

# DOCENCIA VIRTUAL Y AUTOAPRENDIZAJE MEDIANTE UN LABORATORIO VIRTUAL REMOTO DE UN SISTEMA DE BOMBEO EN EL MÁSTER UNIVERSITARIO EN AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA

J. Pomares, C. A. Jara, I. Perea, F. Torres

DFISTS. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Alicante

## RESUMEN

En este artículo se describe un laboratorio remoto empleado en el aprendizaje práctico de la asignatura "Sistemas de Control Automático", que se imparte en el Máster Universitario en Automática y Robótica de la Universidad de Alicante. La aplicación desarrollada permite a los estudiantes practicar a distancia diferentes conceptos teóricos utilizando un modelo hardware de un proceso industrial real consistente en un sistema de bombeo. En el artículo se describe las características más importantes de este laboratorio remoto, destacando su capacidad para realizar la evaluación automática del estudiante. La aplicación propone un conjunto de experiencias prácticas que los alumnos deben resolver haciendo uso del laboratorio remoto. Además, la aplicación ofrece una retroalimentación que guía al estudiante en los conceptos para mejorar en su aprendizaje. Esta información puede ser utilizada por los estudiantes para llevar a cabo un auto-aprendizaje. El documento concluye con un estudio que describe el impacto educativo acerca del uso de esta herramienta en el aprendizaje de los estudiantes.

## SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO

Control de una estación de bombeo: se dispone de un total de 4 bombas del modelo HX210 150 y de un único variador MX2 de OMRON. Para garantizar el suministro de agua, se debe conseguir que el sistema sea capaz de adaptarse a cualquier demanda, lo que implicará de 0 a 4 bombas trabajando.



### Objetivos

- Disponer de una plataforma hardware con características similares a las existentes en entornos industriales con la que practicar conceptos como: ajuste de controladores PID, programación de PLCs, control, comunicaciones industriales y ajuste de variadores de frecuencia.
- Se desea que los alumnos puedan acceder de forma remota a esta plataforma hardware con el objetivo de realizar experimentos desde sus casas, para ello se ha implementado un laboratorio remoto.
- El laboratorio remoto desarrollado no sólo permite el acceso compartido entre los distintos usuarios, sino que también es un entorno para el autoaprendizaje. Con este objetivo, el sistema detecta posibles errores y ofrece la realimentación necesaria al usuario para que éste conozca el motivo de los errores detectados. Asimismo, se ofrecerá información acerca de qué aspectos deben considerarse para subsanar los errores.

## MAQUETA

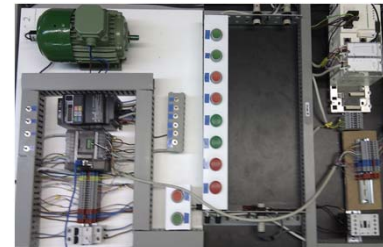
### SISTEMA DE CONTROL

La maqueta de control está constituida por un Autómata CP1L-J de OMRON, un variador MX2, un motor trifásico de 4 polos. La maqueta dispone de 7 interruptores conectados a las 7 primeras entradas del variador y 2 botones conectados a las entradas 1 y 2. Además se ha incorporado un potenciómetro conectado al terminal O del variador, lo que permite realizar ciertas pruebas de funcionamiento de forma sencilla. El alumno ha de programar el autómata para realizar el arranque del motor (bomba) dependiendo de la demanda.

### SIMULACIÓN DE DEMANDA

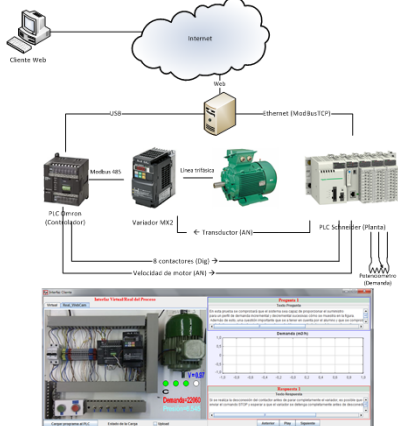
La maqueta de control se ha conectado a un autómata de Schneider que se encarga de simular la planta. Este último autómata está conectado a un potenciómetro con el objetivo de poder modificar la demanda. También es posible cargar distintos perfiles que varían la demanda a lo largo del tiempo. El objetivo de ambas maquetas es de evaluar los siguientes criterios de funcionamiento:

- El correcto encendido y apagado de bombas.
- El ajuste del controlador PID del variador.
- El ajuste de otros parámetros como rampas de aceleración, frecuencias mínimas y máximas, tiempos de encendido y apagado, etc.



## Laboratorio virtual remoto

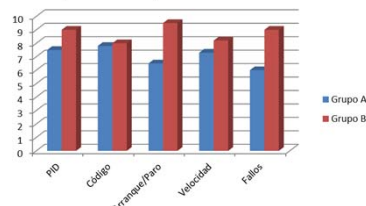
Se ha implementado una aplicación de manera que sea posible alcanzar de forma remota los objetivos anteriormente indicados. De esta forma, el alumno puede cargar sus programas al PLC Omron que es el encargado de controlar el sistema, además de que pueda modificar ciertos parámetros de la configuración del variador MX2 para realizar ajustes como las constantes de regulación del PID, ajuste del valor de referencia y los tiempos de aceleración, entre otros. Para ello se ha conectado el equipo Omron a un servidor a través del conector USB.



## Resultados

Para evaluar los resultados obtenidos con el sistema de autoevaluación y evaluación automática desarrollados se ha dividido el alumnado en 2 grupos:

- Un primer grupo (grupo A) realiza la programación y ajuste del sistema de una manera tradicional. Es decir, este grupo de 10 alumnos se desplaza a la Universidad y por turnos van realizando la programación de la maqueta y posterior ajuste de los distintos parámetros con los que configurar el correcto comportamiento.
- El segundo grupo (grupo B) también está constituido por 10 alumnos pero, en este caso, hacen uso del laboratorio virtual remoto propuesto. De esta manera, no requieren desplazarse hasta la Universidad para realizar las pruebas de funcionamiento. Esto les confiere una cierta flexibilidad de horarios a la hora de probar los desarrollos y ajustes realizados. Este último grupo además hace uso del sistema de autoevaluación propuesto. De esta manera, una vez desarrollados los programas y ajuste inicial de la maqueta, emplean las guías didácticas y enunciados interactivos descritos desarrollados para verificar el correcto comportamiento y terminar de ajustar los parámetros y posibles condiciones de funcionamiento. En la figura se muestra una comparativa en las calificaciones de las distintas partes de la práctica.



## AGRADECIMIENTOS

Gracias al Instituto de Ciencias de la Educación y al Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad de la Universidad de Alicante por su financiación.