

CONTROL NEURONAL Y MONITOREO REMOTO DE LA VARIABLE TEMPERATURA EN UN INVERNADERO

NEURONAL CONTROL AND REMOTE MONITORING OF THE VARIABLE TEMPERATURE IN A GREENHOUSE

José de Jesús García Cortés

Tecnológico Nacional de México en Ciudad Guzmán
ltcg_juesusgc@hotmail.com

Edgar David Guzmán Martínez

Tecnológico Nacional de México en Ciudad Guzmán
templar.guzman@gmail.com

Luis Jesús Cárdenas Peregrino

Tecnológico Nacional de México en Ciudad Guzmán
luisastree@gmail.com

Jorge Luis Sánchez Serrano

Tecnológico Nacional de México en Ciudad Guzmán
jorge.lui.san@hotmail.com

Resumen

En este trabajo se presenta el control de temperatura dentro de un invernadero mediante el uso de una interfaz de monitoreo HMI SCADA y un control con redes neuronales para mantener una temperatura óptima para el crecimiento de las plantas. La temperatura es uno de los factores que repercute directamente en el cultivo dentro de un invernadero debido a un mal control de esta puede acarrear consecuencias negativas al cultivo, generar un crecimiento desordenado de la hoja y mal crecimiento del fruto. En la región sur de Jalisco existe una gran cantidad de invernaderos que pueden llegar a necesitar un aumento en su producción y ahorro de sus recursos, y una forma de ello es conseguir un buen manejo de las variables encargadas del crecimiento de las plantas. El sistema propuesto de control es un HMI SCADA asistido con redes neuronales para monitorear y controlar los cambios de temperatura dentro del invernadero, llevándose el control a cabo por un control de redes neuronales y un humidificador AirWet para regular los cambios requeridos por el cultivo.

Palabra(s) Clave: Invernadero, Temperatura, Redes neuronales, Control, HMI, AirWet.

Abstract

The present project shows a temperature control within a greenhouse by using a HMI SCADA monitoring interface and a control with neural networks to maintain an optimum temperature for the growth of the plants. The temperature is one of the factors that directly affects the crop in a greenhouse due to poor control of this can cause negative consequences to the crop; generate a messy growth of the leaf and poor growth of the fruit. In the southern region of Jalisco there is a large number of greenhouses that may need to increase their production and saving their resources, and one way is to get good management of the variables responsible for the growth of the plants. The proposed control system is a SCADA HMI assisted with neural networks to monitor and control the temperature changes inside the greenhouse, taking control by a neural network control and an AirWet humidifier to regulate the changes required by the crop.

Keywords: *Greenhouse, Temperature, Neural Networks, Control, HMI, AirWet.*

1. Introducción

El impacto de la temperatura en un invernadero es crucial pues la mayoría de los procesos biológicos se acelerarán con temperaturas altas, lo cual puede ser tanto positivo como negativo. Un rápido crecimiento o producción de frutos es un beneficio en la mayoría de los casos, sin embargo, la excesiva respiración que se produce es desfavorable porque implica que quedará menos energía disponible para el desarrollo de los frutos, resultando en unos frutos más pequeños. Algunos efectos se manifiestan a corto plazo mientras que otros lo harán a largo plazo. Por tanto, la temperatura en un invernadero favorece el crecimiento de la planta y el desarrollo del fruto pero un mal manejo de ella puede llevar a que esta se marchite, su hoja crezca de maneja errónea o de frutos defectuosos, por ello es importante regular la temperatura sobre todo en verano, pues es cuando la temperatura tiende a elevarse, al menos en la región sur de Jalisco.

Las plantas son considerablemente susceptibles a los cambios de temperatura y las variables del tiempo. Es muy importante seleccionar especies que sean compatibles con el clima de la zona donde se vive y que no se afectadas por un violento cambio climático. Los cambios drásticos en la temperatura pueden actuar directamente modificando los procesos fisiológicos existentes, principalmente la fotosíntesis, e indirectamente, produciendo un patrón alterado del desarrollo subsecuente a la imposición del cambio ocurrido en la temperatura. Las plantas sólo pueden desarrollarse entre sus umbrales térmicos, o temperaturas mínimas y máximas, variando según la especie.

Razón por la cual este trabajo propone un control basado en redes neuronales, para el manejo de esta variable, teniendo sensores de temperatura Ds18b20 (figura 1) y un Arduino UNO (figura 2) como elementos de adquisición de datos y un humidificador AriWet (figura 3) como elemento de control.



Figura 1 Sensor de temperatura Ds18b20.



Figura 2 Arduino UNO.

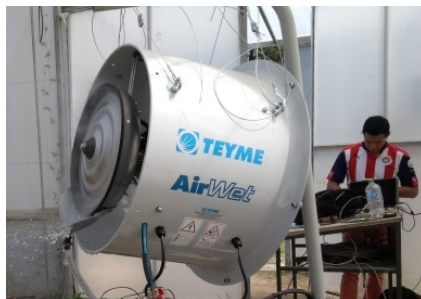


Figura 3 Humificador AirWet de la marca TEYME.

2. Métodos

Para el desarrollo de este control se requirió la instalación de una red de 16 sensores de temperatura Ds18b20 en el invernadero del Instituto Tecnológico de Cd. Guzmán (ITCG), la distribución de estos sensores es mostrada en figura 4.

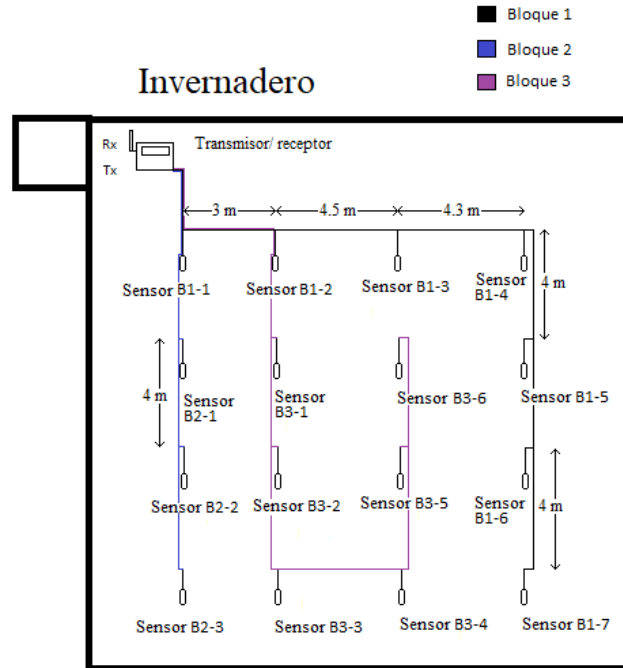


Figura 4 Distribución de la red de sensores dentro del ITCG.

Las medidas del invernadero son de 17x17 m. Con esta distribución se calculó una temperatura promedio la cual es enviada a un cuarto de control en donde se aplica el control, la arquitectura de control propuesta es muestra da en la figura 5.

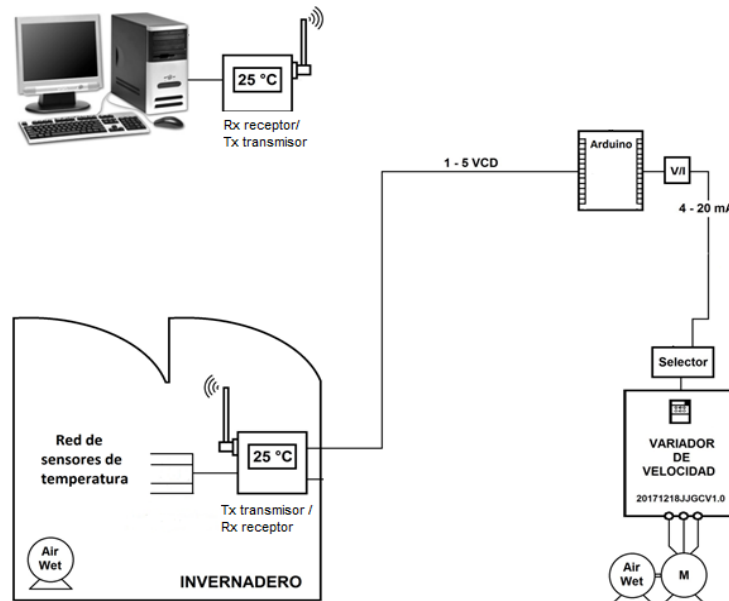


Figura 5 Arquitectura de control propuesta.

El control de redes neuronales es propuesto con un vector de entradas de 1x55 en el cual se proponen valores de temperatura entre -10 y 100 °C, con lo que aseguramos que en el entrenamiento la red neuronal aprenda posibles valores de temperatura. Para el vector objetivos se propuso otro vector de 1x55 con valores de 0 a 100 °C que corresponden a un incremento porcentual. La red neuronal utilizada fue creada en Matlab, las características de la red neuronal se describen en la figura 6.

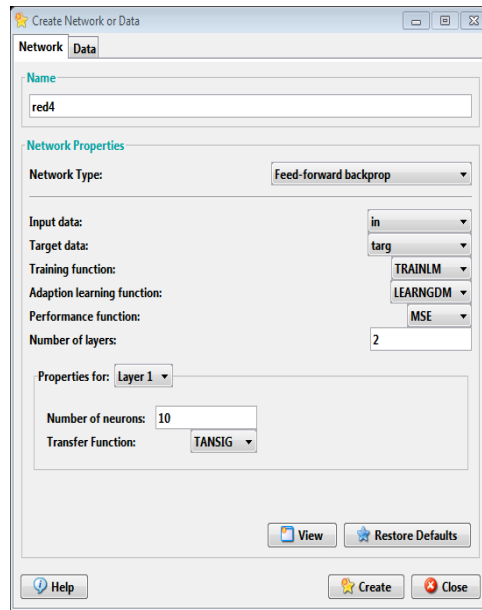


Figura 6 Configuración de la red neuronal.

La función de entrenamiento es una función lineal, y la configuración de la red es la mostrada en la figura 7.

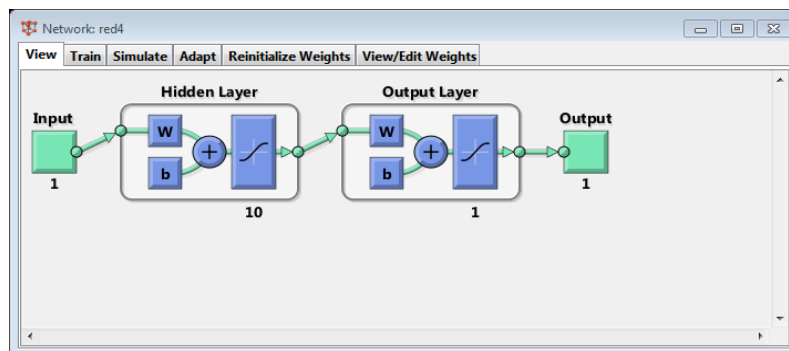


Figura 7 Red neuronal 10 neuronas capa oculta y una de salida.

La red neuronal se entrenó hasta que se obtuvo un rendimiento adecuado, para vincular la red neuronal y realizar el control se realizó una interface en Labview, para establecer la comunicación entre los datos recibidos con el Arduino se utilizó el paquete de VISA de Labview. La interface desarrollada se muestra en figura 8.

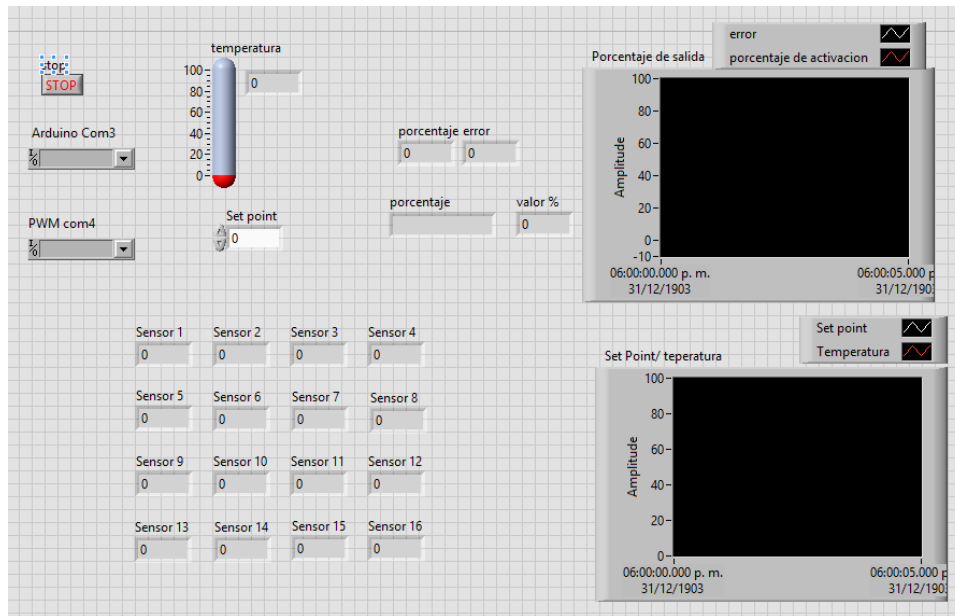


Figura 8 Interface para el monitoreo de temperatura.

Para el control de la salida se configuro un PWM, el ancho de este pulso fue dado de 1 a 5 V que posteriormente fue convertido en corriente (4 a 20 mA) que fue la entrada al variador para modular la frecuencia del variador de velocidad.

3. Resultados

La falta de equipo fue un impedimento para probar el control neuronal de temperatura a su máxima capacidad, puesto que pruebas previas habían demostrado que un solo AirWet era insuficiente para repercutir en todo el invernadero, por lo que la prueba se acoto a los sensores del bloque 2 de la figura 4, debido a que el campo de repercusión del humificador es cilíndrico. Este control demostró un desempeño optimo y fue comparado con un control PID también desarrollado para este mismo propósito a continuación se muestran los gráficos obtenidos en las pruebas de campo.

4. Discusión

Como se puede apreciar en la figura 9 y la figura 10, ambos controles cumplen con su propósito, sin embargo, el control con Red neuronal logro estabilizarse más rápido, y presenta menos sobrepasos además de controlar de manera más limpia el valor del PWM requerido por el variador de velocidad los tiempos de muestreo y señal de salida fueron cada segundo, dando como resultado un asentamiento en aproximadamente 4 minutos, mientras el control PID tardo alrededor de 6 minutos. La razón del comportamiento del valor de PWM se debe al entrenamiento de la red neuronal, puesto que fue entrenada para proteger el motor de posibles daños si se manejaban valores de baja frecuencia, estos valores están dados en tabla 1.

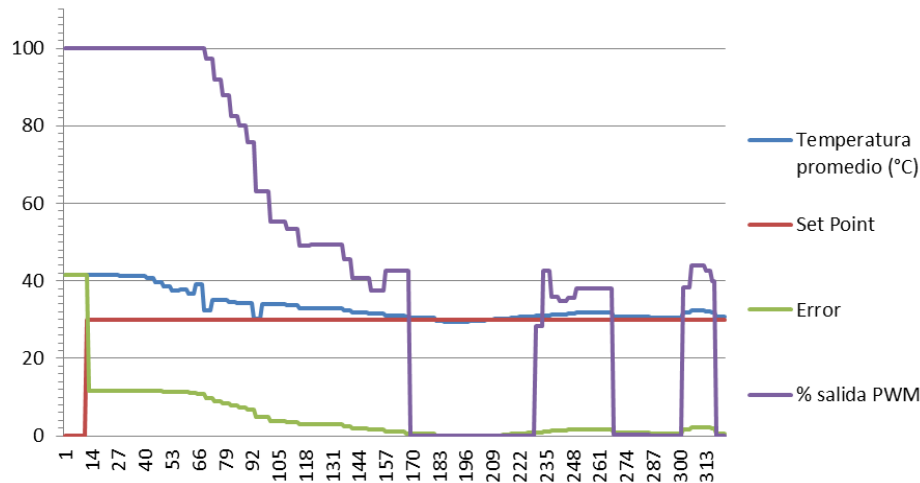


Figura 9 Resultados de prueba de campo con control RNA.

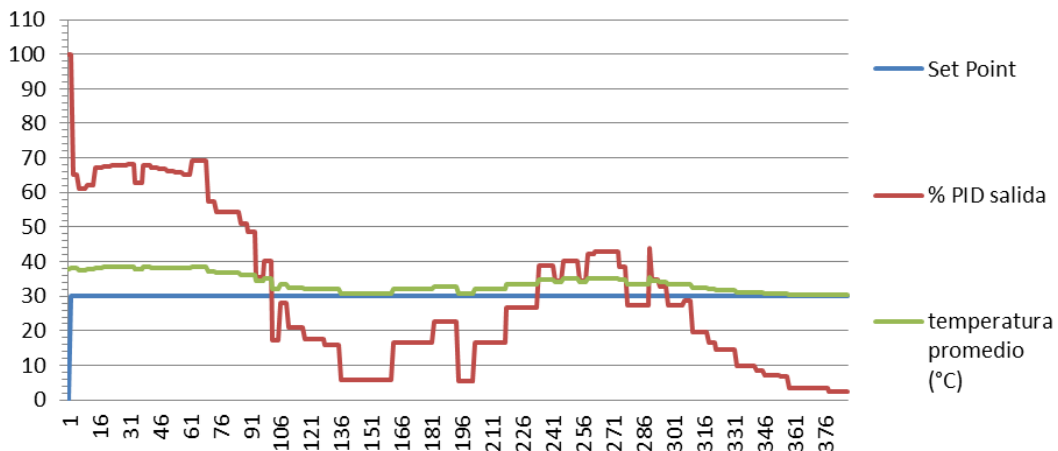


Figura 10 Resultados de prueba de campo con control PID.

Tabla 1 Valores de % de señal y frecuencia de trabajo.

Equivalencia de trabajo en el variador		
Error	% de señal	Frecuencia de trabajo (Hz)
1	36	23.9
3	50	30.7
5	64	38.5
7	79	47.5
8	86	52.8
9	96	58.7
10	100	60

Los controles con redes neuronales pueden ser diseñados para un problema específico, lo que permite un acoplamiento de acuerdo a las necesidades requeridas, caso contrario del control PID para el que se requirió el cálculo de la planta.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Ponce Cruz, P. (2010). Inteligencia artificial con aplicaciones a la ingeniería. 1st ed. Cd de Mexico: Alfaomega Grupo Editor, SA de CV.
- [2] Katsuhiko Ogata. (2010). Controladores PID y controladores PID modificados. En Ingeniería de control moderna (567). Madrid: Pearson Educación.
- [3] Mandado-Pérez, Enrique; Marcos-Acevedo, Jorge; Fernández-Silva, Celso; Armesto-Quiroga, José-I. (2009), Autómatas Programables y sistemas de automatización. México, Marcombo-Alfaomega,
- [4] Astrom, Karl; Hagglund, Tore. (2009), Control PID avanzado. Madrid, España, Pearson Prentice Hall.
- [5] Creus, Antonio. (2011), Instrumentación Industrial. 8A Edición. México. Marcombo-Alfaomega.
- [6] Roca-Cusidó, Alfred. (1999), Control de procesos. Barcelona, España. Alfaomega.
- [7] Luyben, W-L. (1973), Process Modeling, Simulation, and Control for Chemical Engineers. New York, Mc Graw-Hill.