

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU**



**FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE**  
**DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE**

**Mémoire de Fin d'Etudes En Vue De L'obtention du**  
**Diplôme de Master en Electronique**

**Spécialité : Télécommunication et réseaux**

**Thème**

**Etude D'un Brouilleur De Téléphone Mobile**  
**Tri Bandes**

**Dirigé par :**

**M<sup>r</sup>.LAHDIR MOURAD**

**Présenté par :**

**M<sup>r</sup>.ZENDI MOHAMED**  
**M<sup>r</sup>.HAMMAD SLIMANE**

**Année universitaire 2013/2014**

# Remerciements

Au terme de ce mémoire, nous tenons à remercier tout naturellement en premier lieu Dieu le tout puissant qui nous a donné la force, le courage et la patience de bien mener ce travail.

Nous remercions notre promoteur, Monsieur *LADIR MOURAD* pour son aide, ses conseils et ses remarques pertinentes.

Nos remerciements s'adressent également à monsieur le président de jury et les membres de jury d'avoir accepté d'assister à notre soutenance et de juger ce modeste travail.

Nous tenons à remercier, également, tous les enseignants qui ont contribués à notre formation.

Nos sentiments vont également à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

# Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents, pour leurs soutient moral et financier en leurs espérant une longue vie et que Dieu les garde.

Je dédie aussi ce travail à mes frères et à tous mes amis et a mon très cher cousin Arezki Hammad.

Hammad Slimane.

# Dédicace

Je Dédie ce travail à toute la famille, à  
touts mes amis que j'ai rencontré depuis ma  
carrière universitaire.

Je dédie ce travail encore à ma chère amie  
BO KA.

Zendi Mohamed.

# Tables des Matières

Liste des figures.....	I
Liste des tableaux.....	II
Liste des abréviations .....	III
<b>Introduction générale</b> .....	1

## Chapitre 1 : Généralités sur le GSM

1.1 Introduction.....	3
1.2 Architecture du réseau GSM .....	3
1.2.1 Sous-système radio BSS.....	4
1.2.2 Sous-système d'acheminement NSS .....	4
1.2.3 Sous-système d'exploitation et de maintenance OSS.....	5
1.3 Structure géographique du réseau.....	5
1.3.1 GSM service Area.....	5
1.3.2 PLMN service Area .....	5
1.3.3 MSC services Area .....	5
1.3.4 Location Area .....	5
1.3.5 Cell.....	6
1.4 Structure cellulaire du réseau GSM .....	6
1.4.1 Type de cellule .....	6
1.5 Les interfaces réseaux.....	8
1.6 L'interface radio.....	8
1.6.1 Les aspects de la transmission radio .....	8
1.7 Les bandes de fréquences allouées .....	9
1.8 Bursts et Trames .....	10
1.9 Les canaux logiques.....	11
1.9.1 Les canaux de commande .....	11
1.9.1.1 Canaux de diffusion BSH.....	11
1.9.1.2 Canaux communs de commande CCCH.....	12
1.9.1.3 Canaux de commande dédiés.....	13
1.9.2 Canaux de trafic TCH.....	14
1.10 L'effet de brouilleur dans un réseau GSM .....	14
1.11 Techniques de brouillage de téléphone mobile .....	15

1.12 Conclusion .....	16
<b>Chapitre 2 : conception du brouilleur tri bandes</b>	
2.1 Introduction.....	17
2.2 Les besoins de brouillage.....	17
2.3 Architecture de brouilleur GSM.....	18
2.4 Principaux éléments constituant de chaque étage.....	18
2.4.1 L'étage d'alimentation .....	18
2.4.2 L'étage générateur de signaux.....	19
2.4.3 Schéma synoptique de l'étage des signaux.....	19
2.4.3.1 Générateur de signal triangulaire .....	20
2.4.3.2 Générateur de signal bruit .....	23
2.4.4 L'étage FR.....	24
2.4.4.1 Les éléments de puissance .....	25
2.4.4.2 La perte dans la puissance.....	25
2.4.4.3 Oscillateur à tension contrôlée .....	26
2.4.4.4 l'amplificateur de puissance FR .....	28
2.5 Les antennes .....	29
2.6 Fonctionnement de brouilleur .....	30
2.7 Conclusion.....	31
<b>Chapitre 3 : simulation et réalisations</b>	
3.1 Introduction.....	32
3.2 Développement du circuit électrique avec PROTEUS.....	32
3.2.1 Présentation de logiciel PROTEUS .....	32
3.2.2 Représentation générale .....	32
3.3 le circuit électrique globale .....	33
3.4 Nomenclature des composants utilisés.....	34
3.5 Le circuit imprime avec ares .....	35
3.6 Implantation des composants .....	36
3.7 Conclusion .....	36
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>37</b>
Annexe.....	38
Bibliographie.....	53

# Liste des figures

<b>Figure 1.1</b> : Architecteur du réseau GSM .....	4
<b>Figure 1.2</b> : Structure géographique du réseau GSM.....	5
<b>Figure 1.3</b> : Le réseau cellulaire.....	6
<b>Figure 1.4</b> : Type de cellule.....	7
<b>Figure 1.5</b> : Les interfaces dans le réseau GSM .....	8
<b>Figure 1.6</b> : Bursts et Trames.....	11
<b>Figure 1.7</b> : la fonction de brouilleur.....	15
<b>Figure 2.1</b> : Schéma bloc du circuit brouilleur de téléphone mobile .....	18
<b>Figure 2.2</b> : Etage d'alimentation.....	19
<b>Figure 2.3</b> : Schéma bloc de l'étage des signaux .....	19
<b>Figure 2.4</b> : Génération d'un signal rectangulaire stable .....	20
<b>Figure 2.5</b> : Génération d'un signal d'impulsion rectangulaire a la sortie pin3.....	20
<b>Figure 2.6</b> : les signaux générés par le NE555.....	21
<b>Figure 2.7</b> : le circuit générateur de signal triangulaire par le circuit dérivateur (W4,C8).....	22
<b>Figure 2.8</b> : Génération du signal triangulaire.....	22
<b>Figure 2.9</b> : Génération de bruit par les diodes zener D2 et D3.....	23
<b>Figure 2.10</b> : le signal bruit généré par les deux diodes Zener .....	24
<b>Figure 2.11</b> : schéma bloc de l'étage FR.....	24
<b>Figure 2.12</b> : La structure interne de VCO SSX2604.....	27
<b>Figure 2.13</b> : la configuration du VCO SSX2604.....	27
<b>Figure 2.14</b> : La Configuration Typique de l'AG603-86 (89).....	28
<b>Figure 2.15</b> : Antenne Omnidirectionnelle pour CDMA, GSM et DCS.....	29
<b>Figure 3.1</b> : le circuit électrique globale.....	33
<b>Figure 3.2</b> : Le circuit imprimé de brouilleur en deux faces.....	35
<b>Figure 3.3</b> : implantation des composants sur le circuit imprimé.....	36

# Liste des tableaux

**Tableau 1.1** : Différents caractéristique de réseau GSM .....9

**Tableau 1.2** : Bandes de fréquences CDMA/GSM 900/DCS .....16

**Tableau 2.1** : Compensation de perte dans l'espace libre aux trois fréquences centrales  
dans la voie descendante.....26

**Tableau 2.2** : Les composants a implante pour le choix de bandes .....31

# Liste des abréviations

<b>-AMPS</b>	Advanced Mobile Phone System.
<b>-BS</b>	Base Station.
<b>-BSC</b>	Base Station Controller.
<b>-BSS</b>	Base Station Sub-system.
<b>-BTS</b>	Base Transceiver Station.
<b>-BTSM</b>	Base Transceiver Station Management.
<b>-Bursts</b>	un élément de signal radioélectrique.
<b>-CDMA</b>	Code Division Multiple access.
<b>-dBm</b>	mesure en Décibel exprimée par rapport à 1mW.
<b>-DCS</b>	Digital Cellular System.
<b>-Dipôle</b>	Antenne.
<b>-Downlink</b>	Voie descendante.
<b>-EDGE</b>	Enhanced Data Rates for Global Evolution.
<b>-ETACS</b>	Extended Total Access Communication System.
<b>-FDMA</b>	Frequency Division Multiple Access.
<b>-FH</b>	Frequency Hopping.
<b>-FR</b>	Fréquence Radio.
<b>-HLR</b>	Home Location Register.
<b>-ISDN:</b>	Integrated Services Digital Network.
<b>-LAPD:</b>	protocole de communication utilisé sur l'interface A-bis.
<b>-LAPDm:</b>	Couche de liaison de données pour GSM via le canal Dm.
<b>-MM:</b>	Mobility Management.
<b>-MPT:</b>	Message Part Transfer.
<b>-MS:</b>	Mobile Station.
<b>-MSC:</b>	Mobile-Services Switching Center.
<b>-MSK:</b>	Minimum Shift Keying.
<b>-NSS:</b>	Network Sub-system.
<b>-OSS:</b>	Operation sub-system.
<b>-QPSK:</b>	Quaternary Phase Shift Keying.
<b>-RTC:</b>	Réseau Téléphonique Commuté.
<b>-SACCH:</b>	Slow Access Control Channel.

- SDCCH:** Stand-alone Dedicated Control Channel.
- SMSC:** Short Message Service Center.
- TCH:** Traffic Control Channel.
- TDMA:** Time Division Multiple Access.
- TS:** Time Slots.
- UMTS:** Universal Mobile Telecommunications System.
- Uplink:** Voie Montante.
- VCO:** Voltage Controlled Oscillator.
- VLR:** Visitor Location Register.

# Introduction générale

Les téléphones mobiles prennent leur source de nombreuses années en arrière. L'idée de mobilité dans la téléphonie est née bien avant cette prouesse technique. Ainsi, si on se penche plus près sur ce premier prototype d'il y a près de 35 ans, on se rend compte des très nombreuses avancées technologiques qui ont été effectuées dans la téléphonie mobile en plus de trois décennies.

La première génération de téléphonie mobile (notée 1G) possédait un fonctionnement analogique et était constituée d'appareils relativement volumineux. Il s'agissait principalement des standards suivants:

- AMPS (Advanced Mobile Phone System), apparu en 1976 aux Etats-Unis, constitue le premier standard de réseau cellulaire avec des faibles mécanismes de sécurité.

- TACS (Total Access Communication System) est la version européenne du modèle AMPS. Utilisant la bande de fréquence de 900 MHz.

- ETACS (Extended Total Access Communication System) est une version améliorée du standard TACS développé au Royaume-Uni utilisant un nombre plus important de canaux de communication.

La seconde génération de réseaux mobiles (notée 2G) implique un passage de l'analogique vers le numérique. Les principaux standards de téléphonie mobile 2G sont les suivants:

- GSM (Global System for Mobile communications) utilisé en Europe et aux USA.

- CDMA (Code Division Multiple Access), utilisant une technique d'étalement de spectre permettant de diffuser un signal radio sur une grande gamme de fréquences.

- TDMA (Time Division Multiple Access) et GPRS (amélioration du débit à 114 Kbps, notée 2.5G).

La norme EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution, présentée comme 2.75G) amélioration du débit de la norme GPRS de 384 Kbps à 473 kbps, applications multimédias.

La 3G propose d'atteindre des débits supérieurs à 144 kbit/s, ouvrant ainsi la porte à des usages multimédias tels que la transmission de vidéo, la vidéoconférence ou l'accès à internet haut débit, et ça dépend de l'état statique de l'utilisateur (144 Kbps pour utilisation mobile, 384 Kbps pour utilisation piétonne et 2 Mbps pour utilisation fixe).

Les réseaux 3G utilise une principale norme en Europe qui s'appelle UMTS (Universal Mobile Télécommunications System), utilisant un codage W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access), (Bandes 1885-2025 MHz et 2110-2200 MHz).

L'action qui suit l'évolution des différentes techniques des téléphones mobiles est la connaissance de ces derniers en terme de fréquence ou de puissance d'une part, et la capacité

d'exercer un effet sur leur fonctionnement normal afin de limiter leur usage dans des situations particulières et des milieux spéciaux d'autre part, car ce secteur n'a certainement pas fini d'évoluer, et les téléphones portables ont fini par prendre une place importante dans notre vie quotidienne.

Il apparaît parfois que beaucoup de personnes et dans des milieux où les mobiles sont interdits, insistent à conserver leur téléphones mobiles avec eux à condition qu'elles restent éteintes; mais après quelques instants ces personnes décident de faire ou recevoir quelques appels pour n'importe quelle raison, ce qui gêne d'autres personnes présentes dans le même milieu (Conférences, hôpitaux, sécurité de prisons, écoles, milieux religieux ...etc.), d'où la nécessité de concevoir un système appelé brouilleur de téléphones mobiles capable d'arrêter ces communications.

L'objectif de ce mémoire est la conception d'un brouilleur tri bandes GSM [935-960] MHz, CDMA [880-890] MHz et DCS [1805-1920] MHz.

Au premier chapitre, on va décrire le système GSM et son architecture globale, la structure géographique et cellulaire du réseau GSM, les interfaces réseaux et radio, et on a donné les bandes de fréquences allouées dans le système GSM.

Dans le deuxième chapitre, on va donner la conception globale de notre brouilleur tri bandes ainsi que la description de son architecture et les différents étages constituant notre dispositif, et on a donné le fonctionnement total.

Dans le troisième chapitre, on donnera le circuit électrique globale de brouilleur tri bandes, son circuit imprimé développé à l'aide de logiciel PROTEUS et la nomenclature des composants, puis on a cité les empêchements qu'on a trouvé au niveau de la réalisation de la maquette et la simulation de circuit électrique.

Et on termine avec une conclusion générale illustrant l'importance de l'utilisation de brouilleur tri bandes dans les endroits concernés par ce sujet.

# CHAPITRE 1

## Généralités sur le GSM

**Chapitre 1 :****Généralités sur le GSM****1.1 Introduction:**

Le GSM (Global System for Mobile communications) est un système de communication cellulaire numérique initialement développé en Europe puis répandu dans le monde entier, Il est conçu pour être compatible avec le système ISDN (Integrated Services Digital Network) et les services du GSM sont un sous-ensemble des services standards de l'ISDN (La parole est le plus basique dans ce cas).

L'architecture fonctionnelle du GSM peut être divisée entre la Station Mobile (Mobile Station - MS), la Station de Base (Base Station - BS) et le sous-système réseau (Network Subsystem - NS).

Le MS est géré par l'utilisateur, le sous-système BS contrôle la liaison radio avec le MS, et le NS commute les appels entre le mobile et les autres qui sont fixes ou les utilisateurs du réseau de mobiles ainsi que la Mobilité Management. Le MS et le sous-système BS communiquent via l'interface  $U_m$  connue sous le nom de liaison radio.[1]

**1.2 Architecture du réseau GSM :**

Un réseau de radiotéléphonie a pour premier rôle de permettre des communications entre abonnés mobiles et abonnés du réseau téléphonique commuté (RTC). Il s'interface avec le RTC et comprend des commutateurs. Il est caractérisé par un accès très spécifique:

La liaison radio. Enfin, comme tout réseau, il doit offrir à l'opérateur des facilités d'exploitation et de maintenance. Un réseau de radiotéléphonie peut donc se découper en trois sous ensembles :

- Le sous-système radio (**BSS**, Base Station Subsystem) qui assure les transmissions radioélectriques et gère la ressource radio.
- Le sous-système d'acheminement appelé couramment réseau fixe (**NSS**, Network Switching Subsystem) qui réalise les fonctions d'établissement des appels et de la mobilité.
- Le sous-système d'exploitation et de maintenance (**OSS**, Operation and Support System) qui permet à l'exploitant d'administrer et de gérer son réseau.

A ces trois sous-systèmes propres au réseau, il faut ajouter bien sûr le poste mobile (**MS**, Mobile Station).[2]

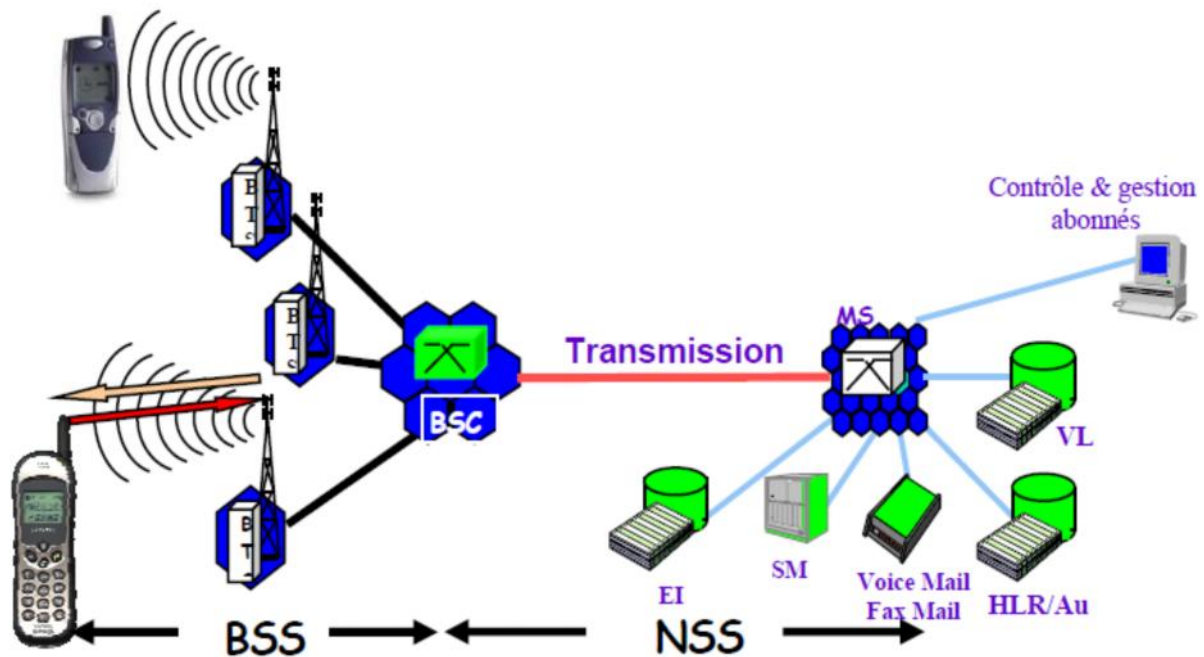


Figure 1.1 : Architecteur du réseau GSM.

### 1.2.1 Sous-système radio BSS :

Le BSS gère toute la partie radiocommunication avec les postes mobiles (MS). Il est principalement composé des éléments suivants :

- ✓ La station de base (BTS, Base Transceiver Station).
- ✓ Le contrôleur de stations de base (BSC, Base Station Controller).

### 1.2.2 Sous-système d'acheminement NSS :

Le NSS assure les fonctions traditionnelles de la commutation téléphonique, comme la Commande d'appel, l'analyse des numéros, la taxation, etc.

Il est composé des entités fonctionnelles suivantes :

- Le commutateur de services mobiles (MSC, Mobile Switching Center).
- L'enregistreur nominal de localisation (HLR, Home Location Register).
- L'enregistreur de localisation des visiteurs (VLR, Visitor Location Register).
- Le Centre d'Authentification (AUC, Authentication Center).
- Le Registre d'Identité des Equipements (EIR, Equipment Identity Register).
- La signalisation entre toutes ces entités est assurée par le réseau de signalisation

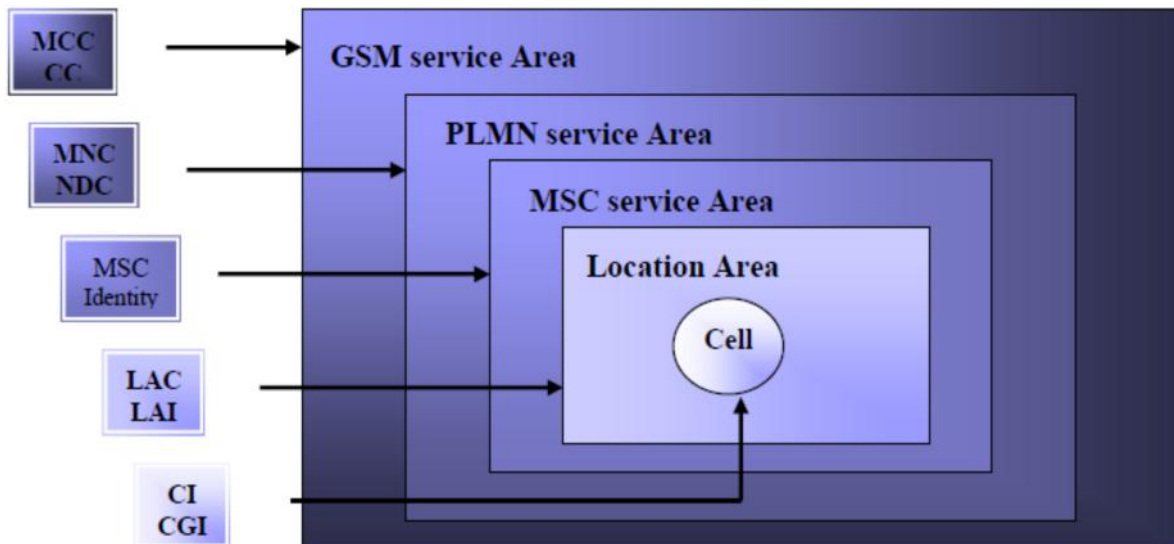
CCITT N°7.

### 1.2.3 Sous-système d'exploitation et de maintenance OSS :

Concerne tout ce qui touche à l'exploitation et à la maintenance du système.

### 1.3 Structure géographique du réseau :

Le réseau GSM est hiérarchiquement structuré en zones possédant chacune un identifiant; le schéma suivant présente cette structure géographique avec les codes associés à chaque zone :



**Figure 1.2 : Structure géographique du réseau GSM.**

#### 1.3.1 GSM service Area :

C'est toute la zone géographique dans laquelle un abonné peut accéder à un réseau GSM. Elle est identifiée par MCC (Mobile Country Code) et CC (Country Code).

#### 1.3.2 PLMN service Area :

C'est l'ensemble des cellules servies par le réseau d'un opérateur. Il est identifié par MNC (Mobile Network Code) et NDC (Network Destination Code).

#### 1.3.3 MSC service Area :

C'est un ensemble de zones de localisation Las (Location Area) représentant la partie géographique du réseau contrôlée par un MSC.

#### 1.3.4 Location Area :

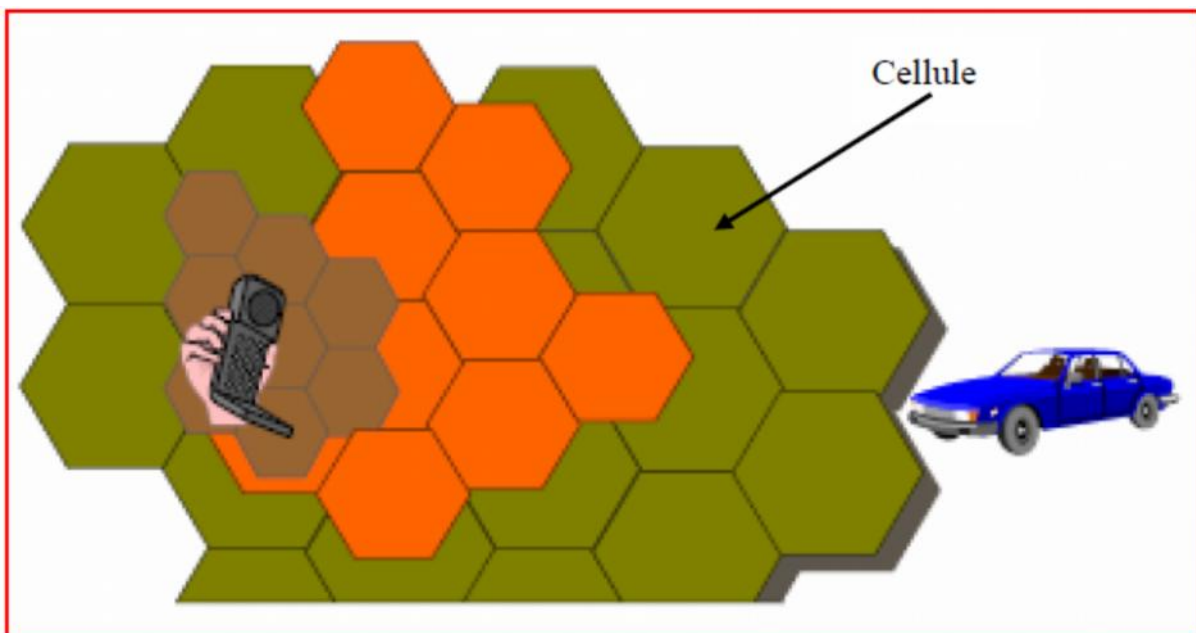
Regroupe un certain nombre de cellules contrôlées par un ou plusieurs BSCs (Base Station Controller) et permet de connaître la localisation de l'abonné dans le réseau et ainsi faciliter la procédure de recherche.

### 1.3.5 Cell :

C'est l'unité de base d'un système cellulaire définie comme étant la zone couverte par une BTS (Base Transceiver Station) Elle est identifiée globalement par CGI (Cell Global Identity).[3]

### 1.4 Structure cellulaire du réseau GSM :

Pour couvrir une zone vaste et avoir une grande capacité, on introduit le concept cellulaire. Un réseau cellulaire est formé par un ensemble de cellule dont la taille dépend de la puissance d'émission des émetteurs et surtout de la nature de l'environnement (Urbain, Suburbain, Rural). Un réseau cellulaire est caractérisé par sa grande capacité grâce à la réutilisation de fréquences, il est également caractérisé par les transferts intercellulaires (*Handover*) qui assurent la continuité des services, lors de la transition d'une cellule à une autre.



**Figure 1.3 : le réseau cellulaire**

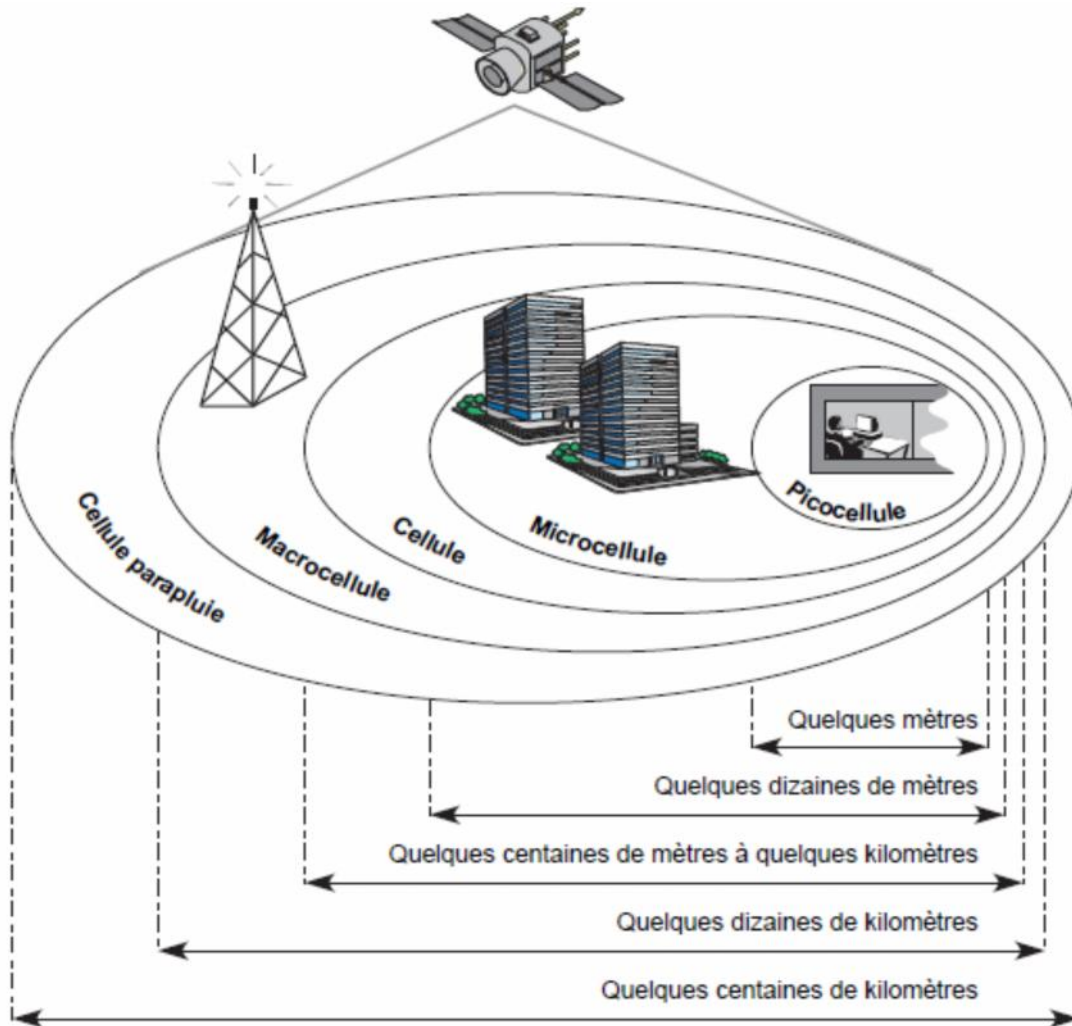
#### 1.4.1 Types de cellule :

On distingue quatre types de cellules : Macro, micro, pico, 'umbrella' cellules.

- **Macrocellule cellule:** assure une grande couverture, avec une antenne au dessus des obstacles.
- **Microcellule cellule:** assure une couverture moyenne, avec une antenne sous le niveau moyen des toits ; elle est utilisée souvent dans des zones urbaines.

- **Picocellule cellule:** assure une couverture dans quelque dizaine de mètres ; elle est utilisée dans des bâtiments.
- **Cellule umbrella (parapluie) :** cellule destinée pour couvrir des lieux masqués par des obstacles (hauts bâtiments), ou pour réaliser la couverture entre deux cellules.

La figure ci-dessous illustre ces différents types et leurs couvertures.



**Figure 1.4 : Types de cellule**

En résumé, une cellule correspond à la zone couverte par la BTS : c'est à dire la zone où le champ radioélectrique émis a un niveau suffisant pour maintenir une qualité de communication acceptable.[4]

- **Cellule omnidirectionnelle:** cellule équipée d'une BTS à antennes omnidirectionnelles.
- **Cellule sectorielle:** cellule équipée d'une BTS à antennes directionnelles.

- **Site:** emplacement géographique d'installation des équipements et des antennes des BTS.
- **Site tri sectorielle:** un site comprenant les équipements nécessaires à trois cellules Sectorielles.

### 1.5 Les interfaces réseaux :

Les interfaces sont des composantes importantes du réseau car elles assurent le dialogue entre les équipements et permettent leur interfonctionnement comme indique la figure suivante :

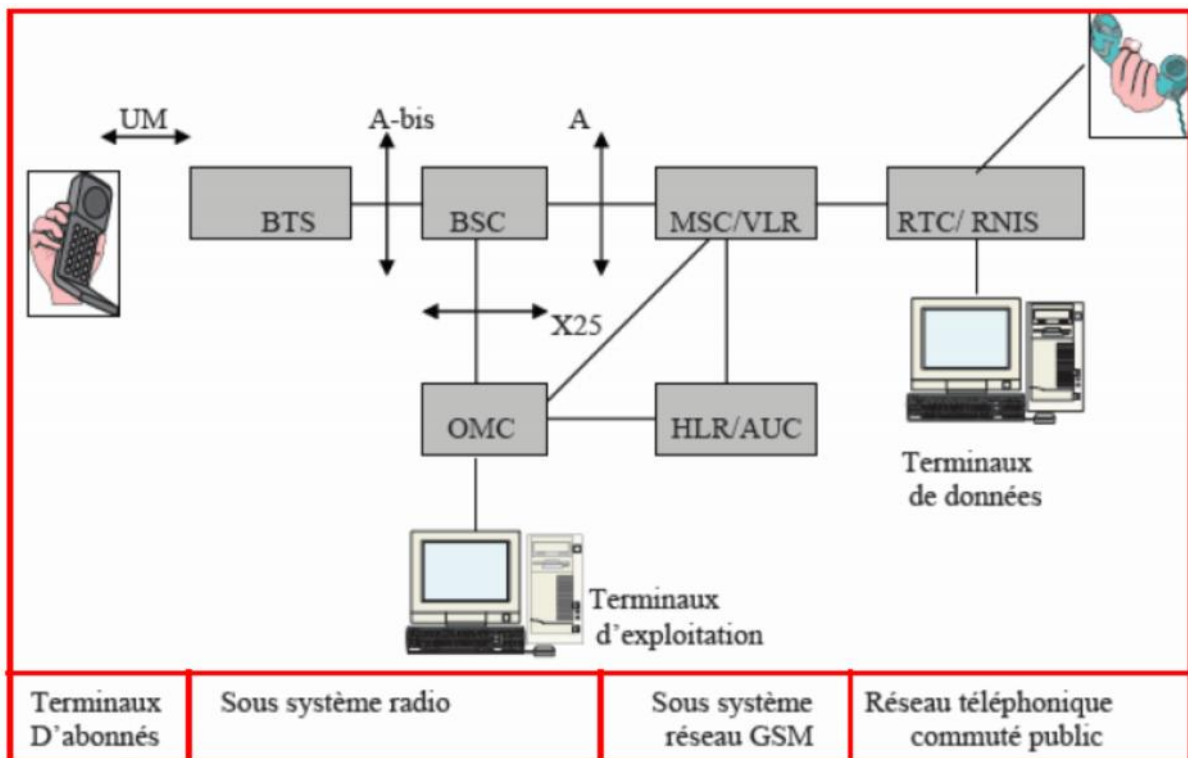


Figure 1.5 : Les interfaces dans le réseau GSM

### 1.6 L'interface radio :

L'interface radio permet de relier un utilisateur mobile au réseau. C'est sur cette interface que le système doit faire face aux différents problèmes que pose le médium radio (atténuation, Interférences, évanouissements, ...).

#### 1.6.1 Les Aspects de la Transmission Radio:

Pour le système GSM-900, deux bandes de fréquences sont mise en service :

- ❖ 890 – 915 MHz voie Montante ( Uplink ), ( Direction MS vers BS )
- ❖ 935 – 960 MHz voie descendante ( Downlink ), ( Direction BS vers MS )

Les bandes de 25 MHz sont alors divisées en 124 paires de fréquences Duplex avec un espacement entre les fréquences porteuses de 200 KHz (bande passante) utilisant la technique FDMA.

Cela revient dans la voie montante, à la différence  $915-890 = 25 \text{ MHz} = 25000 \text{ KHz}$ ; donc à chaque saut de 200 KHz on change de porteuse le long de la bande 25 MHz,

d'où :  $N \cdot 200 \text{ KHz} = 25000 \text{ KHz}$  ce qui donne  $N = 25000/200 = 124$  porteuses dans la voie montante (Uplink), et de la même chose pour la voie descendante (Downlink) on trouve le nombre de porteuse  $N=124$ .

### 1.7 Bandes de fréquences allouées :

Le tableau ci-dessous montre l'allocation des bandes de fréquences dans le système GSM et l'attribution de ces la au différents taches. [4]

	GSM900	GSM1800	GSM1900
Fréquence d'émission du terminal vers la station de base	890-915 MHz	1710-1785MHz	1850-1910MHz
Fréquence d'émission de la station de base vers le terminal	935-960 MHz	1805-1880MHz	1930-1990MHz
Bande fréquence disponible	25+25 MHz	75+75MHz	60+60MHz
Mode d'accès	AMRT/AMRF	AMRT/AMRF	AMRT/AMRF
Espacement des canaux radio	200 KHz	200 KHz	200 KHz
Espacement du duplex	45 MHz	95MHz	80MHz
Nombre de canaux radio par sens	124	375	300
Nombre de canaux de parole	8	8	8
Type de transmission	Numérique	Numérique	Numérique
Débit brut d'un canal radio	270 Kbit/s	270 Kbit/s	270 Kbit/s
Débit brut d'un canal de phonie à plain débit	22.8 Kbit/s	22.8 Kbit/s	22.8 Kbit/s
Débit d'un codec à plein débit	13 Kbit/s	13 Kbit/s	13 Kbit/s
Type de modulation	GMSK	GMSK	GMSK
Type de codage	RPE-LTP	RPE-LTP	RPE-LTP

**Tab 1.1: Différents caractéristiques de réseau GSM.**

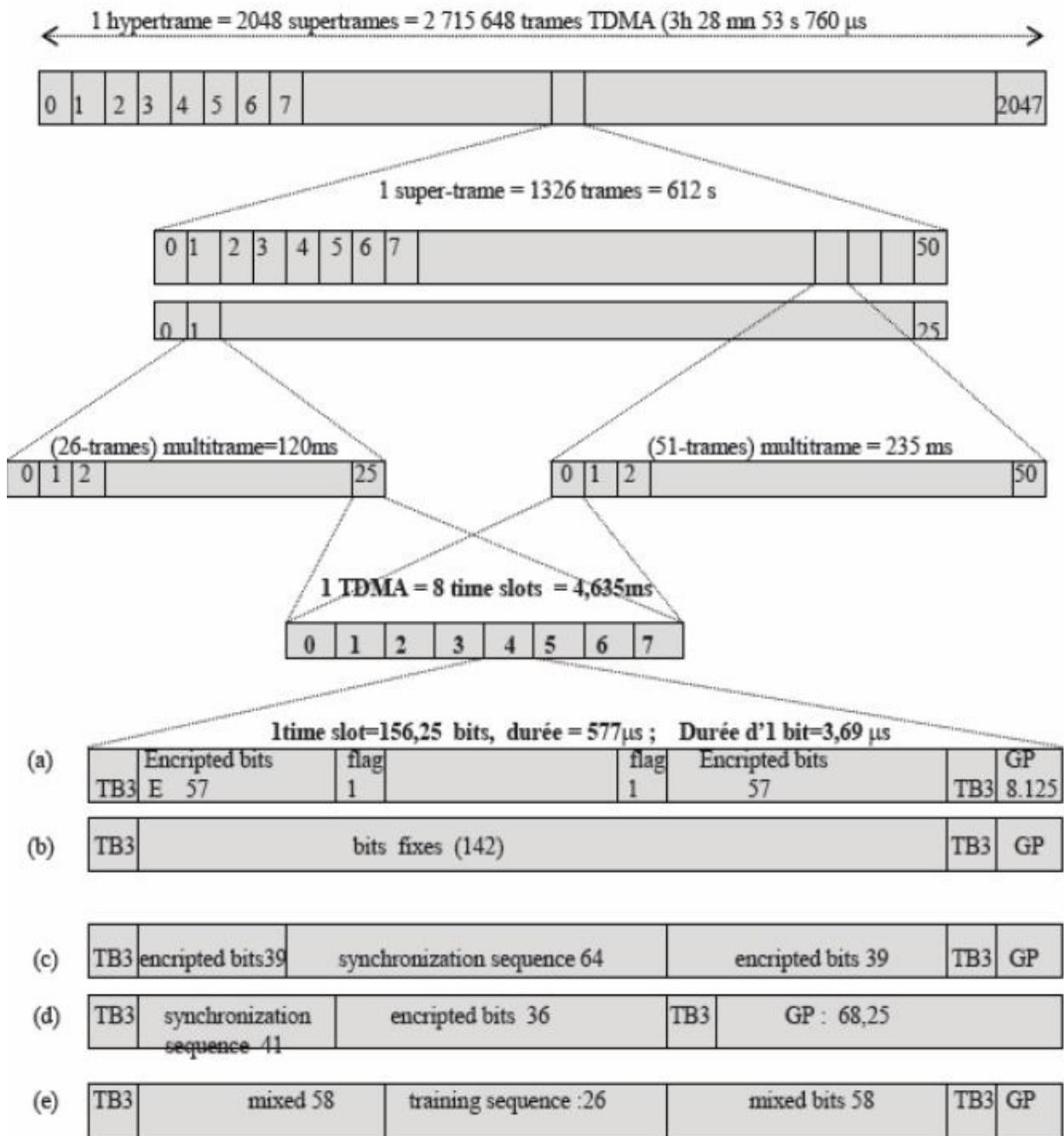
### 1.8 Bursts et Trames :

L'information contenue dans un intervalle de temps TS(Time Slot) de la trame TDMA est appelée burst ,il existe 5 différents types de bursts :

- Burst normal.
- Burst de correction de fréquence.
- Burst de synchronisation.
- Burst d'accès.
- Faux burst ( Burst de bourrage ).

Une Trame permet l'accès à différents utilisateurs afin de partager une bande de fréquences, Une trame TDMA (Time Division Multiple Access) est composée de 8 times slots.

La figure ci-après montre les composantes d'une trame TDMA.



Normal burst (NB), flag is relevant for TCH only.

FB Frequency correction burst ; SB : Synchronization burst ; AB : Access burst ; DB : dummy burst.  
 TB : Tail Bits; Gp : Guard period

Figure 1.6 : Bursts et Trames.

## **1.9 Les canaux logiques :**

### **1.9.1 Les canaux de commande (control channels) :**

#### **1.9.1.1 Canaux de diffusion BCH:**

##### **a) Canal FCCH :**

Le canal FCCH (Frequency Correction Channel) consiste en un burst particulier émis environ toutes les 50 ms. Le burst est composé de 148 bits à 0. S'il est émis sur une fréquence, il donne un signal sinusoïdal.

Il correspond donc à une porteuse pure légèrement décalée en fréquence qui permet un calage fin de l'oscillateur du mobile. Le canal FCCH est présent seulement sur le TS0 de la voie balise. Il est émis dans les trames 0, 10, 20, 30 et 40 d'une multiframe à 51 trames. Il est donc émis 5 fois en 235,8 ms soit environ 20 fois par seconde.

##### **b) Canal SCH :**

Le burst SCH (Synchronisation Channel) n'est émis que dans le TS0 d'une trame TDMA. Il est toujours situé après le burst FCCH, après le calage en fréquence. En écoutant le canal SCH, le MS reçoit des informations relatives à la structure des trames dans la cellule (le N° de TDMA) ainsi que le code d'identification de station de base (BSIC) de la station de base sélectionnée. BSIC peut être décodé seulement si la BS appartient au GSM.

##### **c) Canal BCCH :**

Canal de commande de diffusion (Broadcast Control Channel). Les informations qui sont diffusées sur ce canal, sont des informations concernant la cellule et ce canal contient les informations suivantes :

- la puissance d'émission (Max et Min) pour le MS
- minimum de puissance reçue
- les fréquences (porteuses) des cellules adjacentes
- numéro de la zone de localisation (LAI)

FCCH, SCH et BCCH doivent être lus de nouveau à chaque fois que le MS Change de cellule.[1]

#### **1.9.1.2 Canaux communs de commande CCCH :**

##### **a) PCH (Canal de Recherche):**

PCH (Paging Channel) est transmis sur la liaison downlink en mode point à point. Le MS se met à l'écoute du canal de recherche à intervalles réguliers pour voir si un réseau désire le contacter suite à l'arrivée d'un appel, d'un message court ou une authentification. Ce message de recherche comprend le numéro de signalisation du MS qui est IMSI

(International mobile subscriber identity) ou un numéro provisoire TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity). Le mobile répond alors sur la cellule dans laquelle il se trouve par un accès aléatoire sur le canal RACH (Random Access Channel).

**b) RACH (canal à accès aléatoire) :**

Le canal RACH (Random Access Channel) peut également être utilisé lorsque le MS désire entrer en contact avec le réseau. Le RACH est transmis sur la liaison montante (uplink) en mode point à point.

**c) Canal AGCH (Canal de concession d'accès) :**

Lorsque l'infrastructure reçoit une requête de la part d'un mobile, il faut allouer un canal de signalisation dédié pour identifier le mobile, l'authentifier et déterminer précisément sa demande. L'allocation d'un canal dédié se fait sur des slots définis qui forment le canal AGCH (Access Grant Channel).

Le message d'allocation contient la description complète du canal de signalisation utilisé : le numéro de la porteuse et le numéro de slot, et une description complète du saut de fréquence s'elle est implantée. Il contient aussi le paramètre TA (Time Advance).

### **1.9.1.3 canaux de commande dédiés :**

**a) SDCCH (Stand alone Dedicated Control channel):**

Qui sert à la signalisation (établissement d'appel, mise à jour de localisation, transfert de messages courts, services supplémentaires). Ce canal est associé à un canal de trafic utilisateur.

Le handover n'est pas autorisé pendant l'établissement de l'appel.

Après établissement de l'appel, le MS reçoit une commande de passage à un canal de trafic TCH (Trafic Channel) défini par la porteuse et un intervalle de temps.

**b) SACCH (Slow Associated Control Channel) :**

Les canaux TCH et SDCCH possèdent chacun un canal de contrôle associé à faible débit appelés SACCH. Cas de uplink (voie montante) :

Le MS envoie des mesures moyennes sur sa propre station de base (intensité et qualité du signal) et sur les stations de base adjacentes. Cas de downlink (voie descendante) Le MS reçoit des informations concernant la puissance d'émission à utiliser ainsi que des instructions sur l'avance de synchronisation.

**c) FACCH (Fast Associated Control Channel) :**

FACCH est utilisé lorsqu'un handover doit être effectué soudainement pendant une conversation. FACCH fonctionne en mode 'vol' signifiant qu'un segment de parole de 20 ms

est remplacé par les informations de signalisation nécessaire au handover. L'abonné ne ressentira pas cette interruption de la parole car le bloc de parole sera répété par le codeur vocal.

### **1.9.2 Canaux de trafic TCH (Trafic CHanel):**

Il existe deux canaux de trafic, plein débit et demi-débit qui sont utilisés actuellement. Il sera possible d'utiliser les TCH à demi-débit seulement lorsque des codeurs vocaux à demi-débit offrant une qualité acceptable deviendront disponibles. Un TCH à plein débit occupe un canal physique (un TS sur une porteuse) alors que 2 TCH à demi-débit peuvent se partager un canal physique.

### **1.10 L'effet d'un brouilleur dans un réseau GSM :**

Les dispositifs de brouillage émettent des radio fréquences puissantes peuvent éliminer l'importe quel signal GSM.

Mais le système des téléphones mobiles peut ajouter de la puissance électrique dès qu'il rencontre une diminution de sa puissance dû à l'interférence avec autres dispositifs;

Le brouilleur doit reconnaître cette augmentation en puissance et doit réagir pour compenser ces la.

Les téléphones mobiles sont des dispositifs Full Duplex utilisant deux fréquences séparées, l'une pour la parole et l'autre pour entendre simultanément. Quelques brouilleurs bloquent l'une des deux fréquences ce qui a pour effet de bloquer les deux.

Le téléphone mobile va afficher un message d'absence de service car à ce temps là il reçoit l'une des deux fréquences.

Dans notre travail on se limite à construire un brouilleur pour le système GSM dans les bandes de la voie descendante 870-880 MHz (CDMA), 935-960 MHz (GSM900) et 1805-1880 MHz (DCS) adoptées dans plusieurs pays.

La puissance du brouilleur dépend de quelques facteurs, la proximité des tours, intérieur et extérieur aux bâtiments, humidité et température. L'effet de brouilleur est représenté dans la figure ci-dessous.[5]

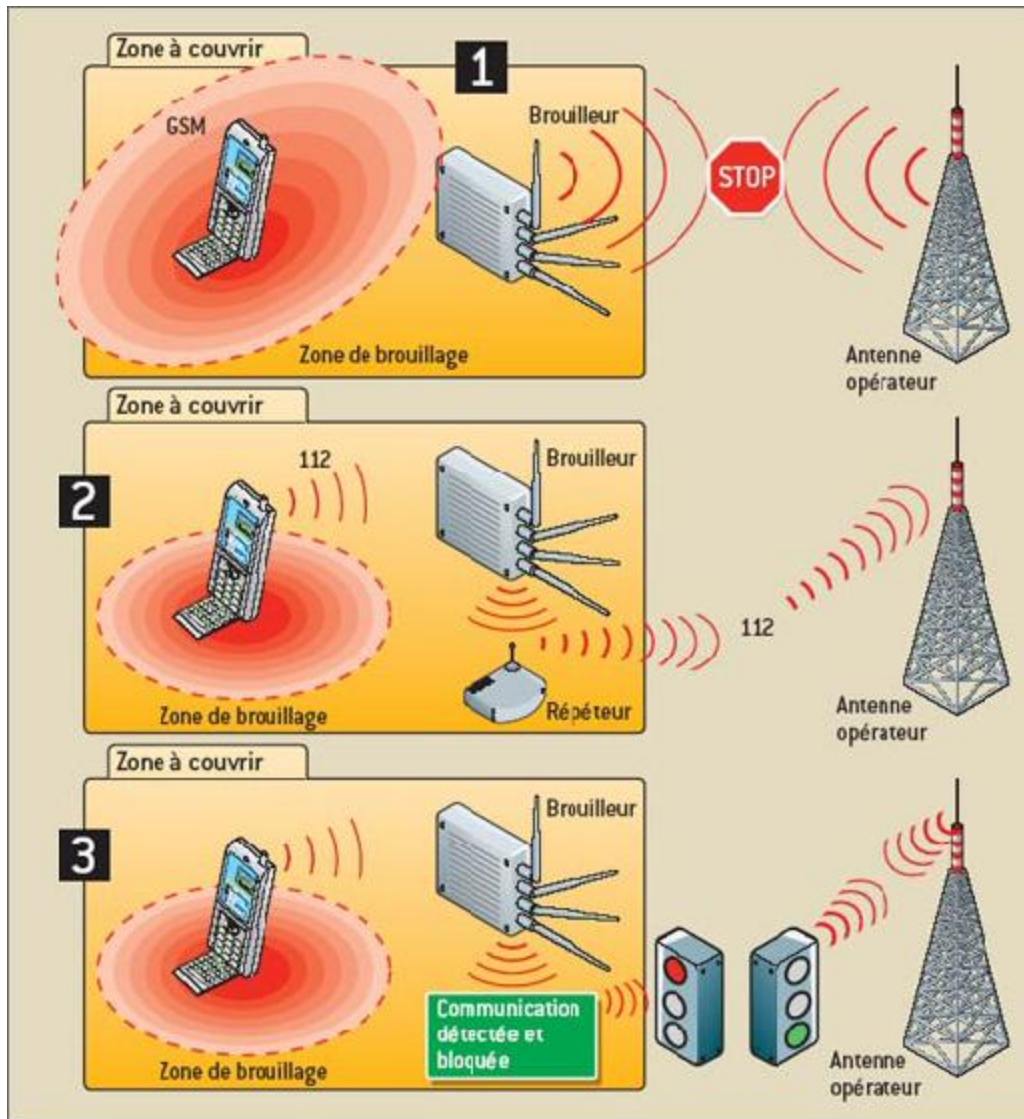


Figure 1.7 : la fonction du brouilleur.

### 1.11 Technique de brouillage de téléphones mobiles:

Nous avons adopté la technique qui permet de surpasser la puissance du mobile par un signal plus puissant en intégrant plusieurs oscillateurs indépendants émettant des signaux de brouillage capables de bloquer les fréquences utilisées par les canaux de contrôles dans les procédures de Paging spécialement dans les systèmes de mobiles GSM pour l'établissement de paroles.[6]

Les trois bandes de fréquences sur la voie descendante du système GSM à brouiller sont présentées dans le tableau suivant:

Type de voie Bandes fréquences	Voie montante (Uplink)	Voie Descendante (Downlink)
CDMA		870-880 MHz
GSM 900	890-915 MHz	935-960 MHz
DCS		1805-1880 MHz

**Tableau 1.2 : Bandes De Fréquences CDMA/GSM 900/DCS**

### 1.12 Conclusion :

La mise en place d'un réseau GSM représente un investissement considérable. A l'heure actuelle les réseaux GSM ne cessent d'évoluer afin d'assurer une qualité de couverture toujours plus importante.

La couverture du réseau est assurée par la multiplication des ensembles BTS – BSC.

Les différentes évolutions et méthodes de communications du système GSM constituent une vue globale sur l'intelligence de ce système y comprise sa complexité, et mettent en évidence la capacité à l'exploiter pour différents buts, comme la commande à distance des dispositifs électriques, la messagerie, l'internet, et le brouillage de ces dernières qui constituent notre sujet.

Les ondes radio sont très sensibles aux interférences, c'est la raison pour laquelle un signal peut facilement être brouillé par une émission radio ayant une fréquence proche de celle utilisée dans les bandes GSM (UPLINK-DOWNLINK) ce qui constitue un atout fiable pour la conception d'un bon brouilleur.

# Chapitre 2

## Conception du brouilleur tri bandes

## 2.1 Introduction :

Un brouilleur de téléphones mobiles est un dispositif qui transmet un signal à la même fréquence que celle du GSM et à la même puissance.

Le brouillage réussit quand les téléphones mobiles s'arrêtent de recevoir et d'émettre des signaux et de données.

Ces dispositifs de communication de brouillage sont développés et utilisés initialement par les Militaires pour sécuriser leurs systèmes de communications et assurer le transport d'information entre leurs différentes forces.

Dans nos jours, les dispositifs de brouillage deviennent des produits civils et nécessaires à l'usage dans certains milieux tels que, places religieuses, prisons, milieux sécurisés, salles de conférences, librairies, salles de concert et dans des milieux sécurisés où le silence est nécessaire.

## 2.2 L' équations du brouillage :

Généralement le rapport Brouillage sur Signal peut être mesuré suivant l'équation suivante:

$$\frac{S_B}{S} = \frac{P_B \cdot G_{BR} \cdot G_{RB} \cdot R_{ER}^2 \cdot L_R \cdot B_R}{P_E \cdot G_{ER} \cdot G_{RE} \cdot R_{BR}^2 \cdot L_B \cdot B_B} \quad (2.1)$$

PB = Puissance du brouilleur

PE = Puissance de l'émetteur

GBR = Gain de l'antenne du brouilleur au récepteur

GRB = Gain de l'antenne du récepteur au brouilleur

GER = Gain de l'antenne de l'émetteur au récepteur

GRE = Gain de l'antenne du récepteur à l'émetteur

BR = Bande de communication au récepteur

BB = Bande du brouilleur

RER = Distance entre émetteur et récepteur

RBR = Distance entre brouilleur et récepteur

LB = Perte dans le signal du brouilleur

LR = Perte dans le signal de communication

La distance entre l'émetteur et le récepteur a une grande influence sur la perte dans le signal. Si la distance entre le brouilleur et le récepteur est doublée, le brouilleur doit quadrupler sa sortie de façon à conserver le même effet de brouillage.

Souvent la perte dans le signal de brouillage diffère de la perte dans une telle transmission ce qui donne au brouilleur l'avantage sur les émetteurs de communication. [5]

### 2.3 Architecture de brouilleur GSM :

Le brouilleur est constitué de plusieurs étages, chacun accomplit une ou plusieurs fonctions qui lui sont appropriées, on y distingue :

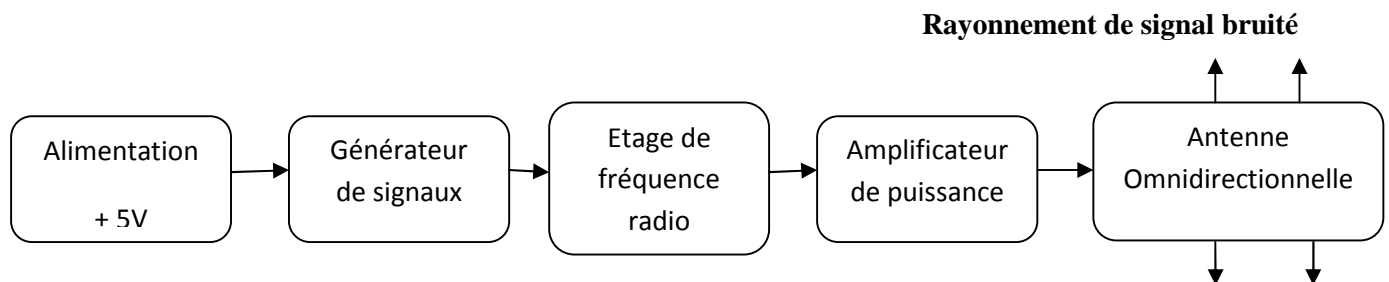
**I-** Etage d'alimentation : c'est pour alimenter le circuit électrique et les différents étages.

**II-** Etage générateurs de signaux : c'est pour générer deux signaux, un signal triangulaire et un bruit, ces deux la sont sommés en un seul signal pour obtenir un signal bruité.

**III-** Etage FR (Fréquence Radio) : l'étage le plus important pour le brouillage, il consiste à la génération des fréquences élevées par un VCO et ainsi pour fixer le signal bruité dans la bande de fréquences désirés, et en suite ce signal doit être amplifié en terme de puissance.

**IV-** Antenne : c'est pour envoyer le signal bruité en dehors de circuit et atteindre les dispositifs mobiles à bloquer.

La figure ci-dessous montre l'enchaînement de ces étages cités en haut.



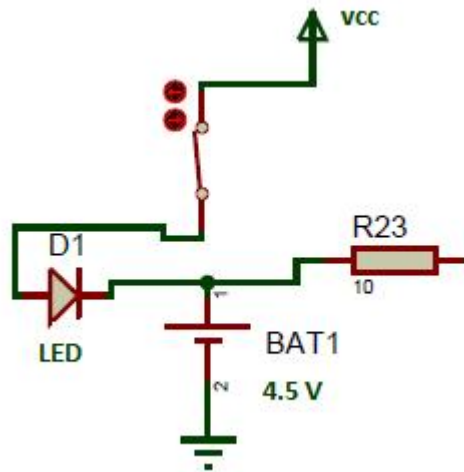
**Figure 2.1 : Schéma bloc du circuit brouilleur de téléphone mobile.**

### 2.4 Principaux éléments constituant de chaque étage :

#### 2.4.1 L'étage d'alimentation:

Cet étage est constitué d'une batterie de 5 Volts qui va alimenter tout le circuit de brouillage indépendamment des autres étages. Cette batterie peut assurer une alimentation continue pour deux heures de fonctionnement.

Cet étage peut aussi être alimenté par un chargeur de 5 Volts qui à son tour charge la batterie. Le déclenchement de cet étage se fait à l'aide d'un interrupteur. Voir la figure ci-dessous.



**Figure 2.2: Etage d'alimentation.**

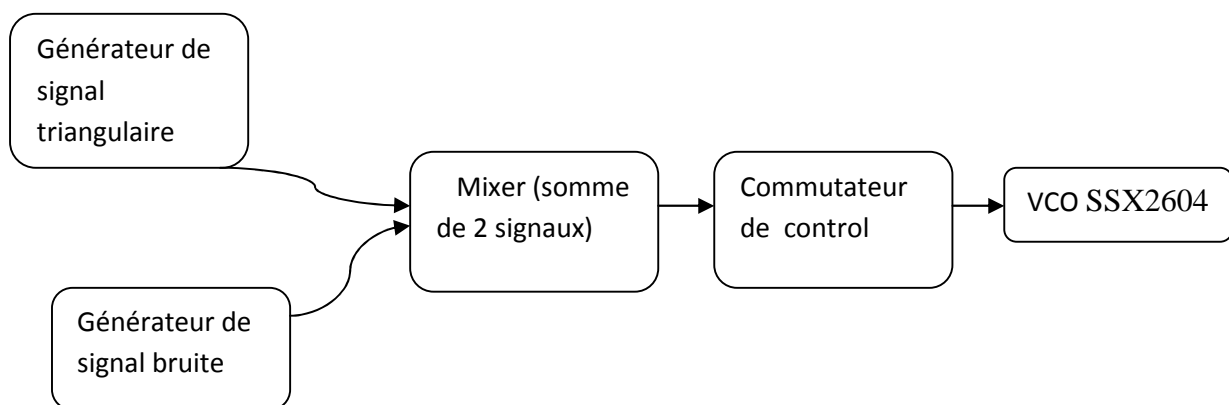
#### 2.4.2 L'étage générateur des signaux:

La fonction de cet étage est de générer un signal adaptatif (tuning) pour le VCO SSX2604 qui se trouve dans la partie RF, afin de mettre ce VCO en oscillation dans le domaine de fréquences désirées.

Ce signal tuning est généré par un générateur de signal triangulaire (40 KHz à 50 KHz) en addition avec un générateur de signal bruité pour faire osciller la sortie du VCO depuis la fréquence minimale jusqu'à la fréquence maximale.

#### 2.4.3 Schéma synoptique de l'étage des signaux :

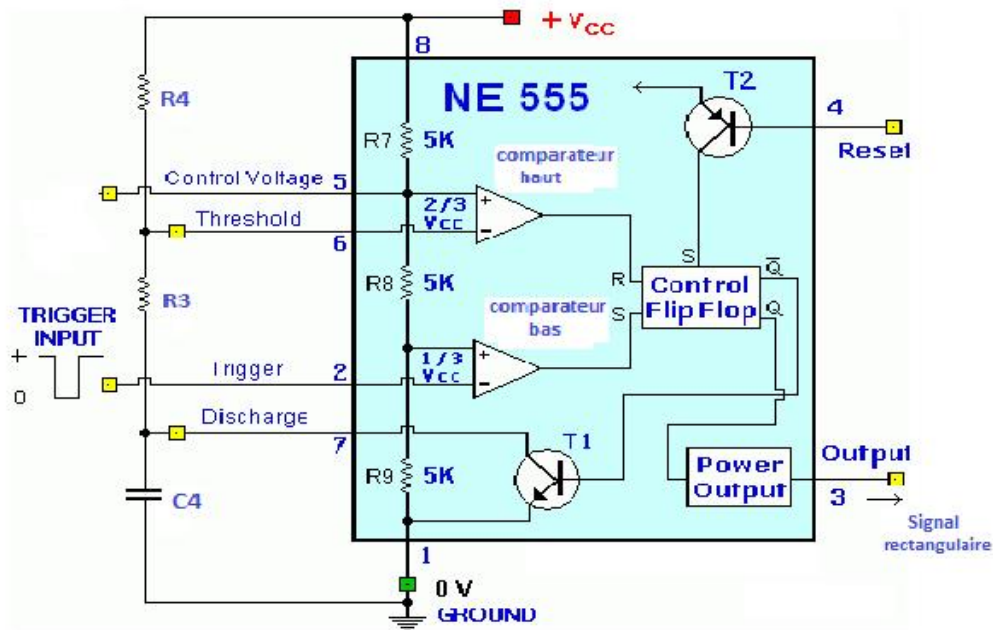
L'étage générateur des signaux est composé de plusieurs blocs dont le bloc générateur de signal triangulaire qui génère un signal triangulaire, le bloc générateur de signal bruité ensuite ces deux signaux seront commutés (sommés) dans le bloc commutateur de contrôle dont le but d'obtenir un seul signal et celui-ci sera injecté dans un contrôleur de tension VCO SSX2604.



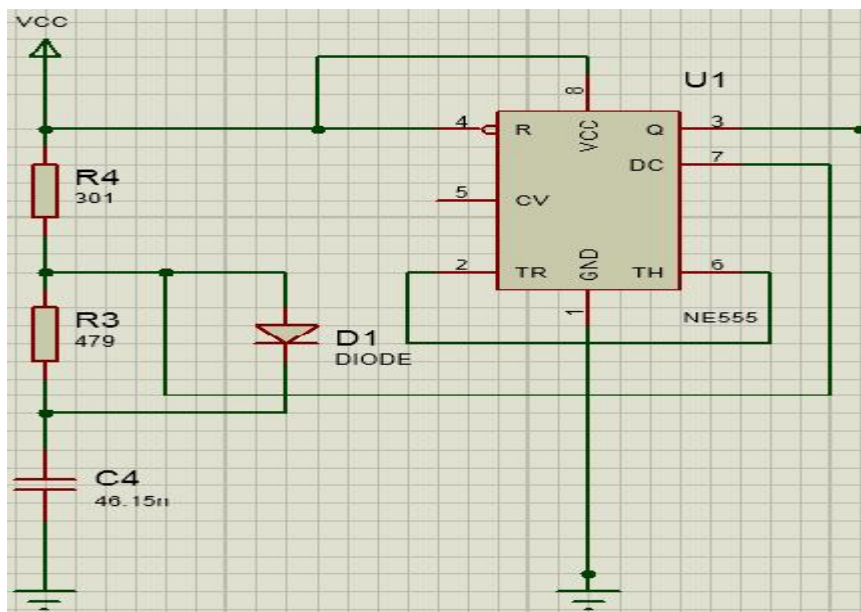
**Figure 2.3: Schéma bloc de l'étage des signaux.**

**2.4.3.1 Générateur de signal Triangulaire :**

Pour générer deux signaux triangulaires aux fréquences 40 KHz et 50 KHz, nous avons utilisé le circuit intégré NE555 en mode multivibrateur astable qui contient deux NE555. Chaque NE555 génère un signal d'impulsion rectangulaire, et contient deux comparateurs, un circuit flip-flop, un transistor pour la décharge et un pont diviseur de tension pour mettre les tensions à différents niveaux de comparaison.



**Figure 2.4 : Génération d'un signal rectangulaire stable.**



**Figure 2.5: Génération d'un signal d'impulsion rectangulaire a la sortie pin3.**

Initialement, l'alimentation est à l'état ON, **C4** était déchargée et l'entrée Trigger **Pin2** était à zéro. Cela a pour effet de mettre en état haut la sortie du comparateur bas et mettre à l'état bas la sortie du comparateur haut, en forçant la sortie du flip-flop et la base du transistor **T1** d'être à l'état bas ce qui rend le transistor bloqué. La capacité **C4** commence à se charger à travers **R4**. Quand la tension aux bornes de la capacité arrive à  $\frac{1}{3} V_{cc}$ , la sortie du comparateur bas sera à l'état bas, et quand elle arrive à  $\frac{2}{3} V_{cc}$  la sortie du comparateur haut sera à l'état haut. Alors le flip-flop reset et la base du transistor reçoit un état haut qui met en ce dernier marche. La capacité **C4** commence maintenant à se décharger à travers **R3** et le comparateur haut revient à l'état bas. Quand la décharge devient plus basse que  $\frac{1}{3} V_{cc}$  le comparateur bas revient à l'état haut. Le flip-flop set et rend la base du transistor **T1** à un état bas ce qui bloque ce dernier. Un autre cycle prend place et la procédure se répète. Le résultat est un signal rectangulaire dont la fréquence dépend des valeurs de **R4** et **R3**.

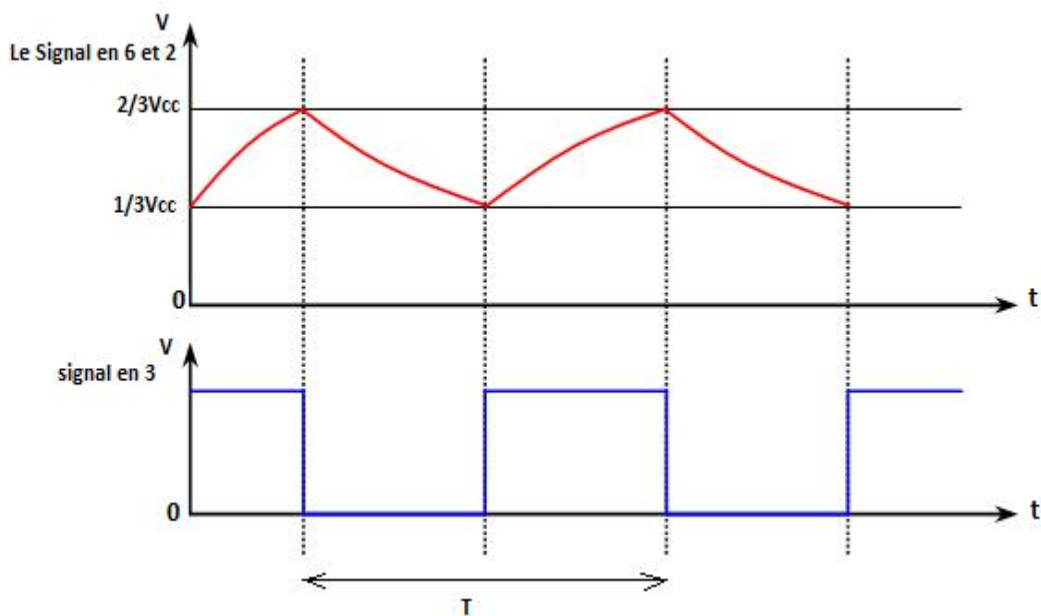


Figure 2.6: les signaux générés par le NE555

La fréquence d'oscillation est donnée par la relation:

$$F_{osc} = \frac{1.44}{(R_3 + R_4) \cdot C_4} \quad (2.2)$$

La période d'une seule oscillation est donnée par la relation :

$$T_{osc} = \frac{1}{F_{osc}} \quad (2.3)$$

Il faut choisir les deux résistances **R4** et **R3** de façon à obtenir une fréquence de 40 KHz. Nous avons choisi cette valeur de fréquence d'oscillation relativement au temps de garde  $T_G$  du GSM qui est de l'ordre de 30  $\mu s$  en prenant en considération que la période d'oscillation **Tosc** soit inférieur à  $T_G$ .

Nous avons choisi :

**R4** = 301 , **R3** = 479 et **C4** = 46.15 nF ça donne **F** = 40 KHz.

Pour le deuxième NE555 nous avons choisi:

**R1** = 211 , **R2** = 413 et **C3** = 46.15 nF ça donne **F** = 50 KHz.

Une fois les deux circuits intégrés NE556 génèrent les signaux rectangulaire ces derniers sont injectés dans les deux commutateurs 4066 respectivement.

Les deux signaux sortant du commutateur ayant la forme d'un signal carré vont passer dans deux circuits dérivateurs RC pour se transformer en deux signaux de forme triangulaire car l'entrée du VCO exige cette forme, voir la figure ci-dessus. [5]

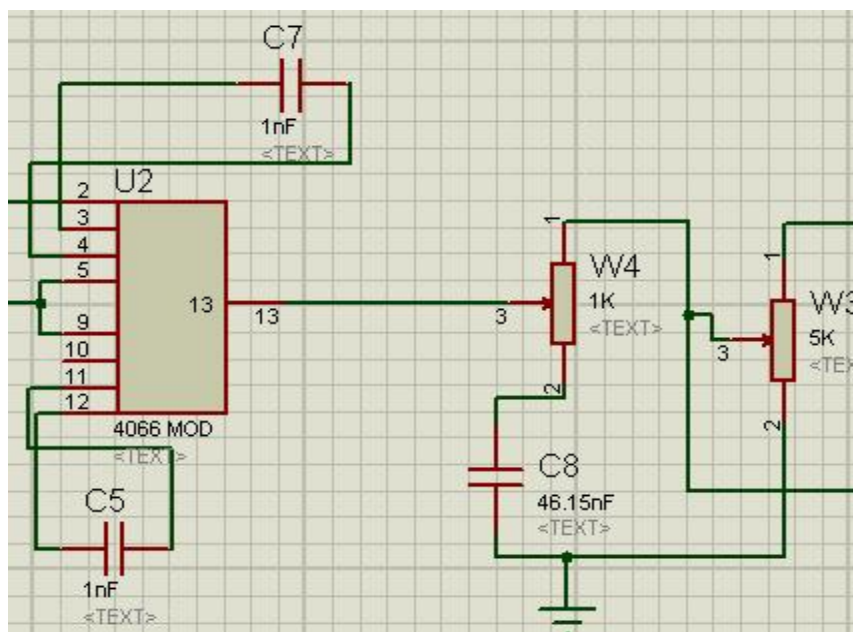


Figure 2.7: le circuit générateur de signal triangulaire par le circuit dérivateur (W4,C8).

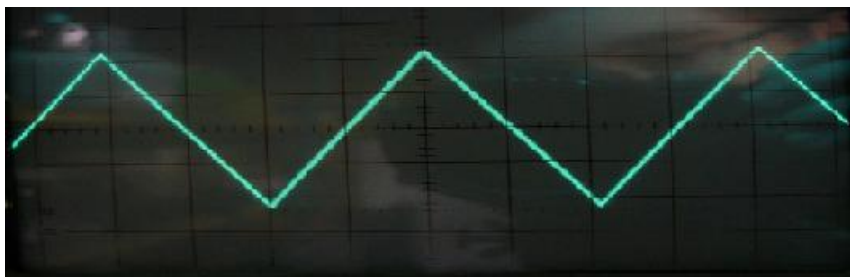


Figure 2.8: Génération du signal triangulaire.

### 2.4.3.2 Générateur de signal bruit:

Pour compléter le brouillage on additionne aux signaux triangulaires un signal bruité pour former le signal adaptatif du VCO.

Le bruit aide à masquer le signal de transmission de brouillage transformant le en bruit aléatoire par rapport à l'extérieur. Sans le bruit, le signal de brouillage n'est qu'une oscillation, ou une Fréquence Radio porteuse non modulée.

Le générateur de signal bruité est basé sur le bruit d'avalanche généré par une diode Zener à phénomène de claquage. Il est généré quand une jonction PN est opérée en mode inverse.

L'amplitude du bruit est difficile à prédire et cela est dû à sa dépendance des matériaux.

D'une manière basique le générateur de signal bruité consiste en une diode Zener avec un petit courant inverse, un transistor buffer, et un amplificateur audio qui agit comme un filtre passe-bas et un amplificateur de petits signaux.

Dans notre travail on a utilisé 2 diodes Zener de 2v à effet d'avalanche pour chaque générateur de bruit aléatoire et cela donne un résultat suffisant. Ici, nous n'avons pas utilisé un amplificateur audio, mais le transistor MOSFET 3904 pour augmenter l'amplitude du bruit avant sa génération.

Ce type de transistor est souvent rencontré dans les dispositifs à haute fréquence vue sa vitesse de transmission et sa haute impédance qui rend l'adaptation d'impédance plus facile qui ne nécessite pas un calcul complexe.

Voir Schéma ci-dessous où nous avons utilisé deux diodes Zener de 2 volts mises en parallèles car la tension appliquée sur elles est de 5 volts et qui peuvent être remplacées par une seule de valeur 4.7 volts, mais cette dernière n'était pas disponible pour la taille considérée dans le circuit. Le résultat est le même et ce qui nous intéresse est le bon fonctionnement de cet étage.

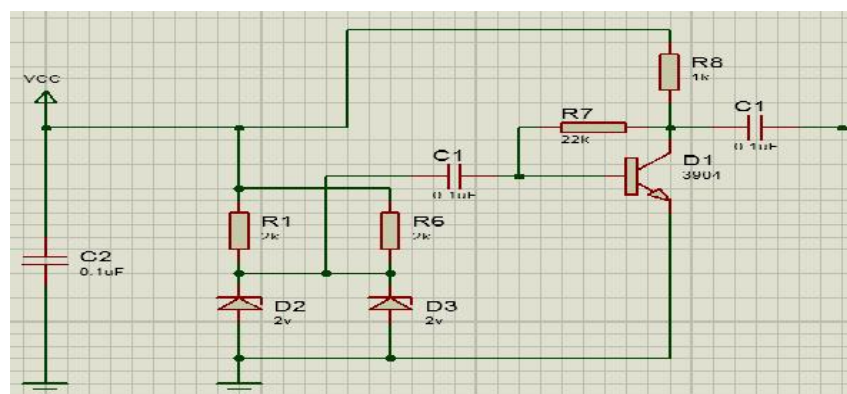
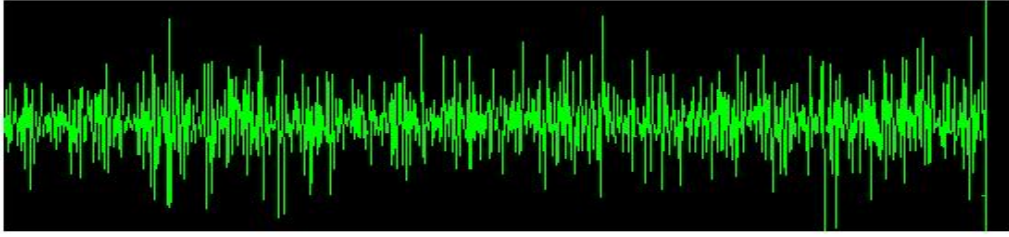


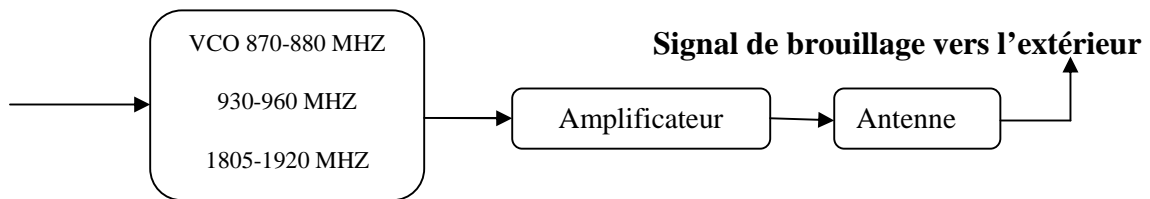
Figure 2.9: génération de bruit par les diodes zener D2 et D3.



**Figure 2.10: le signal bruit généré par les deux diodes Zener.**

#### 2.4.4 L'étage FR (Fréquence Radio):

C'est l'étage le plus important pour le brouillage et il contient trois parties, Un oscillateur à Tension contrôlée (Voltage Controlled Oscillator (VCO)) pour généré des fréquences radios qui calent la puissance de mobile dans la bande descendante de GSM, en suite le signal sortant de VCO sera amplifier par un amplificateur de puissance et rayonne a travers une antenne vers l'extérieur.



**Figure 2.11 : schéma bloc de l'étage FR.**

Les composants sont sélectionnés suivant les spécifications du brouilleur comme la bande de fréquences et la distance de recouvrement. Il est important à noter que tous les composants utilisés ont 50  $\Omega$  d'impédance d'entrée et de sortie, donc la micro ruban 50  $\Omega$  était utilisée pour adapter les composants. La largeur de cette micro ruban était calculée utilisant l'équation suivante pour  $w/h > 1$  avec  $w$  représente la bande de fréquence et  $h$  la distance de recouvrement et  $\epsilon_{eff}$  représente la primitive de vide. [5]

$$Z_0 = \frac{120f \left( \frac{1}{\left( \frac{w}{h} + 1.393 + 0.677 \times \ln \left( \frac{w}{h} \right) \right)} \right)}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2.4)$$

#### 2.4.4.1 Éléments de Puissance:

Pour une bonne réussite de brouillage dans une région particulière, on va prendre en considération un paramètre très important qui est le rapport signal sur bruit **S/B**, ou bien le SNR (signal-to-noise ratio).

Chaque dispositif travaille dans le domaine des radiocommunications peut tolérer seulement le bruit dans le signal jusqu'à un niveau particulier, Il est appelé SNR handling capability (capacité de traitement) du dispositif. La plupart des dispositifs cellulaires ont un SNR handling capability autour de la valeur de **12dB**. Un très bon dispositif doit avoir la valeur de **9dB**, elle est aussi élevée malheureusement. Pour assurer le brouillage sur ces dispositifs, on a besoin de réduire le SNR de la porteuse du signal jusqu'à devenir inférieure au niveau de **9dB**.

Le cas le plus confus consistant le brouillage, c'est la puissance maximale **S<sub>max</sub> = -47 dbm** Transmise par une BTS avec la valeur minimale de SNR d'un dispositif mobile qui est égale à **23 dbm** ce qui exige d'avoir la puissance de brouilleur **S<sub>b</sub> = -24dbm**, car **SNR<sub>min</sub> = S/S<sub>b</sub>** ou **S<sub>b</sub>** est la puissance du signal de brouillage.

Donc le signal de brouillage a besoin d'une puissance de **-24dBm** pour la transmettre afin d'être reçue par un dispositif mobile afin que cette réception brouille effectivement ce dernier. Il faut prendre en considération que, le signal rayonné de notre brouilleur doit subir une atténuation depuis sa transmission de l'antenne jusqu'à son arrivée à l'antenne du dispositif mobile.[6]

#### 2.4.4.2 La perte dans la puissance :

La perte de puissance le long de ce trajet peut être calculée utilisant la simple formule appliquée dans le cas de La Perte de Puissance dans l'Espace Libre ( free space path loss approximation ) :

$$L_p = 32.45 + 20 \cdot \log_{10}(F \cdot D) \quad (2.5)$$

Avec **F** : fréquence en hertz et **D** : la distance parcourue en kilomètres

#### Exemple :

Utilisant la fréquence centrale de la bande Downlink du GSM (**947.5MHz**) et un rayon de recouvrement de 20m, on obtient la valeur de la puissance perdue qui sera **58dBm**.

Cette perte de puissance idéale est dans l'espace libre seulement, et la perte dans l'air sera plus grande. Cela signifie que le rayon de brouillage doit être plus petit que **20m** si on veut calculer sa valeur dans le cas d'air. Donc, tenant compte de la puissance perdue durant le trajet, on a besoin de transmettre un signal de puissance telle que:

$$S_{\text{Trans}} = 58 - 24 = 34 \text{ dBm}$$

Maintenant, la puissance de sortie du VCO est **6dBm**, donc elle doit être amplifiée de  $34-6 = 28 \text{ dBm}$  pour réaliser le brouillage. Pour cela, nous avons utilisé un étage d'amplification de puissance capable d'élever cette puissance à la sortie au delà de **24 dBm** arrivant jusqu'à **34 dBm**.

Voir **Tableau:** pour le besoin de compensation de perte aux trois fréquences centrales.

Cette Perte est dans l'espace libre (Free Space Loss) définie par la relation:

$$L_p = 32.45 + 20 \cdot \log_{10}(F \cdot D)$$

Notons que : **D** en **Km** et **F** en **MHz**.

D(Km)	F(MHz)	LP(dBm)	E=LP-24dBm	A=E-6dBm	Type
0.02	875	57.3107	33.3107	27.3108	<b>CDMA</b>
0.02	947.5	58.00218	34.00218	28.0022	<b>GSM</b>
0.02	1862.5	63.872	39.872	33.7787	<b>DCS</b>

**Tableau 2.1: Compensation de perte dans l'espace libre aux trois fréquences centrales dans la voie descendante.**

#### 2.4.4.3 Oscillateur à Tension Contrôlée (Voltage Controlled Oscillator) :

Le VCO (Voltage Controlled Oscillator) c'est C'est le dispositif qui génère le signal FR (frequence radio) qui va interférer avec le téléphone cellulaire.

La sortie de l'oscillateur commandé en tension à une fréquence qui est proportionnelle à la tension d'entrée, donc, on peut commander la fréquence de sortie en changeant la tension d'entrée. Lorsque la tension d'entrée à courant continu, la sortie est une fréquence spécifique, tandis que si l'entrée est une forme d'onde triangulaire, la sortie s'étend sur une gamme de fréquences spécifique.[7]

La forme de la porteuse générée par le VCO (Voltage Controlled Oscillator) est la suivante:

$$S(t) = A(t) \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot F_0 \cdot t + \phi(t) + \phi_0) \quad (2.6)$$

$\phi(t)$  appartient à  $[-\pi/2, +\pi/2]$  pour la modulation BPSK (Binary Phase Shift Keying) et

à  $[-\pi/2, 0, \pi/2, +\pi/2]$  pour la modulation QPSK (Quarternary phase Shift Keying)

La sélection du VCO était influencée par deux facteurs principaux :

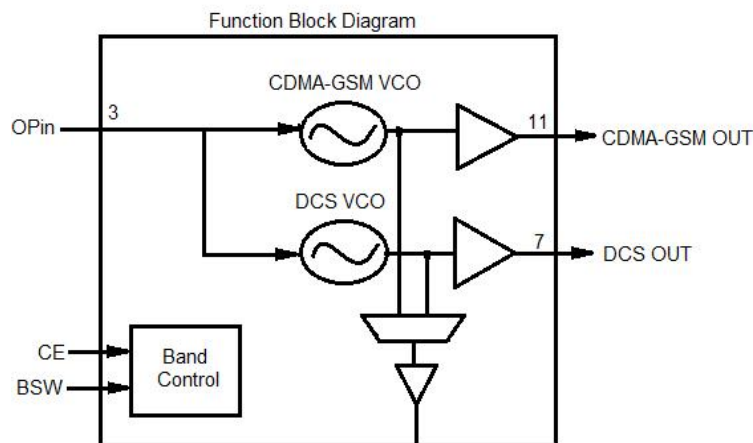
1. Assure la couverture au niveau de fréquences pour les trois bandes suivantes : GSM, DCS, CDMA
2. la disponibilité de ce circuit intégré pour réaliser la tâche désiré.[5]

Pour le premier facteur qui exige que le VCO puisse recouvrir les fréquences dans les bandes descendantes (downlinks) [880-890] MHz, [935-960] MHz, et [1805-1920] MHz le choix est tombé sur le SSX2604.

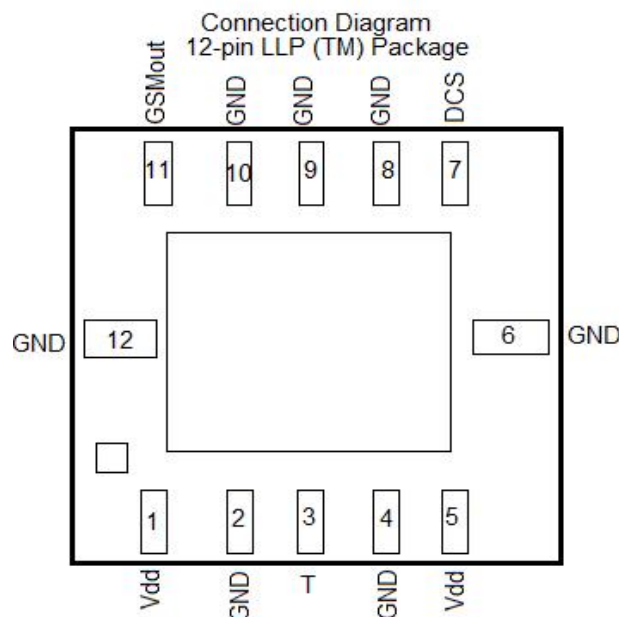
La **Figure (2.6)** montre le SSX2604 avec ces différentes connexions typique.

Le VCO a une entrée qui s'appelle Tuning qui se trouve au Pin numéro 3 et deux sorties au pin 11 et pin 7, la première génère les fréquences porteuses pour les deux bandes CDMA et GSM, la deuxième génère les fréquences porteuses dans la bande DCS.

Le contrôle de choix de bande se fait à l'intérieur selon la valeur de la tension électrique présente au pin3.



**Figure 2.12: La structure interne de VCO SSX2604.**



**Figure 2.13: la configuration du VCO SSX2604.**

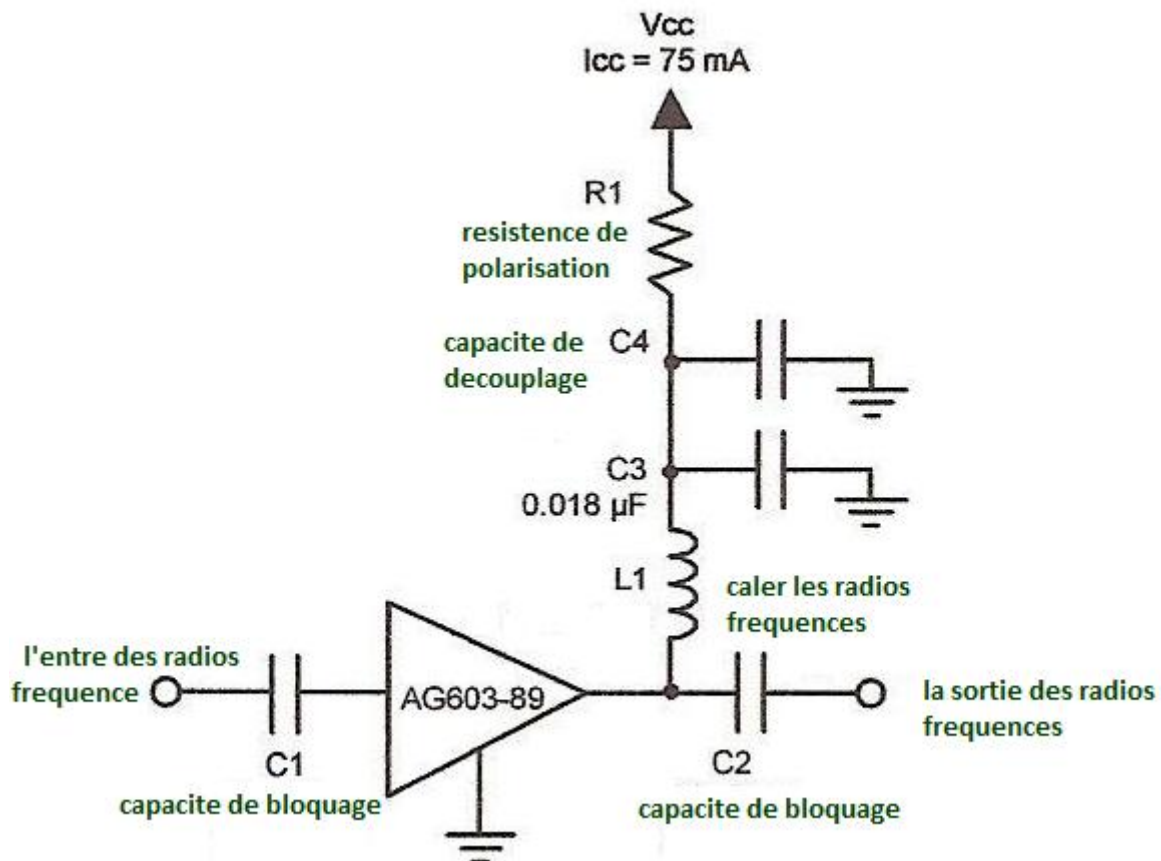
Le VCO SSX2604 est implanté comme un oscillateur LC, intégrant beaucoup de circuits électroniques pour réaliser une tâche spécifique, cela rend le VCO simple à utiliser, l'entrée tuning est à l'intérieur connecté au varactor (diode varicap).

La sortie typique de puissance est **6dBm**, et la sortie va balayer suivant la bande désirée quand le signal tuning à l'entrée du VCO varie entre **40 KHz** et **50 KHz** et la tension varie entre **0.4v** et **2.4v** pour sélectionner les trois bandes simultanément.

#### 2.4.4.4 Amplificateur de Puissance FR:

L'AG603-86(89) est un amplificateur de puissance utilisé dans les dispositifs à haute fréquence comme les mobiles est capable d'amplifier suffisamment les signaux entre **870 MHz** et **1.920 GHz** avec une puissance de signal **34 dBm**. [8]

Un schéma typique d'une configuration pour l'AG603-86 (89) est présenté ci-dessous:



**Figure 2.14 : La Configuration Typique de l'AG603-86 (89).**

Le courant de polarisation est délivré par l'alimentation de 9 V à travers la résistance  $R1$  et la bobine  $L1$ , L'effet de la résistance est de réduire l'effet de la tension du dispositif sur le courant venant de la batterie (courant de polarisation) en stimulant une source de courant. Les capacités de Blocage sont nécessaires à l'entrée et la sortie des ports.

Une autre capacité (bypass capacitor) est connectée entre la tension d'alimentation continue et la masse pour éviter le couplage directe (Stray Coupling) aux autres composants de traitement des signaux.[8] Le courant de polarisation est donné par l'équation suivante:

$$I = \frac{V_{cc} - V_d}{R_{bias}} \quad (2.8)$$

Avec  $R1=11.2 \text{ } \Omega$ .

Maintenant la puissance désirée est atteinte.

### 2.5 Les antennes:

A ce point, nous avons des signaux prêts à transmettre et nous avons besoin de les rayonner à l'intérieur de la région que nous voulions pour produire le brouillage effectif désiré tenant en compte du modèle de l'Antenne et la bande de fréquence spécifique. [9] Cela signifie que nous allons utiliser l'antenne convenable qui satisfait les conditions suivantes:

- Les bandes de fréquences correctes Ascendantes ( Downlink ):  
**870-880 MHz ( CDMA)**  
**930-960 MHz (GSM)**  
**1805-1880 MHz (DSC)**
- Un type de radiation Omni-Directionnelle.

On a trois bandes de fréquences à brouiller. Donc on va utiliser trois antennes Omnidirectionnelles disponibles sur le marché de type hélice, avec un coefficient de réflexion de **-17dB**. A noter que plus le coefficient de réflexion est petit, meilleur soit la radiation. Et cette valeur de **-17dB** est une très bonne valeur.[9]



**Figure 2.12 : Antenne Omnidirectionnelle pour CDMA, GSM et DCS.**

## 2.6 Fonctionnement du Brouilleur:

Le brouilleur de téléphones mobiles qu'on a élaboré transmet les signaux sans utiliser aucun type de modulation c.à.d seulement l'onde porteuse qui est générée par ce brouilleur et rayonnée dans toutes les directions grâce aux antennes omni-directionnelles utilisées pour ce but. La porteuse générée par ce brouilleur arrive aux récepteurs appartenant au même secteur où le brouilleur existe et où il peut agir avec une grande efficacité.

A noter que les stations de base transmettant vers les stations mobiles ont généralement des puissances très hautes et ces puissances varient selon le but pour lequel elles sont envoyées. Le brouilleur a une petite puissance par rapport à ces dernières.

Mais le signal venant des stations de base suit toujours un long trajet pour arriver aux récepteurs, ce qui rend ce signal petit même plus petit que celui des stations mobiles. Le brouilleur ayant une puissance forte dans son secteur, aura l'effet de brouiller le signal venant des stations de base une fois sa puissance devient voisine ou largement supérieure à ce signal. Le brouilleur déclenchera, et contient une LED de **10 mA** qui indique son début de fonctionnement.

L'étage temporisateur NE556 composé de **IC<sub>1</sub>** assure deux signaux d'impulsions rectangulaires stables sur ses deux sorties **Pin5** et **Pin9** aux périodes **T<sub>1</sub> = 25 μs** et **T<sub>2</sub> = 20 μs** à un niveau de tension ne dépassant pas **2.4v** grâce aux deux diodes **D<sub>3</sub>** et **D<sub>4</sub>** qui agissent sur la fréquence pour le rendre à **50%**. Chacun de ces deux signaux passent respectivement aux entrées **Pin1** et **Pin4** de l'étage commutateur 4066 composé d'**IC<sub>2</sub>**. Les Pins de contrôle **13** et **5** de ces deux commutateurs sont reliés à **5v** pour permettre la transmission continue des deux signaux entrants vers les deux sorties **Pin2** et **Pin3**. Ce commutateur assure un temps de montée et descente de **20ns** et sert aussi à constituer un circuit à haute impédance en cas de mal fonctionnement entre le temporisateur et le VCO pour ne pas endommager ce dernier.

Les deux signaux sortant du commutateur ayant la forme d'un signal carré vont passer dans deux circuits **RC** constitués de (**w<sub>4</sub>, C<sub>8</sub>**) et (**w<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>**) pour se transformer en deux signaux de forme triangulaire car l'entrée du VCO exige cette forme. Mais avant de passer au VCO, ces deux signaux triangulaires seront mélangés avec le signal bruité provenant du générateur de bruit composé de **D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>** et **D<sub>3</sub>** à travers les deux potentiomètres **W<sub>3</sub>** et **W<sub>6</sub>**. Alors les sorties de ces deux potentiomètres seront reliées ensemble pour constituer deux signaux triangulaires bruités se dirigeant vers l'entrée Tuning **Pin3** du VCO **SSX2604**. Ce dernier a deux sorties par lesquels il génère les fréquences radio relatives au système GSM.[5]

La sortie au **Pin11** est celle qui génère les fréquences radio **CDMA/GSM900** et l'autre sortie au **Pin7** génère les fréquences radio DCS1800. Chacune des deux sorties (3 bandes) du VCO sera sélectionnée durant la variation de la tension en mode de charge et décharge des deux capacités **C3** et **C4**, ayant chacune un niveau de puissance égal à **6dBm**. La sortie au **Pin11** passe dans deux circuits qui par deux polarisations convenables (une polarisation pour le CDMA et l'autre pour le GSM900) amplifient la puissance relativement à chaque bande jusqu'à un niveau de puissance égal à **34 dBm** grâce à l'AG603-86(89) qui va exécuter cette tâche. De même la sortie au **Pin7** passe dans un même circuit comme avant mais polarisé différemment (une polarisation pour le DCS1900). Enfin, les fréquences porteuses générés par le VCO et amplifiées en puissance par l'AG603-86(89) seront transmises à trois antennes omnidirectionnelles relativement à leurs bandes de fréquences:

- Antenne pour le CDMA.
- Antenne pour le GSM.
- Antenne pour le DCS.

Voici un tableau qui illustre le choix des bandes à amplifier:

F(MHz)	50	500	900	1900	2200	2500	3500
L1(nH)	820	220	68	27	22	18	15
C1 C2 C4	1800	1000	100	68	68	56	39

**Tableau 2.2: les composants à implanter pour le choix des bandes.**

Voir le schéma électrique global dans le chapitre III.

## 2.7 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté l'architecture de notre brouilleur ainsi que les besoins de brouillage et les différents étages qui constituent ce dispositif.

Chaque étage doit assurer une tâche spécifique pour lui et nous avons montré les principales caractéristiques des composants qui vont le constituer et pour lesquels, nous avons justifié leurs sélections. De même, nous avons présenté leurs configurations internes et la manière avec laquelle, chacun d'eux, peut être adapté avec les autres.

# Chapitre 3

## Simulation et réalisation

### **3.1 Introduction :**

Dans ce chapitre, nous présenterons le circuit électronique global et le circuit imprimé de notre brouilleur, développé à l'aide de logiciel PROTEUS.

La nécessité d'utiliser des composants spécifiques pour la génération des hautes fréquences (GSM 900MHz, DCS 1800MHz et CDMA 800MHz) comme le VCO et l'amplificateur de puissance a rendu notre tâche presque impossible vu l'interdiction de les vendre sur le marché.

Même au niveau de la simulation c'est quasiment inconcevable par l'absence de ces composants dans les différents logiciels de simulation électroniques, ce qui nous a mené à donner seulement le circuit électronique global et le circuit imprimé.

### **3.2 Développement du circuit électrique avec PROTEUS :**

#### **3.2.1 Présentation de logiciel PROTEUS :**

PROTEUS est une suite logicielle destinée à l'électronique. Développé par la société Labcenter Electronics, les logiciels inclus dans PROTEUS permettent une réalisation des circuits imprimés dans le domaine électronique et une simulation de ceci. Deux logiciels principaux composent cette suite logicielle: ISIS, ARES.[10]

#### **3.2.2 Représentation générale :**

Cette suite logicielle est très connue dans le domaine de l'électronique. De nombreuses entreprises et organismes de formation utilisent cette suite logicielle. Outre la popularité de l'outil, PROTEUS possède d'autres avantages :

Pack contenant des logiciels faciles et rapides à comprendre et utiliser.

Le support technique est performant.

L'outil de création de prototype virtuel permet de réduire les coûts matériels et logiciels lors de la conception d'un projet.

**ISIS :** Le logiciel ISIS de PROTEUS est principalement connu pour éditer des schémas électriques. Par ailleurs, le logiciel permet également de simuler ces schémas ce qui permet de détecter certaines erreurs dès l'étape de conception. Indirectement, les circuits électriques conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisés dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits.

**ARES :** Le logiciel ARES est un outil d'édition et de routage. Un schéma électrique réalisé sur ISIS peut alors être importé facilement sur ARES pour réaliser le PCB de la carte électronique. Bien que l'édition d'un circuit imprimé soit plus efficace lorsqu'elle est réalisée manuellement, ce logiciel permet de placer automatiquement les composants et de réaliser le routage automatiquement.[10]

### 3.3 Circuit électrique globale

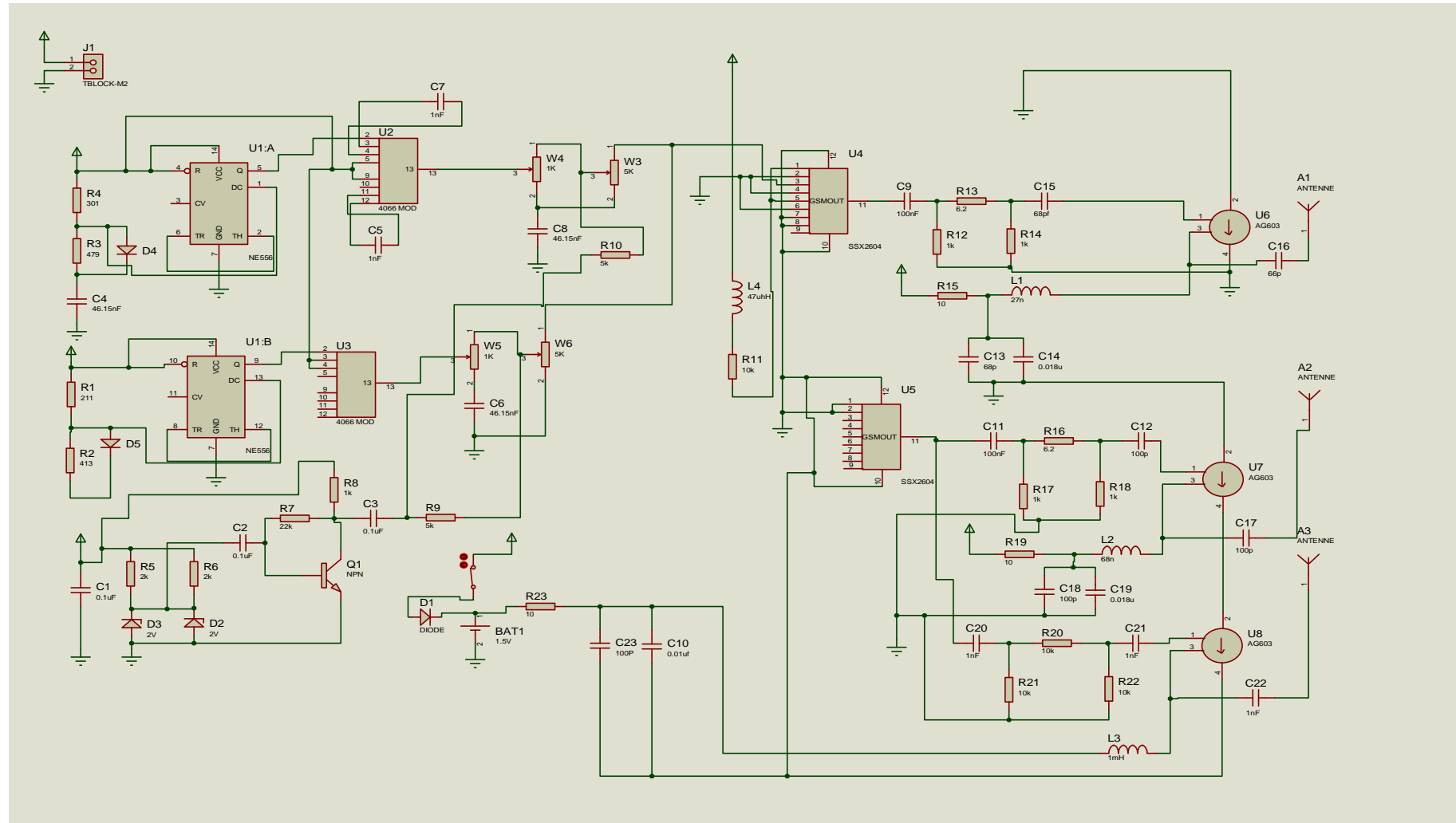


Figure 3.1 : circuit électrique globale

### 3.4 Nomenclature des composants utilisés :

L'ensemble des composants qui constituent notre brouilleur sont :

#### 1-Résistances:

$R_1 = 2k$  ,  $R_2 = 301$  ,  $R_3 = 479$  ,  $R_4 = 211$  ,  $R_5 = 413$  ,  $R_6 = 2k$  ,  $R_7 = 22k$  ,  $R_8 = 1k$  ,  $R_9 = R_{10} = 5k$  ,  $R_{11} = 50$  ,  $R_{12} = R_{14} = R_{17} = R_{20} = R_{18} = R_{21} = 1k$  ,  $R_{13} = R_{16} = R_{19} = 6.2$  ,  $R_{15} = R_{22} = R_{23} = 10$  ,  $RV_1 = RV_2 = 1k$  ,  $RV_3 = RV_4 = 5k$  .

#### 2-Condensateurs:

$C_1 = C_2 = C_5 = 0.1\mu F$ ,  $C_3 = C_4 = C_6 = C_7 = 46.15nF$ ,  $C_8 = C_9 = 50pF$ ,  
 $C_{10} = C_{15} = C_{18} = 100nF$ ,  $C_{11} = C_{12} = C_{13} = 60pF$ ,  $C_{14} = C_{22} = 0.018\mu F$ ,  
 $C_{16} = C_{17} = C_{19} = C_{20} = C_{21} = C_{23} = 100pF$ ,  $C_{24} = 0.048\mu F$ .

#### 3-Inductances:

$L_1 = 470\mu H$ ,  $L_2 = 27nH$ ,  $L_3 = L_4 = 68nH$ .

#### 4-Diodes :

$D_1, D_4$  1N4007 de seuil.

Deux diodes Zener : 2 volts (avalanche).

$D_5$ : 10 mA.

#### 5-circuits intègres :

$U_1$  et  $U_2$  : NE556.

$U_3$  et  $U_4$  : HB4066.

$U_5$  et  $U_6$  : SSX2604.

#### 6-Transistors :

$Q_1$ : MOSFET MPS3904.

#### 7-les éléments de puissance :

$G_1, G_2$  et  $G_3$ : AG603-86(89)

#### 8-Interrupteurs

Un interrupteur SW.

#### 9-Une Batterie :

BAT1 de 5 volts.

#### 10-Antennes:

Trois antennes omnidirectionnelles CDMA, GSM, DCS.

Voir l'annexe pour les data sheet des différents composants ainsi leur circuit électriques.

### 3.5 Le circuit imprimé développe avec ares :

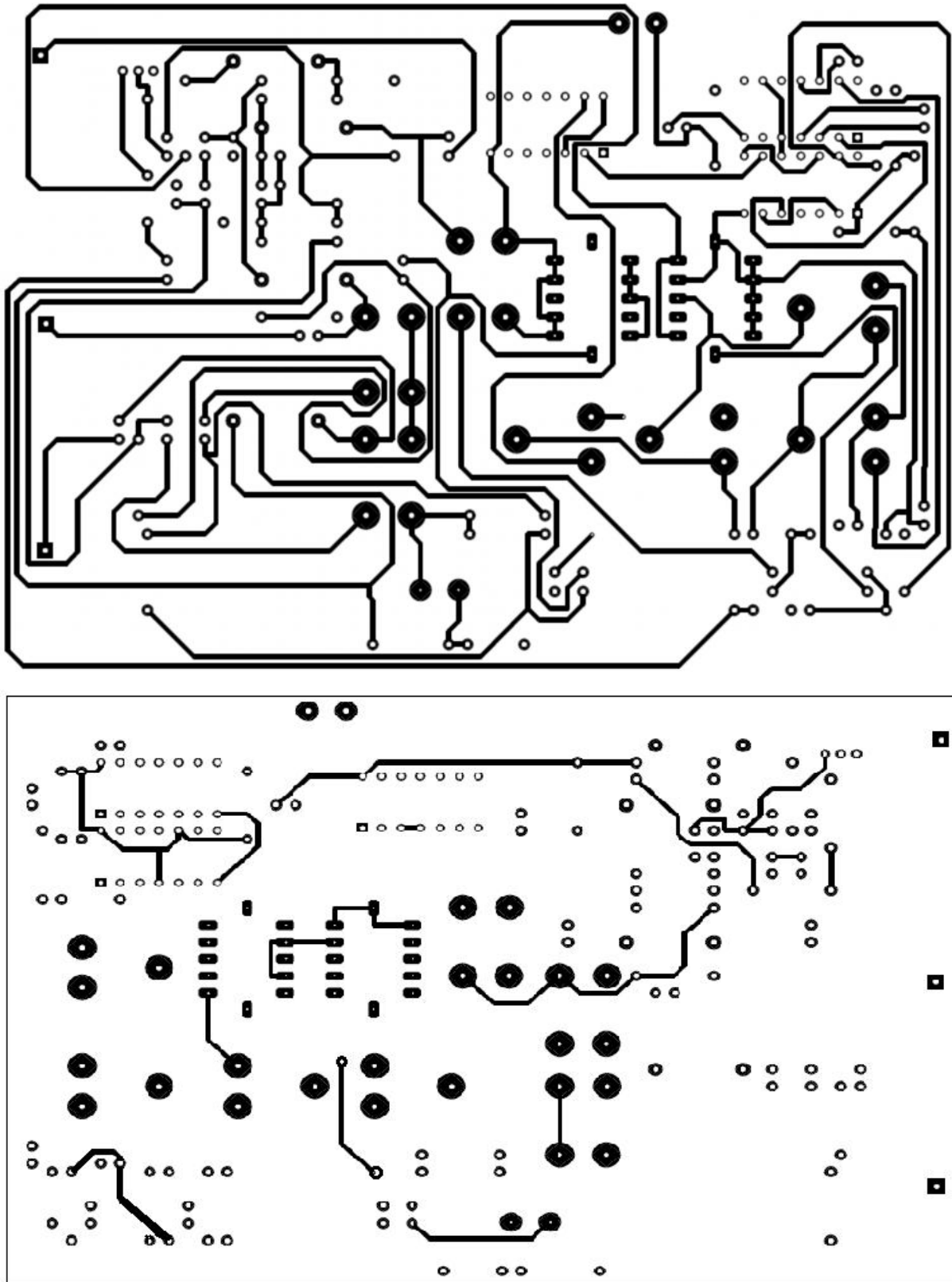
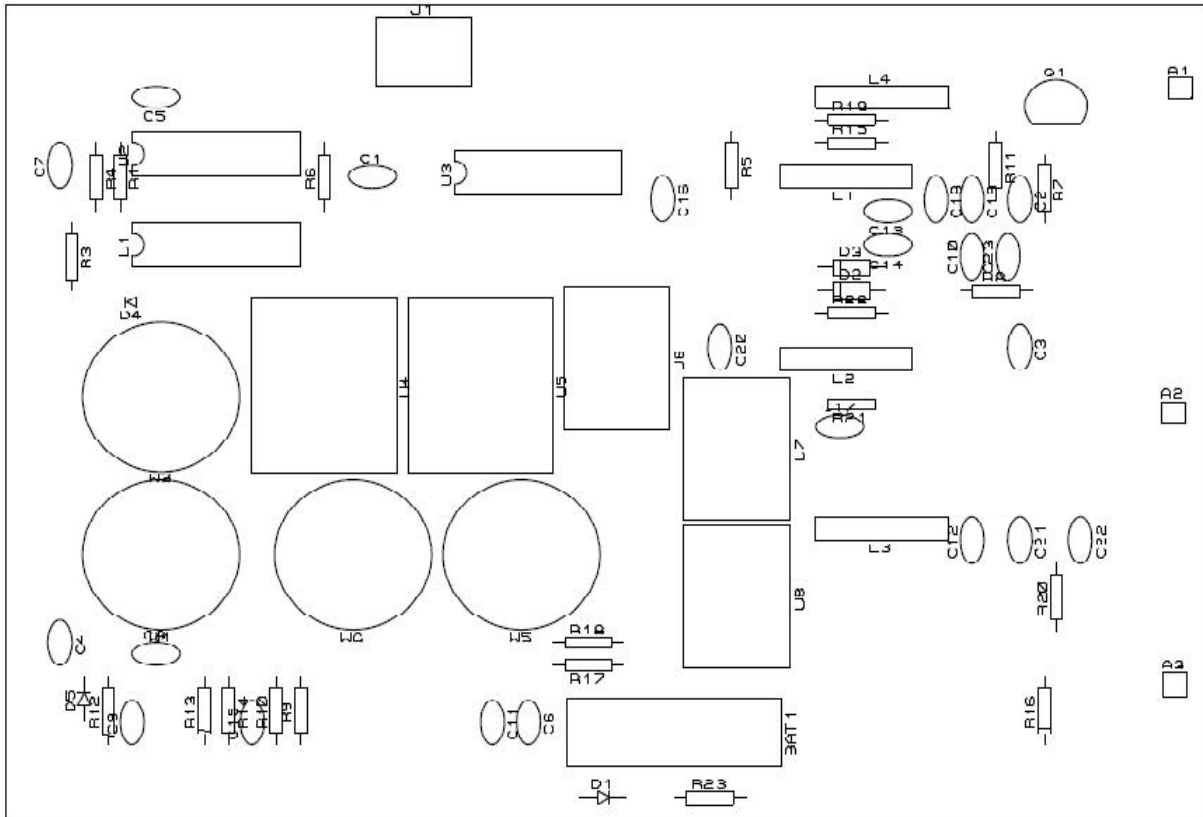


Figure 3.2 : Le circuit imprimé de brouilleur en deux faces.

### 3.6 Implantation des composants :



**Figure 3.3 : implantation des composants sur le circuit imprimé.**

### 3.7 Conclusion :

Dans ce chapitre, c'est vrai qu'on n'a pas arrivé à réaliser le brouilleur tri bandes, mais nous avons réussi à faire sortir les différents schémas et implantation des composants, qui font un grand pas pour la réalisation, et ceci est fait à l'aide de logiciel PROTEUS ou nous avons développé le circuit électrique sous l'application ISIS et son circuit imprimé avec l'application ARES, dans le but d'avoir un bon circuit possible.

# Conclusion générale

### **Conclusion général**

Dans notre projet, nous avons décrit l'un des dispositifs les plus discrets en termes de sécurité qui est le brouilleur de téléphone mobile et qui a comme rôle de bloquer les communications téléphones. Ce dispositif pourrait être utilisé dans des endroits où l'accès aux réseaux cellulaires n'est pas souhaitable tout le temps ou à des moments précis, que ces communications peuvent déranger les gens dans ces lieux.

Dans le premier temps, nous avons rappelé quelques généralités sur le système GSM comme son architecture globale et ces différentes interfaces ainsi que les canaux utilisés physiques et logiques et on a évoqué la technique de brouillage mobile et l'effet de brouilleur mobile sur le système GSM.

Dans le deuxième temps, nous avons fait une étude détaillée sur la conception de brouilleur tri bandes, nous avons travaillé sur le mode d'émission de brouillage et préparons tous les outils nécessaires à son fonctionnement sur les trois bandes CDMA, GSM900 et DCS1800.

L'utilisation du VCO tri-bande était primordiale car il est conçu à servir de tel mode d'émission vu son gain non négligeable donnant un bon résultat, et les antennes omnidirectionnelles de gain supérieur à 0 dBm dans le but d'éviter le phénomène d'ondes stationnaires.

A cause des difficultés rencontrées dans le troisième chapitre dues à l'impossibilité de trouver les composants comme le VCO SSX2604 qui génère des radios fréquences élevées [800 MHz, 900 MHz, 1800MHz] et l'amplificateur de puissance AG603-86 qui amplifie la puissance de signal, ces deux là sont interdits de les vendre dans le marché pour atteindre à la sécurité des personnes. Pour la simulation ; nous avons essayé par tous les moyens de trouver un logiciel de simulation complet mais nous n'avons pas trouvé une bibliothèque complète ayant ces composants cités précédemment.

Le dispositif conçu fonctionne en tri-bandes, il bloque à la fois les bandes CDMA, GSM900 et DCS, donc on arrive à conclure que ce dispositif a été en mesure de brouiller les trois opérateurs principaux de téléphonie cellulaire existant en Algérie (Ooredoo, Mobilis et Djezzy) de deuxième génération.

# Annexe

# Annexe

## Le NE555



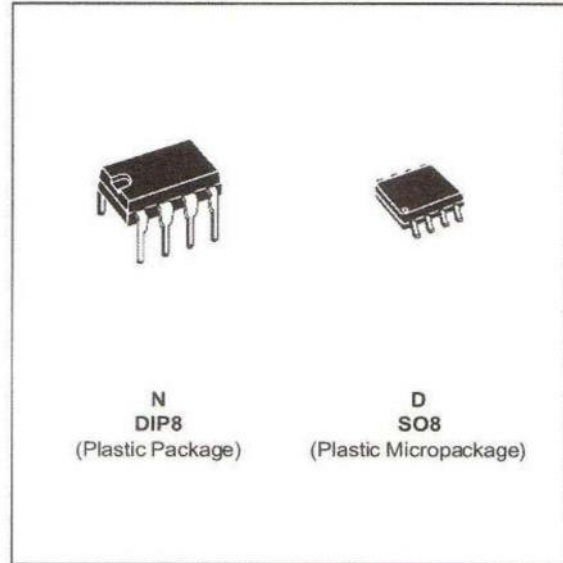
**NE555**  
**SA555 - SE555**

### GENERAL PURPOSE SINGLE BIPOLAR TIMERS

- LOW TURN OFF TIME
- MAXIMUM OPERATING FREQUENCY GREATER THAN 500kHz
- TIMING FROM MICROSECONDS TO HOURS
- OPERATES IN BOTH ASTABLE AND MONOSTABLE MODES
- HIGH OUTPUT CURRENT CAN SOURCE OR SINK 200mA
- ADJUSTABLE DUTY CYCLE
- TTL COMPATIBLE
- TEMPERATURE STABILITY OF 0.005% PER°C

#### DESCRIPTION

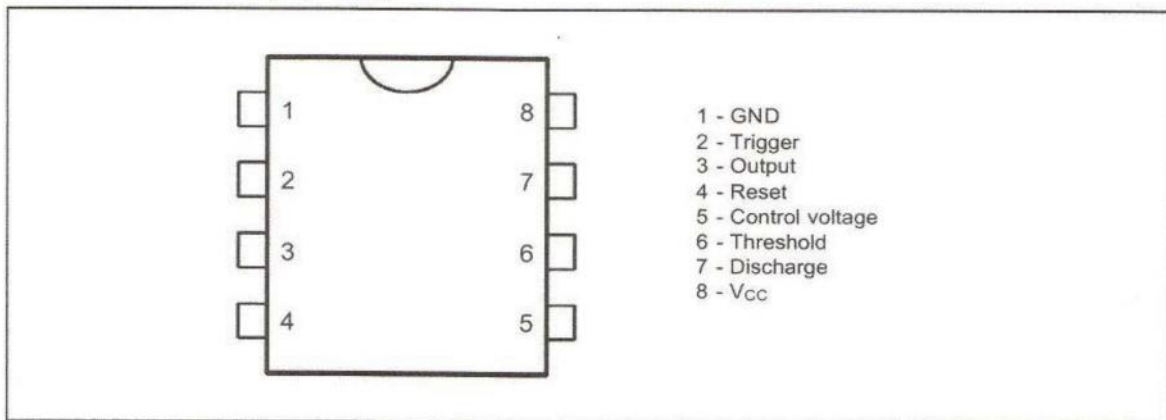
The NE555 monolithic timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays or oscillation. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and the duty cycle are both accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output structure can source or sink up to 200mA. The NE555 is available in plastic and ceramic minidip package and in a 8-lead micropackage and in metal can package version.



#### ORDER CODES

Part Number	Temperature Range	Package	
		N	D
NE555	0°C, 70°C	•	•
SA555	-40°C, 105°C	•	•
SE555	-55°C, 125°C	•	•

#### PIN CONNECTIONS (top view)



## OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter	SE555	NE555 - SA555	Unit
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage	4.5 to 18	4.5 to 18	V
V <sub>th</sub> , V <sub>trig</sub> , V <sub>cl</sub> , V <sub>reset</sub>	Maximum Input Voltage	V <sub>CC</sub>	V <sub>CC</sub>	V

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

T<sub>amb</sub> = +25°C, V<sub>CC</sub> = +5V to +15V (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	SE555			NE555 - SA555			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
I <sub>CC</sub>	Supply Current (R <sub>L</sub> ∞) (- note 1)							mA
	Low State V <sub>CC</sub> = +5V		3	5		3	6	
	High State V <sub>CC</sub> = +15V V <sub>CC</sub> = 5V		10 2	12		10 2	15	
	Timing Error (monostable) (R <sub>A</sub> , R <sub>B</sub> = 1kΩ to 100kΩ, C = 0.1μF)		0.5	2		1	3	% ppm/°C %/V
	Initial Accuracy - (note 2)		30	100		50		
	Drift with Temperature Drift with Supply Voltage		0.05	0.2		0.1	0.5	
	Timing Error (astable) (R <sub>A</sub> , R <sub>B</sub> = 1kΩ to 100kΩ, C = 0.1μF, V <sub>CC</sub> = +15V)		1.5			2.25		% ppm/°C %/V
	Initial Accuracy - (note 2)		90			150		
	Drift with Temperature Drift with Supply Voltage		0.15			0.3		
V <sub>CL</sub>	Control Voltage level							V
	V <sub>CC</sub> = +15V V <sub>CC</sub> = +5V	9.6 2.9	10 3.33	10.4 3.8	9 2.6	10 3.33	11 4	
V <sub>th</sub>	Threshold Voltage							V
	V <sub>CC</sub> = +15V V <sub>CC</sub> = +5V	9.4 2.7	10 3.33	10.6 4	8.8 2.4	10 3.33	11.2 4.2	
I <sub>th</sub>	Threshold Current - (note 3)		0.1	0.25		0.1	0.25	μA
V <sub>trig</sub>	Trigger Voltage							V
	V <sub>CC</sub> = +15V V <sub>CC</sub> = +5V	4.8 1.45	5 1.67	5.2 1.9	4.5 1.1	5 1.67	5.6 2.2	
I <sub>trig</sub>	Trigger Current (V <sub>trig</sub> = 0V)		0.5	0.9		0.5	2.0	μA
V <sub>reset</sub>	Reset Voltage - (note 4)	0.4	0.7	1	0.4	0.7	1	V
I <sub>reset</sub>	Reset Current							mA
	V <sub>reset</sub> = +0.4V V <sub>reset</sub> = 0V		0.1 0.4	0.4 1		0.1 0.4	0.4 1.5	
V <sub>OL</sub>	Low Level Output Voltage							V
	V <sub>CC</sub> = +15V, I <sub>O(sink)</sub> = 10mA		0.1	0.15		0.1	0.25	
	I <sub>O(sink)</sub> = 50mA		0.4	0.5		0.4	0.75	
	I <sub>O(sink)</sub> = 100mA		2	2.2		2	2.5	
	V <sub>CC</sub> = +5V, I <sub>O(sink)</sub> = 200mA		2.5			2.5		
	I <sub>O(sink)</sub> = 8mA I <sub>O(sink)</sub> = 5mA		0.1 0.05	0.25 0.2		0.3 0.25	0.4 0.35	
V <sub>OH</sub>	High Level Output Voltage							V
	V <sub>CC</sub> = +15V, I <sub>O(source)</sub> = 200mA		13	12.5		12.5		
	V <sub>CC</sub> = +5V, I <sub>O(source)</sub> = 100mA I <sub>O(source)</sub> = 100mA	3	3	13.3 3.3	12.75 2.75	13.3 3.3		

- Notes : 1. Supply current when output is high is typically 1mA less.  
2. Tested at V<sub>CC</sub> = +5V and V<sub>CC</sub> = +15V.  
3. This will determine the maximum value of R<sub>A</sub> + R<sub>B</sub> for +15V operation the max total is R = 20MΩ and for 5V operation the max total R = 3.5MΩ.

## Dual timer

## NE/SA/SE556/NE556-1

### DESCRIPTION

Both the 556 and 556-1 Dual Monolithic timing circuits are highly stable controllers capable of producing accurate time delays or oscillation. The 556 and 556-1 are a dual 555. Timing is provided by an external resistor and capacitor for each timing function. The two timers operate independently of each other, sharing only  $V_{CC}$  and ground. The circuits may be triggered and reset on falling waveforms. The output structures may sink or source 200mA.

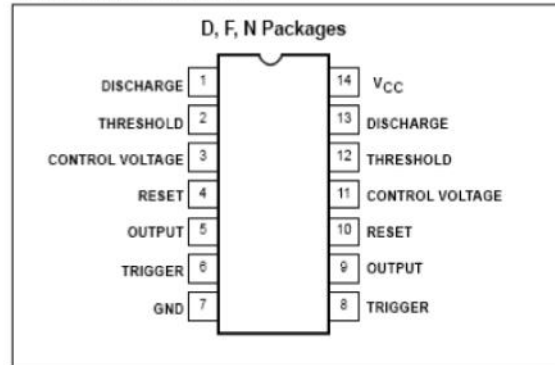
### FEATURES

- Turn-off time less than  $2\mu s$  (556-1)
- Maximum operating frequency  $>500kHz$  (556-1)
- Timing from microseconds to hours
- Replaces two 555 timers
- Operates in both astable and monostable modes
- High output current
- Adjustable duty cycle
- TTL compatible
- Temperature stability of  $0.005\%/^{\circ}C$
- SE556-1 compliant to MIL-STD or JAN

### APPLICATIONS

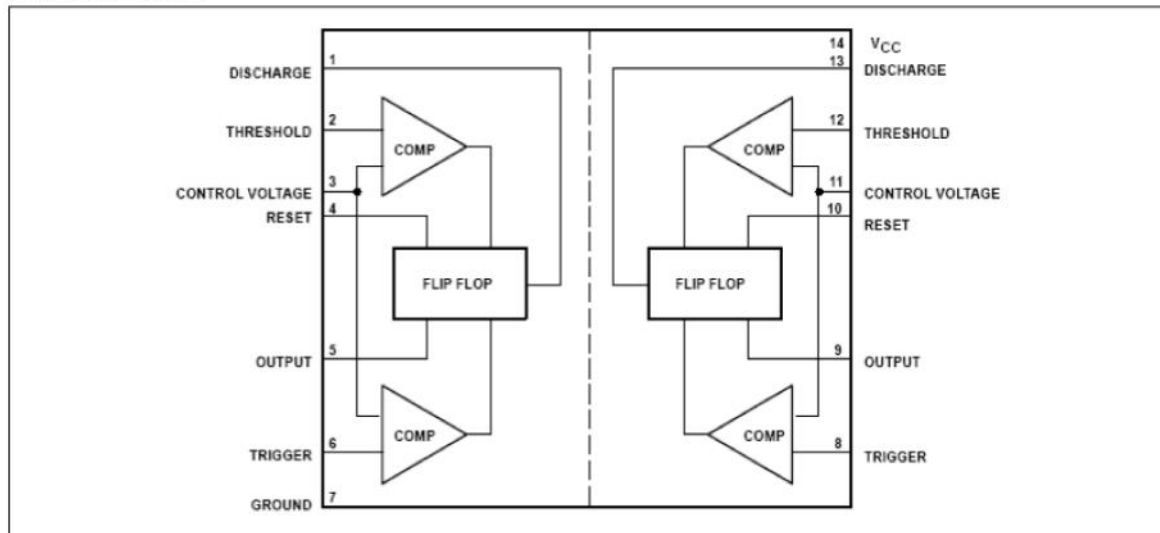
- Precision timing
- Sequential timing
- Pulse shaping

### PIN CONFIGURATION



- Pulse generator
- Missing pulse detector
- Tone burst generator
- Pulse width modulation
- Time delay generator
- Frequency division
- Touch-Tone® encoder
- Industrial controls
- Pulse position modulation
- Appliance timing
- Traffic light control

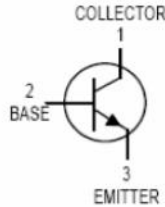
### BLOCK DIAGRAM



® Touch-Tone is a registered trademark of AT&T

**Amplifier Transistors**  
NPN Silicon

**BC546, B**  
**BC547, A, B, C**  
**BC548, A, B, C**



**MAXIMUM RATINGS**

Rating	Symbol	BC 546	BC 547	BC 548	Unit
Collector–Emitter Voltage	$V_{CEO}$	65	45	30	Vdc
Collector–Base Voltage	$V_{CBO}$	80	50	30	Vdc
Emitter–Base Voltage	$V_{EBO}$	6.0			Vdc
Collector Current — Continuous	$I_C$	100			mAdc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	625	5.0		mW mW/ $^\circ\text{C}$
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	1.5	12		Watt mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	–55 to +150			$^\circ\text{C}$

**THERMAL CHARACTERISTICS**

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	$^\circ\text{C}/\text{W}$
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	$^\circ\text{C}/\text{W}$

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	-----	------

**OFF CHARACTERISTICS**

Collector–Emitter Breakdown Voltage ( $I_C = 1.0\text{ mA}, I_B = 0$ )	BC546 BC547 BC548	$V_{(BR)CEO}$	65 45 30	— — —	— — —	V
Collector–Base Breakdown Voltage ( $I_C = 100\ \mu\text{Adc}$ )	BC546 BC547 BC548	$V_{(BR)CBO}$	80 50 30	— — —	— — —	V
Emitter–Base Breakdown Voltage ( $I_E = 10\ \mu\text{A}, I_C = 0$ )	BC546 BC547 BC548	$V_{(BR)EBO}$	6.0 6.0 6.0	— — —	— — —	V
Collector Cutoff Current ( $V_{CE} = 70\text{ V}, V_{BE} = 0$ ) ( $V_{CE} = 50\text{ V}, V_{BE} = 0$ ) ( $V_{CE} = 35\text{ V}, V_{BE} = 0$ ) ( $V_{CE} = 30\text{ V}, T_A = 125^\circ\text{C}$ )	BC546 BC547 BC548 BC546/547/548	$I_{CES}$	— — — —	0.2 0.2 0.2 —	15 15 15 4.0	nA $\mu\text{A}$

REV 1

© Motorola, Inc. 1996





4066

CMOS IC

**QUAD BILATERAL SWITCH**

■ **DESCRIPTION**

The UTC 4066 is a quad bilateral switch intended for the transmission or multiplexing of analog or digital signals.

■ **FEATURES**

- \* Wide supply voltage range: 3V ~ 15V.
- \* High noise immunity : 0.45V<sub>DD</sub> (typ.)
- \* Wide range of digital and ± 7.5V<sub>PEAK</sub> analog switching
- \* "ON" resistance for 15V operation : 80Ω
- \* Matched "ON" resistance : • R<sub>ON</sub>=5Ω (typ.) over 15V signal input
- \* "ON" resistance flat over peak-to-peak signal range
- \* High "ON" / "OFF" : 65 dB (typ.)
- output voltage ratio @ f<sub>IS</sub>=10kHz, R<sub>L</sub>=10kΩ
- \* High degree linearity: 0.1% distortion (typ.) @ f<sub>IS</sub>=1kHz, V<sub>IS</sub>=5Vp-p. V<sub>DD</sub>-V<sub>SS</sub>=10V, R<sub>L</sub>=10kΩ
- \* Extremely low "OFF" : 0.1nA (typ.) switch leakage @V<sub>DD</sub>-V<sub>SS</sub>=10V, Ta=25• •
- \* Extremely high control input impedance : 10<sup>12</sup>Ω (typ.)
- \* Low crosstalk : -50dB (typ.) between switches @ f<sub>IS</sub>=0.9MHz, R<sub>L</sub>=1kΩ
- \* Frequency response, switch "ON" : 40MHz (typ.)

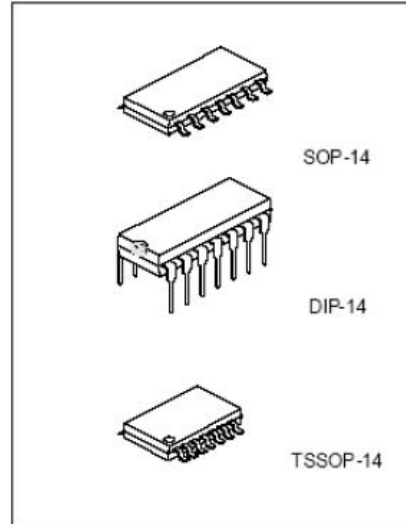
■ **ORDERING INFORMATION••**

Ordering Number		Package	Packing
Normal	Lead Free Plating		
4066-D14-T	4066L-D14-T	DIP-14	Tube
4066-S14-R	4066L-S14-R	SOP-14	Tape Reel
4066-S14-T	4066L-S14-T	SOP-14	Tube
4066-P14-R	4066L-P14-R	TSSOP-14	Tape Reel
4066-P14-T	4066L-P14-T	TSSOP-14	Tube

••

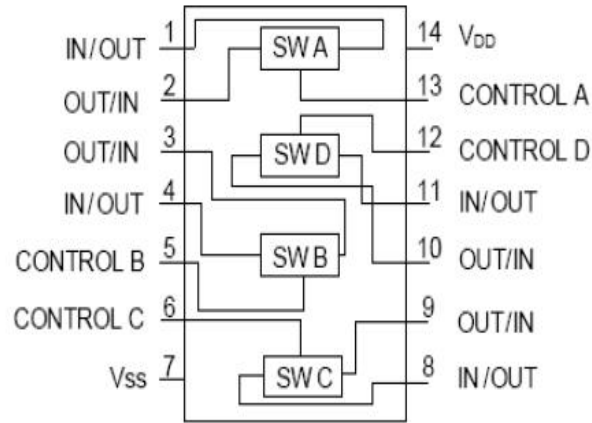
<p>4066L-D14-T</p> <p>(1)Packing Type (2)Package Type (3)Lead Plating</p>	<p>(1) R: Tape Reel, T: Tube (2) D14: DIP-14, S14: SOP-14, P14: TSSOP-14 (3) L: Lead Free Plating Blank: Pb/Sn</p>
---	--

••

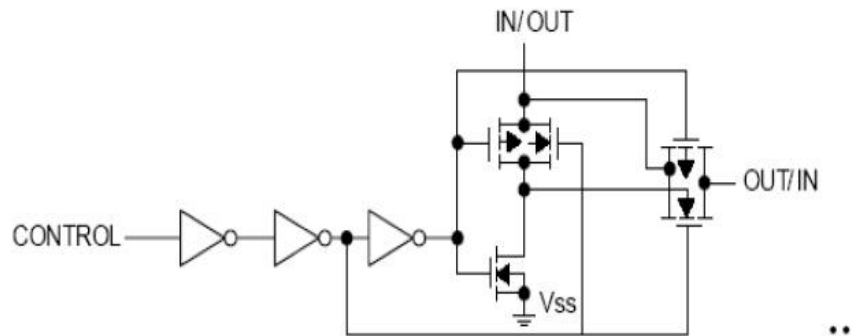


\*Pb-free plating product number: 4066L

■ PIN CONFIGURATION



■ SCHEMATIC DIAGRAM



## Product Features

- DC – 6000 MHz
- +19.5 dBm P1dB at 900 MHz
- +33.5 dBm OIP3 at 900 MHz
- 18.5 dB Gain at 900 MHz
- Single Voltage Supply
- SOT-86 SMT Package
- Internally matched to 50 Ω

## Applications

- Mobile Infrastructure
- CATV / DBS
- W-LAN / ISM
- RFID
- Defense / Homeland Security
- Fixed Wireless

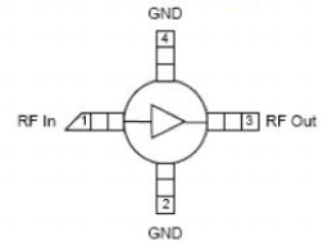
## Product Description

The AG603-86 is a general-purpose buffer amplifier that offers high dynamic range in a low-cost surface-mount package. At 900 MHz, the AG603-86 typically provides 18.5 dB of gain, +33.5 dBm Output IP3, and +19.5 dBm P1dB. The device combines dependable performance with consistent quality to maintain MTTF values exceeding 100 years at mounting temperatures of +85° C and is housed in a SOT-86 industry-standard SMT package.

The AG603-86 consists of Darlington pair amplifiers using the high reliability InGaP/GaAs HBT technology process technology and only requires DC-blocking capacitors, a bias resistor, and an inductive RF choke for operation.

The broadband MMIC amplifier can be directly applied to various current and next generation wireless technologies such as GPRS, GSM, CDMA, and W-CDMA. In addition, the AG603-86 will work for other various applications within the DC to 6 GHz frequency range such as CATV and fixed wireless.

## Functional Diagram



Function	Pin No.
Input	1
Output/Bias	3
Ground	2, 4

## Specifications

Parameter	Units	Min	Typ	Max
Frequency Range	MHz	DC	900	6000
Gain (900 MHz)	dB		18.2	
Gain (1900 MHz)	dB	14.9	15.9	16.9
Input Return Loss	dB		20	
Output Return Loss	dB		17	
Output P1dB	dBm		+19.4	
Output IP3 (2)	dBm		+33.7	
Output IP2	dBm		+45	
Noise Figure	dB		3.8	
Device Voltage	V		5.16	
Device Current	mA		75	
Thermal Resistance	°C / W			206
Junction Temperature (3)	°C			177

Test conditions unless otherwise noted.

1. T = 25° C, Supply Voltage = +6 V, R<sub>ant</sub> = 11.2 Ω, Frequency = 900 MHz, 50 Ω System.
2. 3OIP measured with two tones at an output power of +2 dBm/tones separated by 10 MHz. The suppression on the largest IM3 product is used to calculate the 3OIP using a 2:1 rule.
3. The junction temperature ensures a minimum MTTF rating of 1 million hours of usage.

## Typical Performance

Parameter	Units	Typical			
Frequency	MHz	500	900	1900	2140
S21	dB	18.9	18.2	15.9	15.3
S11	dB	-17	-20	-18	-17
S22	dB	-21	-17	-14	-13
Output P1dB	dBm	+19.4	+19.4	+19.2	+19.1
Output IP3	dBm	+34.1	+33.7	+33.4	+32.8
Noise Figure	dB	3.8	3.8	3.9	4.0

Test conditions: T = 25° C, Supply Voltage = +6 V, R<sub>ant</sub> = 11.2 Ω, 50 Ω System.

## Absolute Maximum Rating

Parameter	Rating
Operating Case Temperature	-40 to +85 °C
Storage Temperature	-55 to +125 °C
DC Voltage	+7 V
RF Input Power (continuous)	+10 dBm
Junction Temperature	+250° C

Operation of this device above any of these parameters may cause permanent damage.

## Ordering Information

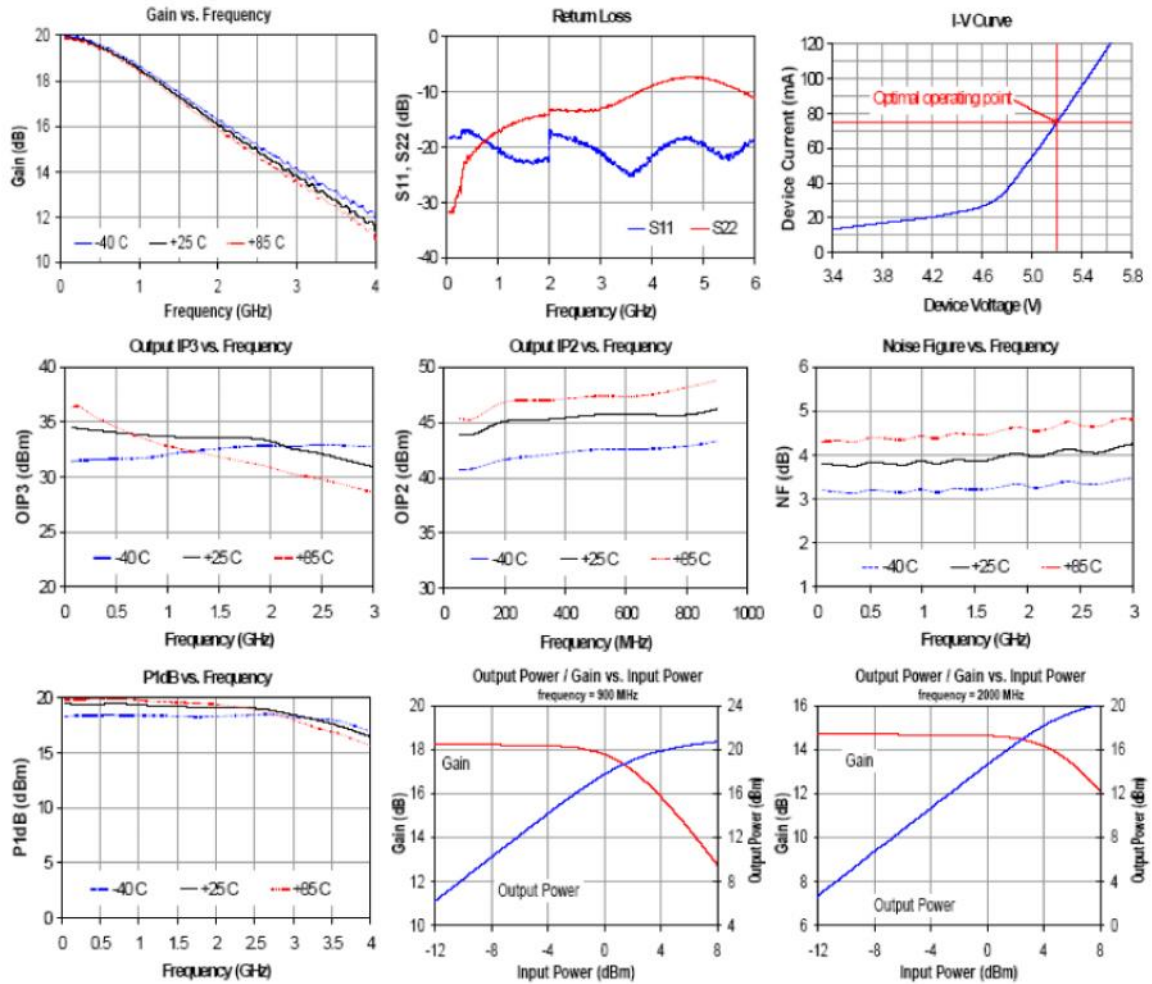
Part No.	Description
AG603-86	InGaP HBT Gain Block
AG603-86PCB	700 – 2400 MHz Fully Assembled Eval. Board

Specifications and information are subject to change without notice

**Typical Device RF Performance**  
Supply Bias = +6 V,  $R_{bias} = 11.2 \Omega$ ,  $I_{cc} = 75 \text{ mA}$

Frequency	MHz	100	500	900	1900	2140	2400	3500	5800
S21	dB	19.3	18.9	18.2	15.9	15.3	14.9	12.7	9.4
S11	dB	-18	-17	-20	-18	-17	-18	-24	-19
S22	dB	-31	-21	-17	-14	-13	-13	-11	-10
Output P1dB	dBm	+19.4	+19.4	+19.4	+19.2	+19.1	+19.1	+17.5	
Output IP3	dBm	+34.5	+34.1	+33.7	+33.4	+32.8	+32.3		
Noise Figure	dB	3.8	3.8	3.8	3.9	4.0	4.1		

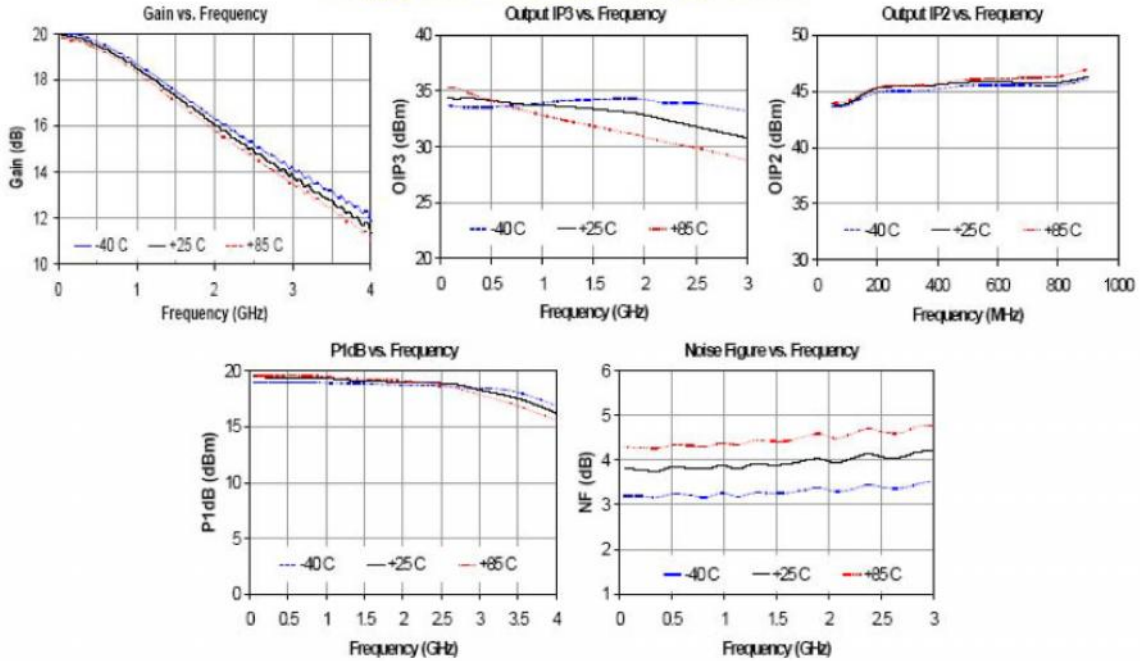
1. Test conditions: T = 25° C, Supply Voltage = +6 V, Device Voltage = 5.16 V,  $R_{bias} = 11.2 \Omega$ ,  $I_{cc} = 75 \text{ mA}$  typical, 50  $\Omega$  System.
2. 3OIP measured with two tones at an output power of +3 dBm/tone separated by 10 MHz. The suppression on the largest IM3 product is used to calculate the 3OIP using a 2:1 rule.
3. Data is shown as device performance only. Actual implementation for the desired frequency band will be determined by external components shown in the application circuit.



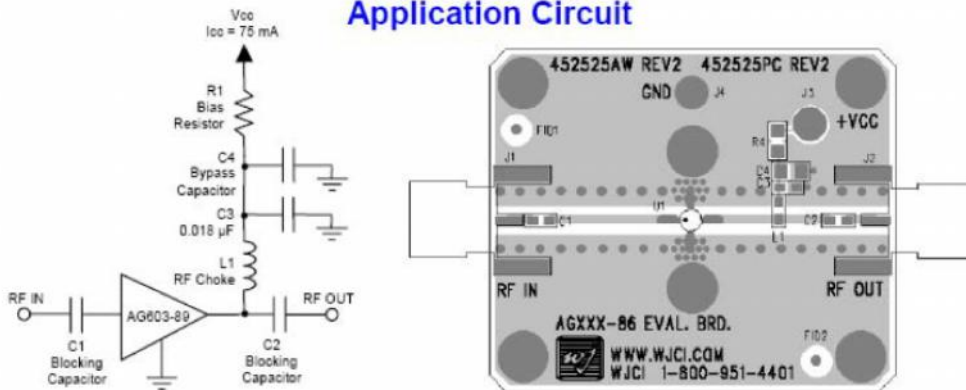
Specifications and information are subject to change without notice

**Typical Device RF Performance (cont'd)**

Supply Bias = +8 V,  $R_{bias} = 38 \Omega$ ,  $I_{cc} = 75 \text{ mA}$



**Application Circuit**



**Recommended Component Values**

Reference Designator	Frequency (MHz)						
	50	500	900	1900	2200	2500	3500
L1	820 nH	220 nH	68 nH	27 nH	22 nH	18 nH	15 nH
C1, C2, C4	.018 μF	1000 pF	100 pF	68 pF	68 pF	56 pF	39 pF

- The proper values for the components are dependent upon the intended frequency of operation.
- The following values are contained on the evaluation board to achieve optimal broadband performance:

Ref. Desig.	Value / Type	Size
L1	39 nH wirewound inductor	0603
C1, C2	56 pF chip capacitor	0603
C3	0.018 μF chip capacitor	0603
C4	Do Not Place	
R1	10.0 Ω 1% tolerance	0805

**Recommended Bias Resistor Values**

Supply Voltage	R1 value	Size
6 V	11.2 ohms	0805
7 V	24.5 ohms	1210
8 V	38 ohms	1210
9 V	51 ohms	2010
10 V	65 ohms	2010
12 V	91 ohms	2512

The proper value for R1 is dependent upon the supply voltage and allows for bias stability over temperature. WJ recommends a minimum supply bias of +6 V. A 1% tolerance resistor is recommended.

Specifications and information are subject to change without notice



## Typical Device Data

S-Parameters ( $V_{device} = +5.16$  V,  $I_{CC} = 75$  mA,  $T = 25^\circ\text{C}$ , calibrated to device leads)

Freq (MHz)	S11 (dB)	S11 (ang)	S21 (dB)	S21 (ang)	S12 (dB)	S12 (ang)	S22 (dB)	S22 (ang)
50	-18.23	174.74	19.89	177.21	-22.60	-0.68	-31.66	-171.30
200	-18.38	165.19	19.78	168.55	-22.41	-1.02	-28.72	-146.20
400	-16.79	154.53	19.55	157.41	-22.49	-0.35	-21.50	-155.01
600	-17.94	142.03	19.32	146.69	-22.38	-1.24	-20.09	-144.35
800	-19.17	126.59	18.99	136.45	-22.59	-1.75	-18.46	-145.14
1000	-20.20	108.49	18.57	126.44	-22.42	-2.94	-17.21	-144.14
1200	-21.56	87.75	18.16	117.20	-22.16	-3.28	-16.03	-149.29
1400	-22.62	65.89	17.74	108.05	-22.44	-3.09	-15.28	-151.54
1600	-22.35	43.43	17.24	99.69	-22.09	-3.36	-14.81	-155.18
1800	-22.27	21.82	16.74	91.64	-21.84	-5.51	-14.27	-160.95
2000	-21.25	9.33	16.26	83.93	-21.75	-4.47	-13.98	-166.54
2200	-17.73	2.77	15.80	77.31	-21.27	-5.13	-13.31	-156.06
2400	-18.21	-4.41	15.38	69.88	-21.27	-7.10	-13.37	-167.07
2600	-19.27	-9.10	15.10	65.26	-21.05	-7.78	-13.36	-173.68
2800	-19.86	-11.00	14.67	58.08	-20.72	-9.60	-13.20	173.43
3000	-21.03	-10.51	14.30	51.45	-20.61	-9.87	-13.03	159.43
3200	-22.55	-8.29	13.92	44.65	-20.10	-12.46	-12.47	145.72
3400	-23.79	6.42	13.50	38.03	-19.94	-14.19	-11.63	134.46
3600	-25.13	24.85	13.14	31.60	-19.82	-17.35	-10.71	122.62
3800	-23.46	49.27	12.71	25.24	-19.40	-19.20	-9.65	114.13
4000	-21.65	64.98	12.28	18.62	-19.25	-22.08	-8.79	106.49
4200	-20.25	73.47	11.90	12.52	-19.34	-25.00	-8.17	100.80
4400	-18.99	80.69	11.55	6.65	-19.04	-28.13	-7.74	95.98
4600	-18.45	84.35	11.21	0.76	-18.85	-29.66	-7.45	92.26
4800	-18.64	91.77	10.93	-4.82	-18.39	-31.83	-7.35	90.20
5000	-19.43	99.10	10.68	-10.20	-18.22	-35.34	-7.50	88.62
5200	-20.68	111.89	10.50	-15.55	-18.04	-37.30	-7.94	87.26
5400	-21.88	135.22	10.35	-20.80	-17.76	-39.36	-8.50	86.13
5600	-21.53	158.37	10.19	-25.97	-17.39	-42.16	-9.15	85.20
5800	-19.41	-178.61	10.03	-31.57	-17.08	-45.49	-10.19	84.21
6000	-18.75	-172.37	9.87	-37.30	-16.87	-47.67	-11.15	80.32

Device S-parameters are available for download off of the website at: <http://www.wj.com>

## SSX2604

### Triple-band VCO for CDMA/800/GSM900/DCS1800-1900

#### General Description

The SSX2604 is a fully integrated VCO (Voltage-Controlled Oscillator) IC designed for CDMA800/GSM900/DCS1800 triple-band application. The IC is ideal for use in the transmitter modulation loop by providing extremely small form factor and low phase noise. The IC has two VCOs, one for ISM and a second for DCS. The IC has two separate buffer amplifiers to drive an external high power amplifier, one for CDMA800 band and the other one for GSM900/DCS1800 bands. The IC also has a differential buffer amplifier to drive a mixer for the offset PLL.

The resonant circuits of the VCOs are fully integrated in the chip to ease the application of the IC. The high quality factor of the embedded tank circuit achieves very low phase noise characteristics at the VCO output. The only required external components are a couple of supply bypass capacitors and matching components.

A control pin for controlling the oscillation frequency is shared by the two VCOs.

The SSX2604 IC is provided in a 12-pin LLP (Leadless Leadframe package).

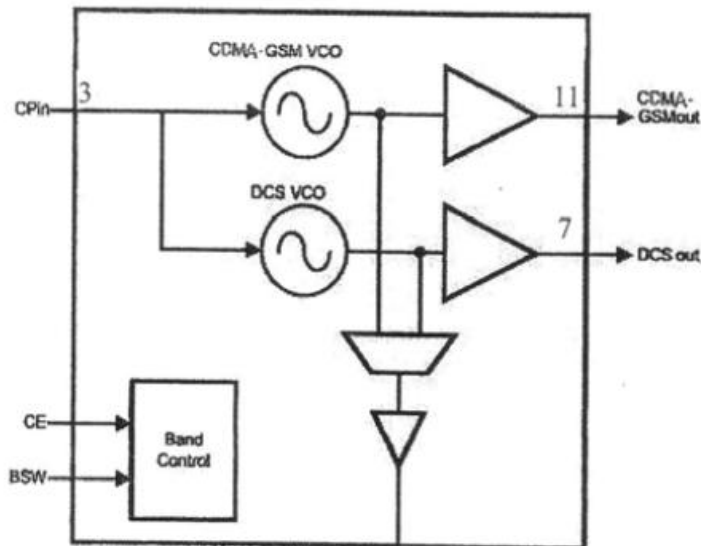
#### Features

- On-chip Triple-band RF VCOs
  - CDMA: 870 MHz to 880 MHz
  - GSM: 930 MHz to 960 MHz
  - DCS: 1805 MHz to 1920 MHz
- Low phase noise
  - 169 dBc/Hz @ 20 MHz offset in CDMA band
  - 167 dBc/Hz @ 20 MHz offset in GSM band
  - 163 dBc/Hz @ 20 MHz offset in DCS band
- High output power
  - +6 dBm in CDMA mode
  - +6 dBm in GSM mode
  - +6 dBm in DCS mode
- Low current consumption
  - 19 mA in CDMA mode
  - 15 mA in DCS mode
  - 18 mA in GSM mode
- +2.6 V to +5.0 V supply voltage
- 0.25  $\mu$ m RF CMOS process
- Small 12-pin package

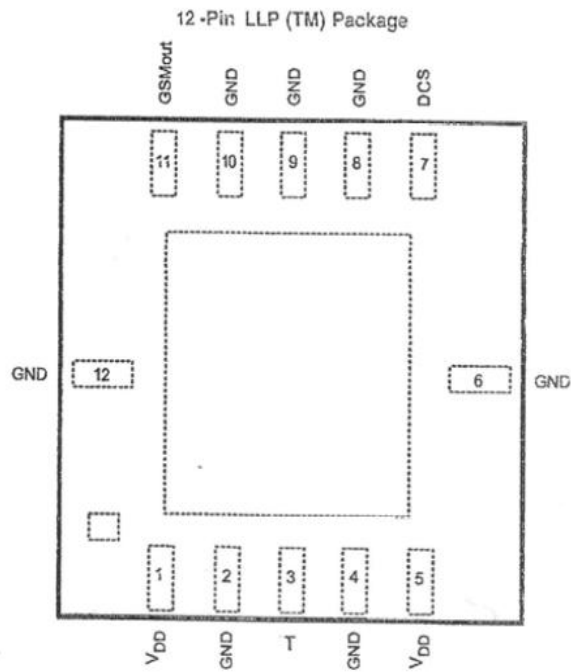
#### Applications

- Transmit VCO for CDMA, GSM, DCS
- Closed loop modulation systems

#### Functional Block Diagram



## Connection Diagram



## Pin Descriptions

Pin Number	Name	I/O	Description
1	VDD		Supply voltage pins
2,4,6,8,9,10,12	GND	—	Ground pins
3	input pin	I	Band switch input pin. High=DCS, Low=GSM
5	VDD		Supply voltage pins
7	DCSout	O	
11	GSMout	O	RF output pin for VCO in GSM band

70265126

## Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Ratings	Unit
Supply Voltage	$V_{DD}$	2.6 to 5.0	V
Input Voltage	$V_{IN}$	1.5 to $V_{DD}$	V
Input Current	$I_{IN}$	10	mA
Storage Temperature Range	$T_{STG}$	-65 to 150	°C

## Recommended Operating Conditions

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typical	Max	Unit
Ambient Temperature	$T_A$	$V_{DD}=3V$	-30	25	85	°C
Supply Voltage (to GND)	$V_{DD}$		2.6	2.8	3.0	V

Note 3: "Absolute Maximum Ratings" indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is intended to be functional, but do not guarantee specific performance limits. For guaranteed specifications and test conditions, see the Electrical Characteristics. The guaranteed specifications apply only for the test conditions listed.

Note 4: This Device is a high performance RF integrated circuit with an ESD rating < 2 kV and is ESD sensitive. Handling and assembly of this device should only be done at ESD-free workstations.

Note 5: Stresses in excess of the absolute maximum ratings can cause permanent or latent damage to the device. These are absolute stress ratings only. Functional operation of the device is only implied at these or any other conditions in excess of those given in the operation sections of the data sheet. Exposure to absolute maximum ratings for extended periods can adversely affect device reliability.

## Electrical Characteristics

AC Characteristics ( $V_{DD}=2.8V$ ,  $T_A=25^\circ C$ ; unless otherwise noted)

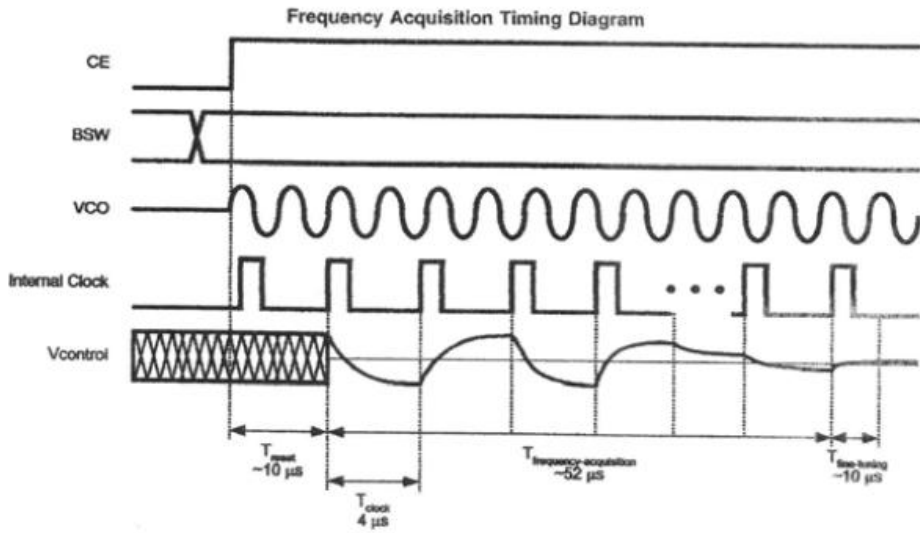
Symbol	Parameter	Remarks	Min	Typ	Max	Units
f	Frequency Range	CDMA Band	870		880	MHz
		GSM Band	930		960	
		DCS Band	1805		1920	MHz
$K_{VCO}$	Tuning Sensitivity	CDMA & GSM Band	10	15	20	MHz/V
		DCS Band	15	20	25	
$P_{out}$	Output Power	CDMA & GSM Band	4	8	8	dBm
		DCS Band	4	6	8	
PMIXout	Output power of MiXout pin	CDMA & GSM Band	-5.5	-3.5	-1.5	dBm
		DCS Band	-4.5	-2.5	-0.5	
L(f)	Phase Noise (CDMA Band)	at 100 kHz offset		-118		dBc/Hz
		at 400 kHz offset		-135	-128	
		at 3 MHz offset (Note 7)		-151		
		at 20 MHz offset (Note 7)		-166		
L(f)	Phase Noise (GSM Band)	at 100 kHz offset		-120		dBc/Hz
		at 400 kHz offset		-136	-124	
		at 3 MHz offset (Note 7)		-152		
		at 20 MHz offset (Note 7)		-167		
L(f)	Phase Noise (DCS Band)	at 100 kHz offset		-112		dBc/Hz
		at 400 kHz offset		-130	-124	
		at 3 MHz offset (Note 7)		-146		
		at 20 MHz offset (Note 7)		-163		
	Second Harmonic Suppression	All Bands at RF output port.		-20	-15	dBc

## Functional Description

### FREQUENCY ACQUISITION

On the rising edge of CE the VCO goes through a frequency acquisition mode which coarse locks the PLL to the approximate final frequency. This portion of the lock digitally sets the

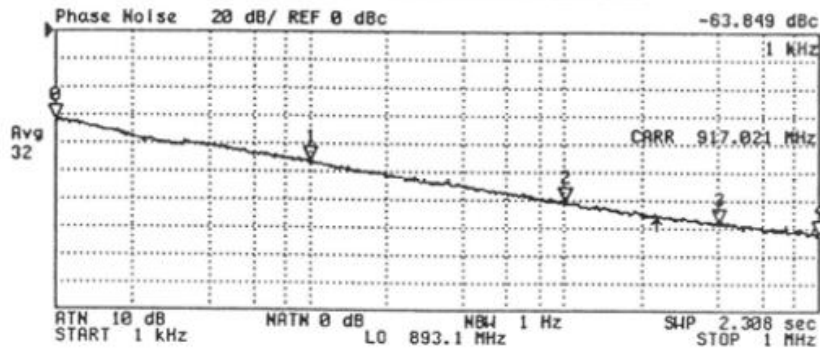
frequency such that the final tuning voltage on the CPin line of the VCO is approximately  $V_{dd}/2$ . Benefits of this system is the maximum required charge pump voltage is reduced as large frequency ranges may be tuned with a small tuning voltage. This makes the digitally tuned VCO different from conventional analog VCOs.



20066122

## Typical Performance Characteristics : Phase Noise

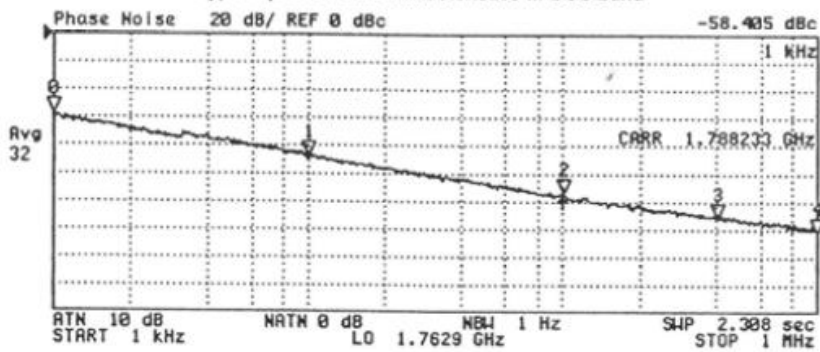
Typical phase noise characteristics in GSM band



N	SWP PARAM	VAL
0	1 kHz	-63.849 dBc
1	10 kHz	-92.983 dBc
2	100 kHz	-122.16 dBc
3	400 kHz	-137.45 dBc
4	1 MHz	-145.08 dBc

2006161

Typical phase noise characteristics in DCS band



N	SWP PARAM	VAL
0	1 kHz	-58.405 dBc
1	10 kHz	-88.342 dBc
2	100 kHz	-115.29 dBc
3	400 kHz	-132.2 dBc
4	1 MHz	-142.62 dBc

# Bibliographie

# Bibliographie

[1] : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Global\\_System\\_for\\_Mobile\\_Communications](http://fr.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications)

[2] : **Peter Kropf** et **Pierre Brisson** « Global System for Mobile Communication (GSM) » Université de Montréal [fichier PDF].

[3] : **Guy Pujolle** « les réseaux » édition EYROLLES, septembre 2006.

[4] : « planification cellulaire » Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme ingénieur, présente par **BESSADOUK HOURIA**, institut des télécommunications d'Oran, promotion 2004.

[5] : « Détecteur et brouilleur de téléphones mobiles » Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme ingénieur, présente par **TONY MAROUN SAID**, institut des sciences appliquées, Liban, promotion 2010.

[6] : « Dual Band Mobile Jammer for GSM 900 & GS1800 » Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme ingénieur, Université de science et de technologie, jordani, promotion 2006.

[7]: <http://fr.wikipedia.org/wiki/VCO>

[8] : [http://www.mouser.fr/Semiconductors/RF-Integrated-Circuits/RF-Amplifier/\\_/N-3ri04?No=325](http://www.mouser.fr/Semiconductors/RF-Integrated-Circuits/RF-Amplifier/_/N-3ri04?No=325)

[9] : <http://www.radio-electronics.com/info/antennas.php>

[10] : <http://www.elektronique.fr/logiciels/proteus.php>