

SE I DISSIPATORI CONVENZIONALI NON BASTANO PIÙ ...

I componenti elettronici, in particolare quelli utilizzati negli apparati per telecomunicazioni, dissipano sempre più calore, al contempo le loro dimensioni si riducono ad ogni aggiornamento. Temperature di funzionamento più elevate sono direttamente associate ad un'affidabilità ridotta ed ad un accresciuto rischio di malfunzionamento. Una tecnologia, fino a qualche anno fa adottata raramente, ma che ora viene considerata in un'ampia gamma di applicazioni, è quella che adotta l'heat pipe** (o tubo di calore). Eccone i principali vantaggi.**

I tradizionali dissipatori in alluminio utilizzati nell'ultima generazione di apparati telecom hanno raggiunto dimensioni di molto superiori a quelle dei componenti che debbono raffreddare, allo scopo di gestire un elevato flusso termico. Nella zona del dissipatore a contatto con il componente si crea un cosiddetto "hot spot", a causa della resistenza termica intrinseca del materiale.

Maggiore è la potenza specifica da dissipare (per unità di superficie) e più elevata è la resistenza termica che si oppone al flusso termico.

La quantità di calore che può essere trasferita all'aria da una sorgente di calore dipende dalla superficie del dissipatore, dalla sua conducibilità termica e dalla velocità del flusso d'aria che impatta sul dissipatore stesso. Un modo, semplice e brutale, per abbattere la resistenza termica è quello di aumentare la "taglia" del dissipatore, aumentare il diametro e la velocità di rotazione delle ventole di raffreddamento o passare ad un materiale più conduttivo dell'alluminio, come ad esempio il rame. Tutto ciò aumenta l'ingombro, il peso, il rumore, la complessità del sistema e, naturalmente, i costi.

La soluzione ideale deve tendere ad aumentare la potenza dissipata riducendo al contempo la temperatura di funzionamento del componente, oltre al peso ed alle dimensioni del dissipatore.

Sistemi di raffreddamento con heat pipe

Un heat pipe è un dispositivo di trasferimento del calore totalmente passivo e dotato di una conducibilità termica effettiva (vedi riquadro) estremamente più elevata rispetto a materiali come rame o alluminio.

L'heat pipe, di norma realizzato in rame, può essere a geometria cilindrica o piana, con superficie interna rivestita da struttura porosa, ottenuta mediante un processo di sinterizzazione. Dopo aver evacuato l'aria in esso contenuta viene caricato un fluido di lavoro, tipicamente acqua distillata, in quantità tale da saturare la porosità interna.

Il calore assorbito da una estremità dell'heat pipe (*evaporatore*) provoca il passaggio allo stato gassoso del fluido e una differenza di pressione lungo l'asse dell'heat pipe. Il vapore quindi trasporta assai velocemente il calore all'estremità opposta (*condensatore*), dove avviene il passaggio inverso da vapore a liquido, con rilascio del calore latente di evaporizzazione attraverso un sistema di scambio termico opportunamente predisposto. Per capillarità il fluido viene di nuovo "ripompato" nella zona di evaporazione, e questo anche contro gravità (Fig. 1).

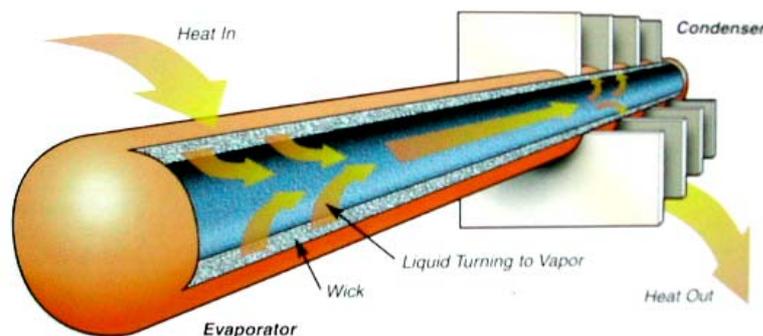


Fig. 1

Un tipico utilizzo è il seguente. L'heat pipe è annegato in una piastrina metallica che viene attaccata al componente elettronico da raffreddare. L'heat pipe corre dalla piastrina fino ad un'alettatura di raffreddamento, prelevando in tal modo il calore dal componente e trasferendolo ad un'alettatura raffreddata, per convezione naturale o forzata.

Una variante piana dell'heat pipe è rappresentata dalla Therma-Base™. Consiste in una camera di vapore vincolata ad un'alettatura per convezione naturale o forzata. Una camera di vapore è un contenitore sotto vuoto la cui superficie interna è parzialmente ricoperta da materiale poroso saturato da un fluido di lavoro. Quando il calore viene applicato alla faccia inferiore (*evaporatore*) della Therma-Base™, il fluido istantaneamente vaporizza, si espande e, venendo in contatto con la faccia superiore, condensa cedendo il calore latente di evaporazione. Di nuovo per capillarità il fluido ritorna alla faccia in contatto con la fonte di calore e ciò con qualsiasi orientazione spaziale della Therma-Base™ (Fig. 2).

E' interessante osservare che la fonte di calore può essere posizionata ovunque sulla superficie di contatto della Therma-Base™, con effetto trascurabile nella resistenza termica. Oppure si possono mettere più fonti di calore, di uguale o differente potenza, a contatto con la Therma-Base™, la quale tende ad uniformare la temperatura dei componenti a contatto. In pochi attimi la velocità di evaporazione si stabilizza e la Therma-Base™ raggiunge una condizione di isoterma.

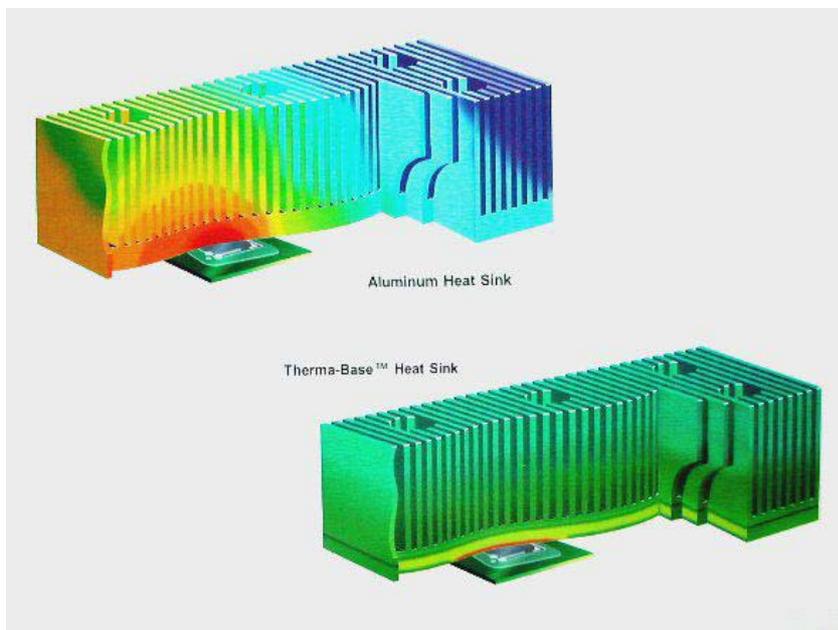


Fig. 2

Ulteriori vantaggi per componenti multipli

Quando più componenti caldi, che utilizzano un dissipatore estruso d'alluminio, sono posizionati in serie, il primo "preriscalda" l'aria che investe il secondo, così che quest'ultimo deve scambiare calore con aria a temperatura maggiore. Se si utilizza un dissipatore con Therma-Base™ tutti i componenti lavorano stabilmente ad una temperatura intermedia. Non solo, tutta la base e l'alettatura sovrastante del dissipatore, diventando isoterme, accrescono notevolmente l'efficienza del sistema raffreddante.

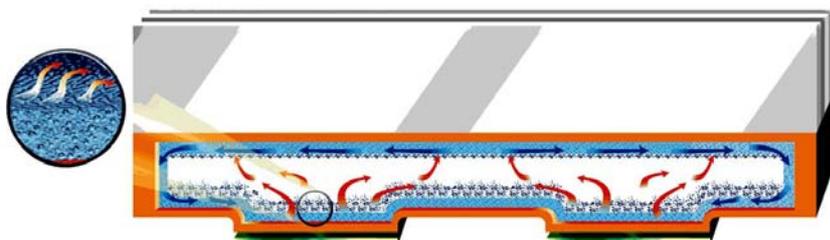


Fig. 3

I componenti elettronici tendono sempre più ad aumentare le potenze riducendo al contempo le dimensioni del packaging. I dissipatori classici estrusi in alluminio sono ormai diventati molto più grandi dei componenti che debbono raffreddare e ciò crea sia problemi di resistenza termica che limitazioni al progetto meccanico. Dato che la resistenza termica associata al moto del vapore è minima, le soluzioni basate su tale tecnica di trasferimento del calore trovano sempre più applicazione in un settore "impegnativo" come quello degli apparati telecom o degli assiemi termoelettrici (peltier). In genere, questi sistemi raffreddanti sono meno voluminosi e più leggeri dei tradizionali dissipatori ed, oltre a ciò, consentono la gestione di potenze termiche elevate ed il massimo contenimento della temperatura di funzionamento dei componenti critici.

Gli heat pipes, a differenza dei materiali solidi, sono caratterizzati da una **conduttività termica effettiva** K_{eff} , così definita:

$$K_{eff} = Q \cdot L_{eff} / (A \cdot dT) \quad [W/m^{\circ}C]$$

dove:

Q = carico termico [W]

$L_{eff} = (L_{evap} + L_{cond})/2 + L_{adiab}$ [m]

L_{evap} = lunghezza evaporatore

L_{cond} = lunghezza condensatore

L_{adiab} = lunghezza tratto adiabatico ($L_{totale} - L_{evap} - L_{cond}$)

A = sezione trasversale dell'heat pipe [m^2]

dT = differenza max di temperatura (misurata) [$^{\circ}C$]

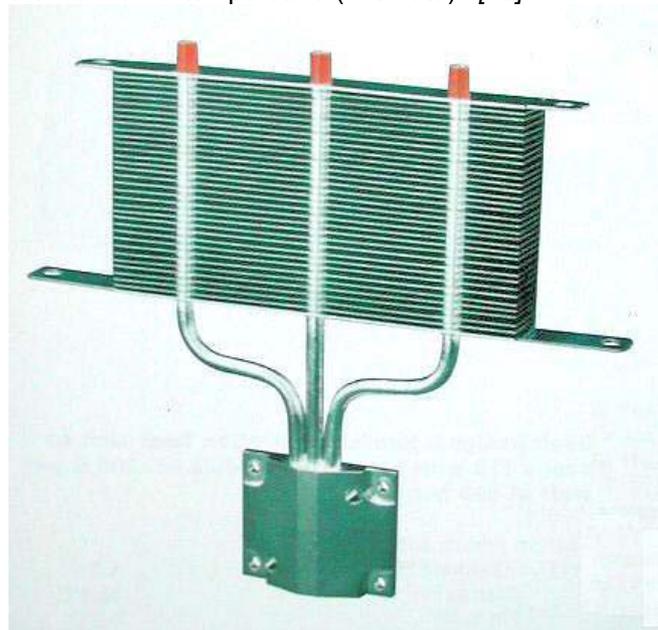


Fig. 4

Se consideriamo il dissipatore di fig.4, con N. 3 heat pipes, dove $Q=90W$, $L_{eff}=15cm$, $A=.32cm^2$, con un dT di $3^{\circ}C$ si ottiene una conduttività termica effettiva K_{eff} di $46875 W/m^{\circ}C$.

Basti considerare che la conduttività termica del rame è pari a $390 W/m^{\circ}C$!