

EDUCACIÓN, CREATIVIDAD E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: NUEVOS HORIZONTES PARA EL APRENDIZAJE. ACTAS DEL VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAJE, INNOVACIÓN Y COOPERACIÓN, CINAIC 2025

María Luisa Sein-Echaluce Lacleta, Ángel Fidalgo Blanco y Francisco José García Peñalvo (coords.)

1ª Edición. Zaragoza, 2025

Edita: Servicio de Publicaciones. Universidad de Zaragoza.



Servicio de
Publicaciones
Universidad Zaragoza

EBOOK ISBN 978-84-10169-60-9

DOI 10.26754/uz.978-84-10169-60-9



Esta obra se encuentra bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento – NoComercial (ccBY-NC). Ver descripción de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Referencia a esta obra:

Sein-Echaluce Lacleta, M.L., Fidalgo Blanco, A. & García-Peñalvo, F.J. (coords.) (2025). *Educación, Creatividad e Inteligencia Artificial: nuevos horizontes para el Aprendizaje. Actas del VIII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación. CINAIC 2025 (11-13 de Junio de 2025, Madrid, España)*. Zaragoza. Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza. DOI 10.26754/uz.978-84-10169-60-9

Cátedra Universidad - Empresa Emerson - UPM sobre Regulación y Control de Procesos Industriales: Diseño de un Banco Hidráulico

University-Company Emerson - UPM Chair on Regulation and Control of Industrial Processes: Design of a Hydraulic Bench

María José Martín de Vidales¹, José Antonio Díaz-López¹, David García-Casillas¹, Marcos Castro¹, Lucía Marcos¹, Elena Testera¹, Javier Rivas¹, Ángel Arranz², Evangelina Atanes-Sánchez¹
mariajose.martindevidales@upm.es, jose.dlopez@upm.es, david.gcasillas@upm.es, m.castro@alumnos.upm.es, lucia.mgallego@alumnos.upm.es, elena.testera@alumnos.upm.es, ja.rivas@alumnos.upm.es, angel.arranz@emerson.com, evangelina.atanes@upm.es

¹Departamento de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial, ETSIDI, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

² Emerson, Madrid, España.

Resumen- El convenio colaborativo Cátedra Universidad - Empresa “Emerson - UPM sobre Regulación y Control de Procesos Industriales” es una iniciativa académica que tiene como principal objetivo establecer un puente entre la industria y la universidad. De esta manera, se busca proporcionar a los estudiantes una formación práctica y aplicada, enfocada en los conocimientos técnicos y habilidades específicas que son imprescindibles para desenvolverse profesionalmente en un entorno industrial altamente competitivo y en constante evolución. Se diseña y construye una instalación hidráulica que permita la observación y análisis de diversos fenómenos físicos asociados a los procesos industriales. Además, esta instalación se plantea como una plataforma para el aprendizaje práctico de los distintos lazos de control utilizados habitualmente en la industria. La combinación de estas dos perspectivas garantizará que los estudiantes puedan experimentar de primera mano el funcionamiento de sistemas reales, enfrentándose a retos como los que encontrarán en su futura actividad profesional.

Palabras clave: *Cátedra Universidad-Empresa, control de procesos industriales, ingeniería química, banco hidráulico.*

Abstract- The Emerson - UPM University-Company Chair on Regulation and Control of Industrial Processes is an academic initiative whose main objective is to establish a bridge between industry and universities. This approach seeks to provide students with practical and applied training, focused on the technical knowledge and specific skills essential for professional development in a highly competitive and constantly evolving industrial environment. A hydraulic installation is designed and built to allow for the observation and analysis of various physical phenomena associated with industrial processes. Furthermore, this installation is intended as a platform for practical learning of the various control loops commonly used in industry. The combination of these two perspectives will ensure that students can experience firsthand the operation of real systems, facing challenges similar to those they will encounter in their future professional careers.

Keywords: *University-Company Chair, industrial process control, chemical engineering, hydraulic bench.*

1. INTRODUCCIÓN

En abril de 2024, el Rector de la Universidad Politécnica de Madrid y el director de la empresa Emerson, firmaron el convenio de colaboración para la creación de la Cátedra Universidad - Empresa “Emerson - UPM sobre Regulación y Control de Procesos Industriales” (Cátedra “Emerson-UPM sobre regulación y control de procesos industriales”).

Este acuerdo tiene como objetivo el desarrollo de plantas semi-piloto que servirán como plataformas de investigación, enseñanza y transferencia de tecnología para futuros estudiantes universitarios (Nuñez, 2013).

La alianza de la UPM con Emerson, empresa líder en tecnología y automatización industrial, es muy significativa, ya que proporcionará a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) un laboratorio con prestaciones de vanguardia vinculadas a la regulación, automatización y control de procesos.

El desarrollo de las plantas semi-piloto se lleva a cabo por los propios estudiantes a través de Trabajos de Fin de Grado (TFG) y Trabajos de Fin de Máster (TFM), bajo la supervisión de sus correspondientes directores (hasta el momento, 15 alumnos se han involucrado o se están involucrando en estas labores). Los proyectos se equiparán principalmente con tecnología de última generación, proporcionada por la empresa Emerson, que replicará procesos industriales reales a escala reducida, y simulará diversos eventos que ocurren en la industria, lo cual ayudará a los estudiantes al entendimiento de sus principios físicos, consecuencias y prevención. Así pues, se pretende utilizar las plantas semi-piloto para desarrollar distintas prácticas de formación docente para los estudiantes del Grado en Ingeniería Química de la ETSIDI (Carrasco, 2004).

El convenio fortalecerá los vínculos de la UPM con la industria, potenciará la investigación y la formación y transferencia de tecnología, generando un impacto positivo y favoreciendo la competitividad en el ámbito de la automatización industrial.

Entre otras plantas semi-piloto, se pretende diseñar y construir un banco hidráulico para estudiar distintos fenómenos físicos, transmisión de calor y su regulación y control. Así pues, este proyecto representa un paso significativo hacia la materialización de una instalación educativa innovadora que no sólo enriquece la formación técnica de los estudiantes, sino que también fomenta una relación más estrecha entre la universidad y la industria. Desde el conocimiento de los autores, no se ha llevado a cabo una actividad similar en otras universidades o centros de formación, donde una empresa de elevado prestigio internacional en el control de procesos químicos desarrolle esta labor en una universidad.

2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

En el ámbito de la ingeniería y la investigación científica, el control de procesos es una disciplina esencial que desempeña un papel crucial en la mejora de la seguridad, eficiencia y calidad de los procesos industriales. El control de procesos busca mantener variables clave (como temperatura, presión, flujo o nivel) dentro de ciertos límites o en puntos específicos deseados, a pesar de perturbaciones externas o variaciones en las condiciones operativas (Smith, 2016).

Para lograr este objetivo, se utilizan sistemas de control que integran sensores, controladores y actuadores. Los sensores miden las variables del proceso en tiempo real, los controladores toman decisiones sobre cómo ajustar el sistema en función de esas mediciones, y los actuadores ejecutan las acciones necesarias para corregir cualquier desviación del valor deseado (Towler y Sinnott, 2008).

Existen diferentes tipos de control de procesos, como el control manual, en el que un operador ajusta el sistema, o el control automático, donde un controlador habitualmente un PID (Proporcional-Integral-Derivativo), ajusta de forma continua las variables del proceso. Otros enfoques más avanzados incluyen el control predictivo basado en modelos, que utiliza modelos matemáticos del proceso para predecir el comportamiento futuro y optimizar las acciones de control (Lipták, 2006).

El objetivo primordial del convenio creado entre la UPM y Emerson es el diseño de plantas semi-piloto para estudiar su regulación y control tal y como se lleva a cabo en la industria química. Entre otras, se desarrolla el diseño de un sistema de monitorización y control correspondiente a un banco hidráulico. Esto, requiere un enfoque multidisciplinario que abarca desde la selección óptima de componentes y el estudio de sistemas de control, hasta la implementación de tecnologías de monitoreo avanzadas.

La Figura 1 muestra el Diagrama de Flujo de Proceso (PFD, *process flow diagram*) del proyecto, aportado por Emerson, cuyo propósito es mostrar exactamente lo que hace un proceso durante la operación.

Un banco hidráulico es una planta dinámica por la que circulará agua fría y agua caliente, incluyendo los lazos más representativos de la industria, como son un lazo de temperatura, de presión, de nivel y de caudal, siempre buscando la máxima flexibilidad y eficiencia de los equipos diseñados. Además, dispone de una zona de observación de fenómenos físicos, algo único y fundamental para el entendimiento de éstos por parte de los futuros estudiantes. La observación se llevará a cabo a través una tubería transparente.

Crear un banco hidráulico en el laboratorio universitario que incorpore los lazos de control más importantes de la industria tiene varias ventajas y beneficios significativos, tanto para los estudiantes como para la institución, esto permitirá a los estudiantes trabajar con sistemas que simulan situaciones reales de la industria y los ayudará a familiarizarse con los equipos y procesos que encontrarán en su vida profesional. Los enseñará también el desarrollo de técnicas modernas de control, saber ajustar parámetros y dar solución a problemas cotidianos en las industrias, ya que aprenderán a diagnosticar y resolver problemas complejos.

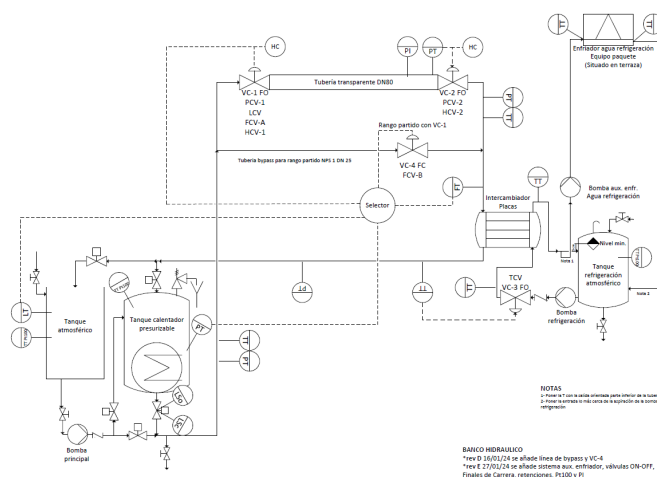


Figura 1. Diagrama de Flujo de Proceso del banco hidráulico.

A. Objetivos

El estudio preliminar del proyecto se centró en el entendimiento por parte de los estudiantes de todos los procesos que ocurren en el banco hidráulico, así como los instrumentos que intervienen en él. Con ello, se fijaron una serie de objetivos parciales, necesarios para alcanzar el objetivo general de la creación de la instalación, la cual aún está en desarrollo. Dichos objetivos son:

- Diseño del P&ID (*Piping and Instrumentation Diagram*, diagrama de tuberías e instrumentación) desde el diagrama de Flujo de Proceso aportado por la empresa Emerson.
- Creación de cuatro listados: equipos, instrumentos, señales y tuberías.
- Selección de los tipos de tuberías a utilizar en la instalación, así como de los equipos.
- Diseño de las dimensiones de algunos equipos.
- Compra de materiales a empresas externas.
- Análisis, diseño y cálculo de las distintas variables de diseño.

B. Metodología

Basándose en el PFD proporcionado por la empresa, el cual consiste en una representación esquemática y ordenada del proceso, los estudiantes crean en primer lugar el P&ID. Éste permite mostrar de una forma más detallada elementos como tuberías, equipos, válvulas, etc.

Asimismo, desarrollan plantillas de listados de equipos e instrumentación, documentos que servirán de base para los

siguientes cursos académicos, de forma análoga a como se realiza en una empresa de ingeniería.

Además, es importante destacar que los estudiantes trabajan con AutoCAD 3D para el diseño y estudio de la instalación del banco hidráulico.

3. RESULTADOS

A continuación, en la Figura 2 se muestra el P&ID final.

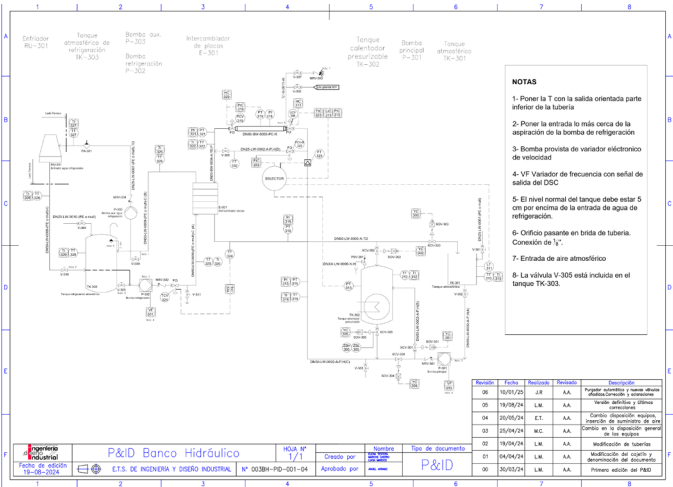


Figura 2. P&ID del banco hidráulico.

La planta se puede dividir en cuatro subsistemas, la unidad de alimentación, la unidad de fenómenos físicos, la unidad de control en rango partido y la de intercambio de calor. Las cuatro están relacionadas entre sí, aunque se detallan los resultados del P&ID de manera individual para facilitar la comprensión.

En cuanto a los documentos de listados, se han desarrollado el listado de equipos, el listado de instrumentos locales, el listado de señales y el listado de tuberías, tal y como se muestra a continuación en las Figuras 3, 4, 5 y 6:

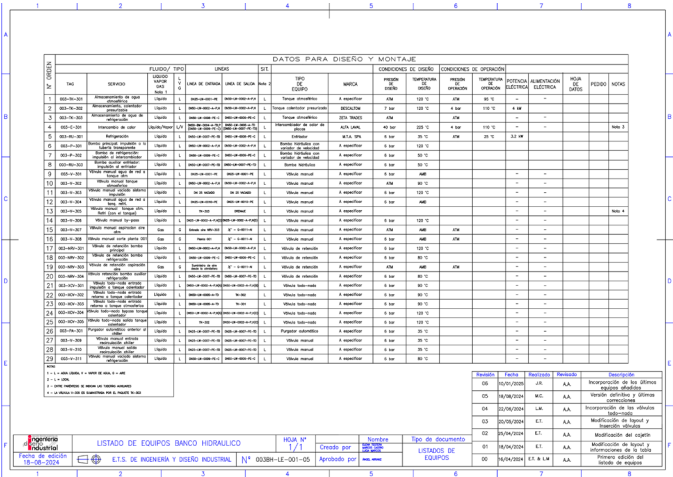
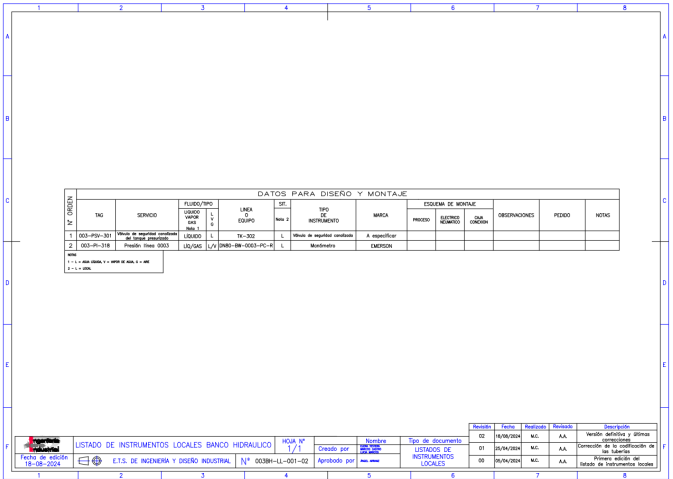


Figura 3. Listado de equipos



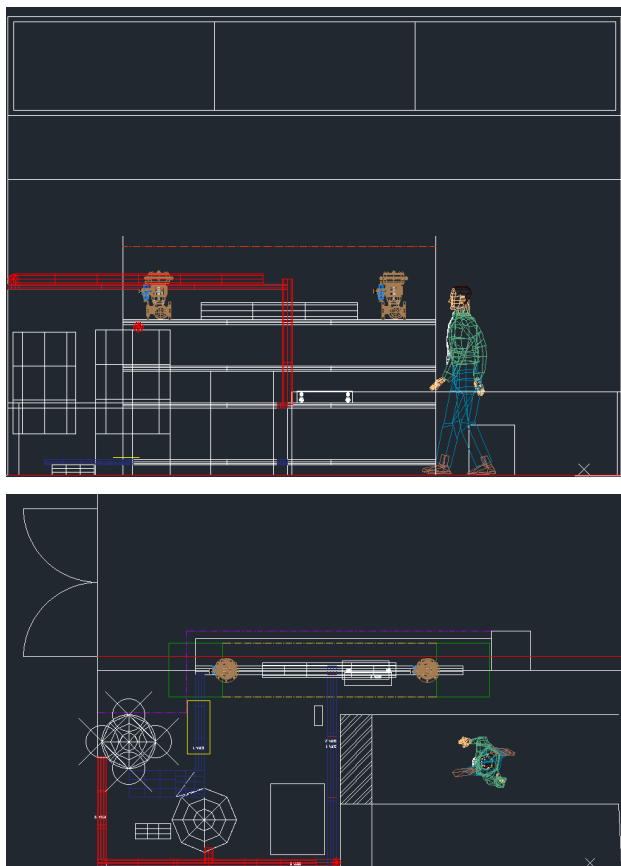


Figura 7. Plano AutoCAD 3D del banco hidráulico. Arriba: alzado. Abajo: planta.

Por último, cabe destacar que se ha realizado una valoración económica preliminar del coste de diseño e implementación del banco hidráulico en las instalaciones de la ETSIDI, que alcanza un valor de en torno a 120.000 euros, aunque se debe tener en cuenta que se dispone de ciertas donaciones de diversas empresas químicas de elevado prestigio, que permitirán disminuir este coste considerablemente.

Con todo esto, queda de manifiesto el elevado grado de aprendizaje que los alumnos que se encuentran inmersos en este proyecto están desarrollando, observando que los estudiantes que ya han defendido sus TFGs o TFM en este ámbito, 5 hasta el momento, han obtenido elevadas calificaciones, superiores a 9/10 en todos los casos.

Asimismo, cabe destacar que el desarrollo de esta planta continua en la actualidad, hasta su construcción e implementación, que se prevé a finales de 2025, y, para ello, actualmente se está estudiando su simulación, tanto en estado estacionario como en dinámico, con la herramienta Aspen HYSYS Process Simulation Software.

4. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que pueden extraerse de este trabajo son:

- Con el desarrollo de la Cátedra Emerson - UPM sobre Regulación y Control de Procesos Industriales, los alumnos que llevan a cabo su TFG o TFM en el seno de la misma, alcanzan un elevado grado de aprendizaje a nivel práctico en lo que se refiere a diseño e implementación de plantas industriales y su regulación

y control, utilizando la metodología de trabajo real en una empresa de ingeniería. En un futuro próximo, los estudiantes del Grado de Ingeniería Química de tercer y cuarto curso de la ETSIDI podrán utilizar estas instalaciones para practicar sus conocimientos teóricos sobre regulación y control de procesos químicos.

- Se están diseñando y construyendo distintas instalaciones, entre ellas, un banco hidráulico que permite la observación de fenómenos físicos, estudio de la transmisión de calor, control de procesos, etc.
- El proceso de diseño e implantación se realiza con especial énfasis en la funcionalidad operativa y en facilitar la visualización estratégica de los elementos de mayor interés docente, pero sin ignorar el acceso, la movilidad y la protección de los elementos de la instalación. Además, se garantiza el cumplimiento en materia de seguridad y de normativa aplicable, y se facilita el mantenimiento de la instalación. Esta configuración dota a la instalación de una funcionalidad educativa, permitiendo una observación directa de los procesos y fenómenos relevantes para los alumnos.
- Así, el principal aspecto innovador que permite la mejora en el aprendizaje y el trabajo del alumnado reside en la puesta en práctica real de los conocimientos adquiridos a lo largo del Grado en Ingeniería Química, trabajando con una empresa líder en el sector de control y regulación de procesos químicos.

AGRADECIMIENTOS

Cátedra Emerson - UPM sobre Regulación y Control de Procesos Industriales.

REFERENCIAS

- Carrasco, J.B. (2004). Una didáctica para hoy. Como enseñar mejor. *Rialp Madrid*. https://www.rialp.com/libro/una-didactica-para-hoy_92366/
- Cátedra “Emerson-UPM sobre regulación y control de procesos industriales”. https://www.upm.es/UPM/SalaPrensa/Noticias_de_investigacion?id=CON09680&fmt=detail&prefmt=articulo
- Lipták, B. (2006). Process control and optimization Béla Lipták Edit. Boca Raton: ISA CRC. <https://nivelco.com.ua/documents/technical%20publications%20docs/Instrument%20Engineers%20Handbook%20C%20Volume%202%20Process%20Control%20and%20Optimization%20C%20Fourth%20Edition%20%28Volume%20%29.pdf>
- Núñez, J.A.S. (2013). El sistema metodológico del profesor universitario. *ICE de la Universidad Politécnica de Madrid*.
- Smith, R. (2016). Chemical Process Design and Integration. Chichester, West Sussex, United Kingdom: Wiley. <https://elmoukrie.com/wp-content/uploads/2022/06/robinm.smith-chemicalprocessdesignandintegration-wiley2005.pdf>
- Towler, W. y Sinnott, R.K. (2008). Chemical Engineering Design: Principles, practice and economics of plant and Process Design. Amsterdam: Elsevier/Butterworth-Heinemann. <https://core.ac.uk/download/pdf/143491361.pdf>