

# Modelamiento de equipos de laboratorio como estrategia para ampliar conocimientos adquiridos en prácticas

Modeling laboratory equipment expands acquired knowledge in the practice.

*José Jadir Layton Corzo<sup>1</sup>,  
Daniel Alejandro Muñoz Cruz<sup>2</sup>,  
Robinson Riveros Toledo<sup>3</sup>.*

## **Resumen**

En este artículo se da a conocer el procedimiento llevado a cabo por el semillero Automatoools, para modelar un prototipo didáctico que permita al estudiante de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, familiarizarse con el control y monitoreo de nivel de líquidos. El modelamiento es analítico al tener como referencia las leyes físicas del prototipo y con analogía eléctrica, se halla la función de transferencia. Con el modelo matemático se hace una simulación teniendo en cuenta el tiempo de estabilización; luego se comparan los resultados con el fin de determinar el error en el modelamiento del sistema.

***Palabras clave: Modelamiento, Labview, Matlab, Enseñanza, Control.***

## **Abstract**

This article shows the procedure carried out by the research hotbed called "Automatoools" in which the creation of a didactic prototype allows the student from ETITC to get familiarized with the control and monitoring of liquid levels. The research draws from the comparison of a hydraulic circuit and with an equivalent analog electrical circuit, and subsequently through transform of Laplace, convert the electrical circuit domain "t" to domain "s", the control algorithm to the system is established through the implementing mathematical modeling. Once the result is obtained, the resulting model is implemented through programming blocks using microcontrollers such as Arduino and monitoring systems like Lab View.

***Key words: Modeling, Labview, Matlab, Education, Control.***

1 Estudiante de Mecatrónica, IV semestre, Semillero Automatoools, Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Bogotá, D. C., [jjlayton@itc.edu.co](mailto:jjlayton@itc.edu.co)

2 Estudiante de Mecatrónica, VII semestre, Semillero Automatoools, Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Bogotá, D. C., [damunoz@itc.edu.co](mailto:damunoz@itc.edu.co)

3 Estudiante de Electromecánica, IX semestre, Semillero Automatoools, Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Bogotá, D. C., [rriveros@itc.edu.co](mailto:rriveros@itc.edu.co)

## 1. Introducción

La ingeniería en su agenda da importancia a los procesos dinámicos no lineales, básicos para la comprensión y simulación de procesos. El progreso del modelamiento y control, permite operar los procesos en condiciones severas en un amplio rango de las variables. (Bolton, 2001).

Los profesores e investigadores desarrollan sus propios recursos para llevar a cabo los proyectos de ingeniería; los simuladores de procesos permiten las prácticas en materias de corte científico-técnico dentro de la formación académica de estudiantes. (Agudelo, 2010).

Este trabajo es de control automático. Hay una extensa lista de recursos para simular e implementar procesos. Para esta investigación se usa *Matlab*® para simular y *Labview* para implementar el control.

Matlab® (laboratorio de matrices) permite manipular matrices, representar datos y funciones, simulación de control con *Simulink*, que es una

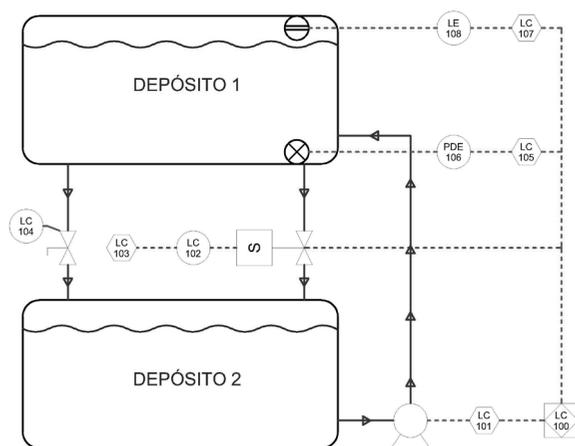
herramienta de modelado de sistemas. *Labview* (laboratorio virtual de ingeniería para la instrumentación en bancos de trabajo), plataforma para integrar software, hardware, control y simulación en tiempo real. (Gómez, 2011).

A partir del contexto, el objeto de la investigación es implementar modelamiento matemático para un prototipo de laboratorio de la ETITC y comparar los resultados de simulación con los reales, con el fin de implementar esta estrategia en las prácticas académicas porque un equipo de laboratorio, caracterizado matemáticamente, permite al estudiante interactuar a profundidad y llegar a conclusiones más tangibles.

## 2. Metodología

### Caracterización de la planta:

Para el control del prototipo de flujo y nivel, se parte de los elementos que lo componen (ver figura 1). Este es escalado a tal nivel que sea adecuado para las prácticas de instrumentación, control y automatización.



**Figura 1.** Diagrama P&ID del prototipo de control de flujo y nivel. Fuente: autores

El prototipo cuenta con un control de llenado del tanque 1 y uno de control de vaciado. En el control de llenado, los transmisores de nivel envían la señal a su controlador; este envía la señal al con-

trolador de flujo, que manipula las revoluciones de la moto bomba. En el control de vaciado del tanque superior, los transmisores de nivel envían sus señales a los controladores. Cuando una de

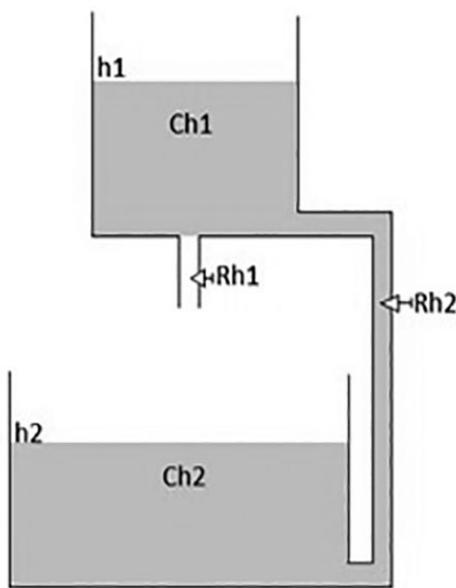
las señales de los transmisores indica que el nivel es superior al *set-point*, el controlador actuará en la válvula solenoide.

El prototipo cuenta con una válvula de bola este es el mecanismo mediante el cual se perturba el sistema, y se estabiliza cuando ésta intervenga (esté activa). Esta perturbación se pone en el sistema con un propósito netamente académico.

### Modelamiento del sistema

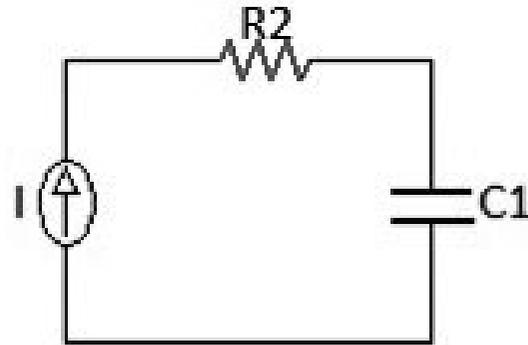
La teoría de control es aplicada en el prototipo, partiendo de su modelamiento. Las ecuaciones se hallan a partir de la analogía eléctrica. Desde el punto de vista hidráulico, en el prototipo los tanques se designan con la letra "h"; la capacidad de los tanques con "Ch" y los tubos se comportan como resistencias "Rh". (Castro, 2012).

El prototipo tiene seis variables y es importante resaltar el nivel del tanque superior (h1) y el flujo volumétrico que viene desde el tanque 2, el cual es impulsado por la bomba que está entre el tanque dos (Ch2) y la resistencia dos (Rh2). (Ver figura 2).



**Figura 2.** Sistema hidráulico  
Fuente: autores

Para el proyecto interesa el nivel del tanque superior; por tanto, en el modelamiento se omite el nivel (h2) y la capacidad (Ch2). Del tanque uno se omite el conducto por donde este se va a vaciar (Rh1), puesto que se identifica como una perturbación. En este orden de ideas, en una analogía eléctrica se obtiene el circuito de la figura 3.



**Figura 3.** Circuito resultante del sistema hidráulico.  
Fuente: autores

La función de transferencia del sistema es:

$$G_{(s)} = \frac{0,083}{0,9738S+1}$$

### Simulación:

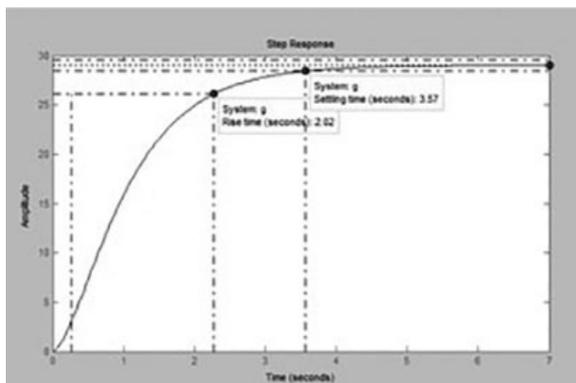
La entrada del sistema es de tipo escalón. Se simula en Matlab para obtener la respuesta del sistema. (Creus, 2011).

### Experimentación:

Dado el modelamiento planteado, se elabora el instrumento virtual en Labview, que actúa sobre el prototipo.

## 3. Resultados y discusión

A partir del modelamiento del prototipo, se simuló el comportamiento del sistema, obteniendo los resultados como se presentan en la figura 4, que muestra un tiempo de subida de la señal de respuesta, el sobre impulso y el tiempo de estabilización del sistema.



**Figura 4.** Respuesta del sistema.

Fuente: autores.

El tiempo de estabilización del prototipo fue de 46,54 segundos; esto corresponde a un error entre simulación y realidad, de 5% aproximadamente, lo que permite deducir que el modelamiento analítico puede ser elaborado para la caracterización de sistemas.

En la aplicación del modelamiento y el control del prototipo, se encontró relación entre los resultados de respuesta de la simulación, que comprueba la teoría de control. Este tipo de prácticas de laboratorio con la comprobación de la teoría, es significativo para el estudiante, ya que articula el conocimiento teórico con el práctico, al permitirle que los planteamientos y modelos que diseñe lleguen a aplicarse.

Como trabajos futuros se sugiere aplicar la teoría de control en los equipos de laboratorio que no dispongan de ello, con el fin de aprovechar más los recursos. No sólo en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, sino en las instituciones que enseñen automatización, control e instrumentación industrial.

## 4. Conclusiones

La teoría de control se extrae de los libros para resolver un problema; es ahí cuando se hace importante para el desarrollo de proyectos. Los estudiantes se apropian de ello, como herramienta para sus actividades como futuros ingenieros.

El uso de software permite realizar aproximaciones de diseño del prototipo, con el fin de ser implementado un lazo de control, se tenga certeza de lo que se está construyendo y no desperdiciar recursos o materiales.

El software Matlab permitió realizar la simulación, con un error menor del 5%, respecto a la práctica. Los dos softwares mencionados nos permitieron desarrollar e implementar la automatización; sus prestaciones son consistentes en los procesos industriales, en este caso, para la enseñanza del control industrial.

## 5. Referencias Bibliográficas

- Gómez, M., Zabala, G., and Dávila J., (20119). *Uso de Labview para Sistemas de Control en Ingeniería Química*. Dyna, año 78, Nro. 169, pp. 150-157. Medellín, ISSN 0012-7353
- Agudelo G., J. D., & García G., G. (2010). *Aprendizaje significativo a partir de prácticas de*. Obtenido de Universidad de Manizales: [http://www.lajpe.org/jan10/22\\_Gabriela\\_Garcia.pdf](http://www.lajpe.org/jan10/22_Gabriela_Garcia.pdf)
- Bolton, W. (2001). *Ingeniería de Control*. Ciudad de México: Alfaomega.
- Castro, C., & Romero, C. (2012). *Introducción a SCADA*. Cordoba: Universidad de Cordoba.
- Creus, S. (2011). *Instrumentación Industrial*. Ciudad de Mexico: Alfaomega.