

# Compte rendu de TP : Régulation de tension

CHARNAY Valentin, FINOT Sylvain

3 novembre 2016

L'objectif de ce TP est de comparer différents montages permettant d'obtenir une tension continue à partir d'alternatif.

## 1 Redressement et filtrage

1. Nous cherchons à obtenir un signal continu à partir d'un générateur de tension alternatif 7V. Pour ce faire nous utilisons un pont de diodes (pont de Graëtz) qui permet dans un premier temps de redresser la partie négative du signal. Le signal ressemble alors à la valeur absolue d'une sinusoïde. Cependant nous cherchons à obtenir un signal continu. Il suffit alors de mettre un condensateur en parallèle, celui-ci va jouer le rôle de réservoir ("buffer"), permettant ainsi d'obtenir un signal relativement continu/stable. Cela veut donc dire que ce montage marche bien lorsque l'utilisateur ne demande pas trop de courant et donc que la décharge du condensateur est minimale  $\implies R_c$  (résistance simulant l'utilisateur) très grande.

Une fois le montage réalisé, on peut être tenté de regarder simultanément sur l'oscilloscope le signal en sortie du générateur et le signal aux bornes du condensateur. C'est une très mauvaise idée, cela reviendrait à court-circuiter une des diodes du pont puisque deux de ses bornes seraient reliées au même point, la masse de l'oscilloscope.

2. On observe par la suite la différence entre le signal de sortie avec  $R_c = 1k\Omega$  et sans  $R_c \iff R_c = +\infty$ . On remarque que le taux d'ondulation :

$$T \equiv \frac{\delta V}{V}$$

est beaucoup plus important lorsque  $R_c = 1k\Omega$ .

On essaye alors de mesurer  $T$  avec précision, on regarde d'abord la tension de sortie puis uniquement le taux d'ondulation.

— Pour  $R_c = +\infty$  :

$$U_s = 10 \pm 1V$$

$$\delta U_s = 0,2mV \text{ (calibre } 1mV/div)$$

$$T = 2.10^{-5} \pm 3.10^{-6}$$

— Pour  $R_c = 1k\Omega$  :

$$U_s = 9 \pm 1V$$

$$\delta U_s = 80mV \text{ (calibre } 20mV/div)$$

$$T = 8,9.10^{-3} \pm 10^{-3}$$

On prend comme incertitude la fonction suivante et comme valeur d'imprécision, un cinquième du calibre (ce qui est peut être surestimé).

$$\Delta T = T \sqrt{\left(\frac{\Delta \delta U_s}{\delta U_s}\right)^2 + \left(\frac{\Delta U_s}{U_s}\right)^2}$$

Dans ce TP nous cherchons à mesurer les performances de différents montages permettant d'avoir une tension continue. Nous allons pour cela faire varier  $R_c$  pour simuler différents appareils. Nous devons cependant veiller à ne pas dépasser 0,25W par résistance. Il va donc falloir mettre des résistances en parallèles pour atteindre des faibles valeurs de  $R_c$  sans dépasser 0,25W.

Nous utilisons un générateur alternatif de 7V, la tension efficace est donc :

$$U_{eff} = \sqrt{2}U \approx 10V$$

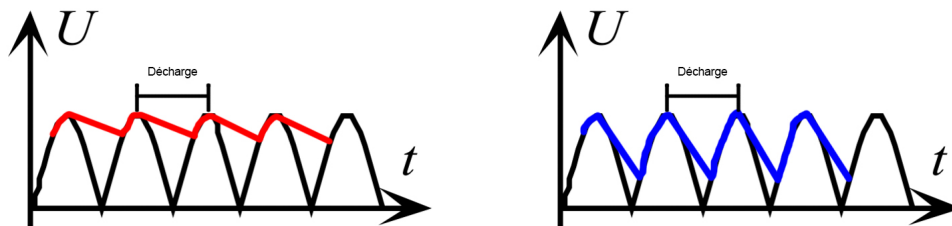
Cela impose :

$$P = \frac{U^2}{R} < 0,25$$

$$\Rightarrow R > \frac{U^2}{0,25} = 400\Omega$$

**Nous avons mis l'étude du taux d'oscillation plus loin (voir tableau+graph comparatif)**

1. On remarque que le taux d'ondulation se dégrade lorsque  $R_c$  diminue. En effet, pour de faibles valeurs de  $R_c$  le courant appelé est élevé, le condensateur se décharge grandement et n'arrive plus à suivre si sa capacité est trop faible. Nous pensons que le condensateur se charge pendant la phase croissante de tension, puis se décharge lorsque l'alimentation ne fournit plus assez. Il agit comme un accumulateur.



A droite le courant appelé est plus important qu'à gauche, la régulation est moins bonne.

2. en prenant un condensateur de  $10\mu F$ , on remarque de la sortie est beaucoup moins stable ( $V \in [1V; 10V]$ ) qu'avec le condensateur de  $1000\mu F$  que nous utilisons. Notre interprétation semble être correcte.

## 2 RÉGULATION PAR DIODE ZENER SIMPLE

Nous allons à présent tenter d'améliorer la régulation en ajoutant une diode Zener et une résistance à la suite du montage précédent. Avant toute chose, nous devons faire attention à ne pas dissiper plus de 0,5W dans la diode Zener et plus

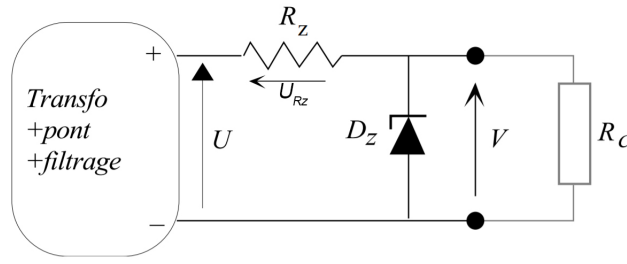


FIGURE 1 – Montage avec diode Zener

de 0,25W dans la résistance  $R_z$ . On étudie le cas limite, i.e  $R_c = \infty$ , tout le courant va dans la Diode.

$$\begin{cases} P_z = V \cdot I_{tot} \\ R_z = \frac{(U - V)}{I_{tot}} \end{cases} \iff \begin{cases} I_{tot} = \frac{P_z}{V} \\ R_z = \frac{(U - V)V}{P_z} \end{cases} \implies R_z = \frac{(10 - 8,2)8,2}{0,5} = 30\Omega$$

Il faut donc  $R_z > 30\Omega$  pour ne pas dissiper plus de 0,5W dans la diode Zener. Mais comment faut-il choisir  $R_z$  pour qu'elle ne grille pas ( $P_{R_z} < 0,25W$ ) ?

$$\begin{aligned} P_{R_z} &< 0,25W \\ \iff \frac{(U_{R_z})^2}{R_z} &< 0,25W \iff \frac{(U - V)^2}{R_z} < 0,25W \\ \iff R_z &> 4 \cdot (U - V)^2 \\ \implies R_z &> 4 \cdot (10 - 8,2)^2 = 13\Omega \end{aligned}$$

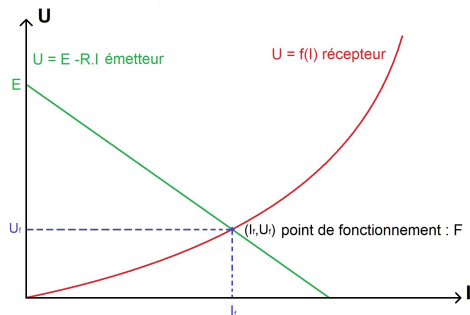
Il faut que :

$$\begin{cases} R_z > 30\Omega \\ R_z > 13\Omega \end{cases} \implies R_z > 30\Omega$$

Dans notre cas nous resterons largement au dessus de 30Ω

### 1. Point de fonctionnement

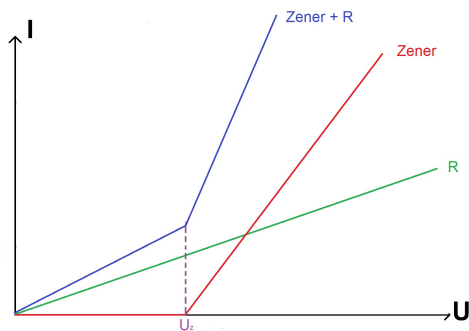
Le point de fonctionnement d'un circuit est le point  $(I_f, U_f)$  pour lequel le générateur et le récepteur du circuit coïncide.



On remarque qu'il est beaucoup plus simple de déterminer le point de fonctionnement graphiquement plutôt que par calcul (les équations pouvant être compliquées) ou expérimentalement.

## 2. Principe de la diode zener

La diode zener est une diode qui par définition possède un sens unique (le courant ne peut pas faire d'aller-retour) qui a la propriétés de fonctionner qu'à partir d'une tension précise que l'on note  $U_z$ . Elle permet ainsi de limiter les valeurs de fonctionnement du système.

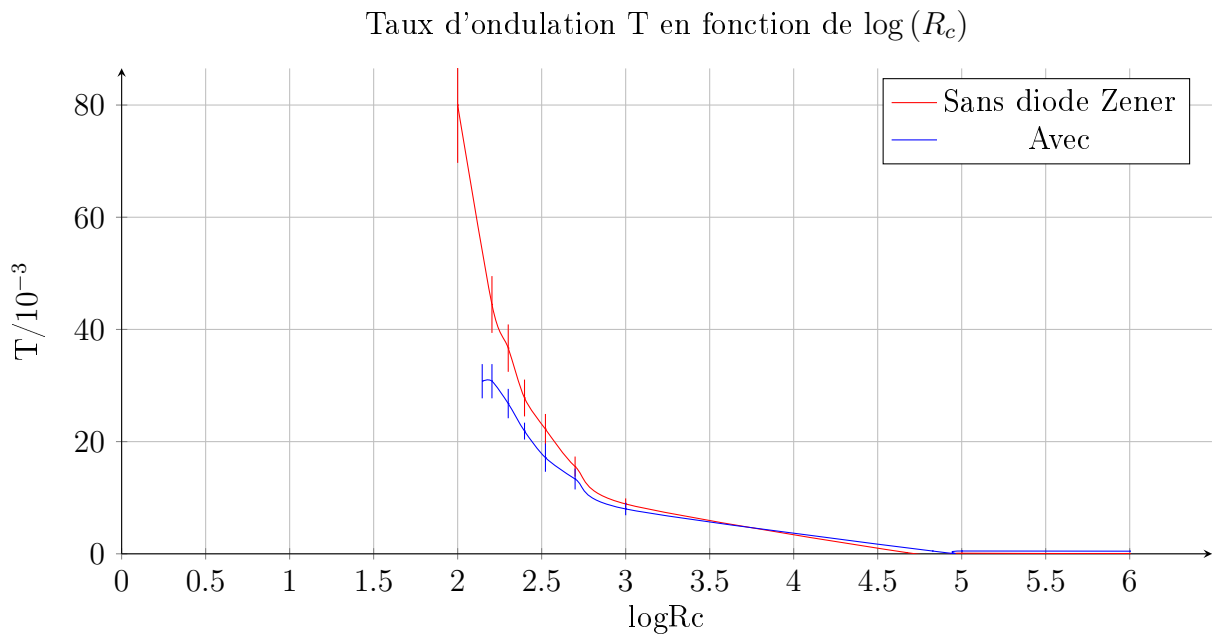


La diode permet un "claquage" du courant à partir de sa tension propre  $U_z$ . En la combinant au circuit précédent on obtient alors une meilleur linéarité de notre régulation comme le montre le tableau suivant :

C = 1000 $\mu$ F	Avec diodes simples		Avec diode zener	
R <sub>c</sub> ( en $\Omega$ )	V <sub>s</sub> ( en volt )	D <sub>s</sub> ( en mV )	V <sub>z</sub> ( en volt )	D <sub>z</sub> en mV )
100	8,0	640		
140			5,2	160
160	9,0	400	5,2	160
200	9,0	330	5,6	160
250	9,0	250	6,4	140
333	9,0	200	7	120
500	9,0	140	7,5	100
1000	9,0	80	8	64
47000	9,0	2		
67000			8	4
100000	9,0	1	8	4
560000	9,0	0,4		
1000000	10,0	0,4	8,5	4
1.00E+099	10,0	0,4	8,5	3

Avec  $R_z = 100 \Omega$  et  $U_z = 8.2 V$

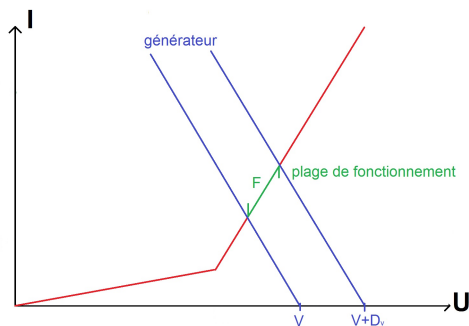
On remarque que notre régulation "tombe" à partir du même ordre de grandeur de  $R_c \approx 1000 \Omega$  et qu'avec la diode zener la décharge  $D_z$  est plus faible que sans celle-ci.



On remarque que la diode Zener réduit le taux d'ondulation pour la faible valeur de  $R_c$  mais augmente T si  $R_c = \infty$  ( $T=3,5 \cdot 10^{-4}$  avec et  $T=4 \cdot 10^{-5}$  sans).

### 3. Choix de $R_c$

Pour choisir la valeur de  $R_c$ , en plus de tenir compte de la puissance maximale que peuvent capter la résistance et la diode zener, il a fallu tenir en compte du graphique suivant :



Plus notre résistance est grande, plus le rapport  $\frac{1}{R_c}$  est faible. Par conséquent notre montage fonctionnerait en dehors de la plage de fonctionnement de la diode zener. Il nous fallait donc une résistance faible mais pas trop.