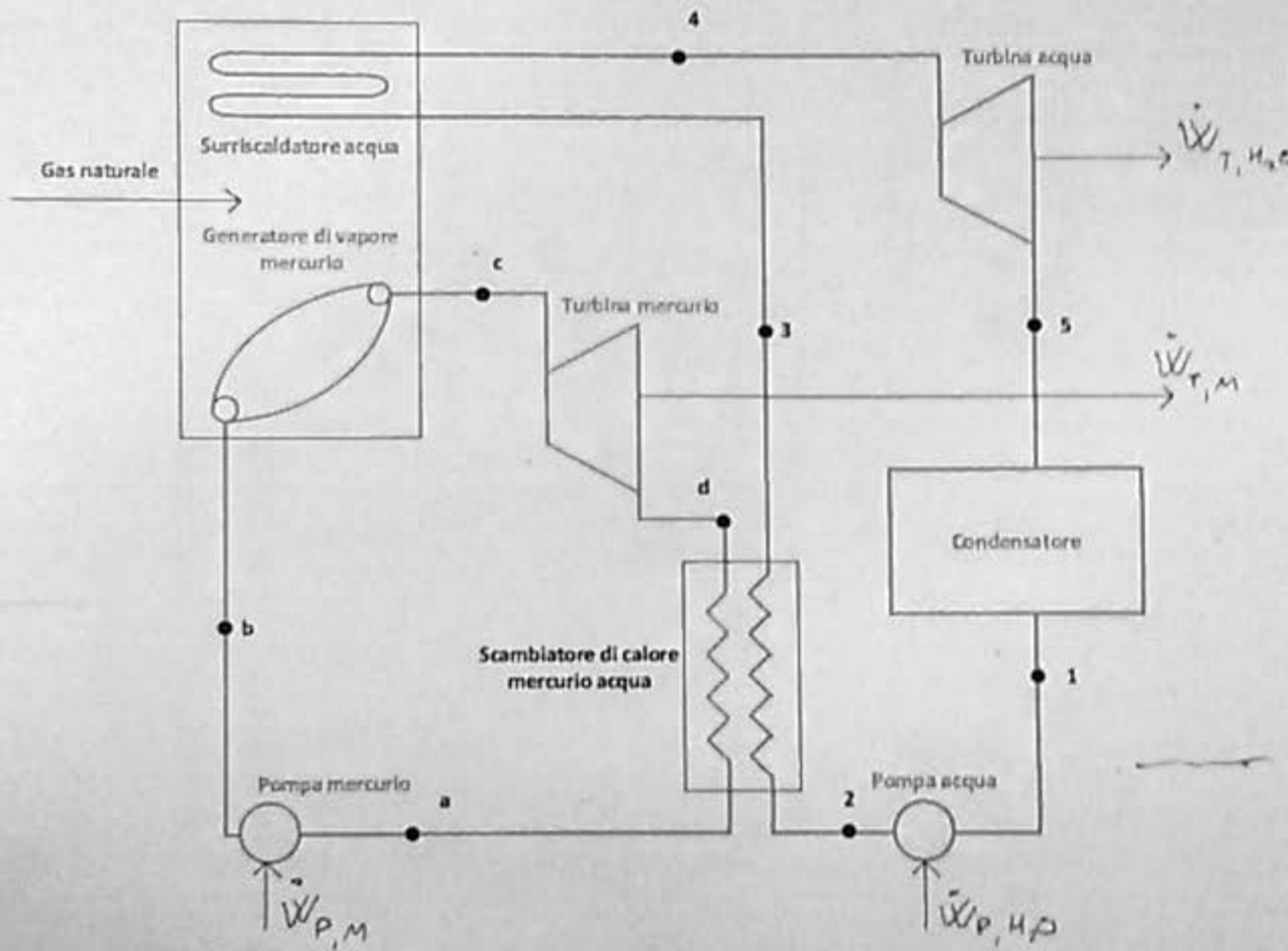




POLITECNICO DI MILANO
CORSO DI ENERGETICA GENERALE
 PROVA 7 SETTEMBRE 2017

Esercizio 1 (12 punti)

Si consideri un impianto alimentato da gas naturale (con $PCI = 802,3 \text{ kJ/mol}$ e $ex^{CH} = 830,2 \text{ kJ/mol}$). Tale impianto è caratterizzato da un sistema termodinamico binario che utilizza mercurio per il ciclo ad alta temperatura (che opera tra 1,6 MPa e 0,04 MPa) e acqua per il ciclo a bassa temperatura (che opera tra 5 MPa e 10 kPa), come evidenziato in figura.



- Si supponga, per ipotesi, che:
- le pompe sono tutte ideali;
 - il punto *a* è liquido saturo;
 - il punto *c* è vapore saturo;
 - il punto *d* ha un titolo = 0,9;
 - il punto 1 è liquido saturo;
 - il punto 3 è vapore saturo;
 - il punto 5 è vapore saturo.

acqua	T [°C]	P [MPa]	h liq [kJ/kg]	s liq [kJ/kgK]	h vap [kJ/kg]	s vap [kJ/kgK]
sat	264	5,000	1154,21	2,9201	2794,33	5,9733
sat	45,81	0,010	191,81	0,6492	2584,63	8,1501
4	500	5,000			3433,76	6,9758

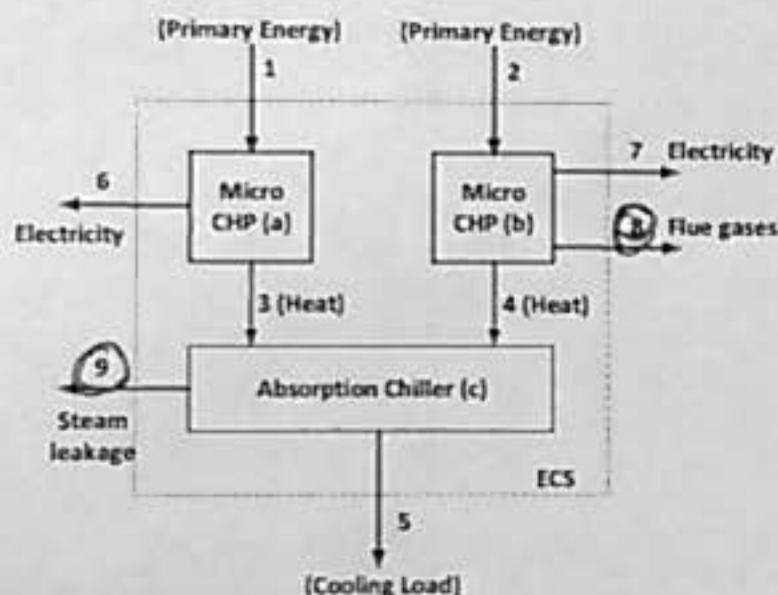
mercurio	T [°C]	P [MPa]	h liq [kJ/kg]	s liq [kJ/kgK]	h vap [kJ/kg]	s vap [kJ/kgK]
sat	309	0,04	42,21	0,1034	335,64	0,6073
sat	562	1,60	75,37	0,1498	364,04	0,4954

Utilizzando i dati in tabella e sapendo che il mercurio liquido ha una densità di 13579 kg/m^3 , si chiede di calcolare (si assuma $T_a = 10^\circ\text{C}$):

- 1) il rapporto tra la portata massica di mercurio e la portata massica di acqua;
- 2) la quantità di gas naturale necessaria per alimentare l'impianto per unità di massa di acqua;
- 3) il rendimento del ciclo a mercurio, il rendimento del ciclo ad acqua, oltre che il rendimento dell'impianto complessivo;
- 4) l'exergia distrutta nel generatore di valore, in ciascuna turbina e nello scambiatore di calore mercurio/acqua, tutte espresse per unità di massa di acqua;
- 5) il rendimento exergetico del ciclo a mercurio, il rendimento exergetico del ciclo ad acqua, oltre che il rendimento exergetico dell'impianto complessivo.

Esercizio 2 (12 punti)

Si consideri un sistema energetico complesso quale quello rappresentato in figura. Esso è composto da due micro-cogeneratori che immettono in rete l'energia elettrica prodotta e destinano la propria produzione termica a un sistema frigorifero ad assorbimento. I flussi identificati con i numeri 8 e 9 sono perdite che non comportano costi aggiuntivi né sono riutilizzabili in alcun modo.



Punto		EX [MW]
1	Combustibile	100
2	Combustibile	100
3	Calore	30
4	Calore	20
	Exergia associata al calore	20
5	sottratto	
6	Energia elettrica	40
7	Energia elettrica	20
8	Gas di scarico	5
9	Calore di scarico	5

Costo exergetico unitario del combustibile (c_1, c_2) [€/GJ]	8,33
$Z_{\text{CHP a}}$ [€/s]	0,2
$Z_{\text{CHP b}}$ [€/s]	0,125
$Z_{\text{Absorption Chiller}}$ [€/s]	0,1

Utilizzando i dati riportati in tabella, si chiede di:

- a) calcolare l'exergia distrutta in ogni componente;
- b) discutere le diverse ipotesi che potrebbero essere scelte per la soluzione dei bilanci termoeconomici e i loro effetti sui risultati, scegliendo quella che, motivatamente, appare la più opportuna nel caso specifico. Sulla base dell'ipotesi adottata, determinare il costo dei prodotti per ciascun componente, definendo altresì la struttura di tali costi;
- c) determinare il costo dell'exergia distrutta per ciascun componente, dopo aver fatto un'opportuna ipotesi ai fini del calcolo.

Qual è la definizione degli indici "r" e "f"? A cosa servono?

$1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$
 $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ Wh} = 3600 \times 3600 \text{ J} = 12960000 \text{ J}$
 $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ Wh} = 3600 \times 3600 \text{ J} = 12960000 \text{ J}$