



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**



Corso di Macchine

EES – ESERCIZIO CICLO RANKINE

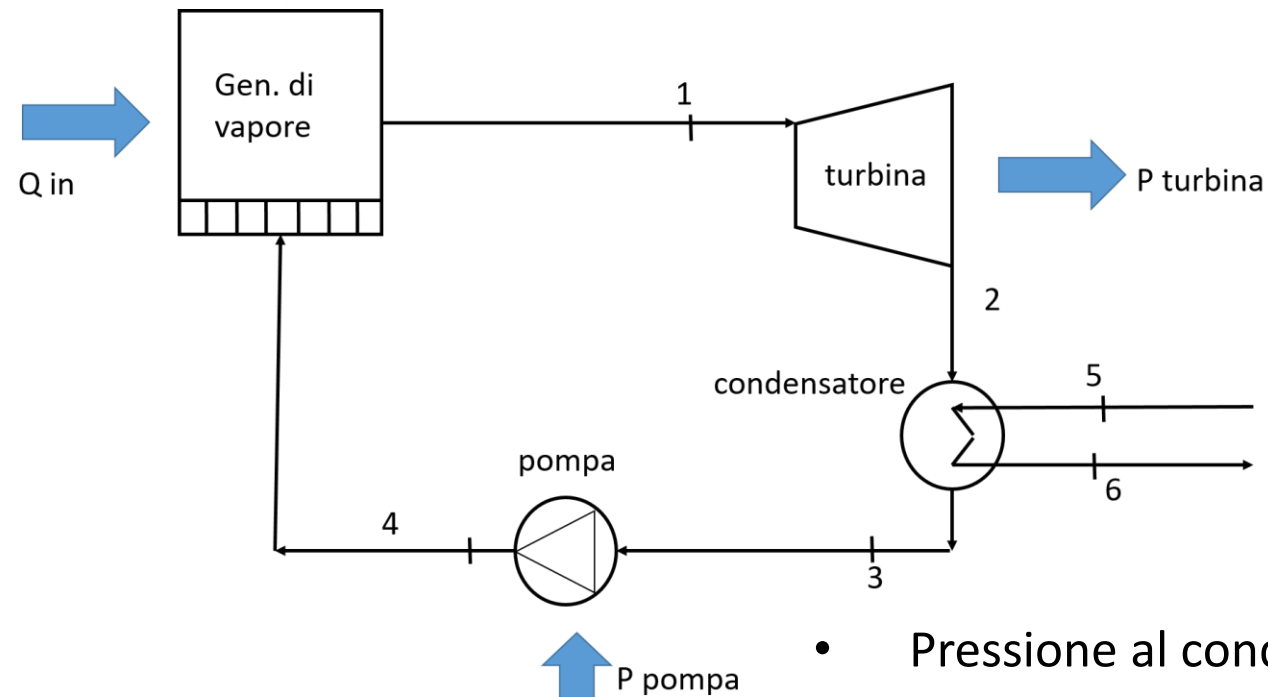
Prof. Rodolfo Taccani

Prof. Lucia Parussini

Prof. Ronelly De Souza

A.A. 2025-2026

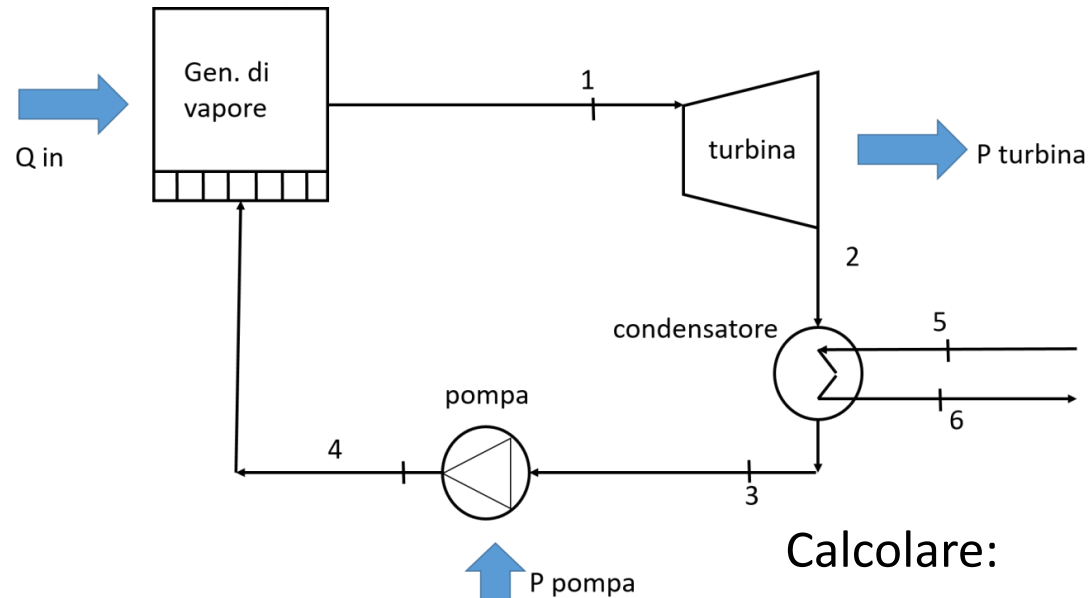
Esercizio 6 – Ciclo Rankine ideale



- Pressione al condensatore **0,08 bar**
- Pressione all'ingresso in turbina **80 bar**
- Lavoro netto richiesto **100 MW**
- **Vapore saturo** all'ingresso in turbina
- **Liquido saturo** all'uscita del condensatore
- Si trascurano le **perdite di carico**



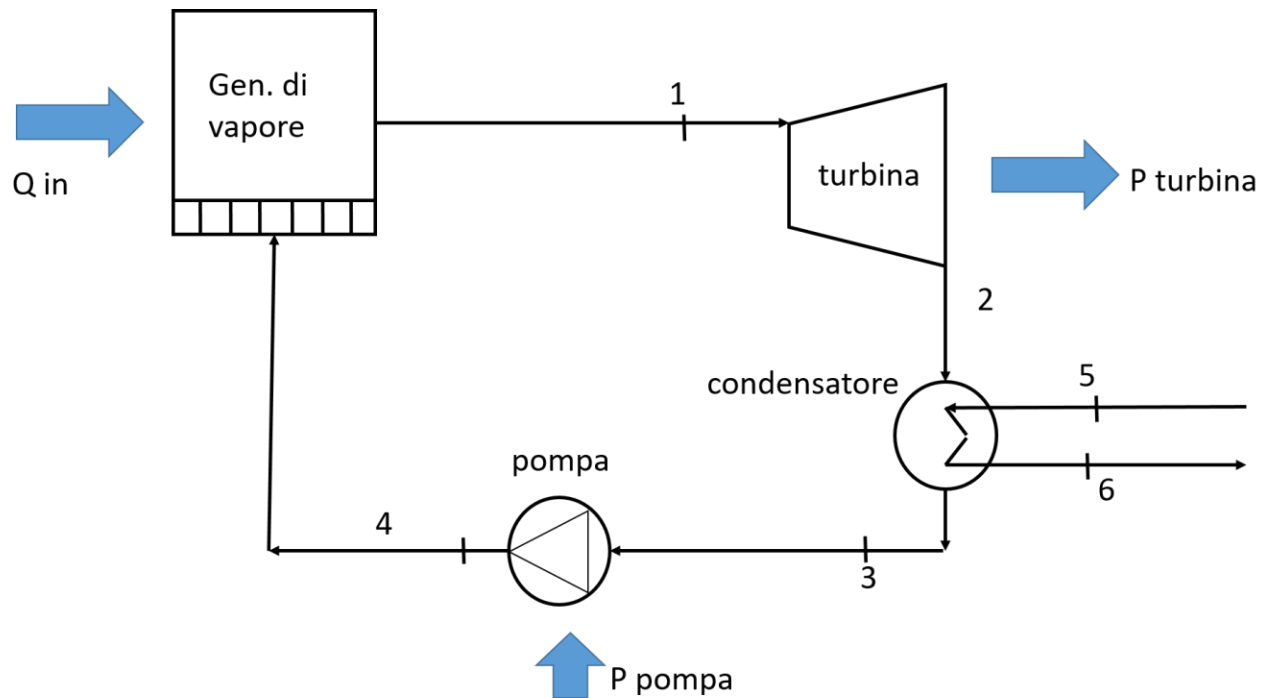
Esercizio 6 – Ciclo Rankine ideale



Calcolare:

- Portata di vapore (in kg/s)
- Potenza erogata dalla turbina (kW)
- Potenza consumata dalla pompa (kW)
- Calore dissipato nel condensatore (kW)
- Calore assorbito nel generatore vapore (kW)
- Efficienza termica del ciclo

Esercizio 6 – Ciclo Rankine ideale



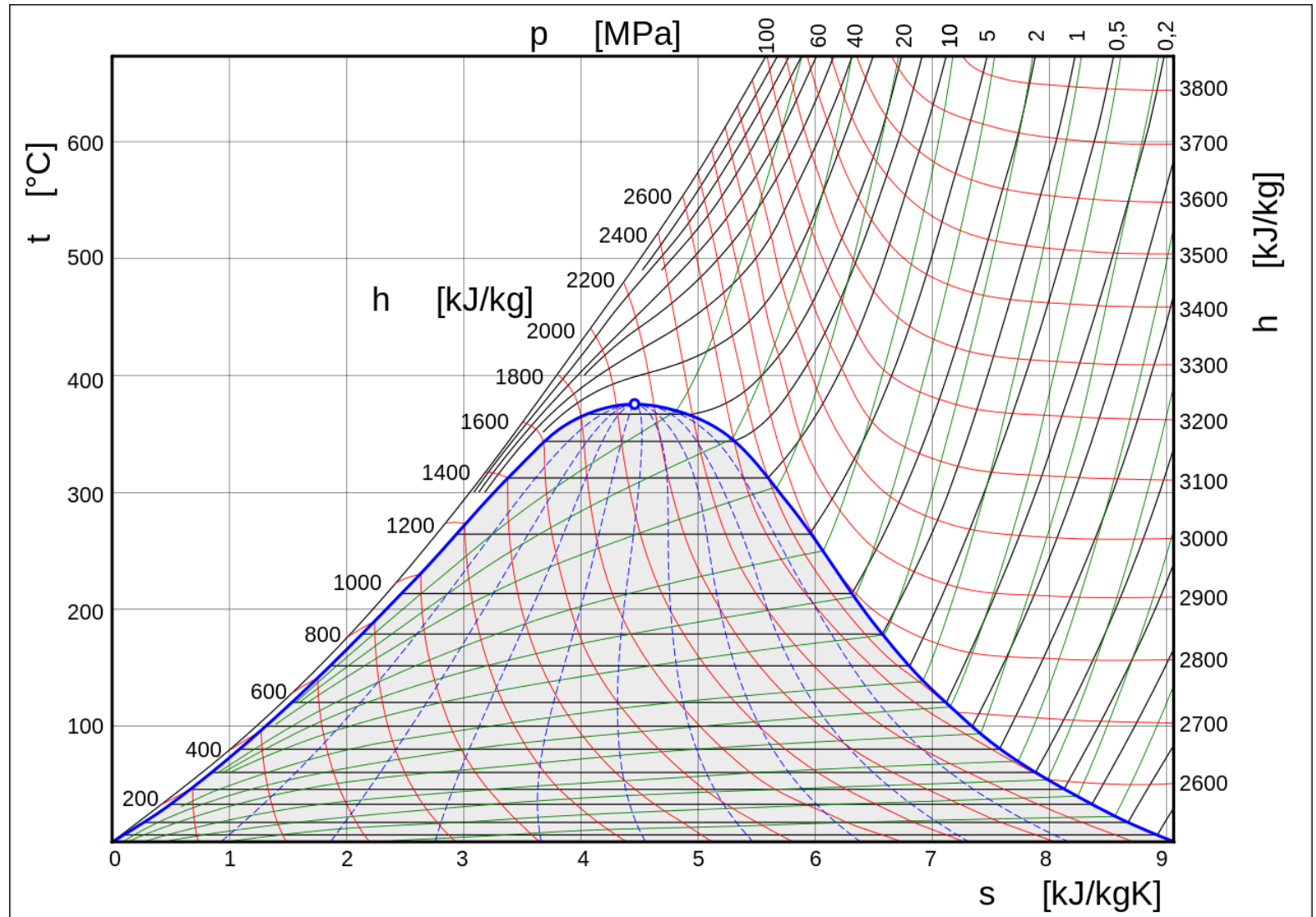
Bisogna definire ogni punto sul diagramma di stato.

Ogni punto risulta definito da:

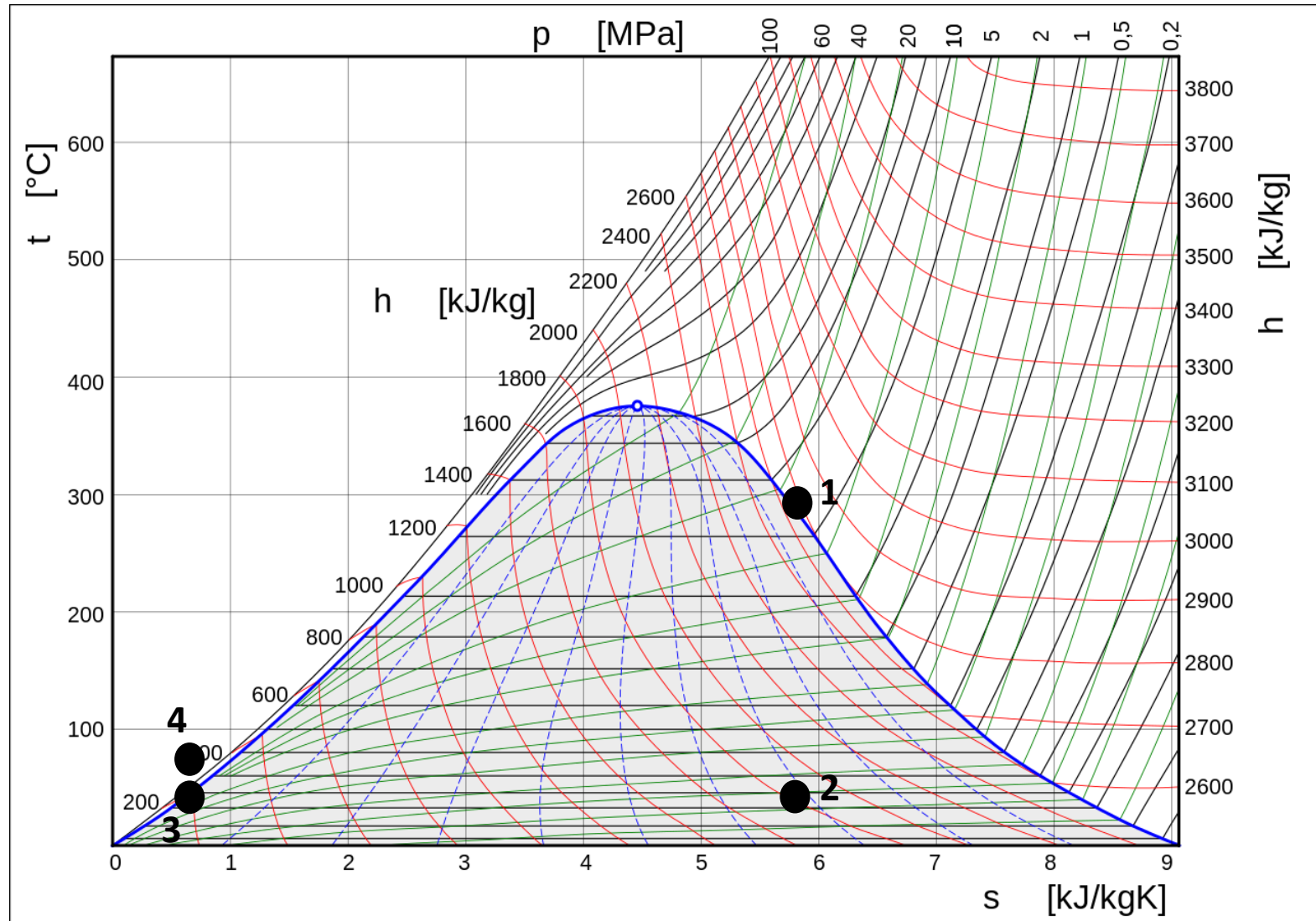
- Pressione
- Temperatura
- Entalpia
- Entropia
- Titolo di vapore



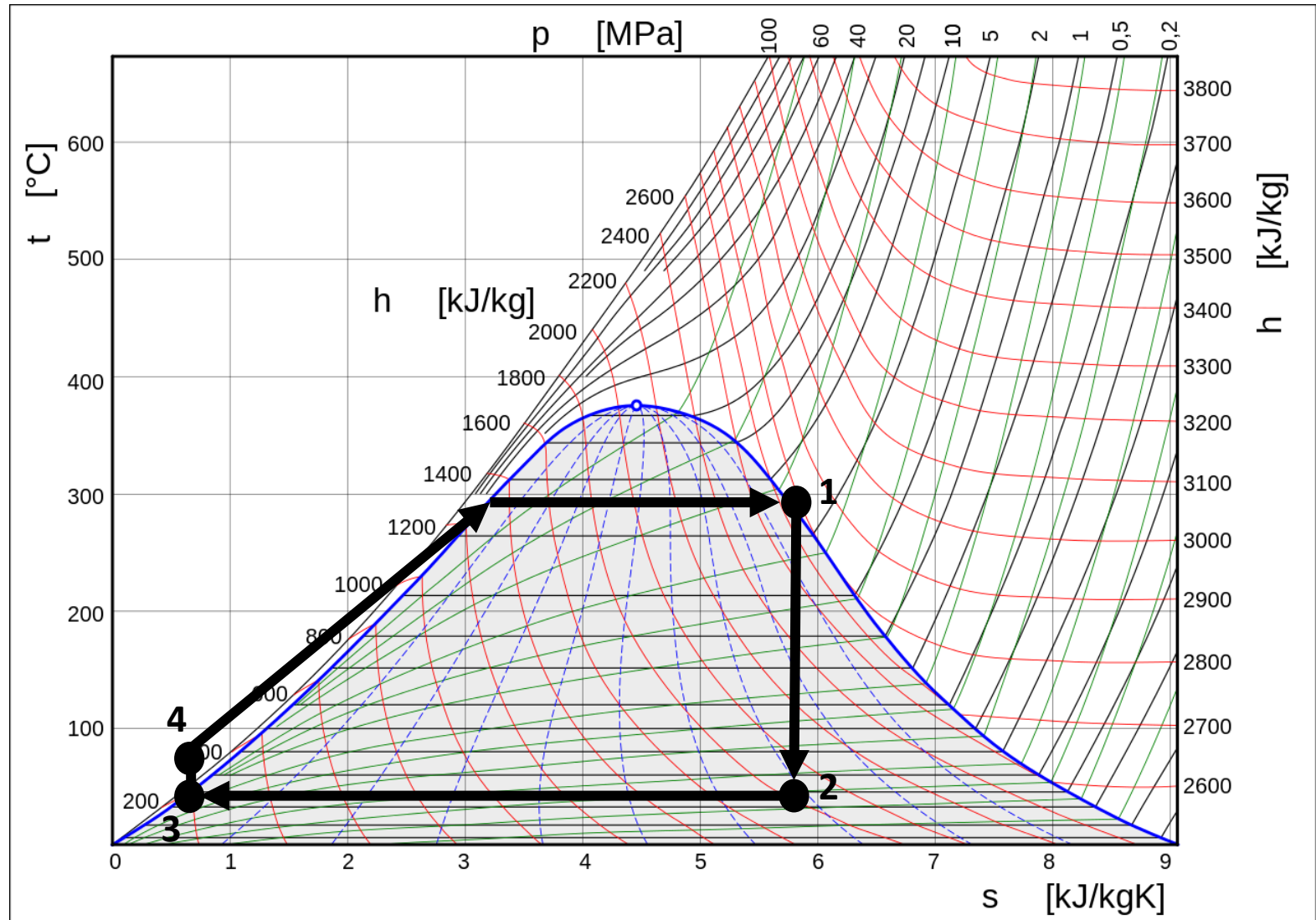
Esercizio 6 – Ciclo Rankine ideale



Esercizio 6 – Ciclo Rankine ideale



Esercizio 6 – Ciclo Rankine ideale





Esercizio 6 – Ciclo Rankine ideale

In EES creo array con le proprietà in ogni punto (es. per le entalpie sarà $h[1]$, $h[2]$, $h[3]$, $h[4]$).

Punto 1

$$p[1] = 80 \text{ bar}$$

Vapore saturo all'ingresso in turbina $\rightarrow x[1] = 1$

Calcolo $T[1]$, $s[1]$ e $h[1]$ tramite le funzioni termodinamiche di EES a partire dai valori noti di $p[1]$ e $x[1]$

Punto 2

Nell'ipotesi di **ciclo ideale** ed **assenza di perdite** di carico al condensatore si ha:

$$s[2] = s[1]$$

$$p[2] = p[3] \quad (p[3] \text{ è la pressione al condensatore, dato noto: } p[3] = 0.08 \text{ bar})$$

Calcolo $T[2]$, $h[2]$ e $x[2]$ tramite le funzioni di EES a partire dai valori di $s[2]$ e $p[2]$



Esercizio 6 – Ciclo Rankine ideale

Punto 3

$$p[3] = 0,08 \text{ bar}$$

Liquido saturo a valle del condensatore $\rightarrow x[3] = 0$

Calcolo $T[3]$, $h[3]$ e $s[3]$ tramite le funzioni termodinamiche di EES

Punto 4

Nell'ipotesi di **ciclo ideale** ed **assenza di perdite di carico** nel generatore di vapore si ha:

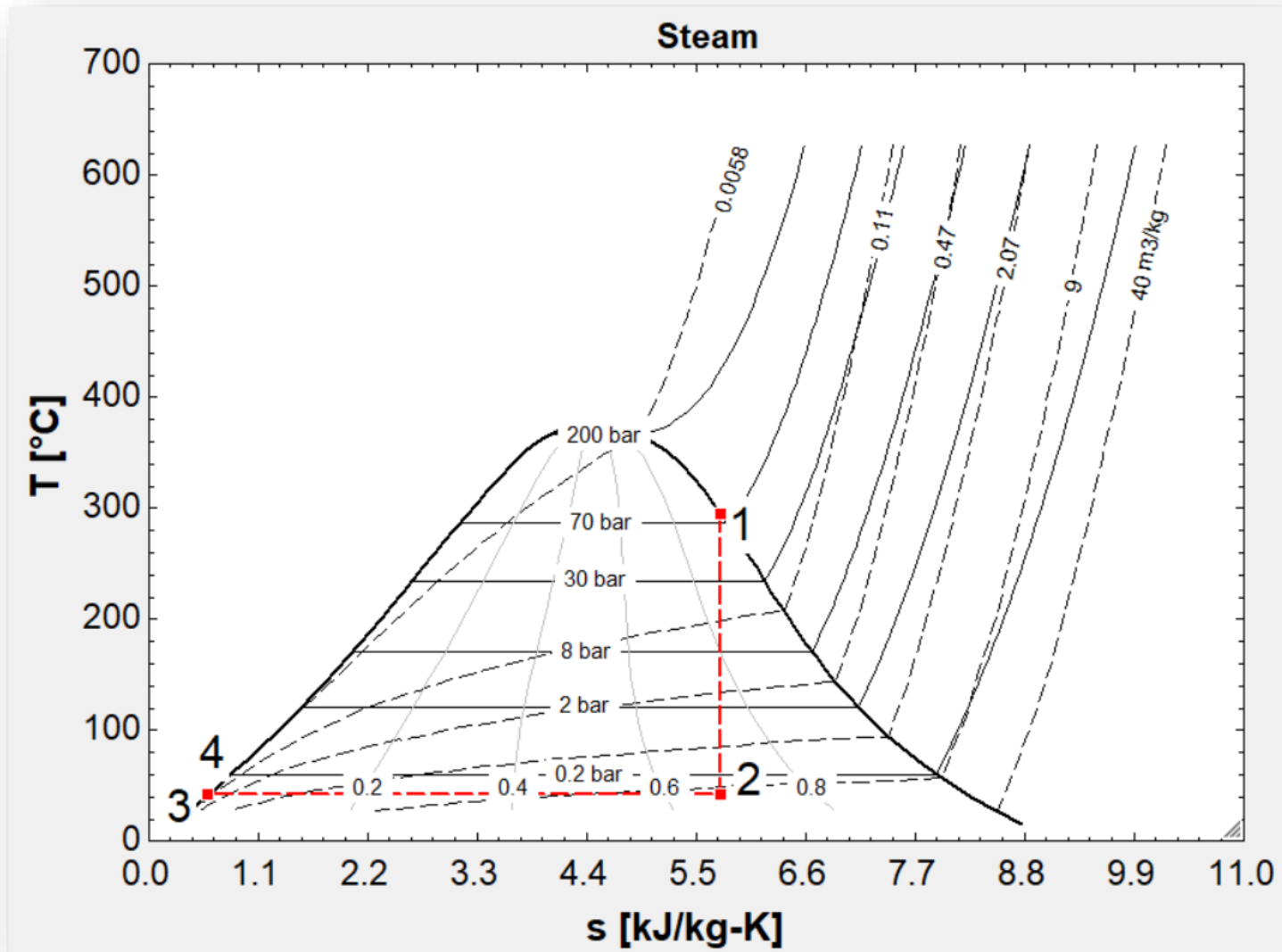
$$p[4] = p[1] \text{ (dopo il gen. di vapore ho la stessa pressione che ho in uscita dalla pompa)}$$

$$s[4] = s[3]$$

Calcolo $T[4]$ e $h[4]$ tramite le funzioni termodinamiche di EES

Esercizio 6 – Ciclo Rankine ideale

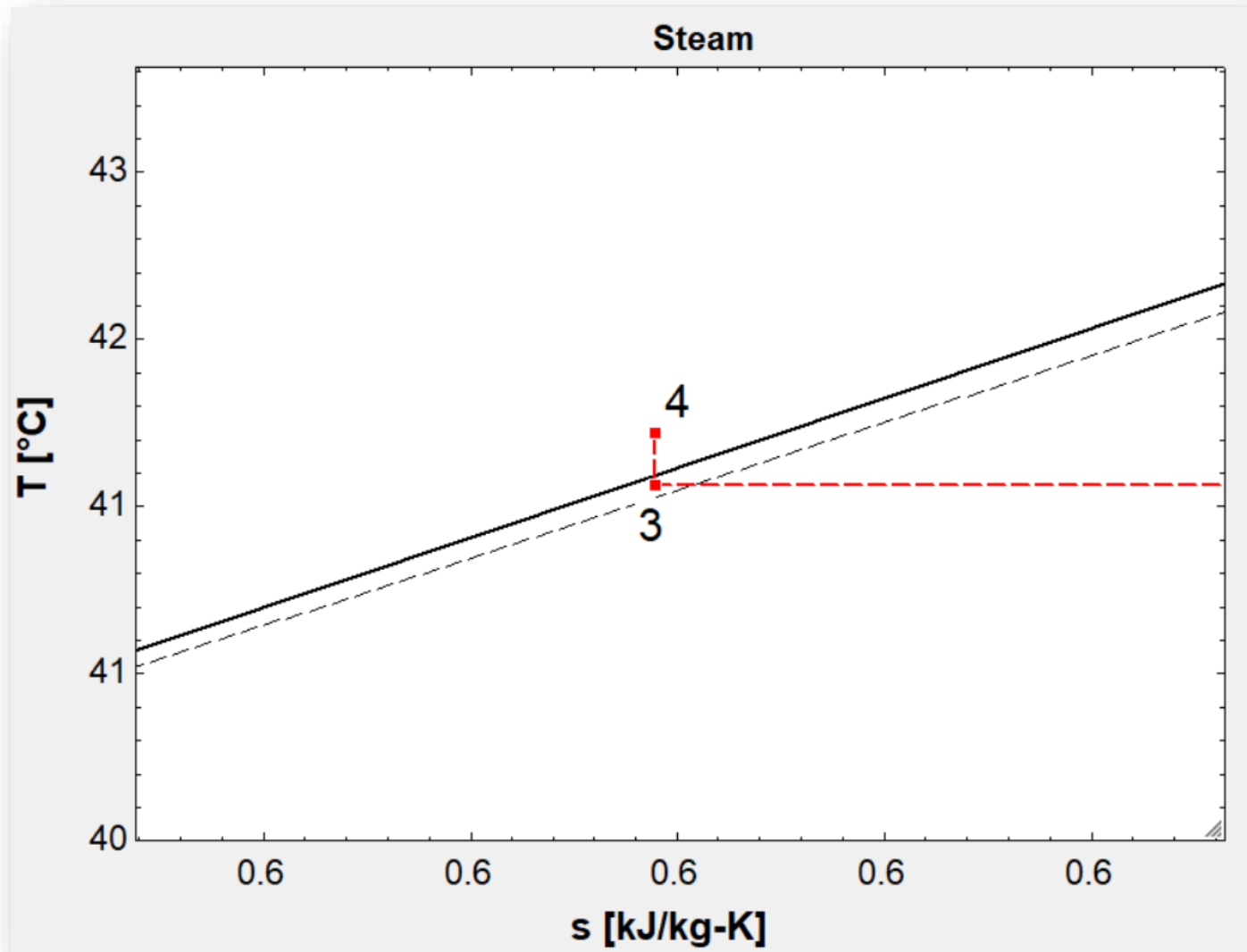
Riporto tutti i punti sui diagrammi T-s e h-s del vapore:





Esercizio 6 – Ciclo Rankine ideale

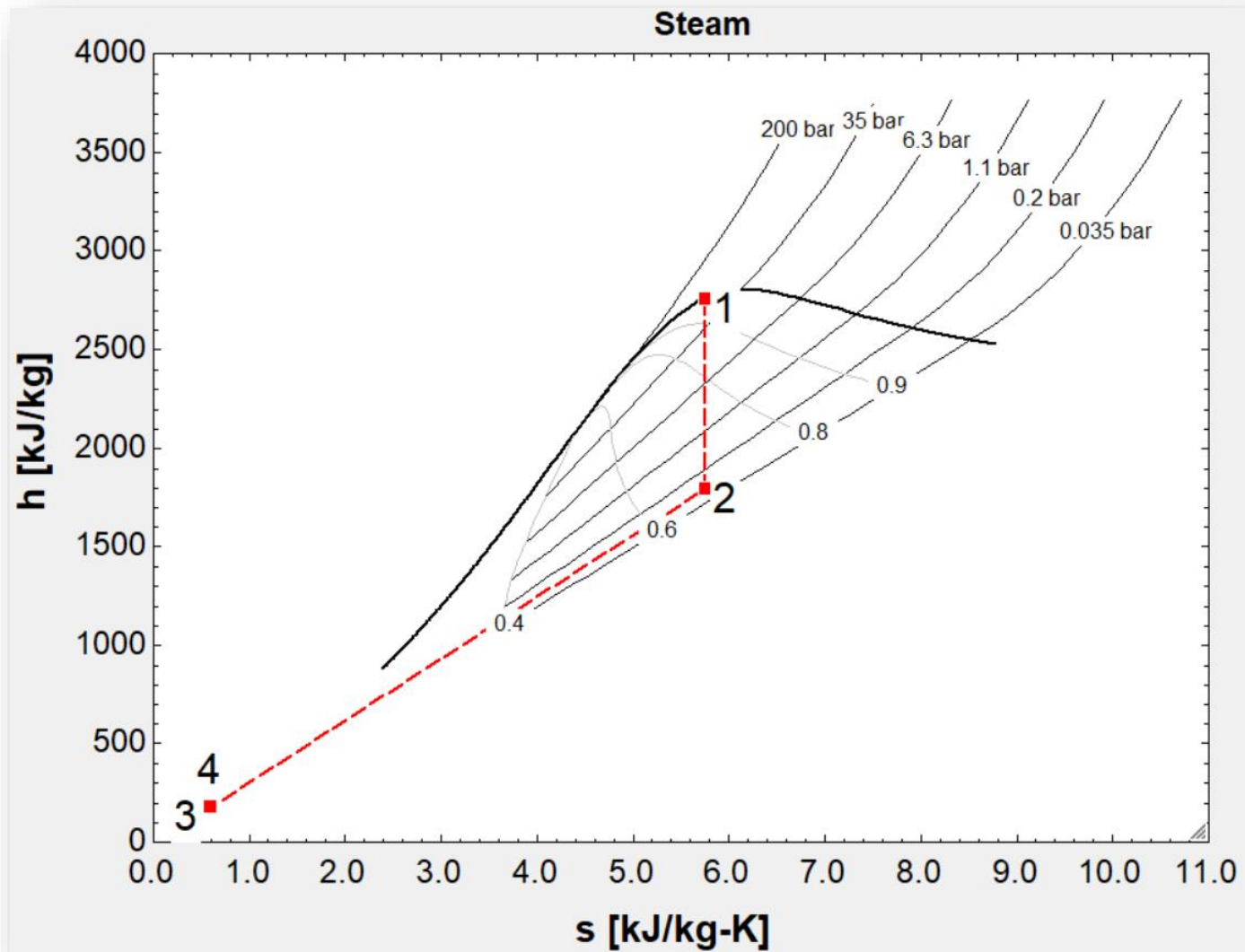
Riporto tutti i punti sui diagrammi T-s e h-s del vapore:





Esercizio 6 – Ciclo Rankine ideale

Riporto tutti i punti sui diagrammi T-s e h-s del vapore:





Esercizio 6 – Ciclo Rankine ideale

Potenza della pompa

La potenza che la pompa deve fornire al ciclo è pari al salto entalpico tra i punti 3 e 4 moltiplicato per la portata di vapore.

Potenza della turbina

La potenza ottenuta dall'espansione del vapore in turbina è il salto entalpico tra i punti 2 e 3 moltiplicato per la portata di vapore.

Potenza netta

$$P_{NET} = P_{turbina} - P_{pompa}$$

Calore fornito dal generatore di vapore

Il calore che il gen. di vapore deve fornire alla portata di vapore è pari al salto entalpico tra i punti 4 e 1 moltiplicato per la portata di vapore.

Posso a questo punto calcolare il rendimento termico dell'impianto (o di primo principio)

$$\eta_{th} = \frac{P_{NET}}{\dot{Q}_{in}} = \frac{P_{turbina} - P_{pompa}}{\dot{m}(h_1 - h_4)}$$

$$P_{NET} = 100 \text{ MW}$$



Esercizio 6 – risultati

I risultati che si ottengono su EES sono:

Unit Settings: SI C bar kJ mass deg

$$\eta_{th} = 0.3708$$

$$\dot{m}_{vap} = 104.7$$

$$\dot{P}_{net} = 100000$$

$$\dot{P}_{pompa} = 842.1$$

$$\dot{P}_{turb} = 100842$$

$$\dot{Q}_{cond} = 169676$$

$$\dot{Q}_{in} = 269676$$

	1	2	3	4	5
Sort	x_i	T_i	P_i	h_i	s_i
[1]	1	295	80	2759	5.745
[2]	0.6749	41.51	0.08	1795	5.745
[3]	0	41.51	0.08	173.8	0.5925
[4]		41.75	80	181.9	0.5925



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**



Ronelly De Souza

ronellyjose.desouza@dia.units.it