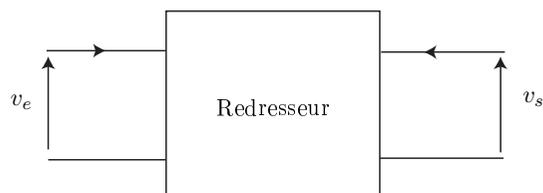


Chapitre 9

Redressement

9.1 Introduction

les redresseurs permettent de fournir une tension toujours positive à partir d'une tension alternative. Cette tension redressée est ensuite "lissée" pour obtenir une tension continue.

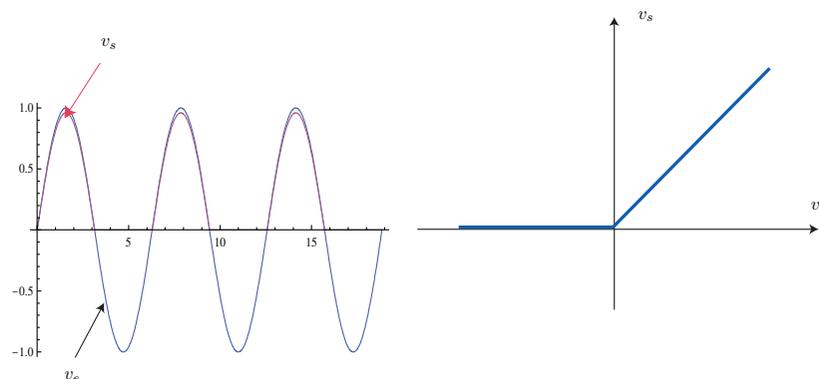


9.2 Redressement simple alternance

9.2.1 Présentation

Un redresseur *simple* alternance est un quadripôle dont la caractéristique s'écrit :

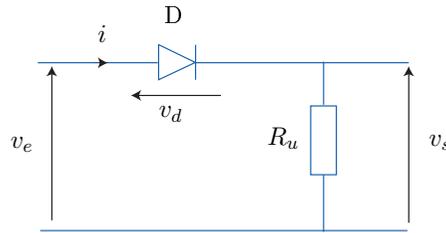
$$v_s = v_e \quad \text{si} \quad v_e > 0 \quad \text{et} \quad v_s = 0 \quad \text{si} \quad v_e < 0$$



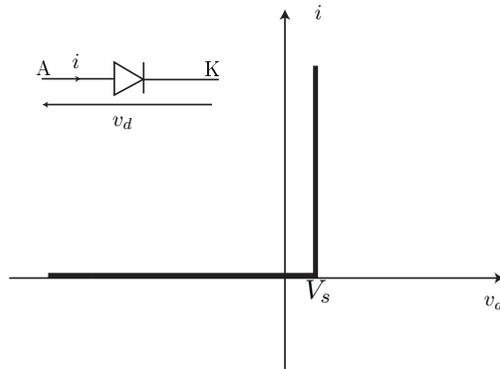
9.2.2 Exemple 1 : Redresseur à diode

Un redresseur à diode est constitué d'une diode de redressement et d'une résistance symbolisant un circuit d'utilisation et le signal sinusoïdal délivré par le G.B.F.

$$v_e(t) = V_m \sin(\omega t)$$



On choisit le modèle de la diode avec tension de seuil $V_s = 0,6$ V.

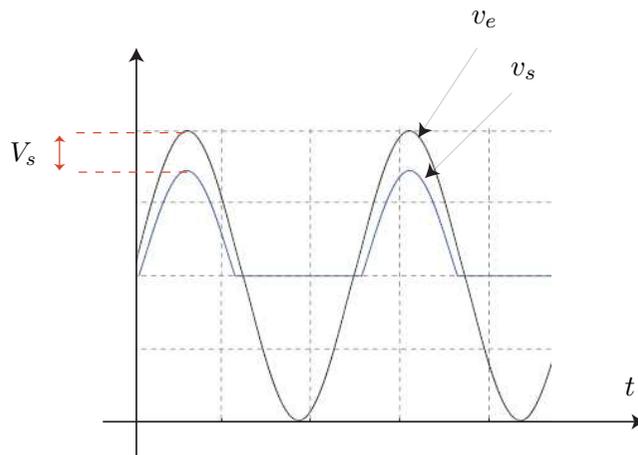


Lorsque la diode conduit ($i > 0$; $v_d = V_s$), alors :

$$v_s = V_m \sin(\omega t) - V_s = R_u i > 0 \quad \rightarrow \quad V_m \sin(\omega t) > V_s$$

Quand l'inégalité précédente n'est pas satisfaite la diode est bloquée : $i(t) = 0$ alors :

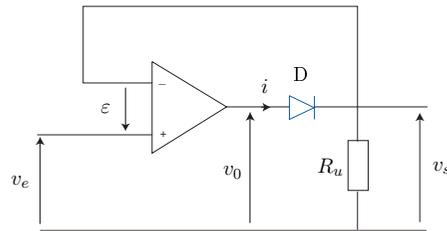
$$v_s(t) = 0$$



L'effet de seuil (existence d'une tension de seuil V_s) est perceptible puisque $v_s(t)$ ne s'annule pas avec $v_e(t)$. Quand la diode conduit, elle forme avec la charge R_u un diviseur de tension : cet effet est très marqué si R_u est faible.

9.2.3 Exemple 2 : Redresseur sans seuil

Pour éliminer le défaut du seuil V_s , réalisons le circuit suivant avec un amplificateur opérationnel supposé idéal. **Lorsque la diode conduit :**



L'amplificateur opérationnel est en régime linéaire, car la boucle de rétroaction est fermée sur l'entrée inverseuse.

Donc,

$$\varepsilon = 0 \quad \rightarrow \quad v_s = v_e$$

La diode étant passante, $i > 0$, il en résulte que $v_s = v_e = R_u i > 0$.

En conclusion,

$$v_s = v_e \quad \text{quand} \quad v_e > 0$$

Lorsque la diode est bloquée :

L'amplificateur opérationnel est en boucle ouverte, c'est-à-dire en régime de saturation.

Comme $i = 0$, la tension de sortie du redresseur est $v_s = 0$ et celle de l'amplificateur opérationnel :

$$v_0 < v_s = 0$$

car puisque la diode est bloquée ($v_d < 0$).

L'amplificateur opérationnel étant en régime de saturation, nous avons :

$$v_0 = -U_{sat}$$

donc :

$$\varepsilon < 0 \quad \rightarrow \quad v_e < 0$$

En conclusion,

$$v_s = 0 \quad \text{quand} \quad v_e < 0$$

La valeur moyenne de la tension redressée est :

$$\langle v_s \rangle = \dots$$

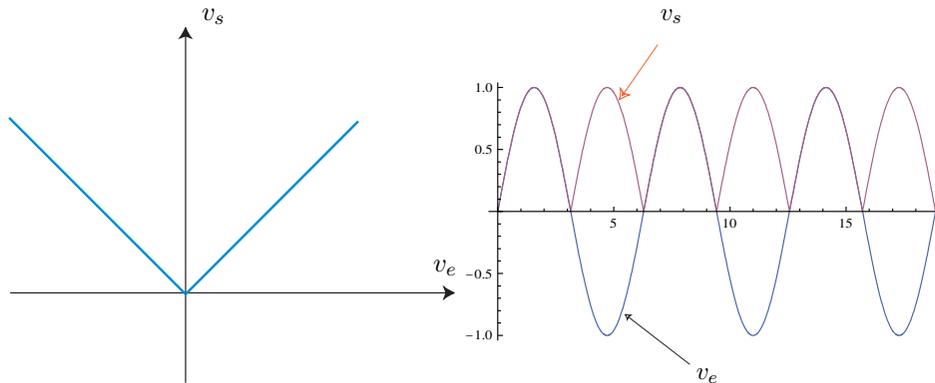
Pour augmenter la valeur moyenne (et donc la puissance transmise), on utilise un redresseur double alternance.

9.3 Redresseur double alternance

9.3.1 Présentation

Un redresseur double alternance est un quadripôle pour lequel les tensions v_s est :

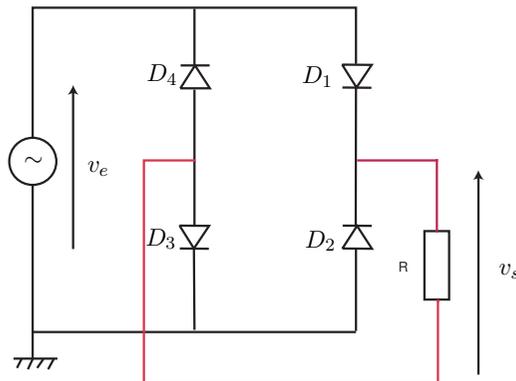
$$v_s = |v_e|$$



Le redresseur double alternance d'une tension alternative double sa fréquence et double la valeur de sa composante continue par rapport à la même tension redressée simple alternance.

9.3.2 Redresseur double alternance à pont de diodes

Considérons le circuit suivant, réalisé avec quatre diodes identiques (pont de GRAETZ), une résistance de charge R_u modélisant un réseau d'utilisation et un générateur basse fréquence.



Lorsque la tension $v_e > 2V_s$ (positive), les diodes D_1 et D_3 conduisent et la tension de sortie est :

$$v_s(t) = v_e(t) - 2V_s$$

Lorsque la tension $v_e < -2V_s$ (négative), ce sont les diodes D_2 et D_4 qui conduisent, et la tension de sortie est :

$$v_s(t) = -(v_e(t) - 2V_s)$$

Le courant qui circule dans la résistance a toujours le même sens.

Remarque : l'effet du seuil est important ($2V_s$).

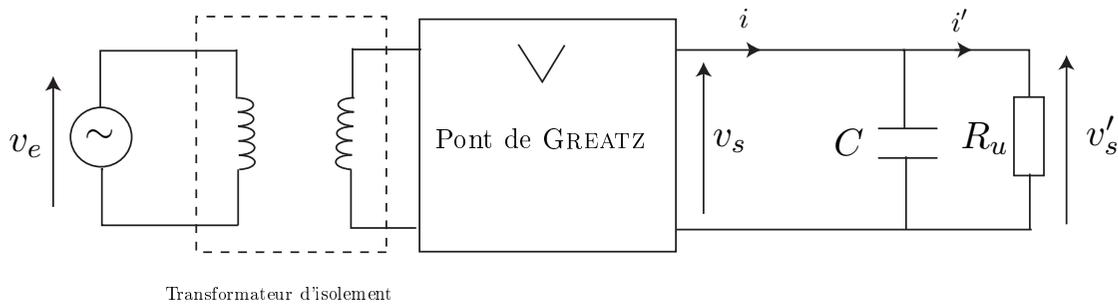
La valeur moyenne de la tension redressée est :

$$\langle v_s \rangle = \dots$$

Elle est plus grand que celle obtenue avec le redresseur simple d'où l'intérêt d'utiliser le redresseur double alternance.

9.4 Redressement avec lissage

Pour alimenter certains appareils, il est nécessaire de produire une tension *continue* à partir de la tension alternative sinusoïdale délivrée par le secteur. Les redresseurs étudiés fournissent bien une tension de signe constant, donc de valeur moyenne non nulle, mais non constante.

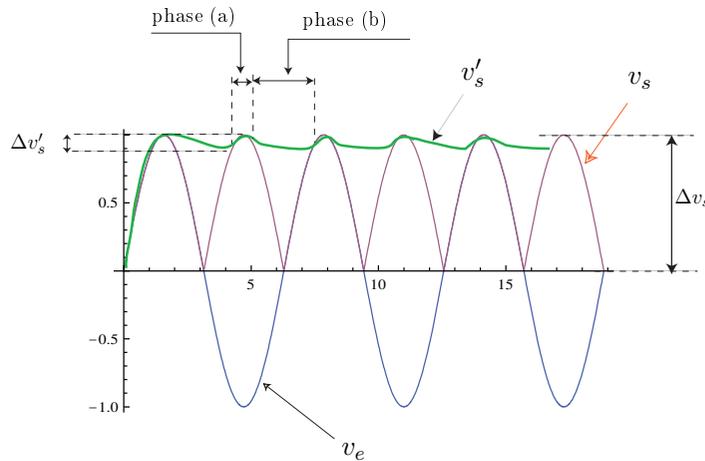


Un lissage par condensateur permet d'obtenir une tension quasi constante, avec un faible taux d'ondulation.

Le condensateur C doit avoir une grande capacité, il est placé en parallèle sur l'utilisation modélisée par la résistance R_u .

Le courant i ne peut circuler que dans un seul sens (le sens permis par le redresseur).

Le transformateur d'isolement permet de séparer la masse du G.B.F. de celle du redresseur afin d'éviter un court-circuit.



Phase (a) : Le condensateur C stocke une partie de la charge débitée par le redresseur pendant sa période de conduction.

Phase (b) : Le condensateur restitue la charge dans l'utilisation R_u pendant la période de blocage du redresseur.

L'ondulation de la tension de sortie est diminuée : $\Delta v'_s < \Delta v_s$. Le circuit (R_u, C) doit avoir une grande constante de temps ($\tau = R_u C \gg T$) pour de bien minimiser l'ondulation (le condensateur se décharge très peu durant la phase b ou le redresseur est bloqué).

On montre que le taux d'ondulation est donné par :

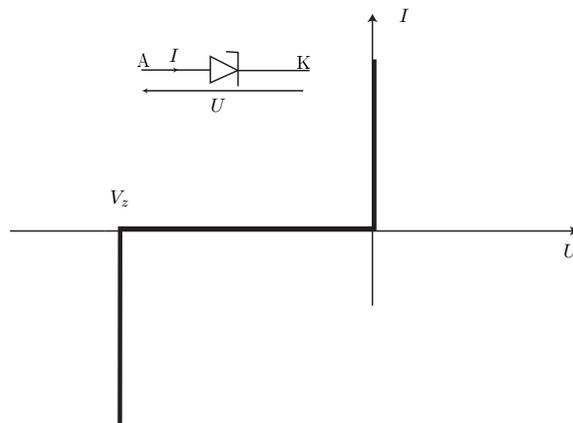
$$\frac{\Delta v'_s}{v'_{s,m}} \approx \frac{T}{2R_u C} = \frac{T}{2\tau}$$

9.5 Régulation

La régulation permet de maintenir constante la tension de sortie à une valeur précise peu importe les variations de la tension l'entrée.
Deux montages de régulation sont possibles.

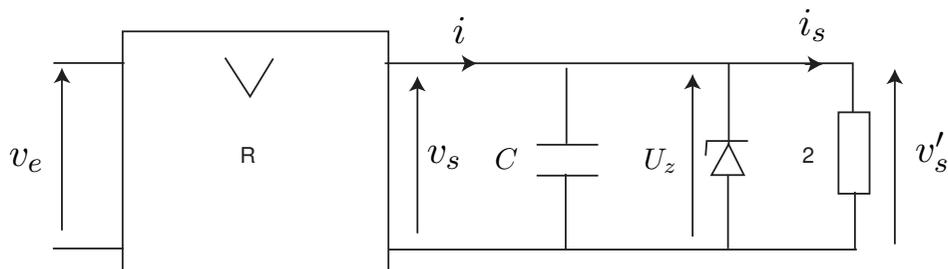
9.5.1 Régulation par diode Zener

La diode ZENER est une diode utilisée en polarisation inverse. La tension ZENER V_z est la tension inverse pour laquelle le courant inverse croît rapidement.



En inverse, la pente de la caractéristique est très forte, on néglige souvent $R_z = \frac{\Delta U}{\Delta I}$. La diode Zener est alors modélisée en inverse par une source de tension parfaite V_z .

On branche la diode Zener en parallèle avec le condensateur de filtrage (dans le bon sens).

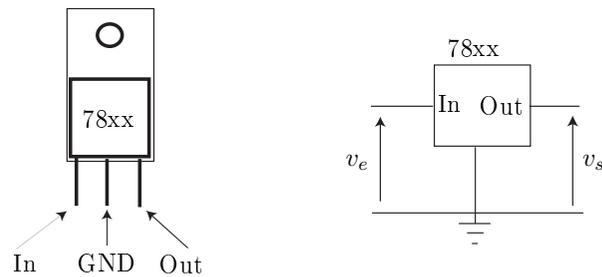


R_p est une résistance de protection de la diode.

puisque $U_z \approx$ constante, alors la tension aux de R_u devient pratiquement sans ondulation $\Delta v'_s \approx 0$

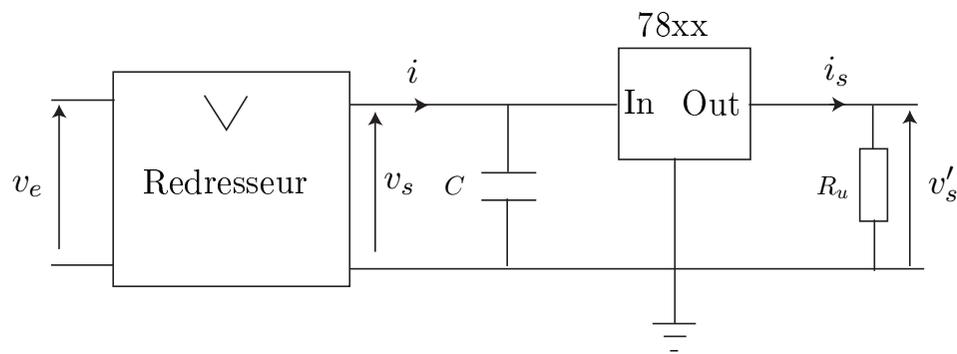
9.5.2 Utilisation d'un RIT

On peut utiliser un Régulateur Intégré de Tension (RIT) pour rendre la tension filtré plus lisse (constante). Le RIT est un circuit intégré qui possède trois broches



Pour fonctionner correctement l'entrée du régulateur (Input) doit être alimentée par la tension une redressée et aussi *filtrée* grâce au montage avec condensateurs.

Les régulateurs de tension conventionnels sont dénommés (ex : LM78xx) selon la tension de sortie qu'ils fournissent. Ainsi un 7805 fournit 5 volts en sortie, un 7812 fournit 12 volts.



La tension d'entrée du régulateur de tension doit être supérieure à la valeur de tension que l'on souhaite avoir en sortie (Output). La chute de tension est d'environ 2 volts.

9.6 Principe d'une alimentation continue

