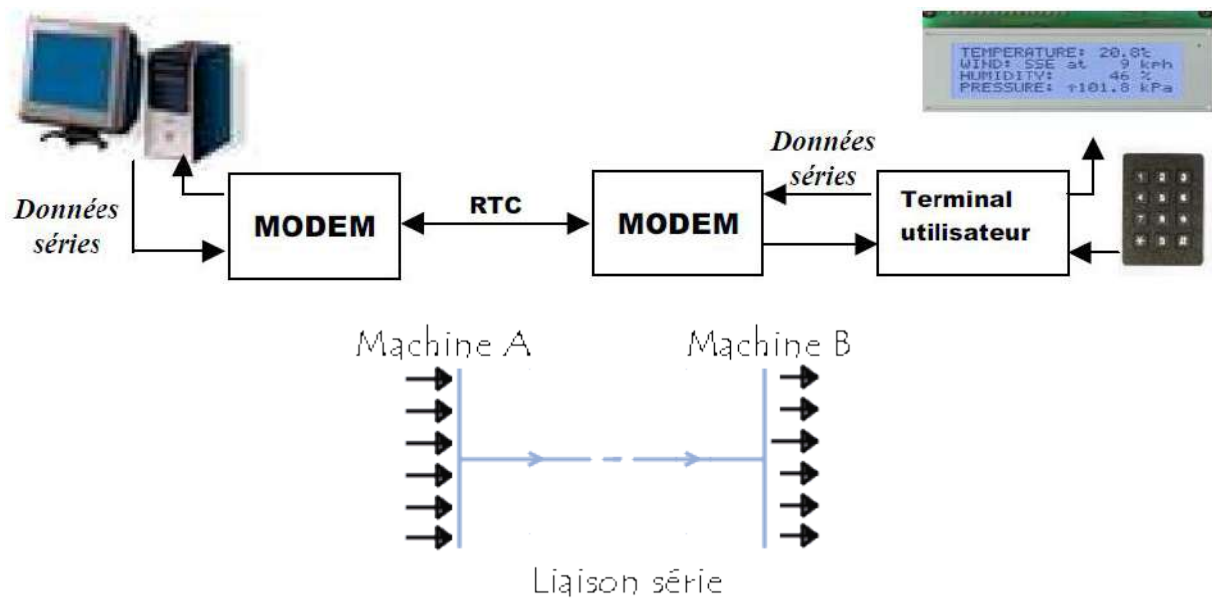


Aurélien David
Adrien Ramos



« Conception d'une transmission série »

Table des Matières

<i>Introduction</i>	<i>1</i>
<i>Modulation et démodulation ASK</i>	<i>2</i>
<i>Modulation et démodulation FSK.....</i>	<i>4</i>
<i>L'oscillateur commandé en tension (V.C.O.)</i>	<i>8</i>
<i>Linéarité de la commande</i>	<i>8</i>
<i>Angle de départ du VCO.....</i>	<i>9</i>
<i>Boucle à verrouillage de phase.....</i>	<i>10</i>
<i>Asservissement de Fréquence.....</i>	<i>13</i>
<i>Liaison bruitée</i>	<i>15</i>
<i>Conclusion</i>	<i>18</i>
<i>Annexe:.....</i>	<i>19</i>
<i>CommSim - Communication Systems Simulation.</i>	<i>19</i>

Introduction

Dans le cadre de ce projet, nous allons tenter de réaliser un système de transmission de données numériques et allons étudier différents moyens de transmettre ce type d'information.

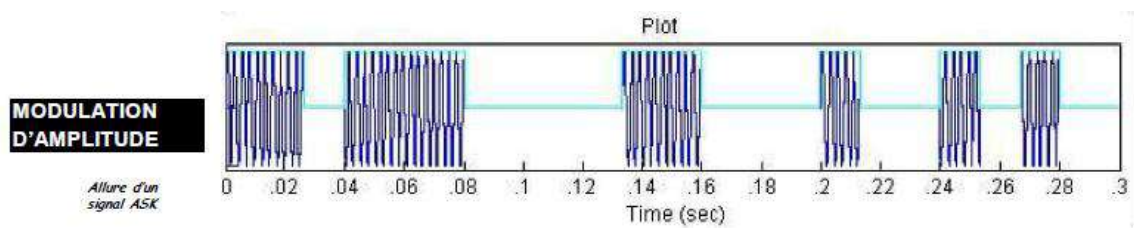
Notre étude a pour but de reproduire et de comprendre le déroulement d'une conception de transmission série.

Pour cela nous allons commencer par étudier la modulation et démodulation d'un signal ASK (modulé en amplitude). Puis dans un second temps nous allons étudier la modulation d'un signal FSK (modulé en fréquence) ainsi que ses différentes méthodes de démodulation.

Enfin, nous verrons quelles solutions peuvent répondre aux problèmes posés et dans quelle mesure.

Modulation et démodulation ASK

Notre signal modulé doit avoir la forme suivante:



On va obtenir cette modulation en multipliant un message binaire à un signal sinusoïdal.

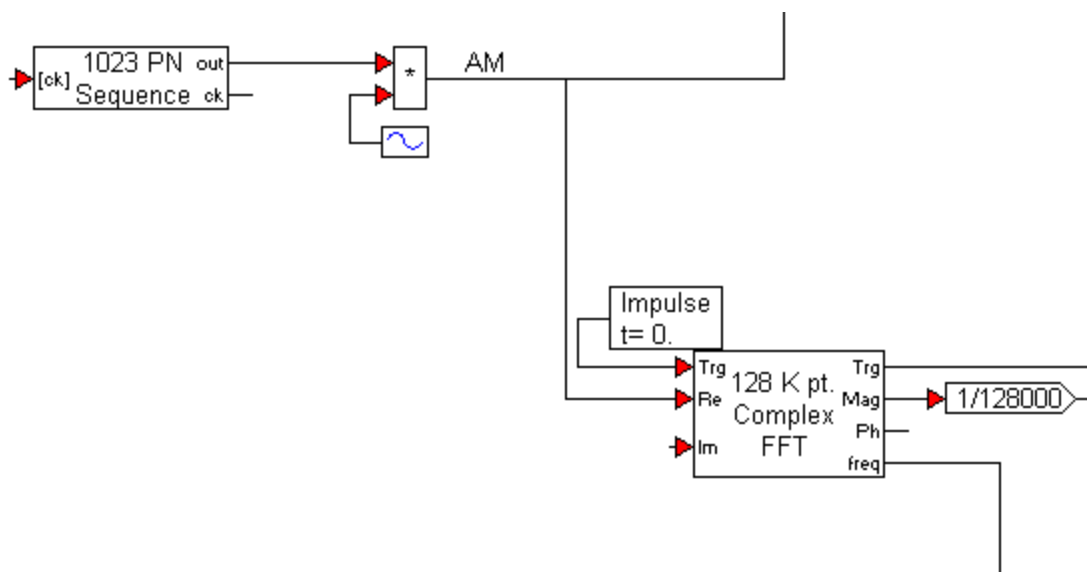
Message binaire

Notre message binaire $x(t)$ est un mot de 10 bits avec une vitesse de transmission de 75 bits/s. Il est à 1 à 1V et à 0 à 0V.

Porteuse

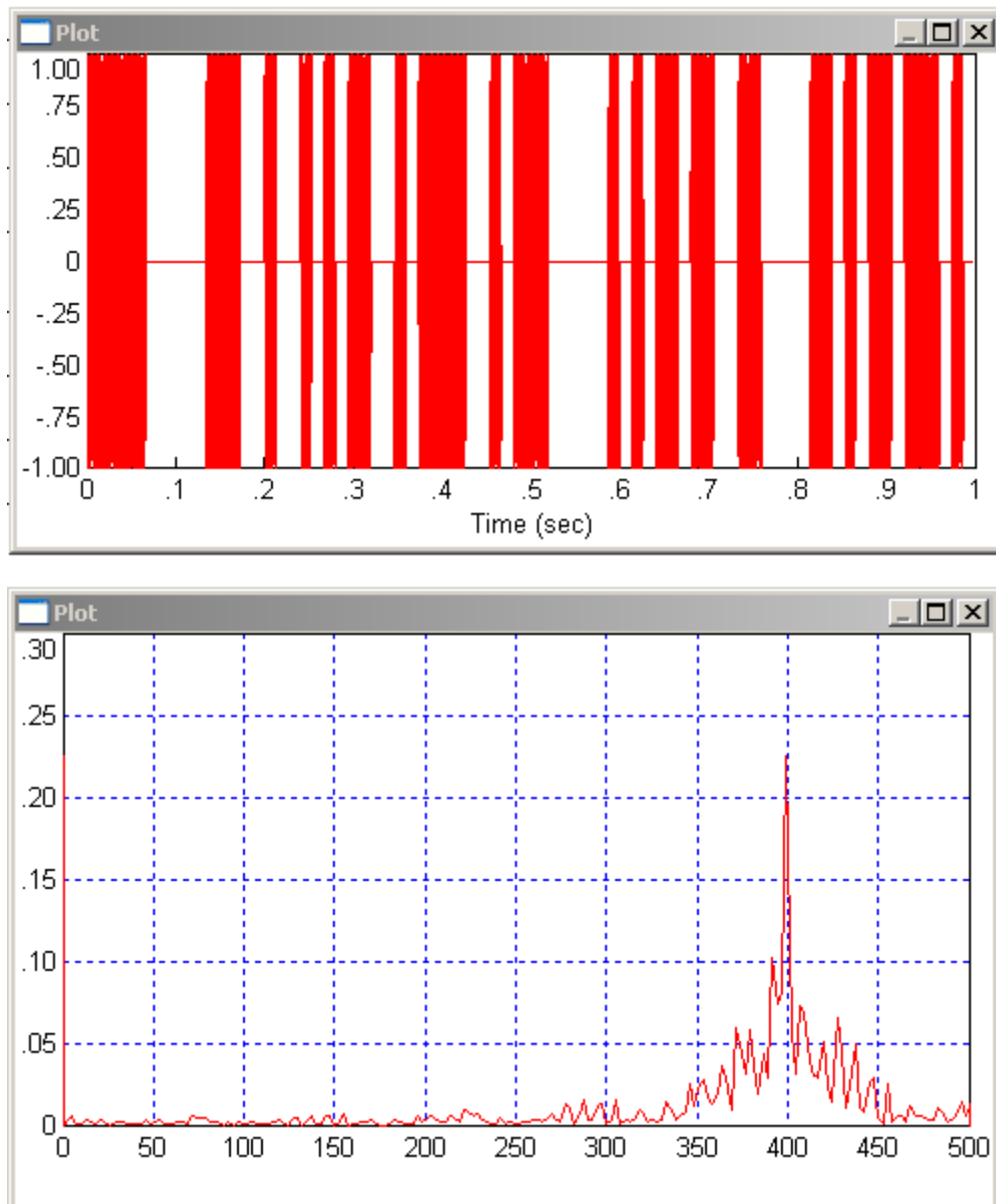
La fréquence de notre porteuse est de 400Hz.

Signal



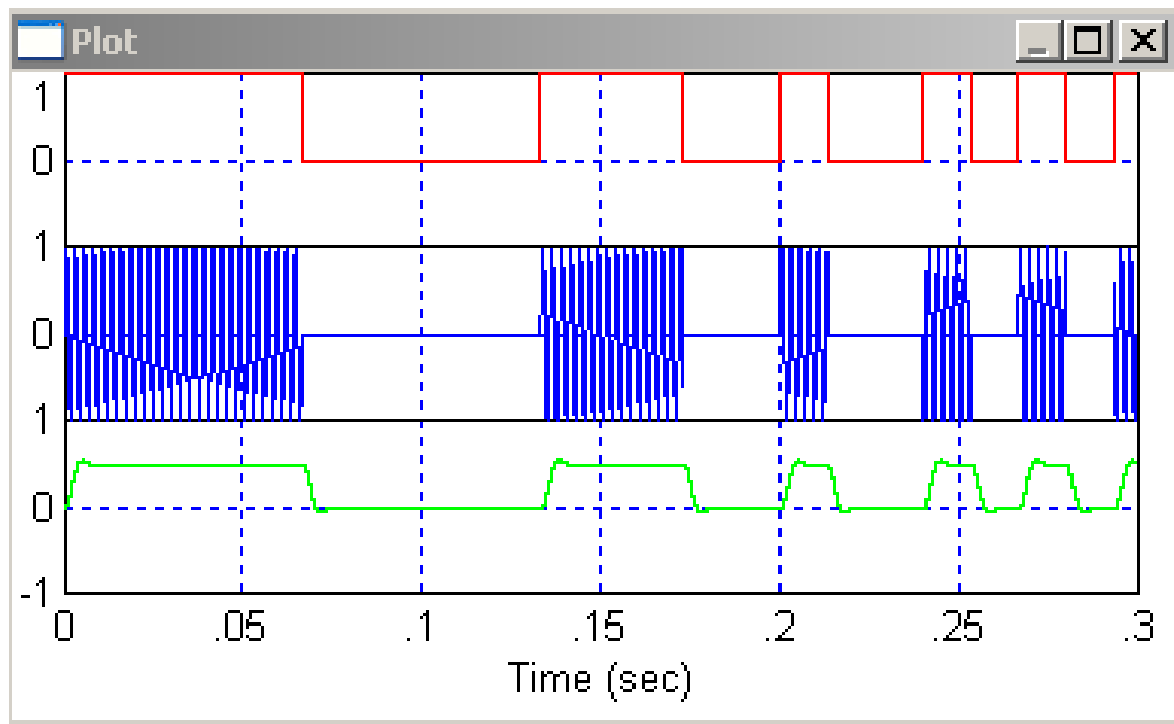
1-Allure du circuit

Remarque: Par la suite, nous utiliserons des blocs pour rendre les circuits plus lisibles.



2-Chronogramme et Spectre

On constate un pic à la fréquence de la porteuse (400Hz) sur le spectre.

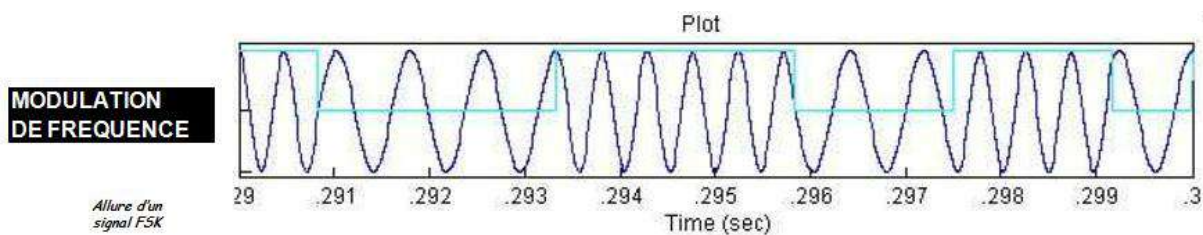


3- Chronogramme après démodulation

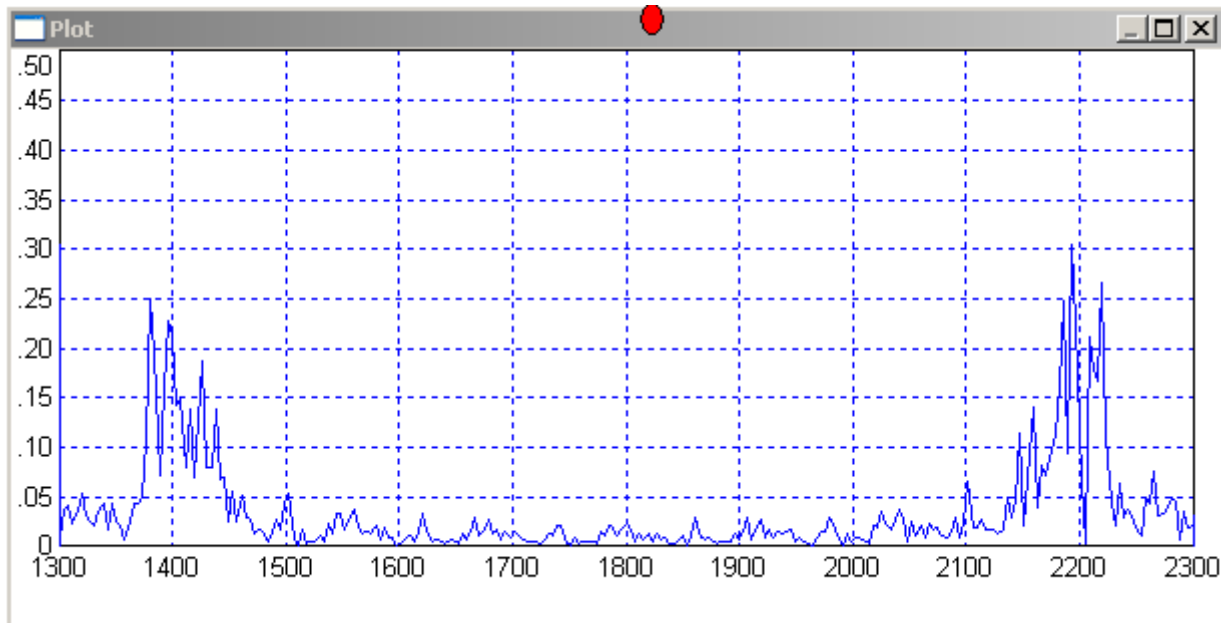
Le signal binaire d'origine est en rouge. Le signal binaire modulé est en bleu. Le signal démodulé est en vert.

On constate que la modulation est presque parfaitement démodulée.

Modulation et démodulation FSK

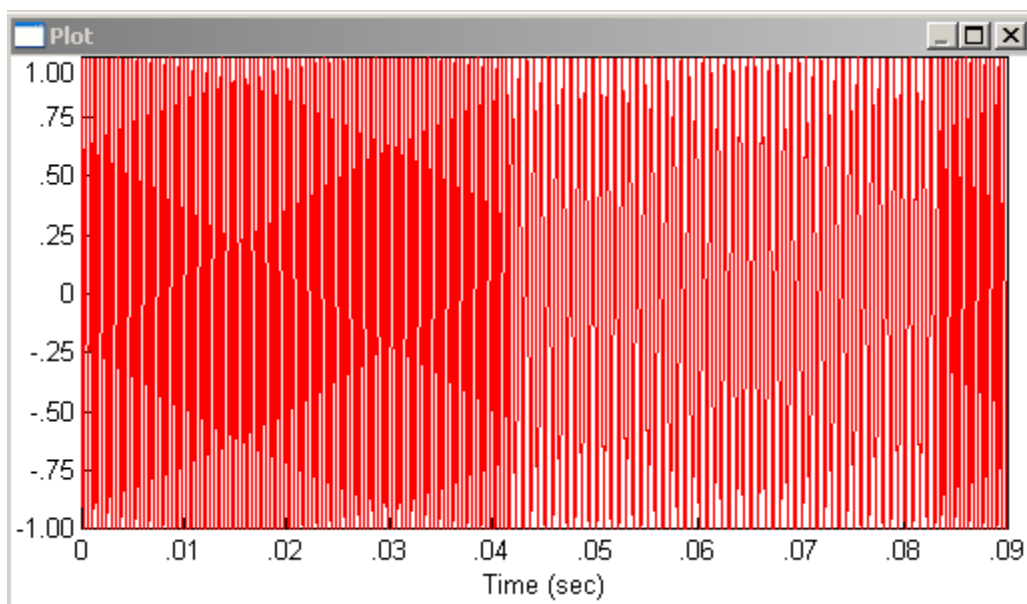


Nous allons maintenant modulation et démodulation FSK. Tout d'abord, nous avons produit un signal pseudo-aléatoire, un mot de 10 bits avec un débit de 120 bits/s, permettant de moduler les deux porteuses nommées f_0 et f_1 respectivement à 1400 et 2200 Hz.



4-Spectre FSK

On remarque les deux raies des porteuses.



5-Chronogramme FSK

On constate les changements de fréquences.

On remarque qu'en plaçant un filtre passe bande centré sur la fréquence la plus élevée, on obtiendra un signal proche du signal FSK, et on coupera la seconde fréquence (la plus faible). Nous nous ramenons ainsi au problème précédent.

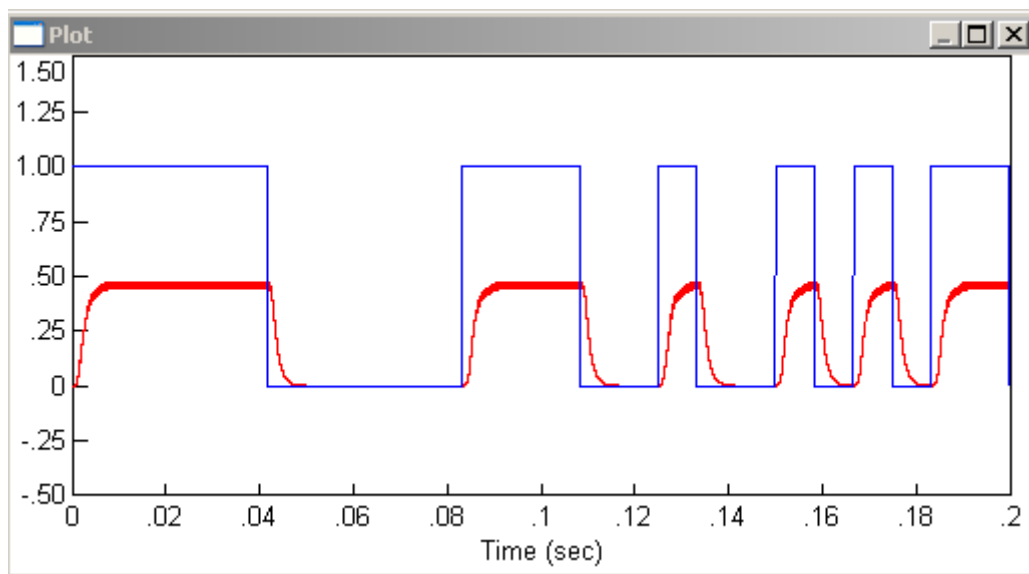
Comme précédemment, il s'agit maintenant de distinguer le signal modulant du reste du spectre. Pour cela, il nous faut isoler la porteuse de fréquence 2200Hz en appliquant un filtre

passse-bande d'ordre 4 et de fréquences de coupures s'approchant au maximum de cette dernière.

La première porteuse à 1400 Hz doit donc être supprimée du spectre, le filtre débutera donc à 2000Hz et terminera à 2300Hz pour entourer la seconde fréquence de coupure se trouvant à 2200 Hz.

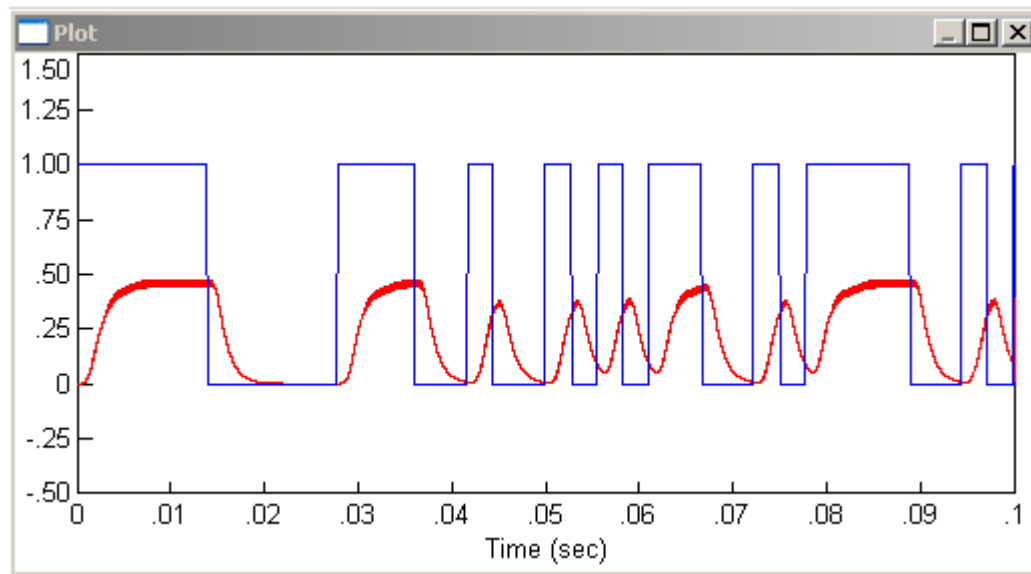
L'ordre 4 du filtre permet de corriger quelques imperfections.

Maintenant que nous possédons le signal filtré modulé, nous pouvons effectuer la fonction de démodulation avec détection quadratique.



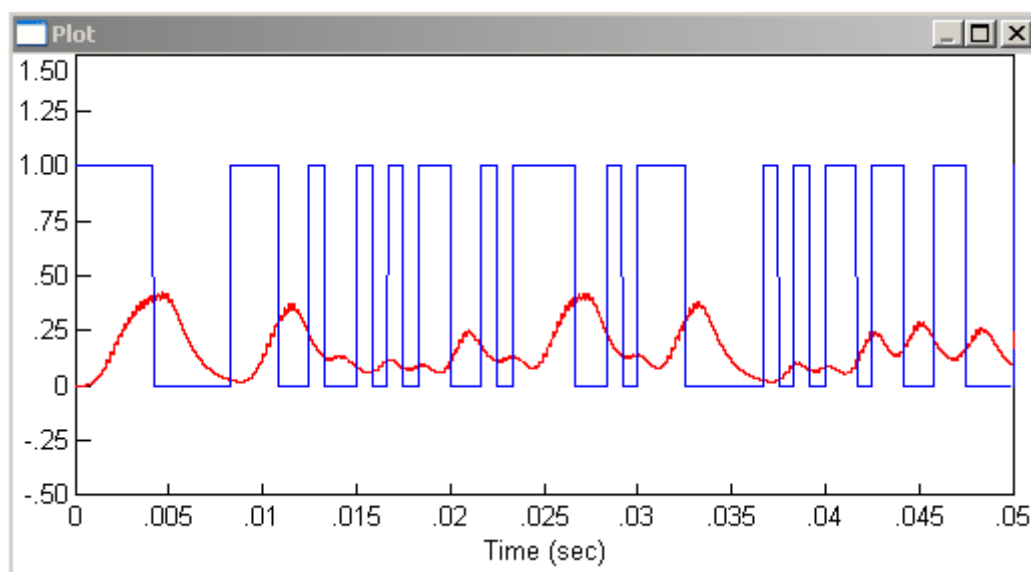
6-FSK 120bits/s

A 120 bits/s le signal est assez bien démodulé. Mais notre objectif est la modulation/démodulation d'un débit de 1200 bits/s.



7- FSK 360 bits/s

On constate déjà un problème de qualité, on risque de perdre des bits du signal.



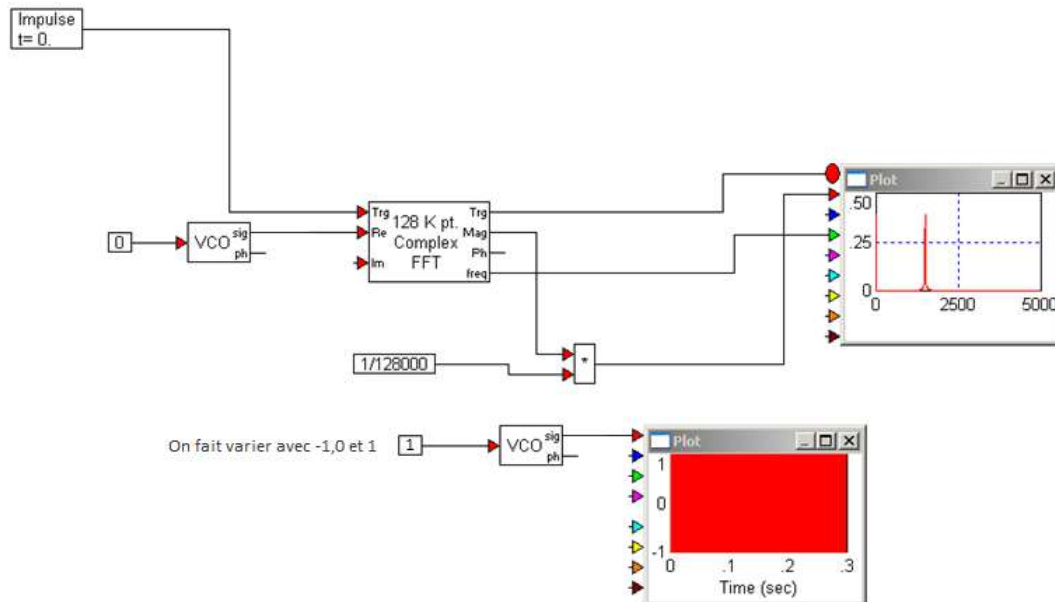
8-FSK 1200 bits/s

Le signal démodulé est complètement inutilisable. Cela crée trop d'erreur.

L'oscillateur commandé en tension (V.C.O.)

Linéarité de la commande

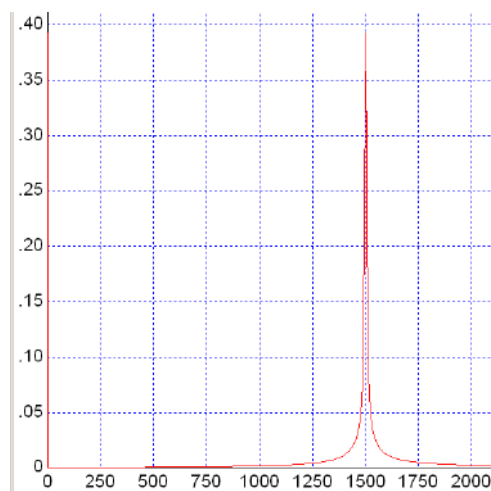
On étudie ici le fonctionnement du VCO. Pour cela, comme indiqué sur le sujet nous le saisissons dans COMMSIM. Afin d'étudier son spectre, nous réutiliserons la FFT. La partie du bas est seulement là pour voir un chronogramme.



MONTAGE COMPLET

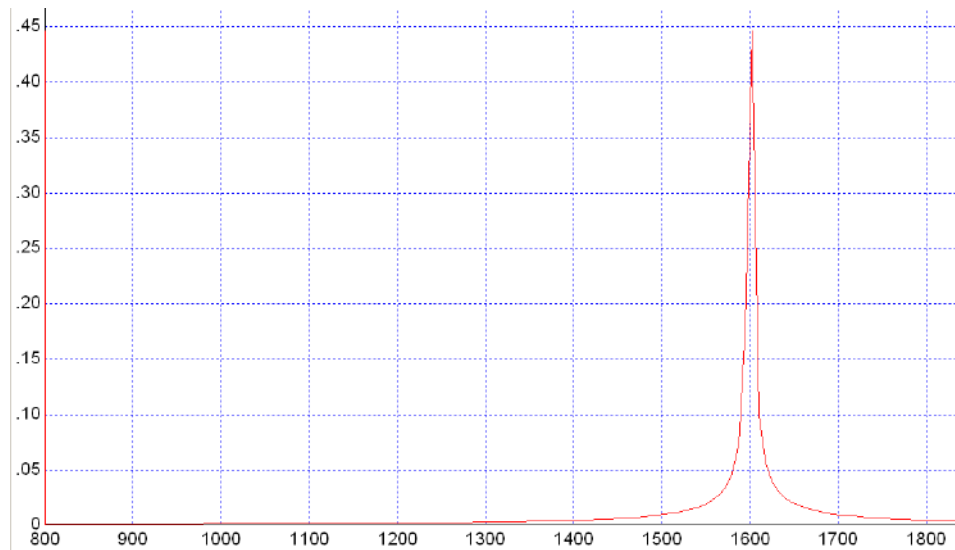
On observe maintenant le spectre obtenu en faisant varier V_k .

Pour $V_k=0$:



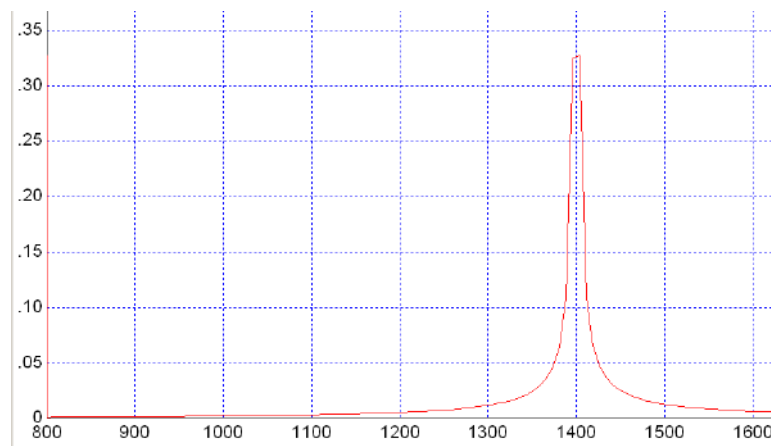
On observe une raie à 1500 Hz.

Pour $V_k = 1$:



On observe alors une raie en 1600 Hz.

Pour $V_k = -1$:



La raie est à 1400 Hz.

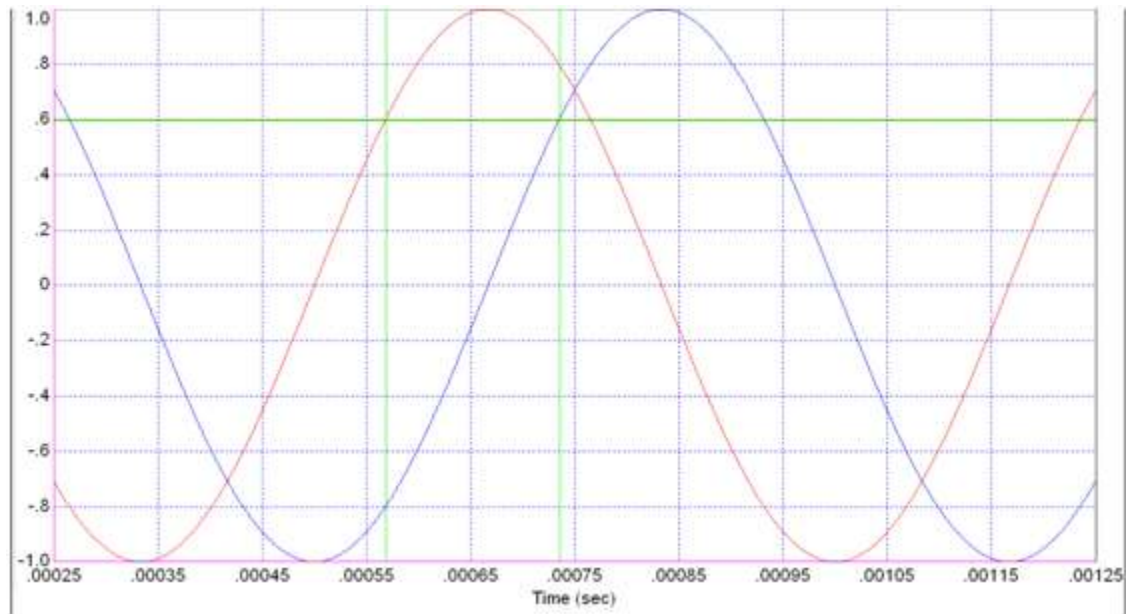
On peut facilement en déduire cette linéarité de la fréquence:

$$f_{raie} = f_p + V_k * \lambda$$

Avec f_p la fréquence de la porteuse, λ le gain en Hz/Volt.

Angle de départ du VCO

On va mesurer le déphasage entre la sortie du VCO et un signal sinusoïdal de même fréquence.



Ici on a $\Delta T = 0.003$ secondes.

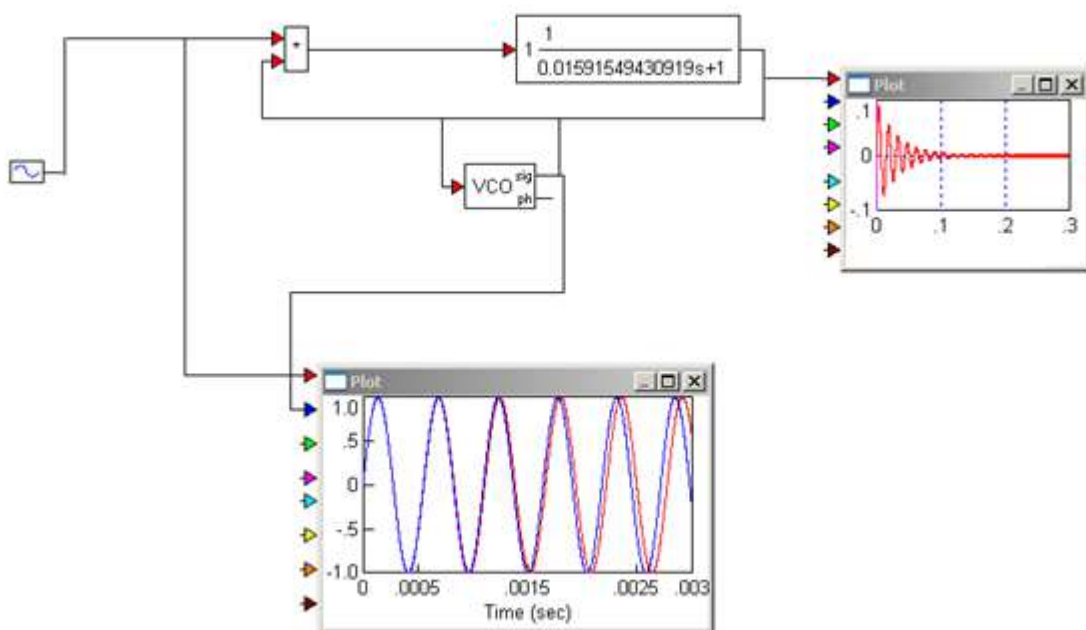
On calcul alors le déphasage par :

$$\alpha = 2\pi * \frac{\Delta T}{T} = 1.568$$

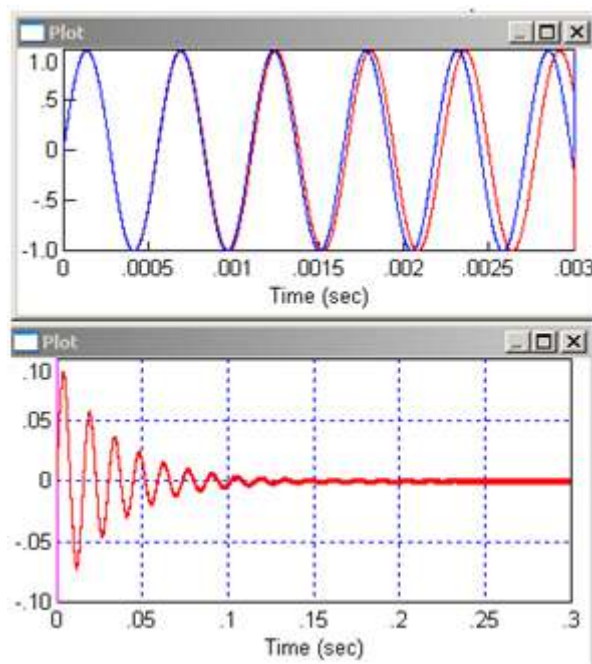
Remarque: On obtient comme on pouvait s'y attendre $\pi/2$.

Boucle à verrouillage de phase

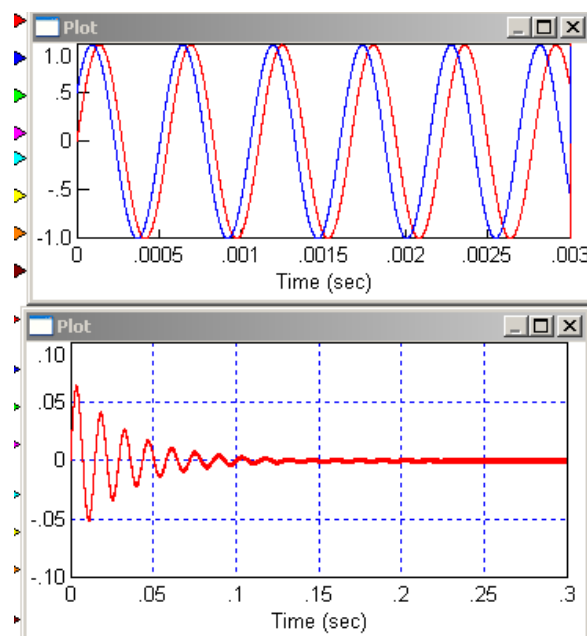
On va démoduler le signal FSK grâce à une PLL (Phase Locked Loop).



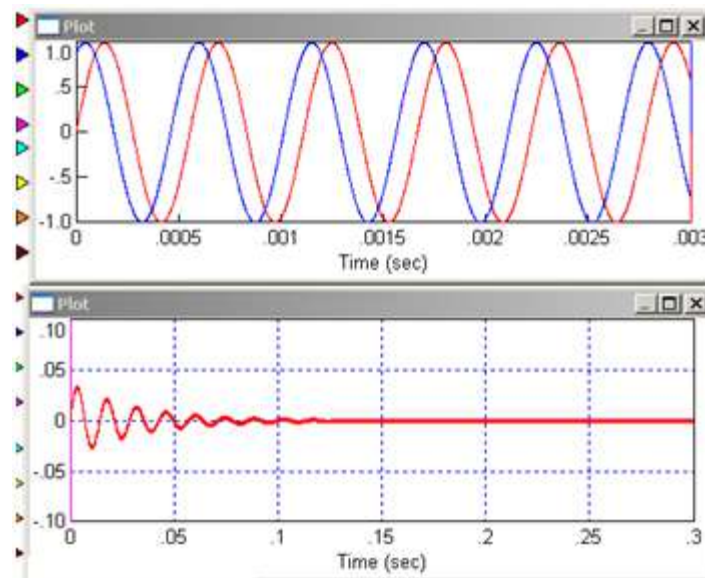
Pour -90 : 0.001s de déphasage



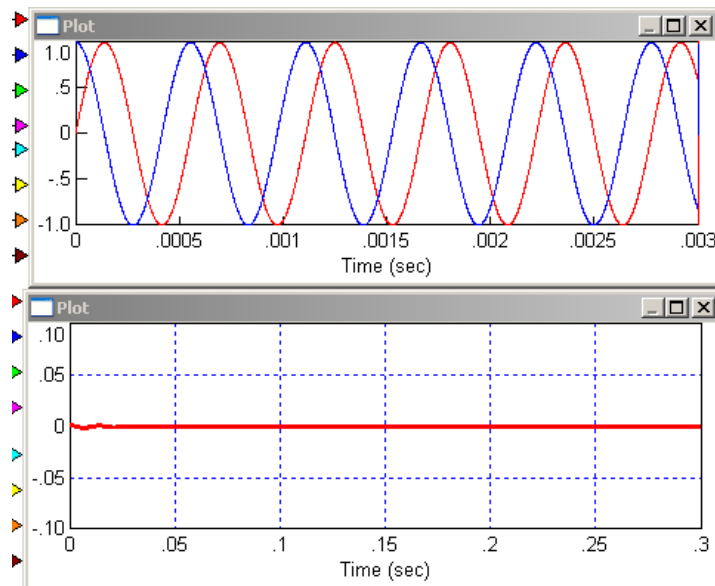
Pour -60 : 0.00013s



Pour -30 : 0.00014



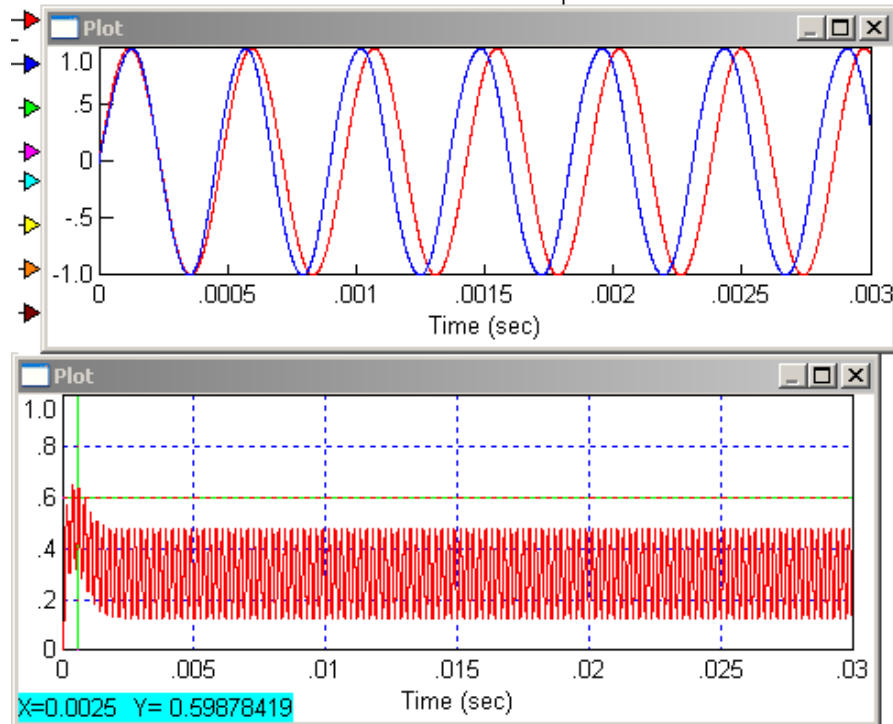
Pour 0 : 0.00013s



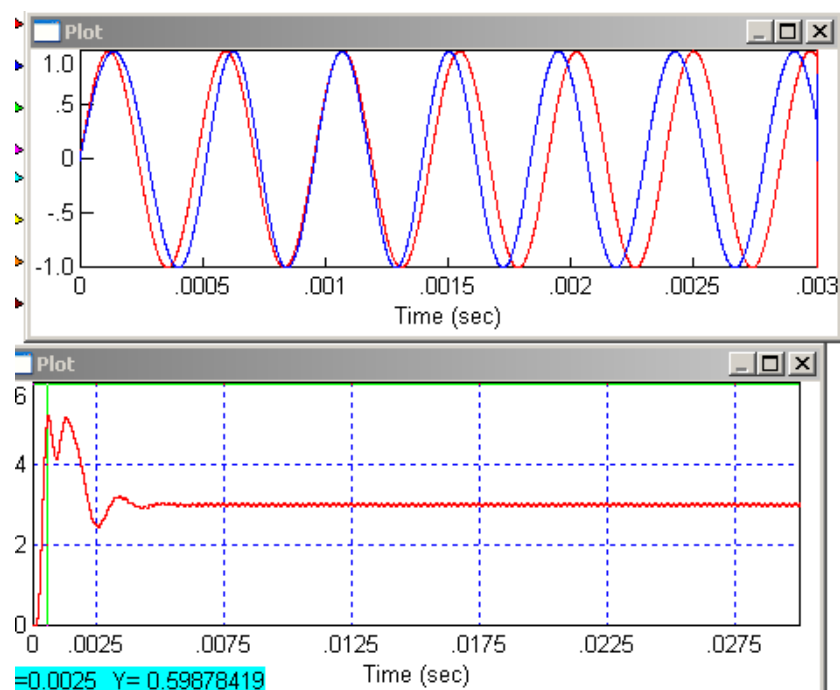
Il n'y a plus de décalage.

$$\alpha = 2\pi \cdot \frac{\Delta T}{T} = 1.13$$

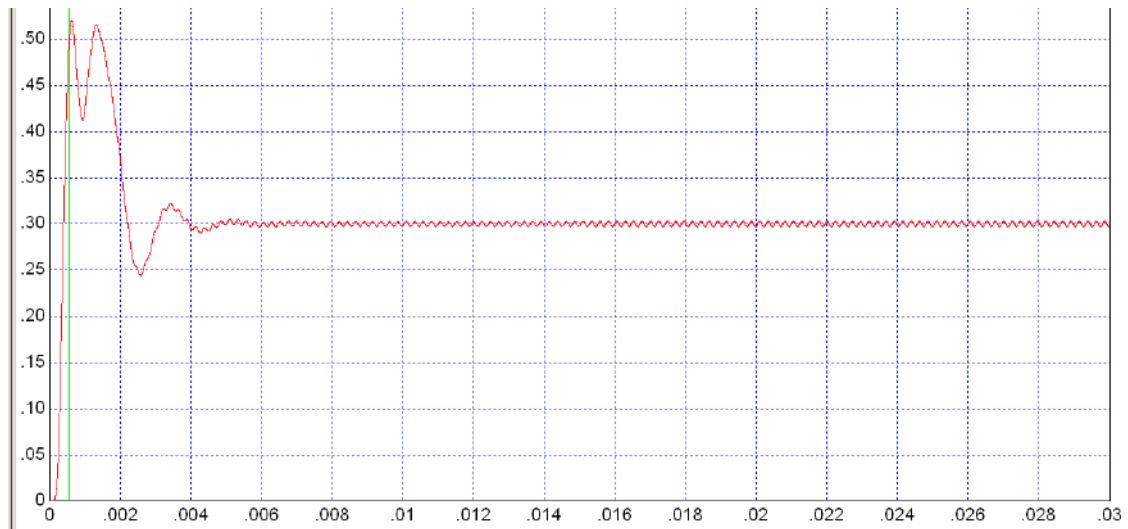
Asservissement de Fréquence



On ajoute un filtre passe bas de fréquence de coupure 1500Hz.



On augmente l'ordre du filtre ce qui augmente la netteté du signal.



A l'ordre 5, on optimise la convergence de la PL.

Voici le tableau récapitulatif :

f_0 (Hz)	V_k (time $\rightarrow \infty$)
2200	0.4
2000	0.2
1800	0
1600	-0.2
1400	-0.4

Liaison bruitée

Maintenant, examinons les performances des modulations AFK et FSK avec une liaison bruitée.

La puissance P_S du signal (ASK ou FSK) reste fixe. Nous munissons donc le générateur de bruit d'un gain dans le but de fixer sa puissance P_B et par conséquent le rapport signal sur bruit (RSB) :

$$RSB = 10 \log(10) \times \frac{P_S}{P_B}$$

La valeur théorique de la puissance d'un signal sinusoïdale d'amplitude A est :

$$\begin{aligned} P_{\text{Sinus}} &= \frac{A^2}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sin^2(\omega t) dt \\ &= \frac{A^2}{2\pi} \int_0^{2\pi} (1 - \cos(2\omega t)) dt \\ &= \frac{A^2}{2\pi} \left[t - \frac{\sin(2\omega t)}{2\omega} \right]_0^{2\pi} \\ &= \frac{A^2}{4\pi} \times 2\pi \\ &= \frac{A^2}{2} \end{aligned}$$

Ainsi nous pouvons en déduire la puissance d'un signal ASK P_{ASK} et celle d'un signal FSK P_{FSK} .

On remarque que l'allure d'un signal FSK reste constante malgré le message binaire comportant des phases 1 (présence de messages) et 0 (absence de message). En effet, ce signal représente une modulation de fréquences, soit de même amplitude. On a :

$$P_{\text{FSK}} = P_{\text{Sinus}} = \frac{A^2}{2}$$

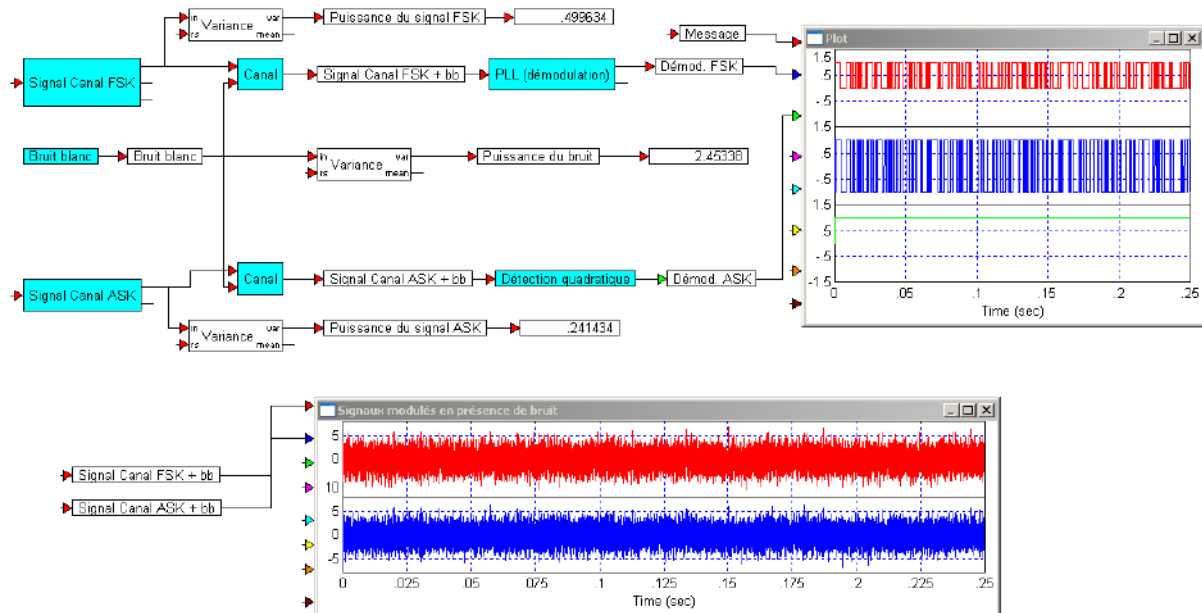
A l'inverse, le signal ASK comporte une modulation d'amplitude, soit le signal est nul lorsque le message binaire est en 0. On utilise la formule générale d'une puissance P qui est :

$$P = \frac{E}{\Delta t}, \text{ dans notre cas : } P = \frac{P_{\text{Sinus}}}{\Delta t}$$

Avec $\Delta t = 2$, puisqu'il y a 2 phases différentes 1 et 0.

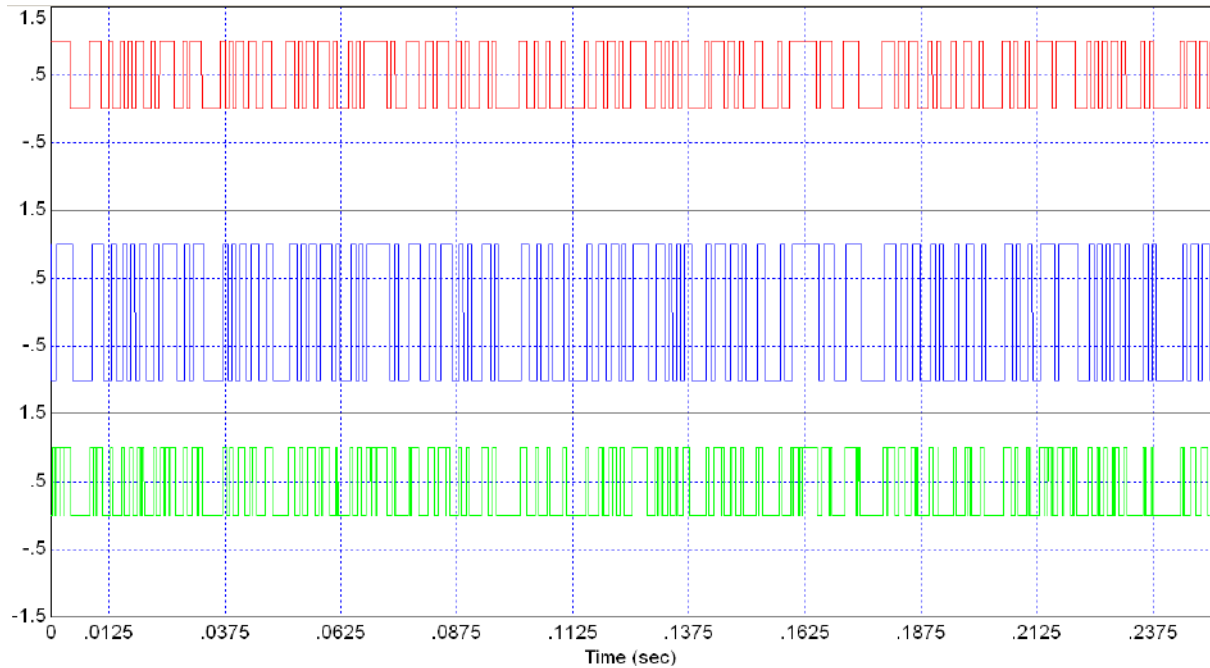
Soit on obtient : $P_{ASK} = \frac{A^2}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{A^2}{4}$

Simulons désormais le circuit suivant:

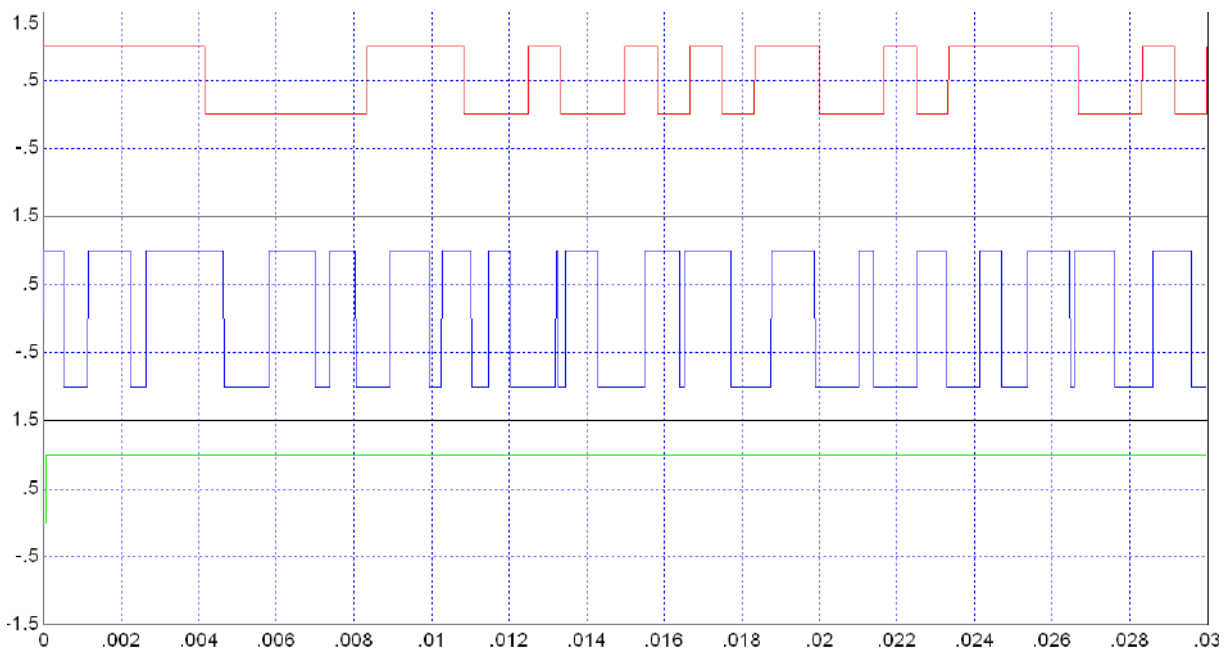


Récapitulons l'analyse de nos résultats à l'aide d'un tableau, si la performance de détection est suffisante nous indiquons OK et dans le cas contraire: ~~OK~~.

Gain	FSK	ASK	PB	RSB FSK	RSB ASK
1	OK	OK	0,024533809	13,08887442	12,9406345
2	OK	OK	0,098135234	7,068274502	6,92003461
4	OK	~~OK~~	0,392540937	1,047674589	0,8994347
5	OK	~~OK~~	0,613345215	-0,890525671	-1,03876556
10	~~OK~~	~~OK~~	2,453380859	-6,911125585	-7,05936547
20	~~OK~~	~~OK~~	9,813523435	-12,9317255	-13,0799654



On obtient ce chronogramme pour un gain de 2^6+6 , ici les performances sont suffisantes. Le signal rouge correspond au signal d'origine. Le bleu, au signal démodulé en FSK. Le signal vert représente le signal démodulé en ASK.



On obtient ce chronogramme pour un gain de 20^6+6 , on constate que les performances sont insuffisantes. Le signal démodulé en ASK n'affiche rien et le signal démodulé en FSK est faux.

On en déduit une limite du signal ASK: à $G = 2 \times 10^6$ et du signal FSK à $G = 5 \times 10^6$.

Conclusion

Ce projet nous a permis d'expérimenter plusieurs moyens de moduler et de démoduler un signal numérique en mettant en application les différentes notions du cours de système de transmission avec un exemple concret à l'aide du logiciel CommSim.

Nous avons appris à générer des signaux ASK et FSK, utiliser des filtres passe-haut et passe-bas, rectifier et retrouver les signaux originaux. Nous avons essayé dans ce rapport de reproduire fidèlement les procédures demandées par le sujet.

Finalement la modulation FSK s'avère être la plus performante puisqu'elle permet de transmettre l'information avec un débit important et ignore facilement le bruit.

Annexe:

■ CommSim - Communication Systems Simulation.

Ce logiciel permet de concevoir et de simuler des systèmes analogiques et numériques. Il supporte la modulation analogique et numérique, démodulation, boucles, codes correcteurs d'erreurs, analyse de taux d'erreur, pour n'en citer qu'une partie.