

# TD de AC360 : traitement du signal déterministe

## Exercice 1 - Propriétés de la transformée de Fourier

1. Calculez la transformée de Fourier d'un signal cosinus continu,  $x(t)$ , de fréquence  $f_0 = 1$  kHz, d'amplitude 1 et de durée infinie.
2. Calculez et tracez le spectre de  $x(t-10)$
3. Soit le signal  $y(t)$ , un signal sinusoïdale, de fréquence 50 Hz, de durée de 100 ms. Calculez et tracez le spectre de  $z(t) = x(t) \cdot y(t)$
4. Quelles sont les opérations à effectuer pour retrouver le signal  $y(t)$  à partir du signal  $z(t)$ . Expliquez clairement la démarche.

## Exercice 2 - Effet de l'observation finie d'un signal

1. On observe le signal  $x(t)$  de l'exercice 1 pour  $t$  entre 0 et  $2.T_0$  ( $T_0$  période du signal). Calculer et tracer le module du spectre du signal observé.

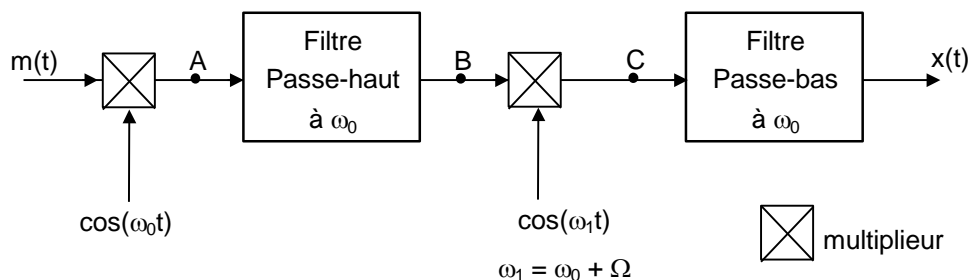
2. On observe à présent le signal  $y(t)$  suivant sur une durée de 2 ms :

$$y(t) = \cos(6000 \cdot \pi \cdot t) + 0.1 \cdot \cos(7500 \cdot \pi \cdot t)$$

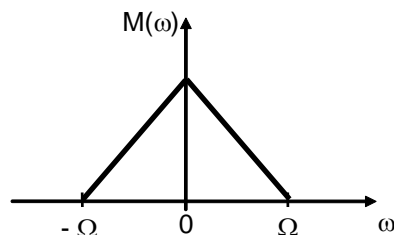
Calculez et tracez le module du spectre de  $y(t)$ . Quel problème voyez-vous apparaître ? Quelle solution préconisez-vous ?

## Exercice 3 - Application 1 : Le brouilleur

Pour assurer le secret des transmissions, il est possible de traiter le signal dans un système (parfois appelé brouilleur) représenté ci-dessous.



La figure suivante représente le spectre d'un signal  $m(t)$ .

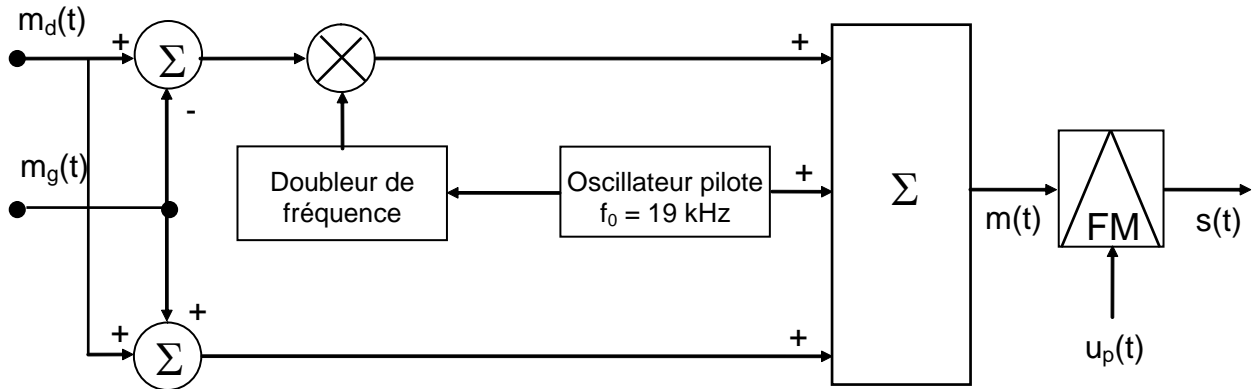


Analyser le système et dessiner le spectre du signal de sortie (hypothèse :  $\omega_0 \gg \Omega$ ).

Le raisonnement fera apparaître le spectre des signaux en A, B, C et celui obtenu en sortie. Conclusion.

## Exercice 4 - Application 2 : Modulateur-Démodulateur stéréophonique FM

1. On considère le modulateur FM stéréophonique schématisé sur la figure suivante :



où :

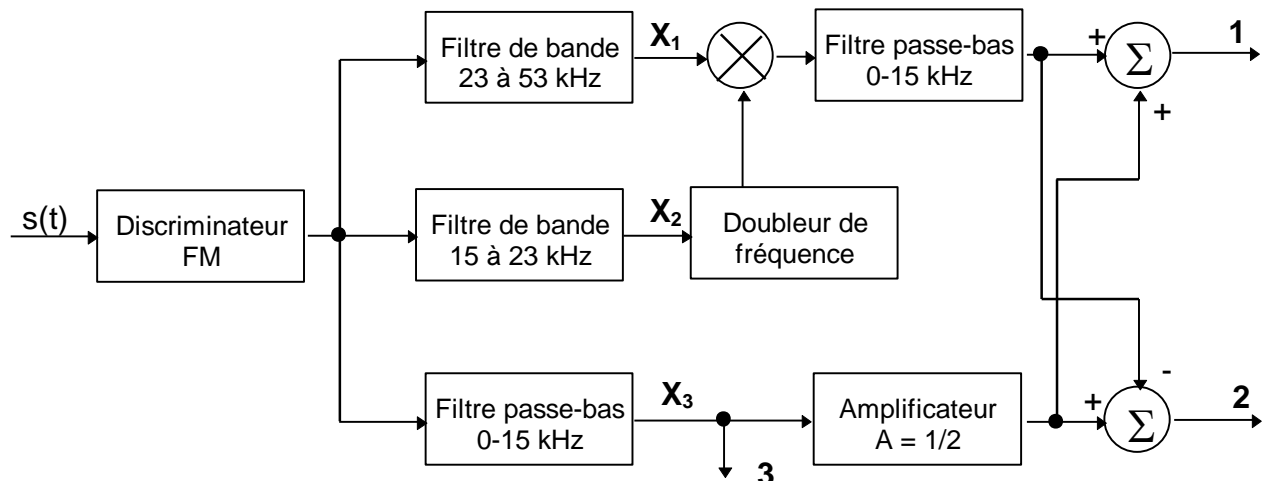
- \*  $m_d(t)$  et  $m_g(t)$  représentent respectivement les voies de droite et de gauche du signal stéréophonique, de largeur de bande limitée à  $F = 15$  kHz et de spectre  $M_d(f)$  et  $M_g(f)$  ;
- \*  $\Sigma$  est l'opérateur somme algébrique de signaux analogiques ;
- \*  $X$  est l'opérateur multiplication de signaux analogiques.

L'oscillateur pilote fournissant un signal  $x(t) = \cos(2\pi f_0 t)$  où  $f_0 = 19$  kHz, déterminer le spectre  $M(f)$  du signal modulant  $m(t)$  appliqué au modulateur FM.

Représenter graphiquement  $M(f)$  en adoptant les représentations schématiques suivantes :



2. On considère le démodulateur FM stéréophonique schématisé sur la figure suivante :



Nous n'étudions pas ici la modulation de fréquence. Aussi, nous admettons que l'opération {modulation + transmission + démodulation} est une opération unité, c'est-à-dire que l'on retrouve le signal  $m(t)$  en sortie du discriminateur FM.

Quels sont les spectres des signaux  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$  et  $x_3(t)$  observés en sortie des trois filtres dont les bandes passantes, dans le domaine des fréquences positives, sont précisées sur le schéma ?

Déterminer les expressions des signaux observés aux sorties notées 1, 2 et 3 sur le schéma du démodulateur.

Quel est l'intérêt de la sortie 3 ?

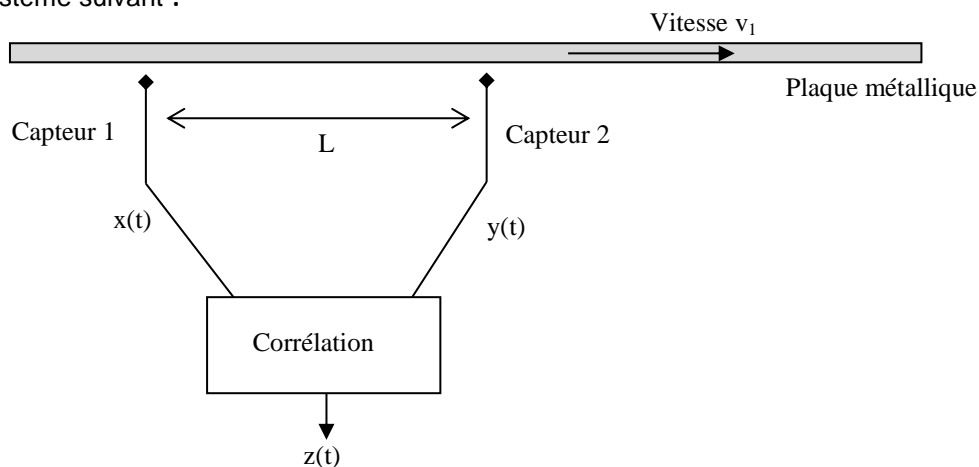
### **Exercice 5 - Spectre d'un signal périodique**

Soit le signal  $s(t)$  périodique de période  $T_0$  tel que sur une demi-période, il est égal à une fonction sinusoïdale de fréquence  $F$  et nul sur l'autre demi-période.

1. Quelle est la différence entre le spectre d'un signal périodique et celui d'un signal non périodique ?
2. Représenter le signal  $s(t)$
3. Déterminer l'expression analytique de  $s(t)$  en décomposant  $s(t)$  sous la forme de deux signaux élémentaires.
4. Déterminer l'expression de la transformée de Fourier de  $s(t)$  et représenter son module
5. Dans quel type d'application un tel signal pourrait se rencontrer ?

### **Exercice 6 – Application du produit de corrélation**

Soit le système suivant :



L'objectif est de mesurer la vitesse de la plaque métallique. Elle se déplace à une vitesse  $v_1$ . Les capteurs 1 et 2 mesurent la granularité de la plaque. Les signaux  $x(t)$  et  $y(t)$  en sortie des capteurs sont envoyés à un système qui effectue le produit de corrélation. Le signal  $z(t)$  est le résultat de ce produit.

La distance  $L$  entre les deux capteurs est connue.

1. Quelle est la définition du produit d'autocorrélation  $C_{xx}(t)$  ? Que vaut son maximum et pour quel temps  $t$  est-il obtenu ?
2. Exprimer  $y(t)$  en fonction de  $x(t)$ .
3. Calculer  $z(t)$  en fonction de  $C_{xx}(t)$ .
4. Comment est-il possible de déduire la vitesse de la plaque ?