

Institut Supérieur des Etudes Technologiques en Communications de Tunis

Projet de fin d'études

ETUDE ET CONCEPTION D'UNE « LAN » RADIO

Réalisé par
Ghars Hamadi
Sebtaoui Elhoucine
TS5 – Télécommunication

Encadré par
Mr : Adel Ghazel
Mr : Fethi Tlili

2001-2002

Dédicaces

La vie n'est qu'un éclair,
Et un jour de réussite est un jour très cher.

A nos parents
Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour
Et de l'affection dont il ne cessent de nous combler.
Qu'ils trouvent dans ce travail un modeste
Témoignage de notre profond amour

Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A nos chères sœurs
Qui se sont beaucoup sacrifiées pour nous faire sourire

A nos chers frères
En leur souhaitant la réussite et le bonheur.

A tous ce qui nous ont appris la tenue de la plume

A tous nos amis.

AVANT-PROPOS

Ce travail a été élaboré dans le cadre de notre projet de fin d'étude de Technicien Supérieur en télécommunication à l'Institut Supérieur des Etudes Technologiques en communication de Tunis .

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de notre projet et en particulier :

Monsieur Adel GHAZEL , Maître-Assistant en télécommunication et Directeur du Département Electronique Physique et Propagation à SUP'COM pour son encadrement et ses conseils qui ont été d'un appui inestimable dans l'élaboration de ce travail .

Monsieur Fethi TLILI Assistant en Télécommunication à SUP'COM pour son encadrement et tous les éclaircissements qu'il a apporté sur certains points .

Tous nos enseignants de l'ISSET'COM pour leurs conseils et explications durant notre formation.

Cahier des charges

Titre du projet

Etude et conception d'une LAN radio

Position du problème

Les réseaux d'accès radio permettent d'étendre l'utilisation d'INTERNET aux endroits difficiles d'accès par la technologie filaire, d'autre part la transmission de données sans fils facilite l'interconnexion entre des réseaux locaux ; comme l'interconnexion entre bâtiments ce qui permet de réduire le coût.

L'objectif de notre projet est de réaliser une communication sans fils entre deux PC et ceci en étudiant la partie radio et en réalisant une carte d'interface de communication avec le port série du PC.

Travail demandé :

Il est demandé d'effectuer le travail suivant :

- Etude bibliographique des normes utilisées pour les réseaux locaux sans fils (IEEE 802.11, BLUETOOTH, HOME RF).
- conception d'un modem radio dans la bande 880 MHz.
- Réalisation de l'interface radio du modem et validation du fonctionnement par des essais expérimentaux.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
Chapitre 1 :Etude des normes LAN radio	
I.1) Introduction.....	3
I.2) Historique des réseaux locaux sans fils.....	4
I .3) Norme IEEE 802.11.....	5
I .3.1) Architecture du réseau.....	5
I.3.2) Description de la couche physique.....	6
I.3.3) Description de la couche MAC :	8
I.4) Norme BLUE TOOTH.....	10
I.4.1) Architecture du réseau.....	10
I.4.2) Description de la couche physique	11
I.4.3) Description de la couche MAC.....	12
I.5) Norme HOME RF.....	14
I.5.1) Architecture du réseau.....	14
I.5.2) Description de la couche physique.....	16
I.5.3) Description de la couche MAC.....	17
I.6) Comparaison des Normes.....	18
I.7) Conclusion.....	20

Chapitre II :Conception d'un modem Radio à 880 MHZ

II.1) Introduction.....	21
II.2) Choix de la bande de transmission.....	21
II.2.1) Caractéristique de la bande 440 MHZ.....	22
II.2.2) Caractéristique de la bande 880 MHz.....	23
II.2.3) Caractéristique de la bande 2,4 GHz.....	24
II.3) Définition de la structure d'un Modem radio.....	26
II.3.1) Etude de l'émetteur.....	26
II.3.2) Etude de récepteur.....	29
II.4) Choix de la technologie d'implantation.....	33
II.4.1) Etude de l'émetteur.....	34
II.4.2) Etude du récepteur.....	38
II.5) Conclusion.....	46

Chapitre III : Réalisation et Tests expérimentaux

III.1) Introduction.....	47
III.2) Description de la plate-forme de test	48
III.2.1) Description de la partie matérielle.....	48
III.2.2) Description de la partie logicielle	55
III.3)Test de l'étage RF.....	59
III.4) Test de l'étage bande de base.....	60
III.5) Conclusion.....	62
CONCLUSION GENERALE.....	63

Bibliographie

ANNEXE

INTRODUCTION GENERALE

Dans ce nouveau millénaire , nul ne peut ignorer l'extraordinaire expansion et évolution que connaît le marché des services de communication . En effet , l'esprit d'entreprise et l'innovation engendré par la concurrence a entraîné une formidable émulation entre les différents acteurs du marché , qui ont tous à cœur de satisfaire au mieux les besoins réels des usagers , et d'établir des opérations industrielles durables et profitables à la fois. Tous les ingrédients techniques et technologiques sont désormais disponibles maintenant pour que cet épanouissement s'oriente vers la direction souhaitée par l'ensemble des usagers « recevoir un service de qualité à prix acceptable et sans contrainte géographique ».

Encore faut-il que l'environnement soit propice pour l'ensemble des acteurs contribuant à la dynamique du marché. Pour cela, les règles de fonctionnement du marché devraient être assez ouvertes, tout en évitant une fragmentation trop grande de l'offre. Les ressources nécessaires au déploiement des réseaux et des applications, en particulier les ressources radio, devraient être allouées de façon réaliste et leur utilisation devrait être optimisée.

Dans la société industrielle moderne que fut la notre, les moyens de communication tiennent une place particulière importante. Dans cette optique les industriels des communications ne cessent de proposer divers solutions de connexion autonomes, qui permettent d'utiliser ou de contrôler à distance tous types d'appareils.

L'évolution des technologies radio permet la conception des réseaux locaux sans fils et s'orienter vers le domaine de transmission radio et ainsi l'apparition de plusieurs normes pour ce type de réseau.



C'est ce cadre qui vient se placer ce projet de fin d'étude , en effet dans un premier chapitre nous étudions quelques normes sans fils (IEEE 802.11, Bluetooth, Home RF), le second chapitre concerne la conception d'un modem radio à 880 Mhz et le troisième chapitre traite les tests expérimentaux pour réaliser une communication sans fil entre deux ordinateurs.

Chapitre I

Etude des normes LAN radio

I.1) Introduction

Un réseau est un dispositif qui permet d'interconnecter les différents matériels informatiques. Les réseaux locaux appelés aussi LAN (Local Area Network) diffèrent des MAN (Metropolitan Area Network) et des WAN (Wide Area Network) par leurs objectifs et caractéristiques, le premier objectif d'un réseau local est économique : il permet de partager les ressources matérielles et logicielles entre les différents utilisateurs, les autres objectifs sont : communiquer à hauts débits, répartir les différentes tâches, ... etc.

Les réseaux locaux sans fil sont en plein développement du fait de la flexibilité de leur interface, qui permet à un utilisateur de changer de place dans l'entreprise tout en restant connecté. Plusieurs produits sont actuellement commercialisés, mais ils sont souvent incompatibles entre eux en raison d'une normalisation relativement récente. Ces réseaux atteignent des débits de plusieurs Mbit/s voire de plusieurs dizaines de Mbit/s par seconde. La normalisation devrait avoir un fort impact sur les réseaux locaux sans fil.

Le problème principal des réseaux locaux sans fils est qu'il n'y a pas une norme unique avec une compatibilité garantie entre tous les dispositifs, mais il y a beaucoup de normes de propriété industrielle qui sont poussées par chaque fournisseur indépendant. Les clients de corporation ont besoin d'une norme unique.

Dans ce chapitre nous allons étudier parmi les normes réseaux locaux sans fils trois normes fonctionnant dans la bande 2.4 GHz ces normes sont : IEEE 802.11 (IEEE : Institute of

Electrical and Electronic Engineers), HOME RF qui est une norme Américaine ,et BLUETOOTH qui est une norme suédoise inventée par la société ERICSON.

I.2) Historique des réseaux locaux sans fils

C'est en 1997 que la section téléinformatique a démarré un projet de connexion sans fil, . A cette époque, les équipements disponibles sur le marché travaillaient à 2Mbps, et certains d'entre eux étaient conformes à la norme 802.11.

Les réseaux sans fil se développent très rapidement et devraient représenter un marché énorme au début de XXIème siècle. Les prix jusqu'au là inaccessibles deviennent de plus en plus abordables, les performances et les débits augmentent, les réseaux domestiques et la population de travailleurs mobiles également. Le marché des réseaux sans fil est donc en plein essor et certaines analyses estiment ce marché à 2 milliards de dollars pour 2002. Ericsson a avancé le chiffre à 100 millions équipements électroniques équipés de la puce Bluetooth en 2002. Les réseaux sans fil représentent donc un enjeu important, surtout au niveau financier : ils permettent d'éviter d'investir dans un câblage coûteux et qui peut s'avérer rapidement obsolète ou inutile en cas de déménagements de locaux.

Ainsi la technologie des réseaux locaux sans fil est une nouvelle technologie ,les normes répondant à cette technologie sont nombreuses et sont généralement de caractéristiques industrielles(il n'y a pas une norme unique) ,on distingue parmi ces normes la norme IEEE 802.11 qui est la plus connue dans le domaine sans fil , la norme BLUETOOTH qui est née des recherches d'un groupe d'étude qui compte 2491 membres .Ces recherches ont été initiées chez Ericsson en 1994, avant que d'autres constructeurs ne se joignent au projet , on compte parmi eux 3Com, IBM, Intel, lucent technologie, Microsoft, Motorola, Nokia et Toshiba , la norme Home RF est aussi une norme très importante pour le réseau local sans fil cette norme a été développé par le groupe de travail à la maison (GT), Lancé en mars 1998 , le groupe de travail de radiofréquence à la maison (GT de HomeRF) a développé des spécifications simples.

Le groupe de travail de HomeRF inclut beaucoup de principales compagnies des industries d'ordinateur individuel, de logiciel et de semi-conducteur. elles ont développé les spécifications ouvertes d'échange d'industrie.

I.3) Norme IEEE 802.11

I.3.1) Architecture du réseau

Un réseau local 802.11 est basé sur une architecture cellulaire (le système est subdivisé en cellules), où chaque cellule (appelée Basic Service Set ou BSS dans la nomenclature 802.11), est contrôlée par une station de base (appelée Access Point ou AP, Point d'Accès en français). Un réseau local sans fil peut être formé par une cellule unique, avec un seul Point d'Accès ou de plusieurs cellules.

la plupart des installations sont formées de plusieurs cellules, où les Points d'Accès sont interconnectés par une DS (Distribution System, Système de Distribution en français), typiquement Ethernet, et dans certains cas, lui-même sans fil.

L'ensemble des réseaux locaux sans fil interconnectés, incluant les différentes cellules, leurs Points d'Accès respectifs et le Système de Distribution, est vu par les couches supérieures du modèle OSI comme un unique réseau 802, et est appelé dans le standard « Extended Service Set »(ESS) (Fig I.1).

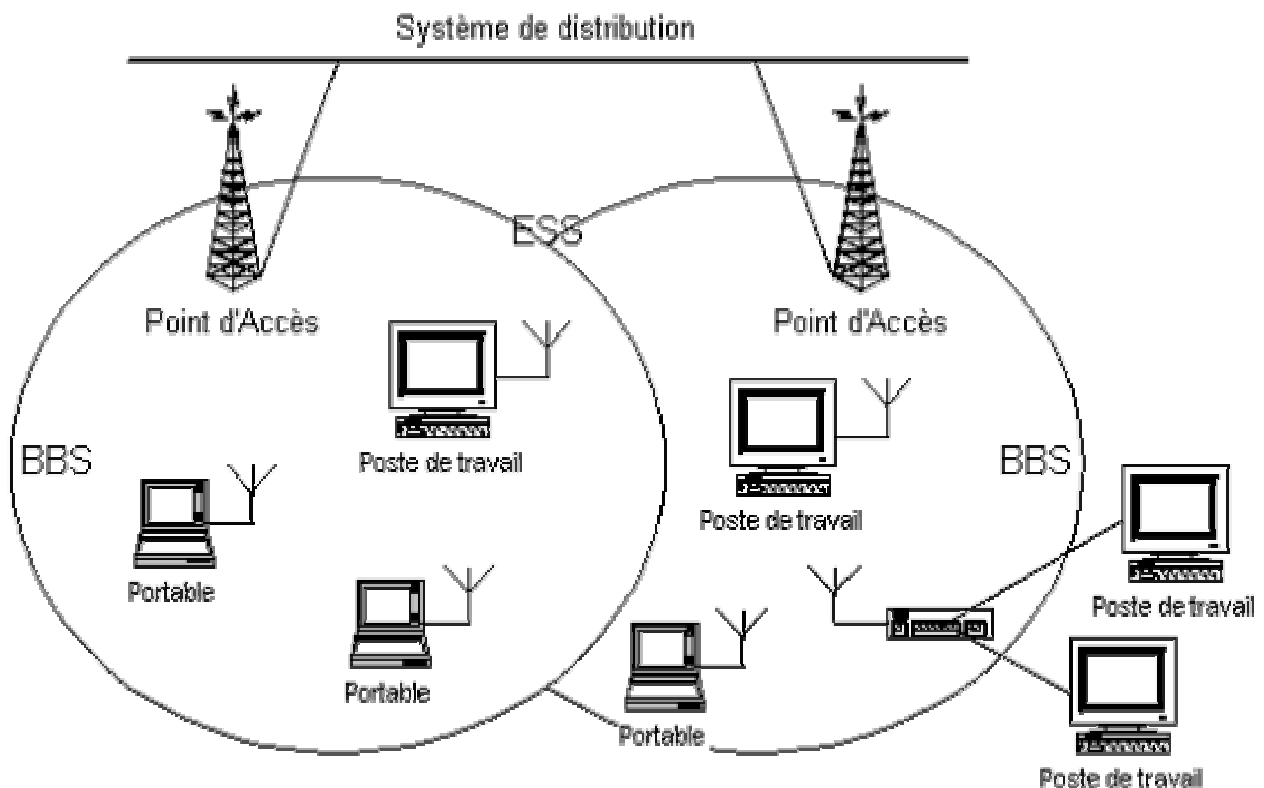


Figure I.1 : Architecture d'un réseau IEEE 802.11

I.3.2)Description de la couche physique

La norme IEEE 802 .11 est basée sur une expérience, elle introduit toutes les optimisations et techniques intelligentes développées par les différents fournisseurs .

Les fréquences choisies pour cette normes se situent dans la gamme des 2,4 GHz, et les communications peuvent se faire soit directement de station à station, mais sans qu'une station puisse relayer les paquets vers une autre station terminale, soit en passant par une borne de concentration. Le débit est de 1 ou 2 Mbit/s, suivant la technique de codage utilisée. La couche physique utilise trois techniques de transmissions différentes, fonctionnant toutes les trois à 1 et 2 Mbit/s : La technique d'étalement par évansion (ou saut) de fréquence (FHSS : Frequency hopping spread spectrum)dans la bande des 2.4GHZ, la technique d'étalement de spectre par séquence directe (DSSS :direct sequency spread spectrum) dans la bande des 2,4GHZ et la technique Infrarouge.

I.3.2.1)La technique FHSS :

La technologie FHSS est basée sur le saut de fréquence, ce qui permet d'économiser la bande passante, ce procédé consiste à changer la valeur de la fréquence porteuse en fonction d'une convention secrète prédéterminée . la continuité de la phase est difficile à maintenir lorsque l'évansion couvre une très large bande . de ce fait ,le récepteur opère de façon non cohérente .l'atténuation n'étant pas constante en fonction de la fréquence.

I.3.2.2) La technique DSSS :

La technologie DSSS envoie simultanément l'information sur plusieurs canaux parallèles, ce qui donne un taux d'erreur plus faible et une immunité aux perturbations en bande étroite. Ce procédé vise particulièrement les applications civile radio mobile de type cellulaire

,dans son principe elle vise à réduire la densité spectrale de puissance du signal à émettre en l'étalant sur une bande de fréquence de très grande largeur.

La technologie DSSS envoie en simultanée l'information sur plusieurs canaux parallèles, ce qui donne un taux d'erreur plus faible (donc un débit plus élevé) et une immunité aux perturbations en bande étroite. La technologie FHSS, est basée sur le saut de fréquence, ce qui permet d'économiser de la bande passante (schéma de la Fig I.2).

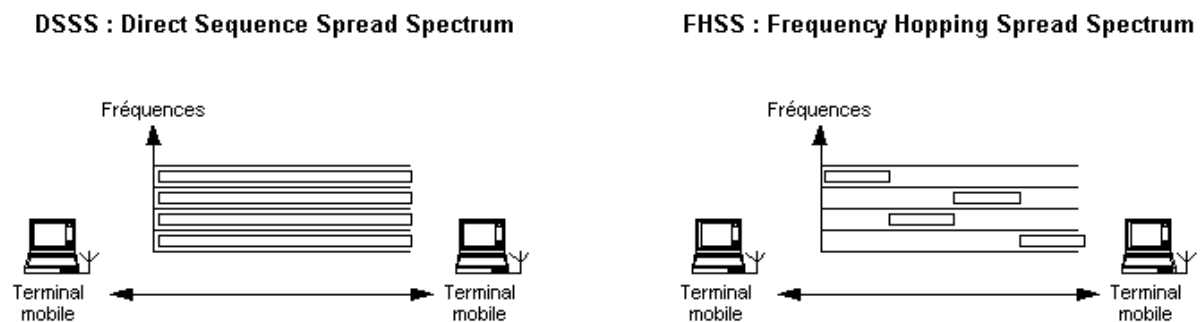


Figure I.2 :Technique FHSS et DSSS

I.3.2.3) Technique Infrarouge :

Les liaisons infrarouges sont très utilisées dans le cadre des télécommandes et communications courtes distances où les éléments sont en vue directe, mais sont très sensibles aux perturbations. Si les faisceaux sont directifs, le débit peut être élevé mais rien ne doit passer entre les deux éléments qui communiquent. Les faisceaux diffusants, eux supportent mieux les interférences mais les portées et les débits sont moins élevés.

La couche physique définit typiquement les distances entre éléments à 2 mètres. Des débits de 4 Mbps peuvent être atteints. Des versions courte distance, permettant d'économiser l'énergie, permettent de dialoguer à 30 cm de distance, ce qui est suffisant dans le cas de périphériques de PC(schéma de la Fig I.3).

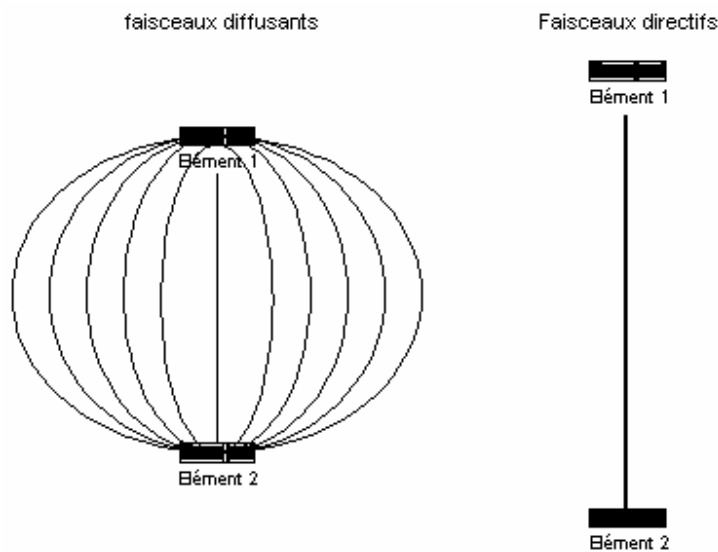


Figure I.3 : liaison Infrarouge

I.3.3) Description de la couche MAC :

Comme tout 802.x, La norme 802.11 couvre les couches MAC et physique. Le standard définit actuellement une seule couche MAC qui interagit avec trois couches physiques.

802.2			Liaison De données
802.11			
FHSS	DSSS	IR	Couches physique

Tableau I.1 :couches basses IEEE 802.11

En plus des fonctions habituellement rendues par la couche MAC, la couche MAC 802.11 offre d'autres fonctions qui sont normalement confiées aux protocoles supérieurs, comme la fragmentation, les retransmissions de paquet et les accusés de réception.

La couche MAC (Medium Access Contrôl) introduit aussi la méthode d'accès au support physique, la méthode d'accès de base mise en œuvre est la CSMA/CD, La base provient de la

technique CSMA/CD, mais comme la détection de collision n'est pas possible, on utilise un algorithme CSMA/CA (Collision Avoidance).

♦ **Méthode d'accès CSMA/CA** (Carrier Sense Multiple Acces with Collision Avoidance) :

Un protocole CSMA fonctionne comme suit : une station voulant émettre écoute le support de transmission, et si le support est occupé (c'est à dire une autre station est en train d'émettre), alors la station remet sa transmission à plus tard. Si le support est libre, la station est autorisée à transmettre.

Ces types de protocoles sont très efficaces quand le support n'est pas surchargé, puisqu'il autorise les stations à émettre avec un minimum de délai, mais il y a toujours une chance que des stations émettent en même temps (collision). Ceci est dû au fait que les stations écoutent le support, le repèrent libre, et finalement décident de transmettre, parfois en même temps qu'une autre exécutant cette même suite d'opérations.

Ces collisions doivent être détectées, pour que la couche MAC puisse retransmettre le paquet sans avoir à repasser par les couches supérieures, ce qui engendrerait des délais significatifs.

Pour combler ces problèmes, 802.11 utilise le mécanisme d'esquive de collision (Collision Avoidance), ainsi que le principe d'accusé de réception comme suit : Une station voulant transmettre écoute le support, et s'il est occupé, la transmission est différée. Si le support est libre pour un temps spécifique (appelé DIFS, Distributed Inter Frame Space, dans le standard), alors la station est autorisée à transmettre. La station réceptrice va vérifier le CRC du paquet reçu et renvoie un accusé de réception (ACK). La réception de l'ACK indiquera à l'émetteur qu'aucune collision n'a eu lieu. Si l'émetteur ne reçoit pas l'accusé de réception, alors il retransmet le fragment jusqu'à ce qu'il l'obtienne ou abandonne au bout d'un certain nombre de retransmissions.

Pour éviter les collisions, chaque station possède un temporisateur avec une valeur spécifique. Lorsqu'une station écoute la porteuse et que le canal est vide, elle transmet. Le risque qu'une collision se produise est extrêmement faible, puisque la probabilité que deux stations démarrent leur émission dans une même microsonde est quasiment nulle. En revanche, lorsqu'une transmission a lieu et que d'autres stations se mettent à l'écoute et persistent à écouter, la collision devient inévitable. Pour empêcher la collision, il faut que les stations attendent, avant de

transmettre, un temps permettant de séparer leurs instants d'émission respectifs. On ajoute pour cela un premier temporisateur très petit, qui permet au récepteur d'envoyer immédiatement un acquittement. Un deuxième temporisateur permet de donner une forte priorité à une application temps réel. Enfin, le temporisateur le plus long, dévolu aux paquets asynchrones, détermine l'instant d'émission pour les trames asynchrones.

I.4) Norme Bluetooth

I.4.1) Architecture du réseau

Notons que le système bluetooth permet soit une liaison point à point entre deux modules bluetooth, soit une liaison point vers multipoint. Dans ce dernier cas le canal est partagé entre plusieurs modules bluetooth c'est alors ce qu'on appelle un piconet. L'une des unités bluetooth en assure l'administration tandis que les autres sont alors esclaves. Un maître peut gérer 7 esclaves qui ne sont pas forcément tous actifs en permanence, mais c'est lui qui contrôle l'accès au canal, on peut associer des piconets.

Retenons qu'un piconet ne peut avoir qu'un seul maître, tandis qu'un esclave peut intervenir dans plusieurs piconets (mais pas simultanément) et qu'un maître dans un piconet peut être esclave dans un autre. Les piconets sont indépendants c'est à dire qu'ils n'ont pas la nécessité d'être synchronisés entre eux, et ils ont leur propre canal de fréquence. C'est cette architecture piconet qui a d'ailleurs imposé une norme aussi étendue.

par exemple, un téléphone mobile resté dans une poche, et un ordinateur portable dans une sacoche peuvent communiquer entre eux. De plus, la communication peut concerner simultanément plusieurs équipements. L'ensemble des appareils en communication dans une même zone, utilisant un même canal, définit un espace baptisé " picoréseau ". A l'intérieur de ce picoréseau, l'un des appareils joue le rôle de "maître" et contrôle le trafic, tandis que les autres (7 appareils au maximum) sont "esclaves"... mais peuvent appartenir à plusieurs picoréseaux simultanément (fig I.4). Plusieurs piconets adjacents constituent un scatternet et peuvent interagir.

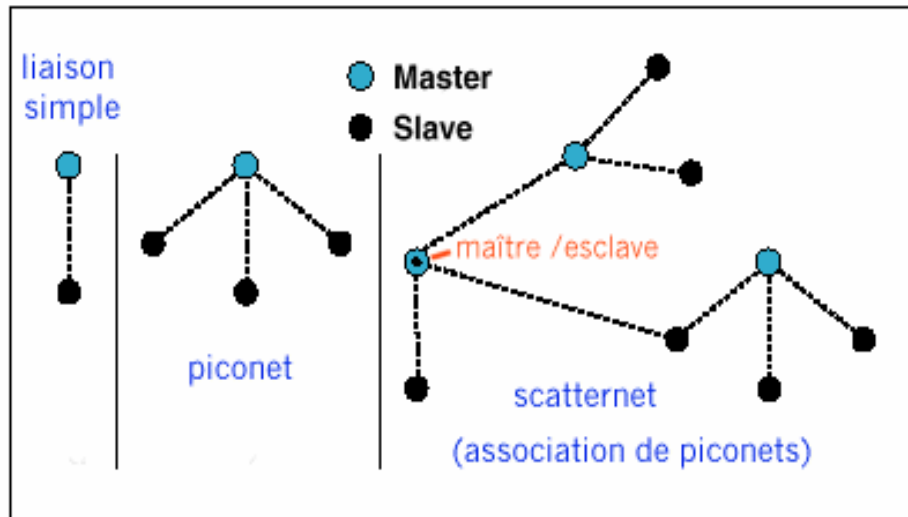


Figure I.4 :Architecture des réseaux BLUETOOTH

I.4.2) Description de la couche physique

BLUETOOTH est une Technologie basée sur une liaison radio courte distance, permet de relier plusieurs appareils de communication dans un rayon de 10 mètres, avec des débits importants, de 720 Kbit/s pour la plupart des applications Elle utilise une liaison radio pour transmettre des informations, utilisant la modulation GFSK exploitant la bande ISM(Industrielle scientifique médecine) à 2,45GHz, qui ne requiert aucune licence d'utilisation. La technologie Bluetooth autorise un débit maximal de 1 Mbit/s : un tel débit permet la transmission d'images ou de vidéo, et bien sûr une connexion à Internet à partir d'un téléphone mobile ou d'une connexion câblée (RTC, RNIS, réseau local).

Au niveau physique, Bluetooth utilise la technologies par saut de fréquence (FHSS) sur 79 canaux dans le bande 2,402 à 2,480 GHz. Le réseau est basé sur un système maître/esclave, et le maître décide des sauts de fréquence de façon pseudo-aléatoire, 1600 fois par seconde, grâce à ce procédé, les débits sont constants, les interférences sont évitées. De plus, la transmission est

sécurisée par cryptage des données, et validation par un mot de passe. Enfin, les appareils utilisant Bluetooth ne seront pas pénalisés au niveau de l'autonomie, le (petit : 9 x 9 mm) processeur radio ne consommant que 30 mA en fonctionnement, ce qui représente moins de 3% de la puissance requise par un téléphone portable, et 0,3mA en mode veille.

Comme nous avons signalé, la radio de Bluetooth fonctionne dans la bande de 2,4 gigahertz (bande ISM). Aux USA et l'Europe, une bande de 83,5 mégahertz est disponible; dans cette bande, 79 canaux RF sont espacé de 1 mégahertz sont définis. Le Japon, l'Espagne et la France utilisent seulement 23 canaux RF espacés de 1 mégahertz (tableau 1).

	USA et Europe	JAPON	ESPAGNE	FRANCE
BANDE (MHz)	2400→2483.5	2471→2497	2445→2475	2446.5→2483.5
FREQUENCE (MHz)	2402+k	2473+k	2449+K	2454+K
Nombre de Canaux	79	23	23	23

Tableau I.2 :bande et canaux par pays

I.4.3) description de la couche MAC

Pour la norme Bluetooth il n'y a pas une couche appelée couche MAC comme pour les autres normes mais il y a une couche équivalente : c'est la bande de base (la Fig I.5 montre les différents couches représentant la norme Bluetooth).

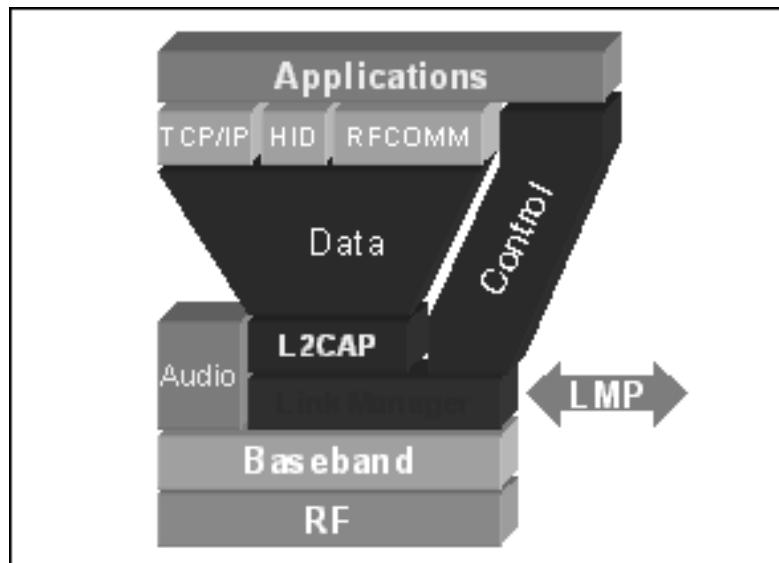


Figure I.5 :les couches du protocole de la norme bluetooth

- Couche bande de base(baseband layer)

Cette couche permet de définir trois types de liens des liaisons SCO, des liaisons ACL, et des liaisons de base.

- les liaisons SCO (Synchronous Connection-Oriented) pour l'audio (ou audio et données).
- les liaisons ACL (Asynchronous Connectionless) pour les données. Dans le cas où les débits montants et descendants ne sont pas égaux, les liaisons ACL peuvent être asymétriques.
- les liaisons de base : pour toutes la gestion des connexions au sein du piconet .

Donc cette couche permet la supervision de la synchronisation des composants Bluetooth. , du contrôle du flux des données et du contrôle d'erreur(CRC)...

- Le protocole de liaison (Link manager protocol)

Ce protocole est responsable de la supervision des différentes connexions, de l'authentification des appareils, et du chiffrement. Il gère également les mises en veille des différents appareils.

- couche de contrôle et d'adaptation de liaison :Link Layer Control & Adaptation (L2CAP)

Cette couche permet l'adaptation des protocoles supérieurs (comme TCP/IP) au réseau Bluetooth elle supporte la segmentation et le réassemblage, et le multiplexage de protocole.

Voici la figure I.6 qui explique le fonctionnement d'un petit réseau (piconet)bluetooth

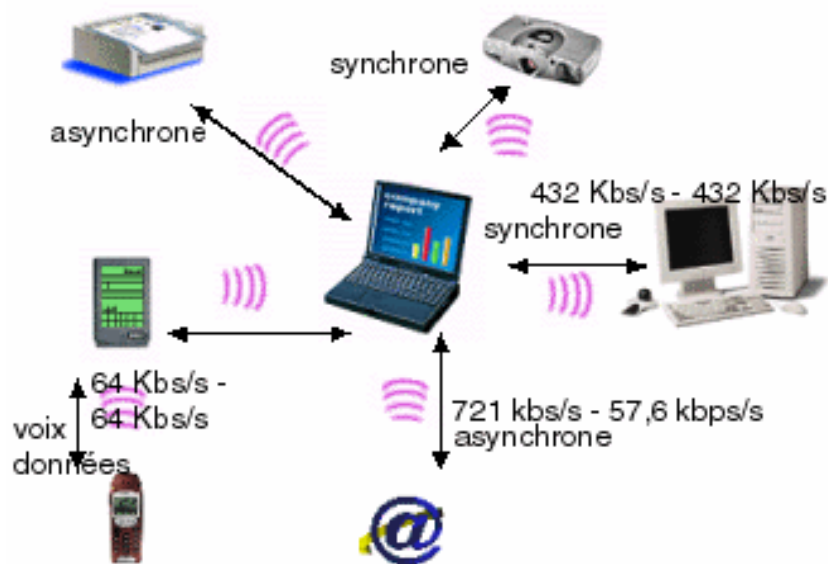


Figure I.6 :fonctionnement d'un piconet Bluetooth

I.5) Norme HOME RF

I.5.1) Architecture du réseau

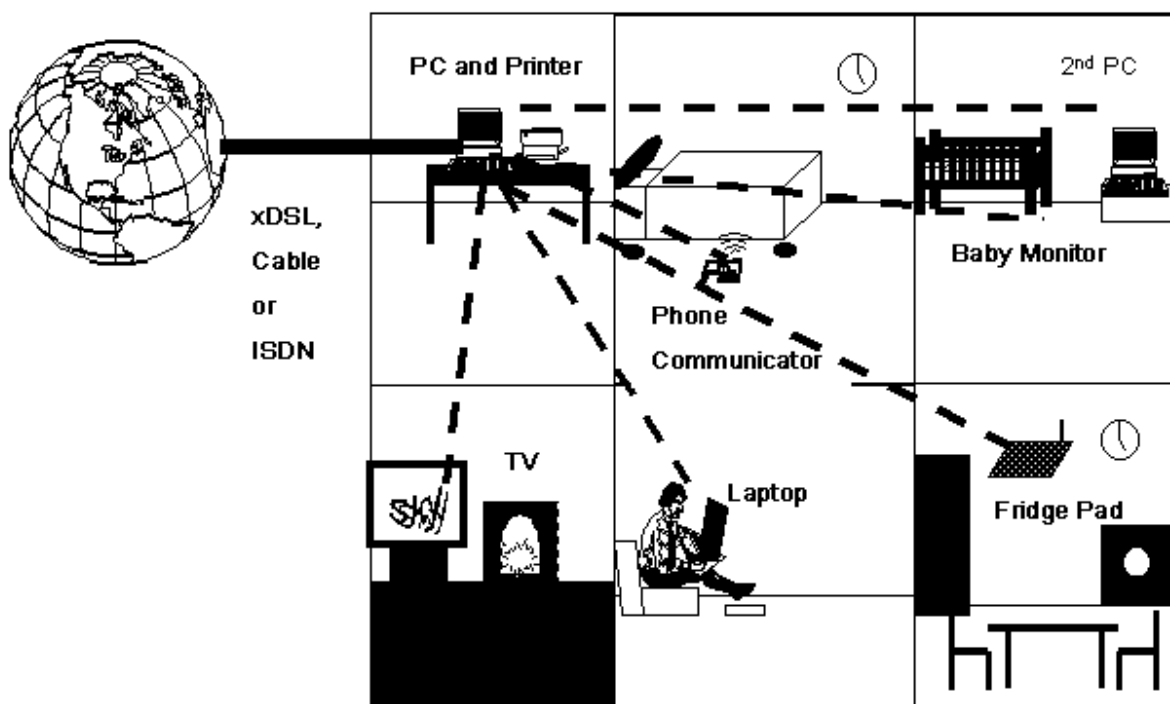
Lancé en mars 1998 , le groupe de travail de radiofréquence à la maison (GT de HomeRF) a développé des spécifications simples, ce groupe de travail inclut beaucoup de principales compagnies des industries d'ordinateur individuel, de logiciel et de semi-conducteur. elles ont développé les spécifications ouvertes d'échange d'industrie.

HomeRF a l'avantage d'être tourner vers la sphère privée. En 1998 , ses pères fondamentaux étaient peu nombreux mais puissant . il s'agit de Compaq, IBM , Intel et Microsoft.

HomeRF pour l'USA est Essentiellement une technologie qui peut être installée sur des PC, des imprimantes et d'autres périphériques d'ordinateur, l'architecture très connue pour cette technologie est l'architecture étoile.

Il y a quatre types de base de réseaux à la maison: les réseaux informatiques qui relient des PCS; les réseaux de transmission qui relient des téléphones; les réseaux de divertissement qui relient des TV; stéréos, et consoles de jeu; et les réseaux de commande qui attachent dans l'éclairage, le chauffage et le refroidissement, sécurité, et automation à la maison.

L'échange est envisagée d'un certain nombre d'options de conductivité pour la maison, Sur le schéma I.7 le rapport entre l'échange et toutes les différentes options de raccordement sont montrés:



FigureI.7: Vision De HomeRF

Il est nécessaire que le PC à la maison principal est lié à un passage d'Internet qui peut avoir un modem câblé, un XDSL ou un raccordement de l'RNIS.

Le système de HomeRF commence par un point de commande , qui est habituellement relié au PC principal par l'intermédiaire d'un interface radio.

L'un des utilisations principales de HomeRF est la partage des ressource parmi les PC multiples. Le partage des imprimantes, des raccordements d'Internet par voie radio cette technologie permet la communication entre le PC et l'application mobile par la réception et l'envoi des paquets d'IP, une telle exécution offre également des possibilités de jeu dans la 33 maison.

Un réseau d'échange peut se composer de trois types de dispositifs.

- Point De Commande
- Dispositifs isochrones de voix
- Dispositifs de données asynchrones

En utilisant un protocole, le point de raccordement peut exécuter des transferts de données et d'autres dispositifs de données. Le protocole d'échange est un serveur de client entre le point de commande et les dispositifs de voix .

I.5.2) Description de la couche physique

HomeRF (fréquence par radio à la maison) est la norme qui permet de relier à la maison des PC, des périphériques, des téléphones sans fil, et beaucoup d'autres dispositifs électroniques par la voie radio, ainsi pour partager des ressources et pour accéder à l'Internet. La gestion de réseau à la maison sans fil rend ceci possible sans dépenses et complexité liées aux fils courants.

En termes plus techniques, HomeRF est des spécifications ouvertes d'industrie qui définissent comment ses dispositifs partagent et communiquent la voix, les données et les médias autour de la maison. Cette technologie permet de transporter indifféremment voix et données dans un rayon de 100m avec un débit de 10Mbits/s.

Les spécifications de la couche physique pour l'échange ont été en grande partie adoptées de la norme IEEE 802.11. Elles ont été modifiées sensiblement pour réduire le coût, permettent une exécution simple de morceau tout en maintenant toujours l'exécution plus que proportionnée .

Quelques caractéristiques principales de couche physique incluent:

- la puissance transmis jusqu'à +24 dBm
- Sensibilité de récepteur dans 2FSK
- La puissance transmis pour les dispositifs portatifs est de 0dbm à 4 dBm.

I.5.3) Description de la couche MAC

HomeRF a modifié les technologies existantes pour les couches physique (PHY) et de la liaison de transmission de données (couche MAC).

Le schéma I.9 illustre les couches réseau de HomeRF.

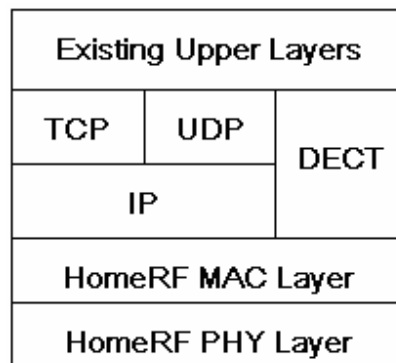


Figure I.8: Couches réseau de HomeRF

La couche MAC est optimisé pour l'environnement familial et est conçu pour porter la voix et le trafic de données . Un service de TDMA est employé pour soutenir la livraison des données isochrones et un service de CSMA/CA (dérivé de la norme sans fil IEEE 802.11) est fourni pour soutenir la livraison des données asynchrones. Ceci peut être vu plus clair sur le schéma de la figure I.10

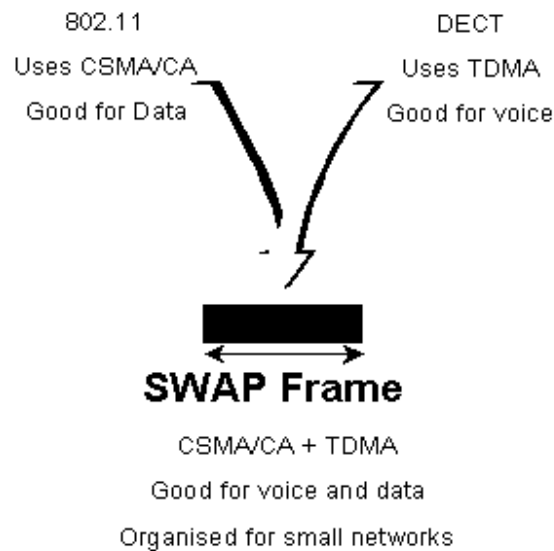


Figure I.9 Origine d'échange

La couche MAC permet l'échange de voix et de données en employant de TDMA et de CSMA/CA ce qui permet :

- Un Soutien de 4 raccordements de voix de haute qualité.
- UN flux de données élevé à 1.6Mbps.
- une Sécurité de données.
- Une Gestion de puissance pour des nœuds isochrones et asynchrones.
- 24 bit pour l'identification de réseau .

I.6) Comparaison des normes

Le tableau récapitulatif ci-dessous (Tableau I.2) résume les principales caractéristiques des normes étudiées dans ce premier chapitre .

NORME IEEE 802.11	NORME BLUETOOTH	NORME HOMERF
<ul style="list-style-type: none"> - Fréquence :2,4 Ghz - Débit :1 ou 2 Mbits/s - méthode d'accès :la méthode d'accès de base est le CSMA/CA - Architecture : c'est une norme utilisant une architecture cellulaire - cette norme est représentée par les deux premiers couches du model OSI(c'est à dire la couche physique et la couche liaison) *la couche liaison utilise le protocole MAC *La couche physique utilise comme support soit l'IR(infrarouge),soit le FHSS ,soit le DSSS. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fréquence :2,4 Ghz - Débit :720 kbits/s ,il y a aussi la transmission synchrone à 64 Kbits/s. - Portée :10 à 30 m , mais on peut augmenter la portée jusqu'à 100 m en utilisant des amplificateurs spéciaux. - cette norme est distinguée par sa basse consommation énergétique. - la modulation est de type GFSK. - Bluetooth est conçue pour des réseaux personnels ,donc pour les petites distances ,et elle utilise des composantes intégrées de petites tailles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fréquence 2,4 Ghz - Débit :10 Mbits/s - portée : il y a transmission des voix et des données dans un rayon de 100 m. - protocole :elle utilise CSMA/CA qui est bon pour les données et le TDMA qui est bon pour les voix. - HomeRF est conçu pour des maisons et de petits bureaux - on peut se connecter au réseau INTERNET a partir du réseau HomeRF.

Tableau I.2 : caractéristiques des normes LAN radio

I.7) Conclusion

Les normes des réseaux locaux sans fil sont de caractéristiques industrielles ayant des équipements spécifiques qui ne sont pas adaptés aux autres , Il n'y a pas une norme unique pour tous les fournisseurs.

Il y a beaucoup de normes pour les réseaux locaux sans fils qui ne sont pas trop connues et qui sont utilisées par des sociétés répondant à leurs propres besoins comme les normes W-FI utilisée par INTEL , la norme HYPERLAN avec ses deux version 1 et 2 qui est une norme utilisée en EUROPE comme équivalente à la norme IEEE 802.11 de l'USA.

Dans ce chapitre notre étude a été consacré aux trois principaux normes qui sont les plus connues dans le monde : la norme IEEE 802.11 , la norme Bluetooth , et la norme Home RF .

Chapitre II :

conception d'un modem Radio à 880 MHZ

II.1) Introduction

Généralement un modem permet d'adapter les signaux à transmettre aux supports physique choisie , comme tout modem ,Un modem Radio permet d'adapter les signaux numériques à transmettre sur la ligne analogique (qui est l'espace libre)à l'émission et de convertir les signaux analogiques en signaux numériques à la réception.

La conception d'un Modem Radio ; notre objectif dans ce chapitre ; dépend considérablement de la bande de fréquence conçue au fonctionnement de ce Modem , cette conception est d'autant plus complexe plus qu'on augment en fréquence .

Dans ce chapitre nous allons étudié en premier temps les trois bandes de transmission 440, 880 et 2,4 GHz, en second partie on va définir la structure général d'un modem radio et en dernières partie on étudie notre modem radio a réaliser.

II.2) Choix de la bande de transmission

De nombreux réseaux et systèmes de télécommunication font appel à des liens par radio ,ces liaisons constituent donc des canaux très utilisées pour la transmission de données . Etant donnée la largeur du spectre des fréquences radio utilisables pour la transmission , il existe une grande variété de canaux de transmission par radio dont les caractéristiques peuvent rejoindre les besoins d'un grand nombre d'applications.

Selon les bandes de fréquence utilisées les caractéristiques de propagation varient considérablement . c'est pourquoi on classe les système par radio en fonction des bandes de fréquences, la majorité des systèmes utilisés pour la transmission de données fonctionnent dans la bande HF ,très hautes hautes fréquences VHF et ultra hautes fréquences UHF.

Notre choix de la bande de transmission est fixé à la bande UHF [dont la fréquence est de 300 MHZ à 3000 MHZ]

Les transmissions dans la bande UHF qui comprennent les micro-ondes se propagent essentiellement en ligne de vue ce qui fait que leur portée est limitée avec des variations selon la topographie du terrain.

Les liaisons radio sont soumises à de nombreux types de bruit provenant de sources internes et externes au système de transmission , de plus ces transmissions sont sujettes à des affaiblissement soudains et imprévisibles de la puissance reçue appelés évanouissement .les évanouissements sont principalement dus à l'existence de chemins multiples de propagations des ondes radio qui provoquent des renforcement et des annulations du signal reçu.

Puisqu'elles partagent toutes le même spectre de fréquence radio dans un environnement géographique donné les liaisons radio sont susceptibles d'interférer les unes avec les autres.

Le choix des fréquences à utiliser doit donc être fait très soigneusement et en fonction d'une réglementation complexe pour éviter autant que possible les empiétements de fréquences.

II.2.1)caractéristiques de la bande 440 MHZ

La bande 440 MHZ est une sous bande de la bande UHF donc elle obéit aux caractéristiques de cette dernière bande, mais elle a des caractéristiques spécifiques .

Généralement elle est caractérisée par une propagation dispersive ,un faible débit ,il y a aussi plus d'interférence ,une couverture réduite ,mais l'avantage principale de cette bande c'est la faible atténuation .

Bien que cette bande est étroite elle est caractérisée par une utilisation simple et économique , autorise des transferts de donnés à des débits de l'ordre de 40 kbits par seconde.

Deux puissances coexistent en matière de transmission de données : 10 milliwatts libre de droit d'utilisation dans toute l'Europe continentale (IETS300-220) et 1W soumise à déclaration et redevance.

Bien qu'elle soit souvent multicanaux, la bande étroite utilise une seule fréquence pour transmettre les données.

Son avantage principale c'est qu'elle dispose d'un meilleur pouvoir de pénétration à puissance égale que la bande 2,4 Ghz et est plus économique.

La bande 440 Mhz a été utilisé pour plusieurs applications et pendant de longue années sans régulation ; les applications tournaient essentiellement autour des appareils de mesure ou de commande à distance .

Le problème avec cette gamme de fréquence c'est qu'elle est maintenant surchargé ,d'ailleurs cette bande est appelée la bande « poubelle » à cause du nombre élevé des applications qui la partagent et c'est ce qui va augmenter le niveau d'interférence et compromettra ainsi la qualité de notre transmission .

Pour éviter cette bande qui est surchargée ,une nouvelle gamme de fréquence(880 MHZ) a été destinée pour la transmission radio sans licence cette bande n'est pas encore très utilisée et la qualité de transmission est meilleur puisqu'il y a moins d'interférence.

Pour ces raisons nous avons opté pour le fait de travailler autour de la fréquence 880 MHZ ce choix de la bande va conditionner toute notre démarche de conception et éventuellement le choix du module RF.

II.2.2) Caractéristiques de la bande 880 MHz

Cette bande permet un débit moyen (plus élevé que le débit dans la gamme 440 MHz), elle est caractérisée par une moyenne atténuation .

La propagation des ondes 880 MHz est une propagation par trajets multiples ,l'existence de ces chemins multiples provoque des renforcements et des annulations du signal reçu :c'est le problème d'évanouissement .

Parmi les principaux paramètres d'un canal à trajets multiples on distingue la dispersion temporelle :

Lorsqu'une impulsion est émise sur le canal à trajet multiples , le signal reçu est constitué d'une somme d'impulsions décalées et atténuées (Fig II.1)

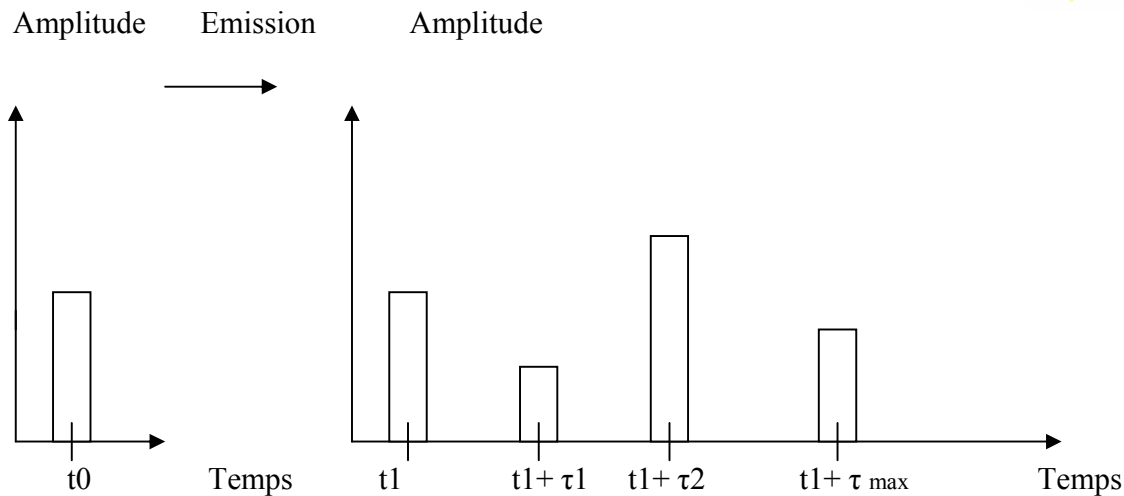


Figure II.1 : Réponse à une impulsion d'un canal à trajet multiple

La différence τ_{\max} entre l'instant d'arrivée $t_1 + \tau_{\max}$ de la dernière impulsion et l'instant d'arrivée t_1 de la première impulsion est un paramètre très important appelé dispersion temporelle du canal.

Tandis-que cette bande de fréquence présente des difficultés elle reste plus meilleur pour la transmission de données que la bande 440 MHz.

II.2.3) caractéristiques de la bande 2,4 GHz

La bande 2.4 GHz est une bande large, la propagation des ondes dans cette bande est une propagation en visibilité directe donc c'est une propagation plus directive, le phénomène d'interférence est réduit elle permet de réaliser des liaisons radio avec des débits importants, mais elle est caractérisée par une forte atténuation, elle est utilisée par les normes des réseaux locaux sans fils « étudiées au premier chapitre ».

Les modems utilisés dans cette bande sont Plus sophistiqués mais plus chers que ceux de la bande 440 Mhz, les modules radio 2,4 Ghz permettent d'établir des liaisons à haut débit. La radio 2,4 Ghz utilise la technologie d'étalement de spectre, dont le signal à transmettre est décomposé ("étalé") selon une séquence aléatoire. Seuls les récepteurs disposant du même paramétrage

peuvent interpréter ce signal, les autres n'y voient que du bruit. En raison de leur faible pouvoir de pénétration et de leur capacité à étaler le spectre au niveau du bruit de fond, la puissance utilisée par ces émetteurs bande large est nettement plus importante que celle autorisée pour les émetteurs bande étroite. Le débit radio est significativement supérieur, mais une partie de la bande passante est utilisée pour les séquences de contrôle ce qui diminue d'autant le débit utile. La transmission est sécurisée (intégrité et confidentialité des données).

Voici un tableau qui permet de comparer les bandes 440MHz et 2.4 GHz :

Bande de fréquence	Bande étroite (440 Mhz en Europe)		Bande large (2,4 Ghz - Monde)	
Puissance maximale	10 mW	100 mW et 1 W	10 mW	100 mW
Norme européenne	IETS 300-220	IETS 300-113	IETS 300-440	IETS 300-328
Régime juridique	Libre de droit	Demande de licence auprès de l'administration	Libre de droit	Libre de droit mais restrictions dues au partage de fréquences avec les militaires dans certains pays.
Caractéristiques	liberté d'utilisation	sécurité d'utilisation	très faible portée (idem infrarouge)	technologie sophistiquée, équipement haut de gamme
domaine d'utilisation	saisie de commande, lecture de code à barres, pilotage d'afficheurs lumineux, logistique ...		Réseau spontané de proximité	Lan radio avec matériel compatible PC,

		immédiate	la radio est alors le "squelette" de l'application.
--	--	-----------	-----------------------------------------------------

Tableau II.1 : comparaison des bandes 440MHz et 2,4 GHz

II.3) Définition de la structure d'un Modem radio

Généralement un Modem Radio est constitué par deux parties : un émetteur et un récepteur :

II.3.1) Etude de l'émetteur

Un émetteur radio électrique peut être représenté par le schéma suivant :

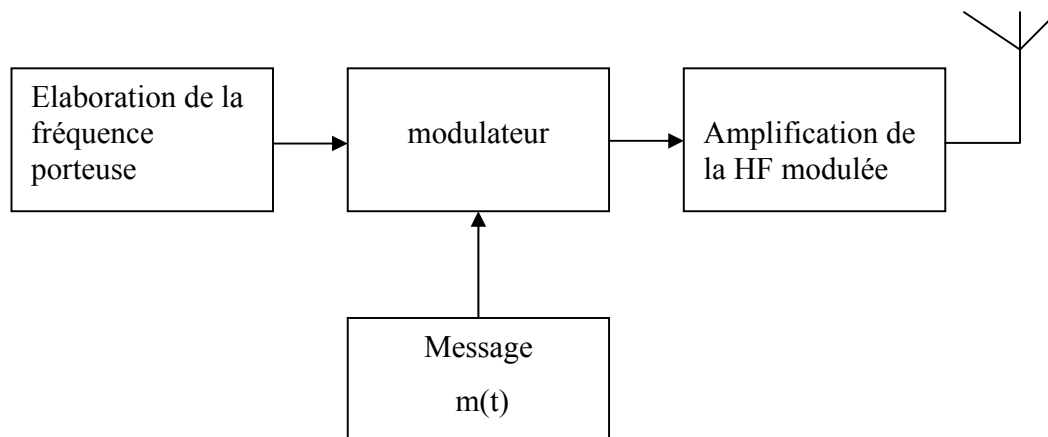


Figure II.2 : schéma de principe d'un émetteur radio électrique

Ce schéma peut comporter des variantes :

- Etage amplificateur de la fréquence porteuse avant modulation
- Modulation haut niveau et suppression de l'étage amplificateur HF

- Modulation réalisée à une fréquence intermédiaire inférieure à la fréquence d'émission , suivi d'un changement de fréquence qui transpose le spectre autour de la fréquence d'émission .

La fonction centrale réalisée au niveau de l'émetteur est la modulation .

Les caractéristiques qu'il est nécessaire de fixer pour définir un émetteur peuvent se classer en deux grands groupes :

- Des paramètres essentielles spécifiques des émetteurs (fréquences d'émission , type de modulation , puissance de sortie et fidélité).
- Des conditions qu'il faut déterminer pour tous les appareils électroniques (alimentation électrique, caractéristique d'entrée et de sortie, condition d'environnement).

Dans notre étude on s'intéresse aux paramètres essentielles des émetteurs :

II.3.1.1) Fréquence d'émission

La fréquence d'émission, ou fréquence de travail et la fréquence de l'onde porteuse ,c'est à dire la fréquence de l'onde émise en l'absence de modulation .

Selon cette caractéristique les émetteurs peuvent être classés en trois catégories :

- Les émetteurs à fréquence fixe utilisés en général par les services civils, par exemple les émetteurs de Radiodiffusion ou de télévision .
- Les émetteurs fonctionnant sur un nombre réduit de fréquences préétablies dans une bande déterminée(exemple :émetteur HF à quatre fréquences dans la bande 2 à 18 MHz).
- les émetteurs à fréquence variable dans une bande :

la variation de fréquence est quelquefois continue mais en général, elle est discrète et réalisée au moyen d'un synthétiseur de fréquence , dont le pas détermine l'écart minimum de deux fréquences d'émission possibles .

II.3.1.2) Type de modulation

Il y a plusieurs type de modulation , mais il sont toujours conçues à partir des trois principaux modulation qui sont :

- La modulation d'amplitude qui consiste à varier l'amplitude de la porteuse en fonction du message à transmettre

Soit $m(t)$ le signal message et $p(t) = A \cos(2\pi F_p t)$ la porteuse, à la sortie du modulateur le signal modulé est $S(t) = m(t) \times p(t) = A \cos(2\pi F_p t) \times m(t)$

- La modulation de fréquence qui consiste à varier l'amplitude de la porteuse en fonction de l'amplitude du signal modulant $m(t)$.

A la sortie de modulateur $S(t) = A \cos[2\pi(F_p + m(t))t]$

- La modulation de phase qui consiste à varier la phase de la porteuse en fonction de $m(t)$

A la sortie du modulateur $S(t) = A \cos[2\pi F_p t + m(t)]$

Les modem utilisés en transmission des données utilisent les modulations numériques soit une modulation FSK (frequency shift keying) qui consiste à associer au zéro logique une fréquence et à l'élément un logique une autre fréquence, soit la modulation ASK (amplitude shift keying) qui consiste à associer aux deux éléments logiques deux amplitudes différentes, soit une modulation PSK (phase shift keying) qui consiste à les associer deux phases différentes, il y a aussi la modulation combinée dont on peut combiner l'amplitude et la fréquence ou l'amplitude et la phase cette modulation est utilisée pour augmenter le débit de transmission.

II.3.1.3) Puissance de sortie

La puissance de sortie est une caractéristique très importante d'un émetteur car elle en détermine les dimensions et les consommations électriques ; elle influe aussi directement sur la portée.

Elle varie entre quelques Watts et plusieurs centaines de Kwatts. Elle dépend à la fois de la gamme de fréquence employée et du type d'utilisation. En radiodiffusion par exemple les puissances émises sont toujours très grandes. Pour une liaison point à point la puissance émise pourra être beaucoup plus faible.

II.3.1.4) Fidélité :

L'émetteur doit transmettre fidèlement le signal ce qui signifie principalement que les non-linéarités des circuits ne doivent pas entraîner des distorsions insupportables.

II.3.2) Etude de récepteur

Un récepteur radio électrique peut être schématisé par le schéma suivant :

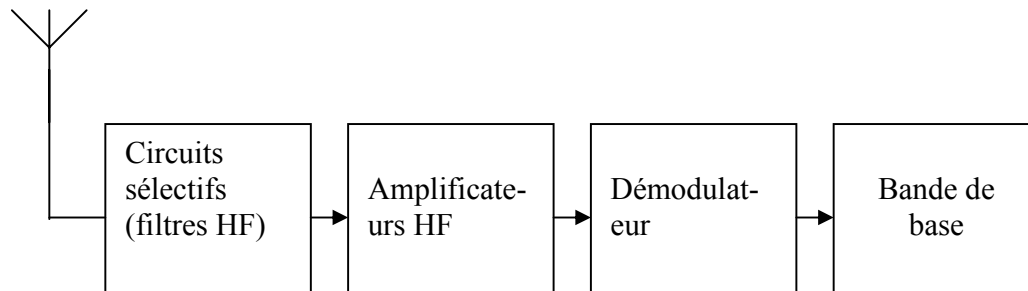


Figure II.3 : Chaîne de réception idéale

Généralement un récepteur comprend :

- Un antenne ,chargé de créer (à l'entrée des circuits du récepteurs et a partir du champs électromagnétique rayonné par l'émetteur) une tension haute fréquence modulée.
- Des circuits sélectifs ayant pour but de favoriser la transmission du signal que l'on veut recevoir et d'affaiblir les signaux parasites (fonction de filtrage).
- Un démodulateur dont le rôle est d'extraire le signal informationnel base fréquence du signal haute fréquence modulé.
- Une partie bande de base généralement constituée par des filtres ,des égaliseurs et des amplificateurs base fréquence permettant d'obtenir le signal utile plus clairement .

Le champ électromagnétique crée par un émetteur est rayonné par l'antenne d'émission ,se propage dans l'espace et induit un courant dans l'antenne de réception a partir du courant modulé issu de l'antenne réceptrice , le récepteur devra restituer l'information portée par le signal modulé. Mais alors qu'a l'émission, le signal à émettre est connu et doit être mis sous la forme la mieux adaptée au canal de transmission , avec une puissance suffisante, à la réception le signal est inconnu, il a un niveau en général très faible et il est perturbé par des bruits, le récepteur devra extraire au mieux le signal modulant de ses divers perturbations qui l'accompagnent.

II.3.2.1) Caractéristiques essentielles des récepteurs

Les caractéristiques essentielles d'un récepteur sont : la sensibilité, la sélectivité, et la fidélité

- La sensibilité :

La sensibilité est une qualité de base d'un récepteur puisqu'elle traduit son aptitude à recevoir des signaux très faibles.

- La sélectivité :

La sélectivité est précisément la faculté du récepteur de séparer un signal utile à la fréquence F d'un parasite ou d'un brouilleur à la fréquence $F + \Delta F$. On l'exprime généralement par l'affaiblissement en décibel que subit ce parasite ou le brouilleur par rapport au signal utile dont la fréquence F est égale à la fréquence d'accord des circuits.

- fidélité :

La fidélité est l'aptitude du récepteur à restituer le signal utile $m(t)$ sans détérioration de sa qualité, du moins sans déformation (distorsion) excessive.

Il y a plusieurs types de récepteurs citons :

II.3.2.2) Récepteur Superhétérodyne

Le récepteur superhétérodyne, inventé par Armstrong (1916), est actuellement le plus utilisé. Son grand succès s'explique essentiellement par le fait que cette architecture offre les meilleures performances en termes de sélectivité et de sensibilité. La topologie simplifiée d'un récepteur superhétérodyne est représentée en (Fig II.3).

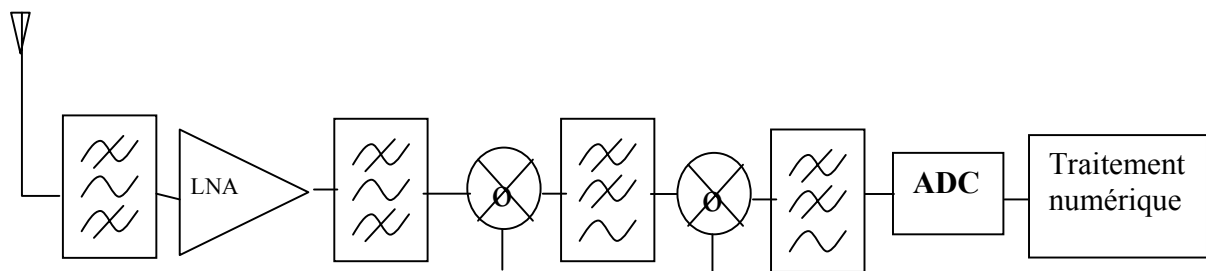


Figure II.4: Architecture simplifiée du récepteur superhétérodyne.

Le récepteur est composé comme suit en partant de l'antenne :

- ✓ un premier filtre passe-bande chargé de sélectionner la bande RF du signal.
- ✓ un amplificateur faible bruit (LNA), chargé d'amplifier le signal qui peut avoir une valeur très faible en entrée (quelques μV sur 50Ω). Le gain de cet amplificateur est d'environ 10-20dB. De plus cet amplificateur présente un faible facteur de bruit compris entre 2 et 3dB.
- ✓ un filtre image, dont l'utilité est d'éliminer les signaux présents à la fréquence image. Il permet aussi d'atténuer les harmoniques créées par le LNA (à cause de sa non linéarité).
- ✓ un multiplieur multipliant le signal avec un signal sinusoïdal de fréquence variable f_{ol} générée par un oscillateur local. Le signal est ramené à une fréquence intermédiaire fixe.
- ✓ un filtre canal sélectionnant le canal désiré. Ce filtre doit avoir un facteur de qualité important pour assurer une bonne sélectivité.
- ✓ un convertisseur analogique numérique ADC.
- ✓ une partie numérique pour démoduler et décoder le signal.

Le principe de fonctionnement de ce récepteur est de transposer le signal radio voulu autour d'une fréquence intermédiaire fixe, (FI). Cette transposition de fréquence est réalisée par multiplication du signal avec le signal issu d'un oscillateur local.

Pour éviter l'encombrement du spectre du signal transposée à la fréquence FI, il est préférable de choisir une FI grande. D'autre part, le filtre se trouvant juste après le multiplieur doit lui être capable de filtrer le canal voulu parmi des canaux adjacents très proches, FI doit être plutôt petite pour avoir des spécifications raisonnables sur ce dernier filtre. Cette contradiction montre bien que le choix de FI n'est pas trivial. En outre, ce choix est important puisqu'il détermine les performances en sensibilité et en sélectivité du récepteur.

En pratique, l'architecture à double FI est la plus utilisée. Dans cette architecture le signal est translaté successivement à une première fréquence intermédiaire FI1, puis à une seconde FI2.

Etant donné que le second multiplieur effectue une transposition en basse fréquence une décomposition 1 et 2 du signal est effectuée pour ne pas perdre d'informations .

II.3.2.3) Architecture Homodyne

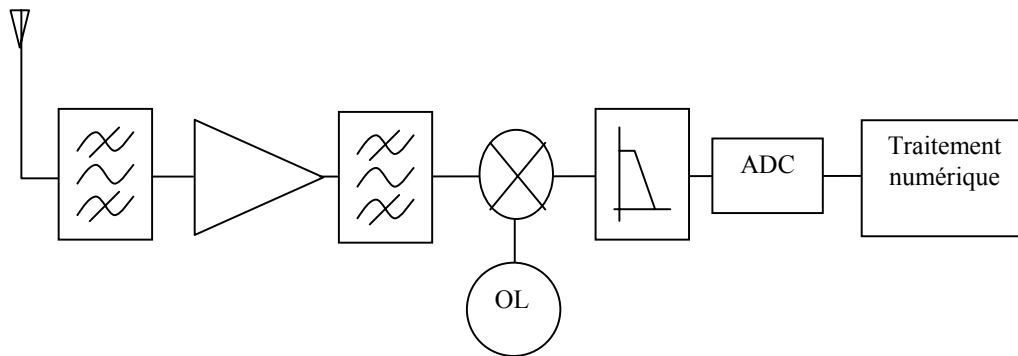


Figure II.5: Architecture du récepteur homodyne

Le cas particulier d'une architecture superhétérodyne, où $FI=0$, constitue le système de réception homodyne. Dans cette architecture, la fréquence de l'oscillateur local est ajustée sur la fréquence du canal désiré $f_{ol} = f_{in}$, d'où $FI=0$. Ceci a pour conséquence de transposer le signal autour de la fréquence nulle. Le canal est ensuite sélectionné parmi les autres canaux adjacents par le filtre FI qui est un filtre passe-bas.

On peut observer que l'architecture homodyne est beaucoup plus simple dans son principe que l'architecture superhétérodyne. Mais, historiquement, elle a été très peu utilisée car elle comporte de nombreuses difficultés qu'il faut surmonter pour passer à la réalisation, parmi ses difficultés la nécessité d'utiliser un oscillateur local de fréquence très stable.

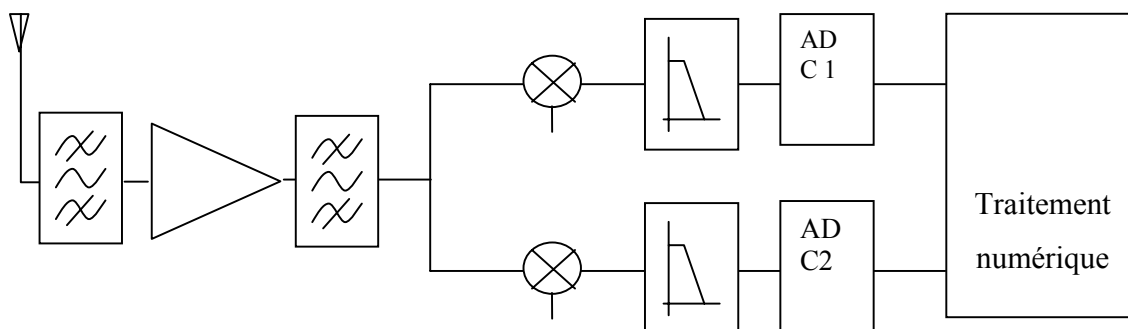


Fig II.6 : Topologie utilisée en pratique

Le premier problème posé par cette architecture est la réalisation des deux voies I et Q les plus identiques possibles. Cette difficulté, qui a été en partie résolue aujourd'hui avec les possibilités d'intégration, constituait un problème réel autrefois où les circuits étaient réalisés avec des composants discrets. La seconde difficulté de ce système, qui est considérée comme la plus importante, est la tension continue de décalage qu'on appellera offset. La cause fondamentale de cet offset est due principalement au fait que la fréquence de l'oscillateur local se trouve dans la bande passante du LNA. L'isolation entre le LNA et l'oscillateur local n'étant pas parfaite, une fraction du signal de l'oscillateur peut se retrouver à l'entrée de l'amplificateur. Ce signal va ensuite être transposé, après multiplication, à la fréquence nulle.

De même, un signal peut passer, par couplage, directement de la sortie du LNA à l'autre entrée du multiplieur. Là encore, l'offset est créé après multiplication. Outre ces deux causes d'offset qui sont les plus importantes, il est à noter que le mauvais appariement entre les voies I et Q est aussi source d'offset. Ce problème d'offset est très important. En effet, si cet offset n'est pas éliminé, il peut saturer les circuits qui suivent dans la chaîne de réception. Pour annuler l'offset, la méthode couramment utilisée consiste à effectuer un couplage capacitif juste avant le convertisseur A/N.

Cependant cette technique n'est valable que pour un certain type de système comme les messageries. Pour d'autres systèmes où de l'information est présente à la fréquence nulle, comme c'est le cas pour la norme GSM, cette solution n'est pas envisageable. On lui préfère des techniques dans lesquelles l'annulation de l'offset est obtenue par des méthodes numériques.

II.4) Choix de la technologie d'implantation

Cette partie concerne l'étude des caractéristiques des deux modules Radiometrix 3 (émetteur et récepteur).

Les deux modules émetteurs (TX3) et récepteur (RX3) sont conçues pour réaliser de la transmission des données par les ondes radioélectriques dans la gamme UHF plus précisément

dans la bande 868-915 MHz avec un débit jusqu'à 50 kbits/s pour une distance de 30m dans les immeubles et une distance de 120 m dans les surfaces ouvertes.

Il y a deux versions ,une version européenne et une version américaine :

En Europe ces deux module permettent la transmission dans la bande 868-870MHz ,et en Amérique du Nord c'est dans la bande 902-928MHz ,les modules utilisées dans notre projet sont conformes à la version européenne.

Chacun de l'émetteur et récepteur est conçu comme tout un bloc (circuit intégré) .

II.4.1)Etude de l'émetteur

II.4.1.1)Schéma bloc de l'émetteur

Il est plus clair d'après son schéma bloc que l'émetteur est constitué de trois parties : Une partie bande de base ou partie basse fréquence, une partie modulateur et une partie radio fréquence (figure II.8).

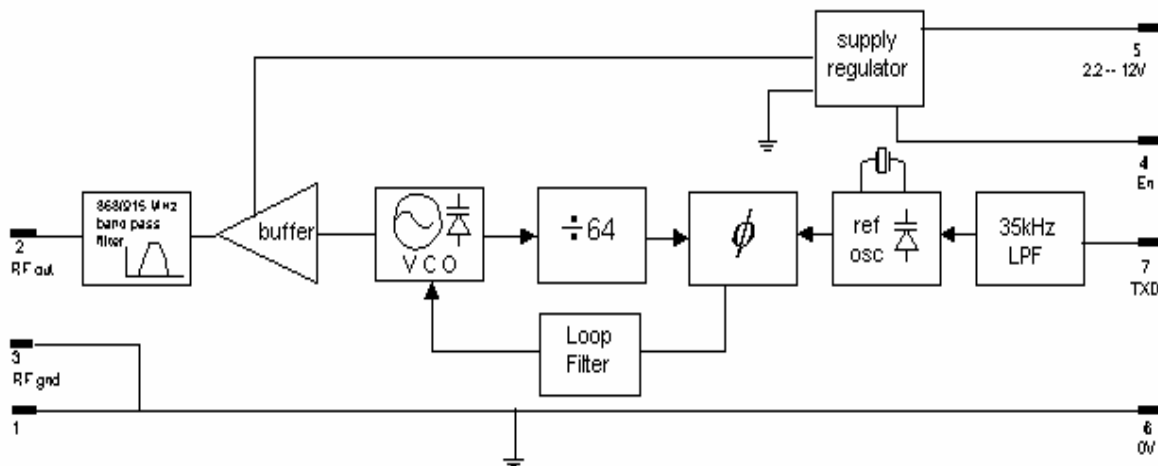


Figure II.7: schéma bloc de l'émetteur

- La partie bande de base :

Elle est représentée dans le schéma bloc de l'émetteur par le filtre passe bas ,de fréquence de coupure 25 KHZ.

A l'entrée de TX3 (par la broche 7) ,le signal bande de base est un signal numérique de débit jusqu'à 50 Kbits/s, ce signal a une fréquence de 25 khz avec un niveau de tension nulle pour le zéro logique et 3v pour le 1 logique.

- la partie modulation :

Elle est représenté dans le schéma bloc de l'émetteur par l'ensemble « VCO, filtre, et un comparateur de phase ».

Un MODEM permet d'adapter les signaux numériques ,à la transmission sur une ligne analogique à l'émission et de convertir un signal analogique en un signal numérique à réception. Il suffirait donc d'associer à chaque niveau logique « 0 » ou « 1 » un signal analogique. D'ou, la simplicité de principe de base d'un modem.

Le modem assure un rôle prépondérant aussi bien en émission qu'en réception de données. La conversion de signaux numériques en signaux analogiques s'effectue dans la partie modulateur du modem en émission des données, alors que la conversion inverse(conversion des signaux analogiques en signaux numériques), a lieu dans la partie démodulateur du modem lors d'une réception des données.

Notre émetteur utilise la modulation par déplacement de fréquence FSK .

La modulation FSK consiste à émettre un signal sinusoïdal ,soit de fréquence f_0 lorsque le bit du signal numérique à transmettre vaut « 0 » logique , soit de fréquence f_1 lorsque le bit vaut « 1 » logique . Afin que la largeur de la bande de fréquence soit aussi faible que possible , il faut que f_0 et f_1 soient plus proches l'une de l'autre . Typiquement , nous retenons que $(f_1 - f_0)/2$ doit être de l'ordre de 10% de $(f_1 + f_0)/2$. D'autre part , afin que le signal de fréquence f_1 ou f_0 soit défini sans ambiguïté , il est nécessaire que la période correspondante à f_1 ou f_0 soit nettement plus petite que la durée d'un état électrique stable du signal numérique initial (voir figure 1.1).Si f_h représente la fréquence du signal numérique initial, il faut prendre donc $f_0 \gg 2.f_h$.(figII.9).

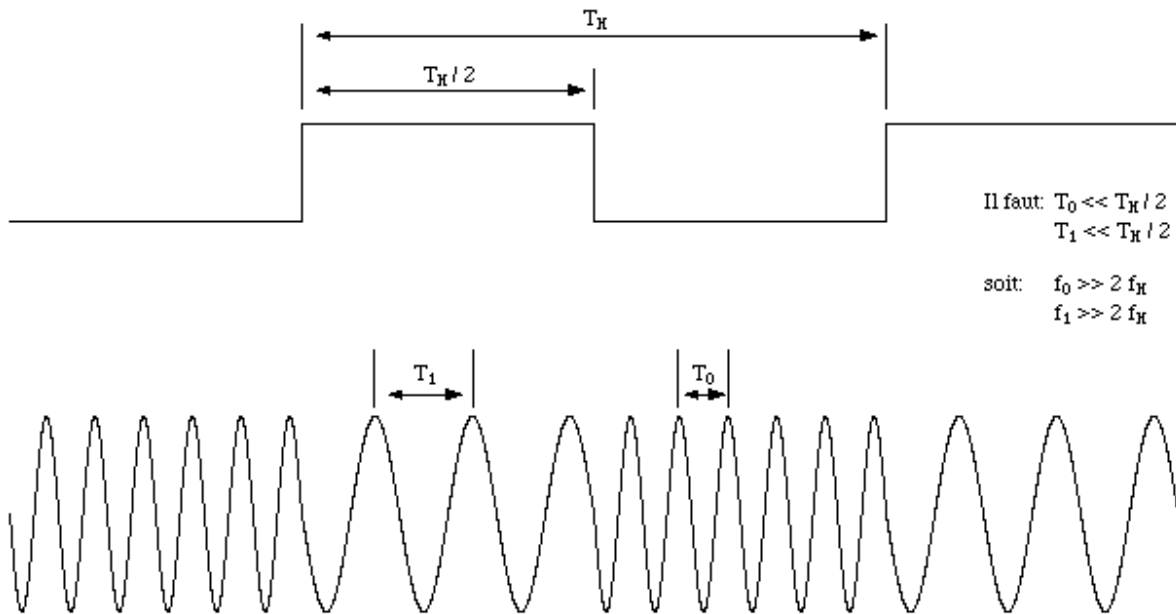


Figure II. 8 : Modulation en fréquence du signal

Ainsi, un modulateur FSK peut être schématisé comme suit :

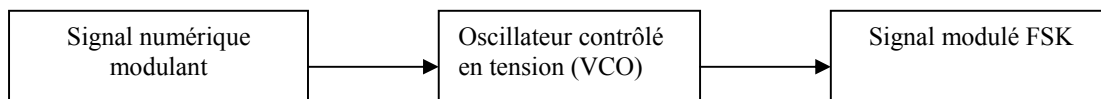


Figure II.9 : Schéma fonctionnel du modulateur

Les oscillateurs contrôlés en tension (VCO) utilisent des convertisseurs tension – fréquence cette variation de tension ,lente ou rapide, à leurs entrées se traduit par une variation de fréquence en sortie . Un VCO doit présenter les qualités suivantes :

- bonne linéarité de fréquence en fonction de la tension d'entrée $f_s(u_0)$.
- bonne stabilité de fréquence centrale f_0
- grande variation possible de la tension d'entrée u_0

Un VCO est accompagné toujours d'un condensateur ou d'un réseau RC dont la ou les valeurs sont définies pour que la fréquence de sortie f_s soit égale à la fréquence centrale f_0 à tension de commande nulle ($u_0 = 0V$).

▪ Partie radiofréquence (RF) :

Cette partie est constituée par un filtre passe bande dans la bande 868-915 MHz .

A la sortie de tx3 (broche 2) on détecte le signal radiofréquence qui attaque directement l'antenne ,puis ce signal sera émis dans l'espace vers le récepteur RX3,l'impédance de sortie de cet émetteur est de 50 Ω .

II.4.1.2)description des différentes broches

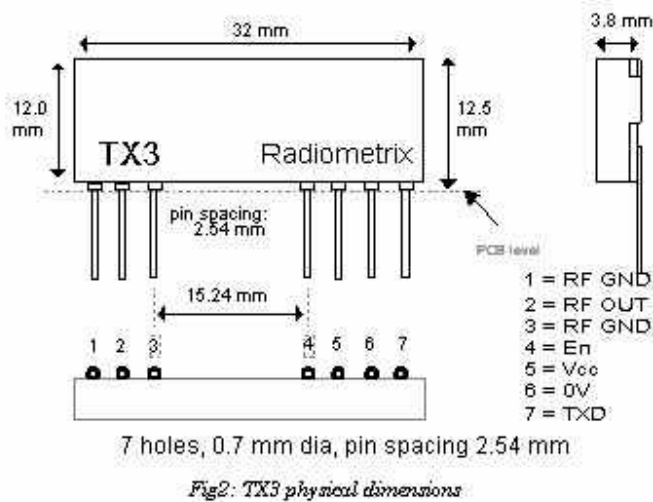


Figure II.10 : dimension géométrique du module RX 3

masse(RF GND) (bornes 1&3)

Les deux bornes 1 ,3 de ce module sont reliées à la masse. Ils devraient être directement reliées au chemin de retour de RF- par exemple la tresse coaxiale. Ces deux bornes sont reliées à la bornes 6.

RF OUT (borne2)

C'est la sortie du signal radiofréquence l'impédance en ce point est de 50Ω (impédance de sortie de l'émetteur) ,cette broche est reliée directement à l'antenne.

En (borne 4)

Si la tension d'entrée à cette borne est supérieur à 2 v le module TX3 est capable de fonctionner normalement permettent ,et si cette tension est inférieur à 0.15V ou le courant est d'intensité inférieur à $1 \mu A$ le module s'arrête .

Vcc (borne 5)

C'est la borne de l'alimentation (+VCC) acceptant tout tension entre +2.2V et +10V.

Avec un taux d'ondulation maximum 0.1V .

0V (borne 6)

c'est une borne relié à la masse ,Intérieurement relié aux bornes 1 et 3 .

TXD (borne 7)

C'est l'entrée de signal numérique : Accepte des données numériques périodiques(de fréquence 25 KHZ) de niveaux 0V et 3V. L'entrée est impédance élevée.

II.4.2) Etude du récepteur

II.4.2.1) schéma bloc du récepteur

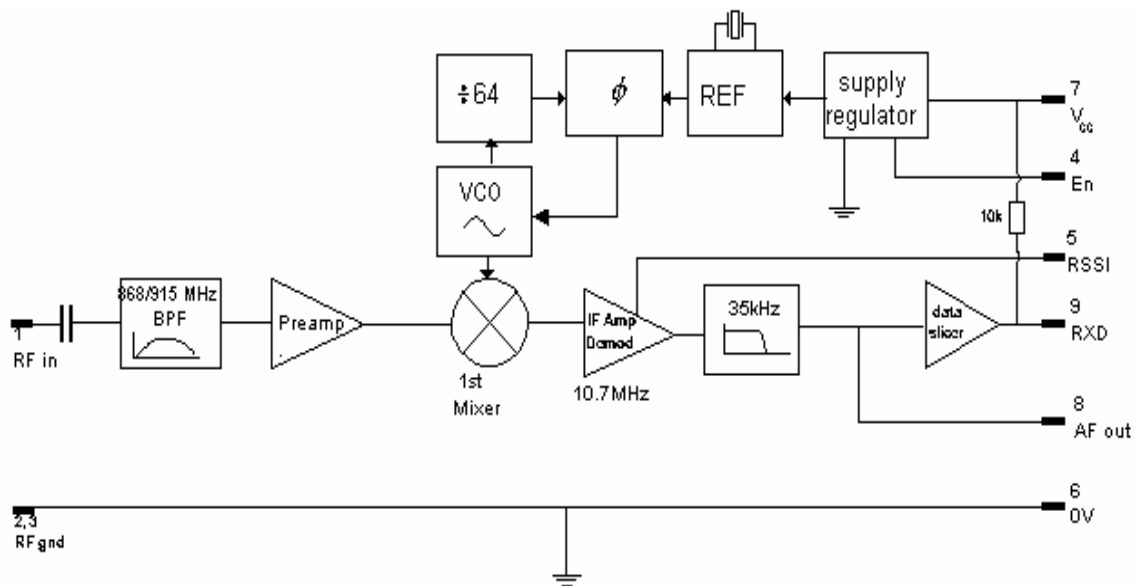


Figure II.11 :schéma bloc de l'émetteur

- partie radiofréquence :

La partie radiofréquence se compose d'un filtre passe bande (dont la bande passante est de 868 à 915 MHz), suivi d'un préamplificateur qui permet d'amplifier le signal très faible venant du filtre avec un minimum de bruit ,pour obtenir un signal nette et compréhensible par le mélangeur.

- partie transposition de fréquence :

Pour faciliter l'opération d'amplification et de démodulation on doit recourir à une transposition de fréquence ,de l'ultra haute fréquence vers une autre moins basse appelée fréquence intermédiaire, normalisée à FI=10,7MHZ à l'entrée du démodulateur cette partie regroupe les constituants suivants :

- * Oscillateur local

L'oscillateur locale permet de délivrer une fréquence FL stable .

Il est constitué d'un VCO, d'un oscillateur de référence à quartz, d'un diviseur de fréquence (division par 64) et d'un comparateur de phase .

Le principe de fonctionnement est le suivant :

L'oscillateur à quartz délivre une fréquence très stable Fq, le VCO délivre un signal de fréquence F0 qui est divisée par 64 pour obtenir un signal de fréquence F1, la phase de ce signal doit être comparée à celle du signal de fréquence Fq , la différence se manifeste en tension qui attaque de nouveau le VCO , lui permettant d'avoir à la sortie la fréquence FL très stable qui attaque ensuite le mélangeur.

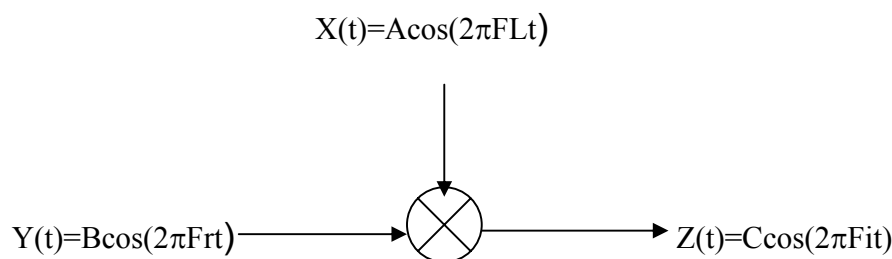
* mélangeur :

Généralement un mélangeur permet la multiplication de deux signaux permettant ainsi d'avoir à la sortie un signal de fréquence la somme ou la différence de deux fréquences suivant le cas d'un mélangeur additif ou soustractif.

Notre mélangeur est soustractif permettant d'avoir à la sortie une fréquence intermédiaire Fi autour de 10,7 MHz ($F_i = F_r - F_L$)

F_r : fréquence reçue (fréquence du signal issu du préamplificateur).

F_L : fréquence délivrée par l'oscillateur locale.



$$Z(t) = X(t) \times Y(t) = A \cos(2\pi F_L t) \times B \cos(2\pi F_r t)$$

$$= [\cos(2\pi t(F_L + F_r)) + \cos(2\pi t(F_r - F_L))]$$

Donc le mélangeur permet d'obtenir deux signaux de fréquences respectives

$F_r + F_L$ et $F_r - F_L$, par simple filtrage on choisit l'un par rapport à l'autre, dans notre mélangeur c'est la fréquence $F_r - F_L$ qui persiste : c'est le cas d'un mélangeur soustractif.

▪ Partie démodulation :

Si l'émetteur module le signal qu'il transmet, le récepteur doit pouvoir effectuer l'opération inverse, c'est à dire la démodulation. Mais, cette opération n'est pas, à priori, évidente. Il s'agit d'employer une boucle à verrouillage de phase (figure II.12). Le principe de ce montage est de prendre le même circuit pour la démodulation que celui qui a été employé pour la modulation (circuit à base de VCO) puis d'asservir le circuit de démodulation de telle sorte que sa sortie soit égale à l'entrée du circuit de modulation. Nous retrouvons ainsi à l'entrée du circuit récepteur le signal qui était à la sortie du circuit émetteur, c'est à dire le signal modulé.

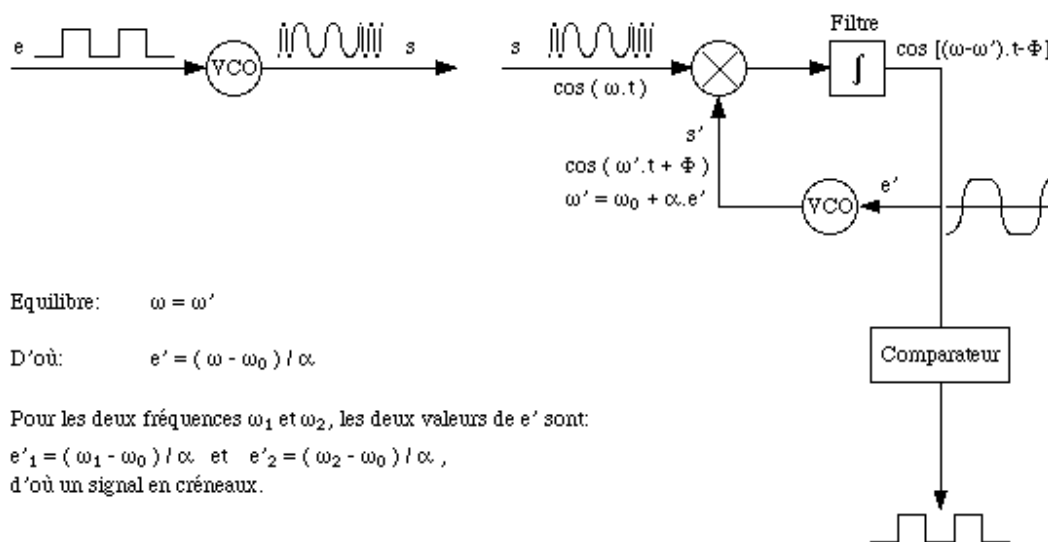


Figure II.12 : Schéma de principe de modulateur / démodulateur

Le montage démodulateur comporte un oscillateur, donnant la fréquence de référence à partir de laquelle il essaie d'égaliser celle du signal qu'il a démodulé. Ainsi il faut que cette fréquence de référence soit assez proche de f_0 et f_1 . En fait, si cette fréquence est correctement réglée, on dit qu'il y'a accrochage de la boucle de phase sur le signal transmis.

Par conséquent, la démodulation FSK consiste à l'émission des fréquences en mode verrouillé. Lorsque nous désirons transmettre des signaux binaires (0-1) par voie radio nous associons aux niveaux 0 et 1 des signaux sinusoïdaux de fréquences fixées par des standards.

un démodulateur FSK peut être schématisé comme suit :

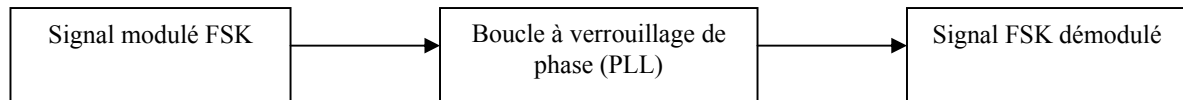


Figure II.13 Schéma fonctionnel d'un démodulateur

* Présentation de la boucle à verrouillage de phase PLL :

La PLL (Phase Locked Loop) ou boucle à verrouillage de phase ou boucle d'asservissement de phase est un système bouclé dans lequel la grandeur asservie est la phase d'un signal alternatif . Son principe a été étudié par Bellescize en 1932. Ce dispositif était destiné à améliorer les conditions de réception des signaux radioélectriques noyés dans le bruit en modulation d'amplitude . Il était aussi utilisé en réception des signaux à porteuses supprimée ou réduite .

Ainsi, le principe fondamental de la PLL était en soi extrêmement intéressant mais la technologie de l'époque ne permettait pas de réaliser des montages simples et économiques .Il a fallu, comme pour beaucoup de principes découverts et mis en attente , l'avènement des circuits intégrés de grande intégration (LSI :Large Scale Integration). Donc, il existe aujourd'hui de nombreux circuits intégrés (PLL). Certains sont à usages multiples, d'autres à usages très spécifiques .

Par conséquent , les PLL peuvent être utilisées dans de nombreuses applications touchant aussi bien l'instrumentation et les mesures que la radio (émission et la réception).

Citons quelques unes de ces applications :

- démodulation cohérente d'amplitude AM
- démodulation de fréquence FM
- détection FSK
- synthétiseur de fréquence

La figure II.14 représente le schéma fonctionnel d'une PLL . C'est un système asservi (contre-réaction) à retour unitaire . Entrée et retour sont caractérisés par la phase d'un signal de même fréquence .

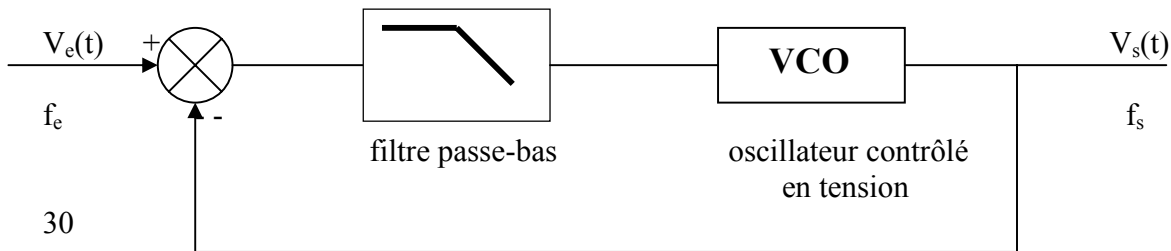


Figure 11.14 : La boucle à verrouillage de phase (PLL)

Les éléments constitutifs de ce circuit sont :

- un comparateur de phase,
- un filtre passe-bas,
- un oscillateur contrôlé.

Comparateur de phase :

Ce circuit compare la phase de deux signaux alternatifs et fournit une tension moyenne d'erreurs $u(t)$ proportionnelle à leurs déphasage μ lorsque la boucle est verrouillée, soit $f_e = f_s$.

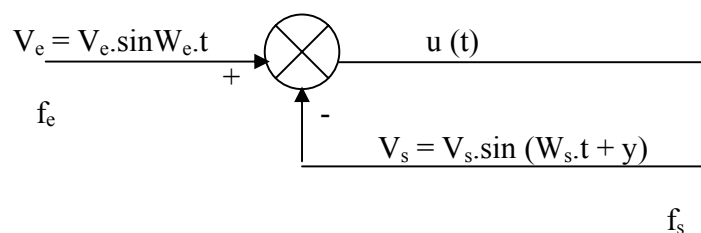


Figure 11.15 : schéma d'un comparateur de phase

La tension $u(t)$ récupérée à partir du comparateur de phase dans les conditions de verrouillage comprend :

- des harmoniques de fréquences $2.f_c$ et plus,
- une composante continue u_0 à l'image de déphasage qui sera directement exploitable

Filtre passe-bas :

La tension $u(t)$ est inutilisable à cause des harmoniques. Il faut supprimer ceux-ci afin de ne conserver que la composante continue $u_0(t)$. La fonction de transfert du filtre influence les propriétés de l'asservissement et permet, par le choix des paramètres introduits, de modifier les performances du dispositif. C'est l'utilisateur qui fixe la ou les fréquences de cassure de ce filtre.

On rencontre :

- le filtre passif constitué de résistances et de condensateurs, c'est le cas le plus fréquent lorsque on utilise des circuits intégrés PLL .
- le filtre actif qui permet, en plus de sa fonction initiale, d'apporter un gain supplémentaire dans la chaîne directe .

Oscillateur contrôlé :

C'est un oscillateur fournissant une onde alternative, dont la fréquence varie à l'image d'une tension ou d'un courant.

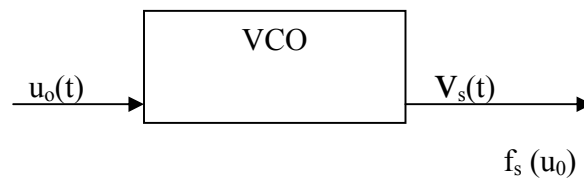


Figure 11.16 : schéma globale du VCO

Il est souhaitable que cette dépendance fréquence-tension soit linéaire

▪ partie bande de base :

La partie bande de base est représentée ,dans notre module RX3, par le filtre passe bas (de fréquence de coupure 25 KHZ) et l'égaliseur (data slicer).

A la sortie du démodulateur on obtient un signal quasi-numérique avec beaucoup d'harmonique unitiles qui seront filtrées et on obtient ainsi un signal plus nette dans la bande 25 KHZ ,mais il reste quasi-numérique ,c'est l'égaliseur qui le rend parfaitement numérique.

Et on obtient ainsi le signal utile par la broche 9 du récepteur.

II.4.2.2) Description des différentes broches :

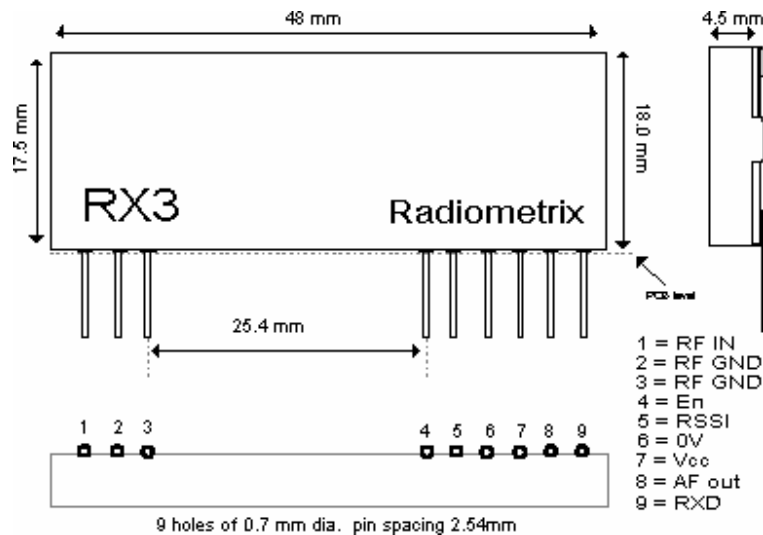


Figure II.17 : dimension géométrique du module RX3

En (borne 4)

Si la tension est inférieure à 0,4V le module s'arrête (même chose si le courant est inférieur à 1 μ A).

Si cette tension est supérieure à 2V le récepteur fonctionne.

RSSI (borne 5)

C'est une sortie permettant d'avoir la puissance du signal d'entrée.

Mass 0V (borne 6)

La borne 6 est reliée à la masse et elle est reliée aux bornes 2 et 3

Vcc (borne 7)

On fait l'alimentation du récepteur par la borne 7 ,la tension d'alimentation doit être comprise entre +2.7V et +12V,avec un taux d'ondulation maximum de 0.1V

Sortie audiofréquence :**AF out** (borne 8)

Sortie analogique protégée et filtrée du démodulateur FM. polarisé approximativement. La charge externe devrait être de résistance $> 50k\Omega$ avec une capacité $< 100pF$.

RXD (borne 9)

Par la borne on obtient les données numérique utiles.

II.5)conclusion

Nous avons vu que pour concevoir un modem radio il faut tout d'abord préciser la bande de fréquence dans laquelle ce modem va fonctionner , d'étudier la propagation , les phénomènes d'interférences et d'évanouissement et toutes les contraintes pour l'émission dans cette bande ,puis on doit reconnaître les différentes technologies d'implémentation afin de bien choisir les modules RF nécessaires à la réalisation pratique d'un modem radio tout en respectant un compromis entre le coût et la qualité .

C'est en s'appuyant sur cette méthode analytique que nous avons conçu notre modem radio à 880 MHz.

Réalisation et Tests expérimentaux

III.1) Introduction

Après des études théoriques faites sur notre modem radio 880 Mhz au chapitre précédent nous allons réaliser et implanter ce modem sur une carte électronique ceci nécessite une étude pratique basée sur un ensembles de tests expérimentaux .

Ces tests concernent soit la description de la partie matérielle soit une description de la partie logicielle (comment définir la procédure de communication entre les deux PC :programmation de cette communication).

Au niveau de la partie matérielle on fait des tests sur l'étage RF (sur les module Radiometrix 3 ; émetteur et récepteur ; et des tests sur l'étage bande de base (des tests sur les circuits d'alimentation et d'adaptation comme le MAX 232))

III.2) Description de la plate-forme de test

III.2.1) Description de la partie matérielle

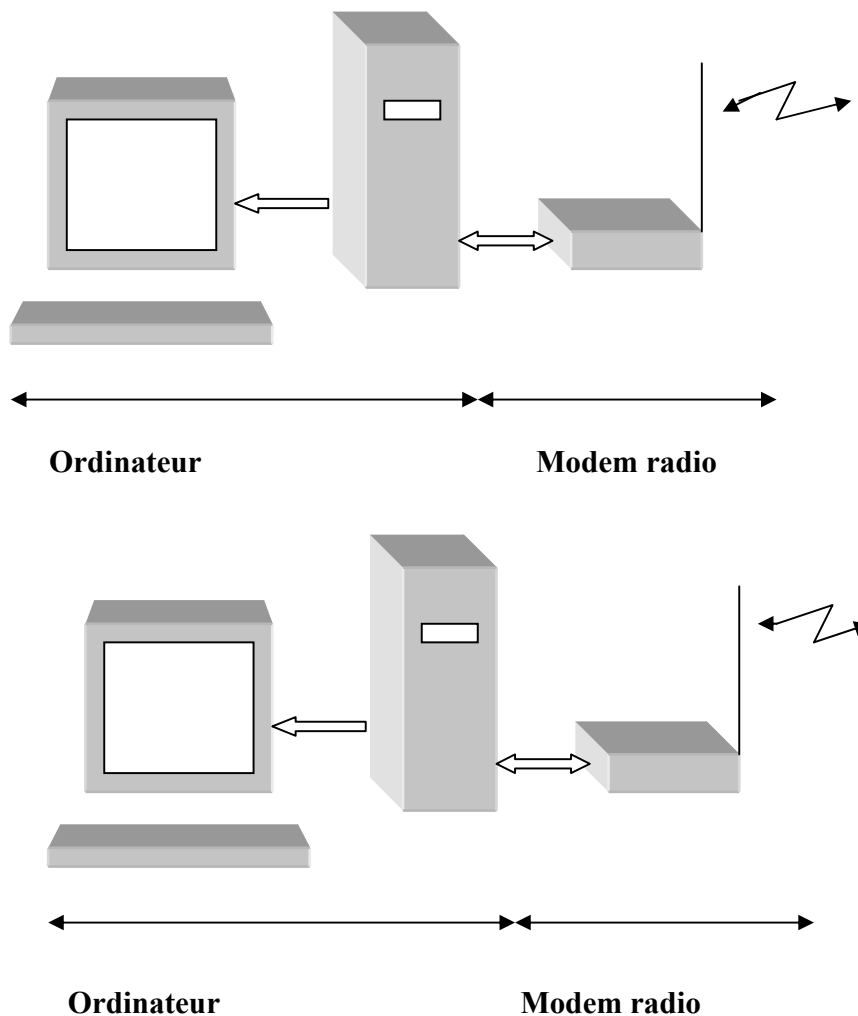


Figure III.1 : chaîne de communication radio

Cet schéma définit la chaîne de communication : en effet en sortant par le port Série du PC, le signal numérique de niveau de tension entre -12 et $+12$ V (signal en bande de base avec un débit

programmé) attaque le circuit MAX 232, ce circuit permet d'avoir un signal avec un niveau TTL ($0 \rightarrow 0V$ et $1 \rightarrow 5V$) , par un simple diviseur de tension on attaque notre modem radio avec un signal de niveau entre 0 et 3v qui est adapté à notre émetteur et qui permet d'avoir à l'antenne un signal analogique dans la bande de fréquence 880 MHz .

Ainsi dans notre étude pratique il faut définir les caractéristiques de chacun des composants MAX23 et le port série du PC qui jouent un rôle prépondérant dans la chaîne de communication.

II.2.1.1) Etude du port série du micro-ordinateur

Les ports séries permettent un grand nombre d'applications avec un faible encombrement de point de vue fils de connexion .

dans notre projet nous avons utilisé le connecteur DB9 pour connecter le modem radio au PC (Fig III.2).

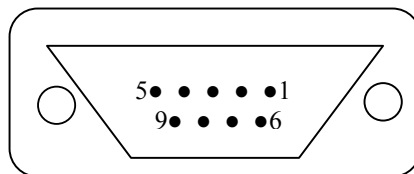


Figure III.2 : brochage du connecteur DB9 du port série du PC

Chaque broche de ce connecteur DB9 est connectée à l'interface série RS232 et elle a une fonction bien déterminée , elle peut être une entrée ou une sortie et est attribuée d'un nom. voici le tableau des différentes broches de ce connecteur.

Broche	Nom
1	DCD
2	RX
3	TX
4	DTR
5	GND
6	DSR
7	RTS
8	CTS
9	RI

Tableau III.1 : description des broches du connecteur DB9

- ✓ DCD : Cette ligne est une entrée active haute . elle à l'ordinateur qu'une liaison a été établie avec un correspondant .
- ✓ RX : Cette ligne est une entrée ;c'est à ce niveau que transitent les informations du correspondant vers l'ordinateur .
- ✓ TX : Cette ligne est une sortie des données de l'ordinateur vers le correspondant .
- ✓ DTR : Cette ligne est une sortie active haute , elle permet à l'ordinateur de signaler au correspondant que le port série a été libéré et qu'il peut être utilisé s'il le souhaite .
- ✓ GND : masse .
- ✓ DSR : Cette ligne est une sortie active haute ; elle indique au correspondant de signaler qu'une donnée est prête .
- ✓ RTS : Cette ligne est une sortie active haute ; elle indique au correspondant que l'ordinateur veut lui transmettre des données .

- ✓ CTS : Cette ligne est une entrée active haute , elle indique à l'ordinateur que le correspondant est prêt à recevoir des données.
- ✓ RI : Cette ligne est une entrée active haute ; elle permet à l'ordinateur de savoir qu'un correspondant veut initier une communication avec lui.

De point de vue électronique les signaux TX et RX en sortie des prises répondent aux normes RS232 c'est à dire :

1 logique compris entre -3 et -12 v

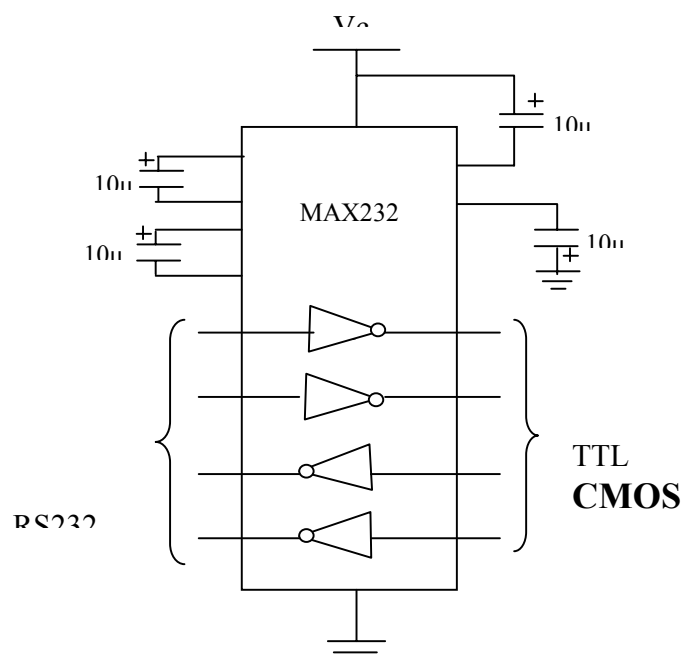
0 logique est compris entre $+3$ et $+12$ v.

II.2.1.2) Etude du MAX 232

Avec notre modem on doit disposer d'une liaison série RS232 avec un modem ; c'est pour cette raison qu'on a besoin d'adaptateur des niveaux ,dans la mesure où les spécifications électriques du port RS232 étant différentes de celle de la logique TTL/CMOS utilisées dans la plupart des montages électroniques . c'est pour cette raison qu'on a choisie le MAX232 permettant d'adapter les différents signaux .

Ces signaux des 0 et 5 v à la sortie du PC et -12 / $+12$ v sur l' RS 232

Voici le brochage du circuit MAX 232 (schéma de la figure III.3).



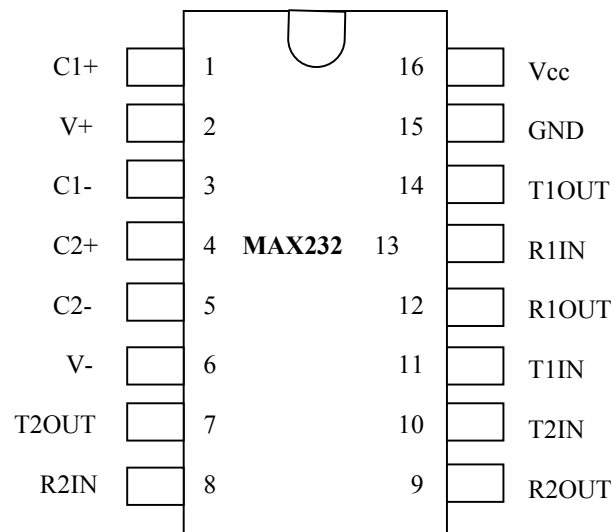


Figure III.3 :Brochage de circuit MAX 232

✓ les E/S TTL utilisées pour notre modem sont T1IN et R1OUT.

✓ les E/S RS232 : elles contiennent T1OUT et T2OUT en sortie ;R1IN et T2IN en entrée .

ainsi les données convergent vers le modem(vers l'émetteur) par la broche 12 (R1OUT) et lui divergent (vers le récepteur) par la broche 11(T1IN) .

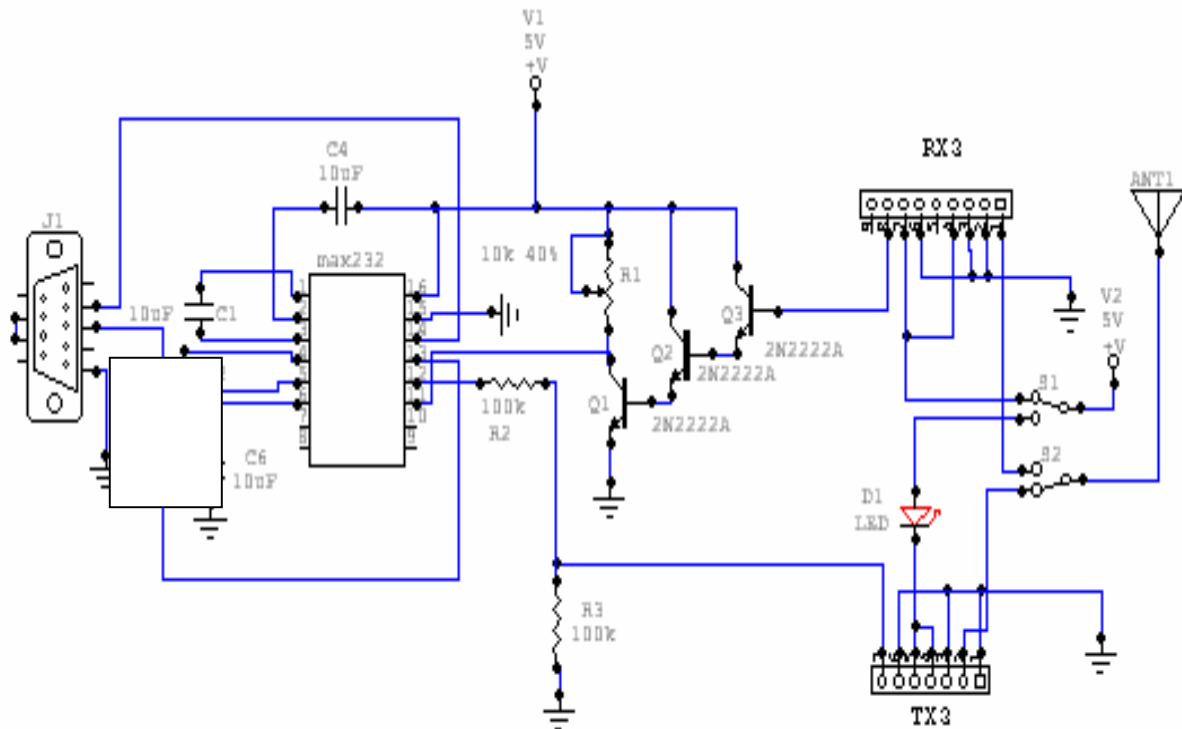
III.2.1.3) Schéma complet de la carte modem radio

Cette schéma est réalisé par le circuit maker .

Ce logiciel permet de réaliser les schéma électroniques conçues et il permet aussi la simulation de fonctionnement de ces circuits.

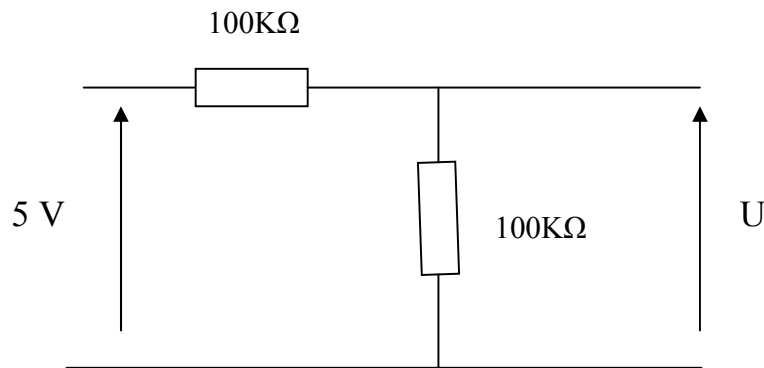
Le schéma de la figure III.4 montre le schéma électronique de notre modem 880 Mhz.

Figure III.4 : schéma électronique du modem radio



✓ En basculant le switch vers la position de l'émetteur , le processus d'émission peut s'expliquer comme suit :

A la sortie du port série du PC par la broche 2, le signal numérique a un niveau de tension entre – 12 et +12 v qui attaque ensuite le circuit MAX 232 par la broche 13 et on le récupère par la broche 12 avec un niveau TTL (0→5v) , mais on ne peut pas maître ce signal à l'entrée de l'émetteur TX3 car cette entrée nécessite un signal de niveau inférieur à 3 v ,donc on doit utiliser un diviseur de tension .



$$U = [100 / (100 + 100)] * 5 = 2,5 \text{ v}.$$

Enfin ce signal de niveau acceptable (2,5 v) attaque notre émetteur TX3 par la broche 7 , il sera modulé et transposée à la bande 880 MHz puis rayonné par l'antenne vers le récepteur.

✓ en basculant le switch vers la position du récepteur ,le processus de réception peut s'expliquer comme suit :

le signal UHF reçue par le récepteur RX3 par la borne 1 sera démodulé et amplifier ,et on obtient deux signaux basse fréquence : un signal numérique par la broche 9 du récepteur mais qui est très agité par le bruit et un signal analogique démodulé par la broche 8.

On a choisi le signal analogique (broche 8) , on attaque un étage amplificateur DARLONGTON constitué par trois transistors PNP de type 2N2222A permettant d'avoir à la sortie notre signal numérique avec un niveau 5 v (+Vcc).

Le signal numérique à la sortie de ce montage DARLONGTON attaque le circuit MAX 232 par la broche 11 avec un niveau 0→5v, et le récupère par la broche 14 avec un niveau de -12 à +12v

Voici le schéma du circuit imprimé de notre modem radio(schéma de la figure III.4)

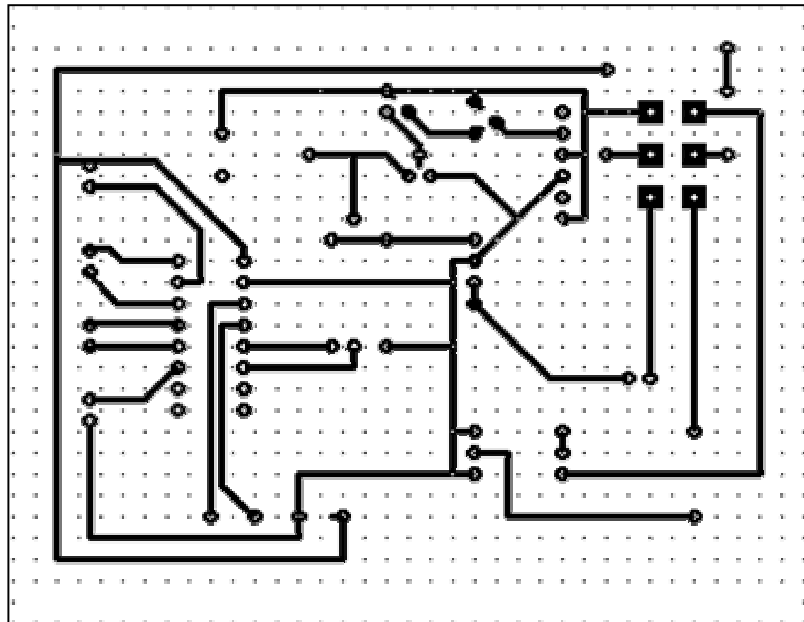


Figure III . 5 :Circuit imprimée du modem radio

III.2.2)Description de la partie logicielle

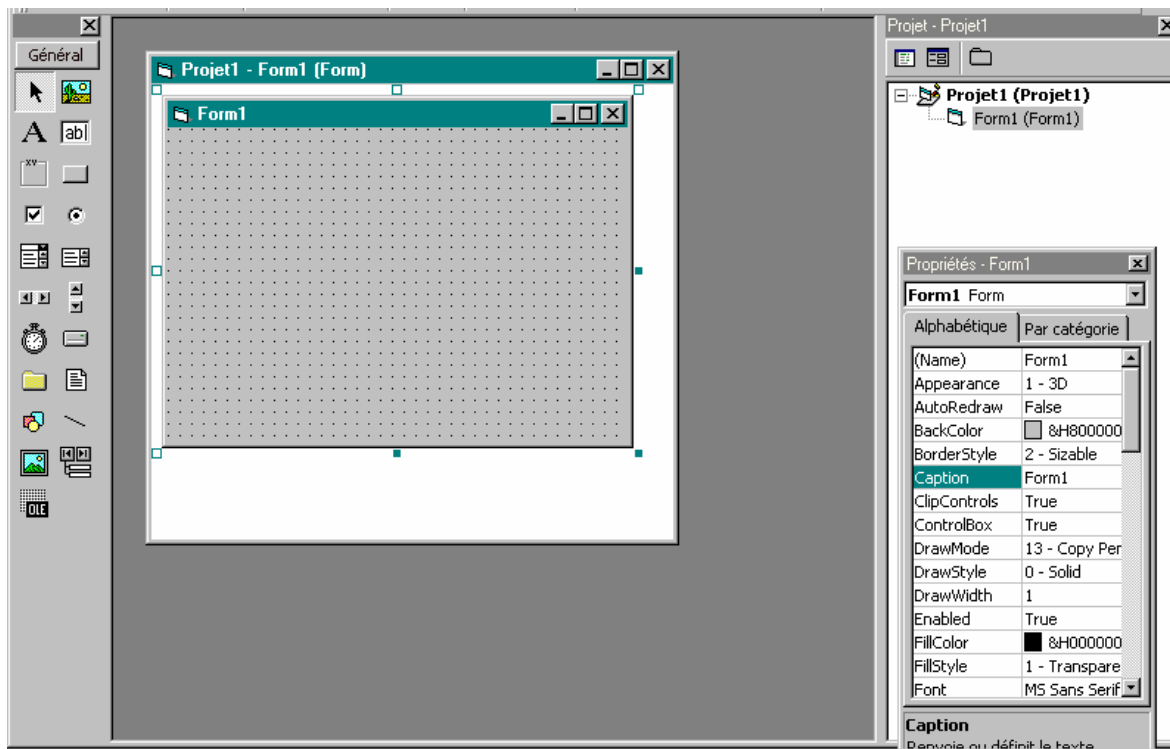
Le choix du logiciel de programmation dépend essentiellement de la fonction réalisée par l'interface à convertir . dans notre cas nous avons besoin d'un langage de programmation orienté objet qui assure :

- une bonne structuration des données et des modèles qui doivent assurer notre interface .
- une facilité d'exploitation du réseau en temps réel.
- une sécurité des information .

plusieurs types de logiciels peuvent convenir à notre besoin, tels que DELPHI , C++, Visual Basic...). Cependant le choix d'un langage de programmation ou d'un logiciel pour développer un tel programme dépend de l'application que nous allons traiter et des performance des moyens de développement.

Le visual basic est un logiciel puissant en matière de construction graphique, flexible ,lisible et facile à utiliser, nous l'avons adopté comme langage de programmation .

Interface de développement

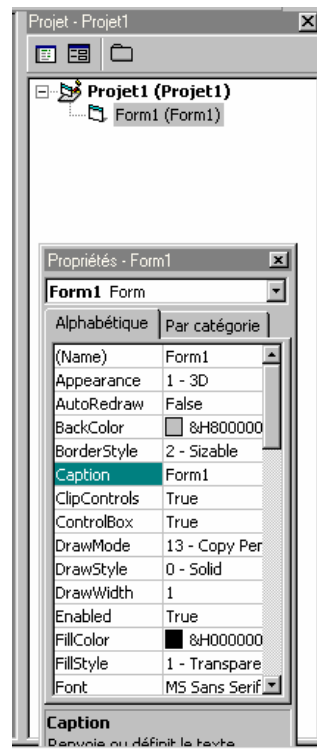


l'interface de développement se divise en trois zone :

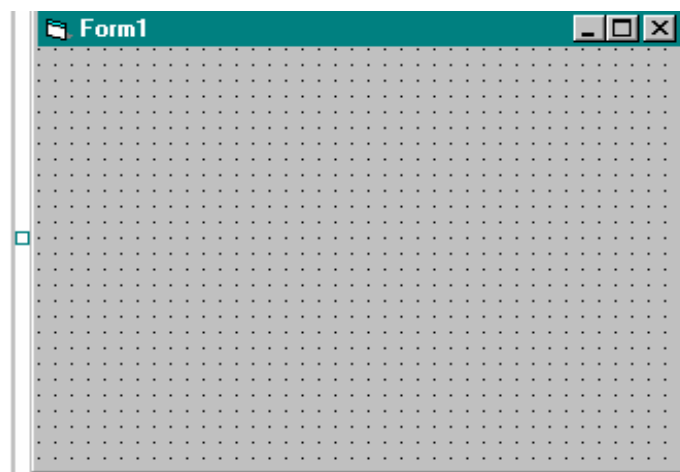
- Une zone se trouvant à gauche , celle de la palette des composants , cette zone contient l'ensemble des composants utilisées dans la conception de l'interface de projet.



- Une seconde zone située juste à droite , celle de l'inspecteur d'objet qui nous permet de définir l'aspect et les comportements des composants ;



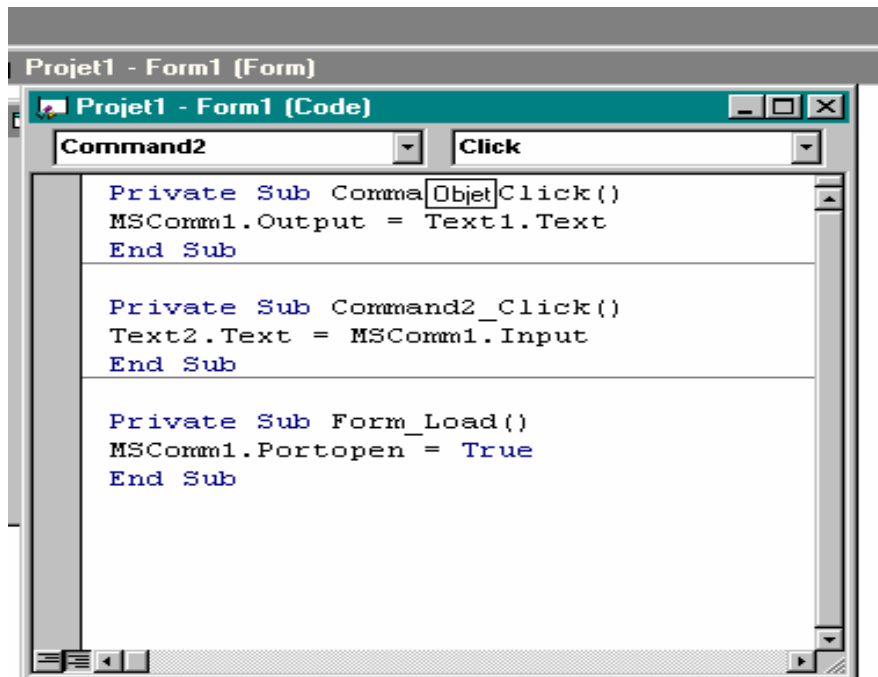
- Une troisième zone : c'est la base de toutes les applications Visual Basic ; puisqu'elle sert à la conception de l'interface utilisateur



■ Editeur de code :

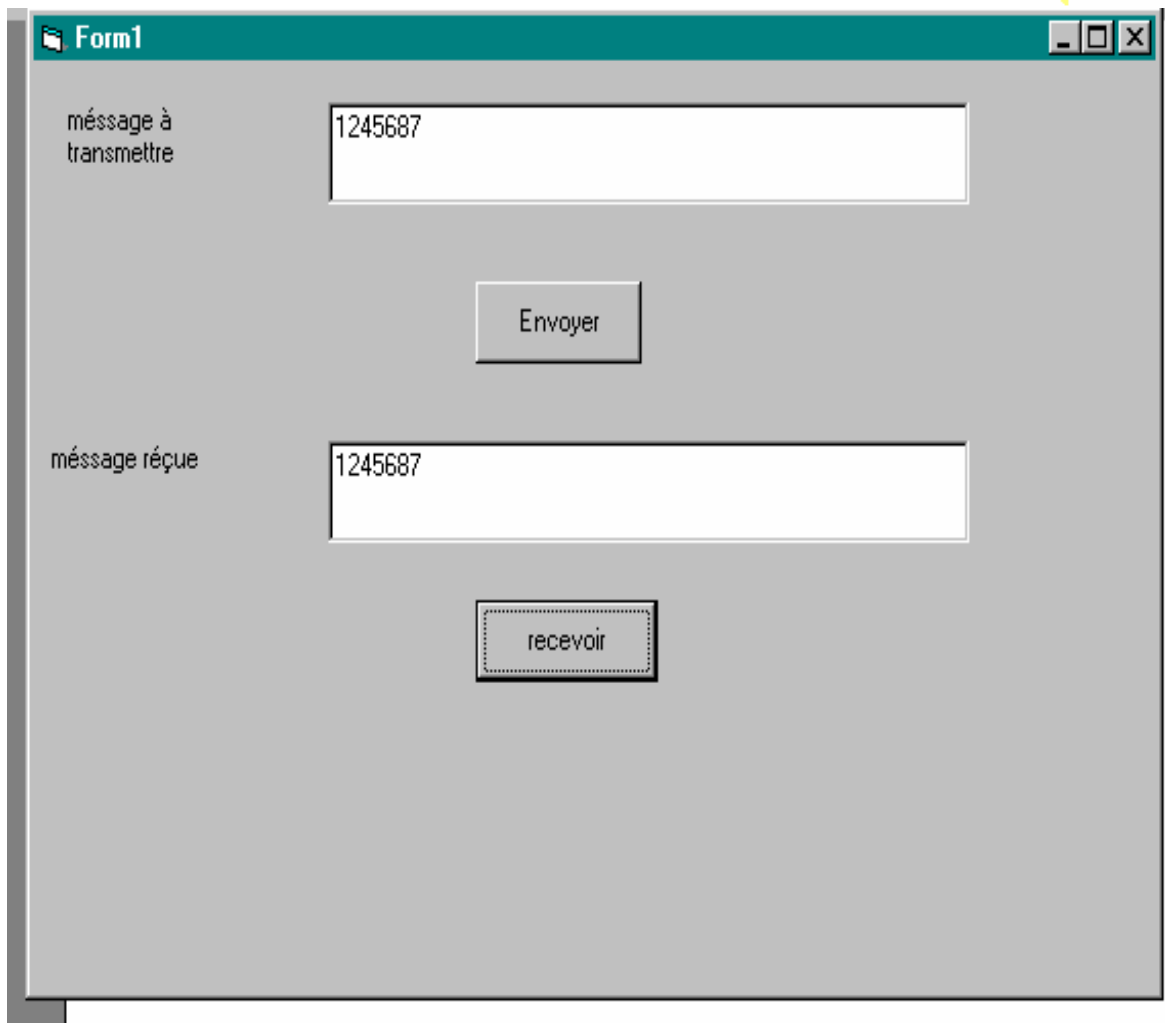
C'est une fenêtre réservée à l'écriture du code source du programme . le format de chaque procédure associé à chaque événement est généré automatiquement par Visual Basic.

Il suffira d'ajouter seulement les commandes associées pour chaque événement .



Pour la programmation du port série nous allons utiliser le MSComm, le contrôle MSComm offre à une application des fonctionnalités de communication série en autorisant la transmission et la réception des données par l'intermédiaire d'un port série .

Voici la fenêtre VB que nous avons développée et qui permet d'émettre et de recevoir des données sur le port série.



The screenshot shows a software window titled "Form1" with a teal header bar. Inside the window, there are two text input fields. The first field is labeled "message à transmettre" and contains the text "1245687". Below this field is a button labeled "Envoyer". The second field is labeled "message reçue" and also contains the text "1245687". Below this field is a button labeled "recevoir". The buttons have a dashed border, indicating they are disabled or inactive.

III.3) Test de l'étage RF

Ces tests permettent de vérifier que les deux modules RF (émetteur TX3 et récepteur RX3) sont en bon fonctionnement.

Ces tests peuvent être résumés par le schéma suivant (schéma de la figure III.6) :

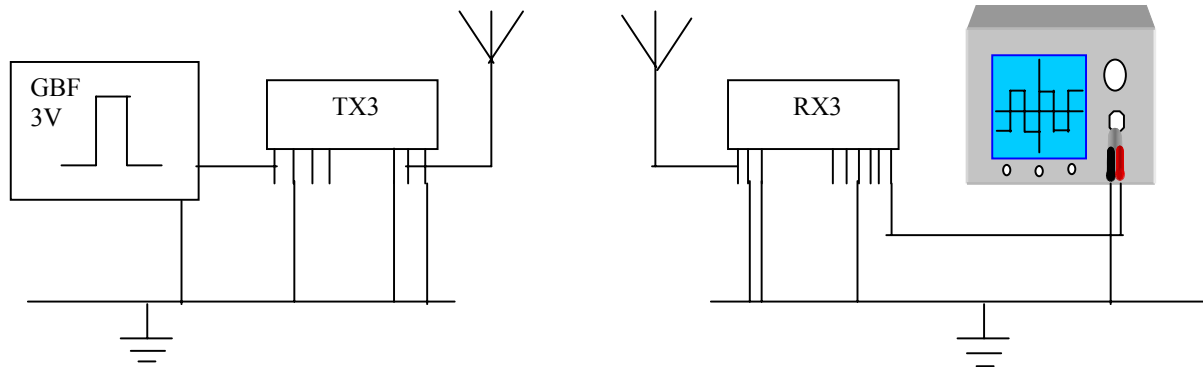


Figure III . 6 : Tests des étages RF

Le signal carré injecté par le générateur basse fréquence (GBF), de niveau 0 à 3 v et qui est assimilé au signal numérique du sortie du MAX 232 , est affiché à l'écran de l'oscilloscope qui est relié directement à la sortie du récepteur .

Ceci permet de conclure que les deux modules RF fonctionnent normalement.

III.4) Test de l'étage bande de base

Ce test permet de vérifier le fonctionnement des étages en bande de base , comme l'étage DARLINGTON , l'étage diviseur de tension et le circuit MAX 232.

Pour l'étage DARLINGTON , le résultat de son test est d'avoir un signal carré de niveau 0 à + Vcc (5 v) à partir du signal sinusoïdale injecté par la broche 8 du récepteur RX3 .

Le principal test pour l'étage bande de base est le test du circuit MAX 232 .

✓ Test en émission : à la sortie du port série du PC le signal numérique est de niveau entre - 12 et + 12 v Le MAX232 permet de le convertir à un signal de niveau TTL (0 à 5 v).

cet test est résumé par schéma de la figure III.7

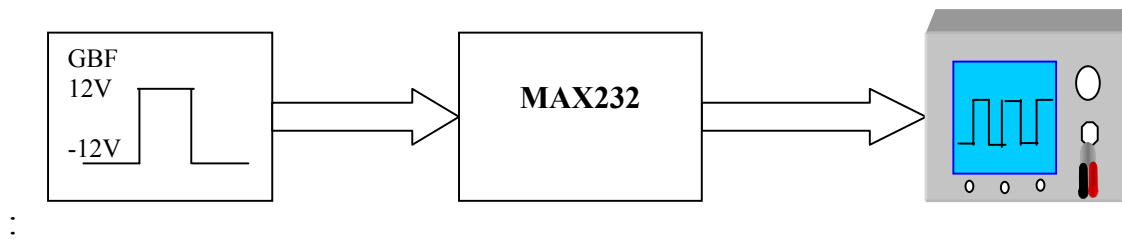


Figure III.7 :Fonctionnement du MAX 232 en émission

✓ Test en réception

Dans le sens de réception , le circuit MAX 232 permet de convertir un signal de niveau TTL en un signal adapté par l'RS232 (signal de -12 à $+12$ v).

Cet test peut être expliqué par ce schéma (Figure III.7).

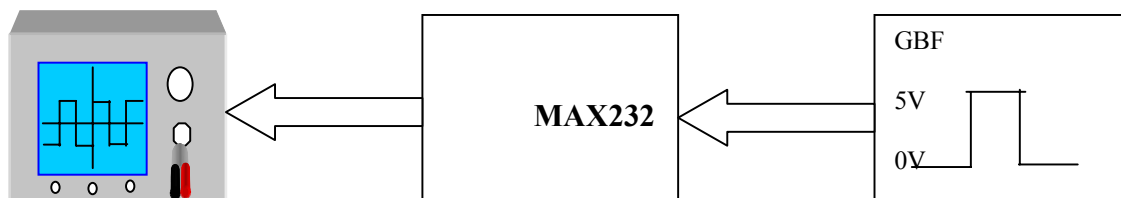


Figure III.8 :fonctionnement du MAX 232 en réception

III.5. Conclusion

L'objectif de ce chapitre a été la réalisation sur une carte imprimée d'un modem radio fonctionnant dans la bande de 880 MHz, cette réalisation regroupe un ensemble de tests expérimentaux, avant l'implémentation de la carte, nous avons rencontré les problèmes de bruits captés par les récepteurs qui est très sensible ce qui augmente le taux d'erreur au cours de notre transmission de données.

Pour atteindre notre objectif, nous devons résoudre ces problèmes efficacement, cette résolution est conçue selon un organigramme qui regroupe les tests selon les étapes du modem.

CONCLUSION GENERALE

Les télécommunications sont aujourd'hui le vecteur de tout développement économique, techniques et sociales. Les techniques dans ce domaine ne cessent de se développer de jour en jour en enregistrant une innovation presque quotidienne.

De ce fait les télécommunications sont appelées à assurer les services de qualité de grande fiabilité et particulièrement avec une exigence de continuité quasi permanente.

La concurrence nécessite pour être le meilleur et pour gagner un grand part du marché des télécommunications, la création des nouvelles technologies.

Le domaine sans fils peut être considéré comme une nouvelle technologie pour ce siècle, un réseau sans fil a beaucoup d'avantage, il permet de réduire sensiblement le coût de câblage, notamment pour l'entreprise dont la structure n'est pas stabilisée et qui sont amenés à changer fréquemment leurs infrastructures.

Le choix d'un système sans fils étendre le système d'information à des acteurs de l'entreprise, jusque là exclue, ne se discute pas par contre le remplacement d'un système filaire par un système sans fil doit faire l'objectif d'une étude comparative organisationnelle, fonctionnelle et financière.

Le cadre de notre projet et de mener en premier lieu une recherche bibliographique sur les normes des réseaux locaux sans fils (IEEE802.11 , Bluetooth et home RF) cette étude nous permet de définir les caractéristiques de ces nouvelles technologies.

Dans la deuxième partie de notre projet, nous avons défini une conception d'un modem à 880 MHz pour vérifier la validité de cette conception et la rendre exploitable, on a implanté ce modem sur la carte imprimée, c'est l'objectif de la troisième partie.

ANNEXES

ANNEXE 1

Composants	référence	quantité	Description
Circuits intégrés	MAX 232	2	Permet d'avoir une tension de niveau TTL.
Capacités	10 μ F	8	Capacités polarisées
Modules	TX3	2	Emetteur à 880 MHz
	RX3	2	Récepteur à 880 MHz
Résistances	100K Ω	4	
Transistors	2N2222A	6	Transistors bipolaires
Switchers	Switcher à 6 broches	2	Switcher à 2 états
potentiomètres	10K Ω	2	
LED		2	Couleur verte
Connecteurs	DB9	2	Connecteurs femelles

Bibliographie

-Zoran KOSTIC , « Minimum shift keying :Aspectrally Efcient Modulation », IEEE Comm.Mag,1979.

- Mabrouk ZHILI « Implémentation sur DSP d'un Software Radio pour émetteur / récepteur radio mobile ».PFE d'ingénieur SUP'COM ,1999 .

-<http://www.Gill.net> « Architecture de IEEE 802.11,liaison infrarouge utilisée pour cette norme ,FHSS et DSSS ».

-<http://www.palowireless.com> « norme bluetooth (architecture, et historique), architecture de HOME RF ».

-<http://www.bluetooth.com> « différentes couches du model OSI pour la norme bluetooth , description de la couche MAC, exemple d'un piconet bluetooth ».

-[http://www. Grouper. Ieee. Org](http://www.Grouper.Ieee.Org) .
« IEEE 802.11 , généralité »

-[http://www. Radiométrie . co. uk.](http://www.Radiométrie.co.uk)
« schéma et fonctionnement des modules radiométrie 3, émetteur TX3 et récepteur RX3 ».

-[ftp://ftp . inria. fr/ rfc.](ftp://ftp.inria.fr/rfc)
« historique des réseaux locaux ».

ETUDE ET CONCEPTION D'UNE « LAN » RADIO

Projet de fin d'étude réalisé par :

Sebtaoui Elhoucine

&

Ghars Hamadi

Mots clés :

Réseau LAN radio, Norme WLAN, Interface radio, Bande 880 MHz, Réalisation d'un Modem radio, Port série du PC

Résumé

La technologie des réseaux locaux sans fil est une nouvelle technologie qui présente les avantages en terme de coût, simplicité et flexibilité.

Pour cela plusieurs normes de caractéristiques spécifiques sont apparues.

La réalisation d'un réseau local sans fil nécessite une étude en bande de base (étude en terme des protocoles réseaux) et une étude de la partie radio qui l'objectif de notre projet, dans ce projet nous avons développé un modem radio à 880 MHz permettant la communication entre deux PC sans fil.