

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

$f_x = 10\text{Hz}$: $x(t) = A_x \cos(2\pi f_x t)$ 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 générée 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 fmmod 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 ?