

Desarrollo e implementación de una unidad inteligente con control difuso, para policultivos en invernaderos de traspatio con LabView

Development and implementation of intelligent unit of Fuzzy Control to Polyculture in Backyard Greenhouse with LabView

Por Juan Carlos Reyes García & Guillermo Ramírez Villeda
Universidad Tecnológica de Tula Tepeji

Dirección electrónica del autor de correspondencia:
Reg.jcarlos@gmail.com, gramirez@uttt.edu.mx

Cómo citar: Reyes García J.C., Ramírez Villeda, G. (2015). Desarrollo e implementación de una unidad inteligente con control difuso, para policultivos en invernaderos de traspatio con LabView. *Universo de la Tecnológica*, 7(20), 9-12.

Recibido: Octubre 21 de 2014
Aceptado: Febrero 26 de 2015

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es aplicar los resultados preliminares de una investigación experimental de campo, que demuestre la validez en la aplicación del control difuso de una huerta familiar, aplicando la unidad inteligente y LabView® como plataforma de desarrollo experimental. El provisto de este trabajo son las comunidades urbanas de Tula de Allende, donde las huertas de traspatio dejaron de ser rentables y productivas debido a la falta de tecnología sustentable, logrando manipular las variables climáticas como la temperatura y humedad relativa para el control del riego, manteniendo al cultivo orgánico dentro de los parámetros óptimos de crecimiento y desarrollo, demostrando la eficiencia del control inteligente sobre el control tradicional.

PALABRAS CLAVE: Temperatura, humedad relativa, control difuso, LabView, microcontrolador.

ABSTRACT: The aim of this study is to provide the previous results that suggest the validity of Fuzzy control and LAbView® application microcontroller. This scientific research is led to urban communities in Tula de Allende Hidalgo where the backyard orchards are useless and they are not productive anymore due to the lack of applied technology. It was done a field experiment supported by a fuzzy control as a sustainable technology that handles weather variables as temperature as relative humidity under optimal parameters to make tomatoes and zucchini grow. Furthermore, it shows the validation of fuzzy control rules and optimal watering system, then it was accomplished the best biological conditions to raise the plantation by the determined control.

Key words: Temperature, relative humidity, fuzzy control, LabView, microcontroller.

Introducción

Desde que Mamdani (1794) mostrase la primera aplicación de la Lógica Difusa al control de un proceso particular, una extensa gama de aplicaciones, desde electrodomésticos a robots y sistemas de control industrial (George, 1995), han sido desarrollados bajo las premisas del Control Difuso. En la actualidad podemos encontrar una gran variedad de software (Duarte, 1999), capaz de controlar procesos y simular los (Xfuzzy®, FuzzyTech®, Matlab®, Fuzzy Logic Toolbox®) factores climáticos de un invernadero. La solución aquí propuesta para el control de la temperatura y humedad relativa en el interior de un invernadero (Martínez, 2006), está orientada a reglas del tipo condicional programadas en una plataforma de control virtual, que permiten descartar modelos matemático no lineales. La finalidad de este trabajo es la aplicación de las reglas difusas que demuestran la validez y pertinencia en los cultivos protegidos, logrando cultivos orgánicos de calidad para una sociedad cada vez más exigente (Cornelissen, 2002).

Materiales y métodos

El invernadero de traspatio, cuenta con una estructura metálica tipo túnel de acuerdo con la norma NMX-E-255-CNCP-2008 anexo A. La estructura tiene una

superficie de 6x4m² y una altura de 3m, cortinas y cubierta plástica de polietileno de 10 micrómetros de espesor Figura 1.



Fig. 1. Estructura del invernadero de traspatio.

Programación de los sensores: Se utilizó el software Graph® para linealizar de los sensores HMZ433A Figura 2, obteniendo las ecuaciones características Figura 2, que se utilizaron para programar al PI-C16F877A Figura 3.

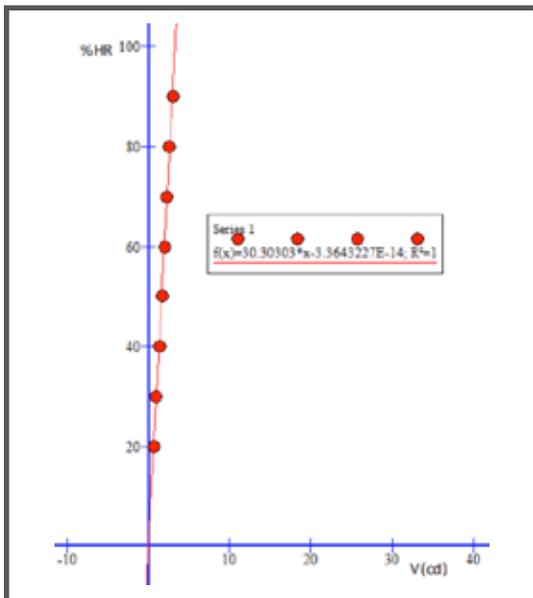
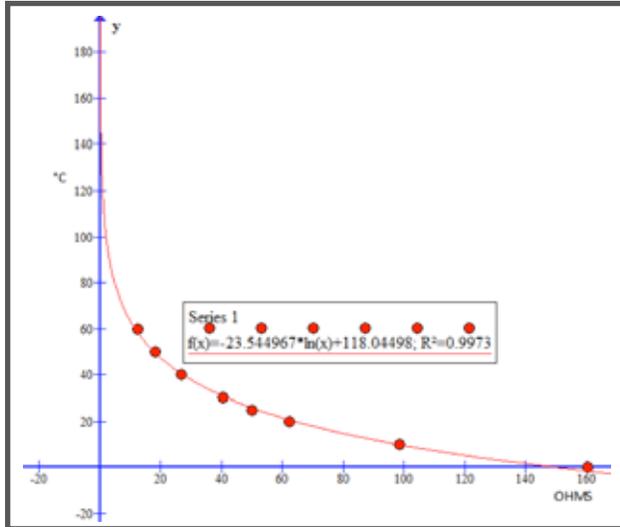


Fig. 2 Linealización de los sensores HMZ433A.

```
float temp=0,hum=0;
#include <math.h>
#define resistor 10000 //2740 //22000
#define vreference 5
void sensor() {
  int16 a,q,b=255;
  float T=0,H=0,v;
  enable_interrupts(int_rda);
  enable_interrupts(global);
  SETUP_ADC(ADC_CLOCK_INTERNAL);
  SETUP_ADC_PORTS(A0_TO_A03);
  set_adc_channel(0);
  delay_us(20);
  for (a=1;a<b;a++){
    q=read_adc();
    v=vreference*(q/1023.0);
    T=(20.06705-23.544967*log((resistor*(vreference-v)/v)))/(E-1);
    temp=T;
  }
  set_adc_channel(1);
  delay_us(20);
  restart_wdt();
  for (a=1;a<b;a++){
    q=read_adc();
    v=vreference*(q/1023.0);
    H=(30.30303*v-0.00000000000033643227)/(b+1);
    hum=H;
  }
}
```

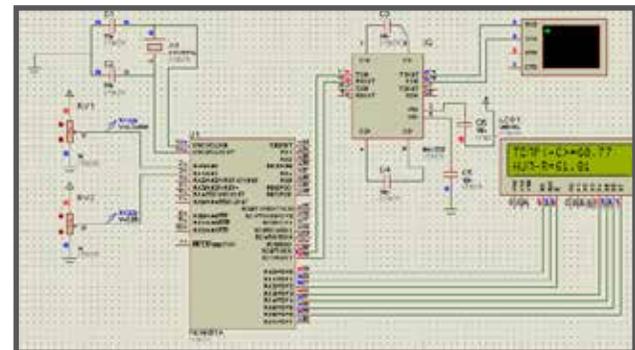


Fig. 3 Código y simulación del sensor HMZ433A.

Materiales biológicos y germinación. Una vez ya instalada la unidad inteligente, se cultivó jitomate y calabacín, germinando en un periodo de 30 días, dando lugar a la primera cosecha de Mayo 2014 Figura 4.





Fig.4- Unidad Inteligente, floración de la calabaza y sensor.

La Figura 5, muestra la arquitectura del control inteligente y la plataforma virtual de desarrollo para el monitoreo y control de las variables de estudio.

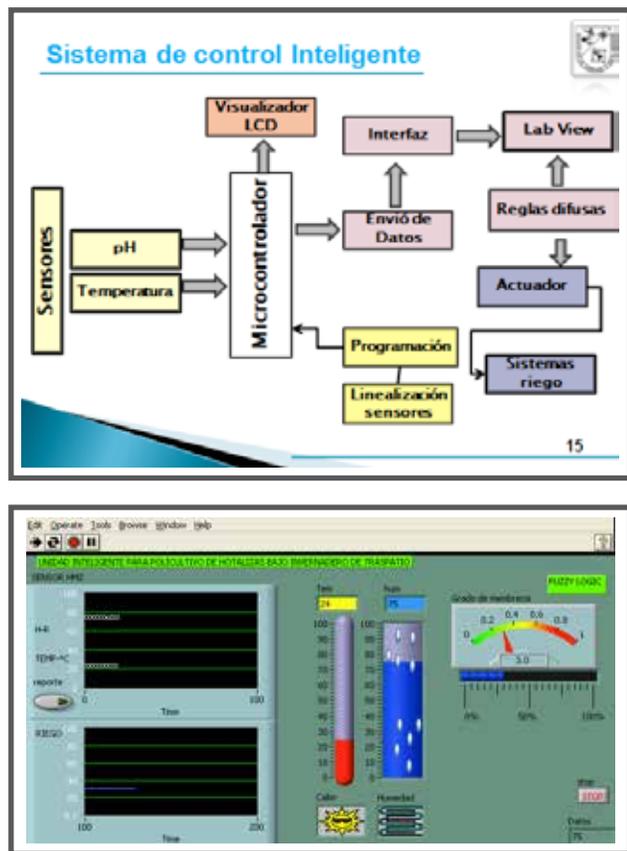


Fig. 5. Arquitectura y pantalla principal del invernadero de traspatio.

Reglas Difusas:

Rule No.	IF	THEN	With	Defuzzification Method
1	baja poco	poco	1.00	Center of Gravity
2	baja regular	poco	1.00	Center of Gravity
3	baja mucha	radio	1.00	Center of Gravity
4	media poco	medio	1.00	Center of Gravity
5	media regular	poco	1.00	Center of Gravity
6	media mucha	radio	1.00	Center of Gravity
7	alta poco	mucho	1.00	Center of Gravity
8	alta regular	medio	1.00	Center of Gravity
9	alta mucha	radio	1.00	Center of Gravity

Fig. 6. Reglas de control difuso.

Las nueve reglas propuestas en la Figura 6, son basadas en artículos de desarrollo y crecimiento del jitomate y tomate, según el método de centro de gravedad, se diseñaron las respuestas de cada función lingüística y su grado de membrecía

Resultados

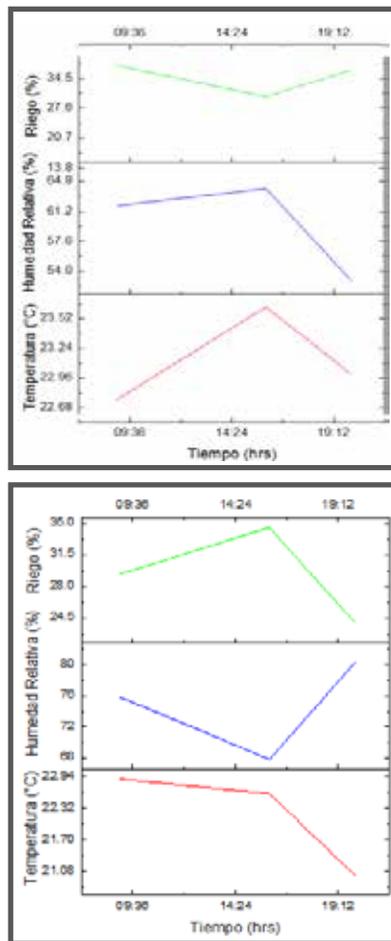


Fig. 7. Histogramas 5 y 6 de Mayo respectivamente.

Los datos recolectados por la unidad inteligentes son procesados y graficados en histogramas Figura 7, que demuestran los resultados obtenidos del día 05 y 06 mayo, de la temperatura y humedad relativa, así como la respuesta del riego en un periodo de las 9:36 a las 19:12 h, destacándose en el histograma del 5 de mayo un punto crítico alrededor de las 17:00h, donde la temperatura y HR presentan un declive en su magnitud en el transcurso de la tarde, sin embargo, llegan a estar sobre el límite inferior permitido para el crecimiento y desarrollo de la planta, nótese el efecto esperado del riego en cada histograma, según las reglas de control difuso puestas (reglas 7, 5).

Conclusiones

Como el microclima bajo invernadero debe ser el más próximo a las condiciones biológicas óptimas para la variedad cultivada (Bailey, 1998), en este trabajo, se manipularon las variables de temperatura y HR, a los valores de crecimiento y desarrollo de la planta, bien es cierto, se pusieron a prueba las nueve reglas de control al diseño de las ventanas, iluminación y orientación del invernadero, donde el control difuso con LabView logró el alcance tecnológico esperado dentro de los parámetros programados para el control del riego. El sistema propuesto se puede trasladar a un control basado en DSPIC y sistemas de RF para los sensores y actuadores, sustituyendo el software y el control difuso.

Discusión

En efecto, se comprobó que el control difuso resulta muy versátil porque nos permite realizar el control no lineal del sistema sin conocer el modelo matemático de la planta que describa su comportamiento y resultaría complejo como lo demuestran Castañeda (2007). El utilizar controladores lógicos programables se convertiría en un sistema de control fijo, es ahí donde la lógica difusa sobresalen sus ventajas, cuando se determinan las reglas del control.

Referencias

- Bailey, B. J. (1998). Modelización de la gestión del clima en invernadero; Tecnología de invernaderos II; Editado por FIAPA.
- Castañeda, R., Ventura, E., Piniche, R., & Herrera, G. (2007). *Análisis, y simulación del modelo físico de un invernadero bajo condiciones climáticas de la región central de México*. Facultad de Ingeniería. DEPI. U.A.Q.
- Cornelissen, A. M. G., J. Van den Berg, W. J. Koops, U. Kaaymak (2002). *Eliciting Expert Knowledge for Fuzzy Evaluation of Agricultural Production Systems*.
- Duarte O.G., Pérez, G. (1999). *Unfuzzy: Fuzzy Logic System análisis, design, simulation and implementation software*. EUSFLAT-ESTYLF Joint Conference (European Society for Fuzzy Logic and Technology), pp. 251-254, Palma de Mallorca, Spain.
- George J., Klir. (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logics: Theory and Applications*, NJ. Prentice Hall.
- Mamdani, E. H. (1997). *Applications of fuzzy algorithms for simple dynamic plant*. Proc. IEE, Vol. 121, No. 12, pp. 1585-1588.
- Martínez, J. A., Parra Díaz, S., Gamero Inda, E. (2006). *Control de la humedad relativa y temperatura de un invernadero mediante control difuso*. Instituto Tecnológico de Durango.
- NMX-E-255-CNCP-2008, *Invernaderos-Diseño y Construcción*. Especificaciones (Greenhouses-Design and Construction-Specifications).