

RESUMEN

Los sistemas de irrigación ha permitido un aumento muy significativo de la producción agrícola. Sin embargo, el agua es un bien escaso, y en la agricultura se consume en gran cantidad y de un modo poco eficiente. Debido a esta situación, la tendencia actual es la de mejorar la gestión del agua en los sistemas de regadío mediante sistemas de control.

En la presente tesina, se realiza el desarrollo y estudio comparativo de dos esquemas de control de canales de riego. Ambos esquemas de control se han desarrollado partiendo de un esquema determinado de canal: cada canal está formado por N tramos, separados por N compuertas; aguas arriba del primer tramo se encuentra un embalse con nivel constante, lo que permite asegurar el suministro de agua al canal; aguas abajo del último tramo se encuentra un vertedero de labio grueso. El agua circula desde el embalse situado en cabecera, pasando por cada uno de los N tramos, hasta verter por el vertedero de cola. Cada uno de los N tramos del canal se ha modelizado en dos zonas, zona de transporte y zona de almacenamiento. La zona de almacenamiento, próxima a la compuerta situada aguas abajo del tramo, se modeliza como si se tratara de un depósito, permitiendo obtener una relación entre caudales y niveles; en esta zona es donde se producen las salidas laterales hacia los canales secundarios mediante unos vertederos laterales. La zona de transporte, la cual abarca la mayor parte del tramo, se modeliza mediante una ecuación que relaciona el caudal aguas arriba del tramo con el caudal aguas abajo (entrando en la zona de almacenamiento). La diferencia entre los dos modelos desarrollados radica en la ecuación o ecuaciones utilizadas para modelizar la primera zona. En un primer caso se ha utilizado el modelo de Muskingum (modelo hidrológico), en el otro se ha utilizado el modelo de Hayami (modelo hidráulico).

Ambos sistemas de control presentan el mismo esquema operativo: manipular las aberturas de compuertas para mantener el nivel aguas abajo de cada uno de los N tramos en los valores deseados (valores de consigna). Ambos sistemas presentan N controladores predictivos, con sus respectivos controladores locales tipo PI. Cada controlador predictivo calcula en cada instante de muestreo k cuál es el caudal necesario en el instante de muestreo siguiente $k+1$ para que se alcance o mantenga el nivel deseado aguas abajo de cada tramo; cada controlador local se encarga de calcular la trayectoria de abertura de compuerta necesaria entre los instantes k y $k+1$ para que en el instante $k+1$ se alcance el caudal calculado por el controlador predictivo.

Debido a que no se dispone de un canal real donde aplicar los dos sistemas de control desarrollados, se recurre a los métodos numéricos para simularlo. El canal (de cuatro u ocho tramos) se modeliza mediante la discretización de las ecuaciones de Saint-Venant con el método de las características. Los sensores son substituidos por funciones que extraen la información necesaria de los resultados ofrecidos por el modelo hidráulico del canal. El sistema de control, formado por N controladores predictivos (Hayami o Muskingum) y N controladores locales, se encarga de calcular la acción de control. Los actuadores son los encargados de ejecutar la acción de control sobre el canal. Sobre cada uno de los modelos desarrollados se han realizado una serie de experimentos para determinar la bondad de los controladores y realizar un estudio comparativo entre ambos. Dichos experimentos consisten en cambios de nivel a final de tramo y realizar extracciones o inyecciones de caudal (perturbaciones).

A partir de los experimentos simulados, puede concluirse que aunque ambos sistemas de control son estables y convergen, los resultados obtenidos utilizando el sistema de control basado en el modelo de Hayami son mucho mejores, presentando una respuesta más eficiente, con una mayor velocidad de convergencia en la obtención de los niveles de consigna, pero que a la vez requiere unos movimientos de compuerta menos oscilantes, realizando una acción de control con un menor consumo energético.