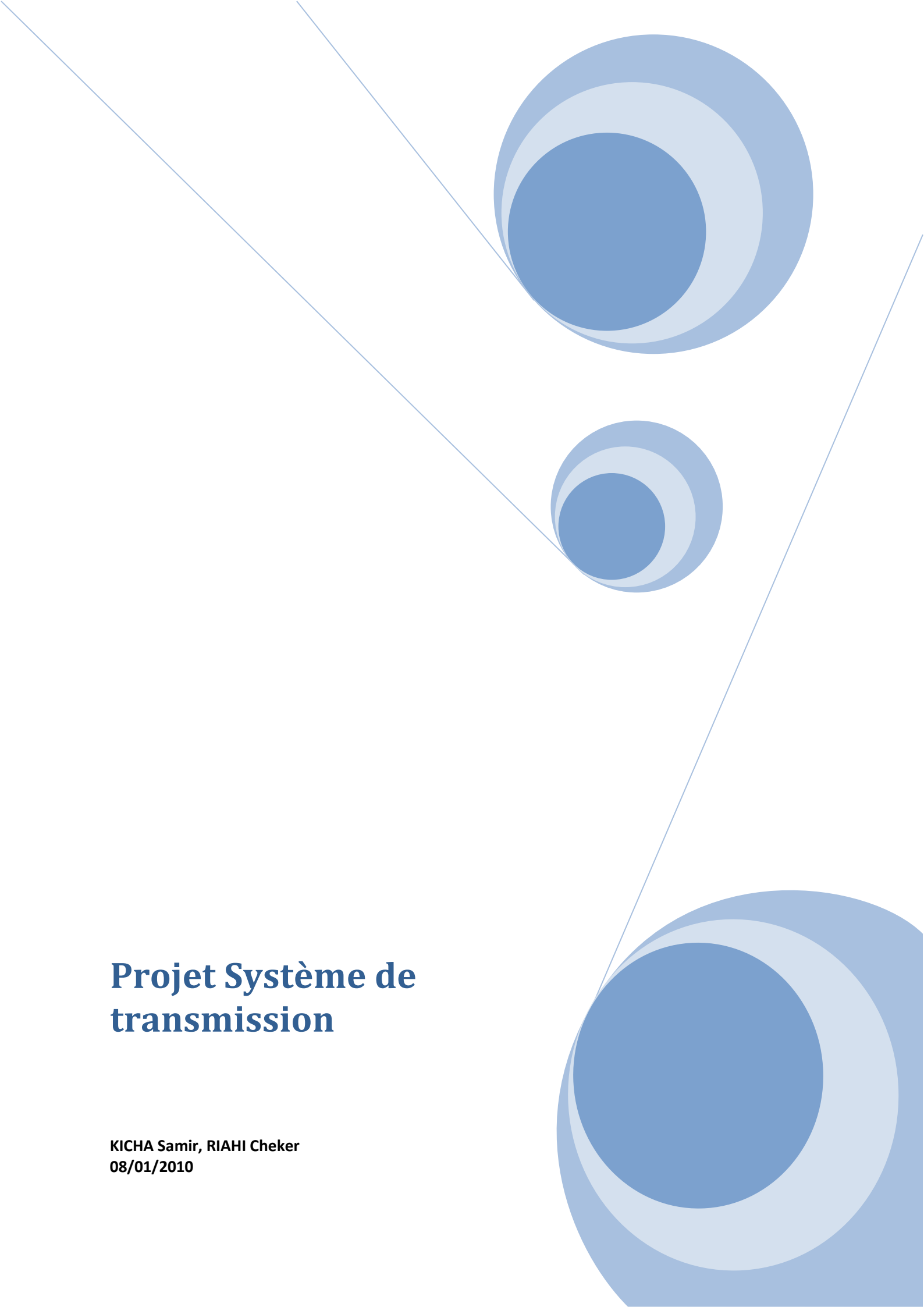


An abstract graphic featuring three blue circles of varying sizes, each composed of concentric rings. Two thin diagonal lines intersect at the top left, and a third line extends from the top right towards the bottom right. The circles are positioned in the upper right and lower right areas of the page.

Projet Système de transmission

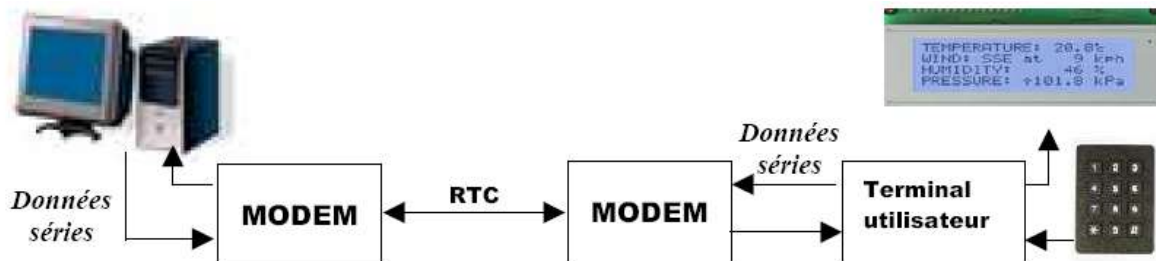
KICHA Samir, RIAHI Cheker
08/01/2010

Sommaire

Introduction :	3
I- Le signal ASK.....	4
1- Modulation du signal ASK.....	4
2- Démodulation du signal ASK.....	6
II- Le signal FSK.....	11
1- Démodulation FSK par discrimination de fréquence.....	11
2- Démodulation FSK par PLL.....	18
3- Démodulation FSK par comptage.....	26
Conclusion	31

Introduction :

Aujourd'hui, les nouvelles technologies font partie intégrante de notre vie. De ce fait, la transmission d'information entre l'homme et la machine est devenue indispensable. C'est pour cette raison que nous allons étudier les modems qui vont nous permettre de réaliser une telle transmission de données.

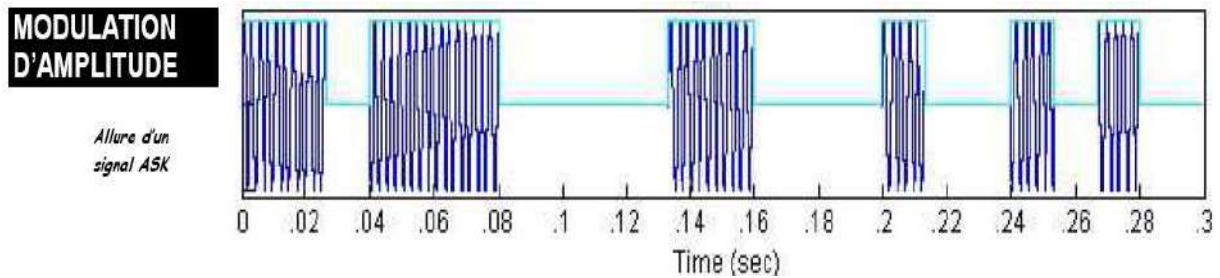


Cependant, ces modems qui vont nous permettre de transférer des données ne sont pas créés par la nature, et il va donc falloir étudier leur composition et leur fonctionnement. Pour le moment, nous sommes dans l'ignorance de tels moyens, et de nombreuses questions persistent. Quels types de signaux peut-on transmettre ? Comment et sous quelle forme sont-ils transmis ? Pour répondre à ces interrogations, nous verrons dans un premier temps une transmission au moyen d'un ASK, puis une autre au moyen d'un FSK.

I- Le signal ASK

1- Modulation du signal ASK

On appelle signal ASK, tout signal modulé en amplitude de cette forme :



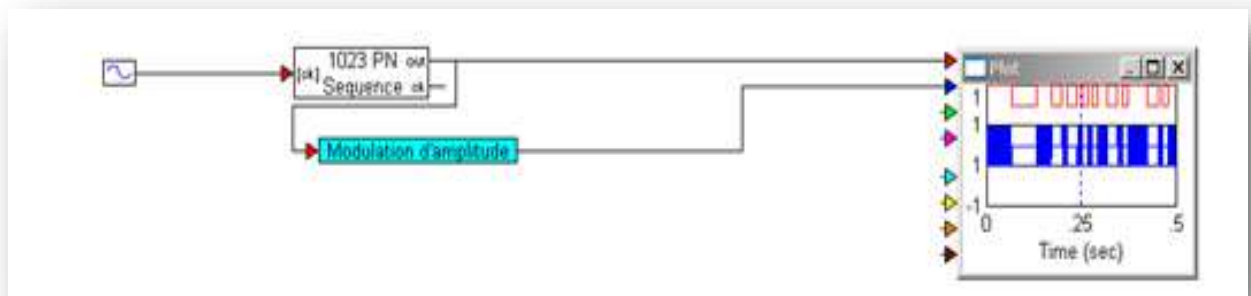
Il est important de retenir la formule mathématique d'une telle modulation qui est la suivante :

$$y_{ASK} = x(t) \cos(2\pi f_p t)$$

avec : $x(t)$ le message binaire aléatoire à transmettre et f_p la fréquence de la porteuse

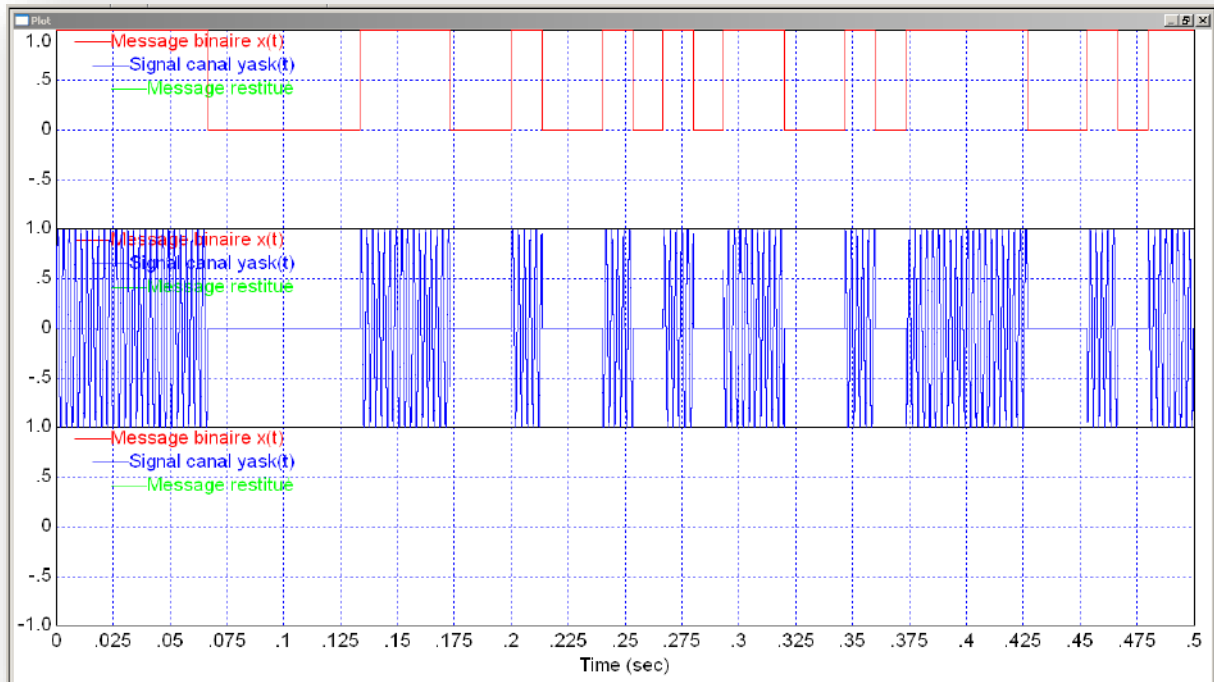
Cette formule nous resservira par la suite, notamment pour la récupération de notre signal.

Le circuit pour réaliser une modulation d'amplitude est le suivant :



Voici ci-dessous, le signal du message binaire ainsi que le signal de la modulation d'amplitude de cette fonction porteuse par le message binaire aléatoire.

Modulation d'une porteuse par un message binaire aléatoire (Samir KICHA, RIAHI Cheker)

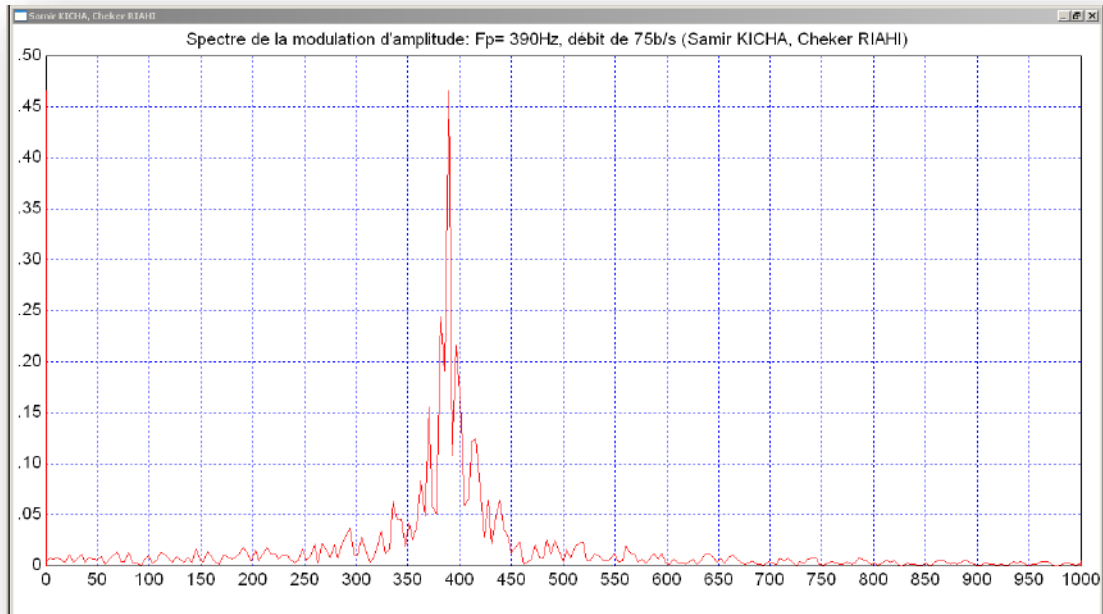


Nous pouvons observer une variation d'amplitude :

- Lorsque le message binaire vaut 0, l'amplitude de la fonction porteuse est nulle
- Lorsque le message binaire vaut 1, l'amplitude est une fonction sinusoïdale de fréquence f_p .

Mais après avoir observé ce chronogramme, il est également important de voir le spectre de cette modulation d'amplitude car elle nous permet d'obtenir les caractéristiques de la réponse d'un système linéaire en utilisant une fonction de transfert.

Voici-ci donc, ci-dessous, le spectre de la modulation d'amplitude ASK



Nous pouvons observer le caractère aléatoire de la modulation.

2- Démodulation du signal ASK

Maintenant que nous avons réussi à transmettre notre signal, il nous est important de pouvoir le récupérer car sinon, tout cela aura été fait en vain.

Pour ce faire, rien de bien difficile, au contraire. Il suffit tout simplement de multiplier le signal modulé par lui-même. Ainsi, le signal modulé subira une deuxième transposition de fréquence. Pour démontrer cela, rien de mieux que les mathématiques :

$$y_{ASK} * y_{ASK} = x(t) \cos(2\pi f_p t) * x(t) \cos(2\pi f_p t)$$

$$\Leftrightarrow y_{ASK} * y_{ASK} = x^2(t) \cos^2(2\pi f_p t)$$

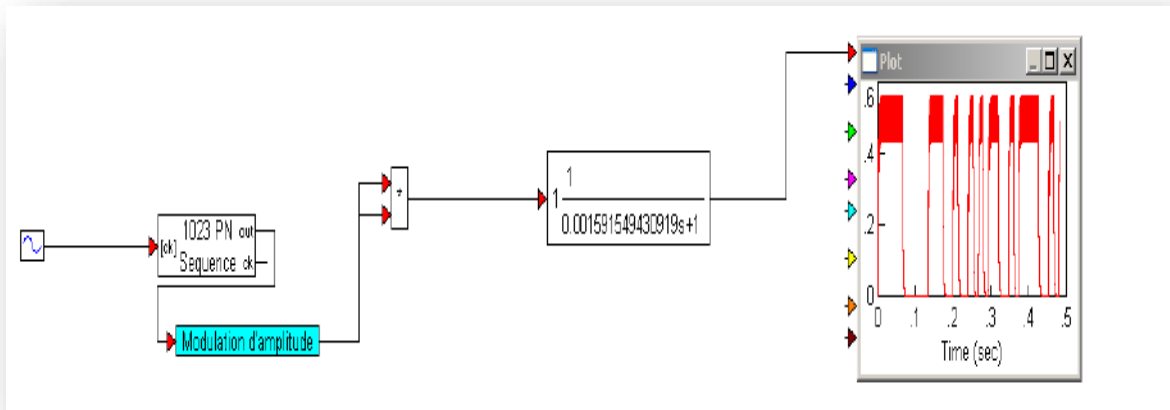
$$\Leftrightarrow y_{ASK} * y_{ASK} = x^2(t) * \left(\frac{1 + \cos(4\pi f_p t)}{2} \right)$$

$$\Leftrightarrow y_{ASK} * y_{ASK} = x^2(t) * \left(\frac{1}{2} + \frac{\cos(4\pi f_p t)}{2} \right)$$

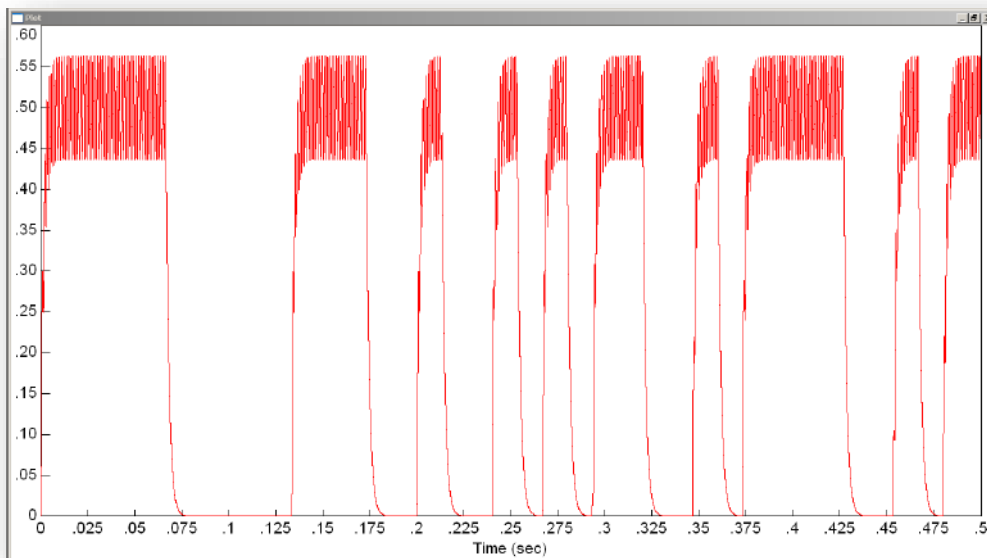
$$\Leftrightarrow y_{ASK} * y_{ASK} = \left(\frac{x^2(t)}{2} + \frac{x^2(t) * \cos(4\pi f_p t)}{2} \right)$$

Mais on peut voir (d'après le résultat trouvé) que nous n'avons pas encore récupérer notre signal. En effet, il ne nous reste plus qu'à ajouter un filtre passe-bas d'ordre

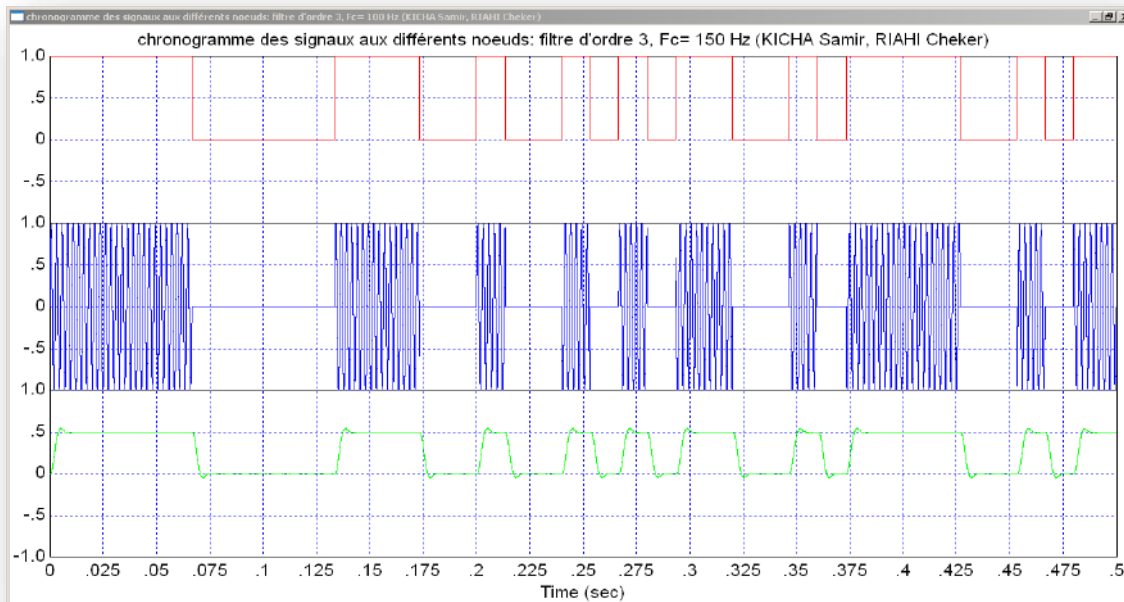
Tout cela revient donc à réaliser le circuit de démodulation suivant :



Voici ci-dessous, le chronogramme précédent en plus grand.



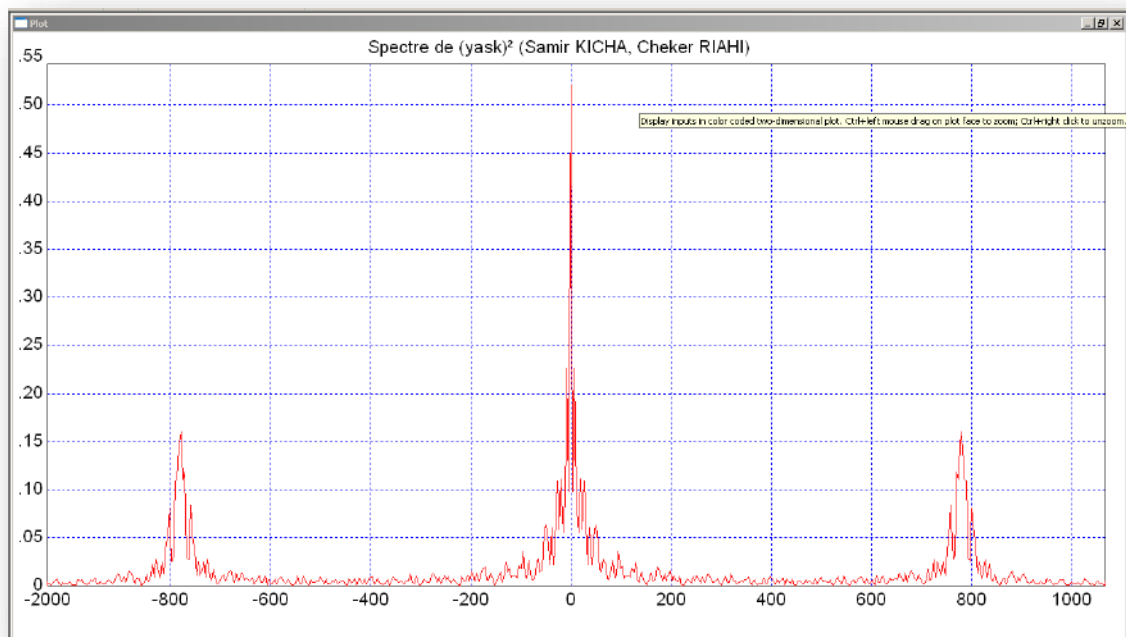
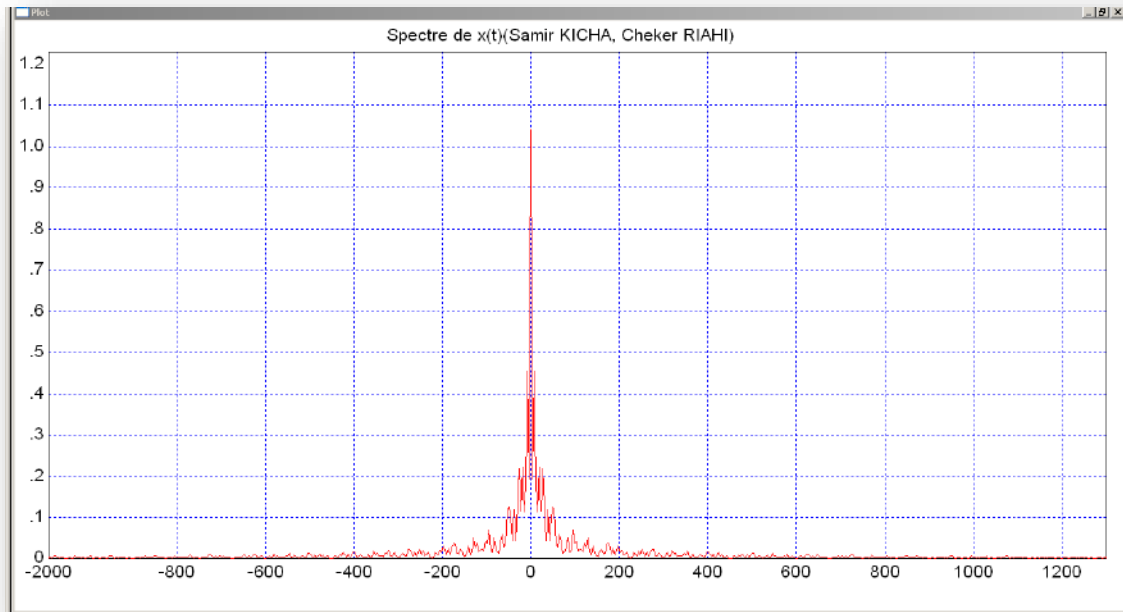
Observons maintenant le chronogramme aux différents nœuds du système. Cela va nous permettre de pouvoir observer l'évolution de notre transmission du message.



- Message binaire $x(t)$
- Signal canal $yask(t)$
- Signal restitué

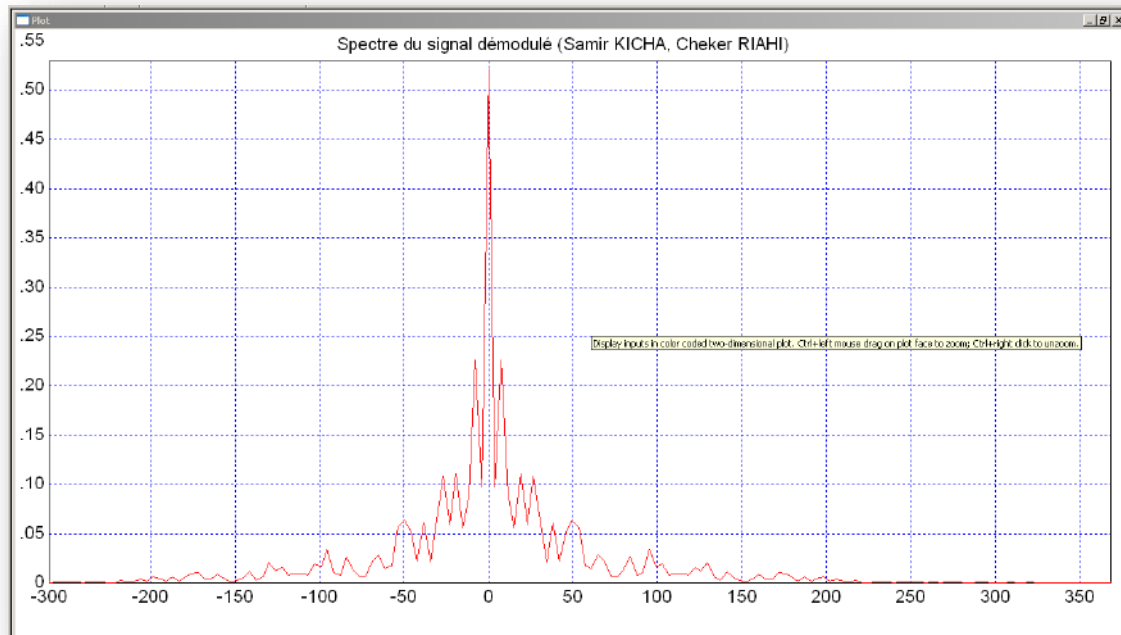
Pour obtenir le chronogramme précédent, nous avons utilisé un filtre d'ordre $n=3$ car il faut savoir que plus l'ordre d'un filtre est élevé, meilleur est la précision, mais plus la vitesse d'exécution est lente. Quant à la fréquence de coupure, nous l'avons choisie à 150Hz. Pour comprendre ce choix, observons les spectres suivants :

Spectre du signal binaire $x(t)$:



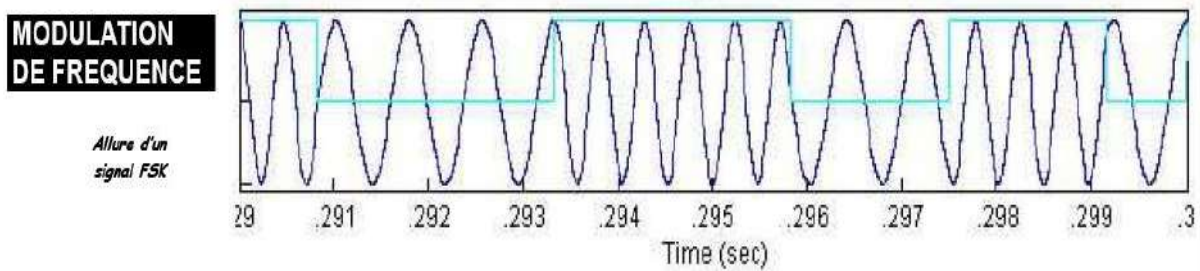
Le pic en 0 est le pic du spectre du message transmis tandis que les deux piques que nous pouvons observer à 800 est celui de la porteuse. Pour récupérer notre message, il va falloir supprimer les raies latérales à 800 Hz, et c'est pour cette raison que nous avons utilisé un filtre passe-bas avec une fréquence de coupure $f_c = 150\text{Hz}$.

Le signal récupéré à la fin de la démodulation est donc représenté par le spectre suivant :

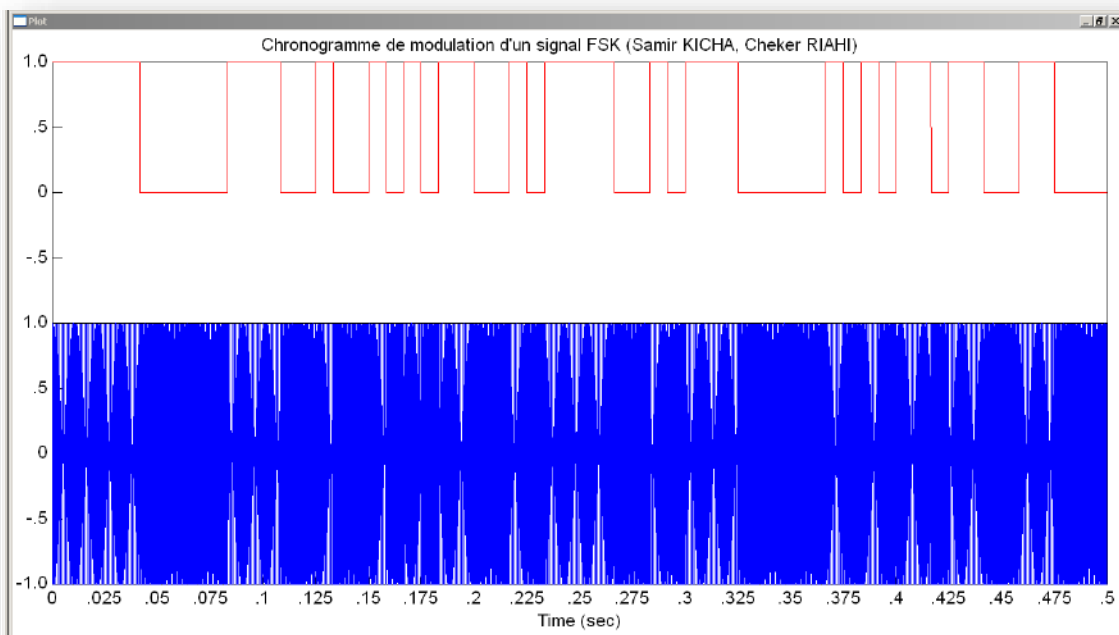


II- Le signal FSK

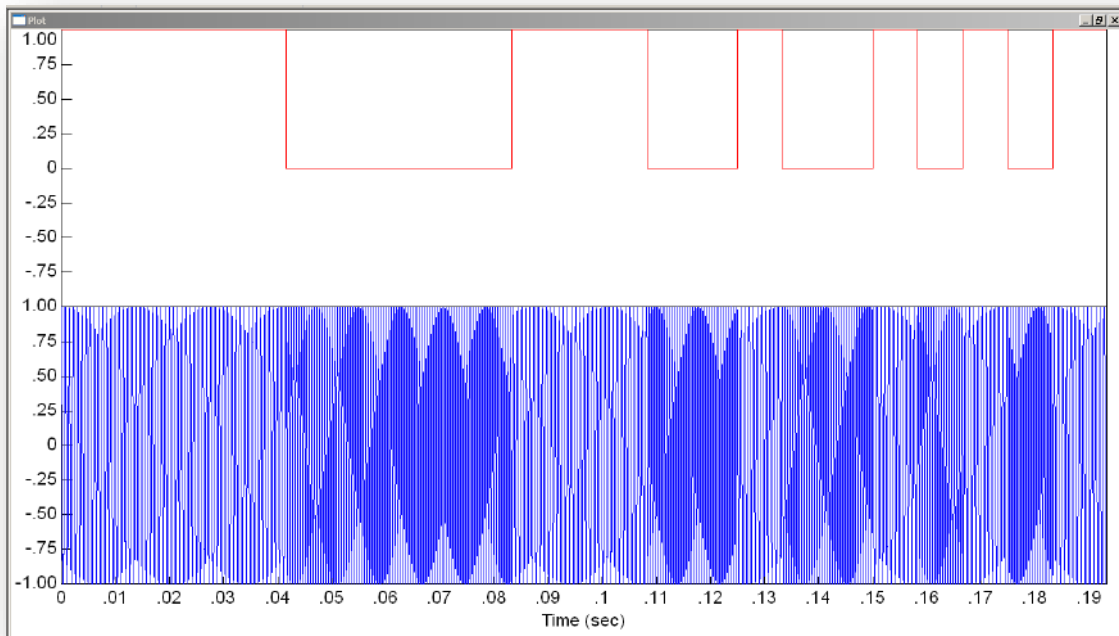
On appelle signal FSK tout signal dont l'amplitude est constante, mais dont la fréquence varie au cours du temps. Un tel signal est de la forme suivante :



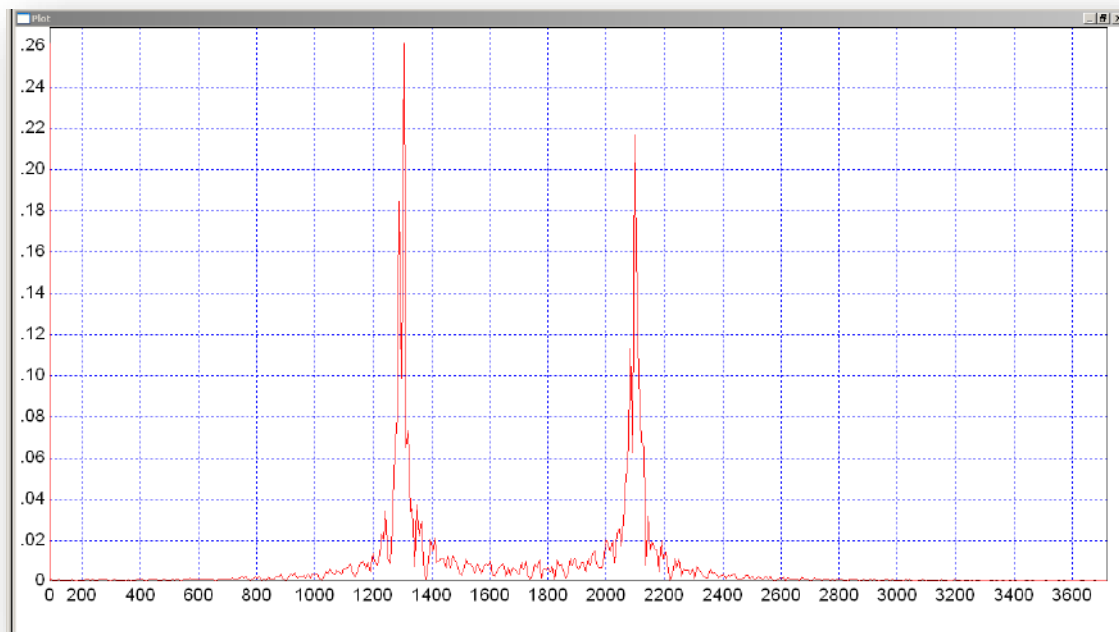
1- Démodulation FSK par discrimination de fréquence



Le chronogramme précédent représente la modulation d'un signal FSK. Afin de mieux visualiser cette modulation, nous pour observer le chronogramme suivant :



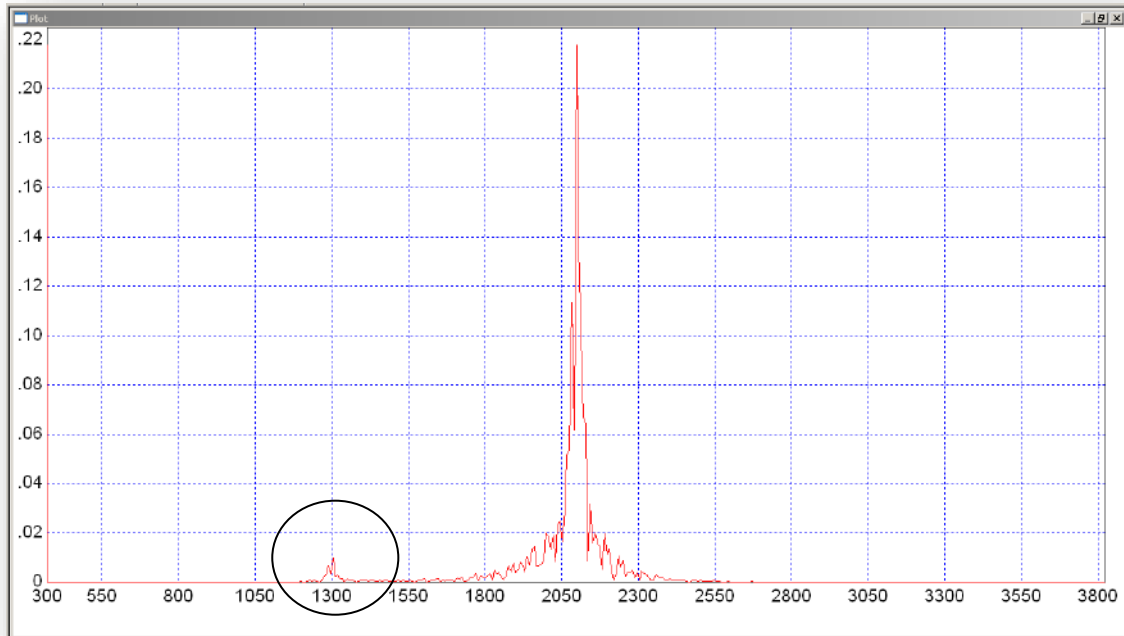
Spectre :



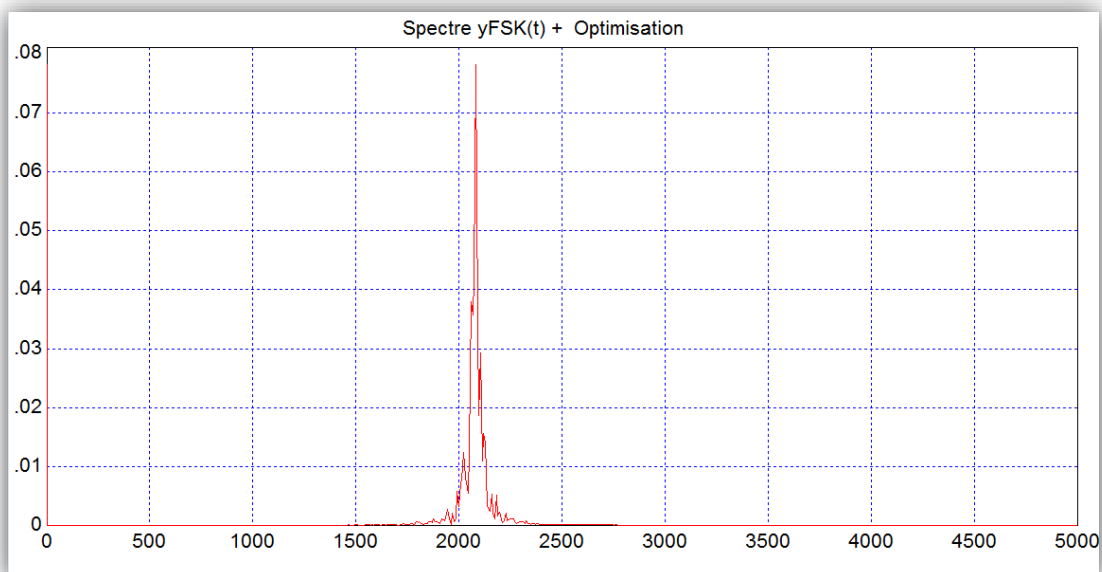
On aperçoit un spectre avec deux fréquences différentes : à 1300 Hz et 2100 Hz. Bien sûr, ces deux fréquences sont également observables en -1300Hz et -2100Hz. Mais pour simplifier notre étude, étudier les fréquences supérieures à 0 est suffisant grâce à la symétrie en 0.

Le message binaire est présent dans les deux porteuses, il nous suffit alors de retirer une des deux fréquences. On réalise alors une

discrimination de fréquence. Pour ce faire, nous allons donc utiliser un filtre passe-bande de fréquence basse de 1900 Hz et de fréquence haute de 2300 Hz, afin de garder uniquement le signal de fréquence $f_1 = 2100$ Hz.



On remarque que le filtrage n'est pas parfait car il reste une partie du signal de fréquence $f_0 = 1,3$ MHz. On va donc optimiser ce filtrage pour supprimer ce défaut en utilisant un filtre d'ordre $n=4$ et d'une fréquence de coupure basse de 2050 Hz et d'une fréquence de coupure haute de 2150 Hz.

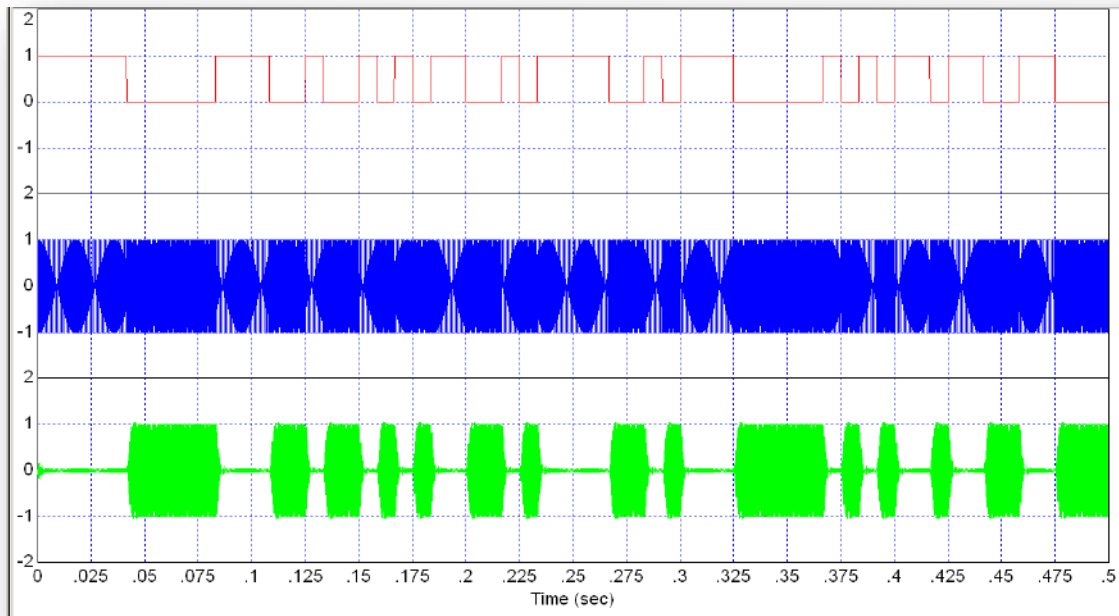


Chronogramme (filtre passe-bande 1900 et 2300)

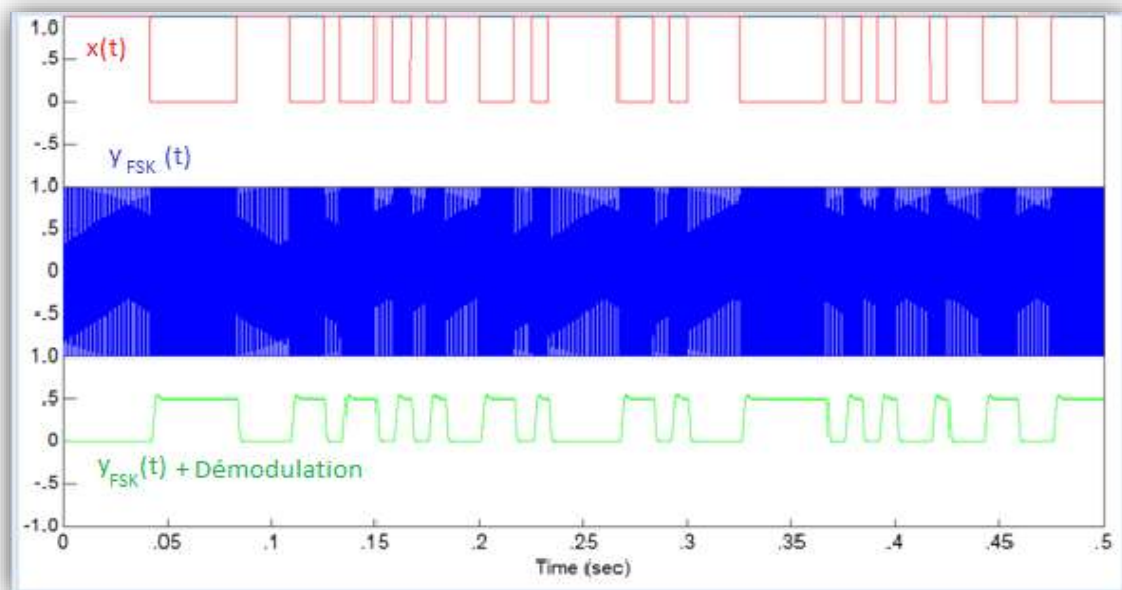
signal binaire

signal FSK

signal FSK démodulé



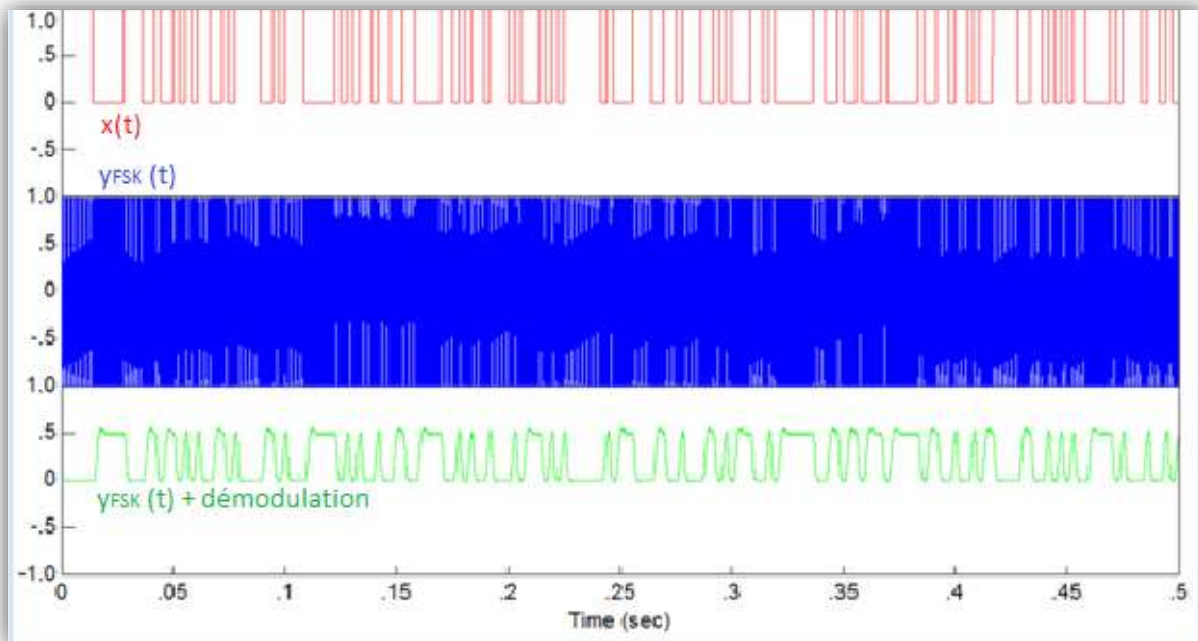
On utilise une détection quadratique avec un filtre d'ordre 3 et de fréquence $f_c = 150\text{Hz}$ pour retrouver le message reçu.



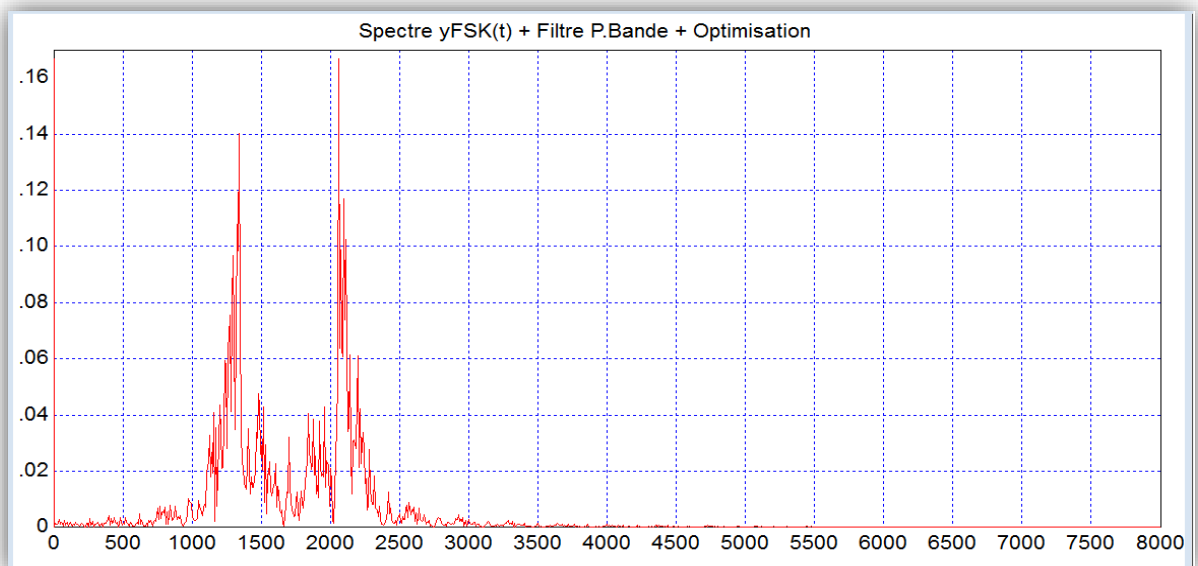
En comparant le signal d'entrée, le signal binaire $x(t)$, et le signal de sortie, le signal FSK avec la démodulation, on s'aperçoit que nous retrouvons la même chose avec un débit de 120 b/s.

Dans notre cas nous allons utiliser la démodulation pour un débit de 360 bits/s.

Nous obtenons le chronogramme suivant :

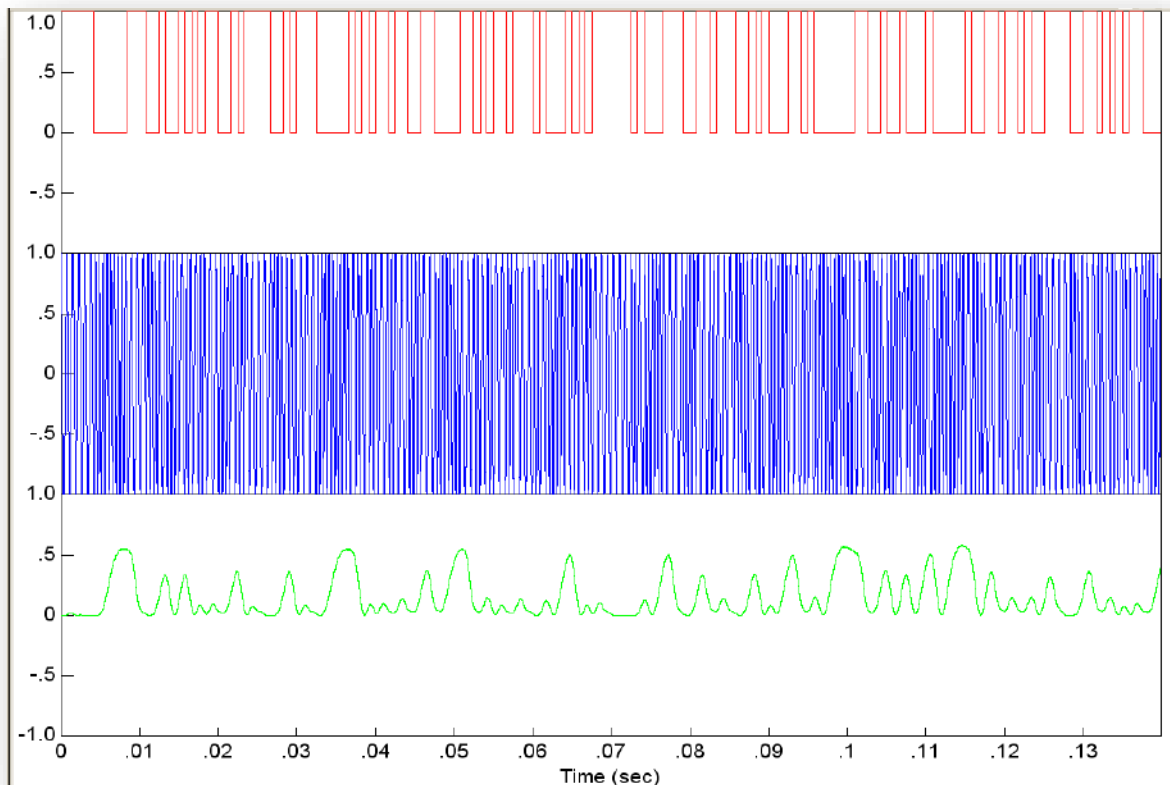


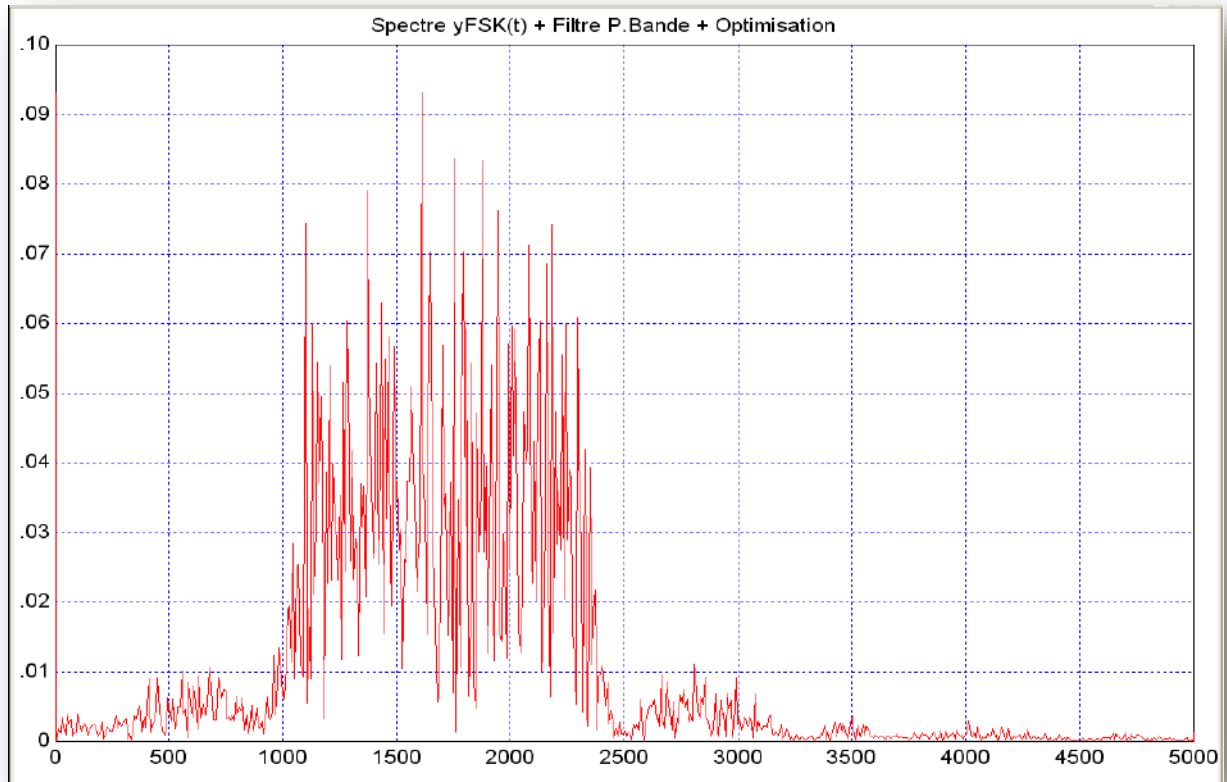
Ainsi que les spectre suivant :



Nous remarquons qu'il y a plus de variations sur un même intervalle ce qui implique l'augmentation de la fréquence du message binaire. Nous pouvons récupérer le signal de façon plus précise.

Passons maintenant à un débit beaucoup plus élevé : 1200 b/s.
Voici le chronogramme et le spectre de ce signal :





Pour un débit beaucoup plus important, on s'aperçoit que le signal restitué a la même allure que les précédents. Mais en augmentant le débit, ainsi la fréquence, on risque de trouver des erreurs lors de la démodulation.

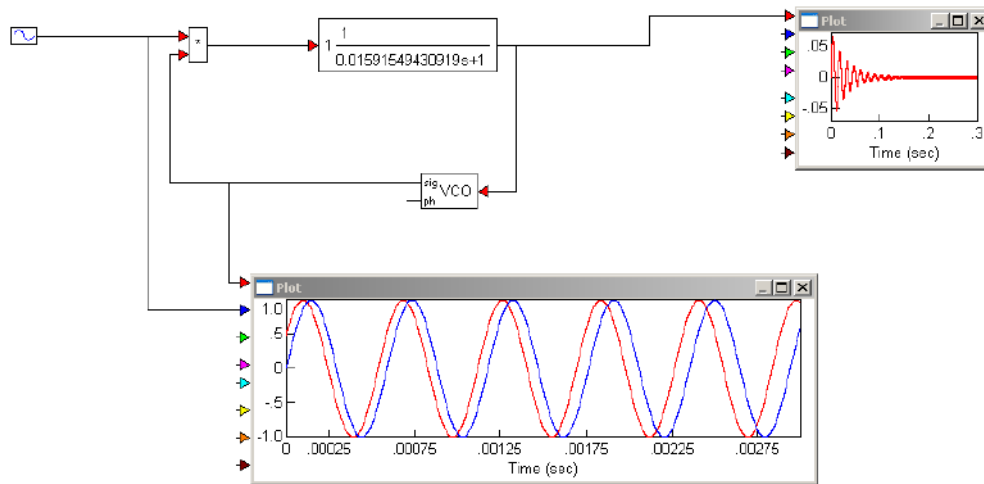
On remarque que plus le débit du message binaire est important, plus le signal restitué se dégrade et diffère du signal initial.

2- Démodulation FSK par PLL

Nous allons donc examiner un simple verrouillage à 1,7MHz.

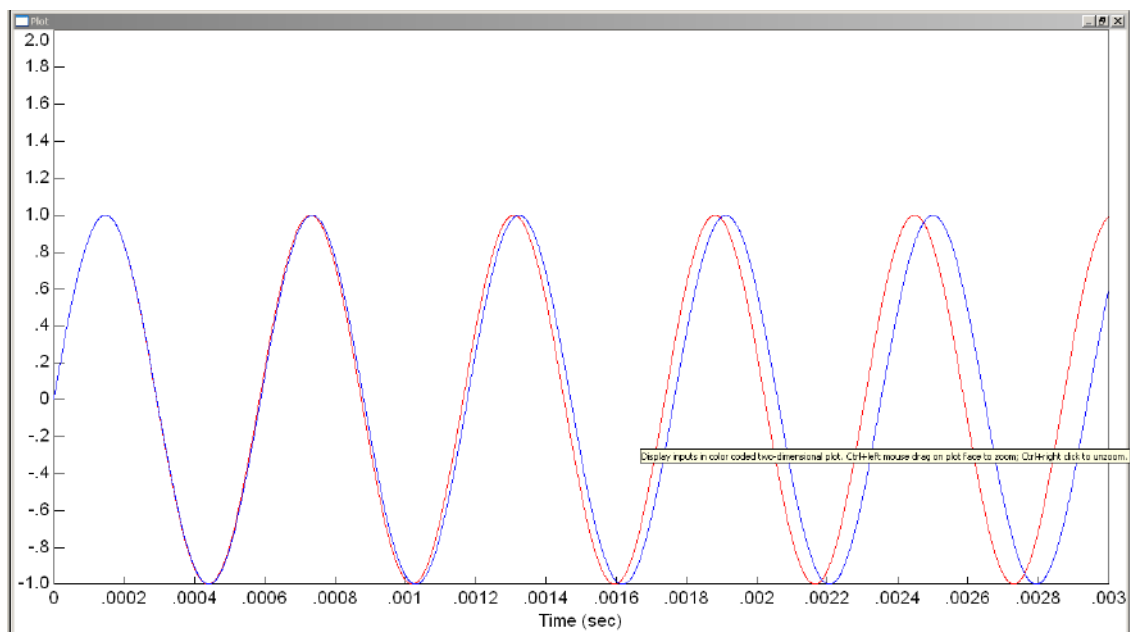
Nous avons réalisé une PLL avec un filtre d'ordre $n=1$ et une fréquence de coupure $f_c=10\text{Hz}$.

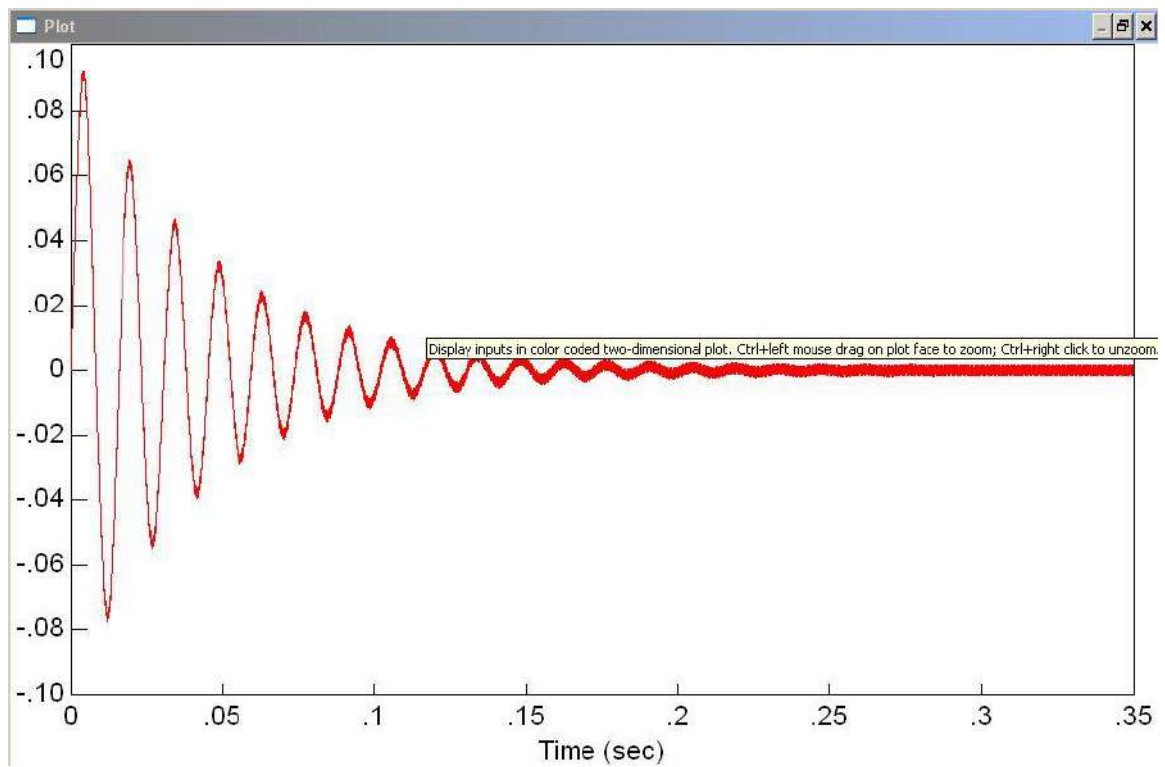
Voici la réalisation du circuit :



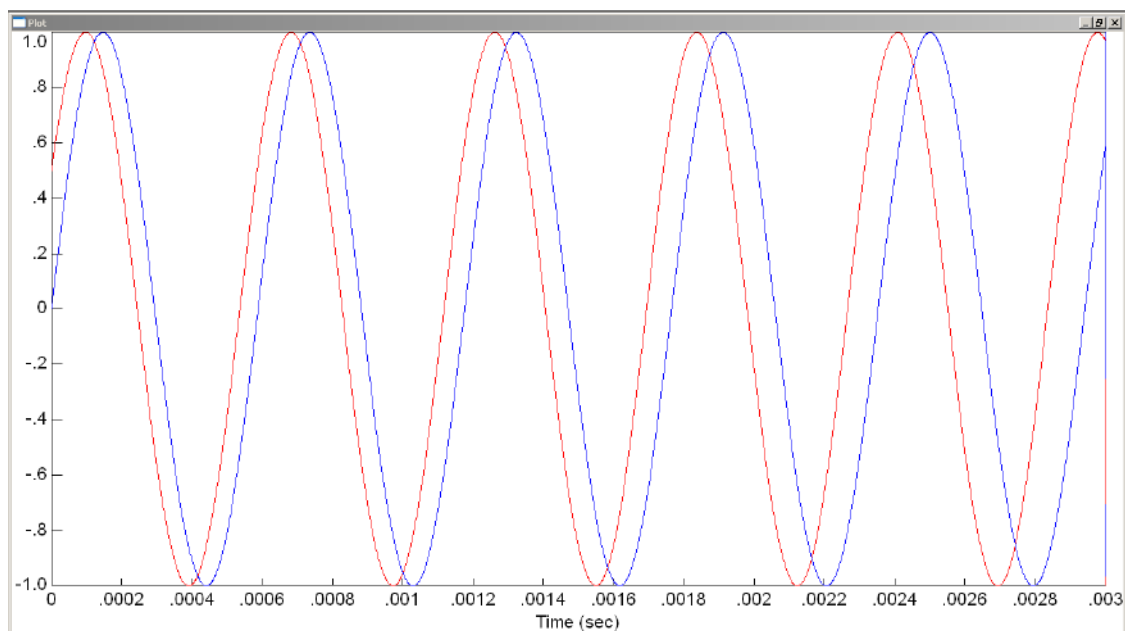
Voici les relevés des signaux du montage ci-dessus comparé différentes valeurs du déphasage:

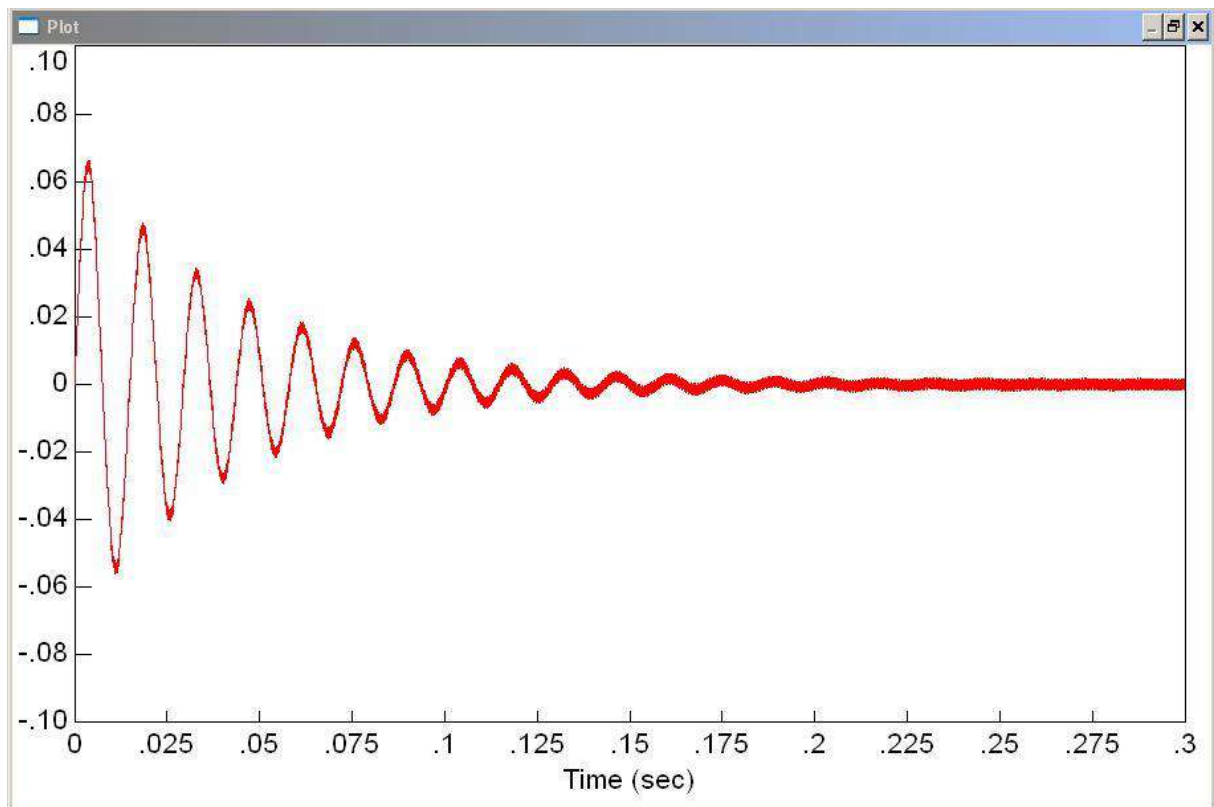
Pour $\phi = -90^\circ$:



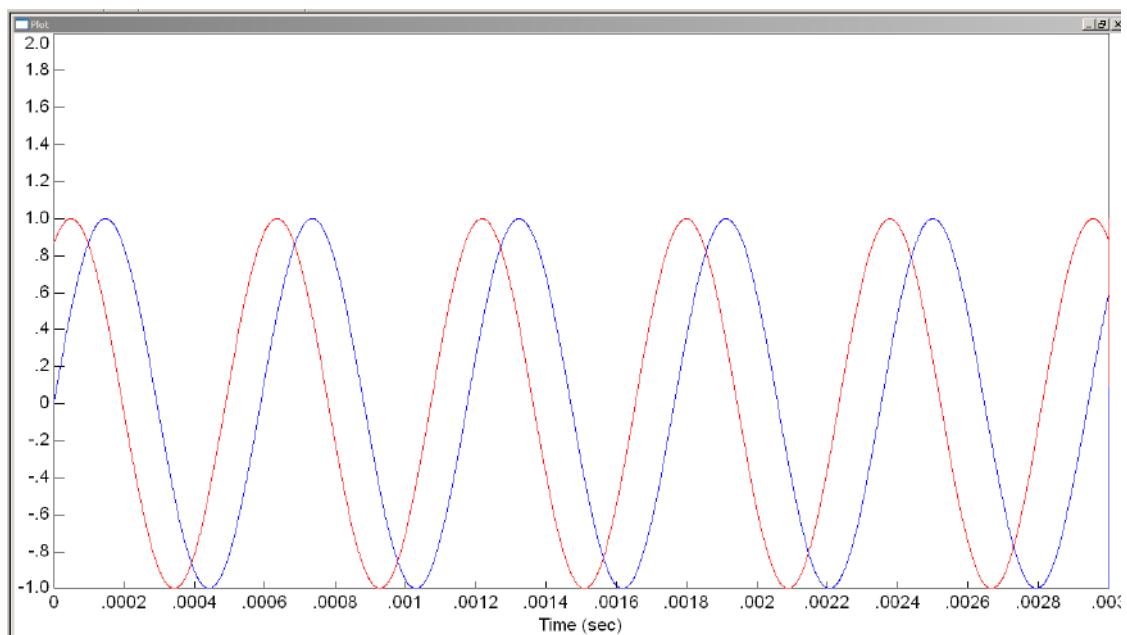


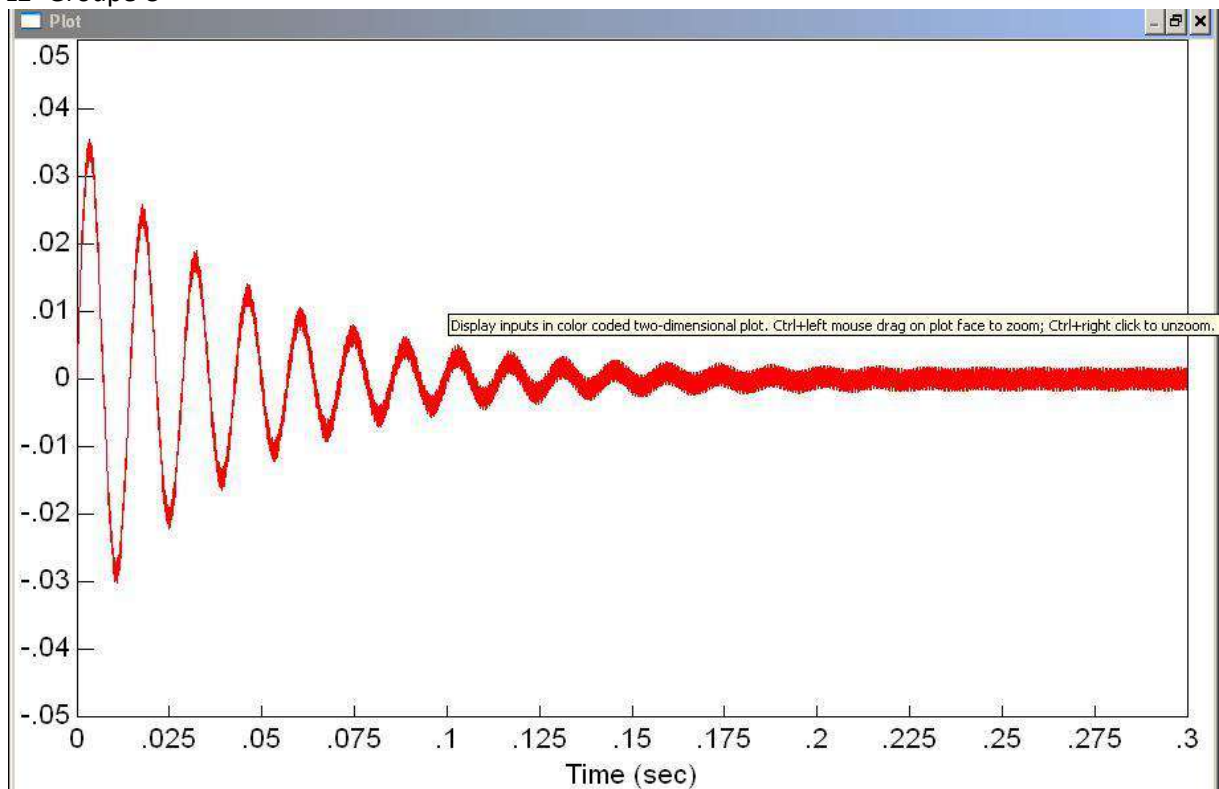
Pour $\phi = -60^\circ$:



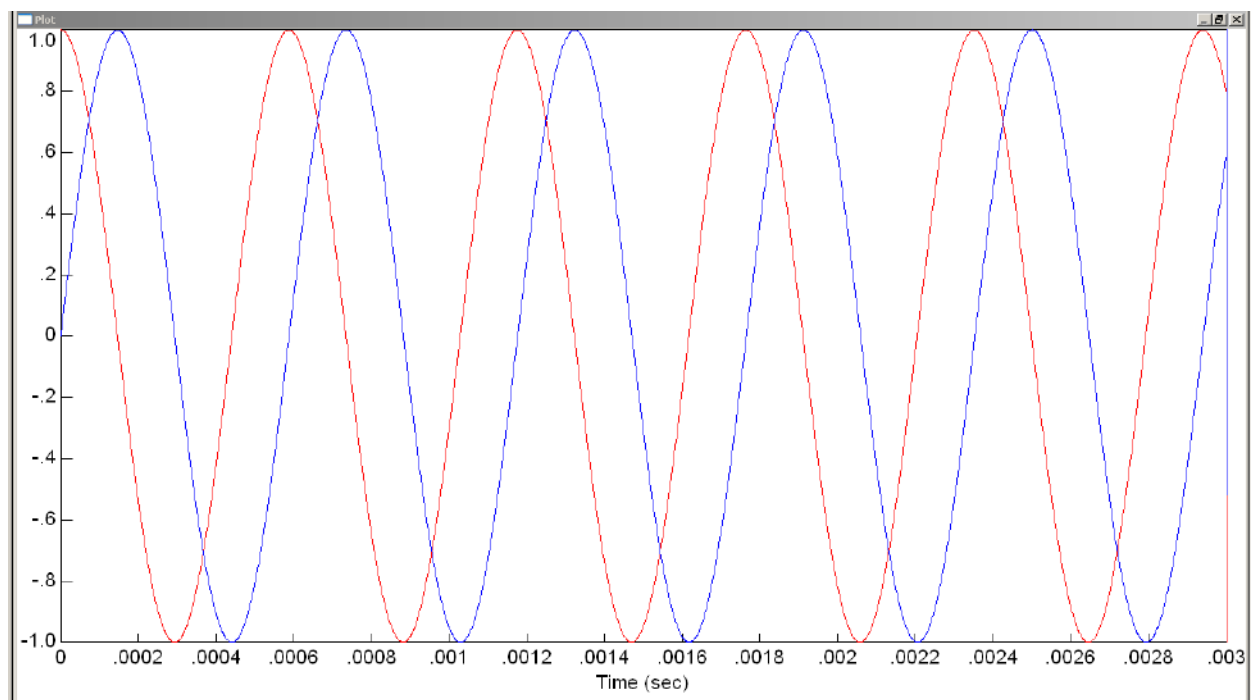


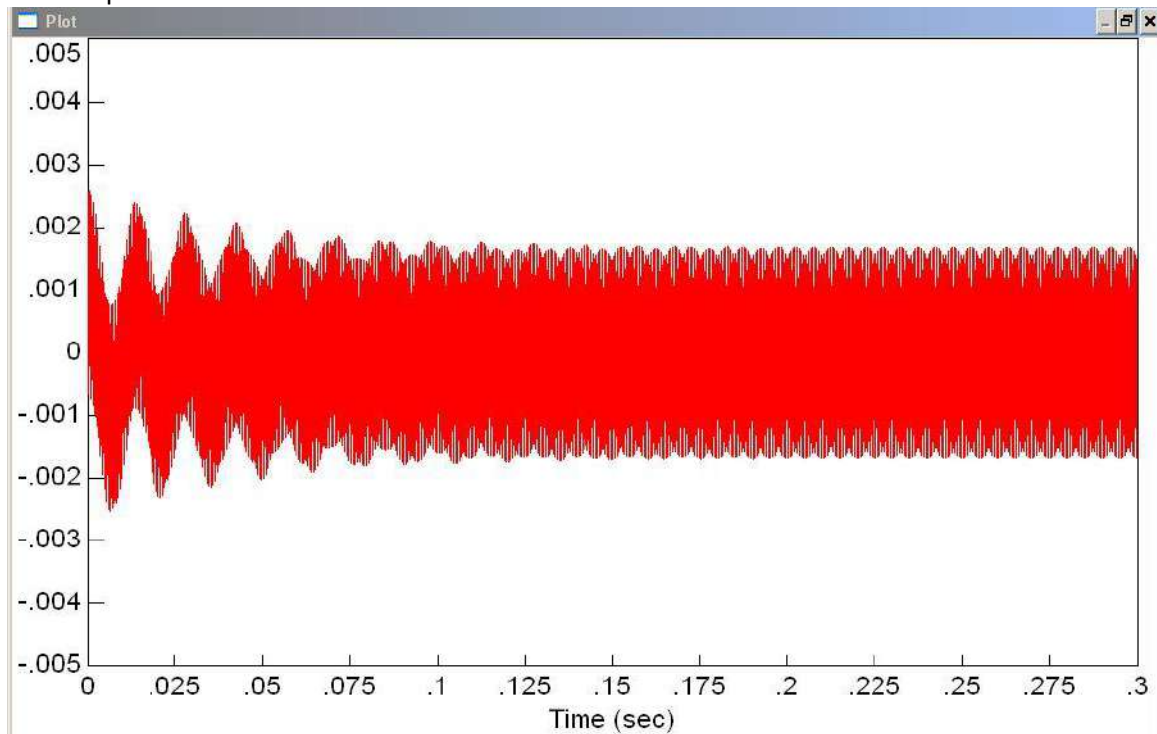
Pour $\phi = -30^\circ$:





Pour $\phi = 0^\circ$:

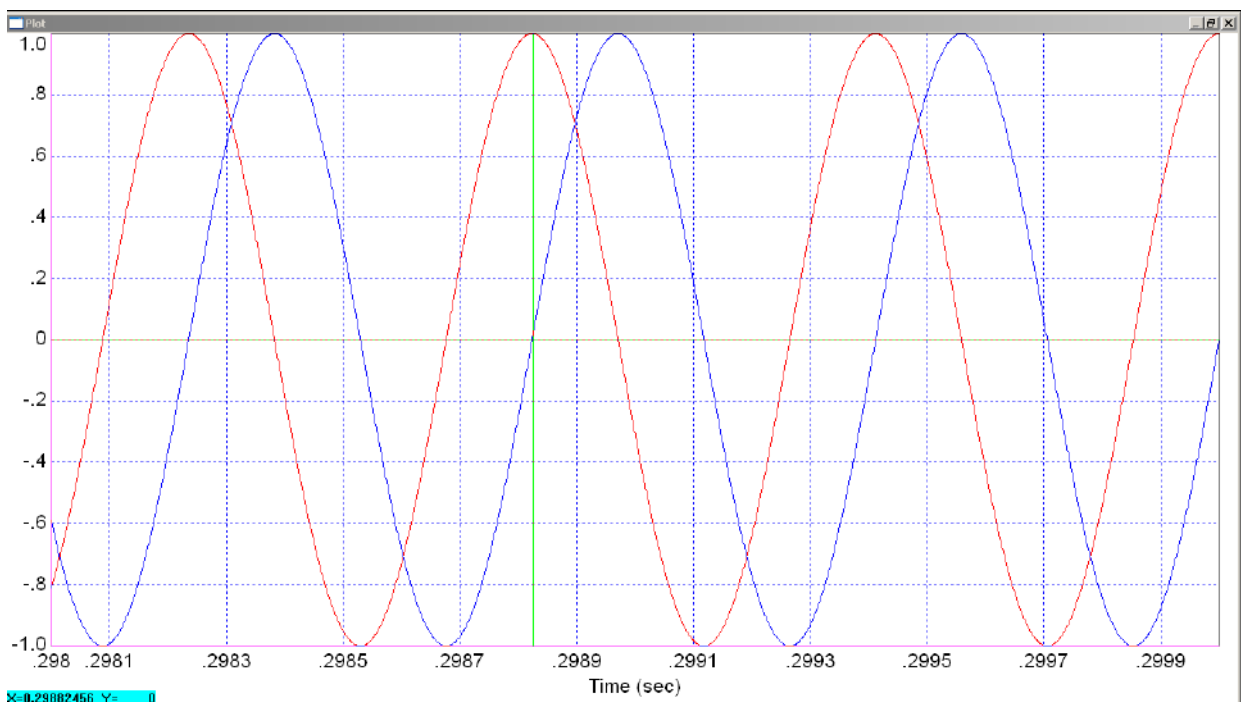




Le rôle du VCO est de réajuster la fréquence en cas d'erreur. Dans ce cas là, on effectue un simple verrouillage à 1700Hz car notre signal source a pour fréquence 1700Hz.

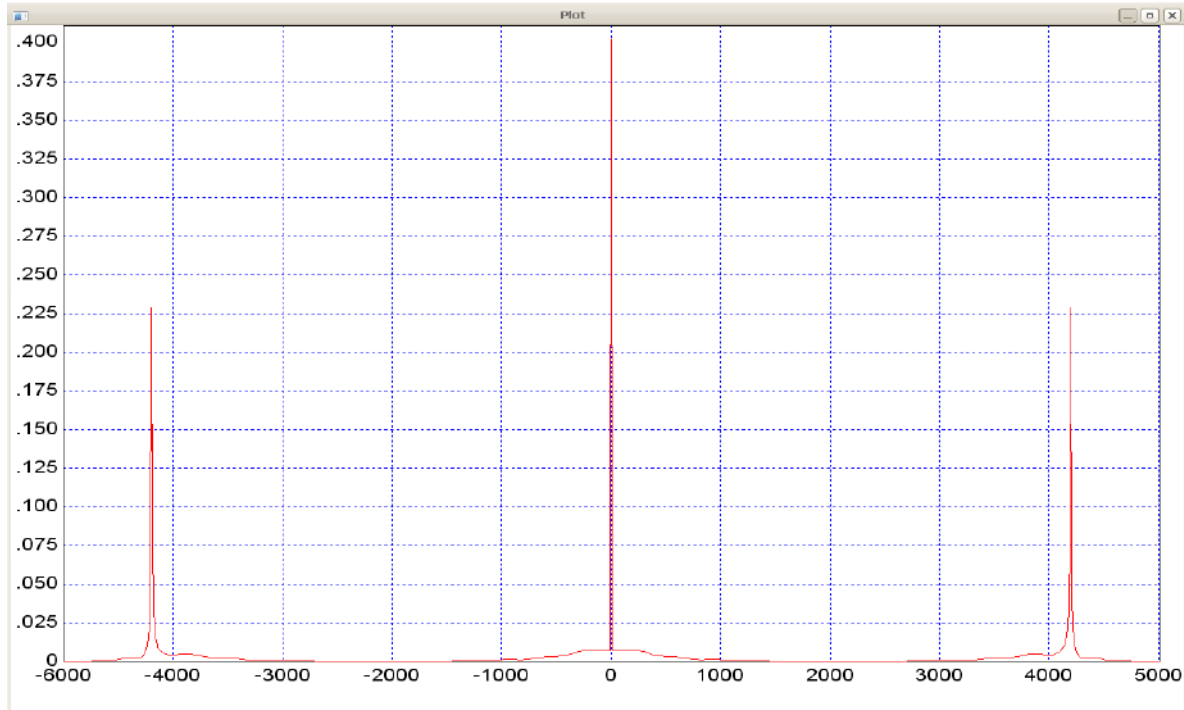
On observe une tension V_k , qui est une tension de commande. Si V_k vaut 0V alors il n'y a pas de réajustement du fait que les deux fréquences sont égales. Dans le cas contraire, on fait refait un simple verrouillage.

Nous observons à fin à la fin de chaque boucle :

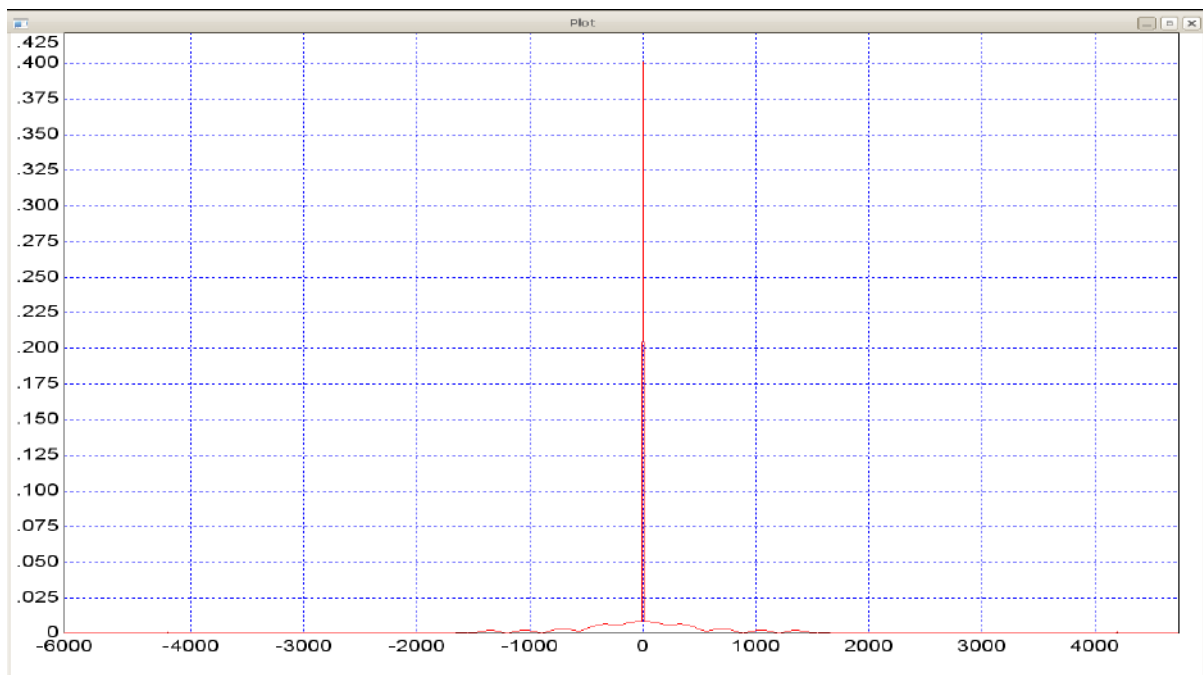


On peut observer un déphasage de $\pi/2$ (lorsque ϕ_0 est à 0, ϕ_1 est à 1). Il en est de même quel que soit la valeur de ϕ .

Voici le spectre un signal d'entrée pour une fréquence de 2100Hz avec un filtre d'ordre $n=5$:



Voici le spectre un signal de sortie pour une fréquence de 2100Hz avec un filtre d'ordre $n=5$:



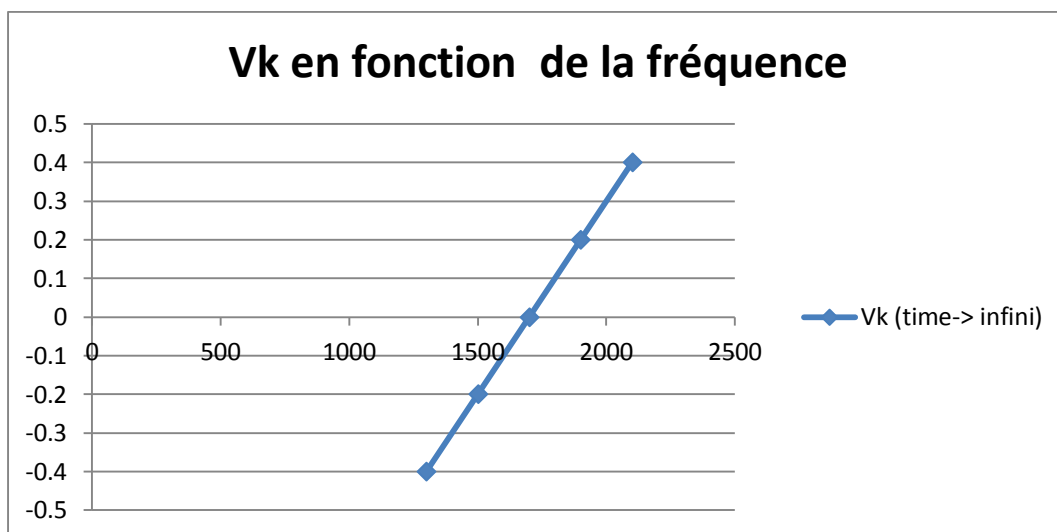
Pour une fréquence $f_0 = 2100$ Hz, la tension de commande du VCO, V_k , vaut 0.4V. Voici la formule :

$$V_k = \frac{f_0 - f_1}{\text{gain}}$$

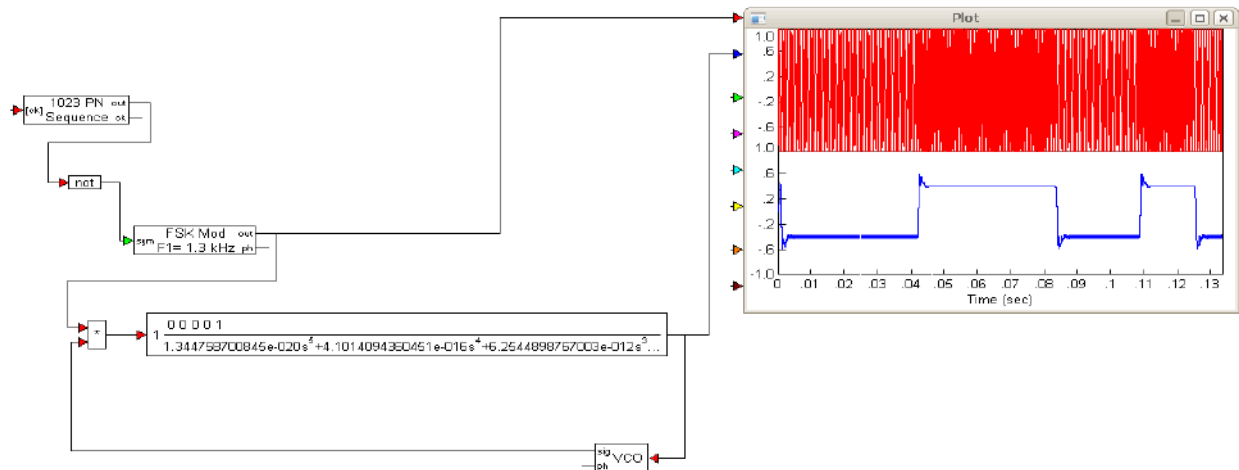
$$\text{Ici: } V_k = \frac{2100 - 1700}{1000} = 0.4V$$

Voici un tableau récapitulatif de la Tension de commande du VCO en fonction de la fréquence f_0 .

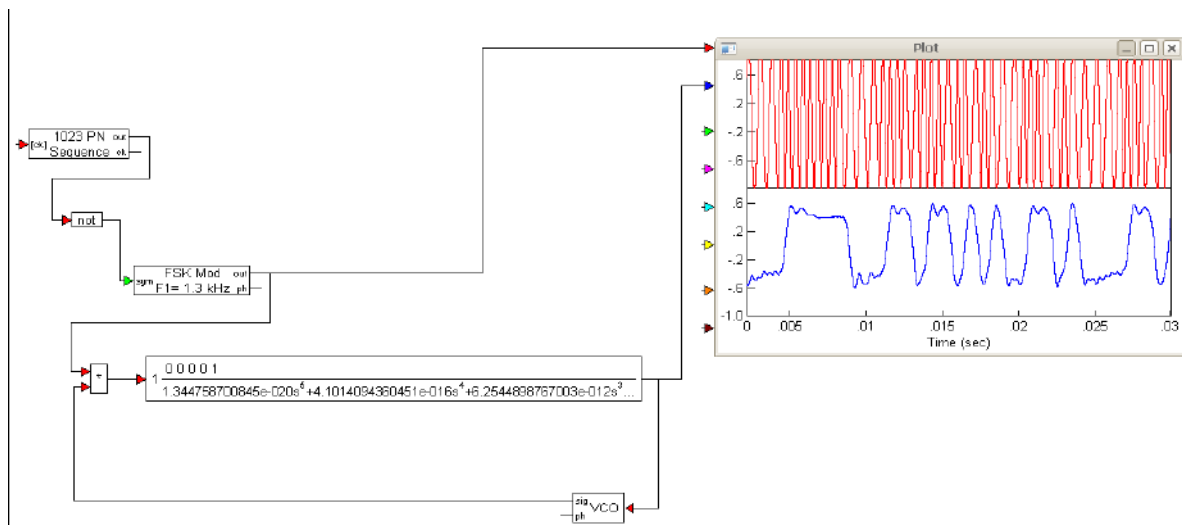
$f_0(\text{Hz})$	V_k (time-> infini)
2100	0,4
1900	0,2
1700	0
1500	-0,2
1300	-0,4



Pour un débit de 120b/s et un filtre passe-bas d'ordre $n=5$, nous obtenons ce chronogramme :



Et pour un débit de 120b/s, nous obtenons ce chronogramme :



Nous voyons que plus le débit est important, meilleur est la précision.

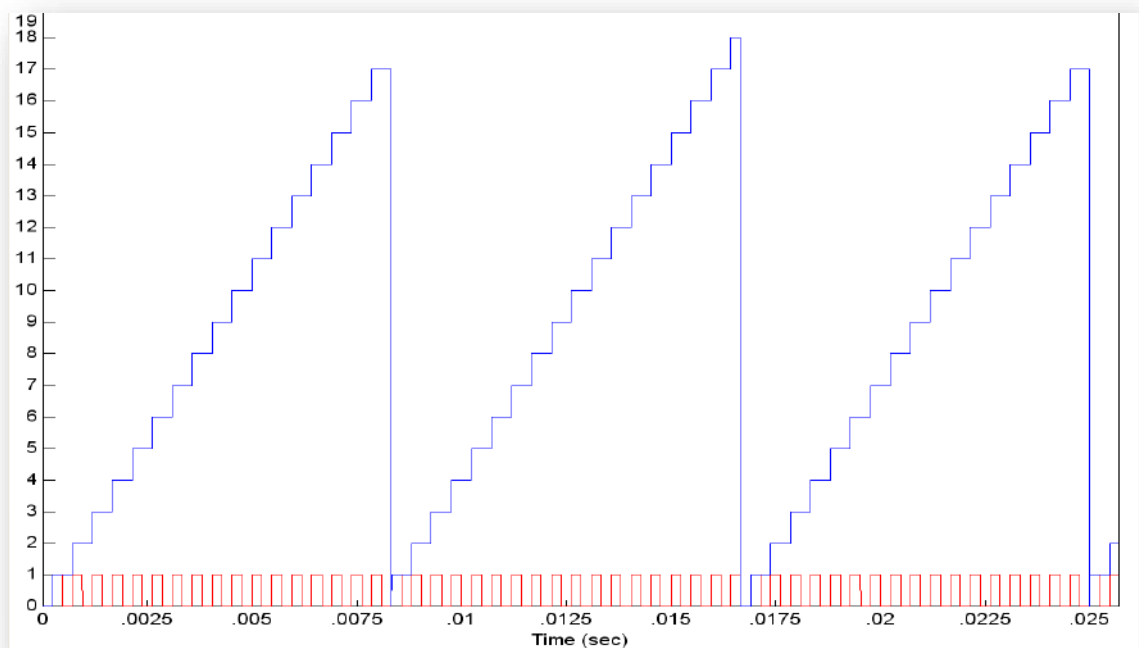
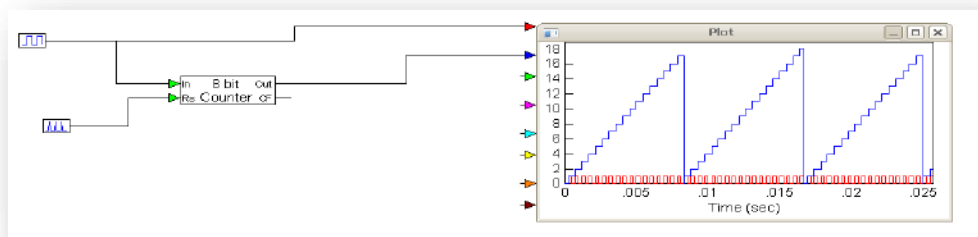
3- Démodulation FSK par comptage

Nous remarquons que selon l'état du signal (0 ou 1), la fréquence est changeante et varie selon ce dernier. A chaque symbole nous avons une fréquence spécifique. Lorsqu'on est à 0 la période est plus petite et donc la fréquence est plus petite aussi.

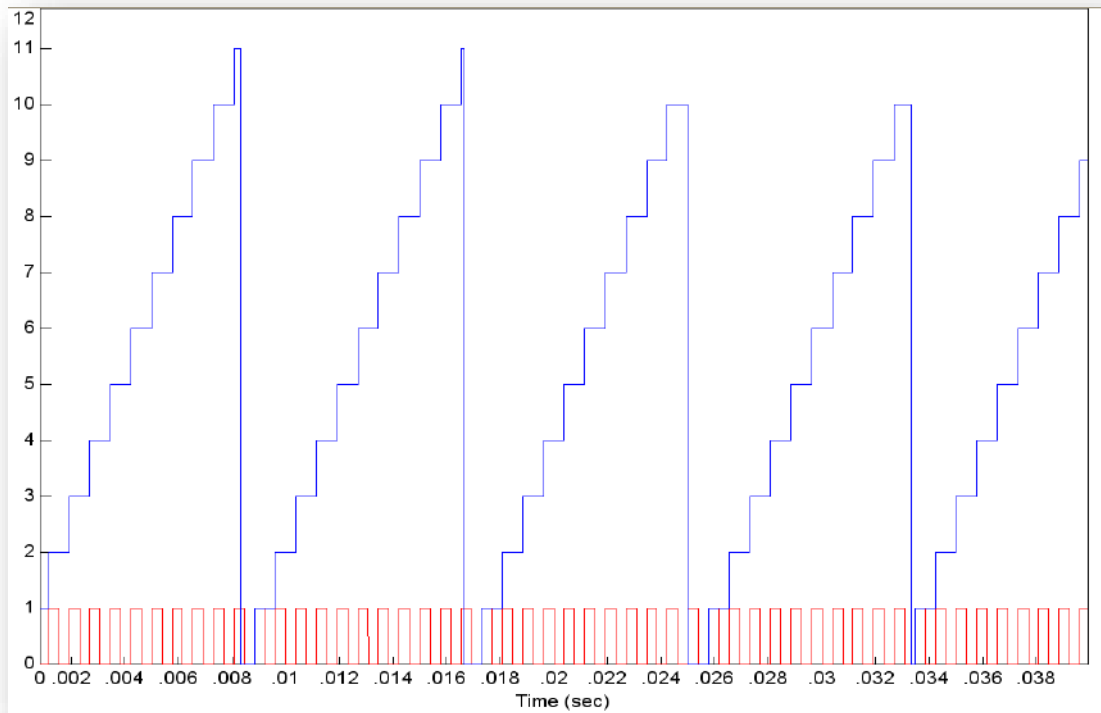
A un symbole (1 ou 0) est associée une fréquence. En observant l'allure de la courbe sinusoïdale, nous pouvons savoir le signal transmis.

On pourrait imaginer un système capable de réaliser cette opération de comptage, en utilisant un compteur binaire qui mettrait des 0 ou des 1 selon la fréquence.

Nous avons donc utilisé un compteur binaire avec un débit de liaison égal à 120 b/s. On a réalisé circuit suivant, avec une entrée d'horloge carré de fréquence $f_0=2100\text{Hz}$:



Pour une entrée d'horloge carré de fréquence $f_0=1300\text{Hz}$:



En comparant les deux chronogrammes, on remarque que le signal d'entrée à la même amplitude quelques soit la fréquence.

Le signal sert à établir une incrémentation de 1. A chaque fin de période de notre signal d'entrée, nous pouvons voir le signal de sortie s'incrémenter de 1.

On sait que $\Delta t = \frac{1}{D} = \frac{1}{120} = 8,33 \times 10^{-3}s$ à chaque Δt nous avons une remise à 0.

$$f_0 = 2100 \text{ Hz}, T = \frac{1}{2100} = 4,76 \times 10^{-4}s$$

En un temps Δt , on compte $\frac{8,33 \times 10^{-3}}{4,76 \times 10^{-4}} = 17,50$

$$f_0 = 1300 \text{ Hz}, T = \frac{1}{1300} = 7,69 \times 10^{-4}s$$

En un temps Δt , on compte $\frac{8,33 \times 10^{-3}}{7,69 \times 10^{-4}} = 10,83$

Nous avons ensuite réalisé ce circuit :

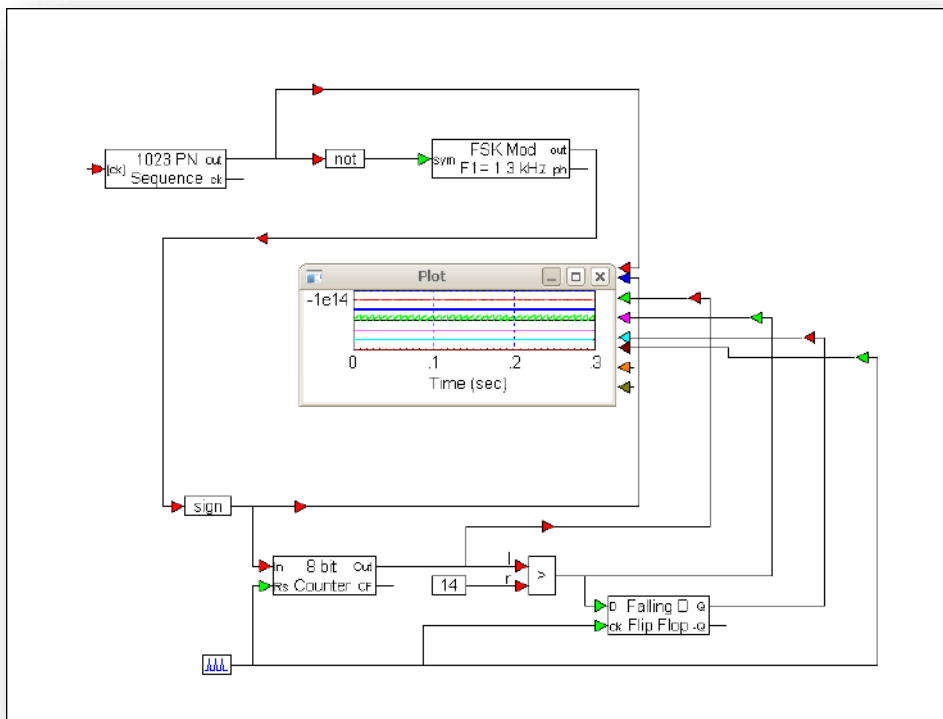
Pour trouver n :

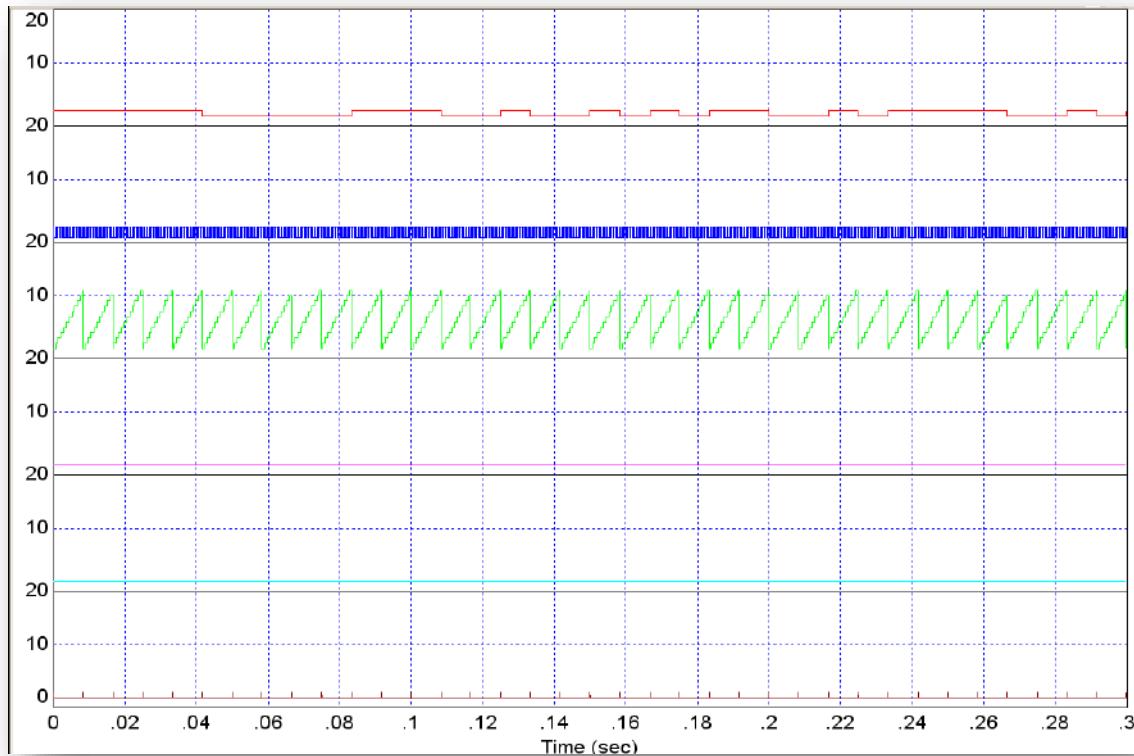
On sait que $\Delta t = \frac{1}{d}$ et que $T = \frac{1}{f}$

$$n0 = \frac{\Delta t}{T0}$$

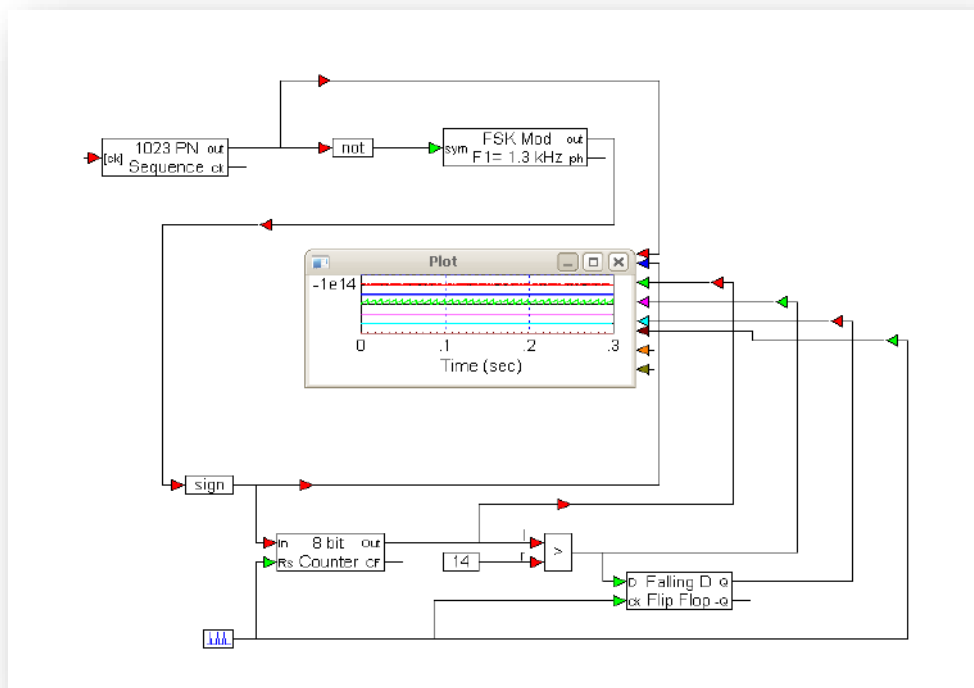
$$n1 = \frac{\Delta t}{T1}$$

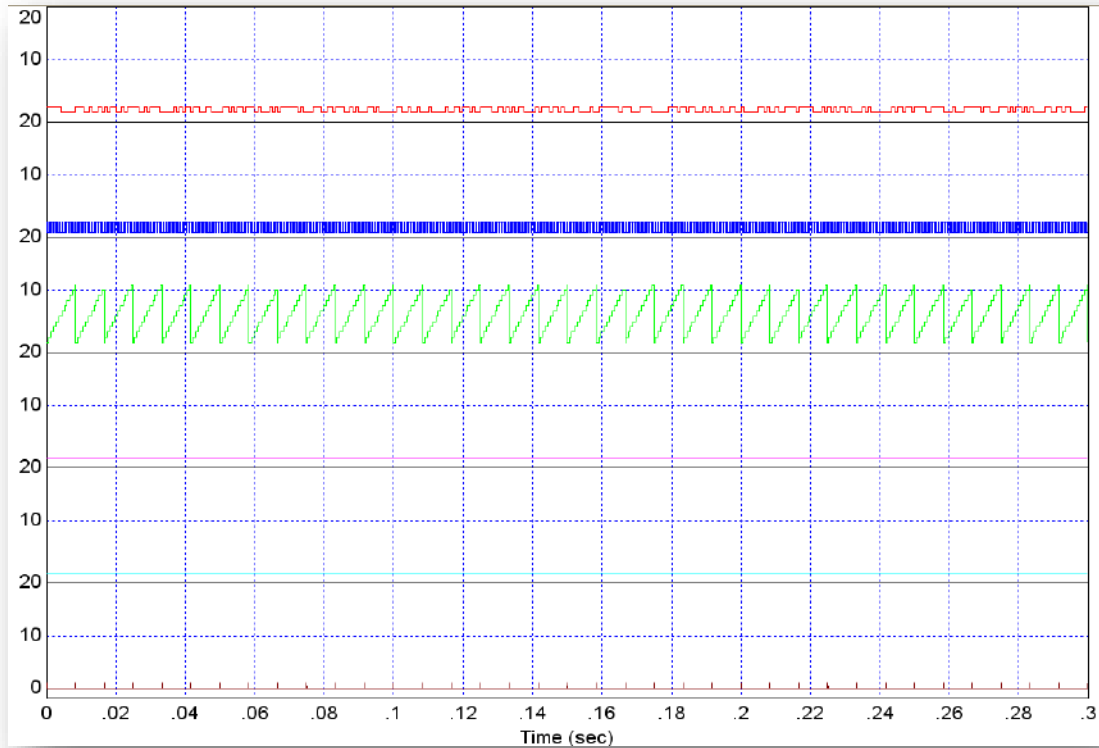
$$n = \frac{n0 + n1}{2}$$





Pour un débit $D = 1200$ b/s comme indique par la recommandation V23 nous avons :





$$\text{Si } f=2100 \text{ Hz : } \frac{8,33 \times 10^{-4}}{4,76 \times 10^{-4}} = 1,75$$

$$\text{Si } f=1300 \text{ Hz : } \frac{8,33 \times 10^{-4}}{7,69 \times 10^{-4}} = 1,08$$

n vaut donc 1.4.

Conclusion

Il existe des moyens par lesquels des données peuvent être transmises.

Nous avons vu qu'il existe deux types de modems de transmission : le type ASK et FSK. Cependant, la plus répandu est FSK.