

## CALCUL D'UN DISSIPATEUR

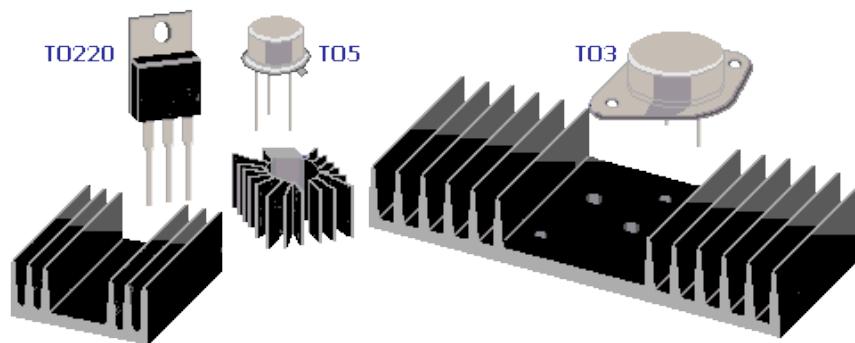
Dès qu'un composant électronique est traversé par un courant électrique, il a tendance à produire de la chaleur (pertes par effet Joule :  $P=R.I^2$ ). Cette chaleur n'est généralement pas perceptible avec des composants qui sont traversés par de faibles courants, mais elle est nettement perceptible avec des composants où circulent plusieurs ampères ; il suffit d'approcher la main d'un régulateur d'alimentation, d'un ampli BF fonctionnant à forte puissance ou d'un microprocesseur en pleine activité pour constater que "c'est chaud".

Dans bien des cas, il suffira de "laisser faire la nature" pour que la chaleur soit évacuée dans l'air ambiant : on dit que la chaleur s'évacue par convection naturelle. Mais parfois, si on laisse faire la nature, la chaleur est produite plus vite qu'elle n'est évacuée, et le composant chauffe de plus en plus jusqu'à arriver à sa destruction par fusion (cas d'une résistance par exemple) ou par "emballement thermique" (cas des semi-conducteurs).

Dans ces derniers cas, il va falloir "aider" le composant à évacuer la chaleur plus vite qu'elle n'est produite, ou au moins aussi vite. On utilise pour cela un radiateur, appelé aussi refroidisseur ou **dissipateur** (ce terme étant le plus correct).

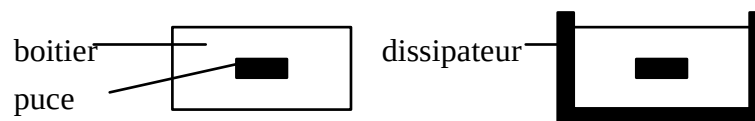
Le "fonctionnement" d'un dissipateur est simple : il augmente la surface du composant en contact avec l'air, améliorant ainsi l'évacuation de la chaleur. On peut déjà en tirer une règle : le dissipateur doit être en contact intime (thermiquement) avec le composant pour jouer efficacement son rôle. Pour aider à avoir un bon contact avec le composant, il existe des pâtes thermiques spéciales.

Ils existent différents modèles de dissipateur pour épouser le composant à refroidir.



### 1) CONSTITUTION D'UN COMPOSANT ÉLECTRONIQUE :

**(Régulateur ou transistor)**



**Sans dissipateur :**

On définit : - la résistance thermique entre la puce (jonction) et le boîtier (case) =>  $R_{jc}$   
 - la résistance thermique entre le boîtier (case) et l'air ambiant =>  $R_{ca}$

**Avec dissipateur :**

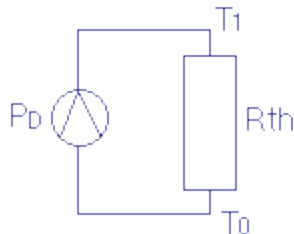
On définit : - la résistance thermique  $R_{jc}$   
 - la résistance thermique entre le boîtier (case) et le dissipateur =>  $R_{cd}$   
 - la résistance thermique entre le dissipateur et l'air ambiante =>  $R_{da}$

### 2) NOTION DE RÉSISTANCE THERMIQUE :

Lorsqu'on chauffe l'extrémité d'un morceau de métal, on met longtemps à ressentir la chaleur sur l'autre extrémité du morceau de métal, tout se produit comme si le métal offrait une résistance à la chaleur. Si vous prenez une allumette allumée, vous la tenez alors qu'il y a une flamme au bout : le bois offre une grande résistance thermique. On prendra donc des dissipateurs en métal afin d'avoir une résistance thermique très faible pour aider le composant à refroidir.

Il en va de même pour les semi-conducteurs : le coeur (la puce) chauffe, mais cette chaleur ne se propage pas instantanément à la surface du composant (son boîtier). En fonctionnement, la puce (on parle de la jonction) est toujours à une température plus élevée que le boîtier.

Une résistance thermique s'exprime en "degrés Celsius par watt" ( $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ). En fait, il faudrait utiliser des "degrés Kelvin" ( $^{\circ}\text{K}$ ), mais comme les calculs ne font intervenir que des différences de températures, cela est sans importance. Les watts dont il est question ici sont les watts à dissiper en chaleur (ceux que produit le composant par effet Joule).



La formule de base à utiliser pour le refroidissement des semi-conducteurs est :  $P_D = \frac{T_1 - T_0}{R_{th}}$

$P_D$  est la puissance (en W) à dissiper. Elle dépend de l'utilisation du composant, et donc du montage.

$T_1$  et  $T_0$  sont les températures (en  $^{\circ}\text{C}$ ) en deux points différents (par exemple sur la puce et sur l'extérieur du boîtier)

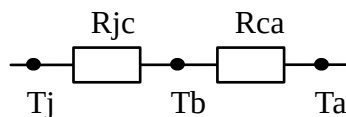
$R_{th}$  est la résistance thermique entre ces deux points

On peut remarquer l'analogie avec la loi d'Ohm :  $P_D$  serait l'intensité,  $(T_1 - T_0)$  la tension et  $R_{th}$  la résistance.

### 3) CHOIX D'UN DISSIPATEUR :

Le choix du dissipateur s'effectue en fonction de l'allure physique du composant et de la puissance thermique à dissiper.

#### Puissance thermique à dissiper sans dissipateur :



$T_j$  = Température de la puce (jonction) en  $^{\circ}\text{C}$

$T_b$  = Température du boîtier

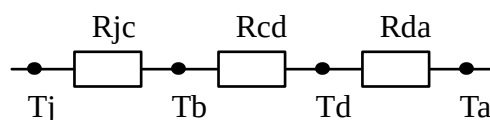
$T_a$  = Température de l'air ambiant

Il suffit d'appliquer la "loi d'ohm thermique" :

$$P_d = \frac{T_j \text{ max} - T_a}{R_{jc} + R_{ca}}$$

$P_d$  en Watt (W) et  $R$  en  $^{\circ}\text{C}/\text{W}$

#### Puissance thermique à dissiper avec un dissipateur :

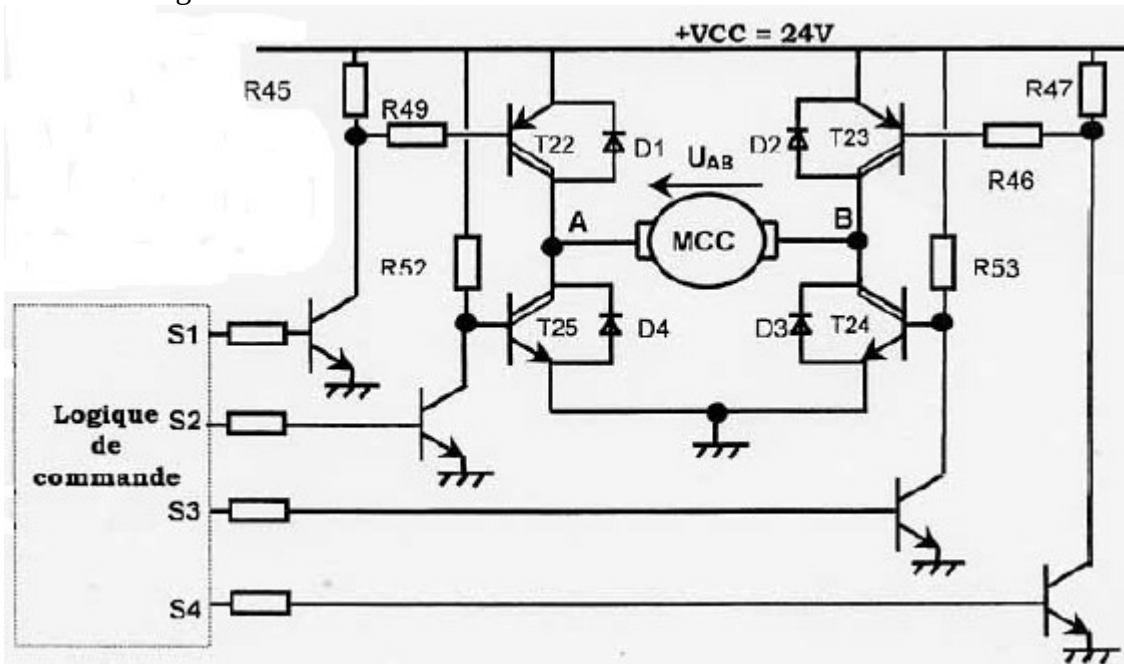


$$P_d = \frac{T_j \text{ max} - T_a}{R_{jc} + R_{cd} + R_{da}}$$

$T_d$  = Température du dissipateur

**4) EXEMPLE :**

Soit le montage suivant :



Un moteur est commandé par un pont en H, à partir de 4 transistors bipolaires. Le moteur consomme un courant nominal de 2A ( $I_{\text{moteur}}=2\text{A}$ ).

**1<sup>ère</sup> question :** Complétez le tableau suivant en indiquant l'état de chaque transistor (bloqué ou saturé) ; la tension aux bornes du moteur ( $U_{AB}$ ) et l'état du moteur (avance, recul, arrêt).

S1	S2	S3	S4	T22	T23	T24	T25	$U_{AB}$	Etat du moteur
0	0	0	0						
0	0	1	1						
1	1	0	0						
1	1	1	1						

**2<sup>nd</sup> question :** Préciser la particularité de ces transistors et le nom qu'il porte. Sont ils adaptés à cette application.

**3<sup>ème</sup> question :** Associer à chacun des transistors, sa référence (TIP122 ou TIP127)

**4<sup>ème</sup> question :** Relever dans la documentation technique la tension  $V_{CEsat}$  du transistor NPN. Déduisez de cette valeur la puissance  $P_d$  que devra dissiper ce transistor lorsqu'il alimente le moteur. Précisez si le transistor peut supporter cette puissance sans dissipateur .

**5<sup>ème</sup> question :** Calculez la résistance thermique maximum Jonction-Ambiant ( $R_{THja}$ ) pour dissiper la puissance  $P_d$  calculée à la question précédente. Déduisez de ce calcul la valeur de la résistance thermique  $R_{THba}$ . Le dissipateur WA400 convient-il ?

**Nota :** Le montage est réalisé avec une pâte thermique.  $R_{THbd}=0,5^\circ\text{C/W}$

$R_{THja}=R_{THjb}+R_{THbd}+R_{Tda}$  ( $j$  : jonction ;  $b$  : boîtier ;  $d$  : dissipateur ;  $a$  : ambiant)

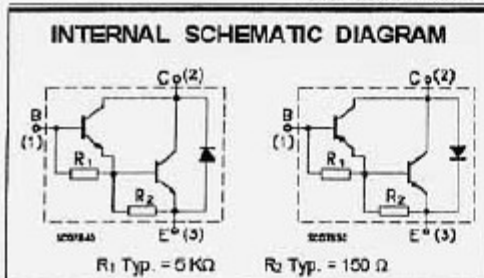
La température ambiante est de  $25^\circ\text{C}$ .

### \* TRANSISTOR TIP122/TIP127



TIP120/121/122  
TIP125/126/127

COMPLEMENTARY SILICON POWER  
DARLINGTON TRANSISTORS



#### Description :

Le TIP120, TIP121 et TIP122 sont des transistors de Puissance Darlington adapté soit à une utilisation en Amplificateur de Puissance soit à une utilisation en interrupteur.

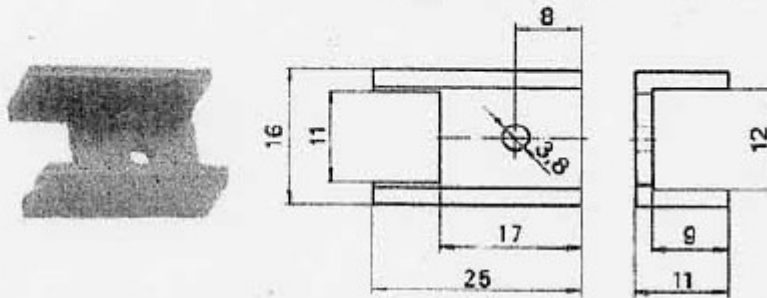
Le modèle complémentaire sont les TIP125, TIP126 et TIP127.

Symbole	Paramètre	Valeur			Unités
		NPN TIP120 TIP125	TIP121 TIP126	TIP122 TIP127	
VCEOmax	Tension Collecteur-Emetteur ( $I_B = 0$ )	60	80	100	V
IC max	Courant de Collecteur max	5			A
Pdmax	Puissance dissipable max à $T_{amb} < 25^\circ\text{C}$	2			W
Vcesat	Tension saturation Collecteur-Emetteur	2			V
Tjmax	Température de Jonction max	150			$^\circ\text{C}$
Rtjb	Résistance Thermique jonction-boitier	1,92			$^\circ\text{C/W}$

#### DISSIPATEUR :

WA 400—9P

Matériel : Alu anodisé noir.  
Résistance thermique : 28  $^\circ\text{C/W}$



#### 4) QUELQUES REMARQUES :

L'efficacité des échanges thermiques sera fonction de :

- du composant,
- de la fixation composant/radiateur,
- de la taille du radiateur (la convection et le rayonnement sont proportionnels à sa surface),
- de sa forme et de sa position (convection plus ou moins efficace),
- et de sa couleur (le noir mat rayonne plus que toute autre couleur).

**Ne pas oublier que l'on voudra une résistance thermique toujours plus faible pour laisser évacuer les calories dues à la puissance Joule.**