

TP3-4

Modulation/Démodulation AM-DBAP (AM-Double Bande Avec Porteuse)

Objectifs: - Savoir générer et caractériser un signal AM-Double Bande Avec Porteuse (AM-DBAP).

- Réaliser une démodulation synchrone pour démoduler un signal AM-DBAP.
- Initiation à la modulation numérique (modulation OOSK)

Vous devez recopier dans votre espace de travail le répertoire « tl_3-4_distanciel » à partir de moodle

Pour les rappels théoriques, voir cours SE (chapitre modulation/démodulation AM-DBAP) sous moodle

I Multiplication de deux signaux sinusoïdaux

I.1 Principe de l'étude

1) Fonction Multiplieur

C'est l'élément essentiel pour réaliser une modulation d'amplitude.

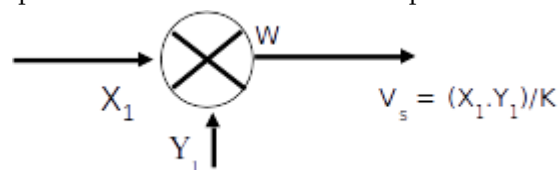


Figure 1.

2) Multiplication de deux signaux sinusoïdaux.

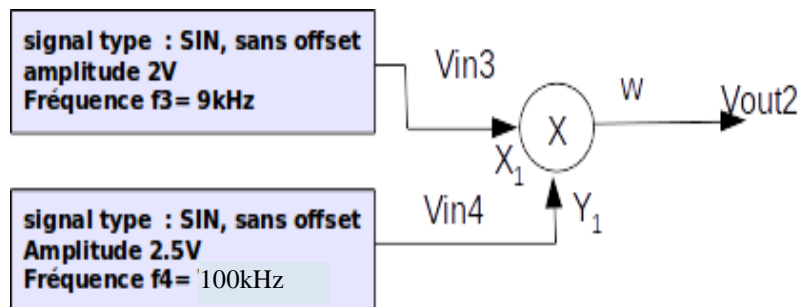


Figure 2.

I.2 Travail à réaliser

Ouvrir le fichier « multiplication_de_deux_signaux_sinusoïdaux »

3) Etude temporelle des signaux

Appliquer:

- Sur l'entrée X_1 une tension sinusoïdale $v_{BF}(t) = V_{BF} \cdot \cos(\omega_{BF} \cdot t)$ avec $V_{BF} = 2\text{V}$, $f_{BF} = 9\text{kHz}$.
- Sur l'entrée Y_1 une tension sinusoïdale $v_{HF}(t) = V_{HF} \cdot \cos(\omega_{HF} \cdot t)$ avec $V_{HF} = 2,5\text{V}$, $f_{HF} = 100\text{kHz}$
- on prend $K = 1\text{ V}$ (pour simplifier les calculs)

a) Observer et relever l'allure du signal en sortie du multiplieur.

4) Etude fréquentielle: Spectre d'amplitude & occupation spectrale

- Relever le spectre d'amplitude (en V) du signal en sortie du multiplieur. Justifier le spectre observé en écrivant l'expression littérale de $V_{out2}(t)$ sous la forme d'une **somme** de composantes sinusoïdales (Rappel : $\cos a \cdot \cos b = \frac{1}{2} [\cos(a+b) + \cos(a-b)]$).
- Mesurer la bande de fréquences (appelée occupation spectrale autour de f_{HF}) occupée par le signal en sortie du multiplieur.

- c) L'occupation spectrale du signal de sortie dépend-elle de la fréquence du signal basse fréquence? Pour cela, changer la fréquence f_{BF} de 9kHz à 15kHz et remesurer l'occupation spectrale du signal en sortie du multiplieur. Conclure.
- d) La bande de fréquences occupée par le signal en sortie dépend-elle de l'amplitude V_{BF} du signal basse fréquence? Pour le vérifier, changer l'amplitude V_{BF} de 2V à 3V et remesurer l'occupation spectrale du signal de sortie.
- e) Tracer le spectre d'amplitude du signal $V_{BF}(t)$ et le comparer au spectre d'amplitude du signal $V_{out2}(t)$ en sortie du multiplieur. Conclure sur l'intérêt de multiplier un signal basse fréquence (message) par un signal haute fréquence (porteuse) dans la partie émetteur d'une chaîne de transmission d'information.

II-Génération d'un signal modulé en Amplitude Double Bande Avec Porteuse AM-DBAP

II.1 Principe de l'étude

Le montage à utiliser est le suivant :

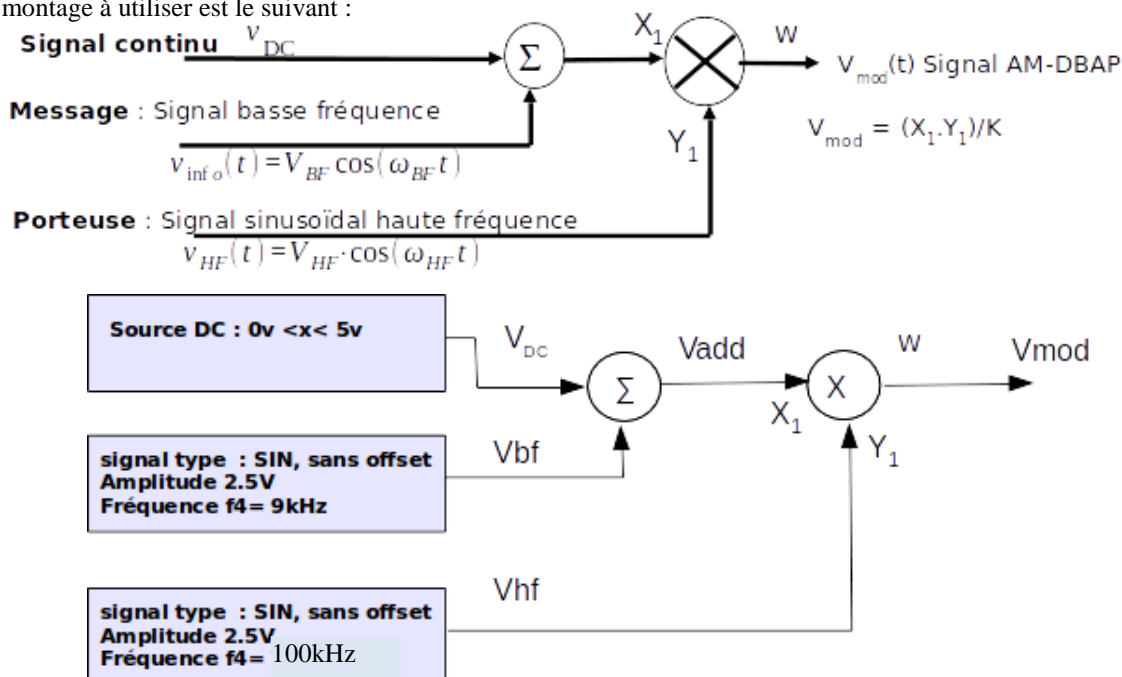


Figure 3.

On prend $K = 1\text{ V}$, amplitude $V_{BF} = 2\text{V}$, $V_{DC} = 4\text{V}$, amplitude $V_{HF} = 2,5\text{V}$, fréquence $f_{HF} = 100\text{ kHz}$, fréquence $f_{BF} = 9\text{ kHz}$

II.2 Travail à réaliser

Ouvrir le fichier « signaux_modulés_AM_DBAP »

Rappel : Dans le cas d'un signal modulant sinusoïdal, l'expression d'un signal modulé en amplitude double bande avec porteuse est :

$$V_{mod}(t) = V_p [1 + m \cos(2\pi f_{BF} t)] \cos(2\pi f_{HF} t) \text{ en volts.}$$

Et l'indice de modulation m : $m = \frac{V_{BF}}{V_{DC}} = \frac{V_{mod-max} - V_{mod-min}}{V_{mod-max} + V_{mod-min}}$ (voir cours SE sous moodle pour davantage d'explications)

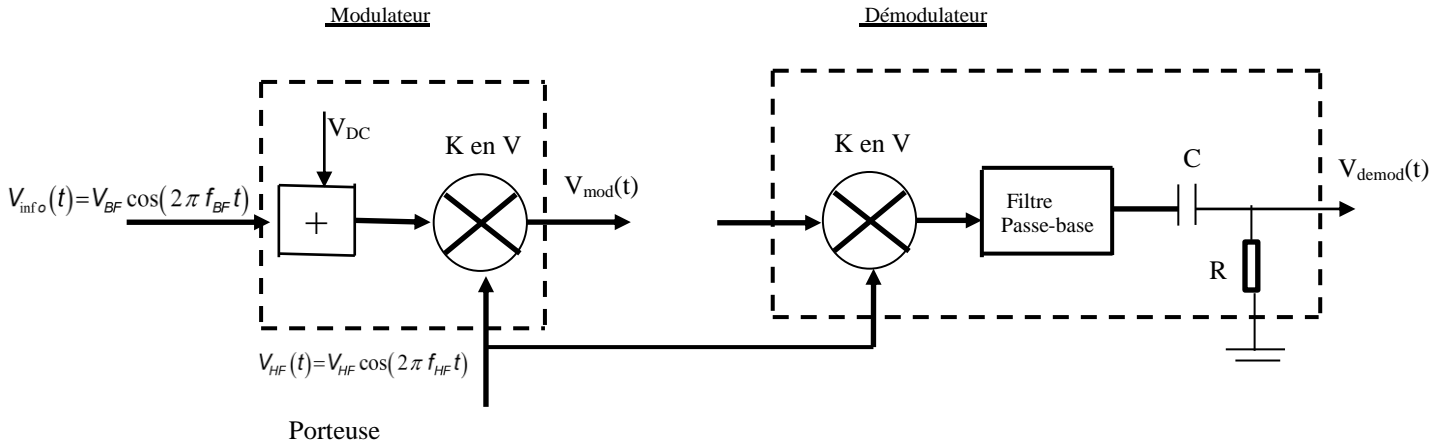
$$\text{Et } V_p = \frac{V_{mod-max} + V_{mod-min}}{2}$$

- Relever en même temps l'allure du signal de sortie $V_{mod}(t)$ (sortie W) ainsi que le signal d'entrée basse fréquence $V_{BF}(t)$. Mesurer, en expliquant, à partir du signal $V_{mod}(t)$ les fréquences f_{BF} et f_{HF} .
- Déterminer à partir du signal modulé visualisé (représentation temporelle), l'indice de modulation m .
- Relever le spectre d'amplitude du signal de sortie en Volts. Justifier le spectre observé en écrivant l'expression littérale de $V_{out2}(t)$ sous la forme d'une **somme** de composantes sinusoïdales (*Rappel : $\cos a \cdot \cos b = \frac{1}{2} [\cos(a+b) + \cos(a-b)]$*)

- d) Mesurer la bande de fréquences occupée par le signal modulé = fréquence raie sup. – fréquence raie inf
- e) Modifier la valeur de m en modifiant la valeur de V_{DC} (prendre $V_{DC}=2V$) et observer son impact sur la hauteur des deux raies latérales

III- Démodulation du signal AM-DBAP

Le montage à simuler est le suivant :



On prend $K = 1 V$, amplitude $V_{BF} = 2V$, $V_{DC}=4V$, amplitude $V_{HF} = 2,5V$, fréquence $f_{HF} = 100 kHz$, fréquence $f_{BF} = 9 kHz$

Figure 4. Montage composé d'un Modulateur AM et d'un démodulateur synchrone

III.1 Travail à réaliser

Ouvrir le fichier « chaîne_complexe_modulateur_demodulateur_AM_DBAP »

- a) De quel type de démodulation s'agit-il ?
- b) Relever l'allure du signal informatif $V_{bf}(t)$ ou $V_{info}(t)$ transmis et l'allure du signal démodulé $V_{demod}(t)$. Comparer l'allure des deux signaux et en déduire si la démodulation est correcte?
- c) Relever le spectre d'amplitude du signal en entrée du filtre passe-bas (V_{demod_brut}) et de celui du signal démodulé $V_{demod}(t)$. Comparer les deux spectres et expliquer le rôle des deux filtres.
- d) Relever le spectre d'amplitude du signal V_{demod_brut} et justifier l'origine des 5 composantes fréquentielles

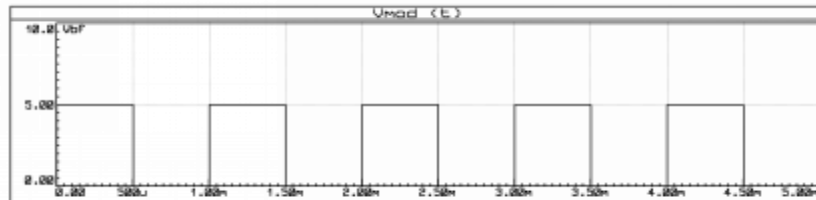
(Rappels : $V_{mod}(t) = V_p [1 + m \cos(2\pi f_{BF} t)] \cos(2\pi f_{HF} t)$)

$$\cos a \cdot \cos b = \frac{1}{2} [\cos(a+b) + \cos(a-b)]$$

IV. modulation numérique : Génération signal modulé "tout_ou_rien" (OOSK : On Off Shift Keying)

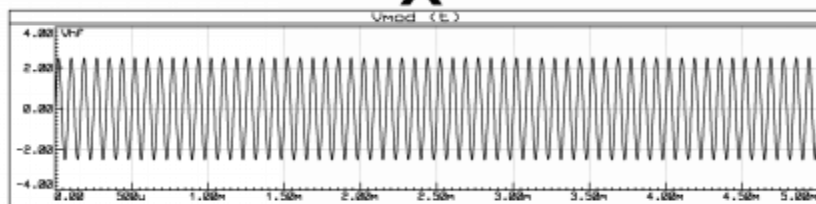
Multiplication d'un sinus sinusoïdal par un signal TTL .

Information binaire

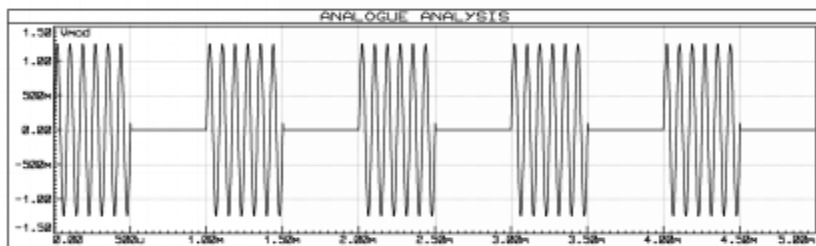


X

Porteuse



Signal transmis
Modulé « tout ou rien »



Travail a réaliser

Ouvrir le fichier « generation_signal_modulé_OOSK »

- a) Observer et relever le message numérique ainsi que le signal modulé en sortie du multiplieur. Justifier l'allure du signal modulé OOSK.
Mesurer l'amplitude et la fréquence de la tension en sortie du multiplieur. Justifier la valeur de l'amplitude (on prend $k=1V$ pour simplifier les calculs).