

**TP : Modulation AM FM****Objectifs**

Dans ce TP, on désignera par :

- ✓  $x$  : Le signal modulant.
- ✓  $f_x$  : La fréquence du signal modulant.
- ✓  $A_x$  : L'amplitude du signal modulant
- ✓  $f_c$  : La fréquence de la porteuse.
- ✓  $f_s$  : La fréquence avec laquelle le signal primaire est échantillonné.
- ✓ AM : Modulation d'amplitude à double bande avec porteuse conservée.
- ✓ FM : Modulation de fréquence

On considère que le signal modulant est un signal sinusoïdal d'amplitude  $A_x = 1V$  et de fréquence  $f_x = 10Hz$  :  $x(t) = A_x \cos(2\pi f_x t)$  et la fréquence de la porteuse est égale à  $100Hz$ .

**I. Modulation AM**

1. Le signal modulé  $s_{AM}(t)$  pour  $m = 0.5$

Recopiez les instructions matlab ci-dessous dans votre fichier m-file.

```
fs = 1000 ;
t = 0 : 1/fs : 1 ;
fc = 100 ;
Ax = 1 ;
fx = 10 ;
x = Ax*cos(2*pi*fx*t) ;
m = 0.5 ;
K = 1/m;
```

- a) Donner l'expression mathématique du signal modulé  $s_{AM}(t)$
- b) Comment s'appelle le coefficient  $m$  ?
- c) A l'aide de la fonction ammod généré le signal modulé en amplitude  $s_{AM}$
- d) Sur une figure, tracer le signal modulé à partir du code ci-dessous
- e) Sur la même figure, tracer le signal ' $x+K$ ', Que remarquez-vous ?
- f) Faites varier la valeur de  $m$  (par exemple en prenant  $m=0.1$ ,  $m=0.5$ ,  $m=1$ ,  $m=1.5$ ).

Pour chaque valeur de  $m$ , tracer les signaux  $s_{AM}(t)$  et  $x+K$  sur la même figure.

Quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

2. Spectre du signal modulé AM

- a) Tracer le spectre d'amplitude théorique du signal modulé  $S_{AM}(f)$

b) A l'aide du code matlab ci-dessous, tracer le spectre du signal modulé

Faire un commentaire du spectre obtenu sur Matlab.

c) Quelle est la largeur de bande B occupée par le signal modulé  $s_{AM}(t)$

d) Tracer le spectre du signal modulé pour différentes valeurs de m, qu'en déduisez-vous ?

### 3. Démodulation du signal $s_{AM}(t)$

a) Générer un filtre passe à l'aide de la fonction ci-dessous

$$[num, den] = butter(5, 2*B/f_s);$$

b) A l'aide de la fonction amdemod de matlab, calculer le signal démodulé  $x_1$

c) Sur la même figure, tracer le signal modulant x et le signal démodulé  $x_1$  en fonction de t.

Quelle conclusion pouvez-vous en tirer ?

## II. Modulation FM

Dans cette partie, on s'intéresse à la modulation de fréquences.

1) Donner l'expression mathématique du signal modulé FM :  $s_{FM}(t)$

On pose  $k_f=1$

2) Déterminer l'excursion en fréquence et l'indice de modulation

3) A l'aide de la fonction fmod généré le signal modulé FM :  $s_{FM}$

4) Tracer le spectre d'amplitude du signal modulé en FM :  $S_{FM\_f}$

Quel commentaire pouvez-vous faire ?

Comparer avec le spectre du signal modulé en AM :  $S_{AM\_f}$

5) A l'aide de la fonction fmdemod de Matlab, calculé le signal démodulé  $x_2$ .

6) Comparer sur la même figure le signal modulant x, et le signal démodulé AM ( $x_1$ ) et le signal démodulé FM ( $x_2$ ).

## III. Bonus : Démodulation cohérente avec problème de synchronisation

Réalisez la démodulation des signaux  $s_{AM}$  et  $s_{FM}$  en supposant que l'oscillateur de réception délivre une sinusoïde de fréquence  $f_r = f_c + 1$ .

Tracer sur la même figure, les signaux, x,  $x_1$  et  $x_2$ .

Que remarquez-vous ?