

SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL ENBEBIDO CON PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN I²C PARA EL CONTROL DEL CLIMA DE UN INVERNADERO POR VENTILACIÓN FORZADA POR MEDIO DE UN EXTRACTOR DE VÓRTICE DE ROTACIÓN INVERTIDA

*ELECTRONIC CONTROL SYSTEM ENBEBIDO WITH I²C
COMMUNICATION PROTOCOL FOR THE CONTROL OF THE
CLIMATE OF THE GREENHOUSE STANDARD FOR FORCED
VENTILATION THROUGH THE UN INVERTED ROTATION VORTICE
EXTRACTOR*

Erick García González

Departamento de proyectos, La Agrocañada del Salto SCP de RL de CV, México
egg_103091@hotmail.com

Recepción: 20/junio/2019

Aceptación: 13/agosto/2019

Resumen

Este trabajo se centra en el control del clima de un invernadero por medio de la ventilación forzada a través de las cenitales y la segunda ley de la termodinámica. El uso de este sistema deja atrás las costosas máquinas de refrigeración del mercado extranjero y es capaz de mantener en horas pico de calor (14:00-15:00 horas) una temperatura por debajo de los 38 °C en una hectárea de invernadero con planta de tomate en suelo. Su funcionamiento se cimienta en la segunda ley de la termodinámica que dice: “la cantidad de entropía de cualquier sistema aislado termodinámicamente tiende a incrementarse con el tiempo, hasta alcanzar un valor máximo. Pero sensiblemente, cuando una parte de un sistema cerrado interactúa con otra parte, la energía tiende a dividirse por igual, hasta que el sistema alcance un equilibrio térmico”, por esta razón la ventilación forzada es tan efectiva.

Palabra(s) Clave: Clima, control, invernadero, protocolo I²C, datos.

Abstract

This work focuses on controlling the climate of the greenhouse by means of forced ventilation through the zeniths and the second law of thermodynamics.

The use of this system leaves behind the expensive cooling machines of the foreign marking and is able to maintain a hot temperature (14: 00-15: 00 hours) at a temperature below 38 °C in a hectare of greenhouse tomato plant in soil. Its operation is based on the second law of thermodynamics that says: "the amount of entropy of any thermodynamically isolated system tends to increase with time, until reaching a maximum value. But sensibly, when one part of a closed system interacts with another part, the energy tends to divide equally, until the system reaches a thermal equilibrium, "for this reason forced ventilation is so effective.

Keywords: *Climate, control, greenhouse, I²C protocol, data.*

1. Introducción

Los procesos que contribuyen al crecimiento y la producción de las plantas son la fotosíntesis, la respiración y la transpiración.

Estos procesos son condicionados a lo largo del ciclo de la planta (6 meses) por factores como la radiación solar, la concentración de CO², la temperatura y la presión de vapor de agua en el ambiente y a su vez en este caso éstas condiciones son controladas por la existencia de los extractores de vórtice de rotación invertida ubicados estratégicamente en el invernadero. La fotosíntesis y la respiración gobiernan el balance en la producción de carbohidratos en la planta en uno y otro sentido, proveyendo de energía a la planta y de elementos para la formación de los tejidos. La transpiración gobierna el balance del estado hídrico de la planta, siendo el responsable del transporte de las sales minerales en el interior de la planta y de la provisión del agua necesaria para el crecimiento y formación del tejido vegetal. El invernadero crea una atmósfera cerrada pero el extractor produce un intercambio de aire interior/exterior a una velocidad en donde tenemos una diferencia de temperatura de +/- 5 °C a lo largo del día.

La energía térmica y el vapor de agua transpirado son acumulados y alterados por la cubierta del invernadero, hasta alcanzar un valor máximo en donde todo se vuelve inviable para el crecimiento, esto contribuye al desarrollo de plagas y enfermedades, estrés de la planta, no hay buena producción, y financieramente se fracasa. En términos generales las condiciones ambientales del cultivo en el invernadero han

de ser cuantificadas para la determinación del impacto sobre la producción del cultivo.

2. Métodos

Los materiales para utilizar en el control del clima son los siguientes: sensor de temperatura/humedad htu21d, extractor de vórtice de rotación invertida, modulo relevadores 2 canales 12 V, tarjeta de Arduino Uno, LCD I²C 16x2.

Tarjeta de desarrollo Arduino uno

El sistema de desarrollo Arduino uno de la figura 1 es una tarjeta pequeña, completa y fácil de usar basada en el microcontrolador ATmega 328p, el Arduino Uno puede ser alimentado eléctricamente de diferentes formas: mediante un cable mini USB (USB Plug) o una fuente de alimentación externa de 5 V (External Power Supply) [Cid, 2015].



Figura 1 Arduino Uno.

Extractor de vórtice de rotación invertida

El extractor de vórtice de rotación invertida mostrado en la figura 2 se utiliza para alcanzar el equilibrio térmico por convención del aire, esto permite al cultivo absorber dióxido de carbono por las cortinas y expulsar oxígeno por las cenitales, se aprovecha el ascenso por el cambio de densidad del aire por temperatura y la ventilación forzada a través de la cenital.

Módulo de 4 relevadores y cuatro canales de 12 V

El módulo de la figura 3 garantiza el aislamiento eléctrico entre el circuito de mando que es nuestro Arduino uno y también el circuito de potencia externo que

acciona el extractor de calor en grupos de cinco, tiene que ser una prioridad y estar siempre presente para evitar daños o problemas de funcionamiento.



Figura 2 Extractor de vórtice de rotación invertida.



Figura 3 Modulo de 4 relevadores.

Sensor HTU21D

El componente principal utilizado en el sensor digital de humedad y temperatura htu21d visible en la figura 4, es el amplificador ad8232 de la compañía Analog Device, dicho dispositivo tiene integradas las funciones de: compensación, filtrado y amplificado de la señal adquirida, características necesarias y requeridas al momento de hacer el monitoreo en tiempo real de la temperatura y humedad en el invernadero, para su envío al sistema de control y poder tomar una acción correctiva en caso de requerirse [Cid, 2015].



Figura 5 HTU21d.

LCD I²C 16X2

El módulo de interface serial FC-113 IIC/I²C que se muestra en la figura 5 para los displays 16x02 disminuye la cantidad de terminales (pins) utilizados en la placa Arduino y deja lugar para otros sensores y actuadores, la conexión entre la pantalla LCD y el módulo I²C serie es muy fácil y la programación es la que gobierna los tiempos entre dispositivos bajo este protocolo [Cid, 2015].

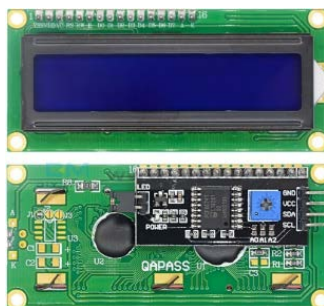


Figura 5 LCD I²C 16X2.

3. Resultados

Para poder entender cómo funciona el calor dentro del invernadero en la figura 6 (plano de un invernadero de 1 ha) es necesario comprender un área de la física llamada termodinámica que afirma lo siguiente: toda materia que posee masa es capaz de almacenar energía térmica a nivel molecular y ésta consecuentemente busca un equilibrio térmico con el medio que lo rodea, cuando dos objetos con diferentes temperaturas se ponen en contacto (conducción), se transfiere energía de uno a otro hasta que ambos objetos se encuentran en equilibrio térmico si y solo si tienen la misma temperatura (Paul E. Tippens, 2001).

El interior del invernadero y el exterior buscan después de las 16:00 horas un equilibrio térmico cuando el sol ha menguado su radiación, la cual es capaz de generar energía térmica en el material con el cual está en contacto, eso depende mucho de la capacidad de transferencia de calor que presenta el material, de su densidad y conductividad térmica. El proceso natural es muy tardado en un invernadero así que se vuelve necesario el uso de la convección como proceso para agilizar el intercambio de temperatura, por el cual transferir calor por medio del

movimiento real de la masa del aire ya que la conductividad térmica del aire es 0.024 W/mK cuando la del acero es de 50.2. Esto explica porque, aunque la temperatura del aire a la intemperie es de 33 °C al mismo tiempo una placa de metal puede quemarte la mano, debido a que sus parámetros operativos son mucho muy diferentes (emisividad/absorbencia). La tabla 1 contiene los valores obtenidos después de la implementación de los extractores en la época más caliente del año [Paul E. Tippens, 2001].

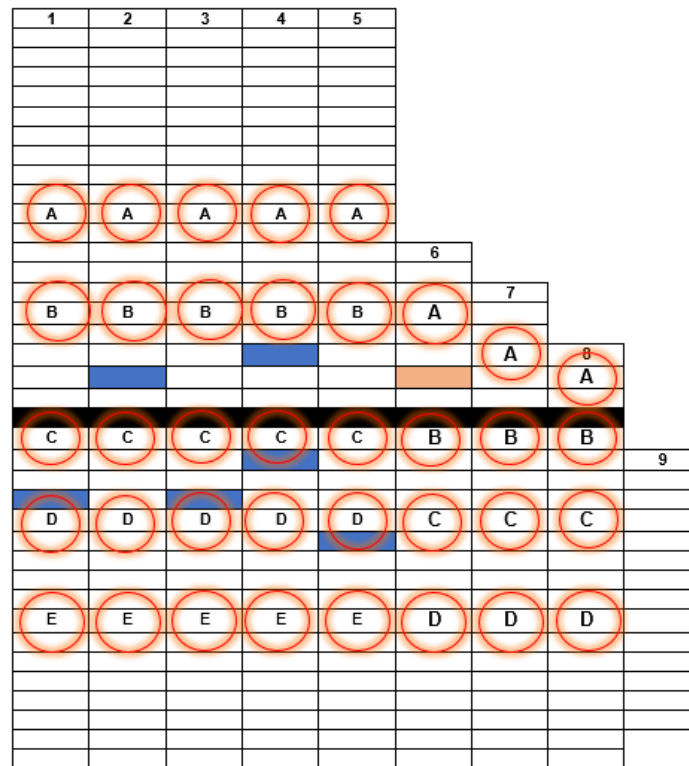


Figura 6 Plano del invernadero.

Tabla 2 Muestreo.

3/5/19 13:30	1 (°C - %)	2 (°C - %)	3 (°C - %)	4 (°C - %)	5 (°C - %)	6 (°C - %)	7 (°C - %)	8 (°C - %)
A	36.1-17	37.4-24	36.7-17	37.8-18	37.6-19	36.9-17	36.1-17	35.1-18
B	37.1-18	37.0-23	37.1-17	37.2-19	38.2-21	36.3-18	37.0-17	35.7-18
C	37.5-22	37.1-25	37.8-19	36.8-23	37.6-20	37.5-21	37.3-17	36.1-17
D	37.3-26	35.9-21	36.8-18	36.9-19	37.2-21	37.7-21	36.7-17	36.5-17
E	37.3-24	36.1-24	36.8-22	36.3-18	37.0-19	----	----	----

4. Discusión

Una vez claros estos conceptos en termodinámica entenderemos mejor que es el calor, como funciona y que podemos hacer para controlar el clima al interior del invernadero, es importante resaltar que la radiación constante del sol produce picos de calor hasta por 44 °C mas no significa que sea el calor real porque estaríamos ignorando la segunda ley de la termodinámica que habla sobre la conservación de la energía en la materia, “la cantidad de entropía de cualquier sistema aislado termodinámicamente tiende a incrementarse con el tiempo, hasta alcanzar un valor máximo”. Pero sensiblemente, cuando una parte de un sistema cerrado interactúa con otra parte, la energía tiende a dividirse por igual, hasta que el sistema alcance un equilibrio térmico, por esta razón si el termómetro está en reposo la lectura será errónea [Paul E. Tippens, 2001].

Temperatura

En la tabla 3 se puede observar la señal de la temperatura en el medio ambiente y la excelente calidad del clima que tiene el invernadero el control de la temperatura entre 35-38 °C en la hora más caliente del día en el verano.

Humedad

Se midió la humedad relativa del aire con el sensor htu21d, el cual arrojo una humedad relativa considerada ideal entre 60-70%, se puede observar también en este caso la excelente calidad del aire que se presenta en la figura 7.



Figura 7 Transmisión de señales.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Paul E. Tippens. (2001). *Física Conceptos y Aplicaciones*. México, DF. McGraw-hill interamericana editores, SA de CV.
- [2] Cid, R. (2015). *Arduino-Aplicaciones en robótica mecatrónica e ingenierías*. Ciudad de México: Alfaomega grupo editor, SA de CV.