

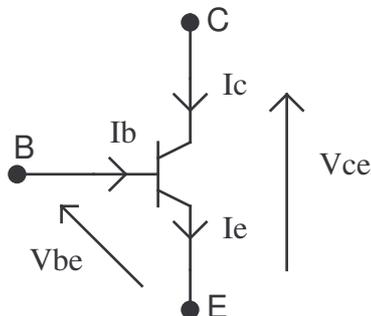
Synthèse sur le dissipateur thermique

1 Généralités

Lorsqu'un semi-conducteur de puissance **conduit un courant I sous une tension U**, il produit une puissance **$P_{th} = U.I$ intégralement transformée en énergie thermique**: le composant chauffe. Si la totalité de cette puissance n'est pas évacuée vers le milieu ambiant (de température T_a), la température de la jonction **T_j ne cesse d'augmenter** et elle risque d'être **détériorée** par claquage thermique.

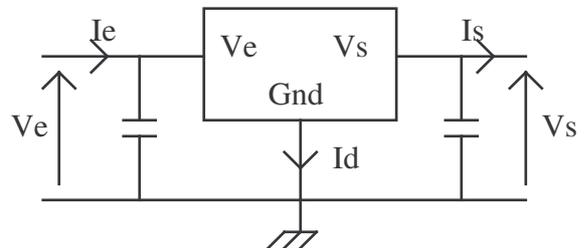
La puissance dissipée par un composant :

1. Le transistor :



$$\left. \begin{aligned} P_a &= V_{be} \cdot I_b + V_{ce} \cdot I_c \\ P_d &= P_{th} \end{aligned} \right\} P_{th} = V_{be} \cdot I_b + V_{ce} \cdot I_c$$

2. Le régulateur de tension :



avec I_d = courant de repos (6mA)

$$\left. \begin{aligned} P_a &= V_e \cdot I_e = V_e \cdot (I_s + I_d) \sim V_e \cdot I_s \\ P_f &= V_s \cdot I_s \end{aligned} \right\} P_{th} = (V_e - V_s) \cdot I_s$$

Résistance thermique:

L'écart $T_j - T_a$ dépend de:
 - la puissance P_{th} produite
 - la conductivité thermique des matériaux de construction du semi-conducteur

D'où: **$T_j - T_a = R_{thj-a} \times P_{th}$**

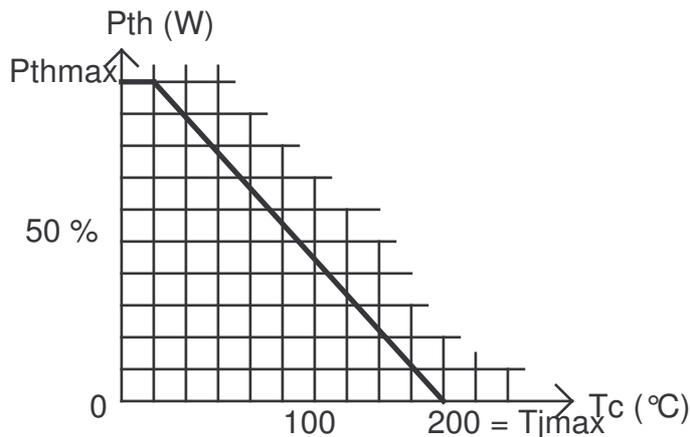
R_{thja} s'appelle la résistance thermique entre la jonction et le milieu ambiant et s'exprime en $^{\circ}C/W$, elle est donnée par la documentation constructeur du composant.

Puissance dissipable par un semi-conducteur:

La puissance dissipée maximale par un semi-conducteur dépend de la température du boîtier T_c . Elle est définie pour une température ambiante de $25^{\circ}C$, d'où:

$$P_{thmax} = (T_{jmax} - 25) / R_{thj-A} = Cte$$

Synthèse sur le dissipateur thermique



Si la puissance sous laquelle on veut faire travailler un semi-conducteur est supérieure à P_{thmax} (puissance dissipée maximale par le semi-conducteur à l'air ambiant), il est nécessaire de monter le composant sur une pièce métallique (de plus ou moins grande surface) appelée **radiateur** ou **dissipateur** ou **refroidisseur**.

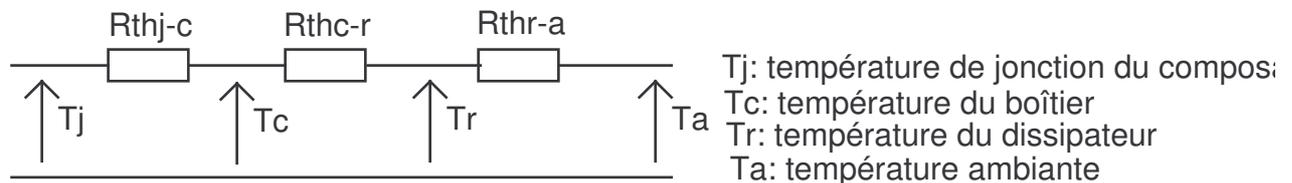
Si la Puissance que l'on souhaite dissipée > Puissance dissipable par le composant alors il est nécessaire de monter un radiateur.

2 Principe d'un dissipateur thermique

Détermination d'un dissipateur:

Un dissipateur thermique permet de diminuer la résistance thermique **R_{thj-a}** afin de pouvoir augmenter la puissance maximale dissipable.

Pour déterminer les dimensions et le type de radiateur, il est nécessaire de connaître la résistance thermique radiateur - air ambiant **R_{thr-a}** (c'est cette grandeur que le constructeur des radiateurs caractérise ses produits sur catalogue). Son calcul se fait à l'aide du circuit suivant et grâce à la loi d'ohm thermique:



avec $T_j - T_a = (R_{thj-c} + R_{thc-r} + R_{thr-a}) \times P_{th}$ (loi d'ohm thermique)

$U = R \times I$ (loi d'ohm électrique)

d'où $R_{thr-a} = (T_j - T_a) / P_{th} - R_{thj-c} - R_{thc-r}$

Synthèse sur le dissipateur thermique

Les données qui permettent ce calcul sont:

P_{th}: la puissance thermique développée par le semi-conducteur (elle dépend de l'application envisagée)

T_a: température ambiante maximale prévue dans l'application

T_j: température maximale de jonction que le semi-conducteur peut supporter (donnée par le constructeur)

R_{th j-c}: résistance thermique jonction - boîtier (en °C/W) donnée par le fabricant

R_{th c-r}: résistance thermique boîtier - radiateur (en °C/W) qui dépend du type de boîtier, du type de fixation du composant sur le radiateur, de l'utilisation d'un isolant ou d'une graisse thermique

R_{th r-a}: résistance thermique radiateur - ambiance (en °C/W) donnée par le fabricant du radiateur

Résistance thermique de contact boîtier - radiateur: R_{th c-r}

R_{th c-r} est modifié lorsque l'on interpose entre le boîtier et le radiateur une graisse silicone ou avec mica isolant: l'interposition d'une rondelle isolante ou d'une feuille de mica isolant (fortement conducteur de chaleur) augmente R_{th c-r}, alors que l'utilisation d'une graisse thermique que l'on enduit sur les surfaces en contact avec le composant et le radiateur réduit R_{th c-r}.

Remarque : Le collecteur de certains types de transistors ou de l'anode de certaines diodes ou le commun des régulateurs est connecté à leur boîtier métallique. Lorsque l'on veut isoler cette électrode du radiateur, on interpose une rondelle de mica ou de plastique.

Boîtier	R _{th c-r}			
	direct	direct avec graisse	avec isolant	avec isolant et graisse
TO-3	0.6	0.1	1	0.5
TO-126	1	0.5	6	3
TO-220	1.4	0.3	2.2	0.8

Synthèse sur le dissipateur thermique

3 Application : méthode de calcul

- 1) Calcul de la puissance maximale P_{max} que l'on souhaite dissiper.

Transistor : $P_{max} = V_{cemax} \times I_{cmax}$

Régulateur : $P_{max} = (V_{in} - V_{out})_{max} \times I_{outmax}$

- 2) Calcul de puissance maximale dissipable P_{th} par le composant.

$T_j - T_a = R_{thj-a} \times P_{th}$

T_j : donné par la documentation constructeur.

R_{thj-a} : donné par la documentation constructeur.

- 3) $P_{maxdissipée_souhaitée} > P_{maxdissipable}$?

NON : il ne faut pas de dissipateur thermique.

OUI : il faut calculer un dissipateur thermique.

- 4) Calcul du dissipateur

4.1) Détermination de R_{thc-r} (résistance thermique entre le boîtier et le dissipateur thermique).

La valeur de cette résistance thermique dépend du type de boîtier ainsi que du type de contacts entre le boîtier et le dissipateur.

4.2) Détermination de R_{thj-c} (donné par la documentation constructeur).

4.3) Calcul de R_{thr-a} :

$$R_{thr-a} = (T_j - T_a) / P_{th} - R_{thj-c} - R_{thc-r}$$

4.4) Choix du dissipateur thermique (à l'aide de documentation constructeur sur les dissipateurs thermique).