

OPTIMIZACIÓN DE LA GENERACIÓN PARA HIDROELÉCTRICAS EN CASCADA BAJO DESPACHO PROGRAMADO

Resumen

Para un conjunto de dos centrales hidroeléctricas en disposición cascada, se trata de optimizar el rendimiento energético de la cadena mediante un control de energía que evite las desviaciones respecto al despacho y un control de volumen que evite los vertimientos de agua por rebose en los embalses. El proyecto desarrollado consiste en dos controladores, uno de desviación de energía y otro de volumen de embalse que funcionan simultáneamente actuando cada uno sobre la referencia de potencia de una central específica, además se implementan desacopladores con el fin de evitar la interacción de los controladores.

Introducción

Las centrales hidroeléctricas en cascada, cuentan con varias centrales de generación a lo largo del cauce de un río o de una cuenca hidrográfica. Su interdependencia a nivel hidrológico y en cuanto a la programación del despacho, hace que la generación individual de cada central esté ligada a la de otras centrales en el sistema.

El proyecto está encaminado a evitar reboses en los embalses, y a su vez lograr una solución óptima para la distribución de generación de las centrales que conforman la cascada hidroeléctrica, de manera que se cumpla con la programación de potencia dada por el Centro Nacional de Despacho (CND).

Modelo del Sistema

El modelo del sistema se obtuvo a partir de ecuaciones de balance de masa, regresiones polinómicas de la batimetría de los embalses, así como la información específica de cada central suministrada por EPSA.

El esquema de la cadena hidroeléctrica se muestra en la Fig. 1.

Las ecuaciones utilizadas para este modelo son:

$$VolB = \frac{1}{s} \cdot [QturA(t - \tau) + Digua - QturB]$$

$$E = \frac{1}{s} \cdot (PA + PB)$$

En representación matricial:

$$\begin{bmatrix} E \\ VolB \end{bmatrix} = \frac{1}{s} \cdot \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} \\ k_{21} \cdot e^{-\tau s} & -k_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} PA \\ PB \end{bmatrix}$$

Donde k_{ij} son constantes del modelo.

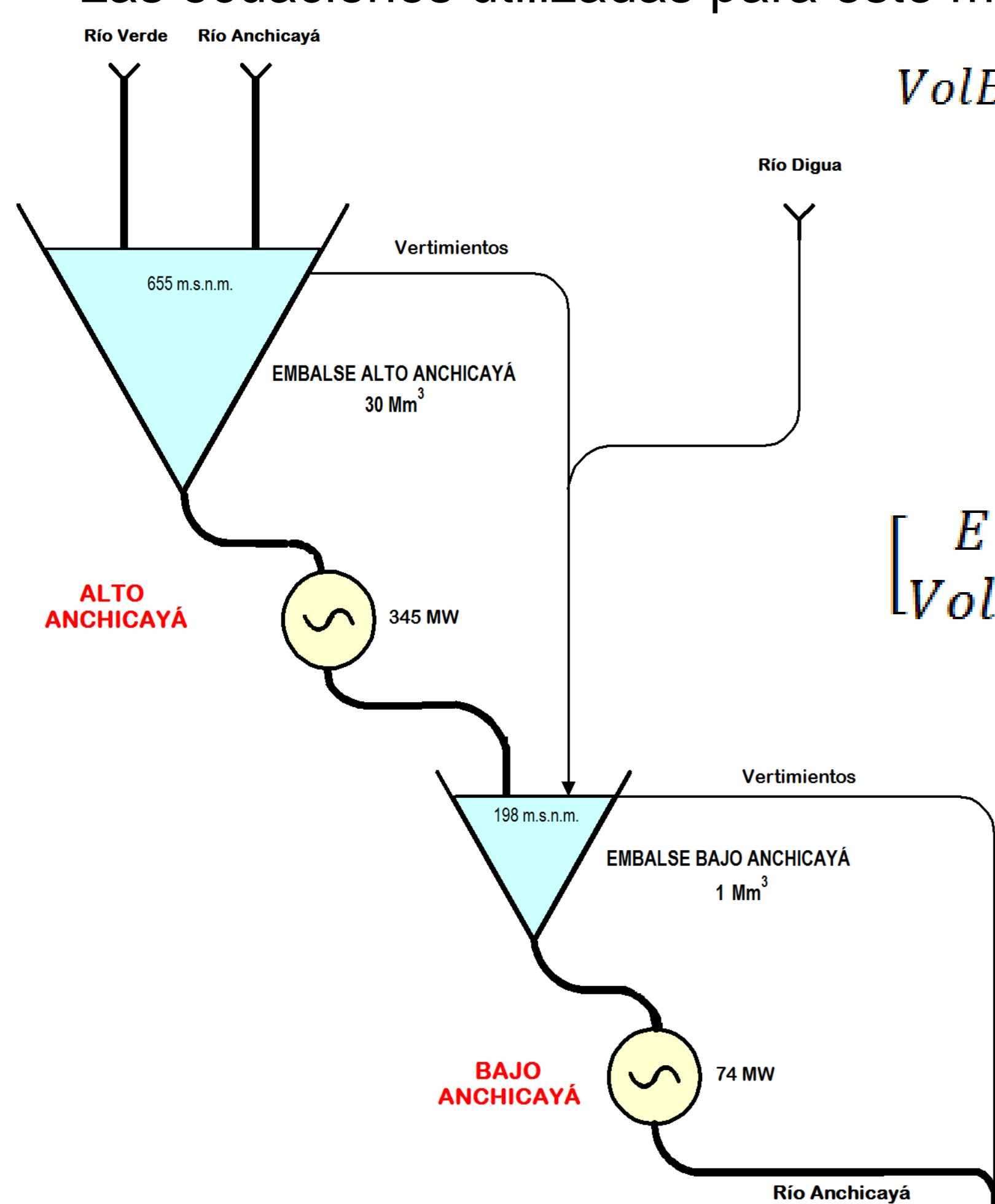


Fig. 1. Esquema cascada hidroeléctrica.

Diseño de control

La acción de control consta de dos controladores PI, una para desviaciones, mediante la manipulación de la potencia A, y otro para volumen del embalse, mediante la manipulación de la potencia B. Para evitar la interacción de los controladores se diseñaron desacopladores D1 y D2. La figura muestra la estructura de los controladores

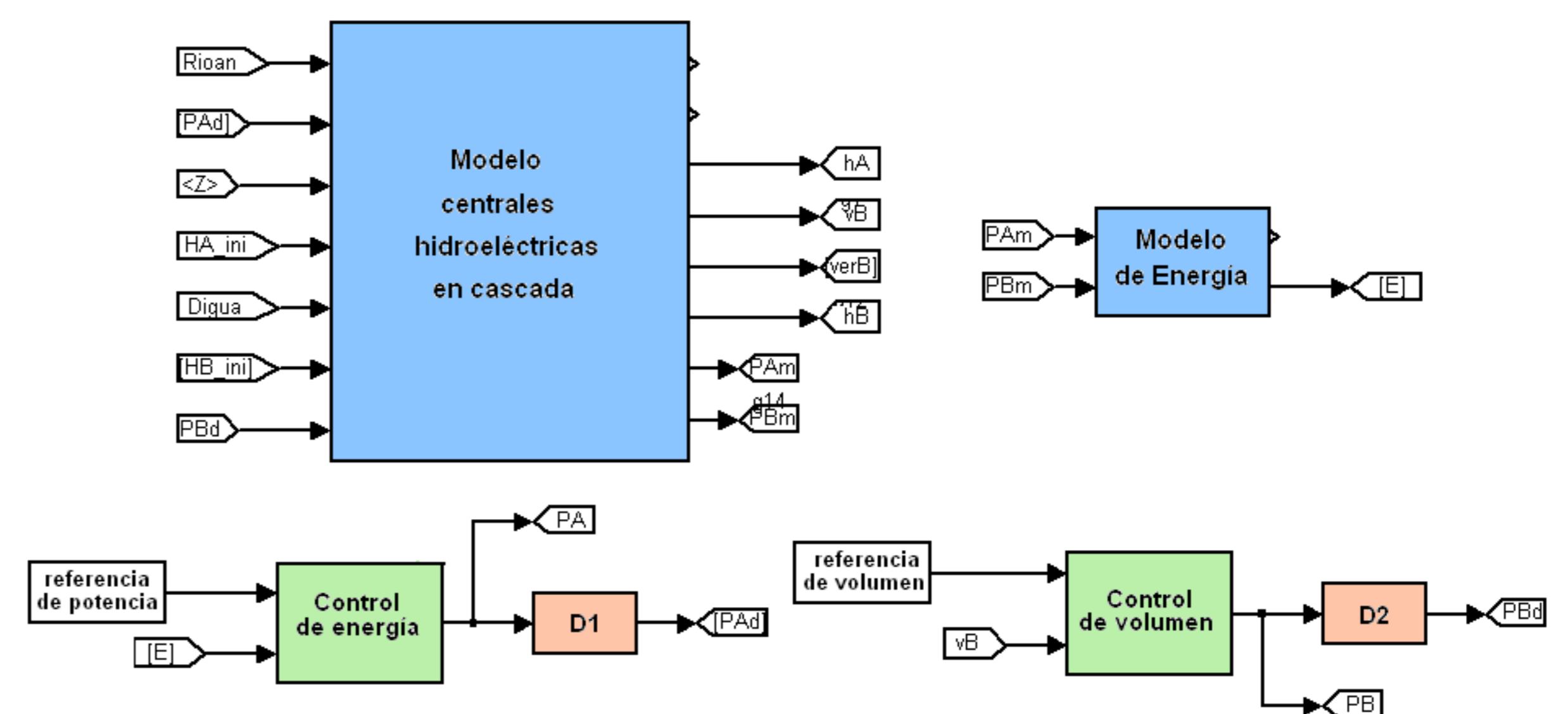


Fig. 2. Diagrama de control energía y volumen

Resultados

La Fig. 3 presenta el comportamiento del sistema ante cambios de referencia de volumen y de energía. En la hora 1 hay un cambio en la referencia de volumen sin afectar la potencia total, en la hora 2 hay un cambio en la referencia de potencia con un efecto despreciable en el volumen del embalse.

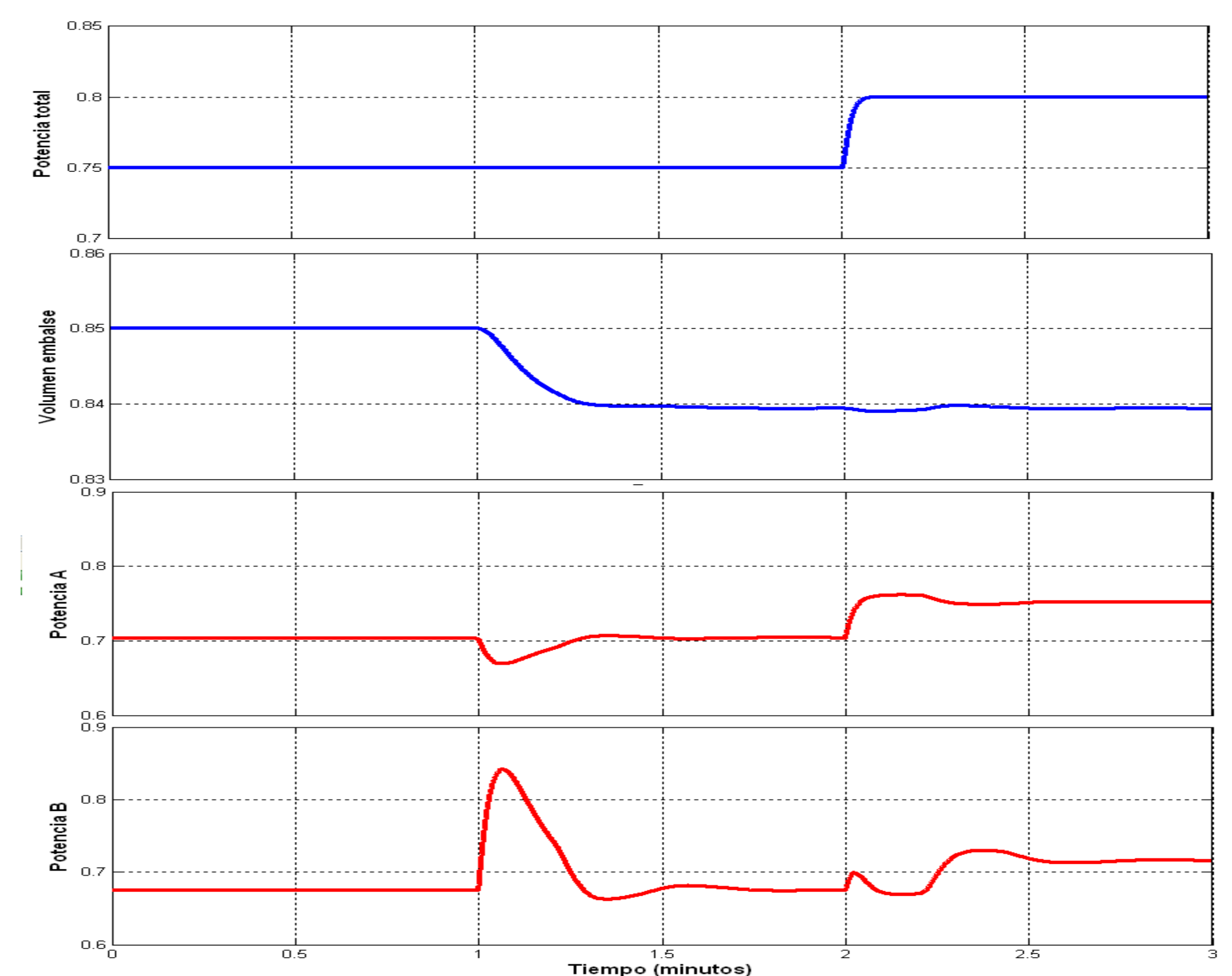


Fig. 3. Variables controladas (azul) y variables manipuladas (rojo)

Conclusiones

- El modelo utilizado para las dinámicas de los embalses representa de manera muy aproximada el comportamiento real del sistema según validación realizada en comparación con los datos reales.
- El control diseñado responde adecuadamente ante disturbios y cambios de referencia de volumen y potencia, lo cual evita los vertimientos de los embalses y las desviaciones respecto al despacho.
- Los desacopladores evitan la interacción de los controladores en forma exitosa.