

Exercices sur l'utilisation de la notion de résistance thermique

Ce document est une compilation des exercices posés en devoirs surveillés d'électricité au département Génie Electrique et Informatique Industrielle de l'IUT de Nantes. Ces devoirs se sont déroulés généralement sans documents, sans calculette et *sans téléphone portable...*

Les devoirs d'une durée de 80 min sont notés sur 20 points. Donc chaque point proposé au barème correspond approximativement à une activité de 4 min.

Ces exercices utilisent les connaissances développées dans la ressource [Baselecpro](#) sur le site [IUTenligne](#).

Un corrigé avec barème de correction est remis aux étudiants en sortie du devoir (C'est souvent le seul moment où ils vont réfléchir à ce qu'ils ont su (ou pas su) faire dans ce devoir)

Personnellement, je me refuse à bricoler le barème d'un devoir lors de la correction dans le but d'obtenir une moyenne présentable. (*ni trop ni trop peu...*)

La moyenne d'un devoir doit refléter l'adéquation entre les objectifs de l'enseignant et les résultats des étudiants.

Les documents proposés ici sont délivrés dans un format qui permet tout assemblage/désassemblage ou modification à la convenance de l'utilisateur. Les dessins et les équations ont été réalisés avec Word97.

Nos étudiants disposent d'une masse considérable d'informations sur internet. Les enseignants sont maintenant soucieux de leur apprendre à utiliser intelligemment cet immense champ de connaissance. Ils leur apprennent notamment à citer les sources...

Ressource [ExercicElecPro](#) proposée sur le site Internet [IUTenligne](#)

Copyright : droits et obligations des utilisateurs

L'auteur ne renonce pas à sa qualité d'auteur et aux droits moraux qui s'y rapportent du fait de la publication de son document. Les utilisateurs sont autorisés à faire un usage non commercial, personnel ou collectif, de ce document notamment dans les activités d'enseignement, de formation ou de loisirs. Toute ou partie de cette ressource ne doit pas faire l'objet d'une vente - en tout état de cause, une copie ne peut pas être facturée à un montant supérieur à celui de son support.

Pour tout extrait de ce document, l'utilisateur doit maintenir de façon lisible le nom de l'auteur *Michel Piou* et la référence au site Internet *IUT en ligne*. La diffusion de toute ou partie de cette ressource sur un site Internet autre que le site IUT en ligne est interdite

Une version de Baselecpro est disponible sous forme d'un livre aux éditions *Ellipses* dans la collection *Technosup* sous le titre [ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE – Les lois de l'électricité](#)

Michel PIOU - Agrégé de génie électrique – IUT de Nantes – France

Table des matières

1. Résistance thermique (1,5 pts)	1
2. Résistance thermique (1 pts)	1
3. Régulateur de tension (2 pts).....	2
4. Calcul du refroidissement d'un régulateur de tension (4 pts).....	3

1. Résistance thermique (1,5 pts)

Un transistor MOS de puissance maintenu en fonctionnement dans la zone ohmique est traversé par un courant continu $I_D = 30 \text{ A}$. Sa résistance Drain-Source vaut alors $R_{DS} = 0,1 \Omega$.

Pour ce composant, les données constructeur indiquent :

Température de Jonction	$-55^\circ\text{C} < T_j < 150^\circ\text{C}$
Résistance thermique Jonction/Air	$R_{Th_{JA}} = 40^\circ\text{C}/\text{W}$
Résistance thermique Jonction/Boîtier	$R_{Th_{JB}} = 0,2^\circ\text{C}/\text{W}$
Résistance thermique Boîtier/radiateur	$R_{Th_{BR}} = 0,24^\circ\text{C}/\text{W}$

Le transistor peut-il fonctionner de façon permanente dans de l'air à $T_A = 25^\circ\text{C}$ sans être équipé d'un radiateur. Justifier la réponse.

Corrigé :

Puissance dissipée dans le transistor MOS : $P = R_{DS} \cdot I_D^2 = 0,1 \cdot 30^2 = 90 \text{ W}$.

Sans radiateur : $T_j - T_A = R_{Th_{JA}} \cdot P = 40 \cdot 90 = 3600^\circ\text{C} \Rightarrow T_j = T_A + 3600 = 3625^\circ\text{C} > 150^\circ\text{C}$.

Le transistor MOS est donc détruit s'il n'est pas équipé d'un radiateur.

2. Résistance thermique (1 pts)

Un transistor MOS de puissance maintenu en fonctionnement dans la zone ohmique est traversé par un courant continu $I_D = 30 \text{ A}$. Sa résistance Drain-Source vaut alors $R_{DS} = 0,1 \Omega$. Il dissipe donc une puissance

$$P = R_{DS} \cdot I_D^2 = 90 \text{ W}$$

Pour ce composant, les données constructeur indiquent :

Température de Jonction	$-55^\circ\text{C} < T_j < 150^\circ\text{C}$
Résistance thermique Jonction/Air	$R_{Th_{JA}} = 40^\circ\text{C}/\text{W}$
Résistance thermique Jonction/Boîtier	$R_{Th_{JB}} = 0,2^\circ\text{C}/\text{W}$
Résistance thermique Boîtier/radiateur	$R_{Th_{BR}} = 0,24^\circ\text{C}/\text{W}$

Ce transistor MOS doit fonctionner de façon permanente dans de l'air à $T_A = 25^\circ\text{C}$. Calculer la résistance thermique maximum de son radiateur de refroidissement.

Corrigé :

Ce transistor MOS doit fonctionner de façon permanente dans de l'air à $T_A = 25^\circ\text{C}$ et sa température de jonction doit être inférieure à 150°C .

On sait qu'en présence d'un radiateur, à l'équilibre thermique : $T_j - T_a = (R_{Th_{JB}} + R_{Th_{BR}} + R_{Th_{RA}}) \cdot P$.

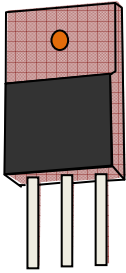
Donc :

$$150 - 25 \geq (0,2 + 0,24 + R_{Th_{RA}}) \cdot 90 \Rightarrow R_{Th_{RA}} \leq \frac{150 - 25}{90} - (0,2 + 0,24) = 0,95^\circ\text{C}/\text{W}$$

3. Régulateur de tension (2 pts)

TO220

A partir de l'extrait de sa « datasheet » ci-dessous, calculer la valeur numérique de la puissance maximum que peut dissiper en permanence le régulateur LM7805 (avec un boîtier TO220) s'il est exposé à l'air libre (donc sans radiateur) avec de l'air à 60°C :



Absolute Maximum Ratings (LM7805)

Absolute maximum ratings are those values beyond which damage to the device may occur.

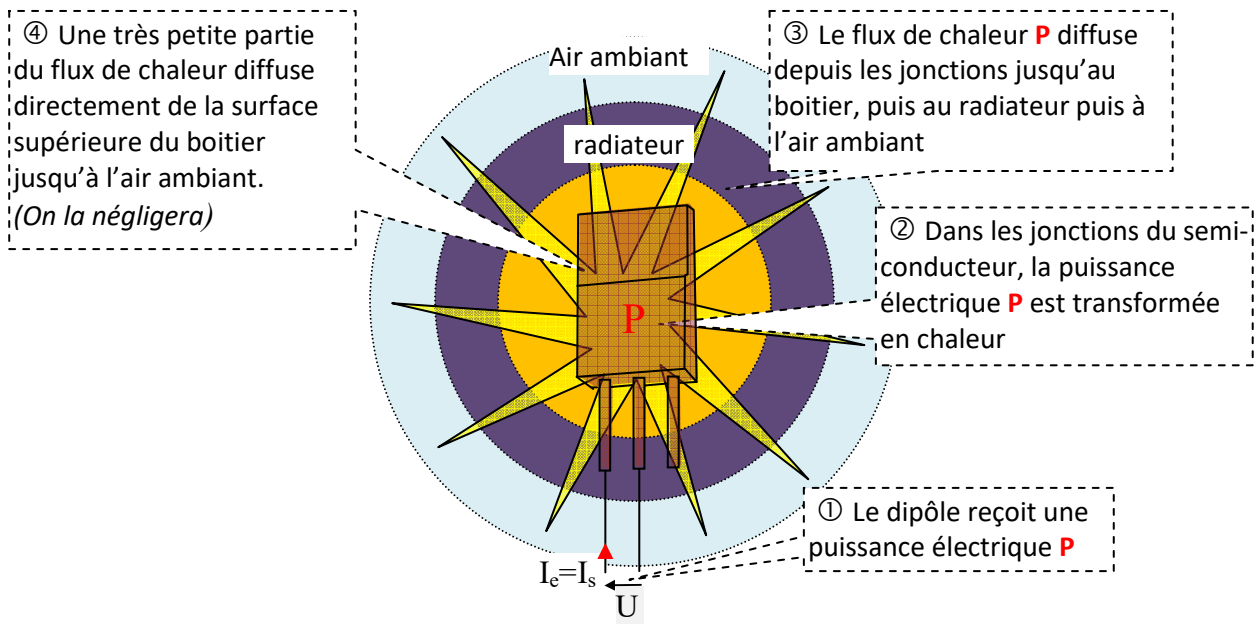
Symbol	Parameter		Value	Unit
V_I	Input Voltage	$V_O = 5V$	35	V
$R_{\theta_{JC}}$	Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)		5	°C/W
$R_{\theta_{JA}}$	Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)		65	°C/W
T_{OPR}	Operating Temperature Range	LM7805	-40 to +125	°C
T_{STG}	Storage Temperature Range		-65 to +150	°C

Corrigé :

D'après les données du constructeur :

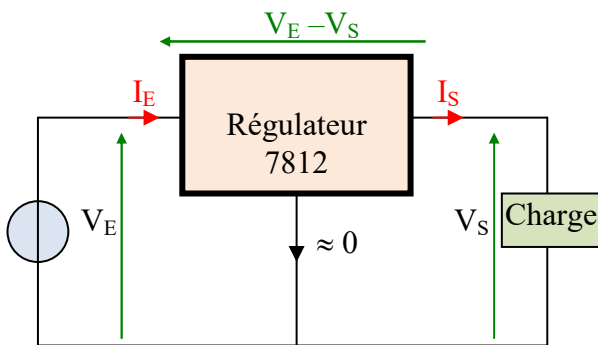
$$\left. \begin{array}{l} R_{THJA} = 65 \text{ } ^\circ\text{C/W} \\ (T_J - T_A)_{\max} = 125 - 60 = 65 \text{ } ^\circ\text{C} \end{array} \right\} \Rightarrow P_{\max} = \frac{(T_J - T_A)_{\max}}{R_{THJA}} = \frac{65}{65} = 1 \text{ W} \quad \boxed{2\text{pt}}$$

4. Calcul du refroidissement d'un régulateur de tension (4 pts)



Le régulateur intégré 7812 ci-contre reçoit une tension d'entrée de $V_E = 18\text{ V}_{DC}$ et délivre, en sortie, un courant $I_S = 500\text{ mA}$ sous une tension de $V_S = 12\text{ V}_{DC}$.

Montrer que le régulateur ne peut pas fonctionner de façon permanente dans de l'air à $T_A = 35\text{ }^\circ\text{C}$ sans être équipé d'un radiateur.



Données constructeur:

Température de Jonction	$-40\text{ }^\circ\text{C} < T_J < 125\text{ }^\circ\text{C}$
Résistance thermique Jonction/Air	$R_{ThJA} = 65\text{ }^\circ\text{C/W}$
Résistance thermique Jonction/Boîtier	$R_{ThJB} = 5\text{ }^\circ\text{C/W}$
Résistance thermique Boîtier/radiateur	$R_{ThBR} = 0,3\text{ }^\circ\text{C/W}$

Calculer la résistance thermique maximum R_{ThRA} du radiateur nécessaire pour permettre un fonctionnement permanent du régulateur dans les conditions décrites ci-dessus avec de l'air à $T_A = 35\text{ }^\circ\text{C}$ et une température de jonction ne dépassant pas $T_J = 125\text{ }^\circ\text{C}$.

Corrigé :

Sans radiateur de refroidissement :

$$P = (V_E - V_S) \cdot I_S = (18 - 12) \cdot 0,5 = 3\text{ W} \Rightarrow T_J - T_A = R_{ThJA} \cdot P = 65 \cdot 3 = 195\text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow T_A = 195 + 35 = 230\text{ }^\circ\text{C} > 125\text{ }^\circ\text{C}$$

Donc destruction du composant (ou mise en défaut) lors d'un fonctionnement permanent sans radiateur. **2pts**

Avec un radiateur :

$$T_J - T_A = (R_{ThJB} + R_{ThBR} + R_{ThRA}) \cdot P \Leftrightarrow R_{ThRA} = \frac{T_J - T_A}{P} - R_{ThJB} - R_{ThBR} = \frac{90}{3} - 5 - 0,3 = 24,7\text{ }^\circ\text{C/W}$$

2pts