

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen

كلية التكنولوجيا

Faculté de Technologie

Département de Génie Electrique et Electronique (GEE)

Filière : Electronique



MASTER INSTRUMENTATIONS

PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté par : YAHLALI AMINA & AMARA AMINA

Intitulé du Sujet

Etude et Réalisation d'un détecteur Radio-fréquence

Soutenu le 01/07/ 2018, devant le jury composé de :

M ^r HAMDOUNE ABDELKADER	Grade Professeur	Univ. Tlemcen	Président
M ^r HACHIM ABDELLAH	Grade M.A.A	Univ. Tlemcen	Examineur
M ^r BELAID ALI	Grade M.A.A	Univ. Tlemcen	Encadreur

Année Universitaire 2017-2018

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Allah le tout puissant pour la volonté, le courage, et la santé qu'il nous a données durant toutes ces années d'études.

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier et d'adresser toute notre gratitude à notre encadreur Monsieur *Belaid Ali* Maître assistant classe A de l'université de Tlemcen, pour ses Conseils et Remarques avisés et son Attention. Merci pour votre soutien au quotidien.

C'est un honneur pour nous d'avoir le Professeur *Hamdoune Abdelkader* de l'université de Tlemcen, dans la composante de notre jury en qualité de président. Nous ne saurons lui exprimer à travers ces quelques lignes notre sincère reconnaissance.

Nos vifs remerciements vont aussi au Monsieur *Hachim Abdellah* Maître assistant classe A de l'université de Tlemcen, pour nous avoir fait l'honneur d'apprécier et d'examiner notre travail.

Nos remerciements à tous nos enseignants du Département de Génie électrique et électronique de l'Université de Tlemcen.

Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidés et soutenus de près ou de loin.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements pour *Meguenni Mohammed* qui travaille dans le magasin d'électronique pour son aide, son soutien au quotidien et sa qualité humaine.

Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidés et soutenus de près ou de loin.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A ma mère, ma raison d'être, ma raison de vivre, la lanterne qui éclaire mon chemin et m'illumine de douceur et d'amour.

A mon père, en signe d'amour, de reconnaissance et de gratitude pour tous les soutiens et les sacrifices dont il a fait preuve à mon égard.

A mes tantes Houaria et Lila qui m'ont bien aidé et soutenu le long de cette année. Aucun mot ne pourra décrire vos dévouements et vos sacrifices.

A ma chère sœur Aya et mon cher frère Amar.

Avec toute ma tendresse à mes chères tantes, oncles maternels et mes chères cousines Hadjer, Marwa et mes cousins.

A mes chers oncles qui sont toujours dans nos cœurs malgré la distance qui nous sépare.

A mes amis Asma, Zineb, Faiza, Houcine, Lotfi et à tous mes amis en témoignage de l'amitié sincère qui nous a liées et des bons moments passés ensemble.

A tous les professeurs du département de Génie électrique et électronique.

Yahlali Amina

Dédicace :

Je dédie cet humble travail à mon père,

Et à ma mère, qui m'a donné de l'affection et de l'amour

Je leur dis: Toi et toi m'avez donné la vie et l'espoir et l'émergence

d'une passion pour la connaissance

Mes frères et sœurs toute ma famille

Je dédie ce travail également :

A tous mes collègues et amis de l'université.

A mon binôme Yahlali Amina (Tlemcen)

Qui m'a toujours la plus chère

À tous ceux qui m'ont appris des personnages

Je dédie cette humble recherche au Seigneur

Tout-puissant pour trouver l'acceptation et le succès

A tous ceux qui me sont chers.

AMARA AMINA

Sommaire

<i>Introduction Générale</i>	11
------------------------------------	-----------

Chapitre I: Généralité sur les ondes électromagnétiques

<i>I.1 Introduction.....</i>	13
<i>I. 2.Généralités sur les ondes électromagnétiques</i>	13
I.2.1.Historique.....	13
I.2.2. Définition d'onde électromagnétique.....	13
I.2.2.1. Définition 1	13
I.2.2.2.Définition 2	13
I.2.3.Sources d'ondes électromagnétiques.....	14
I.2.3.1. Les sources naturelles	14
I.2.3.2.Les sources artificielles.....	14
I.2.4.Émission.....	14
I.2.5.Description.....	14
I.2.6.Rayonnements électromagnétiques.....	15
I.2.7.Spectre visible	16
I.2.8.Longueur d'onde et fréquence	16
I.2.9.Nombre d'onde	16
I.2.10.Propriétés d'une onde électromagnétique.....	16
I.2.10.1.Polarisation	16
I.2.10.2.Comportement ondulatoire	17
I.2.10.3.Dualité onde-corpuscule	19
I.2.11. Champ électrique	20
I.2.12.Champ magnétique	20
I.2.13.L'électromagnétisme.....	20
I.2.14.Exemples d'ondes électromagnétiques	20
I.2.15.Aperçue sur les ondes radios.....	21
I.2.15.1.Radioélectricité	21
I.2.15.2. Détecteur des ondes RADIOS.....	22
<i>I.3.Conclusion.....</i>	23

Chapitre II: Etude théorique des différents étages

<i>II.1.Introduction.....</i>	25
<i>II.2. Schéma synoptique.....</i>	25

<i>II.3. Fonctionnement du montage</i>	25
<i>II.4. Étude théorique des différents étages</i>	26
II.4.1. Amplificateurs à transistors bipolaires	26
II.4.1.1. Amplificateurs émetteur commun (EC).....	27
II.4.2. Etage de détection.....	31
II.4.2.1. Filtre passe bas.....	31
II.4.2.2. Détecteur de crete	31
II.4.3. Amplificateurs Opérationnels.....	33
II.4.3.1. Définition.....	33
II.4.3.2. Contre réaction	35
II.4.3.3. quelques montages de base d'amplificateur opérationnel	36
II.4.4. LM324	40
II.4.5. Etage de modulation	41
II.4.5.1. Oscillateur contrôlé en tension	41
<i>II.5. Conclusion</i>	42

Chapitre III: Réalisation Pratique

<i>III.1. Introduction</i>	44
<i>III.2. Schéma électrique du détecteur</i>	44
<i>III.3. Principe de fonctionnement du détecteur</i>	44
<i>III.4. Réalisation du circuit imprimé</i>	46
<i>III.5. Mesures pratiques</i>	48
III.5.1. Signal d'entrée	48
III.5.2. Étage n°1	48
III.5.3. Étage n°2	49
III.5.4. Étage n°3	49
III.5.5. Étage n°4	50
III.5.6. Dernier étage	50
<i>III.6. Signaux sous ISIS</i>	52
III.6.1. premier étage	52
III.6.2. Étage de détection	53
III.6.3. Étage de l'amplificateur différentiel.....	53
III.6.4. Étage d'oscillation.....	54
III.6.5. Dernier étage	54
<i>III.7. Conclusion</i>	54

<i>Conclusion Générale</i> :	56
<i>Bibliographie</i> :	58
<i>Annexe</i>	60

Liste des figures

Figure I.1: Oscillation couplée du champ électrique et du champ magnétique	14
Figure I. 2 : Répartition du rayonnement électromagnétique.....	15
Figure I. 3: Phénomène d'interférences dû à la diffraction d'une onde à travers deux ouvertures. (Vecteur de Poynting)	18
Figure I.4 : Produit vectoriel du champ électrique V par le champ magnétique B	19
Figure I.5 : Diagramme d'atténuation de l'atmosphère selon la longueur d'onde.....	21
Figure II.1 : Schéma synoptique.....	25
Figure II.2 : Schéma électrique.....	25
Figure II.3 : Structures et symboles des transistors bipolaires.	26
Figure II.4 : Montage amplificateur émetteur commun.....	28
Figure II.5 : Schéma équivalent du montage.....	29
Figure II.6 : Schéma équivalent de montage en régime dynamique.....	29
Figure II.7 : Caractéristique de transfert d'un transistor monte en émetteur commun.	30
Figure II.8 : Filtre passe-bas analogique d'ordre 1 réalisé avec un circuit RC.....	31
Figure II.9 : Schéma électrique de base du circuit de détection	32
Figure 10 : Redressement simple alternance et filtrage	32
Figure II.11: Récupération du signal modulant en fonction de constante de temps.....	33
Figure II.12 : Symbole d'un AOP.....	34
Figure II.13 : Système bouclé.	35
Figure II.14 : Amplificateur différentiel.....	36
Figure II.15 : Montage intégrateur.....	38
Figure II.16 : Comparateur non inverseur.....	39
Figure II.17 : Montage Comparateur à fenêtre.....	39
Figure II.18 : Exemple avec une fonction comparatrice à fenêtre.....	40
Figure II.19: Schéma bloc du circuit intégré LM324.....	41
Figure II.20 : Schéma oscillateur modulé en fréquence	42
Figure III.3 : Schéma électrique du circuit.....	44

Figure III.2 : Typon du circuit imprimé du détecteur.....	46
Figure III.3 : vue des composants côté cuivre.....	46
Figure III.4 : Vue 3D Des composants implantés.....	47
Figure III.5 : circuit réalisée du détecteur.....	47
Figure III.6 : signal d'entrée.....	48
Figure III.7 : montage amplificateur émetteur commun.....	48
Figure III.8 : signal de sortie d'amplificateur.....	48
Figure III.9 : Montage de détecteur de crête.....	49
Figure III.10 : Signal de sortie du détecteur.....	49
Figure III.11 : Montage d'AOP.....	49
Figure III.12 : Signal issu à la sortie d'AOP.....	49
Figure III.13 : Montage d'oscillateur modulé en fréquence.....	50
Figure III.14 : Signal de sortie de vco.....	50
Figure III.15 : Montage de dernier étage.....	50
Figure III.16 : Signal de sortie (Vs).....	50
Figure III.17 : Montage modulation AM.....	51
Figure III.18 : Signal d'entrè et signal de sortie du premier étage.....	51
Figure III.19 : Signal obtenu à la sortie du détecteur.....	52
Figure III.20 : signal aux bornes la patte 8 de LM324.....	52
Figure III.21 : l'allure du signal à la sortie de la broche 14 de LM324.....	53
Figure III.22 : signal de sortie du dernier étage.....	53

Liste des Tableaux

Tableau II.1 : Tableau récapitulatif pour les trois montages amplificateurs

transistors fondamentaux..... **27**

Tableau II.2 : concordance entre entrée et sortie..... **38**

Liste Nomenclature

- **Circuit Réalisé**

Résistances

R1 = 18 k Ω .

R2 = 2.2 k Ω .

R3 = 2.7k Ω .

R4 = 220 Ω .

R5 = 4, 7 k Ω .

R6 = 1 k Ω .

R7 = 4, 7 k Ω .

R8 = 1, 5 k Ω .

R9 = 1 M Ω .

R10 = 100 k Ω .

R11 = 18 k Ω .

R12 = 47 k Ω .

R13 = 47 k Ω .

R14 = 10 k Ω .

R15 = 1 k Ω .

R16 = 100 k Ω .

R17 = 10 k Ω .

R18 = 10 M Ω .

R19 = 10 k Ω .

R20 = 10 k Ω .

R21 = 10 Ω .

Condensateurs

C1 = 100 nF multicouche.

C2 = 100 nF multicouche.

C3 = 10 nF polyester.

C4 = 10 nF polyester.

C5 = 10 nF polyester.

C6 = 100 nF multicouche.

C7 = 10 nF céramique.

C8 = 2,2 μ F chimique.

C9 = 220 μ F 25 V chimique.

C10 = 100 μ F céramique.

C6 = 100 nF multicouche.

C7 = 10 nF céramique.

C8 = 2,2 μ F chimique.

Liste Nomenclature

C9 = 220 μ F 25 V chimique.

C10 = 47 pF céramique.

Diodes

Diode BAT85.

Transistors

T1 : Transistor NPN BC547B

T2 : Transistor NPN BC547B

T3 : Transistor NPN BFR90

Circuit intégré

U1 : Ampli op. LM324

Divers

Support 14 broches

Bornier deux plots

Introduction Générale

Grace à la technologie, la veille est aujourd'hui largement employée au cœur de la société. Cette mystérieuse activité à mi-chemin entre renseignement et espionnage est souvent mal connue et surtout mystifiée, il est cependant nécessaire de la replacer dans un contexte plus rationnel : « l'art de repérer, collecter, traiter, stocker des informations et des signaux pertinents et également de protéger le présent et l'avenir face aux défis.

Aujourd'hui, des instruments de veille (capteurs, détecteurs...) sont largement utilisés dans plusieurs domaines (santé, automobile, électromagnétisme, ...), et offrent des avantages techniques et économiques. Les détecteurs micros espions et moniteurs de surveillances sont parmi les principes instruments de détection les plus utilisées.

A cet effet, nous avons choisi d'étudier et réaliser dans ce mémoire un détecteur Radio-fréquence.

Ce petit récepteur est sensible, performant et capable de capter des émissions radiofréquence de faible puissance sur une vaste gamme comprise entre quelques mégahertz et jusqu'à environ un gigahertz.

Notre travail est constitué de 3 chapitres :

Au début, une étude générale sur les ondes électromagnétiques.

Le deuxième chapitre s'intéresse précisément à l'étude théorique des différents étages

Un troisième chapitre est consacré à la réalisation pratique du détecteur.

Finalement, une conclusion générale est donnée.

Chapitre I
Généralité sur les ondes
électromagnétiques

Chapitre I Généralité sur les ondes électromagnétiques

I.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons donner une vue générale sur les ondes électromagnétiques.

I.2. Généralités sur les ondes électromagnétiques

I.2.1. Historique

La théorie ondulatoire de la lumière a été principalement développée par Christian Huygens dans les années 1670, puis par Augustin Fresnel. Elle s'opposait à l'époque à la théorie corpusculaire, défendue principalement par Isaac Newton. Huygens travaillait principalement sur les lois de réflexion et de réfraction, Fresnel développa notamment les notions d'interférence et de longueur d'onde. La conception de la lumière comme ondulation incita les physiciens à imaginer un milieu de propagation, l'éther.

La grande avancée théorique fut la synthèse des lois de l'électromagnétisme par Maxwell, ses équations prédisaient l'existence d'ondes électromagnétiques, et leur vitesse, permettant l'hypothèse que la lumière est une onde électromagnétique.

Les ondes radio, à basse fréquence et grande longueur d'onde, furent découvertes à la fin du XIX^e siècle avec les travaux notamment d'Alexandre Popov, Heinrich Hertz, Edouard Branly et de Nikola Tesla. Les rayons X, à haute fréquence et faible longueur d'onde, furent découverts par Wilhelm Röntgen en 1895. [1]

I.2.2. Définition d'onde électromagnétique

I.2.2.1. Définition 1

C'est un modèle utilisé pour représenter les rayonnements électromagnétiques. Il convient de bien distinguer : le rayonnement électromagnétique, qui est le phénomène étudié, et l'onde électromagnétique, qui est une des représentations du phénomène. Une autre représentation prend en compte l'existence du photon. [1]

I.2.2.2. Définition 2

Une onde électromagnétique est le résultat de la vibration couplée d'un champ électrique et d'un champ magnétique variable dans le temps.

Une onde électromagnétique est susceptible de se propager dans l'air comme dans le vide. Elle est capable de transporter des informations. [2]

Chapitre I Généralité sur les ondes électromagnétiques

I.2.3.Sources d'ondes électromagnétiques

I.2.3.1. Les sources naturelles

- Les étoiles et le Soleil (émission de lumière et d'ondes électromagnétiques variées)
- L'atmosphère (présence de charges électriques dans les nuages)
- Les courants magmatiques (champ magnétique terrestre)
- Les cellules vivantes (cœur, cerveau, etc...) .[3]

I.2.3.2.Les sources artificielles

- Les antennes (antenne de téléphonie mobile, antenne radio, émetteur TV...) et les radars
- Les appareils électroménagers : four à micro-ondes, plaque à induction, ...
- Les lignes à haute tension
- Les dispositifs médicaux (IRM, radiologie,..) .[3]

I.2.4.Émission

Les ondes électromagnétiques (perturbations des champs électrique et magnétique) sont produites par des particules chargées accélérée. [1]

I.2.5.Description

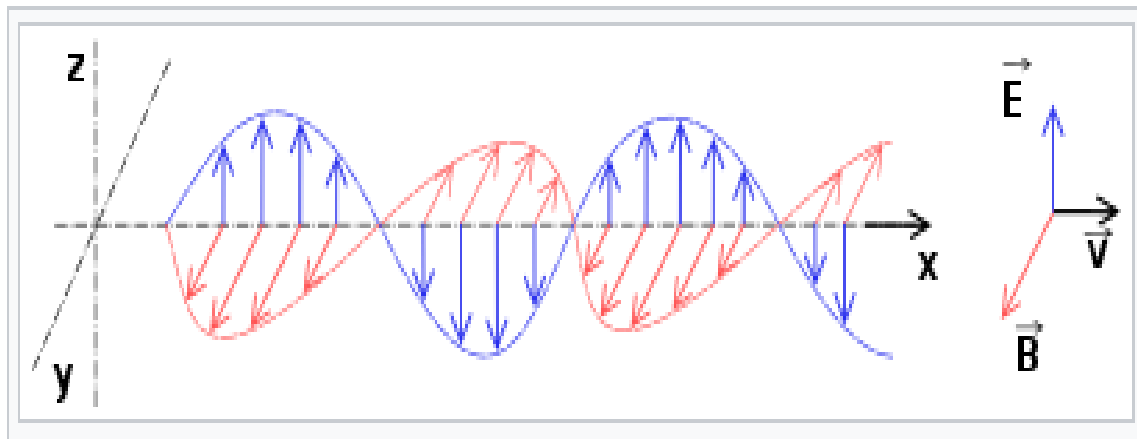


Figure I.4: Oscillation couplée du champ électrique et du champ magnétique.

[1]

Comme toutes les ondes, une onde électromagnétique peut s'analyser en utilisant l'analyse spectrale ; on peut décomposer l'onde en ondes dites « monochromatiques ».

Une onde électromagnétique monochromatique peut se modéliser par un dipôle électrostatique vibrant, ce modèle reflétant convenablement, par exemple, les

Chapitre I Généralité sur les ondes électromagnétiques

oscillations du nuage électronique d'un atome intervenant dans la diffusion Rayleigh (modèle de l'électron élastiquement lié).

Les variations des champs électriques et magnétiques sont liées par les équations de Maxwell, on peut donc représenter l'onde par un seul de ces champs, en général le champ électrique. [1]

I.2.6. Rayonnements électromagnétiques

Le rayonnement électromagnétique désigne une forme de transfert d'énergie linéaire. La lumière visible est un rayonnement électromagnétique. Mais ne constitue qu'une petite tranche du large spectre électromagnétique. La propagation de ce rayonnement, d'une ou plusieurs particules, donne lieu de nombreux phénomènes comme l'atténuation, l'absorption, la diffraction et la réfraction, le décalage vers le rouge, les interférences, les échos, les parasites électromagnétiques et les effets biologiques.

Le rayonnement électromagnétique peut être décrit de manière corpusculaire comme la propagation de photons (ou de manière ondulatoire comme une onde électromagnétique). Il se manifeste sous la forme d'un champ électrique couplé à un champ magnétique. [4]

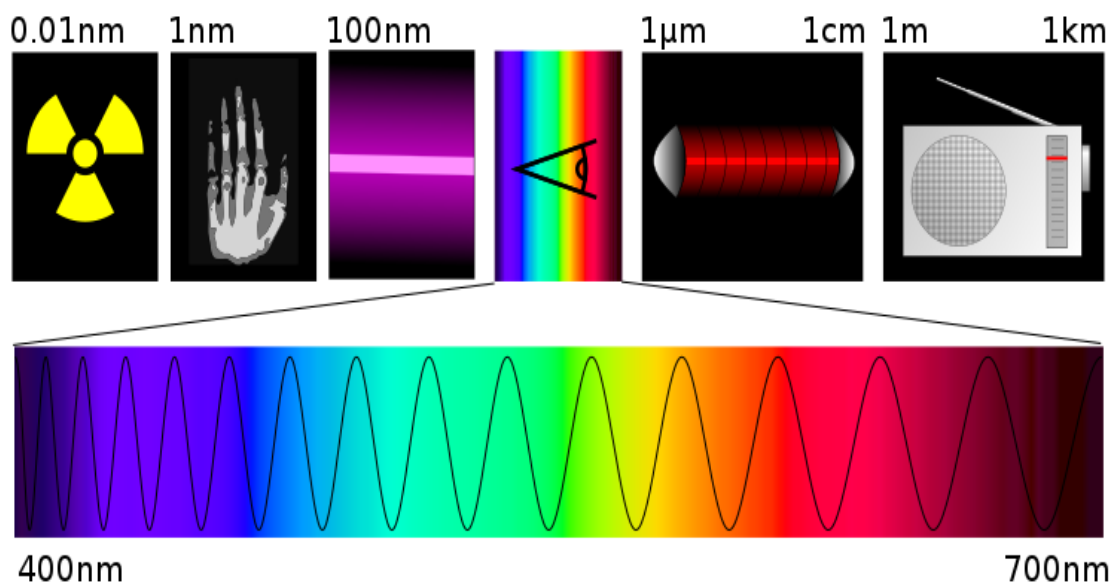


Figure I. 5 : Répartition du rayonnement électromagnétique. [4]

Chapitre I Généralité sur les ondes électromagnétiques

I.2.7.Spectre visible

C'est la partie du spectre électromagnétique visible pour l'humain. Le spectre d'une lumière est la décomposition en composantes monochromatiques de la lumière.[5]

I.2.8.Longueur d'onde et fréquence

La notion d'une onde électromagnétique se définit par deux critères la fréquence et la longueur d'onde.

Le rayonnement électromagnétique est une série d'ondes très régulières qui progressent à une vitesse égale à la vitesse de la lumière. On peut traduire la longueur d'une onde par la distance parcourue par celle ci pendant une période tandis que la fréquence traduit le nombre d'oscillations ou de cycles par seconde. Plus la longueur d'onde est courte plus la fréquence est élevée, donc c'est une relation inversement proportionnelle.

I.2.9.Nombre d'onde

La quantité d'ondes incluses dans une longueur d'onde donnée représente le nombre d'ondes qui est une grandeur proportionnelle au nombre d'oscillations par une unité de longueur : c'est le nombre de longueurs d'onde présentes sur une distance d'unité de longueur. Le nombre d'onde est donc une grandeur inversement proportionnelle à la longueur d'onde.

I.2.10.Propriétés d'une onde électromagnétique

I.2.10.1.Polarisation

La polarisation correspond à la direction et à l'amplitude du champ électrique \vec{E} . Pour une onde non polarisée, ou naturelle, \vec{E} tourne autour de son axe de façon aléatoire et imprévisible au cours du temps. Polariser une onde correspond à donner une trajectoire définie au champ électrique. Il y a plusieurs sortes de polarisation :

- polarisation linéaire : quand \vec{E} reste toujours dans le même plan.
- polarisation circulaire : le champ électrique tourne autour de son axe en formant un cercle.
- polarisation elliptique : le champ électrique tourne autour de son axe et change d'amplitude pour former une ellipse. [1]

Chapitre I Généralité sur les ondes électromagnétiques

I.2.10.2.Comportement ondulatoire

I.2.10.2.1.Propagation

Dans un milieu homogène et isotrope, l'onde électromagnétique se propage en ligne droite. Lors de la rencontre avec un obstacle, il y a diffraction ; lors d'un changement de milieu, il y a réflexion et réfraction ; il y a aussi réfraction si les propriétés du milieu changent selon l'endroit (hétérogénéité). [1]

- **Réflexion**

Lors d'un changement de milieu de propagation, une partie de l'onde électromagnétique repart vers le milieu d'origine, c'est la réflexion.

Le cas le plus connu de la réflexion est le miroir, mais celle-ci concerne également les rayons X (miroir à rayons X) et les ondes radio : réflexion sur la ionosphère :des ondes mégahertz, antenne parabolique, réflexion sur la lune... [1]

- **Réfraction**

Lors d'un changement de milieu de propagation, si le second milieu est transparent pour l'onde, celle-ci se propage mais avec une direction différente. Cela ne concerne pas seulement la lumière (lentille optique, mirage) , mais aussi les ondes radio (réfraction des ondes décamétriques dans l'ionosphère) .[1]

- **Diffusion**

Lorsqu'une onde rencontre un atome, elle se diffuse sur celui-ci, elle change de direction. On distingue la diffusion Rayleigh, dite « diffusion électronique », au cours de laquelle l'onde ne change pas de longueur d'onde, la diffusion Raman qui est une diffusion électronique avec diminution ou augmentation de longueur d'onde, et la diffusion Compton, dans le cas des rayons X diffusant sur des atomes légers, au cours de laquelle la longueur d'onde augmente. [1]

- **Interférences**

Comme toutes les ondes, les ondes électromagnétiques peuvent interférer. Dans le cas des radiocommunications, cela provoque un parasitage du signal.[1]

Chapitre I Généralité sur les ondes électromagnétiques

- **Diffraction**

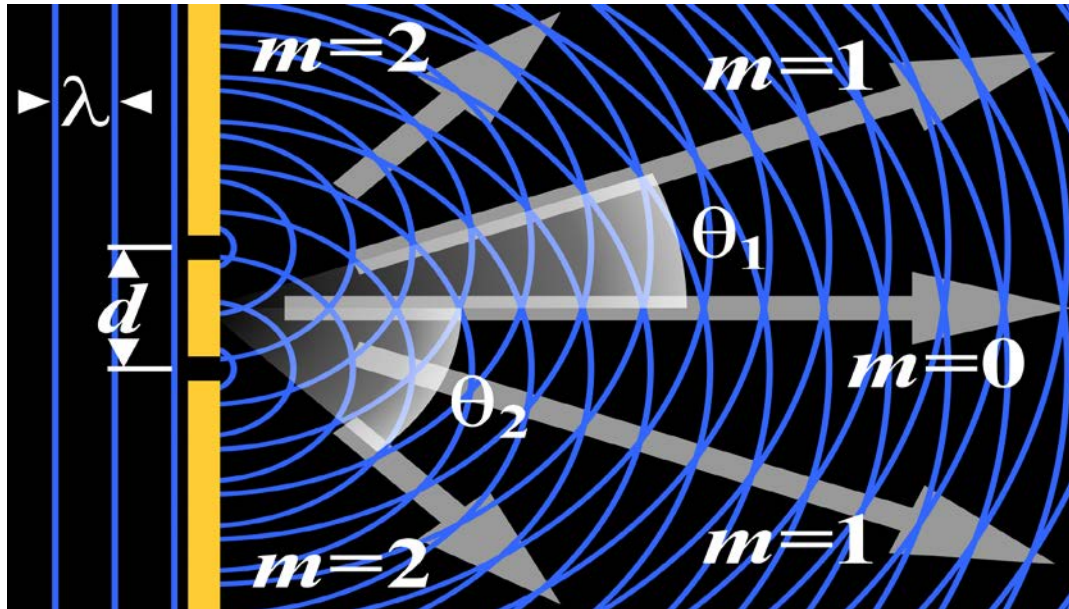


Figure I. 3: Phénomène d'interférences dû à la diffraction d'une onde à travers deux ouvertures. [6]

L'interférence d'ondes diffusées porte le nom de diffraction :

La théorie de la diffraction, dans sa forme élémentaire, repose sur le principe de Huygens-Fresnel. Selon ce principe, chaque point atteint par une onde se comporte comme une source secondaire. La figure de diffraction observée (**Figure I. 3**) résulte de l'interférence des ondes émises par l'ensemble des sources secondaires. Bien que cette théorie ne fasse pas intervenir la nature de l'onde (sonore, lumineuse...).

Le principe de Huygens-Fresnel est une approximation de la solution rigoureuse au problème de diffraction donnée par la résolution de l'équation d'onde. Il est valable dans le cadre de l'approximation paraxiale : c'est-à-dire quand la distance entre l'objet et la figure de diffraction est grande devant à la fois la taille de l'objet et la taille de la figure de diffraction. [7]

- **Flux d'énergie**

Le flux d'énergie à travers une surface est donné par le flux du vecteur de Poynting :

Chapitre I Généralité sur les ondes électromagnétiques

En physique, le vecteur de Poynting indique, dans un milieu isotrope, la direction de propagation d'une onde électromagnétique. Le flux du vecteur de Poynting à travers une surface (fermée ou non) est égal à la puissance véhiculée par l'onde à travers cette surface.

Le module de ce vecteur est donc une puissance par unité de surface, c'est-à-dire un flux d'énergie, et s'exprime en watt par mètre carré. [8]

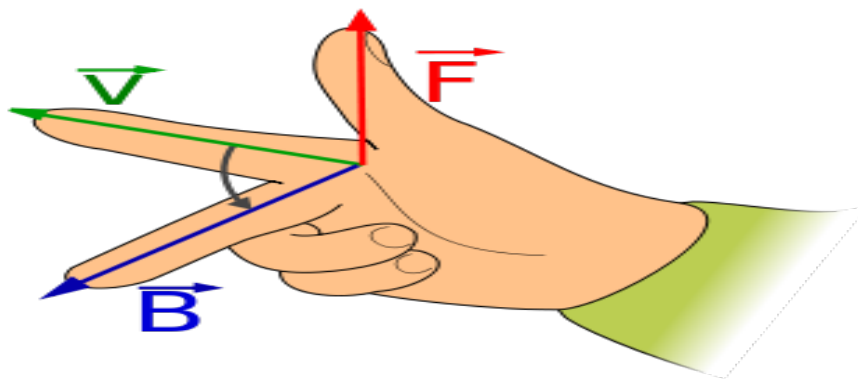


Figure I.4 : Produit vectoriel du champ électrique V par le champ magnétique B
(Vecteur de Poynting) [8]

I.2.10.3. Dualité onde-corpuscule

L'onde fournit une description plus pertinente de la radiation pour les faibles fréquences (c'est-à-dire les grandes longueurs d'onde) comme les ondes radio.

En fait, l'onde électromagnétique représente deux choses :

- La variation macroscopique du champ électrique et du champ magnétique.
- La fonction d'onde du photon, c'est-à-dire que la norme au carré de l'onde est la probabilité de présence d'un photon.

Lorsque le flux d'énergie est grand devant l'énergie des photons, on peut considérer que l'on a un flux quasi-continu de photons, et les deux notions se recouvrent. Ceci n'est plus vrai lorsque le flux d'énergie est faible (on envoie les photons un par un), la notion de « variation macroscopique » (moyenne) n'a alors plus de sens. Le flux d'énergie est donné par le vecteur de Poynting. Chaque photon « emporte » une quantité d'énergie déterminée, valant $E = h \cdot \nu$, h étant la constante de Planck et ν la fréquence. On peut ainsi calculer le flux de photons à travers une surface. [1]

Chapitre I Généralité sur les ondes électromagnétiques

I.2.11. Champ électrique

Le champ électrique est un champ de force invisible qui caractérise l'influence qu'une charge électrique peut exercer sur une autre charge. Plus la charge électrique est importante, plus le champ est fort et vice versa. La tension électrique traduit l'accumulation de charges électriques. L'intensité du champ diminue à mesure qu'augmente la distance de sa source.

I.2.12. Champ magnétique

Le champ magnétique caractérise l'influence d'une charge électrique en mouvement, et réciproquement exerce son action également sur les charges en mouvement. Une charge électrique en mouvement est un courant électrique. Le champ magnétique est donc lié au courant et traduit son influence à distance de la source.

I.2.13. L'électromagnétisme

Etant donné que le champ électrique et le champ magnétique sont liés à une charge électrique, ils interagissent entre eux. Ainsi des charges électriques créent un champ électrique qui exerce une force sur d'autres charges électriques présentes, qui se mettent en mouvement, constituant ainsi un courant qui crée un champ magnétique capable à son tour d'agir sur d'autres courants, etc. Cet embrouillement d'actions et de réactions, de courants et de charges, de champs électriques et magnétiques constitue l'essence de l'électromagnétisme.

La relation champs électriques, magnétiques et de l'électromagnétisme s'explique par : tout appareil relié à un courant électrique produit autour d'elle des champs électriques et magnétiques dont l'intensité, la fréquence et la répartition dans l'espace sont directement liées à la source elle-même. La fréquence la plus répandue est évidemment le 50 Hz, fréquence de fonctionnement des réseaux électriques. Cependant un grand nombre d'appareils électriques et d'installations industrielles transforment l'électricité distribuée à 50 Hz, soit en courant continu, soit en fréquences plus élevées, telles que les nombreuses bandes de fréquences utilisées pour les applications de télécommunications.

I.2.14. Exemples d'ondes électromagnétiques

Les ondes hertziennes, les rayons infrarouges, les ondes lumineuses (radiations visibles), les rayons ultraviolets, les rayons X et les rayons gamma.

Chapitre I Généralité sur les ondes électromagnétiques

I.2.15. Aperçue sur les ondes radios

Ondes radioélectriques ou ondes hertziennes sont des ondes électromagnétiques dont la fréquence est comprise entre 9 kHz et 300 GHz qui correspondent à des longueurs d'onde de 33 km à 1 mm. Elles se propagent dans l'espace sans guide artificiel.

Les ondes de fréquence inférieure à 9 kHz sont des ondes radio, mais ne sont pas réglementées. Tandis que celles supérieures à 300 GHz sont classées dans les ondes infrarouges car la technologie associée à leur utilisation est actuellement de type optique et non électrique, puisqu'il n'y a pas de différence de nature entre les ondes radio, les ondes lumineuses et les autres ondes électromagnétiques donc cette frontière est artificielle (exemples : micro-onde, radar, etc.).

I.2.15.1. Radioélectricité

La radioélectricité désigne les phénomènes qui régissent la formation et la propagation :

I.2.15.1.1. Propagation

Comme toutes les ondes électromagnétiques, les ondes radio se propagent dans l'espace vide à la vitesse de la lumière et avec une atténuation de la puissance transportée par unité de surface proportionnelle au carré de la distance parcourue selon l'équation des télécommunications.

Dans l'atmosphère, elles subissent des atténuations liées aux précipitations, et peuvent être réfléchies ou guidées par la partie de la haute atmosphère appelée ionosphère.

Elles sont atténuées ou déviées par les obstacles, selon leur longueur d'onde, la nature du matériau, sa forme et sa dimension. Pour simplifier, un matériau conducteur aura un effet de réflexion, alors qu'un matériau diélectrique produira une déviation, et l'effet est lié au rapport entre la dimension de l'objet et la longueur d'onde. [9]

Chapitre I Généralité sur les ondes électromagnétiques

1.2.15.1.2. Utilisation

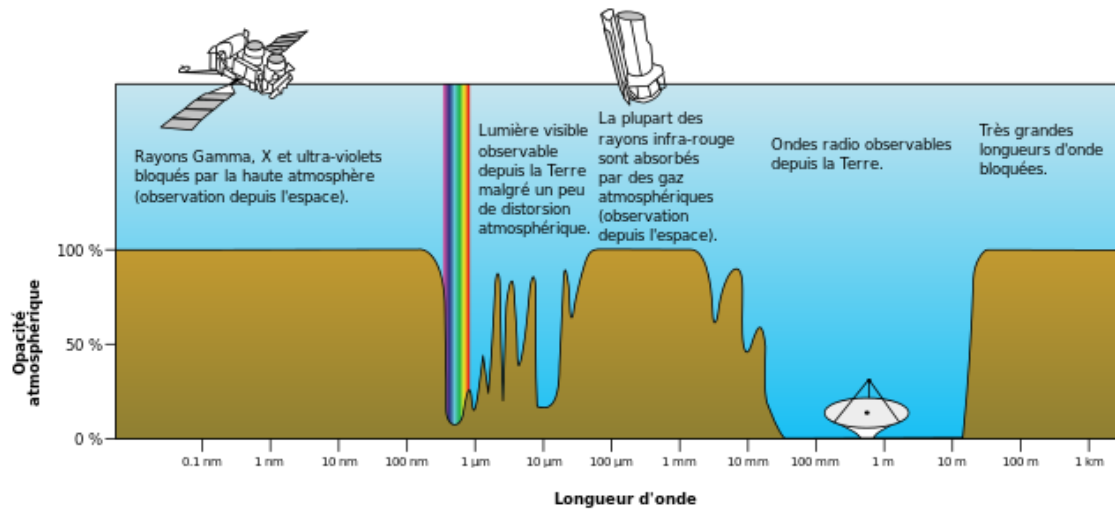


Figure I.5. Diagramme d'atténuation de l'atmosphère selon la longueur d'onde.

[9]

Chaque fréquence radioélectrique subit différemment les divers effets de propagation, ce qui explique leur choix selon l'application. Ainsi, par exemple, l'atmosphère terrestre bloque les émissions vers l'espace hors de certaines bandes, qui sont donc privilégiées pour la radioastronomie et les satellites. Certaines fréquences sont absorbées par les molécules d'eau, donc utilisées pour les fours à micro-ondes, d'autres sont au contraire réfléchies par les précipitations et utilisées pour les radars météo, etc.

L'autre critère clé est la bande passante utilisable et l'encombrement du spectre par les multiples applications et services : toute application demande une bande passante, qui doit lui être affectée sous peine de brouillage mutuel. Par exemple la télévision ne peut utiliser que des fréquences élevées VHF ou UHF.

Enfin, la technologie disponible permet progressivement d'utiliser des bandes de fréquence de plus en plus haute. Ainsi, par exemple les SHF et EHF n'étaient pas utilisables avant l'invention du magnétron. [9]

1.2.15.2. Détecteur des ondes RADIOS

✓ L'antenne

Une antenne radioélectrique est un émetteur et un détecteur d'onde électromagnétique.

Une antenne convertit un signal électrique en un signal électromagnétique (émission) et inversement (réception).

Chapitre I Généralité sur les ondes électromagnétiques

L'antenne, de longueur petite devant la longueur d'onde λ du signal alternatif, est constituée d'un matériau conducteur de l'électricité.

L'onde électromagnétique induit une tension dans l'antenne, de même fréquence f que l'onde, dont la valeur dépend du champ et de sa direction. Cette tension induit des courants électriques alternatifs de même fréquence dans l'antenne, qui peuvent être détectés lorsque l'antenne est reliée à un oscilloscope. [3]

Il y a plusieurs et différents types d'antennes, on cite à titre d'exemples : antenne Marconi, antenne filaires (dipôle, monopôle, Yagi), antenne cadre, antenne ferrite.

Selon la bande passante de fréquence désirée on choisit l'antenne.

Le raccordement de l'antenne dépend de la nature du récepteur. Elle est reliée directement dans les récepteurs portatifs. Par contre, elle est placée à une certaine distance dans les récepteurs fixes.

I.3. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté d'une manière générale les ondes électromagnétiques.

Par la suite, on passe au prochain chapitre qui représente le schéma synoptique et l'étude des différents étages de notre circuit.

Chapitre II
Etude théorique des
différents étages

II.1.Introduction

Le but de notre projet est de réaliser un détecteur Radio-fréquence qui est adapté à la détection des émetteurs de faible puissance.

Dans le chapitre suivant, on va d'abord commencer avec le schéma synoptique de notre détecteur après on va étudier théoriquement le principe de fonctionnement des différents étages en intégrant les calculs appropriés à notre montage.

Ce petit récepteur sensible et performant est capable de capter des émissions radiofréquence de faible puissance sur une vaste gamme comprise entre quelques mégahertz et jusqu'à environ un gigahertz.

II.2. Schéma synoptique



Figure II.1 : Schéma synoptique.

II.3. Fonctionnement du montage

Ce détecteur est composé de cinq étages comme montre la figure II.2.

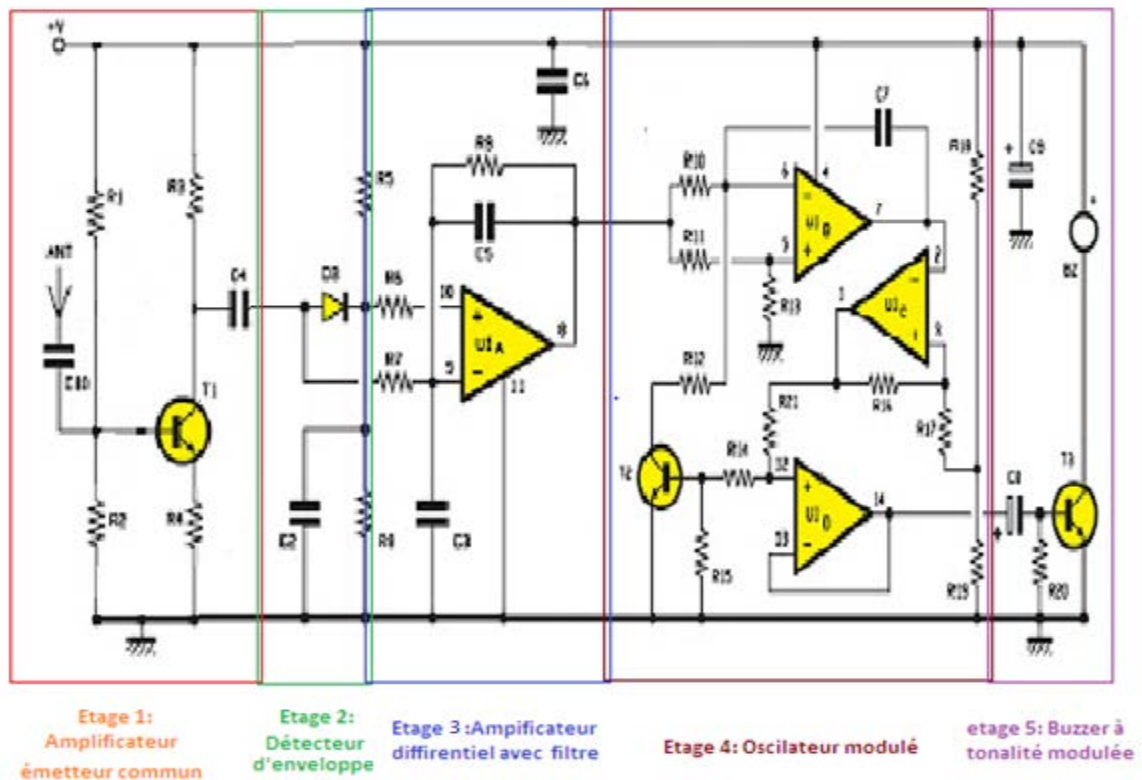


Figure II.2 : Schéma électrique.

- Le premier étage, celui relié à l'antenne réceptrice, est un amplificateur émetteur commun.
- Le second est un détecteur d'enveloppe.
- Le troisième étage est un amplificateur différentiel disposant d'un filtre.
- Le quatrième est un oscillateur modulé en fréquence.
- Le cinquième et dernier étage est composé d'un Buzzer à tonalité modulée.

Dés que le signal (Les ondes RADIO) est capté par le circuit d'entrée du récepteur, il va être amplifié puis détecté et filtré. Ensuite, la composante détectée va être reçue par le premier AOP de l'amplificateur opérationnel LM324 qui sert à augmenter le niveau et l'efficacité de détection puis le signal atteint l'étage suivant (oscillateur modulé) constitué par les trois AOP restant.

Il s'agit d'un circuit comparateur dont le fonctionnement est basé sur la charge progressive et la décharge rapide du condensateur qui se déroule en équivalence avec une commutation d'état du transistor qui va fonctionner en régime saturé/bloqué. Alors, cela conduit à la production d'un signal rectangulaire. Ce dernier va être amplifié pour pouvoir piloter le Buzzer.

II.4. Étude théorique des différents étages

II.4.1. Amplificateurs à transistors bipolaires

A l'heure actuelle, l'un des dispositifs à semi-conducteur les plus utilisés dans les rôles d'amplificateur et d'interrupteur c'est bien le transistor bipolaire. C'est un élément composé de deux jonctions pn; présentant trois couches à dopages alternés npn ou pnp

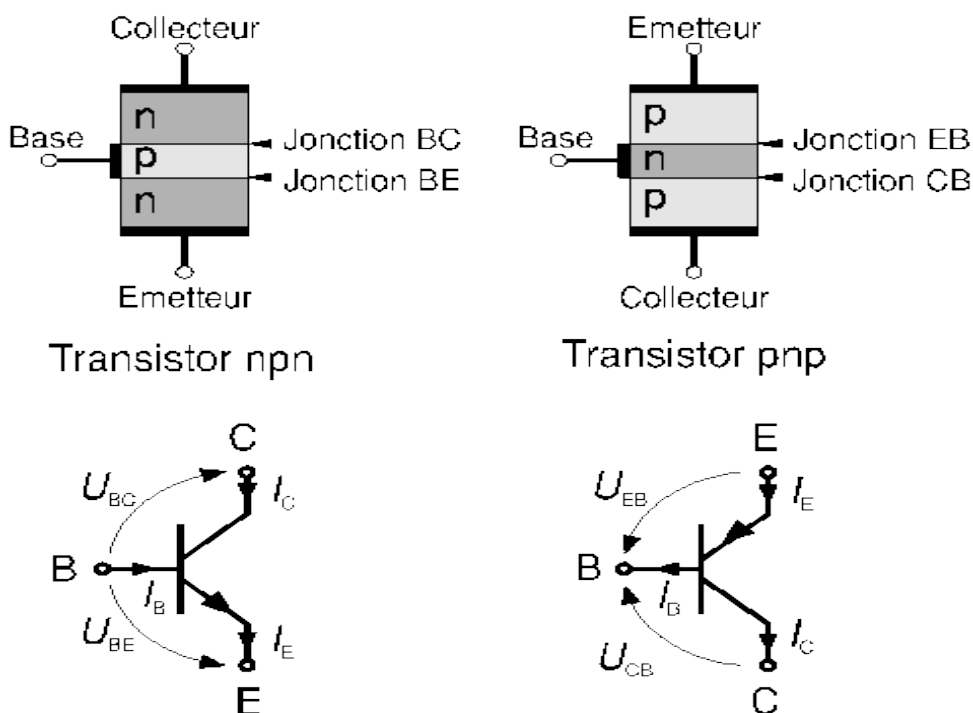


Figure II.3 : Structures et symboles des transistors bipolaires. [10]

Pour un montage amplificateur à transistor bipolaire, l'électrode reliée à la borne commune donne le nom au montage. Nous parlons d'un montage émetteur commun EC, base commune BC ou collecteur commun CC. Chacun de ces montages à ses caractéristiques propres.

Pour reconnaître le nom du montage dans un schéma, il faut repérer de quelle manière le signal est appliqué et quelle est l'électrode reliée, directement ou par découplage, à la masse. Le schéma équivalent AC confirme à l'évidence le type de montage utilisé. [11]

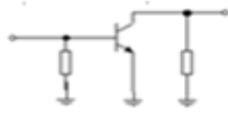
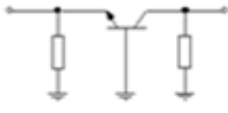
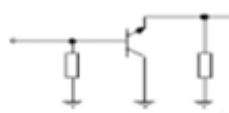
	MONTAGE EC	MONTAGE BC	MONTAGE CC
			
DEPHASAGE	180 degrés	0 degrés	0 degrés
IMPEDANCE Z_E	Moyenne	Petite	Grande
IMPEDANCE Z_S	Grande	Très grande	Petite
UTILISATION	<ul style="list-style-type: none"> • Amplificateur universel 	<ul style="list-style-type: none"> • Ampli HF • Oscillateur • Élévateur d'impédance 	<ul style="list-style-type: none"> • Oscillateur • Amplificateur de courant • Abaisseur d'impédance

Tableau II.1 : Tableau récapitulatif pour les trois montages amplificateurs transistors fondamentaux. [11]

II.4.1.1. Amplificateurs émetteur commun (EC)

II.4.1.1.1. Définition

Un montage émetteur commun est un type d'amplificateur électronique utilisant un transistor bipolaire en série avec la charge. Le terme «émetteur commun» vient du fait que l'électrode «émetteur» du transistor (indiquée par une flèche) est reliée à la masse. Le collecteur est relié à la charge de sortie, la base joue le rôle d'entrée.

Pour augmenter des signaux de faible amplitude on utilisés des circuits à émetteur commun, comme les signaux radio captés par une antenne, et aussi ils sont utilisés dans les miroirs de courant, où une même entrée est utilisée pour piloter deux transistors semblables.

Les courants traversant ces transistors sont semblables mêmes s'ils possèdent des charges différentes.

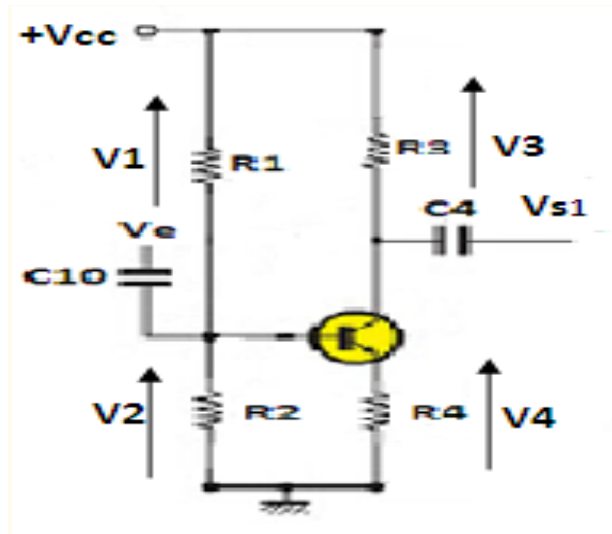


Figure II.4 : Montage amplificateur émetteur commun.

II.4.1.1.2. Formules d'étage

II.4.1.1.2.1. Tension de sortie de l'étage

On suppose que le courant de base est négligeable devant le courant traversant R_1 et R_2 . Ces deux résistances agissent donc comme un pont diviseur et on a :

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC}$$

La tension base-émetteur est environ $V_{be} = 0.7 \text{ v}$ (à plus ou moins 0.1 volts). On en

Déduit : $V_4 = V_2 - V_{be}$ et le courant d'émetteur :

$$I_E = \frac{V_2 - V_{be}}{R_4}$$

Le courant d'émetteur du point de fonctionnement est donc contrôlé par la résistance R_4 . Ce courant est grand devant le courant de base ; il est donc pratiquement égal au courant de collecteur.

$$V_{s1} = V_{CC} - R_3 I_E$$

II.4.1.1.2.2. Gain d'étage

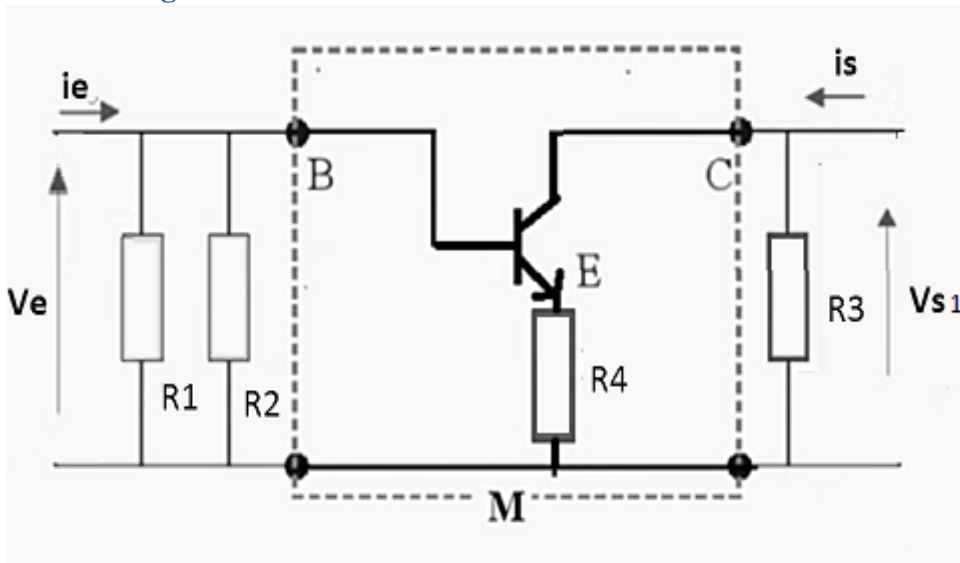


Figure II.5 : Schéma équivalent du montage.

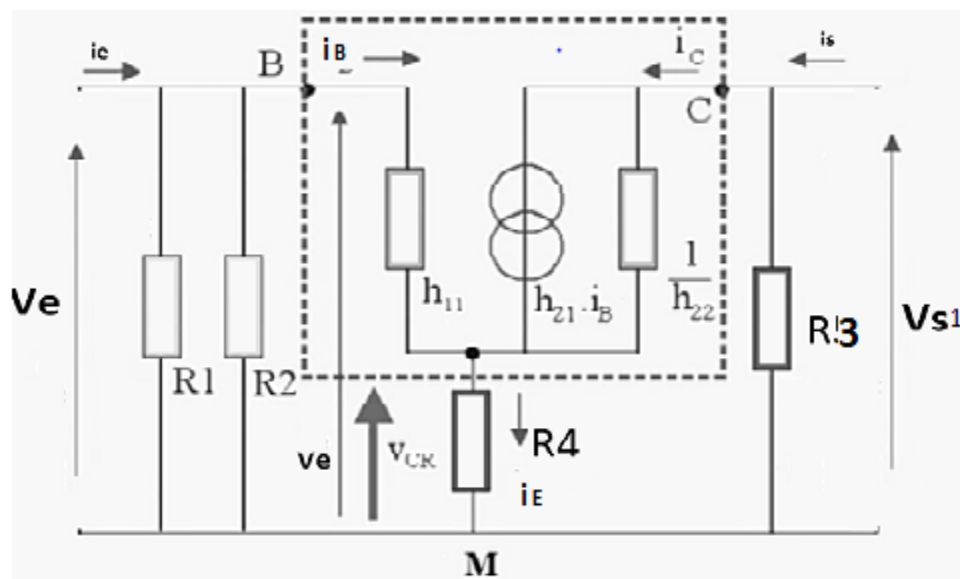


Figure II.6 : Schéma équivalent de montage en régime dynamique.

$$A_v = \frac{V_{s1}}{V_e}$$

$$V_{s1} = -R_3(h_{21}i_b)$$

$$V_e = h_{11} \cdot i_b + R_4 \cdot i_E$$

$$i_E = (h_{21} + 1)i_b$$

$$V_e = h_{11} \cdot i_b + R_4(h_{21} + 1)i_b$$

$$V_e = [h_{11} + R_4(h_{21} + 1)] \cdot i_b$$

Donc :

$$A_v = \frac{V_{s1}}{V_e} = \frac{-R_3(h_{21}i_b)}{[h_{11} + R_4(h_{21} + 1)] \cdot i_b}$$

$$A_v = \frac{-R_3 h_{21}}{[h_{11} + R_4(h_{21} + 1)]}$$

Remarque

- Notre transistor est découplé car on n'a pas placé de condensateur en parallèle avec R_4 . C'est-à-dire l'émetteur dans le régime dynamique n'est pas placé directement à la masse (il existe R_4).
- Pour passer au dynamique on a court-circuité V_{CC} , C_{10} et C_4 .

II.4.1.1.3. Réseau de caractéristiques

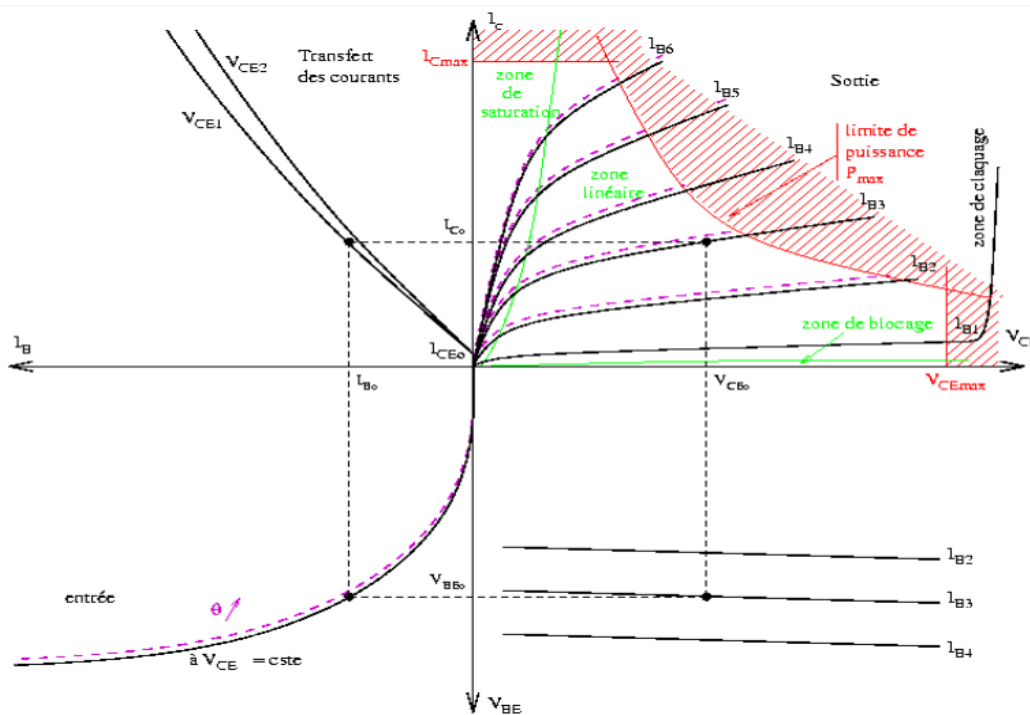


Figure II.7 : Caractéristique de transfert d'un transistor monté en émetteur commun . [12]

II.4.1.1.4. Avantages

C'est le montage le plus universel car :

- il permet un bon gain en tension et en courant avec des impédances d'entrée et de sortie moyennes.
- La sortie peut être court circuitée sans danger pour le montage.

II.4.2. Etage de détection

II.4.2.1. Filtre passe-bas

II.4.2.1.1. Définition

Un filtre passe-bas est un filtre qui laisse passer les basses fréquences et qui atténue les hautes fréquences, c'est-à-dire les fréquences supérieures à la fréquence de coupure. Il pourrait également être appelé filtre coupe-haut. Le filtre passe-bas est l'inverse du filtre passe-haut. [13]

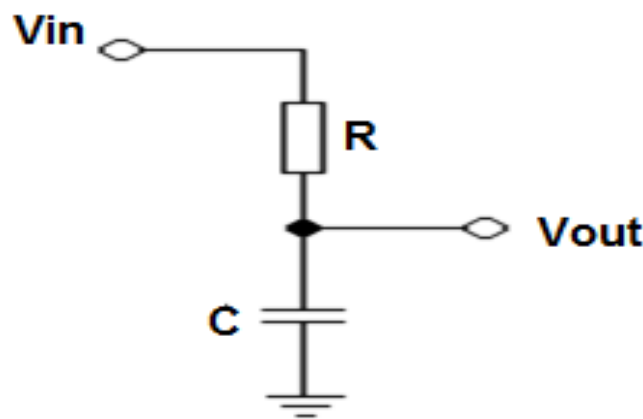


Figure II.8 : Filtre passe-bas analogique d'ordre 1 réalisé avec un circuit RC. [13]

II.4.2.1.2. Fonction de transfert

$$H(j\omega) = \frac{v_0}{v_i} = \frac{1}{1 + j\omega RC}$$

Avec :

v_0 : Signal d'entrée.

v_i : Signal de sortie.

ω : Pulsation du circuit ou fréquence radiale, exprimée en rad/s.

$$\omega = 2\pi f.$$

II.4.2.1.3. Gain en décibels

$$G_{dB}(\omega) = 20 \cdot \log|H(\omega)| = -10 \cdot \log(1 + (\omega RC)^2)$$

II.4.2.2. Détecteur de crête

II.4.2.2.1. Définition

Le montage détecteur de crête, constitué d'une diode et d'un circuit RC est souvent utilisé pour la démodulation d'amplitude (analogique ou numérique) ou la détection d'amplitude.

Les premiers récepteurs radio utilisaient déjà ce montage et on le retrouve encore très fréquemment dans le cas de démodulation d'amplitude numérique ce qui permet à ce montage électronique basique de traverser les époques. [14]

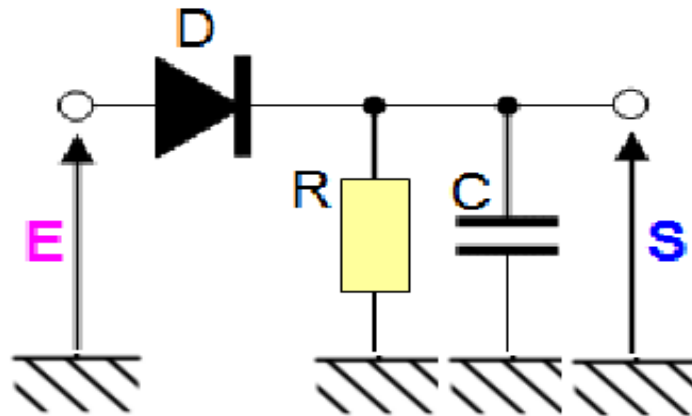


Figure II.9 : Schéma électrique de base du circuit de détection. [14]

II.4.2.2.2. Fonctionnement

Pour simplifier l'étude du fonctionnement de ce montage on peut considérer une diode D idéale sans seuil comme le montre le chronogramme suivant :

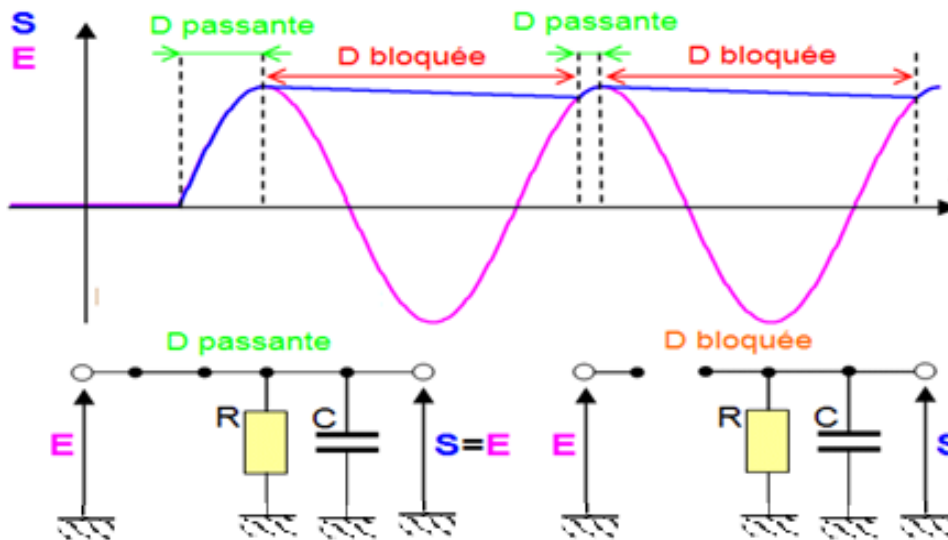


Figure II.10 : Redressement simple alternance et filtrage. [14]

On choisit une condition initiale où le condensateur C est totalement déchargé ce qui signifie que $S=0$. Dès que la tension d'entrée $E > 0$ la diode D devient alors passante ce qui signifie que $S=E$. Si la tension E chute rapidement, le condensateur C maintient une certaine

tension $S > E$ aux bornes de la résistance R . Dans ces conditions la diode devient bloquée et le condensateur se décharge (lentement) dans la résistance R . Si la constante de temps RC est choisit suffisamment grande devant la période du signal d'entrée E on récupère bien la tension crête en sortie de ce montage ce qui justifie le nom de ce montage. [14]

II.4.2.2.3. Constante de temps RC

En présence d'un signal modulé en amplitude (à porteuse conservée), le choix de la constante de temps RC doit répondre à l'encadrement suivant pour permettre une bonne récupération du signal modulant comme le montre les chronogrammes suivants :

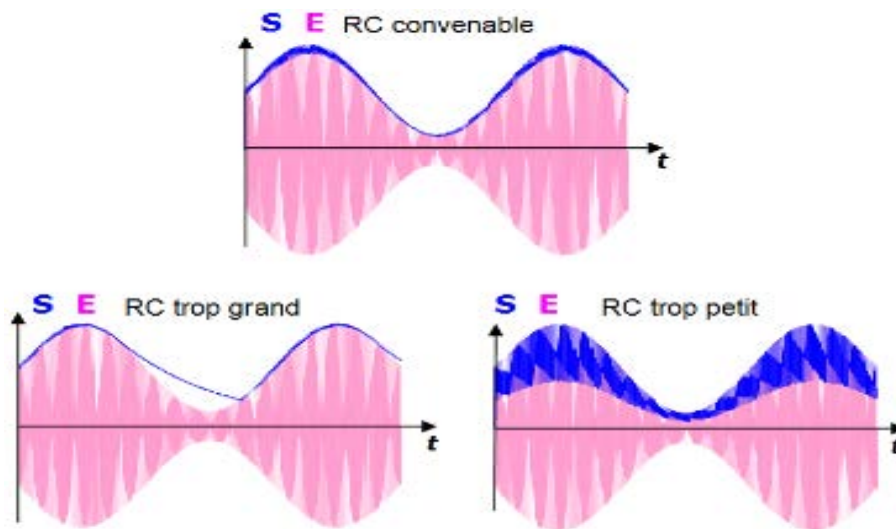


Figure II.11:Récupération du signal modulant en fonction de constante de temps. [14]

$$\frac{m \times 2\pi \times f_{1\max}}{\sqrt{1 - m^2}} < \frac{1}{RC} \ll f_p$$

M : Taux de modulation.

f_p : Fréquence porteuse.

$f_{1\max}$: Fréquence maximale du signal modulant.

II.4.3. Amplificateurs Opérationnels

II.4.3.1. Définition

Les amplificateurs opérationnels sont nés au début des années 60, quand on a commencé à intégrer plusieurs transistors et résistances sur le même substrat de silicium.

L'AOP est un amplificateur électronique qui amplifie une différence de potentiel électrique présente à ses entrées. Il a été en premiers temps, conçu pour permettre de modéliser les opérations mathématiques de base comme l'addition, la soustraction, l'intégration....dans les calculateurs analogiques.

Par la suite, l'amplificateur opérationnel est utilisé dans bien d'autres applications tels que : la commande de moteurs, la régulation de tension, les sources de courants ou encore les oscillateurs.

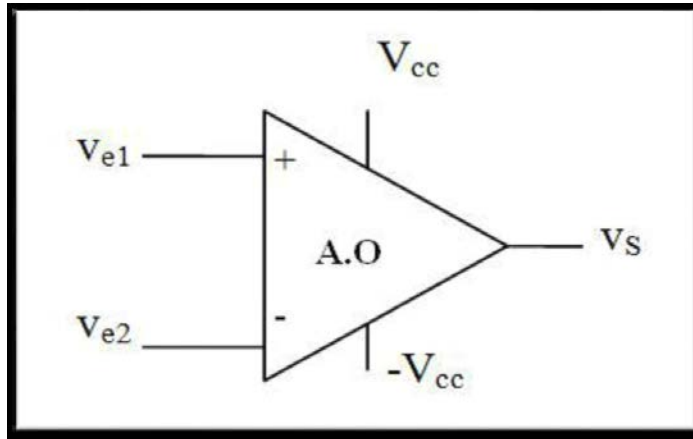


Figure II.12 : Symbole d'un AOP.

Les amplificateurs opérationnels ont beaucoup progressé depuis leur création, et tendent maintenant à devenir très proches de l'amplificateur idéal (l'amplificateur opérationnel parfait) qui est un amplificateur de différence pur à gain différentiel infini, rejetant parfaitement le mode commun, dont les impédances d'entrées sont infinies et celles de sorties sont nulles.

En pratique, nous verrons que l'amplificateur opérationnel réel présente des défauts par rapport à l'idéalisation que constitue l'amplificateur opérationnel parfait, mais le modèle de ce dernier est suffisant pour étudier la plupart des montages simples sans faire des calculs laborieux et inutiles.

Une grande conséquence de ceci est qu'on n'utilisera (quasiment) jamais un amplificateur opérationnel sans une boucle de contre réaction. La valeur de l'amplification sera alors fixée que par les éléments résistifs constituant la boucle de rétroaction. Cette boucle va considérablement :

Augmenter la résistance d'entrée

Diminuer la résistance de sortie.

II.4.3.2. Contre réaction

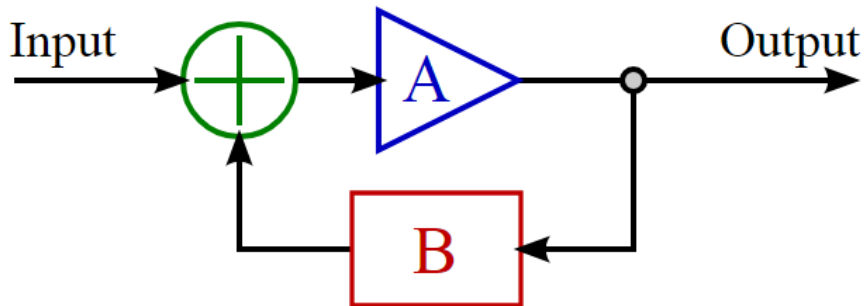


Figure II.13 : Système bouclé. [15]

II.4.3.2.1. Définition

La contre-réaction a semblé pendant plusieurs décennies être le remède à tous les défauts des amplificateurs, et tout particulièrement les amplificateurs audio.

En électronique le principe de la contre-réaction permet de contrôler des circuits d'amplification, de filtrage ou d'asservissement. Ainsi, de rendre leurs caractéristiques de fonctionnement indépendantes, dans une large mesure.

II.4.3.2.2. Fonctionnement

Dans un amplificateur ou un asservissement, par l'intermédiaire d'un circuit annexe, appelé boucle de contre-réaction, on réinjecte à l'entrée du signal à amplifier, ou de la commande du processus, une partie du signal de sortie inversé, qui en s'additionnant au signal d'entrée (ou de « consigne »), diminue l'amplitude du signal réel sur l'entrée du circuit.

Dans les filtres actifs, la boucle de contre-réaction est constituée d'un filtre qui ne réinjecte sur l'entrée que les signaux indésirables, les maintenant ainsi à un niveau très faible en sortie, pendant que l'on peut amplifier fortement les signaux désirés. [15]

II.4.3.2.3. Effet de la contre réaction sur les amplificateurs électroniques

Le principal effet de la contre-réaction est de diminuer le gain du système. Simultanément, les distorsions dues aux composants de l'amplificateur sont elles aussi soustraites au signal d'entrée. De cette façon, l'amplificateur amplifie une image réduite et inversée des distorsions. La contre-réaction permet aussi de compenser les dérives thermiques ou la non-linéarité des composants. Bien que les composants actifs soient considérés comme linéaires sur une partie de leur fonction de transfert, ils sont en réalité toujours non linéaires ; leur lois de comportement variant comme la puissance de deux. Le résultat de ces non-linéarités est une distorsion de l'amplification.

Un amplificateur de conception soignée, ayant tous ses étages en boucle ouverte (sans contre-réaction), peut arriver à un taux de distorsion de l'ordre de 1%. À l'aide de la contre-réaction, un taux de 0,001 % est courant. Le bruit, y compris les distorsions de croisement, peut être pratiquement éliminé.

Le concept de contre-réaction est utilisé avec les amplificateurs opérationnels pour définir précisément le gain, la bande passante et de nombreux autres paramètres. En particulier, la contre-réaction modifie l'impédance de sortie de l'amplificateur et par conséquent, son facteur d'amortissement. Normalement, plus la contre-réaction est forte, plus l'impédance de sortie est faible et plus le facteur d'amortissement est grand. En simplifiant, le facteur d'amortissement caractérise l'habileté d'un amplificateur à contrôler, par exemple, une enceinte acoustique ; cela a un effet sur les performances de beaucoup d'enceintes qui ont un rendu des basses irrégulier si le facteur d'amortissement de l'amplificateur est trop faible. [15]

II.4.3.3. quelques montages de base d'amplificateur opérationnel

II.4.3.3.1. Amplificateurs différentiel

II.4.3.3.1.1. Définition

Un amplificateur différentiel est un système qui amplifie la différence de potentiel appliquée à ses bornes dont aucune n'est reliée à la masse. C'est un montage de base très important en mesures.

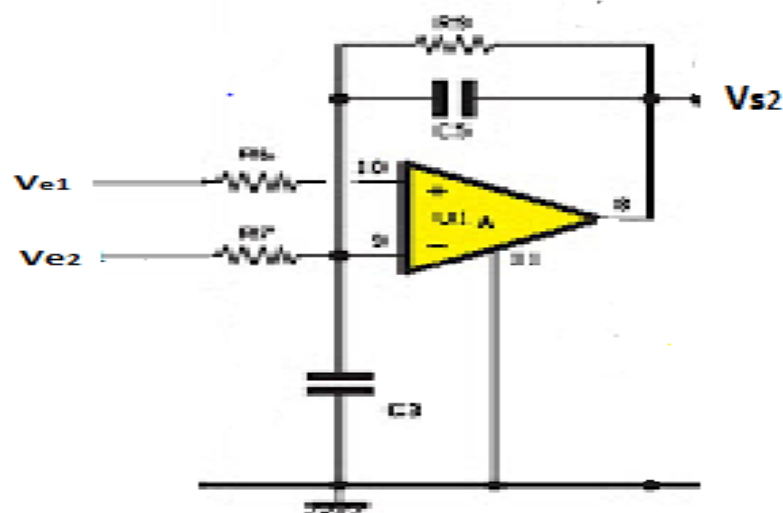


Figure II.14 : Amplificateur différentiel

II.4.3.3.1.2.Tension de sortie de l'étage

On suppose :

$$Z = R_9 // Z_{C_5} \quad \text{avec} \quad Z_{C_5} = \frac{1}{C_5 P}$$

$$Z = \frac{R_9 \cdot \frac{1}{C_5 P}}{R_9 + \frac{1}{C_5 P}} = \frac{\frac{R_9}{C_5 P}}{\frac{R_9 C_5 P + 1}{C_5 P}} = \frac{R_9}{R_9 C_5 P + 1}$$

$$e^+ = \frac{\frac{V_{e1}}{R_6}}{\frac{1}{R_6}} = \frac{V_{e1}}{R_6} \times \frac{R_6}{1} = V_{e1}$$

$$e^- = \frac{\frac{V_{e2}}{R_7} + \frac{0}{C_3 P} + \frac{V_{S2}}{Z}}{\frac{1}{R_7} + \frac{1}{C_3 P} + \frac{1}{Z}} = \frac{\frac{Z V_{e2} + R_7 V_{S2}}{Z R_7}}{\frac{Z C_3 P}{Z C_3 P R_7} + \frac{Z R_7}{Z R_7 C_3 P} + \frac{R_7 C_3 P}{Z R_7 C_3 P}} = \frac{C_3 P \cdot (Z V_{e2} + R_7 V_{S2})}{Z C_3 P + Z R_7 + R_7 C_3 P}$$

$$e^+ = e^-$$

$$V_{e1} = \frac{(Z V_{e2} + R_7 V_{S2}) \cdot C_3 P}{Z C_3 P + Z R_7 + R_7 C_3 P}$$

$$\frac{V_{e1}}{C_3 P} = \frac{(Z V_{e2} + R_7 V_{S2})}{Z C_3 P + Z R_7 + R_7 C_3 P}$$

$$\frac{V_{e1} - Z V_{e2}}{R_7 C_3 P} = \frac{V_{S2}}{Z R_7 + (R_7 + Z) \cdot C_3 P}$$

$$V_{S2} = (Z R_7 + (R_7 + Z) \cdot C_3 P) \cdot \frac{V_{e1} - Z V_{e2}}{R_7 C_3 P}$$

$$V_{S2} = \frac{(Z R_7 + (R_7 + Z) \cdot C_3 P)}{R_7 C_3 P} V_{e1} - \frac{(Z R_7 + (R_7 + Z) \cdot C_3 P) \cdot Z}{R_7 C_3 P} V_{e2}$$

$$V_{S2} = \left(\frac{Z}{C_3 P} + 1 + \frac{Z}{R_7} \right) V_{e1} - Z \cdot \left(\frac{Z}{C_3 P} + 1 + \frac{Z}{R_7} \right) \cdot V_{e2}$$

II.4.3.3.2.Montage intégrateur

II.4.3.3.2.1.Définition

Un montage intégrateur permet de trouver en sortie l'intégrale du signal d'entrée multipliée par un gain $-1/RC$.

L'intégrateur doit être utilisé avec précautions car il est très délicat : la moindre tension continue présente à l'entrée (y compris et surtout une tension parasite) sera intégrée et générera une rampe en sortie. Il faudra donc prévoir des dispositifs annexes, soit un système de stabilisation, soit un système de remise à zéro de la sortie.

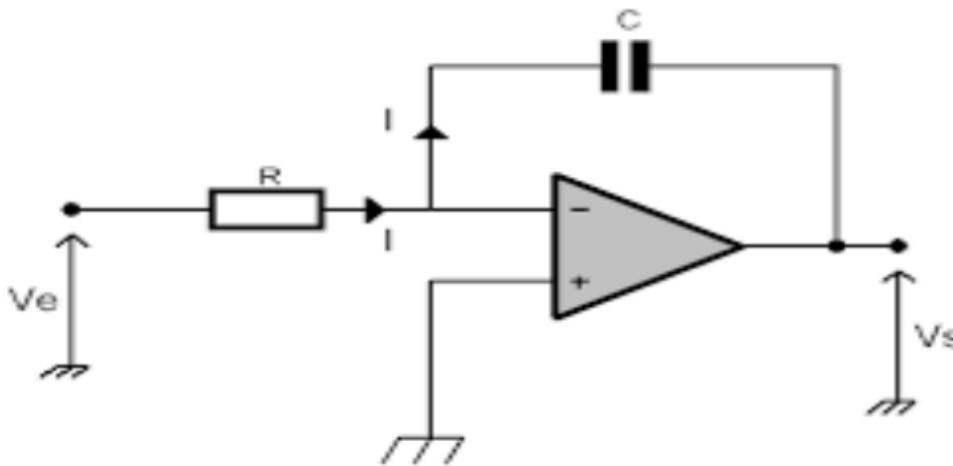


Figure II.15 : Montage intégrateur.

II.4.3.3.2. Formule

La formule générale de la tension de sortie de ce montage est :

$$V_s = -\frac{1}{RC} \int V_e dt$$

Voici un tableau de correspondance entre entrée et sortie :

Entrée	Sortie
Sinus	Cosinus ou sinus déphase (insertion d'un déphasage)
Carré	Triangle
Triangle	Signal en X ²

Tableau II.2 : concordance entre entrée et sortie.

II.4.3.3.3. Comparateurs de tensions

II.4.3.3.3.1. Définition

Ce sont des amplificateurs non linéaires car l'amplificateur ne fonctionne pas avec la condition $V_+ = V_-$. (les deux entrées ont des valeurs différentes).

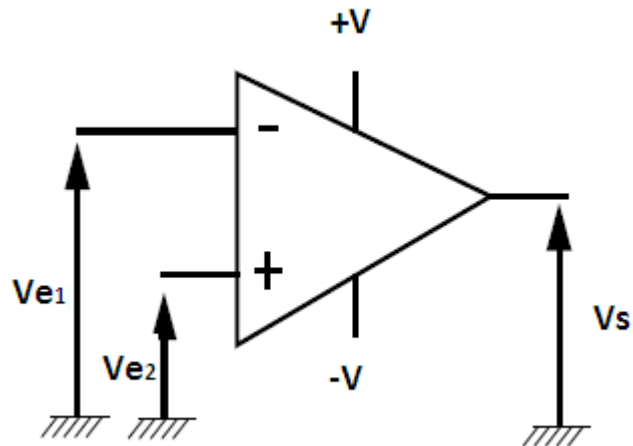


Figure II.16 : Comparateur non inverseur.

II.4.3.3.3.2.Principe

Le comparateur est un opérateur qui compare les niveaux de tensions

Si :

$$V_{e1} > V_{e2} \rightarrow V_s = -V$$

$$V_{e2} > V_1 \rightarrow V_s = +V$$

II.4.3.3.3.3.Comparateur à fenêtre

Un comparateur à fenêtre fonctionne lui aussi en non linéaire mais il possède 2 alimentations montées côte à côte. Il ne délivre une tension de sortie que si la tension d'entrée est comprise entre une limite basse et une limite haute : c'est-à-dire ce dispositif est utilisé pour détecter si une tension est à l'intérieur d'une plage ou « fenêtre » ce qui signifie le nom du montage.

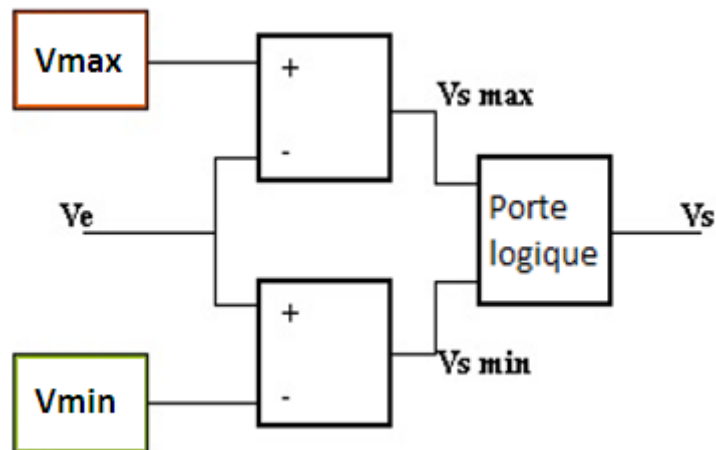


Figure II.17 : Montage Comparateur à fenêtre.

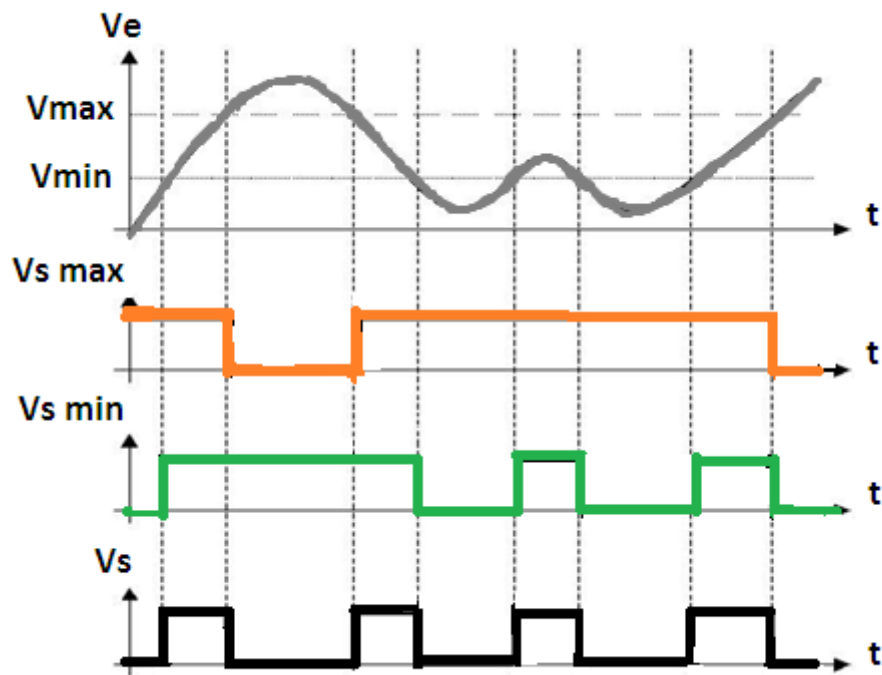


Figure II.18 : Exemple avec une fonction comparatrice à fenêtre.

II.4.4.LM324

II.4.4.1.Définition

Le LM324 est un circuit intégré constituant 4 AOP indépendants logés dans un seul boîtier. Ils sont conçus pour fonctionner à partir d'une alimentation simple sur une vaste plage de tensions. La température de fonctionnement varie de 0 ° C à 70 ° C à température ambiante alors que la température maximale de jonction peut atteindre 150 ° C.

Généralement, les amplificateurs opérationnels peuvent effectuer des opérations mathématiques.

II.4.4.2.Applications

Leurs domaines d'application comprennent :

- Intégrateur, différentiateur, additionneur, suiveur de tension, etc.
- Transducteurs Amplificateurs.
- Circuits de filtrage.
- Comparateurs (Contrôle de boucle et régulation).
- Blocs de gain DC.....etc.

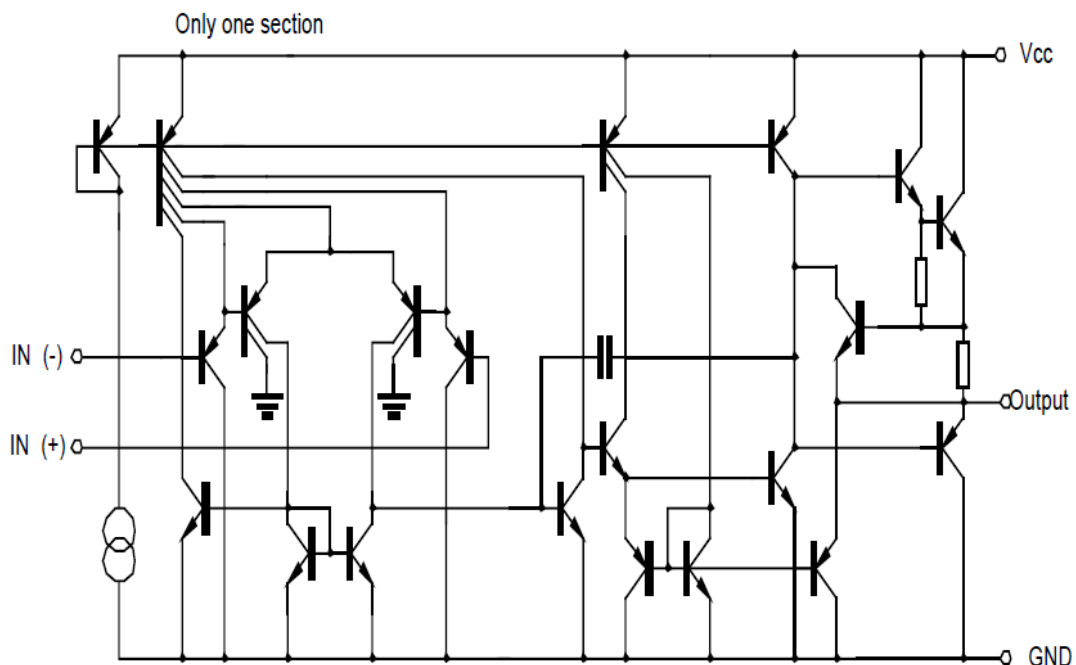


Figure II.19: Schéma bloc du circuit intégré LM324.

II.4.5.Etage de modulation

II.4.5.1.Oscillateur contrôlé en tension

II.4.5.1.1.Définition

L'oscillateur commandé par tension, également connu sous l'acronyme **VCO**, est un type d'oscillateur dans lequel la fréquence des oscillations de sortie peut être modifiée en faisant varier l'amplitude d'un signal de tension d'entrée.

Les oscillateurs commandés par tension sont couramment utilisés dans les modulateurs de fréquence (FM, PLL). Une autre application de l'oscillateur commandé en tension est le générateur de signaux à fréquence variable lui-même.

Le VCO est un traducteur Tension/Fréquence, produit un signal alternatif de sortie ou la fréquence est proportionnelle à la tension continue du signal d'entrée. [16]

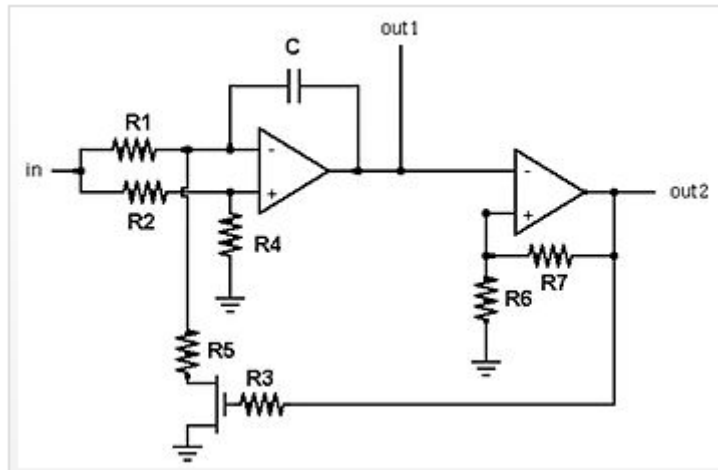


Figure II.20 : Schéma oscillateur modulé en fréquence. [17]

II.4.5.1.2.Principe de fonctionnement d'un VCO

La division de la tension entrante grâce au diviseur de tension (formé de résistance R1 et R2) interagit sur les deux entrées du premier amplificateur opérationnel par la suite, le condensateur (qui fait partie d'un circuit intégrateur) se charge, et la tension de sortie de cet AOP baisse progressivement jusqu'à atteindre le seuil inférieur. À ce moment, le second amplificateur se déclenche et passe à l'état haut, provoquant la saturation du transistor. Cette situation cause un brutal abaissement de la tension, ainsi les niveaux s'inversent.

II.5.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié théoriquement les blocs essentiels constituant notre circuit ce qui va servir par la suite à la bonne compréhension du principe de son fonctionnement dans le chapitre suivant.

Chapitre III

Réalisation Pratique

III.1.Introduction

Dans ce chapitre, on va aborder la mise en œuvre du circuit électrique du montage, les mesures pratiques en différents points notamment les entrées et les sorties de tous les étages et le circuit imprimé de sa réalisation.

III.2.Schéma électrique du détecteur

A l'aide de logiciel ISIS proteus nous avons conçu et simulé notre schéma :

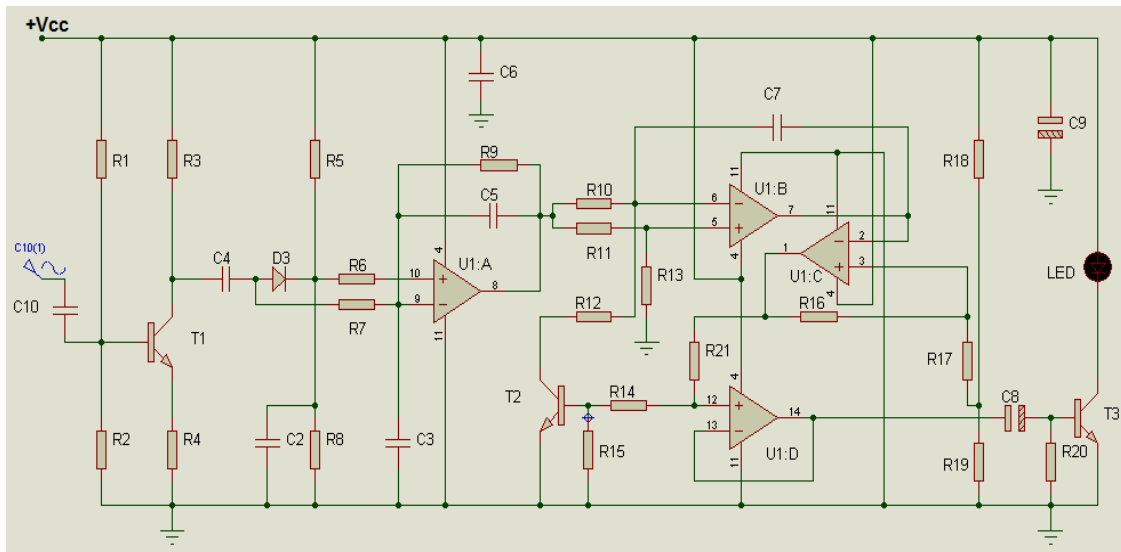


Figure III.1 : Schéma électrique du circuit

III.3. Principe de fonctionnement du détecteur

Le circuit d'entrée du récepteur capte les ondes radio, par l'intermédiaire d'une courte antenne, antenne fouet normalement. Cependant, pour faciliter le travail nous avons remplacé l'antenne avec un simple montage de modulation AM et à l'aide de deux GBF on a injecté un signal modulant avec une amplitude de **0.2V** à une fréquence de **1KHz** et une porteuse avec une fréquence de **600 KHz** à **1V** crête à crête et ainsi on a obtenu notre signal modulé.

Ce dernier, et à travers le condensateur **C10**, atteint la base du transistor **T1** qui va l'amplifier jusqu'à **4,2V** pour procéder à une détection en utilisant une méthode qui consiste à un redressement simple alternance. Celle-ci est opérée par la diode **D3**. Ensuite, le signal **BF** est extrait à l'aide d'un filtre de type **RC**, constitué par la résistance **R8** et le condensateur **C2** dont :

$$F_c = 2\pi * R8 * C2$$

$$F_c = 9.42 * 10^{-4} \text{Hz}$$

Le condensateur **C2** se charge avec ces impulsions du signal résultant, tandis que la résistance **R8** le décharge aussitôt.

L'étage suivant est un amplificateur opérationnel (**U1A**) qui est configuré comme un amplificateur différentiel. Celui-ci reçoit d'une part, la composante détectée par la cathode de **D3** à travers **R6**, et l'amplifie avec un gain de **200** et qui est déterminé par la cellule de contre-réaction négative composée de **R9** et **R7** et, d'autre part, reçoit aussi, sur la patte **2**, le même signal **HF** élaboré par le premier étage mais non encore détecté. Donc, le **U1a** sert, non seulement à augmenter le niveau de la partie du signal détectée, mais aussi à améliorer la qualité de la détection simple alternance.

Les condensateurs **C3** et **C5** ont la valeur **10 nF**. Ils permettent à éliminer tous les résidus de haute fréquence. Donc ils assurent une parfaite propreté de la tension du signal basse fréquence.

Le troisième étage est un oscillateur modulé, il est formé par les trois amplificateurs opérationnels restants disponibles dans le circuit intégré **U1**.

Le premier de ces trois amplificateurs opérationnels (**U1b**), configuré en amplificateur sommateur/intégrateur, reçoit deux tensions: la première correspondant aux portions de signal basse fréquence sur la patte **5** appliquée par le diviseur **R11/R13**. Cette portion provoque le déplacement du potentiel présent au repos sur la broche **7**, tandis que la deuxième, celle qui atteint la patte **6** est une tension continue avec laquelle **C7** est chargé, cela fait descendre la tension de sortie sur la patte **7**, jusqu'à ce qu'elle attend le seuil inférieur.

L'**U1c**, configuré comme comparateur à fenêtre, se déclenche. Alors sa patte **1** passe de **0** volt à l'état haut, provoquant la saturation du transistor **T2**, celui-ci, étant conducteur, décharge à la masse **C7** à travers **R12** de **47K Ω** et met la broche **6** de **U1b** à la masse. Par conséquent, les niveaux s'inversent.

Alors, le niveau de la tension de sortie (patte **7**) de **U1b** remonte et se reçoit par la patte **2** de comparateur, ceci le fait commuter à nouveau et la tension sur la broche **1** se remet à **0**. Le transistor **T2** est alors bloqué, le condensateur **C7** se charge lentement à travers **R10** et un nouveau cycle recommence, et ainsi de suite.⁹⁹

Dès lors, un phénomène cyclique apparaît, qui engendre un signal en dents de scie sur la sortie de **U1B** (patte **7**) et un signal rectangulaire sur la patte **1** de **U1C**.

L'entrée (broche **12**) du buffer qui suit (**U1D**), configuré en amplificateur non inverseur, d'abord, elle subit les impulsions rectangulaires, puis elle les amplifie en courant, et enfin elle les retransmet sur sa sortie.

Cet étage produit un signal modulé, dont la tonalité change en fonction de l'intensité du champ du signal reçu.

Pratique

Le **U1D** envoie les impulsions à travers le condensateur **C8** sur la base du transistor **T3** qui l'amplifie pour pouvoir allumer la **LED**.

III.4. Réalisation du circuit imprimé

La réalisation a été d'abord réalisée sur une plaque d'essai pour tester le fonctionnement du circuit avant de commencer la réalisation pratique sur circuit imprimé.

A partir du schéma électrique et à l'aide de l'environnement ARES nous avons réalisé notre typon que nous avons imprimé sur une feuille transparente et amenés au technicien de laboratoire pour qu'il nous fabrique les circuits imprimés.

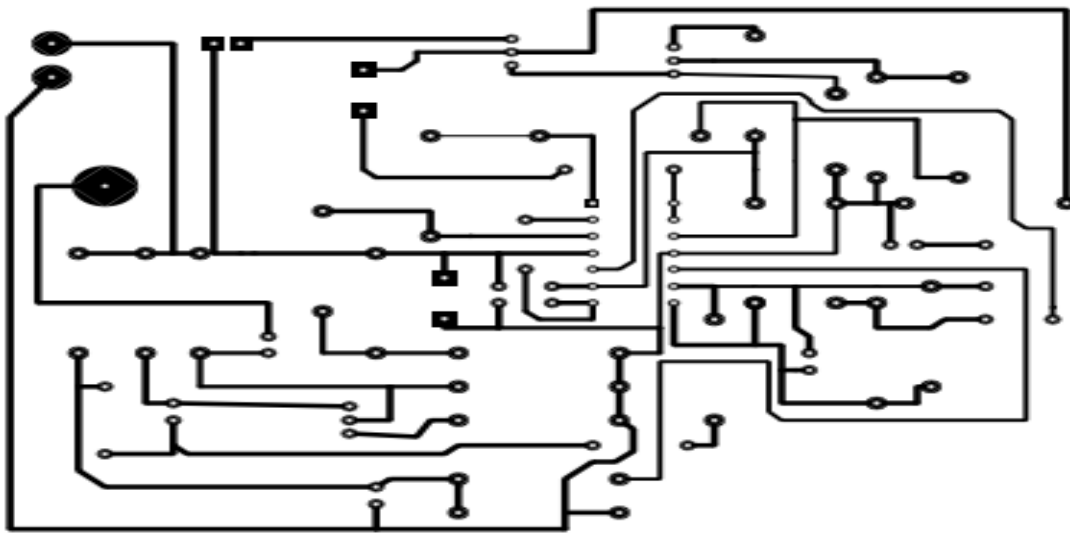


Figure III.2 : Typon du circuit imprimé du détecteur.

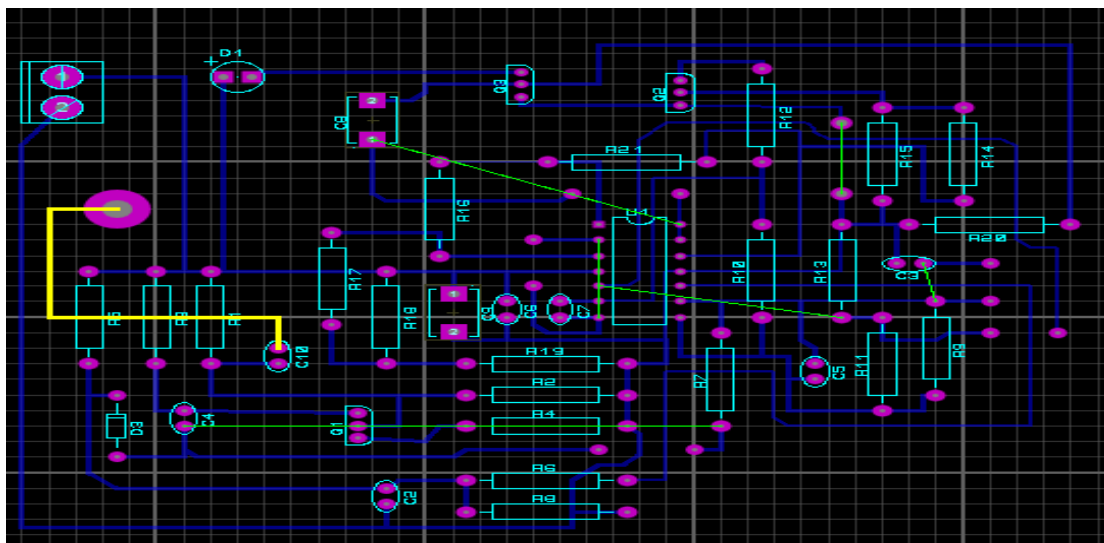


Figure III.3 : vue des composants côté cuivre

Pratique

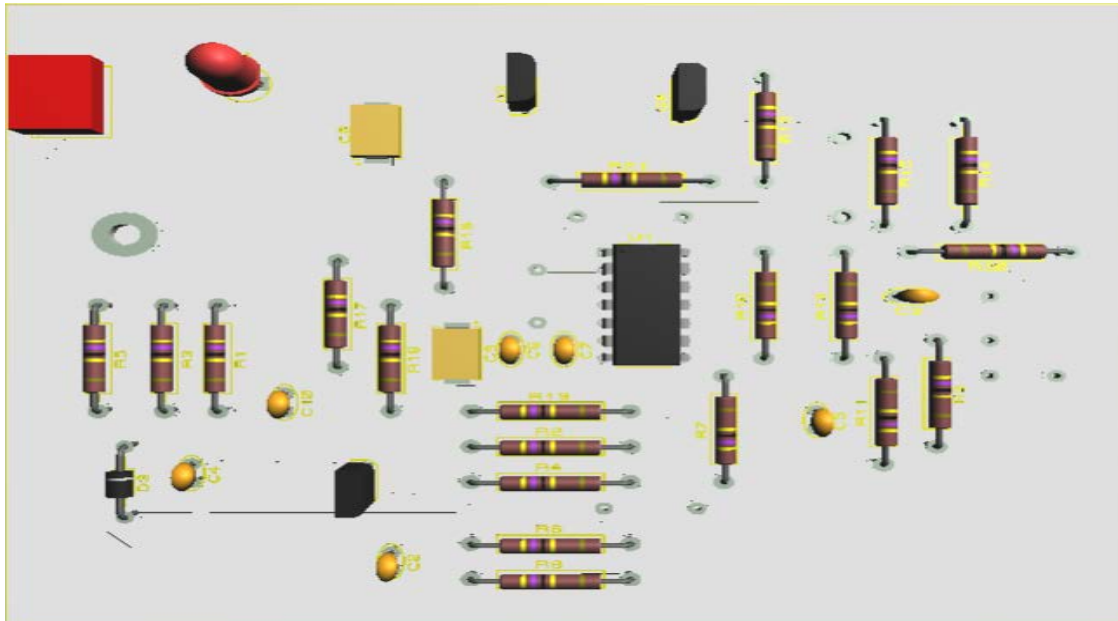


Figure III.4 : Vue 3D des composants implantés.

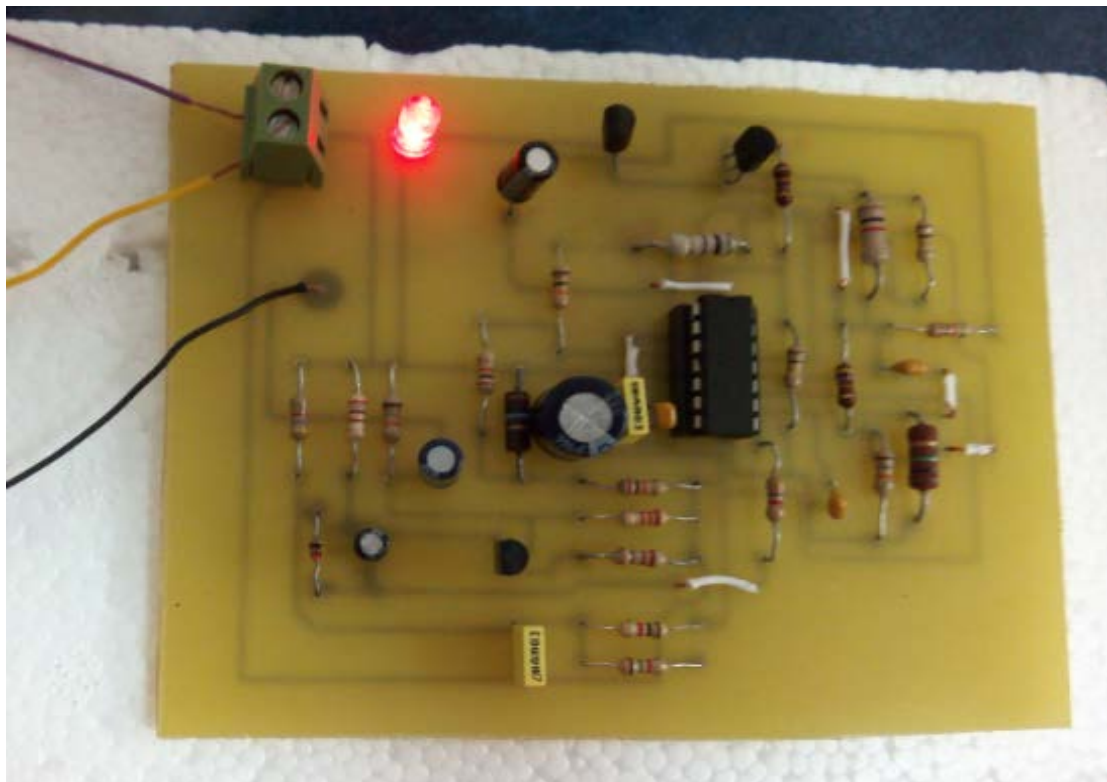


Figure III.5 : circuit réalisé du détecteur.

III.5. Mesures pratiques

III.5.1. Signal d'entrée

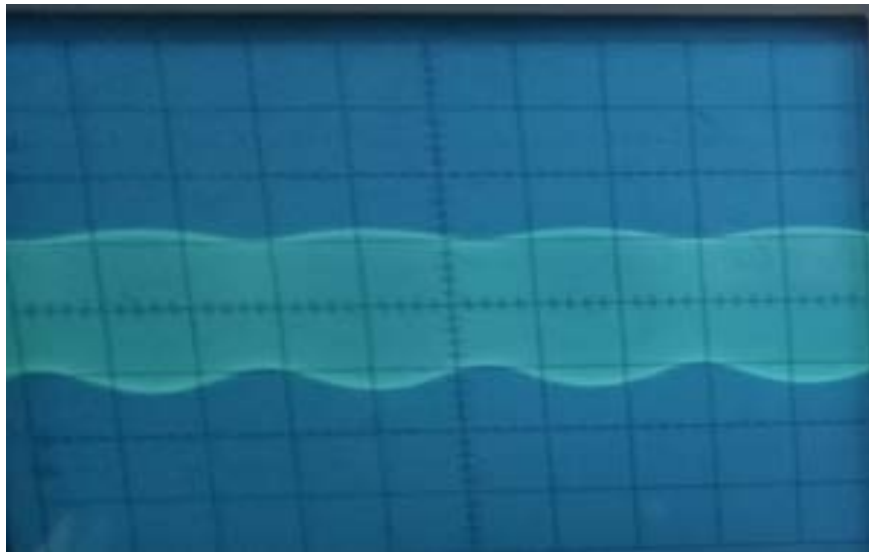


Figure III.6 : signal d'entrée

III.5.2. Étage n°1

Circuit d'étage :

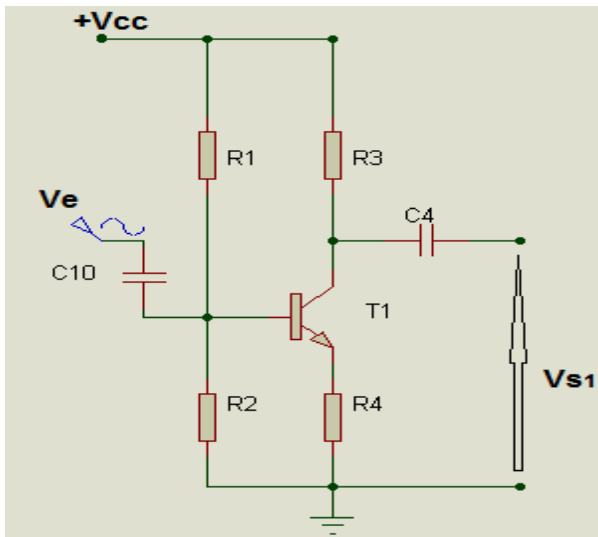


Figure III.7 : montage amplificateur émetteur commun.

Signal de sortie :

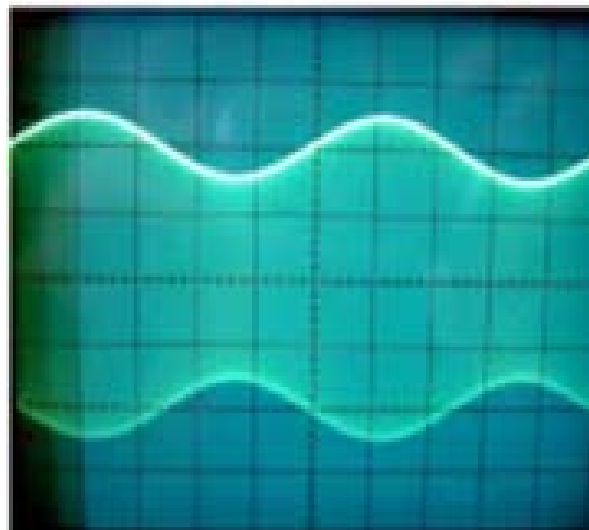


Figure III.8 : signal de sortie d'amplificateur.

III.5.3. Étage n°2

Circuit de détection :

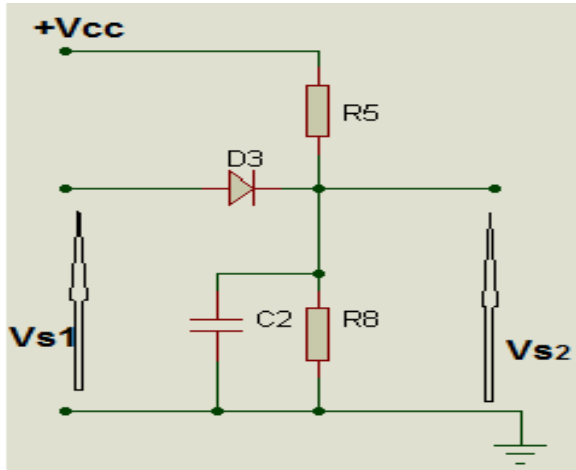


Figure III.9 : Montage du détecteur de crête.

Signal de sortie :

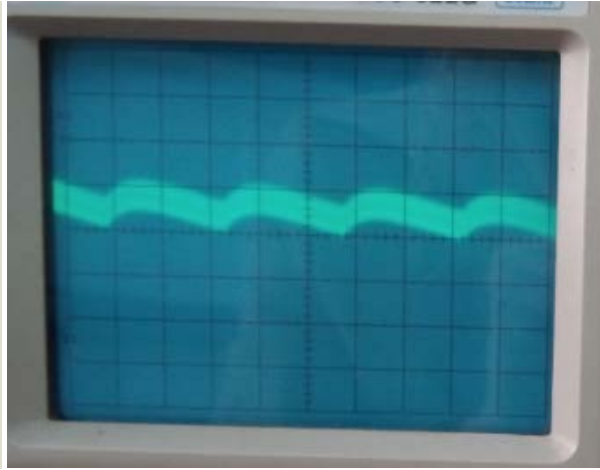


Figure III.10 : Signal de sortie du détecteur.

III.5.4. Étage n°3

Circuit d'étage :

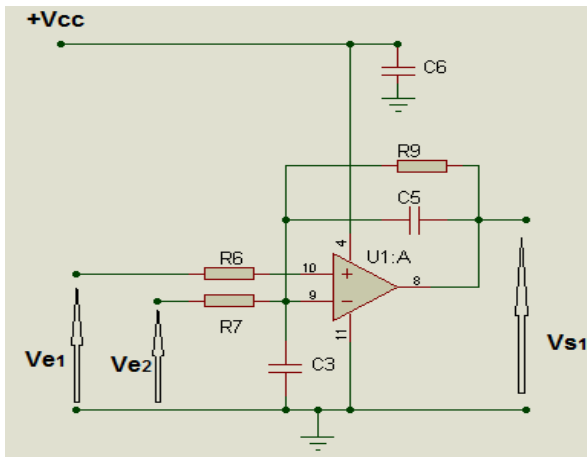


Figure III.11 : Montage d'AOP.

Tension à la sortie de l'amplificateur différentiel :

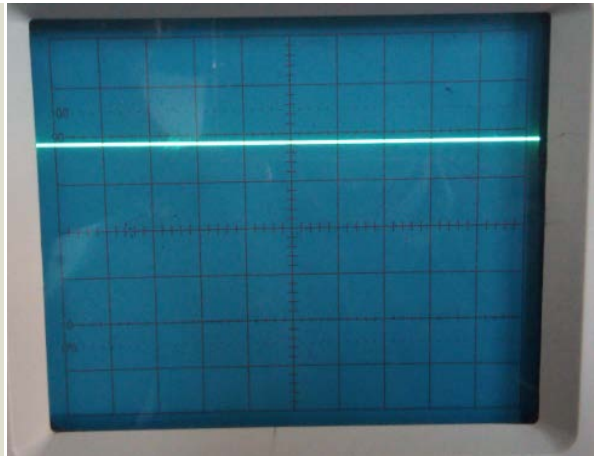


Figure III.12 : Signal issu à la sortie d'AOP.

III.5.5. Étage n°4

Circuit d'étage :

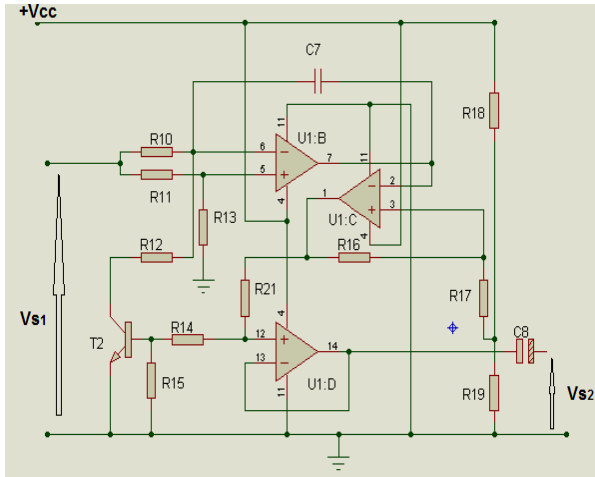


Figure III.13 : Montage d'oscillateur modulé en fréquence.

Signal de sortie :

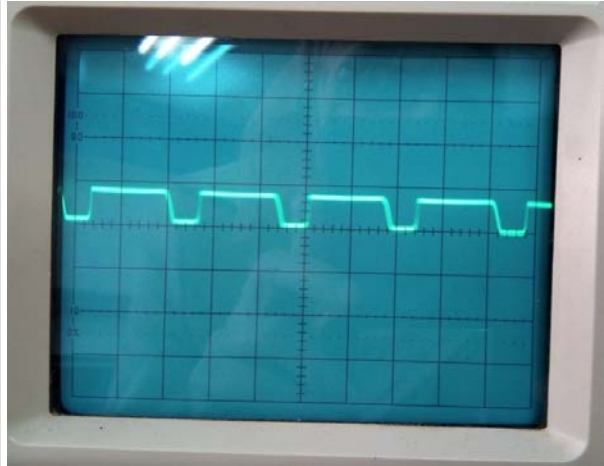


Figure III.14 : Signal de sortie de vco.

III.5.6. Dernier étage

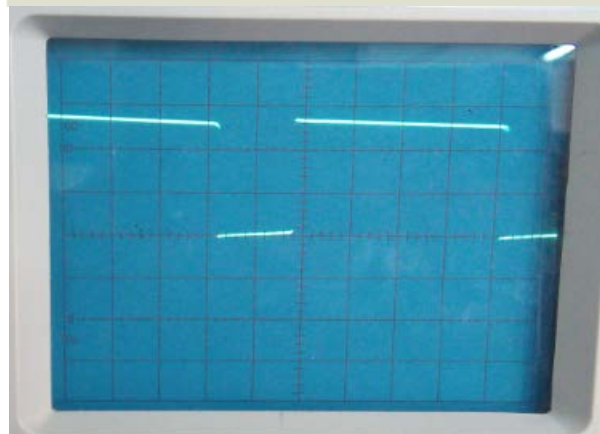
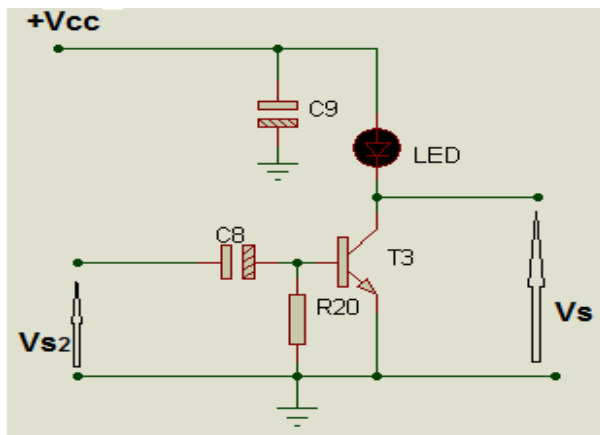


Figure III.15 : Montage de dernier étage.

Figure III.16 : Signal de sortie (V_s).

III.6. Signaux sous ISIS

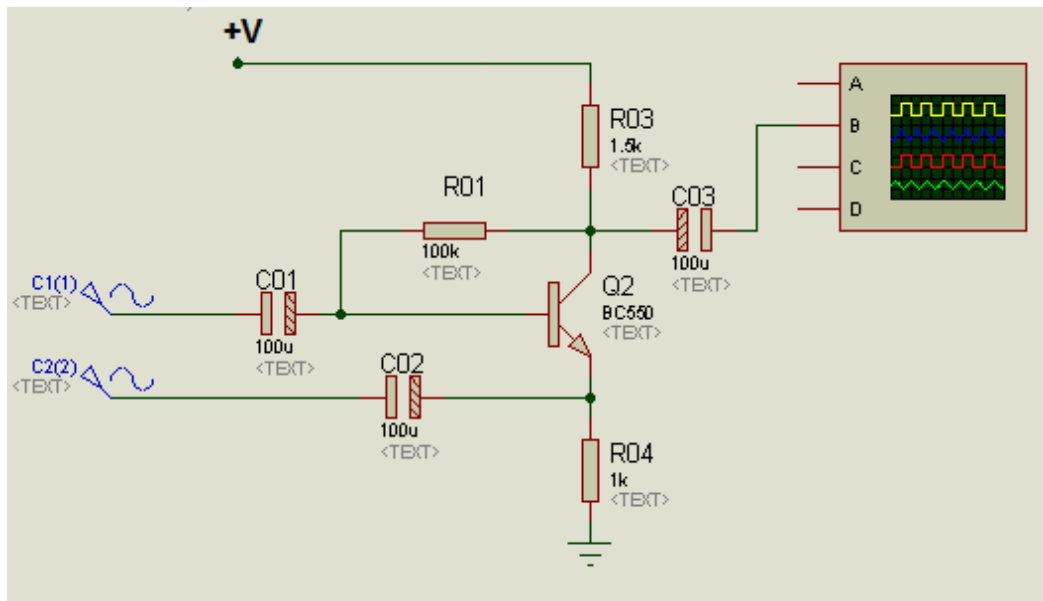


Figure III.17 : Montage modulation AM.

III.6.1.premier étage

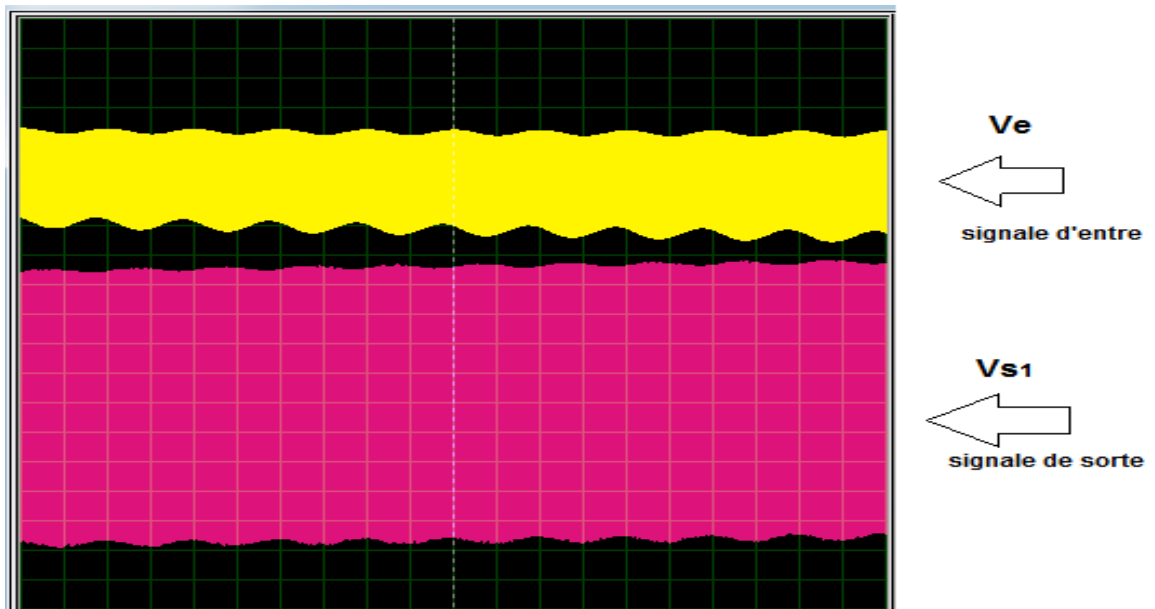


Figure III.18 : Signal d'entrè et signal de sortie du premier étage.

III.6.2.Étage de détection

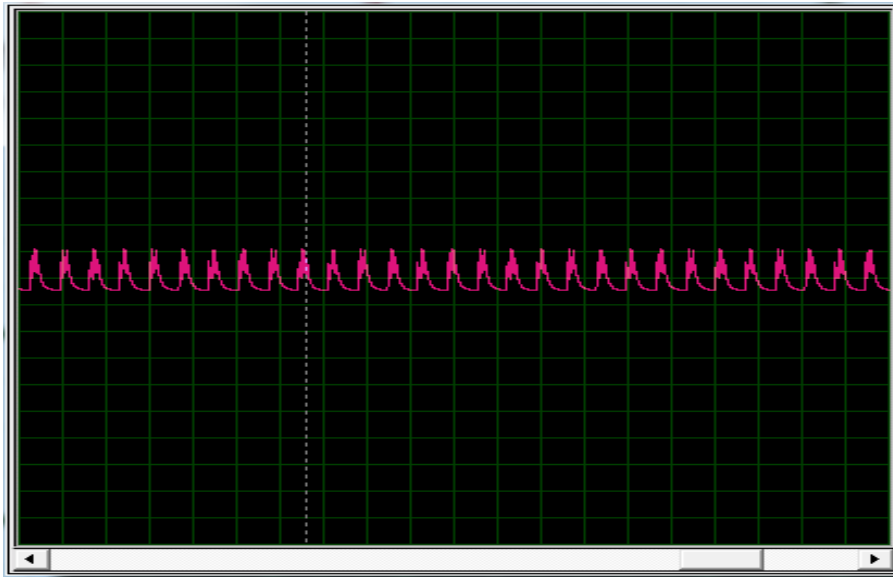


Figure III.19 : Signal obtenu à la sortie du détecteur.

III.6.3.Étage de l'amplificateur différentiel

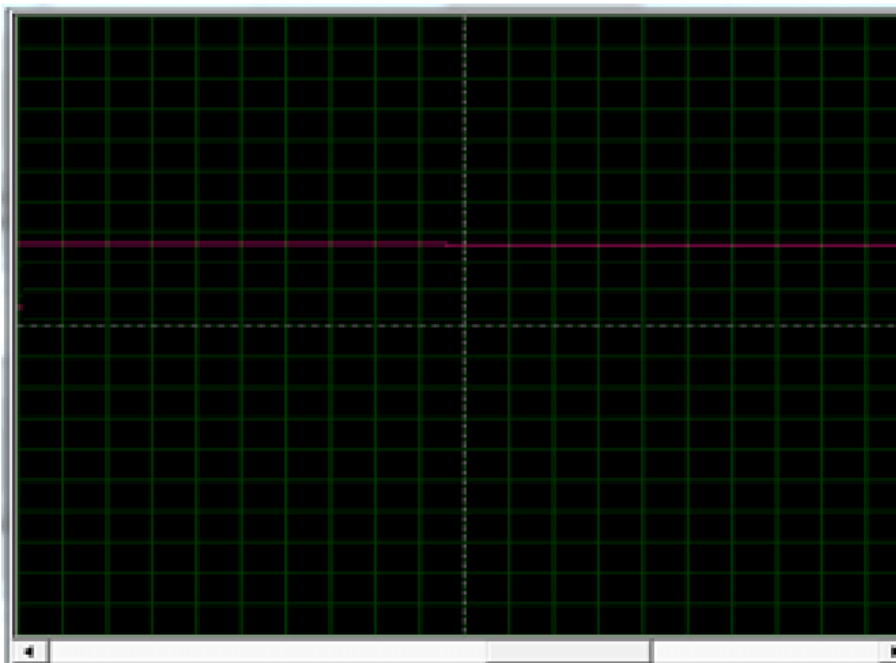


Figure III.20 : signal aux bornes la patte 8 du LM324.

III.6.4. Étage d'oscillation

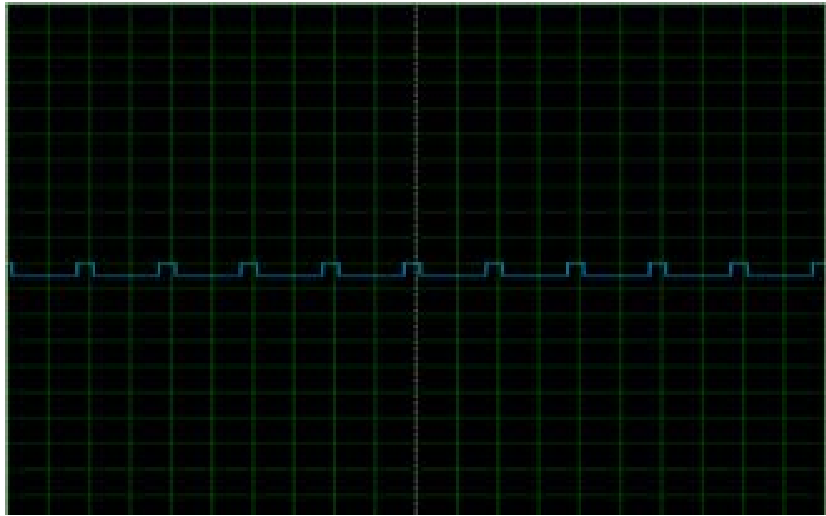


Figure III.21 : l'allure du signal à la sortie de la broche 14 de LM324.

III.6.5. Dernier étage

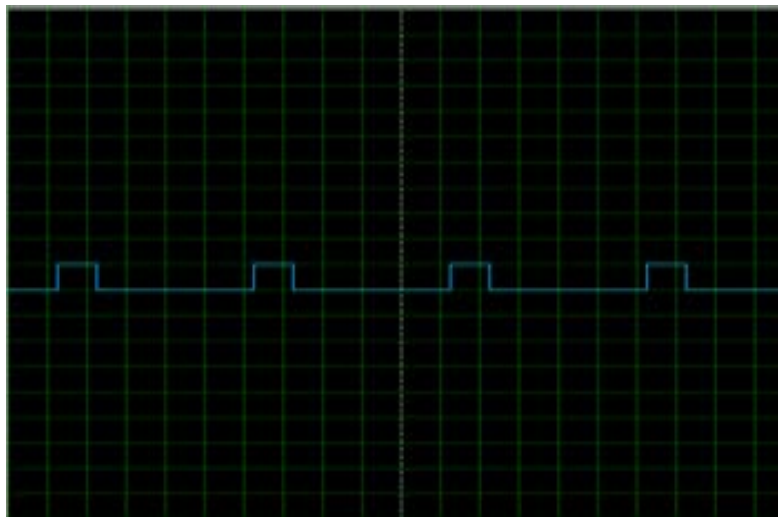


Figure III.22: signal de sortie du dernier étage.

III.7. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons expliqué le fonctionnement détaillé du détecteur .Puis, nous avons réalisé le circuit imprimé et ensuite, on a implanté les composants.

Enfin, nous avons donné les signaux relevés aux différents points.

Conclusion Générale

Conclusion Générale :

Ce mémoire était basée principalement sur la conception et la réalisation d'un détecteur Radio-fréquence en vue de ses énormes profits dans plusieurs domaines importants de la vie humaines : santé, économie, prudence... etc .

Pour réaliser ce projet, nous avons tout d'abord défini les besoins et les objectifs à atteindre selon les spécifications de notre détecteur.

Pour nous approcher de cet objectif, nous avons fait des recherches théoriques qui ont une relation pour mieux comprendre la conception de notre montage.

Par la suite nous avons passé à la partie pratique où nous avons réalisé notre détecteur et avons fait les différents essais pour atteindre notre objectif et montrer que le détecteur marche convenablement.

Cette conception nous a permis véritablement de mieux connaître et apprécier pratiquement les notions fondamentales de l'électronique jusque là restée pour nous théoriques telles que l'amplification, l'oscillation, le filtrage, et les problèmes liés aux mesures électriques, s'inscrit dans le cadre de détection de signaux indésirables.



Bibliographie

Bibliographie :

- [1] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Onde_%C3%A9lectromagn%C3%A9tique
- [2] : <https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/physique-onde-electromagnetique-1506699999/>
- [3] : <http://www.maxicours.com/se/fiche/9/1/404391.html>
- [4] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Rayonnement_%C3%A9lectromagn%C3%A9tique
- [5] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Spectre_visible
- [6] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Diffraction#/media/File:Two-Slit_Diffraction.png
- [7] : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Diffraction>
- [8] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Vecteur_de_Poynting
- [9] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Onde_radio
- [10] : <http://www.bedwani.ch/electro/ch15/index.htm>
- [11] : <https://www.epsic.ch/cours/electronique/techn99/elnthcircuit/ciatstxt.html#ancre335484>
- [12] : http://users.polytech.unice.fr/~cpeter/ELEC/DOCS_COURS/4_transistor_bip.pdf
- [13] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Filtre_passe-bas
- [14] : <http://poujouly.net/2015/05/08/detecteur-de-crete/>
- [15] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Contre_r%C3%A9action
- [16] : <http://dSPACE.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/11469/1/Ms.ELN.Riahi.pdf>
- [17] : <http://boowiki.info/art/oscillateurs/oscillateur-commande-en-tension.html>

Annexe

Annexe

Annexe1 : La diode BAT85 .

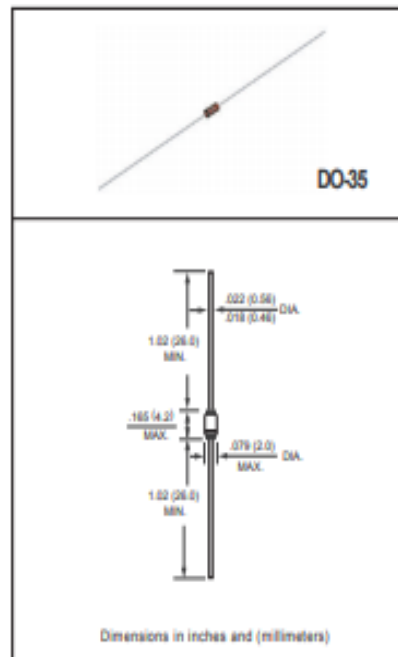


BAT85

SCHOTTKY DIODES

FEATURES

- Fast Switching Device ($T_{RR}<4.0nS$)
- DO-35 Package (JEDEC)
- Through-Hole Device Type Mounting
- Hermetically Sealed Glass
- Compression Bonded Construction
- All external surfaces are corrosion resistant and leads are readily solderable



MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS
 Ratings at 25 °C ambient temperature unless otherwise specified.
 Single phase, half wave, 60 Hz, resistive or inductive load.
 For capacitive load, derate current by 20%.

MAXIMUM RATINGS (@ TA = 25°C unless otherwise noted)

RATINGS	SYMBOL	BAT85	UNITS
Maximum Forward Continuous Reverse Voltage	V_R	30	V
Maximum Forward Continuous Current @ $T_A=25^\circ C$	I_F	200	mAmps
Maximum Peak Forward Current @ $T_A=25^\circ C$	I_{FM}	300	mAmps
Surge Forward Current @ $I_p<1s, T_A=25^\circ C$	I_{FSM}	600	mAmps
Maximum Power Dissipation @ $T_A=65^\circ C$	P_D	200	mW
Operating and Storage Temperature Range	T_o, T_{STG}	-65 to + 125	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (@ TA = 25°C unless otherwise noted)

CHARACTERISTICS	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	
Reverse breakdown voltage ($I_C=10\mu A$)	V_{BR}	30	-	-	V	
Reverse voltage leakage current ($V_R=25V$)	I_R	-	-	2	μA	
Forward voltage Pulse Test $t_p<300\mu s, \delta<2\%$	V_F	-	($I_C=0.1mA$)	-	0.24	V
			($I_C=1mA$)	-	0.32	
			($I_C=10mA$)	-	0.4	
			($I_C=30mA$)	0.5	-	
($I_C=100mA$)	-	0.8				
Diode capacitance ($V_C=1, f=1MHz$)	C_T	-	-	10	pF	
Reverse recovery time ($I_C=I_C=10mA, I_R=1mA$)	t_{rr}	-	-	5	nS	

2006-3

Annexe2 : Le transistor BC547B

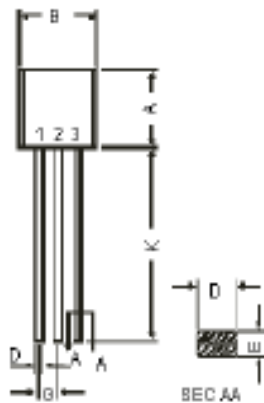
BC547B
General Purpose Transistor



Features:

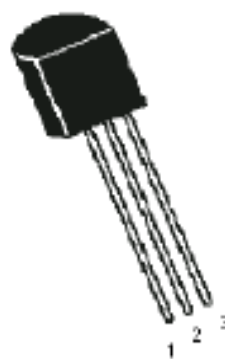
- NPN general purpose transistors, especially suited for use in driver stages of audio amplifiers, low noise input stages of tape recorders, Hi-Fi amplifiers, signal processing circuits of television receivers.

TO-92 Plastic Package



Dimensions	Minimum	Maximum
A	4.32	5.33
B	4.45	5.20
C	3.18	4.19
D	0.41	0.55
E	0.35	0.50
F	E*	
G	1.14	1.40
H		1.53
K	12.70	-

Dimensions : Millimetres



Pin Configuration:
1. Collector
2. Base
3. Emitter



BC547B**General Purpose Transistor****Absolute Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)**

Parameters	Symbol	Value	Unit
Collector Emitter Voltage	V_{CEO}	45	V
Collector Emitter Voltage	V_{CES}	50	
Collector Base Voltage	V_{CBO}		
Emitter Base Voltage	V_{EB0}	6.0	
Collector Current Continuous	I_C	100	mA
Peak	I_{CM}	200	
Base Current Peak	I_{BM}	200	
Emitter Current Peak	I_{EM}		
Power Dissipation at $T_a = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_{TA}	500 4.0	mW mW/°C
Storage Temperature	T_{stg}	-65 to +150	°C
Junction Temperature	T_J	150	
Thermal Resistance			
Junction to Ambient	$R_{th(j-a)}$	250	°C/W

Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Parameters	Symbol	Test Condition	Value	Unit
Collector Emitter Voltage	V_{CEO}	$I_C = 1\text{mA}, I_B = 0$	>45	V
Collector Base Voltage	V_{CBO}	$I_C = 10\mu\text{A}, I_E = 0$	>50	
Emitter Base Voltage	V_{EB0}	$I_E = 10\mu\text{A}, I_C = 0$	>6.0	
Collector Cut off Current	I_{CBO}	$V_{CE} = 30\text{V}, I_B = 0$ $T_J = 150^\circ\text{C}$	<50	nA
		$V_{CE} = 30\text{V}, I_B = 0$	<5.0	μA
	I_{CES}	$V_{CE} = 50\text{V}, V_{BE} = 0$ $T_J = 125^\circ\text{C}$	<15	nA
Collector Cut off Current		$V_{CE} = 50\text{V}, V_{BE} = 0$	<4.0	μA
DC Current Gain	h_{FE}	$I_C = 2\text{mA}, V_{CE} = 5\text{V}$	200	-
Collector Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 10\text{mA}, I_B = 0.5\text{mA}$ $I_C = 100\text{mA}, I_B = 5\text{mA}$	<0.25 <0.60	V
Base Emitter Saturation Voltage	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 10\text{mA}, I_B = 0.5\text{mA}$ $I_C = 100\text{mA}, I_B = 5\text{mA}$	Typical 0.70 Typical 0.90	
Base Emitter On Voltage	$V_{BE(on)}$	$I_C = 2\text{mA}, V_{CE} = 5\text{V}$ $I_C = 10\text{mA}, V_{CE} = 5\text{V}$	0.55 - 0.70 <0.72	

BC547B**General Purpose Transistor****Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)**

Parameters	Symbol	Test Condition	Value	Units
Dynamic Characteristics				
Transition Frequency	f_T	$I_C = 10\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$ $f = 100\text{MHz}$	Typical 300	MHz
Collector Output Capacitance	C_{ob}	$V_{CE} = 10\text{V}$, $f = 1\text{MHz}$	<4.50	pF
Emitter Input Capacitance	C_{ib}	$V_{EB} = 0.5\text{V}$, $f = 1\text{MHz}$	Typical 9.0	
Noise Figure	NF	$I_C = 0.2\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$ $R_s = 1\text{k}\Omega$, $f = 200\text{Hz}$	<10	dB
Small Signal Current Gain	h_{fe}	$I_C = 2\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$	Typical 330	-
Input Impedance	h_{ie}		3.2 - 8.5	k Ω
Voltage Feedback Ratio	h_{re}		Typical 2.0	$\times 10^{-4}$
Output Impedance	h_{oe}		<60	$\mu\Omega$

Specifications

V_{CBO} (V)	V_{CBO} Maximum (V)	I_C (A)	h_{FE} Minimum at $I_C = 2\text{mA}$	f_T (Typical) MHz	P_{tot} (mW)	Package	Part Number
45	50	0.1	200	300	625	TO-92	BC547B



BC557B

General Purpose Transistor



Notes:

International Sales Offices:



AUSTRALIA - Permal
Tel No: ++61 1300 261 000
Fax No: ++61 1300 261 200



FINLAND - Permal
Tel No: ++358 9 260 1190
Fax No: ++358 9 260 2411



ITALY - Permal
Tel No: ++39 02 80 880 200
Fax No: ++39 02 80 880 300



SPAIN - Permal
Tel No: ++34 91 700 00 00
Fax No: ++34 91 700 00 00



AUSTRIA - Permal
Tel No: ++43 650 2180 800
Fax No: ++43 650 2180 870



FRANCE - Permal
Tel No: ++33 474 89 80 80
Fax No: ++33 474 89 80 80



MALAYSIA - Permal Permal
Tel No: ++603 7870 8000
Fax No: ++603 7870 7000



SWEDEN - Permal
Tel No: ++46 8 700 00 00
Fax No: ++46 8 60 02 00



BELGIUM - Permal
Tel No: ++32 3 475 2410
Fax No: ++32 3 207 9948



GERMANY - Permal
Tel No: ++49 89 87 200 200
Fax No: ++49 89 87 200 271



NETHERLANDS - Permal
Tel No: ++31 20 241 0070
Fax No: ++31 20 241 0000



SWITZERLAND - Permal
Tel No: ++41 204 80 04
Fax No: ++41 204 80 04



BRAZIL - Permal Permal
Tel No: ++55 11 4088 8400
Fax No: ++55 11 4088 8470



HONG KONG - Permal Permal
Tel No: ++852 2388 8488
Fax No: ++852 2388 8488



NEW ZEALAND - Permal
Tel No: 0800 80 80 80
Fax No: 0800 80 80 81



UK - Permal
Tel No: ++44 870 200 200
Fax No: ++44 870 200 200



CHINA - Permal Permal
Tel No: ++86 10 6268 0000
Fax No: ++86 10 6268 0000



HUNGARY - Permal
Tel No: ++36 870 1200 200
Fax No: ++36 870 1200 200



NORWAY - Permal
Tel No: 800 148 70
Fax No: 800 148 70



UK - CPC
Tel No: ++44 870 200 200
Fax No: ++44 870 200 200



CZECH REPUBLIC - Permal
Tel No: ++42 870 1200 200
Fax No: ++42 870 1200 200



INDIA - Permal
Tel No: ++91 870 1200 200
Fax No: ++91 870 1200 200



PORTUGAL - Permal
Tel No: ++351 90 474 8800
Fax No: ++351 90 474 8200



USA - Permal
Tel No: 800 800 8270



DENMARK - Permal
Tel No: ++45 44 50 80 80
Fax No: ++45 44 50 80 80



IRELAND - Permal
Tel No: ++353 1 800 8077
Fax No: ++353 1 800 8078



RUSSIA - Permal
Tel No: ++44 870 1200 200
Fax No: ++44 870 1200 200



EXPORT - Permal
Tel No: ++44 870 200 200
Fax No: ++44 870 200 200

For enquiries from all other markets



ESTONIA - Permal
Tel No: ++372 6 260 1190
Fax No: ++372 6 260 2411



ISRAEL - Permal
Tel No: ++972 827 0010
Fax No: ++972 827 0014



SINGAPORE - Permal Permal
Tel No: ++65 6788 2000
Fax No: ++65 6788 2000

<http://www.farnell.com>
<http://www.newark.com>
<http://www.cpc.co.uk>

Disclaimer: This data sheet and its contents (the "Information") belong to the Permal Permal Group (the "Group") or are loaned to it. No license is granted for the use of it other than for information purposes in connection with the products to which it relates. No licence of any intellectual property rights is granted. The information is subject to change without notice and replaces all data sheets previously supplied. The information supplied is believed to be accurate but the Group assumes no responsibility for its accuracy or completeness, any error in or omission from it or for any use made of it. Users of this data sheet should check for themselves the information and the suitability of the products for their purpose and not make any assumptions based on information included or omitted. Liability for loss or damage resulting from any reliance on the information or use of it (including liability resulting from negligence or where the Group was aware of the possibility of such loss or damage arising) is excluded. This will not operate to limit or restrict the Group's liability for death or personal injury resulting from its negligence. CPC Multicomp is the registered trademark of the Group. © Permal Permal plc 2006.



Annexe3 :Le transistor BFR90

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATAOrder this document
by BFR90/DThe RF Line
NPN Silicon
High-Frequency TransistorDesigned primarily for use in high-gain, low-noise, small-signal amplifiers.
Also used in applications requiring fast switching times.

- High Current-Gain — Bandwidth Product —
 $f_T = 5.0$ GHz (Typ) @ $I_C = 14$ mA
- Low Noise Figure —
NF = 2.4 dB (Typ) @ $f = 0.5$ GHz
= 3.0 dB (Typ) @ $f = 1.0$ GHz
- High Power Gain —
 $G_{max} = 18$ dB (Typ) @ $f = 0.5$ GHz
= 12 dB (Typ) @ $f = 1.0$ GHz

BFR90 $f_T = 5.0$ GHz @ 14 mA
HIGH-FREQUENCY
TRANSISTOR
NPN SILICON

CASE 317A-01, STYLE 2

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	15	Vdc
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	20	Vdc
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	3.0	Vdc
Collector Current — Continuous	I_C	30	mAdc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ (1) Derate above 25°C	P_D	250 2.0	mW mW/°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	-55 to +150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	500	°C/W

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

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

OFF CHARACTERISTICS

Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 1.0$ mAdc, $I_B = 0$)	$V_{(BR)CEO}$	15	—	—	Vdc
Collector-Base Breakdown Voltage ($I_C = 0.1$ mAdc, $I_E = 0$)	$V_{(BR)CBO}$	20	—	—	Vdc
Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_E = 0.1$ mAdc, $I_C = 0$)	$V_{(BR)EBO}$	3.0	—	—	Vdc
Collector Cutoff Current ($V_{CB} = 10$ Vdc, $I_E = 0$)	I_{CBO}	—	—	50	nA

ON CHARACTERISTICS

DC Current Gain ($I_C = 14$ mAdc, $V_{CE} = 10$ Vdc)	h_{FE}	25	—	250	—
---	----------	----	---	-----	---

(continued)

NOTE:

1. Device mounted on .062" 2 oz. copper G10 board material, collector pad area 110 X 700 mils.

REV 1

© Motorola, Inc. 1995



ELECTRICAL CHARACTERISTICS — continued (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
DYNAMIC CHARACTERISTICS					
Current-Gain — Bandwidth Product (I _C = 14 mA, V _{CE} = 10 V, f = 0.5 GHz)	f _T	—	5.0	—	GHz
Collector-Base Capacitance (V _{CB} = 10 V, I _E = 0, f = 1.0 MHz)	C _{cb}	—	0.5	1.0	pF
FUNCTIONAL TESTS					
Noise Figure (I _C = 2.0 mA, V _{CE} = 10 V, f = 0.5 GHz) (I _C = 2.0 mA, V _{CE} = 10 V, f = 1.0 GHz)	NF	—	2.4 3.0	—	dB
Power Gain at Optimum Noise Figure (I _C = 2.0 mA, V _{CE} = 10 V, f = 0.5 GHz) (I _C = 2.0 mA, V _{CE} = 10 V, f = 1.0 GHz)	G _{NF}	—	15 10	—	dB
Maximum Available Power Gain (1) (I _C = 14 mA, V _{CE} = 10 V, f = 0.5 GHz) (I _C = 14 mA, V _{CE} = 10 V, f = 1.0 GHz)	G _{max}	—	18 12	—	dB

NOTE 1. $G_{max} = \frac{|S_{21}|^2}{(1-|S_{11}|^2)(1-|S_{22}|^2)}$

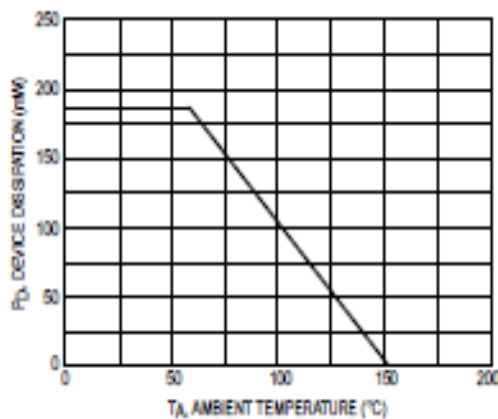


Figure 1. Power Derating

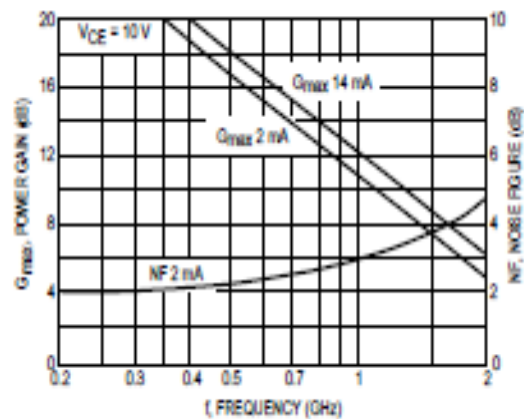


Figure 2. Power Gain and Noise Figure versus Frequency

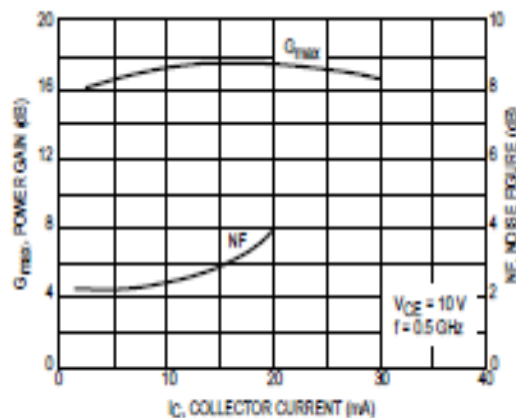


Figure 3. Power Gain and Noise Figure versus Collector Current

Frequency (MHz)		200		500		800		1000		1500	
V_{CE} (Volts)	I_C (mA)	S_{11}	$\angle \phi$	S_{11}	$\angle \phi$	S_{11}	$\angle \phi$	S_{11}	$\angle \phi$	S_{11}	$\angle \phi$
5.0	2.0	0.77	-45	0.48	-90	0.33	-125	0.27	-160	0.28	170
	5.0	0.52	-60	0.25	-110	0.18	-150	0.18	170	0.21	145
	10	0.33	-75	0.15	-125	0.13	-175	0.15	150	0.20	130
	20	0.20	-95	0.12	-155	0.14	165	0.17	145	0.22	130
	30	0.17	-116	0.14	-170	0.17	160	0.21	145	0.26	130
10	2.0	0.79	-40	0.50	-80	0.33	-115	0.26	-150	0.25	175
	5.0	0.56	-55	0.27	-95	0.18	-135	0.13	-175	0.17	150
	10	0.39	-65	0.16	-105	0.10	-150	0.10	165	0.15	140
	20	0.25	-75	0.10	-120	0.09	-175	0.12	150	0.18	130
	30	0.25	-75	0.10	-120	0.09	-175	0.12	150	0.18	130

Table 1. S_{11} Parameters

Frequency (MHz)		200		500		800		1000		1500	
V_{CE} (Volts)	I_C (mA)	S_{22}	$\angle \phi$	S_{22}	$\angle \phi$	S_{22}	$\angle \phi$	S_{22}	$\angle \phi$	S_{22}	$\angle \phi$
5.0	2.0	0.89	-20	0.69	-30	0.61	-35	0.55	-35	0.52	-45
	5.0	0.75	-25	0.55	-30	0.50	-30	0.47	-30	0.43	-40
	10	0.64	-25	0.49	-25	0.45	-25	0.43	-30	0.40	-35
	20	0.57	-25	0.47	-20	0.44	-25	0.43	-25	0.40	-35
	30	0.55	-20	0.47	-20	0.46	-20	0.44	-25	0.42	-35
10	2.0	0.91	-15	0.74	-25	0.66	-30	0.62	-35	0.59	-40
	5.0	0.79	-20	0.61	-25	0.56	-25	0.54	-30	0.51	-35
	10	0.70	-20	0.56	-20	0.53	-25	0.51	-25	0.48	-35
	20	0.63	-20	0.54	-25	0.53	-20	0.51	-25	0.49	-35
	30	0.63	-15	0.56	-15	0.55	-20	0.54	-25	0.52	-35

Table 2. S_{22} Parameters

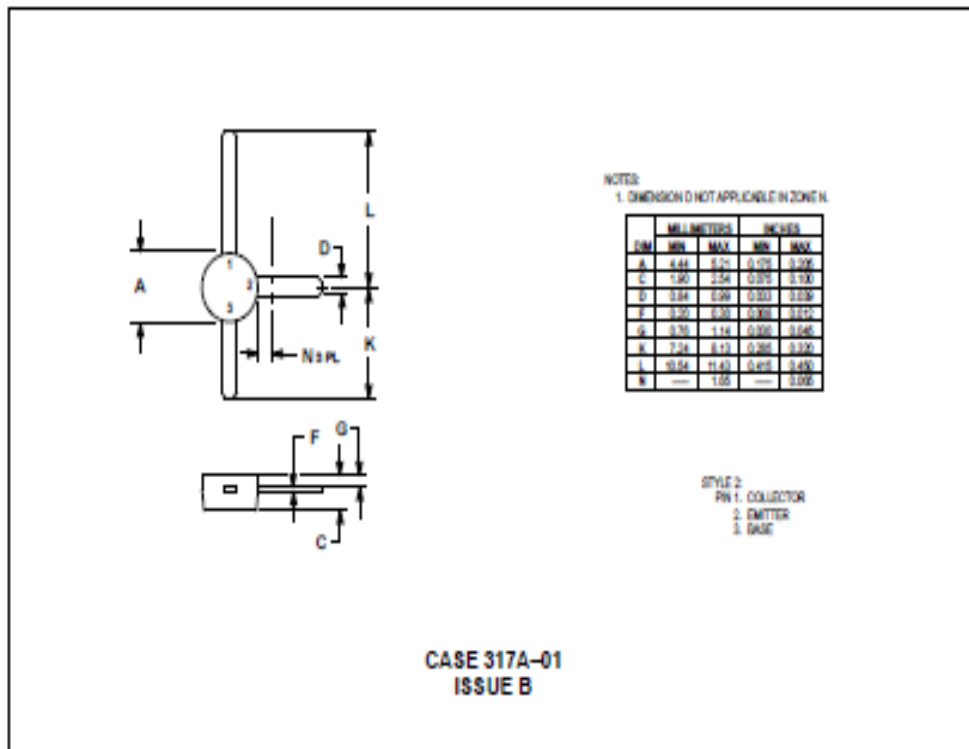
Frequency (MHz)		200		500		800		1000		1500	
V_{CE} (Volts)	I_C (mA)	S_{21}	$\angle \phi$	S_{21}	$\angle \phi$	S_{21}	$\angle \phi$	S_{21}	$\angle \phi$	S_{21}	$\angle \phi$
5.0	2.0	5.78	140	3.81	105	2.73	90	2.20	75	1.70	60
	5.0	9.92	125	5.24	95	3.50	80	2.80	70	2.10	60
	10	12.33	115	5.82	90	3.79	75	2.90	65	2.20	55
	20	13.62	105	6.00	85	3.88	75	2.95	65	2.25	55
	30	13.41	105	5.80	80	3.74	75	2.85	65	2.15	55
10	2.0	5.77	145	3.88	110	2.80	90	2.25	75	1.75	60
	5.0	10.05	130	5.42	95	3.60	80	2.85	70	2.10	60
	10	12.56	115	6.00	90	3.90	80	3.05	70	2.25	55
	20	13.77	110	6.13	85	3.92	75	3.05	65	2.20	55
	30	13.23	105	5.79	85	3.70	75	2.85	65	2.15	55

Table 3. S_{21} Parameters

Frequency (MHz)		200		500		800		1000		1500	
V_{CE} (Volts)	I_C (mA)	S_{12}	$\angle \phi$	S_{12}	$\angle \phi$	S_{12}	$\angle \phi$	S_{12}	$\angle \phi$	S_{12}	$\angle \phi$
5.0	2.0	0.06	65	0.10	55	0.12	55	0.14	55	0.17	60
	5.0	0.05	65	0.08	65	0.12	65	0.15	65	0.19	65
	10	0.04	65	0.08	70	0.12	70	0.15	70	0.20	65
	20	0.04	75	0.08	75	0.12	75	0.15	70	0.20	70
	30	0.03	75	0.07	75	0.11	75	0.15	75	0.19	70
10	2.0	0.05	70	0.03	55	0.11	55	0.12	55	0.15	60
	5.0	0.04	65	0.07	65	0.10	65	0.13	65	0.17	70
	10	0.04	65	0.07	70	0.10	70	0.13	70	0.17	70
	20	0.03	70	0.07	75	0.10	75	0.13	75	0.17	70
	30	0.03	75	0.06	75	0.10	75	0.13	75	0.17	70

Table 4. S_{12} Parameters

PACKAGE DIMENSIONS



Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and M are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

How to reach us:
USA/EUROPE: Motorola Literature Distribution;
P.O. Box 20912, Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-3447

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tabumi-SPD-LDC, Tohokoku Chouki,
6F Seibu-Butsuryo-Center, 3-14-2 Tabumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-3521-6315

MFAX: RMFAXD@email.sps.mot.com - TOUCHTONE (800) 244-8800
INTERNET: http://Design-NEE.com

HONG KONG: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; BB Tai Ping Industrial Park,
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. (852-26525228)



0

BFR90/D



Annexe4 : Le circuit intégré LM324

Datasheet

www.kitronik.co.uk

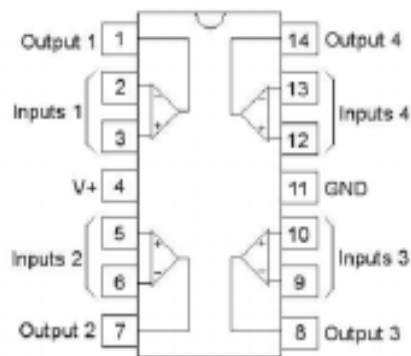
LM324

Kitronik Ltd – LM324 quad op-amp datasheet

Overview

The [LM324 integrated circuit](#) is a quad operational amplifier (Op-Amp). The device has four individual Op-Amp circuits housed in a single package.

Pin Outs



Pin Descriptions

V+	= Supply voltage
GND	= GND (0V) connection for supply voltage
Input(s)	= Input to Op-Amp
Output	= Output of Op-Amp

Electrical Characteristics

Operating Voltage	= 3.0V to 32V
Maximum Supply Current	= 1.2mA @ 5V Operating Voltage = 3mA @ 30V Operating Voltage
High Level Output Voltage	= 3.5V @ 5V Operating Voltage = 28V @ 30V Operating Voltage
Maximum Output Current	= 40mA @ 5V Operating Voltage

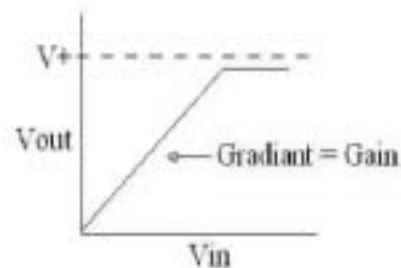
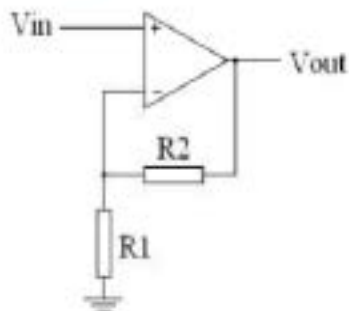
Environmental

Operating Temperature	= 0° to 70° C
-----------------------	---------------

www.kitronik.co.uk

Page 1 of 3

Non-inverting amplifier



This is a very simple non inverting amplifier circuit. The output (V_{out}) of the amplifier is given by:

$$V_{out} = V_{in} \times \text{Gain of the amplifier}$$

The Gain of the amplifier is given by:

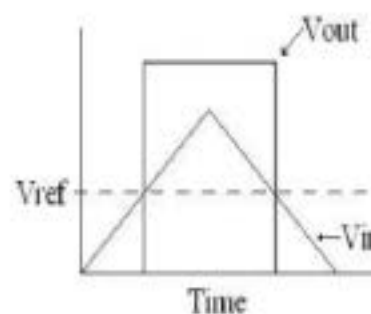
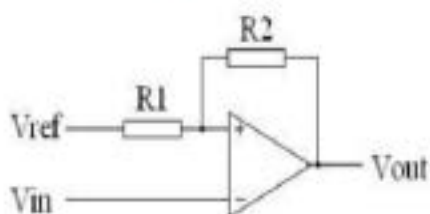
$$\text{Gain} = 1 + (R2 / R1)$$

A graph of V_{in} vs V_{out} is shown above right.

Note: The output of the amplifier can not exceed the supply voltage. This is shown by the flattening of the graph near $V+$ above.

Typical values for $R1$ would be 10Kohm and for $R2$ would be 1Mohm. This would result in a gain of 101.

Comparator with hysteresis



A comparator circuit is used to compare a signal to a defined reference voltage. In the above circuit, when V_{in} is lower than V_{ref} the output will be low (GND). When V_{in} is greater than V_{ref} the output will switch to a high state ($V+$). This is shown by the graph above right.

Hysteresis is used to ensure a clean transition when the V_{in} crosses the reference voltage. Without it the output could bounce on, off, on, off, etc. between the two possible output levels. Hysteresis is the amount by which the V_{in} signal, once it has caused the output to switch, would have to change in the opposite direction (high or low) to result in V_{out} switching back.

Datasheet

www.kitronik.co.uk

LM324

The resistors R1 and R2 provide the hysteresis function.

The amount of hysteresis is given by:

$$dV = V \times (R1/R2)$$

Typical values for R1 would be 10Kohm and for R2 would be 1Mohm. This would result in a dV of 0.01V.

ملخص

مكتشف تردد الراديو هو مستقبل حساس ناجح وقادر على بث انبعاثات التردد المنخفض على نطاق واسع بين بعض الميغاهرتزات الى تقريبا 1 جيقاهرتز

تعتبر ميكروفونات الجوسسة و المراقبة من أدوات الكشف الأكثر استعمالا نظرا لفوائدهم الهائلة في عدة مجالات مثل: الصحة الاقتصاد و الحدر

Résumé

Le détecteur radio-fréquence est un récepteur sensible , performant et capable de capter des émissions radio-fréquence de faible puissance sur une vaste gamme comprise entre quelques mégahertz et jusqu'à environ un gigahertz .

Les détecteurs micros espions et moniteurs de surveillances sont parmi les principes instruments de détection les plus utilisés en vue de leurs énormes profits dans plusieurs domaines importants de la vie humaines tel que : santé , économie, prudence ... etc .

Abstract

The radio frequency detector is a sensitive, successful receiver capable of getting radio frequency emissions of low power on a vast range between some megahertz and up to approximately a gigahertz.

Microcomputings spies and supervision monitors are among the principle instruments of detection mostly used because of their enormous profits in several important domains of the human life such as: health, economy, caution etc.