

Modulations numériques de base

ASK-FSK-PSK

1 Principe

Une porteuse sinusoïdale possède trois paramètres qui sont l'amplitude, la fréquence et la phase. Ces trois grandeurs sont toutes susceptibles de modulation par déplacement :

- la modulation par déplacement d'amplitude ASK
- la modulation par déplacement de fréquence FSK
- la modulation par déplacement de phase PSK.

Dans un message numérique, deux états sont à coder, le 0 et le 1 logiques. Ces différentes modulations consistent donc en les opérations suivantes :

- ASK : Coder le 0 par une amplitude de signal égale à 0, et le 1 par une amplitude A .
- PSK : Coder le 0 par une phase de référence égale à 0, et le 1 par une phase de 180° .
- FSK : Coder le 0 par une fréquence f_1 , et le 1 par une fréquence f_2 .

Le but de la manipulation est d'observer les différents types de modulation, leurs encombrements spectraux à l'aide de la FFT de l'oscilloscope, leurs avantages et inconvénients afin de déterminer dans la conclusion quelles peuvent être leurs utilisations respectives.

2 Préparation

- Donner le principe de fonctionnement des modulations ASK, PSK, FSK et les relations donnant leurs encombrements spectraux en fonction du débit binaire et des fréquences des porteuses.
- Les représenter sur papier millimétré pour un débit binaire de 10 kHz, une fréquence de porteuse égale à 100 kHz pour l'ASK et la PSK, et 100 kHz / 140 kHz pour la FSK.

3 Manipulation

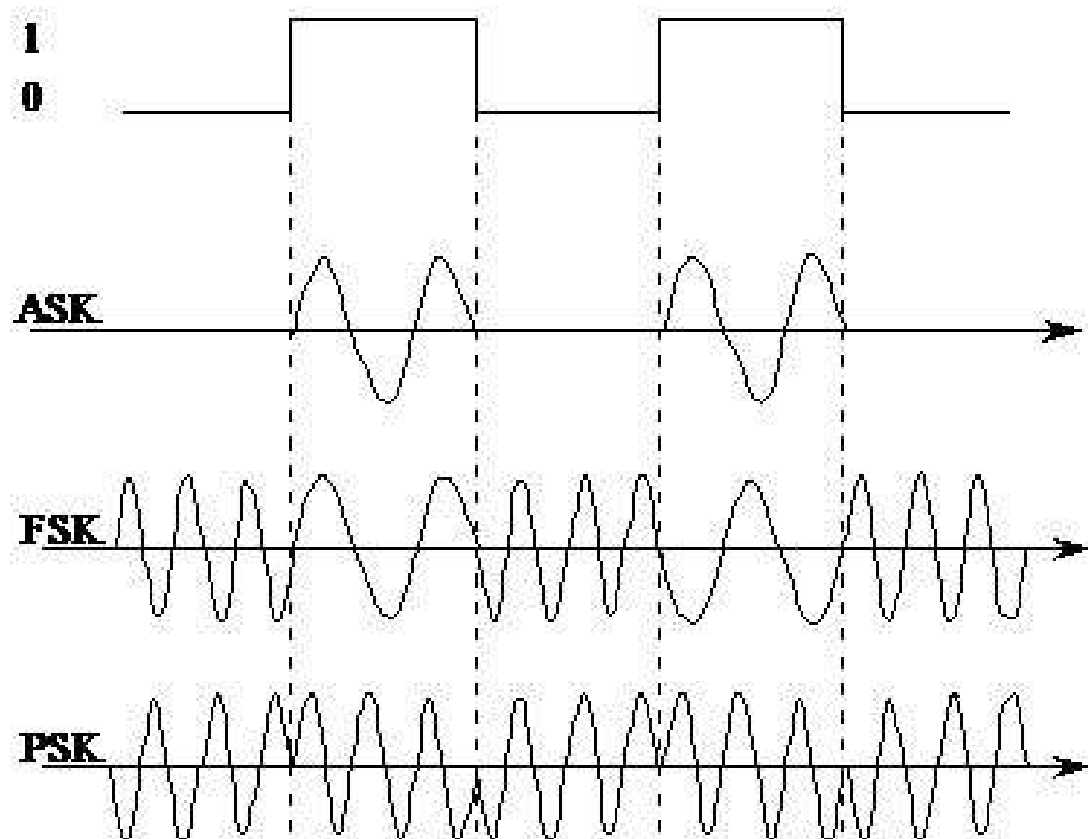
3.1 La modulation - démodulation ASK

Entrer un signal carré de fréquence 15 kHz aux normes TTL à l'entrée du modulateur ASK (après le filtre). Ne pas oublier de polariser le montage.

3.1.1

Relever simultanément les oscillogrammes des signaux suivants :

- Le signal modulateur $s(t)$ à l'entrée et le signal ASK à la sortie du modulateur. Commentaires.
- Donner la fréquence de l'oscillateur interne.



3.1.2

Alimenter maintenant le modulateur par le même signal mais filtré au préalable par le filtre passe bas présent sur la plaquette.

- Relever à nouveau les mêmes oscillogrammes (on pourra aussi tracer le signal TTL filtré).
- Interpréter la différence des résultats avec les relevés précédents.
- A l'aide de la FFT de l'oscilloscope, relever le spectre du signal ASK avec et sans filtre (le préamplificateur ne fera pas l'objet d'une étude particulière, il ne sert qu'à remettre le signal d'entrée aux normes TTL).
- Modifiez de 15 à 30 kHz le TTL. Quelles sont les lois qui régissent les enveloppes spectrales ?
- Quels sont les effets sur les spectres si le rapport cyclique du TTL d'entrée est différent de 50%. Explications.

3.1.3

Relier la sortie du modulateur ASK à l'entrée du démodulateur.

- Observer le signal aux différents points du démodulateur, indiquer comment se fait la démodulation.
- Trouver les limites d'utilisation du démodulateur en fonction du débit binaire d'entrée et de la fréquence de la porteuse. Utiliser au besoin un signal ASK généré par le HP 33120A. Donnez le débit en kbit/s.
- Conclusion sur la modulation - démodulation ASK.

3.2 La modulation - démodulation FSK

La modulation FSK a l'avantage par rapport à l'ASK qu'une interruption de signal ne peut pas être interprétée comme un niveau logique 0. La génération d'un signal FSK peut se faire à l'aide d'un VCO mais l'utilisation de deux oscillateurs à quartz séparés donne de meilleurs résultats d'un point de vue stabilité. Comme dans la modulation ASK, une différence est faite entre un modulateur filtré et un modulateur non filtré. La modulation FSK, de par sa ressemblance avec la modulation FM, possède un spectre aussi complexe. Afin de clarifier le fonctionnement du modulateur FSK, nous allons utiliser un signal carré symétrique. Le modulateur FSK se compose en fait de deux modulateurs ASK, opérant aux fréquences f_1 et f_2 , et un système de switch, équivalent à un OU analogique, qui permet de passer de l'un à l'autre.

3.2.1

Entrer un signal TTL de fréquence 15 kHz et relever les courbes suivantes :

- Le signal modulateur à l'entrée du préamplificateur et le FSK à la sortie du modulateur.
- Déterminer les fréquences f_1 et f_2 en l'absence de filtre.

3.2.2

Alimenter maintenant le modulateur par le même signal mais filtré au préalable par le filtre passe bas présent sur la plaquette

- Relever à nouveau les oscillogrammes. Interpréter la différence entre les différents relevés.
- Relever les spectres.

3.2.3

Relever le spectre du signal FSK.

- Déterminer les fréquences f_1 et f_2 en l'absence de filtre puis avec. Quel est $\Delta F/D$?
- Relever les spectres pour les rapports écart des fréquences porteuses/débit binaire $\Delta F/D$ suivants 1, 7/8, 3/4, 5/8, 1/2, 3/8, $1/\pi$, 1/4. Comparez à la figure fournie en Annexe.

3.2.4

Relier la sortie du modulateur FSK à l'entrée du démodulateur correspondant.

- Observer le signal aux différents points du démodulateur, indiquer comment se fait la démodulation.
- Trouver les limites d'utilisation du démodulateur en fonction du débit binaire d'entrée. Vérifier notamment le fonctionnement pour les rapports $\Delta F/D$ précédents.
- Conclusion sur la modulation - démodulation FSK.

3.3 La modulation - démodulation PSK

Dans le cas de la modulation PSK, l'information est contenue dans la phase relative du signal. Ce système est encore plus immunisé contre les interférences (ce qui pourra se voir sur un relevé de spectre).

3.3.1

Entrer un signal carré de fréquence 15 kHz aux normes TTL à l'entrée du modulateur PSK et relever les courbes suivantes :

- Le signal modulateur $s(t)$ à l'entrée du modulateur (sans filtre).
- Le signal PSK à la sortie du modulateur.
- Commentaires.

3.3.2

Alimenter maintenant le modulateur par le même signal mais filtré au préalable par le filtre passe bas présent sur la plaquette.

- Relever à nouveau les oscillogrammes. Interpréter la différence entre les différents relevés.

3.3.3

Relever le spectre du signal PSK en l'absence et présence de filtre. Commentaires.

3.3.4

Relier la sortie du modulateur PSK à l'entrée du démodulateur correspondant.

- Relier le signal de synchro au démodulateur.
- Observer le signal aux différents points du démodulateur, indiquer comment se fait la démodulation et notamment l'utilité du signal de synchro.
- Trouver les limites d'utilisation du démodulateur en fonction du débit binaire d'entrée.
- Conclusion sur la modulation - démodulation PSK.

3.4 La PLL

Dans le cas de la modulation ASK et PSK, l'information de synchronisation n'étant pas disponible (à priori) dans une transmission, indiquer comment celui-ci pourrait être remplacé.

- Essayer de recréer un signal de synchronisation en utilisant la PLL du démodulateur FSK et proposer une vérification expérimentale.

3.5 Conclusion sur les différentes modulations

- Indiquer les avantages et inconvénients des différents modulations et démodulations.
- Essayer notamment d'établir une relation simple entre l'encombrement spectral en bande secondaire, l'encombrement en bande de base et le débit binaire.

