

TP Redressement d'un signal alternatif sinusoïdal

De nombreux appareils électriques : HI-FI, téléphonie, électroménager... sont des appareils à courant continu fonctionnant sous seulement quelques volts. Or l'électricité disponible au niveau des prises de courant l'est sous forme de tension alternative de valeur efficace 230V et de fréquence 50Hz.

Il y a donc deux étapes à réaliser pour pouvoir utiliser de la tension continue à partir d'une telle source :

- Un abaissement de la tension qui est effectué par le transformateur.
- Un redressement du signal.

C'est cette dernière fonction : conversion alternatif /continu que nous étudions ici.

Dans un premier temps, le signal est redressé grâce à des diodes puis stabilisé par un « détecteur crête ».

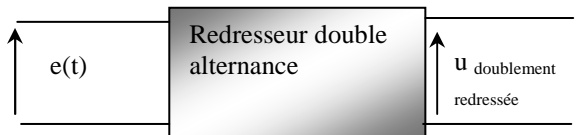
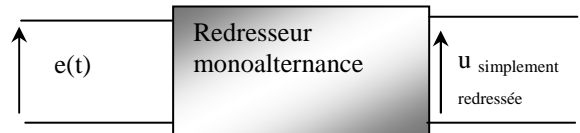
1-Préparation

1-1-Redressement parfait

- Un signal ayant subi un redressement monoalternance est identique à e quand e est positif et il est nul quand e est négatif.

- Un signal ayant subi un redressement double alternance est identique à e quand e est positif et égal à l'opposé de e quand e est négatif.

a) Dessiner les signaux simplement et doublement redressés.



b) Calculer la valeur moyenne de chacun des signaux redressés (double et simple alternance) si v_e est sinusoïdal.

On prendra $e = E_m \sin(\omega t)$, rappel : $\omega = \frac{2\pi}{T}$

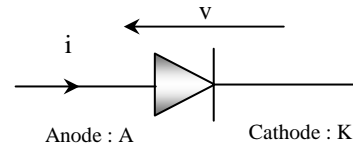
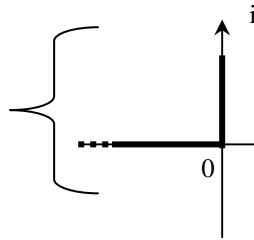
On rappelle que $\langle u(t) \rangle = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} u(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$ pour un signal de période T .

On donnera à chaque fois $\langle u_{\text{redressé}} \rangle$ en fonction de u_{max} qui est égal à E_m .

1-2-Fonctionnement d'une diode à jonction.

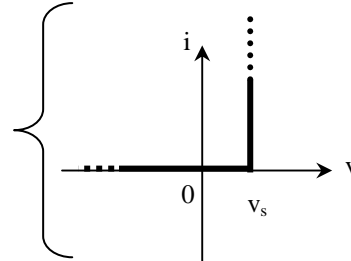
***Diode parfaite** : caractéristique :

- Elle devient passante lorsque $v > 0$
- Lorsqu'elle est passante $v = 0$.
- Elle se bloque lorsque i devient nul



***Modèle plus précis** (le plus couramment utilisé)

- Elle devient passante lorsque $v > v_s$, v_s est appelée tension de seuil de la diode $v_s = 0,65V$ en général.
- Lorsqu'elle est passante $v = v_s = 0,65V$.
- Elle se bloque lorsque i devient nul.



C'est ce dernier modèle que nous utiliserons.

Considérons le montage suivant dans lequel :

$R \gg R_g$ (résistance interne du GBF):

Nous avons :

$$e = E_m \cdot \sin(\omega t), \text{ donc à } t = 0, e_g = 0.$$

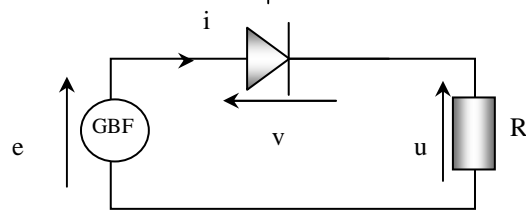


Figure 1

a) Dans les premiers instants la diode est bloquée, exprimer alors v en fonction de e .

b) Pour quelle valeur de e la diode devient-elle passante ?

c) Exprimer $i(t)$ en fonction de e , R et v_s lorsque la diode est passante.

d) En déduire un chronogramme représentant e et u (on prendra pour la représentation $v_s = 0,7V$ et $E_m = 4V$).

e) En déduire une méthode de mesure de v_s .

f) Le défaut du à v_s est appelé défaut de seuil. Comment doit être le rapport $\frac{E_m}{v_s}$ pour le minimiser ?

2-Manipulation- Redressement monoalternance

2-1- Etude de différentes diodes

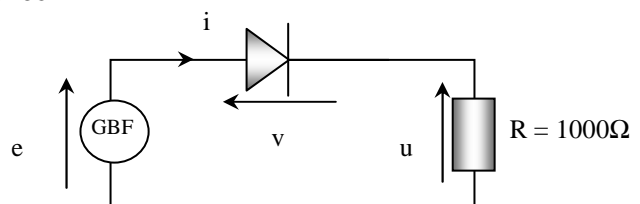
On va réaliser le montage ci contre :

- En voie 1 on visualise $e(t)$ sinusoïdal
- En voie 2 on visualise le signal redressé $u(t)$

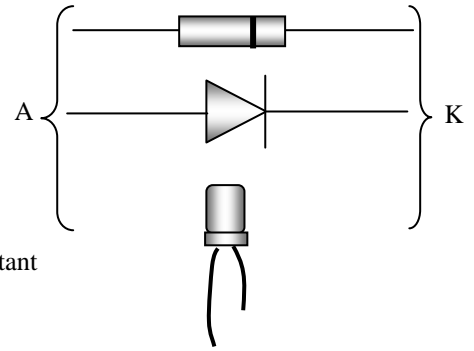
On prendra e sinusoïdal : $e = E_m \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$

On mettra une amplitude maximale au GBF (level au maximum) et une fréquence de 200Hz.

On s'intéresse à trois types de diodes :



- La diode au Silicium (celle de plus petite taille)
 - La diode au Germanium (celle de plus grande taille)
 - La diode électroluminescente ou LED (de couleur rouge).
- Sur les diodes Silicium et Germanium, la cathode est repérée par un trait noir .
 Sur la diode électroluminescente, la cathode est repérée par une patte plus courte.



- Faire le montage puis paramétrer synchronie et donner une courbe représentant v_e et u pour chacune des diodes. (*courbes 1, 2 et 3*)
- Déterminer précisément la tension de seuil v_s des différentes diodes.

Type de diode	Si	Ge	L.E.D
v_s (V)			

La mesure de v_s sera faite à l'oscilloscope numérique par comparaison des valeurs maximales de e et de u .

- Pour chaque diode donner la valeur moyenne de u (mesurée par exemple à l'oscilloscope numérique) et la comparer au résultat du 1-1-b). On remplira pour cela le tableau ci dessous.

Remarque : comme nous l'avons déjà vu, pour mesurer une valeur moyenne, on peut aussi utiliser un multimètre en position DC (comme si on mesurait une tension continue).

Type de diode	Si	Ge	L.E.D
$\langle u \rangle_{\text{exp}}$ (expérimental) (V)			
u_{max} (V)			
$\langle u \rangle_{\text{th}}$ (théorique) (V)			
$\frac{\langle u \rangle_{\text{th}} - \langle u \rangle_{\text{exp}}}{\langle u \rangle_{\text{th}}}$			

- Expliquer pourquoi $\langle u \rangle$ est légèrement inférieure à la valeur attendue. Expliquer également les différences observées pour les trois types de diodes.

- Réaliser à nouveau le montage de la figure 1 avec la LED et se placer à une fréquence de 1 Hz. Expliquer alors ce que l'on peut observer.

2-2-Taux d'ondulation : définition et application au montage simple alternance.

Définition : le taux d'ondulation τ est défini par la formule ci dessous, plus il est important plus le signal $u(t)$ ondule, plus il est faible plus on se rapproche d'un signal continu. Un dispositif de redressement de tension sera d'autant plus efficace que son taux d'ondulation est faible.

$$\tau = \frac{\text{valeur efficace de l'ondulation du signal redressé}}{\text{valeur moyenne du signal redressé}} = \frac{U_{\text{effond}}}{\langle u \rangle}$$

Exemples :

Pour $u_1(t)$:

$$U_{\text{effond}} = \frac{2}{\sqrt{2}} \quad (\text{valeur efficace de l'ondulation})$$

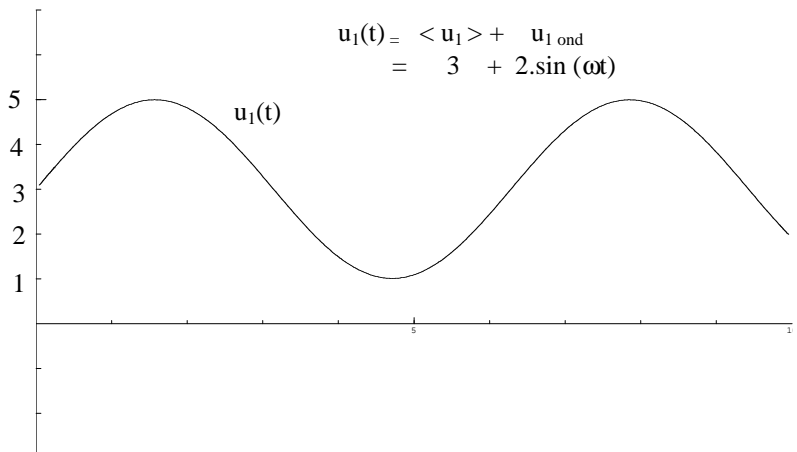
Car la valeur maximale de l'ondulation est

$$U_{1\text{m ond}} = 2 \text{ V}$$

D'autre part $\langle u_1 \rangle = 3 \text{ V}$

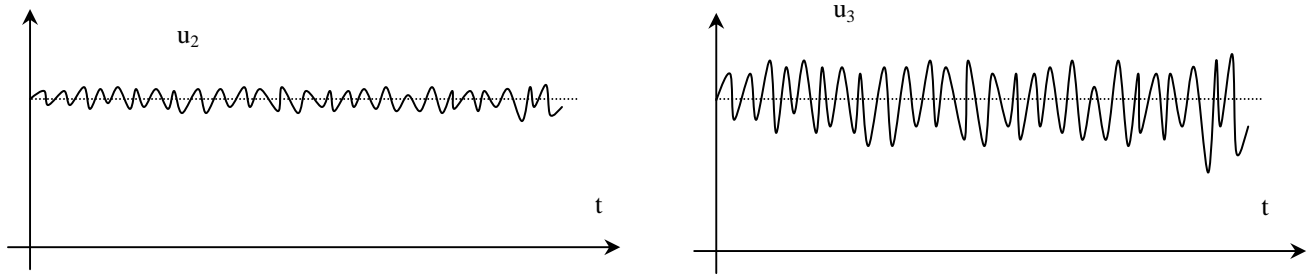
$$\text{Donc } \tau_1 = \frac{2/\sqrt{2}}{3} = \frac{2}{3\sqrt{2}} = 0,47$$

Ce signal u_1 présente donc 47% d'ondulation



Plus le taux d'ondulation est faible plus on se rapproche du but recherché : « avoir un signal continu ».

Par exemple si on a les deux signaux suivants :



u_2 et u_3 ont même valeur moyenne mais il est clair que $\tau_2 < \tau_3$: u_2 se rapproche plus d'un signal continu que u_3 .

Attention : $U_{\text{eff ond}}$ (valeur efficace de l'ondulation d'une tension u) se mesure avec un voltmètre alternatif RMS en position AC. **Attention** on ne peut pas utiliser l'oscilloscope numérique pour cette mesure car celui-ci donne automatiquement du TRMS : valeur efficace vraie du signal et non la valeur efficace de l'ondulation.

Par exemple, faire un essai avec u_1 , l'appareil doit indiquer $U_{\text{eff ond}} = \frac{2}{\sqrt{2}} = 1,41\text{V}$, c'est ce que donne un multimètre numérique RMS en position AC.

a) Par l'expérience (en prenant toujours : $e = E_m \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$ avec Level du GBF au maximum et $f = 200\text{Hz}$), déterminer les taux d'ondulation de la tension $u(t)$ pour le montage de la figure 1 avec les différents types de diodes :

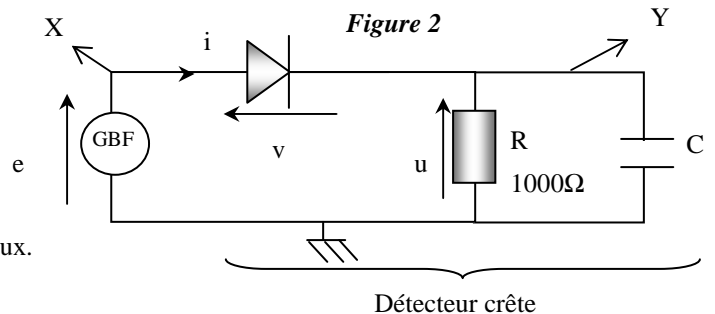
Type de diode	Si	Ge	LED
$u_{\text{eff ond}}$ (V)			
$\langle u \rangle$ (V)			
τ			

b) Commenter ces résultats

2-4 Amélioration du montage- Détecteur crête.

2-4-1 Présentation du détecteur

Le circuit ci-contre est un détecteur crête.
Plus la valeur de C est élevée plus le signal $u(t)$ aura une composante continue importante.
Le détail de fonctionnement du circuit est hors programme on se contentera ici de résultats expérimentaux.



2-4-2 Analyse expérimentale

Réaliser le montage de la figure 2 avec la diode au Germanium. C sera réalisé par une boîte à décade de condensateur.

- Mettre C à $1 \mu\text{F}$. Visualiser u . Paramétrer ensuite synchronie pour tracer $e(t)$ et $u(t)$ sur un même graphe (*courbe 5*)
- Mettre C à sa valeur maximale. Paramétrer ensuite synchronie pour tracer $e(t)$ et $u(t)$ sur un même graphe (*courbe 6*).
- Influence sur le taux d'ondulation. Remplir et commenter les résultats du tableau ci-dessous :

Valeur de C	$1 \mu\text{F}$	C_{max}
$u_{\text{eff ond}}$ (V)		
$\langle u \rangle$ (V)		
Taux d'ondulation τ		

3-Redressement double alternance par pont de Graëtz

3-1 Analyse de la tension v_s

On travaille sur le circuit ci-contre

Remarques :

- Noter qu'il faut isoler les masses du GBF et de synchronie (ou c'est équivalent, de l'oscilloscope). Elles ne doivent pas être communes sinon la diode D4 est court-circuitée. Pour cette raison, nous ne pourrions pas visualiser simultanément $e(t)$ et $u(t)$.

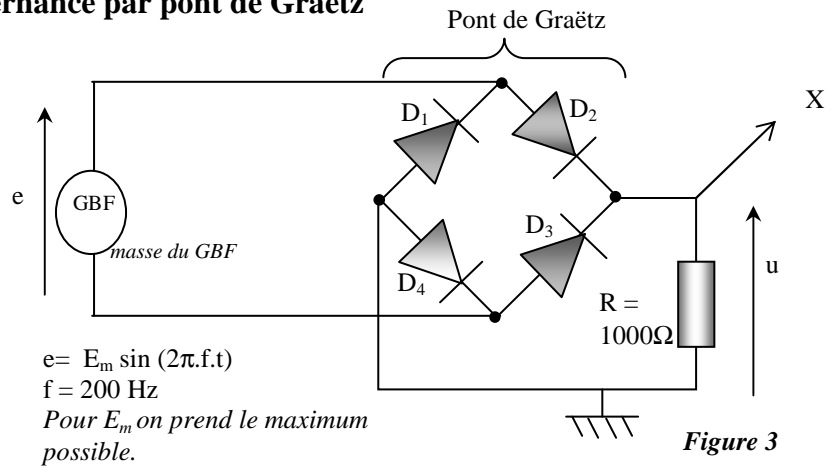


Figure 3

- Le pont doit être monté sur la plaque Labdeck, attention de « câbler » correctement les 4 diodes.

a) Visualiser à l'oscilloscope $u(t)$ puis paramétrer Synchronie afin d'obtenir un chronogramme de cette tension (on veut visualiser quelques périodes) (*courbe 7*)

c) On désire mesurer $\langle u \rangle$ et comparer cette valeur à la valeur théorique du 1-1-b). Remplir le tableau ci dessous :

Type de diode	Si	Ge	L.E.D
$\langle u \rangle_{\text{exp}}$ (expérimental) (V)			
u_{max} (V)			
$\langle u \rangle_{\text{th}}$ (théorique) (V)			
$\frac{\langle u \rangle_{\text{th}} - \langle u \rangle_{\text{exp}}}{\langle u \rangle_{\text{th}}}$			

d) Sur le montage constitué avec les LED mettre une fréquence de 1 Hz au GBF et expliquer ce que l'on observe.

3-2-Taux d'ondulation pour le redressement double alternance

On se place à nouveau à 200 Hz avec une amplitude maximale pour v_e .

a) Remplir le tableau ci-dessous

Type de diode	Si	Ge	LED
$U_{\text{eff ond}}$ (V)			
$\langle u \rangle$ (V)			
τ			

b) Comparer au tableau du 2-3-a)

3-3- Taux d'ondulation avec détecteur crête

On met à présent la boîte à décade de condensateurs en parallèle avec R sur le pont de Graëtz monté avec des diodes au Germanium (on réalise ainsi un « détecteur crête »)

a) Paramétrer Synchronie pour obtenir un graphe de u lorsque $C = 1 \mu\text{F}$. On prendra 8 périodes. (*courbe 7*)

b) Sur un nouveau document synchronie, faire une nouvelle saisie de u lorsque C est maximal. On prendra 8 périodes. Commenter ces deux courbes. (*courbe 8*)

c) remplir le tableau suivant et commenter :

Valeur de C	$1\mu\text{F}$	C_{max}
$U_{\text{eff ond}}$ (V)		
$\langle u \rangle$ (V)		
Taux d'ondulation τ		