



Luca Mattei (luka889)

LA TRASMISSIONE DEL CALORE(I):CONDUZIONE

5 November 2011

La conduzione è il modo di trasmissione del calore mediante il quale il calore stesso si trasferisce da regioni calde a regioni fredde di un solido o di un fluido in quiete. Essa è l'unica modalità con la quale si trasmette energia per effetto della differenza di temperatura nei corpi opachi e solidi.

LA trasmissione del calore per conduzione avviene per differenti meccanismi diffusivi microscopici quali la diffusione di molecole, di elettroni e le vibrazioni nella struttura cristallina. La descrizione matematica di questi meccanismi di trasporto avviene mediante la **legge di Fourier**.

Flusso termico

La legge di Fourier fornisce la relazione che lega il flusso termico al gradiente di temperatura.

Per un solido isotropo, essa assume la seguente forma:

$$\vec{q}(\vec{r}, t) = -\lambda(\vec{r}, t)\vec{\nabla}T(\vec{r}, t)$$

dove:

- il gradiente di temperatura è un vettore normale alla superficie isoterma;
- il vettore flusso termico \vec{q} rappresenta la potenza termica che per unità di tempo e di area attraversa la superficie isoterma nella direzione delle temperature decrescenti;
- λ è la conducibilità termica del materiale.

Equazione della conduzione

Il punto di partenza è l'equazione di bilancio dell'energia ricavata per un volume differenziale. Nel caso di solido isotropo con generazione di calore (g) dentro il corpo, si ottiene la seguente forma differenziale dell'equazione della conduzione:

$$\rho c_p \frac{\partial T(\vec{r}, t)}{\partial t} = \nabla \cdot [\lambda(\vec{r}, t)\vec{\nabla}T(\vec{r}, t)] + g(\vec{r}, t)$$

Nel caso di conduzione in cui non c'è conversione di energia interna e la conducibilità termica può essere assunta costante, il bilancio diventa:

$$\frac{\partial T(\vec{r}, t)}{\partial t} = \frac{\lambda}{\rho c_p} \nabla^2 T(\vec{r}, t)$$

che prende il nome di **equazione di Fourier o della diffusione**.

Nel caso di conduzione in stato stazionario con conversione di energia interna e con conducibilità termica costante, il bilancio diventa:

$$\nabla^2 T(\vec{r}, t) + \frac{g(\vec{r}, t)}{\lambda} = 0$$

e prende il nome di **equazione di Poisson**.

Infine nel caso di conduzione in stato stazionario senza conversione di energia interna e con conducibilità termica costante, il bilancio diventa:

$$\nabla^2 T(\vec{r}, t) = 0$$

e prende il nome di **equazione di Laplace. Condizioni al contorno**

L'analisi di un problema di conduzione coinvolge la soluzione dell'appropriata equazione di bilancio soggetta alle indicate condizioni al contorno.

Ne esistono di diversi tipi:

- Condizioni al contorno del primo tipo o di Dirichlet

In questo caso è nota la distribuzione di temperatura sulla superficie S del dominio V sul quale si esegue l'integrale.

$$T = f(\vec{r}, t)$$

- Condizioni al contorno del secondo tipo o di Neumann

In questo caso è noto il valore del flusso termico sulla superficie.

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial n} = f(\vec{r}, t) \text{ dove } n \text{ è il vettore normale alla superficie.}$$

- Condizioni al contorno del terzo tipo o di Robbins

E' una condizione di tipo convettiva.

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial n} + \alpha T = \alpha T_{\infty}(\vec{r}, t)$$

- Condizione del quarto tipo o di interfaccia solido-solido

Quando due materiali solidi, avendo conducibilità diverse, sono in perfetto contatto tra loro attraverso una superficie S di interfaccia.

$$T_1(\vec{r}, t) = T_2(\vec{r}, t)$$

$$-\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial n} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial n}$$

Se il contatto non fosse perfetto si impone l'uguaglianza dei flussi ma non delle temperature.

Spero troviate questo articolo interessante in modo da incentivarvi nel proseguio della trattazione con la convezione e l'irraggiamento.

Bibliografia

- Appunti del corso di Termotecnica
- Termodinamica e trasmissione del calore, Yunus A. Çengel.

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Luka889:la-trasmissione-del-calore-i-conduzione>"