



POLITECNICO
MILANO 1863

Esercitazione 07 - Cicli a vapore

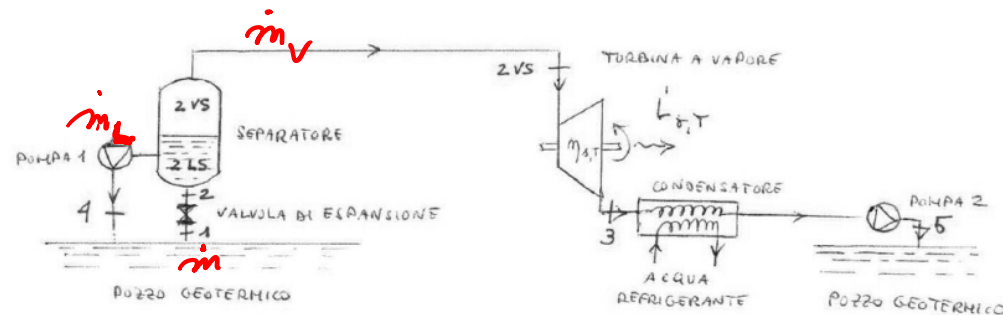
Esercizio 05 ([link registrazione](#))

Corso di Fisica Tecnica
a.a. 2019-2020

Prof. Gaël R. Guédon
Dipartimento di Energia, Politecnico di Milano

7.5. [avanzato] Una sorgente termale di acqua calda nelle condizioni $P = 1 \text{ bar}$ e $T = 90^\circ\text{C}$ viene sfruttata per la generazione di potenza meccanica mediante l'impianto illustrato in figura, che consta dei seguenti componenti:

- Una valvola di laminazione.
- Un separatore, munito di pompa per la re-immissione della fase liquida nel pozzo geotermico.
- Una turbina a vapore di rendimento isoentropico $\eta_T = 0.65$.
- Un condensatore.
- Una pompa per la re-immissione del condensato nel pozzo geotermico.



Determinare:

- La pressione ottimale di aspirazione dell'acqua dal pozzo.
- Il massimo lavoro prodotto dalla turbina per unità di massa di acqua aspirata, nel caso in cui l'impianto eroghi una potenza di 100 kW.
- La potenza delle pompe ausiliarie.
- La portata in massa d'acqua richiesta per la condensazione, assunta pari a $T_c = 30^\circ\text{C}$.

→ $T_{\text{CONDENSATORE}}$

Per risolvere l'esercizio, è necessario procedere "per tentativi" (i.e. secondo un approccio "discreto").

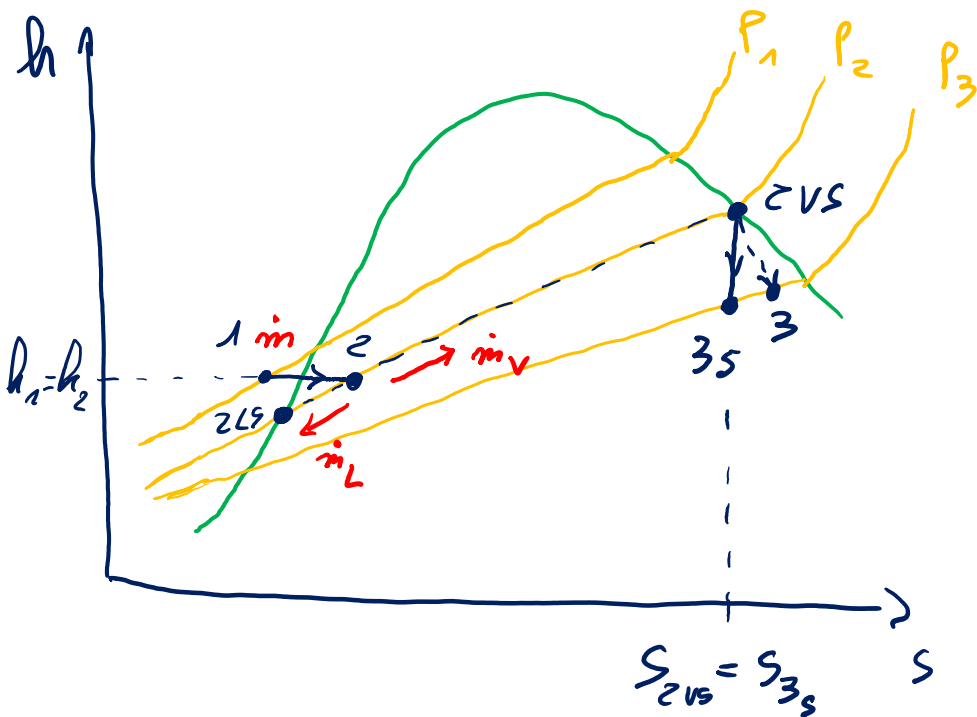
$$[l_N = 7.45 \text{ J/kg}; \dot{m}_{\text{COND}} = 79.1 \text{ kg/s}]$$

45/kg

E07: Cicli a vapore

Esercizio 05

3



$$\dot{m} = \dot{m}_v + \dot{m}_L$$

$$\dot{m}_v = x_2 \dot{m}$$

$$\dot{L}_T = \dot{m}_v (h_{2vs} - h_3)$$

$$\eta_T = \frac{\dot{L}_{T, \text{REALE}}}{\dot{L}_{T, \text{IDEALE}}} = \frac{h_{2vs} - h_3}{h_{2vs} - h_{3s}}$$

$$\dot{L}_T = x_2 \dot{m} \eta_T (h_{2vs} - h_{3s})$$

$$\dot{L}_T = \frac{\dot{L}_T}{\dot{m}} = x_2 \eta_T (h_{2vs} - h_{3s})$$

x_2 e h_{2vs} sono funzioni di P_2 (quindi T_2)
 se $P_2 \downarrow$: $x_2 \uparrow$ e $h_{2vs} \downarrow$
 $s_{2vs} \uparrow \Rightarrow h_{3s} \uparrow$

STATO 1: LIQ. SOTT.

$$h_1 = h_{LS}(T_1) + v_{LS}(T_1) \cdot (P_1 - P_{SAT}(T_1))$$

$$h_1 = 376,94 + 0,0010361 \cdot (1 - 0,7011) \times \frac{100000}{1000}$$

$$h_1 = 376,97 \text{ kJ/kg}$$

STATO 2: $h_2 = h_1$

$$x_2 = \frac{h_2 - h_{LS}}{h_{VS} - h_{LS}} \Big|_{P=P_2}$$

$$h_{2VS} = h_{VS}(P_2)$$

STATO 3S: $s_{3S} = s_{2VS}$

$$x_{3S} = \frac{s_{3S} - s_{LS}}{s_{VS} - s_{LS}} \Big|_{P=P_3}$$

$$h_{3S} = h_{LS} + x_{3S} (h_{VS} - h_{LS})$$

Esercizio 05

$$P_3 = P_{\text{SAT}}(T_{\text{CONDENSATORE}}) = 0,042415 \text{ bar}$$

$$h_{3\text{LS}} = 125,7 \text{ kJ/kg}$$

$$s_{3\text{LS}} = 0,4365 \text{ kJ/kgK}$$

$$h_{3\text{VS}} = 2556,4 \text{ kJ/kg}$$

$$s_{3\text{VS}} = 8,4546 \text{ kJ/kgK}$$

$T_2 [^\circ\text{C}]$	$h_{2\text{LS}} [\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}]$	$h_{2\text{VS}} [\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}]$	x_2	$s_{3\text{S}} [\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}]$	$x_{3\text{S}}$	$h_{3\text{S}} [\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}]$	$h_T [\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}]$
80		2643,8	0,018		0,895		4,0084
70		2626,9	0,036		0,913		6,5988
60		2609,7	0,053		0,932		7,5308 ←
50		2592,7	0,070		0,953		6,8250

OTTIMALE