

TP 2 : Modulation FM**Objectifs**

- ✓ Comprendre les fondements théoriques de la modulation de fréquence (FM) et de la démodulation FM.
- ✓ Mettre en évidence les principales caractéristiques d'un signal modulé FM.
- ✓ Examiner les effets d'un canal bruité gaussien (AWGN) sur un signal modulé FM.

Préparation

- 1) Donner l'expression d'un signal modulé FM et de sa fréquence instantanée f_i .
- 2) Si l'on se place dans le cas simple où le modulant est une sinusoïde, donner l'expression de la fréquence instantanée f_i du signal FM, de l'indice de modulation β en fonction de la constante Kf puis de l'excursion maximale en fréquence Δf .
- 3) Expliquer la différence entre une modulation FM dite "NFM" et "WFM".
- 4) Expliquer ce qu'est la bande de Carson.
- 5) Si l'on veut émettre un signal stéréo, on se retrouve avec un signal multiplex occupant en bande de base une largeur $W = 53$ kHz, est-ce cohérent avec un espacement de sous-porteuses de 200 kHz ?

I. Analyse théorique du signal modulé FM sous Matlab

Dans ce TP, on désignera par :

- ✓ x : Le signal modulant sinusoïdal .
- ✓ 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.
- ✓ FM : Modulation de fréquence

On considère que le signal modulant est un signal sinusoïdal d'amplitude $A_x = 1V$ et de fréquence

$$f_x = 10Hz; x(t) = A_x \cos(2\pi f_x t) \text{ et la fréquence de la porteuse est égale à } 100Hz.$$

- 1) Générer sous Matlab le signal modulant x
- 2) A l'aide de la fonction *fmmod* généré le signal modulé FM : s_{FM}
- 3) Tracer sur Matlab l'allure du signal modulé s_{FM}
- 4) Faire varier la valeur de la déviation en fréquence (par exemple en prenant 1, 10, 50, 100) puis observer et commenter l'effet de cette variation sur le signal modulé s_{FM} . Indiquer à chaque fois la valeur de l'indice de modulation.
- 5) Tracer le spectre d'amplitude du signal modulé en FM : S_{FM_f}
 Faire varier la valeur de la déviation en fréquence (par exemple en prenant 1, 10, 50, 100) puis observer et commenter l'effet de cette variation sur le spectre du signal modulé.
 Déterminer à chaque fois l'occupation spectrale du signal modulé FM
 Quel commentaire pouvez-vous faire ?
- 6) A l'aide de la fonction *fmdemod* de Matlab, calculé le signal démodulé $x2$.
- 7) Tracer sur la même figure le signal modulant x , et le signal démodulé FM $x2$. Commenter le résultat.
- 8) Réalisez la démodulation du signal 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 et $x2$. Que remarquez-vous ?

II. Démodulation FM en présence de bruit

L'objectif de cette partie est de regarder le comportement d'un démodulateur FM en présence d'un signal modulé FM bruité.

- 1) Générer sur Matlab le signal modulé FM bruité.
- 2) Réaliser la démodulation du signal FM bruité et commenter le résultat trouvé.
- 3) A partir de quelle valeur du SNR, le signal n'est plus correctement démodulé ?