

1. En el diagrama de la figura 1 se representa un depósito de abastecimiento de agua. El caudal de agua $[q_s(t)]$ demandado por los usuarios es desconocido. Para mantener el nivel de líquido del depósito $[h(t)]$ en un valor determinado, y mantener así constante la presión de salida, se compensa el consumo de agua con un caudal de entrada $[q_e(t)]$ adecuado (1).

$$A \frac{dh(t)}{dt} = q_e(t) - q_s(t) \quad (1)$$

donde A es el área del depósito $[A = 0,5\text{m}^2]$.

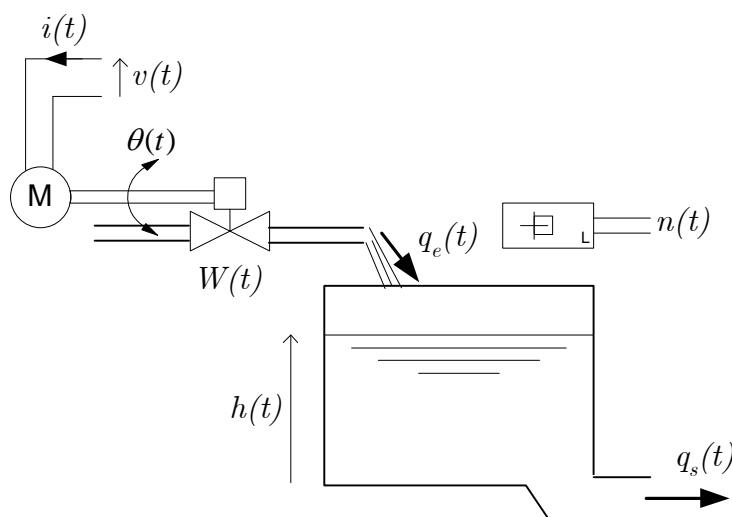


Figura 1: Representación esquemática del depósito

La velocidad del agua por la tubería de alimentación puede considerarse constante y de valor $v_0 = 5\text{m/s}$. Por tanto, para regular el caudal de entrada debe actuarse sobre el área de paso de la válvula $[W(t)]$ (2). Esta área es, a su vez, proporcional al ángulo de apertura de la misma $[\theta]$ (3).

$$q_e(t) = v_0 \cdot W(t) \quad (2)$$

$$W(t) = 0,005 (1 - \cos \theta) \quad (3)$$

Para controlar el ángulo de apertura de la válvula se dispone de un motor eléctrico de corriente continua (4)-(7).

$$v(t) = L \frac{di(t)}{dt} + R \cdot i(t) + u_{bemf}(t) \quad (4)$$

$$T_e(t) = K_m \cdot i(t) \quad (5)$$

$$T_e(t) = J \frac{d^2\theta(t)}{dt^2} + B \frac{d\theta(t)}{dt} \quad (6)$$

$$u_{bemf}(t) = K_b \frac{d\theta(t)}{dt} \quad (7)$$

donde $v(t)$ es la tensión de alimentación del motor, $i(t)$ es la corriente que circula por el mismo, u_{bemf} es la fuerza contraelectromotriz, $T_e(t)$ es el par desarrollado por el motor. La inductancia del motor $[L]$ puede considerarse despreciable, así como el rozamiento del motor y de la válvula $[B]$. La constante de inercia del conjunto motor-válvula es $J = 6 \times 10^{-3}\text{kg} \cdot \text{m}^2$, y la resistencia del devanado del motor es $R = 10\Omega$. La constante de

par, y la constante de fuerza contraelectromotriz, presentan el mismo valor en unidades SI, $K_m = K_b = 10$.

Se considera que el consumo medio de agua es de $0,02\text{m}^3/\text{s}$, y que la altura de líquido que se quiere mantener en el depósito es normalmente de $0,8\text{m}$.

- (a) Dibujar el diagrama de bloques del sistema, suponiendo que tenemos un actuador que puede proporcionar la tensión eléctrica deseada de manera ideal. En este diagrama deben aparecer explícitas *todas* las variables que se han utilizado en la descripción del sistema. Además, el diagrama sólo puede contener bloques físicamente realizables.
- (b) Determinar las funciones de transferencia del sistema entre todas las variables de entrada y todas las variables de salida. Indicar qué entradas son controladas y cuáles son perturbaciones.
- (c) Determinar la estabilidad del sistema en cadena abierta.
- (d) Diseñar un sistema de control que permita mantener la altura de líquido del depósito en un nivel determinado. Para esta tarea se dispone de un sensor de nivel ultrásónico que ofrece una salida de tensión $[n(t)]$, proporcional al nivel de agua, con constante de proporcionalidad $K_{sensor} = 10\text{V/m}$. Podrán usarse también sensores de corriente y de posición angular; en ese caso considérense ideales y de ganancia unitaria. Se valorará la propuesta de un esquema razonable, el estudio de diferentes alternativas, y el cálculo de un controlador que sea adecuado para este fin.