

ESERCIZI NUMERICI

4

(PUNTI 10)

Una turbina a gas opera secondo un ciclo Joule-Brayton aperto con un rendimento netto pari a 40.9%. Il compressore aspira una portata di 657 m<sup>3</sup>/s di aria (considerata come gas ideale, MM=28.9 kg/kmol) alle condizioni ambiente (T<sub>amb</sub>=15°C, P<sub>amb</sub>=1.01325 bar). La potenza termica in ingresso è 975 MW e viene fornita dalla combustione di 22.10 kg/s di gas naturale. Considerata l'elevata temperatura dei gas di scarico (T<sub>GS</sub>=630°C) si decide di sfruttare la corrente di gas allo scarico, raffreddandoli fino a 132°C, come sorgente termica di un ciclo a vapore surriscaldato con le seguenti caratteristiche:

- Condizioni del vapore all'ingresso della turbina: P=120 bar; T=540°C; h=3455.78 kJ/kg; s=6.62 kJ/kg/K
- Pressione minima: P=0.12 bar
- Titolo allo scarico della turbina a vapore: x=0.9
- Salto entalpico isoentropico della pompa: 12.09 kJ/kg
- Trasformazioni di introduzione e cessione del calore considerate isobare

Per quanto riguarda le macchine del ciclo a vapore si ha:

- Rendimento isoentropico della pompa: 0.74
- Rendimento meccanico-elettrico pompa: 0.96
- Rendimento meccanico-elettrico turbina: 0.98

Sapendo che il calore specifico dei gas combustibili dipende linearmente da T secondo la relazione  $c_p[\text{kJ/kg/K}] = a + b \cdot T[\text{K}]$  con  $a = 0.981 \text{ [kJ/kg/K]}$  e  $b = 0.00024 \text{ [kJ/kg/K}^2\text{]}$ , si chiede di:

- Rappresentare il layout del ciclo combinato
- Calcolare la portata di gas combustibili e la potenza termica in ingresso al ciclo a vapore
- Calcolare l'entalpia in ingresso al generatore di vapore e la portata di vapore
- Calcolare la potenza netta del ciclo a vapore e il rendimento netto del ciclo combinato
- Calcolare la massima potenza meccanica producibile sfruttando i gas combustibili provenienti dalla turbina a gas come sorgente termica di un ciclo termodinamico.

INSERIRE I RISULTATI NUMERICI DELLE SINGOLE RISPOSTE NELLA CASELLA DI TESTO (es. 1. 1 kW, 2. 23 kW ecc.)

Proprietà acqua in cond. saturazione (LS→ Liquido saturo, VS→ Vapore saturo)

P [bar]	T [°C]	hLS [kJ/kg]	hVS [kJ/kg]	sLS [kJ/kg/K]	sVS [kJ/kg/K]
120.00	324.68	1491.33	2685.58	3.496	5.494
0.12	49.42	206.91	2590.29	0.696	8.085

Enter your answer

(PUNTI 10)

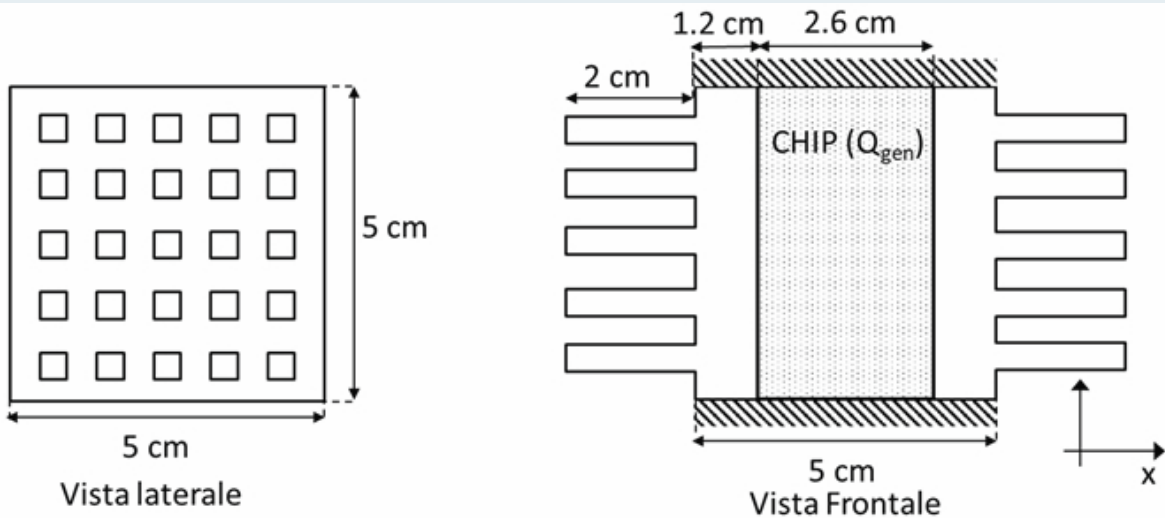
Un componente elettronico (parallelepipedo di dimensioni 5x5x2.6 cm,  $k_{chip}=5\text{ W/m/K}$ ) è sede di una generazione interna di potenza. Sulle due facce laterali sono posti due dissipatori di calore identici di base quadrata ( $L=5\text{ cm}$ ) e spessore pari a 1.2 cm che presentano 25 alette di sezione quadrata (lato pari a 0.5 cm) il cui apice può essere assunto adiabatico. Il materiale dei dissipatori ha conduttività termica pari a  $90\text{ W/m/K}$  (vedi figura del sistema).

Le alette sono investite da un flusso di aria alla temperatura di  $30^\circ\text{C}$  e velocità di  $4\text{ m/s}$ . Il coefficiente di scambio termico convettivo della superficie non alettata è  $25\text{ W/m}^2\text{/K}$  mentre il coefficiente di scambio termico convettivo delle alette si può stimare tramite la correlazione proposta.

Sapendo che la superficie esterna del dissipatore non può superare i  $75^\circ\text{C}$ , si chiede di calcolare (Cond. stazionarie e problema monodimensionale lungo direzione x – le superfici del chip sono adiabatiche ad esclusione delle facce su cui sono presenti i dissipatori):

- a. il coefficiente di scambio termico convettivo delle alette
- b. la massima potenza generata dal componente elettronico
- c. la resistenza termica dello spessore del dissipatore e la temperatura massima del componente elettronico
- d. l'efficacia e l'efficienza di una singola aletta ed identificare il valore di conduttività termica del dissipatore che garantirebbe la massima potenza scambiata mantenendo inalterate tutte le altre caratteristiche– GIUSTIFICARE RISPOSTA)

INSERIRE I RISULTATI NUMERICI DELLE SINGOLE RISPOSTE NELLA CASELLA DI TESTO (es. A. 1 kW, B. 23 kW ecc.)



Correlazione per convezione forzata per cilindro a base quadrata (Dimensione caratteristica→ lato della sezione quadrata) e proprietà dell'aria valutate per semplicità alla temperatura ambiente.

Convezione Forzata	Proprietà aria	
$Nu=0.102 Re^{0.675} Pr^{1/3}$	$c_p\text{ [J/kg/K]}$	1006
	$\mu\text{ [10}^{-6}\text{ Pa}\cdot\text{s]}$	18.05
	$k\text{ [10}^{-3}\text{ W/m/K]}$	25.04
	densità [kg/m3]	1.169

Enter your answer

Back

Next

Page 3 of 6