

Alimentation : la fonction dissipation thermique

E. Corre

Page - 1 / 2 -

Objectifs : - être capable d'effectuer un choix technologique relatif à un dissipateur
- être capable de dimensionner ce dissipateur

Présentation :

Le passage du courant électrique produit de la chaleur par *effet joule*. La puissance que doit dissiper le composant peut varier du μW à quelques centaines de Watts.

Pour éviter toute dégradation du composant par élévation excessive de la température du composant, il est parfois nécessaire de lui adjoindre un dissipateur thermique, qui va l'aider évacuer la chaleur.

Les composants les plus exposés sont les composants à semi-conducteur. Le constructeur précise la température maximale T_{jmax} de la jonction PN. Il convient donc de vérifier que le composant respecte cette limitation dans l'application.

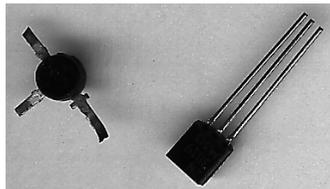
Ex. de calcul de puissance :

Diode (en statique)	Transistor (en statique)	Régulateur
$P = Vf \times If$	$P = Vbe \times Ib + Vce \times Ic$	$P = (VEmoy - VS) \times IS$

Technologie des boîtiers :

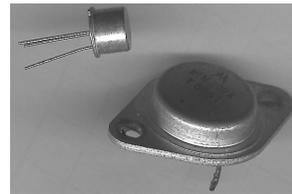
On distingue 2 types de boîtiers :

* en plastique, pour les petites puissances



(P < 625 mW)

* en métal pour les puissances supérieures



(P > 625 mW)

le boîtier est souvent au potentiel d'une électrode

Notion de résistance thermique :

L'aptitude d'un corps à conduire la chaleur est caractérisée par sa résistance thermique R_{th} , exprimée en $^{\circ}C/W$.

Cette résistance thermique correspond à l'élévation de température ΔT de ce corps, exprimée en $^{\circ}C$, rapportée à la puissance P que ce corps doit dissiper, exprimée en Watt.

La résistance thermique est définie par la relation :

$$R_{th} = \frac{\Delta T}{P} = \frac{T_0 - T_a}{P}$$

Avec
 T_0 : température du corps, en $^{\circ}C$
 T_a : température au voisinage du corps (~ambiante), en $^{\circ}C$
 P : puissance dissipée par effet Joule, en W

Remarque : on peut établir une analogie entre les circuits électriques et les circuits thermiques :

Circuits électriques	Circuits thermiques
Différence de potentiel (V)	Différence de température ($^{\circ}C$)
Courant (A)	Courant thermique (puissance en W)
Résistance ohmique (Ω)	Résistance thermique ($^{\circ}C/W$)

Les résistances thermiques jonction-boîtier $R_{th_{jb}}$ et boîtier-ambiance $R_{th_{ba}}$ d'un composant sont fixes, elles sont définies par la technologie du composant.

Loi d'association des résistances thermiques :

$$\boxed{R_{th_{jb}}} \text{ --- } \boxed{R_{th_{ba}}} = \boxed{R_{th_{ja}}}$$

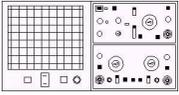
$$R_{th_{ja}} = R_{th_{jb}} + R_{th_{ba}}$$

Pour éviter la destruction du composant, plusieurs points sont à surveiller :

- La puissance dissipée par le composant doit être inférieure à la puissance maximale définie par le constructeur.
- La température ambiante à prendre en compte est toujours la plus défavorable
- La température de jonction doit toujours être inférieure à la température maximale définie par le constructeur

D'où la relation suivante :

$$R_{th_{ja}} < \frac{T_{j \max} - T_a \max}{P \max}$$



Alimentation : la fonction dissipation thermique

Exercice :

Quelle est la puissance maximale que le transistor 2N3055 peut dissiper à lui tout seul à une température ambiante maximale de 50°C ?

Le constructeur donne :

$T_{jmax} = 200^{\circ}C$ $R_{th_{jb}} = 1,5^{\circ}C/W$ $R_{th_{ja}} = 40^{\circ}C/W$

$$P_{max} = \frac{T_{jmax} - T_{a_{max}}}{R_{th_{ja}}} = 3,75W$$

Remarque : la puissance que le transistor peut dissiper est bien au dessous de la puissance maximale qu'il peut dissiper avec un dissipateur. Elle est surtout limitée par la résistance thermique $R_{th_{ba}}$ qui est importante du fait que le boîtier TO3 de ce transistor n'offre que peu de surface de contact à l'air ambiant.

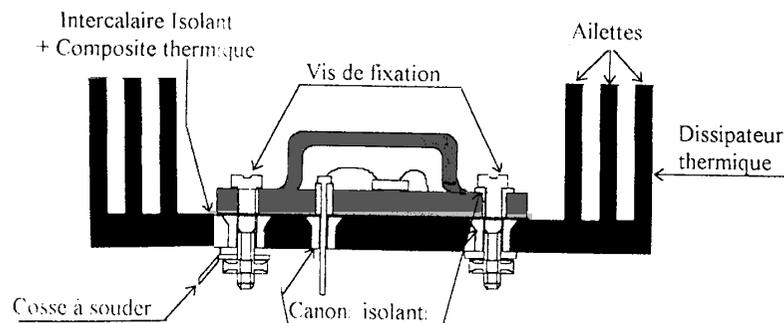
Si la puissance à dissiper devait dépasser la valeur calculée, le transistor devrait être monté sur dissipateur thermique, afin d'améliorer l'évacuation de la chaleur. Pour être efficace, le dissipateur doit présenter une résistance thermique faible devant la résistance thermique boîtier-ambiance du composant ($R_{th_{ba}}$)

Les dissipateurs thermiques :

Le composant est fixé mécaniquement au dissipateur. Pour diminuer la résistance thermique du contact, il est toujours souhaitable d'enduire les surface en contact avec du composite thermique (souvent une pâte blanche).

Pour isoler électriquement le composant du dissipateur, on intercale entre les 2 une fine feuille de mica, bon isolant électrique et bon conducteur thermique.

☞ Montage d'un composant sur un dissipateur avec isolation électrique :



Quelques dissipateurs :

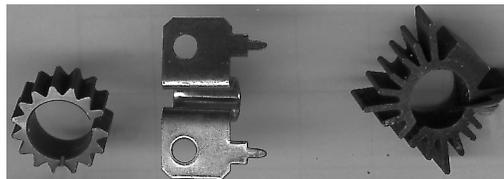
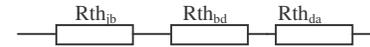


Schéma thermique d'un montage à dissipateur :



On peut donc en déduire l'équation suivante :

$$R_{th_{jb}} + R_{th_{bd}} + R_{th_{da}} = \frac{T_j - T_a}{P_{max}}$$

On peut alors déterminer la résistance thermique maximale que doit posséder le dissipateur.

Exercice :

Un transistor de puissance 2N3055 est utilisé pour augmenter le courant de sortie d'un régulateur de tension intégré. Le dissipateur étant fixé au boîtier de l'alimentation, il est nécessaire de l'isoler électriquement du transistor.

Données : $I_b = 0,15A$ $I_c = 3A$ $V_{ce} = 12V$ $V_{be} = 1V$ $T_{jmax} = 200^{\circ}C$ $R_{th_{jb}} = 1,5^{\circ}C/W$ $R_{th_{ja}} = 40^{\circ}C/W$

$R_{thbd} = 0,71^{\circ}C/W$ avec une feuille de mica 0,05mm et du composite thermique.

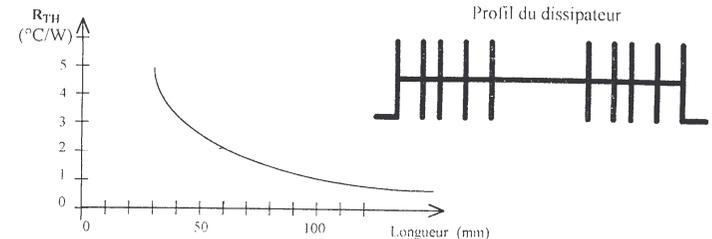
La température ambiante ne dépassera pas 50°C

Calculer la résistance thermique maximale du dissipateur.

$R_{thda} = (T_{jmax} - T_a) / P_{max} - (R_{th_{jb}} + R_{th_{bd}}) = 1,93^{\circ}C/W$

Les constructeurs donnent la résistance thermique de leur dissipateur en fonction du profil du modèle et de la longueur :

Pour l'exercice précédent, il aurait fallut environ 6 cm de ce modèle de dissipateur.



Exercice :

Soit un régulateur de tension $V_s = 5V$ alimenté sous $V_e = 15V$ et délivrant un courant maximum de 1A.

La résistance thermique jonction/boîtier étant de 3°C/W, déterminer et dimensionner le type de radiateur nécessaire au régulateur pour maintenir son boîtier à 65°C, avec une température ambiante de 25°C (il s'agit d'un montage sec, d'où $R_{th_{bd}} = 0,25^{\circ}C/W$). Vous évaluerez la température de jonction.

☞ $P_{dis} = UI = 15 \cdot 5 = 10W$.

$R_{th_{da}} = (T_b - T_a) / P_{dis} - R_{th_{bd}} = 3,75^{\circ}C/W$

On pourra prendre un WA141 (120x64x20mm)

$T_j = P_{dis} \cdot R_{th_{jb}} + T_c = 95^{\circ}C$

