

## Ejercicio 2 (10 puntos)

Se desea diseñar un equipo calefactor para una piscina. La piscina recibe un caudal de entrada  $Q$  de 5 L/s de agua a 10 °C y se conoce que debido a las pérdidas de agua el volumen de agua se mantiene constante en 2500L a lo largo del tiempo. Las pérdidas de calor al exterior se aproximan constante y de 400 cal/s.

El objetivo es mantener la temperatura de la piscina en  $(30 \pm 4)$  °C utilizando alguno de los siguientes equipos propuestos:

- Inyector de vapor a un serpentín ( $Q = 1000$  cal/s)
- Calefactor a gas ( $Q=750$  cal/s)
- Recirculación con calentadores solares ( $Q=500$  cal/s)

Decidir qué equipo sería más conveniente adquirir si se desea maximizar el periodo de oscilación y calcular el mismo. Dibujar la curva de temperatura en función del tiempo y de potencia entregada por el calentador en función de la temperatura del agua.

### Nota:

Se asume que la temperatura del agua de la piscina es homogénea e igual a la temperatura del agua de las pérdidas.

Datos del agua:

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

Densidad: 1 kg/L

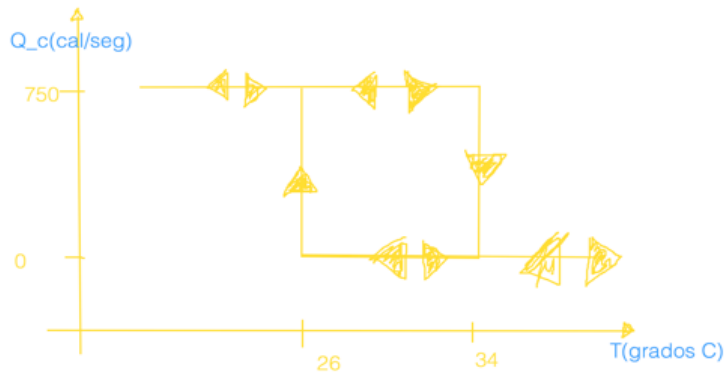
Ejercicio 2

Conservación en el tk:  $V\rho C T^* = Q_c - Q_{ext} + mC(T_{in}-T)$   
 $2500 T^* = Q_c - 400 + 5(10-T)$

Las pérdidas son mayores a  $T=34$ : -520

Quiero  $Q_c > 520$

Curva del controlador o de potencia entregada por el calentador en función de la temperatura del agua.



1) Calefactor apagado

$$\begin{cases} 2500 T^* = -400 - 5T + 50 \\ T(0) = 34 \end{cases}$$

Laplace:  $2500(sT-34) = (-400+50)/s - 5T$   
 $500(sT-34) = -70/s - T$   
 $T(s+1/500) = 34 - (70/500)/s$

$$T = \frac{34}{s+1/500} - \frac{70/500}{s(s+1/500)} = \frac{34}{s+1/500} + \frac{-70}{s} + \frac{70}{s+1/500}$$

Antitransformo:  $T(t) = 104 e^{(-t/500)} - 70$

2) Calefactor encendido

$$\begin{cases} 2500 T^* = +750 - 400 - 5T + 50 \\ T(0) = 26 \end{cases}$$

Laplace:  $2500(sT-26) = (750-400+50)/s - 5T$   
 $500(sT-26) = 80/s - T$

$$T(s+1/500) = 26 + (80/500)/s$$

$$T = \frac{26}{s+1/500} + \frac{80/500}{s(s+1/500)} = \frac{26}{s+1/500} + \frac{80}{s} + \frac{-80}{s+1/500}$$

Antitransformo:  $T(t) = -54 e^{-t/500} + 80$

Busco el período de oscilación del sistema:

Tiempo de enfriamiento:

$$T(t_{\text{enf}}) = 26 = 104 e^{-(t_{\text{enf}}/500)} - 70 \quad t_{\text{enf}} = 40 \text{ segundos}$$

Tiempo de calentamiento

$$T(t_{\text{cal}}) = 34 = -54 e^{-(t_{\text{cal}}/500)} + 80 \quad t_{\text{cal}} = 80 \text{ segundos}$$

Período de oscilación =  $t_{\text{enf}} + t_{\text{cal}} = 120$  segundos

