

CENTRALI TERMOELETTICHE

Introduzione

I procedimenti tradizionali di conversione dell'energia, messi a punto dall'uomo per rendere disponibili, a partire da fonti di energia naturali, energia in forma utile (meccanica e/o elettrica) sono quelli che sfruttano direttamente l'energia cinetica, potenziale o termica degli elementi presenti in natura (energia eolica, idroelettrica, geotermica, maree, termica solare, etc.) o quelli che sfruttano l'energia termica derivante dalla combustione di composti di origine organica presenti in natura (carbone, petrolio e derivati, metano, legna) e/o derivanti da residui delle attività umane (biogas, biomasse, RSU).

Tali procedimenti si basano sull'evoluzione termodinamica ciclica di fluidi mediante un complesso di organi denominati impianti motori termici.

I fluidi a cui solitamente si ricorre negli impianti motori sono quelli maggiormente disponibili in natura, ossia l'aria e l'acqua, pertanto si possono così distinguere due grandi tipologie di impianti: impianti a gas (utilizzanti aria o prodotti della combustione con aria) e impianti a vapore (utilizzanti acqua).

Quando tali impianti sono destinati alla produzione di energia elettrica si può a giusto titolo definirli Centrali termoelettriche.

Tipologie di Centrali Termoelettriche

Le varie tipologie di impianti motori termici destinati alla produzione di energia elettrica sono classificabili oltre che in base al fluido evolvente nel ciclo, anche in relazione al tipo di motore primo utilizzato ed in particolare si possono avere:

Centrali termoelettriche con turbina a vapore

Centrali termoelettriche con motore alternativo a combustione interna

Centrali termoelettriche con turbogas

Centrali termoelettriche con turbine a vapore

Le centrali termoelettriche con turbine a vapore sono del tipo a ciclo chiuso nel quale il fluido che evolve nella quasi totalità delle applicazioni è l'acqua (altri tipi di fluido sono impiegati solo in casi molto particolari) la quale passa dallo stato liquido a quello di vapore, per effetto dell'energia termica ad essa fornita dall'esterno (combustione), e viceversa in seguito ad una espansione in turbina, dove avviene la cessione dell'energia dal fluido alla macchina, ed al suo raffreddamento mediante scambio con una sorgente fredda (acqua di mare, fiume, da pozzo mediante uso di torri evaporative); realizzando così una trasformazione ciclica ripetibile all'infinito.

Tali impianti molto diffusi fino agli anni '80 partono da taglie non inferiori ai 10 MW ed arrivano ad oltre 1000 MW con moltissime applicazioni alimentate da reattori nucleari i quali sostituiscono la combustione di idrocarburi o altri combustibili quale fonte di energia ad alta temperatura per la vaporizzazione dell'acqua che evolve nel ciclo.

Questi impianti sono caratterizzati da rendimenti di produzione di energia elettrica che raramente superano il 25% per le taglie al disotto dei 100 MW, Mentre esistono sulle taglie più grandi impianti che raggiungono anche rendimenti di produzione di energia elettrica pari al 42%.

Gli impianti con turbina a vapore, essendo a ciclo chiuso fanno sì che il fluido evolvente nel circuito, e quindi in contatto con le macchine, sia sempre la stessa acqua, pertanto hanno il notevole pregio di poter essere alimentati con i combustibili più disparati non essendo la macchina motrice direttamente esposta ai prodotti della combustione come invece avviene nei motori alternativi a combustione interna e nella quasi totalità degli impianti con turbina a gas.

I generatori di vapore (caldaie) dell'impianto a vapore possono quindi essere progettati per l'utilizzo di combustibili solidi, liquidi e gassosi e rendono ad esempio possibile l'utilizzo quale fonte primaria di energia anche biomasse di varia tipologia, provenienza e dimensione o RSU.

L'impianto a vapore è caratterizzato da una scarsa flessibilità in quanto a variazioni continue dei carichi e frequenti avviamenti ed inoltre è incapace di

avviarsi in assenza di energia elettrica per l'alimentazione degli ausiliari (pompe di circolazione, ventilatori, estrattori, etc.). Normalmente essi vengono utilizzati nelle centrali termoelettriche destinate a garantire il carico di base (base-load) e quindi utilizzate quasi sempre a potenze molto prossime a quelle massime nominali.

Tali centrali sono dunque destinate ad un funzionamento in continuo con solo i fermi necessari per la manutenzione programmata e/o straordinaria.

Il costo medio di un impianto può variare di molto soprattutto in funzione dell'efficienza di produzione di energia elettrica che si intende ottenere. In generale per impianti con potenze di alcune centinaia di megawatt tale costo può oscillare fra i 350 € ed i 500 € per kW installato.

Centrali termoelettriche con turbine a gas

Gli impianti di produzione energia elettrica con turbine a gas sono impianti generalmente a ciclo aperto nei quali il fluido evolvente è aria la quale viene aspirata dall'atmosfera, compressa ed inviata in turbina dove si miscela con il combustibile.

La combustione di tali sostanze trasforma il fluido di partenza da aria a quello composto dagli inerti (quasi totalmente Azoto, N_2) e dai vari prodotti della combustione (essenzialmente acqua, H_2O , anidride carbonica, CO_2 , ossido di carbonio, CO) trasferendogli l'energia chimica del combustibile sotto forma di energia termica.

Contrariamente, quindi, a quanto avviene negli impianti a vapore che sono a ciclo chiuso la combustione coinvolge direttamente il fluido che evolve nel ciclo ed avviene all'interno delle turbine costituenti l'impianto cosicché i prodotti della combustione sono direttamente in contatto con gli organi della macchina motrice (turbina).

La necessità di realizzare una di impianto rendono inutilizzabili combustibili di tipo solido e quelli con caratteristiche chimiche tali da poter essere aggressivi per i materiali costituenti le palettature delle turbine, già sollecitate dalle elevate temperature dei gas combusti (talvolta superiori ai $1000^\circ C$).

La maggioranza degli impianti con turbine a gas sono alimentati a gas metano, il combustibile certamente per essi più idoneo, ma non di rado vi sono impianti alimentati con combustibili quali oli densi, oli fluidi o gasolio.

Gli impianti con turbina a gas nati inizialmente per la propulsione aerea, negli ultimi trent'anni si sono diffusi anche nel campo della produzione di energia elettrica grazie al costante miglioramento dei materiali utilizzati per le turbine che hanno fatto in modo da incrementarne le prestazioni in termini di rendimenti, affidabilità e durata.

Gli impianti con turbogas destinati alla produzione di energia elettrica sono solitamente di taglia compresa fra alcune decine di MW sino a circa 300 MW.

Essi sono caratterizzati da rendimenti (intorno al 35 %) mediamente molto inferiori di quelli ottenibili con impianti a vapore dell'ultima generazione.

Anche se ultimamente si ha notizia di applicazioni in gran parte pilota e/o sperimentali di mini turbine da alcune centinaia di kW.

La loro diffusione negli ultimi anni è legata alla loro capacità di poter avviarsi, andare a regime in un tempo estremamente ridotto e di essere più flessibili nelle regolazioni rispetto agli impianti a vapore rendendoli estremamente utili per far fronte a carichi di punta sulle reti elettriche..

Il costo medio di un impianto di produzione di energia elettrica con turbina a gas varia molto in base alle performance richieste alla macchina e può andare dai 500 agli 800 € per kW installato.

Centrali termoelettriche con motore alternativo a combustione interna.

Gli impianti di produzione di energia elettrica con motore alternativo sono caratterizzati dal realizzare in un'unica unità molto compatta, per l'appunto il motore, tutte le fasi del ciclo in cui evolve il fluido.

In tali impianti che sono a ciclo aperto il fluido evolvente si trasforma chimicamente nelle varie fasi del ciclo, difatti il fluido di partenza è generalmente aria prelevata dall'atmosfera la quale viene all'interno del motore miscelata con un combustibile che può essere gassoso (metano, GPL, per poi realizzare direttamente all'interno del cilindro una combustione di tali

sostanze (combustione interna) la quale, oltre a trasferire l'energia al fluido evolvente mediante l'aumento della sua temperatura, ne cambia profondamente le caratteristiche di partenza.

I prodotti della combustione ad elevata temperatura espandono nel cilindro del motore e trasferiscono quindi energia alla macchina dopodiché vengono espulsi in atmosfera ed il ciclo riparte ogni volta con aspirazione di nuova aria ed introduzione di altro combustibile.

La necessità di effettuare la combustione all'interno del cilindro rende inutilizzabili combustibili di tipo solido e quelli con caratteristiche chimiche tali da non garantire una idonea combustione.

I motori a combustione interna destinati alla produzione di energia elettrica presenti sul mercato vanno da potenze di pochi kW sino a circa 10 MW, le taglie piccole sono generalmente generatore di emergenza alimentati per lo più a gasolio, mentre da alcune centinaia di kW in su esistono applicazioni destinate alla produzione in continuo di energia destinata a singole utenze industriali, a piccole reti isolate o in situazioni dove la compattezza dell'impianto ne privilegia l'installazione.

Gli impianti di produzione di energia elettrica con motori alternativi a c.i sono mediamente caratterizzati da elevati rendimenti quasi sempre superiore al 35% già per taglie intorno ai 1000 kW sino ad oltre il 40% per quelli da 3.0 MW in su, rendimenti comparabili se non superiori a quelli di molte delle grandi centrale termiche per la produzione di energia sia con turbina a vapore che con turbina a gas.

Una peculiarità degli impianti con motore alternativo a c.i. è quella di essere in grado di seguire senza eccessive difficoltà e perdite di efficienza i carichi dell'utenza se collegati in parallelo con la rete elettrica e di poter funzionare in maniera discontinua con fermate giornaliere e partenze improvvise su richiesta dell'utenza.

Tale flessibilità di esercizio li rende ancor più idonei per tutte le utenze industriali che non lavorano a ciclo continuo su tre turni e o per tutte le utenze di tipo civile caratterizzate da notevoli variazioni di richiesta nell'arco del giorno e della settimana ed influenzate dalle condizioni climatiche esterne.

Il costo medio di un impianto con motore alternativo è fortemente variabile a seconda del combustibile utilizzato e può andare da 100 € per kW installato se trattasi di motori alimentati a gasolio sino a 250 € per motori alimentati a gas o a biogas.

Impatto ambientale delle centrali termoelettriche

Come per tutti gli impianti di produzione energia che utilizzano la combustione essi sono fonti di emissioni inquinanti in atmosfera da essa derivanti.

Le moderne tecnologie utilizzate per il contenimento e l'abbattimento di tali emissioni, in particolar modo se si utilizza metano quale combustibile, consentono di ridurle a valori alquanto bassi.

Nonostante ciò va comunque considerata l'immissione in atmosfera di ingenti quantitativi di CO₂, gas che provoca l'effetto serra, nonché di piccoli ma rilevanti quantitativi di ossidi di azoto NO_x anch'essi legati all'effetto serra, e di ossidi di Zolfo SO_x, responsabili delle cosiddette piogge acide, se si utilizzano idrocarburi quali gasoli o oli densi.

*Proprio in virtù di ciò la legislazione italiana prevede che tutti gli impianti termoelettrici con potenze superiori ai 50 MWe siano sottoposti ad una accurata valutazione di impatto ambientale nota come **V.I.A.** (Valutazione di impatto ambientale).*