03/10/2017

Léo Guilpain & Legris Thomas

Compte Rendu

TP 2 : Modulation QPSK

« J'atteste que ce travail est original, qu'il indique de façon appropriée tous les emprunts, et qu'il fait référence de façon appropriée à chaque source utilisée »

Table des matières

[Introduction 2](#_Toc494816722)

[I. Etude d’un modulateur QPSK 2](#_Toc494816723)

[1.1. Préparation 2](#_Toc494816724)

[1.2. Etude expérimentale 2](#_Toc494816725)

[1.2.1. Génération des oscillateurs locaux en quadrature 2](#_Toc494816726)

[1.2.2. Génération des symboles I/Q : Ai(t) et AQ(t) 3](#_Toc494816727)

[1.2.3. Etude des signaux modulés QPSK 4](#_Toc494816728)

[II. Etude du démodulateur QPSK 5](#_Toc494816729)

[2.1. Préparation 5](#_Toc494816730)

[2.2. Etude expérimentale du démodulateur 6](#_Toc494816731)

[2.2.1. Réglage de la carte de démodulation 6](#_Toc494816732)

[2.2.2. Mise en évidence de défauts de constellation 10](#_Toc494816733)

[Conclusion 12](#_Toc494816734)

# Introduction

L’objectif de ce TP est d’étudier la modulation QPSK d’un signal ainsi que sa démodulation. On va envoyer deux signaux dans le modulateur pour les analyser de l’entrée jusqu’à la sortie de la chaine modulation/démodulation.

# Etude d’un modulateur QPSK

## Préparation

Une image contenant texte

Description générée avec un niveau de confiance très élevé

## Etude expérimentale

### Génération des oscillateurs locaux en quadrature

Une image contenant texte, carte

Description générée avec un niveau de confiance très élevé

Figure 1 : Signal OLi

Comme on peut le voir sur cette image, le signal OLI est bien réglé sur la fréquence f0 = 80 kHz. L’amplitude ici est de 9.4V, donc l’amplitude du signal est d’environ 5V (9.4/2).

Une image contenant texte, carte

Description générée avec un niveau de confiance élevéAprès utilisation d’un tournevis afin de régler la phase et l’amplitude, on arrive à ce résultat :

Figure 2 : Signaux OLQ et OlI en quadrature de phase

### Génération des symboles I/Q : Ai(t) et AQ(t)

Après avoir réalisé le montage en branchant la carte fournie. On doit vérifier que la fréquence réalisant les signaux est de 500Hz. En branchant une sonde sur la carte, on voit que la fréquence de l’horloge est de 512 Hz.

Une image contenant capture d’écran

Description générée avec un niveau de confiance élevé

Figure : Débit binaire

Comme on peut le voir sur le schéma, il y a 1 bit toutes les 1/512Hz donc 1 bit toutes les 1.95 ms. Or, il y a deux signaux, pour I et pour Q. On a donc 2 bits toutes les 1.95 ms ceux qui nous donne un débit binaire de 1024 bits par seconde.

Une image contenant texte

Description générée avec un niveau de confiance élevé

Figure : Constellation en mode XY

D’après le mode XY, on peut bien observer que l’on n’a ni une PSK, ni une QPSK. Pour avoir une QPSK, il faudrait la recentrer sur l’origine et donc enlever 2V à I et 2V à Q.

### Etude des signaux modulés QPSK

Une image contenant texte, carte

Description générée avec un niveau de confiance élevé

Figure : Affichage de la sortie (Amplitude)

On peut voir que l’on n’a pas une réelle QPSK puisque normalement, sur une QPSK, il ne devrait pas y avoir de changement d’amplitude. Or sur la figure 5, on peut voir que lorsque que l’on change d’état, l’amplitude change.

Une image contenant carte, texte

Description générée avec un niveau de confiance très élevé

Figure : Affichage de la sortie (Phase)

En revanche, comme on peut le voir sur la figure 6, il y a quand même un saut de phase entre chaque état, ce qui correspond à un PSK.

# Etude du démodulateur QPSK

## Préparation

Une image contenant texte

Description générée avec un niveau de confiance très élevéUne image contenant texte, tableau blanc

Description générée avec un niveau de confiance très élevé

## Etude expérimentale du démodulateur

### Réglage de la carte de démodulation

Pour que les signaux soient synchrones, il faut faire des réglages. Pour commencer, on règle OLI. Pour le régler, cela se passe sur le GBF, ils ont la même amplitude mais pas la même phase. Il faut donc la modifier sur le GBF. Ils étaient décalés de 35°.

Ensuite OLQ se règle directement sur le démodulateur. On a donc modifié la phase et l’amplitude.

Une image contenant capture d’écran

Description générée avec un niveau de confiance très élevé

Figure : Observation des signaux IQ

On observe qu’il y a une similitude entre les signaux émis et ceux reçus. Il faut juste qu’on réalise un filtre passe bas afin de récupérer les valeurs moyennes des signaux.

On veut garder les fréquences inferieures à 500 Hz. Il faut donc que notre fréquence de coupure soit supérieure à 500Hz.

Une image contenant texte, reçu, shoji

Description générée avec un niveau de confiance élevéIl faut donc que RC soit supérieur au résultat trouvé.

Après des tests, on a trouvé comme valeur :

C = 680 nF

R = 100 Ohm

RC = 6,8.10-4 secondes

Pour I, on a :

Une image contenant texte, carte

Description générée avec un niveau de confiance très élevé

Figure : Filtre passe bas pour I

On voit bien que le filtre a été efficace et on arrive à récupérer un signal à peu près similaire.

Pour Q, on a :

Une image contenant texte, carte

Description générée avec un niveau de confiance très élevé

Figure : Filtre passe bas pour Q

On voit bien que le filtre a été efficace et on arrive à récupérer un signal à peu près similaire.

Une image contenant texte, carte

Description générée avec un niveau de confiance très élevé

Figure : Constellation

Comme on peut le voir, il faudrait décaler la constellation sur la droite afin de la recentrer et il faudrait également la faire pivoter pour la remettre droite.

Afin de régler correctement il faut jouer sur les offsets pour le recentrer sur l’origine. Ensuite lorsqu’on modifie l’amplitude, cela influe sur la forme et enfin, la phase permet de modifier l’inclinaison de la constellation.

Une image contenant texte

Description générée avec un niveau de confiance élevé

Figure : Constellation finale

Une image contenant capture d’écran

Description générée avec un niveau de confiance très élevé

Figure : Signal modulé

En ne réglant que l’offset, on peut voir que le signal modulé a toujours quelques défauts puisque tous les points ne possèdent pas la même amplitude. Il faut donc agir sur différente choses pour pouvoir le régler.

Une image contenant carte, texte

Description générée avec un niveau de confiance élevé

Figure : Signaux aux différents points

En orange et en vert on a les signaux avant le passage dans le filtre. On peut voir qu’il y a quelques imperfections.

### Mise en évidence de défauts de constellation

Comme vu précédemment, en agissant sur la phase, on arrive à faire pivoter la constellation.

Une image contenant texte

Description générée avec un niveau de confiance très élevé

Figure 14 : Constellation après modification de la phase

Une image contenant texte

Description générée avec un niveau de confiance très élevéPour le Skew error, il faut modifier la phase de la démodulation. Cela influe sur la forme de la constellation.

Une image contenant texte

Description générée avec un niveau de confiance très élevé

Lorsque l‘on agit sur Frequency Offset, la constellation tourne. Lorsque l’on ajoute une petite fréquence, cela revient à ajouter une phase tout le temps.

Une image contenant texte

Description générée avec un niveau de confiance élevé

Figure : Constellation après frequency offset

Pour IQ Gain Imbalance, on peut voir que cela permet de modifier Q. On a ainsi une plus grande amplitude de Q sans modifier I.

# Conclusion

Ce TP nous a permis de comprendre chaque étape de cette chaine modulation/démodulation. Tout d’abord, la génération des signaux d’entrées, leurs passages à travers les multiplieurs et le sommateur pour former un seul signal modulé. Ensuite, on a étudié le passage du signal de sortie dans le démodulateur, pour cela nous avons réalisé 2 filtres passe-bas avec une résistance et une capacité. Finalement, nous avons étudié le signal de sortie ainsi que les différentes erreurs possibles, tout en jouant sur les différents réglages afin d’avoir un signal de sortie parfait.