

La fisica dell'energia

Lo studio del flusso d'energia, come fenomeno universale naturale è il risultato dei principi della termodinamica.

In un sistema termodinamico isolato, cioè senza scambio di energia con l'esterno, l'energia disponibile si degrada continuamente ed inesorabilmente in una eguale quantità di energia non disponibile, così che l'energia totale rimane costante, mentre l'energia non disponibile nel tempo tende ad aumentare sempre di più.

Il primo principio della termodinamica stabilisce, che l'energia può essere trasformata da una forma (per es. luce) all'altra (per es. energia potenziale) mantenendo sempre la sua quantità costante, cioè la quantità di energia all'ingresso del sistema (macchina) è uguale all'energia all'uscita della macchina somma dall'energia utile più l'energia dispersa nell'ambiente..

Il secondo principio della termodinamica stabilisce che non avverrà mai un processo di trasformazione energetica, senza che si verifichi contemporaneamente anche una degradazione d'energia da una forma concentrata ad una forma dispersa (sotto forma di calore, vibrazioni, etc.) non più utilizzabile dal sistema tecnologico. Questa dispersione viene misurata dall'entropia, destinata inevitabilmente a crescere nel tempo, per il disordine provocato da questo degrado energetico.

L'efficienza energetica di primo ordine

L'efficienza energetica, che è il modo consueto con cui si definisce il rendimento termodinamico. Dal bilancio di energia definito dal 1° principio della termodinamica si ricava un utilissimo strumento di ottimizzazione energetica di una specifica macchina.

Possiamo definire l'efficienza (rendimento) di primo ordine come il rapporto tra il lavoro L ottenuto da una specifica macchina ed il calore disponibile all'ingresso Q .

L'efficienza $h = L/Q$ è un numero maggiore di zero ma sempre minore di 1 considerato che nella trasformazione una parte della quantità d'energia si disperde nell'ambiente.

Questo indicatore ha però il limite di dare un'indicazione sull'efficienza del processo studiato, tutta interna alla finestra di osservazione. Ci dice in pratica quanto bene è stato fatto il nostro sistema (macchina) ma non ci dice niente su come funziona in relazione a processi alternativi. In poche parole non può quantificare la razionalità o l'appropriatezza dell'uso energetico del sistema.

L'efficienza energetica del secondo ordine

Sappiamo dal 2° principio della termodinamica che durante una trasformazione energetica pur restando la quantità d'energia costante, la sua qualità diminuisce nel tempo perché diminuisce la capacità di compiere lavoro con gli impianti di conversione da forme energetiche sempre più degradate.

Il rendimento del secondo ordine tiene conto di questo limite tecnologico. Esso confronta l'efficienza di una specifica macchina ideale e quella di una macchina reale che opera nelle stesse condizioni.

Il rendimento di secondo ordine è definito come il rapporto tra la minima energia richiesta per eseguire un certo lavoro (W_{min}) e l'energia realmente utilizzata dal sistema (W_{reale}) per ottenerlo:
 $e = W_{min} / W_{reale}$.

In altri termini, con il rendimento del secondo ordine non interessa più quanto lavoro la macchina produce in relazione al calore esso fornito, ma piuttosto interessa come quella macchina compie la trasformazione suddetta, e cioè se sfrutti al meglio l'energia che le è fornita, se si avvicina alla macchina ideale, se fa attenzione alla qualità della forma energetica utilizzata, se aumenta o meno gli sprechi energetici. In ultima analisi il rendimento del secondo ordine mette in relazione lo scopo finale che bisogna ottenere con l'energia necessaria per realizzarlo.

Processi di conversione energetica

Convertitore	Conversione energetica	Rendimento I° ordine
aerogeneratore	eolica > elettrica	0,30
cella fotovoltaica	solare > elettrica	0,10
collettore solare	solare > termica	0,10
celle a combustibile	chimica > elettrica	0,60
motore elettrico	elettrica > meccanica	0,99
generatore elettrico	meccanica > elettrica	0,99
caldaia - vapore di processo	chimica > termica	0,85
turbina a vapore	termica > meccanica	0,45
motore a combustione interna	chimica > meccanica	0,25
turbina idraulica	idraulica > meccanica	0,75
accumulatore elettrico	elettrica > chimica	0,85
elettrolisi dell'acqua	elettrica > chimica	0,70
radiatore elettrico	elettrica > termica	0,90
scaldabagno elettrico	elettrica > termica	0,90
scaldabagno a gas	chimica > termica	0,60
caldaia a combustibile	chimica > termica	0,60

Confronto dei rendimenti di primo e secondo ordine

La seguente tabella pone a confronto il rendimento del primo ordine con il rendimento del secondo ordine per alcune apparecchiature e macchine termiche secondo le temperature usuali tra le quali ognuna di esse opera.

Convertitore	Rendimento I ordine	Rendimento II ordine
Scaldabagno elettrico	0,90	0,05
Scaldabagno a gas	0,60	0,10
Caldaia a combustibile liquido	0,60	0,05
Radiatore elettrico	0,90	0,02
Collettore solare termico	0,80	0,32

Per valutare correttamente l'efficienza dei processi termodinamici utilizzati si deve tener conto, quindi, più che del rendimento del primo ordine, di quello del secondo ordine.

L'esame dei rendimenti del secondo ordine corregge o contraddice il valore del rendimento del primo ordine. Sebbene un'alta frazione dell'energia immessa nello scaldabagno o nel radiatore elettrico sia trasformata in calore (più che in un collettore solare termico), in essi la trasformazione energetica avviene con una più alta degradazione dell'energia, cioè con un maggiore spreco di entropia e quindi con un pessimo rapporto con l'ambiente.