Examen con soluciones

Eficiencia Energética

Simulacro original

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.

Duración: 1 hora y 30 minutos. Factores nacionales: electricidad 2,403 kWh EP/kWh y 0,357 kg CO_2/kWh; gas natural 1,195 y 0,252. Datos inventados. Soluciones en la página siguiente.

Problema 1 (4 puntos). Cogeneración

Una turbina de gas de 5 MWe con rendimiento eléctrico del 32 % funciona 7500 h/año y su caldera de recuperación aprovecha como calor útil el 45 % de la energía del combustible. Con $Ref_E\eta = 52{,}5\,\%$ y $Ref_H\eta = 90\,\%$, calcula E, H, F, el rendimiento global, el AEP, el PES y el REE. ¿Es de alta eficiencia?

Problema 2 (3 puntos). Vivienda

Una vivienda consume 12 000 kWh PCI de gas en una caldera de rendimiento 0,90 para calefacción. Se sustituye por aerotermia con rendimiento estacional 3,5. Compara energía primaria total y emisiones antes y después.

Problema 3 (3 puntos). Integración de procesos

Una corriente caliente se enfría de 150 a 50 °C ($CP = 20$ kW/K) y una fría se calienta de 30 a 120 °C ($CP = 25$ kW/K). Con $\Delta T_{min} = 10$ K, calcula con la cascada térmica las mínimas necesidades de calor y de frío y el calor recuperable.

Soluciones

Problema 1

$$E = 5 \cdot 7500 = 37\,500\,\text{MWh} \qquad F = \frac{37500}{0{,}32} = 117\,188\,\text{MWh}$$

$$H = 0{,}45F = 52\,734\,\text{MWh} \qquad \eta_{gl} = 77\,\%$$

$$AEP = \frac{37500}{0{,}525} + \frac{52734}{0{,}9} - 117188 = \boxed{12\,835\,\text{MWh}}$$

$$PES = 1 - \frac{1}{\frac{0{,}45}{0{,}9} + \frac{0{,}32}{0{,}525}} = \boxed{9{,}87\,\%} \qquad REE = \frac{37500}{117188 - 52734/0{,}9} = \boxed{64{,}0\,\%}$$

Ahorra energía primaria, pero con un PES inferior al 10 % no llega a alta eficiencia por muy poco: bastaría aprovechar algo más de calor.

Problema 2

$$Q = 12000 \cdot 0{,}9 = 10\,800\,\text{kWh} \qquad E_{el} = \frac{10800}{3{,}5} = 3086\,\text{kWh}$$

$$EP:\ 12000 \cdot 1{,}195 = 14\,340\,\text{kWh} \ \rightarrow\ 3086 \cdot 2{,}403 = \boxed{7415\,\text{kWh}}\ (-48\,\%)$$

$$CO_2:\ 3024\,\text{kg} \ \rightarrow\ \boxed{1102\,\text{kg}}\ (-64\,\%)$$

Problema 3

Temperaturas desplazadas ($\pm\Delta T_{min}/2$): caliente 145–45 °C, fría 35–125 °C. Intervalos 145–125, 125–45 y 45–35:

Intervalo	$\sum CP_c - \sum CP_f$ (kW/K)	Balance (kW)	Cascada (kW)
145–125	$+20$	$+400$	400
125–45	$20 - 25 = -5$	-400	0
45–35	-25	-250	-250

El déficit máximo es 250 kW: $Q_{H,min} =$ $\boxed{250\,\text{kW}}$ y, sumándolo a toda la cascada, termina en cero: $Q_{C,min} =$ $\boxed{0}$. Es un problema umbral: se recupera todo el calor de la caliente (2000 kW) y solo hace falta calentar desde fuera la parte que falta de la fría ($2250 - 2000$).