

Sujet TP5 : **Modulations numériques de phase (PSK)**

Type de séance : Encadrée.

Objectifs : Appropriation du concept et des techniques de modulation et de démodulation numériques de phase.
 Appropriation du concept de constellation.
 Emission et réception de signaux modulés en phase.
 Comparaison des différentes modulations de phase.

I. Conversion analogique – numérique d'un flux audio

1. Conversion de type

- Utilisez le bloc Float to Char pour convertir votre signal audio issu du bloc Wav File Source en signal numérique, puis reconvertissez-le avec le bloc Char to Float avant de le jouer sur la carte son du PC (Rational Resampler et Audio Sink).
- Quelle valeur utilisez-vous pour les champs *Scale* ?

2. Modulation *Continuously Variable Slope Delta* (CVSD)

- Informez-vous sur la modulation CVSD.
 - Utilisez le bloc CVSD Encoder pour coder numériquement votre signal audio issu du bloc Wav File Source, puis décodez-le avec le bloc CVSD Decoder avant de le jouer sur la carte son du PC (Rational Resampler et Audio Sink).
-

II. Implémentation en local d'un modulateur et d'un démodulateur BPSK

1. Modulation et démodulation BPSK idéales

- En utilisant les blocs PSK Mod et PSK Demod, modulez puis démodulez votre signal encodé en *Char* en CVSD en BPSK (2-PSK) et jouez-le sur la carte son du PC.
- Quelle solution d'encodage vous paraît la plus performante ?
- Affichez votre diagramme de constellation à l'aide du bloc ?? GUI Constellation Sink.
- Qu'observez-vous ?

2. Modulation et démodulation BPSK avec ajout de bruit

- Utilisez le bloc Channel Model pour émuler un canal bruité entre vos blocs de modulation et de démodulation. Testez différentes valeurs pour les différents paramètres, en particulier pour *Noise Voltage* (vous pouvez monter à plus de 1 et utiliser des *sliders*). Affichez les diagrammes de constellations avant et après le modèle de canal.
 - Modifiez le paramètre *Samples/Symbol*. Quelles sont les changements ?
 - Rendez la modulation et la démodulation différentielles. Est-ce mieux ?
-

III. Implémentation en local d'un modulateur et d'un démodulateur (D)2ⁿPSK

- Modifiez les blocs *PSK Mod* et *PSK Demod* pour moduler et démoduler votre signal encodé en 2ⁿPSK (QPSK, 8-PSK, 16-PSK, 32-PSK, 64-PSK, 128-PSK, etc.), jouez-le sur la carte son du PC et affichez votre diagramme de constellation avant et après le modèle de canal. Qu'observez-vous ?
 - Jouez sur les paramètres du modèle du canal et de vos modulateur et démodulateur. Rendez notamment la modulation et la démodulation différentielles et augmentez le nombre d'échantillons par symbole. Estimez quelles sont les solutions envisageables pour la transmission sans-fil.
-

IV. Implémentation d'un émetteur et d'un récepteur de signaux monophoniques modulés en (D)2ⁿPSK.

- Utilisez les blocs *Wav File Source*, *CVSD Encoder*, *PSK Mod* et *UHD: USRP Sink* pour mettre en place votre émetteur en bande ISM.
 - Utilisez les blocs *UHD: USRP Source*, *Low Pass Filter*, *PSK Demod*, *CVSD Decode*, *Multiply Const*, *Rational Resampler* et *Audio Sink* pour mettre en place votre récepteur en bande ISM.
 - Réalisez plusieurs types de modulation (BPSK, DBPSK, QPSK, DQPSK, 8PSK, D8PSK, etc.) et comparez leurs performances.
 - Déterminez la meilleure solution.
-

V. Amélioration de la réception de signaux monophoniques modulés en (D)2ⁿPSK.

- Utilisez les blocs *Polyphase Clock Sync*, *CMA Equalizer* et *Costas Loop* entre le filtre et le démodulateur pour améliorer votre réception.

Le bloc *Polyphase Clock Sync* permet une meilleure synchronisation au bit en cherchant le meilleur déphasage entre $n_filtres$ valeurs (on prendra 32). Choisissez un *Samples/Symbol* cohérent avec votre émission, une *Loop Bandwidth* de 0,0628, des *Taps* vérifiant la fonction *firdes.root_raised_cosine*($n_filtres$, $n_filtres$, $1.0/float(SPS)$, 0.35, $11*SPS*n_filtres$) (variable à créer), un *Filter Size* de $n_filtres$, une *Initial Phase* de $n_filtres/2$ et un *Output SPS* cohérent avec la suite de votre chaîne.

Le bloc *CMA Equalizer* permet de d'égaleriser l'amplitude des échantillons. Choisissez un *Nul. Taps* de 15, un *Modulus* unitaire, un *Gain* compris entre 0 et 0,1 et un *Samples per Symbol* cohérent avec votre bloc précédent.

Le bloc *Costas Loop* permet de s'accrocher à une fréquence. Choisissez une *Loop Bandwidth* de 0,0628 et un *Order* de 4.

Sujet TP6 : **Modulations numériques d'amplitude et de fréquence (ASK et FSK)**

Type de séance : En autonomie.

Objectifs : Appropriation du concept et des techniques de modulation et de démodulation numérique d'amplitude et de fréquence.
Emission et réception de signaux modulés numériquement en amplitude et en fréquence.
Comparaison des différentes modulations numériques d'amplitude et de fréquence.
Comparaison des modulations numériques *mono-paramètre*.

I. Finition des activités du sujet TP5.

II. Implémentation d'émetteur et récepteur OOK.

- A l'aide du bloc Constellation Object définissez la constellation d'une modulation OOK.
 - A l'aide des blocs Constellation Modulator et Constellation Decoder, modulez puis démodulez en local -en simulant un canal réel (Channel Model)- un signal audio en OOK.
 - Réalisez un émetteur et un récepteur OOK dans une bande ISM.
-

III. Implémentation d'émetteur et récepteur ASK.

- A l'aide du bloc Constellation Object définissez la constellation d'une modulation 2-ASK, puis 4-ASK.
 - A l'aide des blocs Constellation Modulator et Constellation Decoder, modulez puis démodulez en local -en simulant un canal réel (Channel Model)- un signal audio en 2-ASK, puis 4-ASK.
 - Réalisez un émetteur et un récepteur 2-ASK puis 4-ASK dans une bande ISM.
-

IV. Implémentation d'émetteur et récepteur FSK.

A partir de vos connaissances, essayez d'implémenter un émetteur et un récepteur 2-FSK, puis 4-FSK en bande ISM.

V. Comparaison des différentes modulations.

Comparez les différentes modulations étudiées jusqu'ici : AM, FM, PSK, ASK et FSK, ainsi que leurs différentes implémentations (BPSK, DBPSK, QPSK, DQPSK, OOK, 2-ASK, 4-ASK, 2-FSK, 4-FSK, etc.).
