

Instrumentación virtual para el control de variables en una plataforma experimental

Miguel Martínez & Rodolfo Ponce

M. Martínez & R. Ponce
Universidad Tecnológica de la Región Norte de Guerrero, C.P. 40030
mecanica@utrng.edu.mx

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.) .Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

This work focuses on the development and implementation of an experimental platform, which allows realizing data acquisition for measuring temperature, volumetric flow, pressure and level, as well as the application of two control systems commonly used in industry, namely On/Off Control and Proportional, Integral and Derivative Control (PID). The platform was developed in the Technological University of the North Region of Guerrero, wherein two equipments of the automation and control laboratory, such as steam electric generator and a water pump test-bench were adapted, instrumented and controlled. The control schemes were implemented on an acquisition and output data system, utilizing the National Instruments LabVIEW® 2011 version software, through a hardware/software interface between computer and process.

22 Introducción

Hoy en día, la instrumentación virtual está impulsada por la siempre creciente tecnología computacional que ofrece a los profesores, estudiantes, ingenieros e investigadores el poder de crear y definir su propio sistema basado en un marco de trabajo abierto. Este concepto no solo asegura que el trabajo será utilizable en el futuro sino que también proveerá la flexibilidad de adaptarlo y extenderlo a medida que cambien las necesidades (Calderón, 2001).

La vinculación de la educación con la tecnología ha ampliado las oportunidades para transformar y mejorar los procesos enseñanza - aprendizaje. Debido a lo anterior, la disciplina de instrumentación virtual aplicada al control de procesos, robótica, control difuso y visión artificial ha venido acaparando la atención de gran cantidad de estudiantes de ingeniería (Chacón, 1997).

El presente artículo consiste en el diseño de una herramienta que provea a los estudiantes de nivel superior que cursen asignaturas tales como Instrumentación y Control o afines, un entorno de desarrollo integral y flexible creado específicamente para el diseño de instrumentos virtuales. En particular, se plantea el problema de instrumentar virtualmente dos prototipos y controlarlos en tiempo real, de tal manera que sirvan como plataforma experimental para el desarrollo de actividades prácticas, y experimentar así tareas de control de procesos, en el área de laboratorios.

La Instrumentación virtual es un concepto introducido por la empresa National Instruments en el año 2001 (Lajara & Pelegrí, 2012). En 1986 se lanzó la primera versión del software que permitió, de una manera gráfica y sencilla, diseñar un instrumento virtual en la PC. De esta manera surge el concepto de instrumento virtual (VI), definido como, "un instrumento que no es real, se ejecuta en una computadora y tiene sus funciones definidas por software" (Lajara & Pelegrí, 2012). A este software le dieron el nombre de Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench, comúnmente conocido por las siglas LabVIEW®.

Un Instrumento virtual es altamente flexible y puede ser diseñado por el usuario de acuerdo a sus necesidades y sus funciones pueden ser cambiadas a voluntad modificando el programa (House, 1995). Estas características los convierten en una herramienta didáctica muy importante para aplicarse en el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería.

Diseño de la plataforma

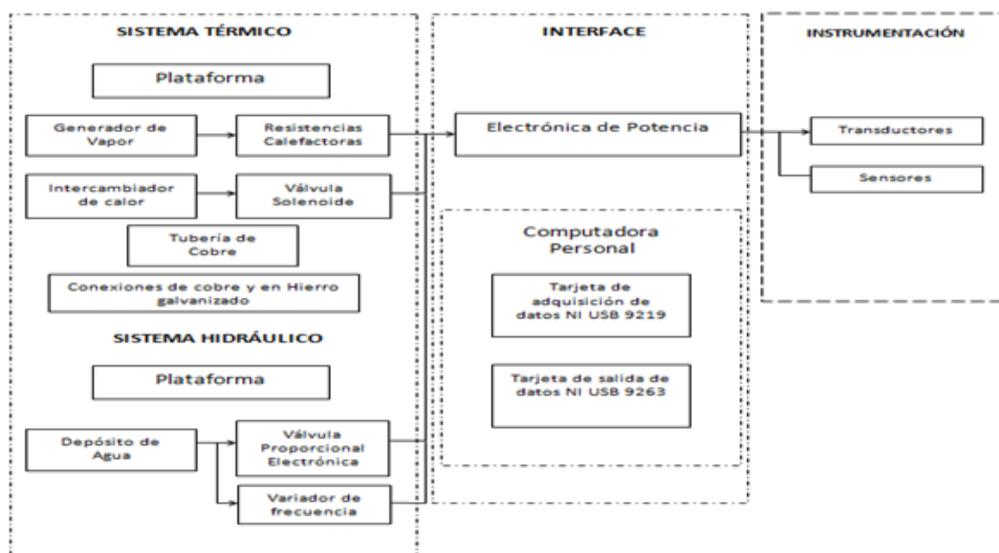
El objetivo de la plataforma es permitir la implementación de adquisición de datos en tiempo real de diversas variables físicas como nivel, flujo, presión y temperatura, así como también esquemas de control On/Off y PID. La figura 2 muestra los subsistemas que integran el proyecto. El sistema térmico está conformado por un generador de vapor eléctrico y un intercambiador de calor, y en lo que respecta al sistema hidráulico está conformado por un depósito de agua conectado a una red de bombeo, tal como se aprecia en la figura 1.

Figura 22.1 Plataforma experimental



Para fines prácticos, se ha dividido la plataforma en dos partes principales: banco de pruebas para motobombas y generador de vapor eléctrico.

Figura 22.2 Sistemas de la plataforma experimental



Adquisición de datos

La medición de nivel de agua en el contenedor de acrílico se efectuó de manera indirecta, es decir, midiendo la presión hidrostática en el interior del tanque, lo cual se define por medio de la expresión (1).

$$p = \rho gh \quad (22.1)$$

Siendo p la presión hidrostática; ρ densidad del agua; g gravedad; h altura del líquido. El transductor que se empleó para esta tarea tiene un rango de medición de 0 a 70 cm de columna de agua, y está basado en un medidor de deformación (strain gauge), (Arzate *et al*, 2002). La tarjeta que se empleó para llevar a cabo la adquisición de datos fue la NI USB-9219 de National Instruments, la cual cuenta con acondicionamiento de señales para mediciones analógicas comunes como temperatura a través de termopares, RTD, galgas extensométricas, corriente y voltaje.

Se utilizó el software de instrumentación virtual LabVIEW® versión 2011, en el cual se desarrollaron los instrumentos virtuales de la plataforma experimental, obteniendo así su correspondiente panel frontal.

Figura 22.3 Panel frontal del VI



Sistemas de control

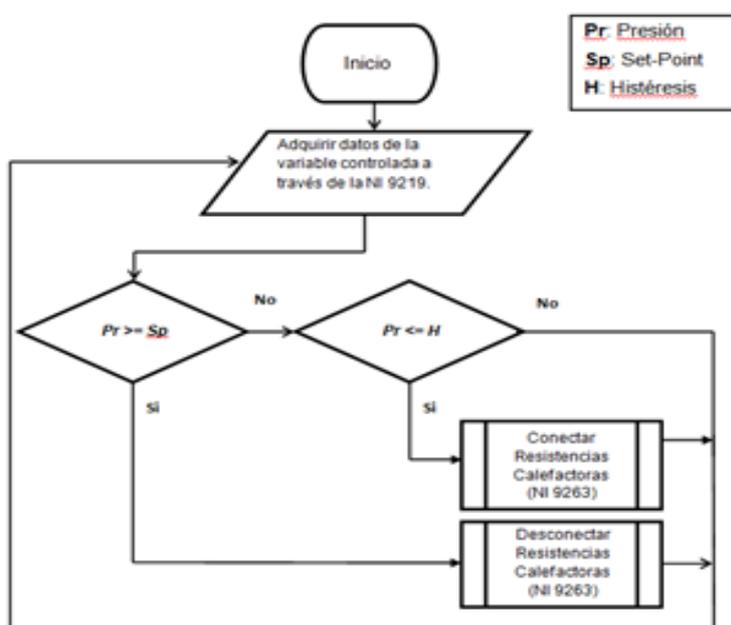
Un sistema de control está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un equilibrio en el sistema que conforman (Harper, 2004).

Control ON/OFF

El sistema de control On/Off, también llamado todo-nada o abierto-cerrado, es la forma más simple de control por realimentación. El elemento final de control solo ocupa una de las dos posibles posiciones (Astrom & Hagglund, 1995). La salida del controlador va de un extremo a otro cuando el valor de la variable controlada se desvía del valor deseado. Este método solo acepta dos posiciones para el actuador, encendido y apagado.

Para evitar una conmutación excesivamente frecuente, se introduce un retardo en la entrada, este efecto es conocido como histéresis. La histéresis provoca que la señal de error deba superar H (brecha diferencial), antes de que se produzca la conmutación (Astrom & Hagglund, 1995). El umbral de conexión y desconexión de las resistencias calefactoras (histéresis), debe ser programable, lo que significa que el usuario podrá manipularlo y ajustarlo de acuerdo a la salida deseada. Para una mejor comprensión de la tarea de control a efectuar, se llevará a cabo la realización del diagrama de flujo, el cual permitirá conocer el orden de las actividades de manera gráfica .

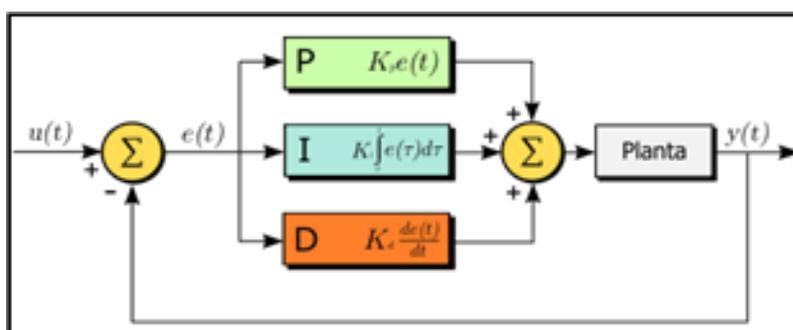
Figura 22.4 Diagrama de flujo del control On/Off



Control PID

Los controladores PID se caracterizan por ser sistemas robustos, es decir que tienen un buen comportamiento a pesar de posibles cambios de los parámetros de la planta, cambios que se deben a condiciones ambientales, envejecimiento de los elementos finales de control, etc. El algoritmo de cálculo del control PID se da en tres parámetros distintos: el proporcional, integral, y derivativo (Harper, 2004).

Figura 22.5 Diagrama de bloques de un control PID



22.1 Resultados

La implementación del sistema de control On/Off permitirá mantener a la variable controlada (presión de vapor dentro del recipiente) en una histéresis programable, la cual será definida por el usuario.

Por cuestiones de seguridad la presión máxima que el generador de vapor debe alcanzar es de 4.0 Kg/cm² (58 Psi), por lo que, la salida deseada no debe sobre pasar este valor.

El esquema de control programado en el entorno de LabVIEW®, así como su correspondiente panel frontal, se muestran en las figuras 6 y 7.

En cuanto al nivel de llenado de agua del tanque, utilizando un controlador PID, el cual mantuvo a la variable controlada en una consigna programable, la señal de realimentación fue la del transductor de presión utilizado en la medición de nivel, y como elemento final de control se empleó una válvula proporcional electrónica.

Figura 22.6 Panel de control del sistema On/Off de presión

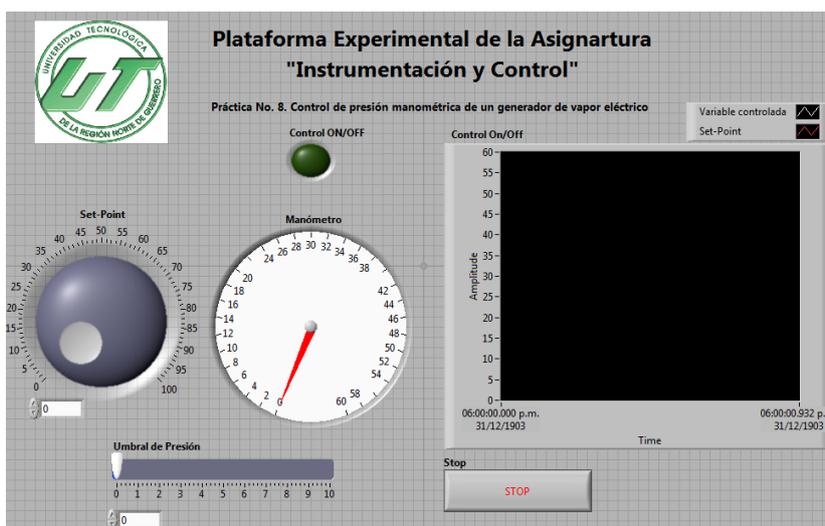


Figura 22.7 Diagrama de control On/Off conectando a la variable manipulada

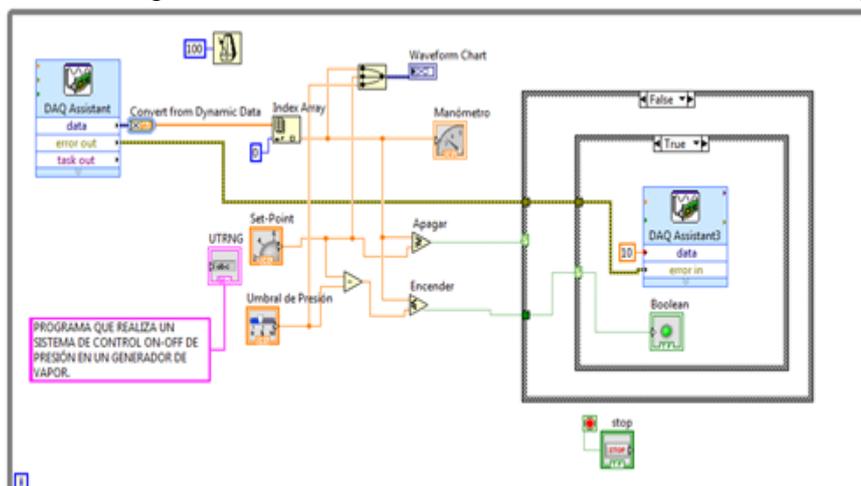


Figura 22.8 Programación del diagrama de bloques del control PID

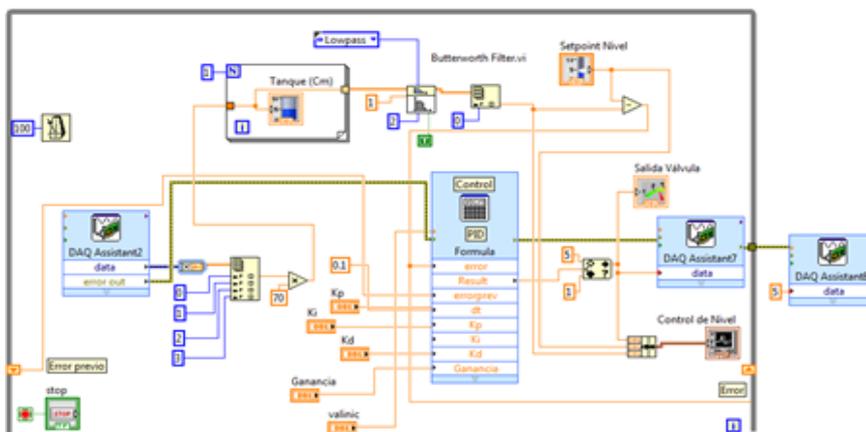
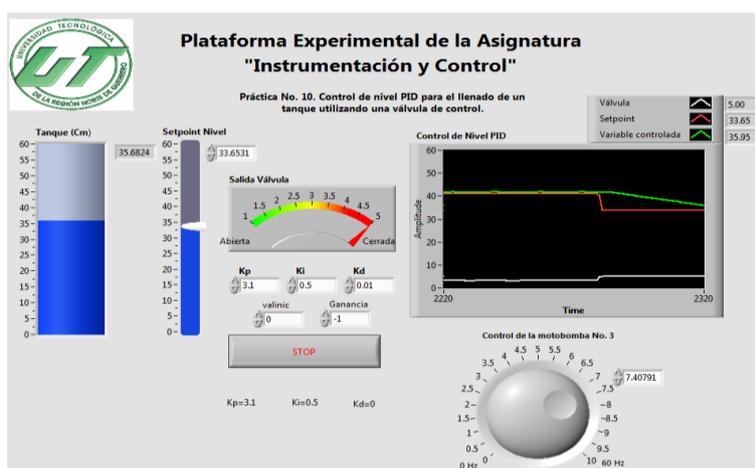


Figura 22.9 Panel frontal del control PID de nivel de llenado del tanque



22.2 Conclusiones

Con el fin de aportar material y equipo didáctico para la realización de prácticas de laboratorio de la asignatura Instrumentación y Control ofertada en la UTRNG, se adaptaron, instrumentaron y controlaron dos equipos: un generador de vapor eléctrico y un banco de pruebas de motobombas que sirvieron como plataforma experimental para el desarrollo de técnicas de adquisición de datos y sistemas de control. La plataforma experimental con características de equipo de transformación, lleva consigo la integración de sistemas térmicos e hidráulicos, así como electromecánicos, eléctricos, electrónicos, de control y de computación. En la construcción de la plataforma se optó por la elección de actuadores y sensores adecuados para cubrir el objetivo de control propuesto, especialmente para cumplir con las demandas de los esquemas de control desarrollados.

Es importante reconocer el bajo costo de construcción de la plataforma experimental desarrollada en este trabajo, lo cual comparado con los precios que ofrecen las empresas dedicadas a la fabricación y venta de equipos didácticos resulta ser de un gran ahorro para la institución, lo que conlleva a que la Universidad Tecnológica de la Región Norte de Guerrero se vea beneficiada al invertir en proyectos académicos que sean de gran utilidad para la base estudiantil y para el desarrollo del profesorado.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Tecnológica de la Región Norte de Guerrero, por el apoyo y recursos otorgados para la realización del trabajo reportado en el presente artículo.

Referencias

Calderón, J. (2001). Laboratorio de instrumentación virtual. Disponible en: www.ni.com/latam.

Chacón, R. (1997). Laboratorio para la enseñanza de la instrumentación industrial. Simposio de control automático, Habana, Cuba.

Lajara, J. R., Pelegrí, J. (2012). LabVIEW entorno gráfico de programación. Segunda edición, Editorial Alfaomega-Marcombo, México.

House, R. (1995). Choosing the right Software for Data Acquisition, IEEE Spectrum, pp. 24-34.

Arzate, G. A., Navarro, A. M., Hernández, E. O., Ordaz, G. V. (2002). Teoría de control, ajuste de controladores industriales, Primera edición, Instituto Politécnico Nacional, México.

Harper, G. E. (2004). El ABC de la instrumentación en el control de procesos industriales. Primera edición, Editorial Limusa, México.

Astrom, K. J., Hagglund, T. (1995). PID controllers: theory, design, and tuning, Second Edition, by: Instrument Society of America.