

IL FRIGORIFERO: ORIGINI, FUNZIONAMENTO E UTILIZZO

Il frigorifero rientra nella categoria degli elettrodomestici, la cui funzione è un [elettrodomestico](#) la cui funzione è la conservazione del cibo attraverso l'impiego di una camera isolata dall'esterno in cui è praticata una condizione di bassa [temperatura termoregolata](#): in questo modo si rallenta la cinetica delle molecole, quindi la crescita dei [batteri](#) e la [decomposizione](#) degli alimenti.

ORIGINI

Relativamente alle origini, il frigorifero ha origini piuttosto recenti. Infatti la prima macchina frigorifera fu progettata per la prima volta nel XIX secolo; il suo scopo era inserito nel settore della conservazione degli alimenti. Il primo brevetto della macchina frigorifera è datato il 6 Maggio 1851 ad opera di John Gorrie. In seguito vennero apportate delle modifiche di tipo tecnico dal tedesco Windhausen, dall'inglese Reece e dal francese Charles Tellier. A differenza di Gorrie, questi ultimi crearono un «ciclo chiuso» che prevedeva il recupero del gas evaporato, che il primo perdeva totalmente. Il primo frigorifero domestico si ebbe nel 1913, ed era in realtà un armadio in cui doveva essere caricato del ghiaccio. Nel 1915 lo statunitense Alfred Mellowes fu il primo a realizzare frigoriferi analoghi a quelli moderni, ovvero muniti di un compressore che produce il freddo localmente e autonomamente. In seguito il frigorifero privo di parti in movimento è stato realizzato da [Albert Einstein](#) e [Leó Szilárd](#) nel 1930. Nel 1990 l'utilizzo di freon per uso frigorifero è stato vietato in quanto responsabile del buco dell'ozono atmosferico. Di conseguenza in età moderna come fluido refrigerante viene utilizzato l'isobutano, tuttavia molto infiammabile.

In fisica invece, si definisce frigorifero una macchina termica che compie lavoro negativo (assorbe energia dall'esterno) ossia assorbe calore da una zona a temperatura minore e lo cede ad una maggiore. In altri termini una macchina frigorifera è un dispositivo a funzionamento ciclico composto da: (Fig. 1)

 un insieme di sorgenti di calore ad alta temperatura, T_i ,

● un insieme di sorgenti a più bassa temperatura, T_i'

● un fluido operatore, detto anche sostanza termodinamica, S.

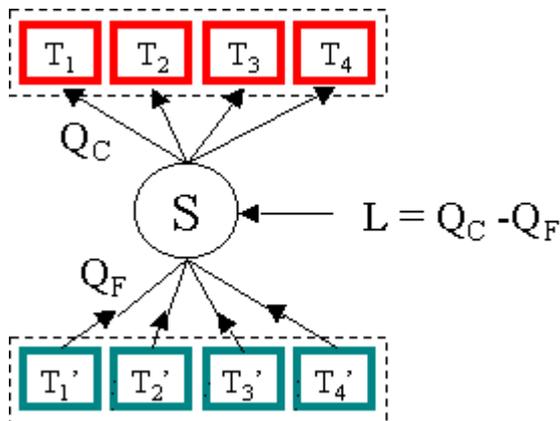


Fig. 1

Il calore, Q_F , viene estratto, tramite il lavoro esterno, dalle sorgenti a temperatura più bassa per essere ceduto al fluido di lavoro, e da questo alle sorgenti più calde. Al termine di ogni processo ciclico il fluido ritorna nelle condizioni iniziali, per cui la sua variazione di energia interna ΔU è nulla.

Per il primo principio della termodinamica

$$W = Q + \Delta U$$

dove L rappresenta il lavoro eseguito sul fluido in un ciclo e Q è il calore scambiato in un ciclo al termine di ciascun ciclo; la variazione di energia interna ΔU del fluido è nulla, per cui $W = Q$. Se analizziamo i segni del lavoro e del calore scambiati dal fluido, identificando con:

lavoro eseguito sul fluido in un ciclo: $-|W|$

Calore assorbito in un ciclo dalle sorgenti fredde : $+|Q_F|$

Calore ceduto in un ciclo alle sorgenti calde : $-|Q_C|$

si ricava:

$$W = Q \quad \text{e} \quad -|W| = -|Q_C| + |Q_F|$$

da cui si ottiene:

$$|W| = |Q_C| - |Q_F|$$

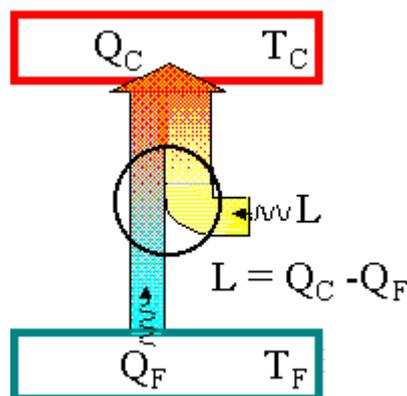
Coefficiente di prestazione

L'efficienza di una qualsiasi azione viene valutata mediante il rapporto tra il risultato conseguito e il costo dell'azione: $\epsilon = \text{risultato conseguito} / \text{costo}$.

Il risultato termodinamico che si consegue con un frigorifero consiste nel trasferimento di calore, Q_C , dalle sorgenti fredde a quelle calde. Il costo di funzionamento è dato dal lavoro fornito dall'esterno, W . Si definisce efficienza di un frigorifero, detta anche coefficiente di prestazione (COP), il rapporto fra il calore assorbito, sottratto alla sorgente fredda (Q_1) su valore assoluto del lavoro esterno (W).

$$\epsilon = \frac{Q_F}{L} = \frac{Q_F}{Q_C - Q_F}$$

Il coefficiente di prestazione, a differenza del rendimento termico può assumere anche valori maggiori di 1. Generalmente può assumere valori tra 2 e 6.



Questa immagine spiega lo schema di un frigorifero utilizzante due sole sorgenti di calore (W , Q_C , Q_F rappresentano i valori assoluti del lavoro e dei calori scambiati in ciascun ciclo).

Un esempio di frigorifero a due sorgenti è il frigorifero di Carnot.

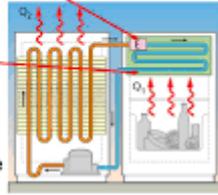
FUNZIONAMENTO

Il frigorifero è costituito da un ambiente chiuso da raffreddare e da un tubicino dentro al quale circola del vapore (figura a lato). Il tubicino, che è collegato a un compressore, passa dall'interno all'esterno della macchina. All'esterno del frigorifero, il compressore comprime il vapore fino a farlo liquefare nel condensatore; questo processo tende ad aumentare la temperatura del fluido. La serpentina esterna (in arancione nella figura) permette il passaggio di calore dal fluido all'ambiente in cui il frigorifero si trova. Quando il liquido passa attraverso la valvola di espansione ed entra all'interno del frigorifero, non essendo più compresso, ritorna allo stato di vapore. In questo processo assorbe energia dall'interno del frigorifero, che si raffredda. La serpentina interna (in verde nella figura) permette il passaggio di calore dall'interno del frigorifero al fluido. Il vapore torna all'esterno, viene compresso di nuovo e il ciclo si ripete.

Se rappresentiamo l'attività del

Il funzionamento di un frigorifero

- il liquido passa attraverso la **valvola di espansione**, va all'interno del frigo e ritorna vapore: in questo processo assorbe energia dall'interno;
- la **serpentina interna** permette il passaggio di calore dall'interno del frigo al fluido;
- il vapore torna all'esterno e il ciclo si ripete.



frigorifero mediante un ciclo ideale di Carnot, dobbiamo percorrerlo al contrario, cioè in verso *antiorario*:

1. Dilatazione adiabatica AD
2. Dilatazione isoterma DC in cui il calore passa dalla sorgente fredda al sistema
3. Compressione adiabatica CB
4. Compressione isoterma BA in cui il calore viene riversato nella sorgente calda

Il lavoro totale è negativo, quindi fatto dall'ambiente sul sistema.

La massima efficienza teorica di un frigorifero che opera tra la temperatura più alta T_1 e la temperatura più fredda T_2 (con $T_1 > T_2$ espresse in Kelvin) è data da:

$$e_{\max} = T_2 / (T_1 - T_2).$$