

# TP1 LM317

---

**Ecole Supérieur**

**ETML-ES**

Lausanne

---

**Réaliser par :**

Benjamin Schafroth

---

**A l'attention de :**

P. Bovey

S. Gavin

---

**Dates :**

Date de début 11.11.2025

Date de fin : 02.12.2025

## Table des matières :

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1      | LM317 régulateur de tension .....   | 3  |
| 1.1    | Listes du matériel.....   | 3  |
| 1.2    | Donnée.....   | 3  |
| 1.3    | Schéma utilisé dans le TP .....   | 3  |
| 1.4    | Dimensionnement des résistance (a) .....  | 4  |
| 1.5    | Calcule de la puissance utile du circuit (b).....   | 5  |
| 1.6    | Calcule de la puissance fournie à l'entrée du montage (c).....  | 5  |
| 1.7    | Calculer la puissance dissipée dans le circuit (d) .....  | 5  |
| 1.8    | Estimation de la température de jonction (e) .....  | 5  |
| 1.9    | Simulation de la tension, du courant et de la puissance en fonction de la charge. (F,G).....                  | 5  |
| 1.9.1  | Remarque .....  | 5  |
| 1.10   | Mesure de la tension, du courant et de la puissance en fonction de la charge (H) .....                        | 6  |
| 1.10.1 | Remarque .....  | 7  |
| 2      | LM317 en générateur de courant .....  | 8  |
| 2.1    | Schéma et dimensionnement (I).....  | 8  |
| 2.2    | Tension de sortie en fonction du courant de sortie (J).....   | 8  |
| 2.2.1  | Remarque .....  | 8  |
| 2.3    | Courant de sortie en fonction de la variation de tension de sortie (circuit ouvert / court-circuit) (K) ..... | 9  |
| 2.3.1  | Schéma .....  | 9  |
| 2.3.2  | Résultat obtenu .....   | 9  |
| 2.4    | Puissance dissipée dans le LM317 au point K et en court-circuit (I et N) .....                                | 10 |
| 2.4.1  | Court-circuit.....  | 10 |
| 2.4.2  | Point K.....  | 10 |
| 2.5    | Température de jonction du LM317 au point K et en court-circuit (M et O) .....                                | 10 |
| 2.5.1  | Court-circuit.....  | 10 |
| 2.5.2  | Point K.....  | 10 |
| 2.6    | Durée pour atteindre la température maximale.....   | 11 |
| 2.6.1  | Remarque .....  | 11 |
| 3      | Conclusion .....  | 12 |

# 1 LM317 régulateur de tension

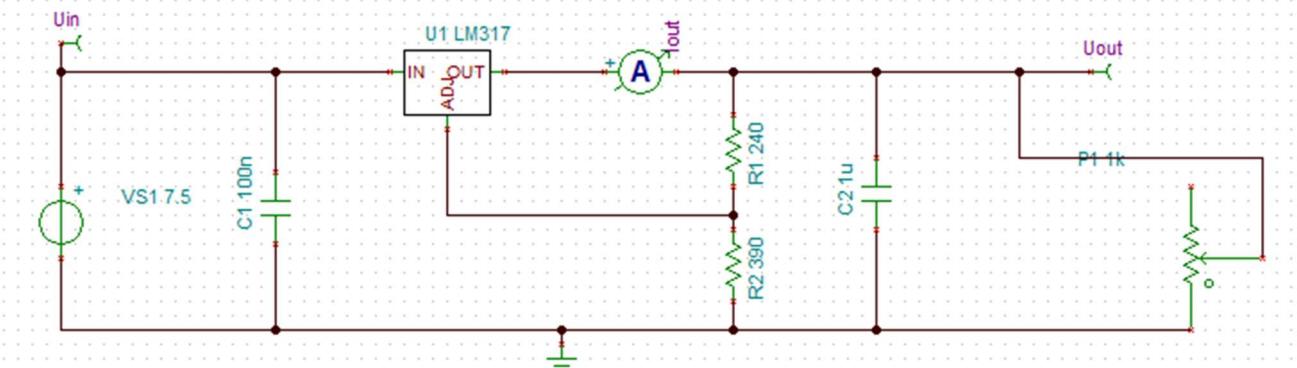
## 1.1 Listes du matériel

| Appareil         | Référence                                 | Numéro de l'appareil |
|------------------|---|----------------------|
| Oscillo          | Rhodes et Schwartz RTB2004                | ES.SLO2.05.01.08     |
| Alimentation     | GWINSTEK GPS-3303                         | ES.SLO2.00.00.31     |
| Multimètre       | GWINSTEK GDM-395                          | ES.SLO2.00.00.39     |
| Composant divers | (Résistance, potentiomètre, LM317 etc...) | N/A                  |

## 1.2 Donnée

|                  |                              |        |
|------------------|------------------------------|--------|
| Uin              | Tension d'entrée             | 7.5 V  |
| Uout             | Tension de sortie            | 3.3 V  |
| I <sub>max</sub> | Courant maximum de sortie    | 100 mA |
| T <sub>max</sub> | Température ambiante maximal | 35°C   |

## 1.3 Schéma utilisé dans le TP

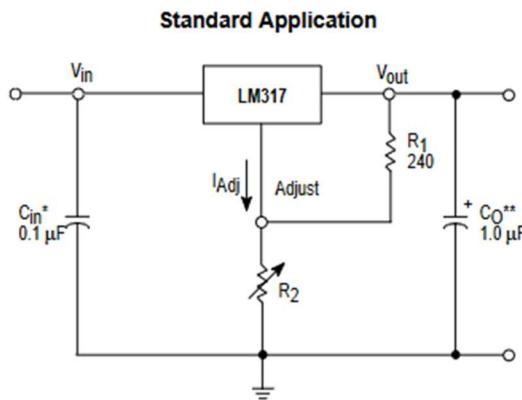


## 1.4 Dimensionnement des résistance (a)

| Characteristics   | Figure | Symbol     | Min | Typ | Max | Unit |
|---|--------|------------|-----|-----|-----|------|
| Minimum Load Current to Maintain Regulation ( $V_I - V_O = 40$ V) | 3      | $I_{Lmin}$ | -   | 3.5 | 10  | mA   |

Figure 1 partie du tableau "electrical characteristics" de la datasheet du LM317 de Motorola

Etant donné qu'il y a un courant minimum à consommer sur le LM317 pour garantir son fonctionnement, dans le cas dans la Figure 1 à une différence de 40V entre l'entrée et la sortie nous devons consommer 3.5mA (dans le cas moyen). Pour le reste du montage, je suis parti du principe que ses valeurs étaient les mêmes que dans notre cas (4V de différence entre l'entrée et la sortie) et j'ai pris des résistances faibles.



\*  $C_{in}$  is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.

\*\*  $C_0$  is not needed for stability, however, it does improve transient response.

$$V_{out} = 1.25 \text{ V} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{Adj} R_2$$

Since  $I_{Adj}$  is controlled to less than 100  $\mu\text{A}$ , the error associated with this term is negligible in most applications.

Figure 2 schéma électrique avec calcul

Comme dans la Figure 2, nous savons que le calcul pour trouver la tension de sortie en fonction des résistances est le suivant :

$$V_{out} = 1.25 * \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{Adj} * R_2$$

Mais comme il a été dit dans les cours et dans la datasheet, la valeur de  $I_{Adj}$  est négligeable et nous n'allons pas la prendre en compte nous avons donc les calculs suivant pour avoir nos valeurs de résistance en prenant 240 Ohm pour R1 :

$$\begin{aligned} V_{out} &= 1.25 * \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \Rightarrow 3.3 = 1.25 * \left( 1 + \frac{R_2}{240} \right) \Rightarrow \frac{3.3}{1.25} = \left( 1 + \frac{R_2}{240} \right) \Rightarrow \frac{3.3}{1.25} - 1 = \frac{R_2}{240} \\ &\Rightarrow \left( \frac{3.3}{1.25} - 1 \right) * 240 = R_2 = 393.6 \Rightarrow E24 390 \end{aligned}$$

## 1.5 Calcul de la puissance utile du circuit (b)

La puissance maximale de sortie se calcule de la façon suivante :

$$P_{\text{utile}} = U_{\text{out}} * I_{\text{max}} \Rightarrow 3.3 * 0.1 = 0.33 \text{ W}$$

## 1.6 Calcul de la puissance fournie à l'entrée du montage (c)

$$P_{\text{IN}} = V_{\text{IN}} * I_{\text{OUT}} \Rightarrow 7.5 / 100 * 10^{-6} = 0.75 \text{ W}$$

## 1.7 Calculer la puissance dissipée dans le circuit (d)

$$P_{\text{dissipée}} = (V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}) * I_{\text{OUT}} \Rightarrow (7.5 - 3.3) / 100 * 10^{-6} = 0.42 \text{ W}$$

## 1.8 Estimation de la température de jonction (e)

$$T_J = T_A + (R_{\text{thJA}} * P_{\text{dissipée}}) \Rightarrow 35 + (50 * 0.42) = 56^\circ\text{C}$$

**Table 2. Thermal data**

| Symbol            | Parameter                           | D <sup>2</sup> PAK | TO-220 | TO-220FP | SOT223 | Unit |
|-------------------|-------------------------------------|--------------------|--------|----------|--------|------|
| R <sub>thJA</sub> | Thermal resistance junction-ambient | 62.5               | 50     | 60       | 110    | °C/W |
| R <sub>thJC</sub> | Thermal resistance junction-case    | 3                  | 5      | 5        | 15     | °C/W |

## 1.9 Simulation de la tension, du courant et de la puissance en fonction de la charge. (F,G)

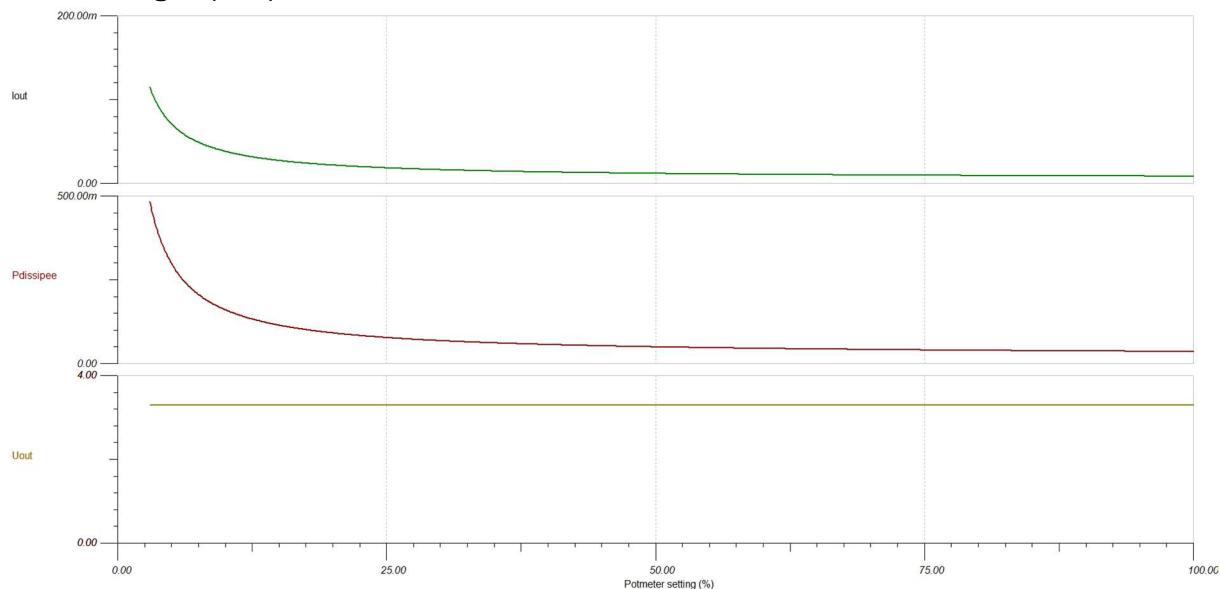


Figure 3 graphique courant et tension de sortie et puissance dissipée

(Les graphiques seront aussi fournis en annexe pour qu'ils soient plus visible)

### 1.9.1 Remarque

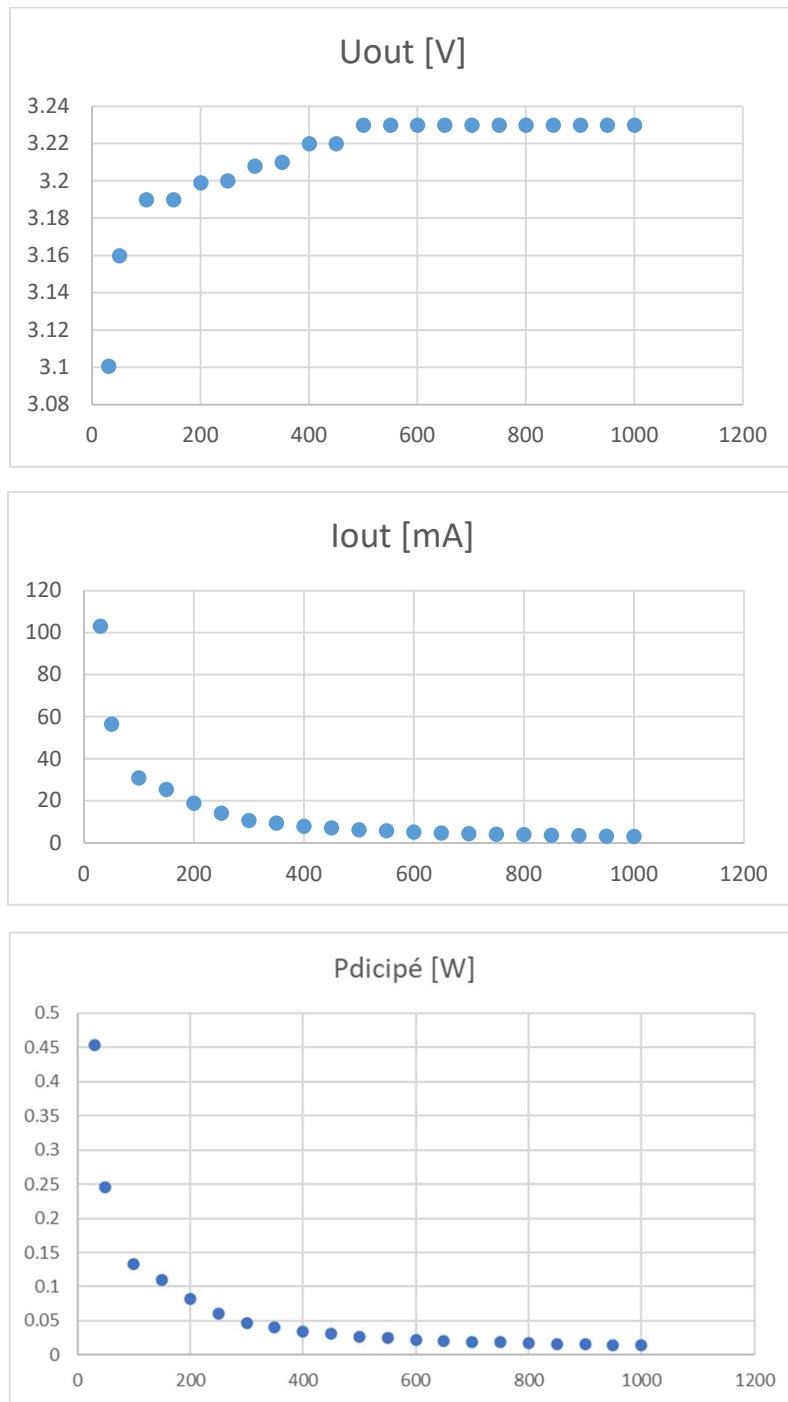
Comme visible sur la Figure 3, on peut remarquer que le courant de sortie est au-dessus de la limite imposée par de 100mA. Cette situation est due au fait que le courant de sortie n'est pas limité et peut dépasser la valeur de 100mA dans ce cas il faut faire attention lors ce que la résistance de charge est au-dessous de 30ohm.

## 1.10 Mesure de la tension, du courant et de la puissance en fonction de la charge (H)

### 1.10.1 Méthode de mesure

- Mettre la bonne valeur de résistance sur le potentiomètre
- Brancher le potentiomètre
- Mettre le circuit sous tension
- A l'aide du schéma au point 1.3 mettre l'ampèremètre et l'oscilloscope aux bons endroits
- Prendre la valeur du l'ampèremètre et de la tension via l'oscilloscope
- Pour la puissance, faire le calcul suivant :  $P_{\text{dissipée}} = (U_{\text{IN}} - U_{\text{OUT}}) * I_{\text{OUT}}$

### 1.10.2 Mesure



### 1.10.3 Remarque

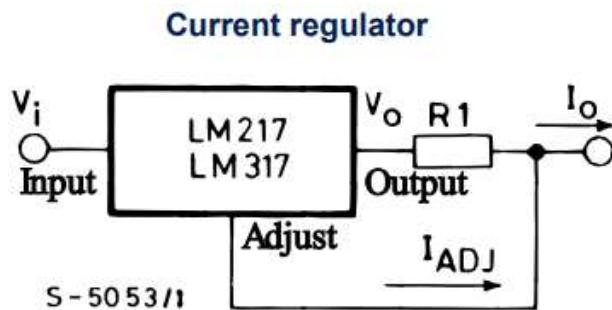
Comme on peut le remarquer dans les divers graphes, les valeurs sont similaires à ce que j'ai simulé.

Il y a quand même une légère dérive par rapport à la simulation qui est dû au fait que j'utilisais un potentiomètre ou des résistances selon les mesures ce qui peut créer une imprécision.

## 2 LM317 en générateur de courant

|                  |                              |        |
|------------------|------------------------------|--------|
| Uin              | Tension d'entrée             | 24 V   |
| I <sub>max</sub> | Courant maximum de sortie    | 250 mA |
| T <sub>max</sub> | Température ambiante maximal | 35°C   |

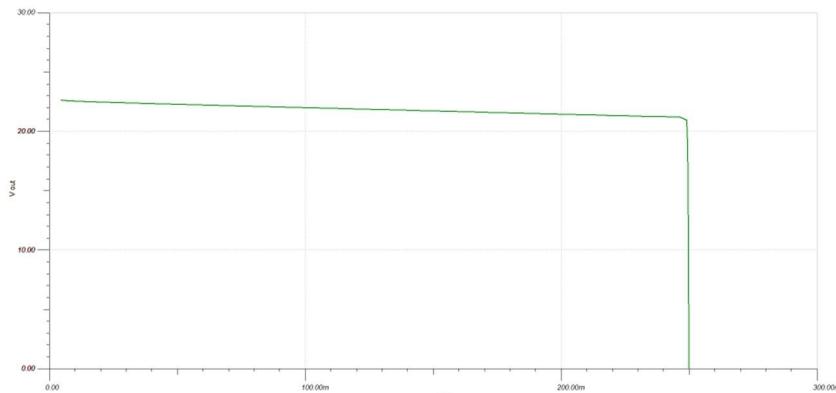
### 2.1 Schéma et dimensionnement (I)



$$I_O = (V_{REF} / R_1) + I_{ADJ} = 1.25 \text{ V} / R_1$$

En suivant la formule donnée par la datasheet, on peut trouver que  $R_1 = V_{ref}/I_o$  ce qui donne  $1.25\text{V}/250*10^{-3} = 50\text{ohm}$ .

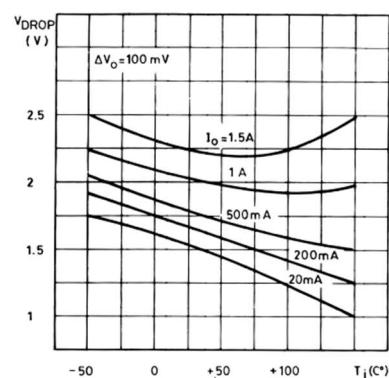
### 2.2 Tension de sortie en fonction du courant de sortie (J)



#### 2.2.1 Remarque

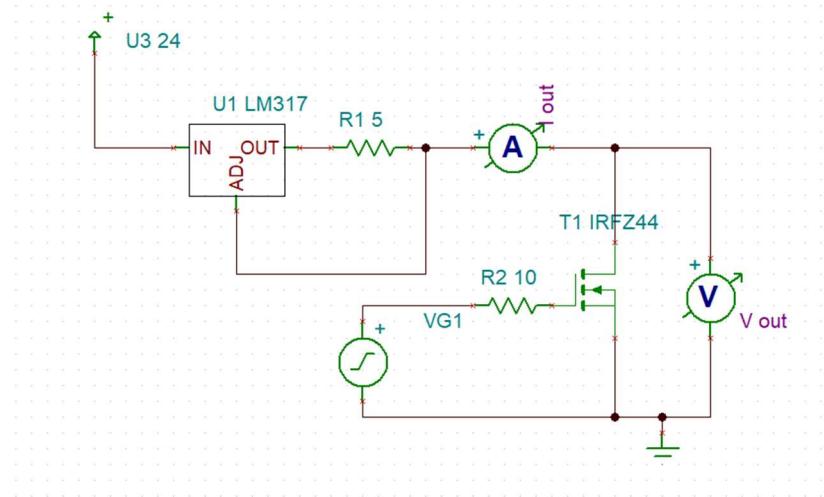
Comme on peut le voir, plus le courant augmente plus la tension diminue jusqu'à être nulle (court-circuit). Quelque chose d'autre à voir c'est que nous ne sommes pas à 24V en sortie, ce qui est dû au dropout voltages ou nous sommes à environs 1.5V à 250mA pour 25° ce qui est cohérent avec le résultat obtenu.

Figure 4. Dropout voltage vs. junction temperature

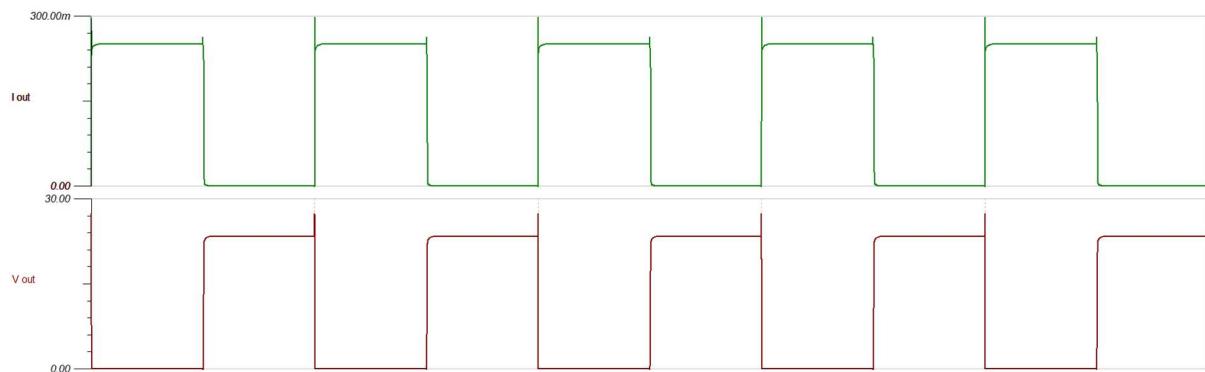


## 2.3 Courant de sortie en fonction de la variation de tension de sortie (circuit ouvert / court-circuit) (K)

### 2.3.1 Schéma



### 2.3.2 Résultat obtenu



#### 2.3.2.1 Remarque

Un point important a donné dans ce cas, c'est que le tout a été fait en simulation et représente mal ce que nous aurions de l'avoir en situation réel.

En situation réel, nous devrions avoir des carrés qui se rapprochent de plus en plus jusqu'à disparaître et parfois avoir des carrés manquants.

Quelque chose d'autre qui pourrait arriver, c'est qu'au moment où il y a un circuit ouvert, la tension pourrait progressivement monter lors ce que le LM317 redescend un peu en température.

Cette situation sera dû au fait que le circuit chauffera énormément et se mettra en protection.

## 2.4 Puissance dissipée dans le LM317 au point K et en court-circuit (I et N)

### 2.4.1 Court-circuit

$$P_{CC} = (V_{in} - V_{out}) * I_{out} = (24 - 0) * 250 * 10^{-3} = 6W$$

### 2.4.2 Point K

Le circuit est en court-circuit la moitié du temps et l'autre ne dissipe rien, ce qui signifie que nous avons une puissance moyenne de  $\frac{1}{2} * P_{CC}$  ce qui nous donne 3W

## 2.5 Température de jonction du LM317 au point K et en court-circuit (M et O)

### 2.5.1 Court-circuit

$$T_J = T_A + (\theta_{JA} * P_{CC}) \Rightarrow 35 + (50 * 6) = 335^\circ C$$

### 2.5.2 Point K

$$T_J = T_A + (\theta_{JA} * P_{CC}/2) \Rightarrow 35 + (50 * 3) = 185^\circ C$$

## 2.6 Durée pour atteindre la température maximale (cas court-circuit constant).

Pour calculer la durée d'échauffement, il faut prendre en compte la résistance thermique [Rthja] et la capacité thermique [Cth].

Avec ses informations, nous pouvons calculer la constante de temps thermique qui nous donne :

$$T = R_{\text{thJA}} * C_{\text{th}}$$

Dans le cas où nous appliquons une puissance constante, la température évoluera de la façon suivante :

$$T_j(t) = T_{\text{amb}} + PR_{\text{thJA}} \left( 1 - e^{-t/\tau} \right)$$

Qui travailler va nous donner

$$T_{\text{max}} - T_{\text{amb}} = PR_{\text{thJA}} \left( 1 - e^{-t/\tau} \right)$$

$$1 - e^{-t/\tau} = \frac{T_{\text{max}} - T_{\text{amb}}}{PR_{\text{thJA}}}$$

$$e^{-t/\tau} = 1 - \frac{T_{\text{max}} - T_{\text{amb}}}{PR_{\text{thJA}}}$$

$$t = -\tau \ln \left( 1 - \frac{T_{\text{max}} - T_{\text{amb}}}{PR_{\text{thJA}}} \right)$$

$$t = -R_{\text{thJA}} C_{\text{th}} \ln \left( 1 - \frac{T_{\text{max}} - T_{\text{amb}}}{PR_{\text{thJA}}} \right)$$

$$t = -(50)(0,5) \ln \left( 1 - \frac{125 - 35}{6 \times 50} \right)$$

Ce qui est égale à environ 8,9 secondes

### 2.6.1 Remarque

Malheureusement ce n'est pas un calcul parfaitement réaliste car la capacité thermique ne vient pas de la datasheet du LM317 mais de l'application note AN-7516 de OnSemi (voir table 3 du document donné en annexe avec le mail) et volontairement arrondi au-dessous et étant donné le nombre de paramètre entrant en compte pour trouver la capacité thermique d'un composant le calcul ci-dessus probablement éloigner de la réalité.

### 3 Conclusion

Ce travail m'aura été utile pour en apprendre plus sur le fonctionnement d'une alimentation linéaire basée sur le LM317, en analysant autant son comportement électrique que thermique.

- Les différentes mesures, simulation et calculs réalisés m'ont permis :
- De déterminer les valeurs des composants nécessaires pour obtenir une tension définie à l'avance
- D'évaluer la puissance perdue afin de potentiellement prévoir un système de refroidissement
- D'observer les différences entre la tension d'entrée et de sortie en fonction du courant circulant dans la charge

Un ajout que j'aurais pu faire en plus lors de ce TP était les mesures du point 2 mais étant donné que le fonctionnement est plutôt "simple" a anticipé et le fait que je faisais ce TP seul j'ai préféré le faire uniquement en simulation. Cependant, j'ai jugé utile d'ajouter une petite partie sur la capacité thermique car nous avons vu ce concept durant les cours théorique mais nous ne l'avons pas appliqué.