

# ***Cenni sul secondo principio della Termodinamica***

- ***Ing. Ph.D. Diana D'Agostino (\*)***
- ***Ing. Federico Minelli (\*)***
- ***Prof. ing. Francesco Minichiello (\*)***

***(\*) Dipartimento di Ingegneria Industriale,  
Università degli Studi di Napoli Federico II***

**Il primo principio della Termodinamica (o prima legge della Termodinamica)**, di cui si è parlato in dettaglio in altri fascicoli, esprime la natura conservativa dell'energia: se un sistema è isolato rispetto all'ambiente circostante, il suo contenuto di energia non può variare; se invece si costata una variazione del suo contenuto di energia, allora il sistema in esame non è isolato, e tale variazione è perfettamente bilanciata dai flussi energetici attraverso la superficie che racchiude il sistema. Nel caso dei sistemi chiusi:

$$\Delta U = Q - L$$

Però, il primo principio della Termodinamica non può fornire informazioni sul verso dell'interazione energetica di un sistema con l'ambiente circostante: **il verso di tale interazione energetica è invece fornito dal secondo principio della Termodinamica.**

In base al **secondo principio della Termodinamica**, molti eventi termodinamici, come ad esempio il passaggio (spontaneo) di calore da un corpo caldo ad un corpo freddo, sono irreversibili.

Questa irreversibilità della trasformazione spesso risulta di facile comprensione in base alla nostra esperienza: ad esempio, dato un cubetto di ghiaccio (ad una temperatura di  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) all'interno di un bicchiere (che si trova ad una temperatura di  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), il ghiaccio inizierà a fondere a causa del passaggio di calore tra il bicchiere a temperatura maggiore ed il ghiaccio a temperatura minore (ma anche a causa del passaggio di calore tra l'aria del locale, a temperatura maggiore, ed il ghiaccio a temperatura minore), e il bicchiere comincerà a raffreddarsi.



In base alla nostra esperienza, si sa bene che non può avvenire il contrario, e cioè che il ghiaccio a contatto con un corpo più caldo (il bicchiere) si raffreddi ancor di più ed il bicchiere diventi sempre più caldo!

Il primo principio della termodinamica non ci fornisce alcuna informazione sul verso della trasformazione che avviene, e ci sono casi complessi dove la conoscenza esperienziale diventa incerta o assente.



Pertanto c'è bisogno del **secondo principio della Termodinamica!**

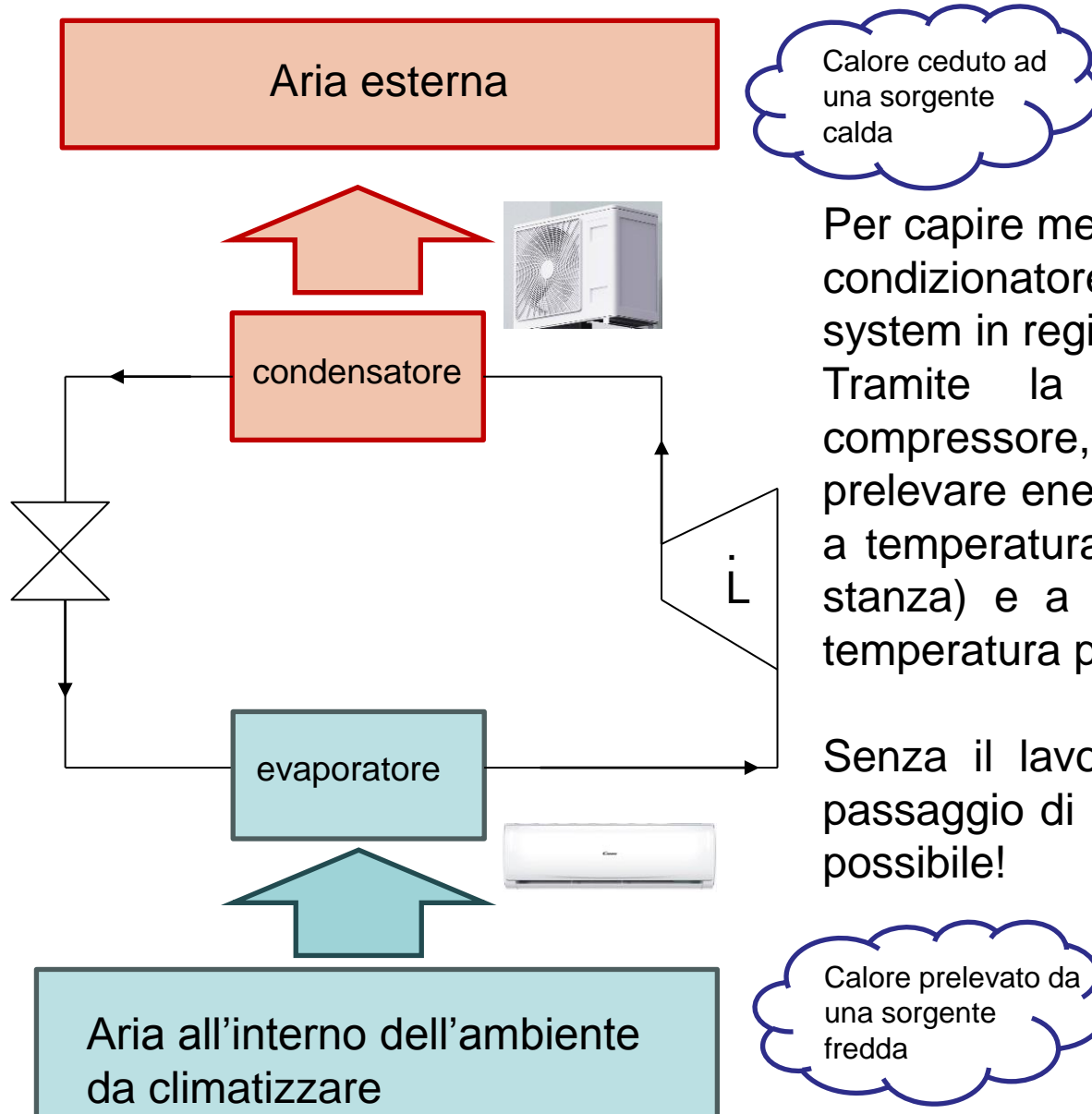
Il secondo principio della Termodinamica possiede diverse formulazioni equivalenti, delle quali una si fonda sull'introduzione di una funzione di stato, l'entropia; tale formulazione non è riportata in questo fascicolo.

Si riporta invece qui di seguito il secondo principio in base all'enunciato di **di Clausius** ed all'enunciato **di Kelvin-Plank**.

**L'enunciato di Clausius del secondo principio della Termodinamica** afferma che è impossibile realizzare una trasformazione termodinamica il cui unico risultato sia quello di far passare del calore da una sorgente a temperatura inferiore ad una a temperatura superiore.

Tale enunciato non afferma che sia impossibile qualsiasi passaggio di calore da un corpo più freddo ad uno più caldo, ma implica che tale passaggio non possa avvenire in maniera spontanea; affinché avvenga tale passaggio, è necessario quindi che vi sia un lavoro esterno al sistema. In altre parole, tale enunciato implica che non sia possibile costruire una macchina frigorifera che non assorba lavoro e che quindi non consumi energia.

Questo enunciato è alla base del funzionamento della macchina frigorifera (frigorifero di casa, condizionatore autonomo del tipo split-system in regime estivo, etc..) e della pompa di calore.



Per capire meglio, si faccia riferimento al condizionatore autonomo del tipo split-system in regime estivo.

Tramite la potenza meccanica del compressore, questa macchina riesce a prelevare energia termica da una sorgente a temperatura più bassa (aria interna alla stanza) e a cederla ad una sorgente a temperatura più alta (aria esterna).

Senza il lavoro del compressore questo passaggio di energia termica non sarebbe possibile!

**L'enunciato di Kelvin–Planck del secondo principio della Termodinamica** (o enunciato della macchina termica) afferma che sia impossibile costruire una macchina termica che, operando in un ciclo, trasformi il calore assorbito da una singola sorgente e produca una uguale quantità di lavoro.

Questo implica che sia impossibile costruire una macchina termica che abbia un rendimento del 100%, cioè una macchina termica perfetta.

Si dimostra l'equivalenza dei due enunciati principali del secondo principio della Termodinamica, per cui la veridicità dell'enunciato di Clausius implica la veridicità dell'enunciato di Kelvin-Planck, e viceversa.