

TRASMISSIONE DEL CALORE

CONDUZIONE

Fenomeno di propagazione dell'energia per contatto diretto delle particelle di un corpo.

Si manifesta solo quando esiste una differenza di temperatura tra diversi punti di un corpo.

SUPERFICIE ISOTERMA: è il luogo dei punti ad egual temperatura

GRADIENTE di una data temperatura è un vettore perpendicolare all'isoterma, con verso orientato nel senso delle temperature crescenti.

Il gradiente causa il **FLUSSO TERMICO** riferito all'area unitaria:

$$\vec{q} = -k \nabla T \quad (\text{LEGGE DI FOURIER})$$

GRADIENTE TEMPERATURA

SOLIDI ISOTROPI: l'abilità del materiale a condurre calore dipende dalla posizione del materiale

SOLIDI ANISOTROPI: il vettore del flusso termico non è parallelo al gradiente quindi il flusso non è normale alle isoterme.

La **CONDUCIBILITA'** o **CONDUTTIVITA' TERMICA** (k) è una proprietà dei singoli materiali ed è dipendente dalla pressione atmosferica e dalla temperatura.

CONDUZIONE IN REGIME STAZIONARIO

Analizziamo la temperatura interna di una lastra piana ipotizzando che:

- 1) il materiale sia isotropo ed omogeneo a conduttività costante
- 2) la conduzione sia monodimensionale cioè avvenga in una sola direzione; se considera

mo la conduzione sull'asse x , le dimensioni y e z della lastra vengono prese tendenti a ∞ .

3) Il regime è stazionario quindi la temperatura da ricercare non dipende dal tempo.

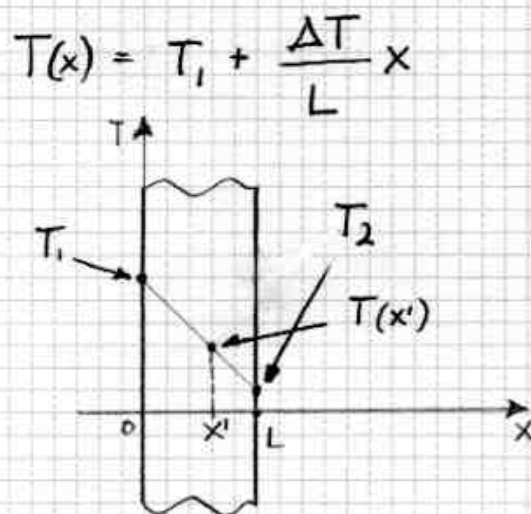
L'equazione generale della conduzione:

$$\vec{\nabla} T = \frac{\delta T}{\delta x} \vec{i} + \frac{\delta T}{\delta y} \vec{j} + \frac{\delta T}{\delta z} \vec{k}$$

si riduce in questo caso a:

$$\frac{d^2 T}{dx^2} = 0 \quad \text{EQ. DI LAPLACE}$$

Siano T_1 e T_2 le temperature nelle due facce della lastra e $\Delta T = T_2 - T_1$ si ha:



La POTENZA TERMICA scambiata vale:

$$\dot{Q} = k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{L}$$

con A = area frontale della lastra

La potenza può essere espressa in funzione di un parametro caratteristico dei materiali, la RESISTENZA conduttiva:

$$R = \frac{L}{K \cdot A} \quad [\text{in Kelvin} \cdot \text{Watt}^{-1}]$$

il cui inverso, come in elettrotecnica, è la CONDUZZANZA conduttiva

$$C = \frac{K \cdot A}{L} \quad [\text{in Watt} \cdot \text{Kelvin}^{-1}]$$

così la potenza può essere scritta:

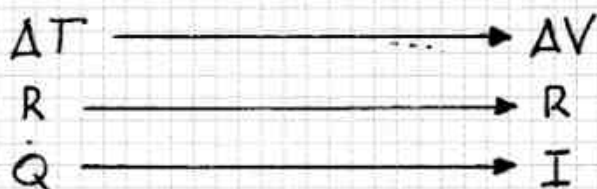
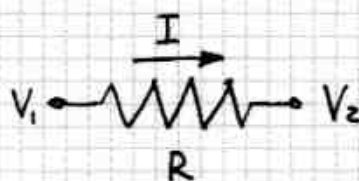
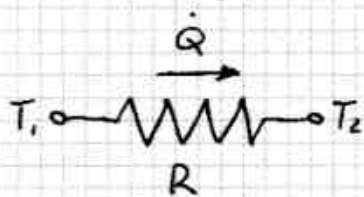
$$\dot{Q} = \frac{\Delta T}{R} = C \cdot \Delta T$$

È facile calcolare la potenza nel caso in cui le resistenze (o conduttanze) termiche siano più di una e siano collegate in serie o in parallelo:

$$\dot{Q} = \frac{\Delta T}{\Sigma R} \quad (\text{caso di resistenze in serie})$$

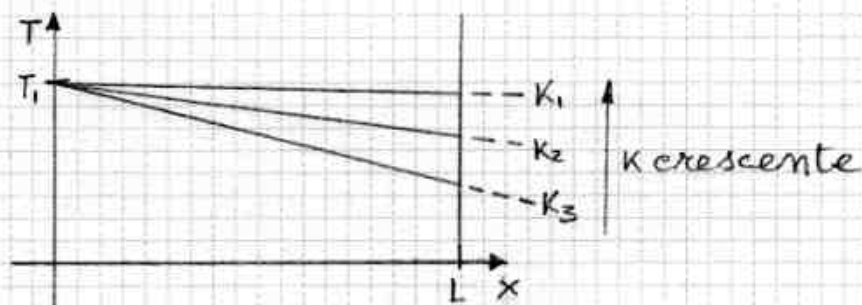
$$\dot{Q} = \Delta T \cdot \Sigma C \quad (\text{caso di resistenze in parallelo})$$

ANALOGIE TERMICO-ELETTRICHE

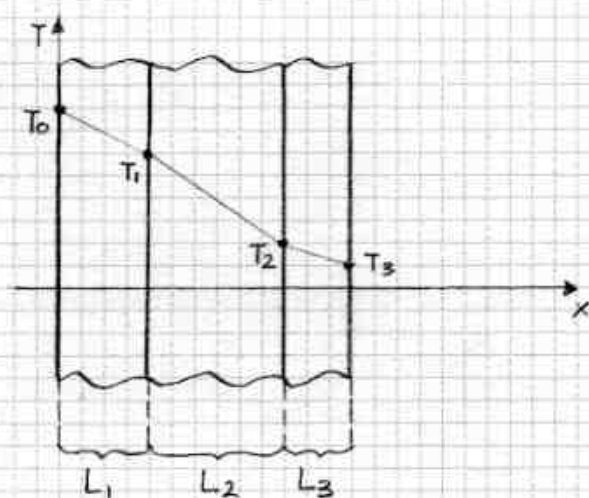


Vari andamenti della temperatura all'interno di una lastra in relazione a differenti coefficienti K :

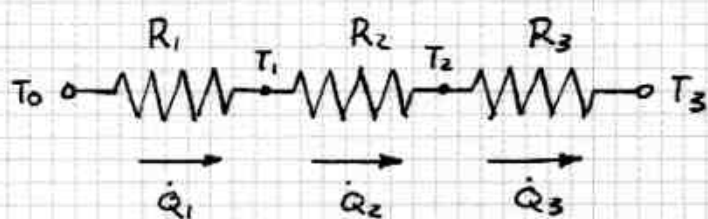
K :



Esempio tipico di più resistenze in serie: conduzione in tre lastre a differenti k , a contatto tra loro:



Equivalente a:



Per la legge della conservazione dell'energia:

$$\dot{Q}_1 = \dot{Q}_2 = \dot{Q}_3 = \dot{Q}$$

applicando le leggi viste prima si ricava:

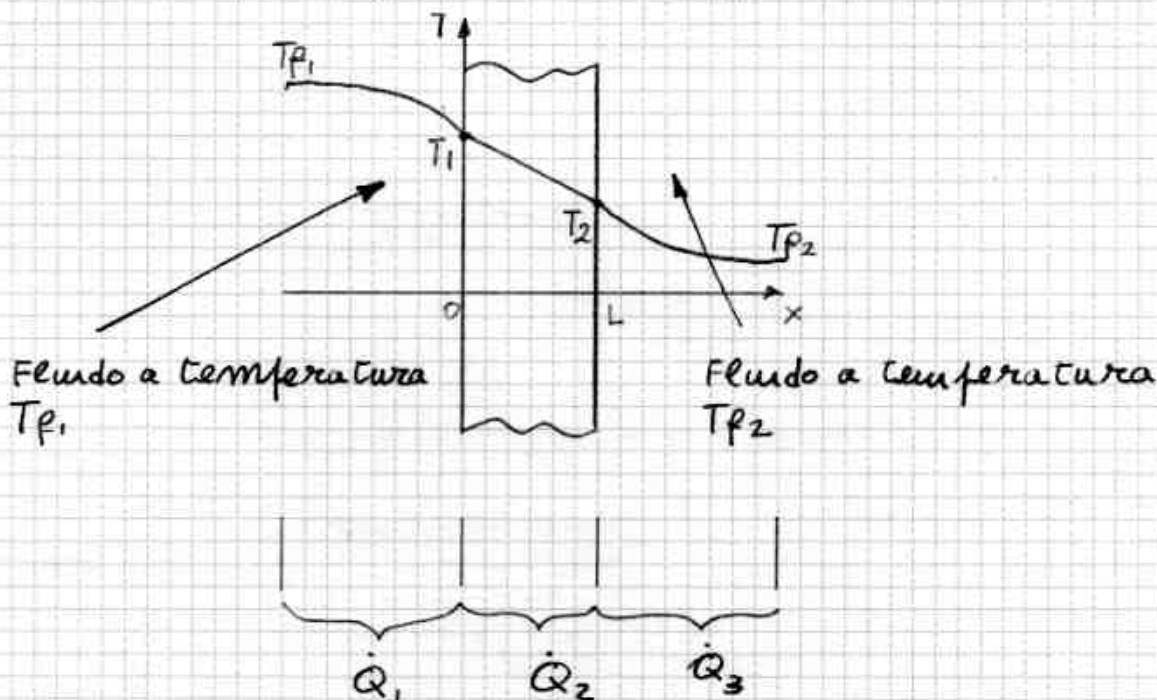
$$\dot{Q} = \frac{T_0 - T_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

FLUSSO TERMICO IN UN FLUIDO

In un fluido (liquido o atmosfera) la resistenza termica viene sostituita dalla RESISTENZA CONVETTIVA

$$R_c = \frac{1}{\bar{h} \cdot A} \quad [\text{in } \text{K} \cdot \text{W}^{-1}]$$

Andamento del flusso termico in una lastra immersa in un fluido a temperatura nota:



$$\dot{Q}_1 = \frac{T_{p1} - T_1}{\frac{1}{\bar{h}_1 A}}$$

$$\dot{Q}_2 = \frac{T_1 - T_2}{R}$$

$$\dot{Q}_3 = \frac{T_2 - T_{p2}}{\frac{1}{\bar{h}_2 A}}$$

$$\dot{Q} = \frac{T_{p1} - T_{p2}}{\frac{1}{\bar{h}_1 A} + R + \frac{1}{\bar{h}_2 A}}$$

\bar{h} = coefficiente di scambio termico convettivo

