

Esame di stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere – Il sessione 2009

Vecchio ordinamento – prova unica (24 novembre 2009)

Tema n. 2

La figura allegata riporta lo schema di un gruppo cogenerativo che verrà impiegato, insieme ad altri gruppi analoghi ed a caldaie di integrazione, per la produzione congiunta di energia elettrica e termica, destinate ad un'area urbana. Per la realizzazione di tale impianto cogenerativo, si intende utilizzare un motore a combustione interna 4T ad accensione comandata alimentato a metano (potere calorifico inferiore a pressione costante in condizioni normali pari a $34,54 \text{ MJ/Nm}^3$) di tipo "lean-burn", sovralimentato mediante un turbocompressore azionato da una turbina alimentata dai gas di scarico. Il motore termico dovrà erogare una potenza utile (P_u) di 950 kW e sarà collegato ad un generatore elettrico ($f= 50 \text{ Hz}$; 2 paia poli).

La figura allegata riporta il circuito per il recupero dell'energia termica. Il fluido utilizzato in tale circuito è acqua, che entra nel primo modulo di recupero alla temperatura di 70°C ($T_{\text{H}_2\text{O},\text{in}}$) ed esce dall'ultimo scambiatore alla temperatura di 90°C ($T_{\text{H}_2\text{O},\text{out}}$).

Il candidato, assumendo dove necessario dati desunti dall'esperienza:

- 1) determini le principali caratteristiche geometriche del motore (corsa, alesaggio, numero dei cilindri);
- 2) effettui il dimensionamento di massima del sistema di aspirazione e scarico (numero e diametro valvole, lunghezza dei condotti);
- 3) determini la temperatura dei gas (T_{exh}) allo scarico del propulsore sovralimentato, ipotizzando che le potenze termiche cedute dal motore possano essere stimate come segue:
 - a. Intercooler ('IC 1' + 'IC 2'): 15% della potenza utile (P_u) del motore;
 - b. Scambiatore di calore olio: 11% di P_u ;
 - c. Scambiatore di calore acqua motore: 30% di P_u ;
 - d. Trasmissione di calore all'ambiente: 4% di P_u ;
 - e. Incombusti (ivi inclusa la dissociazione): 5% di P_u .

- 4) Calcoli la potenza termica recuperabile, ipotizzando un'opportuna ripartizione tra 'IC1' ed 'IC2' della potenza termica complessivamente ceduta nei due stadi di inter-refrigerazione e tenendo conto che solo la potenza termica scambiata in 'IC1' può essere recuperata per la cogenerazione.
- 5) Discuta i parametri ritenuti più idonei per la valutazione del rendimento di tale gruppo cogenerativo e ne calcoli i relativi valori.
- 6) Imposti il dimensionamento di massima dei moduli di recupero dell'energia termica;
- 7) Discuta i benefici di tipo energetico, ambientale ed economico che possono derivare dall'adozione del motore termico scelto rispetto ad una analoga soluzione con motore diesel.
- 8) Illustri una metodologia di analisi che consenta di stimare la convenienza dell'investimento, indicando l'indicatore economico prescelto ed i dati energetici richiesti.

Gruppo cogenerativo con motore termico alimentato a metano

