

Diseño y simulación de un sistema de control optimizado para un condensador adiabático

PROBLEMA

Los sistemas de refrigeración industrial se han vuelto una necesidad en la actualidad, siendo los condensadores uno de los más usados y de los que más consumen agua, desperdiciando una gran cantidad en el intercambio de calor, mientras que si se regula la cantidad de agua a usar la temperatura de condensación no llega a la requerida, siendo el condensador uno de los que más consumen agua.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo matemático de un condensador adiabático, mediante técnicas de espacio de estados implementadas en Simulink/MATLAB, para la optimización de un sistema de control de perturbaciones y estado estacionario.

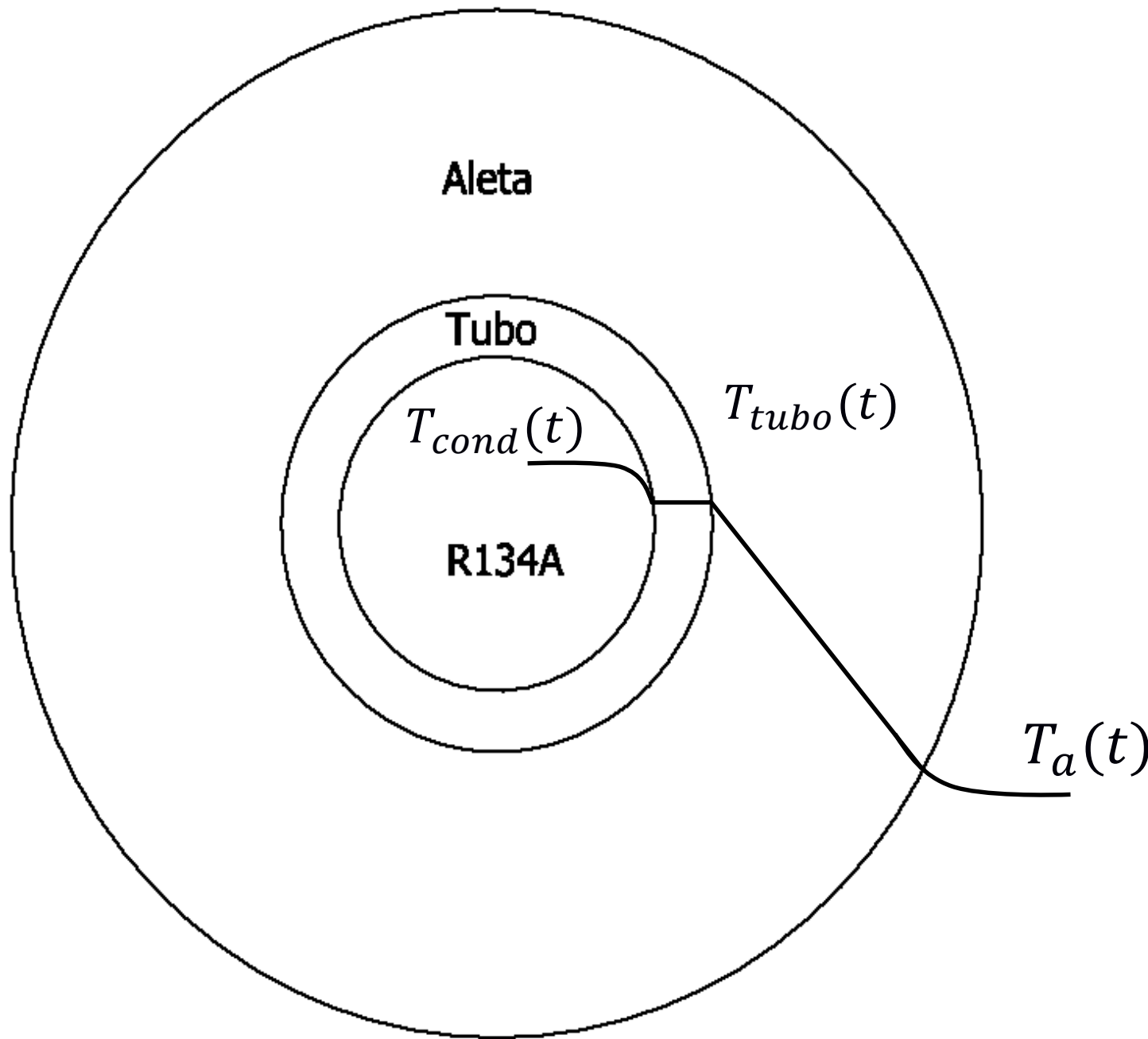
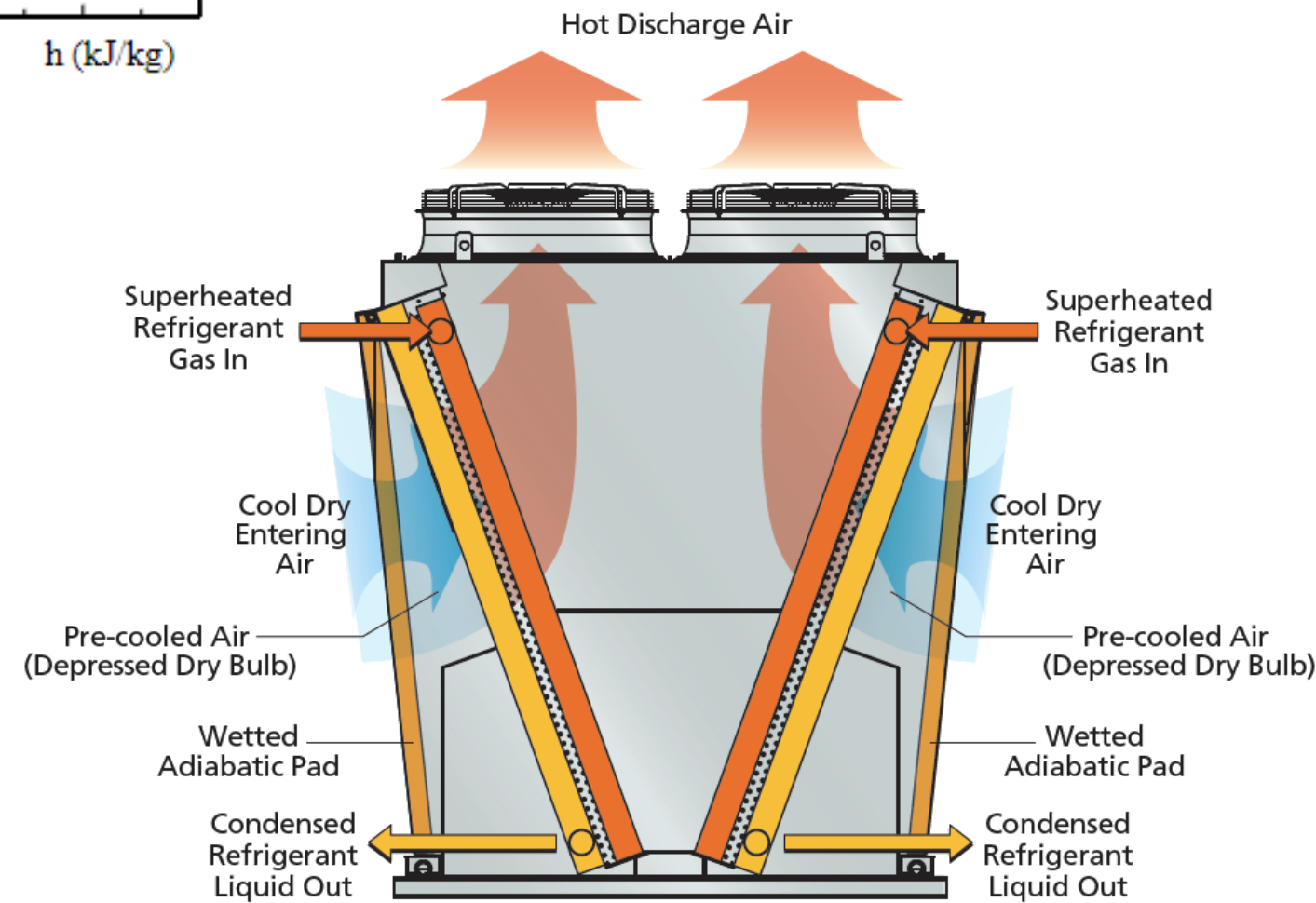
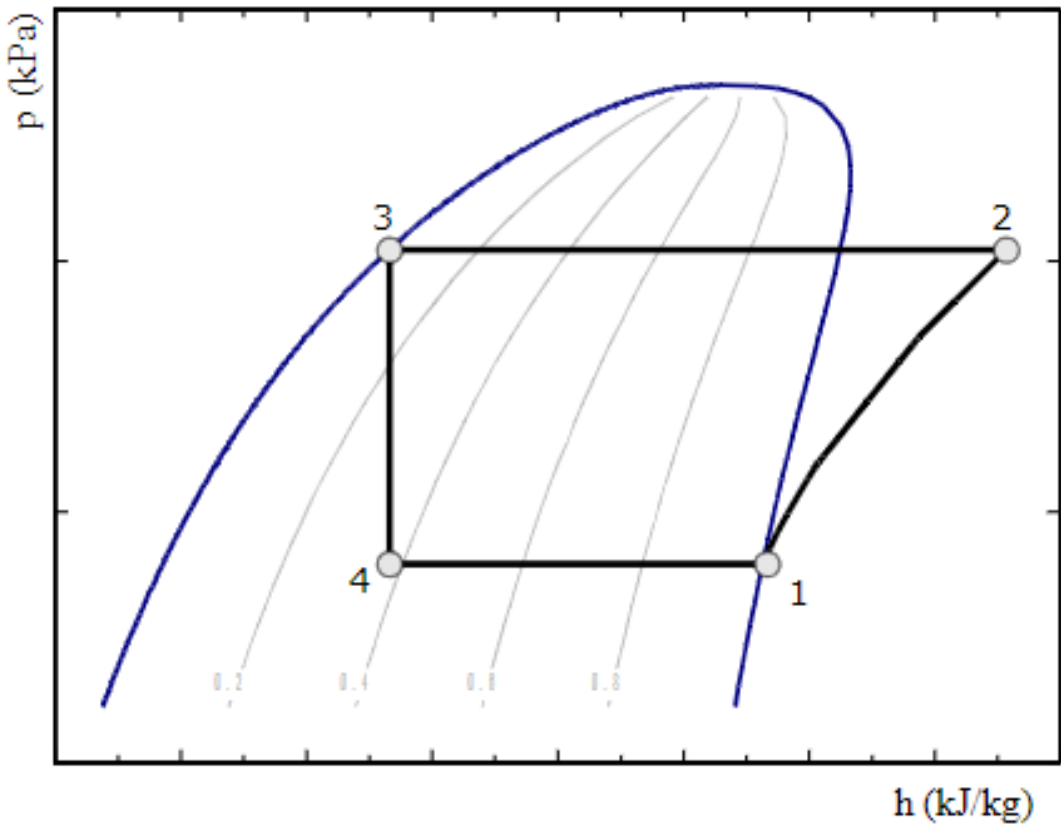
PROPUESTA

Para disminuir el consumo de agua excesivo se realizó el diseño térmico de un condensador adiabático para la obtención del comportamiento de las temperaturas de salidas y así diseñar un controlador para regular la masa del refrigerante en estado de líquido saturado al salir del intercambiador de calor con el fin de mejorar la respuesta de la planta y el tiempo de estabilización del sistema.

$$\frac{d}{dt}m_{rvp} = -km_{rvp} + \frac{\alpha_i A_i T_{cond}}{h_{fg}} - \frac{\alpha_i A_i T_t}{h_{fg}} + m_{rv-in}$$

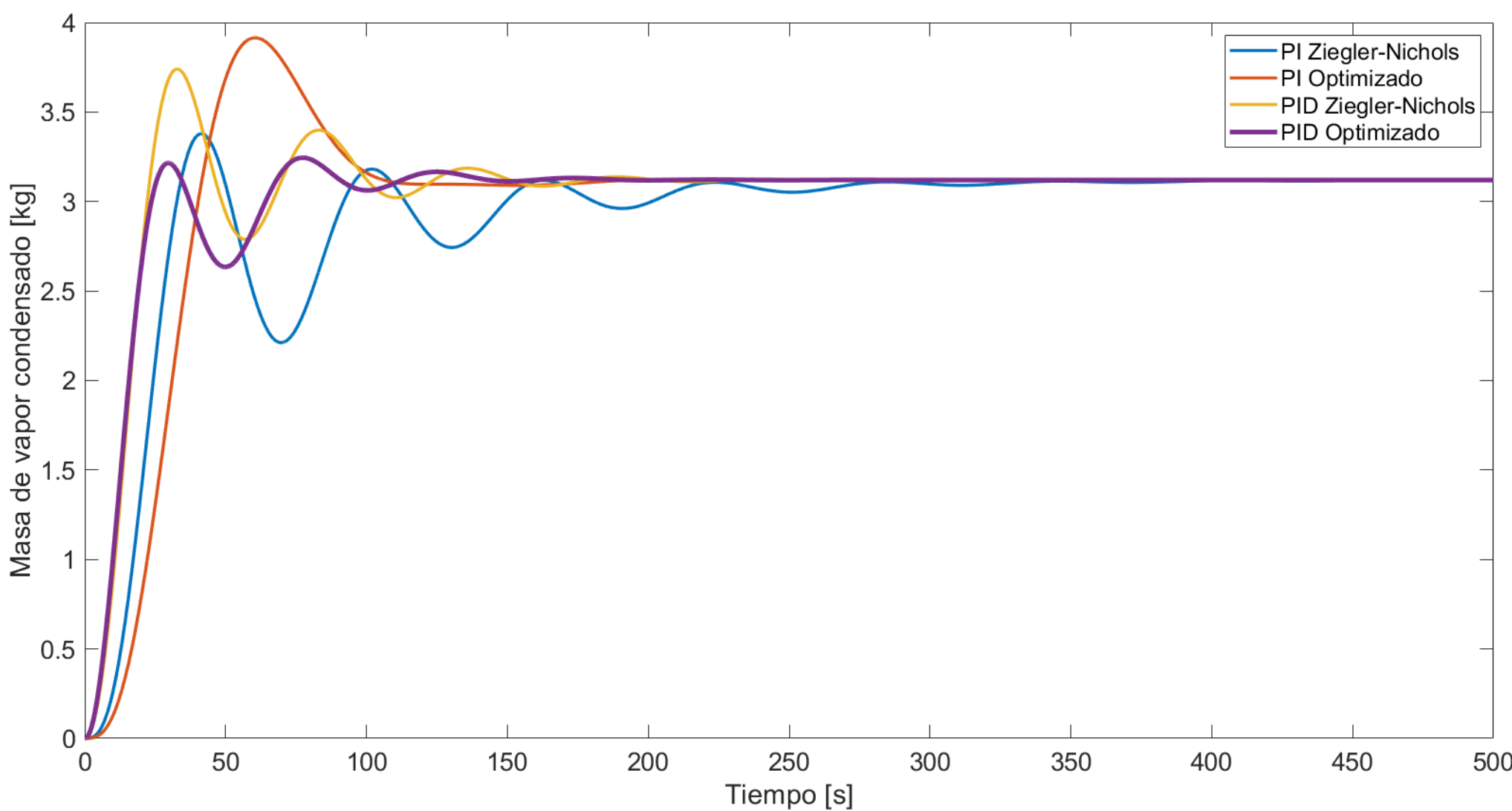
$$\frac{dT_t}{dt} = -\left(\frac{\alpha_i A_i}{m_t C_{pt}} + \frac{\alpha_e \eta_{ale} A_e}{m_t C_{pt}}\right) T_t + \frac{\alpha_e \eta_{ale} A_e}{m_t C_{pt}} \bar{T}_{air} + \frac{\alpha_i A_i}{m_t C_p} T_c$$

$$\frac{d\bar{T}_{air}}{dt} = \frac{\alpha_{ex} \eta_{se} A_{ex}}{m_{air} C_{p_{air}}} T_t - \left(\frac{\alpha_{ext} \eta_{se} A_{ex} + 2\dot{m}_{air} C_{p_{air}}}{m_{air} C_{p_{air}}}\right) \bar{T}_{air} + 2 \frac{\dot{m}_{air}}{m_{air}} T_{air-in}$$



RESULTADOS

Se obtuvieron los gráficos de masa condensada con respecto al tiempo y la planta al aplicarle cuatro distintos controladores, donde se observó que la respuesta de la planta disminuyó en 40 segundos aproximadamente, llegando a un tiempo de estabilización mejorado de 85 segundos y con un overshoot aproximadamente de 4%, demostrando una mejora y si se lo compara en cuestión de costos con respecto a un condensador típico se tiene un TIR del 20% demostrando que el equipo más el controlador es mucho más rentable que el típico, generando ganancia a partir del quinto año.



$$G_p(s) = \frac{0.0003294}{s^3 + 0.1313s^2 + 0.01524s + 0.0004024}$$

Plant transfer function

$$G_c(s) = 2.7504 \left(1 + \frac{1}{34.90s} + 8.7265 s \right)$$

Controller transfer function

CONCLUSIONES

- Se realizó un modelo matemático para un intercambiador de calor de aproximadamente de 425 kW, aplicando espacio de estados para la obtención de distintos resultados.
- Se obtuvieron las funciones de transferencia de la planta de estudio con lo que se pudieron obtener las distintas salidas del condensador adiabático.