

- Objectifs :
- Obtenir une porteuse modulée, l'observer et la décrire..
 - Introduire la notion de taux de modulation .
 - Réfléchir à l'utilité et à la qualité d'une modulation.

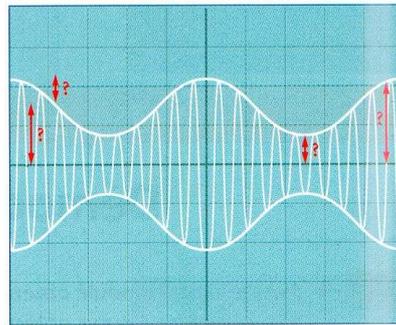


Figure 1

Dispositif expérimental

- Deux générateurs basse fréquence (GBF)
- Un oscilloscope
- Une plaquette multiplicatrice AD 663 JN
- Une alimentation continue (+ 15 V ; - 15 V)

Protocole expérimental

I. Réglage des GBF

Observer à l'oscilloscope les signaux délivrés par les générateurs basses fréquences. Faire les réglages afin qu'ils délivrent : l'un une tension u_s sinusoïdale de fréquence $f_s = 100$ Hz (signal à transmettre) et d'amplitude $U_s = 3$ V ; l'autre une tension u_p sinusoïdale de fréquence $f_s = 1$ kHz (porteuse) et de tension maximale $U_p = 1$ V.

II. Obtention de la porteuse modulée

1. A l'aide d'une plaquette multiplicatrice, fabriquer le signal $u(t) = u_s(t) * u_p(t)$. Visualiser u_s , signal à transmettre, sur la voie 1, et u , signal de sortie sur la voie 2. Représenter l'oscillogramme obtenu.

- a) On vient de moduler u_p , la porteuse, par u_s , le signal à transmettre, qu'on appelle alors **modulatrice**. Quel paramètre de la porteuse a-t-on modulé ?
- b) Sur quelle voie doit-on synchroniser l'oscilloscope pour avoir un signal net ?

2. Ajouter une tension de décalage $U_0 = 8$ V, à l'aide de l'offset du GBF, à la tension $u_s(t)$ à transmettre. Les réglages seront effectués à l'oscilloscope.

Observer la nouvelle tension de sortie sur la voie 2, $u_s(t)$ toujours en voie 1. Représenter l'oscillogramme obtenu.

Le signal de sortie u comporte-t-il le signal à transmettre ? Comparer le signal obtenu en sortie avec et sans tension de décalage.

III. Taux de modulation

On définit le taux de modulation m comme étant égal au rapport entre U_s et U_0 : $m = \frac{U_s}{U_0}$

1. Visualisation en bicourbe :

Compléter le graphe de la tension modulée (Fig. 1) et montrer que l'expression de m donnée ci-dessus est équivalente

$$\text{à : } m = \frac{(U_{\max} - U_{\min})}{(U_{\max} + U_{\min})}, \text{ avec } U_{\max} \text{ valeur maximale atteinte par l'enveloppe du signal modulé et } U_{\min} \text{ valeur}$$

minimale atteinte par cette même enveloppe.

2. Visualisation en XY :

Se placer ensuite en XY, signal à transmettre en X et signal modulé en Y.

On obtient un oscillogramme en forme de trapèze.

- a) Pourquoi a-t-on un trapèze ?
- b) Calculer les valeurs des deux côtés du trapèze.
- c) Calculer m à l'aide des valeurs de U_{\max} et U_{\min} trouvées par les deux méthodes, visualisation en bicourbe et visualisation en XY.

IV. Phénomène de surmodulation

Un mauvais signal serait un signal qui ne comporterait plus le signal $u_s(t)$ à transmettre !

1. Augmenter l'amplitude U_s du signal $u_s(t)$. Qu'observe-t-on ? Représenter l'oscillogramme obtenu en bicourbe et en XY.

2. Diminuer la tension de décalage U_0 . Qu'observe-t-on ? Représenter l'oscillogramme obtenu en bicourbe et en XY.

- a) Par un raisonnement très simple sur le graphe $u(t)$ du signal modulé, exprimer la relation que doivent vérifier U_s et U_0 pour que le signal modulé reflète toujours le signal à transmettre. En déduire une condition sur m pour réaliser une bonne modulation.

Dans le cas contraire, on parle de **surmodulation**.

- b) La modulation du signal de sortie que l'on avait obtenu sans tension de décalage était-elle bonne ?

V. Spectre en fréquence

Pour visualiser le spectre en fréquence du signal modulé, on peut utiliser soit l'oscilloscope numérique, soit un logiciel d'acquisition associé à un logiciel permettant la réalisation du spectre (FFT).

On peut par exemple utiliser GTS2 pour l'acquisition et Regressi pour le traitement des signaux et la visualisation du spectre en fréquence.

1. Réaliser l'acquisition du signal modulé sur une voie de GTS2.
2. Lancer l'acquisition permettant de visualiser au moins deux périodes (balayage : 50 ms).
3. Enregistrer ce signal sous Regressi. Utiliser la fonction de lissage des points qui permet de reconstituer la courbe. Faire le spectre (FFT). On pourra faire un zoom pour visualiser le signal obtenu.

A quelle fréquence se situe le pic prépondérant ? A quelles fréquences se situent les deux pics symétriques de part et d'autre ? Des pics supplémentaires apparaissent sur le spectre. Quelle en est la cause ?

4. Sachant que $\cos(a).\cos(b) = \frac{1}{2}[\cos(a+b) + \cos(a-b)]$, montrer que le résultat obtenu en 3. était prévisible.

