



POLITECNICO DI MILANO

DIPARTIMENTO DI ENERGIA

SISTEMI ENERGETICI PER INGEGNERIA FISICA (Prova Online)

29/08/2020

Allievi fisici

Allegare alle soluzioni il presente testo indicando (in STAMPATELLO):

NOME E COGNOME.....

Tempo a disposizione: 2 ore

Leggere attentamente le avvertenze: Indicare chiaramente nome e cognome su tutti i fogli da consegnare. Rispondere brevemente ma con chiarezza solamente ai quesiti posti, evidenziando le necessarie unità di misura. Calcoli e spiegazioni - pur corretti in sé - che non rispondono ai quesiti posti non saranno considerati ai fini della valutazione del compito. Nel caso sia richiesta una soluzione grafica indicare con chiarezza sui grafici allegati la soluzione proposta.

Tenere spenti i telefoni cellulari, non usare appunti, dispense, etc. Riportare i risultati richiesti su questo foglio e procedimento/calcoli intermedi sul foglio a quadretti.

Punteggio: Punteggio totale pari a 35. Il docente si riserva di normalizzare i risultati in trentesimi con coefficienti correttivi in base all'esito medio delle risposte date.

Dati per la risoluzione dei quesiti

Costante universale dei gas $R = 8314 \text{ J/(kmol} \cdot \text{K)}$

□ ESERCIZIO 1 (punti 12)

Si studino le caratteristiche dell'impianto schematicizzato in figura.

10 m³/s aria nelle condizioni ambiente 1 ($P_1=1\text{bar}$, $T_1=15^\circ\text{C}$) vengono elaborati da due compressori C1 e C2 entrambi con rapporto di compressione pari a 5 e rendimento isoentropico pari a 1.

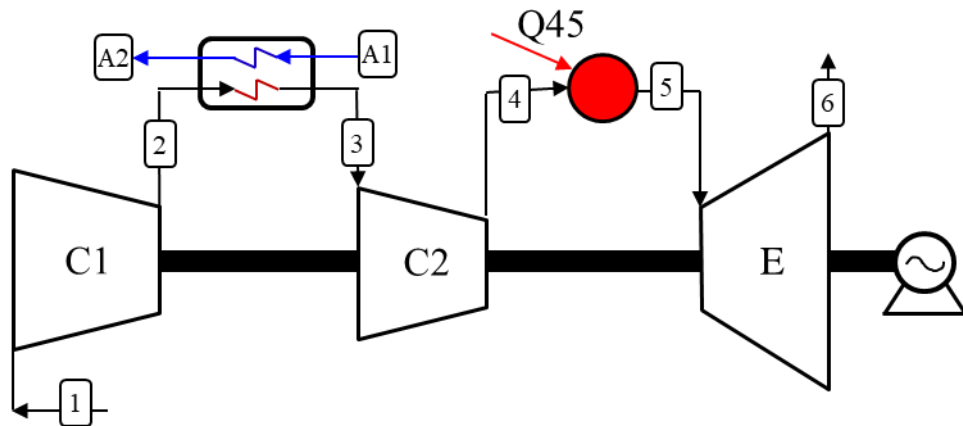
Tra i due compressori è posto uno scambiatore di calore che raffredda (a pressione costante) l'aria compressa (2) fino alla temperatura di 50°C con una corrente d'aria ambiente (A1, $PA_1=1\text{ bar}$, $TA_1=15^\circ\text{C}$) che si scalda di 100°C ($PA_1=PA_2$).

L'aria compressa viene riscaldata a pressione costante tramite un input termico (Q45) (es. radiazione solare concentrata) e successivamente espansa in un espansore (E), caratterizzato da un rendimento isoentropico pari 0.9, fino alla pressione P_6 di 1 bar.

Il rendimento meccanico ed elettrico del sistema è pari a 1.

Sapendo che la potenza netta prodotta dal sistema è 6 MW e assumendo l'aria gas perfetto ($c_p=1007 \text{ J/kg/K}$, $\gamma=1.4$, $MM=28.9 \text{ kg/kmol}$), si chiede di:

- Rappresentare qualitativamente su un diagramma T-s tutte le trasformazioni e calcolare temperatura, pressione, entropia e del punto 2 e del punto A2 ($s_1=0 \text{ J/kg/K}$); 3
- Calcolare la potenza dei compressori C1 e C2 e la portata d'aria necessaria a raffreddare l'aria compressa 2
- Calcolare la differenza di temperatura a cavallo dell'espansore 2
- Calcolare la temperatura di ingresso in E (T_5) 3
- Calcolare il rendimento del sistema 2

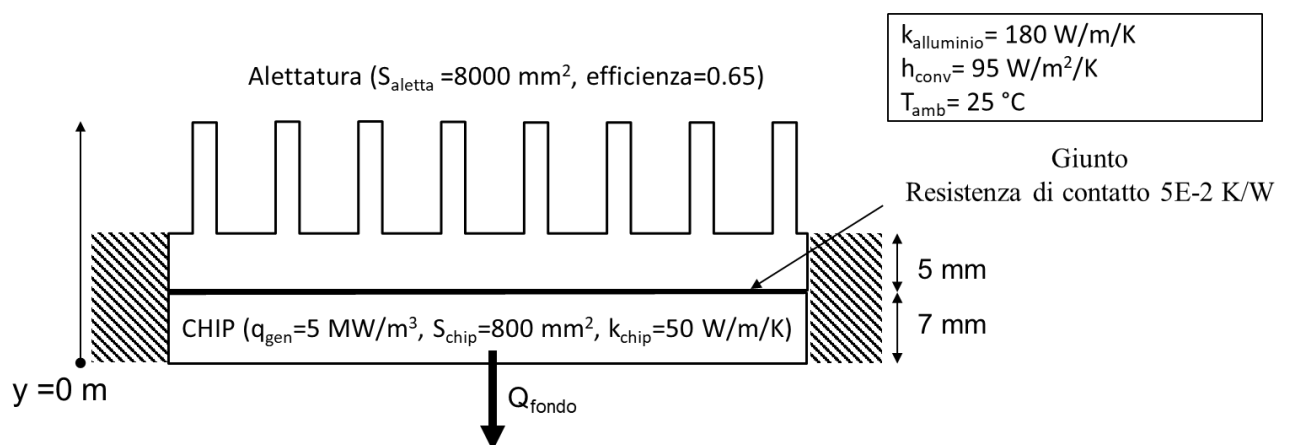


□ ESERCIZIO2 (punti 8)

Un chip ($k_{\text{chip}}=50 \text{ W/m/K}$), parallelepipedo con superficie di base pari a 800 mm^2 e altezza 7 mm , è sede di una generazione di potenza pari a 5 MW/m^3 . Sulla superficie superiore del chip è incollato un dissipatore in alluminio ($k_{\text{alluminio}}=180 \text{ W/m/K}$) costituito da uno strato di 5 mm e da una serie di alette. La superficie totale del dissipatore è 8000 mm^2 con efficienza pari a 0.65 . Alla giunzione tra il chip e il dissipatore è associata una resistenza di contatto pari a $5 \times 10^{-2} \text{ K/W}$. L'aria ambiente si trova a 25°C con un coefficiente di scambio termico convettivo pari a $95 \text{ W/m}^2/\text{K}$.

Sapendo che dal fondo del chip viene dissipato il 20% della potenza generata e assumendo la monodimensionalità e stazionarietà del problema, si chiede di calcolare:

- la resistenza termica dello spessore di alluminio
- la potenza termica dissipata dal dissipatore alettato
- la temperatura della base delle alette
- Il profilo di temperatura nell'intervallo $y \in [0 \text{ mm}, 12 \text{ mm}]$



□ QUESITO 3 (Rispondere ad una sola delle due domande) (punteggio 7.5)

1- Descrivere un ciclo Joule-Brayton ideale chiuso riportando la rappresentazione su un piano T-s e h-S. Discutere il layout d'impianto e ricavare il rendimento ed il lavoro utile in funzione del rapporto di compressione.

2- Descrivere l'approccio a parametri concentrati per lo studio di un transitorio di riscaldamento e ricavare l'andamento della temperatura nel tempo. Riportare tutte le ipotesi considerare e rappresentare graficamente la potenza termica scambiata nel tempo.

QUESITO 5 (DOMANDE A RISPOSTA GUIDATA) (punteggio 7.5)

Rispondere alle seguenti 15 domande a risposta guidata. Segnare la casella relativa alla **sola risposta corretta** (0.5 punto per risposta corretta, -0.2 punti se sbagliata).

La relazione $c_p = c_v + R$ ($R = 8314 \text{ J/kmol/K}$) è:	<p>E' valida anche per liquidi ideali <input type="checkbox"/> vero <input checked="" type="checkbox"/> falso</p> <p>E' valida solo per gas ideali <input checked="" type="checkbox"/> vero <input type="checkbox"/> falso</p> <p>Non è mai valida <input type="checkbox"/> vero <input checked="" type="checkbox"/> falso</p>
Un ciclo Rankine saturo ideale con un rigeneratore a miscela GV → Generatore di vapore	<p>La $m \text{ [kg/s]}$ all'uscita del GV è $>$ m all'ingresso del condensatore <input checked="" type="checkbox"/> vero <input type="checkbox"/> falso</p> <p>A pari T_{MAX} e T_{MIN}, garantisce sempre un $\eta \geq$ di un ciclo non rigenerativo <input checked="" type="checkbox"/> vero <input type="checkbox"/> falso</p> <p>Nel rigeneratore la portata di vapore e quella di acqua liquida sono separate <input type="checkbox"/> vero <input checked="" type="checkbox"/> falso</p>
$m \text{ kg/s}$ di fluido incompressibile entrano in un condotto cilindrico curvo di lunghezza L e diametro D ($P_{in}[\text{bar}] = P_{out}$) (reg. Stazionario)	<p>Il modulo della spinta sul tubo non dipende dall'angolo della curva <input type="checkbox"/> vero <input checked="" type="checkbox"/> falso</p> <p>La portata volumetrica in ingresso è uguale a quella in uscita <input checked="" type="checkbox"/> vero <input type="checkbox"/> falso</p> <p>La direzione della spinta sul tubo dipende dalla densità (Tubo orizzontale con curva di 90°) <input checked="" type="checkbox"/> vero <input type="checkbox"/> falso</p>
Una sfera ($k = 0.3 \text{ W/m/K}$, $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$, $c = 1400 \text{ J/kg/K}$) a $T_{iniziale} = 60^\circ\text{C}$ è investita da una corrente di gas a 15°C ($\rho = 1 \text{ kg/m}^3$, $k = 0.05 \text{ W/m/K}$, $c_p = 1060 \text{ J/kg/K}$, $\text{visc}_{Din} = 3 \times 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$):	<p>Se $D = 10 \text{ cm}$ e $v = 5 \text{ m/s} \rightarrow Re = 16666.7$ e $Pr = 0.106$ <input type="checkbox"/> vero <input checked="" type="checkbox"/> falso</p> <p>Se valido approccio param. concentrati la T_{finale} diminuisce all'aumentare di v <input checked="" type="checkbox"/> vero <input type="checkbox"/> falso</p> <p>Se valido l'approccio a param. concentrati $\rightarrow Bi = Nu$ <input type="checkbox"/> vero <input checked="" type="checkbox"/> falso</p>
In un diagramma T-s:	<p>Il punto critico è punto a tangente orizzontale della campana <input checked="" type="checkbox"/> vero <input type="checkbox"/> falso</p> <p>La forma della campana è indipendente dal fluido <input type="checkbox"/> vero <input checked="" type="checkbox"/> falso</p> <p>Il calore di evaporazione è rappresentato dall'area sottesa alla trasformazione <input checked="" type="checkbox"/> vero <input type="checkbox"/> falso</p>