

Appello 09/02/2016

Nome/Cognome _____

Matricola _____

Si assumano, giustificandoli, valori realistici per tutti i dati necessari allo svolgimento che non vengono forniti espressamente nella formulazione dei quesiti.

Esercizio 1 (8 punti)

Si consideri una microturbina a gas alimentata a gas naturale. Il combustibile è disponibile alla pressione atmosferica (1 bar). Per semplicità si trascurino le perdite di carico nel ciclo e si assuma il calore specifico a pressione costante del gas naturale pari a 2.1 kJ/(kgK). Si chiede di:

1. Elencare chiaramente tutti i parametri assunti giustificando brevemente i valori adottati (1 punto)
2. Disegnare lo schema di impianto e il ciclo termodinamico nel piano Ts (1 punto)
3. Calcolare la perdita di rendimento di secondo principio dovuta alla fase di compressione del gas naturale (2 punti)
4. Calcolare, in modo approssimato, la perdita di rendimento di secondo principio del processo di combustione (2 punti)
5. Descrivere, senza calcolarle, come cambierebbero le perdite di rendimento dei diversi processi se l'espansione fosse ideale anziché reale (2 punti)

Esercizio 2 (12 punti)

Una corrente di aria calda ($m=200$ kg/s, $T=220^\circ\text{C}$) alimenta un ciclo termodinamico operante con un fluido avente le seguenti caratteristiche:

- $MM=300$ kg/kmol
- $T_{\text{crit}}=350^\circ\text{C}$, $p_{\text{crit}}=20$ bar
- c_p vapore = 1600 J/(kgK)
- $\rho_{\text{liquido}}=800$ kg/m³

Il ciclo termodinamico è un ciclo Rankine saturo recuperativo il cui calore di condensazione è usato per scaldare acqua da inviare ad una utenza termica. Sono noti i seguenti dati:

- $T_{\text{eva}}=160^\circ\text{C}$
- $\varepsilon_{\text{rec}}=80\%$
- $T_{\text{min,acqua}}=30^\circ\text{C}$
- $\Delta T_{\text{acqua}}=45^\circ\text{C}$

Si chiede di:

1. Elencare chiaramente tutti i parametri assunti giustificando brevemente i valori adottati (1 punto);
2. Disegnare lo schema di impianto e il disegnare qualitativamente diagramma Ts del ciclo termodinamico (2 punti)
3. Calcolare la portata di fluido di lavoro circolante nel sistema (2 punti);
4. Calcolare la potenza elettrica prodotta dal ciclo considerato (1 punto);
5. Disegnare quantitativamente il diagramma TQ dello scambiatore primario (tra aria calda e fluido di lavoro) (2 punti);
6. Valutare, argomentando, il numero di stadi necessari per ottenere una turbina ad elevato rendimento (2 punti);
7. Descrivere qualitativamente come si modifica il diagramma TQ dello scambiatore primario a fronte di un aumento della portata d'aria calda del 50% (2 punti).

Domande a risposta aperta (2.5 punti ciascuna)

1. Discutere gli effetti sul rendimento dati dall'introduzione di una interrefrigerazione in un ciclo a gas semplice e in un ciclo a gas recuperativo in un'ottica di analisi di secondo principio;
2. Al funzionamento medio estivo, la portata massica al camino di un ciclo combinato è minore, uguale o maggiore rispetto a quella in inverno? Motivare la risposta;
3. Si spieghi, fornendo dei valori di massima, perchè nei cicli combinati il rapporto tra potenza generata dalla turbina a gas e quella del ciclo a vapore cambia nel caso in cui si usi una turbina a gas di tipo aeronautico o industriale;
4. Con riferimento al diagramma TQ di un HRSG ad un livello di pressione e ragionando a parità di tutti gli altri parametri, si descriva la variazione della temperatura al camino a fronte di una riduzione del $\Delta T_{\text{approach-point}}$.