

---

Università degli Studi di Parma  
Facoltà di Architettura

**Corso di FISICA TECNICA I**

Prof. Angelo Farina

Anno Accademico 2002-2003

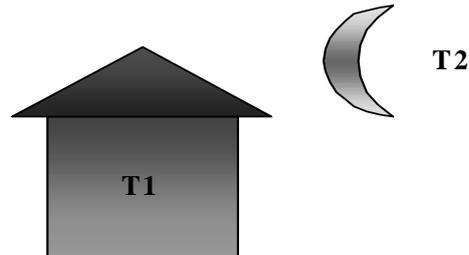
Venerdì 15/11/2002 – ore 10:30-12:30  
Trascritta da: Laura Giovanelli , matricola n° 145597

---

## Modalità di riscaldamento di un locale.

### Esercizio

Calcolare la quantità di lavoro necessaria per mantenere costante la temperatura interna  $T_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$  di un monolocale dato, quando all'esterno si ha una temperatura  $T_2 = -5\text{ }^\circ\text{C}$ .



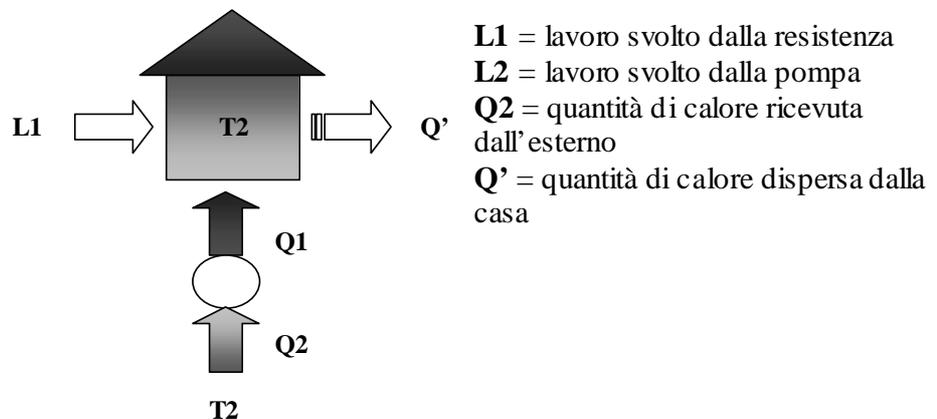
### Svolgimento

Esistono diversi dispositivi in grado di mantenere quasi costante la temperatura all'interno di un locale, in particolare esaminiamo due dispositivi elettrici:

#### 1) Pompa di calore

La Pompa di calore è un dispositivo che consente di riscaldare l'aria interna di un locale ( che ha una temperatura più elevata) mediante il raffreddamento dell'aria esterna (che ha una temperatura inferiore). Nel suo funzionamento essa si comporta come le macchine frigorifere che trasferiscono il calore da una sorgente a bassa temperatura ad una sorgente a temperatura più alta mediante l'impiego di lavoro esterno.

Considerando che l'involucro dell'edificio cede all'ambiente esterno una quantità di calore  $Q'$  per mantenere costante la temperatura interna  $T_1$  occorre fornire una quantità di calore  $Q_1$  pari a quella ceduta , perciò  $Q_1 = Q'$ .



Alla sorgente calda (monolocale) giunge una quantità di calore **Q1** che è dato dall'equazione :

$$\mathbf{Q1 = Q2 + L2} \quad (1)$$

dove **Q2** è il calore che la pompa riceve dalla sorgente fredda **T2** e **L2** è il lavoro esterno compiuto dal motore ,tipicamente elettrico,contenuto nella pompa.

L'uso della pompa di calore implica un vantaggio che è descritto matematicamente dal rapporto **Ccop** tra la quantità di calore **Q1** che giunge a riscaldare l'interno e il lavoro **L2** necessario per ottenere tale riscaldamento:

$$\mathbf{Ccop = \frac{Q1}{L2}} \quad (2)$$

Dalla formula (2) riconosciamo che **Ccop** è il reciproco del rendimento  $\eta$  ed è chiamato Coefficient of performance.

-Nota-

Il rendimento di una macchina termica è definito come il rapporto tra il lavoro totale prodotto dalla macchina in un ciclo e la quantità di calore che in ogni ciclo la macchina preleva alla sorgente a temperatura più alta.

$$\eta = \frac{L}{Q}$$

Quindi una pompa di calore ideale è costituita da una macchina reversibile ( e che funziona nel senso inverso) che lavora tra le temperature **T1** e **T2** (con **T1<T2**) con un coefficiente economico dato dall'espressione:

$$\mathbf{En = 1 - \left( \frac{T1}{T2} \right)} \quad (3)$$

Se consideriamo che la pompa di calore sia una macchina di Carnot e supponiamo che la macchina lavori tra due temperature:

$$\mathbf{T1 = 20 \text{ }^\circ\text{C pari a 293 kelvin}$$

$$\mathbf{T2 = -5 \text{ }^\circ\text{C pari a 268 kelvin}$$

si ottiene un coefficiente economico:

$$\mathbf{En} = 1 - \left( \frac{268}{293} \right) = 0,085$$

mentre il coefficiente COP è uguale a:

$$\mathbf{Ccop} = \frac{1}{0,085} = 11,7$$

quindi il lavoro svolto dalla pompa di calore **L2** è uguale:

$$\mathbf{L2} = \left( \frac{1}{11,7} \right) * 1Kw = 85w.$$

Nella realtà la pompa di calore non si comporta come la macchina di Carnot ,ma funziona con temperature :

$$\mathbf{T1} = 40 \text{ °C pari a } 313 \text{ Kelvin}$$

$$\mathbf{T2} = -15 \text{ °C pari a } 258 \text{ Kelvin}$$

Perciò il nuovo coefficiente economico **En** che si ottiene è:

$$\mathbf{En} = 1 - \left( \frac{258}{313} \right) = 0,1757$$

ed il Coefficiente Cop :

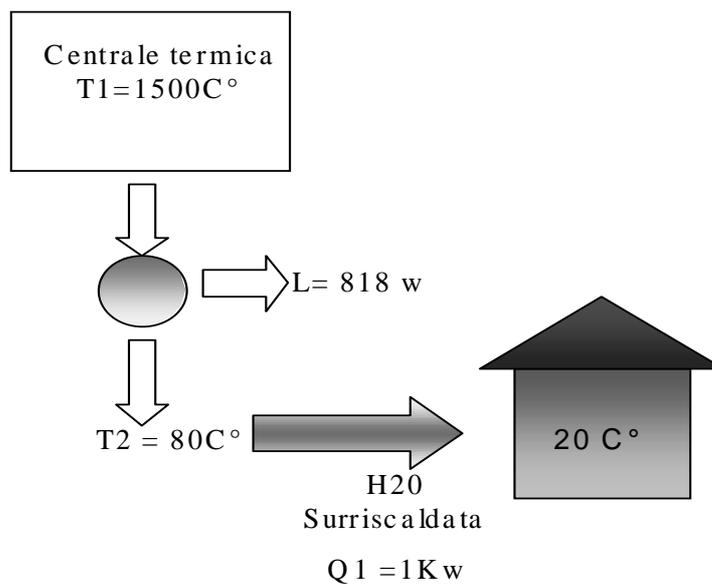
$$\mathbf{Ccop} = \frac{1}{0,1757} = 5,69$$

Mentre il lavoro svolto dalla pompa è:

$$\mathbf{L2} = 175,7 \text{ w.}$$

## 2) Teleriscaldamento

Sistema di riscaldamento caratterizzato da una centrale termica al servizio di numerose sottostazioni di smistamento del calore ad altrettanti gruppi singoli (edifici), anche dislocate a notevole distanza rispetto alla centrale di generazione del calore. Il mezzo generalmente usato come vettore termico è l'acqua surriscaldata. Il teleriscaldamento non differisce dai comuni sistemi centralizzati se non per le più ampie proporzioni di riscaldamento di interi quartieri o città.



Supponiamo che dalla centrale termica otteniamo una temperatura  $T_1 = 1500\text{C}^\circ$  pari a 1773 Kelvin, considerando la dispersione termica lungo le tubature, otterremo una temperatura  $T_2 = 80\text{C}^\circ$  pari a 353 Kelvin che giunge all'edificio.

Dalla (3) risulta un coefficiente economico uguale a :

$$\mathbf{En} = 1 - \left( \frac{353}{1773} \right) = 0,800.$$

**Coefficiente di utilizzazione del combustibile.**

Esistono altri sistemi di riscaldamento con un coefficiente di utilizzazione del combustibile più o meno elevato.

Si definisce coefficiente di utilizzazione del combustibile il rapporto tra l'energia utilizzata e l'energia disponibile:

$$\text{CUC} = \text{E utilizzata} / \text{E disponibile}$$

SISTEMA	CUC
Caldaia a metano	0,90
Centrale ENEL	0,45
Pompa di calore ad assorbimento	2
Pompa di calore alimentata dalla centrale ENEL	2,025
Centrale con teleriscaldamento a ciclo combinato più pompa di calore elettrica	2,45

**Esercizio**

Quanta energia serve per ottenere una temperatura minima  $T_m = 0,001$  Kelvin?  
Esprimere anche il costo in Euro considerando che l'energia costa 0,08 Euro/Kwh.

$$\mathbf{En} = 1 - \left( \frac{0,001}{293} \right) = 0,999996587$$

$$\mathbf{Q2} = \mathbf{Q1} - \mathbf{L} = \mathbf{L} / \mathbf{En} - \mathbf{L} = \mathbf{L} \times (1 - \mathbf{En}) / \mathbf{En}$$

$$\mathbf{L} = \mathbf{Q2} \times \mathbf{En} / (1 - \mathbf{En}) = 1 * \left[ \frac{0,999996587}{(1 - 0,999996587)} \right] = 293000 \text{ kJ}$$

$$\mathbf{L} = 285713 \text{ kJ} = 79,36 \text{ Kw/h}$$

$$\mathbf{Costo} = 79,36 * 0,08 = 6,35 \text{ Euro.}$$

