

IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE PRÁCTICAS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS

Arenas-Méndez Manuel Antonio, Camero-Berrones Rosa Gabriela, Hernández-Hernández David, Cabriaes-Muñiz Miguel de Jesús, Santillán Ramírez Juan Alfonso.

Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
Departamento de Ing. Electrónica
Prol. Avenida Artículo Tercero Constitucional s/n, Col. Solidaridad, C.P. 93990, Pánuco, Ver.
Tel. +52 (846) 266 28 98
e-mail: manuel.arenas@itspanuco.edu.mx

RESUMEN.

En este trabajo se presenta el diseño y avances en la implementación de una estación multivariable cuyo proceso permite el control de nivel, flujo, presión y temperatura de un tanque-caldera mediante la alimentación de agua y/o vapor. Emplea el paquete de diseño LabView para crear la interfaz con el usuario sobre una pantalla táctil TCP-2212 para un controlador CompactRIO. Esta estación tiene como propósito proporcionar a estudiantes de la carrera de Ing. Electrónica la posibilidad de realizar prácticas de laboratorio con un equipo robusto al recrear en un ambiente educativo las características principales de un proceso industrial en el que se requiere de instrumentación electrónica para monitorear, controlar y manipular variables.

Palabras Clave: instrumentación, presión, temperatura, nivel, flujo.

ABSTRACT.

This paper presents the design and implementation of a multivariate station. The process allows control level, flow, pressure and temperature of a boiler feeding by water and / or steam. The LabView software is used to create the HMI on a TPC-2212 for a CompactRIO controller. This station aims to provide to electronical engineering students the possibility of made laboratory practice manipulating strength equipment to recreate on educational environment the main features of an industrial process in order to monitor, control and manipulate variables.

Keywords: instrumentation, pressure, temperature, level, flow.

1. INTRODUCCIÓN

Un sistema de instrumentación es una estructura compleja que agrupa un conjunto de instrumentos de medición interconectados con los elementos de un proceso y que interactúan con los programas que se encargan de controlar y garantizar su funcionamiento [1]. Para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos es necesario integrar una serie de conocimientos de diversas áreas, entre las que se encuentra el control, telemetría e instrumentación, entre otras, cuyo dominio requiere la ejecución de prácticas. En este trabajo se describe el

proceso realizado en un tanque caldera, así como su correspondiente implementación en una planta de prácticas educativas de instrumentación y control.

La puesta en marcha de este proyecto apoya a la consolidación de la acreditación ante el organismo acreditador CACEI para la carrera de Ingeniería Electrónica del ITSP, ejerciendo un impacto favorable en la gestión del conocimiento de áreas que hasta ahora no se han desarrollado satisfactoriamente en el instituto.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Calderas de Vapor

En la industria existen algunas aplicaciones típicas, entre las más frecuentes se puede mencionar calderas de vapor e intercambiadores de calor, procesos en los que el monitoreo de variables es primordial, ya sea que el valor deseado sea fijo, o bien variable en función de otros parámetros [2].

Una caldera de vapor es un aparato a presión en el que el calor procedente de cualquier fuente de energía se transforma en utilizable, a través del vapor de agua. La caldera de vapor recibe agua de alimentación, llamada agua de aportación, y agua de retorno, que vuelve a la instalación a partir de los condensados del vapor. Una vez que el agua se convierte en vapor será almacenada en el tanque. Si no se efectúa una desconcentración sistemática, llamada extracción o purga, las impurezas se irán concentrando, cada vez más, en la fase líquida, por lo que será necesario verter al desagüe una parte del agua de la caldera [3].

2.2. Recuperación de condensados.

En los procesos que utilizan generadores de vapor es altamente recomendado el aprovechamiento del condensado (vapor que ha cambiado a la fase líquida) debido a su alto contenido energético y por tratarse de vapor obtenido de agua previamente tratada o acondicionada. Con este aprovechamiento se busca eliminar el tratamiento en continuo de agua bruta y el tener que calentar esta desde la temperatura ambiente del agua de aporte.

Para el aprovechamiento de los condensados, la instalación ha de disponer de un tanque para su almacenamiento, cuando este

tanque se encuentra a presión atmosférica se le denomina depósito de condensado [2-4].

3. METODO

Dado que los instrumentos y sistemas de control son esenciales en todas las instalaciones de generación de vapor para proveer seguridad y operación confiable, en este proyecto, después de determinar el proceso y realizar el diseño correspondiente, se eligieron los instrumentos de medición, sensores y actuadores necesarios para la implementación de los lazos de control de flujo, presión, temperatura y nivel [4]. Se solicitó a una empresa especializada la integración del tanque-caldera, los elementos de instrumentación y tuberías requeridas en una estructura de montaje. Posteriormente en el ITSP se configuraron los instrumentos de medición así como su interconexión por medio de tarjetas de acondicionamiento de señal al controlador CompactRIO diseñando por último la interface de usuario en Labview.

4. DISEÑO

4.1. Instrumentación

El proceso general consiste en el suministro de un flujo de agua y/o vapor hacia un tanque caldera de acero inoxidable, con capacidad aproximada de 150 l. En la fig. 1 se muestra el diagrama de instrumentación y tubería del sistema.

El tanque de depósito principal que alimenta el proceso permanece en un ciclo de alta presión, en el que el agua está recirculando mientras el control mantenga inactiva la válvula de entrada al proceso al no existir una demanda de gasto en la caldera.

Al demandarse un flujo de agua o vapor se genera un gasto en el tanque de depósito principal por lo que para evitar que la bomba trabaje en condiciones de vacío, o que se produzca un derrame al retroalimentar agua del depósito de condensado, el tanque de depósito principal cuenta con sensores de punto fijo para los niveles alto, medio y bajo.

La temperatura del agua en la entrada es medida mediante un sensor RTD. En caso de que se desee vapor, el flujo de agua será dirigido hacia un vaporizador modelo MBA manufacturado por Sussman, para aumentar la rapidez de generación del mismo. Para trabajar solo con agua, es posible realizar la derivación del vaporizador para contar solo con un flujo de agua directo hacia el tanque para su almacenamiento.

El tanque cuenta con dos cinturones de calefacción resistivos externos con los cuales se mantiene la temperatura del vapor almacenado para evitar su condensación. También cuenta con una resistencia calefactora interna que se activa al requerirse un calentamiento lento del agua con poco incremento de temperatura, por ejemplo.

Para medir las variables en el tanque caldera se instalaron un medidor de presión, un medidor nivel de presión diferencial y un sensor RTD para monitorear la temperatura. En la parte inferior del tanque se cuenta con una válvula de control la cual permite generar un gasto de agua mediante el drenado del

tanque por gravedad. Adicionalmente el tanque cuenta con una válvula de seguridad para la liberación de vapor en caso de sobrepresión del sistema.

En la fig. 2. Se muestra la imagen del sistema físico.

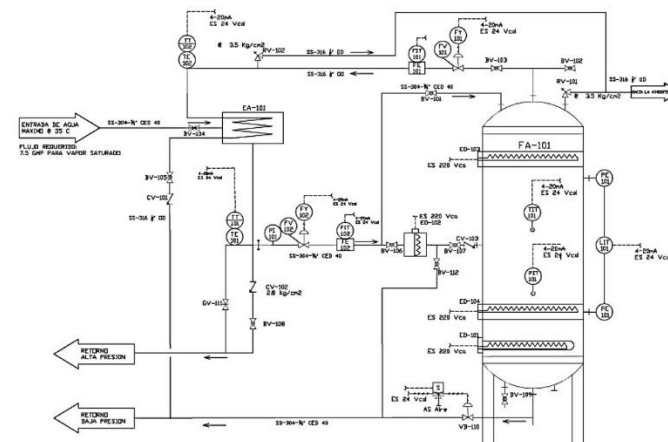


Fig. 1. Diagrama de instrumentación

Respecto a las salidas, el tanque consta de una válvula de control para generar un gasto de vapor el cual es conducido a un condensador modelo 4225 TLR, de la marca Sentry, donde retorna a su estado líquido al interactuar con el flujo de agua de suministro, el agua obtenida del condensado se reconduce a una línea de retorno de baja presión. El agua condensada es enviada al depósito de condensado. El nivel de este tanque es monitoreado mediante sensores de punto fijo para los niveles alto, medio y bajo, evitando así derrames o daño a la bomba de transvase al tanque de depósito principal.

El tanque de condensado está interconectado con el tanque principal, y su propósito es evitar que las condiciones de temperatura del líquido condensado afecten las condiciones de entrada en el tanque principal. Tanto el tanque principal como el depósito de condensación se muestran en la fig. 3.

4.2. Interfaz de Control

Para la etapa de control se empleó un controlador industrial CompactRIO de NI [5]. CompactRIO es un sistema embebido y reconfigurable de control y adquisición. La arquitectura robusta del hardware del sistema CompactRIO incluye módulos de E/S [6], un chasis FPGA reconfigurable y un controlador embebido [7]. Además, CompactRIO se programa con herramientas de programación gráfica de NI LabVIEW y puede usarse en una variedad de aplicaciones de control y monitoreo embebidos. Para la adquisición de datos se empleó el módulo NI LabVIEW DSC.

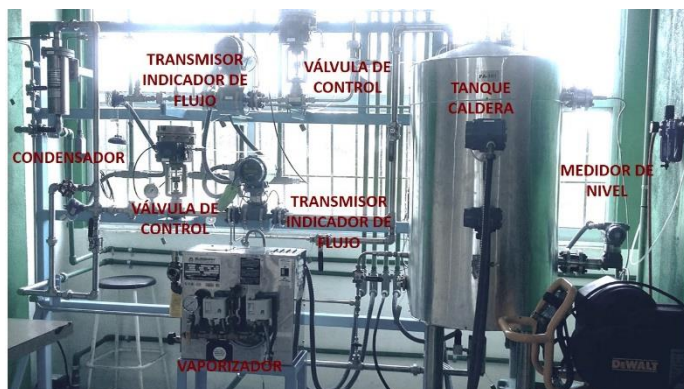


Fig. 2. Elementos de la Estación del proceso



Fig. 3. Tanque principal y depósito de condensado

El monitoreo y manipulación del sistema se puede realizar desde el lugar donde se encuentra en proceso, mediante un panel táctil, o desde una computadora ubicada en un cuarto de control. Para esta interconexión se requirió el empleo del módulo LabVIEW Touch Panel [6], en el cual se extiende el entorno de desarrollo de LabVIEW hacia dispositivos táctiles. Lo anterior permite crear pantallas de panel táctil personalizado comunicándose con plataformas de National Instruments en tiempo real. El panel táctil empleado, el NI TPC 2212, es usado para desplegar aplicaciones de interfaz humano-máquina (HMI) en entornos industriales agresivos con un rango de temperatura extendida de -20°C a 60°C .

Respecto a la comunicación HMI entre la máquina de desarrollo, el Touch Panel TPC 2212 y el controlador CompactRIO 9074, ésta se realizó mediante los protocolos TCP/IP y Shared's Variables [9], que permite trabajar desde diferentes ubicaciones físicas. En la figura 4 se muestra un diagrama general de conexión para llevar a cabo la comunicación HMI entre los dispositivos.

Respecto a su presentación gráfica, la interfaz recoge las entradas procedentes del usuario (nivel, temperatura y/o presión deseada en el tanque) y representa las salidas (flujo de vapor, temperatura de salida del vapor, nivel de líquido en el tanque, temperatura y presión en el interior) determinadas por

el programa de control en conjunción con los valores reales procedentes de los sensores. El panel frontal está formado por una serie de botones, pulsadores y gráficos, que incluyen un botón de encendido, la opción para operar en modo seguro y el sistema de purgado. También consta de campos para introducir las constantes para el algoritmo de control y el gasto requerido.

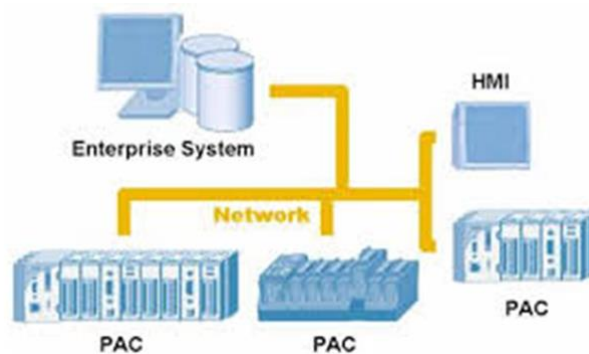


Fig. 4. Diagrama de conexión HMI

5. CONCLUSIONES.

En este proyecto se implementó un sistema de control para un proceso de transferencia de calor en un tanque caldera, en el que intervienen las cuatro variables principales en procesos industriales: presión, flujo, temperatura y nivel. Se realizó una selección cuidadosa de sensores y actuadores con la robustez requerida en un proceso real, lo que proporcionará una mejor precisión de las lecturas y el control del proceso. La implementación física de la estación en el laboratorio de Ing. Electrónica del ITSP se encuentra terminada y en fase de realización de pruebas, por lo que los programas HMI aún pueden requerir algunas modificaciones.

6. AGRADECIMIENTOS.

El presente proyecto se realizó con financiamiento de la Secretaría de Educación Pública-Subsecretaría de Educación Superior-Dirección General de Educación Superior Universitaria a través del convenio No.: 2014-30-012-039.

7. REFERENCIAS

- [1] P. J. Rui Costa, J. Rosell Ferrer y J. Ramos Castro, *Sistemas de instrumentación*, Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 1996, p. 84.
- [2] TLV, «TLV. Compañía Especialista en Vapor,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/>. [Último acceso: 04 2015].
- [3] Stilar Energy, «Stilar Energy,» 2014. [En línea]. Available: <http://stilar.net/>. [Último acceso: 2014].
- [4] M. A. Arenas Méndez, R. G. Camero Berrones, M. d. J. Cabriales Muñiz y D. Hernández Hernández, «Diseño de una estación de control para la simulación de procesos industriales en la especialidad de instrumentación industrial y control de la carrera de ingeniería electrónica del ITSP,» de *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Tijuana*, Tijuana, 2015.
- [5] National Instruments, «¿Qué es NI CompactRIO?,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.ni.com/compactrio/whatis/esa/>. [Último acceso: 23 09 2014].

- [6] National Instruments, «Módulos CompactRIO de E/S,» 2014. [En línea]. Available: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/14147>. [Último acceso: 23 09 2014].
- [7] National Instruments, «Chasis Embebido Reconfigurable,» 2014. [En línea]. Available: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/14154>. [Último acceso: 23 09 2014].
- [8] National Instruments, «Pantalla Táctil de 12 pulgadas para LabVIEW con Windows Embedded TPC 2212,» 2014. [En línea]. Available: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/209369>. [Último acceso: 23 09 2014].
- [9] National Instruments, «Using Shared Variables in Executables,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.ni.com/white-paper/5715/en/>. [Último acceso: 23 09 2014].
- [10] A. C. Solé, «Instrumentacion Industrial,» de *Instrumentacion Industrial*, Mexico, Marcombo, 2010, p. 792.