

Control automático de niveles en un canal experimental de tres tramos

Tema B.- Hidrología y gestión del agua. Riegos. Energía hidroeléctrica (primera opción), Tema M.- Modelos numéricos en dinámica fluvial (segunda opción)

José Vicente Aguilar Mariñosa¹, Pedro Langarita García¹, Lorenzo Linares Miranda², Eduard Galvis³, Klaudia Horváth⁴, José Rodellar Benedé³, Manuel Gómez Valentín⁴

¹Grupo de Automatización y Control. Servicio S.A.I.H. Confederación Hidrográfica del Ebro
jvaguilar@chebro.org, plangarita@chebro.org

²Grupo de Automatización y Control. SICE
llinares@uteebro.com

³Grupo de Control, Dinámica y Aplicaciones. Departamento de Matemática Aplicada III. Universidad Politécnica de Catalunya
jose.rodellar@upc.edu

⁴Grupo FLUMEN, Departamento de Hidráulica, Marítima y Ambiental. Universidad Politécnica de Catalunya
manuel.gomez@upc.edu, klaudia.horvath@upc.edu

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta actualmente, tanto la comunidad científica como los técnicos de control de organizaciones dedicadas a la gestión y explotación de recursos hidráulicos, como las Confederaciones Hidrográficas, para desarrollar estructuras de control eficientes en los grandes canales de riego a cielo abierto, es la falta de infraestructuras adecuadas en las que ensayar y validar las estrategias y prototipos de control desarrollados. Conscientes de este problema y con el objetivo principal de optimizar y adecuar continuamente las técnicas de control aplicadas en canales de riego, en este trabajo se muestra el resultado obtenido de una primera colaboración entre dos instituciones oficiales que trabajan de forma independiente en el sector del control automático.

En el artículo se muestra el desarrollo de un esquema de control basado en tres controladores PI discretos independientes, para el control aguas abajo a distancia de los niveles finales de un canal dividido en tres tramos. Esta estrategia de control se ha ensayado exhaustivamente en el canal experimental UPC-PAC (Canal de Prueba de Algoritmos de Control) existente en la Universitat Politècnica de Catalunya en Barcelona. El trabajo ha sido desarrollado por técnicos de control del servicio SAIH de la Confederación Hidrográfica del Ebro junto con el grupo de investigación en control de canales del Departamento de Ingeniería Hidráulica, Marítima y Ambiental y el Departamento de Matemática Aplicada III de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de la UPC.

El artículo está estructurado en tres apartados. En la introducción se hace una breve descripción de algunos de los canales experimentales utilizados en el diseño de estructuras de control y que aparecen descritos en artículos técnicos relacionados con el control automático en canales de riego.

El segundo apartado está dedicado al diseño de estructuras de control. En primer lugar, se realizan pruebas con entradas tipo escalón con el objetivo de identificar modelos sencillos en el dominio de Laplace que describan la dinámica principal, con vistas al control, de cada uno de los tramos del canal. A continuación, con estos modelos se diseñan de forma independiente tres controladores PI discretos, uno para cada uno de los tramos del canal. La eficacia del control diseñado se comprueba en primer lugar en simulación para cambios de consigna y para el rechazo a perturbaciones no medibles con el software de control de Matlab y en el software SIC. Y por último, las leyes discretas de control PI se ensayan en el canal experimental con dos tipos de pruebas: (1) Para una estructura del canal dividido en tres tramos se realiza un control aguas abajo a distancia de los niveles de fin de tramo. Las pruebas consideran el control para cambios de consigna y para el rechazo a perturbaciones no medibles. (2) Para una estructura del canal dividido en un único tramo se realiza un control aguas abajo a distancia del nivel de fin de tramo y las pruebas realizadas también consideran el control para cambios de consigna y el control para el rechazo a perturbaciones no medibles.

El tercer apartado está dedicado a las conclusiones que se derivan de este trabajo. La primera es que las interacciones dinámicas que se producen entre los tramos del canal son susceptibles de ser obviadas de cara al diseño de estructuras de control, de forma que se pueden diseñar los controladores PI (uno para cada uno de los tramos) de forma independiente sin tener en cuenta estas interacciones. La segunda conclusión es que para el diseño de estructuras de control en los canales de riego puede ser suficiente el uso de modelos sencillos en el dominio de Laplace. Y la tercera conclusión es que aún siendo el control aguas abajo a distancia un proceso con un gran tiempo muerto (tanto mayor cuanto más largo sea el tramo del canal), este es un proceso que puede ser controlado con un PI discreto. La confirmación de estas dos últimas conclusiones ha servido para que los técnicos de control de la Confederación Hidrográfica del Ebro hayan desarrollado el proyecto de control aguas abajo a distancia del nivel de fin de tramo en el tramo final (1 kilómetro de longitud) del Canal Imperial de Aragón.