

Activité documentaire : Résistance thermique dans les systèmes électroniques

Document 1 : Problématique

De manière générale, les dispositifs d'électronique de puissance "embarqués" [...] se voient confrontés à une demande de réduction de poids, d'encombrement et de coût et tendent par conséquent vers des structures très intégrées. La densification de la puissance qui en résulte s'en trouve significativement augmentée (jusqu'à plusieurs centaines de $W \cdot cm^{-2}$).

Dans certains ordinateurs, la puissance dissipée par unité de surface de puce est de l'ordre de $500 kW \cdot cm^{-2}$, c'est-à-dire tout à fait comparable aux densités de flux rencontrées au nez d'une navette spatiale lorsqu'elle rentre dans l'atmosphère.

Source : nse.fr

1/ Pourquoi la notion de flux thermique est essentielle dans les systèmes embarqués ? Quels en sont les enjeux ?

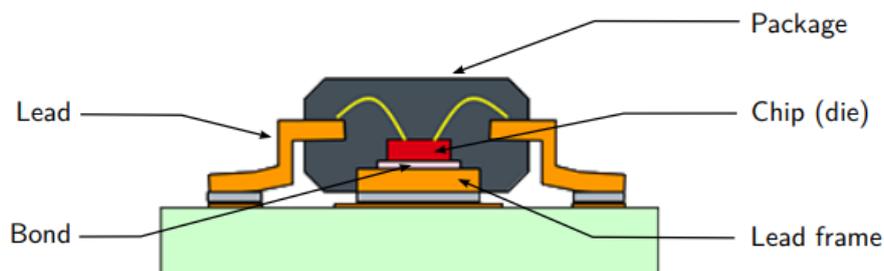
2/ Rappeler l'expression du flux thermique ainsi que son unité.

3/ Dans le document 1, à quelle grandeur fait-on référence dans la phrase "la puissance dissipée par unité de surface de puce" ?

4/ Rappeler les trois modes de transferts thermiques ainsi que leurs caractéristiques.

On se propose d'étudier les transferts thermiques entre un composant électronique et le circuit imprimé sur lequel il est installé.

Document 2 : Structure du composant électronique



Source : techweb.rohm.com

Traduction :

- lead : broche
- bond : soudure
- package : boîtier
- chip (die): puce
- lead frame : support de broche

Document 3

As an integrated circuit operates, some of the electrical power applied is dissipated in the form of heat. This heat must consequently be removed from the die and out of the system in order to maintain operational temperature range. The ability to remove heat depends on the power dissipation, ambient temperature, and the thermal resistance of the materials used in the construction of the package.

Source : wikichip.org

Document 4 : Valeurs de conductivités thermiques

Material	Conductivity λ
Silicon	129 $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Gold-Silicon	296 $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Silver Epoxy	1,6 $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Alumina	6 $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Solder	49.2 $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Source : wikichip.org

Document 5 : Modèle de résistance thermique pour le composant précédent

$R_{eq} = 11.4 \text{ K/W}$

Measurements :

- Chip : $4.0 \times 4.0 \times 2.5 \text{ mm}$;
- Bond : $4.0 \times 4.0 \times 0.025 \text{ mm}$.

Source : wikichip.org

- 5/ Identifier l'élément source d'énergie thermique dans ce système.
- 6/ Lequel des trois modes de transferts thermiques est étudié dans le document 3 ? Justifier.
- 7/ À quelle grandeur correspondent les valeurs données en $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$? Décrire avec vos mots ce que représente cette grandeur.
- 8/ Rappeler la relation entre résistance thermique et conductivité thermique. Décrire, avec vos mots, la notions de résistance thermique.
- 9/ Calculer la résistance thermique totale du système (à donner en K.W^{-1}). Commenter la contribution au transfert thermique des différentes parties du composant.
- 10/ Calculer alors le flux thermique du composant vers l'extérieur. On considérera les données suivantes : $T_{\text{ambiante}} = 20^\circ\text{C}$ et $T_{\text{composant}} = 55^\circ\text{C}$.

On ajoute souvent des dissipateurs thermiques afin d'évacuer plus efficacement ce flux thermique. C'est notamment le cas pour vos ordinateurs personnels qui disposent d'un système de refroidissement composé d'un radiateur et de ventilateur pour le processeur.

- 11/ Justifier l'utilité d'un tel système de refroidissement en identifiant les modes transferts d'énergie ayant lieu. Quels sont les avantages et inconvénients d'une tel système ?