

TP Électronique 04

Modulation et démodulation

Cette séance correspond à la partie expérimentale du chapitre 5 « Modulation-Démodulation ».

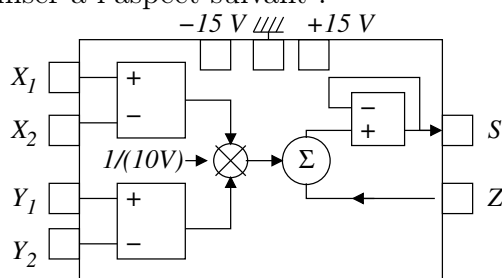
→ On présente tout d'abord le « multiplieur ».

→ On réalise ensuite la modulation d'amplitude et la démodulation synchrone présentées en cours pour une modulation à porteuse supprimée.

→ Dans une dernière partie, on présente expérimentalement la « démodulation d'enveloppe » pour une modulation d'amplitude avec porteuse

1 Présentation du multiplieur

Le composant que nous allons utiliser à l'aspect suivant :



dont la fonction de transfert vérifie :

$$S = \frac{(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_2)}{10V} + Z$$

Sans entrer dans le détail de sa réalisation, on retiendra que, comme un ALI, le multiplieur est un composant actif qui doit être alimenté en $+15\text{ V} / -15\text{ V}$.

Il possède des limites de fonctionnement : limitation de la tension en sortie, de l'intensité en sortie, vitesse limite de balayage, fréquence de coupure de l'ordre de la centaine de kHz.

**Pour toute la suite, les bornes X_2 , Y_2 et Z seront reliées à la masse et les bornes X_1 et Y_1 seront alimentées par les tensions $e_1(t)$ et $e_2(t)$.
En conséquence $s(t) = ke_1(t)e_2(t)$ avec $k = 0,1\text{ V}^{-1}$.**

2 Modulation d'amplitude

À l'aide du multiplieur, réaliser la modulation d'amplitude avec :

★ $s_m(t)$ signal basse fréquence, appelé **signal modulant** : signal sinusoïdal, fréquence $f_m = 1\text{ kHz}$;

★ $s_p(t)$ signal haute fréquence, appelé **porteuse** : signal sinusoïdal, fréquence $f_p = 10\text{ kHz}$.

→ Observer, à l'aide de la Sysam et du logiciel Latis-pro, la tension du signal modulant et la tension en sortie du multiplieur, notée s_{AM} .

La figure 1 de l'annexe donne un exemple de résultat avec $f_m = 1070\text{ Hz}$ et $f_p = 10,3\text{ kHz}$.

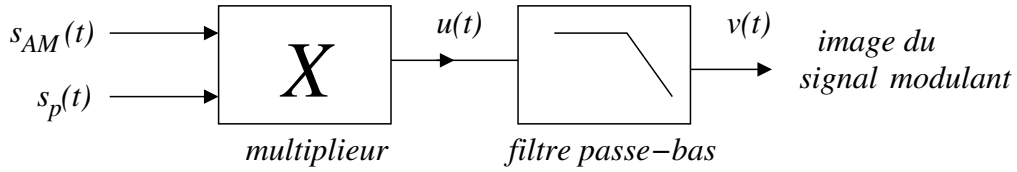
Au besoin, jouer légèrement sur l'offset de la porteuse pour obtenir le signal attendu en sortie du multiplieur.

Q.1 : Justifier les choix retenus pour le pas de temps et le nombre de points d'enregistrement.

Commenter le spectre en fréquence du signal de sortie.

3 Démodulation synchrone

La structure d'une démodulation synchrone est représentée ci-dessous et réalisée au bureau :



Q.2 : Sachant que $f_m = 1$ kHz et $f_p = 50$ kHz, proposer un montage (et des valeurs numériques pour les composants) permettant de filtrer le signal $u(t)$ et de récupérer en sortie de la chaîne un signal $v(t)$ image du signal modulant.

4 Démodulation d'enveloppe

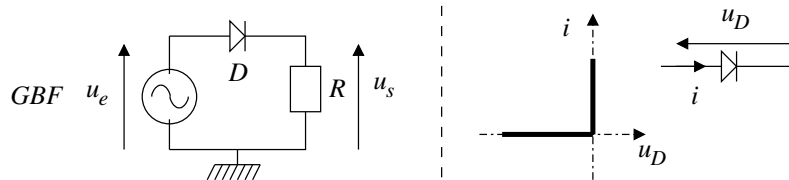
Dans cette dernière partie, on présente une technique alternative de démodulation d'un signal modulé en amplitude.

Cette technique ne s'applique que pour un signal modulé de la forme :

$$s_{AM}(t) = A [1 + m \cos(2\pi f_m t + \varphi_m)] \cos(2\pi f_p t) \quad \text{avec} \quad 0 < m < 1$$

4.1 Redressement simple alternance

→ Réaliser le montage suivant :



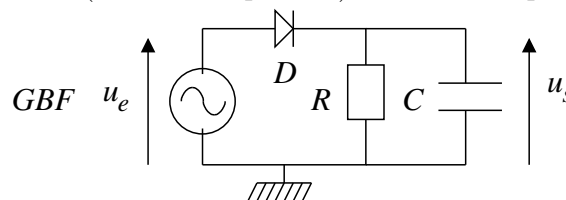
avec : $R = 10$ k Ω , u_e une tension sinusoïdale de fréquence $f_o = 1$ kHz, et D une diode dont la caractéristique simplifiée est donnée ci-dessus.

Observer $u_e(t)$ et $u_s(t)$.

Q.3 : La figure 2 en annexe donne un exemple de résultat. Expliquer.

4.2 Détecteur de crête

→ Ajouter alors un condensateur C (boîte de capacités) comme indiqué ci-dessous :

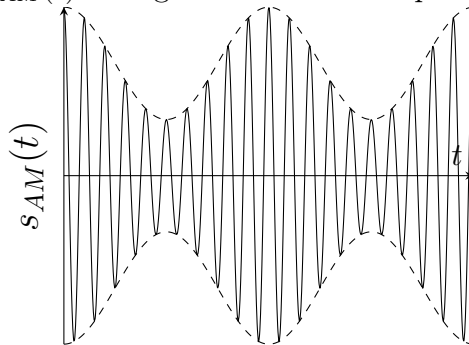


Observer $u_e(t)$ et $u_s(t)$ pour $C = 1 \mu\text{F}$ et $C = 0,05 \mu\text{F}$.

Q.4 : La figure 3 en annexe donne un exemple de résultat. Expliquer.

4.3 Démodulation d'enveloppe

→ Créer, à l'aide du multiplieur, $s_{AM}(t)$ un signal modulé en amplitude de la forme suivant :



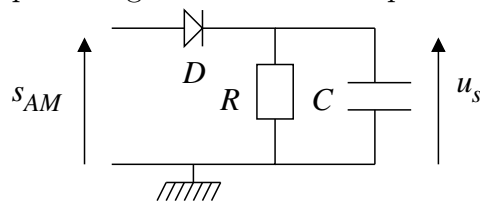
Pour cela :

★ l'une des entrées du multiplieur sera alimentée par un signal sinusoïdal $f_m = 1 \text{ kHz}$ comportant une composante continue de telle sorte que le signal soit toujours positif.

Jouer sur l'amplitude et le niveau d'offset pour obtenir l'allure souhaitée.

★ l'autre entrée du multiplieur devra être alimentée avec un signal purement sinusoïdal de fréquence $f_p \simeq 50 \text{ kHz}$.

→ Alimenter le détecteur de crête par ce signal modulé en amplitude et choisir $C = 20 \text{ nF}$.



Observer $s_{AM}(t)$, $u_s(t)$ et $s_m(t)$.

Q.5 : La figure 4 en annexe présente un exemple de résultat. Expliquer le fonctionnement du montage en comparant $T_m = 1/f_m$, $T_p = 1/f_p$ et RC .

Figure 1 : modulation d'amplitude.

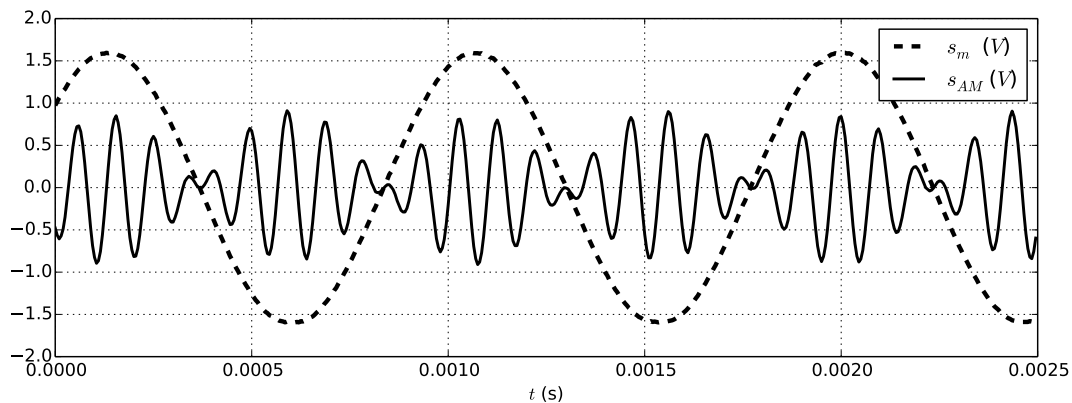


Figure 2 : redressement simple alternance.

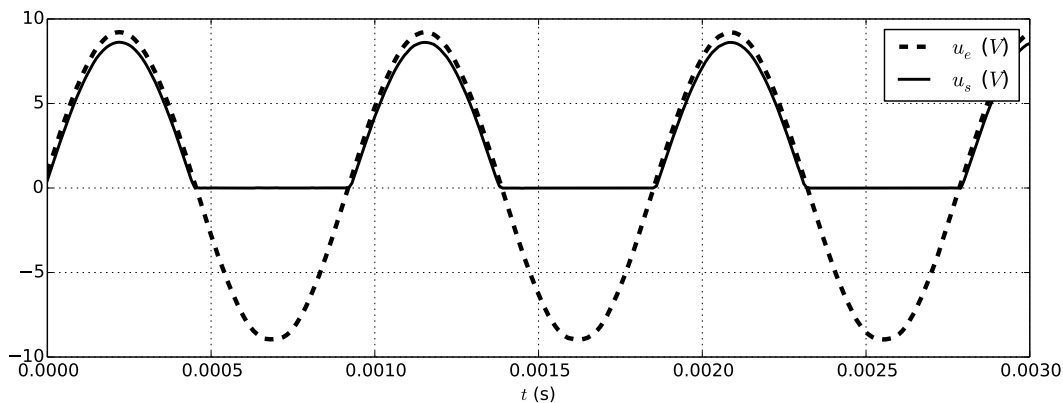


Figure 3 : détecteur de crête.

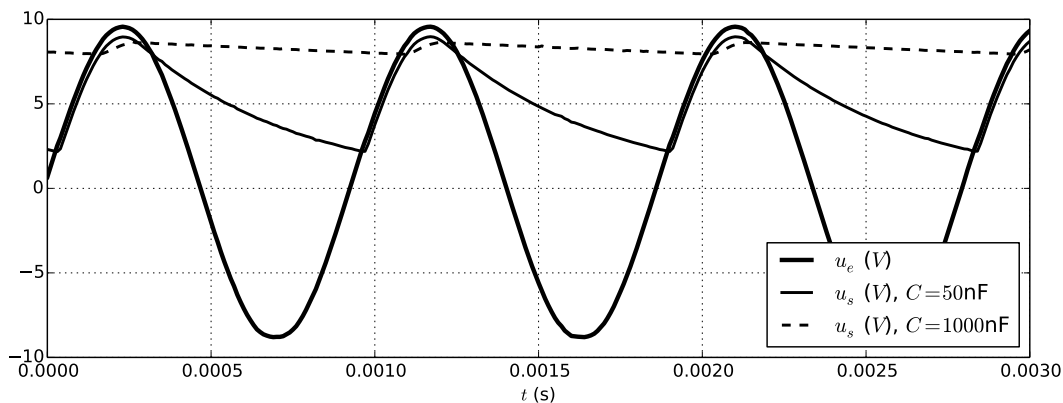


Figure 4 : démodulation d'enveloppe.

