

Sujet TP3 : **Modulations de fréquence (FM)**

Type de séance : Encadrée.

Objectifs : Appropriation du concept et des techniques de démodulation de fréquence.
Réception de signaux monophoniques modulés en fréquence.

I. Observation de la bande d'intérêt

- Créez un analyseur de spectre utilisable entre 87,5 MHz et 108 MHz, avec la possibilité de choisir dynamiquement la fréquence centrale avec un pas de 50 kHz et le gain à utiliser. Utilisez une fréquence d'échantillonnage de 1,5 MSps.
 - Qu'observez-vous sur cette bande ?
 - Combien de canaux observez-vous ?
 - Combien de canaux devriez-vous observer ?
(<https://www.annuradio.fr/index.php?mode=searchville&choixville=TOULOUSE/>)
 - Comment expliquez-vous ces différences ?
-

II. Traitement d'un canal de radiodiffusion FM

- Choisissez un canal à traiter.
- Estimez le rapport signal sur bruit en décibel. Explicitez votre méthode de mesure.
- Pensez-vous que ce soit suffisant pour démoduler les signaux observés ? A votre avis, quel minimum de SNR est nécessaire pour une démodulation correcte ?
- Estimez la largeur de bande de votre canal. Explicitez votre méthode de mesure.
- Isolez par filtrage le canal choisi. Quelle(s) fréquence(s) de coupure choisissez-vous ? Imposez la largeur de transition à 10% de votre fréquence de coupure haute.
- Décimez par un facteur 6. Commentez ce choix et ses effets (notamment sur la fréquence d'échantillonnage en sortie).
- Démodulez en fréquence à l'aide du bloc *WBFM Receiver*.
- Observez le spectre obtenu et comparez-le à la figure suivante.

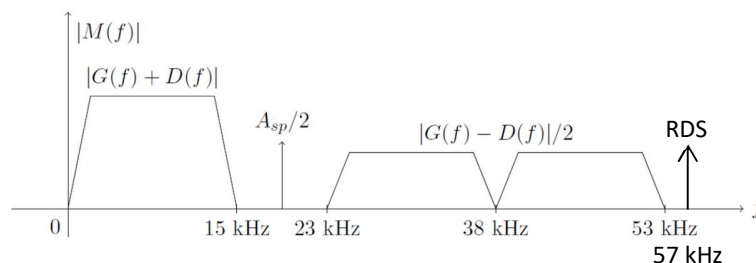


Fig. 1 : Signal composite stéréophonique avant modulation de fréquence

Le signal transmis se compose de deux voies stéréophoniques $g(t) \in R$ et $d(t) \in R$ qui sont centrées en fréquence et de fréquence maximale 15 kHz (ou bande monolatérale). Pour assurer la compatibilité entre les récepteurs monophoniques et stéréophoniques, ces deux voies sont multiplexées pour former le message :

$$m(t) = g(t) + d(t) + A_{sp} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_{sp} \cdot t) + [g(t) - d(t)] \cos(2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot f_{sp} \cdot t)$$

avec $f_{sp} = 19$ kHz une fréquence porteuse pilote d'amplitude $A_{sp}/2$. Le Radio Data Service (RDS) occupe lui une fréquence de 57 kHz et permet la transmission d'informations modulées numériquement.

- Qu'est-ce que la règle de Carson ?

(https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A8gle_de_Carson)

- En appliquant cette règle, estimez la largeur de bande de votre signal. Prenez 75 kHz comme excursion maximale en fréquence.

- Est-ce cohérent avec l'estimation faite plus tôt ?

III. Restitution du signal monophonique

- En vous basant sur la Fig. 1 et vos connaissances, récupérez le signal monophonique uniquement et jouez-le sur votre carte son. Pensez à utiliser le bloc Rational Resampler.
NB : La démodulation stéréophonique fait partie des activités proposées en quatrième séance.

- Faites en sorte que votre démodulateur FM puisse aisément fonctionner à n'importe quelle fréquence et que vous puissiez modifier dynamiquement le volume depuis gnuradio.

VI. Restitution du signal stéréophonique

Le récepteur stéréophonique nécessite de démoduler en amplitude le signal situé autour de 38 kHz puis de le recombinaer avec le signal en bande de base de façon à reconstruire les voies gauche et droite.

Pour ce faire, vous aurez besoin de blocs Signal Source et Multiply pour faire une transposition en fréquence et centré le signal $G(f)$ - $D(f)$; Low Pass Filter pour ne conserver que la bande d'intérêt ; Add et Subtract pour récupérer les bandes droite et gauche ; et enfin les blocs Multiply Const, Rational Resampler et Audio Sink (avec deux entrées) pour faire la lecture du signal stéréophonique.

Sujet TP4 : **Modulations de fréquence (FM et FSK)**

Type de séance : En autonomie.

Objectifs : Appropriation du concept et des techniques de modulation et de démodulation de fréquence.
Réception de signaux stéréophoniques modulés en fréquence.
Emission et réception de signaux modulés en fréquence.
Révisions sur les modulations numériques de fréquence (FSK)

I. Finition des activités du sujet TP3.

II. Implémentation d'autres solutions de démodulation de signaux de radiodiffusion modulés en fréquence.

Remplacez le bloc WBFM Receiver par un autre système de démodulation FM. L'idée est de se rapprocher de l'utilisation d'une PLL.
Intéressez-vous en particulier aux blocs FM Demod, NBFM Receive et PLL Carrier Tracking.

III. Implémentation d'une solution locale de modulation et de démodulation de signaux modulés en fréquence.

Implémentez un modulateur et un démodulateur de signaux sinusoïdaux modulés en fréquence en local.

IV. Implémentation d'une solution de transmission et de réception de signaux modulés en fréquence.

Implémentez un émetteur et un récepteur de signaux monophoniques modulés en fréquence dans une bande ISM.

V. Recherches documentaires sur les modulations numériques de fréquence (FSK).

Mots clefs : Frequency Shift Keying
