



Université ABBES LAGHROUR Khenchela
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Industriel
جامعة عباس لغرور خنشلة
كلية العلوم والتكنولوجيا قسم
الهندسة الصناعية



N° Série :

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Télécommunications

Spécialité : Systèmes des Télécommunications

THEME

**Etude et simulation d'un modulateur
numérique FSK**

Réalisées par :

-Boumaaraf Chahinez

- Friteh Souad

Devant Le Jury composé de :

Dr. Chergi Laid

Dr. Hassad Mourad

Dr. Khalfaoui Mahiou

Président

Rapporteur

Examineur

Promotion 2021/2022

Remerciements

Tout d'abord, je remercie Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné la force de survivre, ainsi que le courage de surmonter toutes les difficultés.

Ce travail a été réalisé à la Faculté de Technologie de l'Université " Abbes Laghrour Khenchela", Département de Génie Industriel.

Ensuite, un merci spécial aux personnes spéciales et bien sûr, je voudrais mentionner nos parents qui ont continué à nous soutenir tout au long de nos études.

Un merci spécial à Hassad .M pour sa présence et sa confiance en nous.

Nous exprimons notre profonde gratitude à tous les enseignants.

Enfin à tous nos collègues des Systèmes des télécommunications pour 2022 pour tous les moments de joie et de bonheur.

Afin de n'oublier personne, je remercie sincèrement tous ceux qui m'ont aidé à réaliser cet humble message.

DEDICACES

Au nom de Dieu, le clément, le très miséricordieux.

Je dédie ce modeste travail :

À mon père, école de mon enfance, dans laquelle était mon ombre

Toutes mes années d'école, et qui regarde tout ce temps

De ma vie

Pour ceux qui m'ont donné la vie, le symbole La tendresse qui s'est sacrifiée

pour mon bonheur et pour moi Le succès, maman...

Que Dieu les bénisse et les garde.

À mes merveilleuses sœurs Yousra et Zainab.

À toutes mes tantes et cousines

À mes deux meilleures amies Souad et Aziza

Pour tous ceux qui m'aiment

Pour tous ceux que j'aime

Je dédie ce travail

Boumaaraf Chahinez

DEDICACES

Au nom de Dieu, le clément, le très miséricordieux.

Je dédie ce modeste travail à :

Ames chers parents ma mère et mon père

*Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs
encouragements.*

Je dédie ma soeur :HANADI

Âmes sœurs : CHAHINEZ et AZIZA.

Ames amies et mes camarades.

Mes cousines :NADIA, MANAR et SOUNDIOUS.

*Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du moyen,
du secondaire ou de l'enseignement supérieur.*

Je dédie ce travail

FRITEH SOUAD

ملخص :

تنتقل أنظمة الإرسال الرقمية المعلومات بين المرسل والمستقبل من أصل تناظري (نص ، أصوات ، إلخ) للوصول إلى المستقبل في شكل رقمي عن طريق وسيط مادي (ليفية بصرية) ، من أجل تحسين جودة الإرسال داخل القناة من الضروري وجود مرحلة للتعديل. ليتم إرساله بأكثر الطرق موثوقية ، تتيح أداة محاكاة مثل SIMULINK نمذجة سلاسل الإرسال بطريقة معدلة للغاية. من خلال هذا العمل قمنا بدراسة ومحاكاة نموذج من سلاسل الإرسال وهو مفتاح تحويل التردد باستخدام برنامج MATLAB وSIMULINK

Résumé :

Les systèmes de transmission numérique transfèrent des informations entre l'émetteur et le récepteur à partir d'une origine analogique (Texte, Sons..) pour atteindre le récepteur sous forme numérique (0,1) au moyen d'un Support physique (fibre optique) , Afin d'améliorer la qualité de transmission au sein du canal , il est nécessaire de disposer d'un étape de modulation pour être transmis de la manière la plus fiable. , un outil de simulation comme SIMULINK permet de modéliser des chaînes de transmission de manière très modifiée. Dans ce mémoire, nous avons étudié et simulé un modèle de chaînes de transmission est la modulation par déplacement de fréquence à l'aide de logiciel MATLAB et SIMULINK

Mots clés: La modulation, Démodulation, Séquence binaire, Transmission numérique, Signal modulant.

Summary:

Digital transmission systems transfer information between the transmitter and the receiver from an analog origin (Text, Sounds, etc.) to reach the receiver in digital form (0.1) by means of a physical medium (fiber optical), In order to improve the quality of transmission within the channel it is necessary to have a modulation to be transmitted in the most reliable way, a simulation tool like SIMULINK makes it possible to model transmission chains in a very modified way. In this memory, we have studied and simulated a model of transmission chains is frequency shift keying using MATLAB and SIMULINK software.

SOMMAIRE

Sommaire

SOMMAIRE

Introduction général	2
Chapitre I Généralités sur la modulation	
Introduction	6
Définition de la modulation	6
L'objectif de modulation	6
Système de transmission de modulation	6
Les types de modulation	
Modulation analogique	7
Principe de la transmission analogique	8
Modulation numérique	12
Principes de modulations numériques :	12
Le Codage	13
Les types de modulation numérique	15
Modulation/Démodulation par Déplacement d'Amplitude ASK	15
Modulation/Démodulation par Déplacement de Phase PSK	17
Modulation /Démodulation d'Amplitude en Quadrature (MAQ)	19
La modulation/Démodulation par Déplacement de fréquence FSK	20
Principe de modulateur MDF	21
Les types de modulation par déplacement de fréquence MDF	22
Conclusion	25
Chapitre II Simulation de la modulation FSK	
Introduction	27
Présentation du SIMULINK :	27

Sommaire

Modulation FSK sur MATLAB :	30
Partie de Donnée binaire :	30
Parties de modulation:	31
Partie démodulation	32
La simulation sous SIMULINK:	33
Parties de séquence binaire	33
Parties de modulation	35
Partie démodulation	36
Modulateur FSK à PLL	37
Conclusion	42
Chapitre III Discussion et interprétation des résultats	
Introduction	44
Les résultats sur MATLAB	44
Résultats Donnée binaire (message d'entrée):	44
Parties modulation :	45
Parties démodulation :	47
La simulation sous SIMULINK	48
Partie de séquence binaire	48
Parties de modulation	49
Partie démodulation	40
Résultat des signaux de la modulation et démodulation FSK :	54
Conclusion	55
Conclusion générale	57
Bibliographie	60

Liste des Abréviations

Listes des figures

Figure I.1 : Schéma d'un système de transmission numérique	7
Figure I.2 : Représentation fréquentielle	9
Figure I.3 : La représentation temporelle	9
Figure I.4 : Représentation temporelle de FM	10
Figure I.5 : Représentation spectrale de FM	11
Figure I.6 : Représentation temporelle de PM	12
Figure I.7 : le codage NRZ	13
Figure I.8 : Représenté le Codage NRZI	14
Figure I.9 : Le codage Manchester	15
Figure I.10 : présentation temporelle de signal modulant et modulé	15
Figure I.11 : Représente fréquentiel de signal ASK	16
Figure I.12 : Démodulateur ASK	17
Figure I.13 : Modulation de phase PSK	18
Figure I.14 : Démodulateur PSK	18
Figure I.15 : représente la modulation MAQ	19
Figure I.16 : Démodulateur MAQ	19
Figure I.17 : La modulation de Fréquence FSK	20
Figure I.18 : Démoduler en FSK est d'utiliser un PLL	21
Figure I.19 : Représente le signal modulé FSK	22
Figure I.20 : La Modulation à phase discontinue	22
Figure I.21 : La FSK à phase continue	23
Figure II.1 : Interface de logiciel MATLAB	27
Figure II.2 : la fenêtre de commande de MATLAB	28

Liste des Abréviation

Figure II.3: La bibliothèque du SIMULINK	29
Figure II.1: Le Schéma représentation de signal modulant	35
Figure II.2: Le Schéma d'un signal modulé et les signaux porteurs	36
Figure II.3: Le Schéma d'un signal modulé	36
Figure II.4 : Le Schéma des signaux de la démodulation	38
Figure II.5: Les signaux reçue FSK	39
Figure II.6: schéma d'un signal démodulation	40
Figure II.7: Le Schéma des signaux de la modulation /démodulation FSK	41
Figure III.1 : représentation de signal donnée binaire	44
Figure III.2 : représentation de signal de modulation FSK	45
Figure III.3 : La forme du signal démodulation	47
Figure III.4: La forme du signal modulant	48
Figure III.5: La forme des signaux de la modulation	49
Figure III.6: La forme du signal modulé FSK	50
Figure III.7: Résultat des signaux démodulation Fsk	41
Figure III.8: Résultat des signaux reçus	52
Figure III.9: Résultat de signal démodulé FSK	53
Figure III.10: Résultat des signaux de la modulation et démodulation FSK	54

ABREVIATIONS

AGC: Contrôle Automatique de Gain

AM: Modulation Amplitude

ASK: Amplitude Shift Keying

BPSK: Binary Phase Shift Keying

FM: Modulation Fréquence

FSK: Frequency Shift Keying

FP: Fréquence Porteuse

GBF: Générateur Basse Fréquence

MATLAB: MATrix LABoratory

MAQ: Modulation Amplitude en Quadrature

MDA: Modulation par Déplacement d'Amplitude

MDF: Modulation par Déplacement de Fréquence

MDP: Modulation par Déplacement de Phase

MDF_PD: Modulation par Déplacement de Fréquence à Phase Discontinue

MDF_PC: Modulation par Déplacement de Fréquence à Phase Continue

MDPD: Modulation par Déplacement de Phase Différentiel (DPSK Differential Phase Shift Keying)

M_ASK: Modulation _Amplitude Shift Keying

M_PSK: Modulation _Phase Shift Keying

NRZ: Non Retour à Zéro

NRZ_I: Non Return à Zéro Inverse

PLL: Phase Lock Loop

PM: Modulation de Phase

PSK: Phase Shift Keying

QAM: Quadrature Amplitude Modulation

VCO: Voltage Controlled Oscillator

INTRODUCTION

GENERALE

Introduction générale

Le terme "télécommunications" désigne l'ensemble des moyens techniques permettant l'acheminement fidèle et fiable d'informations entre deux points quelconques pour un coût raisonnable. Les télécommunications utilisent deux techniques inséparables : la transmission assure le transport de l'information à distance ; la mise en relation de deux usagers quelconques conformément à leurs ordres relève de la commutation.

Quelques remarques :

- 1) Le besoin de communication préexiste aux télécommunications. On pourrait idéalement le représenter par une fonction matricielle du temps indiquant à tout moment les besoins de mise en relation entre points quelconques de l'espace, et précisant les qualités que doit présenter cette mise en relation (débit ou largeur de bande, taux d'erreur, durée d'établissement de la communication).
- 2) Les moyens techniques sont de nature électromagnétique. L'information est codée puis transmise en modulant des ondes qui se propagent sur des câbles en cuivre (paires de fils ou câble coaxial), sur des fibres optiques ou dans l'espace (transmission hertzienne, au sol ou via satellite).
- 3) L'information est transportée indépendamment de son support matériel initial (onde sonore ou lumineuse, papier, bande magnétique, disque optique etc.). Elle peut prendre des formes diverses : son (paroles, musique), textes (retraitables ou non), données, images (fixes ou animées).
- 4) Fidélité et fiabilité sont les deux paramètres de la qualité du service. Par "fidélité", on entend la transparence d'un réseau qui restitue exactement l'information émise malgré les imperfections des moyens techniques et les perturbations. Par "fiabilité", on entend la permanence de la disponibilité du service malgré les pannes qui sont inévitables dans tout dispositif technique.

Le principal problème de la transmission en bande de base est la dégradation très rapide du signal avec la distance. Si le signal n'est pas régénéré très souvent, il prend une forme quelconque, et le récepteur sera incapable d'interpréter le message. Cette méthode de transmission ne peut être utilisée que sur de très courtes distances (moins de 5 Km environ).

Au-delà, on utilise un signal de type sinusoïdal. Ce type de signal, même affaibli, pourra être décodé par le récepteur. Le MODEM prend un signal en bande de base et le module, c'est-à-dire le met sous une forme analogique particulière. Cette transformation est du type numérique/analogique et permet d'éliminer un certain nombre de dégradations qui sont occasionnées par la distance parcourue par le signal dans le câble. La porteuse est un signal sinusoïdal et les différents types de modulation sont obtenus en agissant sur les différents paramètres de celle-ci.

La modulation numérique est au cœur de la grande majorité des systèmes de télécommunications modernes. Plusieurs raisons expliquent le choix de la modulation numérique dont sa plus grande capacité et sa robustesse au bruit. La modulation numérique permet de transmettre plus d'informations, pour une même largeur de bande, que ce que permettent les techniques de modulation analogique. Une technique de modulation numérique plus complexe peut transmettre un plus grand nombre de bits par secondes qu'une technique de modulation numérique moins complexe. Il y a donc un compromis à faire entre complexités du système et sa capacité.

Pour améliorer la qualité de la transmission, sont utilisées des techniques de codage (NRZ) et la modulation et enfin la démodulation. Le système de communication nécessite des techniques de modulation numérique par déplacement de fréquence MDF qui répondent aux exigences du débit de données et améliore la qualité de transmission dans le

canal (débits binaires et puissances de transmission), pour que ce type de modulation soit utilisé dans la large gamme de fréquences intervalle.

Avec le développement remarquable du programme de simulation, il est devenu facile de simuler une chaîne de transmission complète et réaliste : émission - canal d'émission - réception.

Dans ce mémoire, nous avons mené une étude et simulation sur la modulation et démodulation FSK à l'aide du programme MATLAB et SIMULINK. C'est pourquoi nous avons élaboré le plan de travail suivant, commençant par une introduction générale, suivie de trois chapitres, et se terminant par une conclusion générale.

Ce mémoire intitulé « Etude et simulation d'un modulateur numérique FSK », à pour but d'approfondir les connaissances sur la modulation par déplacement de fréquence et simulation un modulateur FSK (frequency shift keying).

Dans le premier chapitre sur la modulation en général (analogique et numérique), où nous avons étudié les formes de modulation et démodulation numérique ASK, PSK et QAM, en exploite la technique de modulation et de démodulation FSK.

Ensuite, dans le deuxième chapitre nous présentons la modulation et démodulation FSK sous logiciel MATLAB/SIMULINK.

Finalement, dans le troisième chapitre en discute les résultats de modulation et la démodulation FSK en utilisent la PLL.

En termine ce mémoire par une conclusion générale et des perspectives de recherches qu'il est possible de mener afin de prolonger le travail effectué durant ce mémoire.

Chapitre I

*Généralités sur la
modulation*

I. Introduction :

La modulation est une étape de communication d'informations entre deux utilisateurs. Tout signal qui transporte une information sous forme analogique (sons, images, etc...) , qui est convertie sous forme numérique (0.1) pour passer par un canal de transmission (fibres optiques) entre l'émetteur et le récepteur ,et modifier ce signal (modulation, codage , démodulation), à travers le support choisi.

1.1.1. Définition de la modulation:

C'est la première opération entre la source et le canal dans lequel les informations sont codées et transmises sur le canal de l'émetteur avec le signal adapté pour être transmis à un support physique et transformer le message en Un signal haute fréquence, (signal primaire) ou une transmission modulée. Tandis qu'il existe une deuxième opération inverse entre le canal émetteur et récepteur appelé démodulation.

1.1.2 L'Objectif de la modulation :

Objectif de la modulation pour adapter le signal à émettre au canal de transmission. Cette opération consiste à modifier un ou plusieurs paramètres d'une onde porteuse centrée sur la bande de fréquence du canal. Chacune de ces modulations à des propriétés spécifiques qui affectent la complexité du modulateur-démodulateur et son coût, l'encombrement spectral de la porteuse, la consommation de l'émetteur, l' signal modulé.

Systeme de transmission de modulation : [1]

Les informations sont transmises entre la source (l'information) et le récepteur au moyen de systèmes de transmission numérique, utilisant un canal de transmission à fibre optique, les signaux transmis peuvent être soit de type analogique (audio, image...) mais convertis sous forme numérique de (0 et 1), comme dans les réseaux de données, le but d'un système de transmission est de transmettre les informations de l'émetteur au récepteur de la manière la plus fiable possible.

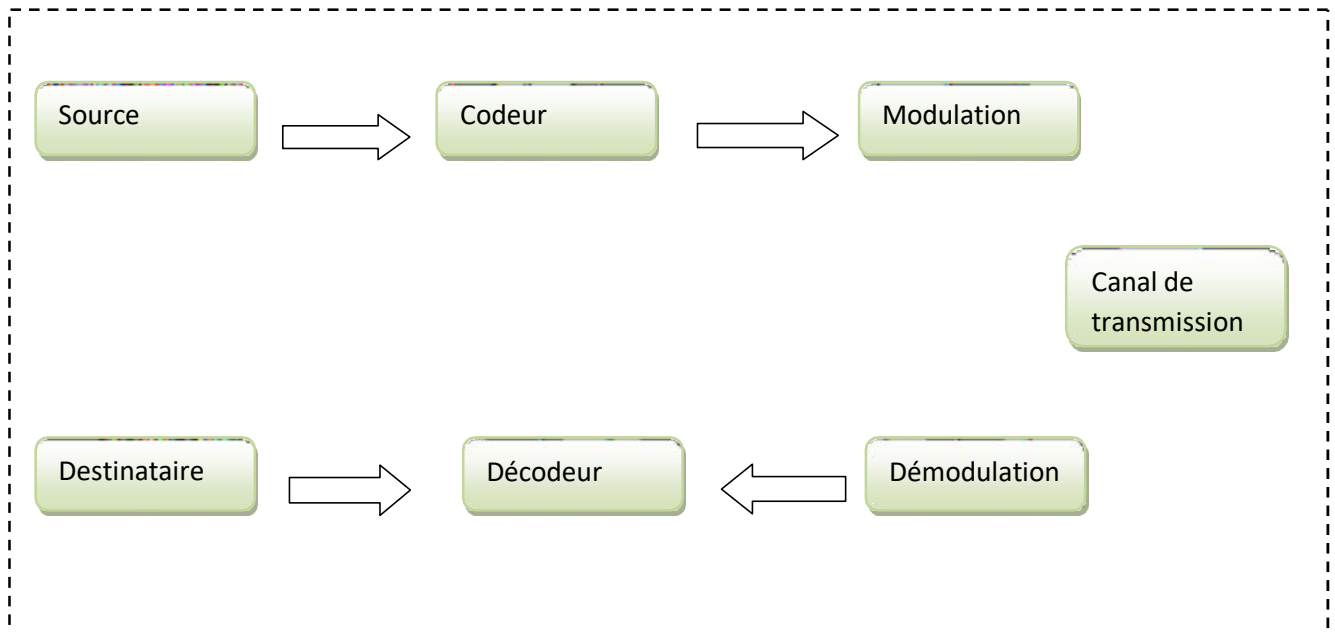


Figure I.1 : Schéma d'un système de transmission numérique

La source : transmet un message numérique sous la forme d'une suite d'éléments binaires.

Le codeur : peut éventuellement supprimer les petits bits (ou encoder la source).

Canal de transmission : est un dispositif qui assure le transport de l'information entre l'émetteur et récepteur

La modulation : à pour rôle d'adapter le spectre du signal au canal qui sera émis, elle agit sur les paramètres d'un signal porteur (Amplitude, fréquence, ou phase).

Destinataire : Les fonctions de démodulation et de décodage sont les réflexions.

Fonctions de modulation et de codage associées côté émetteur.

Modulation analogique :

La modulation analogique est la transmission de signaux basse fréquence dans la bande de base (musique, son, etc.) ou ce qu'on appelle (**signal modulant**) et transformé en tension par un amplificateur;

Cette tension de redresseur est utilisée pour la diversifier et la transformé en un signal sinusoïdal haute fréquence (**porteuse**).

Principe de la transmission analogique [2]

• Le signal ainsi formé est converti en une onde électromagnétique contenant les mêmes fréquences, par l'émetteur.

Le récepteur capte l'onde électromagnétique et renvoie le signal électrique modulé, le Ensuite, l'extraction permet d'extraire le signal de modulation d'origine du **signal modulé**.

- ✓ Un signal analogique peut être modélisé par la relation mathématique d'une Signal sinusoïdale $S(t)$, dont on modifier l'amplitude, la phase instantanée et la fréquence porteuse. On représente un tel signal de la forme suivante :

$$S(t) = Am(t) \cdot \cos [2\pi f_p t + \varphi(t)]$$

Am(t) 'amplitude est modifiée en fonction du signal modulant

f_p : la fréquence de la porteuse

$\varphi(t)$: la phase instantanée de la porteuse modulée.

1.3.2. Les types de modulations analogiques:

- Il ya deux type de modulation

Modulation d'amplitude (AM): [2] [3]

Est le premier modulation utilisé dans les télécommunications grâce à sa simplicité de mise en œuvre, la modulation d'amplitude AM consiste à moduler l'amplitude d'une onde haute fréquence par le signal à transmettre (le signal porteuse) en fonction d'un signal de fréquence plus basse (le signal de modulant).

- ✓ on utilise signal modulant $m(t)$ et la porteuse $p(t)$ tels que :

$$s(t) = p(t) \cdot m(t)$$

$$p(t) = A_p \cos(2\pi f_0 t)$$

Et

$$m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t)$$

Le signal modulé AM s'écrit : **avec**

$$s(t) = k A_m k A_p (2\pi f_m t) \cos(2\pi f_0 t)$$

Présentation fréquentielle : [3][4]

A partir du signal : $s(t)$

$$s(t) = A_p \cos 2\pi f_0 t + k A_p / 2 \cos 2\pi t (f_0 + f_m) + k A_p / 2 \cos 2\pi t (f_0 - f_m)$$

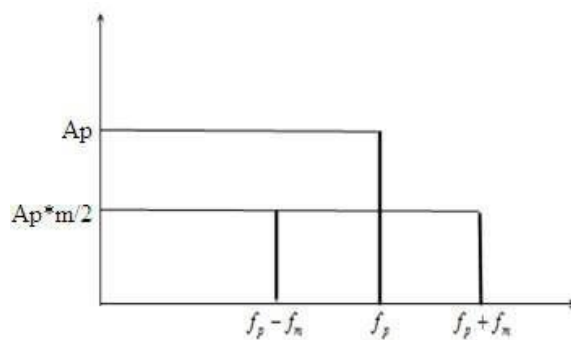


Figure 1.2 : Représentation fréquentielle

La représentation temporelle :

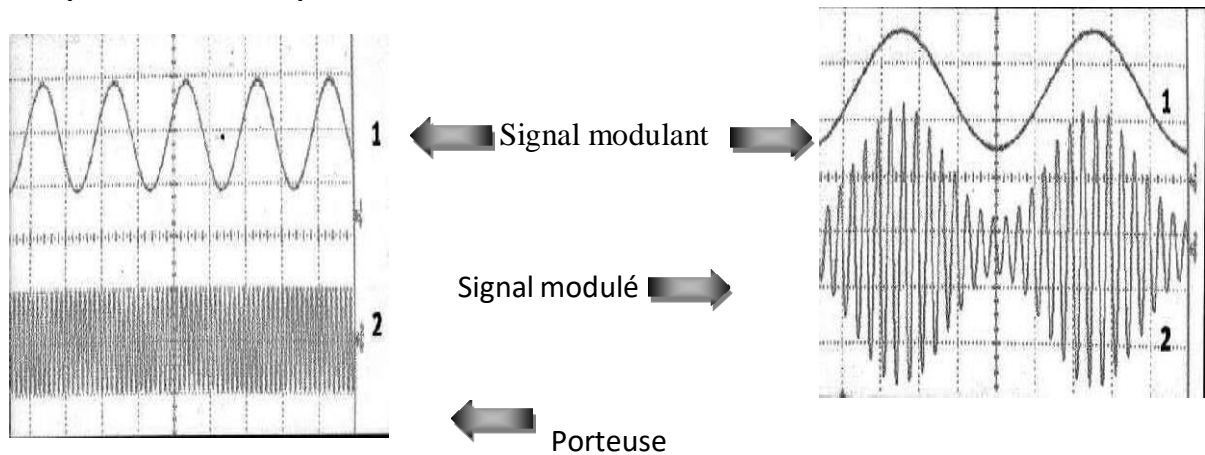


Figure 1.3 : La représentation temporelle

Modulation de fréquence (FM): [5]

La modulation de fréquence (FM: Frequency Modulation) est la transformation du Signal $m(t)$ à transmettre en variations de la fréquence instantanée du signal modulé $S(t)$ qui est transmis sur le canal de transmission .

Ce type de modulation est moins sensible au bruit et aux interférences que la modulation d'amplitude.

On en déduit l'expression du signal modulé en fréquence :

$$S(t) = A \cdot \cos(2\pi f_0 t + \varphi(t))$$

Avec la phase qui varie linéairement par rapport à l'intégrale du signal à transmettre :

$$\varphi(t) = 2\pi \int_0^t F_i(\tau) d\tau$$

On a : $F_i(t) = f_0 + k_f \cdot m(t)$ et $\varphi(t) = 2\pi f_0 t + 2\pi k_f \int_0^t m(\tau) d\tau$

Alors :

$$S(t) = A \cdot \cos\left(2\pi f_0 t + 2\pi k_f \int_0^t m(\tau) d\tau\right)$$

Représentation temporelle : [6]

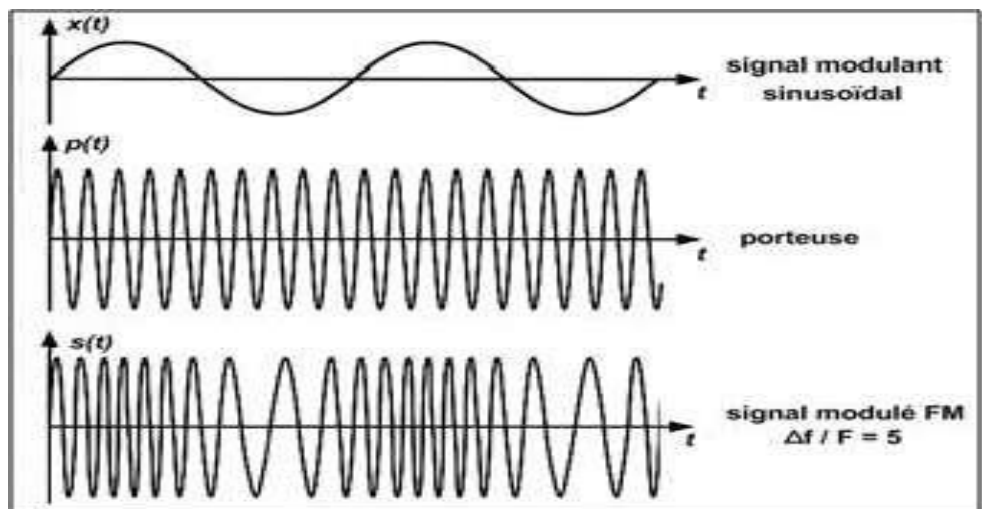


Figure I.4 : Représentation temporelle de FM

Représentation spectrale du signal FM :

Soit un signal FM :

$$S(t) = A \cdot \cos\left(2\pi f_0 t + 2\pi k_f \int_0^t m(\tau) d\tau\right)$$

$$S(t) = A \cdot \cos\left(2\pi f_0 t + 2\pi k_f \int_0^t A_m \cos(2\pi f_m \tau) d\tau\right)$$

$$S(t) = A \cdot \cos\left(2\pi f_0 t + \frac{k_f \mathcal{E}_m}{f_m} \sin 2\pi f_m t\right) \quad / \quad \beta = \frac{k_f \mathcal{E}_m}{f_m}$$

donc : $S(t) = A \cdot \cos\left(2\pi f_0 t + \beta \sin 2\pi f_m t\right)$

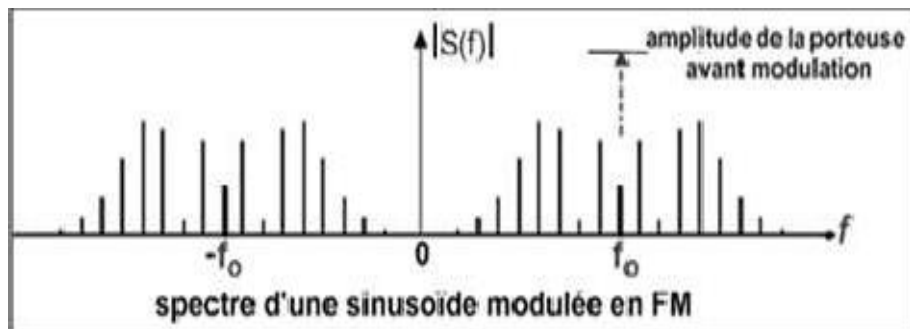


Figure I.5: Représentation spectrale de FM

1.3.2.3. Modulation de phase (PM): [6][7]

Pour une modulation de phase, c'est la phase (t) est modifiée en fonction du signal modulant $\mathbf{m}(t)$, autrement dit le signal modulant modifie la phase de la porteuse par une fonction linéaire. Le Signal PM, on peut utiliser un modulateur FM dont le signal d'entrée est la dérivée du signal modulant $\mathbf{m}(t)$.

Le signal modulé en phase, s'écrit de la manière suivante :

$$s(t) = \cos(2\pi f_0 t + \varphi(t)) \quad / \quad \varphi(t) = k_p m(t)$$

Alors : $s(t) = \cos(2\pi f_0 t + k_p m(t))$ avec : $k_p = 2\pi k_f$

Le signal PM a donc pour expression :

$$s(t) = \cos(2\pi f_0 t + 2\pi k_f m(t))$$

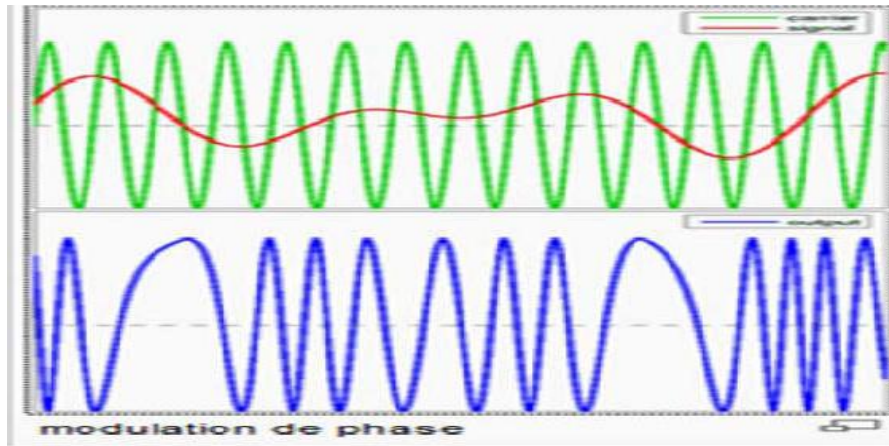


Figure I.6: Représentation **temporelle** de PM

modulation numérique : [8][9][10]

Modulation numérique :

C'est la conversion de signaux numériques en formes d'onde compatibles avec la nature du canal de communication. La modulation numérique c'est la modulation appliquée aux transmissions numériques. Les signaux transportés peuvent être soit directement d'origine numérique, utilisant un support physique comme le câble, la fibre optique ou encore, la propagation sur un canal radioélectrique.

- ✓ Le but des modulations numériques est d'assurer un débit maximum de données binaires, avec un taux d'erreur acceptable. [11]

Principes de modulations numériques : [12]

Le message à transmettre est issu d'une source binaire. Le signal modulant, obtenu après codage, est un signal en bande de base, éventuellement complexe, qui s'écrit sous la forme :

$$m(t) = \text{Re}[\sum C_k g(t - kT)] \quad \text{avec} \quad C_k(t) = a_k(t) + j b_k(t)$$

Fonction $g(t)$ est une forme d'onde qui est considérée dans l'intervalle $[0, T[$ puisque

Tu doit vérifier la relation : $kT \leq t < (k+1)T$

Dans les modulations MDA, MDP et QAM, la modulation transforme ce signal $m(t)$ en un signal modulé

S(t) tel que :

$$S(t) = \text{Re}[\sum C_k(t) \cdot e^{j(\omega_0 t + \varphi_0)}]$$

La fréquence $f_0 = \omega_0 / 2\pi$ et phases φ_0 caractérisent la sinusoïde porteuse utilisée pour la modulation.

Le signal modulé s'écrit aussi plus simplement :

$$S(t) = a_t \cos(m_0 + \varphi_0) - b_t \sin(m_0 + \varphi_0)$$

Le Codage:[13]

Pour le transport de données numériques, le codage en ligne est souvent utilisé. Il consiste à représenter le signal numérisé à transporter, par un autre signal qui présente des variations d'amplitude régulièrement espacées dans le temps. Après le codage en ligne, le signal peut être directement émis sur le canal de transmission, sous la forme de variations de la tension ou du courant.

NRZ (non retour à zéro) :[14]

un signal NRZ est constitué par une tension en ligne dont la valeur varie entre un niveau bas et un niveau haut.

Elle représente la plus simple de codage on a deux niveau :

Bit de données à 0 > tension négative.

Bit de données à 1 > tension positive.

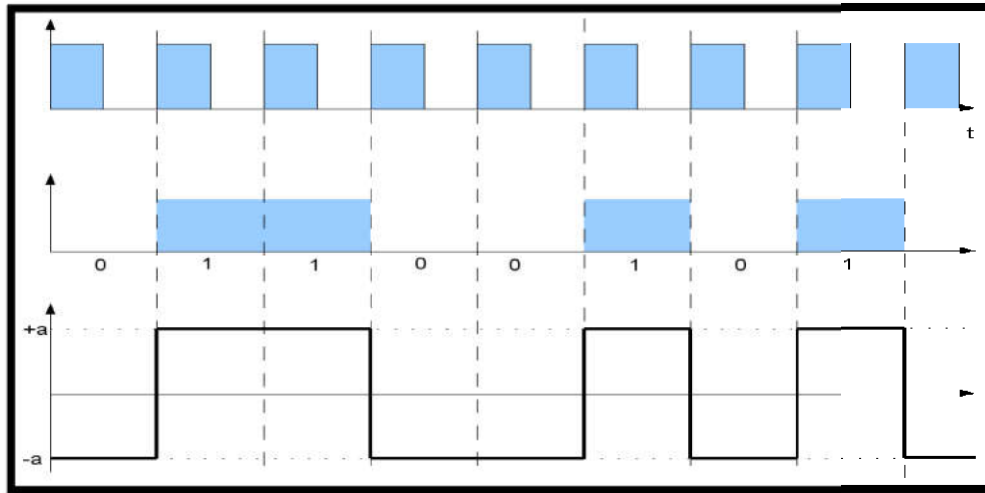


Figure I.7:le codage NRZ

Codage NRZI (Non Return to Zero Inverted) :[15]

Principe : on produit une transition du signal pour chaque 1, pas de transition pour les 0.

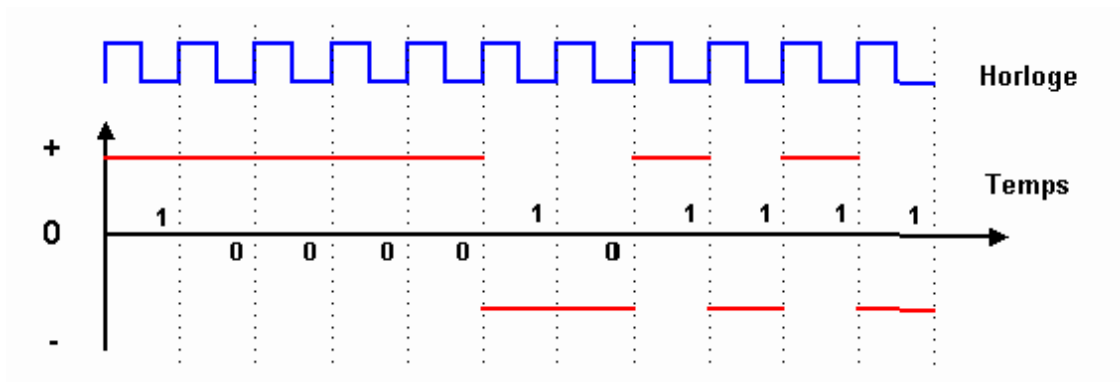


Figure I.8 : Représenté le Codage NRZI

Avec le codage NRZI, on voit que la transmission de longues séries de 0 provoque un signal sans transition sur une longue période. Le débit binaire est le double de la fréquence maximale du signal : on transmet deux bits pour un hertz.

Codage Manchester :[16][17]

Le code Manchester est le type biphasé 'est à dire qu'un bit d'information est représenté de période .la valeur 0 est représentée par un front montant , et la valeur 1 par un front descendant.

Bit de données à 0 > un front montant.

Bit de données à 1 > un front descendant.

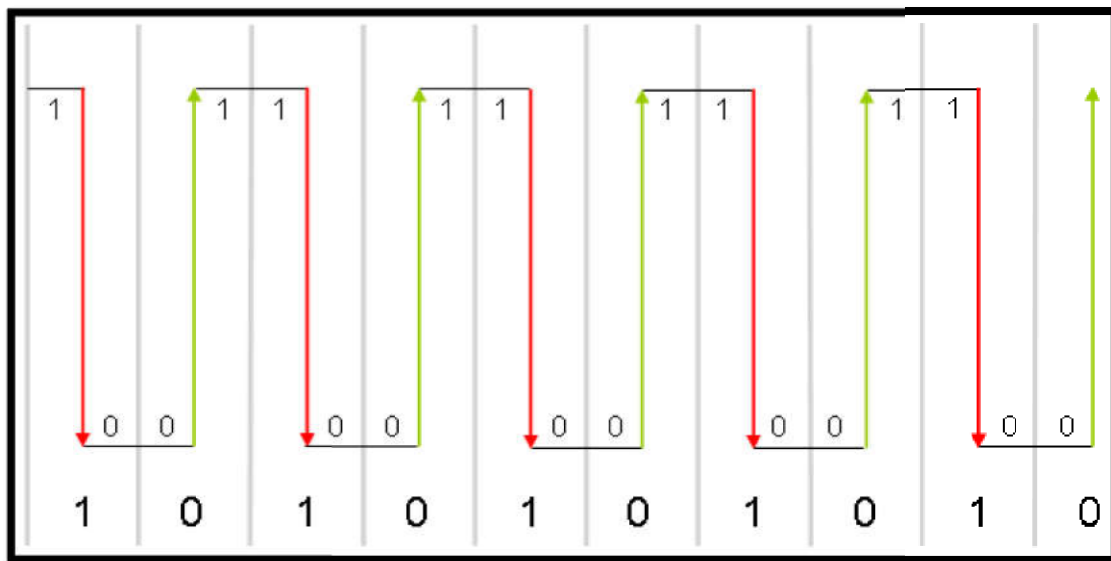


Figure I.9 : Le codage Manchester

Les types de modulation numérique : [18][19]

1.5.1..modulation et démodulation par déplacement d'amplitude (ASK) :

1.5.1.1.Modulation par déplacement d'amplitude ASK (amplitude shift keying) : [20][21][22]

La modulation d'amplitude ASK permet de coder des signaux numériques en signaux analogique avec une amplitude variable. La modulation d'amplitude s'applique en faisant varier l'amplitude du signal en fonction des bits à coder.

Dans l'exemple suivant le signal analogique peut avoir deux amplitudes différentes. Ainsi on codera le signal '0110010' comme suit :

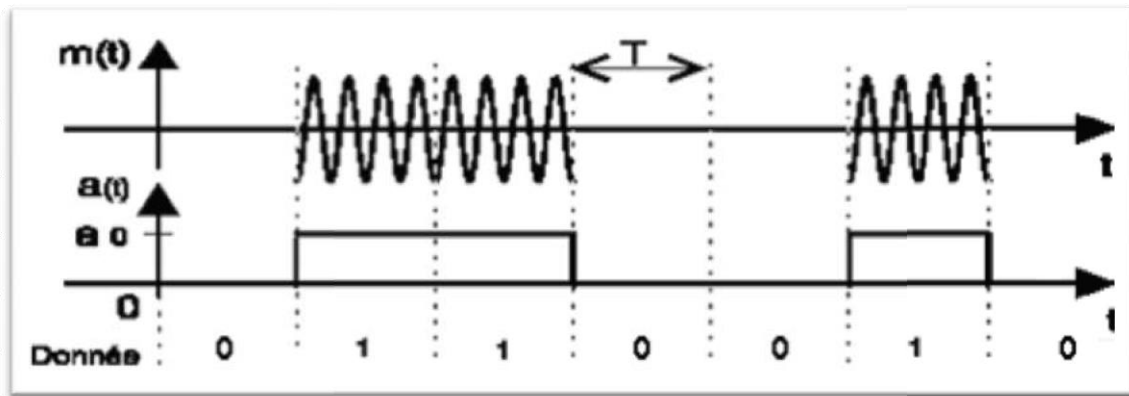


Figure I.10:présentation temporelle de signal modulant et modulé

Le signal modulé ASK s'exprime sous la forme suivante :

$$m(t) = A \cos (m_0 t + \varphi) \quad \text{Avec : } A(t) = \sum_k a_k g(t - kT)$$

ALORS :

$$S(t) = a_k g(t - kTs) \cos (m_0 t + \varphi)$$

Où : $A(t)$ est un filtre de mise en forme des impulsions.

$g(t)$ est une fonction porte de durée T et d'amplitude 1 représentant la forme d'onde du codage en ligne.

présentation Spectrale :

Le spectre du signal comporte les deux fréquences f_m et f_0

$$S(t) = A \cos (2\pi f_m t + \varphi) \cdot A_p \cos(2\pi f_0 t)$$

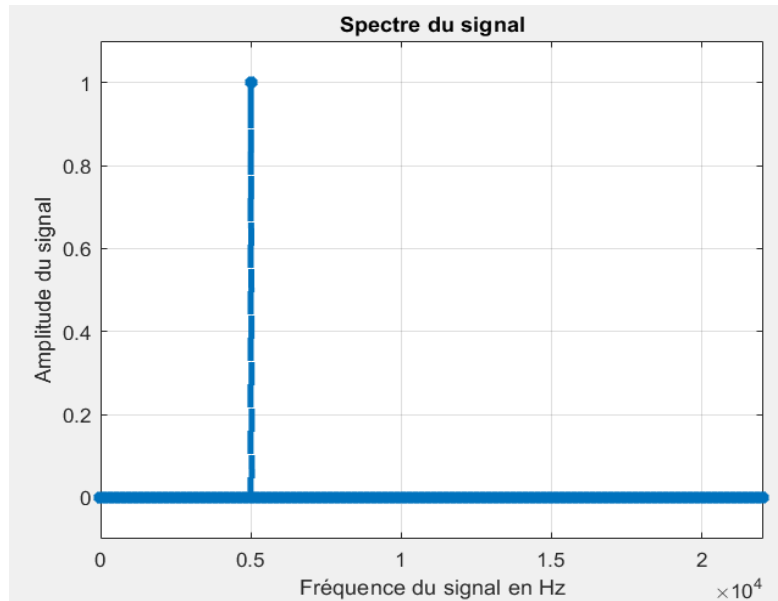


Figure I.11 :Représente fréquentiel de signal ASK

1.5.1.2..Démodulation par déplacement d'amplitude (ASK) :[12]

Pour la démodulation d'un signal ASK, il suffit, comme pour la démodulation d'amplitude d'un signal analogique ,de réaliser une détection d'enveloppe.il faut cependant réaliser en plus une restauration(remise en forme) du signal numérique.

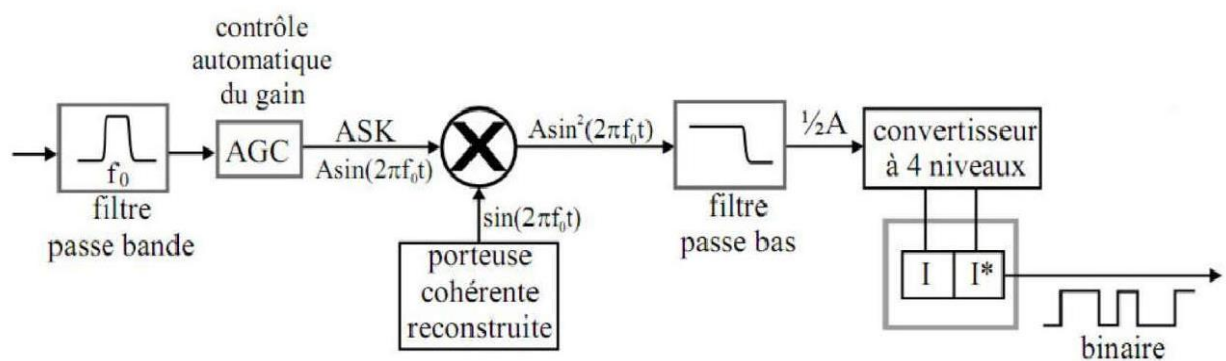


Figure I.12 : Démodulateur ASK

Modulation et démodulation par déplacement de phase (phase shift keying) :

[23][24]

Modulation par déplacement de phase(phase shift keying) :

La modulation de phase numérique est une méthode polyvalente et largement utilisée pour transférer sans fil des données numérique. Nous avons vu que nous pouvons utiliser des variations discrètes de l'amplitude ou de la fréquence d'une porteuse .

Cette modulation est principalement utilisée pour des transmissions de valeurs binaires. La porteuse est déphasée selon l'amplitude du signal source.

✓ Reprenons l'expression générale d'une modulation numérique :

$$S(t)=\text{Re}[\sum C_k(t) \cdot e^{j(\omega_0 t+\varphi_0)}] \text{ avec } C_k(t)=a_k(t)+jb_k(t)$$

$$S(t)=\text{Re}[\sum_k (a_k(t)+jb_k(t)) \cdot e^{j(\omega_0 t+\varphi_0)}]$$

$$S(t)= [\sum_k a_k(t) \cos (\omega_0 t+\varphi_0 t) -\sum_k b_k(t) \sin (\omega_0 t+\varphi_0 t)]$$

$$\text{Alors : } \mathbf{S(t)}= \text{Re}[(ak(t) + jbk(t)). e^{j(\omega_0 t+\varphi_0)}]$$

Ces signaux élémentaire $a_k(t)$ et $jb_k(t)$ utilisent la même forme d'onde $g(t)$ qui est ici une impulsion rectangulaire, de duré T et amplitude A si t appartient à l'intervalle $[0,T]$ et égale à 0 ailleurs

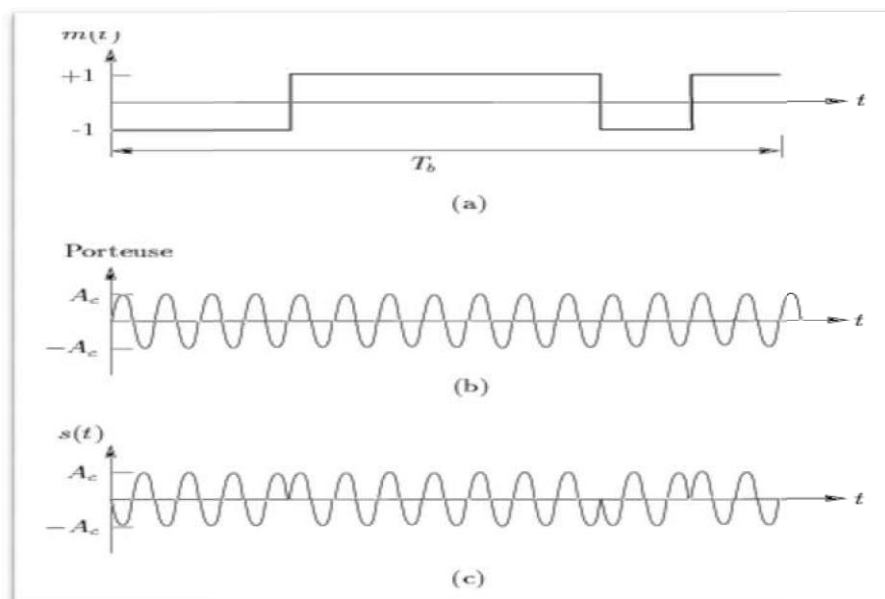


Figure I.13: Modulation de phase PSK

Démodulation par déplacement de phase PSK :

Le schéma fonctionnel de la détection cohérente du signal BPSK est présenté ci-dessous :

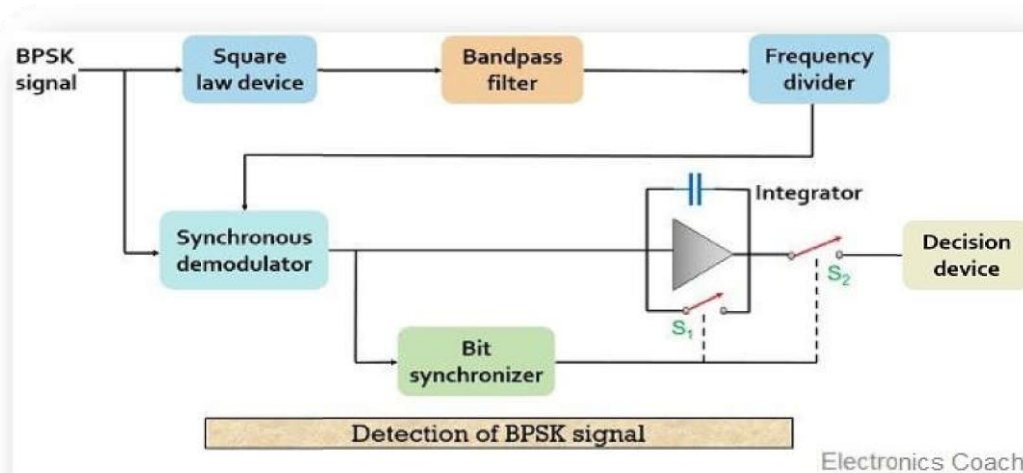


Figure I.14 : Démodulateur PSK

Modulation et démodulation d'amplitude en quadrature (MAQ) :[24][25]

Modulation MAQ (quadrature amplitude modulation):

La modulation QAM (Quadrature Amplitude Modulation) ou modulation d'amplitude en quadrature de phase est une technique qui emploie une combinaison de modulation de phase et d'amplitude. Elle est largement employée par les modems pour leur permettre d'offrir des débits binaires élevés.

$$S(t)=a(t).\cos(\omega_0t+\varphi_0)-b(t) \sin(\omega_0+\varphi_0)$$

$$\text{Les deux signaux } a(t)= \sum_k a_k g(t-kt) \quad \text{et} \quad b(t)= \sum_k b_k g(t-kt)$$

$$\text{Alors : } S(t)= \sum_k a_k g(t-kt) \cos(\omega_0t+\varphi_0)- \sum_k b_k g(t-kt) \sin(\omega_0+\varphi_0)$$

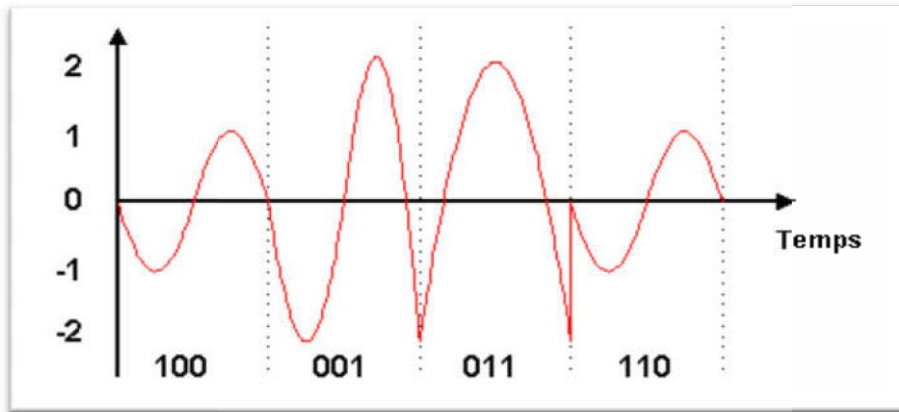


Figure 1.15 : représente la modulation MAQ

Démodulation d'amplitude en quadrature (MAQ) :

La réception d'un signal QAM fait appel à une démodulation cohérente et par conséquent nécessite l'extraction d'une porteuse synchronisée en phase et en fréquence avec la porteuse à l'émission.

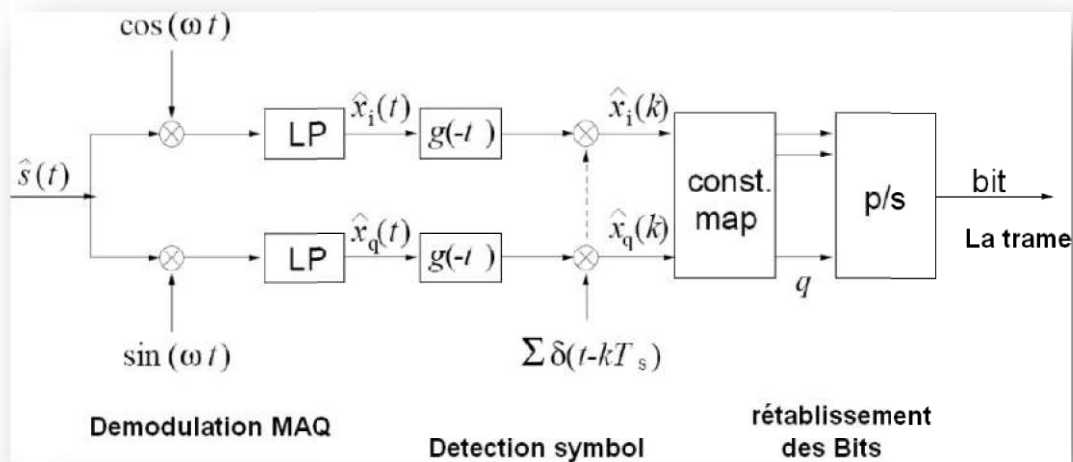


Figure 1.16 : Démodulateur MAQ

Modulation et démodulation par déplacement de fréquence : [26][27][28] [29]

Modulation par déplacement de fréquence fsk (frequency shiftt keying) :

La modulation par déplacement de fréquence est une forme de modulation d'angle à amplitude constante similaire à la modulation de fréquence standard (FM) sauf le signal modulant est un signal binaire .la fréquence de la porteuse est modifiée selon le signal source. Contrairement à la modulation numérique d'amplitude ASK .

Le signal modulé fSK s'exprime sous la forme suivante :

$$S(t) = \text{Re}[e^{j\theta(t)} \cdot e^{j(\omega_0 t + \varphi_0)}] \quad \text{avec : } e^{j\theta(t)} = Cte. \Phi$$

$$S(t) = \cos(\omega_0 t + \Phi(t)) = \cos(2\pi t + \theta(t)) \quad / \quad \varphi_0 = 0$$

$$\Phi(t) = \pi \Delta f a_k \cdot (t - kt) + \theta_k \quad \theta_k = \Phi(KT)$$

$$S(t) = C[2\pi t + (\pi \Delta f a_k \cdot (t - kt) + \Phi(KT))]$$

Δf C'est la différence de la fréquence instantanée correspondant à l'émission de deux symboles adjacents.

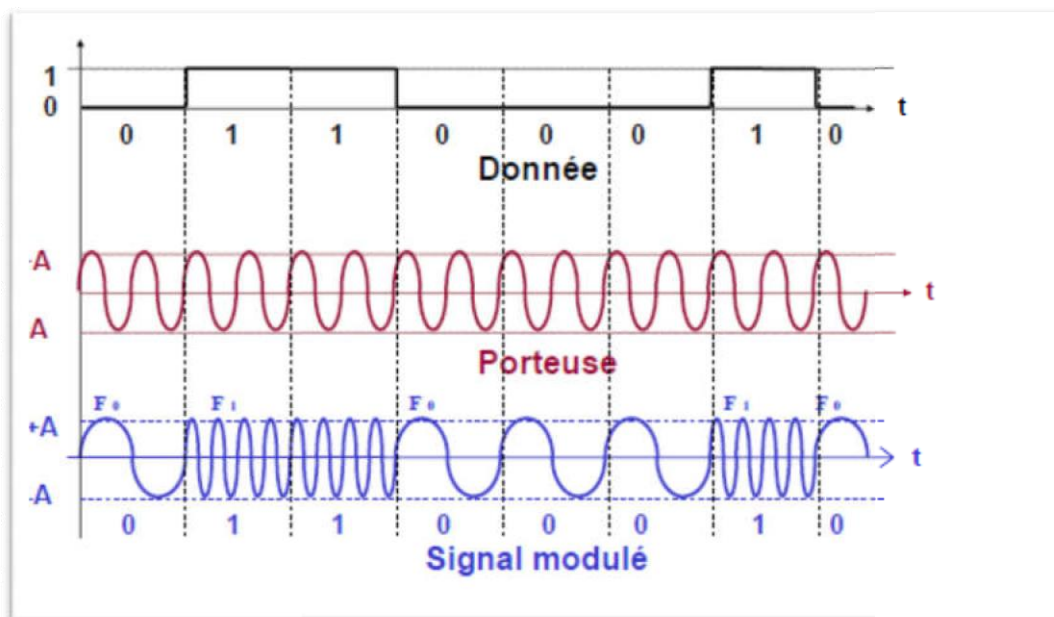


Figure I.17 : La modulation de Fréquence FSK

Principe de modulateur MDF : [30]

Le principe général de la modulation numérique est que le signal numérique, au niveau de l'émetteur, est modulé pour produire un signal de haute fréquence, transmis par ondes électromagnétiques, puis démodulé au niveau du récepteur pour être reconstitué à nouveau sous la forme d'un signal en bande de base.

Le principe de ce modulation est relativement simple : le signal numérique comporte deux états « 0 » et « 1 » à chacun de ce états corespond une sinsoidale de fréquence déterminées.

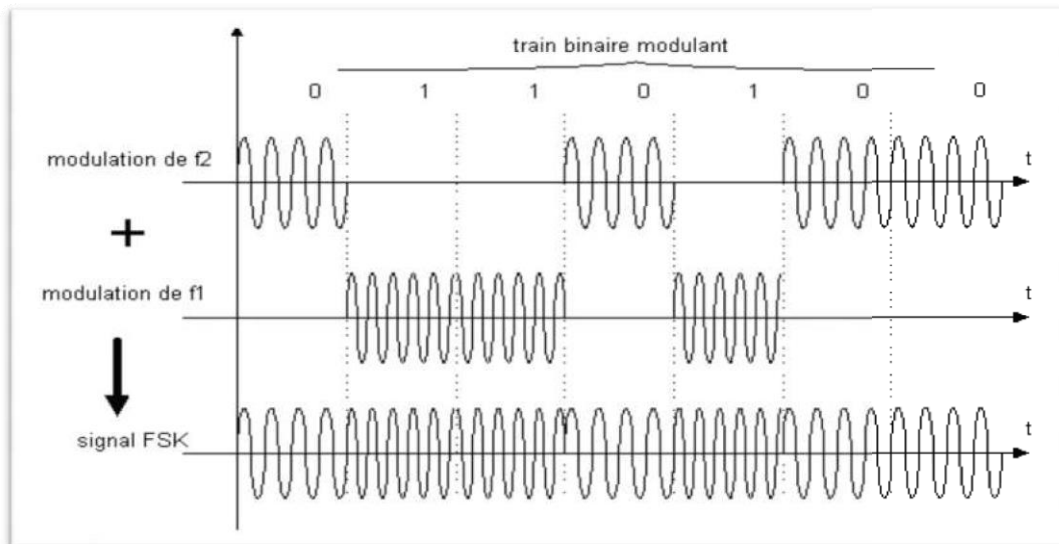


Figure I.18 : Représente le signal modulé FSK

Les types de modulation par déplacement de fréquence MDF : [31]

Modulation à phase discontinue :

Dans les modulations par déplacement de fréquence , on trouve les FSK à phase discontinue pour lesquels la phase instants de transition KT peut sauter brusquement .

Le modulateur FSK le plus simple ,est constitué d'osillateurs déférentes. La déference de fréquence entre deux osillateurs voisins est Δf . la fréquence instantanée de signal modulé saute d'une valeur à l'autre à chaque changement de symbole .

Le signal modulé est de la forme $s(t) = A \cos(2 \pi f_k t)$. f_k est la fréquence de la porteuse : elle peut prendre uniquement 2 valeurs : f_0 et f_1 . $dk = 0 \rightarrow f_k = f_0$

$$dk = 1 \rightarrow f_k = f_1$$

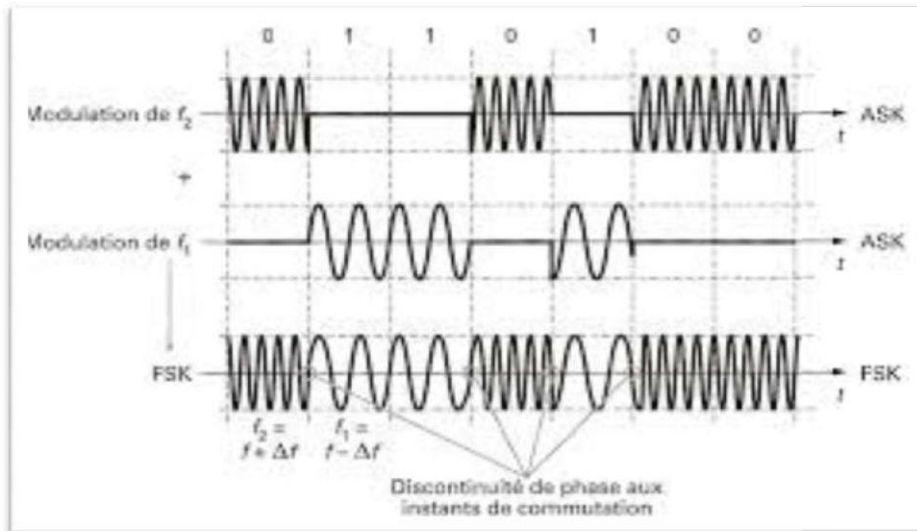


Figure I.19 : La Modulation à phase discontinue

Modulation par Déplacement de fréquence à phase continue MDF-PC

La modulation FSK avec continuité de phase varie de façon continue aux instants de transition kT . Pour supprimer la discontinuité dans la phase, il suffit d'imposer la condition :

$$\Theta_k = \Theta_{k-1} + \pi \sigma_f a_{k-1} T$$

Cette condition de continuité est réalisée quand on utilise l'oscillateur unique dans le module de la fréquence. Le signal modulé s'écrit :

$$s(t) = A \cos(2\pi f_p t + \varphi(t))$$

f_p est la fréquence centrale de la porteuse.

La fréquence instantanée $f(t)$ vaut $f_0 = f_p - \Delta f$ pour $d_k = 0$ et $f_1 = f_p + \Delta f$ pour $d_k = 1$.

Contrairement au cas précédent, la fréquence $f(t)$ varie de façon continue entre f_0 et f_1 lors de la transition entre 2 symboles (pour $t = kT_s$).

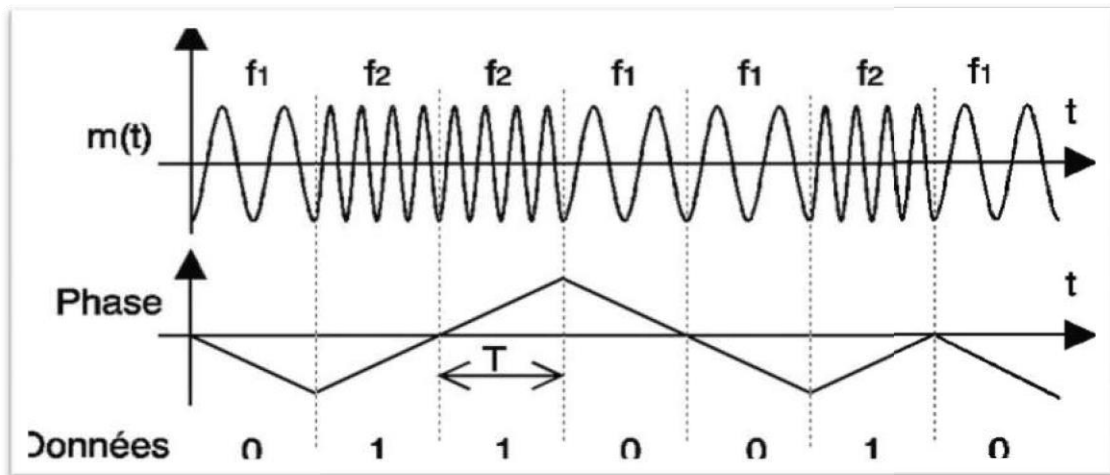


Figure I.20 : La FSK à phase continue

1.4.2.2. Démodulation par déplacement de fréquence FSK :[32]

L'invention concerne un procédé de transmission de données utiles binaires entre une première unité et une seconde unité, les données à transmettre étant modulées côté émetteur et démodulées côté récepteur par un procédé FSK (modulation par déplacement de fréquence). Selon l'invention, les données utiles sont modulées côté émetteur avec une première fréquence (f_1) ou une seconde fréquence (f_2) en fonction de l'état logique de leur signal et les données utiles modulées appliquent côté récepteur une impulsion d'horloge à un compteur qui est relevé et remis à zéro en fonction d'une fréquence d'impulsion de commande, l'état relevé du compteur définissant l'état du signal utile démodulé.

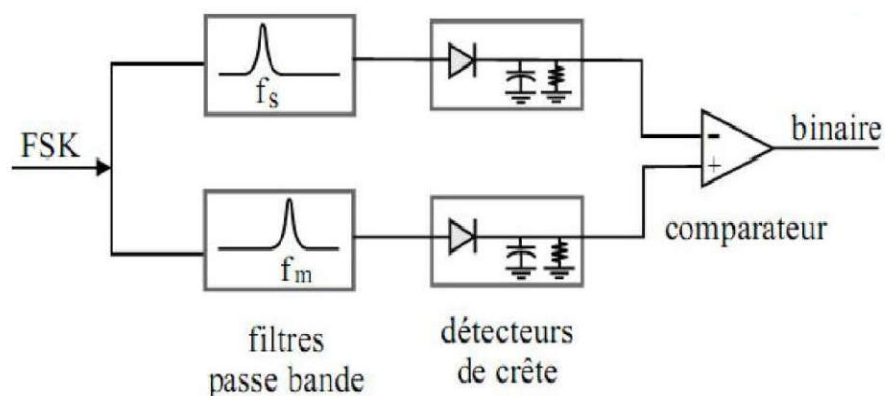


Figure I.21 : Démoduler en FSK est d'utiliser un PLL

1.8 .Conclusion :

La modulation FSK est une technique largement utilisé dans le système communication, comme dans les ordinateurs et téléphone cellulaires, télégraphe.

Dans ce chapitre nous avons présenté une définition sur la modulation en générale avec leurs différents types de modulation numérique ASK, PSK, et QAM, FSK

Chapitre II

*Simulation de la
modulation FSK*

Introduction :

MATLAB : est un logiciel de calcul numérique, utilisé dans de nombreux domaines d'application. Il est basé sur le calcul matriciel. MATLAB est d'ailleurs un raccourci pour "Matrix Laboratory". Le but de ce document est d'aider les débutants en MATLAB, en introduisant les commandes les plus courantes.

MATLAB (MATrix Laboratory) : est un logiciel de calculs numériques et de visualisations graphiques destiné aux ingénieurs et scientifiques.

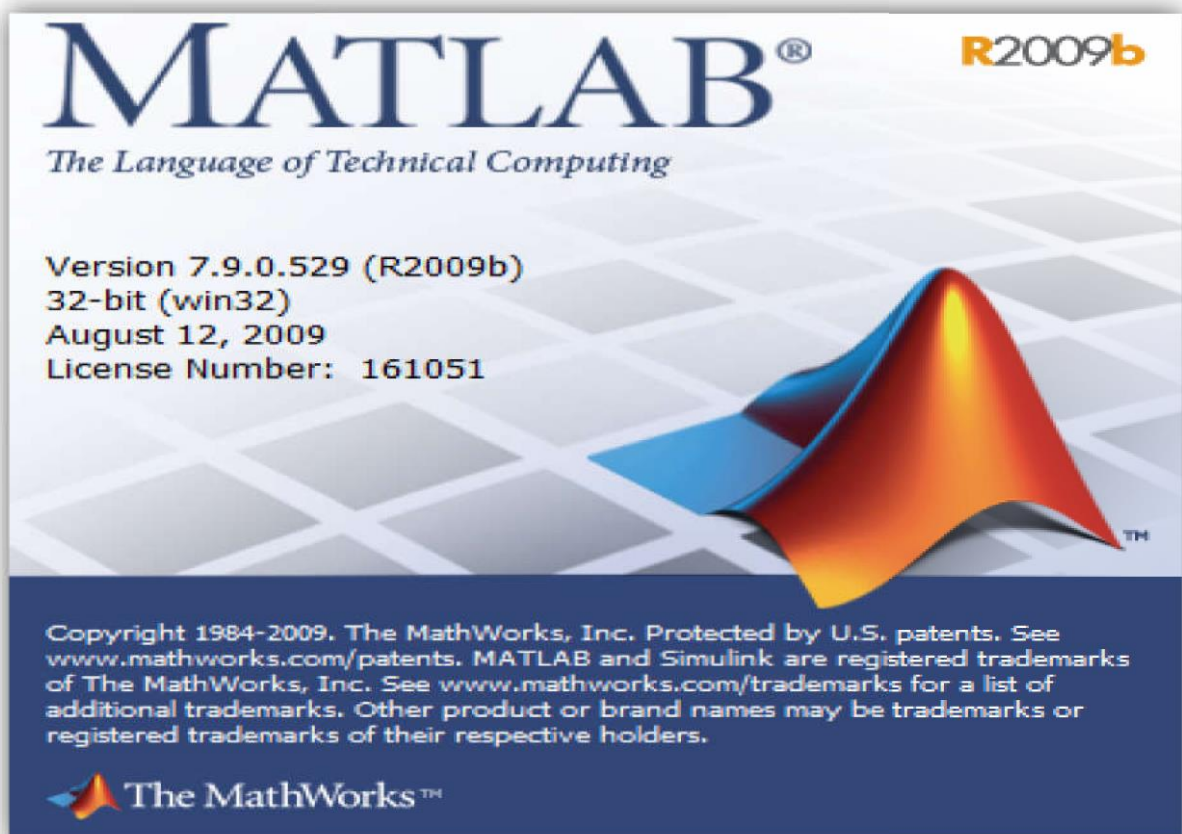


Figure II.1: Interface de logiciel MATLAB

Présentation du SIMULINK :

Le Toolbox Simulink est une fonction lancée depuis Matlab qui donne accès à une description graphique des problèmes avec application au traitement du signal,

l'automatique classique, la logique floue... La base est une description en schéma-bloc hiérarchique, chaque bloc étant une fonction décrite en langage Matlab ou à partir d'autres blocs. Pour l'utilisateur, la description et l'exécution de Matlab sont transparentes dans les problèmes usuels. Il ne se préoccupe que de la construction graphique de son problème avec éventuellement création de nouveaux blocs pour les problèmes avancés. La sauvegarde des applications Simulink est un fichier texte d'extension m. Il soutient les systèmes linéaires et non-linéaires, modèle dans le temps continu, prélevé le temps, ou un hybride des deux.

Pour démarrer SIMULINK :

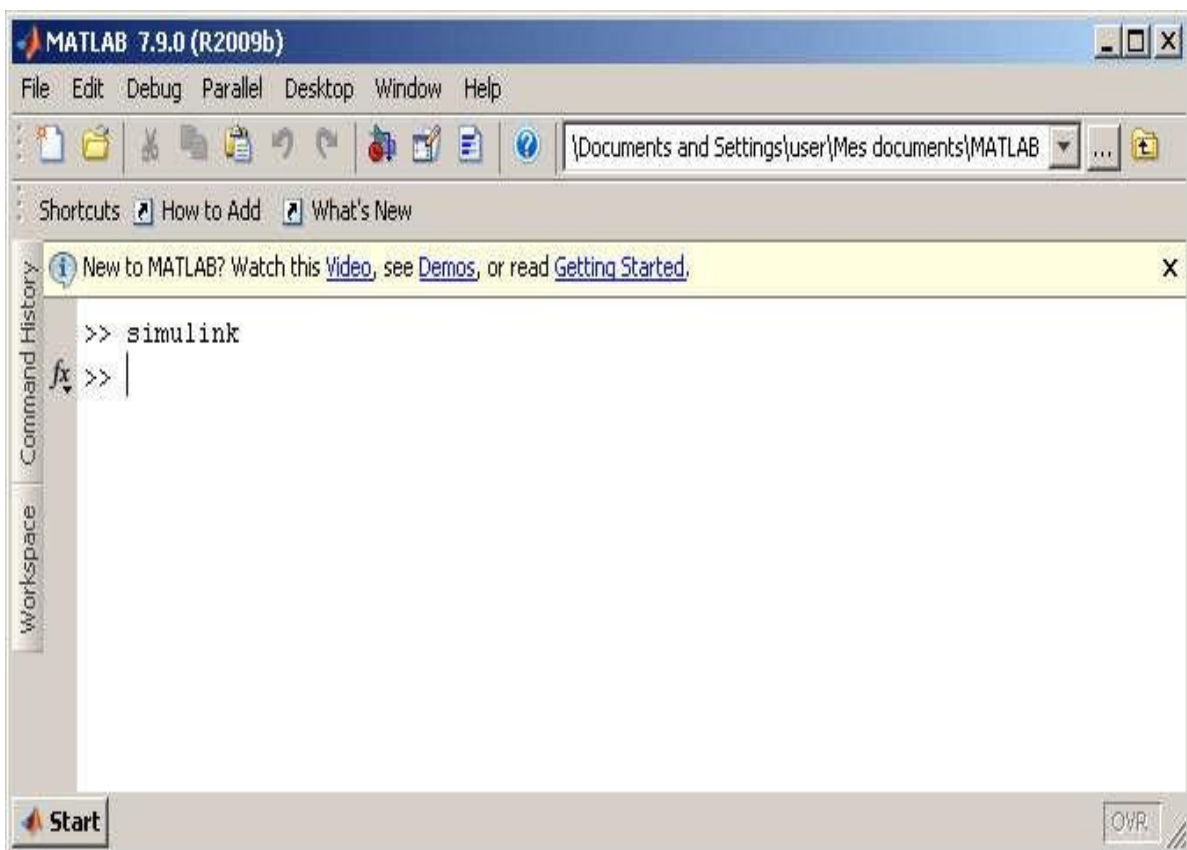


Figure II.2: la fenêtre de commande de MATLAB

Créer un nouveau modèle

Recherche de bloc

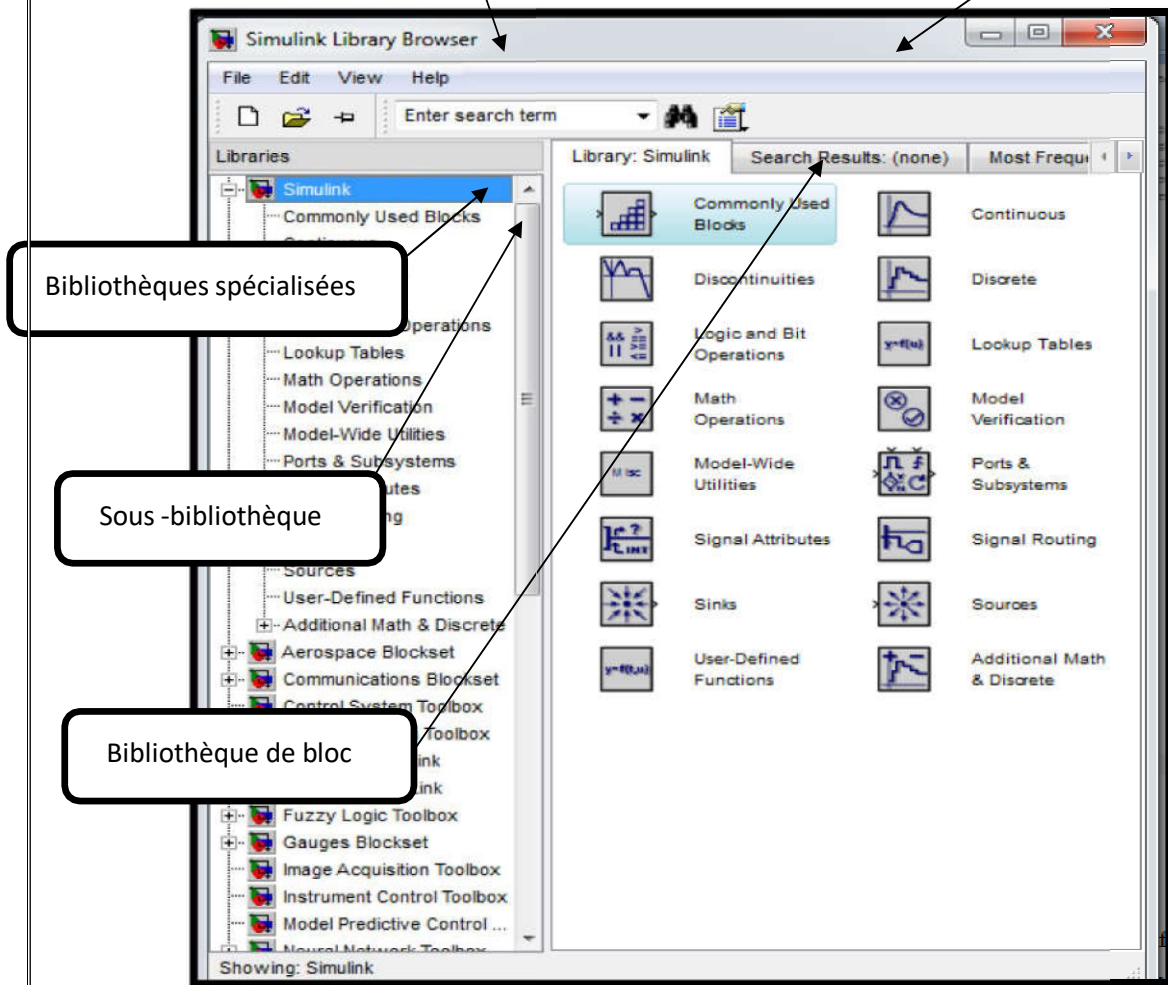


Figure II.3:La bibliothèque du SIMULINK

Modulation FSK sur MATLAB :

Partie de Donnée binaire :

```
Clear all;Close all;Clc;
x=[ 1 1 0 1 0 1 1 0];
bp=.000001;
disp(' Donnée binaire');
disp(x);
bit=[];
for n=1:1:length(x)
    if x(n)==1;
        se=ones(1,100);
    else x(n)==0;
        se=zeros(1,100);
    end
    bit=[bit se];
end
t1=bp/100:bp/100:100*length(x)*(bp/100);

A=5;
br=1/bp;
f1=br*8;
f2=br*2;
t2=bp/99:bp/99:bp;
ss=length(t2);
m=[];
for (i=1:1:length(x))
    if (x(i)==1)
        y=A*cos(2*pi*f1*t2);
    else
        y=A*cos(2*pi*f2*t2);
    end
end
```


Partie démodulation :

```
clear all;
close all;
clc;
N=8;
m=rand(1,N);
T0=0:0.001:1;
f1=1*10^6;
f2=10*10^6;
Tb=2;
t=0:(Tb/100):Tb;
A1=sqrt(2/Tb)*sin(2*pi*f1*t);
A2=sqrt(2/Tb)*sin(2*pi*f2*t);

t1=0;t2=Tb
for i=1:N
    t=[t1:(Tb/100):t2]
    if m(i)>0.5
        m(i)=1;
        m_s=ones(1,length(t));
        invm_s=zeros(1,length(t));
    else
        m(i)=0;
        m_s=zeros(1,length(t));
        invm_s=ones(1,length(t));
    end
    message(i,:)=m_s;
    %Multiplier
```


La simulation sous SIMULINK:

Parties de séquence binaire :

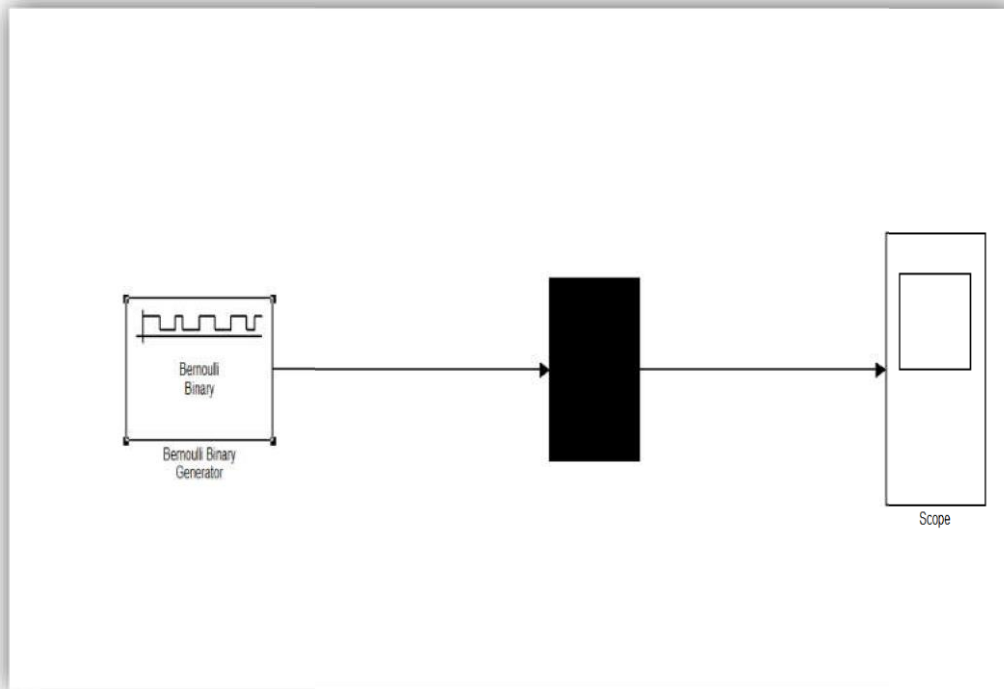


Figure II.1: Le Schéma représentation de signal modulant

Parties de modulation

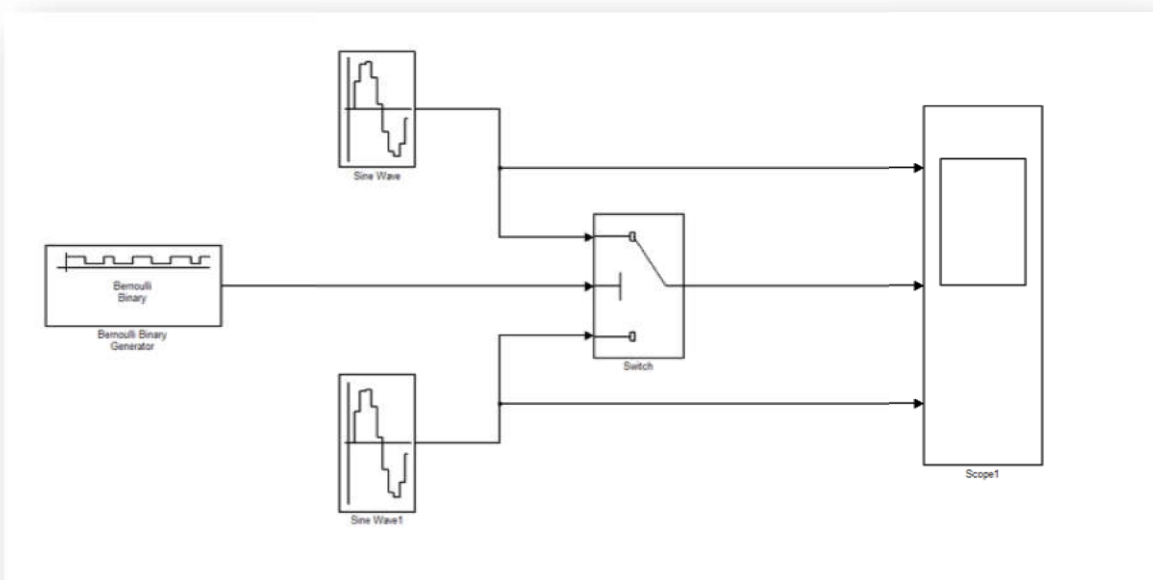


Figure II.2: : Le Schéma d'une signal modulé et les signaux porteuse

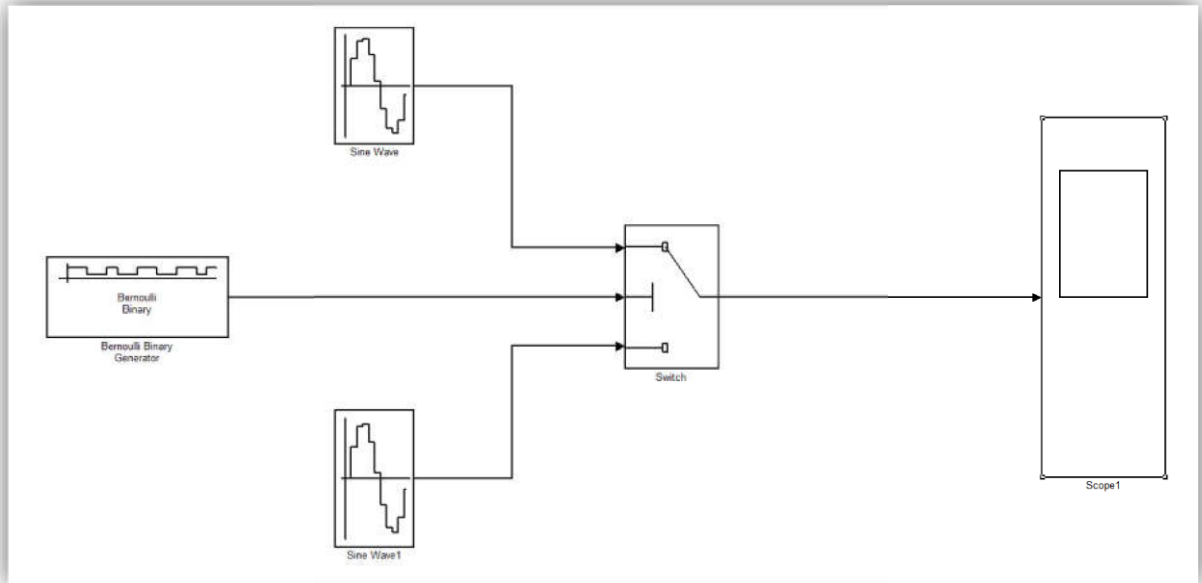


Figure II.3: Le Schéma d'une signal modulé

Partie démodulation :

Modulateur FSK à PLL : [26][33]

Définition de pll :

C'est un système qui génère un signal de sortie dont la phase est liée à son entrée. Les deux signaux auront la même fréquence et soit il n'y a pas de différence de phase, soit une différence de phase constante entre eux.

Principe :

La PLL est utilisée pour ajuster la fréquence de sortie du VCO (oscillateur de contrôle de tension) avec une précision et une stabilité déterminées par l'oscillateur de référence , VCO est le composant qui génère la tension variable $s(t)$. Le multiplicateur (dans des conditions de fonctionnement bien particulières de la PLL) est la comparaison de phase. Enfin, le filtre passe-bas a pour but de filtrer les hautes fréquences produites par la comparaison de phase.

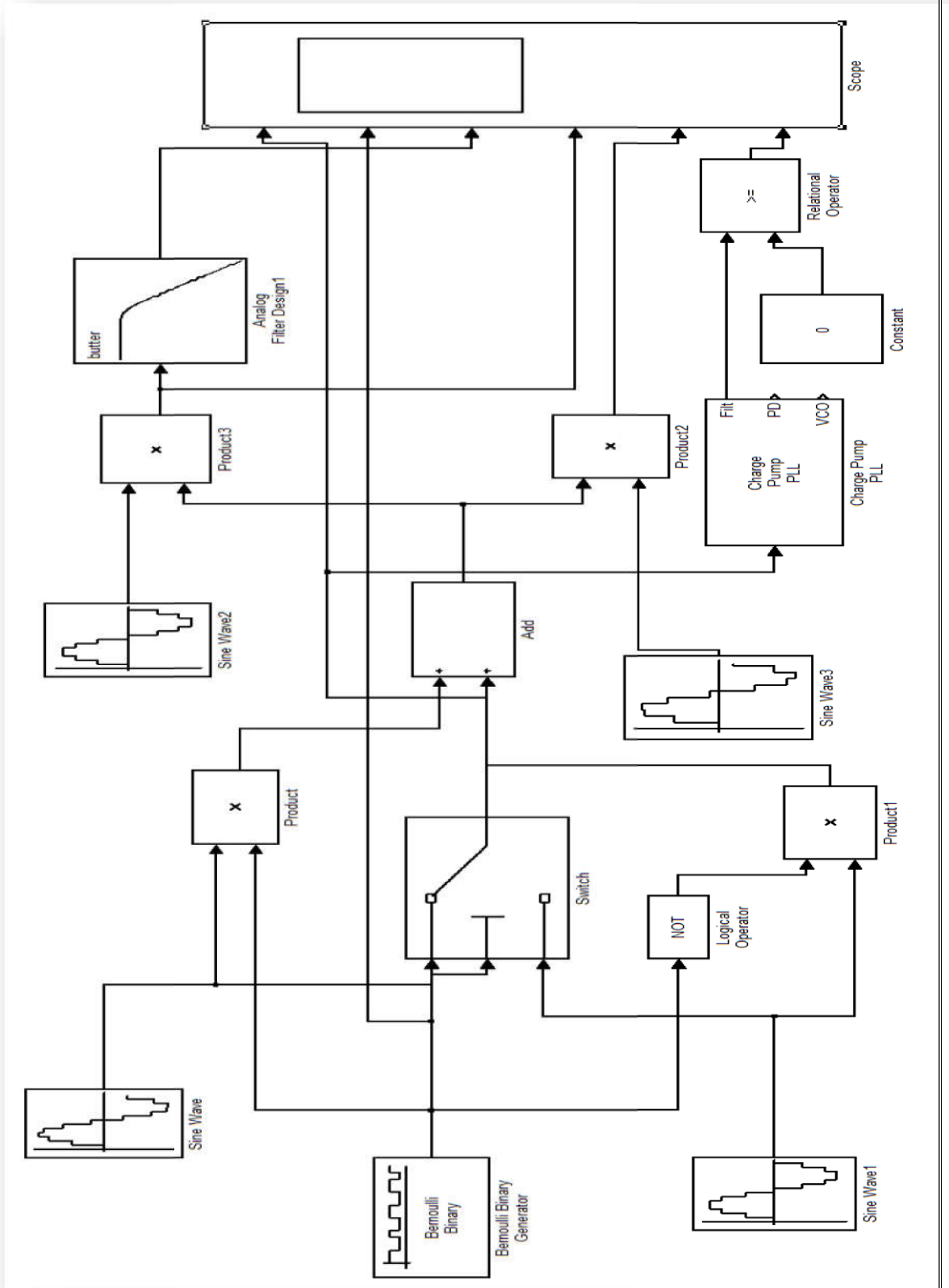


Figure II.4 : Le Schéma des signaux de la démodulation

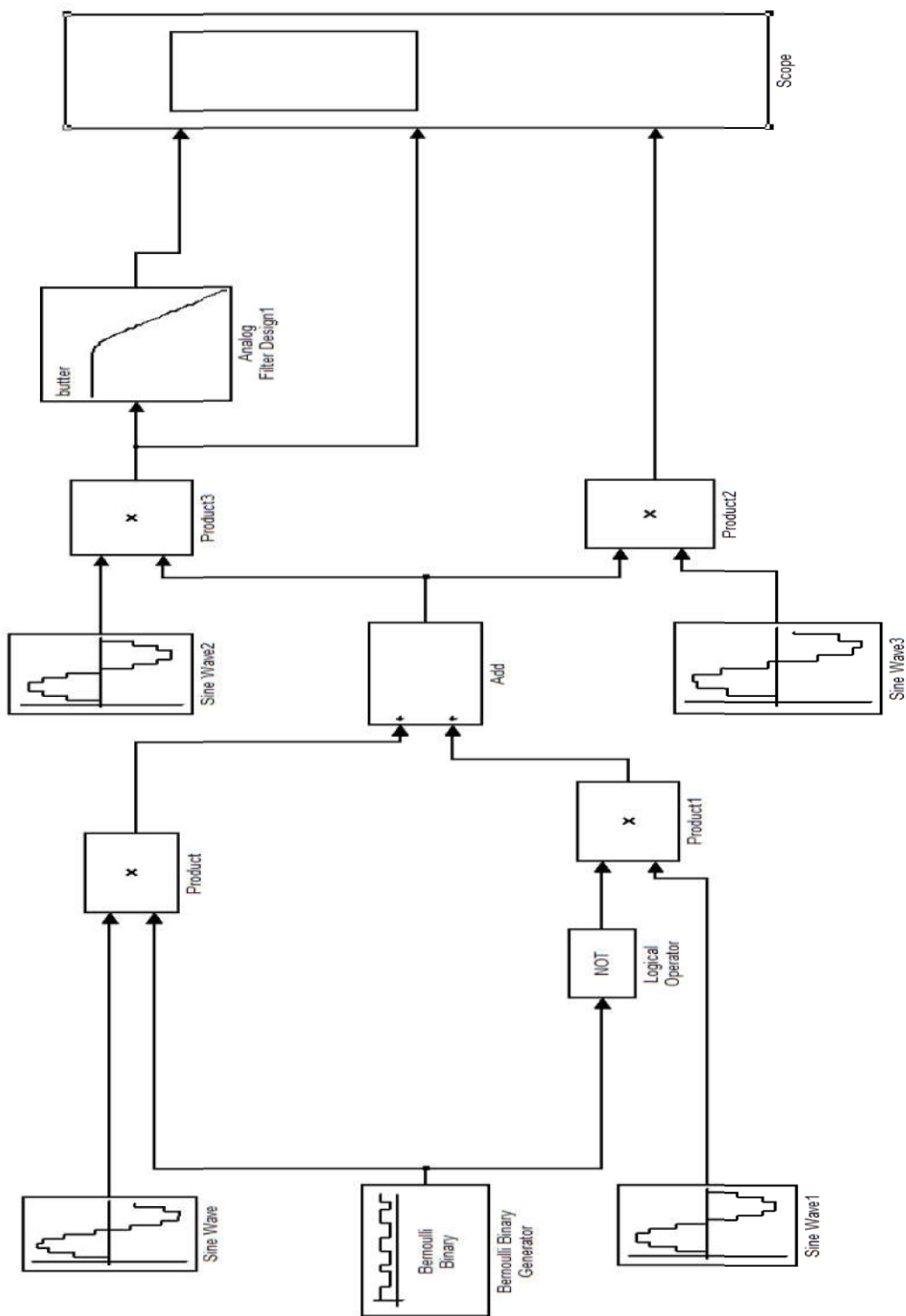


Figure II.5: Les signaux reçue FSK

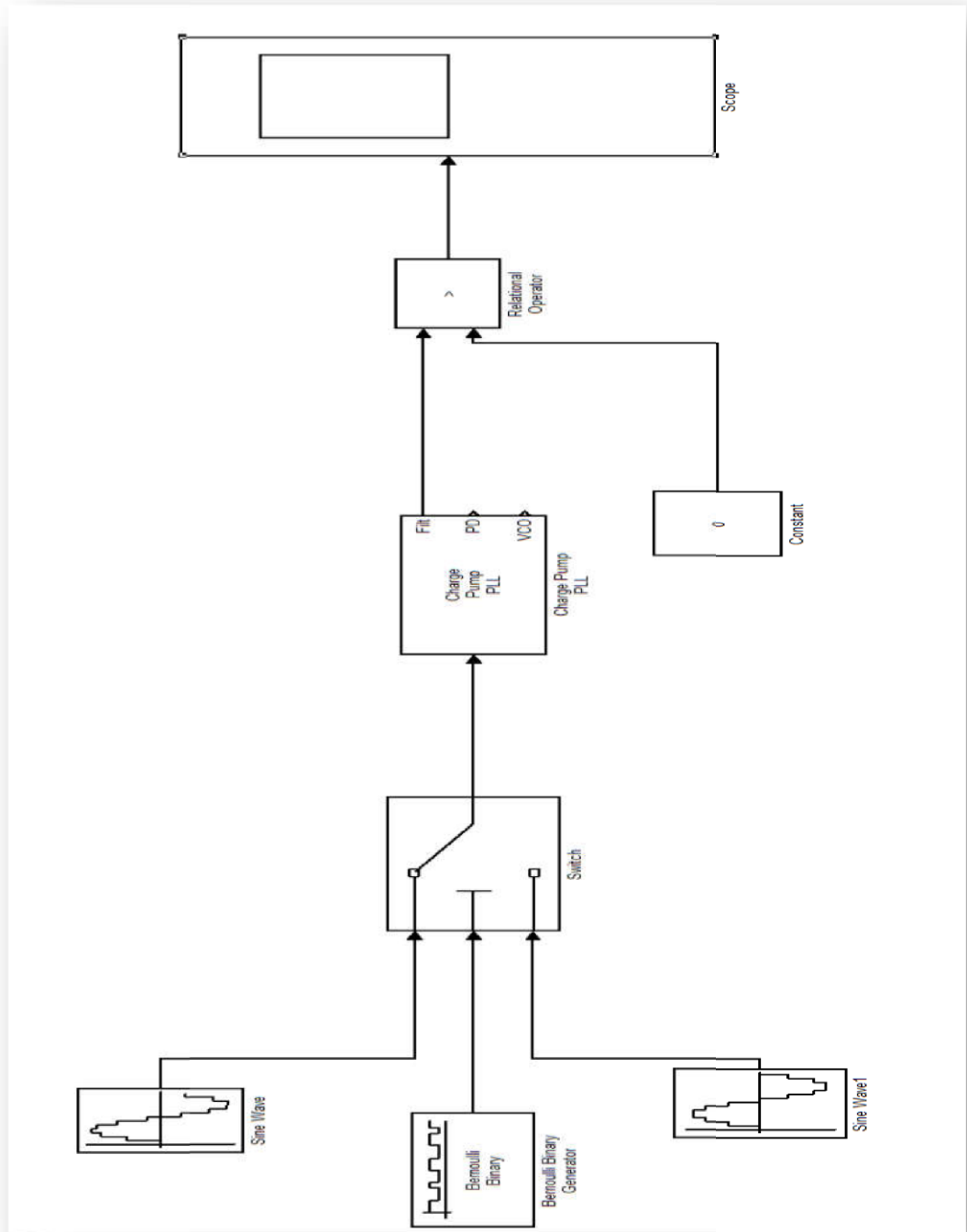


Figure II.6:schéma d'une signal démodulation

Conclusion :

Dans ce chapitre nous allons présenté notre travail ,a savoir l'implémentation d'un modulation numérique FSK ,premièrement exécuté les codes FSK sous MATLAB ,après ça la parties de simulations de modulation et démodulation en utilisé la PLL.

Chapitre III

Discussion et

interprétation des

résultats

Introduction :

Dans les systèmes des communications et commandes, nous utilisons l'outil MATLAB/SIMULINK dans un modèle de simulation simple pour illustrer les techniques Fsk.

A partir du chapitre précédent, après avoir étudié et simulé la modulation et démodulation par déplacement de fréquence sous logiciel MATLAB/SIMULINK nous avons obtenu les résultats présentés dans ce chapitre.

Les résultats sur matlab :

Résultats Donnée binaire (message d'entrée):

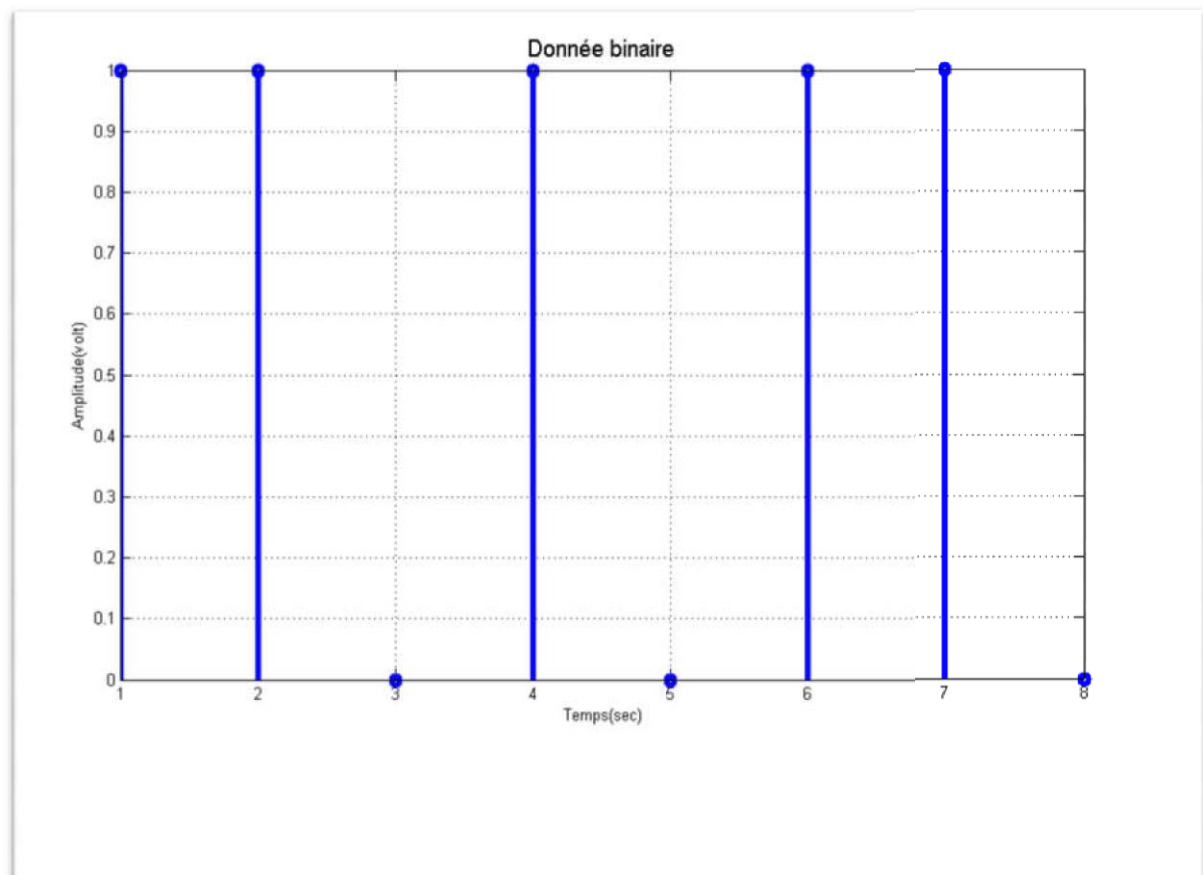


Figure III.1 : représentation de signal donnée binaire

Cette figure représente le signal de donnée binaire avant modulation à une amplitude constante. Nous avons montré que le signal d'entrée :

-une haute fréquence à la valeur numérique 1.

-pas de signal à la valeur numérique 0.

L'information numérique d'entrée comme [1 1 0 1 0 1 1 0]

Parties modulation :

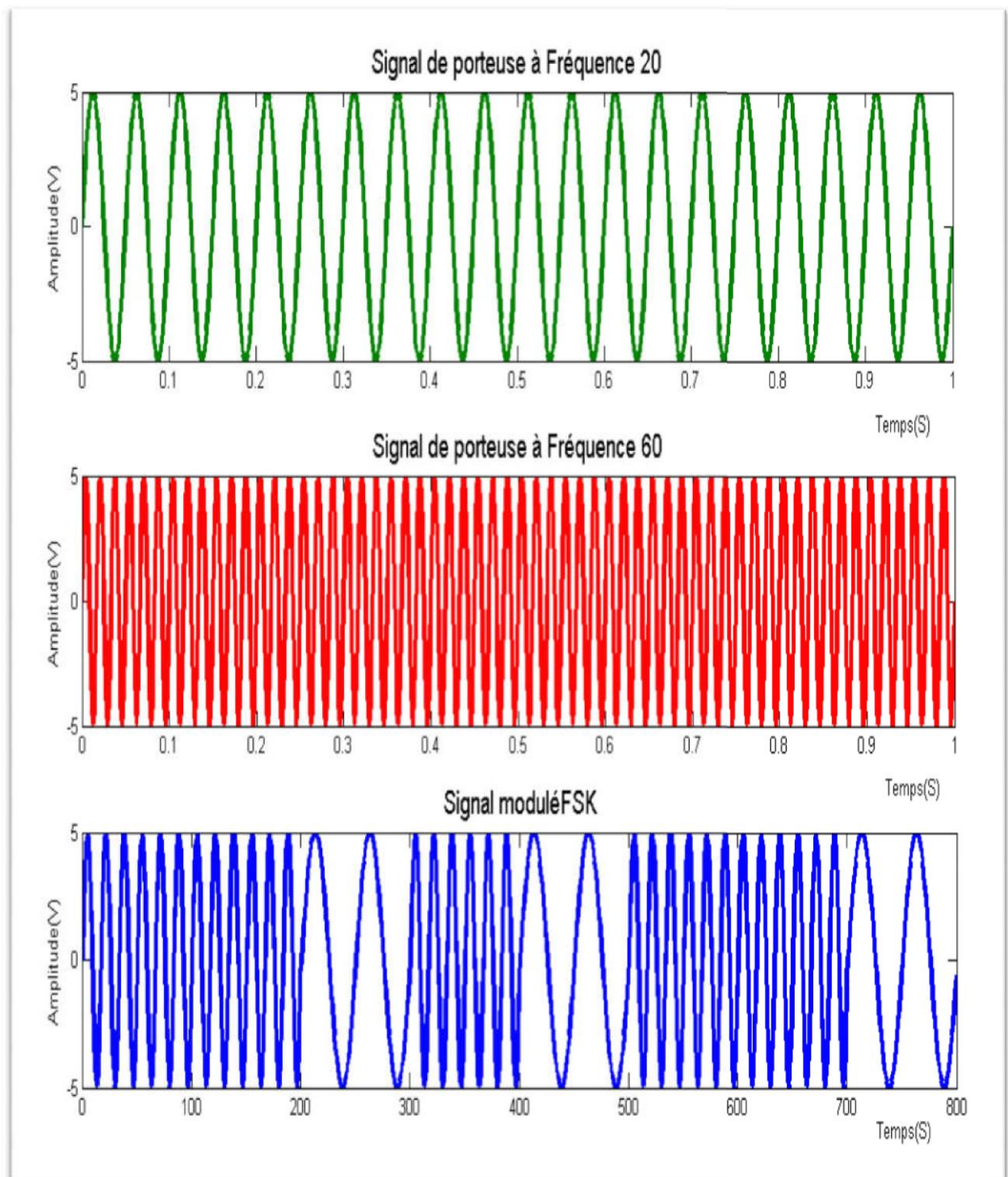


Figure III.2 : représentation de signal de modulation FSK

Cette figure représente le signal de modulation FSK, l'information numérique c'est (11010110). On remarque Le signal a une basse fréquence à signal de porteuse à fréquence 20, et haute fréquence à signal de porteuse à fréquence 60, à une amplitude constante. Nous avons montré le signal modulé FSK d'onde modulé ici : dans les basses fréquences et les hautes fréquences à l'intervalle [0.200] le signal est plus élevé lorsque la valeur numérique de signal d'entrée est (1). Dans l'intervalle [200.300] le signal est disponible de fréquence et plus basse, lorsque la valeur numérique de signal est (0). Dans l'intervalle [300.400] le signal est disponible et plus élevée lorsque la valeur numérique est (1). Dans l'intervalle [400.500] le signal est plus basse lorsque la valeur numérique est (0). Dans l'intervalle [500.700] le signal est plus élevée lorsque la valeur numérique est (1). Dans l'intervalle [700.800] le signal est plus basse lorsque la valeur numérique est (0).

Parties démodulation :

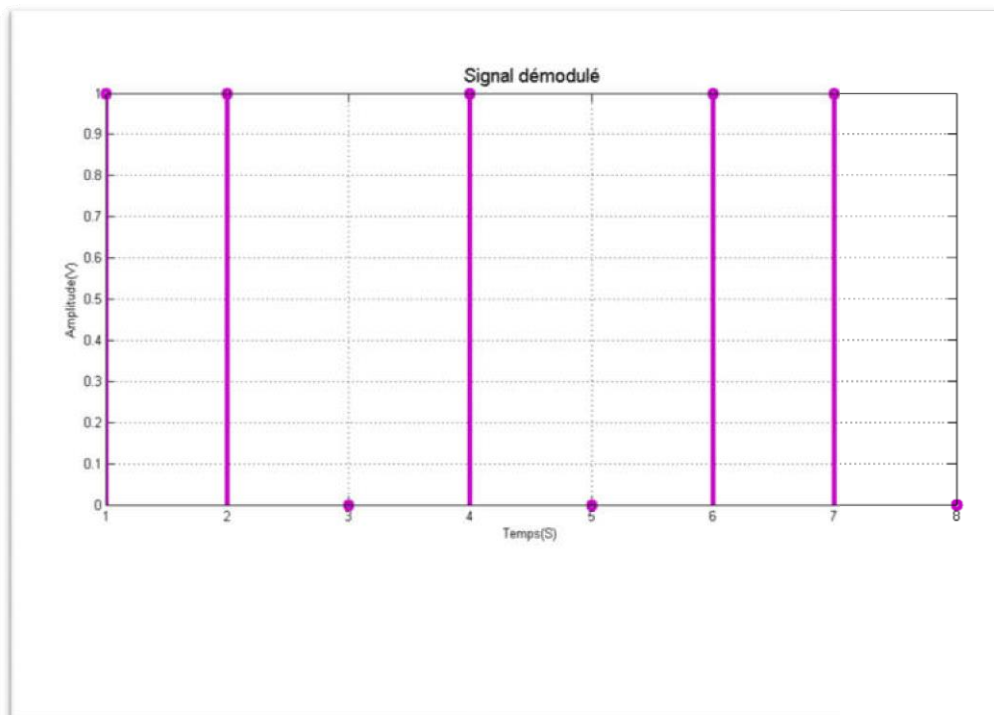


Figure III.3: La forme du signal démodulation

Cette figure représente la forme de signal démodulation à amplitude constante à type échantillonne, cette signal c'est la même signal de signal binaire.

Nous avons montre le signal démodulé FSK à une haute fréquence dans le cas 1, et une basse fréquence dans le cas 0.

La simulation sous simulink:

Partie de séquence binaire :

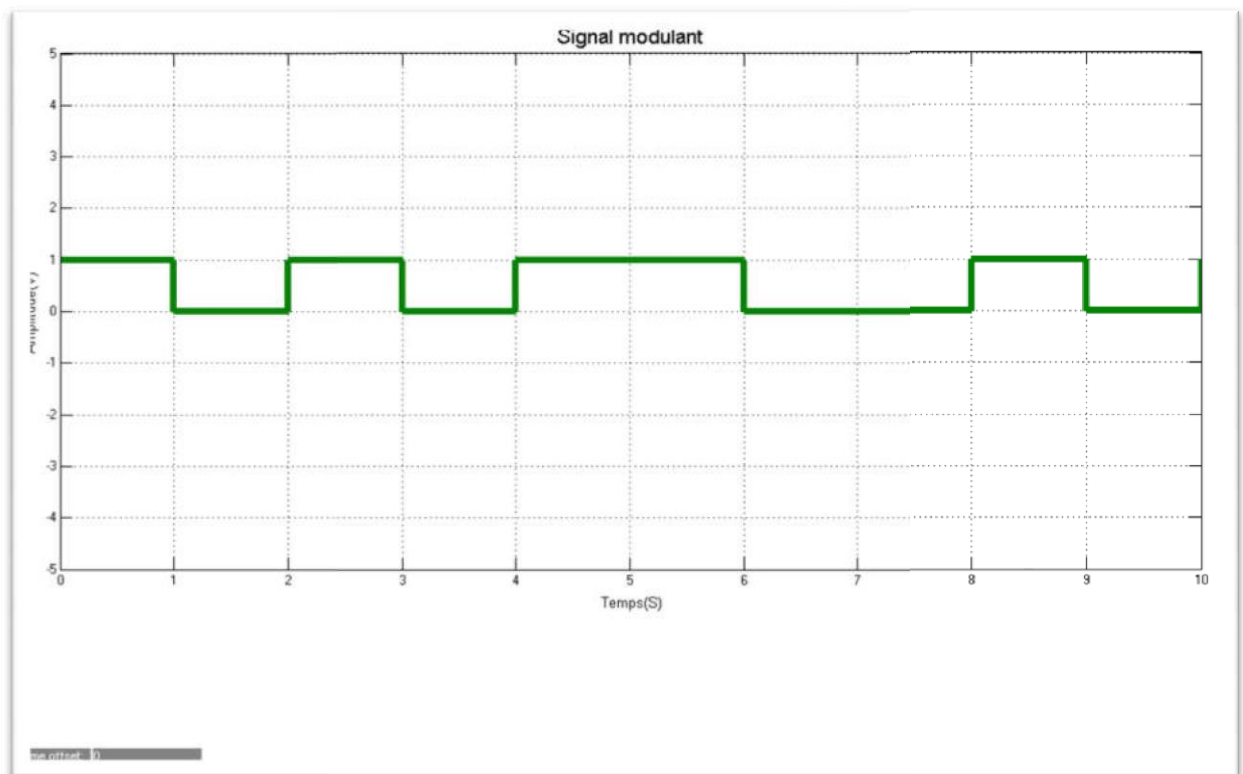


Figure III.4: La forme du signal modulant

Cette figure représente la forme de signal modulant, On remarque Une transmission de signal se produit pour chaque bit transmis. 0 est codé par aucune transmission de signal et 1 est codé par transmission de signal.

La synchronisation des échanges entre l'émetteur et le récepteur est toujours garantie, la présence d'interférences peut endommager le signal et le rendre incompréhensible pour le récepteur, mais le 0 ne peut pas être accidentellement converti en 1 ou inversement.

L'information numérique d'entrée est : [1 0 1 0 1 1 0 0 1 0]

Le signal modulant est obtenu à l'aide d'un GBF(bernoulli binary generator).

Parties de modulation :

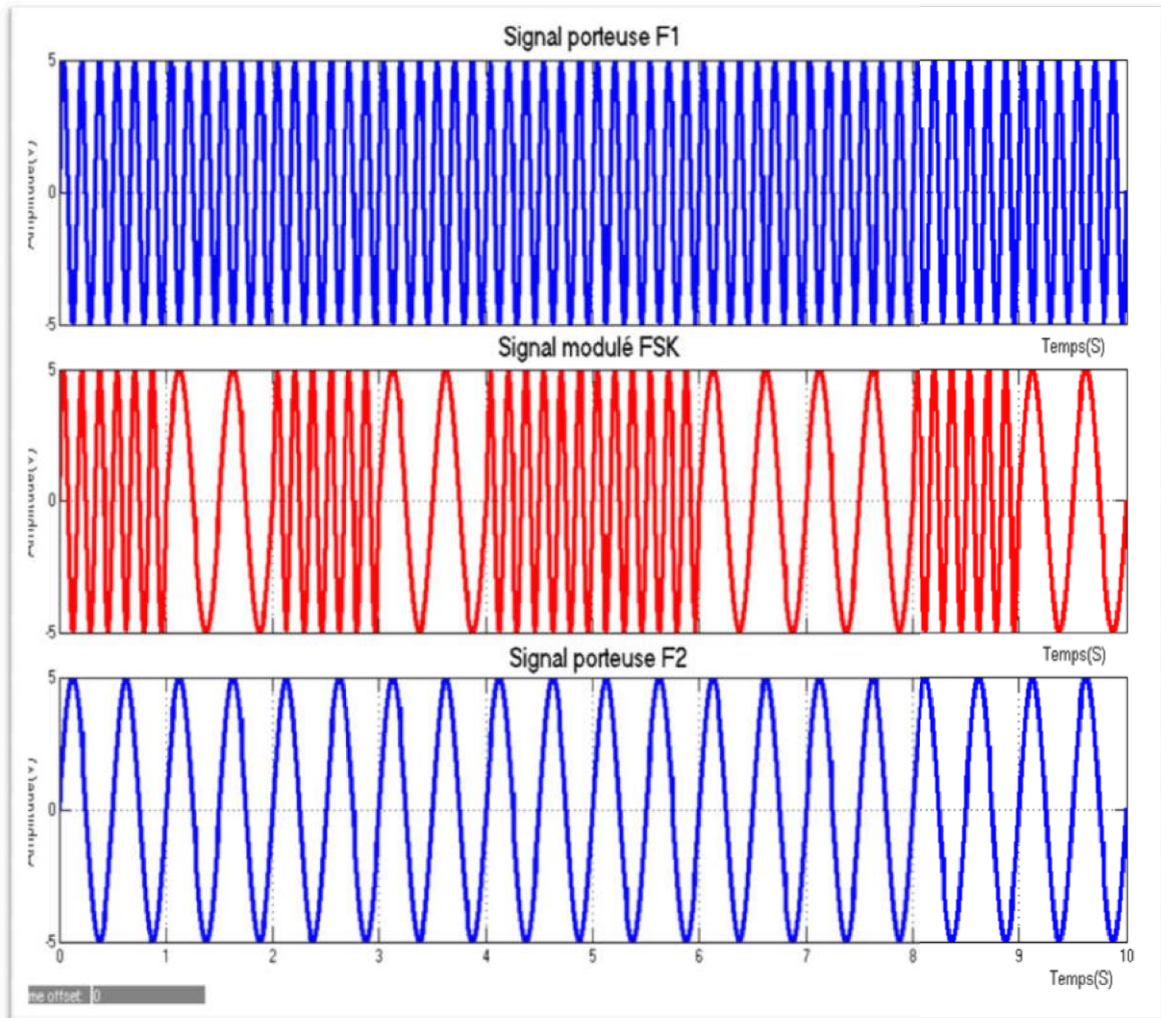


Figure III.5: La forme des signaux de la modulation

Cette figure représente La forme des signaux de la modulation, On remarque que le signal modulé est à phase continue (il n'y a pas de saut de phase lorsque la fréquence change).

Dans ce type de modulation, la fréquence du signal modulé est représentée par le changement de fréquence de la porteuse :

$F1 = f_p$: fréquence porteuse pour transmission binaire 0 et représenté les basses fréquences
 $F2 = 2 \times f_p$: fréquence porteuse d'une transmission binaire 1, représenté les hautes fréquences

La modulation FSK est utilisée pour les transmissions à faible vitesse sur le réseau téléphonique commuté.

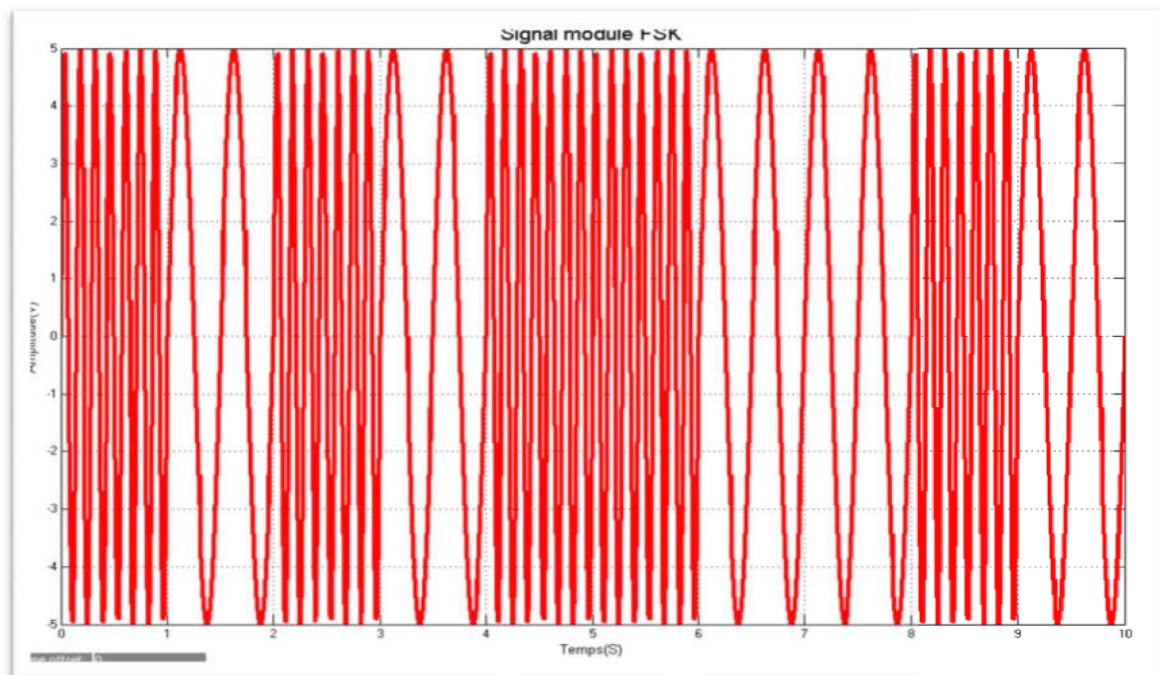


Figure III.6: La forme du signal modulé FSK

Dans la modulation FSK obtient un signal sinusoïdal qui oscille entre deux fréquences $f_0 = f_p - \Delta f$ selon le signal binaire est à 0 et $f_1 = f_p + \Delta f$ pour le signal à 1. Le signal modulé s'écrit $s(t) = A \cos(2\pi f_p t + \varphi(t))$ f_p est la fréquence centrale de la porteuse.

La valeur binaire de cette signal est : [1 0 1 0 1 1 0 0 1 0]

Partie démodulation :

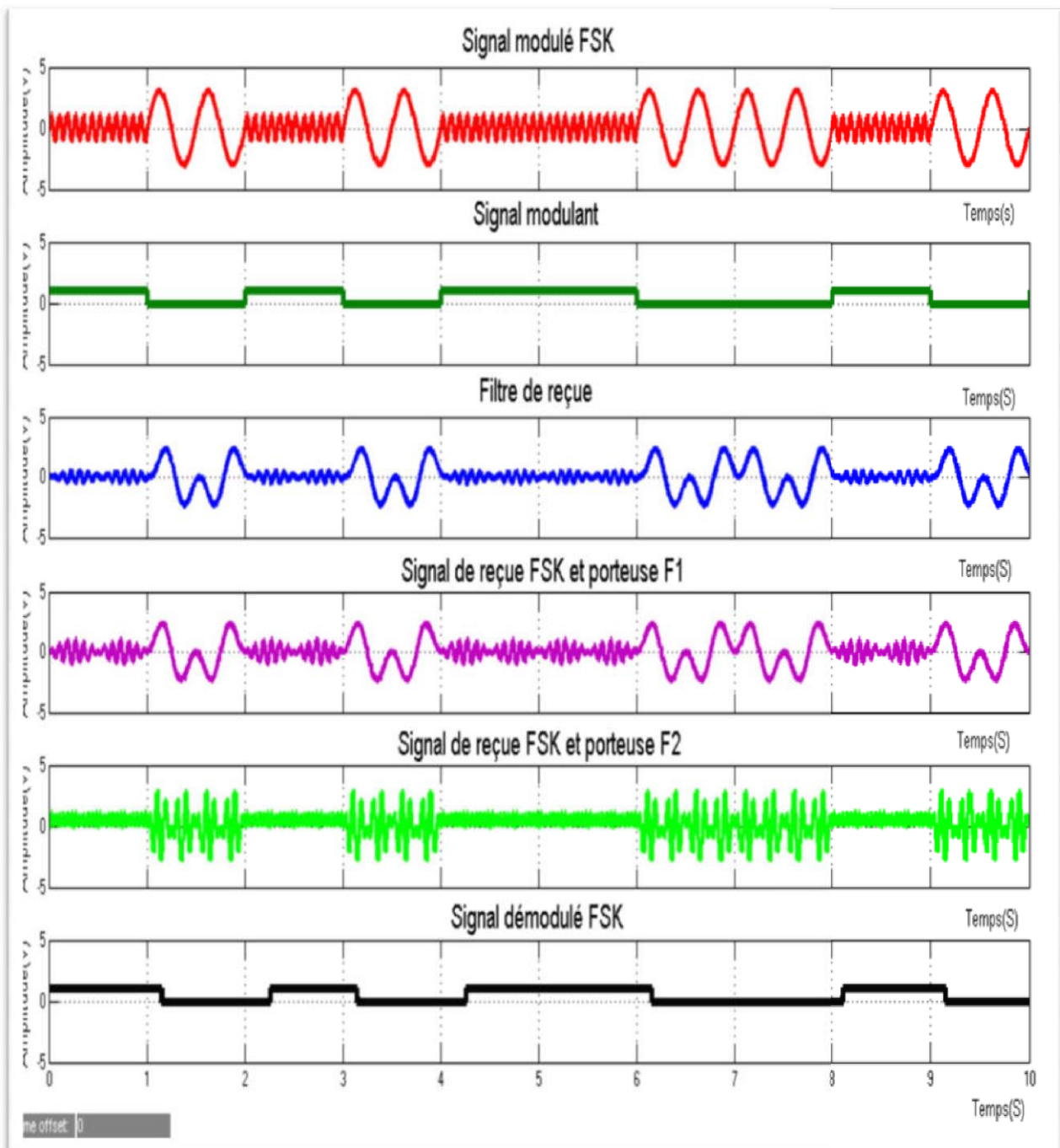


Figure III.7: Résultat des signaux démodulation Fsk

A travers la figure qui représente les résultats des signaux démodulés, on a noté que le signal modulé est la base de l'étage de démodulation, car il est constitué de hautes fréquences $F2=2*\pi*2$, et basses fréquences $F1=2*\pi*12$.

où ces dernières sont transformées en Signal modulant dans un système binaire, au moyen de l'opération de filtrage (pour but de filtrer les hautes fréquences produites par la comparaison de phase.) et avec l'intervention de la PLL(est utilisée pour ajuster la fréquence de sortie du VCO avec une précision et une stabilité déterminées à l'oscillateur) ,nous obtenons un signal démodulé.

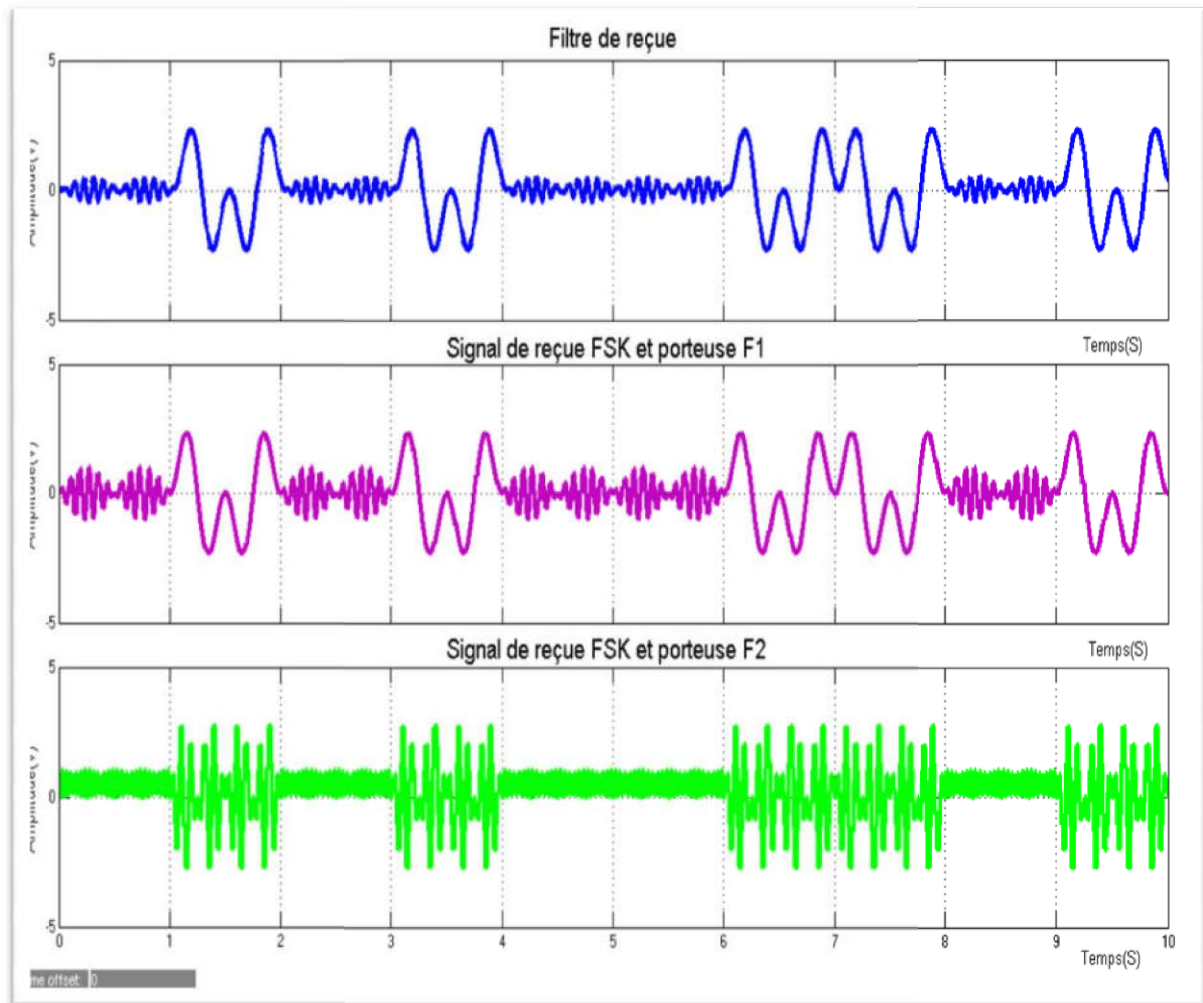


Figure III.8: Résultat des signaux reçus

Cette figure représente Résultat des signaux reçus, On remarque le signal filtre de reçue n'est pas différent du signal reçue FSK et porteuse F1 (Les basse fréquence) , et très différent du signal reçue FSK et porteuse F2 (Les haut fréquence) .

Vous pouvez utiliser un filtre comme le montre le schéma. La tension dans la partie supérieure des ports désignés, qui décide l'une des fréquences les plus importantes et leur permet de passer

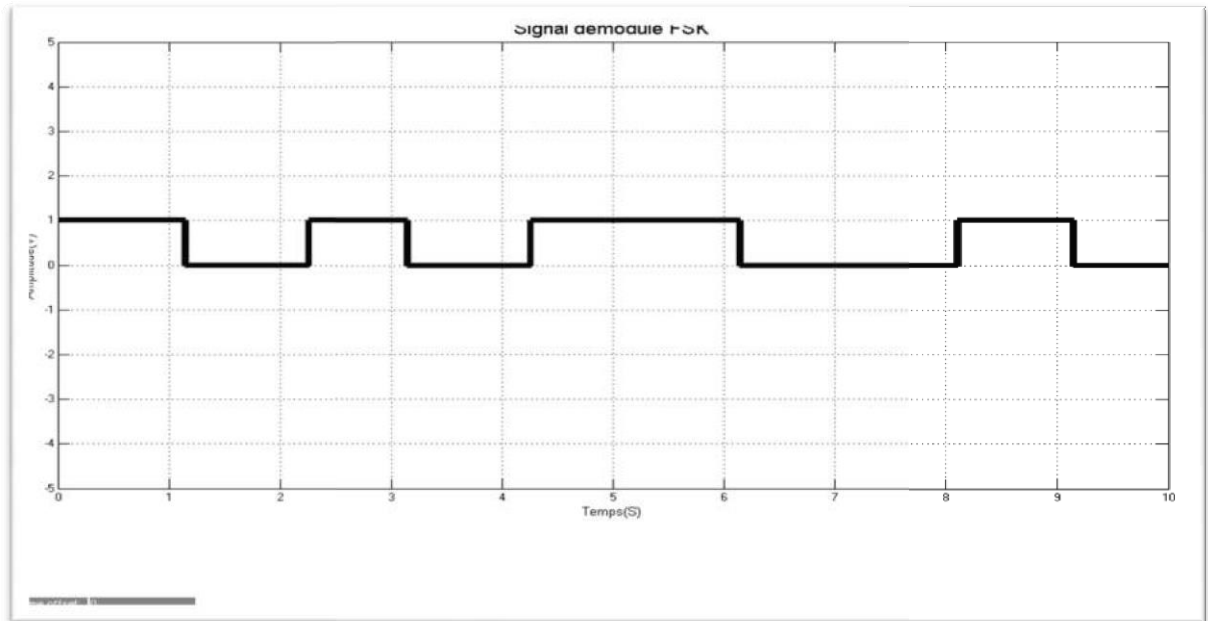


Figure III.9:Résultat de signal démodulé FSK

Cette figure représente Résultat de signal démodulé FSK On constate que le signal de démodulation est très bruité. Cela vient du fait que les fréquences : f1 représenté 1 et f2 représenté 0 . Pour que la démodulation soit convenable, il faut effectuer une mise en forme de ce signal, démoduler en FSK est d'utiliser un PLL .

La valeur binaire de signal démodulé est :[1 0 1 0 1 1 0 0 1 0] ,c'est même valeur de signal modulant et signal modulé .

Résultat des signaux de la modulation et démodulation FSK :

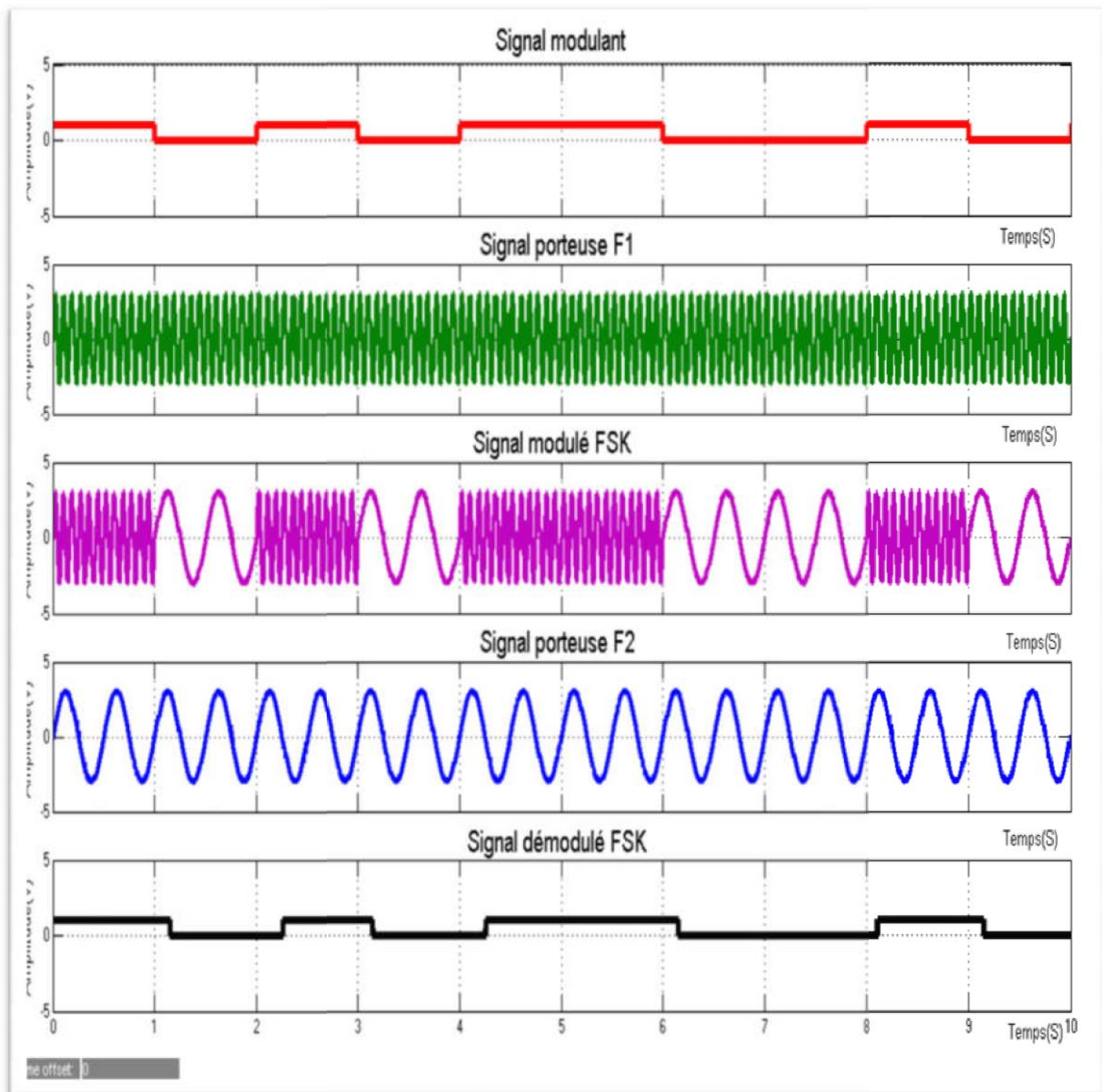


Figure III.10:Résultat des signaux de la modulation et démodulation FSK

Cette figure nous montre tous les signaux formés pour les opération de modulation et démodulation FSK , où nous remarquons la forme du signal modifié (original) qui porte une valeur binaire[1 0 1 0 1 1 0 0 1 0]qui transformé pour le signal modifié qui composé deux fréquence de porteuse F1 (Les haut fréquence) , et F2(Les basse Fréquence) , et à la fin du opération , nous obtenons le signal démodulé qui à la même valeur binaire [1 0 1 0 1 0 0 1 0].

Ces résultats peuvent être obtenus en pratique lors d'un appel téléphonique où l'émetteur peut être le destinataire en même temps.

Conclusion :

A travers de ce chapitre ,nous avons présente les résultats de simulation d'un modulation numérique FSK sous MATLAB et SIMULINK.

Nous avant pensé les résultats pour les codes MATLAB et simulation à la modulation, et utilisé le PLL pour les résultats de la démodulation à l'aide de VCO.

CONCLUSION

GENERALE

Conclusion générale

Le mot « télécommunications » a été utilisé pour la première fois en 1904 par l'Ingénieur Edouard Estaunié. Des recherches ont été faites, des théories ont été apparues. Mais grâce à son insensibilité aux bruits, Armstrong a proposé la modulation de fréquence FM, c'était en 1936.

Les télécommunications ne sont pas considérées comme une science, mais comme des technologies et des techniques appliquées. On attend par télécommunications toute transmission, émission et réception à distance, de signes, de signaux, d'écrits, d'images, de sons ou de renseignements de toutes natures, par fil, radioélectriques, optiques ou autres systèmes électromagnétiques.

Aujourd'hui, ce secteur connaît une forte croissance, grâce aux progrès technologiques réalisés dans les domaines scientifiques du secteur mathématique : le traitement du signal, la cryptographie et la théorie de l'information ; le secteur informatique : le génie logiciel et la diffusion de la microinformatique. Face à cette évolution très rapide de ce secteur des télécommunications, il est parfois difficile de s'y retrouver. Pourtant, la maîtrise des bases des télécommunications telle que la modulation permet de se servir à y intégrer.

La FSK (Frequency Shift Keying pour Saut discret de Fréquences) correspond tout simplement à une modulation de fréquence dont le modulant (information) est un signal binaire. Ce type de modulation a été utilisé dans les MODEM téléphoniques (maintenant supplanté par l'ADSL qui utilise des modulations de phase et d'amplitude combinées) et dans le système GSM.

La modulation FSK peut être vu comme un cas particulier de la modulation de fréquence: le signal modulant étant un signal binaire à 2 niveaux (par exemple NRZ), on associe à un niveau, une fréquence f_1 , et à l'autre, une fréquence f_2 . Il s'agit donc d'une

modulation de fréquence à 2 fréquences discrètes. Mais, elle peut aussi se voir comme une double modulation d'amplitude ASK : le signal modulé peut alors être considéré comme la somme de deux signaux modulés en amplitude par le train binaire.

Le thème de ce mémoire a été consacré à l'étude de la modulation par déplacement de fréquence et de leurs performances. Le choix de la modulation tiendra sur le type de modulation à prendre en fonction de l'application et le canal dédié par exemple, une transmission à longue distance va être fortement atténuée et très parasitée, par conséquent le signal arrivant au démodulateur aura une amplitude très fluctuante.

Ce mémoire nous a permis d'acquérir des connaissances en communications numériques, d'effectuer de la modulation et de la démodulation FSK.

De par la nature de thème (Etude et simulation d'un modulateur numérique FSK) et l'approche que nous proposons, nous avons constaté un fort intérêt pour ce projet dans le domaine de communication numérique. Nous avons construit un modèle de simulation simple pour illustrer la modulation et de la démodulation FSK et nous pouvons l'appliquer à l'aide de blocs de communication SIMULINK et logiciel MATLAB, où notre étude de ce sujet et son application dans les programmes utilisés ont montré des résultats représentés dans les signaux d'entrée à travers lesquels nous atteignons un signal utilisant la technique PLL. Un modèle de simulation qui nous a permis d'analyser et de vérifier la théorie FSK et peut être utilisé pour concevoir une plateforme de modification pour d'autres théories telles que M_ASK, M_PSK.

Cette technique ouvre une nouvelle fenêtre de développement dans le domaine des communications sans fils.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Boussekkine Chemseddine , Belgour Nedjeddine ;« Etude d'un modulateur et démodulation QPSK pour un système de communication sous MATLAB » ;université Abbes Laghrour Khenchela ; 15/09/2020.
- [2] Maamri.F ; « Module : Communications analogiques » ;chap 3 ; université Abbes Laghrour Khenchela .
- [3] Mlle Louiza KRIOUI ,Mlle Khalida BOUKDEJOUTA , « Etude et réalisation d'une maquette didactique pour la modulation AM », MASTER, Université Mohammed Seddik BENYAHIA – Jijel,2019.
- [4] Bakri Hadj Ali, « Exploitation de l'association des techniques MIMO OFDM pour la transmission dans les réseaux locaux sans fil », mémoire Pour l'obtention du Diplôme de Magister, Université Abou Bakr Belkaid-Tlemcen, 2012.
- [5] Maamri.F ; « Module : Communications analogiques » ;chap 4 ; université Abbes Laghrour Khenchela .
- [6] M. T. BENHABILES ; « UEF 2.2.1 TÉLÉCOMMUNICATIONS FONDAMENTALES Cours et TD » ; 4ème semestre ; Université des Frères Mentouri Constantine 1.
- [7] DJAMA SOUHILA, MANSEUR AMINA ; « ETUDE ET IMPLEMENTATION D'UN MODULATEUR FSK SUR UN CIRCUIT FPGA » ; Diplôme De Master ; UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU ;2010/2011.
- [8] Olivier Martin & Emilien Schultz ; « Transmissions numériques sur fréquence porteuse : FSK, PSK » ;Le 17 mars 2010.
- [9] Union Internationale télécommunication ; « Identification technique des signaux numériques » ;Recommandation UIT-R SM.1600-3 (09/2017)/itu.int.
- [10] <https://docplayer.fr/4731997-Modulateur-demodulateur-modem-fsk.html>.

- [11] RANDRIANANDRASANA Marie Emile « ETUDES ET REALISATION D'UN MODULATEUR NUMERIQUE FSK » ; DIPLOME de LICENCE ;UNIVERSITE D'ANTANANRIVO ; le mercredi 06 février 2008.
- [12] KENZA Belkais/ Implémentation d'un modulateur ASK2 dans une carte FPGA/ Master Académique en Aéronautique/ Université Saad DAHLAB de Blida/2015-2016.
- [13] <http://projet.eu.org/pedago/sin/1ere/5-codage.pdf>.
- [14] J.CHIMBAULT, réseaux par pratique (codage des signaux),06 janvier 2006.
- [15] Franck Lusteau ; « Techniques de codage sur fibre optique ou paire torsadée » ;Mémoire présenté en vue d'obtenir l'examen probatoire en informatique ; le 13 décembre 1999.
- [16] Acadimic , codage manchester , 2000.2022.
- [17] <http://workig.free.fr/ch06s03.html>.
- [18] École Polytechnique de l'UNS Polytech'Nice-Sophia ;Département d'Électronique ;5ème année ;2008–2009.
- [19] KHALED MESSAOUDI ; « Transmission numérique » ; le May 18, 2013 .
- [20] RANDRIANANDRASANA Marie Emile « ETUDES ET REALISATION D'UN MODULATEUR NUMERIQUE FSK » ; DIPLOME de LICENCE ;UNIVERSITE D'ANTANANRIVO ; le mercredi 06 février 2008.
- [21] Patrice KADIONIK ; « BASES DE TRANSMISSIONS NUMERIQUES Les modulations numériques » ;2000.
- [22] NJARA FANIRY Julien ; « TECHNIQUES DE TRANSMISSION SUR ONDE PORTEUSE SUR UN CANAL A BANDE LIMITEE » DIPLÔME de LICENCE ; UNIVERSITE D'ANTANANARIVO ;2007-2008.
- [23] <https://electronicscoach.com/phase-shift-keying.html>.

- [24] Franck Lusteau ; « Techniques de codage sur fibre optique ou paire torsadée » ;Mémoire présenté en vue d'obtenir l'examen probatoire en informatique ; le 13 décembre 1999.
- [25] Boudjema Ilyas , étude des formats de modulation et de démodulation DPSK et QAM diplôme de master ,université de Abou bakr Belkaid telemcen ,Juin 2019.
- [26] Ph Dondon ;« MODULATION NUMERIQUE FSK »Copyright 2004.
- [27] D. Michel, « Transmission numérique sur porteuse : ASK, FSK et PSK. Probatoire du CNAM de Bordeaux, juillet 1998.
- [28] Patrice KADIONIK ; « BASES DE TRANSMISSIONS NUMERIQUES Les modulations numériques » ;2000.
- [29] <https://www.divilabs.com/2013/12/frequency-shift-keying-fsk-digital.html>
- [30] transmission et modulation (modulation numérique), master académique,28/03/2021.
- [31] Proffeseur Marc Van Droogenbroeck , principes des télécommunications analogique et numérique, février 2005.
- [32] Olivier Martin & Emilien Schultz ; « Transmissions numériques sur fréquence porteuse : FSK, PSK » ;Le 17 mars 2010.
- [33] Glossary définition for PLL ,master académique ,maxim integrated,2020.