

### INFORMACIÓN BÁSICA

Nombre del Curso	Fecha de diligenciamiento (dd/mm/aaaa)	Sección(es)	Periodo académico
Lab. Sistemas dinámicos	10/03/2023	1,2,3,4	2023-1
Nombre de la práctica:	Optimización con <i>fmincon</i>		Práctica No.: 7
Profesor(es):	Jorge Alfredo López Jiménez	Asistente(es) Graduado(s):	Miguel Angel Herrera Cruz
Semana de la práctica (1-16)	Versión de la guía	Nomenclatura del espacio a utilizar	
8	1.0		

### CONTENIDO DE LA GUÍA

#### Objetivos

- Implementación de la solución de un problema de optimización multivariable usando las herramientas ofrecidas por Matlab, específicamente la función *fmincon*

#### Procedimiento de la práctica de laboratorio

- Suponga que la represa de Hidroituango (suponiendo que no hubo corrupción, malos diseños y que se terminó a tiempo) lo contrata como ingeniero para que defina el control de la represa de manera que maximice la producción de dinero por la venta de energía. El modelo para esta represa tiene como entrada el flujo que proviene de los ríos y llega al embalse, allí se almacena el agua y se debe definir si el agua se envía por el vertedero o si se envía a la turbina para generar electricidad, un esquema general del sistema se muestra en la Figura 1

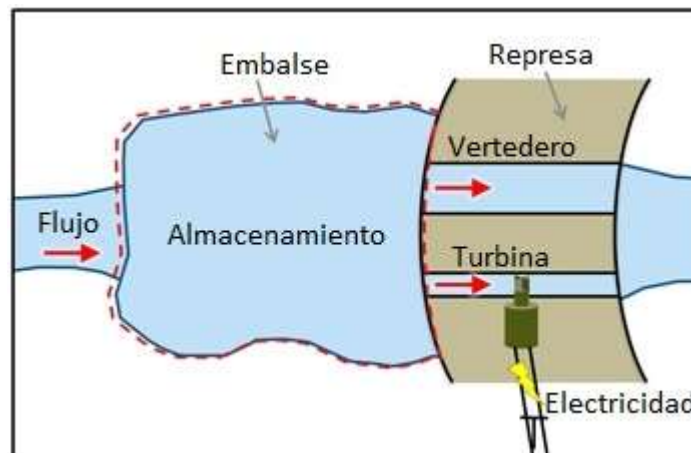


Figura 1

La cantidad de energía producida depende del flujo por la turbina y de la cantidad de agua almacenada en el embalse, a su vez la cantidad de agua almacenada depende del flujo de agua que proviene del río, del flujo que se envía por el vertedero y del flujo que se envía a la turbina. Un modelo discreto en donde el tiempo está definido en horas y que representa la dinámica de estas variables está dado por:

$$\begin{aligned} \text{almacenamiento}(n+1) &= \text{almacenamiento}(n) + [\text{flujoRio}(n) - \text{flujoVertedero}(n) - \text{flujoTurbina}(n)] \\ \text{electricidad}(n+1) &= \text{flujoTurbina}(n) * \left[ \frac{1}{2} k_1 (\text{almacenamiento}(n+1) + \text{almacenamiento}(n)) + k_2 \right] \end{aligned}$$

Adicionalmente, se conoce que el dinero que se recibe es el del valor de la electricidad multiplicado por el precio, el cual está definido por el mercado. Se conocen los siguientes valores,  $k_1 = 0.00003$ ,  $k_2 = 9$ , el *flujoRio* es constante y de valor 1070. El valor inicial de *almacenamiento* es 10000.

El objetivo principal en este escenario es el de maximizar el valor del dinero recibido por la venta de energía. Para esto se requiere conocer el precio de venta de energía el cual cambia en el tiempo, información que ya está disponible en el archivo *DataPrecio.mat*. Luego se deben definir los parámetros de optimización y ejecutar la función *fmincon* de Matlab (esto se realiza en el código descrito en el archivo *HydroelectricOptimizationLab.m*). La función *fmincon* requiere la definición de una función de costo la cual se configuró con el nombre *HydroelectricProfit.m*. Esta función recibe como entrada los parámetros y retorna el valor de la función de costo.

- a. Se quiere calcular el valor óptimo de flujo por la turbina y por el vertedero que maximice la ganancia de dinero, esto considerando solamente la información de la primera hora. Para realizar este proceso coloque en la misma carpeta los archivos *HydroelectricOptimizationLab.m*, *HydroelectricProfit.m* y *DataPrecio.mat*. Use el archivo *HydroelectricOptimizationLab.m* el cual carga el archivo de precios, define las constantes del sistema y luego invoca una función de minimización (*fmincon*). Para encontrar la solución modifique solamente el archivo *HydroelectricProfit.m* y defina en la variable J la función de costo del problema, luego ejecute el archivo *HydroelectricOptimizationLab.m* y encuentre los valores de los flujos que maximizan la ganancia de dinero en la primera hora los cuales quedarán almacenados en la variable x del código.

**Nota:** la función *fmincon* minimiza la función de costo y queremos maximizar la ganancia de dinero, por tanto, se le deberá cambiar de signo a la función de costo.

- b. Ahora grafique una superficie que represente la función de costo alrededor de los valores de solución que se encontraron. Para esto se crea una grilla de puntos para los flujos al rededor del punto encontrado usando el comando *meshgrid* y luego calculando el valor de la función de costo en cada punto, luego se grafica la superficie usando el comando *surf*. Los ejes X y Y serán los valores de flujo de turbina y vertedero y el eje Z será la función de costo. ¿Por inspección se puede confirmar que la solución encontrada es la correcta para ambas variables?

**Nota:** Si tiene dudas sobre como graficar la superficie, consulte la ayuda web de matlab sobre el comando *surf* (link en la bibliografía)

- c. Describa qué tipo de restricciones harían más realista el modelo y el proceso de optimización.

**Bibliografía recomendada**

- KOLMAN, Bernard. Álgebra lineal con aplicaciones y MATLAB. 6a. ed. PRENTICE HALL, México, 1999.
- <https://la.mathworks.com/help/optim/ug/fmincon.html>
- <https://la.mathworks.com/company/newsletters/articles/solving-large-scale-optimization-problems-with-matlab-a-hydroelectric-flow-example.html>
- <https://la.mathworks.com/help/matlab/ref/surf.html>

**CRITERIOS DE EVALUACIÓN (SI APLICA)**

Criterio no.	Criterio	Descripción	% nota de la práctica
0	Asistencia	Asistencia al laboratorio	5%
1	Punto 1a	(1/2) Definición de la función de costo. (2/2) Valores de los flujos.	40%
2	Punto 1b	(1/2) Gráficas. (2/2) Solución de la pregunta.	40%
3	Punto 1c	(1/1) Desarrollo del literal.	15%