



DESARROLLO DE UN BANCO DE INSTRUMENTACIÓN PARA LA ORIENTACIÓN DIDÁCTICA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Víctor Hugo Bernal Tristancho, Alexander Cortés Llanos, Luis Fernando Rico Riveros

Universidad ECCI
Bogotá, Colombia

Resumen

Se presenta el desarrollo de un banco didáctico orientado a la realización de prácticas de laboratorio en las áreas de instrumentación, automatización, control, sistemas digitales y comunicaciones industriales, el cual permite a través del proceso enseñanza-aprendizaje acercar al estudiante a un entorno práctico industrial más real. El objetivo primordial de esta contribución es describir todo el procedimiento realizado bajo la aplicación de un diseño metodológico experimental, el cual consta de cinco fases que son: propuesta, diseño, práctica experimental, simulación y emulación del prototipo. Los resultados experimentales por fase son presentados con su respectiva descripción, aportando en el desarrollo y consolidación de un banco prototipo.

Palabras clave: didáctica; automatización; instrumentación; simulación; emulación

Abstract

It presents the development of a didactic bench oriented to the accomplishment of laboratory practices in the areas of instrumentation, automation, control, digital and industrial communications, which allows through the process teaching-learning to bring the student to a more realistic practical industrial environment. The main objective of this contribution is to describe the whole procedure carried out under the application of an experimental methodological design, which consists of five phases: proposal, design, experimental practice, simulation and prototype emulation. The experimental results per phase are presented with their respective description, contributing in the development and consolidation of a prototype didactic bench.

Keywords: *didactics; automation; instrumentation; simulation; emulation.*

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto banco didáctico para realizar prácticas de laboratorio en las áreas de Instrumentación, automatización, control y comunicaciones Industriales, surgió de la necesidad de poder disponer de una herramienta didáctica y pedagógica que pudiera acercar a los estudiantes de pregrado y posgrado de la Universidad ECCL, a un entorno industrial más real, esto a través de la implementación del banco didáctico, el cual cuenta con la posibilidad de realizar procesos de medición y control de las variables: temperatura, presión, caudal y nivel.

Inicialmente este proyecto se propuso como opción de grado de estudiantes de Ingeniería Electrónica, los cuales, a través de todo el proceso metodológico y experimental, con el apoyo de la Universidad y asesoría de los docentes a cargo del proyecto se logró consolidar un prototipo de banco didáctico funcional.

El resultado de la aplicación del diseño metodológico experimental es poder contar en la actualidad con un banco prototipo que ya fue replicado en otros cuatro bancos didácticos los cuales cuentan con la posibilidad de realizar procesos de medición y control de las variables: temperatura, presión, caudal y nivel, utilizando para ello dispositivos, insumos y equipos industriales de alta calidad. Estos bancos son utilizados en los programas académicos de pregrado de Tecnología en Electrónica Industrial y Tecnología en Automatización y Robótica Industrial en las asignaturas de instrumentación industrial, actuadores y automatización, así mismo en los programas académicos de Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica en las asignaturas instrumentación industrial I y II, instrumentación industrial avanzada, automatización avanzada y electivas de profundización.

2. DISEÑO METODOLÓGICO EXPERIMENTAL

Para dar una estructura lógica y metódica al proyecto, se realizó una propuesta de un diseño metodológico, el cual consta de las siguientes fases: la propuesta, el diseño, la práctica experimental, la simulación y emulación del prototipo. El diseño metodológico propuesto permitió consolidar el prototipo final, como se ilustra en la figura No. 1 que presenta un mapa conceptual de dicho diseño.

A través del diseño metodológico experimental y la implementación de todas sus fases, se permite consolidar el prototipo final. Se presenta a continuación una breve descripción de cada fase, las cuales se basan en la formulación de un mapa conceptual que permite brindar un orden metodológico.

Fase Propuesta Universidad

- **Propuesta universidad:** Proyecto como opción de grado "pasantía interna" diseño y adecuación de módulos didácticos para la realización de prácticas de laboratorio de las asignaturas: instrumentación industrial, automatización, control, comunicaciones industriales. generación proyectos de grado con los mismos. transversalidad con otros programas académicos de la facultad de ingeniería tanto de pregrado como de posgrado.
- **Definición diseño:** Planta con tres tanques en acero inoxidable, conectados a través de sistema de tuberías, para generación de condiciones de medida de las variables físicas: temperatura, caudal, nivel y presión, así mismo poder realizar procesos de automatización, estrategias de control y comunicaciones industriales.

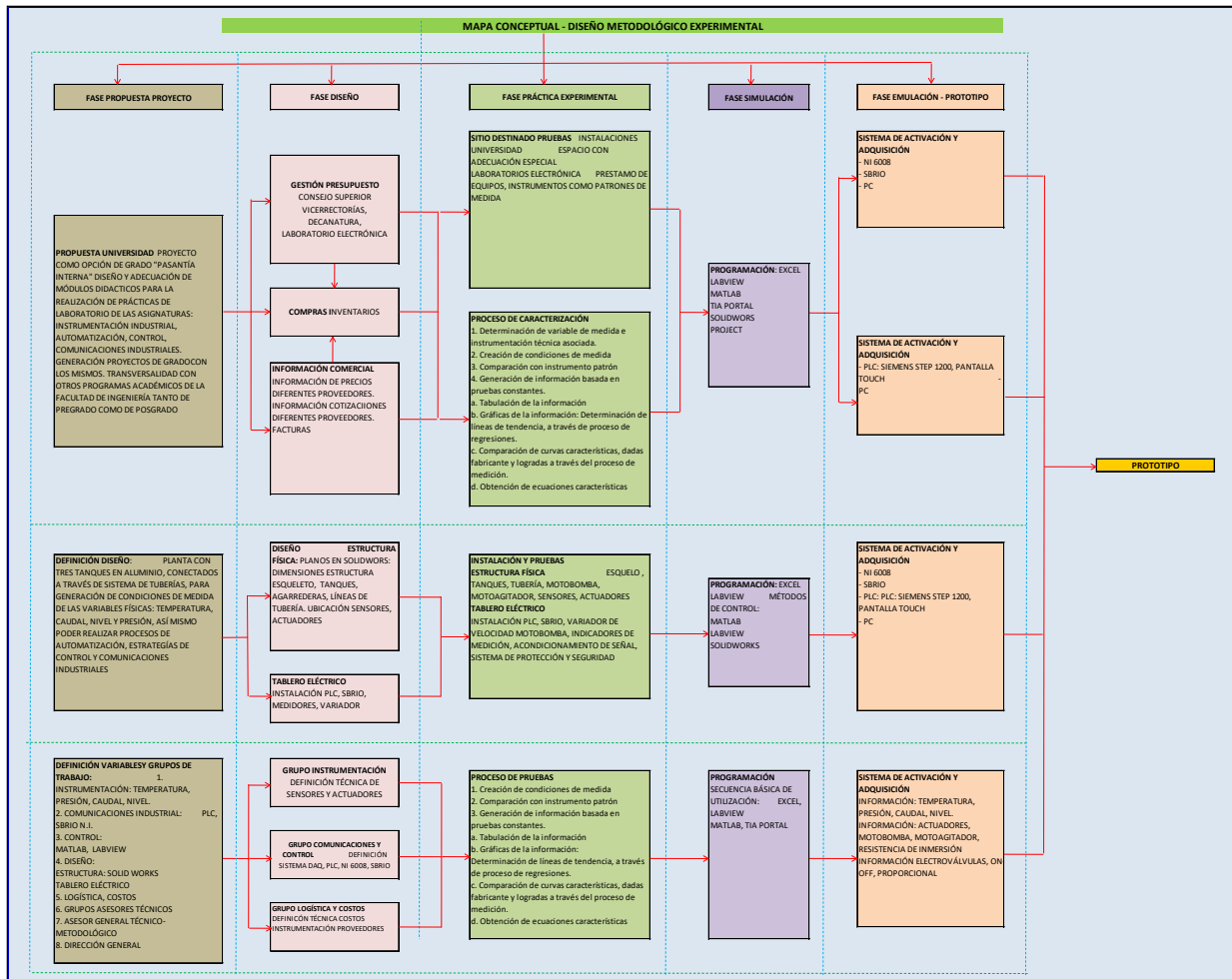


Figura 1 Mapa conceptual
Fuente propia: autor artículo

- **Definición variables y grupos de trabajo:**
 - o Instrumentación: temperatura, presión, caudal, nivel.
 - o Comunicaciones industriales: plc, sbrio n.i.
 - o Control: matlab, labview
 - o Diseño estructura: solid works, tablero eléctrico
 - o Logística, costos
 - o Grupos asesores técnicos
 - o Asesor general técnico-metodológico
 - o Dirección general

Fase Diseño

- **Gestión presupuesto:** Consejo Superior, Vicerrectorías, Decanatura, Laboratorio Electrónica.
- **Compras:** Inventarios
- **Información comercial:** Información de precios diferentes proveedores, información cotizaciones diferentes proveedores, facturas
- **Diseño estructura física:** Planos en SolidWorks, dimensiones estructura esqueleto, tanques, soportes, líneas de tubería. ubicación sensores, actuadores, en la figura 2 se puede apreciar el resultado de un plano general desarrollado.
- **Diseño tablero eléctrico:** instalación Plc, sbrio, medidores, variador

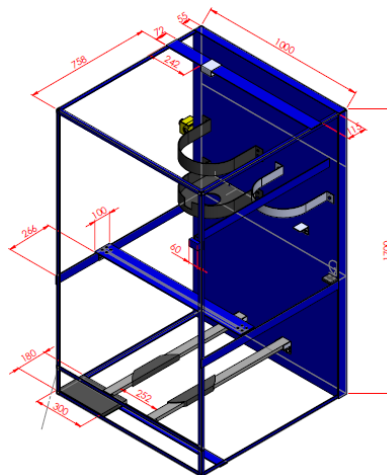


Figura 2 Diseño estructura y tablero eléctrico
Fuente propia: grupo diseño

Fase práctica experimental

- **Sitio destinado pruebas:** Instalaciones universidad, espacio con adecuación especial laboratorios electrónica, préstamo de equipos, instrumentos como patrones de medida.
- **Proceso de caracterización**
 - o Determinación de variable de medida e instrumentación técnica asociada.
 - o Creación de condiciones de medida
 - o Comparación con instrumento patrón

- o Generación de información basada en pruebas constantes.
 - tabulación de la información
 - gráficas de la información: determinación de líneas de tendencia, a través de proceso de regresiones.
 - comparación de curvas características, dadas por el fabricante y obtenidas a través del proceso de medición.
 - obtención de ecuaciones características
- **Instalación y pruebas:**
 - o **Estructura física:** esqueleto, tanques, tubería, motobomba, moto-agitador, sensores, actuadores.
 - o **Tablero eléctrico:** instalación PLC, Tarjeta Sbrio, variador de velocidad motobomba, indicadores de medición, acondicionamiento de señal, sistema de protección y seguridad.

Fase Simulación

- **Programación fase propuesta:** Excel, LabView, SolidWorks, Project.
- **Programación fase diseño:** Excel, LabView, Project, Matlab. Se utilizó SolidWorks para la simulación de resistencia de materiales de la estructura (figura 3), permitiendo determinar la probabilidad de fallo, considerando el peso del material de fabricación y del material del proceso (agua).
- **Programación fase implementación y pruebas:** Secuencia básica, Excel, LabView, Matlab. TIA portal, en la figura 3 se presenta una imagen de un programa de simulación desarrollado en LabView

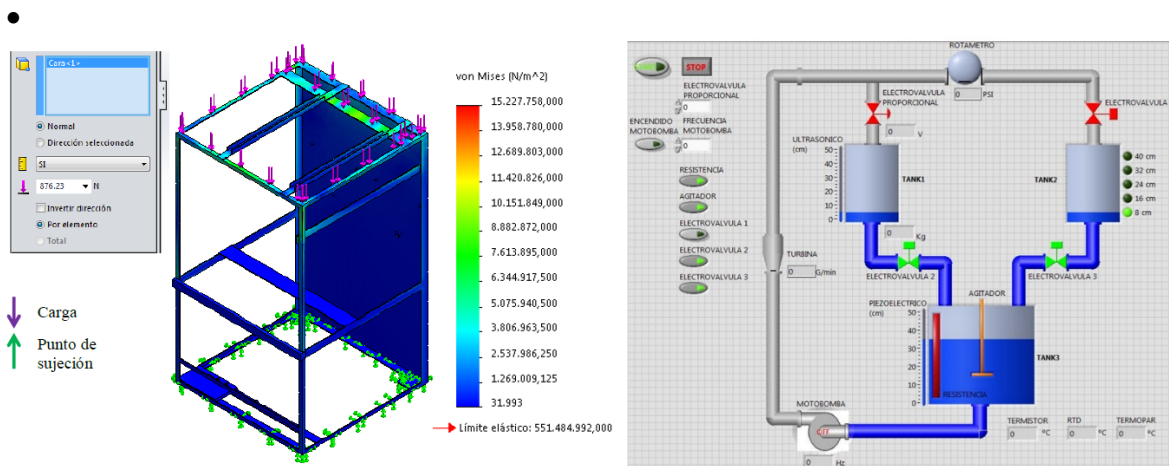


Figura 3 Simulación resistencia de materiales e interfaz gráfica en LabVIEW.

Fuente: grupos de diseño y comunicaciones

Fase Emulación

- **Sistema de activación y adquisición:** Fase diseño
 - o Tarjeta de adquisición de datos NI 6008

- o Sistema industrial de adquisición de datos, en la figura 4 se presenta un sistema SbRIO de National Instruments
- o Computador portátil

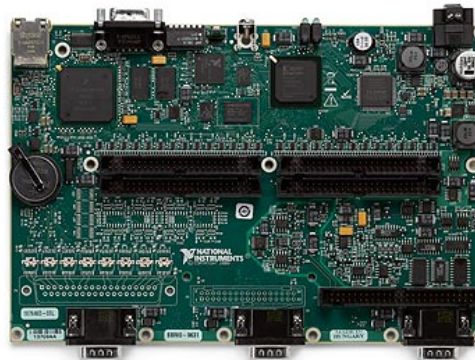


Figura 4 Tarjeta SbRIO 9633

Fuente propia: http://sine.ni.com/nips/cds/pages/image?imagepath=/images/products/us/sbrio-9631_l.jpg&title=sbRIO-9631&oracleLang=esa

- **Sistema de activación y adquisición:** Fase caracterización y pruebas
 - o información: temperatura, presión, caudal, nivel.
 - o información: actuadores, motobomba, moto-agitador, resistencia de inmersión
 - o información electroválvulas, on-off, proporcional
- **Sistema de activación y adquisición:** Fase puesta a punto
 - o Tarjeta de adquisición de datos NI 6008
 - o Sistema industrial de adquisición de datos, SbRIO de National Instruments
 - o PLC: Siemens S7-1200, en la figura 5 se ilustra una interfaz gráfica desarrolla en la pantalla KTP 600.
 - o Computador portátil

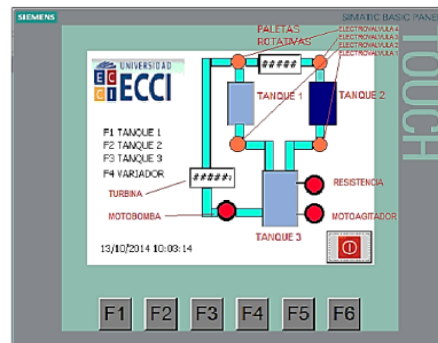


Figura 5 Interfaz gráfica en pantalla KTP 600 Basic
Fuente propia: grupo diseño

3. RESULTADOS

Para lograr el proceso de medición se caracterizaron diferentes tipos de sensores, medidores indicadores, actuadores, programación PLC, programación sistema de adquisición de datos industrial, que permite la implementación de un bus de campo de comunicación industrial. A continuación, se hace una breve descripción de los dispositivos y elementos que conforman el banco:

- Tres tanques de acero inoxidable: Conectados entre sí a través de un sistema de tuberías, que permiten generar condiciones de medida y control.
- Estructura metálica: Esta estructura metálica industrial brinda la fortaleza mecánica necesaria al módulo, permitiendo la instalación de los tanques, de las tuberías y de los diferentes dispositivos sensores, transmisores y actuadores.
- Variable Temperatura: se mide a través de tres tipos de transmisores: Termocupla, Termistor, RTD, con comunicación analógica de 4-20 mA.
- Variable Presión: se mide a través de un transmisor de presión piezo resistivo con comunicación analógica de 4-20 mA.
- Variable Nivel: se mide a través de tres tipos de sensores: sensor transmisor de Ultrasonido, sensor de nivel tipo flotador de boyas y celda de carga. El último con indicador.
- Variable Caudal: Se mide a través de dos tipos de sensores: sensor de turbina, sensor de paleta rotativa. Cada uno con su indicador.
- Motobomba trifásica: para generar condiciones de medida de caudal.
- Variador de velocidad de Motobomba: para controlar las revoluciones de la motobomba.
- Electroválvulas: el sistema consta de las electroválvulas: On – Off, proporcional y On-Off con amortiguamiento de golpe de ariete.
- Resistencia de inmersión: para generar condiciones de medida de variación de Temperatura desde el tanque tres, el de más baja posición en el diseño y estructura.
- Tablero de conexiones eléctricas: a este tablero confluyen todas las señales tanto de entrada y salida de cada uno de los sensores, indicadores y actuadores.
- PLC marca Siemens S7-1200: con entradas y salidas tanto analógicas como digitales, con pantalla KTP 600, para interfaz de control gráfica.
- Tarjeta de adquisición de datos Industrial NI SbRIO: sistema de adquisición de datos profesional e industrial marca National Instruments, con entradas y salidas tanto analógicas como digitales, con pantalla de PC para interfaz de control gráfica en programación LabView. Permite establecer a través de su configuración un bus de datos de comunicaciones industriales.
- Tarjetas de adquisición de datos NI-USB 6008: sistema de adquisición de datos académico e industrial marca National Instruments, con entradas y salidas tanto analógicas como digitales, con pantalla de PC para interfaz de control gráfica en programación LabView.

Se presenta en la figura 6 imágenes del banco, donde se observan los componentes que conforman el sistema didáctico:



Figura 6 Laboratorio con 4 bancos de instrumentación
Fuente propia

Conclusiones

Se aclara que todo el Diseño, Desarrollo e implementación del sistema es ÚNICO y fue realizado en conjunto con las directivas, docentes asesores y estudiantes de la Universidad ECCI, se tomaron diferentes referentes, pero en definitiva todo el sistema de módulos didácticos es propio, único y exclusivo de la Universidad ECCI, surgió como una necesidad en la implementación de laboratorios especializados, logrando un muy buen resultado que se está replicando en la conformación de otros módulos similares, con la participación de los docentes y estudiantes de Ingeniería Electrónica y Mecatrónica.

4. REFERENCIAS

Libros

- D. William, Fundamentals of Industrial Instrumentation and Process Control. USA: McGraw-Hill, 2005
- L. Bela, Instrument Engineers Handbook. Process Measurement and Analysis. Fourth Edition. USA: CRC Press, 2003.
- K. Tony, Lessons in Industrial Instrumentation, Versión 2.12. Creative Commons Attribution 4.0 International Public License, 2015.
- ISA, Specification, Installation, and Calibration of Turbine Flowmeters. The Instrumentation, Systems, and Automation Society, 1977.
- Pallás A., Ramón. Sensores acondicionadores de señal [libro cuarta edición]. Barcelona España; 2003.

Fuentes electrónicas

- Córdova y Velásquez, Instalación y montaje de un banco de pruebas de caudal, para el laboratorio de instrumentación de la facultad de mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba Ecuador 2008. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/281/3/TI5A00404.pdf>
- Amorocho.S Diego y Vera. P William, Diseño de un Módulo Didáctico para la Asignatura de Instrumentación Electrónico, UIS, Bucaramanga, 2011.
- Planta Piloto Educacional para el Control de Nivel, Caudal y Temperatura, Universidad de Oviedo, Asturias, España. Disponible en: http://isa.uniovi.es/docencia/ra_marina/cuatrim2/descripcion.pdf

Sobre los autores

- **Luis Fernando Rico Riveros:** Ingeniero electrónico, Especialista en Telecomunicaciones Móviles, Master en ciencias de la información y las comunicaciones. Coordinador Ingeniería Electrónica y Mecatrónica Facultad de Ingeniería Universidad ECCI coordinacion.electronica@ecci.edu.co
- **Alexander Cortés Llanos:** Ingeniero Electrónico, candidato a Magister en Ingeniería Electrónica y de Computadores. Profesor Agregado programa Ingeniería Electrónica Facultad de Ingeniería Universidad ECCI. acortesll@ecci.edu.co
- **Víctor Hugo Bernal Tristanco:** Licenciado en Educación Industrial - Especialidad Electricidad, Especialista en Edumática, Especialista en Mecatrónica Industrial, Master en Didáctica de las Ciencias. Profesor Asistente programa Ingeniería Mecatrónica Facultad de Ingeniería Universidad ECCI. vbernalt@ecci.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)