

Correciones

Ignacio Cavicchioli

15 de enero de 2026

1. Preguntas y respuestas

1.1. Pregunta 1

$$\frac{dV}{dt} = \sum q_{in} - \sum q_{out}$$

hay varios caudales que se suman?

Sea es independiente del nivel de agua, el volumen

Figura 1

Esta expresión se refiere a que la diferencia entre los caudales entrantes y salientes determina la variación del volumen. En el problema de tanques simplificado que encaré solo hay una entrada y salida de caudal, así que la sumatoria sería sobre 1 solo elemento e innecesaria. Confunde porque quise hacer toda la demostración, en control nos daban las ecuaciones no lineales de la dinámica ya obtenidas sin todo el planteo, pero me pareció demasiado “galerazo”. Adjunto una foto de las consignas de un ejercicio de control a modo de ejemplo.

PROBLEMA 4. TANQUES DE AGUA ACOPLADOS

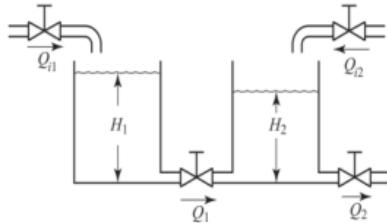


Figura 4.1: Tanques Acoplados.

Obtener un modelo en espacio de estados del siguiente sistema de control de nivel de los tanques representado esquemáticamente en la Fig. 4.1.

Tips de modelado:

- Ecuaciones no lineales de la dinámica:

$$Q_1 = \alpha_1 \sqrt{H_1 - H_2} \quad Q_2 = \alpha_2 \sqrt{H_2}$$

- La variación en el volumen de líquido en cada tanque, es igual al caudal de entrada menos el caudal de salida. Para más información, buscar el desarrollo del libro de Dorf y Bishop.
- Además, por la geometría de los tanques, el volumen de líquido es proporcional al nivel, es decir:

$$V_1 = \gamma_1 H_1$$

$$V_2 = \gamma_2 H_2$$

- Linealización en espacio de estados:** Verificar que den lo mismo con el toolbox de Symbolic de MATLAB.
- Asuma que todas las constantes son unitarias ($\alpha_1, \alpha_2, \gamma_1, \gamma_2$, iguales a uno).
- Calcular los valores de equilibrio para H_1 , H_2 y Q_{i1} , tales que el caudal de salida es de $1 \frac{m^3}{seg}$. suponiendo que $Q_{i2} = 0$.
- Conectarlo al sistema en Simulink un control proporcional/integral que realimenta el nivel del segundo tanque y tiene como señal de referencia un caudal un 10% mayor que el caudal de salida de equilibrio del segundo tanque. Simular los resultados.
- Agregar a la simulación un escalón de perturbación a la señal Q_{i2} que sea de un valor del 20% del valor de Q_{i1} en el equilibrio.

Figura 2

1.2. Pregunta 2

orío (x_e, u_e) v las
que es x ? que dimensiones tiene?

Figura 3

En esta parte me faltó aclarar que h_1 y h_2 son las variables de estado del sistema, y x_e es el vector que representa el punto de equilibrio de dichas variables. La notación es la misma que usamos en control, pero x_e es un vector de 2 dimensiones.

1.3. Pregunta 3

7. Se aplicó una normalización en media y varianza a los datos previo a entrenar. Se espera que esto mejore la *performance* (a entradas mas espaciadas, pesos más separados) y la convergencia en el *fitting*.

Figura 4

No me pareció que la normalización en media/var fuera a ir en contra del entrenamiento. En todo caso, pensé que ayudaría con el espaciado de las muestras. Aparte es lineal, lo que mantiene las relaciones de mayor y menor incluso en el tiempo - si dos instantes de tiempo cumplían que uno era mayor que el otro, lo siguen cumpliendo luego de la transformación.

Si esto se quisiera usar en tiempo real, se me ocurre que se puede ir calculando la media y varianza con un filtro tipo promedio móvil con factor de olvido, que lo usamos en el taller de control para estimar un valor de un acelerómetro. Sino se puede tener un stack en el que se van agregando las muestras del proceso y descartando las más viejas y se estima sobre las muestras de ese array. La segunda forma es peor porque usa mucha más memoria y es una operación matricial grande y lenta (para la varianza). La primer forma sirve para procesos no tan estacionarios (de media variante).

Con las estimaciones en tiempo real se pueden hacer las normalizaciones y des-normalizaciones.

1.4. Pregunta 4

1.5. Pregunta 5

1.6. Pregunta 6

1.7. Pregunta 7

1.8. Pregunta 8

1.9. Pregunta 9

1.10. Pregunta 10

1.11. Pregunta 11