogramación sin ser un costo elevado para el horticultor o la horticultora.

En cuanto al sistema web utilizado para el prototipo, nos basamos en html5, php, MySQL, JQuery, Ajax, Charting y Css3

Por tanto, nos marcamos como objetivo diseñar un invernadero automático utilizando innovación tecnológica, que deriva en los objetivos específicos siguientes:

- Describir características de la situación actual de los invernaderos.
- Definir el entorno tecnológico a ser utilizado.
- Elaborar una maqueta de invernadero.
- Desarrollar un sistema web para el efecto.
- Posibilitar la implantación de invernaderos automáticos de bajo costo.

Con este sistema se puede controlar el clima y manejarlo remotamente por medio de Internet. El invernadero automático cuenta con sensores de temperatura y de humedad, dos ventiladores -uno frío y otro caliente- para la climatización, un sistema de regadío y una sencilla interfaz web en donde se puede configurar el clima accediendo a la página web para programarlo.

Una vez configurado, el sistema se hace cargo del invernadero, controlando así la temperatura y la humedad del suelo y el sistema de regadío. Como anticipamos, el sistema de regadío que utilizaremos es el sistema por goteo ya que, según cita Ciotti (2011) con este método “el agua se infiltra directamente hasta las raíces de las plantas [...] y resulta útil para cultivos de hortalizas y frutales. El sistema de riego por goteo ofrece muchos beneficios para productores hortícolas que deseen trabajar en pequeños espacios e, incluso, brinda ventajas a aquellas

personas que están incursionando en pequeñas huertas [...] (adecuándose) a las hortalizas (como) el pimiento, tomate (y) lechuga”.

Este prototipo de invernadero con el sistema de regadío es ideal para demostrar que se puede cultivar productos hortícolas en todas las estaciones del año sin importar si es o no la temporada apropiada para el cultivo.

2 DESARROLLO

2.1 Invernadero

Los invernaderos son estructuras físicas cubiertas por materiales traslúcidas que sirven para crear microclima específico y para proteger a los cultivos de diversos factores como: del sol, del frío, de las plagas y de los animales. Se clasifican según su arquitectura en:

- Invernadero plano
- Invernadero en raspa y amagado
- Invernadero inacral
- Invernadero de capilla
- Invernadero de capilla doble
- Invernadero tipo túnel.

2.2 Sistema de regadío por goteo

El sistema de regadío que utilizaremos es el sistema por goteo ya que, según cita Ciotti (2011) con este método “el agua se infiltra directamente hasta las raíces de las plantas [...] y resulta útil para cultivos de hortalizas y frutales. El sistema de riego por goteo ofrece muchos beneficios para productores hortícolas que deseen trabajar en pequeños espacios e, incluso, brinda ventajas a aquellas personas que están incursionando en pequeñas huertas [...] (adecuándose) a las hortalizas (como) el pimiento, tomate (y) lechuga”.

Este prototipo de invernadero con el sistema de regadío es ideal para demostrar que se puede cultivar productos hortícolas en todas las estaciones del año sin importar si es o no la temporada apropiada para el cultivo.

2.3 Arduino

La utilización de Arduino se justifica en que, según Artero (2013), “Arduino es una placa hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines-hembra que están unidos internamente a las pastillas de E/S del microcontrolador, que permiten conectar de forma muy sencilla y cómoda diferentes sensores y actuadores”.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación, por la parte tecnológica, es considerada experimental porque se trata de la creación de un prototipo y no podemos saber el resultado antes de realizar las pruebas. El universo abarca a los productores y productoras hortícolas de la zona de Cambyreta (Paraguay) y se tomará como muestra a dos productores hortícolas y a dos mujeres rurales.

La base de la investigación es una revisión exhaustiva de bibliografía, entrevistas, libro de programación de computadora, libro de electrónica, libro de agricultura y libros de tesis referente a automatización de invernaderos.

Para la parte de entrevistas, concretamente se siguió la técnica de la tesis doctoral de Martínez (2009) con el fin de obtener información sobre la situación actual de los invernaderos, el tipo de infraestructura que usan, el sistema de riego y el tipo de plantación

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según un estudio preliminar realizado en el contexto de este proyecto, se pudo notar que la incorporación de invernaderos junto con mecanismos de producción hortícola en la región se encuentra en un estado inicial dentro de un proceso no madurado.

Los resultados que arrojan las entrevistas a las personas que se dedican a la horticultura, es que cultivan algunas de las variedades hortícolas que más se ajustan a las potencialidades del prototipo de invernadero automático y que, además, son las que más viabilidad económica reportan por su mayor consumo y salida al mercado. Algunas de estas variedades son el tomate o la lechuga.

El tamaño de invernadero promedio de los horticultores de Cambyreta es de 50m x 14m con un costo de 15 a 20 millones aproximadamente.

Para crear sistemas automatizados existen varias tecnologías emergentes como el controlador de automatización programable o PAC (Programmable Automation Controller), el

controlador lógico programable o PLC (Programmable Logic Controller), Arduino, entre otros. Ambas tecnologías tienen similitudes en sus funcionamientos y se pueden implementar de forma individual o de forma híbrida en el campo que uno requiere. En este caso en particular, será implementado en el campo de la horticultura.

Para este proyecto se optó por Arduino ya que cumple con los requerimientos necesarios para la automatización de un invernadero. Además, es un hardware libre mediante el cual se puede ampliar y mejorar el diseño del hardware, modificar componentes electrónicos, mejorar o cambiar el entorno de programación. También cuenta con una gran comunidad activa que ayuda a solucionar problemas puntuales del tema, cuenta con un entorno de programación multiplataforma, es decir, que puede ser ejecutado en sistemas Windows, Mac OS y Linux, el entorno y el lenguaje de programación es sencillo, lo que acorta la curva de aprendizaje, y puede ser utilizada en otros proyectos futuro.

Para el prototipo de invernadero se desarrolló un sistema web basado en html5, php, MySQL, JQuery, Ajax, Charting y Css3

5 CONSIDERACIONES FINALES

A partir del estudio bibliográfico, se pudo constatar que los mecanismos de optimización de plantaciones hortícolas están relacionados con los invernaderos. Éstos, para un mejor aprovechamiento, deben ser integrados a un sistema de regadío.

Mediante el trabajo de campo se recolectó las características de los plantíos de la región, que, reforzadas con recomendaciones sobre la optimización, prevén valores que nos servirían posteriormente como configuración.

Con el uso de Arduino integrando electrónica con programación a través de un comando web, se elaboró un sistema controlador de sensores que mediante las pruebas en un prototipo a escala pudo constatar su correcto funcionamiento.

El trabajo de investigación concluye que es factible realizar un prototipo de invernadero automático con control de mandos web utilizando Arduino que ayude a mantener de forma centralizada la configuración óptima para productos hortícolas.

6 RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

1. Implementar el prototipo en la zona de Cambyreta.
2. Agregar al prototipo

- a. Control de aplicación de nutrientes
 - b. Control de iluminación
 - c. Control de aplicación de CO₂
3. Realizar una comparación del rendimiento de producción utilizando el prototipo montado en un invernadero versus un invernadero sin control automático.

PROTOTYPE OF A GREENHOUSE AUTOMATION SYSTEM BASED ON
ARDUINO AN SENSORS WITH WEB COMMAND CONTROL

Author: Juan Pablo Prieto.

Advisor: Ing. Hugo Sendoa.

ABSTRACT

Some horticultural producers say that the result of the good production is a lottery that depends on the great measure of the climate, a root of which was made an investigation on the real situation of the greenhouses for a later result according to the necessities.

The objective of this work is to design a prototype system of automation of greenhouses based on Arduino and sensors with control of the web command and aims to help horticultural producers to grow horticultural products at all times, regardless of the seasons of the year. The research was carried out experimentally because it involved the creation of a prototype and the set of tests could vary throughout the research. The automatic greenhouse was made with a standard "Arduino UNO" board and an "Arduino Ethernet", both of which belong to the category of open source hardware with the function of adding peripherals such as temperature and humidity sensors, heat and cooling fans used for air conditioning, a drip irrigation system and a simple web interface based on html5, css3, json, jquery and php with mysql database. For the climax a web application was developed with access to which it was achieved the intention to achieve control of the system. It finally resulted in a model belonging to the prototype of a sensor-controlled greenhouse and a drip irrigation system.

Palabras-clave: System, Software, Automatic.

TECHAUUKARÃ IKATU HAGUÃ INVERNADERO OMBA' APO IJEHEGUI SENSOR RUPI HA JEHESAMBYHY KUA INTERNET-GUI

Apoha: Juan Pablo Prieto.
Mbohapeha: Ing. Hugo Sendoa.

ÑE'EMBYKY

Ko tembiapo ñemohu'ã ojejapo ikatu haguã oipytyvõ opa tapicha okyhyjeva àragui oñemitý haguã.

Heta tapicha chokokue he'i pe ñemitý osẽ porã haguã ndève niko nde po'a va'erã, ha peva'erã ojekundaha mayma chokokue ñemitýha ikatu haguãicha ojepytyvõmi chupekuèra iñomitý kuèrape oñemboherova **TECHAUUKARÃ IKATU HAGUÃ INVERNADERO OMBA' APO IJEHEGUI SENSOR RUPI HA JEHESAMBYHY KUA INTERNET-GUI**.

Ko techaukarã ojejapo hina Arduino-gui, peteĩ sensor te'õ vyrehegua FC-28, peteĩ sensor temperatura rehegua DTH11, peteĩ jepejuha yvytu aku opoiva, peteĩ jepejuha onohẽ haguã pe mba'e aku, peteĩ momyiha omohe'õ haguã pe yvy, peteĩ sistema web ha ambue oike a osẽva pe Arduino omba'apo haguã.

Kova rupi niko ikatu chokokue kuèra ojapo ipogui kuèra oikuahaichaita mba'èichapa pe àra oĩva'erã invernadero-pe ikatu haguã umi kòga osẽ porã.

REFERENCIAS

Bibliografía

abc ELECTRONICS. (2 de Febrero de 2017). *abc ELECTRONICS*. Obtenido de abc

ELECTRONICS: www.abcinnova.com/articulos-e-informacion/18-ique-es-un-plc-y-que-beneficios-tiene.html

AF. (26 de Marzo de 2016). *AF*. Obtenido de AF:

www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_conductor_1.htm

Agro. (2016). *Agro*. Obtenido de Agro: agro.infoclima.com/?page_id0=506

Agropinos. (28 de Noviembre de 2012). *Agropinos*. Obtenido de Agropinos:

www.agropino.com/ventajas-cintas-para-riego

Blog Neothek. (22 de Junio de 2016). *Blog Neothek*. Obtenido de Blog Neothek:

<https://blog.neothek.com>

Botanical. (5 de Enero de 2017). *Botanical*. Obtenido de Botanical:

www.botanical.online.com/remolacha.html

BuenasTareas. (26 de Setiembre de 2010). *BuenasTareas*. Obtenido de BuenasTareas:

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Sistema-De-Riego-Por-Gravedad-o/797632.html>,
2010

comprarmotobomba.wordpress.com. (28 de Abril de 2011). *comprarmotobomba.wordpress.com*.

Obtenido de comprarmotobomba.wordpress.com:

(<http://comprarmotobomba.wordpress.com/2011/04/28/¿que-es-una-motobomba/>)

Cosechando Natural (CN). (23 de Enero de 2017). *Cosechando Natural*. Recuperado el 9 de Julio de 2017, de Cosechando Natural:

www.cosechandonatural.com.mx/control_ambiental_articulo23.html

EcuRed. (26 de Julio de 2017). *EcuRed*. Obtenido de EcuRed: www.ecured.cu/Pozos_artesianos

Energía Nuclear. (25 de Noviembre de 2016). *Energía Nuclear*. Obtenido de Energía Nuclear:

<https://energia-nuclear.net/definiciones/energia-electrica.html>

Frutas & Hortalizas. (20 de Diciembre de 2014). *Frutas & Hortalizas*. Obtenido de Frutas &

Hortalizas: www.frutas-hortalizas.com/hortalizas/Presentacion-Pepino.html

Galeas, I. J. (2014). *EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE COL (Brassicaoleracea)*. Ecuador.

logicelectronic. (30 de Julio de 2017). *logicelectronic*. Obtenido de logicelectronic:

www.logicelectronic.com/BECKHOFF/QUE%20es%20un%20PAC.htm

Muñoz, V. J. (2016). *El Nnuevo php. Concepto avanzados*. España: Bubok Publishing S.L.

MySQL. (2016). *MySQL*. Obtenido de MySQL: <https://mysqldaniel.wordpress.com>

Novedades Agrícolas. (47 de MAYO de 2016). *Novedades Agrícola*. Obtenido de Novedades

Agrícola: www.novedades-agricolas.com/es/riego/materiales-de-riego/aspersores-de-riego

Premier Tech Horticulture (PRO-MIX). (9 de Julio de 2016). *PRO-MIX*. Recuperado el 09 de Julio de 2017, de PRO-MIX: www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/como-influey-la-humedad-en-la-calidad-de-los-cultivos/

Sanchez, M. (13 de Febrer de 2017). *METEOROLOGÌA ENRED*. Obtenido de METEOROLOGÌA ENRED: www.meteorologiaenred.com/humedad.html#Relativa

Sànchez, M. (21 de Mayo de 2016). *Jardinera ON*. Obtenido de Jardinera ON: <https://www.jardineriaon.com/variadades-tomates.html>

Software Arduino. (2017). *Software Arduino*. Obtenido de Software Arduino: www.arduino.cc/en/Main/Software

TuFuncion. (6 de Marzo de 2010). *TuFuncion*. Obtenido de TuFuncion: www.tufuncion.com

XAMPP. (14 de Febrero de 2012). *XAMPP*. Obtenido de XAMPP: myu-charly.blogspot.com