

Implementación de un Control Digital para el Módulo de Control de Nivel y Caudal de la Planta de Control de Procesos de la FIMCP

Jaime Humberto Ríos¹, Eduardo Orcés Pareja²

¹Ingeniero Mecánico Diseño y Producción 2004

²Director de Tesis. Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, B.S., California Institute of Technology, USA, M.S. en Ingeniería Mecánica, California Institute of Technology, USA.

RESUMEN

Los avances en las nuevas tecnologías que se presentan hoy en día, ofrecen ventajas, que crean la necesidad de mejorar y actualizar los recursos técnicos con los que cuenta la Ingeniería Mecánica para el desarrollo de nuevas técnicas.

Con este propósito se plantea este proyecto el cual consiste en rehabilitar, mejorar y actualizar, el Módulo de Control de Nivel y Caudal de la Planta de Procesos Industriales en el laboratorio de Procesos Industriales de la FIMCP mediante la incorporación de un sistema de adquisición de datos y control digital por computadora. Este proyecto beneficiará a los estudiantes y a los profesores, los cuales podrán contar con nuevas y mejoradas herramientas para la explicación de sus cátedras.

El conjunto formado por la interfase Field Point de National Instruments, que permite la comunicación de los sensores y elementos de control del módulo con la computadora y la creación de un programa, que realice la labor de un control digital virtual creado con las características de un controlador proporcional integral diferencial (PID), programado en Lab View de National Instruments, permitirán el monitoreo y control desde una computadora sobre todas las funciones del Módulo de Nivel y Caudal de la Planta de Procesos.

INTRODUCCIÓN

Como parte de la modernización de los laboratorios de la FIMCP se crea la necesidad de restaurar y mejorar equipos, con las más nuevas tecnologías de control por computadoras y sistemas SCADA mejorando, tanto la eficiencia y precisión de estos equipos.

Dentro de este marco se propuso el proyecto de actualización de la planta de procesos del laboratorio de procesos industriales de la FIMCP, este proyecto propone la recuperación de la planta de procesos para convertirla en una

herramienta de laboratorio para el estudio de los procesos más comunes en la industria y toda la instrumentación que conlleva.

Esta tesis abarca la recuperación de uno de los tres módulos que compone la planta de procesos, el módulo de control de nivel y caudal, y la implementación de un control digital virtual que reemplace a los antiguos controladores neumáticos, mediante el uso de interfaces de control digital y la creación de software para el control del módulo desde un computador personal.

La facilidad de operación y la permanencia en las calibraciones de los controles digitales, convertirán al módulo de control de caudal y nivel en una buena herramienta didáctica para la ejecución de prácticas de laboratorio, siendo este su objetivo principal.

El módulo de control de caudal y nivel permitirá realizar prácticas de ajuste de controlador para el curso de sistemas de control, el controlador digital virtual es programado con las mismas características matemáticas de un controlador neumático, lo que permite que se puedan demostrar en la práctica las teorías expuestas en clase, durante la práctica los alumnos aprenderán las técnicas para el ajuste de un sistema de control, a pesar que en un futuro los controladores serán una simple pieza del sistema de control de procesos las técnicas aquí expuestas seguirán siendo la base de la operación de dichos controladores.

CONTENIDO

Generalidades del módulo de Control de Nivel y Caudal

El módulo del lazo de control de nivel y caudal es uno de los tres módulos que conforman la Planta de Procesos Industriales de la FIMCP. Esta planta fue construida con el propósito de estudiar algunos de los procesos más comunes en la industria como el control de nivel y caudal, además nos permite estudiar el método de funcionamiento y la utilización de algunos tipos normalizados de transmisores, transductores y válvulas de control, así como de las nuevas tecnologías aplicadas al control de procesos como los sistemas SCADA y control por computadora, principalmente fue construida con el propósito de estudiar los métodos de ajuste de controladores mediante la realización de prácticas de laboratorio dentro del curso de sistemas de control.

El módulo de control de nivel y caudal permite la interacción del estudiante con elementos reales de control e instrumentación, además ofrece un sistema de control que permite la demostración de las teorías expuestas en clase.

Con la finalidad de actualizar y mejorar la planta de procesos industriales se implementaron las más nuevas y versátiles tecnologías de adquisición y

control por computadora, esta tecnología permitió controlar la planta de procesos desde el monitor de una computadora, a través de la programación de una interfase gráfica, que nos permite monitorear en tiempo real los cambios en las variables del sistema, además con la creación de un controlador virtual con las mismas características matemáticas de un controlador neumático pero con la facilidad y permanencia de la calibración, que nos permite un software de computadora.



FIGURA 1 PLANTA DE PROCESOS INDUSTRIALES

Descripción del módulo de Control de Nivel y Caudal

El módulo de control de nivel y caudal fue diseñado para trabajar en dos lazos o sistemas diferentes, el primer lazo permite el control de nivel en el tanque principal y el segundo lazo permite el control del caudal que ingresa al mencionado tanque principal, este modo de diseño permite realizar dos prácticas en este módulo; una para ajuste de controlador en el lazo de control de nivel y otra de ajuste de controlador en el lazo de control de caudal. La diferencia en las prácticas es el método para obtener parámetros de ajuste para el controlador. La Figura 2 presenta el esquema del sistema y la disposición de las partes del módulo de Control de Nivel y Caudal.

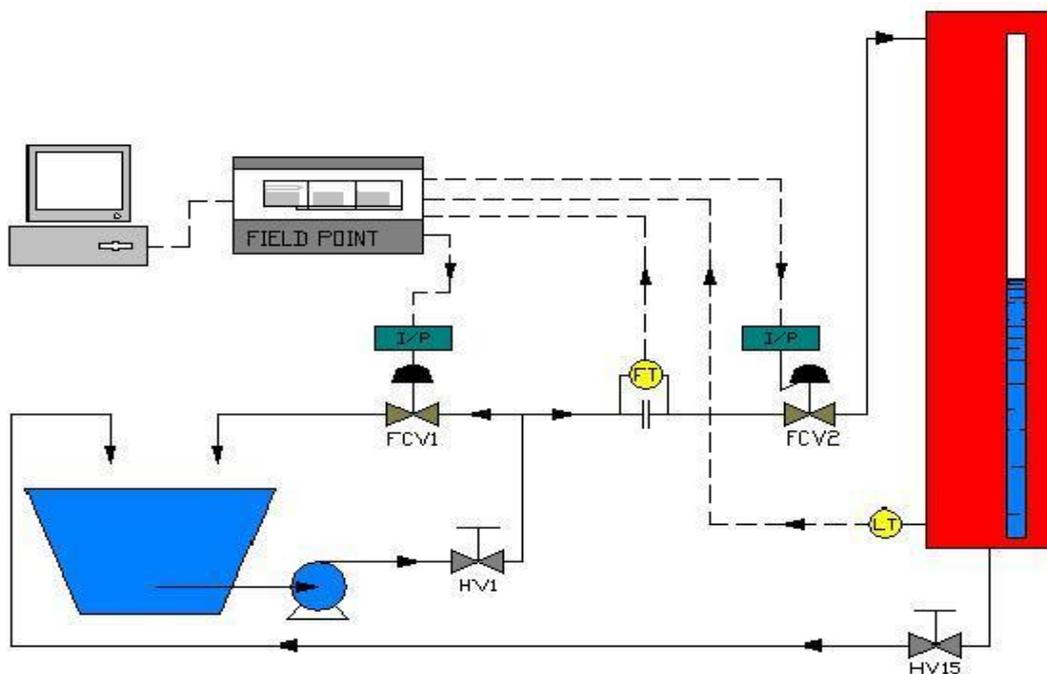


FIGURA 2 ESQUEMA DEL MÓDULO DE NIVEL Y CAUDAL

El módulo de control de nivel y caudal consta de las siguientes partes:

- 1- Tanque cisterna.
- 2- Bomba de agua.
- 3- Válvula principal de ingreso HV1.
- 4- Sensor de caudal FT.
- 5- Válvula neumática regulable normalmente abierta FCV1.
- 6- Válvula neumática regulable normalmente cerrada FCV2.
- 7- Tanque principal.
- 8- Sensor de nivel LT.
- 9- Válvula de descarga HV15.
- 10- Transductores de corriente eléctrica a presión I/P
- 11- Interfase de entradas y salidas de corriente Field Point.

La diferencia entre el lazo de nivel y el lazo de caudal se basa solo en el tipo de variable que es controlada, físicamente no existe variación en el módulo, el único cambio de un sistema a otro es el programa que se encarga de controlar los procesos.

Para lograr un control satisfactorio del sistema primero se debió contar con todos los instrumentos del módulo calibrados de acuerdo a especificaciones del fabricante, se los sometió a pruebas de calibración, tanto para conocer sus curvas representativas, como el estado del instrumento y determinación del error del mismo. Con los datos obtenidos de las pruebas de calibración se tiene una base para programar el control del sistema.

Equipos de Adquisición de Datos Field Point

La interfase Field Point (Punto de campo) de National Instruments es un sistema modular que permite la comunicación entre la computadora y los procesos, es un sistema de entrada y salida de datos (I/O), la principal característica de este sistema es trabajar en el campo cerca de los procesos dejando el monitoreo y control en posiciones remotas.

Esta interfase convierte a la computadora en importante instrumento de análisis de datos, control y monitoreo, en tiempo real. Versiones más recientes de Field Point pueden incluso trabajar sin la necesidad de una computadora, que se encargue de realizar el control. Otra de las ventajas de la interfase Field Point radica en su conectividad con otros módulos Field Point pudiendo construirse redes de trabajo industrial.

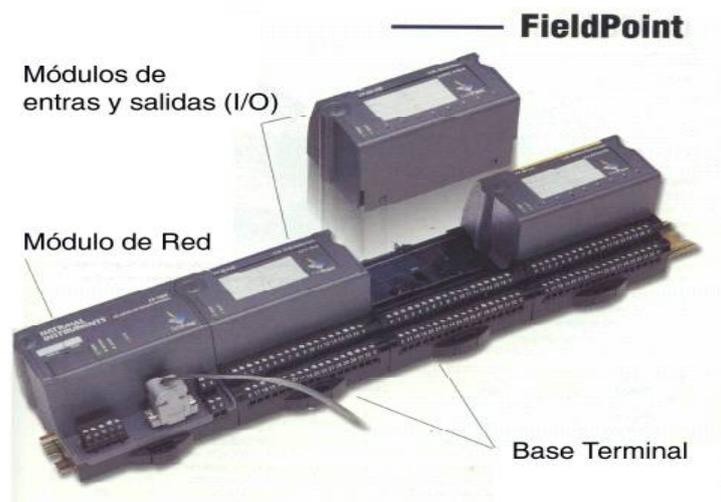


FIGURA 3 SISTEMA MODULAR FIELD POINT

El sistema Field Point cuenta con una gran variedad de módulos de entrada y salida (I/O), tanto analógicos como digitales, que permite efectuar conexiones con una gran gama de sensores para adquisición de datos, como termocuplas, RTD, sensores transductores eléctricos de nivel, presión, flujo, y así mismo con una gran gama de elementos de control como transductores de corriente a presión válvulas de control, etc., mediante módulos de salidas analógicas y digitales.

Interfase Gráfica de Programación Lab VIEW

Lab VIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) es un lenguaje poderoso de instrumentación y análisis para PCs que corre bajo varios sistemas operativos incluyendo Microsoft Windows. Lab VIEW se distingue de la naturaleza secuencial de los lenguajes tradicionales de programación y provee un ambiente de programación gráfico con todas las herramientas necesarias para la adquisición, análisis y presentación de datos.

Con este lenguaje gráfico de programación llamado "G", se puede programar utilizando una notación de diagramas de bloques, que es la notación de diseño natural para los ingenieros y científicos. Después de que se ha creado el programa con diagrama de bloques, Lab VIEW lo compila en código de máquina.

Lab VIEW integra la adquisición, el análisis y la presentación de datos en un solo sistema. Para adquirir datos y controlar instrumentos, LabVIEW tiene funciones de RS-232 / 485, VISA (Virtual Instrument Software Architecture), y también soporta tarjetas insertables de adquisición de datos, DAQ. Existen librerías de instrumentos que contienen manejadores para cientos de instrumentos y simplifican las aplicaciones de control de instrumentos. Para análisis de datos, la extensa librería de análisis contiene funciones para generación de señales, filtros de procesamiento de señales, ventanas, estadística, regresión, álgebra lineal y aritmética de arreglos.

Teoría de controladores por retroalimentación.

Los sistemas de control puede clasificarse en sistemas que tienen retroalimentación y aquellos que no la tienen.

Sistema con retroalimentación o de lazo cerrado.- la variable controlada (también llamada salida o respuesta), es comparada con la variable de referencia (también llamada entrada, mando u orden) y cualquier diferencia que exista entre ambas (el error), es usada para reducir esta última. En términos más simples, un sistema de control retroalimentado compara lo que se está obteniendo con lo que se necesita y usa cualquier diferencia a fin de poner en correspondencia la entrada con la salida.

La característica más importante de un sistema de control retroalimentado es que establece una comparación, y esto es lo que hace que el sistema sea tan efectivo para propósitos de control.

Sistema de control sin retroalimentación o control de lazo abierto.- la variable controlada no tiene efecto sobre la acción de control, es decir en un sistema de control de lazo abierto la salida no se realimenta.

El controlador es el "cerebro" del circuito de control., el controlador es el dispositivo que toma la decisión en el sistema de control y, para hacerlo, el controlador:

1. Compara la señal del proceso que llega del transmisor, la variable que se controla, contra el punto de control y
2. Envía la señal apropiada a la válvula de control, o cualquier otro elemento final de control, para mantener la variable que se controla en el punto de control.

Descripción del controlador proporcional integral diferencial

El programa creado bajo Lab View para controlar los procesos del Lazo de caudal y nivel de la planta, contiene integrado un controlador **PID** dentro de un lazo principal de adquisición de datos y control, el alma del programa es este controlador virtual, fue construido con los mismos parámetros de un controlador neumático es decir que obedece a los mismo principios matemáticos, de igual modo opera comparando la variable de entrada contra un punto de control, estableciendo un error ente estos y tratando de corregirlo mediante la variable de salida del controlador.

Integrado dentro de un panel principal de control el controlador muestra las tres constantes que rigen su comportamiento, P, I, D, de la determinación de estas constantes depende la eficiencia del controlador.

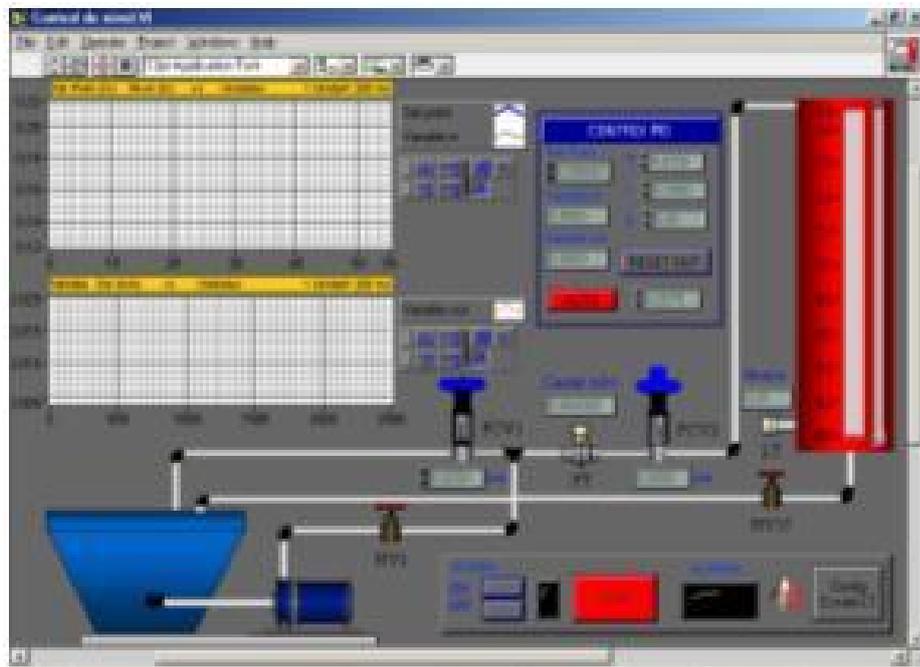


FIGURA 4 PANEL PRINCIPAL DE CONTROL

Prácticas de laboratorio

El lazo de nivel y caudal de la planta de procesos industriales fue diseñado para realizar prácticas de ajuste de controladores. La función del lazo es mantener el caudal o el nivel lo más cercano al punto de control, sin importar las perturbaciones a las cuales el sistema sea sometido.

La precisión de la respuesta del sistema a los cambios del mismo depende de la calibración del controlador.

Los objetivos de las prácticas son dar a conocer a los estudiantes algunos métodos empíricos por los cuales pueden ser determinados los valores de las constantes de calibración banda proporcional, tiempo integral y derivativo, (PID), para controladores.

Se experimenta con dos métodos empíricos de ajuste de controlador, el método de la frecuencia última y el método de la curva de reacción¹. (Control Automático de Procesos; Smith/Corripio, Edición Limusa, 1997, pp 265-284)

A través de la práctica se consigue que los estudiantes de sistemas de control determinen las constantes de ajuste logrando finalmente que el sistema opere eficientemente, la implantación de este sistema brinda a los estudiantes una herramienta para el estudio de las teorías expuestas en clase.

Para mejor comprensión de las técnicas expuestas referirse a J. Ríos, "Implementación de un Control Digital para el Módulo de Control de Nivel y Caudal de la Planta de Control de Procesos de la FIMCP" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2004)



FIGURA 5 MONITOREO DESDE COMPUTADORA

CONCLUSIONES

Con la implementación de estas nuevas tecnologías de control y adquisición de datos por computadora, se logró reemplazar dispositivos convencionales como los controladores y registrador de gráficas neumáticos, los cuales presentaban daños y descalibraciones continuas, los nuevos sistemas por el contrario se caracterizan por su permanencia en la calibración y su flexibilidad en rangos, ajustes y precisión.

Los controladores PID virtuales creados para el módulo de control de nivel y caudal, con las mismas características matemáticas de un controlador neumático, pero con la facilidad y permanencia de la calibración, que nos permite un software de computadora nos provee de un satisfactorio control de los procesos del módulo, la creación de las prácticas para el ajuste de estos controladores, permite la interacción del estudiante con elementos reales de control e instrumentación, además ofrece posibilita la prueba de las teorías expuestas en clase.

De este modo queda demostrado que es posible la implementación de nuevas tecnologías, para mejora y recuperación de valiosas herramientas didácticas, dentro de los laboratorios de la FIMCP.

Texto Guía: Control Automático de Procesos; Smith/Corripio, Edición Limusa

Consulta: - Ingeniería de Control Moderna; Ogata, Prentice-Hall
- Controles Automáticos: Harrison/Bollinger