

Monitorización y Control Remoto Virtual de la Planta Gunt HAMBURG RT 450 de Nivel del Laboratorio de Instrumentación Industrial, Vía Internet a través del Web Server de LabVIEW

Adrián Gallardo ⁽¹⁾, José Luis Sánchez ⁽²⁾, Holger Cevallos, M.Sc. ⁽³⁾
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación (FIEC) ^{(1) (2) (3)}
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
ajgallar@espol.edu.ec ⁽¹⁾
joslsanc@espol.edu.ec ⁽²⁾
hcevallo@espol.edu.ec ⁽³⁾

Resumen

Este proyecto desarrolla e implementa un sistema de monitorización y control vía internet de un proceso industrial. Para este objetivo se utilizó la planta de entrenamiento Gunt HAMBURG RT 450 de Nivel, ubicada en el Laboratorio de Instrumentación Industrial, el protocolo comunicación industrial PROFIBUS DP y el entorno de programación gráfica LabVIEW. Con esto se pretende dar el primer paso para la virtualización del laboratorio antes mencionado, logrando tener un acceso remoto a la planta a través de una página web.

Durante el desarrollo de este proyecto fue fundamental conocer e identificar a todos los componentes, que van a intervenir en la ejecución del mismo, es así como se reconoció a los diferentes sensores y actuadores del proceso, al protocolo de comunicación del sistema y la aplicación web que servirá de interfaz virtual entre el usuario y la planta.

Para la implementación del bus de campo se utilizó SyCon. La comunicación de los instrumentos del sistemas se realiza a través de la arquitectura OPC cliente-servidor, creando variables compartidas que son administradas desde LabVIEW, con esto se realizó la identificación del proceso y formulación de un modelo matemático aproximado, se sintonizó un controlador PID para el proceso y se configuró el LabVIEW Web Server creando una página web para el control remoto virtual del sistema. Para complementar la virtualización de la planta, se instaló una cámara IP, que transmite imágenes en tiempo real del proceso en mención.

Palabras Claves: Control, Virtual, SyCon, Profibus, OPC, LabVIEW, Internet.

Abstract

This project develops and implements a monitoring and control through internet of an industrial process. For this purpose we used the training system Gunt Hamburg RT 450: Level, located in the Industrial Instrumentation Laboratory, the industrial communication protocol PROFIBUS DP and the graphical programming environment, LabVIEW. We pretend to take the first step into the virtualization of this laboratory, getting to have remote access to the plant through a website.

During the development of this project was essential to know and identify all the components, that involved in the execution, recognizing the different sensors and actuators of the process, the communication protocol system and the web application like a virtual interface between the user and the plant.

For the implementation of the field bus we used SyCon. The system communication of the instruments was done by the architecture OPC client-server, creating shared variables that are managed from LabVIEW, with that, we make a process identification, getting a mathematical model approximation, we tuned up a PID controller to the process and set the LabVIEW Web Server by creating a website for the virtual remote control system. To complement the virtualization of the plant, an IP Cam was installed which transmits live images of the process.

Keywords: Control, Virtual, SyCon, Profibus, OPC, LabVIEW, Internet.

1. Introducción

En la actualidad, los procesos industriales en su gran mayoría son automáticos, con el fin de optimizar tiempo, mejorar rendimiento y aumentar la productividad. Estos factores motivan a un control autónomo. Un punto muy importante es que a estos sistemas se los diseña con el objetivo de mantener siempre un control en tiempo real, es en ese instante donde los programas como LabVIEW o MATLAB sirven como herramientas para su desarrollo e implementación.

El Laboratorio de Instrumentación Industrial dispone de las plantas Gunt HAMBURG RT 450 en las cuales se pueden implementar procesos de control de: nivel, temperatura, presión y caudal. Estos sistemas didácticos de automatización de procesos sirven para el entrenamiento de los estudiantes de la materia teórica.

El control y monitorización de las plantas antes mencionadas, se ejecuta en las computadoras del laboratorio de manera local, con la limitación física que representa la ausencia de una persona en el lugar del proceso. Esta deficiencia podría ser solventada aprovechando el acceso a internet, para realizar de forma remota las mismas acciones que serían posibles ejecutar estando en contacto con la planta.

Es fundamental conocer el estado de las variables de control del proceso a través de los diferentes sensores y actuadores que intervienen antes, durante y después de su ejecución. En muchos de los casos, es vital acceder a esta información de forma remota, es en este instante es donde las facilidades que presenta el internet para un acceso virtual y en tiempo real nos brinda un espacio con infinitas posibilidades para lograr este objetivo.

El compromiso de este proyecto fue dar el primer paso hacia la virtualización del laboratorio, ya que se desea tener un acceso remoto a una de las plantas a través de una página web, donde el profesor de la materia se encontrará en la capacidad de usarla como instrumento didáctico en sus clases teóricas.

2. Materiales y Métodos

El sistema de control del nivel de un tanque implementado con el módulo base Gunt HAMBURG RT 450 se presenta en la siguiente figura.



Figura 1. Planta Nivel

Lista de componentes y módulos agregados para este sistema:

- Controlador Industrial ABB Digitric 500
- Controlador Lógico Programable MOELLER
- Válvula de control
- Sensor de nivel
- Indicadores digitales

El diagrama de flujo del proceso de la planta de nivel se muestra a continuación, Figura 2.

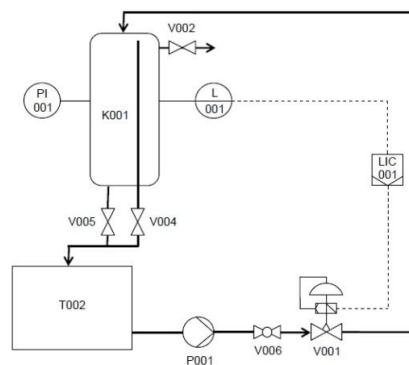


Figura 2. Diagrama P&ID Planta Nivel

Los componentes del diagrama del flujo se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Componentes Diagrama P&ID

Nº	Nomenclatura	Denominación
1	T002	Depósito de agua
2	P001	Bomba de agua
3	V006	Llave de paso
4	V001	Válvula reguladora
5	LIC001	Regulador de nivel con indicador
6	PI001	Punto de indicación
7	K001	Reservorio a presión
8	L001	Punto de medición
9	V002	Válvula de alivio
10	V005	Válvula de desfogue
11	V004	Válvula de seguridad

2.1 Comunicación entre los instrumentos del proceso y el sistema de control

La planta de nivel posee comunicación PROFIBUS DP, a través de este bus de campo se realiza la transmisión en dos vías entre la computadora servidor y los diferentes instrumentos. La comunicación se base en la arquitectura servidor-cliente bajo la incrustación y enlazados de objetos para el control de procesos, OPC, de tal manera que se posee una computadora servidor con la tarjeta de Hilscher CIF50-PB y con el software de desarrolla gráfico LABVIEW se crea el cliente para la administración de las variables del proceso.

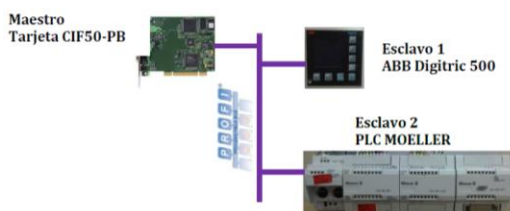


Figura 3. Bus de campo con PROFIBUS

En el bus de campo, Figura 3., el maestro es la tarjeta CIF50 PB y los esclavos son el controlador industrial ABB Digitrlic 500 junto al PLC MOELLER. La tecnología de transmisión es cableada a través de RS-485.

El Servidor OPC es un software que “conoce” el lenguaje propietario del Hardware o Software de dónde sacará los datos. En nuestro caso National Instruments OPC Servers cumple con esta función. Cliente OPC es un software que tiene implementadas las especificaciones estándar y que puede comunicarse con cualquier Servidor OPC. Para este proyecto LabVIEW administra al cliente.

2.2 Modelamiento matemático de la planta de nivel

Un modelo matemático permite representar de la mejor manera el comportamiento de un proceso, para la obtención del mismo la identificación de sistemas fue método elegido.

Para obtener una función de transferencia con métodos paramétricos mediante la técnica experimental de identificación de sistemas se utilizó la herramienta NI LabVIEW System Identification Toolkit.

Para la utilización del Toolkit de LabVIEW es necesario tener almacenados una serie de datos, (estímulo y respuesta) que detallen el

comportamiento del sistema ante una perturbación controlada.

La Figura 4 presenta dos curvas, al estímulo como señal de excitación (apertura válvula de control, color rojo) y la respuesta del sistema (nivel del tanque en cm, color verde). La señal de estímulo de tipo cuadrada con valor máximo 75% y mínimo 45% de apertura, período 900 segundos. Permitiendo estabilizar el nivel del agua en el tanque entre dos valores, 12.5cm y 43cm, simulando condiciones de manipulación del sistema en el que se espera llevar el nivel del líquido de un punto referencial a otro.

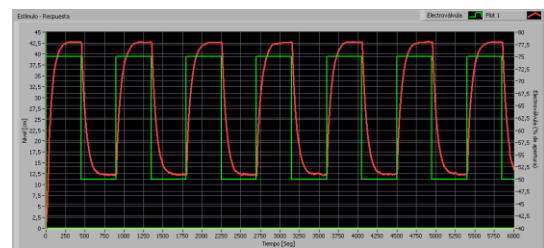


Figura 4. Estímulo y Respuesta de la planta

Con los datos de estímulo y respuesta obtenidos se utilizó la herramienta SI Transfer Function Estimation Figura 5, para obtener la función de transferencia mostrada en la Ecuación 1.

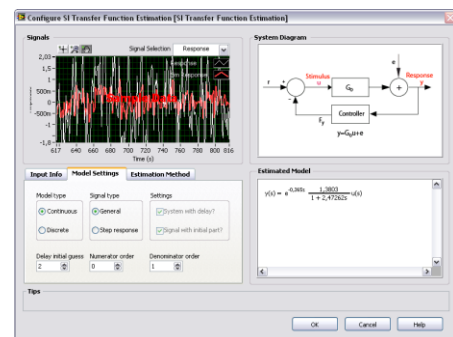


Figura 5. SI Transfer Function Estimation

$$G(s) = e^{-4.28s} \frac{0.0213064}{s+0.0174414}$$

Ecuación 1. Función de Transferencia de la planta de nivel

2.3 Interfaz para el control del proceso en LabVIEW

Utilizando el software de desarrollo gráfico LabVIEW se implementara un panel para el control y monitorización de la planta de nivel, a esta interfaz el usuario podrá acceder a través de una página web vía internet. Con el objetivo de utilizar este sistema didácticamente el usuario

podrá supervisar y controlar el proceso de las siguientes maneras:

Utilizando el PID parametrizable del controlador industrial ABB Digitric 500. Figura 6.

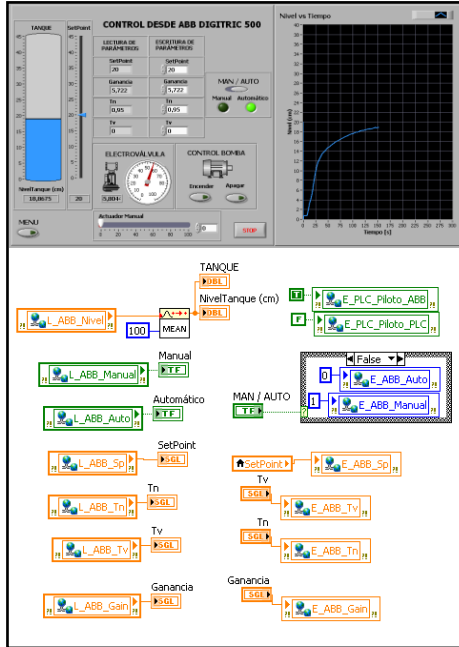


Figura 6. Panel frontal y diagrama de bloques Control ABB

Mediante el desarrollo de un PID implementado con LabVIEW, donde las variables del sistema interactúan con este software a través del PLC MOELLER. Figura 7.

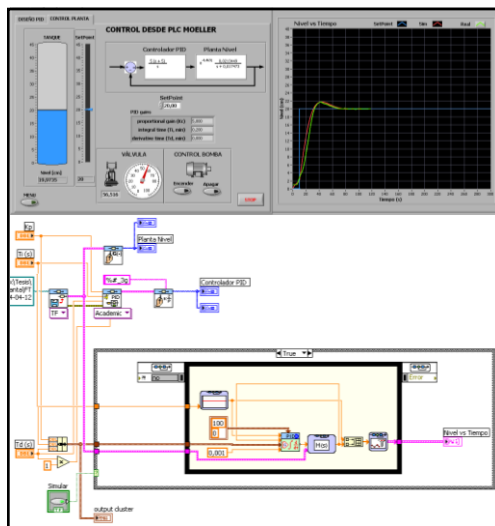


Figura 7. Panel frontal y diagrama de bloques Control LabVIEW PLC

2.4 Creación del sistema de control para la planta de nivel vía internet.

La implementación y alojamiento, Figura 8, de los paneles remotos en la web Figura se realizó con las herramientas de LabVIEW: Web Server y Web Publishing Tool.

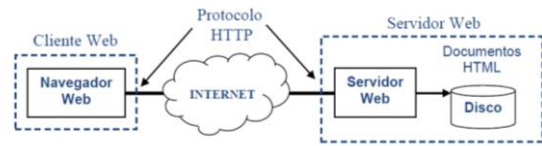


Figura 8. Diagrama servidor web

Para crear la página web de control, Figura 9, se utiliza la herramienta que dispone LabVIEW: Web Publishing Tool, a través de ella se crea el código HTML que permite tener acceso a nuestro panel remoto de monitorización y control. <http://200.126.14.8/ControlRemoto.html>



Figura 9. Página web para el acceso al control remoto

3. Resultados

La función de transferencia encontrada con la herramienta System Identification es la siguiente:

$$G(s) = \frac{0.0213064}{s + 0.0174414} e^{-4.28s}$$

En la figura 10 se muestra la validación de la función de transferencia, figura que se asemeja en gran manera a la curva real del sistema ante un estímulo escalón, ésta es una forma de validar la función obtenida en un punto de operación definido.

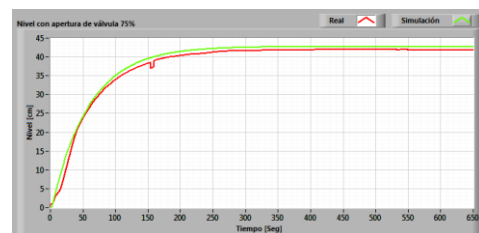


Figura 10. Respuesta a un estímulo escalón

Con la función de transferencia obtenida, se diseñó un PID para cada uno de los controladores.

Mediante el método de sintonización de lazo abierto de Ziegler & Nichols se obtuvieron los parámetros para el controlador PI utilizado en el ABB Digitric 500. Los parámetros recomendados son:

$$K_p = 5.722$$
$$T_i = 1.0545 \text{ min}$$

A diferencia del método anterior, para el control mediante LabVIEW se utilizó el método de lazo cerrado propuesto por Ziegler & Nichols para un controlador PID. Se recomiendan los siguientes parámetros.

$$K_p = 21.725$$
$$T_i = 0.251 \text{ min}$$
$$T_d = 0.010 \text{ min}$$

4. Conclusiones

En el mundo laboral siempre se va a presentar el reto de implementar soluciones que mejoren, optimicen y permitan que el control de los diferentes procesos industriales sea robusto y eficiente. En ese instante es cuando el desarrollo de interfaces de monitorización y control, es una opción para alcanzar este objetivo. Este proyecto ha comprobado que una de las alternativas para aprovechar y explotar es el acceso a internet. Logrando implementar un sistema de monitorización y control de la planta de nivel del Laboratorio de Instrumentación Industrial vía una página web.

En un proceso industrial interactúan sensores, actuadores y controladores, entre ellos debe existir un protocolo de comunicación que permita mantener una lectura y escritura de su estado. Este proyecto utilizó el protocolo de comunicación Profibus DP estableciendo un bus de campo donde la tarjeta Hilscher CIF50-PB es el maestro y como esclavos el PLC MOELLER junto al controlador industrial ABB Digitric 500. Permitiendo, a través del OPC con su modelo de Servidor-Cliente, establecer variables compartidas para administrarlas en LabVIEW y así desarrollar instrumentos virtuales para controlar el nivel de fluido de la planta del laboratorio.

Identificar los procesos industriales obteniendo un modelo o ecuación matemática que permita representar su comportamiento se ha convertido en una alternativa fiable para poder estudiar y simular el efecto ante diferentes mecanismos de

control. Esta alternativa ante procesos críticos o donde no se pueda tener siempre un acceso físico a la planta a controlar nos permite diseñar controladores y poder predecir la reacción del proceso ante perturbaciones o señales de control.

La obtención del modelo matemático se realizó con la identificación de sistemas a través del método paramétrico que utiliza LabVIEW por intermedio de SI Transfer Function Estimation el cual pertenece a la paleta de System Identification. Como señal estímulo se seleccionó una onda cuadrada con un período de 900 segundos, con ese tiempo se permite al sistema estabilizarse entre dos niveles. Con aperturas de 55% y 75% se obtuvieron niveles de 12cm y 43cm respectivamente (Figura 4). Con una apertura de 30% el sistema se estabiliza a un nivel de 5cm. Pero con apertura de 40% el tanque contenedor se vacía por completo, lo que muestra un punto de inestabilidad en el sistema que se debe considerar para futuros trabajos.

La función de transferencia que representa el comportamiento de la planta de nivel es de primer orden más tiempo muerto, teniendo tan solo un polo. Funciones más complejas también pueden representar este sistema, pero se eligió este modelo por ser el más sencillo cumpliendo su misión de forma aceptable de simular la dinámica del proceso en el intervalo de operación donde fue tomada su curva de reacción, con un error de estado estacionario máximo de 1.2cm para un estímulo de 70%, lo que corresponde al 3.42% del valor alcanzado.

Existen diferentes métodos que permiten mantener un control autónomo de un proceso industrial, entre ellos se tiene al PID que representa un mecanismo de control por retroalimentación. La eficiencia, rapidez y lo robusto que pueda llegar a ser el PID va a depender de una correcta parametrización de sus constantes, para lo cual los métodos de sintonización ya sea en lazo abierto o cerrado permitieron obtener un buen modelo de control. Los parámetros PID recomendados para el control de este proceso son: $K_c = 20$, $T_i = 0.2 \text{ min}$ y $T_d = 0.01 \text{ min}$ los que proporcionan un error de estado estacionario de $\pm 0.03 \text{ cm}$.

LabVIEW como entorno de desarrollo gráfico representa una herramienta fácil de utilizar con sinnúmero de posibilidades que permitió la implementación de este proyecto. Con sus herramientas para la identificación de sistemas y control PID se desarrolló un instrumento virtual didáctico. Para alojar el panel remoto se utilizó al NI Web Server y a través del NI Web Publishing

Tool se creó la página web de control de la planta.

Finalmente, aplicar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la formación académica como estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica, especialización en Electrónica y Automatización Industrial, con un trabajo en equipo y una investigación seria, permite sentirnos orgullosos del resultado obtenido, esperando que este sea una herramienta didáctica que complemente el material utilizado por el profesor y permita motivar a seguir con el proceso de virtualización del Laboratorio de Instrumentación Industrial.

5. Recomendaciones

Para el uso del controlador ABB Digitric 500 es necesario conocer a fondo los registros internos más importantes, ya que basta con que alguno de estos esté mal parametrizado para no lograr el control del proceso deseado. Como ejemplo se citan los registros que manejan el lazo activo (Loop), donde existe el posible error de ajustar el lazo que no corresponde al del proceso.

Se notó inestabilidad en la planta para ciertos valores de estímulo cercanos a 40% de apertura, caso muy particular de inestabilidad ya que con cualquier valor de apertura se logra un valor numérico para el nivel del tanque, cosa que no ocurre para aperturas cercanas a las mencionadas, donde el tanque se vacía por completo. Si este proyecto fuese el punto de partida para un futuro trabajo similar, se recomienda trabajar sobre el punto de operación mencionado y encontrar un controlador para este caso de inestabilidad puntual.

Para la sintonización de la constante de tiempo T_i se recomienda partir de valores muy pequeños ya que por su naturaleza sencilla esta planta no necesita una acción integral muy acentuada. Incluso con un controlador de tipo P se tiene un buen control de la planta.

Para un mejor desempeño del control del proceso y monitorización vía Web se sugiere utilizar Internet Explorer (cualquiera de sus versiones) como navegador, ya que otros similares como Google Chrome o Mozilla Firefox no logran mostrar ventana alguna al acceder mediante la dirección http del proceso.

6. Agradecimientos

A todos los docentes que han compartido sus conocimientos y experiencias durante nuestra vida académica. En especial al M.Sc. Holger Cevallos por su guía y apoyo durante la elaboración de este proyecto. Y a nuestras familias por todo el amor entregado en esta etapa de la vida.

7. Referencias

- [1] GUNT Hamburg, Manual de experimentos del Sistema Modular para la Automatización de Procesos RT 450, Gerätebau GmbH, 2005
- [2] PROFIBUS System Description, Technology and Application. Versión: Noviembre 2010, <http://www.profibus.com/nc/downloads/downloads/profibus-technology-and-application-system-description/download/12821/>, fecha de consulta marzo de 2012
- [3] HILSCHER, CIF- Communication Interface, http://www.hilscher.com/files_datasheets/D_41ef8d655b6d4_uk.pdf fecha de consulta abril de 2012
- [2] Ogata, Katsuhiko, Ingeniería de Control Moderna. 3era Edición, Pearson Educación. S.A, México DF 1998
- [3] Kuo, Benjamin C, Sistemas de Control Automático. 7ma Edición, Prentice Hall, México DF 1996
- [6] Söderström, Torsten y Stoica, Petre, System Identification, Prentice Hall Uppsala, Agosto 2011
- [74] National Instrument, Control Design Toolkit User Manual, Febrero 2006
- [8] National Instrument, System Identification Toolkit, User Manual, Septiembre 2004
- [9] Calvo Gordillo, Isidro. Tesis Doctoral: "Metodología de acceso remoto a plantas industriales", Bilbao, Septiembre 2004
- [10] National Instrument, Web Services in LabVIEW, Tutorial, Marzo 2012
- [11] Andrews S, Tanenbaum, "Redes de Computadoras" 3era Edición, Editorial Prentice-Hall, 1998