

IMPIANTI COGENERATIVI

Gli impianti cogenerativi sono destinati alla contemporanea produzione di lavoro meccanico e di calore. Quando parliamo in questa sede di lavoro meccanico intendiamo la produzione di energia elettrica. Il calore è quello disponibile alle sorgenti inferiori.

Il rendimento di tali impianti è dato da:

$$h_{cog} = \frac{L + x \cdot Q_2}{Q_1}$$

$$L = Q_1 - Q_2 \quad x = \text{coefficiente di utilizzazione} \quad 1 < x < 0$$

L, Q_1, Q_2 sono da considerarsi in valore assoluto

In realtà la formula del rendimento non piace molto in quanto in essa appare l'energia in 2 termini, una di alto livello e una di basso livello (termica). Negli impianti cogenerativi si vuole sfruttare oltre all'energia meccanica prodotta dalla turbina anche una quantità di calore Q_2 quella delle sorgenti inferiori che dovrà essere fornita ad una temperatura T elevata per soddisfare le esigenze dell'utente termico. Con queste considerazioni ci si rende conto subito che un impianto a vapore non può essere utilizzato a tale scopo in quanto il calore alle sorgenti inferiori è disponibile ad una temperatura di circa 35°C. Le applicazioni che interessano tali impianti sono quelle delle industrie conserviere quelle farmaceutiche e il terziario. Ora nel caso in cui una industria vuole installare un impianto cogenerativo sia ex nuovo oppure affiancato ad uno preesistente, deve tenere conto che il calore per le applicazioni industriali viene fornito tra i 150 °C e 180 °C. la fascia di utenza più richiesta si aggira attorno ai 130-180 °C, mentre in casi rari si richiede calore a temperature più elevate, in ogni caso occorre tenere conto che la temperatura del calore fornito non scende al di sotto dei 100 °C. La cogenerazione non è un fatto recente ma risale a diversi anni indietro. In Italia la cogenerazione ha avuto alti e bassi a causa della politica del fabbisogno nazionale che non era favorevole agli impianti di questo tipo, comunque la situazione oggi come oggi è favorevole in quanto la produzione nazionale di energia è insufficiente. Un privato può installare un impianto cogenerativo quanto le condizioni sono favorevoli e questo avviene quando l'ente distributore di energia elettrica consente al privato di assorbire dalla rete energia quando per esempio deve fare la manutenzione e allo stesso tempo di poter fornire alla rete energia elettrica quando la produzione sia in eccedenza, in quanto essa non è immagazinabile. In ogni caso il privato deve vedere se ci sono delle condizioni favorevoli o meno ma che attualmente lo sono.

SOLUZIONI COGENERATIVE

Le soluzioni impiantistiche sono numerose. Quella più semplice è costituita da un motore a combustione interna (Diesel) nel quale i gas di scarico vengono inviati in una caldaia di recupero la quale può essere senza post combustione o meno. Per l'impianto a gas si ha una cosa analoga. Nel caso di un motore a combustione interna può essere disponibile anche il calore di refrigerazione che è alle temperature dai 30-40°C mentre nei grandi impianti si recupera anche il calore di refrigerazione dell'olio. Soluzioni del tipo combinata cogenerativa sono raramente seguite e solo per le grandi taglie, ci sono anche impianti che sfruttano l'energia geotermica come accade oggi in Italia.

Il processo più semplice è l'impianto a vapore in quanto l'utenza termica sfrutta il calore di condensazione dell'impianto, per la ragione che il vapore condensandosi ha un elevato fattore convettivo e può essere utilizzato sia direttamente che attraverso una superficie mobile. Prima di scegliere un impianto occorre fare lo studio di fattibilità sia in termini di oneri d'investimento che di solito non superano i 5 anni che in termini di costi di esercizio. D'altra parte è diverso il caso in cui si abbia una centrale già funzionante dal caso in cui l'impianto deve essere fatto ex novo, in ogni caso la soluzione preesistente è la più onerosa. Normalmente nel caso più ricorrente il potenziale installatore possiede 3 dati per il progetto.

- 1) T_0 cioè la temperatura alla quale l'utente termico desidera il calore
- 2) Flusso o portata termica richiesta
- 3) Potenza meccanica da convertire in energia elettrica

Mentre i primi 2 dati sono noti e irremovibili a seconda del tipo d'industria, la potenza P è suscettibile di variazioni progettuali in quanto è difficile che il produttore vuole una potenza P continuativa la quale tra l'altro deve essere proporzionale all'impiego che si deve fare.

CENNI SULLA IMPIANTISTICA

SOLUZIONI A VAPORE ove si usa l'acqua come fluido motore

Impianto a contropressione

Impianto a condensazione + spillamento controllato

SOLUZIONE A GAS

Impianto a gas + caldaia di recupero

SOLUZIONE CON MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA

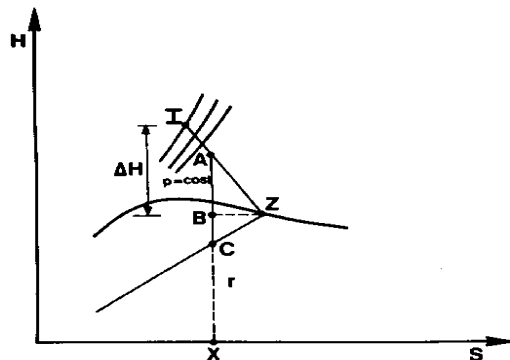
MCI + caldaia a recupero

IMPIANTO A CONTROPRESSIONE

Questo tipo d'impianto corrisponde a quello elementare ma il vapore non viene espanso fino alla fine. Occorre ricordare che bisogna troncare l'espansione in turbina a pressioni dell'ordine di 100-300 KPa e per questo fatto tali impianti si chiamano a contropressione. L'impianto, è in definitiva quello classico, ove ora al posto del condensatore troviamo lo scambiatore di calore ed inoltre può esserci un degasatore in quanto il polmone dell'impianto dipenderà dalla catena rigenerativa

Progetto di massima

Noti T , Φ e P abbiamo



$$\Phi_0 = Mr(T)$$

Scelto un punto Z per comodità sulla C.L.S. dal rendimento della turbina preventivato in partenza abbiamo

$$h_T = \frac{\overline{AB}}{\overline{AC}} = \frac{\overline{AB}}{\overline{AB} + \overline{BC}} = \frac{1}{1 + \frac{\overline{BC}}{\overline{AB}}} \Rightarrow h_T \left(1 + \frac{\overline{BC}}{\overline{AB}} \right) = 1 \Rightarrow \frac{\overline{BC}}{\overline{AB}} = \frac{1}{h_T} - 1 = \frac{1 - h_T}{h_T} \Rightarrow \frac{\overline{AB}}{\overline{BC}} = \frac{h_T}{1 - h_T}$$

Congiungiamo il punto Z con A, conoscendo ora l'inclinazione. Il problema ora consiste nell'individuare sulla AZ il punto I ossia la pressione e la temperatura che rende l'impianto economicamente valido dato che nella misura in cui ci spostiamo verso sinistra aumenta sia la pressione di vaporizzazione che la temperatura. Si potrebbe determinare la caduta entalpica dalla relazione:

$$P = M (\Delta H_T)_s = M (\Delta H_T)_l \cdot h_T$$

identificando il punto 3 in pressione e temperatura. In realtà le cose non vanno così in quanto la temperatura di vaporizzazione deve essere contenuta affinché il costo non diventi elevato. Le temperature di ordine economico si aggirano dai 350 fino a 450°C (T_3). A parità di flusso termico nella misura in cui aumenta la potenza meccanica il punto 3 si sposta a temperature più elevate. Esiste una fascia di valori al di sopra dei quali l'impianto non risulta economico per un impianto a contropressione.

Tale rapporto è dato dalla relazione:

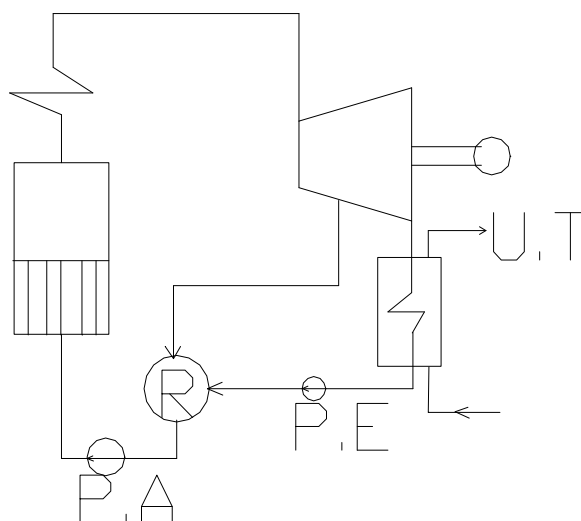
$$\frac{P}{P_0} < 0.20 \cong 0.25 \text{ a seconda della } T_0 \text{ e del rendimento della turbina}$$

P_0 : potenza termica espressa nelle stesse unità di misura di P

Questa è la reale limitazione economica che l'impianto a contropressione pone, ed è molto grossa ma poi l'assenza del condensatore torna a nostro vantaggio.

Se per esempio $P/P_0=0,3$ siamo fuori in termini economici.

Impianto a contropressione



Soluzione adottata quando la potenza meccanica supera il limite di fattibilità economica

