

# Électronique analogique

## Énoncés de Travaux Dirigés

Valentin Gies

### Contents

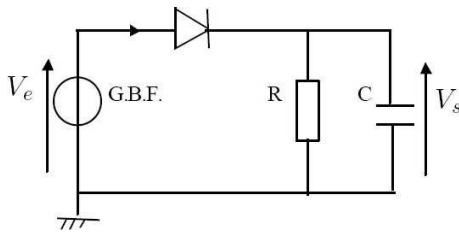
|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Diodes</b>  | <b>3</b>  |
| 1.1      | Diodes : Redresseur mono-alternance non filtré et filtré . . . . . | 3         |
| 1.1.1    | Etude du montage sans la capacité de filtrage C . . . . .          | 3         |
| 1.1.2    | Etude du montage avec la capacité de filtrage C . . . . .          | 4         |
| 1.2      | Diodes : Redresseur double alternance filtré . . . . .             | 5         |
| 1.3      | Régulation de tension à l'aide d'une diode Zener . . . . .         | 5         |
| 1.3.1    | Régulation aval . . . . .  | 6         |
| 1.3.2    | Régulation amont . . . . .   | 6         |
| 1.3.3    | Synthèse . . . . .   | 6         |
| <b>2</b> | <b>Pré-amplification en petits signaux</b>                         | <b>7</b>  |
| 2.1      | Transistor en commutation . . . . .                                | 7         |
| 2.2      | Montage émetteur commun . . . . .                                  | 8         |
| 2.2.1    | Etude de la polarisation en continu . . . . .                      | 9         |
| 2.2.2    | Etude en sinusoïdal petit signaux . . . . .                        | 10        |
| 2.3      | Montage collecteur commun . . . . .                                | 12        |
| 2.3.1    | Etude de la polarisation . . . . .                                 | 12        |
| 2.3.2    | Etude en petits signaux . . . . .                                  | 12        |
| 2.4      | Amplificateur pour antenne de télévision . . . . .                 | 13        |
| 2.4.1    | Etude l'adaptation d'impédance . . . . .                           | 13        |
| 2.4.2    | Etude de la polarisation . . . . .                                 | 14        |
| 2.4.3    | Etude en petits signaux . . . . .                                  | 14        |
| 2.5      | Amplificateur à gain variable . . . . .                            | 15        |
| 2.5.1    | Etude de la polarisation . . . . .                                 | 15        |
| 2.5.2    | Etude en petits signaux . . . . .                                  | 15        |
| 2.5.3    | Amélioration du montage . . . . .                                  | 16        |
| <b>3</b> | <b>Amplification de puissance</b>                                  | <b>17</b> |
| 3.1      | Amplificateur Classe A . . . . .                                   | 17        |
| 3.2      | Amplificateur Classe A modifié . . . . .                           | 17        |
| 3.3      | Amplificateur Classe AB . . . . .                                  | 18        |
| 3.4      | Montage Darlington . . . . .                                       | 19        |
| <b>4</b> | <b>Amplification différentielle</b>                                | <b>20</b> |
| 4.1      | Amplificateur différentiel d'instrumentation . . . . .             | 20        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>5 Filtrage</b>  | <b>22</b> |
| 5.1 Filtre passe-bas actif d'ordre 1 . . . . .               | 22        |
| 5.2 Filtre passe-haut actif d'ordre 1 . . . . .              | 22        |
| 5.3 Filtre passe-bande actif d'ordre 2 . . . . .             | 23        |
| 5.4 Filtre passe-haut actif d'ordre 2 (Sallen Key) . . . . . | 24        |
| 5.4.1 Convertisseur d'impédance généralisé . . . . .         | 25        |

# 1 Diodes

## 1.1 Diodes : Redresseur mono-alternance non filtré et filtré

Le redressement à diodes est à la base des montages à hacheurs et onduleurs dans la mesure où il permet de générer une tension ayant une valeur moyenne non-nulle. Nous nous proposons dans cet exercice de voir son fonctionnement avec et sans capacité de filtrage. On suppose dans cet exercice que la diode est parfaite. La tension d'entrée  $V_e$  est sinusoïdale et son expression est donnée ci-dessous.



$$V_e = U_0 \sin \omega t$$

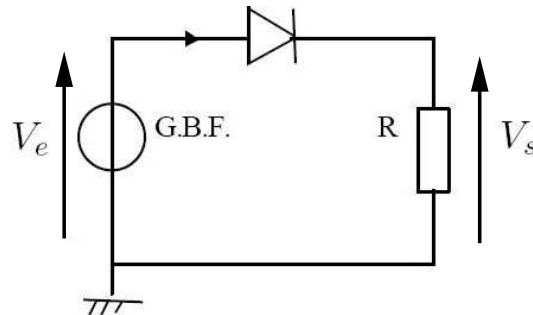
$$U_0 = 20V$$

$$\omega = 2\pi f_0 \quad \text{avec} \quad f_0 = 50Hz$$

$$R = 200\Omega$$

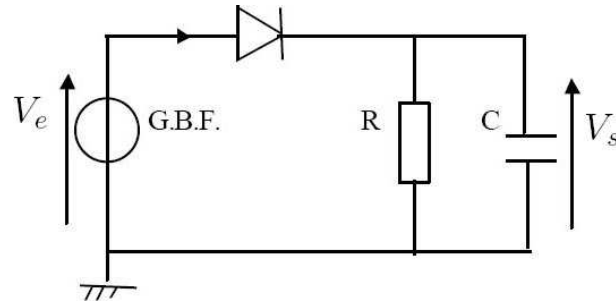
$$C = 50\mu\Omega$$

### 1.1.1 Etude du montage sans la capacité de filtrage C



1. On suppose que la diode est passante. A quelle condition sur  $V_e$  cette hypothèse est vraie ? Dans ce cas, que vaut  $V_s$  ?
2. On suppose que la diode est bloquée. A quelle condition sur  $V_e$  cette hypothèse est vraie ? Dans ce cas, que vaut  $V_s$  ?
3. Représenter l'évolution de  $V_e$  et de  $V_s$  sur un même graphe en fonction du temps.
4. Donner l'expression de la valeur moyenne de  $V_s$  en fonction de l'amplitude  $U_0$  de  $V_e$ .
5. A quoi peut servir un tel montage ?

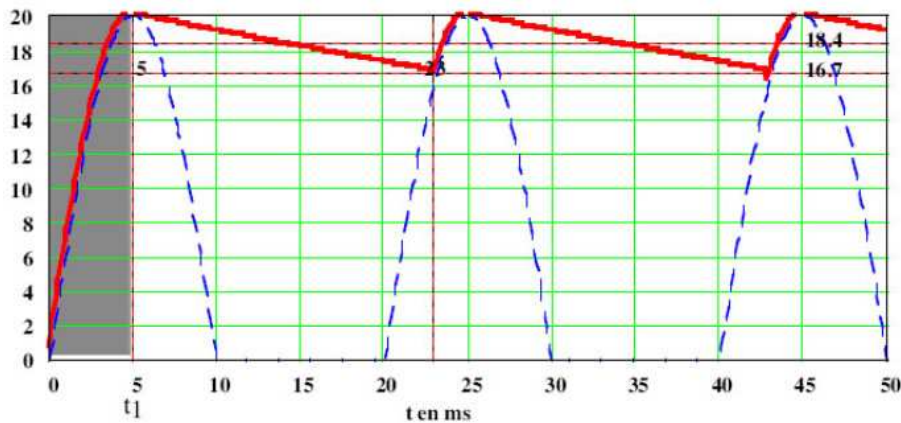
### 1.1.2 Etude du montage avec la capacité de filtrage C



1. On suppose la diode passante :

- Déterminer l'expression de la tension  $V_s$  en fonction de  $V_e$ .
- En utilisant l'expression de  $V_e$  donnée en début d'énoncé, déterminer l'expression des courants  $i_R$  dans la résistance et  $i_C$  dans le condensateur, en fonction de  $R$ ,  $C$ ,  $U_0$ ,  $\omega$ .
- A quelle condition la diode se bloque-t-elle ?
- En déduire l'instant  $t_1$  de blocage de la diode. Faites l'application numérique avec les valeurs des condensateurs suivantes :  $50\mu F$ ,  $500\mu F$  et  $5\mu F$ . Commentez.

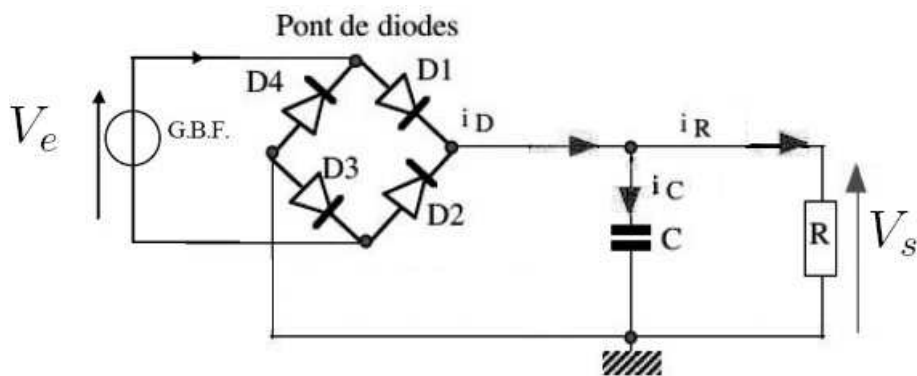
2. On suppose à présent la diode bloquée, et on choisit par commodité l'instant du blocage comme instant initial, en le prenant égal à  $5ms$ :



- En utilisant la loi des noeuds, établir l'équation différentielle régissant le comportement de  $V_s$ .
- Résoudre cette équation différentielle en posant  $\tau = RC$ .
- On suppose que  $\tau$  est suffisamment grand pour que la décharge exponentielle soit assimilable à une portion de droite comme représenté en sur la figure ci-dessus. Déterminer graphiquement au bout de combien de temps la diode redevient passante.
- Déterminer graphiquement l'ondulation de tension et la tension moyenne en sortie du montage (en supposera que l'on peut assimiler la portion de la courbe de  $V_s$  où la diode conduit à un segment de droite).

3. Durant quel pourcentage de chaque période la diode conduit-elle ?
4. Sachant que la charge  $R$  débite en permanence une puissance égale à  $V_s I_R = \frac{V_s^2}{R}$ , mais que l'alimentation ne fournit une puissance  $V_e I_D$  que durant la phase de conduction de la diode, que pouvez vous dire de l'amplitude du courant dans la diode durant la phase de conduction ?
5. Si  $V_e$  est fournie par le réseau EDF (équipé d'un transformateur), quelles sont les conséquences sur le dimensionnement de l'installation ? Que fait EDF pour compenser ces conséquences ?

## 1.2 Diodes : Redresseur double alternance filtré



### Etude du montage sans la capacité de filtrage C

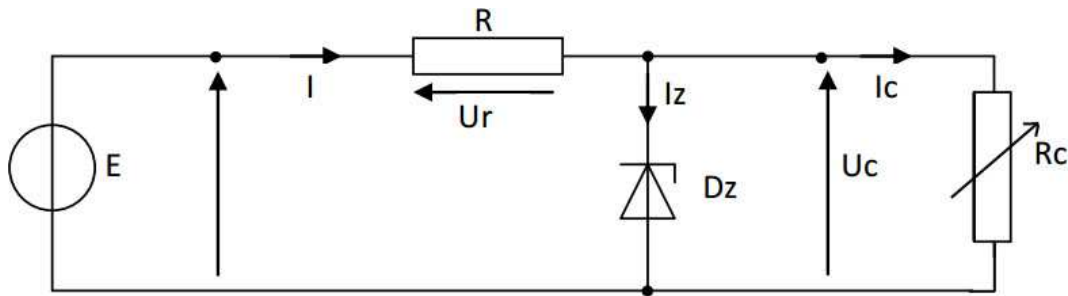
1. On suppose que les diodes  $D_1$  et  $D_3$  sont passantes et que  $D_2$  et  $D_4$  sont bloquées. A quelle condition sur  $V_e$  cette hypothèse est vraie ? Dans ce cas, que vaut  $V_s$  ?
2. On suppose que les diodes  $D_2$  et  $D_4$  sont passantes et que  $D_1$  et  $D_3$  sont bloquées. A quelle condition sur  $V_e$  cette hypothèse est vraie ? Dans ce cas, que vaut  $V_s$  ?
3. Représenter l'évolution de  $V_e$  et de  $V_s$  sur un même graphe en fonction du temps.
4. Donner l'expression de la valeur moyenne de  $V_s$  en fonction de l'amplitude  $U_0$  de  $V_e$ .

### Etude du montage avec la capacité de filtrage C

Reprendre l'étude de l'exercice précédent dans le cas du redressement à l'aide d'un pont de diodes.

## 1.3 Régulation de tension à l'aide d'une diode Zener

La régulation de tension à diode Zener est une méthode très peu onéreuse puisqu'elle se limite à l'usage d'une diode Zener coûtant quelques centimes. Le but de cet exercice est de voir les limites de cette solution de régulation.



$$R = 100\Omega, V_z = 6.2V, I_{Zmax} = 0.2A$$

### 1.3.1 Régulation aval

La tension d'alimentation étant fixe et égale à  $40V$ , il faut calculer les limites de variation de  $R_C$  permettant la stabilisation de la tension.

- Déterminer la valeur minimum de  $R_C$  pour que la diode Zener soit passante et régule la tension.
- Dans ce cas limite, déterminer les valeurs des courants  $I_C$ ,  $I$  et  $I_Z$ .
- Supposons à présent que  $R_C$  a une valeur 4 fois supérieure : déterminer à nouveau les valeurs des courants  $I_C$ ,  $I$  et  $I_Z$ . Que peut-on conclure dans ce cas ?
- Déterminer à présent la valeur maximale de  $R_C$  permettant d'obtenir un courant  $I_Z$  égal à  $I_{Zmax}$ .
- En déduire les valeurs min et max que peut prendre  $R_C$  en mode stabilisation de tension.

### 1.3.2 Régulation amont

La charge étant constante et égale à  $R_C = 200\Omega$ , il faut calculer les limites de variation de  $E$  permettant la stabilisation de la tension.

- Déterminer  $I_C$  et en déduire la plage de courant dans laquelle peut évoluer  $I$ .
- En déduire la plage de variation de  $E$  pour qu'il y ait stabilisation de la tension de sortie sans destruction de la diode Zener.

### 1.3.3 Synthèse

Dans le cas où  $R_C = 200\Omega$ , et avec  $E = 24V$  :

- Calculer les puissances maximum dissipées dans  $R$  et  $D_Z$ .
- Calculer la puissance fournie par l'alimentation  $P_e$ , la puissance reçue par la charge  $P_S$  ainsi que le rendement de ce circuit  $\eta$ .
- Quelle conclusion peut-on en tirer sur ce dispositif de stabilisation de tension ?