

## **Ejercicio 2** (10 puntos)

Considere el sistema de la figura, un calentador a vapor. El tanque recibe un caudal  $Q$  de 10 L/s de agua a 15 °C, y se extrae el mismo caudal manteniendo en el receptor un volumen constante de agua equivalente a 5.000 litros. El objetivo es que la temperatura de salida sea de 70 °C  $\pm$  2 °C, calentando el agua a través de un serpentín de vapor que inyecta una potencia de 1.000 kcal/s con la válvula toda abierta.

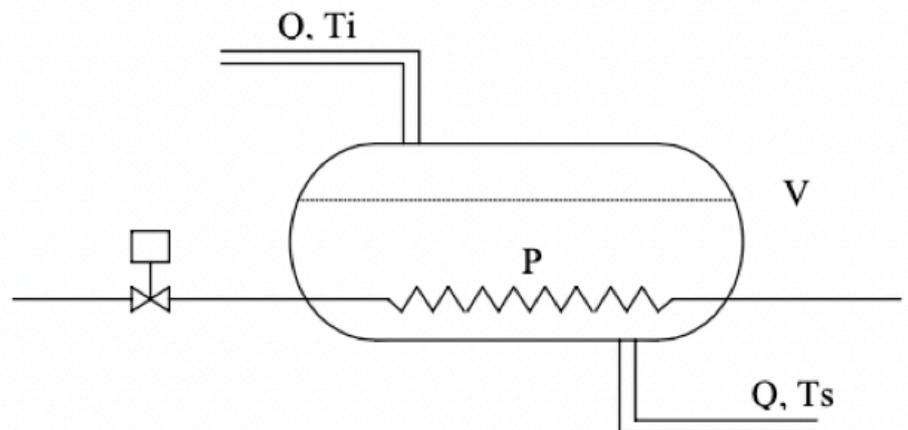
Calcular la frecuencia a la que conmuta la válvula de vapor entre las posiciones abierta y cerrada.

Nota: Se desprecian las pérdidas de calor al exterior, y se asume que la temperatura del agua en el interior del tanque es homogénea e igual a la temperatura de salida.

Datos del agua:

Capacidad calorífica específica: 1 cal/(kg.°C)

Densidad: 1 kg/L



#### **Problema 4**

(7 puntos)

Se quiere ajustar el sistema de control de temperatura de un tanque de fermentación.

La capacidad calorífica CC total del tanque se estima en 60 kJ/°C. Se sabe que las pérdidas de calor varían (muy lentamente) entre 500 y 1000 W, siendo su valor típico 800 W.

Se cuenta con un calefactor que tiene la posibilidad de entregar 0 W (apagado), 900 W (en modo Lo), o 1400 W (en modo Hi).

La temperatura deseada dentro del tanque es de entre 22 y 24 °C; y se cuenta con un sensor que mide la temperatura T dentro del mismo, que se supone homogénea.

- a) Teniendo en cuenta las especificaciones anteriores, complete el diseño del sistema de control, justificando sus decisiones. Obtenga las ecuaciones de calentamiento y enfriamiento del tanque para el caso de pérdidas típicas, mínimas y máximas.
- b) Trace una gráfica aproximada de la respuesta del sistema  $T(t)$  para el caso de pérdidas típicas y otra gráfica de la potencia entregada por el calefactor en función de la temperatura T indicando explícitamente cómo se interpreta este gráfico.
- c) Para el diseño obtenido y considerando las pérdidas típicas calcule el período de oscilación  $\tau$ .