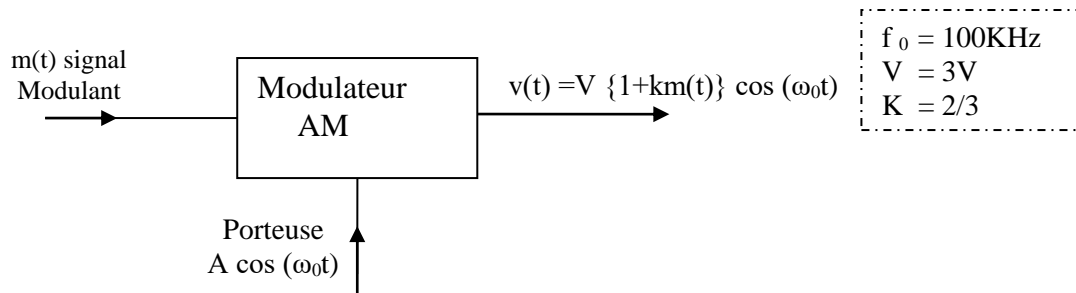


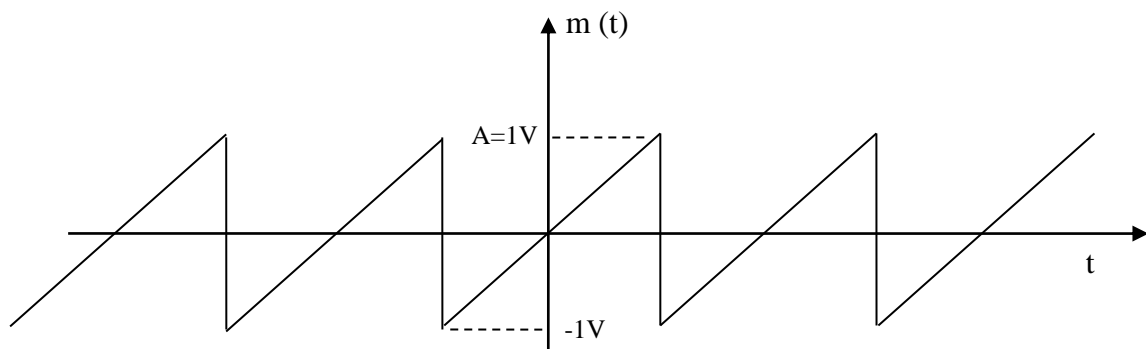
TRAVAUX DIRIGES
TRANSMISSION ANALOGIQUE
Série n° 4

Exercice 1 :

Le modulateur d'amplitude de la figure ci dessous fournit un signal modulé DBAP $v(t)$ à partir d'un signal informatif $m(t)$.



Le signal Basse fréquence à transmettre est une dent de scie de fréquence 1KHz.



- 1) Représenter l'allure du signal modulé en amplitude $v(t)$.
- 2) Justifier le fait que la décomposition en série de Fourier de $m(t)$ s'exprime de

la façon suivante
$$m(t) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(n\Omega t) .$$

- 3) Montrer que le coefficient b_n , du terme de rang n est donné par

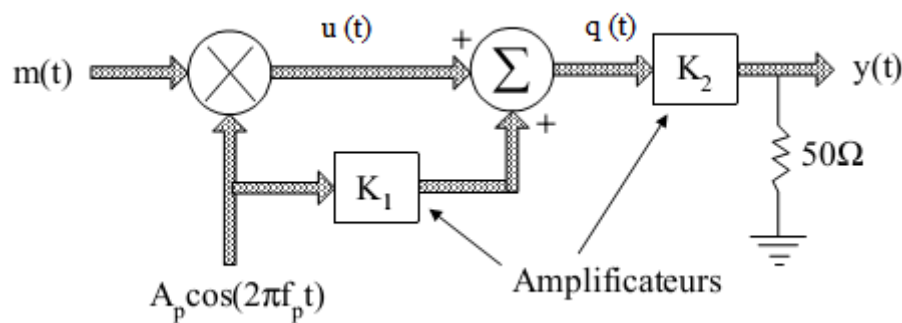
$$b_n = \frac{2A}{n\pi} (-1)^{n+1}$$

- 4) Pour limiter la bande passante des circuits de transmission, on transmet uniquement les harmoniques de $m(t)$ dont l'amplitude est supérieure ou égale au cinquième de celle du fondamental. Tous les autres sont supprimés à l'émission.
 - a) Déterminer le nombre d'harmonique nécessaire pour décrire le signal $m(t)$.
 - b) Représenter le spectre en amplitude du signal modulé $m(t)$.
- 5) En utilisant la représentation spectrale précédente de $m(t)$, représenter le spectre en amplitude du signal modulé $v(t)$.
- 6) Quelle est la bande de fréquence B occupée par le signal modulé en amplitude $v(t)$?
- 7) Calculer la puissance moyenne P_0 que dissiperait la porteuse $p(t)$ aux bornes d'une résistance R .
- 8) Calculer la puissance moyenne P que dissiperait le signal modulé $v(t)$ aux bornes de la même résistance R

En déduire la valeur du rapport $\frac{P_0}{P}$, conclusion.

Exercice 2

Soit le système de modulation suivant :



Dans ce système :

- Les facteurs d'amplification K_1 et K_2 sont ajustables selon vos spécifications.
- $m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t)$, où $A_m = 3$ volts et $f_m \ll f_p$
- $A_p = 6$ volts

- 1) Donner l'expression du signal $u(t)$ et tracer son spectre.
- 2) Donner en fonction de k_1 l'expression du signal $q(t)$ et tracer son spectre.
- 3) Pour chacun des cas ci-dessous, ajustez K_1 et K_2 afin d'obtenir le signal modulé $y(t)$ respectant les spécifications demandées.

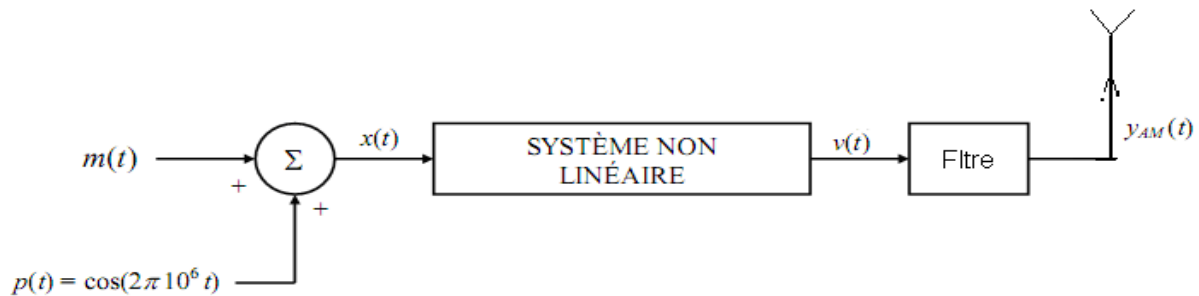
a) $y(t)$ est un signal modulé en double bande latérale avec porteuse, dont l'indice de modulation est $m=0.6$, et la puissance totale 180 Watts (dans 50Ω).

b) $y(t)$ est un signal modulé en double bande latérale sans porteuse, dont la puissance totale est 31,571Watts (dans 50Ω).

c) $y(t)$ est un signal modulé en double bande latérale avec porteuse, dont le rendement est de 20%, et la puissance dans les bandes latérales 180Watts (dans 50Ω).

Exercice 3

On produit un signal AM à l'aide d'un système non linéaire selon le schéma ci-dessous. Le signal modulant $m(t)$ est supposé cosinusoidal d'amplitude $A_m = 2,8V$, de fréquence $f_m = 10$ kHz.



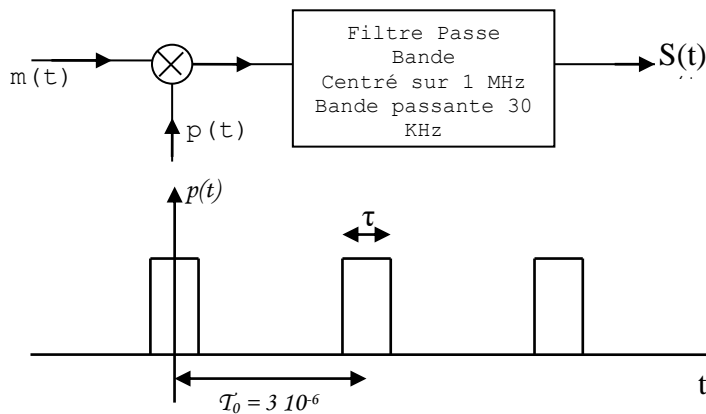
Ce système est caractérisé par l'expression du signal $v(t)$ à la sortie, en fonction de $x(t)$ le signal à l'entrée : $v(t) = 4x(t) + 0,5x^2(t)$

$H(f)$ représente la fonction de transfert d'un filtre passe-bande centré sur la fréquence porteuse 1 MHz. La bande passante est de 20 kHz et le gain est de 5.

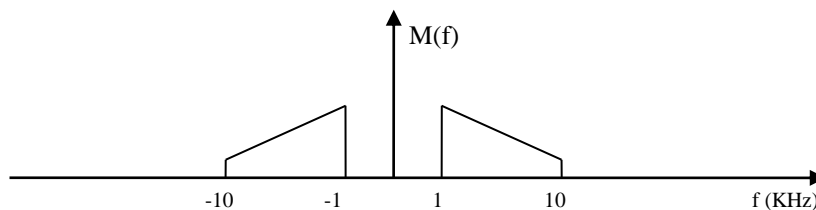
- 1) Donner l'expression du signal $v(t)$ en fonction de $m(t)$ et $p(t)$.
- 2) Tracer le spectre de $v(t)$
- 3) Quelles devraient être les caractéristiques du filtre afin que le signal $y_{AM}(t)$ soit modulé en amplitude DBAP (Nature du filtre, fréquences de coupures, bande passante,)
- 4) Donner l'expression du signal $y_{AM}(t)$ ainsi que son spectre.
- 5) Evaluer l'indice de modulation du signal $y_{AM}(t)$.
- 6) Evaluer le rendement en puissance de cette modulation.
- 7) Proposer un montage permettant d'extraire le signal $m(t)$ à partir de $y_{AM}(t)$

Exercice 4

Une modulation linéaire est réalisée selon le schéma suivant :

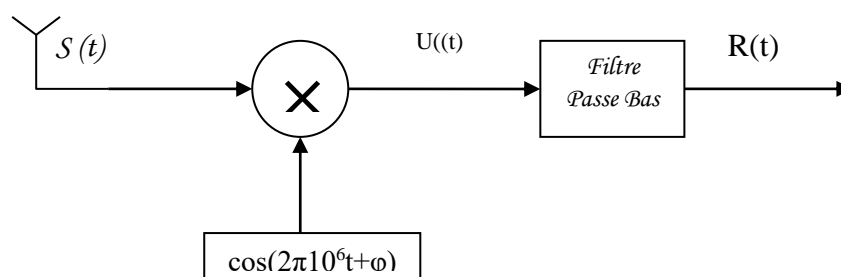


Le signal de sortie $S(t)$ correspond au résultat de la modulation du troisième harmonique du signal périodique $p(t)$ par le signal modulant $m(t)$ dont le spectre est représenté ci dessous.



- 1) Donner la décomposition en série de Fourier du signal $p(t)$. Déterminer les valeurs de τ pour lesquelles l'amplitude de $S(t)$ est maximisée.
- 2) Tracer le spectre de $S(t)$.

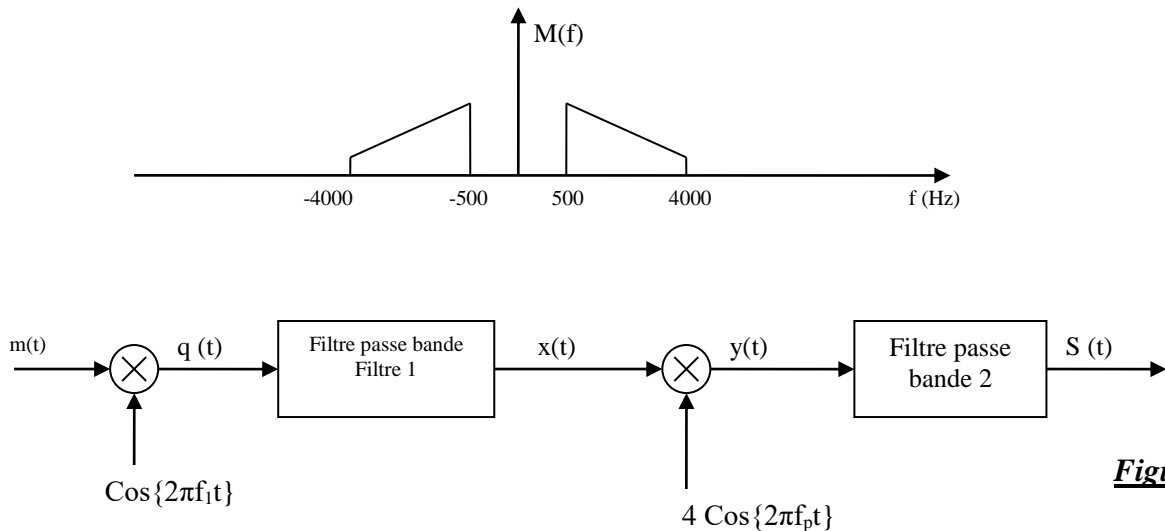
Le signal $S(t)$ est capté par le récepteur ci-dessous.



- 3) Donner l'expression du signal $U(t)$ ainsi que son spectre.
- 4) Quelle devrait être la fréquence de coupure du filtre passe bas afin que le signal de sortie $R(t)$ soit proportionnel à $m(t)$. donner l'expression de $R(t)$ et tracer son spectre
- 5) Le déphase ϕ joue t-il un rôle ? préciser le quel ?

Exercice 5

Le système de transmission de la figure 1 est utilisé pour transmettre le signal $m(t)$ dont le spectre est représenté ci-dessous.



- 1) Donner la représentation spectrale des signaux $q(t)$, $x(t)$ et $y(t)$.
- 2) Déterminer la fréquence centrale, les fréquences de coupures et la bande passante du filtre passe bande 2 afin que le signal $s(t)$ soit modulé en BLU. (On envisagera les 2 cas possibles)
- 3) Donner alors la représentation spectrale du signal $s(t)$.
- 4) Dans le cas où $m(t) = \cos(2\pi f_m t)$ est un signal sinusoïdal de fréquence $f_m = 2\text{KHz}$. Donner les expressions des signaux : $q(t)$, $x(t)$, $y(t)$ et $s(t)$.
- 5) Proposer un circuit permettant de restituer le signal informatif $m(t)$ à partir de $s(t)$.

On donne : $f_1 = 5.10^3 \text{ Hz}$ $f_p = 60.10^3 \text{ Hz}$

Filtre 1 : Fréquence centrale $f_{01} = 7250\text{Hz}$

Fréquences de coupures $f_{c1} = 5400\text{Hz}$ $f_{c2} = 9100\text{Hz}$

Exercice 6 :

Le système de transmission de la figure 1 est utilisé pour transmettre le signal $m(t)$ dont le spectre est représenté sur la figure 2.

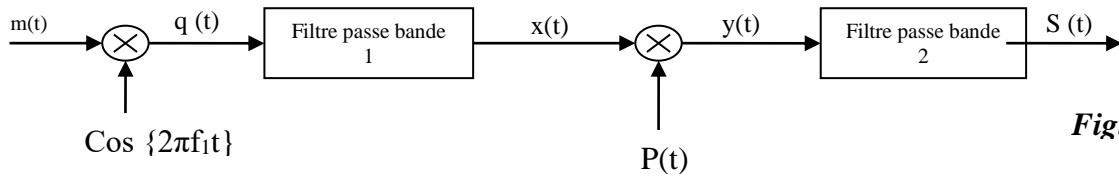


Figure 1

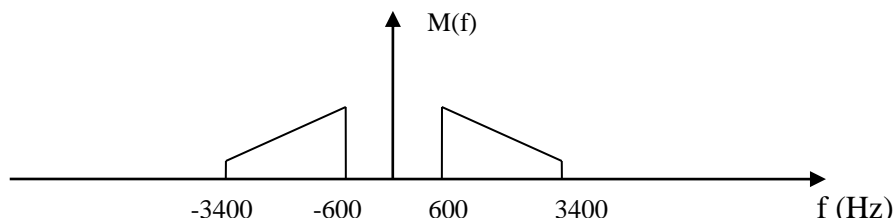
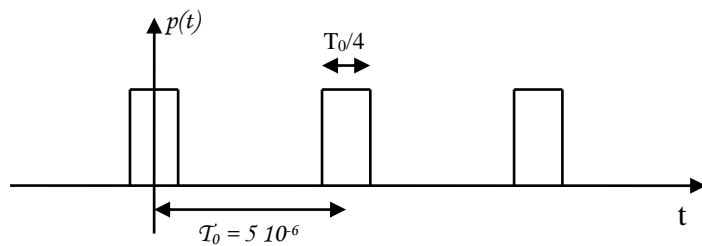


Figure 2

- 1) Donner l'expression du signal $q(t)$ en fonction de $m(t)$ puis la représentation spectrale des signaux $q(t)$ et $x(t)$ (On représentera le spectre au complet : fréquences négatives et positives).
- 2) Donner la décomposition en série de Fourier du signal $p(t)$.
- 3) Tracer le spectre de $p(t)$.
- 4) Donner l'expression du signal $y(t)$ en fonction de $x(t)$.
- 5) Donner l'expression du signal $s(t)$ dans le cas où le filtre 2 est un passe bande de **fréquence centrale** 200KHz et de **bande passante** 30KHz. Tracer le spectre de $s(t)$.
- 6) Dans le but de récupérer le signal informatif $m(t)$ on utilise le circuit de la figure3

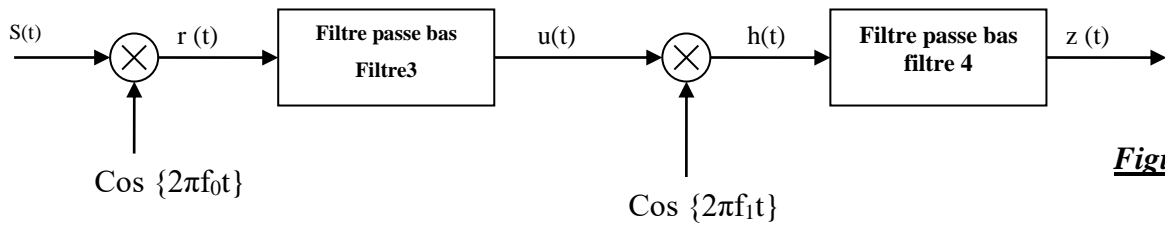


Figure 3

- a) Déterminer la fréquence de coupure du filtre 3 (passe bas) afin que $u(t)$ soit proportionnel à $x(t)$ et donner l'expression de $u(t)$.
 - b) tracer le spectre de $h(t)$
 - c) Déterminer la fréquence de coupure du filtre 4 (passe bas) afin que $z(t)$ soit proportionnel à $m(t)$.
- 7) Déterminer la fréquence centrale, les fréquences de coupures et la bande passante du filtre 2 passe bande afin que le signal $s(t)$ soit modulé en BLU-S autour de f_0 .

On donne : $f_1 = 10 \cdot 10^3 \text{ Hz}$ $T_0 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 1/f_0$

Filtre 1 : Fréquence centrale $f_{c1} = 12 \text{ kHz}$

Fréquences de coupures : $f_{cb1} = 10400 \text{ Hz}$ - $f_{ch2} = 13600 \text{ Hz}$