



Conciencia Tecnológica

ISSN: 1405-5597

contec@mail.ita.mx

Instituto Tecnológico de Aguascalientes
México

Ávalos Briceño, J. Benito; Esparza Arellano, María Elena
Instrumento Virtual para Controlar Volumen y PH de una Solución en una Planta Hidropónica
Conciencia Tecnológica, núm. 21, enero, 2003, pp. 15-18
Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Aguascalientes, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94402102>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

INSTRUMENTO VIRTUAL PARA CONTROLAR VOLUMEN Y Ph DE UNA SOLUCIÓN EN UNA PLANTA HIDROPÓNICA

J. Benito Ávalos Briceño & María Elena Esparza Arellano

Departamento(s) de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y Ciencias Básicas
Av. Adolfo Lopez Mateos 1801, Ote.
Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Aguascalientes, Ags.

Tel: 01(449)9-105-002 Ext. 106/143 E-mail: jbenitomx@yahoo.com/jbenitomx@hotmail.com

RESUMEN

Se ha desarrollado el diseño de un instrumento virtual económico para controlar el volumen y pH de una solución de nutrientes en una planta hidropónica de sistemas de producción para el apoyo de la vida en el espacio. Los procedimientos desarrollados son computacionalmente simples y muy convenientes para utilizar un microprocesador sencillo basado en LabVIEW para Windows con tabllilla de adquisición de datos. A continuación se describen los detalles de dicho instrumento basado en LabVIEW.

1.0 INTRODUCCION

Usando ajustes de soporte manual, patatas y cacahuates ha sido adecuadamente desarrollados en sistemas hidropónicos experimentales diseñados para producción a largo plazo, utilizando el recurso humano así como instrumentos electromecánicos. El centro de sistemas de apoyo para el control de la vida ecológica (CELSS) [1] nos proporciona el soporte teórico adecuado. El sistema Hidropónico usado para el desarrollo de las patatas y cacahuates utiliza el método de la Técnica de Membrana de Nutrientes (NFT). Tal sistema requiere control correcto del volumen de la solución de nutrientes, pH, temperatura, y la proporción del flujo de la solución para mejorar el nutriente y la liberación de O₂ del sistema principal.

El uso de técnicas digitales en instrumentación están bien establecidas [2] - [4]. El LabVIEW de *National Instruments* es un sistema de programación para control y adquisición de datos, análisis de datos, y presentación de datos usando una unidad de interfase de plataforma grafica (GUI). LabVIEW ofrece una técnica de programación innovadora en que los objetos del software pueden ser agrupados gráficamente para formar una representación virtual del sistema de control que se esté desarrollando. Con LabVIEW, los diagramas a bloques son agrupados para representar las funcionalidades expresadas en los procedimientos sin preocuparse por los muchos detalles de sintaxis de la

programación convencional. Los objetos en los diagramas a bloques están conectados por alambres para pasar datos de un bloque al siguiente dependiendo de las funcionalidades expresadas en el procedimiento - desde funciones aritméticas sencillas hasta adquisiciones de datos complejos y rutinas de análisis complejas. La plataforma de desarrollo de LabVIEW es de bajo costo, debido a que todo el desarrollo se realiza virtualmente (en la PC) con lo cual la construcción del Prototipo Físico se realizará hasta superar las pruebas requeridas de funcionalidad con lo cual se logra amplia precisión , agregando funcionalidad así como ahorro en tiempo de desarrollo.

Un sensor ultrasónico y un sensor de pH están conectados a una PC a través del conector de la tarjeta de adquisición de datos (DAQ AT-MID-16E-2) de National Instruments. El LabVIEW proporciona funciones para adquirir y sacar datos a través del conector de la tarjeta.

El propósito de este trabajo es presentar un procedimiento detallado para un instrumento virtual (VI) que adquiera datos a través de un subsistema de adquisición de datos .

2.0 PROCEDIMIENTOS

La figura 1 muestra el diagrama funcional usado para medir la altura (volumen) y el pH de la solución en un sistema hidropónica.

La tarjeta de adquisición de datos (DAQ) está montada en la PC la cual recibe la información de la altura desde un sensor ultrasónico colocado en lo alto del tanque y un sensor de pH colocado dentro (en la base) de la solución de nutrientes. El sistema hidropónico consiste en un canal de desarrollo (para patatas y cacahuates), un depósito de una solución de nutrientes, una bomba que provee la solución de nutrientes al canal de desarrollo. La solución con los nutrientes deberá ser llenada actualizando en volumen del depósito cada vez que se requiera para un control adecuado del ciclo de crecimiento. Una bomba sumergible se acopla para llenarla de solución de nutrientes si el cambio en el porcentaje de error en la altura de la solución de nutrientes es más grande que un valor predeterminado. El pH debe de mantenerse dentro de un rango de 5.5 hasta 6.

El contenido de las soluciones , ácida o base, se agregan cuando el pH cae fuera del rango indicado.

Donde T es la temperatura (°C) del aire. La diferencia en la altura Δx es dado por (3)

$$\Delta x = d * H = vt/2 - H \quad (3)$$

Usando (3). Puede ser mostrado por el porcentaje de error que es obtenido por:

$$\text{Error} = \frac{vt - 2H}{2H} * 100\% \quad (4)$$

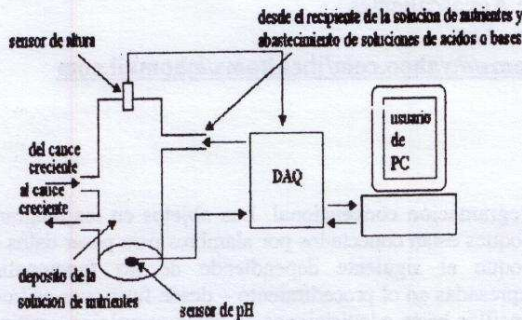


Fig. 1 control de volumen y pH de la solución de nutrientes

2.1 Procedimientos.

La figura 2 muestra el principio básico envuelto en el uso de un pulso ultrasónico para medir una distancia. El pulso del sensor de ultrasonido es transmitido por la superficie de la solución de nutrientes. El pulso, reflejado desde la superficie de la solución de nutrientes, regresa al sensor . La distancia desde el sensor hasta el nivel deseado de la solución de nutrientes está dada por H.

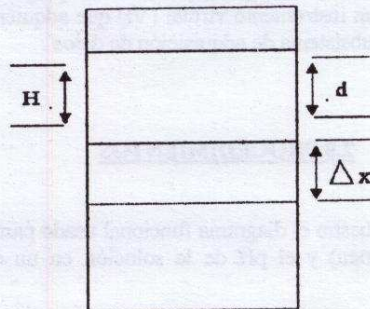


Fig. 2 Sistema de control de altura usando un sensor de ultrasonido

La distancia medida desde el sensor a la superficie de la solución de nutrientes a cualquier tiempo es representado por d. Como sea, d también puede ser encontrada por (1).

$$d = (v*t)/2 \quad (1)$$

Donde v es la velocidad de la sonda en el aire, y t es el tiempo de retraso del pulso de ultrasonido. En [3] la velocidad de la sonda es dado por:

$$v = 331.5 + 0.61T \text{ (m/seg)} \quad (2)$$

La resolución del detector de fase y la direccionalidad del sensor afecta seriamente la exactitud de la medida de la altura porque la orientación desde el sensor al objeto es determinada por la sensibilidad.

El sensor de pH es usado para medir el pH del sistema de solución de nutrientes. Cuando un cambio significativo de corriente es detectado dependiendo del nivel del pH, un voltaje proporcional es generado desde el sensor de pH y esto permite al sistema de control actuar. Si el pH esta dentro del rango correcto, ninguna acción se toma. Si el pH es encontrado por fuera del rango del punto establecido, una solución base se accionaría agregándola hasta que el rango apropiado es de nuevo alcanzado. El pH es monitoreado cada hora. Fig. 4(b).

3.0 SISTEMA COMPLETO DE INSTRUMENTACIÓN.

3.1 Visión Global del Instrumento.

En LabView, el panel frontal grafico, diagrama a bloques e iconos / conectores son usados para representar las funciones expresadas en el sistema. El panel frontal sirve de interfase con el usuario para proporcionar las entradas, colocar los controles, y salidas para observar el sistema de instrumentación actual. Los objetos del panel frontal son escogidos desde el menú *Controles* - indicadores de números, metros, calibradores, termómetros, tanques, LED's, gráficas, etc. El panel frontal será una representación virtual del sistema de instrumentación actual y por lo tanto puede ser usado para controlar el sistema en proceso.

Un diagrama a bloques contiene operaciones de entrada / salida, componentes computacionales, adquisición avanzada y rutinas de análisis, cadenas y otros componentes. Los diagramas a bloques son representados por iconos que son interconectados por cables o líneas para el direccionamiento del flujo de datos. Los iconos del diagrama a bloques representa el código fuente, pero estos iconos son libres de detalles de bases de datos convencionales de programación. Un diagrama a bloques ofrece una estructura de programación completa tales como ciclos, y operaciones de bifurcación condicional. Los iconos son seleccionados desde el menú *Funciones*, el icono es referido a los nodos. Un nodo opera solo cuando los datos son disponibles para todas las entradas.

Los controles de entrada y salida del LabView se comunican con tarjetas de adquisición de datos para leer la altura y el pH de la solución de nutrientes desde el sensor apropiado y la respuesta dependerá del valor detectado por el sensor.

3.2 Programación Grafica

La figura 3 muestra las características del panel frontal y el diagrama de bloques del sistema completo de

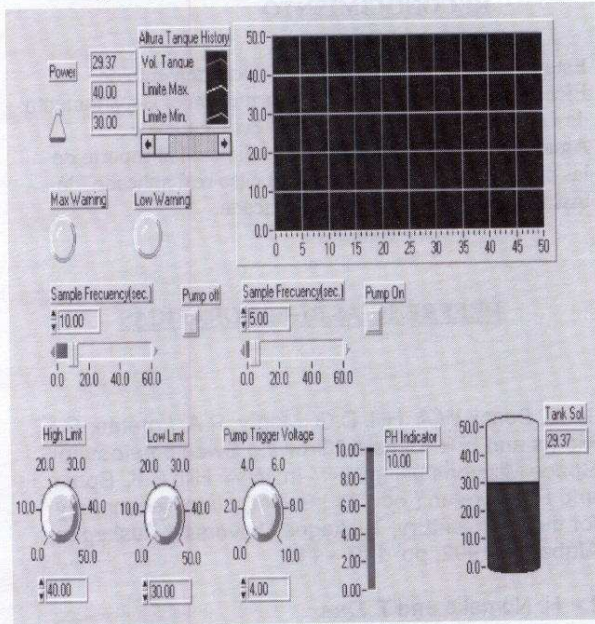


Figura 3(a) Panel Frontal: Nivel Alto

Instrumentación Virtual usados para controlar el volumen y el pH de la solución de nutrientes en el Sistema Hidropónico.

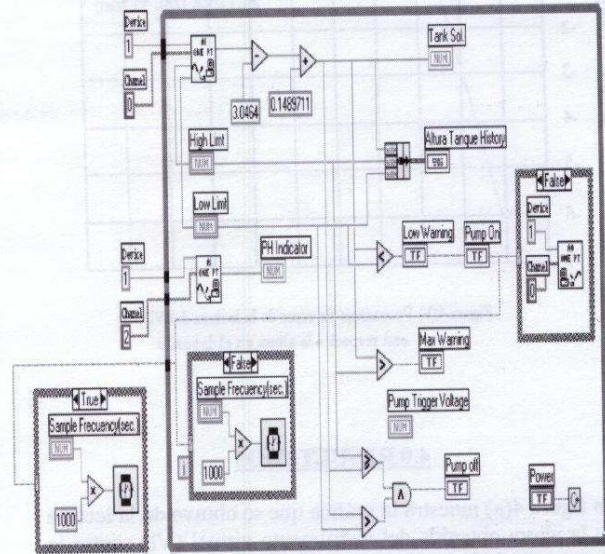


Figura 3(b) Diagrama a Bloques: Nivel

3.2.1 Panel Frontal: Nivel Superior

La figura 3(a) representa el panel frontal del instrumento virtual. El uso de los objetos del menú **Control** de los componentes del panel frontal están reunidos como se muestra en la figura 3(a). El panel frontal de alarmas indicadoras LED's, **apuntadores**, medidores para indicar los límites máximos y mínimos, perillas, barras rápidas y deslizables, desarrollo de gráficos (mostrando la altura de la solución nutritiva en el depósito), pH-rímetro, indicadores de bombeo (presión), y una réplica del depósito que contiene la solución nutritiva. El panel frontal es usado para controlar el sistema.

3.2.2 Diagrama de Bloques: Nivel Superior

La figura 3(b) representa el diagrama de bloques del control del sistema. El diagrama de bloques es el código fuente del panel frontal. El uso de los objetos del menú **Función**, los iconos y los interconectores del diagrama de bloques están reunidos como se muestra en la figura 3(b). Primeramente, los objetos del bloque son seleccionados, manipulados y posicionados usando la **Herramienta de Posicionamiento**. La altura y el pH de la solución nutritiva son adquiridos por la computadora a través de una tarjeta DAQ (AT-MIO-16E-2 de National Instruments). Los datos tienen una entrada de voltaje mínimo de 100mV y un

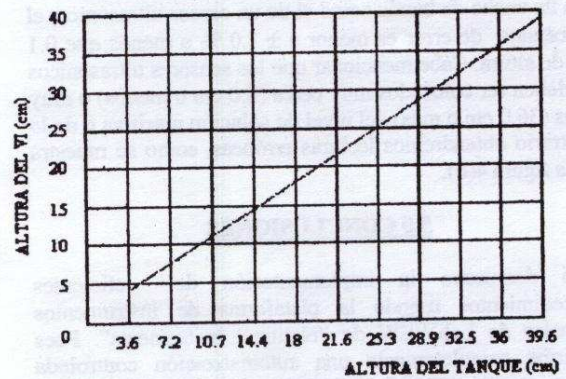


Figura 4(a) Lectura de la altura de VI contra lectura actual en el depósito

máximo de 10 v. El canal 0 es usado para adquirir la altura de la solución nutritiva y el canal 2 es usado para adquirir la altura de la solución nutritiva y el canal 2 es usado para adquirir el pH de la misma. El dispositivo 0 es usado para encender la bomba para rellenar la solución nutritiva. Posteriormente los objetos son cableados para interconectar los iconos y representar las funciones expresadas en los procedimientos

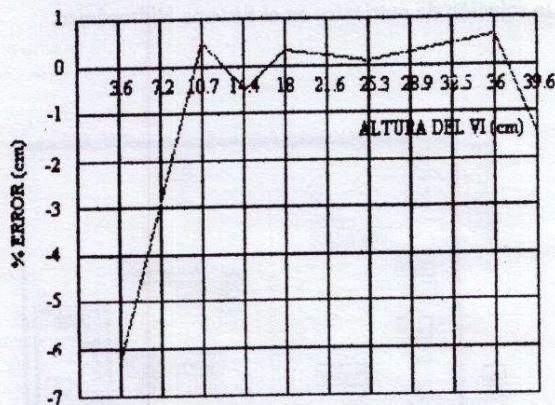


Figura 4(b) Porcentaje de error de la lectura del VI con respect a la altura en el deposito

4.0 RESULTADOS

La figura 4(a) muestra la gráfica que se obtuvo de la lectura de la altura obtenida del instrumento virtual (VI) contra la altura actual de la solución nutritiva en el depósito. La figura 4(b) muestra el error porcentual de la altura obtenida con el LabVIEW con respecto a la altura de la solución nutritiva en el depósito, y con lo cual se restablece automáticamente los niveles de pH, realizando todos los datos con técnicas de registro y control de datos (técnicas estadísticas). La figura 4(b) muestra que para mediciones con un ancho de banda como el de un sensor ultrasónico, el porcentaje de error es menor a $\pm 1.0\%$ o menos que 0.1 cm de altura. Cabe mencionar que los sensores ultrasónicos no deben ser colocados muy cerca (8.0 cm o menos) o muy lejos (36.0 cm o más) del nivel de solución nutritiva o de lo contrario obtendremos lecturas erróneas, como se muestra en la figura 4(b).

5.0 CONCLUSIONES

Esto demuestra la implementación de eficientes procedimientos usando la plataforma de instrumentos virtuales de LabVIEW de "National Instruments". Pues describe completamente una automatización controlada con microprocesadores (PC) del sistema de alimentación de una planta de cultivo hidropónica. El sistema mide y mantiene una altura constante (control del volumen) y el nivel de pH para la sustancia nutritiva. Un sensor ultrasónico es usado para medir el nivel de altura y un sensor de pH es usado para medir el nivel del mismo. Los procedimientos son muy eficientes y requieren un mínimo Hardware para ser implementados. Este es un sistema de bajo costo para ser implementado en un sistema hidropónico pero puede tener muchas aplicaciones de control de procesos diversos.

RECONOCIMIENTO

Este trabajo es desarrollado por el Departamento de Eléctrica y Electrónica conjuntamente con el Departamento de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Aguascalientes como un esfuerzo adicional al soporte de las clases teóricas, presentando un caso real aplicado, de Instrumentación y Estadística Aplicada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- C. Bonsi, W.A. Hill, D.G. Mortly, P.A. Loretan, C.E. Morris and E.R. Calisle, "Growing Sweetpotatoes for Space Missions using NFT" In: W.A. Hill, C.K. Bonsi and P.A. Loretan (editors) Sweetpotato Technology for the 21st Century, Tuskegee University, Tuskegee, Alabama, 1992, pp. 110 – 119.
- 2.- H. Nomako and T. Da-t e, " Ultrasonic Position Measurement and Its Applications to Human Interface." IEEE Transactions on Instructions and Measurement, Vol. 44, No. 3, June 1995, pp. 771 – 774.
- 3.- T. Tsujimura, T. Yabuta and T. Morimitsu, " Shape – Reconstruction System for Three – Dimensional Objets Using an Ultrasonic Distance Sensor Mounted on a Manipulator ", Transactions of ASME, Vol. 111, June 1989, pp. 180 – 186.
- 4.- C. L. Karr and E. J. Gentry, " Fuzzy Control of pH Using Genetic Algorithms " IEEE Trans. Fuzzy Syst., Vol. 1, 1993, pp. 46 – 53.
- 5.- R. H. Bishop , " Learning with LabVIEW ., National Instruments, Prentice Hall, 2001.
- 6.- B. E. Paton, " Sensors, Transducers & LabVIEW". National Instruments, Prentice Hall, 1999.