

TP n°6 : Modulation et démodulation d'amplitude

Objectifs : Réaliser la modulation en amplitude d'une tension.

Comparer deux méthodes de démodulation d'amplitude.

Matériel :

- Oscilloscope numérique
- Carte SYSAM
- Boite de résistances à décade
- Boite de condensateurs à décade.
- GBF
- ALI TL081
- Plaque de montage
- Multiplieur.
- Voltmètre
- Multimètre.

Capacités :

- Etablir et mettre en oeuvre un protocole.
- Réaliser un montage correct d'électrocinétique.
- Commenter et interpréter des résultats.
- Conduire une analyse spectrale.
- Analyser un résultat.

Afin de transmettre une information audible $f_m \in [20 \text{ Hz}; 20 \text{ kHz}]$ par des ondes radios, un calcul simple de longueur d'onde $\lambda = \frac{c}{f_m}$, avec $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$, montre qu'il est nécessaire d'utiliser des antennes de la longueur est de l'ordre de $l \sim \lambda \sim 10^6 \text{ m}$.

Pour toutefois transmettre via des ondes radios cette information, sans relever le défi technologique que serait la construction de telles antennes, une méthode consiste à réaliser une **modulation d'amplitude**.

La modulation d'amplitude est une méthode de transmission de l'information s'appuyant sur le schéma suivant :

a. un signal informatif (converti en une tension) $m(t) = A_m \cos(\omega_m.t + \varphi_m) + A_0$ est multiplié par ;

b. un signal porteur (également une tension) $p(t) = A_p \cos(\omega_p.t + \varphi_p)$.

En sortie du montage de modulation la tension est donc :

$$s(t) = k.A_p(A_0 + A_m \cos(\omega_m.t + \varphi_m)) \cos(\omega_p.t + \varphi_p) \quad (1)$$

avec k une constante multiplicative introduire par le multiplieur dans le montage. Pour vos manipulation $k = \frac{1}{10}$.

Une autre façon d'exprimer cette tension est : $s(t) = k.A(1 + \tau \cos(\omega_m.t + \varphi_m)) \cos(\omega_p.t + \varphi_p)$. On introduit alors le taux de modulation τ . On dit que la modulation est normale si $0 < \tau < 1$, et sur-modulé si $\tau > 1$. $\tau = 1$ étant la modulation limite.

Pour vos manipulations vous prendrez pour commencer : $f_p = 10 \text{ kHz}$ et $f_m = 100 \text{ Hz}$.

I Partie théorique

1. S'approprier Représenter sous forme d'un schéma claire le montage permettant de réaliser une modulation d'amplitude. Vous indiquerez les chaines de l'oscilloscope pour visualiser la porteuse, la modulante, la tension modulée.

Quelle tension contient l'information : la modulante ou la porteuse ?

2. Analyser/Raisonner Montrer que la tension $s(t)$ peut effectivement s'écrire sous la forme donnée dans l'introduction. Exprimer le taux de modulation τ en fonction des données.

Exprimer les tensions s_{max} et s_{min} , en déduire τ fonction de s_{max} et s_{min} .

3. Analyser/Raisonner Représenter sur un graphique, l'allure de la tension $s(t)$ pour $\tau = 0, 5$.

4. Analyser/Raisonner Représenter le spectre des tensions $m(t)$ et $p(t)$. Puis de la tension $s(t)$ dans le cas $\tau = 0,5$ et $\tau = 1$.

5. Analyser/Raisonner On décide maintenant de multiplier $p(t)$ et $s(t)$ pour $\tau = 0,5$. Représenter le spectre de cette tension qu'on notera $v(t)$.

II Partie expérimentale

II.1 Modulation d'amplitude

6. Réaliser Câbler un montage permettant de réaliser une modulation d'amplitude dont le taux de modulation $\tau = 0,5$. Vous utiliserez les fréquences indiquées dans l'introduction.

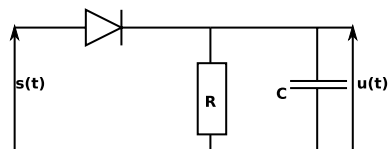
7. Réaliser Vérifier par des mesures simple ce que vous avez prédit à la question 2..

8. Réaliser Observer à l'oscilloscope le spectre de la tension modulée. Montrer qu'il correspond bien à celui attendu. Quelle est l'influence de τ sur la forme de ce spectre. Vous vérifierez vos prédictions notamment pour $\tau = 0,5$, $\tau = 1$ et $\tau > 1$.

9. Réaliser Montrer que s'il on cherche à obtenir la meilleur résolution spectrale possible alors les mesures de fréquence sont erronés.

Définir la résolution spectrale. Comment s'appelle le phénomène observé? D'où vient ce problème? Comment bien choisir le calibre de l'oscilloscope du premier coup?

II.2 Démodulation par détection de crête



Un détecteur de crête, ou détecteur d'enveloppe est représenté par le montage ci-contre.

- a. Considérons à $t = 0$ que $s(t) = 0$. La diode est passante, alors $s(t) = u(t)$.
b. Pour $t = t_1$ on a $s(t = t_1) < u(t)$. La diode est bloquée, alors $\frac{du}{dt} + \frac{u}{RC} = 0$.

Finalement $u(t) = s(t = t_1)e^{\frac{t_1 - t}{\tau}}$.

Il faut alors bien choisir le couple (R, C) afin que la date t_2 soit le plus proche possible des dates pour lesquelles $s(t) = s_{max}$.

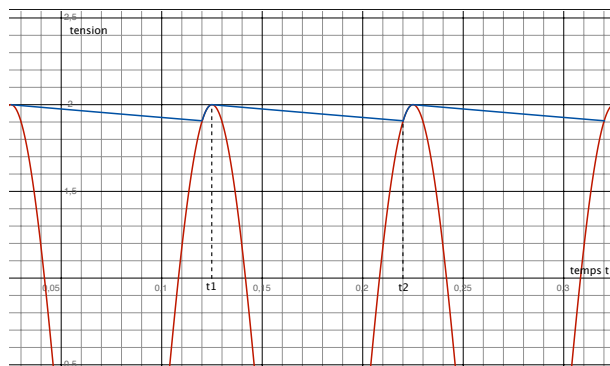


FIGURE 1 – Un détecteur de crête Effet d'un détecteur de crête sur une tension modulé en amplitude.

10. Réaliser Pour une tension harmonique de fréquence $f = 10 \text{ kHz}$, observer l'effet que provoque la variation de la résistance et du condensateur du détecteur de crête, sur la sortie de ce dernier. Présenter vos résultats de la manière la plus claire et la plus synthétique possible.

Que pouvez-vous en déduire sur le choix du couple (R, C) pour la démodulation par détection de crête ?

11. Réaliser Mettre en oeuvre une démodulation par détection de crête. Vous prendrez soin de justifier le choix des valeurs des composants choisis, notamment de la valeur du produit RC .

Pour quelles valeurs de τ la détection de crête est-elle opérante ?

II.3 Démodulation par détection synchrone

La démodulation par détection synchrone consiste à multiplier le signal modulé $s(t)$ par le signal de la porteuse. Finalement on réalise un filtrage de la tension obtenue afin de ne récupérer que la fréquence f_m .

12. Réaliser Mettre en oeuvre une démodulation par détection synchrone. Vous présenterez le spectre de la tension obtenue. Proposer une manipulation permettant de ne récupérer que le signal informatif.