Ejercicios propuestos

Energy Storage

Tema 2: Almacenamiento térmico

Máster Universitario en Ingeniería de la Energía

ETSI Minas y Energía

Hugo Torres Orejudo

Noviembre 2026

Elaborado con IA a partir del material de la asignatura. Material no oficial.

Problema 1 – Dos tanques de sales fundidas

Se dimensiona un almacenamiento de sales de nitratos (290 °C fría, 565 °C caliente) de $E = 1000\,\mathrm{MWh_t}$. Datos: $c_p = 1{,}52\,\mathrm{kJ/(kg\,K)}$, $\rho = 1870\,\mathrm{kg/m^3}$. Calcule la masa de sal y el volumen que debe albergar cada tanque.

Problema 2 – Tanque termoclino con relleno

Un termoclino almacena $E_{eff} = 1000\,\mathrm{MWh_t}$ entre 290 °C y 565 °C. Fluido: $\rho c_p = 1870 \cdot 1520\ \mathrm{J/(m^3K)}$; relleno sólido: $\rho = 2500\,\mathrm{kg/m^3}$, $c_p = 900\,\mathrm{J/(kg\,K)}$; porosidad $\epsilon = 0{,}25$. Las zonas de distribución fría y caliente suponen un 7,5 % del volumen efectivo cada una. Relación de aspecto $H_t/D_t = 1{,}8$. Calcule $\rho c_{p,eff}$, V_{eff}, V_t, D_t, H_t y el volumen de sólido ($V_{sol} = (1-\epsilon)(V_{eff} + V_{df})$).

Problema 3 – Calor sensible frente a latente

Un material de cambio de fase (datos hipotéticos) tiene $L = 170\,\mathrm{kJ/kg}$ y $c_p = 2{,}0\,\mathrm{kJ/(kg\,K)}$ en ambas fases. Se carga con un salto sensible de 30 K más el cambio de fase. Calcule la masa necesaria para $100\,\mathrm{MWh_t}$, la densidad energética en Wh/kg y compárela con la sal del problema 1 (salto de 275 K).

Problema 4 – Almacenamiento en una central termosolar

Una central CSP de $P_e = 50\,\mathrm{MW_e}$ con rendimiento del bloque de potencia $\eta = 0{,}38$ requiere 7,5 h de almacenamiento a plena carga. Calcule la potencia térmica del bloque, la energía a almacenar, la masa de sales (mismos datos del problema 1) y la potencia pico del campo solar si el múltiplo solar es $SM = 2{,}0$.

Problema 5 – Pérdidas del tanque caliente

Un tanque cilíndrico de sales ($D = H = 18\,\mathrm{m}$) contiene sal a 565 °C ($\rho = 1870\,\mathrm{kg/m^3}$, $c_p = 1{,}52\,\mathrm{kJ/(kg\,K)}$). Se considera la superficie lateral y la tapa, con $U = 0{,}4\,\mathrm{W/(m^2K)}$ y $T_{amb} = 25\,°\mathrm{C}$. Calcule la potencia perdida, la energía perdida en un día, el descenso de temperatura diario y el porcentaje de la energía almacenada (sobre 275 K).

Problema 6 – Solidificación de un PCM

Un PCM ($k = 0{,}5\,\mathrm{W/(m\,K)}$, $\rho = 1900\,\mathrm{kg/m^3}$, $L = 170\,\mathrm{kJ/kg}$) se solidifica sobre una pared mantenida 10 K por debajo de T_m. Calcule el espesor de sólido tras 1 h y 4 h y la potencia por unidad de área al cabo de 1 h.