

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB DE BLIDA



INSTITUT D'AÉRONAUTIQUE

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme d'études universitaire appliqué

En

Aéronautique

Option

Avionique



ETA

Thème:

Etude et Réalisation



D'un Émetteur/Récepteur FM

Présenté par :

- ✓ MACHERBI RABAH
- ✓ BENSARKHRA AICHA

Dirigé par :

M LAIB ABDELAZIZ

Année Universitaire : 2002/2003

REMERCIEMENTS

Tout d'abord je remercie le bon dieu pour savoir guidé vers le bon chemin de la Lumière et de savoir.

J'exprime mes sincères remerciements à mes parents qui m'ont aidé beaucoup durant mes études.

A tous les enseignants de l'institut aéronautique de Blida et sur tout mon enseignant option: avionique.

A tous ceux là, qu'il veuille bien trouver ici l'expression de mon profond respect.

Je tiens à présenter mes chaleureux remerciements en guise de reconnaissance pour le bien fait afin d'élaborer ce petit ouvrage à :

Mon promoteur: M : Laib Abdel Aziz

M : Mansouri Imed

Mlle: Othmane

Je tiens à remercier aussi les membres du jury pour l'honneur qu'il m'accorde, en acceptant de juger mon travail.

Je remercie tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près.

Tous les amis de l'institut d'aéronautique

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chères parents, qui mon aidé beaucoup et le dieu les protéger pour moi.

Mes chères frères : abd-el-rahmenre, abd-el-rezak, said, laid, djamel, salah-eddine, hamza, mes socurs, les cousins : faiçel, adcl, Farid, kamel, et les autres.

Mes très chères grands-mères : L, B.

Mes très chères grands-parents : T, L.

Mes tantes et oncles : lakhder, Zidene, mebarek, messouda.

Dédicacs spéciales pour : Rachid mougari, sofiene bouazdia,

Toute la famille MAGHERBI.

Mes amis intimes : abd-el-hakk, abd-ennour mansoure, omar-pilote-, shaa hichem, Yacine., mustapha.

Mes collègues : abd-el-kader boudani, , said nechad, Farid zane, abd-el-kader djemouai, , smail ben abdelouahab, ben moussa Mohamed, issam, Tarek, Khalil mihoubi, nabile, hichem, rafik, Djamel Berni, amar samai, Mohamed (BBA)

RABAH MAGHERBI

Dédicace

- ❖ *A Mes Très Chers Parents Ma Raison De Vivre , Symbole De Courage Et De Sacrifice.*
 - ❖ *A Mes Frères Et Sœurs*
 - ❖ *A Toute La Famille Bensakhria*
 - ❖ *A Tous Mes Amis Houria, Houaria , Dina, Brahim, Mahdi, Spécialement Mon Fillance Et Mes Amis Aziz,Imed ,Djamel, Rabah.*
- Je Dédie Ce Modeste Travail.*

Sommaire

Les Abréviations utilisées

Introduction générale

CHAPITRE I : Notions Théoriques

Introduction	01
I.1 La modulation.....	01
I.11 Définition et buts de la modulation.....	01
I.12 Le principe de modulation.....	02
I.13 Les types de modulation.....	03
I.2 Les principaux constituants.....	04
I.21 L'amplificateur	04
I.22 L'amplificateur sélectif.....	05
I.23 Oscillateur.....	06
I.24 Les filtres	06
I.24.1. Les Domaines D'application.....	06
I.24.2. Les Caractéristiques Des Filtres.....	07
I.24.3. Les Types Des Filtres.....	07
I.24.4. Les Différents Filtres Electriques.....	07
I.24.41. Le Filtre Passe-bas De 1ere Ordre : (Filtre De Type RC).....	07
I.24.42. Le Filtre Passe-haut De 1ere Ordre :(Filtre De Type CR).....	08
I.24.43. Les Filtres Passe-bande.....	09
I.25 Le modulateur	10
I.25.1 Les avantages de la modulation FM par rapport à la modulation AM.....	13
I.26 Les convertisseurs électroacoustiques.....	15
I.27 L'antenne.....	16
I.3 Structure Générale d'un émetteur/Récepteur direct.....	19
I.31 L'émetteur direct.....	19

I.32 Le Récepteur direct.....	20
I.4 Structure Générale d'un émetteur/récepteur Hétérodyne.....	22
I.41 La fréquence intermédiaire.....	22
I.42 L'émetteur/récepteur AM.....	23
I.43 L'émetteur /récepteur FM.....	28
Conclusion	29

Chapitre II : Etude de L'émetteur

Introduction.....	36
II.1 L'étage d'entrée audio.....	36
II.11 Le microphone.....	36
II.12 Le préamplificateur.....	38
II.13 L'amplificateur Audio de puissance.....	43
II.2 L'oscillateur/Modulateur.....	45
Conclusion.....	45

Chapitre III : Etude Du Récepteur

Introduction.....	48
III.1 Propriétés d'un récepteur.....	48
III.2 Le Récepteur.....	50
III.3 L'amplificateur Audio.....	54
III.31 Le préamplificateur.....	54
III.32 L'amplificateur audio de puissance.....	55
Conclusion.....	56

CHAPITRE VI : Réalisation de P'émetteur/Récepteur FM

IV .1. Rappel sur Les Circuits Imprimés.....	57
IV.11. Définition	57
IV.12. Avantages Des Circuits Imprimés.....	57
IV .13. Constituants Des Circuits Imprimés	58
IV.13.1 L'isolant Cuivre.....	58
IV.13.2 La Partie Cuivrée.....	59

IV .13.3 Les Supports.....	60
IV .13.4 Laque Photosensible.....	60
IV.14 Plan De Réalisation.....	60
IV.2 Réalisation Pratique De L'émetteur.....	63
IV.3 Réalisation Pratique Du Récepteur.....	67
IV.4 Liste des composantes	71
Conclusion générale	
Annexe	
Bibliographie	

Liste des figures

CHAPITRE I : Notions Théoriques

Figure (I.1) :	schéma synoptique d'une transmission avec modulation	02
Figure (I.2) :	classification de modulation	04
Figure (I.3) :	principe de l'amplificateur	05
Figure (I.4) :	principe de l'amplificateur sélectif	05
Figure (I.5) :	principe de l'oscillateur	06
Figure (I.6) :	Courbe de transmission d'un filtre passe-bas	08
Figure (I.7) :	Courbe de transmission d'un filtre passe-haut	08
Figure (I.8) :	Courbe de transmission d'un filtre passe-bande	09
Figure (I.09) :	principe de modulateur AM	12
Figure (I.10) :	principe de modulateur FM	13
Figure (I.11) :	Structure d'un microphone électromagnétique	16
Figure (I.12) :	Structure d'un haut-parleur	17
Figure (I.13) :	Principe de l'antenne	18
Figure (I.14) :	structure d'un émetteur direct (AM ou FM)	19
Figure (I.15) :	structure d'un récepteur direct (AM ou FM)	20
Figure (I.16) :	la fréquence intermédiaire	22
Figure (I.17) :	schéma synoptique d'un émetteur hétérodyne AM	24
Figure (I.18) :	forme d'ondes et spectres pour un émetteur hétérodyne AM	25
Figure (I.19) :	schéma synoptique d'un récepteur hétérodyne AM	26
Figure (I.20) :	forme d'ondes et spectres pour un récepteur hétérodyne AM	27
Figure (I.21) :	modulateur par varicap	29
Figure (I.22) :	principe de fonctionnement d'un discriminateur	30
Figure (I.23) :	schéma synoptique d'un émetteur hétérodyne FM	31
Figure (I.24) :	forme d'ondes et spectres pour un émetteur hétérodyne FM	32
Figure (I.25) :	schéma synoptique d'un récepteur hétérodyne FM	33
Figure (I.26) :	forme d'ondes et spectres pour un récepteur hétérodyne FM	34

CHAPITRE II : Etude de l'émetteur

Figure (II.1) :	Schéma électrique du microphone	37
Figure (II.2) :	Schéma Equivalent Du Microphone	37
Figure (II.3) :	Schéma Electrique Du Préamplificateur	40
Figure (II.4) :	Schéma Equivalent Du Préamplificateur	41
Figure (II.5) :	Schéma électrique de l'amplificateur audio de puissance	43
Figure (II.6) :	L'étage d'entrée audio	44
Figure (II.7) :	Montage oscillateur/modulateur	45

CHAPITRE III : Etude du récepteur

Figure (III.1) :	Structure interne du TDA7000	51
Figure (III.2) :	Brochage du TDA7000	53
Figure (III.3) :	Schéma électrique de préamplificateur	54

Figure (III.4) : Schéma électrique de l'amplificateur audio 55

CHAPITRE IV: Réalisation pratique de l'émetteur /récepteur FM

Figure (IV.1) :	les constituons de la plaque du circuit imprimé	58
Figure (IV.2) :	schéma électrique de l'émetteur	64
Figure (IV.3) :	circuit imprimé de l'émetteur (coté cuivre)	65
Figure (IV.4) :	circuit imprimé de l'émetteur (coté composantes)	66
Figure (IV.5) :	schéma électrique du récepteur	68
Figure (IV.6) :	circuit imprimé du récepteur (coté cuivre)	69
Figure (IV.7) :	circuit imprimé de l'émetteur (coté composantes)	70

Les Abréviations utilisées

<i>Symbole</i>	<i>Anglais</i>	<i>Français</i>
<i>AM</i>	<i>Amplitude modulation</i>	<i>Modulation amplitude</i>
<i>AGC</i>	<i>Automatic Gain Control</i>	<i>Contrôle automatique du gain</i>
<i>AF</i>	<i>Audio Frequency</i>	<i>Audio fréquence</i>
<i>ASK</i>	<i>Amplitude Shift Keying</i>	<i>Modulation d'amplitude discrète</i>
<i>ADM</i>	<i>Adaptive delta modulation</i>	<i>Modulation delta adaptive</i>
<i>DPCM</i>	<i>Differential pulse modulation</i>	<i>Modulation par impulsion différentielle</i>
<i>FM</i>	<i>Frequency modulation</i>	<i>Modulation de fréquence</i>
<i>HF</i>	<i>Haut frequency</i>	<i>Haut fréquence</i>
<i>LSB</i>	<i>Lower side band</i>	<i>Bande latérale inférieure</i>
<i>OOK</i>	<i>On-off Keying</i>	<i>Modulation *tout ou rien*</i>
<i>PAM</i>	<i>Pulse amplitude modulation</i>	<i>Modulation d'impulsion en Amplitude</i>
<i>PCM</i>	<i>Pulse code modulation</i>	<i>Modulation par impulsions codée</i>
<i>PDM</i>	<i>Pulse duration modulation</i>	<i>Modulation d'impulsion en durée</i>
<i>PFM</i>	<i>Pulse frequency modulation</i>	<i>Modulation d'impulsion en fréquence</i>
<i>PPM</i>	<i>Pulse position modulation</i>	<i>Modulation d'impulsion en position</i>
<i>RF</i>	<i>Radio frequency</i>	<i>Fréquence radio</i>
<i>SSB</i>	<i>Single side band (BLU)</i>	<i>Modulation a bande latérale unique</i>
<i>USB</i>	<i>Upper side band</i>	<i>Bande latérale supérieure</i>
<i>UHF</i>	<i>Ultra high frequency</i>	<i>Ultra haute fréquence</i>
<i>VHF</i>	<i>Very high frequency</i>	<i>Très haute fréquence</i>
<i>VCO</i>	<i>Voltage command oscillatcur</i>	<i>Oscillateur commandé par une tension</i>
<i>ΔM</i>	<i>Delta modulation</i>	<i>Modulation delta</i>
<i>φM</i>	<i>Phase modulation (PM)</i>	<i>Modulation de phase</i>

Introduction Générale

La transmission de la parole est un désir de l'homme, mais il fallut les découvertes du XIX^{ème} siècle sur les phénomènes et les lois de l'électromagnétisme pour que la voie humaine puisse être convenablement transmise et reproduite à distance.

Au début James clerk maxwell résume quantitativement les lois de l'électromagnétisme à la fin des années 1860 et Alexander Graham Bell invente la téléphonie sur fil en 1875 : il utilise les propriétés conductrices des fils métalliques pour transporter les variations de courant électrique produites par un microphone.

Une autre date clef se situe en 1896 dans l'histoire de la télégraphie sans fil, gughelmo marconi intervient au moment où des découvertes fragmentaires mais capitales n'attendent plus que d'être combinées entre elles. l'oscillateur de hertz (1888) et le tube à limaille de Branly assurent déjà, respectivement, l'émission et la détection des ondes électromagnétique. il reste à inclure entre ces deux éléments un manipulateur morse pour que les ondes hertziennes deviennent porteuses de communication. Un peu de temps après, c'est la naissance de la radioélectricité.

Alors que jusqu'en 1930 les applications à grande échelle de la « radioélectricité » étaient essentiellement les transmissions militaires. Les années trente vont voir le début de l'électronique grand public, avec l'apparition des récepteurs radio à haut-parleur, a radionavigation à l'aide d'ondes radio. Au milieu du 20ème siècle c'est l'apparition du transistor qui fait le grand pas, et en plus de cela l'utilisation des méthodes d'intégration des circuits, toujours en évolution qui a détourné le monde de télécommunication vers une vraie révolution.

La télécommunication et la radio technique concernent toutes les techniques de transmission à distance des messages sous forme d'ondes radioélectriques. Elle couvre un

domaine très vaste et très intéressant aussi bien le grand public que les organismes civils et militaires. A nos jours la télécommunication est une mesure de civilisation des nations.

Dans le monde des montages de l'électronique, la gamme est très large. Allant des montages simples d'amateurs aux circuits professionnels très complexes.

En effet, les montages de télécommunication sont plus difficiles à réaliser que les autres montages, le problème réside dans la maîtrise des techniques de la haute fréquence.

Le travail que nous présenterons est une étude d'un système émetteur/récepteur avec un simple rappel théorique constituant une introduction aux systèmes de télécommunication. Cette partie théorique est désignée seulement les deux grands types de modulation analogique sont expliqués (AM, FM), et cela d'une manière plus qualitative. Le formalisme illustratif (les formes d'ondes) est préféré du formalisme mathématique pour la représentation des signaux.

Chapitre I

Notions Théoriques

Introduction

Tout système de télécommunication contient principalement un émetteur /récepteur

Un émetteur module un message sur une porteuse choisie (ayant souvent une fréquence supérieur), puis transmet le signal modulé par câble ou par antenne.

Un récepteur isole l'émission désirée, il réalise la démodulation et envoie le message vers le haut-parleur.

1.1. La Modulation

1.1.1. Définition Et Buts De La Modulation

La modulation est une opération qui consiste à transposer un signal représentant une information en un autre signal sans modifier sensiblement l'information qu'il porte, ceci dans les buts suivants :

➤ **Adaptation** aux conditions particulières d'un milieu de transmission .par une modulation adéquate, on peut, notamment utiliser un canal très perturbé et garantir malgré tout une bonne qualité de transmission. Pour une transmission par ondes, il faut transposer le signal initial dans un domaine de fréquence où les conditions de propagation (portée, largeur de bande utile) sont adaptées au problème à résoudre ;

➤ **Multiplexage**, c'est-à-dire utilisation simultanée du même milieu de transmission par plusieurs communications.

Ces deux buts ne peuvent pas toujours être atteints en une étape, ni avec le même procédé de modulation. On aura souvent recours à des modulations multiples et à des procédés mixtes.

Une modulation est nécessaire dans tous les cas ou, pour des motifs techniques ou économiques.

I.12. PRINCIPE DE LA MODULATION

Par la modulation, un signal $S_1(t)$, appelé signal primaire (signal modulant), est transposé en un signal secondaire $S_2(t)$ (signal modulé). L'opération inverse est effectuée lors de la démodulation.

Tout modulateur travaille selon une convention qui lie des valeurs caractéristiques du signal secondaire $S_2(t)$ aux valeurs instantanées du signal primaire $S_1(t)$.

Le démodulateur examine les valeurs caractéristiques du signal secondaire $S_2'(t)$ qu'il reçoit et en déduit par une convention inverse les valeurs instantanées du signal primaire reconstitué $S_1'(t)$. (Figure (I.1)).

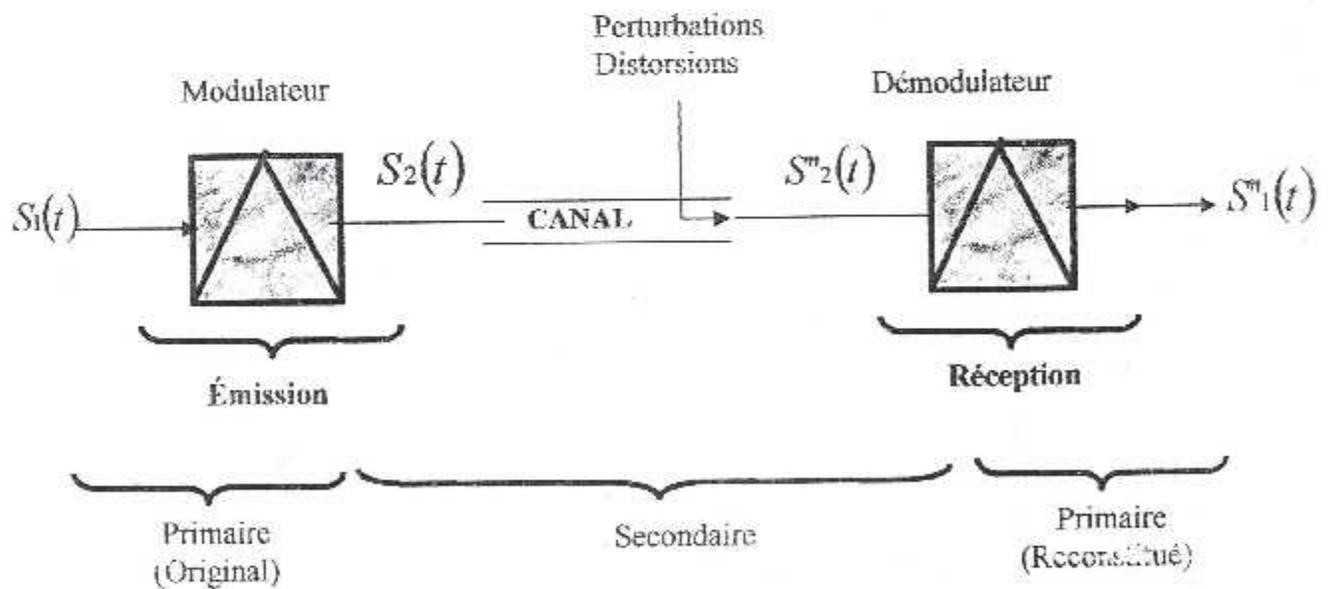


Figure (I.1) : Schéma Synoptique D'une Transmission Avec Modulation

1.13. Types De Modulation

On distinguera ici, selon une terminologie inofficiuse, deux grandes catégories de modulations :

1. **Les modulations analogiques**, dans les quelles la convention de modulation consiste à faire varier un paramètre (amplitude, fréquence, phase, durée, ...etc.) du signal porteuse proportionnellement à la valeur instantanée du signal modulant. Ces modulations ne modifient pas la nature de l'information (analogique ou numérique) portée par $S_1(t)$ ou $S_2(t)$.
2. **Les modulations numériques**, qui opèrent une conversion analogique / numérique entre $S_1(t)$ et $S_2(t)$. Le signal porteuse est alors caractérisé par un débit de décision \dot{D} et la convention de modulation devient un code de représentation numérique d'information analogique.

Les modulations analogiques sont classifiées selon : (**figure 1.2**)

- La forme de la porteuse : sinusoïdale ou impulsionnelle ;
- Le paramètre de la porteuse qui fait l'objet de la modulation : amplitude, fréquence, phase, durée, ... etc. ;
- La nature de l'information transmise : analogique ou numérique.

Il faut noter que, selon cette terminologie, les modulations concernant des informations numériques, notamment celles utilisées en transmission de données sur des voies analogiques (OOK, FSK, PSK, etc.) sont considérées comme des modulations analogiques, quand bien même le signal modulant, dans ces cas, une nature discrète. il y a en effet une analogie certaine au niveau du procédé et de ses propriétés entre les modulations analogiques continues concernant une information analogique (AM, FM) et les modulations analogiques discrètes (OOK, FSK, PSK) relatives à une information numérique.

Figure 2

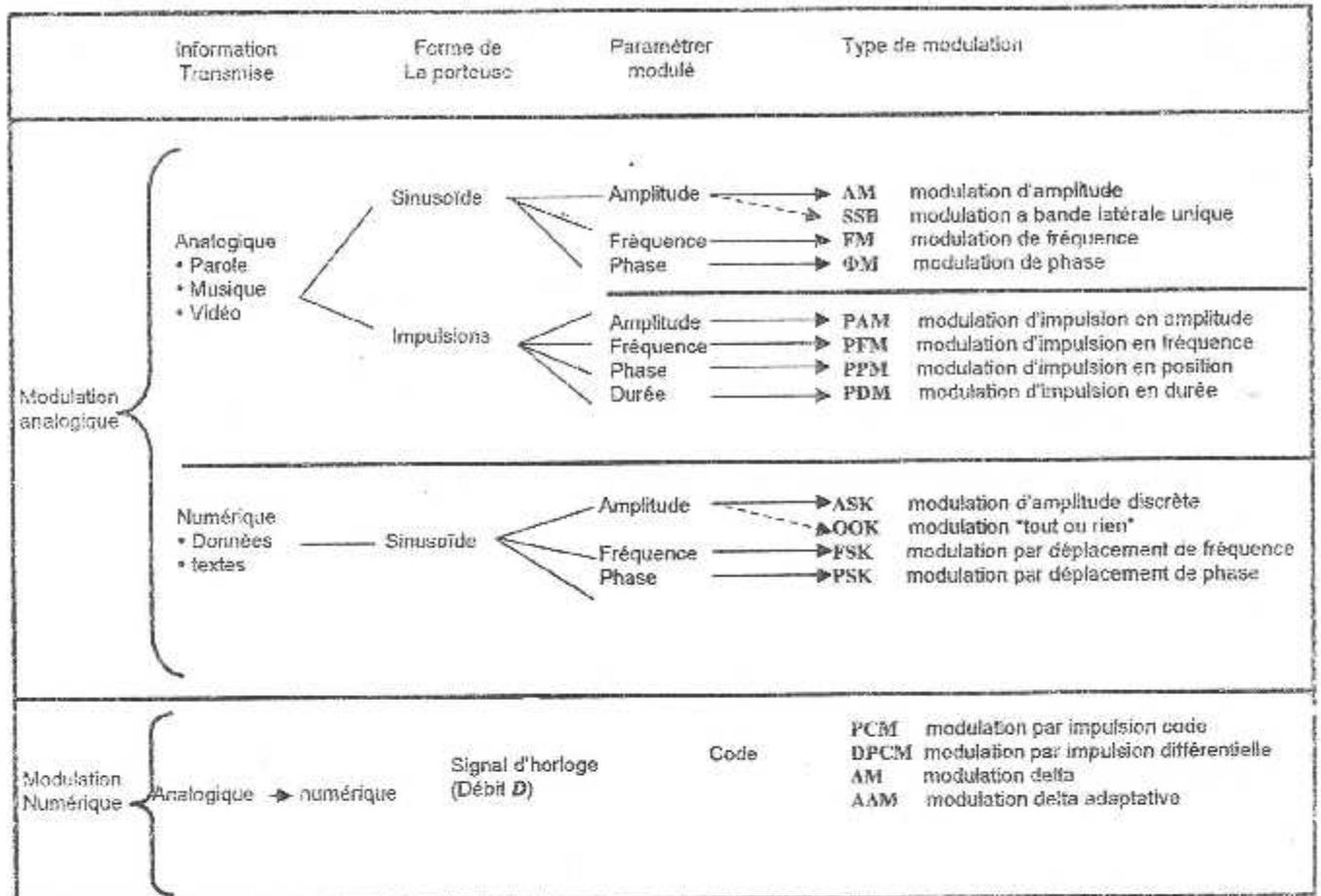


Figure (1.2): Classification Des Modulations

1.2. Principaux Constituants D'un Emetteur/ Récepteur

Avant de procéder à une étude détaillée des parties principales de ses deux unités (émetteur/récepteur), présentent les unités électroniques couramment dans un système de télécommunication :

1.2.1. Amplificateur

Son rôle est d'amplifier un signal en tension (signal venant d'un microphone), en courant ou en tension, ou en puissance (signal capté par une antenne). La valeur de l'amplification est caractérisée par son gain, ce dernier est le rapport de la grandeur de sortie (I_i, V_i, P_i) et l'entrée (I_0, V_0, P_0) , Cette grandeur peut être une tension, un courant ou une puissance.

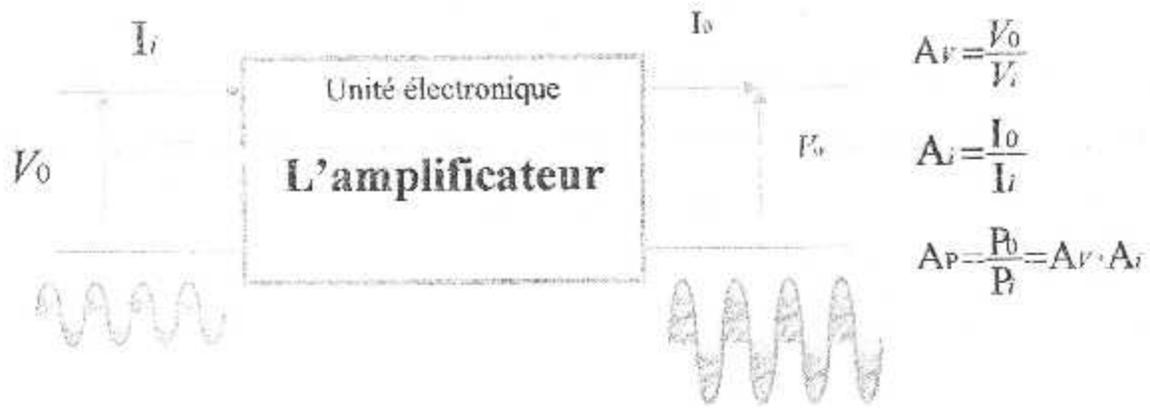


Figure (I.3) : Principe De L'amplificateur

Il faut noter que le plus part des amplificateur ont un gain inversement proportionnel à la bande de fréquence qu'ils amplifient.

Dans le cas d'un amplificateur audio , la bande de fréquence amplifiée couvrira les fréquences audio allant de 20Hz à 20KHz. L'amplificateur est alors nommé amplificateur AF (audio fréquence). Dans le cas de l'amplification d'un signal modulé , la bande de fréquence amplifiée couvrira la bande de fréquence occupée par le signal modulé centrée sur la fréquence de porteuse. L'amplificateur est alors nommé amplificateur RF (radiofréquence).

1.22. Amplificateur Sélectif

Il amplifie une bande de fréquence étroite, cette bande peut être fixe ou centrée sur des fréquences variables. Les amplificateurs sélectifs à fréquence centrale fixe ont un gain très supérieur à celui des amplificateurs sélectifs à fréquences variables.

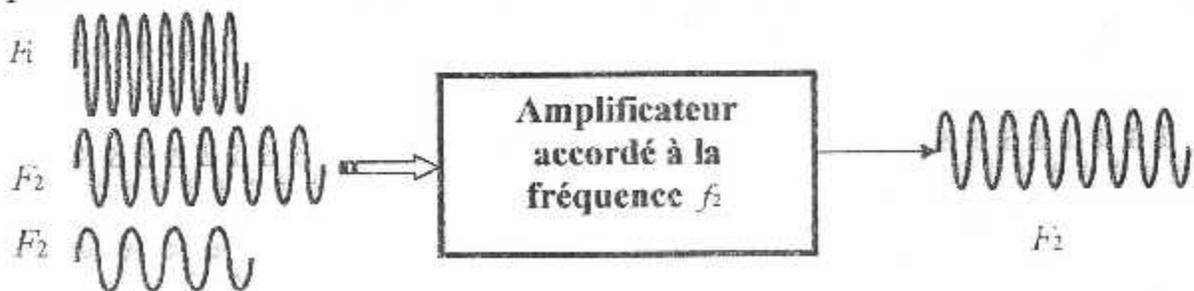


Figure (I.4) : Principe De L'amplificateur Sélectif

1.23. Oscillateur

Il crée une onde périodique. En générale sinusoïdale. Il ne nécessite pas un signal d'entrée alternatif, il crée ses propres oscillations, avec des fréquences fixes ou variables. Dans les récepteurs l'oscillateur à fréquence variable s'appelle **oscillateur local**.

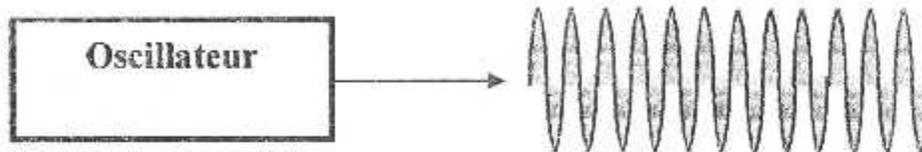


Figure (1.5) : Principe De L'oscillateur

1.24. Les Filtres

Définition

Le filtrage est le plus courant des opérations que l'on doit effectuer lorsqu'on veut utiliser un signal.

Dans cette opération on cherche à améliorer le rapport de ce signal aux signaux indésirables. On appelle filtre un organe dont la fonction est de modifier le rapport des signaux qui lui sont appliquée par le moyen de sa réponse fréquentielle, cet organe est en générale un réseau linéaire lorsqu'il s'agit de signaux électriques.

1.24.1. Les Domaines D'application

Les domaines d'application des filtres sont très large et sont extrêmement nombreux. On s'intéresse essentiellement à la réponse en amplitude fréquence du réseau.

- Filtres de modulation/démodulation.
- Filtres améliorant le rapport signal/bruit.
- Filtres de radiocommunication dans les récepteurs radio.

1.24.2. Les Caractéristiques Des Filtres

Les filtres sont caractérisés par sa fonction de transfert en tension T du réseau.

Cette fonction détermine le rapport V_s/V_e des tensions de sortie et d'entrée correspondant à chaque composant.

Pour une fréquence donnée : $T = \frac{U_s}{U_e}$ ou $T_{dB} = 10 \text{ Log} \left(\frac{U_s}{U_e} \right)$

Pour un filtre idéal : $T=1$ quand il y a transmission ; $T=0$ quand il y a coupure.

1.24.3. Les Types Des Filtres

Les filtres se distinguent les uns des autres par leur fréquence d'utilisation et par la technologie utilisée dans leur conception.

a) Filtres Actifs

La conjonction d'un ou plusieurs éléments actifs ; transistors, circuit intégré et de circuit à composants passifs permet une grande souplesse dans la réalisation des fonctions de transfert.

b) Filtres Passifs

Ces filtres sont basés sur l'emploi de composants électriques et constitués par un nombre approprié de cellules (d'élément passif). Telle que résistance, condensateur et bobine... etc.

1.24.4. Les Différents Filtres Electriques

1.24 .41. Le Filtre Passe-bas De 1ere Ordre : (Filtre De Type RC)

Ces filtres laissent passer les fréquences comprises entre zéro et une fréquence F_s dite fréquence d'arrêt ou fréquence de coupure et bloquent les fréquences supérieures à F_s , on obtient la courbe de la figure (1.6) qui représente l'action d'un filtre passe-bas.

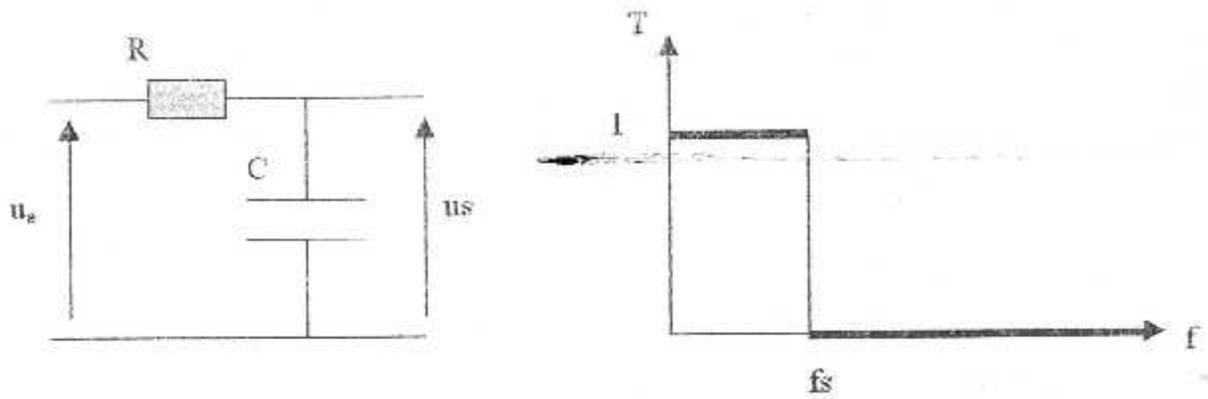


Figure (I.6) : Courbe De Transmission D'un Filtre Passe-bas

- En réalité pour le quadripôle RC la pente d'atténuation est de l'ordre de 6 dB/octave.
- Pour les filtres de type 2RC et 3RC (2ème et 3^{ème} ordre) la pente d'atténuation est voisine de -12 et -18 dB/octave Dans les deux cas (Pour les filtres d'ordre 1).

1.24.42. Le Filtre Passe-haut De 1ere Ordre :(Filtre De Type CR)

Ces filtre arrêt toutes les fréquences comprises entre zéro et une fréquence f_i (fréquence de coupure) et laissent passer toutes les fréquences supérieures à f_i .

La courbe théorique de transmission d'un filtre passe-haut est représentée par la figure suivante.

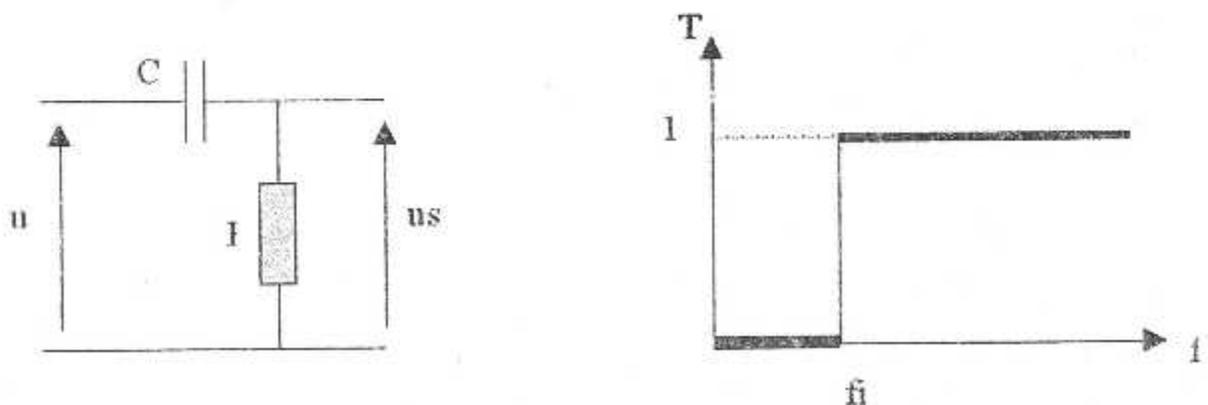


Figure (I.7) : Courbe De Transmission D'un Filtre Passe-haut

- En réalité pour le quadripôle CR la pente d'atténuation est de l'ordre de 6 dB/octave.
- Pour les filtres de type 2CR et 3CR (2ème et 3^{ème} ordre) la pente d'atténuation est voisine de 12 et 18 dB/octave.

I.24.43. Les Filtres Passe-bande

C'est filtre dans le principe joue un rôle très important dans les récepteurs modernes de radio, laissent passer toutes les fréquences comprises entre deux fréquences d'arrêt f_i et f_s .

La courbe de la figure (I.8) représente la courbe de transmission.

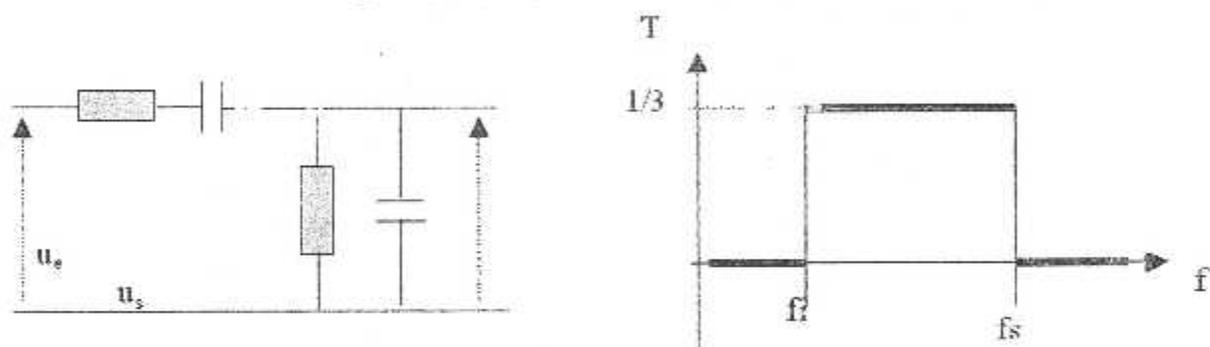


Figure (I.8) : Courbe De Transmission D'un Filtre Passe-bande

Autres Applications :

Les filtres électriques utilisée sur certaines oscillateur ou pour transformer un signal triangulaire en sinusoïdal ou un signal carré en triangulaire.

- Les filtres passe bas utilisée pour le filtrage et comme intégrateur.
- Les filtres passe-bande est le filtre le plus répondu dans tous les montages radio, joue un rôle dans le récepteur moderne de radio.

1.25. Le Modulateur

C'est l'unité électronique permettant de combiner deux signaux, (le message modulant et la porteuse) en un seul.

POURQUOI MODULER ET QUE MODULER ?

Les systèmes de télécommunication ont pour objet de transmettre des informations à l'aide d'un signal se propageant dans l'espace ou le long d'une ligne, de son point d'émission à celui de réception. Que ce soit en transmission hertzienne (radio, TV...), en téléphonie ou en transmission de données (modem...) le procédé de modulation est la solution considérée comme la plus efficace.

Alors pourquoi moduler ? Donnons quelques éléments de réponse en radio transmission.

Tout d'abord, rappelons que la voie humaine produit des sons dont les fréquences sont comprises entre 100 et 7500 Hz typiquement. Pour un orchestre la plage est 30Hz/20kHz.

La transmission directe par voie hertzienne est impossible, en effet :

- ✓ Il n'est pas possible à la réception de distinguer ce signal de tout autre signal encombrant la même plage de fréquence
- ✓ Les dimensions des antennes, de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde, auraient des valeurs irréalistes (exemple pour $f=1\text{kHz}$ $\lambda=300\text{km}$!!). De plus l'éventuelle antenne ne serait pas adaptée pour des signaux de 50 Hz à 15 kHz, par exemple, qui est la plage retenue pour la transmission en radio commerciale.

La modulation utilise des fréquences de porteuses de 100kHz à 100 MHz typiquement (jusqu'à plusieurs GHz pour les transmissions entre paraboles). Le spectre du signal utile est translaté vers la fréquence de la porteuse, son amplitude relative est réduite d'autant plus que la fréquence de porteuse est élevée. Plusieurs signaux utiles peuvent être transportés sur le même faisceau hertzien si leurs porteuses sont de fréquences différentes. Pour être reçu distinctement, les

fréquences des porteuses doivent être suffisamment séparées. Il n'y a donc qu'un nombre limité sur une bande de fréquence donnée (par exemple : bande FM).

En téléphonie et plus généralement pour les transmissions par lignes (câbles électriques mais aussi fibres optiques).

Pour des liaisons entre centraux, le **multiplexage fréquentiel** est conçu pour que de nombreux messages empruntent, sans se mélanger, une liaison entre centraux : chaque signal est décalé dans une bande de fréquence particulière (appelée « canal »), obtenue par modulation. Plusieurs signaux décalés sont regroupés par addition après décalage selon des fréquences normalisées.

Que moduler ?

Le signal à transmettre (signal modulant) est utilisé pour faire varier au cours du temps l'une des caractéristiques du signal porteur.

On considérera un signal porteur sinusoïdal $V_p(t) = V_p \cos(2\pi F_p t + \phi)$ il existe trois possibilités¹ :

- **Modulation d'amplitude (AM)** : L'amplitude du signal porteur varie au cours du temps.
- **Modulation de fréquence (FM)** : F_p varie au cours du temps.
- **Modulation de phase** : modulation de phase : ϕ varie au cours du temps.

Principalement, il y a deux types de modulation, la modulation d'amplitude « AM » et la modulation en fréquence « FM ». Dans la modulation AM, la porteuse supporte l'information ou le signal modulant sur son amplitude ou bien. C'est l'amplitude de la porteuse qui varie. Dans la modulation FM, la porteuse garde une amplitude constante alors que sa fréquence varie autour d'une valeur fixe F_c .

Soit S_m le signal modulant et S_r le signal de la porteuse :

¹ Si la porteuse est constituée d'une succession d'impulsions en créneau il existe différentes solutions de modulations d'impulsions : Amplitude (PAM), largeur (PWM), position (PPM), modulation FSK et PSK (modem) ...

$$S_m(t) = A_m \cdot \cos(\omega_m t)$$

$$S_p(t) = A_p \cdot \cos(\omega_p)$$

En modulation AM le signal de sortie a la même fréquence que la porteuse mais son amplitude sera une fonction du signal modulant et prend la forme :

$$S_s(t) = A_s(t) \cos(\omega_s t)$$

Avec : $A_s(t) = A_p + K \cdot S_M(t)$; $\omega_s = \omega_p$ on aura :

$$S_s(t) = (A_p + K \cdot S_M(t)) \cos(\omega_p t)$$

$$S_s(t) = (A_p + K \cdot A_m \cdot \cos(\omega_m t)) \cos(\omega_p t)$$

Avec : $A_p > 2 \cdot K \cdot A_m$; $K = Cst$

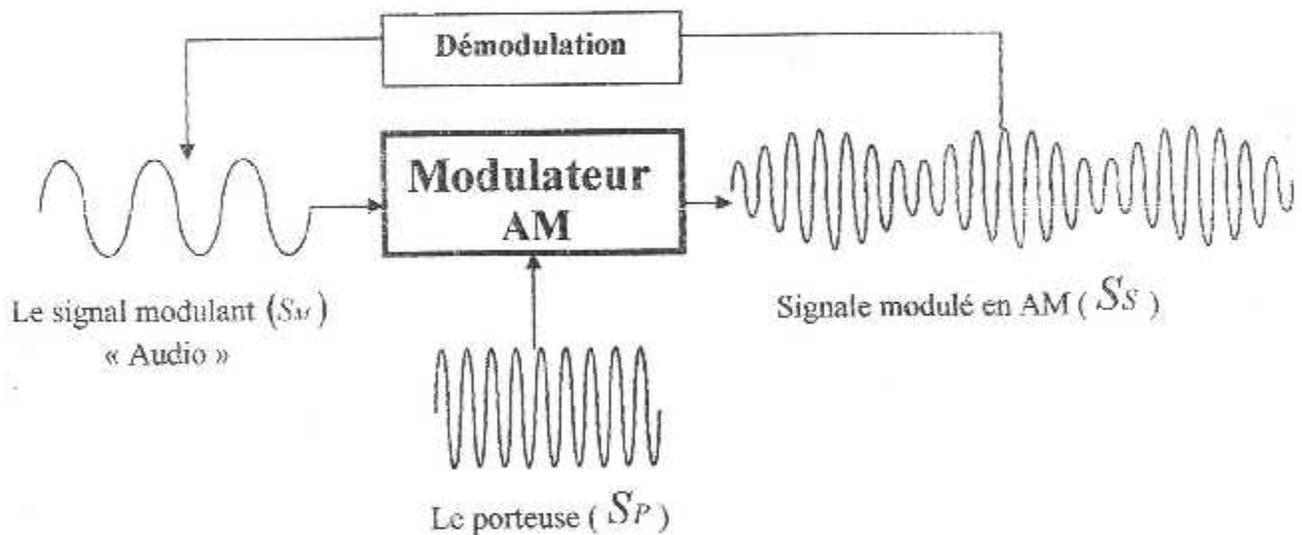


Figure (I.9) : Principe De Modulateur

Cette modulation est assurée par un simple multiplicateur et un sommateur, alors qu'en démodulation on utilise un détecteur de crête.

En modulation FM c'est la fréquence de la porteuse qui varie avec le signal modulant. Cette variation Δf autour de fréquence de la porteuse est appelée l'excursion.

$$S_s(t) = A_s \cdot \cos((\omega_s(t))t)$$

Avec : $\omega_s = \omega_p + K \cdot S_M(t)$ on aura :

$$S_s(t) = A_s \cdot \cos((\omega_p + K \cdot S_M(t))t)$$

$$S_s(t) = A_s \cdot \cos((\omega_p + K \cdot A_p \cos(\omega_M t))t)$$

La valeur de ω_p est très supérieure au produit $K \cdot A_p$ (l'excursion) .pour la bande FM de 88 à 108 MHz , sa valeur est limitée à 75 KHz.

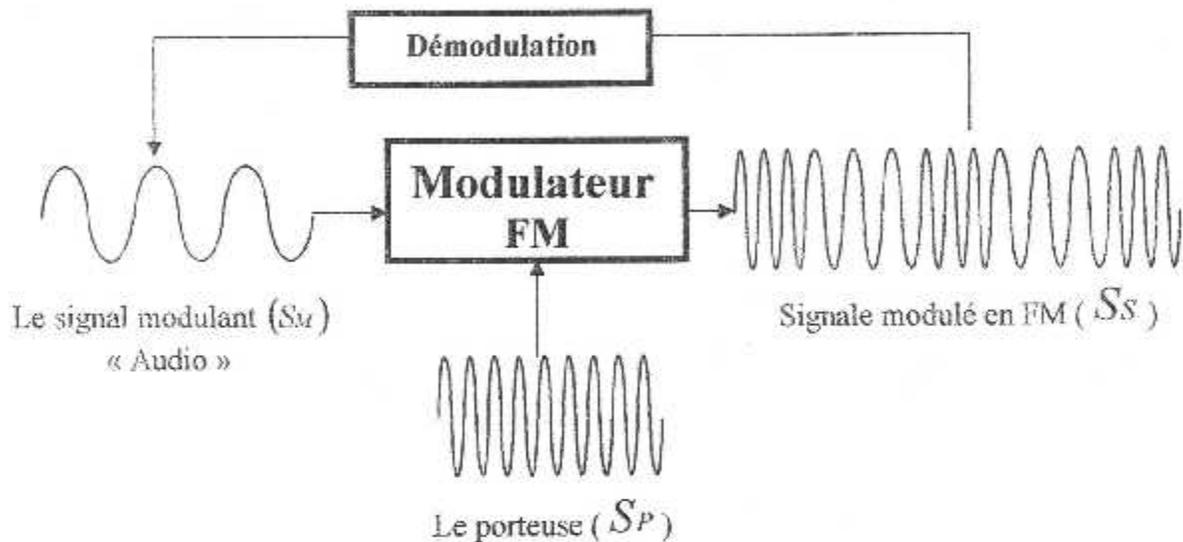


Figure (I.10) : Principe De Modulateur

Les éléments électroniques responsable de la modulation et la démodulation FM seront présentés après.

1.25.1. Les Avantages De La Modulation FM Par Rapport A La Modulation AM

- A l'émission ;

- La modulation FM est particulièrement facile à mettre en œuvre. Une simple varicap et le tour est joué.
- Le spectre de l'émission HF est beaucoup plus "propre" que celui de la modulation AM. (En tout ou rien)

- A la réception ;

Les avantages viennent des principes énoncés ci-dessus et tout particulièrement du régime de saturation imposé dans la chaîne r'l.

1. **En AM**, le niveau BF détecté est lié à l'amplitude de la porteuse : Plus celle-ci est puissante et plus de BF on obtient. Hélas, si la porteuse s'estompe, la BF aussi. Cette relation étroite entre niveau HF et niveau BF impose une Commande Automatique de Gain (CAG) efficace. Il n'empêche que si le récepteur reçoit un signal très puissant, il "sature", la BF est "écrasée" et va jusqu'à disparaître. Nos anciens récepteurs RC/AM souffraient de ce défaut particulièrement gênant car il provoquait des anomalies de fonctionnement au moment du départ du modèle, quand émetteur et récepteur étaient très proches.

En FM, plus c'est saturé et mieux ça marche ! , Les récepteurs FM simples n'ont donc aucun système de CAG et ne souffrent jamais de blocages par trop émission trop puissante.

Par ailleurs, lorsque la porteuse est affaiblie par la distance, le signal BF lié au swing et non pas à l'amplitude, garde son niveau. Il est cependant de plus en plus dégradé par le bruit de fond du récepteur.

A la limite, il reste le bruit ! Toutefois, le fait de conserver jusqu'à la fin une amplitude BF constante facilite beaucoup le travail du décodeur qui exploite ce signal.

2. **Les parasites** sont des émissions HF dues à des étincelles ou à des courants de rupture. Ils correspondent essentiellement à des modulations AM et s'ils se mélangent à nos émissions s'y retrouvent en variations instantanées de l'amplitude de la porteuse. Evidemment un récepteur AM est par nature, tout particulièrement exposé à ces perturbations qu'il est impossible de supprimer, sauf à la source. (Anti-parasitage).

La FM n'est pas sensible à l'amplitude de la porteuse, l'ampli saturé se chargeant de gommer toutes les variations éventuelles. La FM est donc naturellement immunisée contre les parasites AM. Et de fait, nos récepteurs RC/FM se comportent beaucoup mieux que leurs ancêtres. Sans la FM, le vol électrique serait sans doute bien plus difficile !!

En conclusion, avec la FM

- Pas de problème de saturation à faible distance.
- Amplitude BF restituée indépendante de la distance.
- Relative insensibilité aux parasites.

Il est alors facile de comprendre pourquoi tous les émetteurs/récepteurs (PPM ou PCM) utilisent la FM.

1.26. Mélangeur

C'est un multiplicateur analogique des signaux. C'est l'élément qui caractérise les émetteurs récepteurs hétérodynes, en fournissant une fréquence fixe appelée la fréquence intermédiaire.

Soit S_1 et S_2 deux signaux sinusoïdaux à fréquences f_1 et f_2 respectivement.

$$S_1 = A_1 \cdot \cos(\omega_1 t)$$

$$S_2 = A_2 \cdot \cos(\omega_2 t)$$

$$S_1 \cdot S_2 = A_1 \cdot \cos(\omega_1 t) \cdot A_2 \cdot \cos(\omega_2 t)$$

$$= \frac{1}{2} (A_1 \cdot A_2) [\cos(\omega_1 + \omega_2)t + \cos(\omega_1 - \omega_2)t]$$

$$= \frac{1}{2} (A_1 \cdot A_2) [\cos(\omega_1 + \omega_2)t] + \frac{1}{2} (A_1 \cdot A_2) [\cos(\omega_1 - \omega_2)t]$$

Les résultats contiennent la fréquence somme $(\omega_1 + \omega_2)$ et la fréquence différence $(\omega_1 - \omega_2)$.

En générale le mélangeur est suivi d'un filtre laissant passer une seule composante.

I.27. Les Convertisseurs Statiques (Microphone, Haut-parleur)

➤ *Un microphone* est un capteur des ondes acoustiques, ces derniers sont une perturbation de pression dans l'air, elles mettent une membrane mince dans le microphone en état de vibration. La membrane est attachée à une bobine plongée dans un champ magnétique, la vibration de l'ensemble induit une tension électrique de la même forme du son dans la bobine. où est un ensemble qui transforme de l'énergie électrique en énergie mécanique et plus précisément en énergie acoustique.

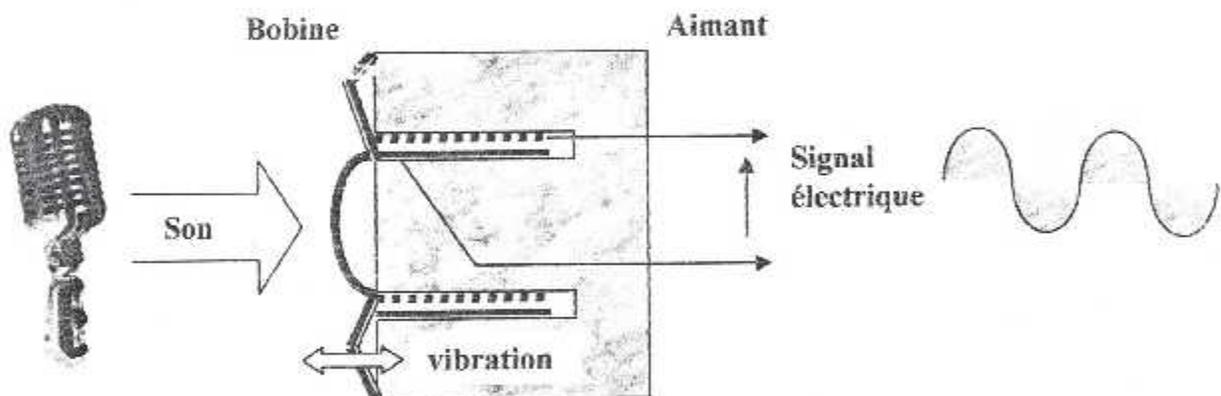


Figure (1.11) : Structure D'un Microphone Electromagnétique

➤ *Le haut-parleur*, (que l'on notera HP pour simplifier et que l'on trouve sous LS loud speaker dans la littérature anglo-saxonne) est un ensemble qui transforme de l'énergie électrique en énergie mécanique et plus précisément en énergie acoustique

Comment cela fonctionne t-il ?

Le HP est un système électrique couplé à un système électroacoustique. On voit la constitution générale sur l'image à droite. On remarque que le HP est composé de trois parties essentielles qui sont :

- La membrane
- La bobine mobile
- L'aimant permanent

1. **La membrane**, c'est elle qui en se déplaçant alternativement d'avant en arrière va créer les pressions dynamiques qui vont mettre en mouvement l'air. Ces surpressions que l'on appelle des ondes sonores vont venir jusqu'à nos oreilles.

2. **La bobine mobile** est solidaire mécaniquement de la membrane, c'est son moteur. Cette bobine, sous l'action du courant de l'amplificateur BF va de déplacer d'avant en arrière.

3. **L'aimant permanent** est comme son nom l'indique un aimant puissant. Il a une mission claire et bien définie: Créer un champ magnétique permanent.

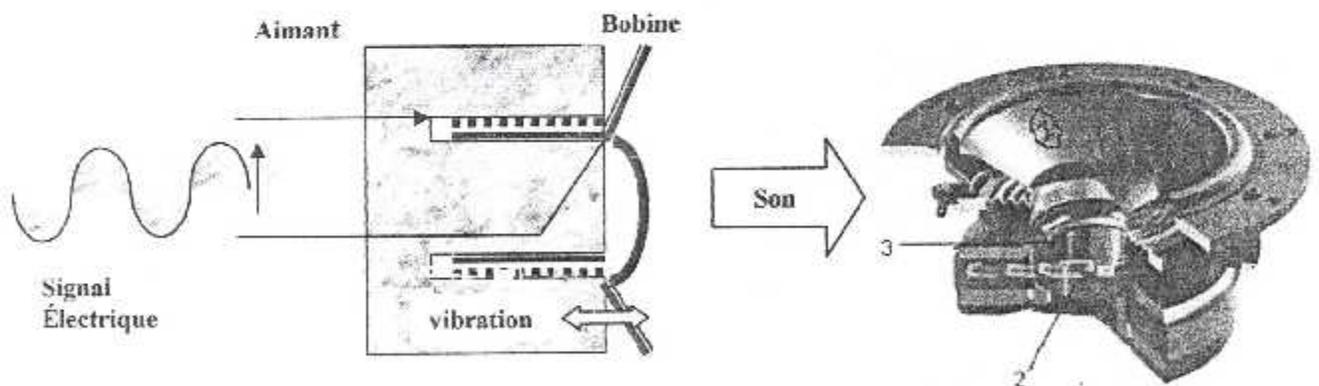


Figure (1.12) : Structure D'un Haut-parleur

1.28. L'antenne

Dans la haute fréquence, l'antenne est un simple conducteur. S'il est soumis à un champ électromagnétique variable « une onde électromagnétique », il sera la siège d'une onde de courant induit. Le conducteur se comporte alors comme un générateur d'un signal électrique de la même fréquence et de la même forme que l'onde électromagnétique inductrice.

L'opération inverse est aussi possible, ou on alimente l'extrémité du conducteur par une tension variable à fréquence suffisante, le courant circulant dans le conducteur provoque l'apparition d'un champ électromagnétique dans l'espace environnant « l'onde électromagnétique ».

Se fonctionnement n'est assuré que lorsqu'on a la relation suivante entre la fréquence et la longueur du conducteur $L = \frac{1}{4} \cdot \frac{c}{f}$

f : La fréquence en Hz

C : la vitesse de la lumière. « $C=300\ 000\ \text{Km/s}$ ».

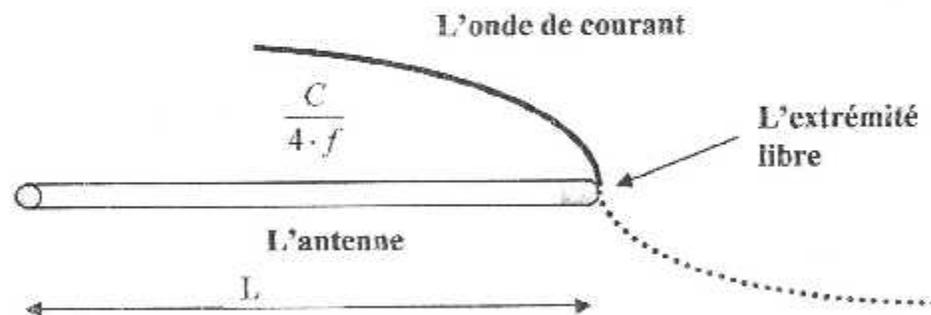


Figure (1.13) : Principe De L'antenne

1.3. Structure Générale D'un Emetteur Récepteur Direct

Maintenant nous allons constituer un émetteur -récepteur, en établissant le traitement subi par un message dans l'émetteur depuis le microphone jusqu'à l'antenne et de la même manière dans le récepteur (depuis l'antenne jusqu'au haut-parleur).

1.31. L'émetteur direct

L'onde acoustique c'est une variation de pression dans l'air, le microphone traduit cette perturbation de pression à un signal électrique de la même forme du signal reçu (signal AF « audio fréquence »). ce dernier étant très faible il est amplifié et puis combiné avec une porteuse de fréquence f_c générée par un oscillateur. Le signal modulé passe par un amplificateur RF (radiofréquence) puis arrive à l'antenne. C'est la fréquence f_c qui caractérise la station émise.

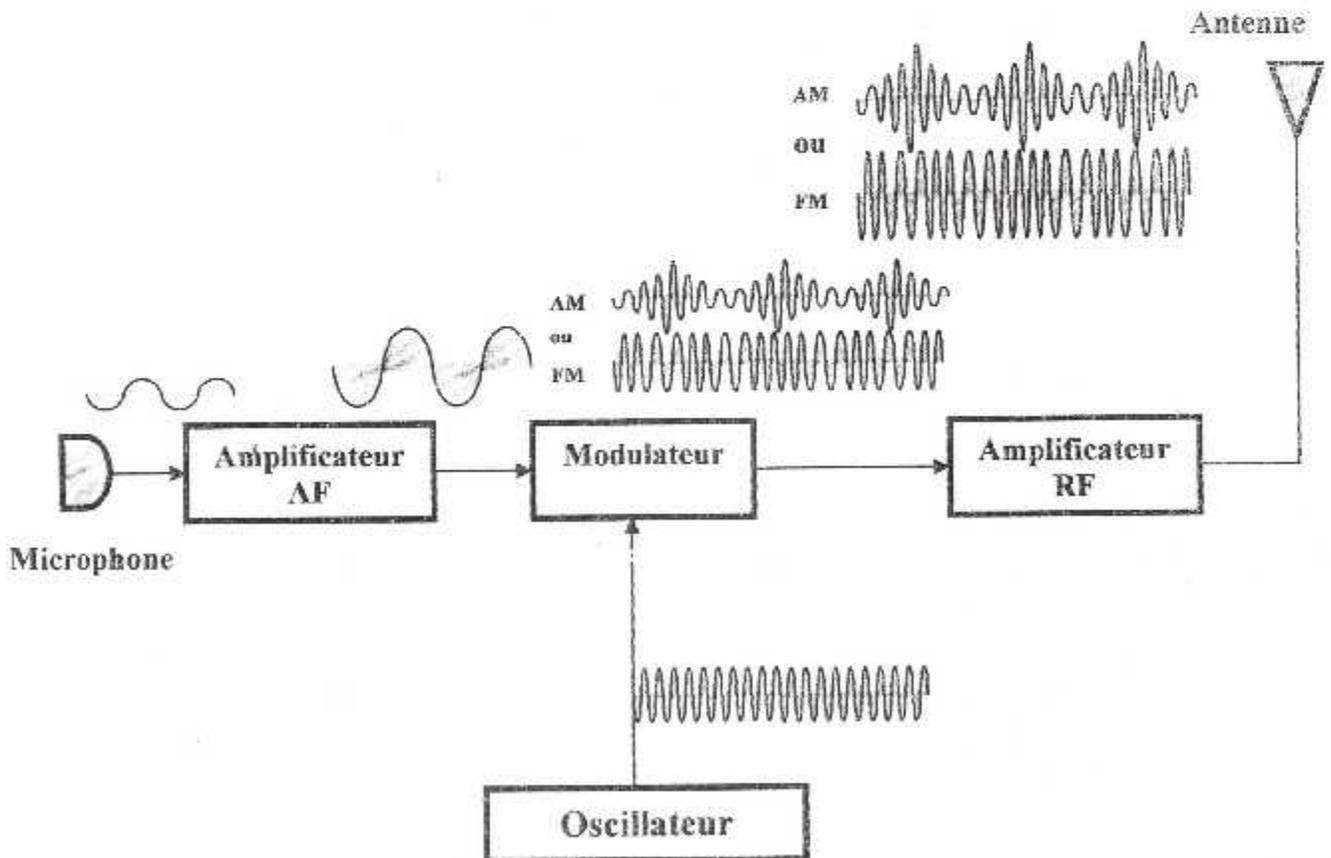


Figure (1.14) : Structure D'un Emetteur Direct (AM Ou FM)

X 1.32. Le récepteur *direct*

L'antenne reçoit les ondes électromagnétique correspondantes à plusieurs stations. Des ondes de courant similaires y seront induites, ce qui donne à son extrémité un signal RF très faible. On isole la station souhaitée par un filtre passe-bande, puis le signal passe par un amplificateur RF. Un démodulateur ou un détecteur fourni le signal audio qui sera amplifié avant d'aller au haut-parleur.

Le filtre et l'amplificateur RF peuvent être remplacés directement par un amplificateur sélectif, c à d accordé à la fréquence de l'émission.

Remarquant que dans ce montage, tous les éléments doivent fonctionner avec toutes les fréquences correspondantes aux différentes stations. Ce qui diminue leurs performances.

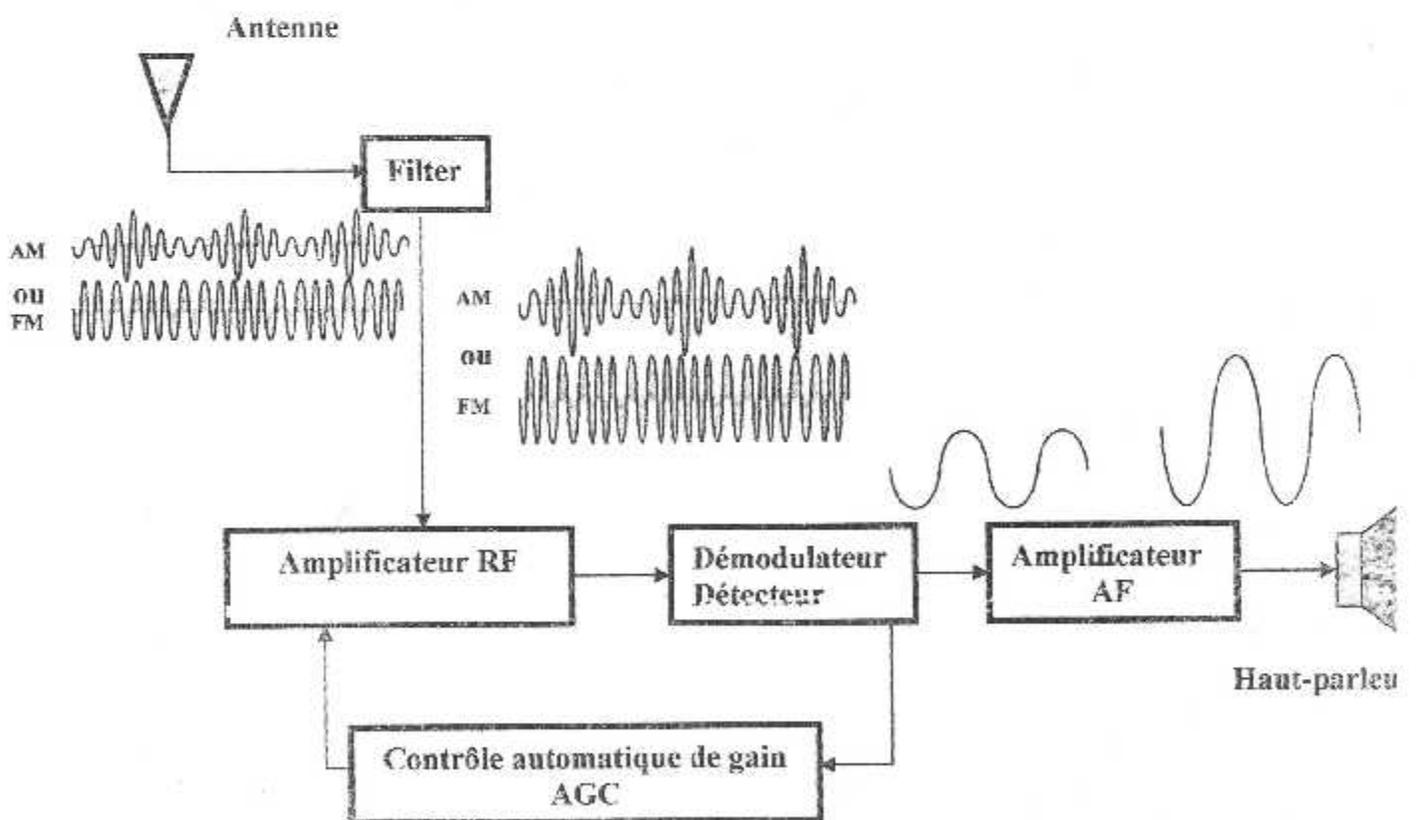


Figure (1.15) : Structure D'un Récepteur Direct (AM Ou FM)

➤ **Circuit AGC** : le circuit de contrôle automatique de gain a pour rôle de maintenir a la sortie du détecteur un signal aussi constant que possible, malgré les variations du signal d'antenne. le système **AGC** doit, en outre, éviter la surcharge des circuits **FI** en limitant les signaux provenant de postes émetteurs puissants ou rapprochés, et ne peut pas agir sur les courants faibles afin de ne pas influencer la sensibilité. d'une autre façon, il ajuste le signal d'entrée du démodulateur en variant le gain de l'amplificateur **RF**. Ce dernier doit avoir un gain élevé si le signal reçu est très faible. Mais si le signal reçu est assez fort, le circuit **AGC** (Automatic Gain Control) diminue le gain d'amplificateur **RF** pour conserver un niveau de signal constant pour les unités qui viennent après.

L'émetteur récepteur que nous avons présenté n'est pas utilisé en pratique.

Un montage plus performant permet aux certains unités à fonctionner à fréquence constante pour toutes les stations, ce que les rend plus fiables.

X I.4. L'émetteur/Récepteur Hétérodyne

En générale, les émetteurs sont conçus pour fonctionner à fréquence constante.

Cette dernière caractérise à jamais la station émise. Alors le caractère « hétérodyne » n'est important que pour un récepteur.

X I.41. La Fréquence Intermédiaire

Le principe de fonctionnement d'un récepteur hétérodyne consiste à faire fonctionner le démodulateur ou le détecteur à une fréquence fixe appelée la fréquence intermédiaire F_{IF} .

Le signal modulant « reçu » à fréquence F_c est mélangé avec un autre signal à fréquence réglable F_{LO} , alors on obtient à la sortie deux signaux. L'un correspondant à la fréquence somme « $F_{LO} + F_c$ » et l'autre correspond à la fréquence différence « $F_{LO} - F_c$ ». Cette sortie est filtrée pour isoler une seule composante. On doit contrôler la fréquence variable F_{LO}

De telle façon que la fréquence différence « $F_{LO} - F_c$ » soit égale à la fréquence intermédiaire

$$F_{IF}.$$

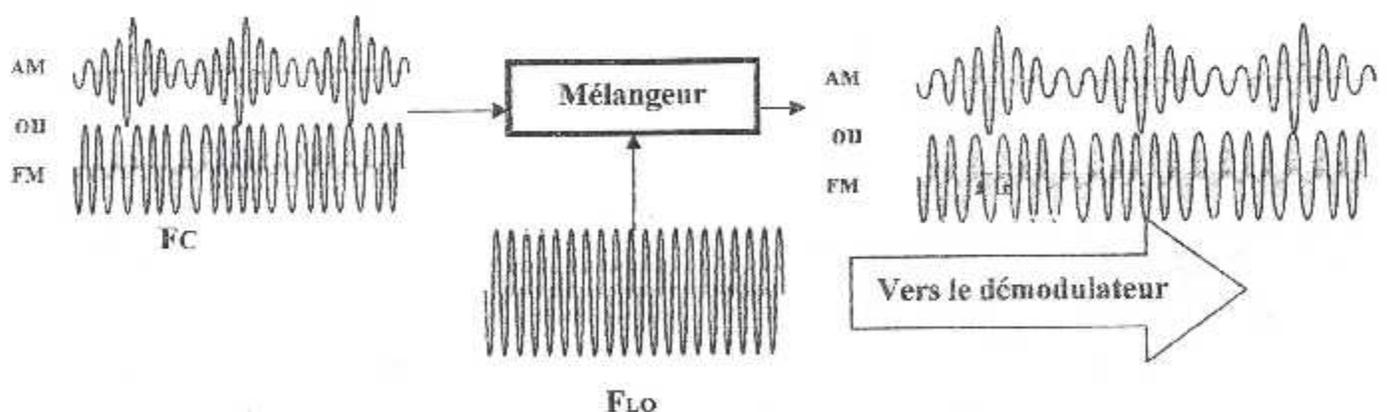


Figure (1.16) : Principe De Fréquence Intermédiaire

Par exemple les récepteurs AM utilisent une fréquence intermédiaire $F_{IF}=455\text{KHz}$. Pour capter une station émettant sur 800 KHz on doit ajuster l'oscillateur local sur :

$$F_{LO}=F_c+F_{IF}=800+455=1225\text{KHz}$$

Dans un récepteur super hétérodyne, le choix de la station se fait en variant la fréquence de l'oscillateur local et la fréquence d'accord de l'amplificateur RF en même temps. La sensibilité du système est alors améliorée.

Les fréquences intermédiaires sont standardisées, en générale on utilise les valeurs suivantes :

- ❖ L'émission AM : $F_{IF}=455\text{KHz}$.
- ❖ L'émission FM : $F_{IF}=10.7\text{MHz}$.
- ❖ L'émission TV. UHF, VHF : $F_{IF}=39.2\text{MHz}$ (image).

L'émetteur hétérodyne utilise le même principe, le message module une porteuse à fréquence fixe F_{IF} . Il est mélangé avec un signal à fréquence F_{LO} variable, le résultat à fréquence $F_{LO}=F_c+F_{IF}$ caractérise la station émise.

La matière de radiodiffusion commerciale, les bandes de fréquence sont bien définies et les fréquences intermédiaires sont standards. Le choix d'un émetteur récepteur commence par le choix du type de modulation. Celui-ci dépend de la bande de fréquence utilisée, conditions de transmission « distance, puissance demandée ». Matériels disponibles.

Analysant dans ce qui suit les deux types d'émission 'AM, FM' fréquemment utilisée « émetteur-récepteur hétérodyne ».

I.42. L'émetteur /Récepteur AM

Les schémas synoptiques d'un émetteur et d'un récepteur sont présentées dans les figures (I.17 et I.19) respectivement, le message audio sera considéré comme étant constitué d'une seule composante spectrale et non d'un ensemble de composantes spectrales couvrant toutes les fréquences audio (20Hz à 20KHz). Dans le schéma de l'émetteur, le signal de sortie de chaque unité est

numéroté et les signaux et les spectres correspondant sont représentés en page suivante.

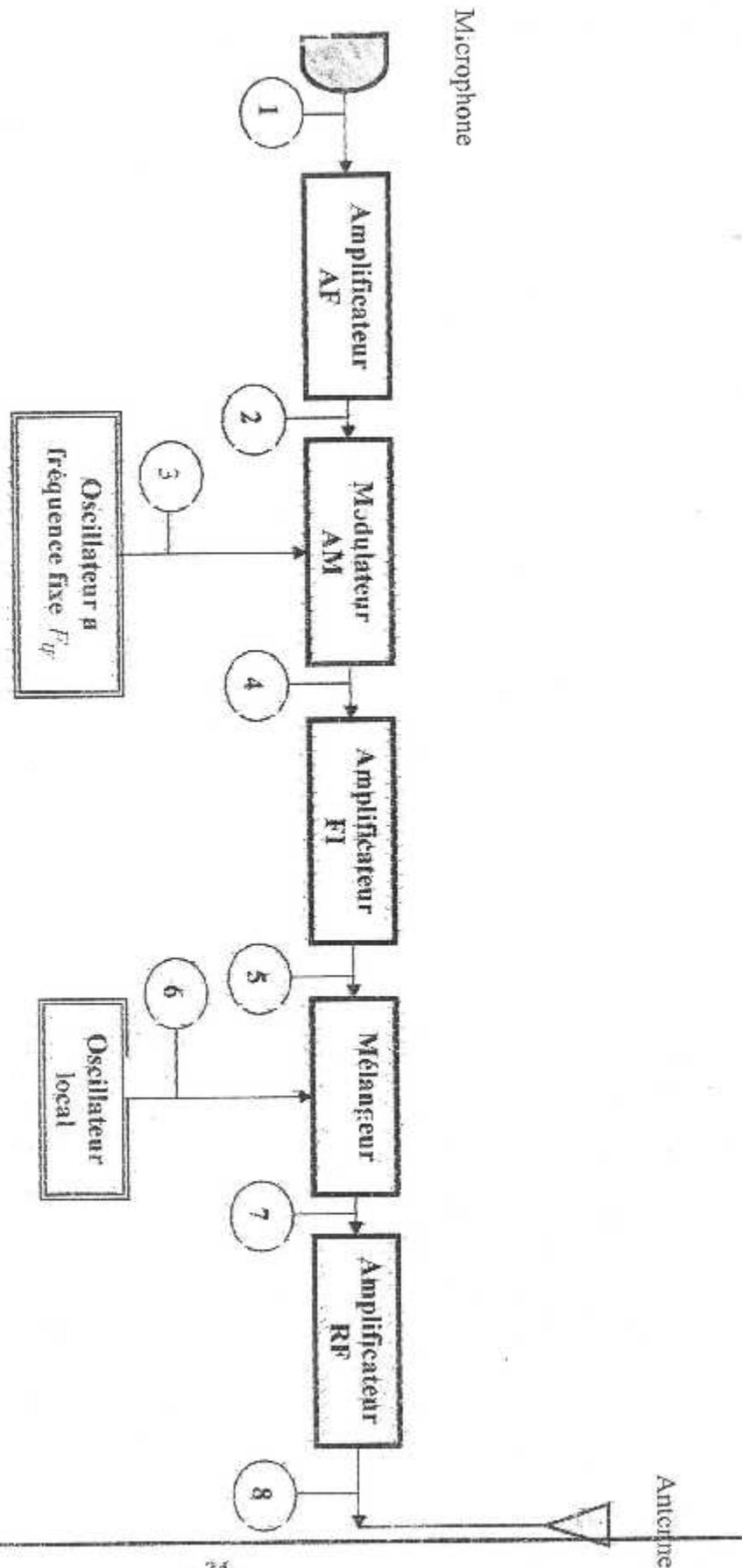


Figure (L.17) : Schéma Synoptique D'un Emetteur Hétérodyne AM

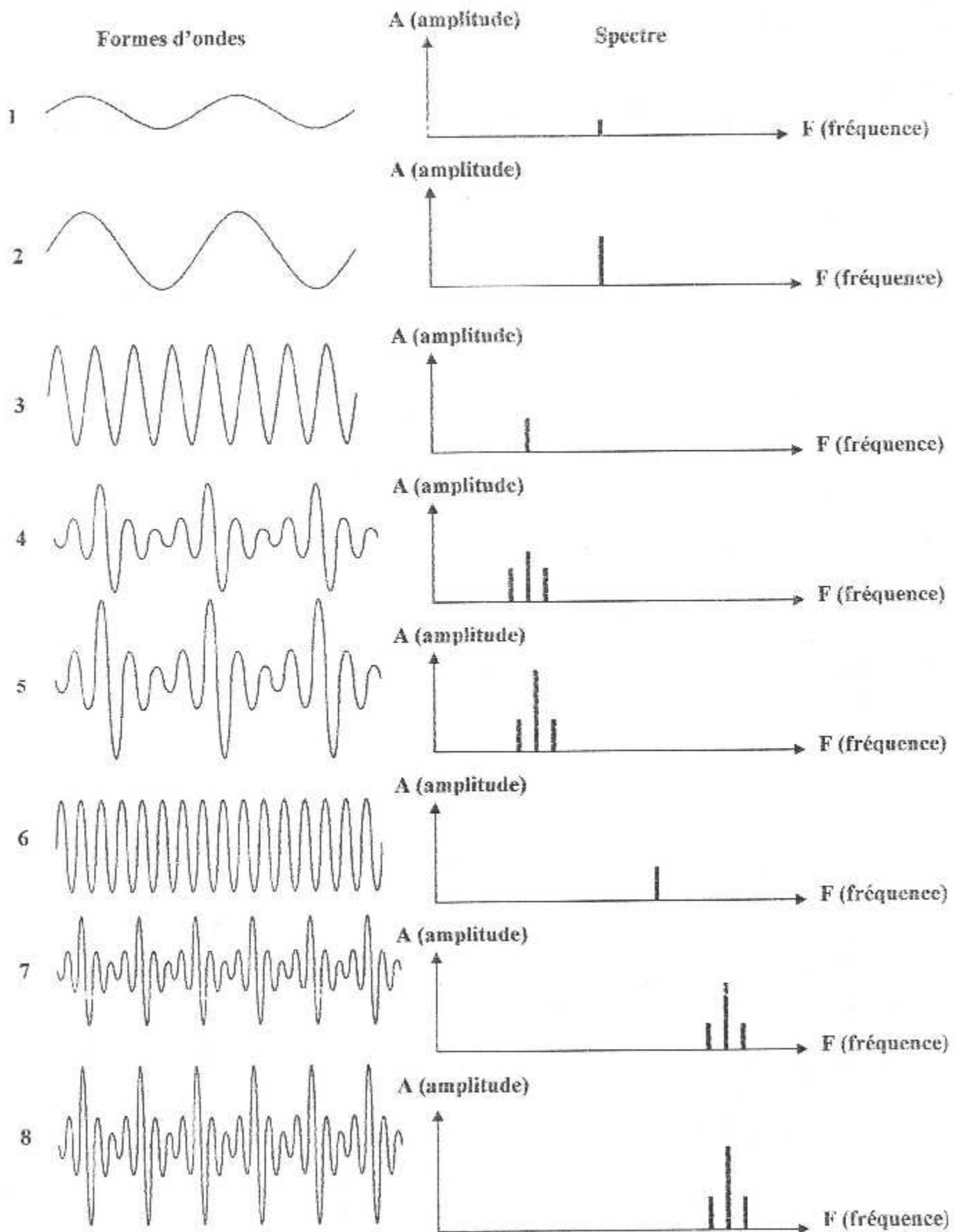


Figure (1.18) : Formes D'ondes Et Spectre Pour Un Emetteur Hétérodyne AM

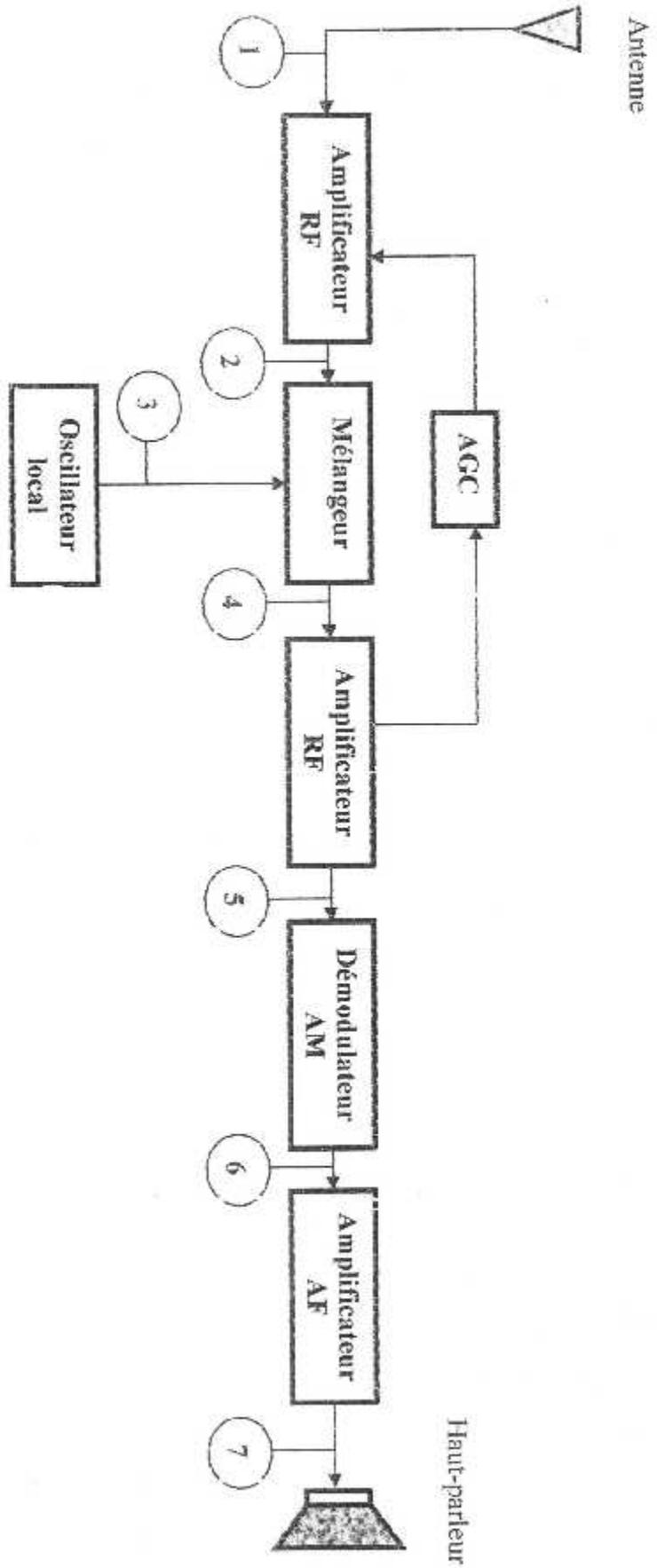


Figure (1.19) : Schéma Synoptique D'un Récepteur Hétérodynne AM

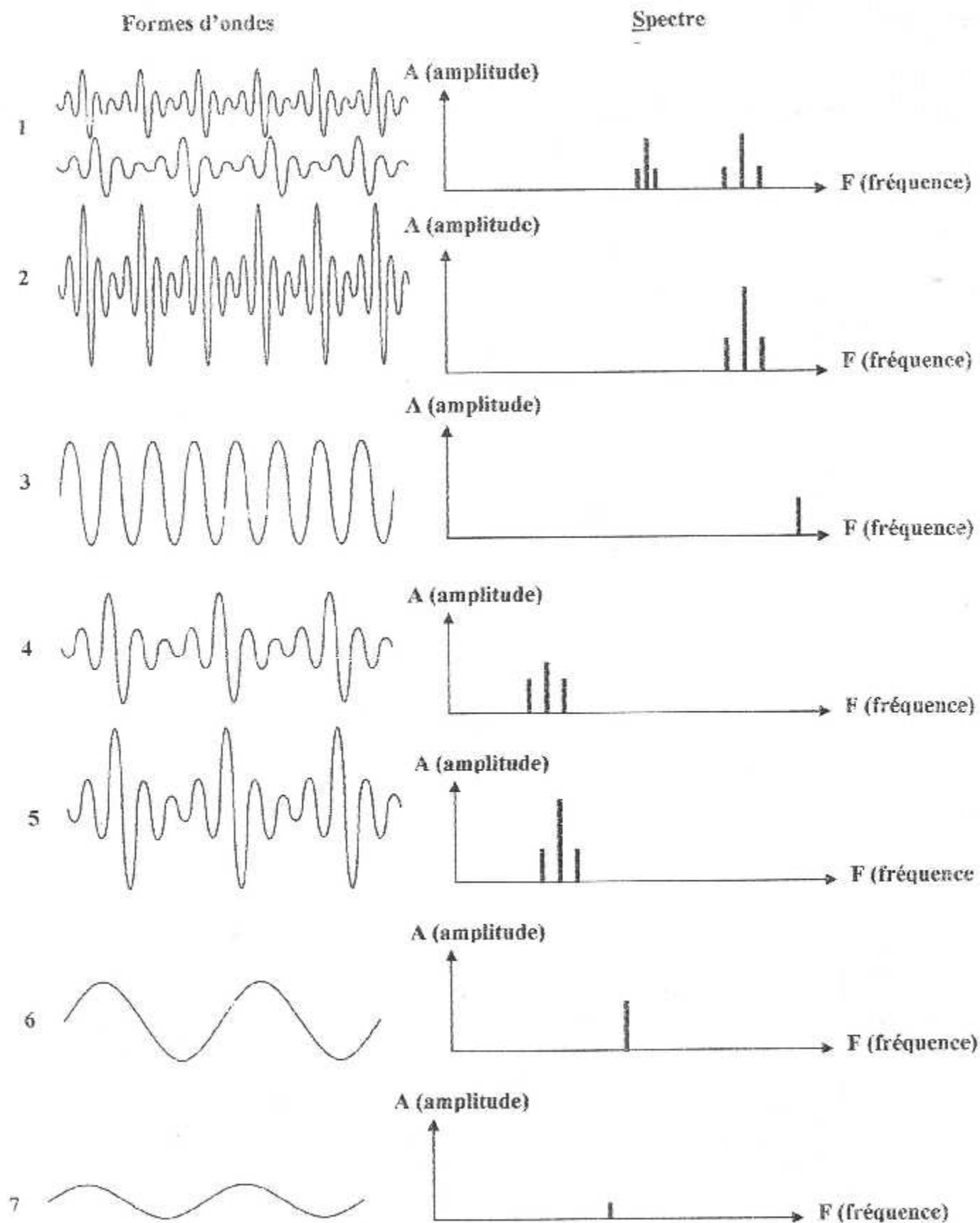


Figure (1.20) : Formes D'ondes Et Spectre Pour Un Récepteur Hétérodyne AM

1.43. L'émetteur Récepteur FM

La conception d'un émetteur récepteur FM est assez différente d'un émetteur /récepteur AM, (Fig. (1.23), (1.25)) La modulation FM implique l'utilisation des circuits résonnants avec une fréquence de résonance qui varie suivant le signal modulant.

Les circuits résonnants utilisés sont construits à partir d'élément réactif (inductances et capacités), la modulation consistera à faire varier la fréquence de résonance autour de sa valeur donnée par la formule :

$$F_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Soit ΔC la variation de la capacité du circuit résonnant d'un émetteur, la nouvelle valeur de fréquence sera :

$$F_c + \Delta F_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L(C + \Delta C)}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C} \cdot \sqrt{1 + \frac{\Delta C}{C}}} = F_c \cdot \left(1 + \frac{\Delta C}{C}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

La variation relative $\frac{\Delta C}{C}$ est très petite par rapport à C , alors :

$$\left(1 + \frac{\Delta C}{C}\right)^{-\frac{1}{2}} \approx 1 - \frac{\Delta C}{2 \cdot C}$$

Alors on a l'excursion $\Delta F'$:

$$\Delta F' = -F_c \cdot \frac{\Delta C}{2 \cdot C}$$

Le principe de la modulation à réactance variable peut être réalisé à plusieurs façons :

- ❖ Un microphone à capacité variable.
- ❖ Un oscillateur commandé par une tension (VCO).
- ❖ Une diode varicap, la capacité interne de cette dernière varie avec sa tension. (figure (1.21)).

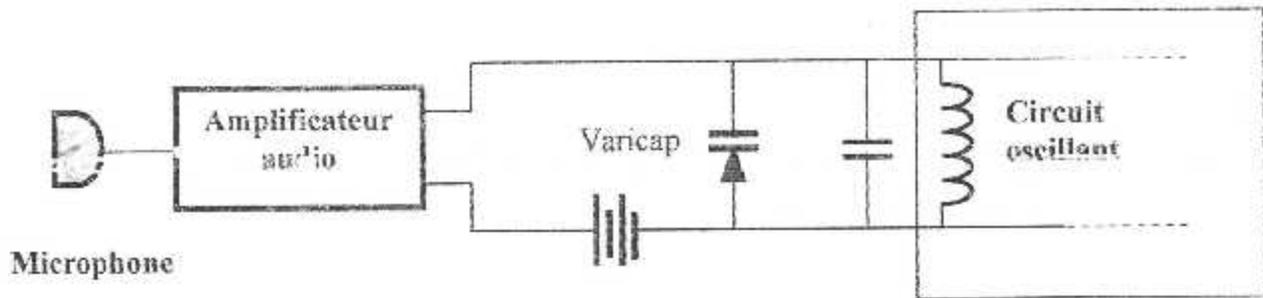


Figure (1.21): Modulateur Par Varicap

Pour effectuer une démodulation on utilise un **discriminateur** suivi d'un **détecteur d'enveloppe**. Un discriminateur effectue la conversion d'un signal F'M en un signal AM, pour cela on peut utiliser un amplificateur à gain variable avec la fréquence.

L'idée de base est d'utiliser le flanc d'une courbe de résonance. Si un courant d'amplitude constante mais de fréquence variable autour d'une valeur centrale f_0 est appliqué à un circuit résonant accordé sur F_1 voisine de F_0 , l'amplitude du signal de sortie est modulé en amplitude. La figure ci contre montre cependant clairement que la variation d'amplitude n'est pas proportionnelle à l'écart de fréquence sauf pour une excursion très faible devant la largeur de bande du circuit.

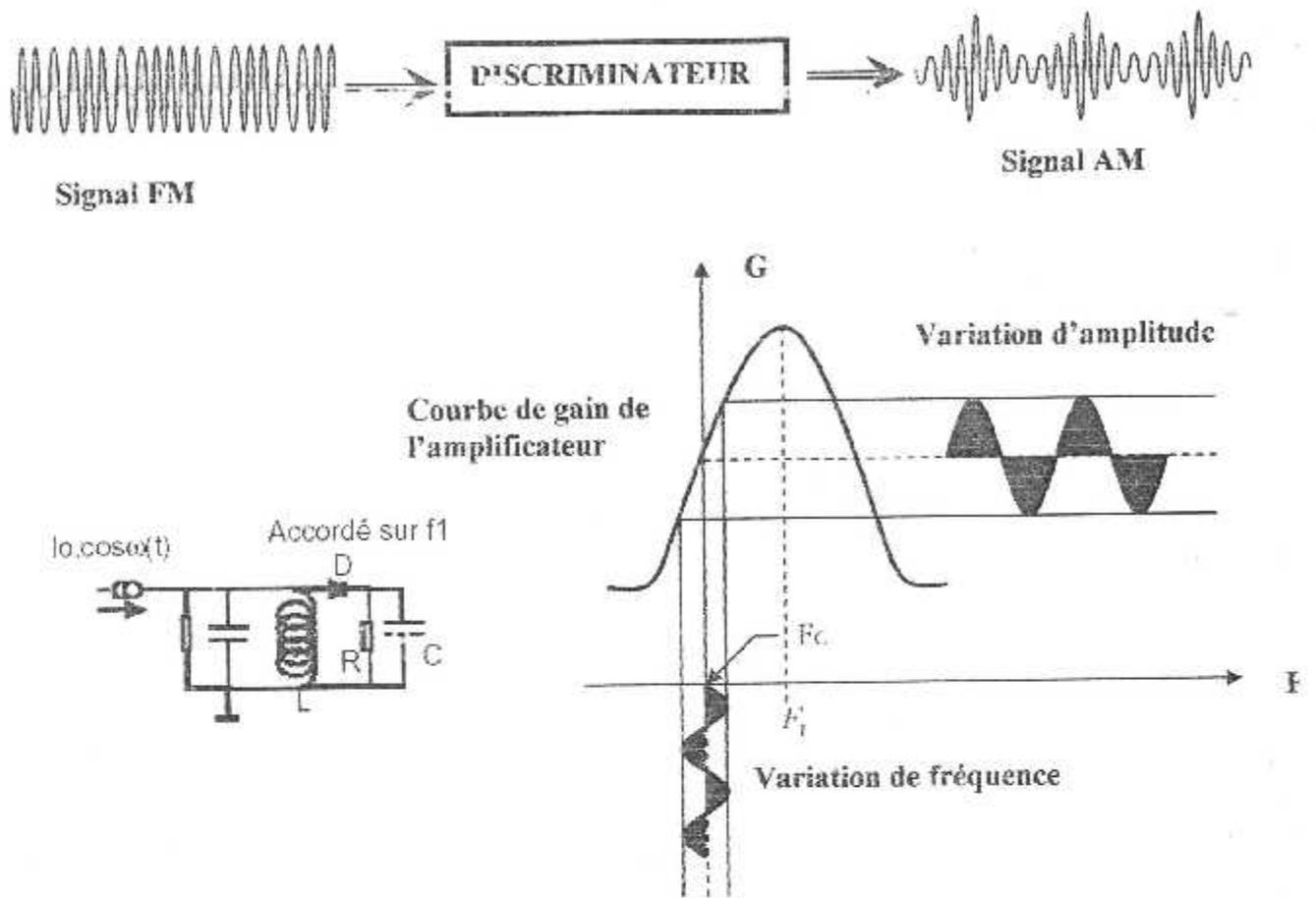


Figure (1.22) : Détection FM Sur Le Flanc D'une Courbe De Résonance

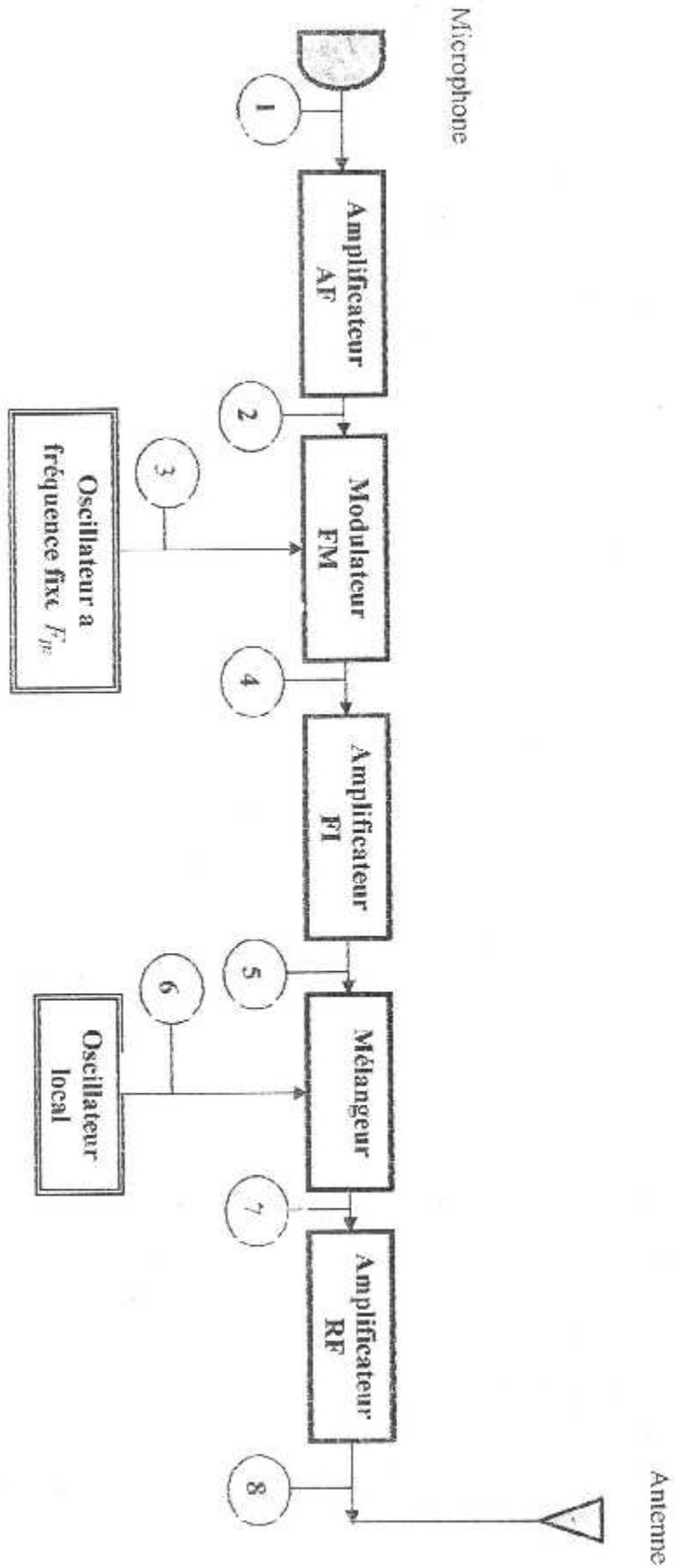


Figure (1.23) : Schéma Synoptique D'un Émetteur Hétérodynne FM

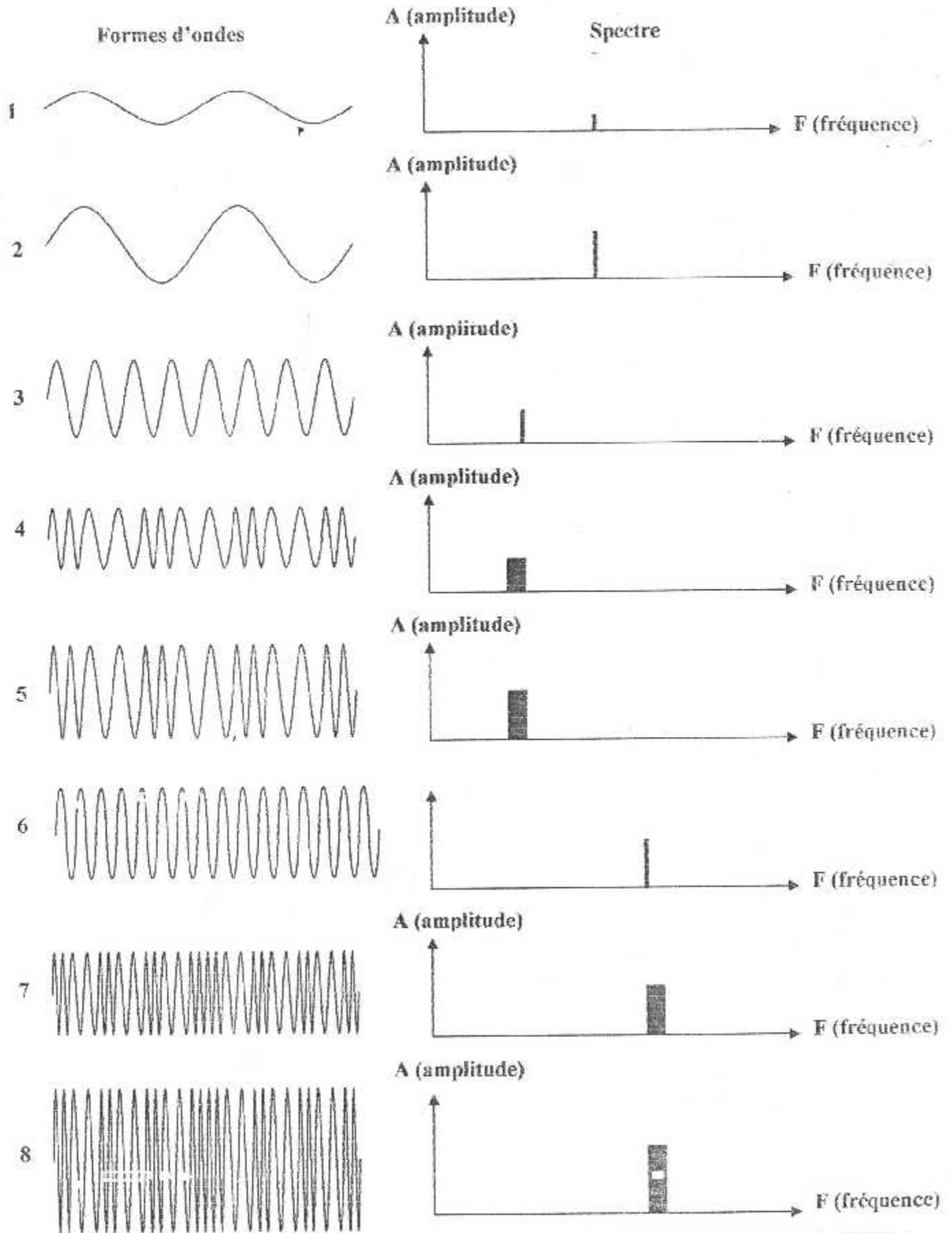


Figure (1.24) : Formes D'ondes Et Spectre Pour Un Emetteur Hétérodyne AM

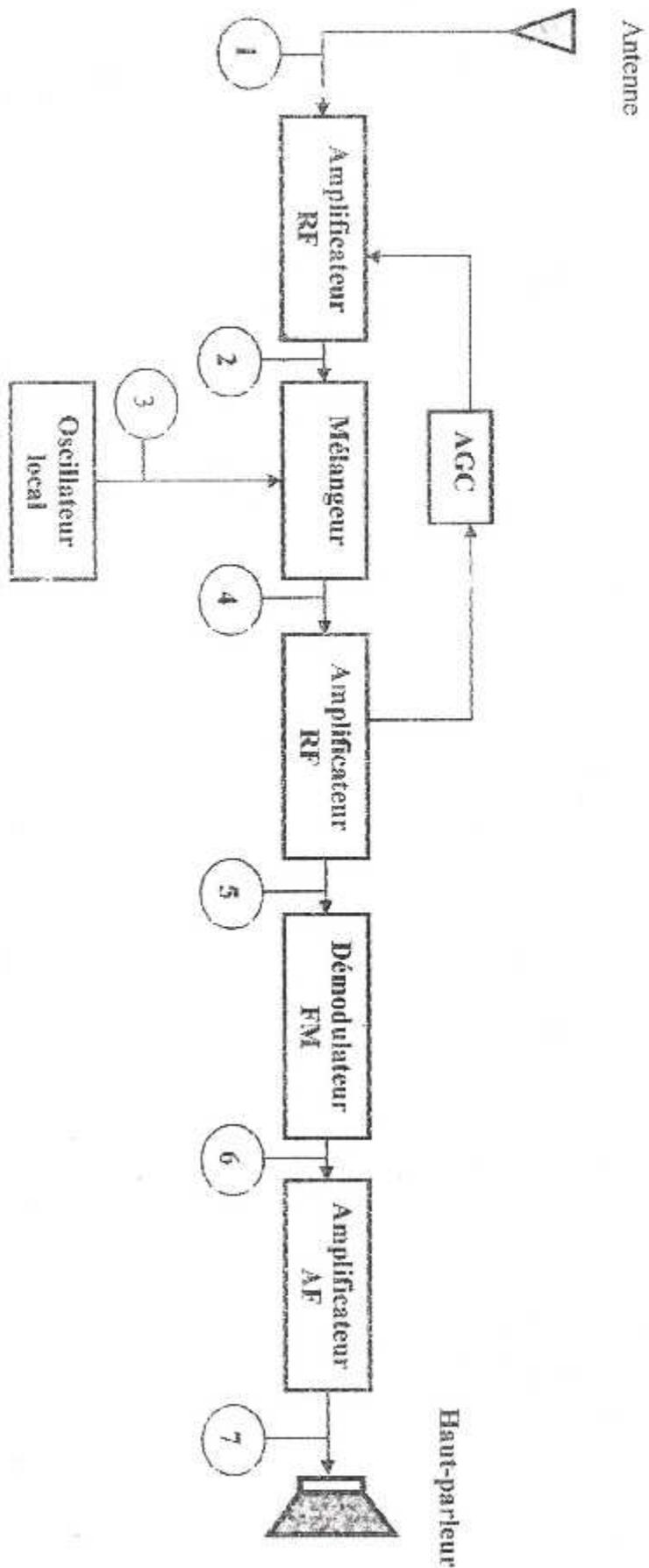


Figure (1.25): Schéma Synoptique D'un Récepteur FM

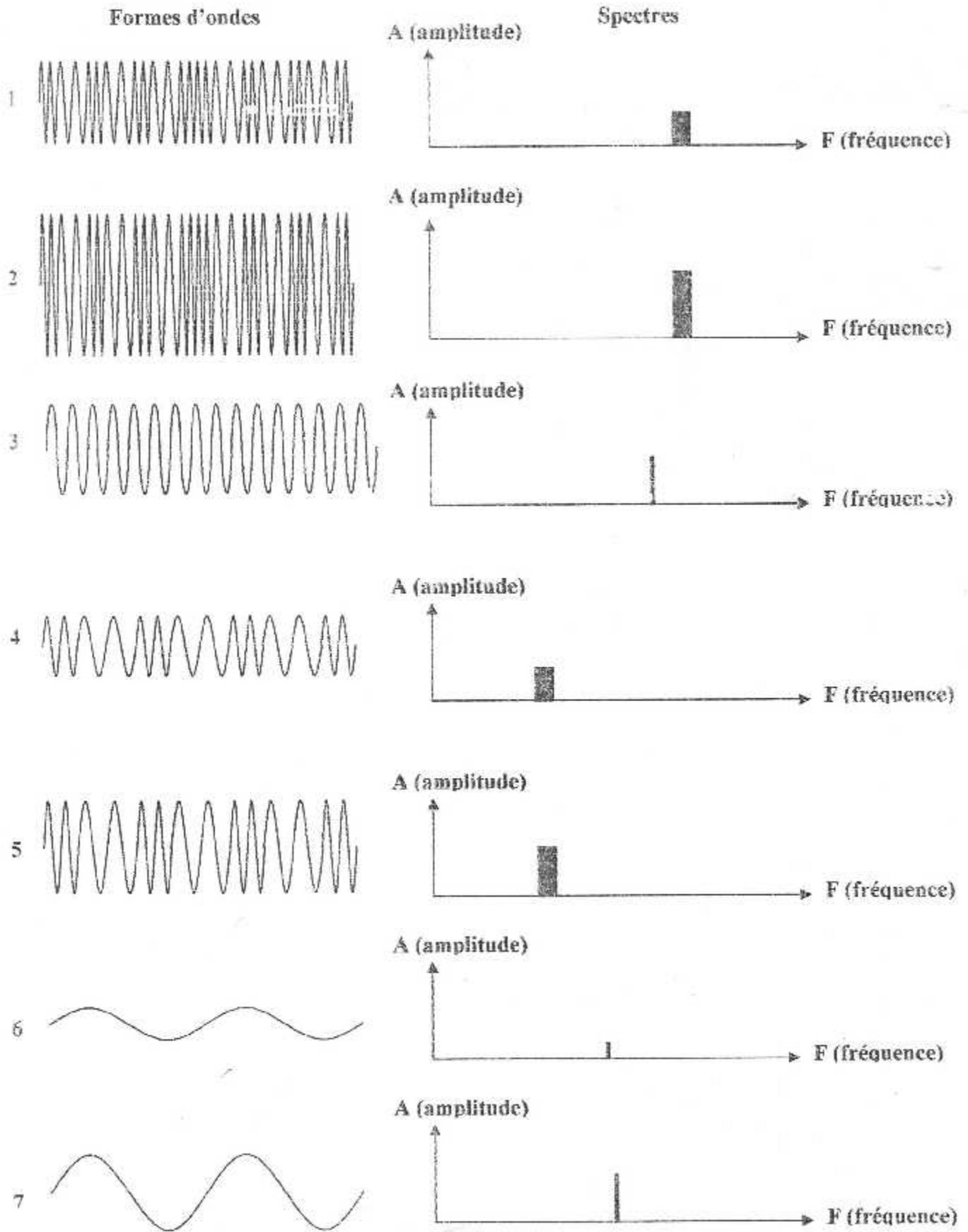


Figure (1.26) : Formes D'ondes Et Spectre Pour Un Récepteur Hétérodyne

Conclusion

- La modulation d'amplitude est peu performante et utilise mal la bande passante. Le système n'a pour lui que l'avantage de la simplicité et surtout d'être le plus anciennement connu.
- la modulation de fréquence à bande large est beaucoup plus performante que les systèmes à modulation d'amplitude. Cependant elle n'utilise pas correctement les possibilités de sa bande passante.

Chapitre II

Étude de L'émetteur

Introduction

Ce qu'on va présenter est un montage émetteur **FM** direct. Conçu d'une manière simple, il peut fonctionner dans de fréquence allant de **1.5 à 110 MHz** (la bande FM standard « **88-108 MHz** » est inclus).

La puissance modérée de cet émetteur limite sa portée à un maximum d'une dizaine de mètres, ce la permet de contenir le signal émis à l'intérieur d'une maison ou d'un appartement, un atelier. En effet, une puissance de sortie plus élevées risquerait de gêner le voisinage et cela est par ailleurs interdit par la législation algérienne, ce montage pourra par exemple s'utiliser comme Interphone de communication de certaines distances.

Le schéma de montage se décompose en deux parties : l'étage d'entrée audio et l'oscillateur/modulateur. Le premier étage assure la détection du son et l'amplification du signal obtenue. Le deuxième étage génère la porteuse et assure la modulation de signal audio avec celle-ci. En suite l'émission du signal moduler à partir d'une antenne d'émission.

II.1. L'étage D'entrée Audio

Le schéma de montage est présenté dans la figure (II.1), comme un capteur de son on utilise un microphone à électret, c'est un microphone trois bornes à haute sensibilité .le signal délivré par ce dernier étant très faible (de l'ordre de **5mV**) on utilise un préamplificateur à transistor suivi d'un amplificateur audio intégré « le **LM386N** » le montage doit fournir un signal de l'ordre de **2V**.

II.1.1. Le Microphone

Le microphone à électret est un type des microphones polarisés à condensateur. Ces derniers sont les plus performants des microphones. Sa sensibilité varie de **10 à 50mV/Pa**. Le niveau de conversation normal est fixé à **0.1Pa**, alors notre montage peut délivrer une tension de **5mV**.

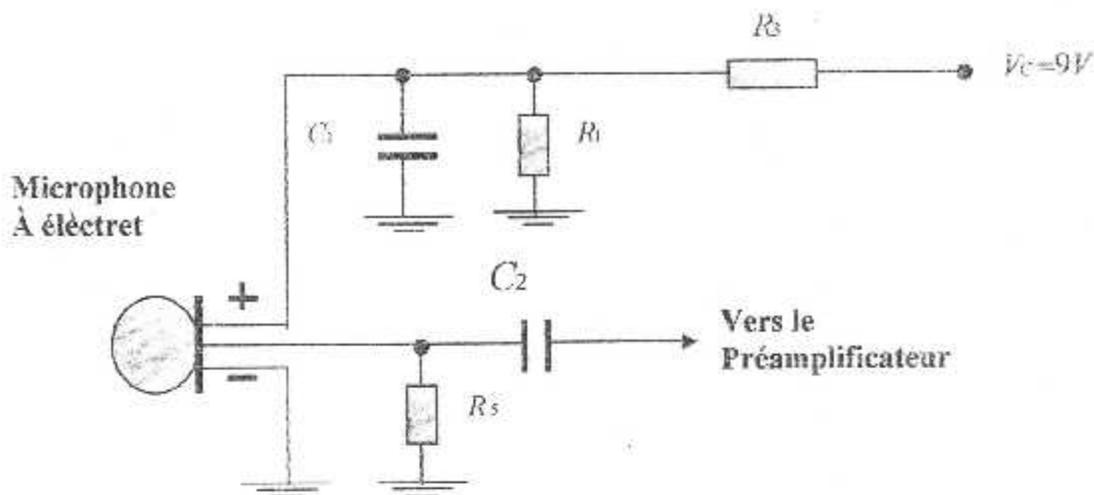


Figure (II.1) : Schéma Electrique Du Microphone

Le microphone doit être soumis à une tension de 4.5V, alors il est alimenté à travers le pont de résistance (R_1, R_3) , la valeur de R_3 sera :

Dans le cas de fonctionnement du circuit on aura le schéma suivant :

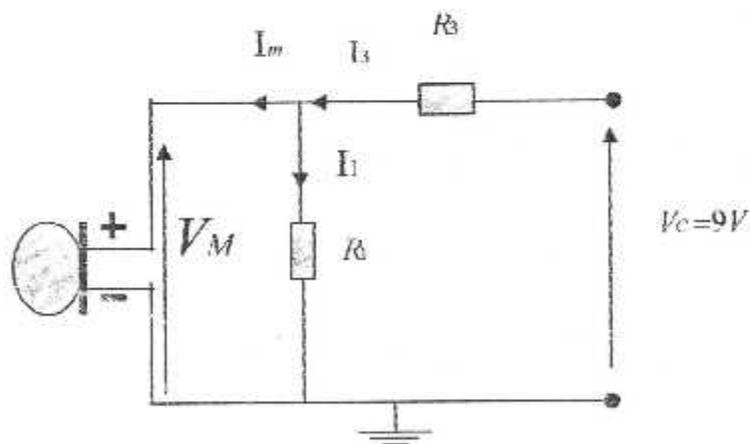


Figure (II.2) : Schéma Equivalent Du Microphone

$$\text{On a : } I_3 = I_1 + I_m \Rightarrow \frac{V_3}{R_3} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_m}{R_m}$$

Avec : V_m tension du microphone = 4,5V.

R_m : Résistance interne du microphone, très supérieur à R_1 .

$$V_1 = V_m = 4,5V$$

$$V_3 = V_C - V_1 = 9 - 4,5 = 4,5V$$

Alors :

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_m} \Rightarrow R_3 = \frac{R_m \cdot R_1}{R_m + R_1}$$

$$R_m \gg R_1 > \frac{R_m \cdot R_1}{R_m + R_1} \approx R_1$$

On trouve : $R_1 = R_3$

On choisit les valeurs : $R_1 = 2.2K\Omega$ $R_3 = 2.2K\Omega$

Les fluctuations de tension sont isolées de l'alimentation par la capacité C_1 .

Le préamplificateur est attaqué à travers le pont de filtrage ($R_5 \cdot C_2$).

$$R_5 = 10K\Omega \quad C_2 = 1\mu F \quad C_1 = 47\mu F$$

II.12. Le Préamplificateur

C'est un montage à transistor à émetteur commun, avec une polarisation par réaction du collecteur. Le transistor utilisé est un (BC109), très rencontrés dans les montages audio à cause de son gain d'amplification très élevé.

Il a les caractéristiques suivantes :

$$V_{CE \max} = 20V$$

$$V_{BE \max} (I_C = 0) = 5V$$

$$I_C \max = 100mA$$

Puissance dissipée Max : 0.3W

h_{FE} (Gain en continue) : de 200 à 800 valeur typique : 350

En régime dynamique et faibles signaux ($I_C = 2mA$, $V_{CE} = 5V$, $f = 1KHz$) on a :

h_{FE} (Gain en courant) : 370

h_{ie} (Impédance d'entrée) : $5.5K\Omega$

h_{re} (Rapport de tension inverse) : $3,1 \times 10^{-4}$

h_{oe} (Admittance de sortie) : $30\mu S$.

On va estimer le point de fonctionnement d'une manière à réduire au maximum la droite de charge afin de minimiser l'effet du bruit.

La tension d'entrée en dynamique est limitée à $5mV$, en donnant à l'impédance d'entre une valeur égale à h_{ie} , le courant d'entrée en dynamique :

$$I_b = 5 \times 10^{-3} / 5,5 \times 10^3 \approx 10^{-6} \approx 1\mu A$$

La variation du collecteur autour du point de fonctionnement est alors :

$$\Delta I_c = \beta \cdot I_b$$

Le courant collecteur maximal doit vérifier la relation :

$$R_c + R_E = \frac{V_{CC}}{I_C}$$

On choisi alors pour le point de fonctionnement : $I_C = 0.5mA$

La résistance d'émetteur et celle du récepteur doivent la relation :

$$R_6 + R_4 = \frac{V_{CC}}{I_C}$$

Le courant collecteur au point de fonctionnement étant très faible, le montage ne sera pas alimenté par $9V$, mais il sera mis sous $4.5V$ à travers le même pont diviseur utilisé par le microphone. La tension au point de fonctionnement est fixe à $2V$.

Le schéma statique du montage est le suivant :

L'impédance R_1 est inférieure à $R_2 + R_6$

$$D'ou I_1 \approx I_3 \approx \frac{9}{(2 \times 2,2 K\Omega)} \approx 2 mA$$

Alors :

$$R_2 \times I_2 + V_{CE} + R_6 \times I_E = 4.5 V$$

$$R_2 \times I_2 + R_4 \times I_B + V_{BE} + R_6 \times I_E = 4.5V$$

$$4.5 - R_2 \times I_2 = R_4 \times I_B + V_{BE} + R_6 \times I_E$$

$$V_{CE} + R_6 \times I_E = R_4 \times I_B + 0.7V$$

$$I_2 = (B + 1)I_B = B \times I_B$$

$$V_{CE} + (B \times R_6 - R_4)I_B = 0.7V$$

$$B \times (R_2 + R_6)I_B + V_{CE} = 4.5V$$

$$(B R_2 + R_4)I_B = 3.8V$$

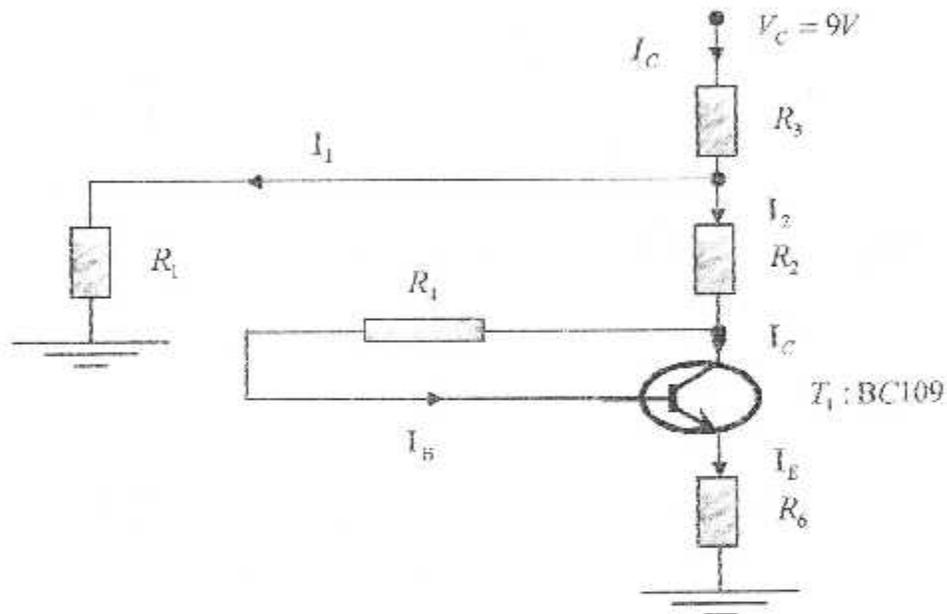


Figure (II. 3) : Schéma Electrique Du Préamplificateur

Le point de fonctionnement : $V_{CE} = 2V$; $I_C = 0.5mA$; $I_B = \frac{0.5}{350} \approx 1.5 \mu A$

On obtient :

$$R_2 + \frac{R_4}{350} = 7.6 K\Omega$$

$$R_2 + R_4 = 10 K\Omega$$

On choisi :

$$R_2 = R_6 = 4.7 K\Omega$$

$$R_1 = 1 M\Omega$$

La capacité de l'émetteur : $\left(\frac{1}{C_w}\right) < 0.01 \times R_e \Rightarrow C_s > 6.77 \mu F$ pour $F = 500 Hz$

On utilise : $C_s = 10 \mu F$

Le schéma dynamique du montage est présenté le dessous.

On a les relations suivantes :

$$V_1 = h_{ie} \cdot I_B$$

$$V_0 = -(R_2 + (R_1 // R_3)) \cdot I_2$$

$$V_0 = -\left(\frac{1}{h_{oe}}\right)(B \cdot I_B - I_2 - I_4)$$

$$V_0 - V_1 = -R_4 \cdot I_4$$

$$\left((R_2 + (R_1 // R_3)) + 1/h_{oe}\right) \cdot I_2 + (1/h_{oe}) \cdot I_4 = (1/h_{oe}) \cdot B \cdot I_B$$

$$V_0 = -R_4 \cdot I_4 + h_{ie} \cdot I_B$$

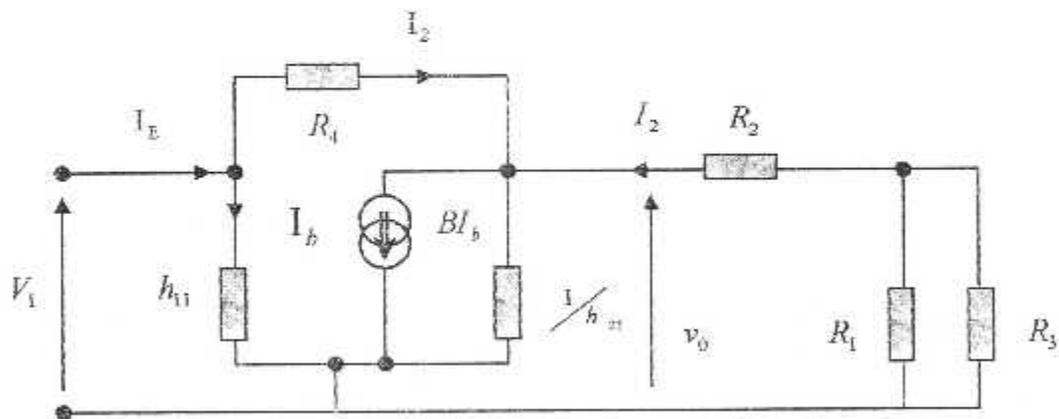


Figure (II.4) : Schéma Equivalent Du Préamplificateur

En se débarrassant des courants on trouve la relation suivante entre la tension d'entrée et de sortie :

$$\frac{((R_2 + (R_1 // R_3)) + 1/h_{oe})}{(R_2 + (R_1 // R_3))} \cdot V_0 - \left(1/h_{oe}\right) \cdot \left(\frac{V_0 - V_1}{R_4}\right) = B \cdot \left(1/h_{oe}\right) \cdot \left(V_1/h_{ie}\right)$$

$$\left[\frac{-((R_2 + (R_1 // R_3)) + 1/h_{oe})}{(R_2 + (R_1 // R_3))} - \left(1/h_{oe}\right) \cdot \left(\frac{1}{R_4}\right) \right] \cdot V_0 = \left[\left(1/h_{oe}\right) \cdot \left(\frac{B}{h_{ie}} - \frac{1}{R_4}\right) \right] \cdot V_1$$

Le gain en tension prend la forme :

$$G_V = \frac{\left[\left(1/h_{oe}\right) \cdot \left(\frac{B}{h_{ie}} - \frac{1}{R_4}\right) \right]}{\left[\frac{((R_2 + (R_1 // R_3)) + 1/h_{oe})}{(R_2 + (R_1 // R_3))} + \left(1/h_{oe}\right) \cdot \left(\frac{1}{R_4}\right) \right]}$$

Après le calcul on trouve:

$$G_V \approx -166$$

Pour un signal d'entrée de 5 mV la sortie est de l'ordre de 0,8 V, l'utilisation d'un autre étage d'amplification est indispensable.

II.13. Amplificateur Audio De Puissance

Le deuxième étage d'amplification est très réalisé autour d'un circuit intégré très connu. Le LM386N, le montage est simple et peut encorbant, son fonctionnement est assuré des sa mise sous tension.

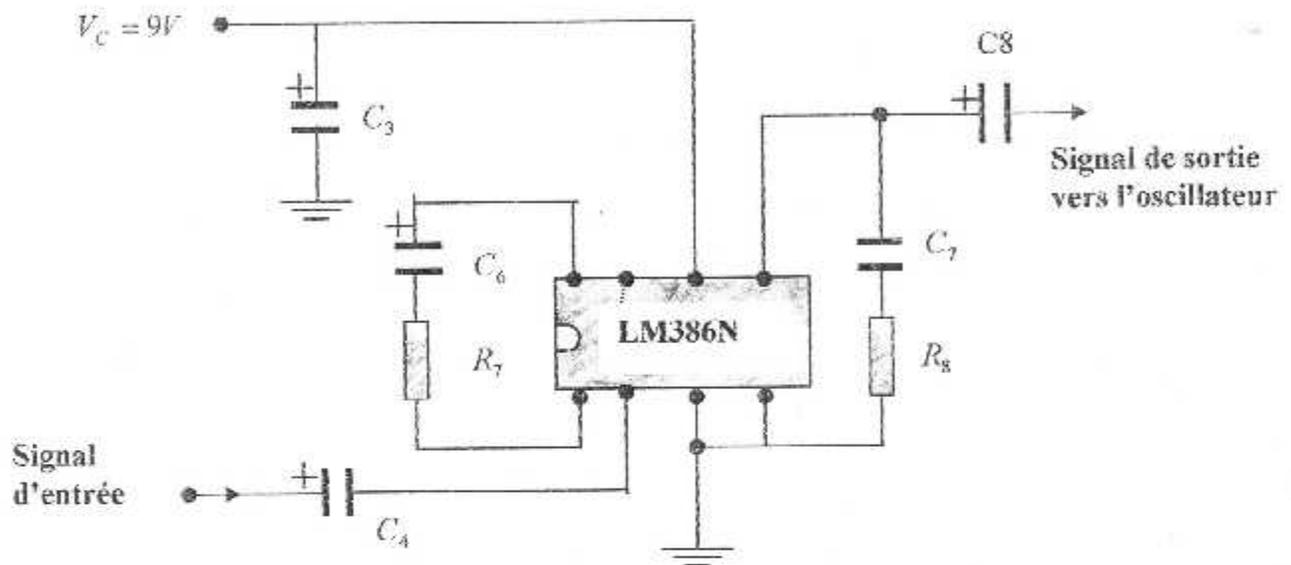


Figure (II.5) : Schéma Electrique De L'amplificateur Audio De Puissance

La bande de fréquence amplifiée est fonction des valeurs de R_7 et C_6 .

Les valeurs des composants utilisés :

$$C_3 = 10 \mu F$$

$$C_4 = 1 \mu F$$

$$C_6 = 10 \mu F$$

$$C_1 = 22 \eta F$$

$$C_8 = 47 \mu F$$

$$R_7 = 470 \Omega$$

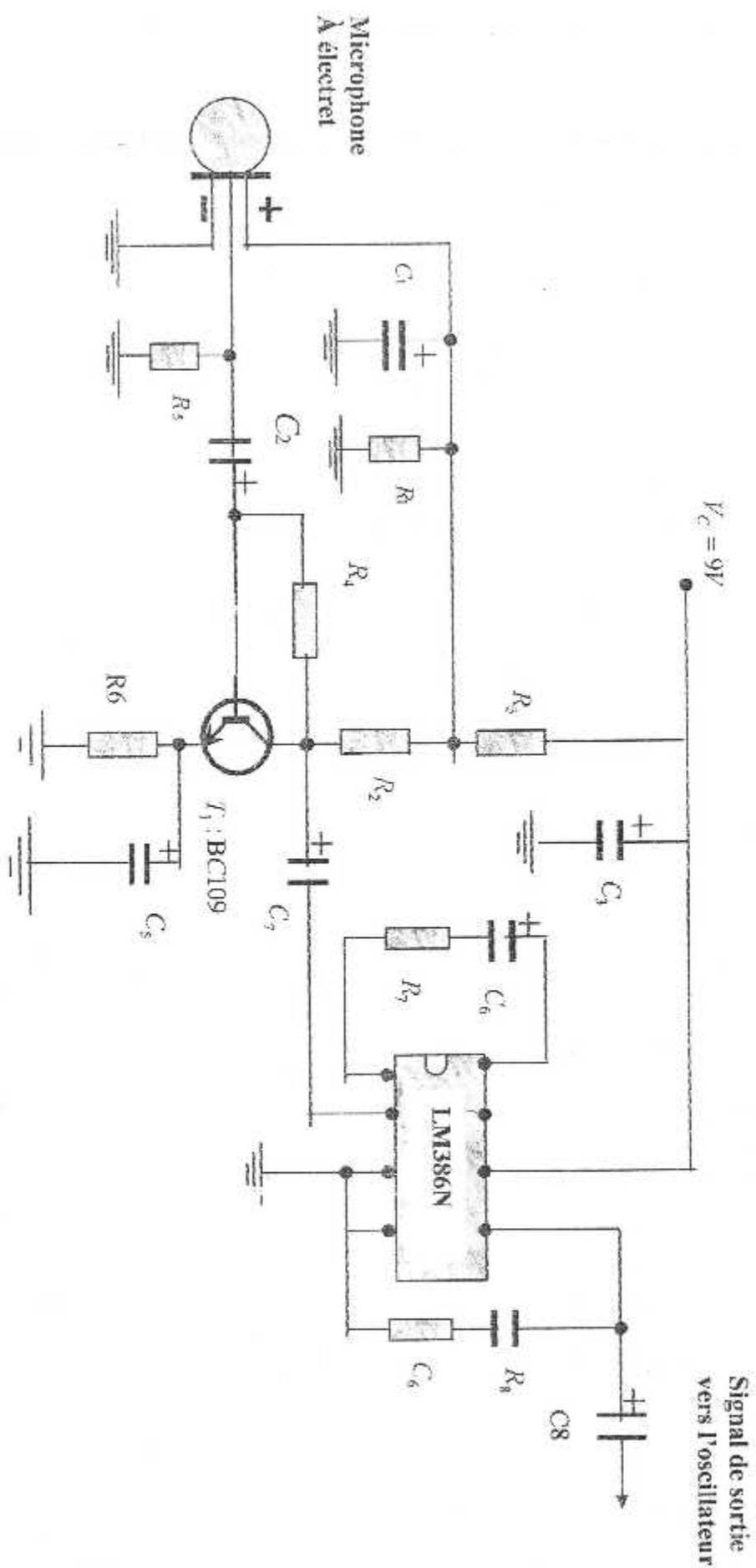


Figure (II.6) : Etage D'entrée Audio

II.2. L'oscillateur / Modulateur

Le montage est un oscillateur et un modulateur en même temps. Il est d'un type dérivé du multivibrateur astable. Il utilise deux transistors 2N2219A à boîtier métallique et dont les collecteur sont chargés par un circuit résonant LC fixant la fréquence d'émission les condensateurs C_{10} et C_{11} interconnectés entre les bases et les collecteur entretiennent les oscillations.

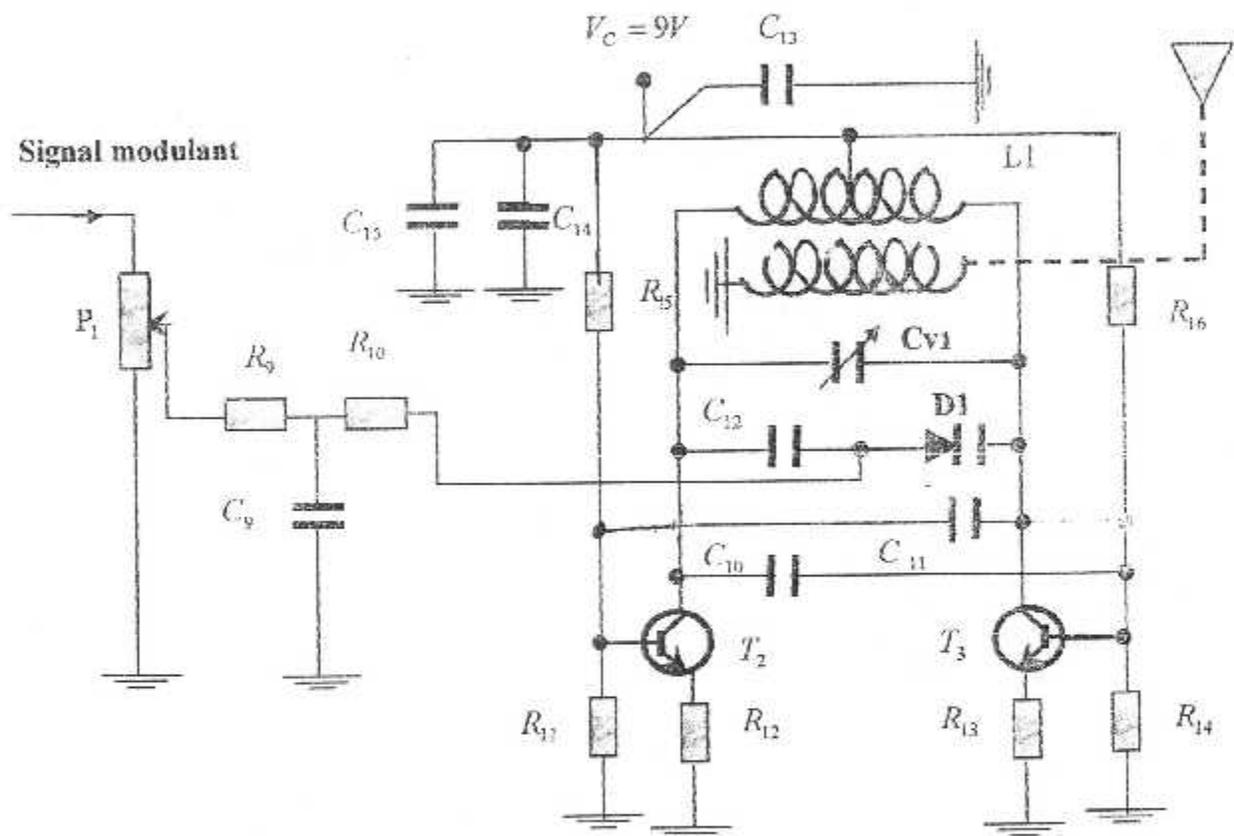


Figure (II.7): Montage Electrique De L'oscillateur / Modulateur

II.2. L'oscillateur / Modulateur

Le montage est un oscillateur et un modulateur en même temps. Il est d'un type dérivé du multivibrateur astable. Il utilise deux transistors 2N2219A à boîtier métallique et dont les collecteur sont chargés par un circuit résonant LC fixant la fréquence d'émission les condensateurs C_{10} et C_{11} interconnectés entre les bases et les collecteur entretiennent les oscillations.

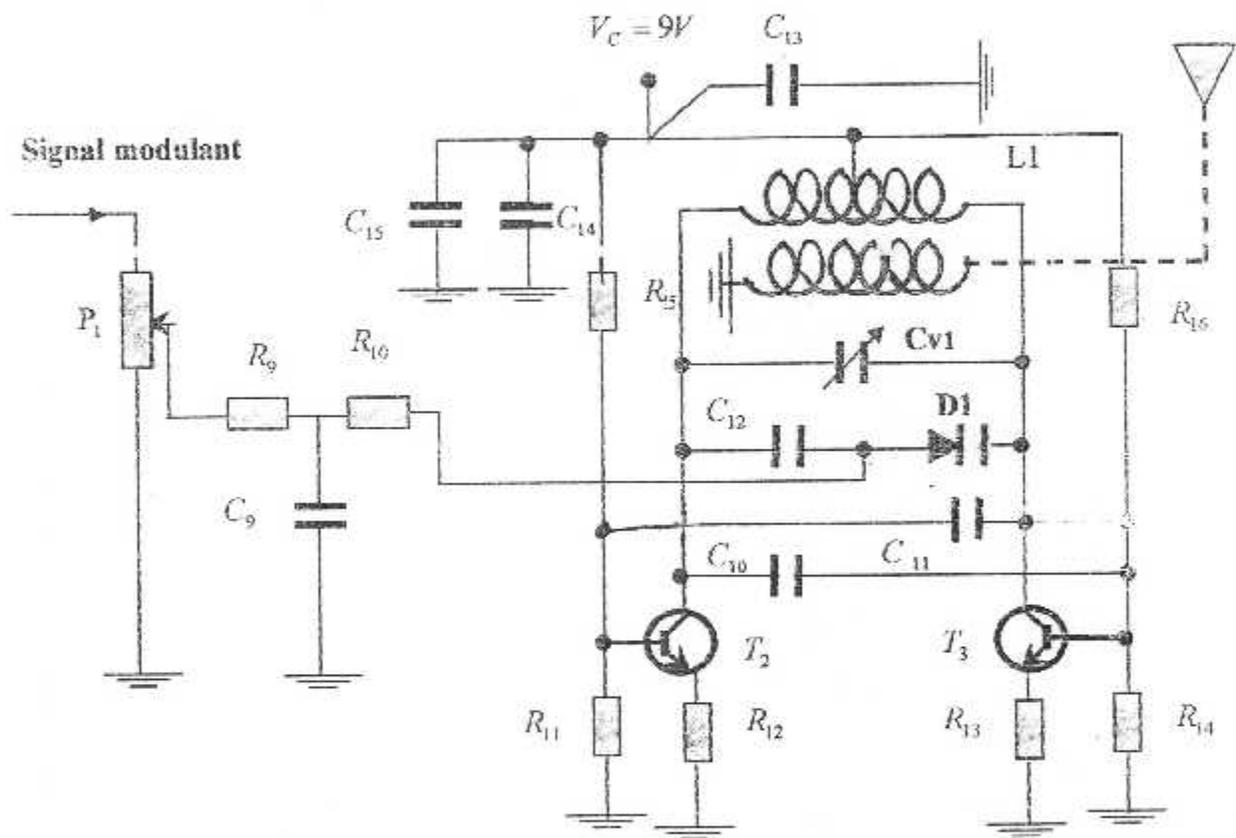


Figure (II.7): Montage Electrique De L'oscillateur / Modulateur

La fréquence d'émission est réglée à l'aide du condensateur ajustable C_{V1} , la modulation de cette fréquence est assurée par la mise en parallèle sur ce dernier de la capacité C_1 et de diode varicap D_1 qui reçoit la tension **BF** issue de l'amplificateur audio.

La diode varicap étant polarisée en inverse elle est similaire à une capacité dont sa valeur est inversement proportionnelle à la tension appliquée. Pour le modèle utilisé (BB222) la capacité interne C_D varie de 22 à 6 pF avec une tension de 0,8 à 30V.

Le résultat est une variation de la fréquence de fonctionnement de l'oscillateur cette excursion sur une plage de 150KHz, réglable par le potentiomètre B.

La condition d'oscillation :

$$F = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{1}{\sqrt{L_1 \cdot \left(\frac{C_D \cdot C_{12}}{C_D + C_{12}} + C_{V1} \right)}} \right]$$

L_1 : Varie de fil émaillé sur un diamètre de 8mm, l'espacement entre les spires est ajusté après montage pour obtenir la valeur exacte de l'inductance nécessaire. En variant C_{V1} la valeur de f doit couvrir la bande FM (88-108MHz), le point milieu de L_1 est liée à l'alimentation.

Entre les spires de L_1 on peut ajouter une autre bobine de même diamètre à 3spires connectées avec une antenne. Cela améliore le porté.

Les condensateurs C_{14} et C_{15} filtrent l'alimentation.

Valeur des composants :

$$R_9 = 1.7K\Omega$$

$$C_9 = 470pF$$

$$R_{10} = 100K\Omega$$

$$C_{10} = 10pF$$

Chapitre III

Etude du Récepteur

Introduction

Avant de procéder à une étude détaillée de notre récepteur, entendons-nous sur les qualités que l'on exige d'un émetteur – récepteur. Étant donné que la plupart du temps nous avons affaire à des récepteurs, nous mettrons l'accent plus particulièrement sur ces derniers. Nous verrons que le choix des unités composant un récepteur peut avoir une influence décisive sur les qualités de celui-ci, à savoir la sensibilité, la sélectivité, la fidélité, la stabilité, et le rapport signal sur bruit.

III.1. Propriétés D'un Récepteur

- a) **La sensibilité** d'un récepteur est la faculté qu'a ce dernier d'amplifier des signaux recueillis à l'antenne. Certains récepteurs arrivent à capter des stations émettrices lointaines, d'autres pas: de fait, la conception des récepteurs diffère et les premiers ont une sensibilité plus grande que les seconds. La sensibilité va dépendre essentiellement des circuits amplificateurs installés dans le récepteur.
- b) **La stabilité** d'un récepteur traduit la propriété qu'a ce dernier de conserver une bonne réception une fois ajusté. La stabilité d'un récepteur dépendra avant tout des circuits électriques car les variations de température ou d'alimentation électrique du récepteur peuvent modifier leurs performances. Ainsi une mauvaise stabilité peut se traduire par la perte de la station captée, ce qui nécessitera d'ajuster à nouveau le récepteur à sa fréquence de réception.
- c) **La sélectivité** d'un récepteur reflète la capacité qu'a ce dernier de mieux isoler une émission parmi tant d'autres. La plupart d'entre nous ont pu remarquer que, dans certains récepteurs, nous pouvons entendre deux stations simultanément. Cela provient du fait que les récepteurs sont dotés d'une très mauvaise sélectivité. La possibilité d'isoler une station parmi d'autres dépendra surtout de la qualité des filtres utilisés ou, plus exactement, de la réponse de ces filtres.

- d) **La fidélité** d'un récepteur traduit qu'a ce dernier à reproduire aussi fidèlement que possible le message. Certains systèmes de son sont dits de haute fidélité parce qu'ils reproduisent plus fidèlement la parole ou la musique. La fidélité d'un récepteur sera d'autant meilleure que le signal module sera détecté avec un minimum de distorsion. La distorsion d'un signal peut se traduire par des modifications d'amplitude ou de phase et plus rarement de fréquence. Elle peut provenir tant des circuits (filtres non idéaux, amplificateurs non idéaux, bruits électriques) que des voies de transmission (bruits électromagnétiques ou absence d'homogénéité de l'atmosphère). Contrairement à la sensibilité ou la sélectivité, la fidélité peut être une qualité subjective: pour les récepteurs de haute fidélité, deux auditeurs peuvent avoir une appréciation différente de la fidélité du même récepteur.
- E) **Le rapport signal sur bruit** désigné par (S/N) se devra d'être aussi élevé que possible: les bruits électriques dans un récepteur s'additionnent à l'information: leur effet devra être minimisé sans quoi la puissance des bruits se rapprochant de celle de l'information, il sera fort difficile d'identifier l'information. A la limite, Les bruits peuvent totalement couvrir l'information qui devient alors indiscernable. Notons que le rapport signal sur bruit influe sur la fidélité du récepteur mais ce n'est pas nécessairement le seul facteur: nous pouvons reconstituer une information dotée d'un haut rapport signal sur bruit et qui resterait cependant inintelligible au cas où elle aurait subi trop de distorsions.

Le récepteur FM utilisée est conçu autour d'un circuit intégré très réputé, le **TDA 7000**, un récepteur FM monophonique de faible dimension, et exigeant un minimum de composants suivi d'un simple amplificateur audio (**LM 386**).

La gamme de fréquence reçue est la bande FM standard (**88-108 MHz**), le montage alors est similaire au récepteur radio FM commerciaux.

Commencent par l'étude du récepteur (**TDA7000**).

III.2 Le Récepteur TDA7000

Jusqu'à présent, l'intégration presque totale des récepteurs FM était irréalisable à cause de la présence indispensable de circuits accordés LC dans les étages RF, FI, l'oscillateur local et du démodulateur. Mais avec la diminution de la fréquence FI normalise à **10,7MHz** on peut utiliser des filtres RC actifs (constitués des amplificateurs opérationnels et des résistances pouvant être intégrés) a la place des enroulements.

C'est ainsi que *Philips* a mis un point de réception mono qui permet une intégration quasi-totale. Il utilise un filtre FI actif de **70 KHz** au lieu de **10,7 MHz** standards. Depuis l'entrée d'antenne jusqu'à la sortie les seuls éléments externes au **TDA 7000** sont : un circuit d'accord LC pour l'oscillateur local, des condensateurs et une résistance.

Comme indique sur la figure (III.1) le **TDA7000** comprend essentiellement :

- **Un mélangeur** : il reçoit les signaux RF, en liaison avec l'oscillateur local, sa sortie est liée au filtre FI, l'ensemble fourni le signal FI.
- **Un oscillateur local** : sa fréquence est ajustée à travers les broches 5 et 6 par un simple circuit d'accord LC.
- **Un filtre FI actif** : la première partie de ce montage est un circuit *Sallen-Key* passe-bas de second ordre, sa fréquence de coupure est déterminée par une résistance interne de **2,2KΩ** et les capacités externes. C_7 , C_8 La deuxième partie

est un filtre passe-bande du premier ordre, ajustée par des résistances internes de $4,7K\Omega$ et les capacités externes C_{11}, C_{10} . la dernière partie est un filtre passe-bas avec une résistance interne de $12K\Omega$ et la capacité interne C_{12} . Le tout est suivi d'un ampli limiteur.

- **Un démodulateur FM :** un démodulateur de quadrature, il convertit les variations FI dues à la modulation en tension de fréquence audio, il a un gain de conversion de $-3,6V / MHz$.

- **un circuit silencieux à corrélation.**

L'ensemble ; mélangeur- amplificateur, oscillateur local, forme une boucle de compression de la déviation FI (boucle FLL), l'excursion du signal FM est alors ramenée de sa valeur standard ($\pm 75KHz$) à ($\pm 15KHz$) pour s'adapter avec la nouvelle FI.

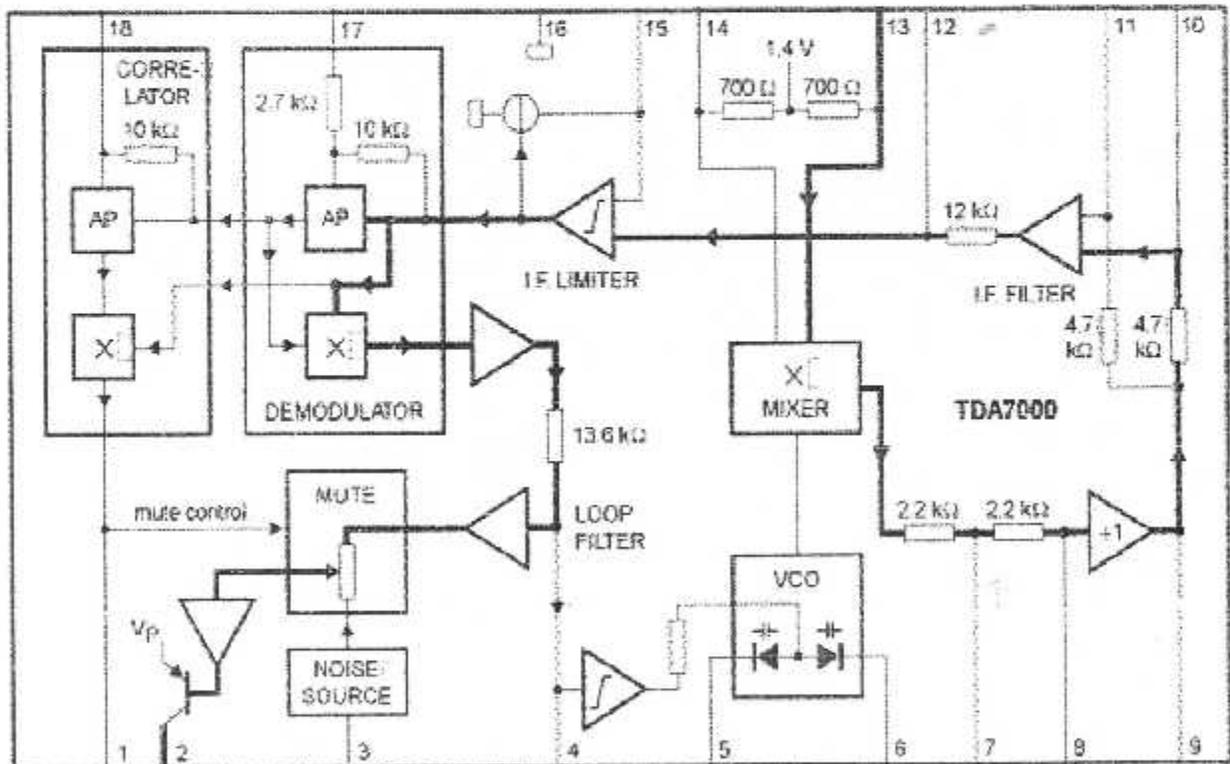


Figure (III.1): Structure Interne Du TDA 7000

Les fonctions des éléments périphériques du TDA7000 sont les suivants :

- C_1 : détermine la constante de temps nécessaire pour assurer l'amortissement des effets audio transitoires dus au fonctionnement de la boucle FLL.
- C_2 : détermine en association avec R_2 la constante de temps pour la désaccentuation audio (par exemple $R_2 \cdot C_2 = 40 \mu s$).
- C_3 : Le niveau de sortie du générateur de bruit pendant l'amortissement augmente en fonction de la valeur de C_3 .
- C_4 : Condensateur de filtre de la boucle FLL, il élimine les harmoniques FI à la sortie du démodulateur FM, il détermine également la constante de temps pour le verrouillage de la boucle FLL et influence la repense en fréquence.
- C_5 : Condensateur de découplage de la tension d'alimentation, qui doit être connecte aussi près que possible de la broche 5 du TDA7000.
- C_8 à C_{12} , C_{17} et C_{18} : Filtres et condensateurs du démodulateur. Les valeurs sont indiquées pour une fréquence FI de 70KHz pour d'autres fréquences intermédiaires. Les valeurs de ses condensateurs doivent être changées en proportion inverse des changements de la fréquence FI.
- C_{14} : découple l'entrée HF inverse. Doit être connecte au retour commun par une connexion courte et de bonne qualité pour assurer un trajet de faible impédance. Un couplage inductif ou capacitif entre C_{14} et le circuit de l'oscillateur local ou les éléments de sortie FI doit être évité.
- C_{15} : découple la contre réaction continue pour le limiteur/amplificateur FI.
- C_{19} et C_{21} : condensateurs d'accord fin de l'oscillateur local. Leurs valeurs dépendent de la gamme de réception souhaitée et de la valeur du condensateur d'accord C_{20} .
- C_{22} , C_{23} , L_1 , I_2 : Les valeurs sont indiquées pour un filtre passe-bande avec $Q=4$, pour la bande de radiodiffusion FM européenne et américaine (87,5MHz à 108MHz). Si l'atténuation de la bande d'arrêt pour les signaux

AM élevés ou les signaux de télévision n'est pas nécessaire, I_1 et C_{22} peuvent être supprimés et C_{23} porte à 220 pF .

- R_2 : charge de la source de courant de sortie audio. Elle détermine le niveau de sortie audio, mais sa valeur ne doit pas dépasser $22\text{K}\Omega$ pour $V_C = 4,5\text{V}$, ou $47\text{K}\Omega$ pour $V_C > 4,5\text{V}$.

La figure (III.2) montre le brochage du TDA7000.

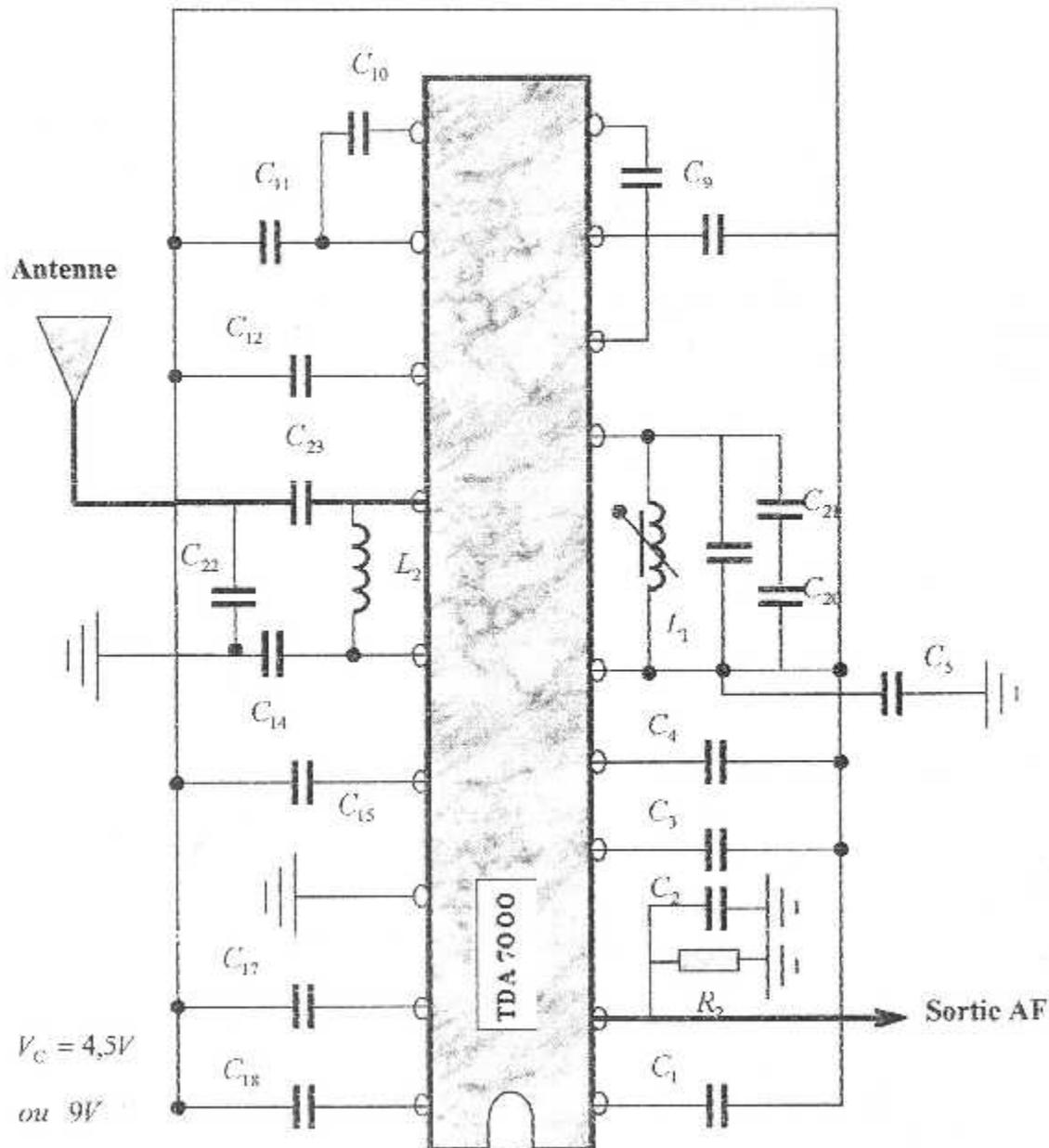


Figure (III.2): Brochage Du TDA7000

III.3 L'amplificateur Audio

Après un simple essai, nous avons remarquer que le montage d'amplification audio utilisé dans l'émetteur fonctionne parfaitement en le branchant à la sortie du TDA7000 ce qui nous a pousser à utiliser la même montage au récepteur avec des petites modifications, suppression des composants associés au microphone, remplacement du LM386N plus répondu dans le marché.

III.31 Le Préamplificateur

Le montage utilisé est présente la dessous (figure (III.3)).

On peut supprimer les résistances R_1 et R_3 utiliser directement l'alimentation 1,5V pour ce montage et le TDA7000.

De la même façons, on utilise le montage préamplificateur utilisé dans l'émetteur et on conservent les mêmes valeurs résistances et condensateurs interconnecter avec le transistor BC 109.

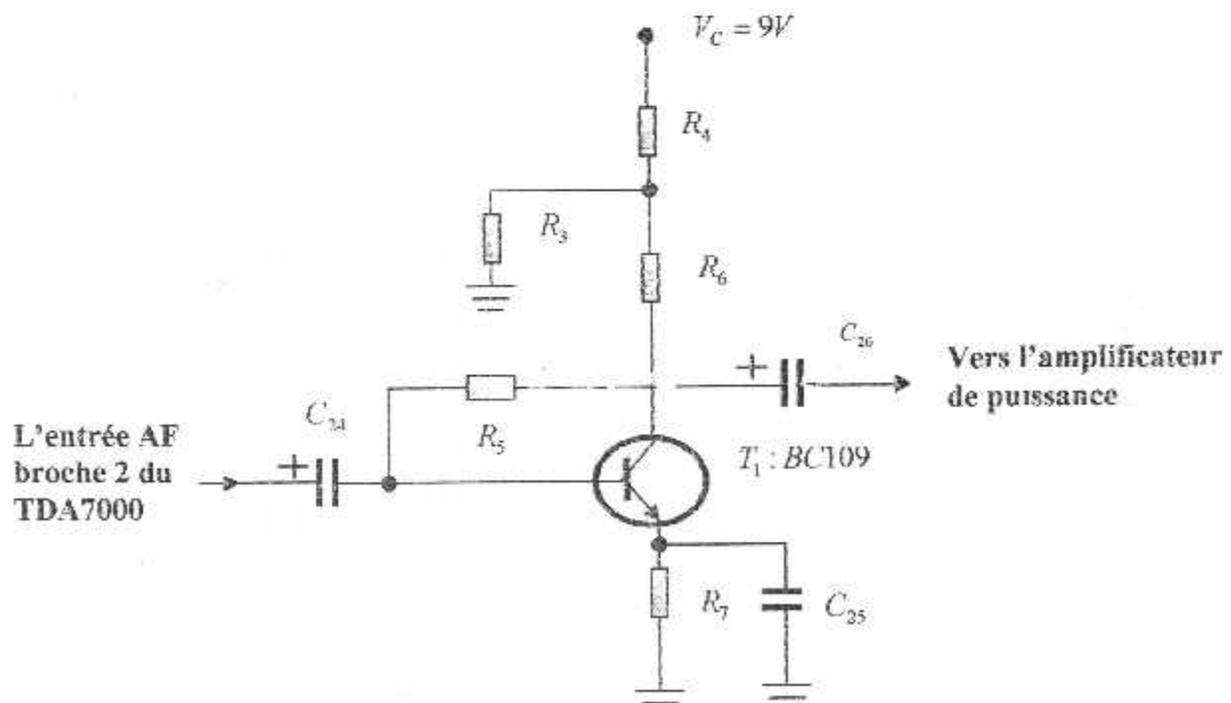


Figure (III.3) : Schéma Electrique De Préamplificateur

Les valeurs des composants utilisées :

$$R_3 = R_4 = 2,2K\Omega$$

$$R_5 = 1M\Omega$$

$$R_6 = R_7 = 4,7K\Omega$$

$$C_{24} = 1\mu F$$

$$C_{25} = 10\mu F$$

$$C_{26} = 1\mu F$$

III.32 L'amplificateur Audio De Puissance

C'est un simple circuit qui utilise l'amplificateur audio : le LM386. Une autre version est déjà rencontré dans le montage de l'émetteur (on utilise le LM386N). Le montage est le suivant (Figure III.4).

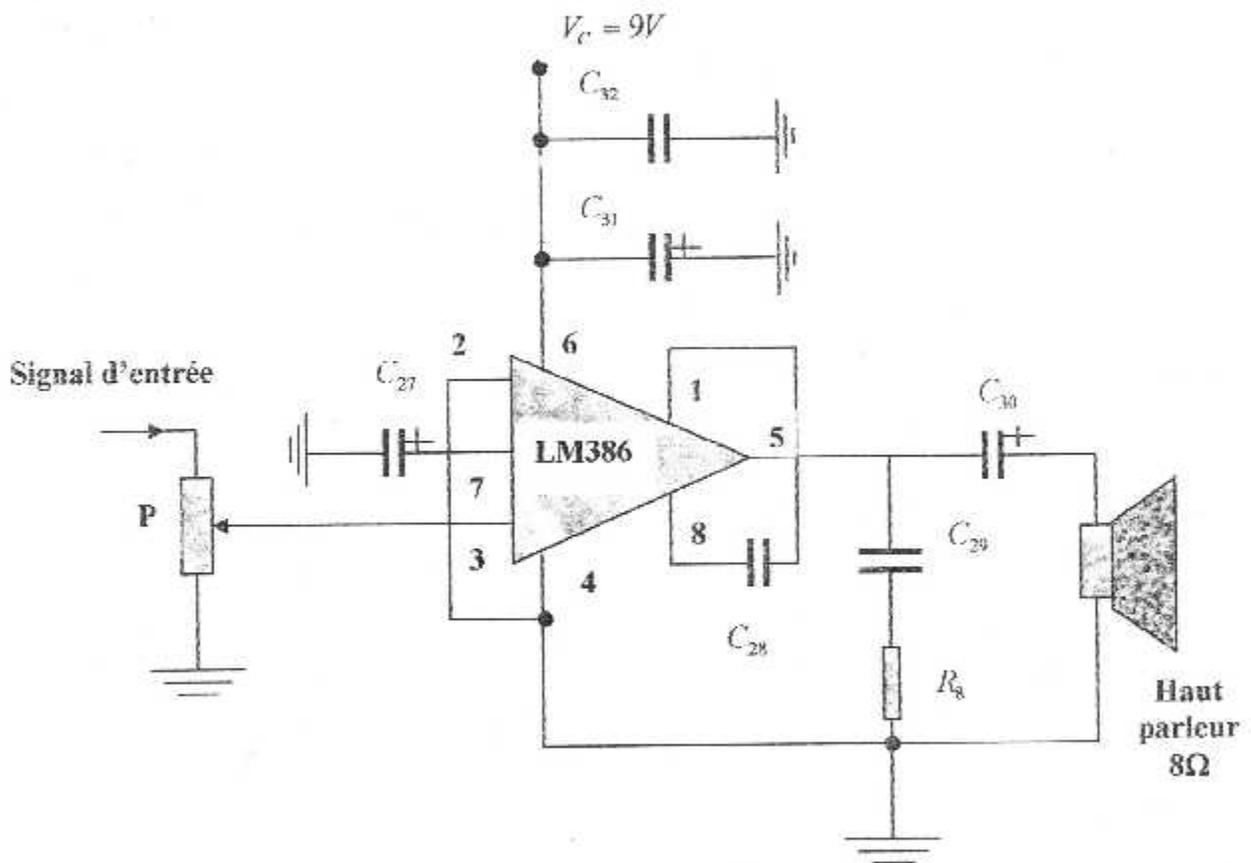


Figure (III.4) : Schéma Electrique De L'amplificateur

- ❖ Le rôle des condensateurs C_{32} , C_{31} sera le filtrage de l'alimentation.
- ❖ L'interconnexions de C_{28} entre les bornes 1 et 8 permet d'améliorer le gain de l'amplification jusqu'à 200.
- ❖ L'emplacement du potentiomètre P_1 à pour but de réglage du volume.

Les valeurs des composants utilisés :

$$\begin{array}{lll}
 C_{27} = 10\mu F & C_{28} = 10\mu F & C_{29} = 47nF \\
 C_{30} = 220\mu F & C_{31} = 10\mu F & C_{32} = 220\mu F \\
 R_8 = 10\Omega & P : 20K\Omega &
 \end{array}$$

Circuit intégré : LM386

Haut-parleur : 8 Ω

Remarque : De la même façon que l'alimentation de la carte émetteur l'alimentation de notre carte récepteur se fait à partir d'un transformateur de courant continue 220V/9v ou par une pile de 9V ou 6 piles de 1,5V

Conclusion

Malgré la simplicité du montage basé sur le 'TDA 7000' (absence du Quartz), la mise en marche du circuit est très difficile, cela est dû à la présence des bobines à très faibles valeurs. Ces dernières sont bobinées à la main, leurs nombres de spires et leurs dimensions sont ajustés en utilisant un équipement spécifique aux hautes fréquences.

✦

Chapitre IV

Réalisation de
l'émetteur/recepteur FM

IV .1. Rappel sur Les Circuits Imprimés

IV.11. Définition

Nous entendons par circuits imprimés ou câblages imprimés, un mode de connexion des éléments d'un ensemble par des rubans de cuivre, très minces, collés sur un support isolant, rigide ou flexible, qui supporte éventuellement les constituants légers.

C'est là que réside la grande nouveauté technique des années voisines de 1940, celle qui a enfin une orientation toute différente aux difficultés du câblage.

IV.12. Avantages Des Circuits Imprimés

Le problème de gaspillage du cuivre est, si non résolu, du moins atténuer, par exemple, avec du ruban de cuivre d'une épaisseur de $35 \mu m$ valeur courante.

Un ruban de 3mm de largeur, tout à fait suffisant pour admettre un courant de 3A, est utilisé à $30A/mm^2$ soit dix fois plus que le fil ordinaire, d'autre part sa forme extra plate favorise l'évacuation de la chaleur.

Une plaque de $1m^2$ d'isolant cuivré, avec une couche de $35 \mu m^2$ de cuivre contient environ 300g de cuivre, ce qui correspond à 35m de fil de 1,2mm de diamètre.

Or, de cette plaque, il y a largement de quoi réaliser le câblage de 20 à 30 téléviseurs.

Le problème d'encombrement est en partie résolu : le câblage n'a plus que deux dimensions. Comme il fallait toujours une plaque pour tenir les constituants par photogravure, ils bénéficient de l'extraordinaire précision réalisée par réduction photographique et photomécanique. On peut donc obtenir des câblages minuscules et parfaitement repérés. Rapprocher les connexions très près l'une de l'autre, si les différences de potentiel entre ces connexions le permettent.

En plus de l'extrême facilité avec laquelle on peut les produire en grande échelle et à bas prix. Les circuits imprimés présentent un autre avantage, la reproductibilité rigoureuse d'un montage, or c'est là un élément important, surtout

en Electronique. Dans un ensemble sur circuit imprimé, tous les models sont rigoureusement identique, et, si le prototype a été étudié, toute la série sera bonne, avec un taux de rejet insignifiant dans la mesure, bien entendu, ou les constituants sont bons.

IV .13. Constituants Des Circuits Imprimés

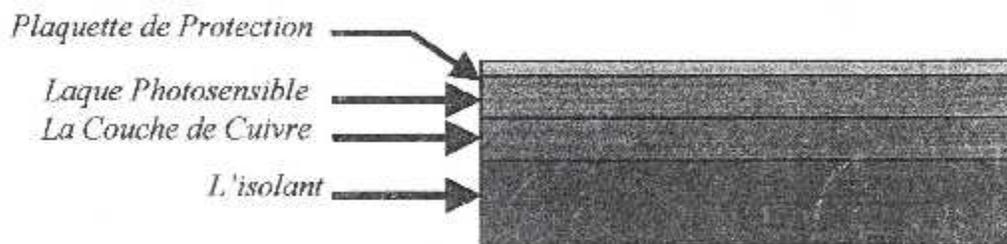


Figure (IV.1) : Les Constituants D'une plaque d'un Circuit Imprimé

Les Plaques

Une plaque des circuits imprimés simple face se compose de 4 couches distinctes : l'isolant, la couche de cuivre, la laque et la couche protectrice et on peut avoir une plaque à double face qui n'est autre que les mêmes couches placées d'une façon symétrique par rapport à l'isolant.

Cette dernière peut être utilisée dans le cas où l'on a un encombrement des composants et des straps qu'on n'a pas pu les éviter.

IV.13.1 L'isolant Cuivre

dans la quasi totalité des cas , un circuit imprimé est réalisé à partir d'un isolant uniformément recouvert d'une couche de cuivre (35µm, 70µm) dont on enlèvera par la suite toutes les parties qui ne doivent pas substituer , nous traitons à la fois , de méthodes différentes infiniment moins classiques.

Il nous faut donc un support isolant sur lequel est collé une couche de cuivre, l'isolant est presque toujours un produit de la catégorie des plastiques. Si l'on caractérise l'isolant par ses propriétés mécaniques, il y a essentiellement deux catégories de support, l'isolant souple et l'isolant rigide, le second étant d'un emploi plus courant.

➤ **Isolant Souple**

Est d'un emploi limité à la réalisation des bobinages à grand nombre de tours, par superposition de spirales, et aux câbles multiples d'interconnexion. C'est un matériau mince dont l'aspect et l'épaisseur rappellent la toile huilée. Il faut évidemment éviter de le plier à angle vif, ce qui endommagerait ou couperait la couche de cuivre et le support.

➤ **Isolant Rigide**

La plus souvent, le support est rigide, réalisé en général par la polymérisation à chaud d'une succession de couche d'isolant souple ordinaire : papier, toile de verre, trempées dans un produit polymérisable.

Les types les plus courants sont de la famille des BAKELITES comme la plupart des bakélites, c'est un matériau bon isolant dans une ambiance sèche, mais capable d'absorber un peu d'humidité, d'où on peut obtenir des isolant

De plus, on doit assurer 10M ohms entre deux rubans parallèles séparés de 2mm longs de 10cm.

IV.13.2 La Partie Cuivrée

Puisque nous avons parlé des isolants, disons quelques mots de la famille de cuivre qui est collé sur eux.

Il s'agit de cuivre électrolytique, ce métal, coûteux a été choisi en raison de sa haute conductivité et de sa résistance plus élevée à la corrosion. On l'utilise en général en feuilles d'une épaisseur de 35 μ m, on emploi aussi les feuilles de 70 μ m, mais moins couramment.

La qualité du cuivre est importante celui-ci ne doit évidemment présenter des rayures profondes, qui risquerait de provoquer des interruptions des circuits ou,

pire encore, des points faibles, devenant par la suite des coupures, une fois le circuit vérifié et monté.

IV .13.3 Les Supports

Un ensemble imprimé peut comporter des tubes ou des transistors ou autres éléments semi-conducteurs, si l'on désire garder la possibilité de les changer sans les dessouder, il est nécessaire d'utiliser des supports dont les connexions seront soudées au ruban de cuivre et dans lesquels on placera les tubes ou transistors, maintenus par des pinces élastiques.

IV .13.4 Laque Photosensible

Le rôle de cette dernière est de protéger le cuivre contre le perchlorure de fer pendant la réalisation du circuit imprimé, il existe deux types de laque, laque photosensible positive et laque photosensible négative.

Laque photosensible positive : laque très dure, une fois attaquée par les rayons ultraviolets, toutes les parties touchées se ramollissent.

Laque photosensible négative : laques très molle, une fois attaquée par les rayons ultraviolets, toutes les parties touchées se durcissent.

NB. La première est la plus utilisée.

Dans l'annexe nous avons des tableaux qui donnent une idée sur l'utilisation des pastilles selon leurs emplacements et la longueur du conducteur, et en plus de cela d'autres informations sur les conducteurs, leurs écartements les uns par rapport aux autres et l'intensité du courant qui le traverse.

IV.14 Plan De Réalisation

Avant de passer à la réalisation d'un circuit imprimé, il est indispensable de passer par l'étude du circuit électrique pour qu'il puisse remplir la fonction à laquelle il était destiné cette étude qui nous permet d'obtenir le schéma électrique de ce circuit, et pour la réalisation d'un circuit imprimé nous passons par les étapes suivantes :

- ❖ *Essai Du Circuit Electrique* Pour effectuer cette opération on deux méthodes, soit celle de l'essai sur moniteur en faisant le montage pratique du

circuit pour la vérification des résultats théoriques , soit par la simulation sur PC à l'aide des logiciels de simulation tels que *L'ELECTRONIC WORK BENCH*.

❖ Réalisation Du Circuit Imprime

✓ Réalisation Du Calque

C'est après avoir mis le schéma final du circuit imprimé sur la feuille normalisée (GRILLE INTERNATIONALE), avec une réduction maximale de la surface, qu'on passe la réalisation du calque.

Si la plaque à réaliser est à doubles faces, nous aurons deux faces à représenter sur une même feuille normalisée ce qui nous amène à représenter chaque plaque avec une couleur différente de l'autre, par exemple faire la face composante avec du bleu et la face soudure avec du rouge ou du noir.

Le choix du ruban et les pastilles sont fixés par l'intensité du courant qui circule dans la branche et le positionnement des pastilles. En précisant le schéma peut être fait manuellement ou par PC grâce au logiciel *EAGLE2* qui nous offre la possibilité d'avoir le schéma qu'on cherche ou encore nous réalise lui-même le schéma, en lui donnant les composants et leurs connexions, d'une façon automatique.

NB : la vérification du calque peut être faite à l'aide d'une plaque lumineuse dans le cas où le calque est réalisé à l'aide de L'ANCRE DE CHINE.

✓ L'insolation

Après avoir obtenu la surface nécessaire pour le montage, on découpe une plaque selon les dimensions, puis on fixe le calque sur celle-ci après avoir enlevé la couche protectrice et on l'introduit dans l'insolite, ce qui fait qu'à la fin de cette opération, le schéma de notre circuit commence à apparaître grâce au ruban et aux pastilles qui protégeaient la laque contre les rayons ultraviolets.

✓ LA REVELATION

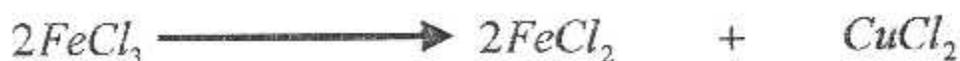
On plonge la plaque dans un révélateur qui attaque les parties molles de la laque après sa sortie de l'insolite.

✓ L'attaque Avec Le Perchlorure Du Fer ($FeCl_3$)

Le perchlorure de fer ($FeCl_3$) attaque la partie du cuivre non découverte d'où notre câblage sera réalisé d'une manière définitive, cette attaque suit la réaction suivante :



La réaction globale est donc :



Bien que le $2FeCl_2$ peut être remplacé par d'autres produits d'attaques comme : le persulfate d'ammonium $S_2O_8(NH_4)_2$, le chlorure cuivrique ou l'acide nitriqueetc.

Cette opération est suivie par un lavage à l'eau du robinet.

✓ Le Stripage

Pour éliminer toute la laque restante on fait passer un stripeur qui attaque la laque et ne laisse que le cuivre traçant l circuit (L'alcool à brûler).

✓ La Métallisation

La métallisation du circuit imprimé le protège contre l'humidité, et l'oxydation, et lui donne une longue durée de vie.

Cette opération peut être évitée si le nécessite du circuit ne l'exige pas, cette métallisation peut être faite par l'argent, l'or, nickel ou d'étain.

✓ Le Montage Du Circuit

ce que nous désignerons par la suite sous le nom global de montage est, en fait, l'ensemble des opérations à effectuer à partir du moment où la plaquette est sortie du bain d'attaque ou de traitement électrolytique pour arriver à un circuit complètement terminé et prêt pour l'emploi. Il y a donc à vérifier la qualité du

circuit, à découper la plaquette et à percer les trous nécessaires, puis à mettre les éléments en place et à les souder.

L'intervention de la main d'œuvre dans ces questions étant particulièrement importante, il est à prévoir que les méthodes, de la grande série, diffèrent du tout au tout de celle de l'amateur ou de l'artisan. C'est en effet, sur la mise en place des éléments et leurs soudages. Ainsi que sur le perçage du circuit, que l'on peut gagner le plus de temps par une automatisation bien réalisée, c'est ainsi pour ces opérations que l'automatisation est la plus coûteuse, étant la complexité des opérations à réaliser.

IV.2 Réalisation Pratique De L'émetteur

Après la réalisation du circuit imprimé de l'émetteur, le perçage s'effectue avec un foret de 0,8mm. Des diamètres plus importants devront être utilisés pour l'implantation des bobines et du potentiomètre, aussi bien que le condensateur variable C_{v1} , le circuit intégré LM386 et l'antenne.

Avant l'implantation des composants dans notre carte, il faut tester leurs fonctionnements avec un multimètre.

Premièrement, on va tester notre schéma électrique sur une plaque de test, ce dernier se fait étage par étage, après le réglage des composantes on obtiens des résultats proche de celle trouver en étude théoriques.

NB : Le problème de cette réalisation est la grande sensibilité du microphone.

On procède au soudage des résistances et les condensateurs et les transistors (BC109, 2N2219A), la diode varicap BB222. Ensuite, le microphone à Electret et le circuit intégré LM386, la bobine qui va servir comme l'antenne.

• Réglages Et Utilisations

Une fois le montage émetteur réalisé, nous vérifions son fonctionnement par le réglage du condensateur variable pour la fréquence d'émission et le potentiomètre pour la puissance d'émission. A la mise sous tension, il est nécessaire de procéder aux réglages nécessaires pour atteindre une fréquence FM (88-108 MHz), cette dernière est reçue par un radio FM.

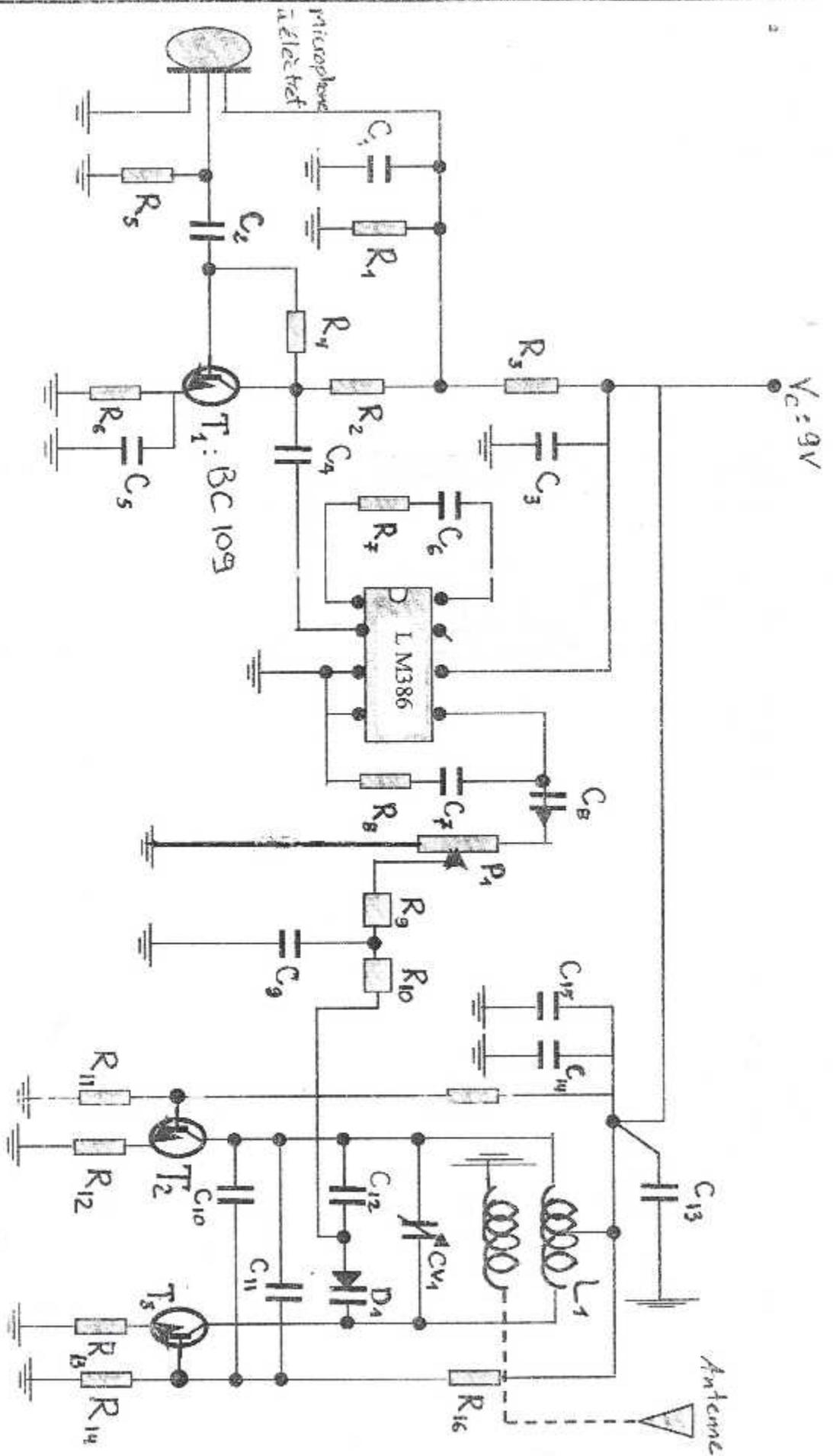
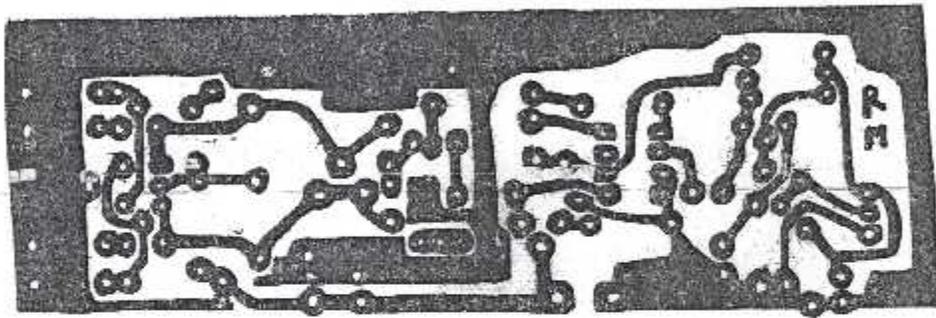


Figure (IV.2): Schéma Electrique De L'émetteur

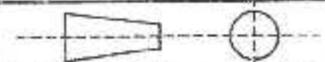


UNIVERSITE SAAD DAHI AP DE BLIDA -DEPARTEMENT D'AERONAUTIQUE

PROMOTION : 2003

CIRCUIT IMPRIMEE DE L'EMETTEUR
(COTE CUIVRE)

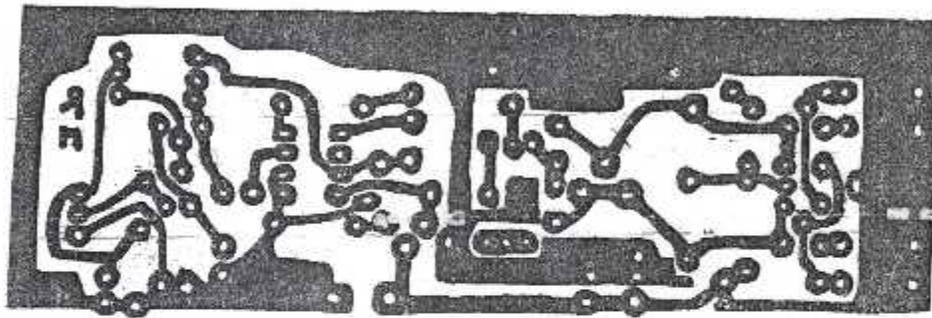
ECH : 01



19-10-2003

MAGHERBI-BENSAKHRIA

PAGE :65



UNIVERSITE SAAD DAHLI AF DE BLIDA -DEPARTEMENT D'AERONAUTIQUE

PROMOTION : 2003

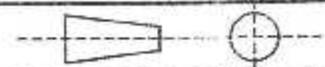
CIRCUIT IMPRIMEE DE L'EMETTEUR
(COTE COMPOSANT)

ECH : 01

19-10-2003

MAGHERBI-BENSAKHRIA

PAGE :66



IV.3 Réalisation Pratique Du récepteur

De la même façon que la réalisation de l'émetteur et après le perçage de la circuit imprimée, on implante les résistances, les condensateurs, le potentiomètre ajustable, les circuits intégrés TDA7000 et LM386, l'antenne, le haut-parleur. Après on va souder respectivement chaque composant à son emplacement. Finalement, on alimente le récepteur par un source de courant continue de 9V.

▪ Réglages et utilisation

Après le réglage de l'émetteur sur la gamme de fréquence FM (88 et 108 MHz), on recherche l'émission de notre émetteur à l'aide de la capacité variable CV1.

L'augmentation du volume se fait par le potentiomètre.

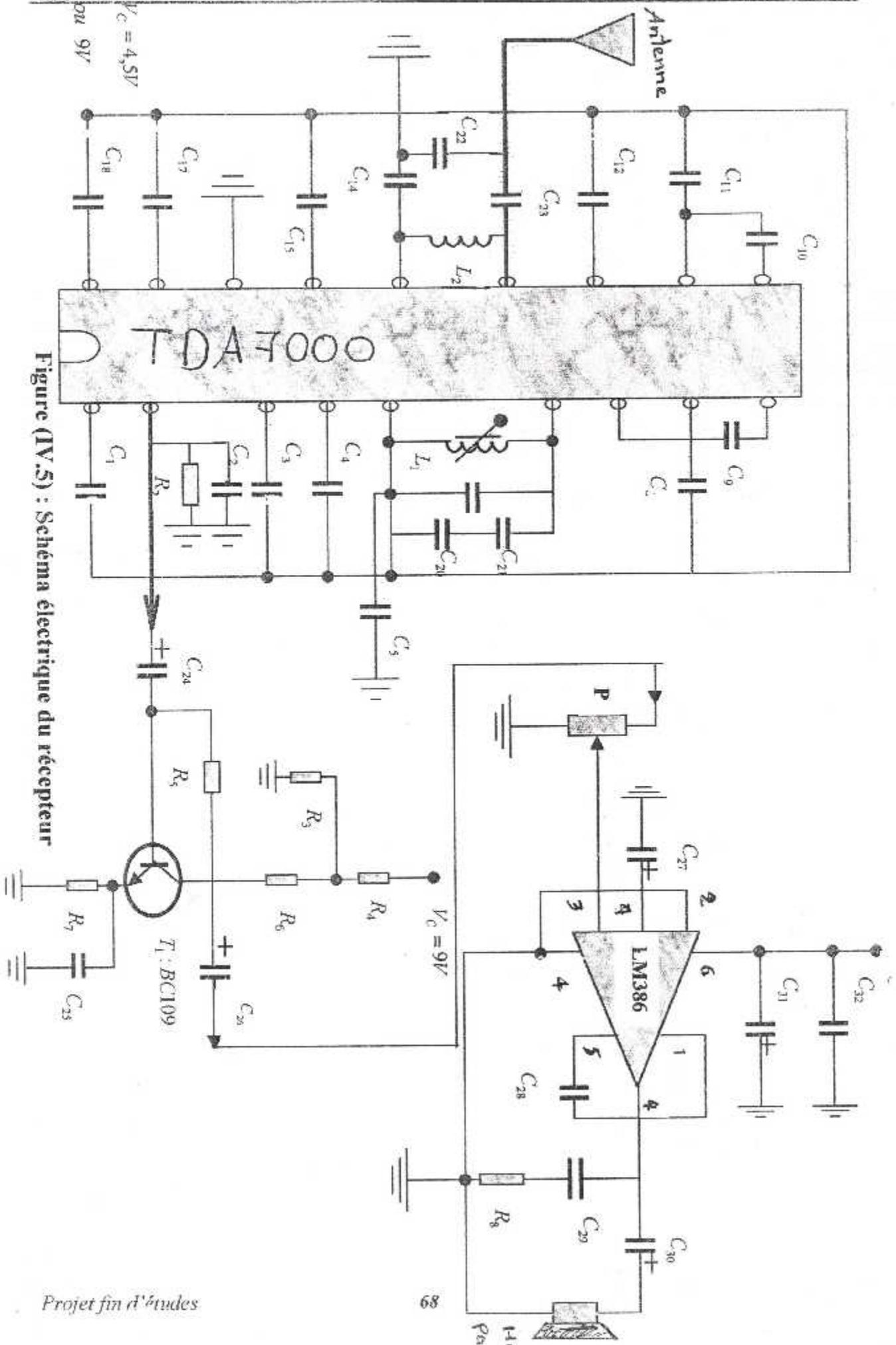
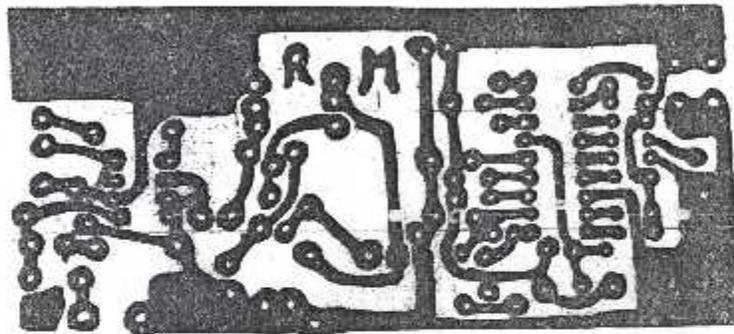
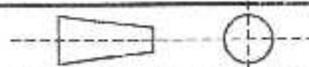
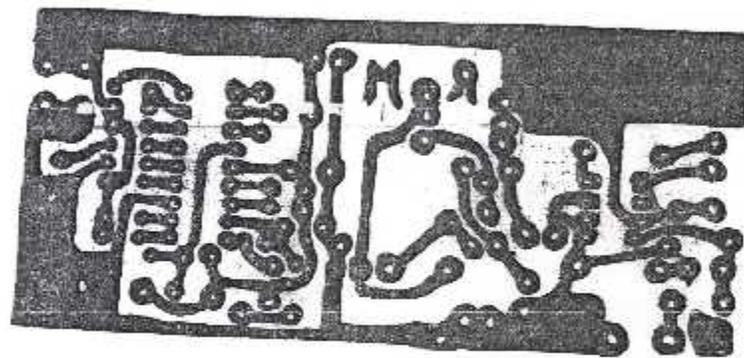


Figure (IV.5) : Schéma électrique du récepteur

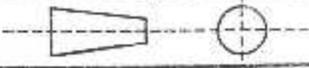


UNIVERSITE SAAD DAHAB DE BLIDA -DEPARTEMENT D'AERONAUTIQUE

	CIRCUIT IMPRIMEE DU RECEPTEUR (COTE CUIVRE)	ECH : 01
PROMOTION : 2003		
15-10-2003	MAGHERBI-BENSAKHRIA	PAGE :69



UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA - DEPARTEMENT D'AERONAUTIQUE

	CIRCUIT IMPRIMEE DU RECEPTEUR (COTE COMPOSANT)	ECH : 01
PROMOTION : 2003		
19-10-2003	MAGHERBI-BENSAKHRIA	PAGE : 70

IV .4 Liste des composantes

❖ L'émetteur :

$R_1=2.2K\Omega$	$R_2=4.7K\Omega$	$R_3=2.2K\Omega$	$R_4=1M\Omega$
$R_5=10K\Omega$	$R_6=4.7K\Omega$	$R_7=470\Omega$	$R_8=10\Omega$
$R_9=4.7K\Omega$	$R_{10}=100K\Omega$	$R_{11}=10K\Omega$	$R_{12}=4.7K\Omega$
$R_{13}=4.7K\Omega$	$R_{14}=10K\Omega$	$R_{15}=100K\Omega$	$R_{16}=100K\Omega$
$C_1=47\mu F$	$C_2=1\mu F$	$C_3=10\mu F$	$C_4=1\mu F$
$C_5=10\mu F$	$C_6=10\mu F$	$C_7=22nF$	$C_8=47\mu F$
$C_9=470pF$	$C_{10}=10pF$	$C_{11}=10pF$	$C_{12}=100pF$
$C_{13}=10nF$	$C_{14}=33\mu F$	$C_{15}=100nF$	
$P=10K\Omega$	$C_{v1}:5-22pF$	$L_1=4 \text{ tours, } \phi=8mm$	
$T_1:BC109$	$T_2, T_3:2N2219A$	$D:BB222 \text{ ou } BB105$	

Circuit intégré : LM386N

Microphone à électret

❖ Le récepteur

$R_2=47K\Omega$	Pour $V_C=9V$; $22K\Omega$ pour $V_C=4.5V$		
$R_3=2.2K\Omega$	$R_4=2.2K\Omega$	$R_5=1M\Omega$	$R_6=4.7K\Omega$
$R_7=4.7K\Omega$	$R_8=10\Omega$	$P=20K\Omega$	
$C_1=150nF$	$C_2=1.8nF$	$C_3=22nF$	$C_4=10nF$
$C_5=10nF$	$C_7=3.3nF$	$C_8=180pF$	$C_{10}=330pF$
$C_{11}=3.3nF$	$C_{12}=150pF$	$C_{14}=2.2nF$	$C_{15}=100nF$
$C_{17}=330pF$	$C_{18}=220pF$	$C_{19}=27pF$	$C_{21}=56pF$
$C_{22}=47pF$	$C_{23}=39pF$	$C_{24}=1\mu F$	$C_{25}=10\mu F$
$C_{26}=1\mu F$	$C_{27}=10\mu F$	$C_{28}=10\mu F$	$C_{29}=47nF$
$C_{30}=220\mu F$	$C_{31}=10\mu F$	$C_{32}=220\mu F$	$T_1=BC109$
$C_{20}:ajustable$	$10-60pF$	$L_1=56nH$	$L_2=130nH$

Circuit intégré : TDA7000 et LM286

Haut-parleur : 8Ω

Conclusion Générale

L'utilisation des circuits à grande intégration, nous a montré le grand intérêt que porte cette méthode dans les montages HF. La disposition des composants sur la carte imprimée influe largement sur les performances du circuit ; en plus, certains paramètres sont presque impossibles à déterminer (inductances et capacités parasites issue des fils électriques). Cependant des mesures et des tests sont alors indispensables.

La présente étude est consacrée au système de télécommunication, cette étude nous a permis de suivre les objectifs suivants :

- L'utilité et l'importance d'un tel système
- Le fonctionnement et la réponse de ces deux unités
- L'identification des composants (CI)
- Pouvoir réaliser d'autres appareils de même type

Quand on parlera sur le bon fonctionnement de notre système émetteur/récepteur on vise bien le bon réception du signal émise et le transmettre a un signal auditif.

Le travail sur ce montage m'a donné toute satisfaction, malgré les difficultés de réglage que présentent les montages haute fréquence, il est important à tout électronicien de travailler là dessus ; cette discipline qui exige une certaine connaissance théorique ; ne donne ses fruits qu'après une certaine expérimentation.

Souhaitant qu'il y aura des travaux plus proches au monde industriel de télécommunication ; télécommunication numérique, technique de cryptage, la miniaturisation des montages.

Annexe

- ❖ Fiche technique : LM386
- ❖ Fiche technique : TDA7000
- ❖ Fiche technique : 2N2219A
- ❖ Fiche technique : BC109
- ❖ Les pastilles (informations d'utilisation)

Les fiches techniques sont obtenues à travers les sites internet suivants :

- <http://www.semiconductors.philips.com/LM/sitemap/>
- <http://www.national.com/LM/LM386.pdf>
- <http://www.st.com>

LM386 Low Voltage Audio Power Amplifier

General Description

The LM386 is a power amplifier designed for use in low voltage consumer applications. The gain is internally set to 20 to keep external part count low, but the addition of an external resistor and capacitor between pins 1 and 8 will increase the gain to any value from 20 to 200.

The inputs are ground referenced while the output automatically biases to one-half the supply voltage. The quiescent power drain is only 24 milliwatts when operating from a 6 volt supply, making the LM386 ideal for battery operation.

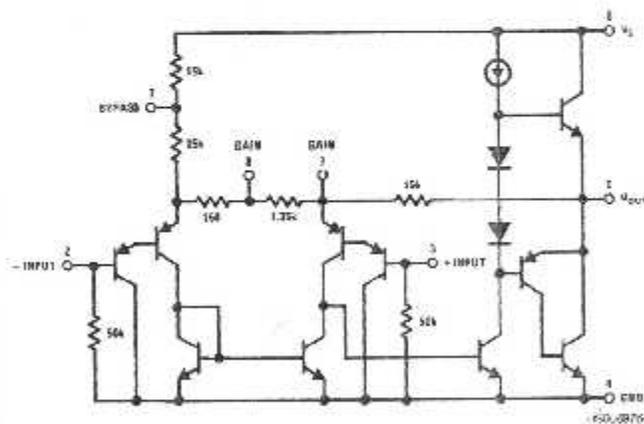
Features

- Battery operation
- Minimum external parts
- Wide supply voltage range: 4V–12V or 5V–18V
- Low quiescent current drain: 4mA
- Voltage gains from 20 to 200
- Ground referenced input
- Self-centering output quiescent voltage
- Low distortion: 0.2% ($A_V = 20$, $V_S = 6V$, $R_L = 8\Omega$, $P_O = 125mW$, $f = 1kHz$)
- Available in 8 pin MSOP package

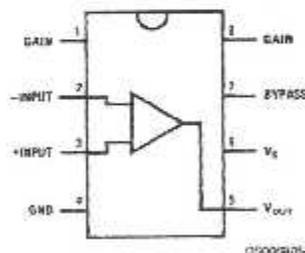
Applications

- AM-FM radio amplifiers
- Portable tape player amplifiers
- Intercoms
- TV sound systems
- Line drivers
- Ultrasonic drivers
- Small servo drivers
- Power converters

Equivalent Schematic and Connection Diagrams



Small Outline,
Molded Mini Small Outline,
and Dual-In-Line Packages



Top View
Order Number LM386M-1,
LM386MM-1, LM386N-1,
LM386N-3 or LM386N-4
See NS Package Number
M08A, MUA08A or N08E

Absolute Maximum Ratings (Note 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (LM386N-1, -3, LM386M-1)	15V
Supply Voltage (LM386N-4)	22V
Package Dissipation (Note 3) (LM386N)	1.25W
(LM386M)	0.73W
(LM386MM-1)	0.595W
Input Voltage	±0.4V
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Operating Temperature	0°C to +70°C
Junction Temperature	+150°C
Soldering Information	

Dual-In-Line Package

Soldering (10 sec) +260°C

Small Outline Package

(SOIC and MSOP)

Vapor Phase (60 sec) +215°C

Infrared (15 sec) +220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Thermal Resistance

 θ_{JC} (DIP) 37°C/W θ_{JA} (DIP) 107°C/W θ_{JC} (SO Package) 35°C/W θ_{JA} (SO Package) 172°C/W θ_{JA} (MSOP) 210°C/W θ_{JC} (MSOP) 56°C/W**Electrical Characteristics** (Notes 1, 2) $T_A = 25^\circ\text{C}$

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Operating Supply Voltage (V_S) LM386N-1, -3, LM386M-1, LM386MM-1		4		12	V
LM386N-4		5		18	V
Quiescent Current (I_Q)	$V_S = 6V, V_{IN} = 0$		4	8	mA
Output Power (P_{OUT}) LM386N-1, LM386M-1, LM386MM-1	$V_S = 6V, R_L = 8\Omega, THD = 10\%$	250	325		mW
LM386N-3	$V_S = 9V, R_L = 8\Omega, THD = 10\%$	500	700		mW
LM386N-4	$V_S = 16V, R_L = 32\Omega, THD = 10\%$	700	1000		mW
Voltage Gain (A_v)	$V_S = 6V, f = 1\text{ kHz}$ 10 μF from Pin 1 to 8		26		dB
Bandwidth (BW)	$V_S = 6V, \text{Pins 1 and 8 Open}$		300		kHz
Total Harmonic Distortion (THD)	$V_S = 6V, R_L = 8\Omega, P_{OUT} = 125\text{ mW}$ $f = 1\text{ kHz}, \text{Pins 1 and 8 Open}$		0.2		%
Power Supply Rejection Ratio (PSRR)	$V_S = 6V, f = 1\text{ kHz}, C_{BYPASS} = 10\ \mu\text{F}$ Pins 1 and 8 Open. Referred to Output		50		dB
Input Resistance (R_{IN})			50		k Ω
Input Bias Current (I_{BIAS})	$V_S = 6V, \text{Pins 2 and 3 Open}$		250		nA

Note 1: All voltages are measured with respect to the ground pin, unless otherwise specified.

Note 2: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

Note 3: For operation in ambient temperatures above 25°C, the device must be derated based on a 150°C maximum junction temperature and 1) a thermal resistance of 107°C/W (junction to ambient for the dual in-line package and 2) a thermal resistance of 170°C/W for the small outline package.

Application Hints

GAIN CONTROL

To make the LM386 a more versatile amplifier, two pins (1 and 8) are provided for gain control. With pins 1 and 8 open the 1.35 k Ω resistor sets the gain at 20 (26 dB). If a capacitor is put from pin 1 to 8, bypassing the 1.35 k Ω resistor, the gain will go up to 200 (46 dB). If a resistor is placed in series with the capacitor, the gain can be set to any value from 20 to 200. Gain control can also be done by capacitively coupling a resistor (or FET) from pin 1 to ground.

Additional external components can be placed in parallel with the internal feedback resistors to tailor the gain and frequency response for individual applications. For example, we can compensate poor speaker bass response by frequency shaping the feedback path. This is done with a series RC from pin 1 to 5 (paralleling the internal 15 k Ω resistor). For 6 dB effective bass boost: $R = 15$ k Ω , the lowest value for good stable operation is $R = 10$ k Ω if pin 8 is open. If pins 1 and 8 are bypassed then R as low as 2 k Ω can be used. This restriction is because the amplifier is only compensated for closed-loop gains greater than 9.

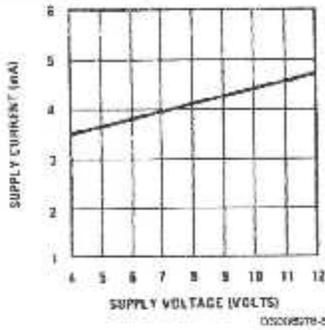
INPUT BIASING

The schematic shows that both inputs are biased to ground with a 50 k Ω resistor. The base current of the input transistors is about 250 nA, so the inputs are at about 12.5 mV when left open. If the dc source resistance driving the LM386 is higher than 250 k Ω it will contribute very little additional offset (about 2.5 mV at the input, 50 mV at the output). If the dc source resistance is less than 10 k Ω , then shorting the unused input to ground will keep the offset low (about 2.5 mV at the input, 50 mV at the output). For dc source resistances between these values we can eliminate excess offset by putting a resistor from the unused input to ground, equal in value to the dc source resistance. Of course all offset problems are eliminated if the input is capacitively coupled.

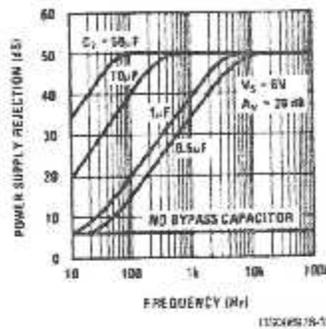
When using the LM386 with higher gains (bypassing the 1.35 k Ω resistor between pins 1 and 8) it is necessary to bypass the unused input, preventing degradation of gain and possible instabilities. This is done with a 0.1 μ F capacitor or a short to ground depending on the dc source resistance on the driven input.

Typical Performance Characteristics

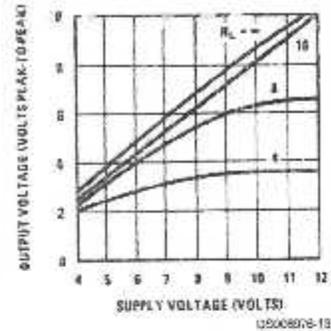
Quiescent Supply Current vs Supply Voltage



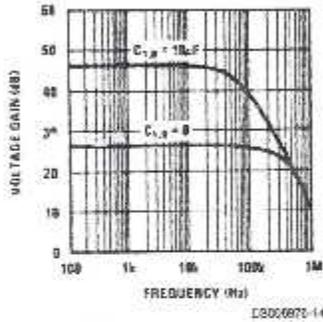
Power Supply Rejection Ratio (Referred to the Output) vs Frequency



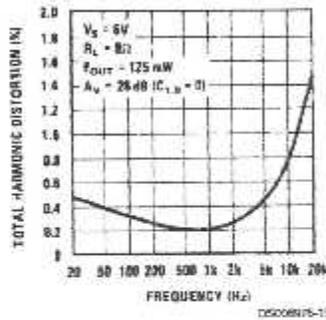
Peak-to-Peak Output Voltage Swing vs Supply Voltage



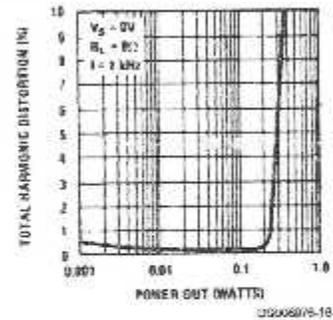
Voltage Gain vs Frequency



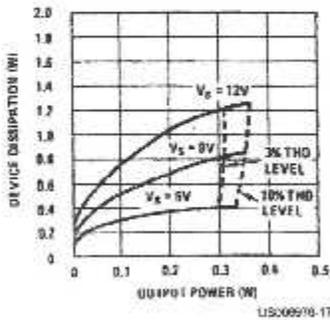
Distortion vs Frequency



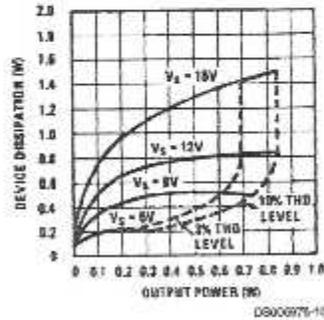
Distortion vs Output Power



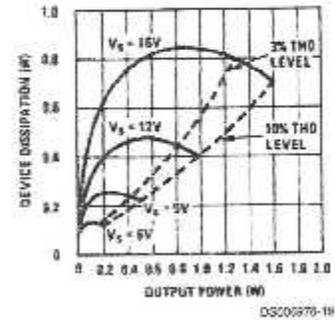
Device Dissipation vs Output Power—4Ω Load



Device Dissipation vs Output Power—8Ω Load

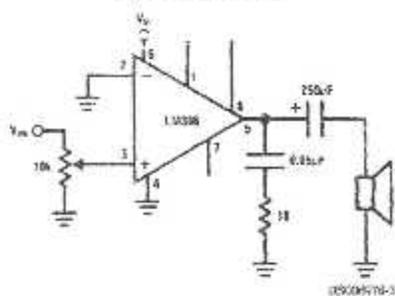


Device Dissipation vs Output Power—16Ω Load



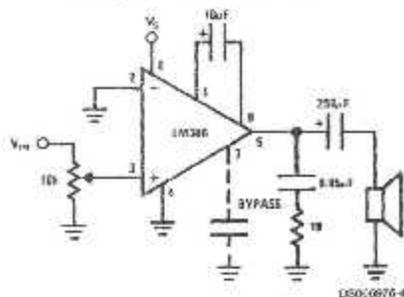
Typical Applications

**Amplifier with Gain = 20
Minimum Parts**



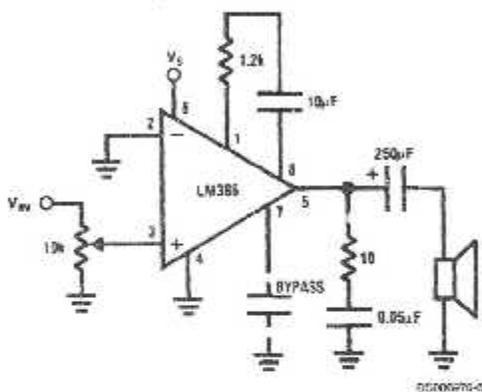
DS000970-3

Amplifier with Gain = 200



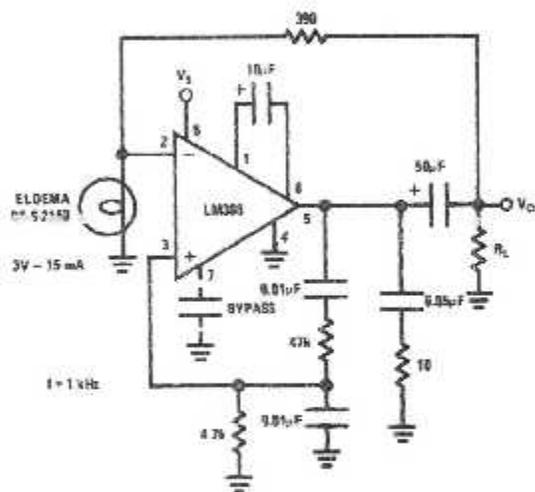
DS000970-4

Amplifier with Gain = 50



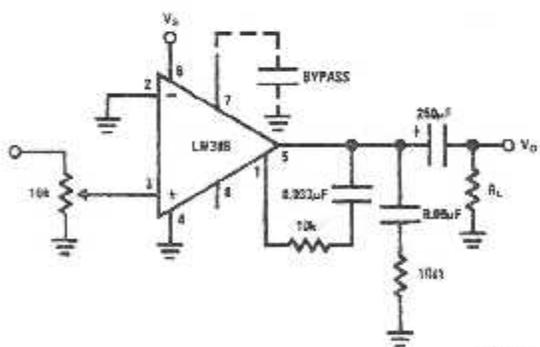
DS000970-5

Low Distortion Power Wienbridge Oscillator



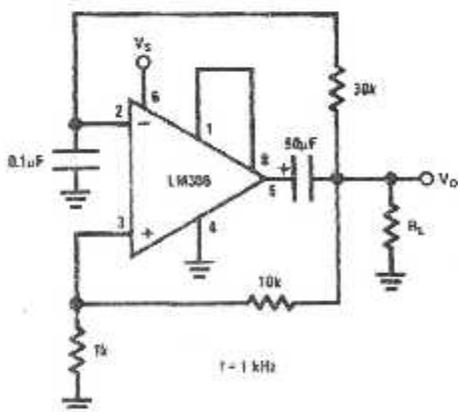
DS000970-7

Amplifier with Bass Boost



DS000970-8

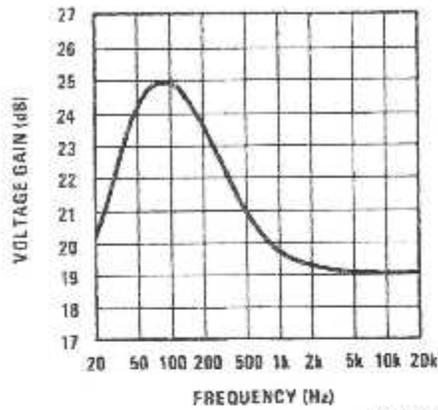
Square Wave Oscillator



DS000970-9

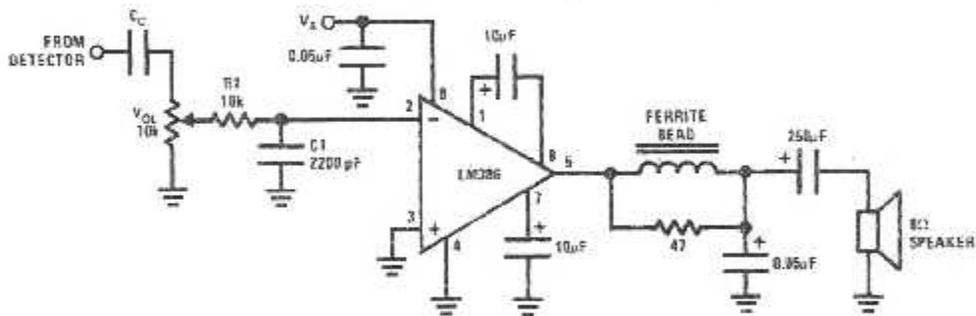
Typical Applications (Continued)

Frequency Response with Bass Boost



DS00098-10

AM Radio Power Amplifier



US000979-11

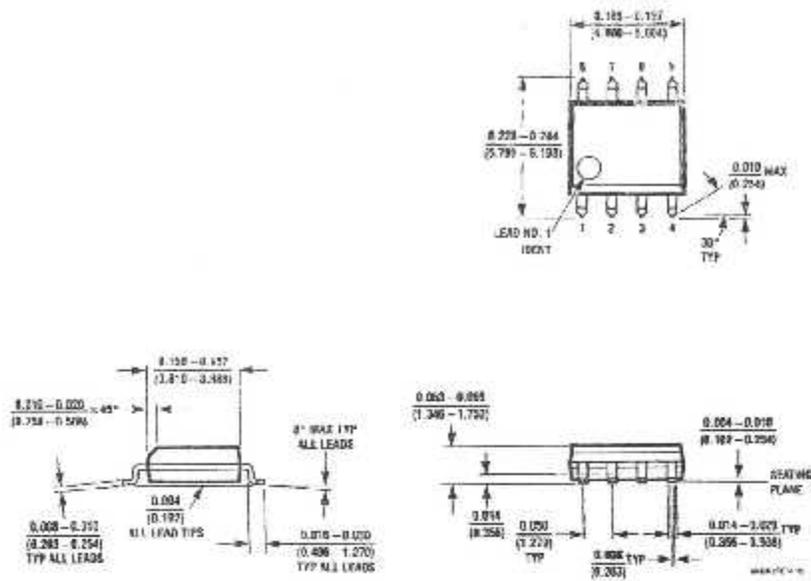
Note 4: Twist supply lead and supply ground very tightly.

Note 5: Twist speaker lead and ground very tightly.

Note 6: Ferrite bead in Ferroxcube K5-001-001/SB with 3 turns of wire.

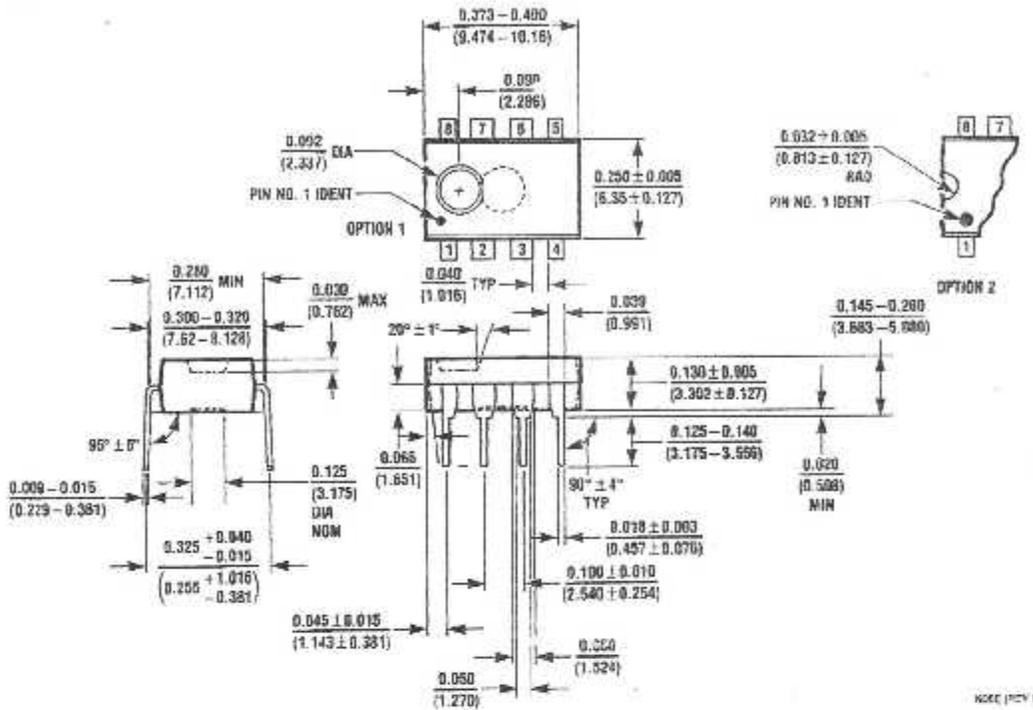
Note 7: R1C1 band limits input signals.

Note 8: All components must be spaced very closely to IC.

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted


SO Package (M)
Order Number LM386M-1
NS Package Number MOBA

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Dual-In-Line Package (N)
Order Number LM386N-1, LM386N-3 or LM386N-4
NS Package Number N08E

NOTE (REV. F)

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

National Semiconductor Corporation
 Americas
 Tel: 1-800-272-9999
 Fax: 1-800-737-7018
 Email: support@nsc.com
 www.national.com

National Semiconductor Europe
 Fax: +49 (0) 180-530 85 85
 Email: europe.support@nsc.com
 Deutsch Tel: +49 (0) 89 9528 8208
 English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
 Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group
 Tel: 65 2544188
 Fax: 65-2504466
 Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor Japan Ltd.
 Tel: 81-3-5639-7580
 Fax: 81-3-5639-7507

DATA SHEET

TDA7000 FM radio circuit

Product specification
File under Integrated Circuits, IC01

May 1992



FM radio circuit**TDA7000****GENERAL DESCRIPTION**

The TDA7000 is a monolithic integrated circuit for mono FM portable radios, where a minimum on peripheral components is important (small dimensions and low costs).

The IC has an FLL (Frequency-Locked-Loop) system with an intermediate frequency of 70 kHz. The i.f. selectivity is obtained by active RC filters. The only function which needs alignment is the resonant circuit for the oscillator, thus selecting the reception frequency. Spurious reception is avoided by means of a mute circuit, which also eliminates too noisy input signals. Special precautions are taken to meet the radiation requirements.

The TDA7000 includes the following functions:

- R.F. input stage
- Mixer
- Local oscillator
- I.F. amplifier/limiter
- Phase demodulator
- Mute detector
- Mute switch

QUICK REFERENCE DATA

Supply voltage range (pin 5)	V_p	2,7 to 10 V
Supply current at $V_p = 4,5$ V	I_p	typ. 8 mA
R.F. input frequency range	f_{if}	1,5 to 110 MHz
Sensitivity for -3 dB limiting (e.m.f. voltage) (source impedance: 75 Ω ; mute disabled)	EMF	typ. 1,5 μ V
Signal handling (e.m.f. voltage) (source impedance: 75 Ω)	EMF	typ. 200 mV
A.F. output voltage at $R_L = 22$ k Ω	V_o	typ. 75 mV

PACKAGE OUTLINE

18-lead DIL; plastic (SOT102HE); SOT102-1; 1996 July 24.

FM radio circuit

TDA7000

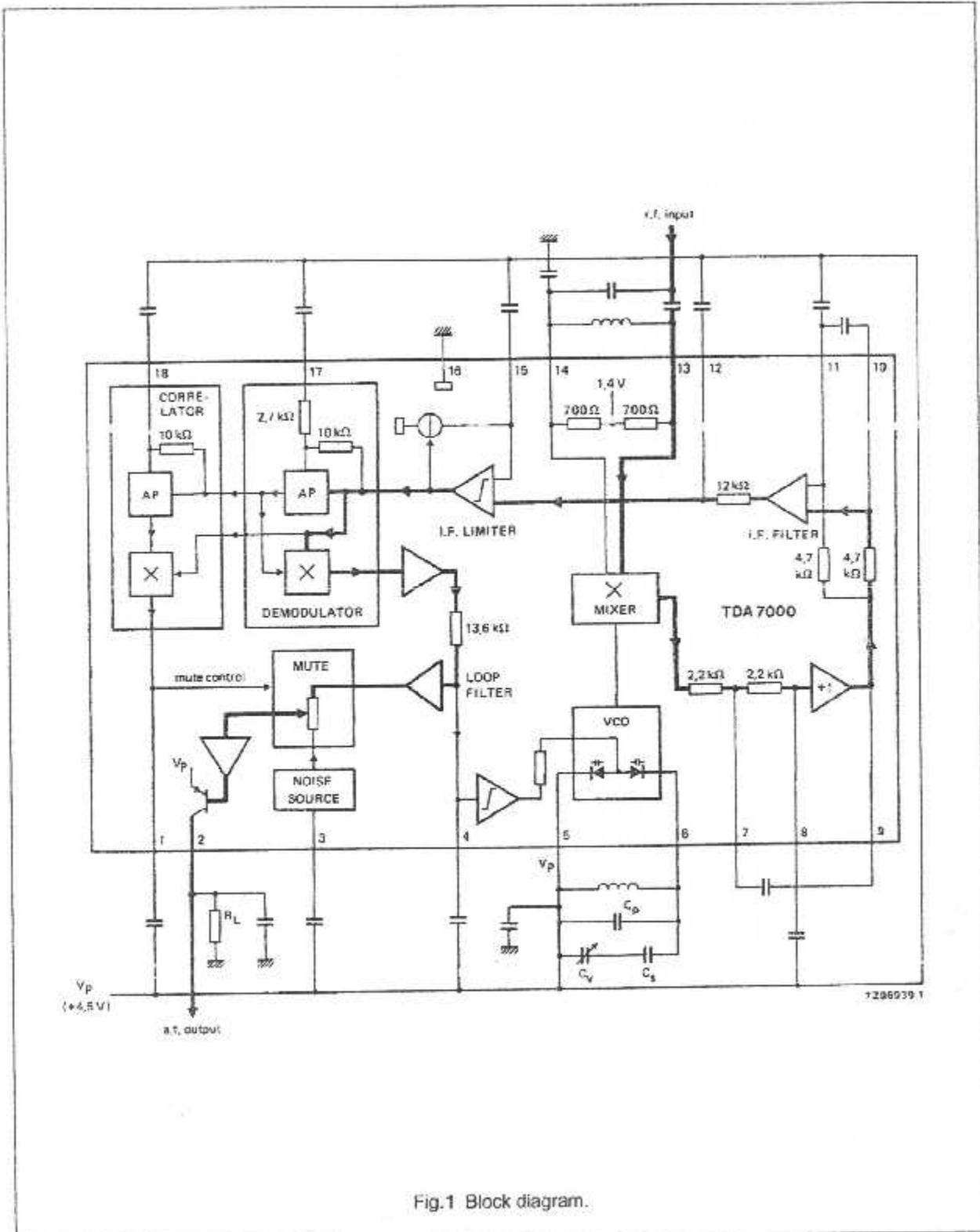


Fig.1 Block diagram.

FM radio circuit

TDA7000

RATINGS

Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134)

Supply voltage (pin 5)	V_P	max.	12 V
Oscillator voltage (pin 6)	V_{6-5}	$V_P - 0,5$ to $V_P + 0,5$ V	
Total power dissipation		see derating curve Fig.2	
Storage temperature range	T_{stg}		-55 to +150 °C
Operating ambient temperature range	T_{amb}		0 to +60 °C

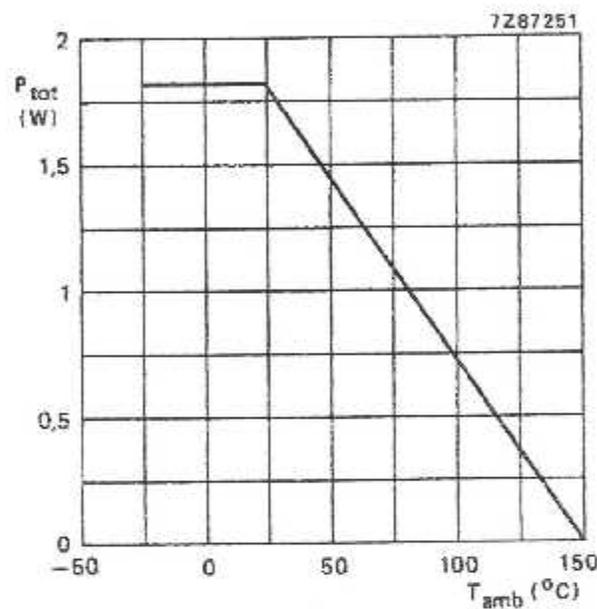


Fig.2 Power derating curve.

D.C. CHARACTERISTICS

 $V_P = 4,5$ V; $T_{amb} = 25$ °C; measured in Fig.4; unless otherwise specified

PARAMETER	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Supply voltage (pin 5)	V_P	2,7	4,5	10	V
Supply current at $V_P = 4,5$ V	I_P	—	8	—	mA
Oscillator current (pin 6)	I_6	—	280	—	μ A
Voltage at pin 14	V_{14-16}	—	1,35	—	V
Output current at pin 2	I_2	—	60	—	μ A
Voltage at pin 2; $R_1 = 22$ k Ω	V_{2-16}	—	1,3	—	V

FM radio circuit

TDA7000

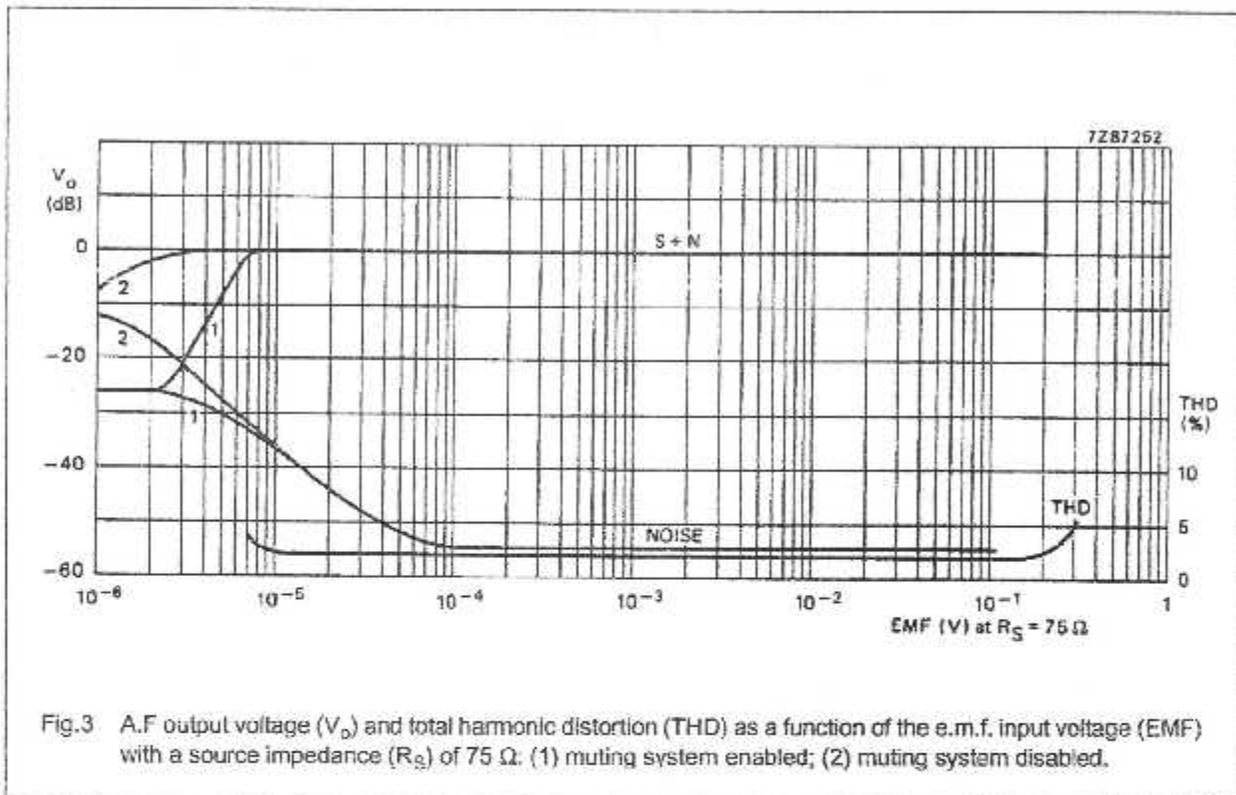
A.C. CHARACTERISTICS

$V_P = 4,5$ V; $T_{amb} = 25$ °C; measured in Fig.4 (mute switch open, enabled); $f_{rf} = 96$ MHz (tuned to max. signal at $5 \mu\text{V}$ e.m.f.) modulated with $\Delta f = \pm 22,5$ kHz; $f_m = 1$ kHz; EMF = 0,2 mV (e.m.f. voltage at a source impedance of 75 Ω); r.m.s. noise voltage measured unweighted ($f = 300$ Hz to 20 kHz); unless otherwise specified.

PARAMETER	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Sensitivity (see Fig.3) (e.m.f. voltage) for -3 dB limiting; muting disabled	EMF	-	1,5	-	μV
for -3 dB muting	EMF	-	6	-	μV
for S/N = 26 dB	EMF	-	5,5	-	μV
Signal handling (e.m.f. voltage) for THD < 10%; $\Delta f = \pm 75$ kHz	EMF	-	200	-	mV
Signal-to-noise ratio	S/N	-	60	-	dB
Total harmonic distortion at $\Delta f = \pm 22,5$ kHz	THD	-	0,7	-	%
at $\Delta f = \pm 75$ kHz	THD	-	2,3	-	%
AM suppression of output voltage (ratio of the AM output signal referred to the FM output signal) FM signal: $f_m = 1$ kHz; $\Delta f = \pm 75$ kHz AM signal: $f_m = 1$ kHz; $m = 80\%$	AMS	-	50	-	dB
Ripple rejection ($\Delta V_P = 100$ mV; $f = 1$ kHz)	RR	-	10	-	dB
Oscillator voltage (r.m.s. value) at pin 6	$V_{6-5(rms)}$	-	250	-	mV
Variation of oscillator frequency with supply voltage ($\Delta V_P = 1$ V)	Δf_{osc}	-	60	-	kHz/V
Selectivity	S_{+300}	-	45	-	dB
	S_{-300}	-	35	-	dB
A.F.C. range	Δf_{rf}	-	± 300	-	kHz
Audio bandwidth at $\Delta V_0 = 3$ dB measured with pre-emphasis ($t = 50 \mu\text{s}$)	B	-	10	-	kHz
A.F. output voltage (r.m.s. value) at $R_L = 22$ k Ω	$V_{o(rms)}$	-	75	-	mV
Load resistance at $V_P = 4,5$ V	R_L	-	-	22	k Ω
at $V_P = 9,0$ V	R_I	-	-	47	k Ω

FM radio circuit

TDA7000



Conditions: 0 dB = 75 mV; $f_r = 96$ MHz.
 for S + N curve: $\Delta f = \pm 22,5$ kHz; $f_m = 1$ kHz.
 for THD curve: $\Delta f = + 75$ kHz; $f_m = 1$ kHz.

Notes

1. The muting system can be disabled by feeding a current of about 20 μ A into pin 1.
2. The interstation noise level can be decreased by choosing a low-value capacitor at pin 3. Silent tuning can be achieved by omitting this capacitor.

FM radio circuit

TDA7000

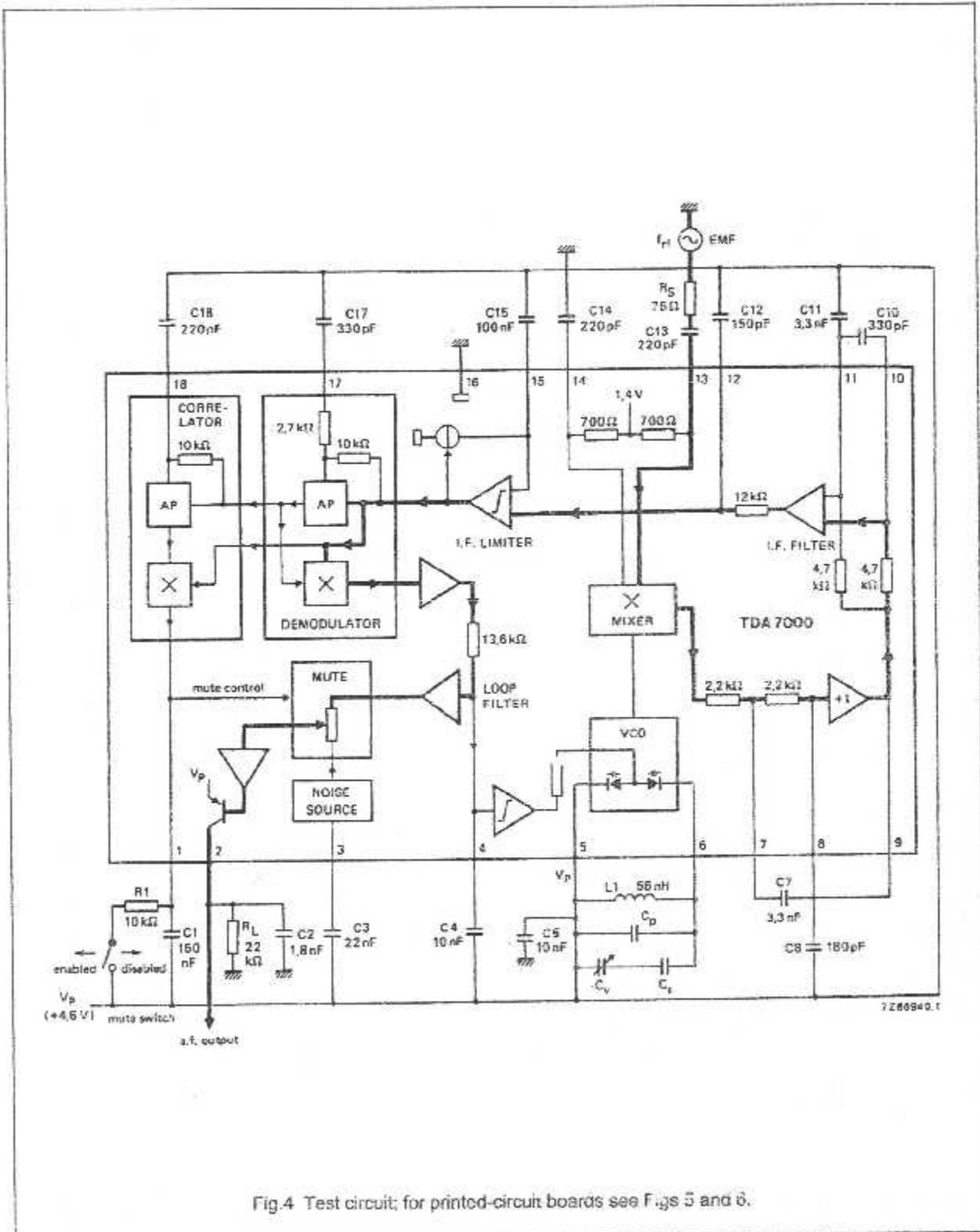
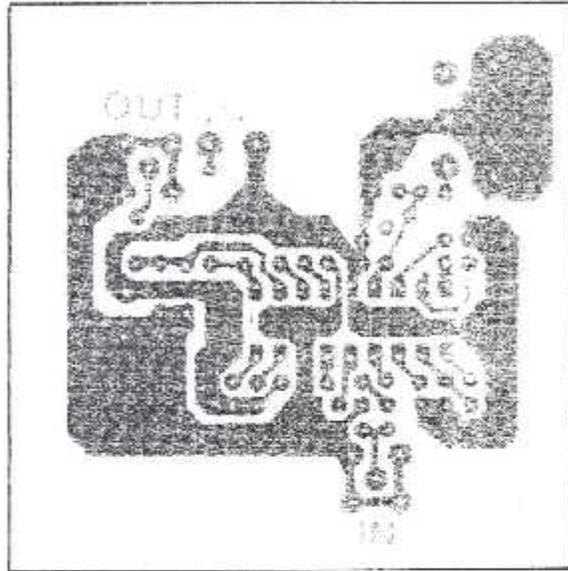


Fig.4 Test circuit; for printed-circuit boards see Figs 5 and 6.

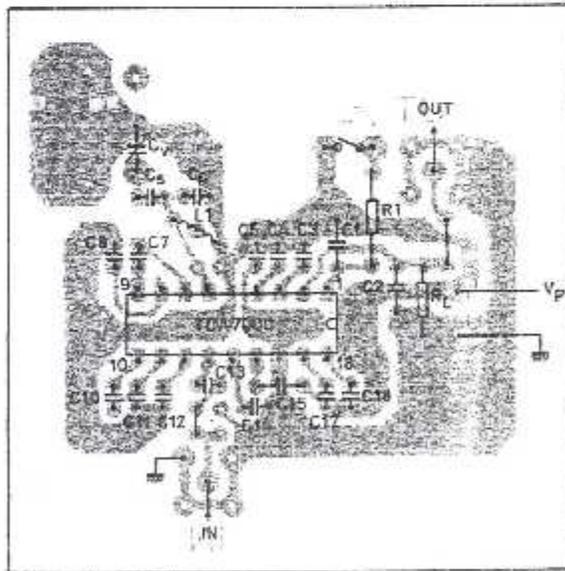
FM radio circuit

TDA7000



728628.1

Fig.5 Track side of printed-circuit board used for the circuit of Fig.4.



728627.1

Fig.6 Component side of printed-circuit board showing component layout used for the circuit of Fig.4.

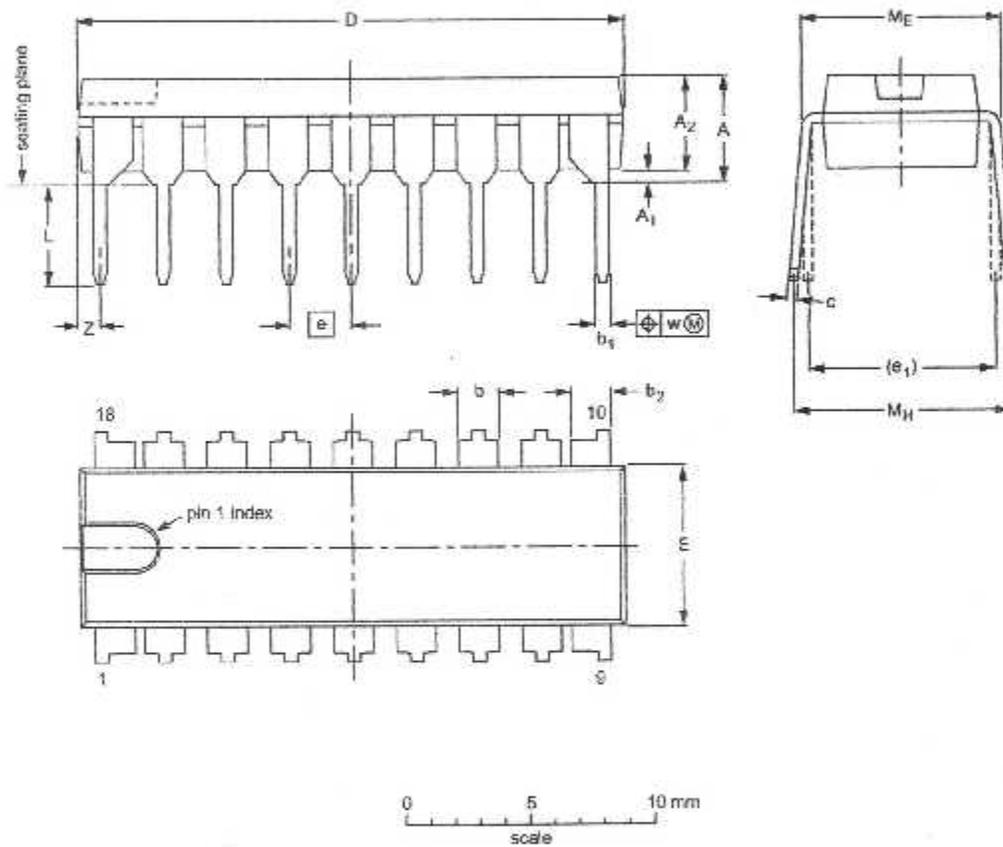
FM radio circuit

TDA7000

PACKAGE OUTLINE

DIP18: plastic dual in-line package; 18 leads (300 mil)

SOT102-1



DIMENSIONS (inch dimensions are derived from the original mm dimensions)

UNIT	A max.	A ₁ min.	A ₂ max.	b	b ₁	b ₂	c	D ⁽¹⁾	E ⁽¹⁾	e	e ₁	L	M _E	M _H	w	Z ⁽¹⁾ max.
mm	4.7	0.51	3.7	1.40 1.14	0.53 0.36	1.40 1.14	0.32 0.23	21.8 21.4	6.48 6.20	2.54	7.62	3.0 3.4	8.25 7.80	9.5 8.3	0.254	0.85
inches	0.19	0.020	0.15	0.055 0.044	0.021 0.015	0.055 0.044	0.013 0.009	0.86 0.84	0.26 0.24	0.10	0.30	0.15 0.13	0.32 0.31	0.37 0.33	0.01	0.033

Note

1. Plastic or metal protrusions of 0.25 mm maximum per side are not included.

OUTLINE VERSION	REFERENCES			EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ		
SOT102-1					95-10-14 95-01-23

FM radio circuit

TDA7000

SOLDERING**Introduction**

There is no soldering method that is ideal for all IC packages. Wave soldering is often preferred when through-hole and surface mounted components are mixed on one printed-circuit board. However, wave soldering is not always suitable for surface mounted ICs, or for printed-circuits with high population densities. In these situations reflow soldering is often used.

This text gives a very brief insight to a complex technology. A more in-depth account of soldering ICs can be found in our "IC Package Databook" (order code 9398 652 90011).

Soldering by dipping or by wave

The maximum permissible temperature of the solder is 260 °C; solder at this temperature must not be in contact with the joint for more than 5 seconds. The total contact time of successive solder waves must not exceed 5 seconds.

The device may be mounted up to the seating plane, but the temperature of the plastic body must not exceed the specified maximum storage temperature ($T_{stg\ max}$). If the printed-circuit board has been pre-heated, forced cooling may be necessary immediately after soldering to keep the temperature within the permissible limit.

Repairing soldered joints

Apply a low voltage soldering iron (less than 24 V) to the lead(s) of the package, below the seating plane or not more than 2 mm above it. If the temperature of the soldering iron bit is less than 300 °C it may remain in contact for up to 10 seconds. If the bit temperature is between 300 and 400 °C, contact may be up to 5 seconds.

DEFINITIONS

Data sheet status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application Information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.



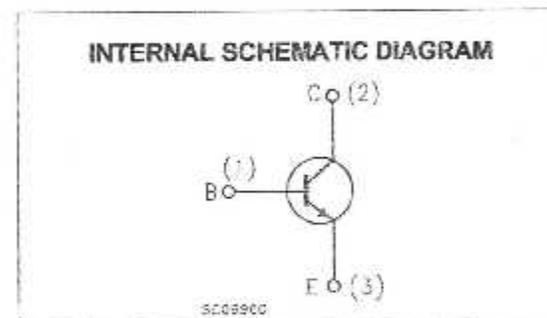
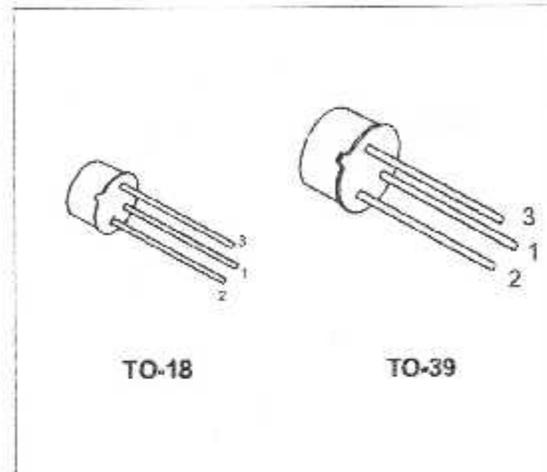
2N2219A 2N2222A

HIGH SPEED SWITCHES

PRELIMINARY DATA

DESCRIPTION

The 2N2219A and 2N2222A are silicon Planar Epitaxial NPN transistors in Jedec TO-39 (for 2N2219A) and in Jedec TO-18 (for 2N2222A) metal case. They are designed for high speed switching application at collector current up to 500mA, and feature useful current gain over a wide range of collector current, low leakage currents and low saturation voltage.



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CBO}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)	75	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$)	40	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$)	6	V
I_C	Collector Current	0.6	A
I_{CM}	Collector Peak Current ($t_1 < 5$ ms)	0.8	A
P_{TOT}	Total Dissipation at $T_{amb} \leq 25^\circ\text{C}$ for 2N2219A for 2N2222A at $T_C \leq 25^\circ\text{C}$ for 2N2219A for 2N2222A	0.8	W
		0.5	W
		3	W
		1.8	W
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to 175	$^\circ\text{C}$
T_J	Max. Operating Junction Temperature	175	$^\circ\text{C}$

THERMAL DATA

			TO-39	TO-18	
$R_{th(j-case)}$	Thermal Resistance Junction-Case	Max	50	83.3	$^{\circ}\text{C/W}$
$R_{th(j-amb)}$	Thermal Resistance Junction-Ambient	Max	187.5	300	$^{\circ}\text{C/W}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{case} = 25^{\circ}\text{C}$ unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{CBO}	Collector Cut-off Current ($I_E = 0$)	$V_{CB} = 60\text{ V}$ $V_{CB} = 60\text{ V}$ $T_j = 150^{\circ}\text{C}$			10 10	nA μA
I_{CEX}	Collector Cut-off Current ($V_{BE} = -3\text{V}$)	$V_{CE} = 60\text{ V}$			10	nA
I_{BEX}	Base Cut-off Current ($V_{BE} = -3\text{V}$)	$V_{CE} = 60\text{ V}$			20	nA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current ($I_C = 0$)	$V_{EB} = 3\text{ V}$			10	nA
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage ($I_E = 0$)	$I_C = 10\ \mu\text{A}$	75			V
$V_{(BR)CEO}^*$	Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_B = 0$)	$I_C = 10\ \text{mA}$	40			V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_C = 0$)	$I_E = 10\ \mu\text{A}$	6			V
$V_{CE(sat)}^*$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 150\ \text{mA}$ $I_B = 15\ \text{mA}$ $I_C = 500\ \text{mA}$ $I_B = 50\ \text{mA}$			0.3 1	V V
$V_{BE(sat)}^*$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 150\ \text{mA}$ $I_B = 15\ \text{mA}$ $I_C = 500\ \text{mA}$ $I_B = 50\ \text{mA}$	0.6		1.2 2	V V
h_{FE}^*	DC Current Gain	$I_C = 0.1\ \text{mA}$ $V_{CE} = 10\ \text{V}$ $I_C = 1\ \text{mA}$ $V_{CE} = 10\ \text{V}$ $I_C = 10\ \text{mA}$ $V_{CE} = 10\ \text{V}$ $I_C = 150\ \text{mA}$ $V_{CE} = 10\ \text{V}$ $I_C = 500\ \text{mA}$ $V_{CE} = 10\ \text{V}$ $I_C = 150\ \text{mA}$ $V_{CE} = 1\ \text{V}$ $I_C = 10\ \text{mA}$ $V_{CE} = 10\ \text{V}$ $T_{amb} = -55^{\circ}\text{C}$	35 50 75 100 40 50 35		300	
h_{fe}^{\dagger}	Small Signal Current Gain	$I_C = 1\ \text{mA}$ $V_{CE} = 10\ \text{V}$ $f = 1\text{KHz}$ $I_C = 10\ \text{mA}$ $V_{CE} = 10\ \text{V}$ $f = 1\text{KHz}$	50 75		300 375	
f_T	Transition Frequency	$I_C = 20\ \text{mA}$ $V_{CE} = 20\ \text{V}$ $f = 100\ \text{MHz}$		300		MHz
C_{EBO}	Emitter-Base Capacitance	$I_C = 0$ $V_{EB} = 0.5\ \text{V}$ $f = 100\text{KHz}$			25	pF
C_{CBO}	Collector-Base Capacitance	$I_E = 0$ $V_{CB} = 10\ \text{V}$ $f = 100\ \text{KHz}$			8	pF
$R_{e(hie)}$	Real Part of Input Impedance	$I_C = 20\ \text{mA}$ $V_{CE} = 20\ \text{V}$ $f = 300\text{MHz}$			60	Ω

* Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle $\leq 1\%$

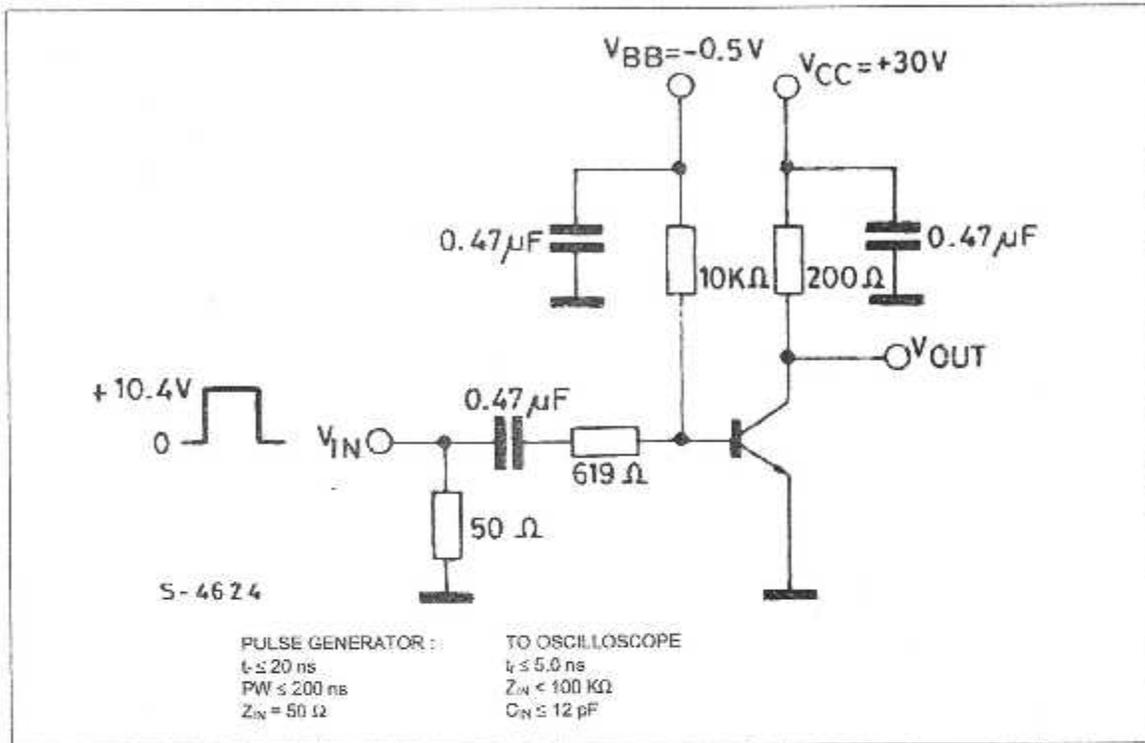
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
NF	Noise Figure	$I_C = 0.1 \text{ mA}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$ $f = 1 \text{ KHz}$ $R_g = 1 \text{ K}\Omega$		4		dB
h_{ie}	Input Impedance	$I_C = 1 \text{ mA}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$ $I_C = 10 \text{ mA}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$	2 0.25		8 1.25	$\text{k}\Omega$ $\text{k}\Omega$
h_{re}	Reverse Voltage Ratio	$I_C = 1 \text{ mA}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$ $I_C = 10 \text{ mA}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$			8 4	10^{-4} 10^{-4}
h_{oe}	Output Admittance	$I_C = 1 \text{ mA}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$ $I_C = 10 \text{ mA}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$	5 25		35 200	μS μS
$t_{d^{**}}$	Delay Time	$V_{CC} = 30 \text{ V}$ $I_C = 150 \text{ mA}$ $I_{B1} = 15 \text{ mA}$ $V_{BB} = -0.5 \text{ V}$			10	ns
t_r^{**}	Rise Time	$V_{CC} = 30 \text{ V}$ $I_C = 150 \text{ mA}$ $I_{B1} = 15 \text{ mA}$ $V_{BB} = -0.5 \text{ V}$			25	ns
t_s^{**}	Storage Time	$V_{CC} = 30 \text{ V}$ $I_C = 150 \text{ mA}$ $I_{B1} = -I_{B2} = 15 \text{ mA}$			225	ns
t_f^{**}	Fall Time	$V_{CC} = 30 \text{ V}$ $I_C = 150 \text{ mA}$ $I_{B1} = -I_{B2} = 15 \text{ mA}$			60	ns
f_{bb} , $C_{b'c}$	Feedback Time Constant	$I_C = 20 \text{ mA}$ $V_{CE} = 20 \text{ V}$ $f = 31.8 \text{ MHz}$			150	ps

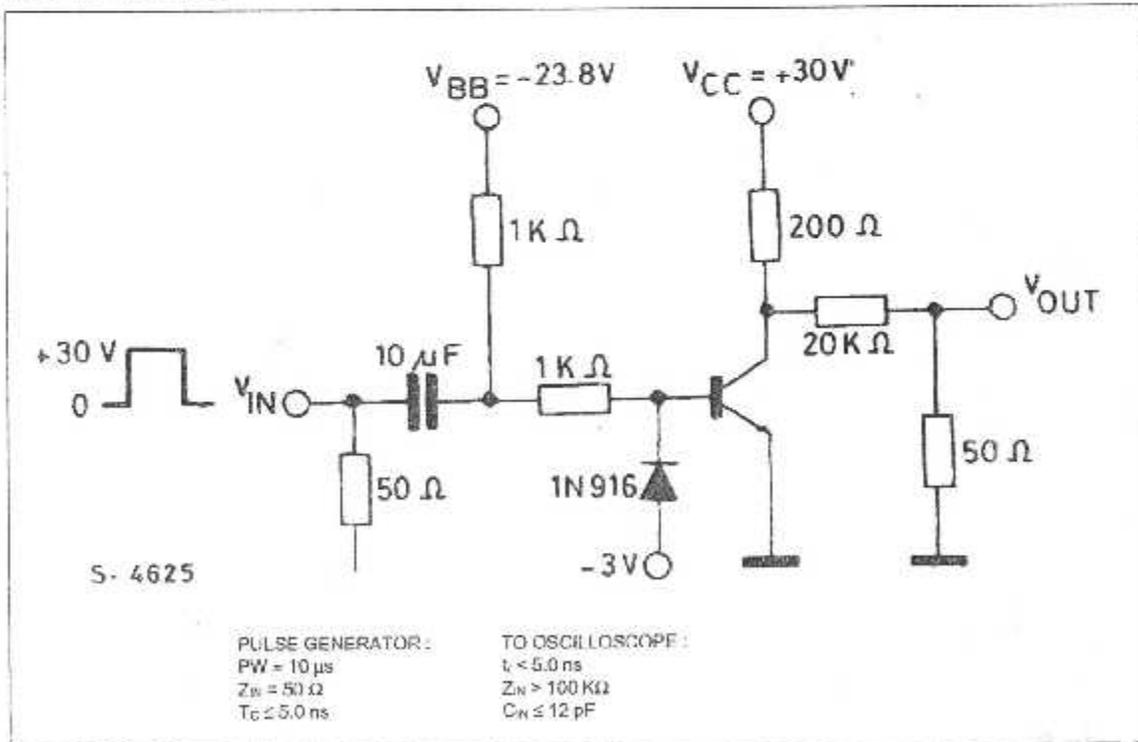
* Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle < 1 %

** See test circuit

Test Circuit for t_d , t_r

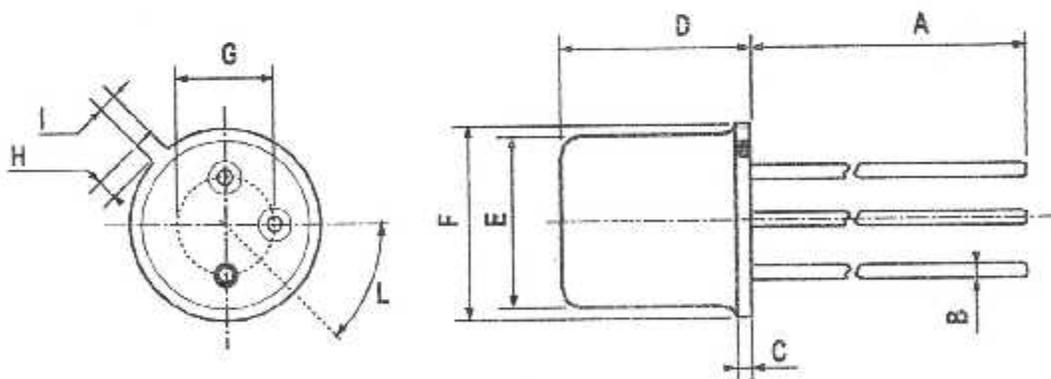


Test Circuit for t_d , t_r



TO-18 MECHANICAL DATA

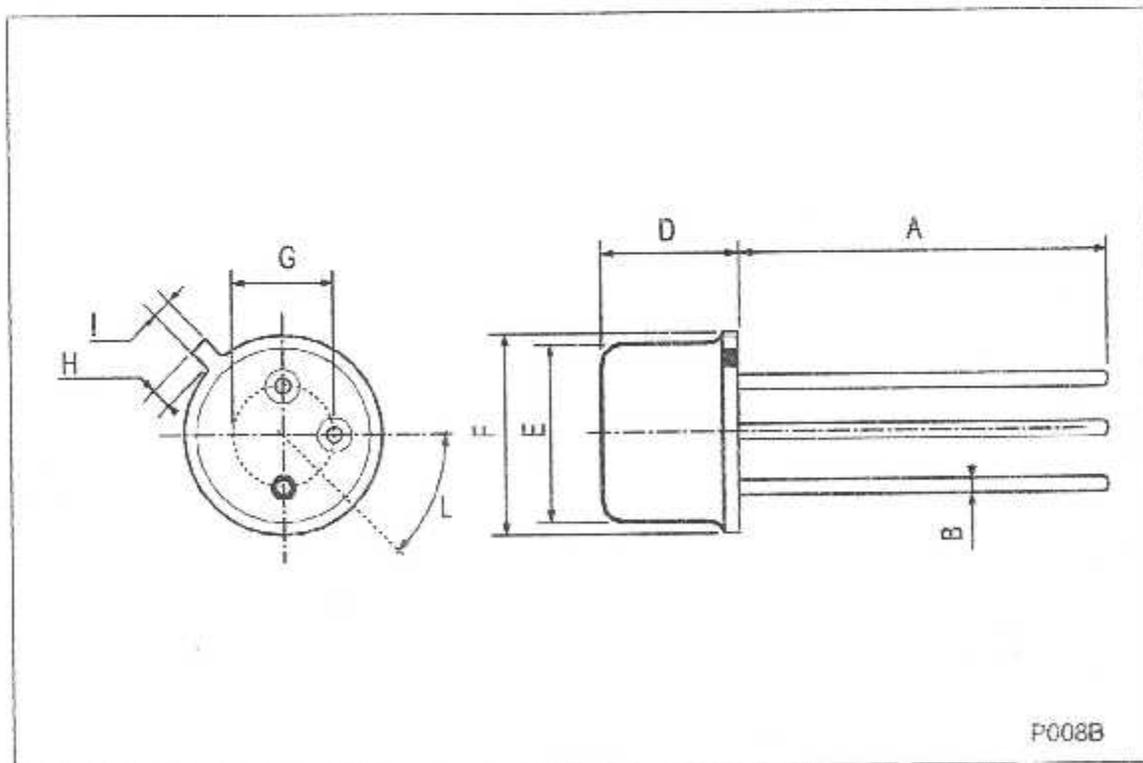
DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A		12.7			0.500	
B			0.49			0.019
D			5.3			0.208
E			4.9			0.193
F			5.8			0.228
G	2.54			0.100		
H			1.2			0.047
I			1.16			0.045
L	45°			45°		



0016043

TO-39 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	12.7			0.500		
B			0.49			0.019
D			6.6			0.260
E			8.5			0.334
F			9.4			0.370
G	5.08			0.200		
H			1.2			0.047
I			0.9			0.035
L	45° (typ.)					



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specification mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a trademark of STMicroelectronics

© 2005 STMicroelectronics - Printed in Italy - All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - Canada - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Israel - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - United States.

<http://www.st.com>

DATA SHEET



BC107; BC108; BC109 NPN general purpose transistors

Product specification

1997 Sep 03

Supersedes data of 1997 Jun 03

File under Discrete Semiconductors, SC04

NPN general purpose transistors

BC107; BC108; BC109

FEATURES

- Low current (max. 100 mA)
- Low voltage (max. 45 V).

APPLICATIONS

- General purpose switching and amplification.

DESCRIPTION

NPN transistor in a TO-18; SOT18 metal package.
PNP complement: BC177.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector, connected to the case

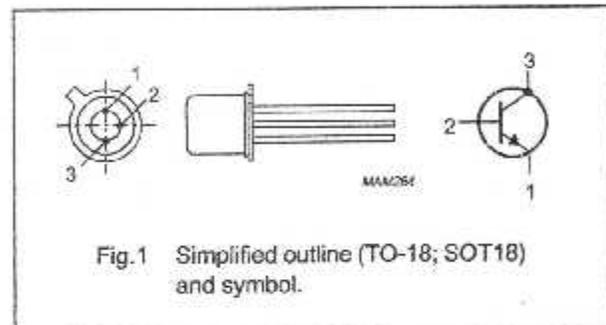


Fig.1 Simplified outline (TO-18; SOT18) and symbol.

QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter	–	50	V
	BC107		–	30	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base	–	45	V
	BC108; BC109		–	20	V
I_{CM}	peak collector current		–	200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb.} \leq 25^\circ\text{C}$	–	300	mW
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$			
	BC107		110	450	
	BC108		110	800	
f_T	transition frequency	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	200	800	
			100	–	MHz

NPN general purpose transistors

BC107; BC108; BC109

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CB0}	collector-base voltage	open emitter	-	50	V
	BC107		-	30	V
V_{CE0}	collector-emitter voltage	open base	-	45	V
	BC108; BC109		-	20	V
V_{EB0}	emitter-base voltage	open collector	-	6	V
	BC107		-	5	V
I_C	collector current (DC)		-	100	mA
I_{CM}	peak collector current		-	200	mA
I_{BM}	peak base current		-	200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ }^\circ\text{C}$	-	300	mW
T_{stg}	storage temperature		-65	+150	$^\circ\text{C}$
T_j	junction temperature		-	175	$^\circ\text{C}$
T_{amb}	operating ambient temperature		-65	+150	$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th\ j-a}$	thermal resistance from junction to ambient	note 1	0.5	K/mW
$R_{th\ j-c}$	thermal resistance from junction to case		0.2	K/mW

Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

NPN general purpose transistors

BC107; BC108; BC109

CHARACTERISTICS

$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_{CBO}	collector cut-off current	$I_E = 0; V_{CB} = 20\text{ V}$	–	–	15	nA
		$I_E = 0; V_{CB} = 20\text{ V}; T_J = 150\text{ }^\circ\text{C}$	–	–	15	μA
I_{EBO}	emitter cut-off current	$I_C = 0; V_{EB} = 5\text{ V}$	–	–	50	nA
h_{FE}	DC current gain BC107A; BC108A BC107B; BC108B; BC109B BC108C; BC109C	$I_C = 10\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}$	–	90	–	
			40	150	–	
			100	270	–	
h_{FE}	DC current gain BC107A; BC108A BC107B; BC108B; BC109B BC108C; BC109C	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$	110	180	220	
			200	290	450	
			420	520	800	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	$I_C = 10\text{ mA}; I_E = 0.5\text{ mA}$	–	90	250	mV
		$I_C = 100\text{ mA}; I_B = 5\text{ mA}$	–	200	600	mV
V_{BEsat}	base-emitter saturation voltage	$I_C = 10\text{ mA}; I_B = 0.5\text{ mA}; \text{note 1}$	–	700	–	mV
		$I_C = 100\text{ mA}; I_B = 5\text{ mA}; \text{note 1}$	–	900	–	mV
V_{BE}	base-emitter voltage	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; \text{note 2}$	550	620	700	mV
		$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; \text{note 2}$	–	–	770	mV
C_c	collector capacitance	$I_E = I_B = 0; V_{CB} = 10\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	–	2.5	6	pF
C_e	emitter capacitance	$I_C = I_C = 0; V_{EB} = 0.5\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	–	9	–	pF
f_T	transition frequency	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CB} = 5\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	100	–	–	MHz
F	noise figure BC109B; BC109C	$I_C = 200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}; R_S = 2\text{ k}\Omega;$ $f = 30\text{ Hz to }15.7\text{ kHz}$	–	–	4	dB
F	noise figure BC107A; BC108A BC107B; BC108B; BC108C BC109B; BC109C	$I_C = 200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}; R_S = 2\text{ k}\Omega;$ $f = 1\text{ kHz}; B = 200\text{ Hz}$	–	–	10	dB
			–	–	4	dB

Notes

- V_{BEsat} decreases by about 1.7 mV/K with increasing temperature.
- V_{BE} decreases by about 2 mV/K with increasing temperature.

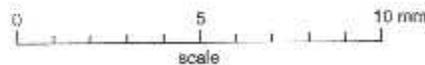
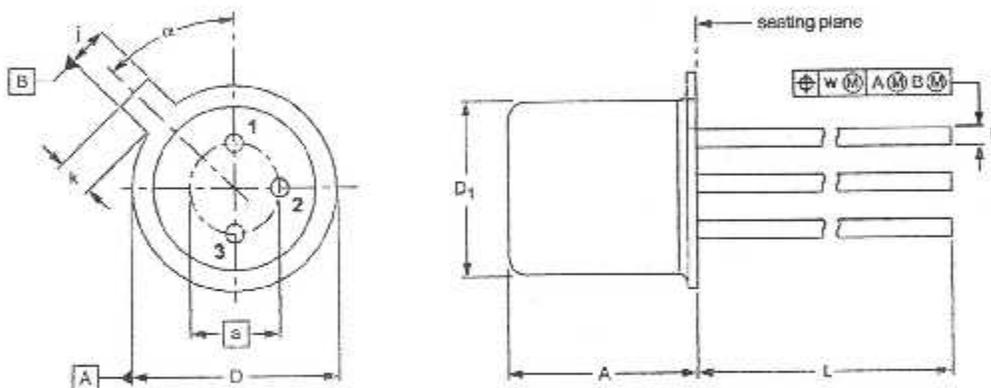
NPN general purpose transistors

BC107; BC108; BC109

PACKAGE OUTLINE

Metal-can cylindrical single-ended package; 3 leads

SOT18/13



DIMENSIONS (millimetre dimensions are derived from the original inch dimensions)

UNIT	A	a	b	D	D ₁	j	k	L	w	α
mm	5.31 4.74	2.54	0.47 0.41	5.45 5.30	4.70 4.55	1.03 0.94	1.1 0.9	15.0 12.7	0.40	45°

OUTLINE VERSION	REFERENCES			EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ		
SOT18/13	B11/CT type 2	TO-18			07.06.18

NPN general purpose transistors

BC107; BC108; BC109

DEFINITIONS

Data Sheet Status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

NPN general purpose transistors

BC107; BC108; BC109

NOTES

Philips Semiconductors – a worldwide company

Argentina: see South America

Australia: 34 Waterloo Road, NORTH RYDE, NSW 2113,
Tel. +61 2 9805 4455, Fax. +61 2 9805 4466

Austria: Computersfr. 6, A-1101 WIEN, P.O. Box 213, Tel. +43 160 1010,
Fax. +43 160 101 1210

Belarus: Hotel Minsk Business Center, Bld. 3, r. 1211, Volodarski Str. 6,
220050 MINSK, Tel. +375 172 200 733, Fax. +375 172 200 773

Belgium: see The Netherlands

Brazil: see South America

Bulgaria: Philips Bulgaria Ltd., Energoprojekt, 16th floor,
51 James Bourchier Blvd., 1407 SOFIA,
Tel. +359 2 689 211, Fax. +359 2 689 102

Canada: PHILIPS SEMICONDUCTORS/COMPONENTS,
Tel. +1 800 234 7381

China/Hong Kong: 501 Hong Kong Industrial Technology Centre,
72 Tai Chee Avenue, Kowloon Tong, HONG KONG,
Tel. +852 2319 7888, Fax. +852 2319 7700

Colombia: see South America

Czech Republic: see Austria

Denmark: Praga Boulevard 80, PB 1919, DK-2300 COPENHAGEN S,
Tel. +45 32 88 2636, Fax. +45 31 57 0044

Finland: Sinkkalintie 3, FIN-02630 ESPOO,
Tel. +358 9 615800, Fax. +358 9 61560920

France: 4 Rue du Port-aux Vins, BP317, 92156 SURESNES Cedex,
Tel. +33 1 40 99 6161, Fax. +33 1 40 99 6427

Germany: Hammerbrookstraße 69, D-20097 HAMBURG,
Tel. +49 40 23 53 60, Fax. +49 40 23 536 300

Greece: No. 15, 25th March Street, GR 17778 TAVROS/ATHENS,
Tel. +30 1 4894 339/239, Fax. +30 1 4814 240

Hungary: see Austria

India: Philips INDIA Ltd, Band Box Building, 2nd floor,
254-D, Dr. Annie Besant Road, Worli, MUMBAI 400 025,
Tel. +91 22 493 8541, Fax. +91 22 493 0966

Indonesia: see Singapore

Ireland: Newstead, Clonskeagh, DUBLIN 14,
Tel. +353 1 7640 000, Fax. +353 1 7640 200

Israel: RAPAC Electronics, 7 Kehilat Saloniki St. PO Box 18053,
TEL AVIV 61180, Tel. +972 3 845 0444, Fax. +972 3 649 1007

Italy: PHILIPS SEMICONDUCTORS, Piazza IV Novembre 3,
20124 MILANO, Tel. +39 2 8752 2531, Fax. +39 2 8752 2557

Japan: Philips Bldg 13-37, Kohnan 2-chome, Minato-ku, TOKYO 108,
Tel. +81 3 3740 5130, Fax. +81 3 3740 5077

Korea: Philips House, 260-190 Itaewon-dong, Yongsan-ku, SEOUL,
Tel. +82 2 709 1412, Fax. +82 2 709 1415

Malaysia: No. 76 Jalan Universiti, 46200 PETALING JAYA, SELANGOR,
Tel. +60 3 750 5214, Fax. +60 3 757 4980

Mexico: 5900 Gateway East, Suite 200, EL PASO, TEXAS 79905,
Tel. +9-5 800 234 7381

Middle East: see Italy

Netherlands: Postbus 90050, 5600 PB EINDHOVEN, Bldg. VB,
Tel. +31 40 27 82785, Fax. +31 40 27 88399

New Zealand: 2 Wagener Place, C.P.O. Box 1041, AUCKLAND,
Tel. +64 9 849 4160, Fax. +64 9 849 7611

Norway: Box 1, Manglerud 0612, OSLO,
Tel. +47 22 74 8000, Fax. +47 22 74 8341

Philippines: Philips Semiconductors Philippines Inc.,
106 Valero St. Salcedo Village, P.O. Box 2108 MCC, MAKATI,
Metro MANILA, Tel. +63 2 816 8380, Fax. +63 2 817 3474

Poland: Ul. Lukeka 10, PL 04-123 WARSZAWA,
Tel. +48 22 6 12 2831, Fax. +48 22 612 2327

Portugal: see Spain

Romania: see Italy

Russia: Philips Russia, Ul. Usatcheva 35A, 119048 MOSCOW,
Tel. +7 095 755 6918, Fax. +7 095 755 6919

Singapore: Lorong 1, Toa Payoh, SINGAPORE 1231,
Tel. +65 350 2538, Fax. +65 251 6500

Slovakia: see Austria

Slovenia: see Italy

South Africa: S.A. PHILIPS Pty Ltd, 195-215 Main Road Martindale,
2092 JOHANNESBURG, P.O. Box 7430, Johannesburg 2000,
Tel. +27 11 470 5911, Fax. +27 11 470 5494

South America: Rua do Roda 220, 5th floor, Suite 51,
04552-903 São Paulo, SÃO PAULO - SP, Brazil,
Tel. +55 11 821 2333, Fax. +55 11 829 1845

Spain: Balmaes 22, 08007 BARCELONA,
Tel. +34 3 301 6312, Fax. +34 3 301 4107

Sweden: Kottbygatan 7, Akalla, S-16485 STOCKHOLM,
Tel. +46 8 632 2000, Fax. +46 8 632 2745

Switzerland: Almondstrasse 140, CH-8027 ZÜRICH,
Tel. +41 1 488 2686, Fax. +41 1 481 7730

Taiwan: PHILIPS Semiconductors, 6F, No. 96, Chien Kuo N. Rd., Sec. 1,
TAIPEI, Taiwan Tel. +886 2 2134 2865, Fax. +886 2 2134 2874

Thailand: PHILIPS ELECTRONICS (THAILAND) Ltd.,
209/2 Sanpavuth-Bangna Road Prakanong, BANGKOK 10260,
Tel. +66 2 745 4090, Fax. +66 2 398 6793

Turkey: Talatpasa Cad. No. 5, 80640 GÜLTEPE/ISTANBUL,
Tel. +90 212 279 2770, Fax. +90 212 282 6707

Ukraine: PHILIPS UKRAINE, 4 Patria Lumumba str., Building B, Floor 7,
252012 KIEV, Tel. +380 44 264 2776, Fax. +380 44 268 0461

United Kingdom: Philips Semiconductors Ltd., 276 Bath Road, Hayes,
MIDDLESEX UB3 5BX, Tel. +44 181 730 5000, Fax. +44 181 754 8421

United States: 811 East Arques Avenue, SUNNYVALE, CA 94080-3409,
Tel. +1 800 234 7381

Uruguay: see South America

Vietnam: see Singapore

Yugoslavia: PHILIPS, Trg N. Pasica 5V, 11000 BEOGRAD,
Tel. +381 11 625 344, Fax. +381 11 635 777

For all other countries apply to: Philips Semiconductors, Marketing & Sales Communications,
Building BE-p, P.O. Box 218, 5600 MD EINDHOVEN, The Netherlands, Fax. +31 40 27 24825

Internet: <http://www.semiconductors.philips.com>

© Philips Electronics N.V. 1997

SCA55

All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner.

The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice. No liability will be accepted by the publisher for any consequence of its use. Publication thereof does not convey nor imply any license under patent- or other industrial or intellectual property rights.

Printed in The Netherlands

11704/00/94/008

Date of release: 1997 Sep 03

Document order number: 9337750 02817

Let's make things better.

Philips
Semiconductors



PHILIPS

PREPARATION DU CIRCUIT IMPRIME / PRINTED CIRCUIT ARTWORK

ENTRAXE ENTRE UNE PASTILLE ET UN CONDUCTEUR (ECH. 1)
CENTRE-TO-CENTRE SPACING BETWEEN PAD AND CONDUCTOR (SCALE 1)

Diamètre des pastilles - Pads diameter	Largeur conducteur - Conductor width					
	0,38	0,5	0,8	1,4	2	2,6
1,45	1,27					
1,6	1,605	1,905	1,905	1,905	2,54	2,54
2	1,905	1,905	1,905	2,54	2,54	3,175
2,4	1,905	1,905	2,54	2,54	3,175	3,175
2,6	2,54	2,54	2,54	2,54	3,175	3,175
3,2	2,54	2,54	2,54	3,175	3,175	3,81
3,6	2,54	2,54	3,175	3,175	3,81	3,81
4	3,175	3,175	3,175	3,175	3,81	3,81
4,4	3,175	3,175	3,175	3,81	3,81	4,445
4,8	3,175	3,175	3,81	3,81	3,81	4,445
5,2	3,81	3,81	3,81	3,81	4,445	4,445
5,9	3,81	3,81	3,81	4,445	4,445	5,08
6,3	3,81	3,81	4,445	4,445	5,08	5,08
6,5	4,445	4,445	4,445	4,445	5,08	5,08
6,7	4,445	4,445	4,445	5,08	5,08	5,08
6,9	4,445	4,445	4,445	5,08	5,08	5,715
7,4	4,445	4,445	5,08	5,08	5,715	5,715
7,6	4,445	5,08	5,08	5,08	5,715	5,715
8,3	5,08	5,08	5,08	5,715	5,715	6,35
8,9	5,08	5,715	5,715	6,35	6,35	6,35
9,4	5,715	5,715	5,715	6,35	6,35	6,985
9,6	5,715	6,35	6,35	6,35	6,35	6,985
10,8	6,35	6,35	6,35	6,985	6,985	7,62
10,9	6,35	6,35	6,35	6,985	6,985	7,62
11,4	6,35	6,35	6,985	6,985	7,62	7,62
12,9	6,985	6,985	7,62	7,62	8,255	8,255
12,9	7,62	7,62	7,62	7,62	8,255	8,255
13,4	7,62	7,62	7,62	8,255	8,255	8,9
15,4	8,9	8,9	8,9	8,9	9,525	9,525

Isolément ≥ 0,4 mm - Isolation ≥ 0,4 mm

ENTRAXE ENTRE PASTILLES (ECH. 1)
CENTRE-TO-CENTRE SPACING BETWEEN PADS (SCALE 1)

Ø pastille pad	1,6	2	2,4	2,6	3,2	3,6	4	4,4
1,6	2,54							
2	2,54	2,54						
2,4	2,54	3,175	3,175					
2,6	3,175	3,175	3,175	3,81				
3,2	3,175	3,175	3,81	3,81	3,81			
3,6	3,175	3,81	3,81	3,81	3,81	4,445		
4	3,81	3,81	3,81	3,81	4,445	4,445	4,445	
4,4	3,81	3,81	3,81	4,445	4,445	4,445	5,08	5,08

Isolément ≥ 0,4 mm - Isolation ≥ 0,4 mm

ENTRAXE ENTRE UN TROU À FONCTION ÉLECTRIQUE ET UN CONDUCTEUR (ECH. 1)
CENTRE-TO-CENTRE SPACING BETWEEN A LIVE HOLE AND A CONDUCTOR (SCALE 1)

Largeur conducteur - Conductor width	Diamètre nominal - Nominal diameter							
	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
0,36	1,27	1,27	1,905	1,905	1,905	1,905	1,905	1,905
0,5	1,27	1,905	1,905	1,905	1,905	1,905	1,905	2,54
0,8	1,905	1,905	1,905	1,905	1,905	1,905	2,54	2,54
1,4	1,905	1,905	1,905	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54
2	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54	3,175	3,175
2,6	2,54	2,54	2,54	3,175	3,175	3,175	3,175	3,175

Isolément ≥ 0,67 mm - Isolation ≥ 0,67 mm

ENTRAXE ENTRE UN TROU À FONCTION MÉCANIQUE ET UN CONDUCTEUR (ECH. 1)
CENTRE-TO-CENTRE SPACING BETWEEN A DEAD HOLE AND A CONDUCTOR (SCALE 1)

Largeur conducteur - Conductor width	Diamètre nominal - Nominal diameter						
	2,4	3	3,5	4,5	5,5	6,5	
0,36	2,54	2,54	3,175	3,81	3,81	4,445	
0,5	2,54	2,54	3,175	3,81	3,81	4,445	
0,8	2,54	3,175	3,175	3,81	4,445	4,445	
1,4	3,175	3,175	3,81	3,81	4,445	5,08	
2	3,175	3,81	3,81	4,445	5,08	5,08	
2,6	3,81	3,81	4,445	4,445	5,08	5,715	

Isolément ≥ 0,8 mm - Isolation ≥ 0,8 mm

ENTRAXE ENTRE CONDUCTEURS (ECH. 1)
CENTRE-TO-CENTRE SPACING OF CONDUCTORS (SCALE 1)

Largeur conducteur - Conductor width	0,36	0,5	0,8	1,4	2	2,6
0,36	1,27					
0,5	1,27	1,27				
0,8	1,27	1,27	1,27			
1,4	1,905	1,905	1,905	1,905		
2	1,905	1,905	1,905	2,54	2,54	
2,6	1,905	2,54	2,54	2,54	3,175	3,175

Isolément ≥ 0,4 mm - Isolation ≥ 0,4 mm

INTENSITÉ (A) ADMISSIBLE DANS UN CONDUCTEUR
ADMISSIBLE CURRENT (A) THROUGH A CONDUCTOR

	Largeur conducteur en mm - Conductor width in mm									
	0,36	0,4	0,72	1,14	1,78	2,5	3,5	4,5	5,8	7,1
Cu 35 μ			0,36	0,60	0,90	1,3	1,75	2,2	2,9	3,5
Cu 70 μ										
ΔT° - 10°C	0,9	1	1,8	2,7	3,7	4,7	5,7	7	7	9,1
ΔT° - 20°C	1,2	1,3	2,7	3,8	5,2	6,8	8,3	9,7	11,2	13
ΔT° - 30°C	1,8	1,9	3,3	4,6	5,2	6,2	10,5	12	14	15,1

ÉCARTEMENT DES CONDUCTEURS EN FONCTION DE L'UTILISATION (ECH. 1)
SPACING BETWEEN CONDUCTORS IN FUNCTION OF USE (SCALE 1)

Couches externes - External layers		Couches internes - Internal layers	
de 0 à 3000 m	> 3000 m	tous les circuits - All levels	
5 V à 30 V	0,35 m/m	0 V à 50 V	0,625 m/m
31 V à 50 V	0,444 m/m	51 V à 100 V	1,587 m/m
51 V à 150 V	0,635 m/m	101 V à 170 V	3,175 m/m
151 V à 210 V	1,27 m/m	171 V à 250 V	6,35 m/m
201 V à 300 V	2,54 m/m	251 V à 300 V	12,7 m/m
> 300 V : 0,025 mm/V	> 300 V : 0,025 mm/V	> 500 V : 0,013 mm/V	> 500 V : 0,013 mm/V

PASTILLES PADS



Plusieurs formes de pastilles sont mises à votre disposition.

Les pastilles pleines sont utilisées pour la réalisation des vernis épargne, chaque pastille est accompagnée de 2 croix de centrage correspondant à la grille de précision afin d'obtenir un positionnement très précis. Les pastilles carrées sont utilisées pour gagner de la surface de cuivre.

Several types of pads are available.

Full pads are used to produce the solder masks, each pad comprising two fine alignment crosses for perfect positioning.

Square pads are used in places where large areas of copper are to be protected.



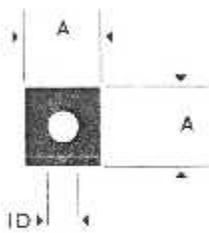
Ref.	N	OD		ID		Ref.	N	OD		ID	
		mm	in.	mm	in.			mm	in.	mm	in.
2111001	800	1,27	.050	0,38	.015	2112362	600	5,99	.236	1,19	.047
2111002	800	1,57	.062	0,51	.020	2112053	600	6,10	.240	1,02	.040
2111003	800	1,91	.075	0,51	.020	2112054	600	6,10	.240	2,03	.080
2111004	800	1,91	.075	0,79	.031	2112055	600	6,35	.250	0,63	.020
2111005	800	2,03	.080	0,79	.031	2112056	600	6,35	.250	0,79	.031
2111006	800	2,23	.088	0,79	.031	2112057	600	6,35	.250	1,02	.040
2111007	800	2,36	.093	0,79	.031	2112058	600	6,35	.250	1,27	.050
2111008	800	2,54	.100	0,51	.020	2112059	600	6,35	.250	1,57	.062
2111009	800	2,54	.100	0,79	.031	2112060	600	6,35	.250	2,03	.080
2111010	800	2,54	.100	1,02	.040	2113064	520	7,14	.281	1,17	.046
2111011	800	2,54	.100	1,27	.050	2113065	520	7,14	.281	1,57	.062
2111012	800	2,54	.100	1,57	.062	2113066	520	7,62	.300	0,79	.031
2111013	800	2,84	.112	0,79	.031	2113067	520	7,62	.300	1,02	.040
2111014	800	3	.118	0,79	.031	2113068	520	7,62	.300	1,27	.050
2111015	800	3	.118	0,99	.039	2113069	520	7,62	.300	1,57	.062
2111016	800	3	.118	1,19	.047	2113070	520	7,62	.300	2,03	.080
2111017	800	3,17	.125	0,63	.025	2113072	520	7,92	.312	0,79	.031
2111018	800	3,17	.125	0,79	.031	2113073	520	7,92	.312	1,27	.050
2111019	800	3,17	.125	1,02	.040	2113074	520	7,92	.312	1,57	.062
2111020	800	3,17	.125	1,27	.050	2113077	520	8	.316	2,03	.080
2111021	800	3,17	.125	1,57	.062	2113078	520	8,13	.320	3,17	.125
2112022	600	3,56	.140	0,79	.031	2113079	520	8,71	.340	1,07	.042
2112023	600	3,56	.140	1,57	.062	2113080	520	8,89	.350	1,57	.062
2112024	600	3,81	.150	0,79	.031	2112084	440	9,52	.375	1,57	.062
2112025	600	3,81	.150	1,02	.040	2112085	440	9,52	.375	2,03	.080
2112026	600	3,81	.150	1,57	.062	2112089	440	9,52	.375	4,74	.187
2112028	500	3,96	.156	0,79	.031	2114090	440	10,16	.400	0,79	.031
2112029	600	3,96	.156	1,57	.062	2114091	440	10,16	.400	1,02	.040
2112331	600	3,99	.157	0,99	.039	2114092	440	10,16	.400	1,27	.050
2112030	600	4,00	.158	1,20	.047	2114093	440	10,16	.400	1,57	.062
2112031	600	4,06	.160	0,79	.031	2114094	440	10,16	.400	2,03	.080
2112032	600	4,06	.160	1,57	.062	2114096	440	10,16	.400	2,54	.100
2112033	600	4,32	.170	1,57	.062	2114099	440	11,10	.437	1,57	.062
2112034	600	4,45	.175	1,02	.040	2114102	440	11,10	.437	3,17	.125
2112035	600	4,75	.187	0,79	.031	2111103	400	12,07	.475	1,57	.062
2112036	600	4,75	.187	1,02	.040	2111104	400	12,07	.475	2,54	.100
2112037	600	4,75	.187	1,57	.062	2111105	400	12,70	.500	0,63	.025
2112038	600	4,75	.187	2,03	.080	2111106	400	12,70	.500	1,27	.050
2112039	600	5,08	.200	0,63	.025	2111107	400	12,70	.500	1,57	.062
2112040	600	5,08	.200	0,79	.031	2111108	400	12,70	.500	2,03	.080
2112041	600	5,08	.200	1,02	.040	2111109	400	12,70	.500	2,36	.093
2112042	600	5,08	.200	1,27	.050	2111110	400	12,70	.500	2,54	.100
2112043	600	5,08	.200	1,57	.062	2111112	400	12,70	.500	3,96	.156
2112044	600	5,38	.200	2,03	.080	2111114	400	13,41	.530	1,57	.062
2112047	600	5,28	.208	1,75	.062	2111117	360	15,24	.600	1,57	.062
2112048	600	5,54	.218	1,02	.040	2111118	360	15,24	.600	2,54	.100
2112049	600	5,54	.218	1,57	.062	2111119	360	15,87	.625	1,67	.062
2112050	600	5,59	.220	1,20	.047	2115127	320	16,51	.650	2,54	.100
2112051	600	5,59	.220	2,03	.080	2116128	280	20,32	.800	2,54	.100
2112052	600	5,84	.230	1,57	.062	2117130	120	25,4	1,000	1,57	.062

PASTILLES / PADS

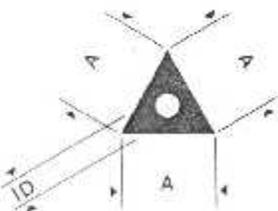


Ref	N	OD	
		mm	inch.
2111521	800	1,27	.050
2111522	800	1,40	.055
2111136	800	1,57	.062
2111137	800	1,90	.075
2111523	800	2,03	.080
2111138	800	2,23	.088
2111140	800	2,54	.100
2111141	800	2,84	.112
2111142	800	3,17	.125
2112363	800	3,58	.140
2112364	800	3,81	.150
2112143	600	3,98	.158
2112365	800	4,06	.160
2112366	800	4,24	.167
2112144	600	4,45	.175
2112367	800	4,57	.180
2112368	800	4,75	.187
2112146	600	5,08	.200
2112147	600	5,54	.218
2112148	600	6,35	.250
2113150	520	7,92	.312
2114152	440	10,16	.218

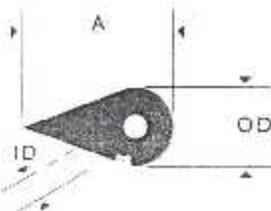
Avec croix de centrage
With alignment cross



Ref.	N	A		ID	
		mm	inch.	mm	inch.
2112061	800	2,03	.080	0,79	.031
2112062	800	2,36	.093	0,79	.031
2111161	800	2,54	.100	0,83	.025
2112168	800	2,79	.110	0,79	.031
2111162	800	3,17	.125	0,83	.025
2112167	800	3,81	.150	0,79	.031
2112168	800	4,57	.180	1,02	.040
2112163	600	4,75	.187	1,02	.040
2112164	600	5,08	.200	2,03	.080
2112169	760	6,10	.240	2,03	.080
2112165	600	6,35	.250	1,57	.062
2113169	520	7,62	.300	2,03	.080
2113168	520	7,92	.312	3,17	.125

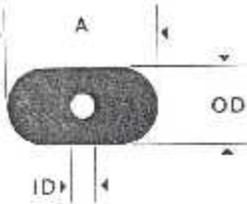


Réf.	N	A		ID	
		mm	in.	mm	in.
2112172	600	4,75	.187	1,57	.062

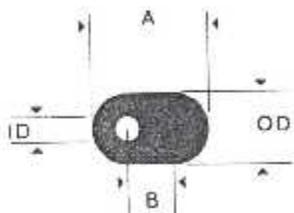


Réf.	N	OD		ID		A	
		mm	in.	mm	in.	mm	in.
2111178	800	2,54	.100	0,79	.031	5,23	.206
2111179	800	3,17	.125	0,79	.031	6,35	.250
2112180	600	3,81	.150	0,79	.031	6,35	.250
2116181	600	5,08	.200	1,57	.062	7,62	.300
2116182	600	6,35	.250	1,57	.062	10,16	.400

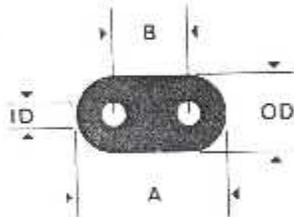
PASTILLES / PADS



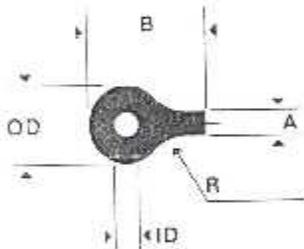
Ref.	N	OD		A		ID	
		mm	in.	mm	in.	mm	in.
2111190	800	2,54	.100	5,08	.200	0,79	.031
2112191	600	3,68	.145	6,22	.245	2,36	.093
2112192	600	5,08	.200	10,16	.400	2,36	.093



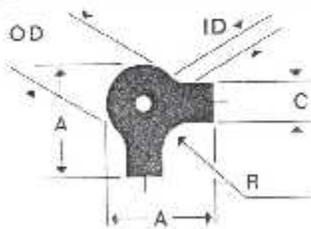
Ref.	N	OD		A		B		ID	
		mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.
2111198	800	2,54	.100	5,08	.200	2,54	.100	0,79	.031
2111199	800	3,17	.125	4,40	.175	1,27	.050	0,79	.031
2112202	600	3,81	.150	5,08	.200	1,27	.050	1,02	.040
2112206	600	5,08	.200	7,62	.300	2,54	.100	0,79	.031
2112207	600	5,08	.200	7,62	.300	2,54	.100	1,57	.062



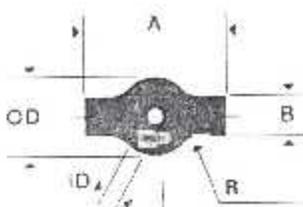
Ref.	N	OD		A		B		ID	
		mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.
2111238	800	2,54	.100	5,08	.200	2,54	.100	0,79	.031
2111239	800	2,54	.100	7,62	.300	5,08	.200	0,79	.031
2116240	800	3,17	.125	5,71	.225	2,54	.100	0,79	.031
2114241	600	3,81	.150	8,89	.350	5,08	.200	1,27	.050
2114243	600	5,08	.200	10,16	.400	5,08	.200	1,57	.062
2114244	600	6,35	.250	12,70	.500	6,35	.250	1,57	.062
2114247	600	6,35	.250	16,51	.650	10,16	.400	1,57	.062



Ref.	N	OD		A		ID		B		R	
		mm	in.								
2111329	800	2,54	.100	0,79	.031	0,79	.031	3,96	.156	1,57	.062
2111330	800	3,17	.125	0,79	.031	0,79	.031	4,75	.187	1,57	.062
2111331	800	3,17	.125	1,27	.050	0,79	.031	4,75	.187	1,57	.062
2112336	600	5,08	.200	1,57	.062	1,57	.062	7,92	.312	3,17	.125
2112337	600	5,08	.200	2,54	.100	1,57	.062	7,92	.312	3,17	.125



Ref.	N	OD		ID		C		A		R	
		mm	in.								
2114350	440	5,08	.200	1,02	.040	2,54	.100	7,28	.287	1,78	.070
2114352	440	6,35	.250	1,57	.062	1,57	.062	9,52	.375	3,17	.125



Ref.	N	OD		ID		B		A		R	
		mm	in.								
2114356	600	5,08	.200	1,02	.040	2,54	.100	9,52	.375	1,78	.070

Bibliographie

- ☞ [1] P.G.Fontolliet, systèmes de télécommunications bases de transmission, 1983.
- ☞ [2] D. Bensoussan, Emetteurs et récepteurs, dunod, 1981.
- ☞ [3] électronique pratique, N194, Juin-Juillet 1996.
- ☞ [4] électronique pratique, N183, Juillet -août 1994.
- ☞ [5] électronique application, N37, août -septembre 1984.
- ☞ [6] F.Huré les transistors technique et pratique des radiorécepteurs et amplificateurs basses fréquences, 1975.
- ☞ [7] Joseph.J.Carr, secret of RF circuit design, TAB BOOK 1991.
- ☞ [8] laib.A.AZIZ, réalisation des circuits imprimés ; EMP, FEVRIER 1998.
- ☞ [9] Mecanorma Electronic, Equipement Pour Circuits Imprimés ; Edition Primelec.
- ☞ [10] <http://www.semiconductors.philips.com>
- ☞ [11] <http://www.st.com>
- ☞ [12] <http://www.national.com>

Résumé

La transmission de la parole est un désir naturel de l'homme, mais il faut les découvertes du XIX^{ème} siècle, les phénomènes et les lois de l'électromagnétisme pour que la voix humaine puisse être convertie, transmise et reproduite à distance.

Dans le cadre de ce projet de fin d'études, on a essayé de faire description générale du système émetteur/récepteur (AM et FM) dans le domaine de la télécommunication (transmission de la voix humaine) avec une simple réalisation pratique d'un émetteur/récepteur FM; pour cela on a adopté le plan de travail suivant :

1. Le premier chapitre est consacré sur l'étude théorique de la modulation (principe, types) suivie par quelques unités électroniques comme l'amplificateur, l'oscillateur et les filtres, l'émetteur/récepteur direct (AM et FM) et hétérodynisme... etc.
2. L'étude électronique de l'émetteur direct FM est l'objet du deuxième chapitre.
3. Dans le troisième chapitre on aborde l'étude du récepteur FM (ICM 7000) unique pour Philips de fréquence intermédiaire de 70 MHz au lieu de 10,7 MHz standard.
4. Le but principal de notre étude est la réalisation pratique d'un émetteur/récepteur FM fera le quatrième chapitre.

En fin, on termine par une conclusion élaborée notre travail.

Summary

The transmission of the word is one wish is natural of the man, but we needed the XIXth century discoveries on the phenomena and the laws of electromagnetism so that the human voice can be suitably transmitted and reproduced his distance.

Within the framework of this project of end of studies, there is essay to make general description of the system emitter/receptor (AM and FM) in the field of Telecommunication (transmission of the human voice) with a simple practical realization of an emitter/receptor FM; for that one I adopte the schemes of following work:

1. The first chapter is devoted on the theoretical study of the modulation (principle, types) followed by a few electronic units like the amplifier, the oscillator and the filters, the direct emitter/receptor (AM and FM) and heterodyne receiver... etc.
2. The electronic study of the direct transmitter FM will be covered in the second chapter.
3. In the third chapter one approaches the study of the single receiver FM (ICM 7000) for intermediate Philips of frequency of 70 MHz instead of 10,7 MHz standard.
4. Buts principal of our study is practical realization of an emitter/receptor FM will make the fourth chapter.

In end, one completes by an elaborate conclusion our work.

الخلاصة

إن من desires الطبيعية للإنسان هي الرغبة في نقل الكلام والتمتع به عن بعد، ولكن هذا يتطلب اكتشافات القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين.

في إطار هذا المشروع من أجل الدراسة العامة لنظام الإرسال والاستقبال (AM و FM) في مجال الاتصالات (نقل الصوت البشري) مع

تطبيق بسيط عملي لنظام الإرسال والاستقبال FM؛ لذلك تم اختيار الخطة التالية:

1. يخصص الفصل الأول على الدراسة النظرية للمodulation (مبدأ، أنواع) يليها بعض الوحدات الإلكترونية مثل المضخم، المذبذب، والمرشحات، الإرسال/الاستقبال المباشر (AM و FM) و heterodyne receiver... etc.

2. دراسة الإلكترونيات للإرسال المباشر FM هي موضوع الفصل الثاني.

3. في الفصل الثالث نقترب من دراسة المستقبِل FM (ICM 7000) ل Philips بتردد وسيط 70 MHz بدلاً من 10,7 MHz القياسي.

4. الهدف الرئيسي من دراستنا هو التطبيق العملي لنظام الإرسال/الاستقبال FM في الفصل الرابع.

في النهاية، نختتم العمل بخاتمة مفصلة.