

TP N° 11 : REDRESSEMENT, FILTRAGE

I. Objectifs.

On montre d'abord comment l'utilisation de diodes permet de redresser une tension alternative, on étudie ensuite le filtrage passe-bas de la tension redressée pour obtenir une tension continue.

II. Rappels sur les diodes.

Se reporter au TP 3 « Dipôles électrocinétiques » et au cours X « Exemples de circuits non linéaires » : la caractéristique statique (en régime lentement variable) courant-tension d'une diode de résistance en direct nulle et de résistance en inverse infinie est représentée par la figure 1 où V_s est la tension de seuil ; celle d'une diode idéale par la figure 2 ($V_s = 0$).

Figure 1

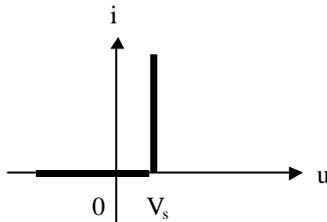
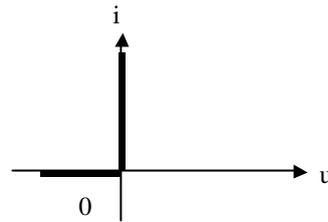


Figure 2

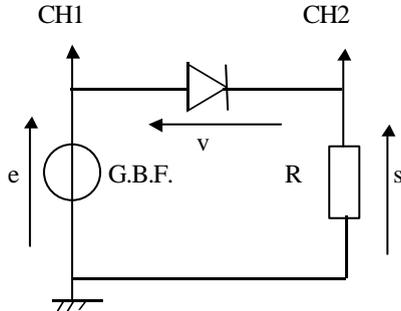


III. Redressement simple alternatif.

1. Montage, visualisation à l'oscilloscope de la tension redressée.

Réaliser le montage suivant avec $R = 1 \text{ k}\Omega$ (il faut en fait satisfaire $R_{\text{direct}} \ll R \ll R_{\text{inverse}}$ ce qui est peu contraignant (voir les mesures effectuées au TP 3 : R_{direct} une centaine d'ohms et R_{inverse} infinie).

La fréquence de la tension alternative à redresser est $f = 200 \text{ Hz}$, son amplitude (lue à l'oscilloscope) $U_m = 2 \text{ V}$.



Ecrire la loi des mailles ; en déduire la tension de sortie s en fonction de la tension d'entrée e et de la tension de seuil V_s pour la diode passante, puis pour la diode bloquée.

Enregistrer l'oscillogramme sous Synchronie (voie annexe TP5), en déduire la valeur de V_s .

2. Mesure des grandeurs caractéristiques associées à la tension redressée.

Pour ces mesures on fixe $U_m = 10 \text{ V}$ (le maximum) de façon à minimiser l'importance relative du seuil.

Les notations sont les notations usuelles.

a) Valeur efficace.

- Etablir l'expression de S_{eff} en fonction de E_{eff} pour $V_s = 0$.
- Mesurer au voltmètre numérique (appareil de valeur efficace vraie, voir le TP 2) E_{eff} puis S_{eff} . Conclure.

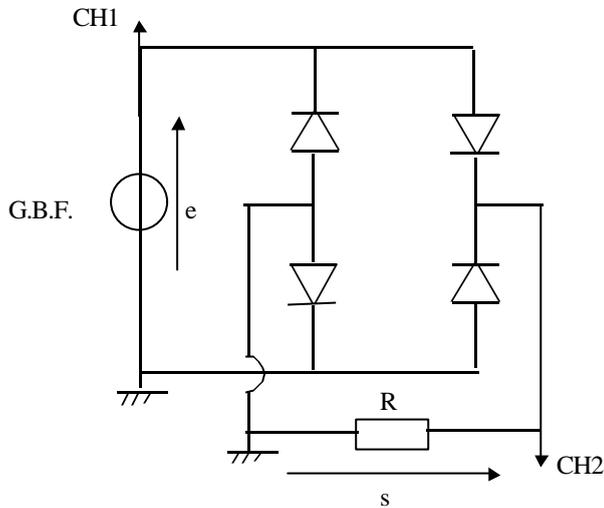
b) Valeur moyenne (composante continue de la décomposition en série de Fourier).

- Etablir l'expression de $\langle s(t) \rangle$ en fonction de l'amplitude S_m pour $V_s = 0$; en déduire la valeur du rapport $\tau = \frac{S_m}{\langle s(t) \rangle}$.
- Mesurer $\langle s(t) \rangle$ à l'oscilloscope de la façon suivante : visualiser le signal de sortie sur DC, puis sur AC, la comparaison des deux oscillogrammes donne la composante continue $\langle s(t) \rangle$; mesurer S_m , en déduire τ et conclure.

IV. Redressement double alternance.

1. Montage, visualisation à l'oscilloscope de la tension redressée.

On réalise un pont à diodes, appelé pont de Graetz, comme schématisé ci-dessous, avec $f = 200 \text{ Hz}$; $U_m = 2 \text{ V}$; $R = 1 \text{ k}\Omega$.
 On visualise simultanément la tension délivrée par le G.B.F. et, à l'aide d'une sonde différentielle, la tension de sortie s .



Remarque : on peut rencontrer des problèmes de synchronisation du signal (signal légèrement modulé par le 50 Hz du secteur que l'on récupère dans les fils...) ; pour s'en affranchir, modifier légèrement f .

Enregistrer les oscillogrammes obtenus pour $e(t)$ sinusoïdal, puis triangulaire, puis rectangulaire et en faire l'interprétation : schématiser par un tracé coloré sur le schéma ci-dessus le « chemin » suivi par une alternance positive, puis celui suivi par une alternance négative, en déduire le principe du redressement double alternance.

Donner un titre à chacun des oscillogrammes enregistrés, choisir une mosaïque appropriée et l'imprimer.

On reviendra pour ce qui suit à un signal sinusoïdal.

2. Mesure des grandeurs caractéristiques associées à la tension redressée.

Pour ces mesures on fixe $U_m = 10 \text{ V}$ (le maximum) de façon à minimiser l'importance relative du seuil.
 Les notations sont les notations usuelles.

a) Valeur efficace.

- Etablir l'expression de S_{eff} en fonction de E_{eff} pour $V_s = 0$.
- Mesurer au voltmètre numérique (appareil de valeur efficace vraie, voir le TP 2) E_{eff} puis S_{eff} . Conclure.

b) Valeur moyenne (composante continue de la décomposition en série de Fourier).

- Etablir l'expression de $\langle s(t) \rangle$ en fonction de l'amplitude S_m pour $V_s = 0$; en déduire la valeur du rapport $\tau = \frac{S_m}{\langle s(t) \rangle}$.
- Mesurer $\langle s(t) \rangle$ à l'oscilloscope de la façon suivante : visualiser le signal de sortie sur DC puis sur AC , la comparaison des deux oscillogrammes donne la composante continue $\langle s(t) \rangle$; évaluer S_m , en déduire τ et conclure.

V. Conclusion.

Ecrivons la décomposition en série de Fourier de e et s :

- $e(t) = U_m \sin(\omega t)$ (c'est le signal lui-même) ;
- signal sinusoïdal redressé simple alternance : $s(t) = S_m \left[\frac{1}{\pi} + \frac{\sin(\omega t)}{2} - \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos(2n\omega t)}{(4n^2 - 1)} \right]$;
- signal sinusoïdal redressé double alternance : $s(t) = S_m \left[\frac{2}{\pi} - \frac{4}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos(2n\omega t)}{(4n^2 - 1)} \right]$.

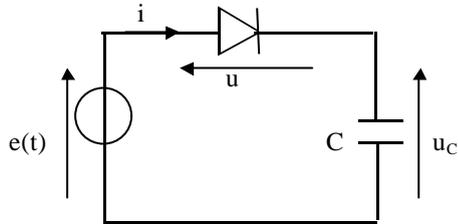
Conclusion, valable pour tous les signaux périodiques : le redressement est un traitement non linéaire qui s'accompagne d'un enrichissement du spectre de fréquences.

VI. Redressement avec filtrage.

On désire obtenir une tension continue par filtrage passe-bas d'une tension redressée simple alternance.

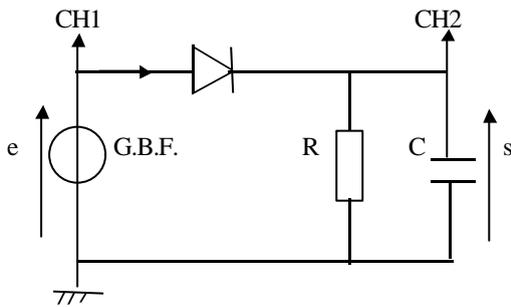
1. Etude théorique : le détecteur de crête.

Examiner le montage suivant pour une diode idéale dont la caractéristique est celle de la figure 2 :



Ecrire la loi des mailles ; en déduire le comportement de la diode lorsque $e(t)$ augmente, puis lorsque $e(t)$ diminue.

2. Réaliser le montage ci-dessous où le filtre passe-bas est un filtre (R,C), avec $f = 1 \text{ kHz}$; $U_m = 10 \text{ V}$ (pour minimiser l'effet de seuil) ; $C = 1 \mu\text{F}$ et R boîte de résistance variable.



a) Etude théorique.

Ecrire l'équation différentielle vérifiée par u_C pour la diode bloquée, la résoudre. En déduire l'allure de $s(t)$ pour $V_s = 0$.

b) Etude expérimentale.

Ajuster la valeur de R et enregistrer les oscillogrammes obtenus pour $\tau = RC = T/10$; $\tau = RC = T$; $\tau = RC = 10T$.

Donner un titre à chacun des oscillogrammes enregistrés, choisir une mosaïque appropriée et l'imprimer.

Conclure.

3. Remarque.

Si l'on veut réaliser un redressement et un filtrage sans seuil, il faut utiliser un A.O. monté en suiveur comme dans le TP 8 :

