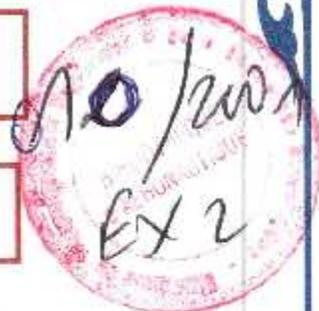


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

--* UNIVERSITE DE BLIDA *-*-*
« SAAD DAHLAB »

INSTITUT D'AERONAUTIQUE
I.A.B



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention d'un diplôme des études
Universitaires appliquées

Option : Avionique

THEME



**ETUDE ET REALISATION D'UN
DECODEUR DE TRANSPONDEUR
DE BORD**

Dirigé par :
M^{me} : OTMANE.F

Présenté par :
ABDELLI YUCEF
DJEFAFLA NADIR

ANNEE UNIVERSITAIRE « 2000/2001 »

اهداء

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

أقدم لهذا العمل المتواضع لبي روح لبي و لبي و لبي شريكة

حياتي و اجمل و اغلى و اعز شيء في وجودي - ل - و لبي كل عامتي

و بالأخص اخي العزيز سيد علي الذي ساعدني كثيرا خلال

هذا المشروع وكل

اصدقائي

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الهدى هذا العمل الى جميع عائلتي والى زوجتي الغاليين والى جميع اصدقائي
خاصة يونس قائد بشير سليم ربال وجميع اصدقائي في المجمع

نذير



INTRODUCTION GENERALE

PREMIER CHAPITRE : Outils de la gestion du trafic aérien

PARTIE A : LE CONTROLE DU TRAFIC AERIEN

I - A - 1 - Objectifs de la circulation aérienne.....	2
I - A - 1 - a - La sécurité.....	2
I - A - 1 - b - La régularité.....	2
I - A - 2 - Organisation de la circulation aérienne.....	2
I - A - 2 - a - La circulation aérienne générale (CAG).....	2
• Les vols IFR (Instrument Flight Rules).....	3
• Les vols VFR (visual Flight Rules).....	3
I - A - 2 - b - Circulation aérienne militaire (CAM).....	3
• La circulation opérationnelle (COM).....	3
• La circulation d'essais et de réception (CER).....	3
I - A - 3 - Les services de la circulation aérienne.....	4
I - A - 3 - a - Le service de contrôle.....	4
• Le contrôle d'aérodrome.....	4
• Le contrôle d'approche.....	4
• Le contrôle régional.....	4
I - A - 3 - b - Le service d'information.....	4
I - A - 3 - c - Le service d'alerte.....	4

PARTIE B : EMPLOI DES RADARS SECONDAIRES DANS LES SERVICES DE LA CIRCULATION AERIENNE

I - B - 1 - b - Quelques types de radars.....	5
• Les radars primaires.....	5
• Les radars secondaires.....	5
• Les radars secondaires de surveillance (SSR).....	5
I - B - 2 - Les interrogateurs.....	6
I - B - 2 - a - Principe de fonctionnement.....	6
• Le générateur des impulsions.....	7
• Le codeur.....	7
• L'émetteur.....	7
• Le duplexeur.....	7
• L'antenne.....	7
• Le récepteur.....	8
• Le décodeur.....	8
• L'indicateur.....	8
I - B - 2 - b - Caractéristiques principales.....	9
• Le format des signaux d'interrogation.....	9
• Le diagramme de rayonnement.....	9
- En azimut.....	9
- En site.....	9

I - R - 2 - c - Les modes d'interrogation.....	9
I - R - 2 - d - La technique SLS.....	11
• Le dispositif SLS 3 pulses.....	11
• Le dispositif SLS 2 pulses.....	11
I - R - 3 - Les transpondeurs de bord.....	11
I - R - 3 - a - Principe de fonctionnement.....	12
• L'antenne.....	14
• Le récepteur.....	14
• Le décodeur.....	14
• Le codeur.....	14
• L'émetteur.....	14
I - R - 3 - b - Caractéristiques principales.....	14
I - R - 3 - c - Analyse des signaux de réponse.....	15
I - R - 4 - Les problèmes d'exploitation.....	16
I - R - 4 - a - Le manque de réponses.....	16
I - R - 4 - b - Les réponses parasites synchrones.....	17
I - R - 4 - c - Les réponses parasites asynchrones.....	17
I - R - 5 - conclusion.....	19

DEUXIEME CHAPITRE : LE DECODEUR DU TRANSPONDEUR A BORD

Introduction.....	21
II - 1 - principe de fonctionnement.....	21
II - 2 - l'avant projet du décodeur.....	23
II - 2 - a - Suppresseur de pointes.....	23
II - 2 - b - le suiveur.....	25
II - 2 - c - Ligne à retard.....	26
II - 2 - d - l'amplificateur.....	26
II - 2 - e - le comparateur d'amplitude.....	30
II - 2 - f - le sélécteur de modes.....	32
II - 2 - g - le module d'affichage.....	33
Conclusion.....	36

TRISIEME CHAPITRE : LA SYNTHESE PRATIQUE

Introduction.....	38
III - 1 - technologie des composants.....	38
III - 1 - a - les circuits intégrés appartenant à une famille.....	38
• la technologie T.T.L.....	38
- SN74LS08.....	38
- SN74121.....	39
• la technologie CMOS.....	40
- CD4066.....	41

- CD4013.....	42
- CD4075.....	43
III - 1 - b - les circuits intégrés solitaires.....	44
- LM710.....	44
- LM310.....	46
III - 2 - description du fonctionnement	47
conclusion	48

CONCLUSION GÉNÉRALE

ANNEXE

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION GENERALE :

L'aviation en générale bénéficie de la révolution technologique et les pilotes cherchent à gérer les trajectoires de leurs vols plus aisément . Se sont principalement les équipements à base d'électronique et d'informatique qui permettent d'améliorer et d'optimiser le vol .

Pour naviguer il faut comprendre le principe de fonctionnement des instruments de bord , afin de mieux les exploiter . par ce modeste travail on se propose de décrire le principe de fonctionnement du décodeur du transpondeur de bord avec une petite réalisation qui concrétise l'étude théorique . pour cela , nous avons opté pour le plan suivant :

- Un chapitre consacré aux outils de la gestion de trafic aérien pour donner une idée sur les systèmes et les efforts que nécessite la gestion de la circulation aérienne .
- Un deuxième chapitre présente le décodeur du transpondeur de bord , son principe et des détails sur ses constituants de bas .
- A la fin , on termine par une synthèse générale de notre réalisation pratique .

PREMIER CHAPITRE :

OUTILS DE LA GESTION DU TRAFIC AERIEN

PARTIE A : LE CONTROLE DU TRAFIC AERIEN

On entend par la circulation aérienne l'ensemble des aéronefs en vol et des aéronefs évaluant sur l'air de manœuvre d'un aéroport, et l'on se demande quels sont les signes et indications qui permettent aux avions de se déplacer et se partager le ciel chargé sans encombrement.

I - A - 1 - Objectifs de la circulation aérienne

Le développement rapide de l'aviation a nécessité l'établissement d'une réglementation pour la gestion du trafic aérien définissant les règles générales de la navigation aérienne à respecter dites " règles de l'air ". Ces règles sont des normes édictées par l'OACI qui se résument en :

- Les itinéraires à suivre.
- Les contacts radio.
- L'espacement entre deux avions.
- La localisation et l'identification des avions.
- La prévision des routes, etc....

Ces normes doivent obligatoirement être respectées pour garantir l'atteinte des deux objectifs principaux de la circulation aérienne qui sont :

- **la sécurité :**

La sécurité d'un vol se base sur :

- La prévention des collisions qui peuvent se produire.
- La détection et la prévision des phénomènes météorologiques qui peuvent être dangereux.

- **La régularité :**

Régulariser le trafic aérien consiste en :

- L'optimisation des moyens nécessaires.
- Le respect absolu des horaires.

I - A - 2 - Organisation de la circulation aérienne :

Les mouvements des aéronefs dans le ciel sont classés en deux catégories :

I - A - 2 - a - La circulation aérienne générale (CAG) :

La circulation aérienne générale est constituée par l'ensemble des mouvements des aéronefs civils de l'état soumis à la réglementation propre à ce type de circulation, elle relève de la compétence du ministère chargé de l'aviation civile.

La circulation aérienne est divisée en deux groupes :

• **Les vols IFR (Instrument Flight Rule) :**

Ce type de vols est complètement contrôlé, c'est des vols aux instruments qui font exploiter un équipement adéquat pour leur contrôle. Dans ces vols il faut respecter :

- Les règles de la communication radio.
- Le dépôt obligatoire du plan de vol qui contient les informations suivantes :

- * L'identification et type de l'aéronef.
- * Les aéroports de départ, de destination et de décollage.
- * L'itinéraire à suivre.
- * La vitesse de l'aéronef.
- * Le niveau de vol.
- * L'équipage avec le nombre de personnes.

• **Les vols VFR (visual Flight Rule) :**

C'est des vols contrôlés à vue, donc consistent en vols de petits avions. Ces vols sont partiellement contrôlés et ne sont autorisés à voler que si la visibilité est suffisante car le pilote doit voir et l'aéronef doit être vu.

Le dépôt du plan de vol pour les vols VFR n'est pas obligatoire sauf pour la traversée des frontières ou bien le survol du Sahara, de la mer ou d'un océan.

La distinction entre les vols IFR et les vols VFR se fait à travers les niveaux de vols.

I - A - 2 - b - Circulation aérienne militaire (CAM) :

Elle relève de la compétence du ministre chargé des armées, elle est divisée en deux groupes :

• **La circulation opérationnelle militaire (COM) :**

Elle est constituée par l'ensemble des mouvements des aéronefs, pour des raisons d'ordre technique ou militaire, relèvent de la réglementation propre à ce type de circulation.

• **La circulation d'essais et de réception (CER) :**

Elle est constituée par l'ensemble des mouvements des aéronefs en essai ou en réception soumis pour des raisons d'ordre technique et avec l'autorisation du directeur du centre d'essais en vol à la réglementation propre à ce type de circulation.

Certains organismes de la circulation aérienne ou bénéficiaires de la circulation aérienne générale ces services sont rendus pour le compte du ministre chargé des armées.

1 - A - 3 - Les services de la circulation aérienne :

On distingue trois services de la circulation aérienne assurés par des organismes au profit au bénéfice des aéronefs en vol.

1 - A - 3 - a - Le service de contrôle :

Le service de contrôle s'applique aux vols IFR en espaces contrôlés et à tous les vols aux départs et arrivés des aérodromes contrôlés. C'est un service assuré dans le but :

- d'empêcher les abordages entre les aéronefs et les collisions sur l'air de manœuvre entre les aéronefs et des obstacles.
- d'accélérer et de régulariser la circulation aérienne.

Le service de contrôle comprend trois types de contrôle :

• Le contrôle d'aérodrome :

C'est un service destiné au contrôle de la circulation de l'aérodrome, qui comprend des vols VFR et IFR et qui est assuré par le personnel de la tour de contrôle.

• Le contrôle d'approche :

C'est un service destiné au contrôle des aéronefs à l'arrivée et au départ assuré par la TMA

TMA (région de contrôle terminale) :

C'est un organisme qui se trouve au voisinage des grands aérodrome qui subissent un débit important de circulation aérienne

• Le contrôle régional :

Il s'agit d'espaces aériens totalement contrôlés par le centre du contrôle régional.

1 - A - 3 - b - Le service d'information :

C'est un service offert à tout type de vol dans le but de fournir les avis et les renseignements utiles à l'exécution sûre et efficace des vols (météorologie, infrastructures et positions des avions ...).

1 - A - 3 - c - Le service d'alerte

C'est un service assuré dans le but d'alerter les organes appropriés lorsque les aéronefs ont besoin de l'aide des organismes de recherche et de sauvetage.

PARTIE B : EMPLOI DES RADARS SECONDAIRES DANS LES SERVICES DE LA CIRCULATION AERIENNE

Né aux environs de 1935, le radar avec ses premiers développements s'est concrétisé au cours de la seconde guerre mondiale. Depuis cette époque, cette technique n'a cessé de se perfectionner tant au plan technologique que par la variété des techniques mises en jeu.

Le radar qu'est une abréviation de l'expression " Radio Détection end Ranging " est un dispositif comportant un émetteur, une antenne, un récepteur et un système d'exploitation. Il utilise la propriété des ondes électromagnétiques de se réfléchir sur tout obstacle créant ainsi une onde de retour qui sera décelée par un récepteur adapté à ce signal pour renseigner sur la distance, l'azimut et l'altitude des objets.

Les premières applications des radars furent les télécommunications puis la radionavigation.

Le radar est d'un emploi très vaste dans le contrôle du trafic aérien puisqu'il contribue dans tous les services de contrôle vus précédemment. On distingue quelques types de radars employés au bénéfice de la circulation aérienne :

I - B - 1- Quelques Types de radars

• Les radars primaires

C'est des dispositifs radars utilisant des signaux-radio réfléchis employant la détection à grande portée muni d'un faisceau balayant en azimut sur 360° autour de la station à fin de permettre au contrôleur une vue en plan de la circulation aérienne en fournissant les distances obliques et les azimuts des avion.

• Les radars secondaires

Les radars secondaires installés dans les principaux centres de contrôle du trafic aérien en association avec les radars primaires sont indispensables à la régulation de la circulation aérienne.

• Les radars secondaires de surveillance (SSR)

Se sont des systèmes de radars secondaires utilisant des émetteurs / récepteurs (interrogeurs) au sol et des transpondeurs de bords conformes aux spécifications de l'OACI. Les interrogeurs servent à obtenir de la part des avion des information d'identification et d'altitude, donc imposent la présence à bord d'un équipement dit " transpondeur ".

I - B - 2 - Les interrogateurs :

Le radar secondaire de surveillance émet des groupes de deux impulsions, l'espacement entre les deux impulsions caractérise un 'mode d'interrogation', une troisième impulsion supplémentaire peut être émise.

I - B - 2 - a - Principe de fonctionnement :

Le schéma synoptique établi illustre les fonctions principales de l'interrogateur :

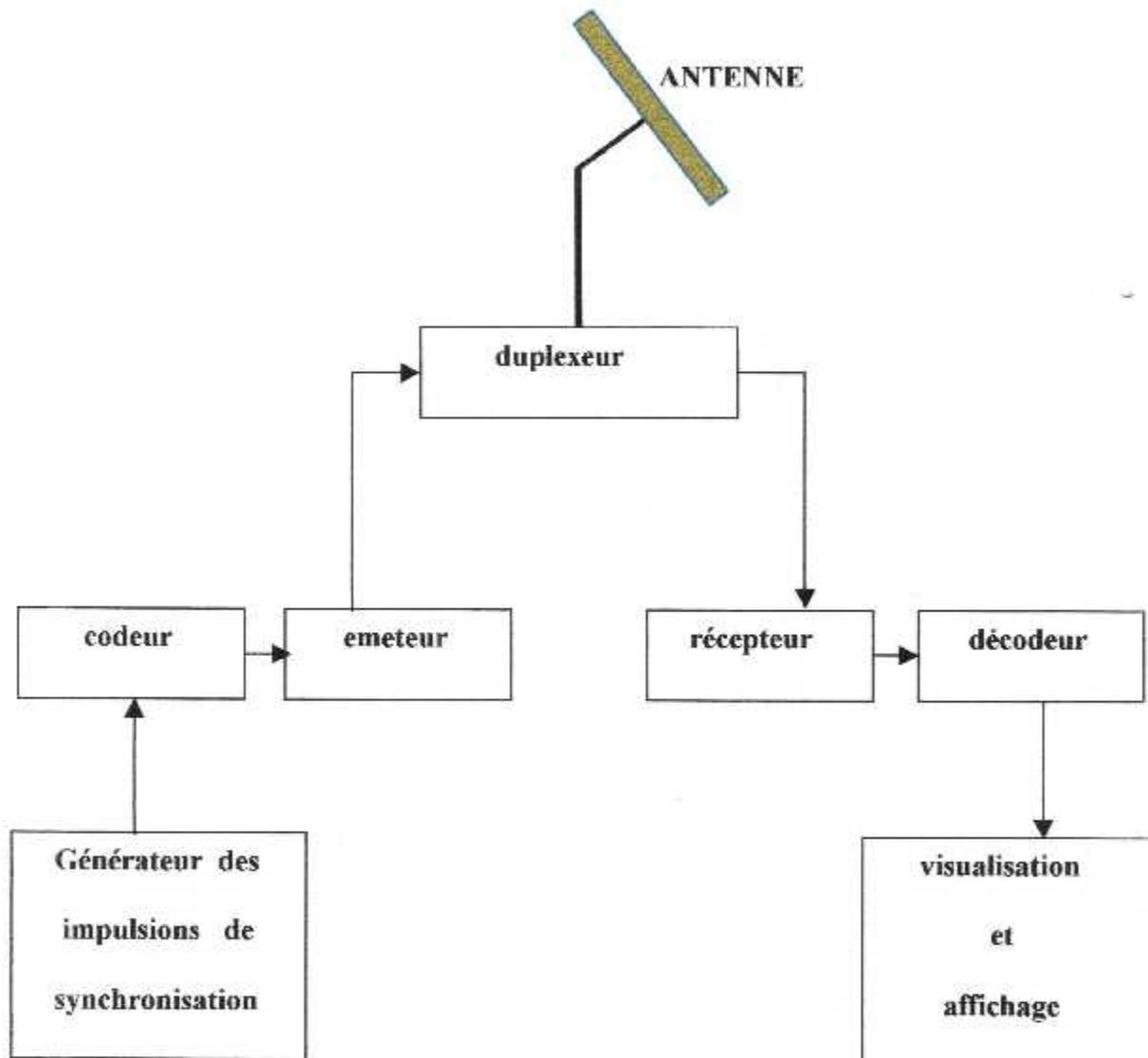


FIG I-1 :schéma synoptique d'un interrogateur

- **Le générateur des impulsions :**

C'est un bloc destiné à fournir les trains d'impulsions nécessaires pour le fonctionnement des autres blocs qui suivent .

- **Le codeur :**

A l'aide des d'impulsion provenant du générateur d'impulsions , le codeur établit les impulsion d'interrogation P_1 , P_2 , P_3 . L'espacement entre P_1 et P_2 définit le mode d'interrogation ,

- **L'émetteur :**

L'émetteur élabore la modulation par impulsions en fournissant l'énergie UHF au signal BF à une fréquence de 1030 Mhz .

- **Le duplexeur :**

C'est un système d'interrupteurs à action très rapide qui isolent le récepteur - de l'antenne durant une émission et dirigent toute l'énergie de l'écho vers le récepteur durant une réception , ceci à fin de permettre l'utilisation d'une seule antenne pour l'émission et la réception ,

- **L'antenne :**

L'antenne est l'organe " sensoriel " du radar secondaire , c'est une directionnelle facilement associable à celle du radar primaire . La nature de son rayonnement électromagnétique fait qu'une bonne antenne d'émission constitue également une bonne antenne de réception ,

FIG I-2 : L'antenne

- **Le récepteur :**

Le récepteur est calé sur 1090 Mhz , il reçoit les impulsions codées des réponses émises par les transpondeurs de tous les avions sous le contrôle radar et fait aussi la démodulation du signal reçu .

- **Le décodeur :**

Le décodeur permet le filtrage des divers codes de réponses grâce à un circuit qui sépare les réponses parasites asynchrones des réponses utiles . Il convient que la réponse soit répétée selon une récurrence bien déterminée pour être prise en considération .

- **L'indicateur :**

La visualisation est sous forme de piste étiquetée comme le montre la figure suivante :

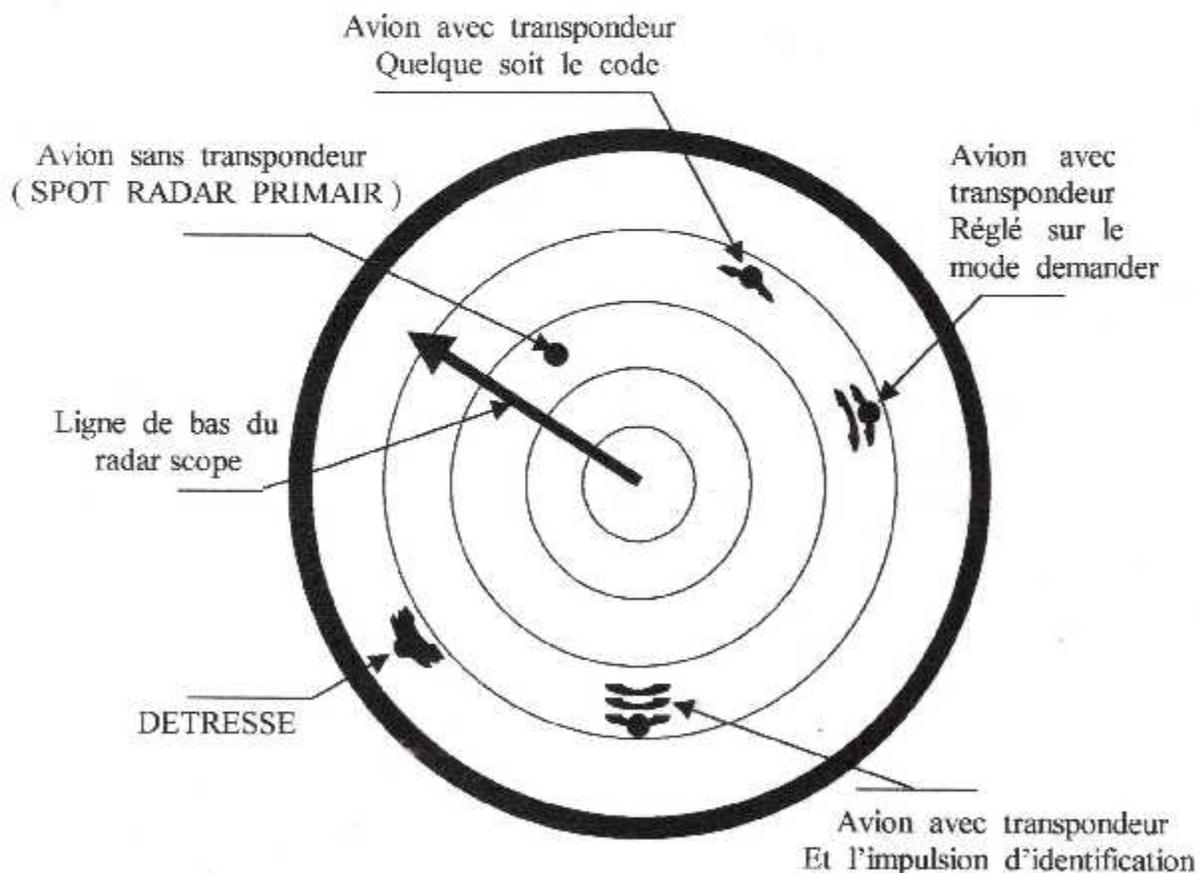


FIG I-3 : représentation de l'indicateur

1 - B - 2 - b – Caractéristiques principales :**• Le format des signaux d'interrogation :**

- fréquence d'émission : 1030Mhz .
- récurrence : 300-450 par seconde .
- impulsions : de 0,8 μ s de largeur et un temps de 0,05 à 0,1 μ s .
- Modes d'interrogation : 4 modes pour l'usage militaire (1,2,3,4) et 4 pour l'usage civil (A ,B ,C ,D) .

• Le diagramme de rayonnement :

Une antenne est dite " directionnelle " lorsqu'elle favorise une direction pour rayonner son énergie . La concentration de l'énergie (dimensions du faisceau) émise par l'antenne est une importante caractéristique pour différencier deux objectifs voisins situés à distance égale de la station , c'est ce qu'on appelle le " pouvoir séparatif ou angulaire " .

-En azimut :

A chaque passage d'antenne le nombre d'interrogations par mode est égale au nombre de bits divisé par le nombre de modes utilisés d'ou la nécessité d'un faisceau assez large en azimut (4° à 5°) pour augmenter le nombre de bits .

-En site :

Le balayage va jusqu'à environ 45° .

1 - B - 2 - c - Les modes d'interrogation :

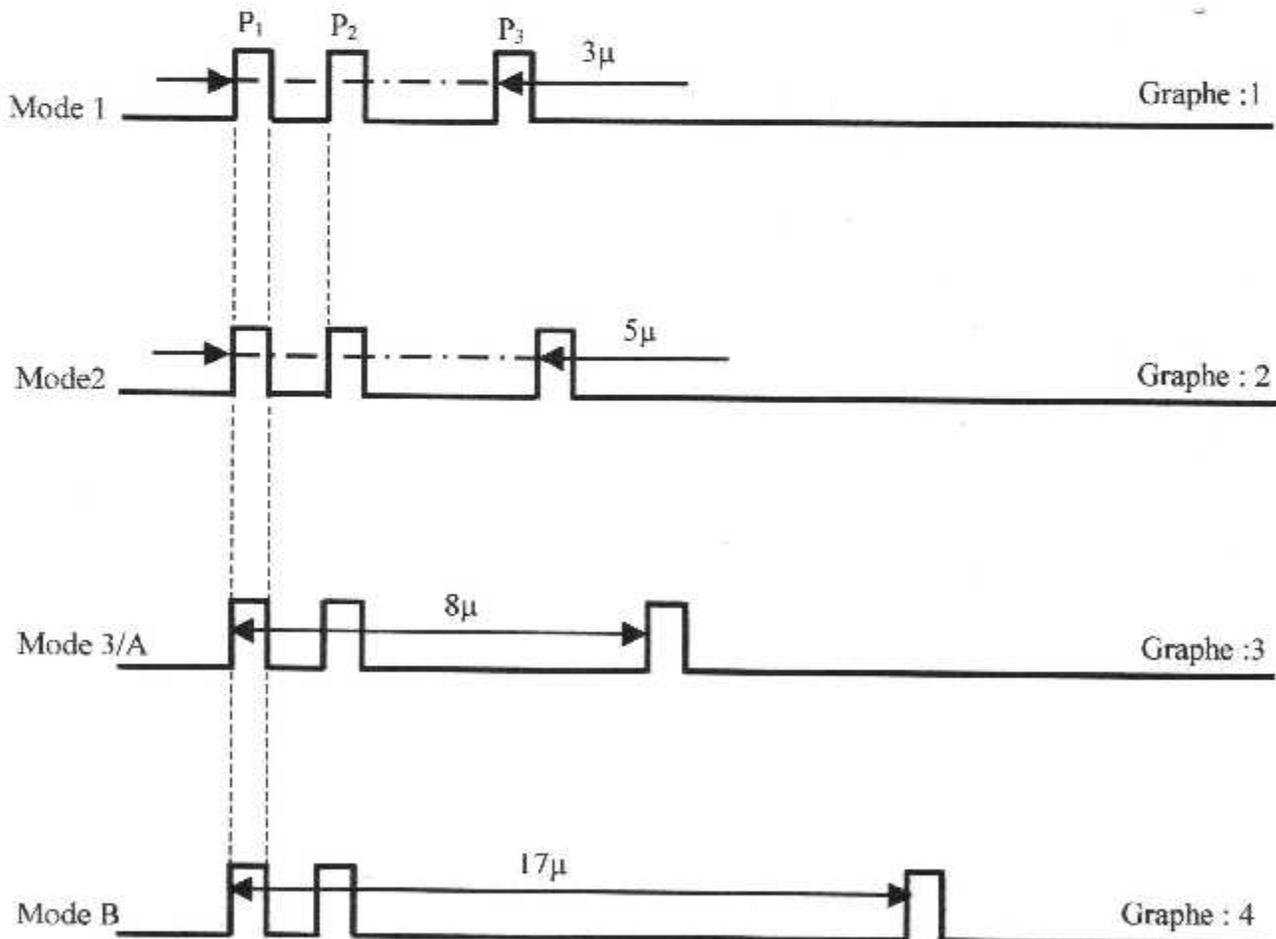
Dans le but d'obtenir un type particulier de réponses , on trouve huit modes d'interrogations différents dont quatre pour l'usage civil et quatre pour l'usage militaire , ceux de l'usage militaire sont caractérisés par les chiffres : 1 , 2 , 3 , 4 et ceux de l'usage civil sont caractérisés par les lettres : A , B , C , D .

- **Mode (1) :** C'est un mode exclusivement militaire , il est destiné à la direction tactique des opération (graphe- 1-).
- **Mode (2) :** C'est un mode militaire , il est employé pour l'identification individuelle des aéronefs (graphe- 2-).
- **Mode (3 /A) :** C'est un mode militaire - civil , utilisé pour la régulation de la circulation aérienne générale . (graphe- 3-).
- **Mode (4) :** C'est un mode exclusivement militaire , il est classifié "top secret" . les interrogations et les réponses passent par un calculateur cryptographique (utilisé en guerre) (IFF).
- **IFF :** Identification of Friend Frequency . (Identification de la Fréquence amie) .

- **Mode B** : C'est un mode civil ,qui sert à l'identification automatique (graphe- 4-).
- **Mode C** : C'est un mode militaire et civil ,report automatique d'altitude (graphe- 5-)
- **Mode D** : C'est un mode civil ,il n'est pas utilisé à présent (graphe- 6-).

Note : les transporteurs de bord civils ne doivent répondre qu'aux quatre modes d'interrogation civils cités ci-dessus .

Une analyse des signaux d'interrogation nous montre que le signal d'émission est caractérisé par deux impulsions principales P_1 et P_3 , l'intervalle de temps entre ces deux dernières définit le 'mode d'interrogation' .Une troisième impulsion P_2 située de $2\mu s$ après P_1 est utilisée pour les besoins de la technique .S.L.S à 3 pulses , qu'on va établir dans ce qui va suivre .



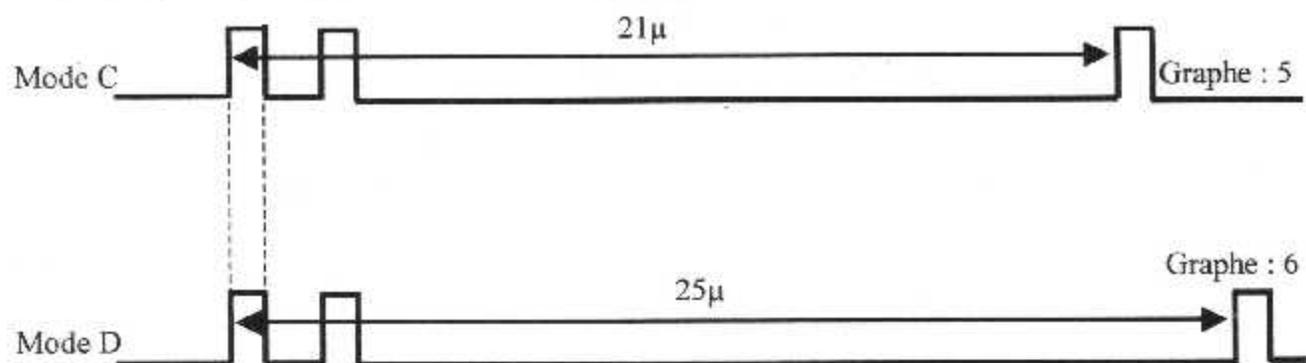


FIG I-4 : chronogrammes des modes d'interrogation

1 - B - 2 - d - La technique SLS (Suppression des Lobes Secondaires) :

la technique SLS : suppression des lobes secondaires est une technique qui consiste à émettre les impulsions d'interrogation selon deux diagrammes différents, l'un est un faisceau horizontal très étroit c'est le faisceau interrogateur sur lequel on se cale pour avoir l'azimut du répondeur, l'autre est un large faisceau qui couvre les lobes secondaires. Le but de cette technique est d'accroître la précision, la fiabilité et surtout l'exactitude de l'information radar. Actuellement, il existe deux techniques de suppression de lobes secondaires, la techniques SLS à trois pulses et la technique SLS à deux pulses.

• Le dispositif SLS 3 pulses :

Les deux impulsions principales P_1 et P_3 sont émises par l'antenne principale du radar secondaire. Une troisième impulsion dite " impulsion de commande supplémentaire " ou " impulsion pilote " est émise $2 \mu s$ après P_1 par une antenne auxiliaire omnidirectionnelle, son amplitude doit être égale ou supérieure à celle de l'énergie rayonnée par les lobes secondaires et doit néanmoins être inférieure d'au moins 9dB au niveau d'énergie rayonnée par le lobe principal.

• Le dispositif SLS 2 pulses :

Cette technique est plus utilisée que la précédente, la première impulsion principale P_1 est rayonnée par l'antenne auxiliaire, la troisième impulsion principale P_3 est rayonnée par l'antenne principale du radar secondaire, et l'impulsion P_2 n'est pas utilisée. L'amplitude P_3 doit être inférieure de 1dB égale, ou supérieure à celle de P_1 .

1 - B - 3 - Les transpondeurs de bord :

Contrairement au radar primaire qui reçoit les echocs du signal émis, le radar secondaire de surveillance reçoit des signaux différents de ceux de l'émission qui sont des réponses déclenchées à bord par les signaux d'interrogation et qui comportent des codes sous forme d'impulsions.

I - B - 3 - a - Principe de fonctionnement :

Cet équipement de bord est destiné à renforcer les echocs du radar primaire et permettre une identification plus sure des aéronefs sur les écrans des radar des centres de contrôle du trafic aérien . L'équipement de bord capte les interrogations émises sur une fréquence standard 1030Mhz par les stations radar au sol , il est capable de répondre sur la fréquence standard 1090Mhz selon un code déterminé . Les techniques d'impulsions utilisées sont complexes mais ont une capacité suffisante de transmission d'information .Le schéma synoptique établi englobe les fonctions principales du transpondeur de bord :

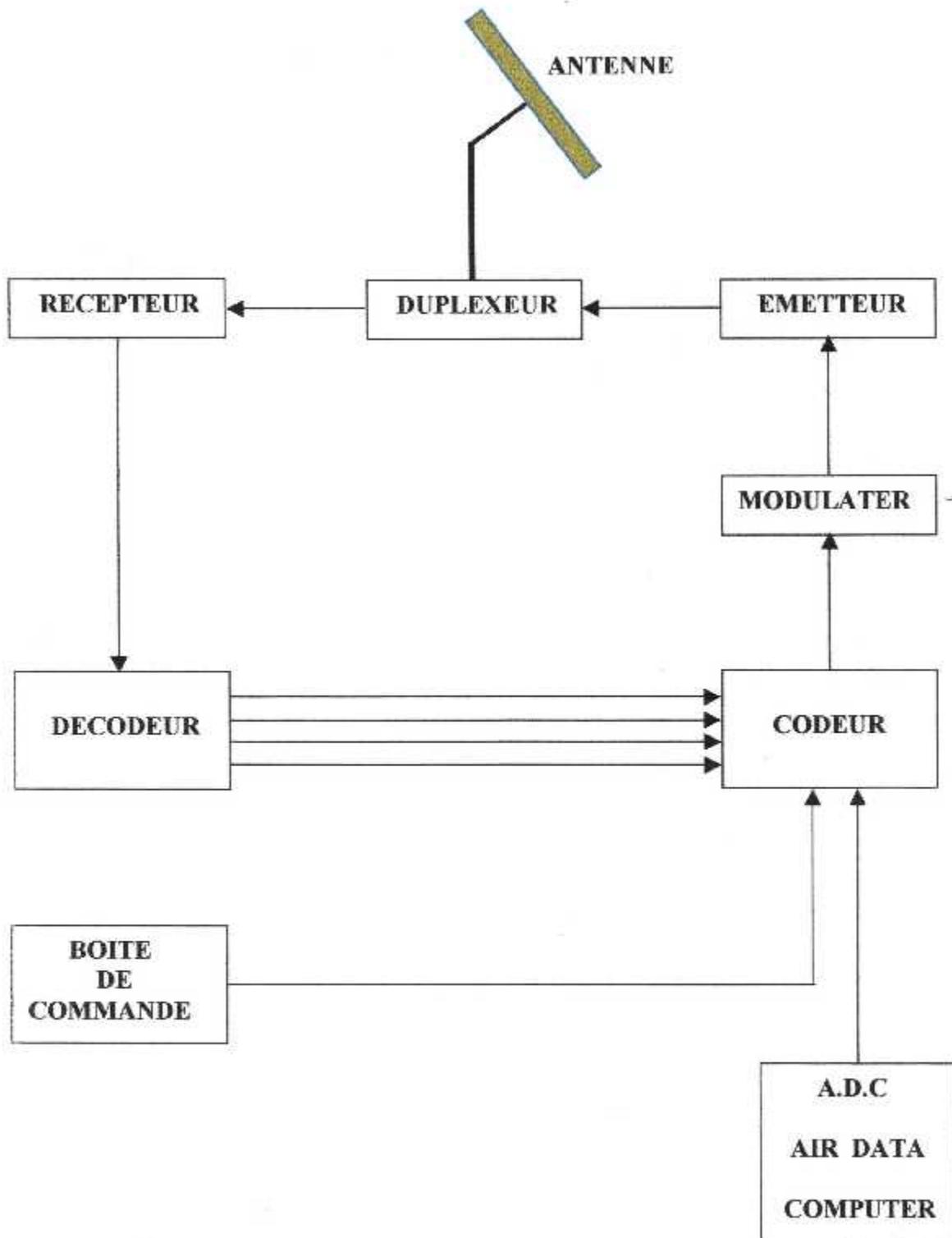


FIG I-5 : schéma synoptique du transpondeur

- **L'antenne :**

C'est une antenne VHF omnidirectionnelle très courte (8 cm), elle est sous forme de lame profilée, carénée par une enveloppe en fibres de verre et placée à l'avant sur le bras du fuselage.

- **Le récepteur :**

Le récepteur est calé sur 1030Mhz, il effectue la démodulation après amplification.

- **Le décodeur :**

Le rôle majeur du décodeur est la sélection du signal d'interrogation à une sortie multivoie en fonction de sa durée, il élimine les impulsions fines dues au bruit et décide d'autre part du blocage du transpondeur à bord par une comparaison d'amplitudes.

- **Le codeur :**

Le codeur élabore la réponse une fois que le décodage de l'interrogation est parfaite, tout en premier lieu les sorties du décodeur qui indiquent le type d'interrogation, le codeur altimétrique (ou A.D.C) et les données provenant de la boîte de la commande

- **L'émetteur**

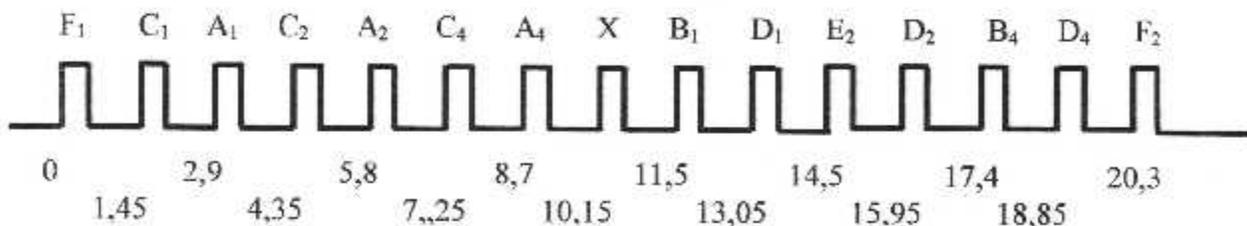
Les impulsions de réponses élaborées par le codeur sont envoyées vers l'émetteur qui les module en leur fournissant de la puissance. Après passage par le duplexeur, le signal de réponse sera enfin envoyé par l'antenne.

I - B - 3 - b - Caractéristiques principales :

- Fréquence de réception : 1030Mhz
- Fréquence d'émission : 1090Mhz
- Puissance d'émission : Quelques centaines de watts Crête (de l'ordre de 500 watts Crête).
- Diagramme de rayonnement : L'antenne du transpondeur à bord est omnidirectionnelle, donc elle provoque un seul lobe.
- Format des signaux de réponse :
 - 8 impulsions, 2 d'encadrement et 6 d'information pour le code 64 (ancien code).
 - 14 impulsions, 2 d'encadrement et 12 d'information pour le code 4096 (nouveau code).
 - La durée de l'impulsion est 0,45 µs.

I - B - 3 - c - Analyse des signaux de réponse :

Jusqu'à 1967, la réponse comportait 8 impulsions, deux impulsions pour encadrer la réponse et six impulsions contenaient l'information (espacement entre les impulsions est de $2,9 \mu\text{s}$), c'est l'ancien système à 64 codes. Actuellement, la réponse comporte 14 impulsions, deux impulsions d'encadrement et 12 impulsions constituent l'information avec un espacement de $1,45 \mu\text{s}$, comme le montre la figure ci-dessous :



Les impulsions d'encadrement F₁ et F₂ espacées de $20,3 \mu\text{s}$ sont toujours présentes. Les autres peuvent être présentes ou absentes, leurs combinaisons sous forme binaire permettent d'obtenir $4096(2^{12})$ codes différents.

Le code décimal est affiché sur la boîte de commande en utilisant seulement les chiffres compris entre 0 et 7 pour les milliers, les centaines, les dizaines et les unités selon la table suivante :

I - B - 4 - b - Les réponses parasites synchrones :

On considère dans ce type de réponses ,les réponses chevauchées ou imbriquées qui se produisent dans le cas où deux avions se trouvent dans le même azimut avec une différence de distance oblique . En général ce type de brouillage synchrone (chevauchement) peut faire apparaître un code erroné .

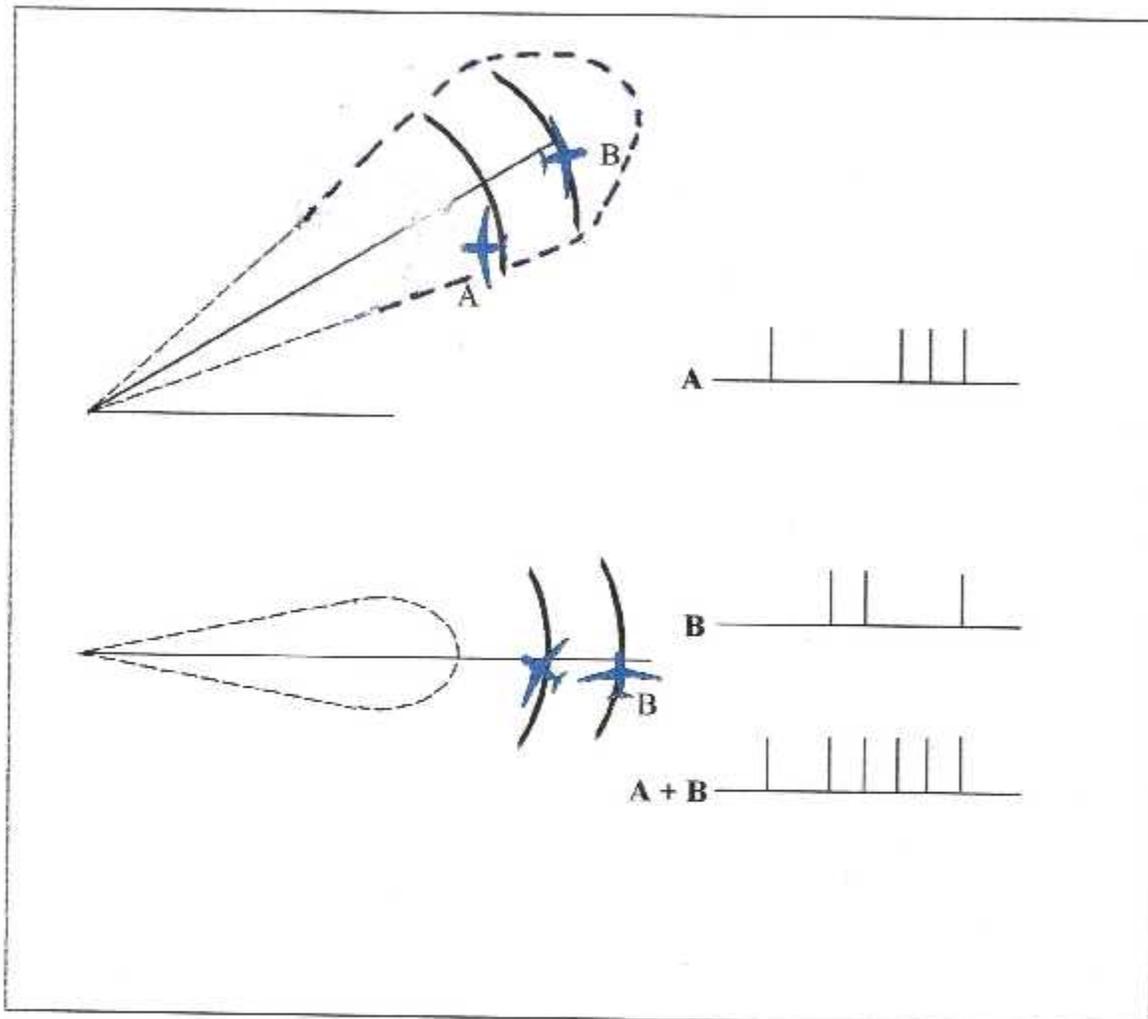


FIG I-6 : la situation de garbling

I - B - 4 - c - Les réponses parasites asynchrones :

Dans certaines régions , un avion peut être en vue d'un certain nombre de stations civiles et militaires aux quelles son transpondeur répond . Une station au sol reçoit donc non seulement des réponses à ses propres interrogations mais aussi à celles des autres stations . ces réponses parasites doivent être éliminées d'après le critère de récurrence par un circuit de filtrage .

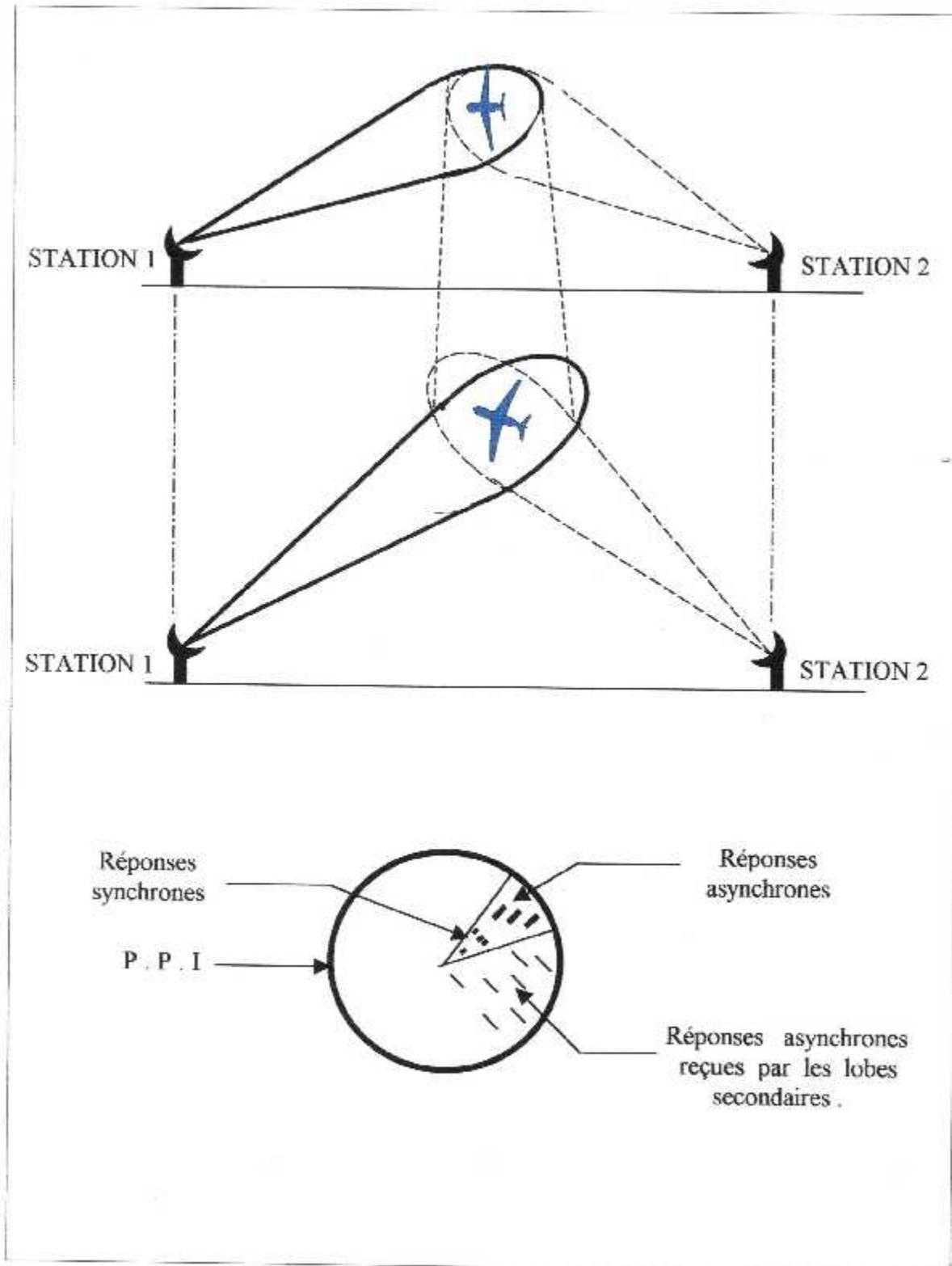


FIG I-7 : formation des réponses asynchrones

CONCLUSION :

Pour répondre à la question " qui dirige la circulation des avions dans le ciel chargé ? " l'état met en œuvre beaucoup d'outils et de compétences de haute qualité vu la sensibilité des tâches qui leurs sont attribués .

Parmi ces outils nous avons essayé de détailler le principe de fonctionnement des radars secondaires de surveillance qui servent à extraire des informations sur l'identification et l'altitude des avions , et contribuent ainsi dans la coordination du trafic aérien malgré leurs défauts de communication (brouillage synchrone) .

Les radars secondaires de surveillance sont des interrogateurs qui imposent la présence à bord de transpondeurs . Un transpondeur comporte des éléments actifs qui décident du blocage ou non des transpondeurs , notre étude qui suit sera consacrée à ce dispositif actif dit " décodeur du transpondeur de bord " .

La fréquence 1030 Mhz est une fréquence classée U. H. F , dans cette bande de fréquence le bruit devient important et ne peut plus être négligé. Dans notre signal , le bruit se présente sous forme d'impulsions fines avec une largeur inférieure ou égale à $0,3 \mu s$ d'après les constructeurs d'aéronautique . Si la largeur des impulsions à l'entrée est inférieure à $0,3 \mu s$, le supprimeur de pointes ne donne aucune sortie d'où l'élimination du bruit , si la largeur est supérieure à $0,3 \mu s$, le supprimeur délivrera cette impulsion avec une largeur suffisante pour le traitement du signal dans les blocs qui suivent .

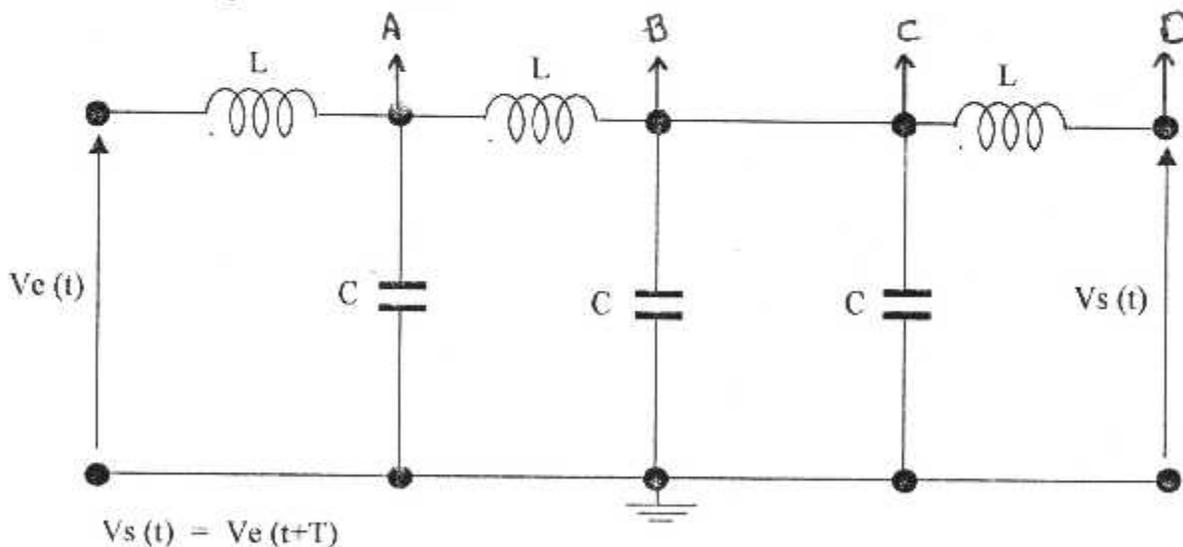
Le transpondeur ne doit répondre que si l'aéronef se trouve effectivement sur le lobe principal , Cette condition sera confirmée par la comparaison des amplitudes des deux impulsions émises par l'antenne . ainsi , le circuit comparateur d'amplitudes décide du blocage du transpondeur par une comparaison en amplitudes entre les impulsions P1 et P2 pour la méthode S.L.S à trois pulses et entre les impulsions P1 et P3 pour la méthode S.L.S à deux pulses . Pour que ce comparateur d'amplitudes puisse faire la comparaison entre deux impulsions du même signal , l'une des entrées du comparateur et l'autre à la sortie de la ligne à retard , le retard est fonction de la période entre ces deux impulsions . Une ligne à retard à base d'inductances et de condensateurs en quadripôles qui permet l'apparition d'un retard temporel du signal appliqué comme le montre la figure ci-dessous . Ce retard est fonction des valeurs de l'inductance et de la capacité selon la relation suivante :

$$T = n \sqrt{L.C}$$

T : Le retard en seconde .

L : L'inductance en Henri .

C : La capacité en farad .



Un bloc dit sélecteur de modes permet la sélection des modes suivant la durée du signal d'interrogation sur une voie dès la présence d'une impulsion et même après sa disparition , un basculement se produit dès l'arrivée d'une autre impulsion sur une autre voie et la lecture des résultats est possible . A la fin un circuit auxiliaire " afficheur " sera témoin de la présence de l'interrogation tout en indiquant le type de mode utilisé . Grâce au sélecteur de modes , l'interrogation du mode sera sauvegardée jusqu'à la présence d'une autre interrogation .

DEUXIEME CHAPITRE :
LE DECODEUR DU TRANSPONDEUR
DE BORD

INTRODUCTION

Après le bref aperçu des rôles des principaux systèmes ayant trait au "DECODEUR" et vu que la conception de ce dernier est principalement notre objectif il est important d'expliquer le rôle, le choix et le pourquoi de notre réalisation.

Notre choix s'est porté sur le schéma synoptique ci-dessous, pour atteindre notre but qui est :

- La sélection des modes d'interrogation.
- Le filtrage des signaux parasites.
- La décision de blocage ou non du transpondeur.

II - 1 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT :

Le fonctionnement du décodeur du transpondeur de bord est régi par le schéma synoptique suivant :

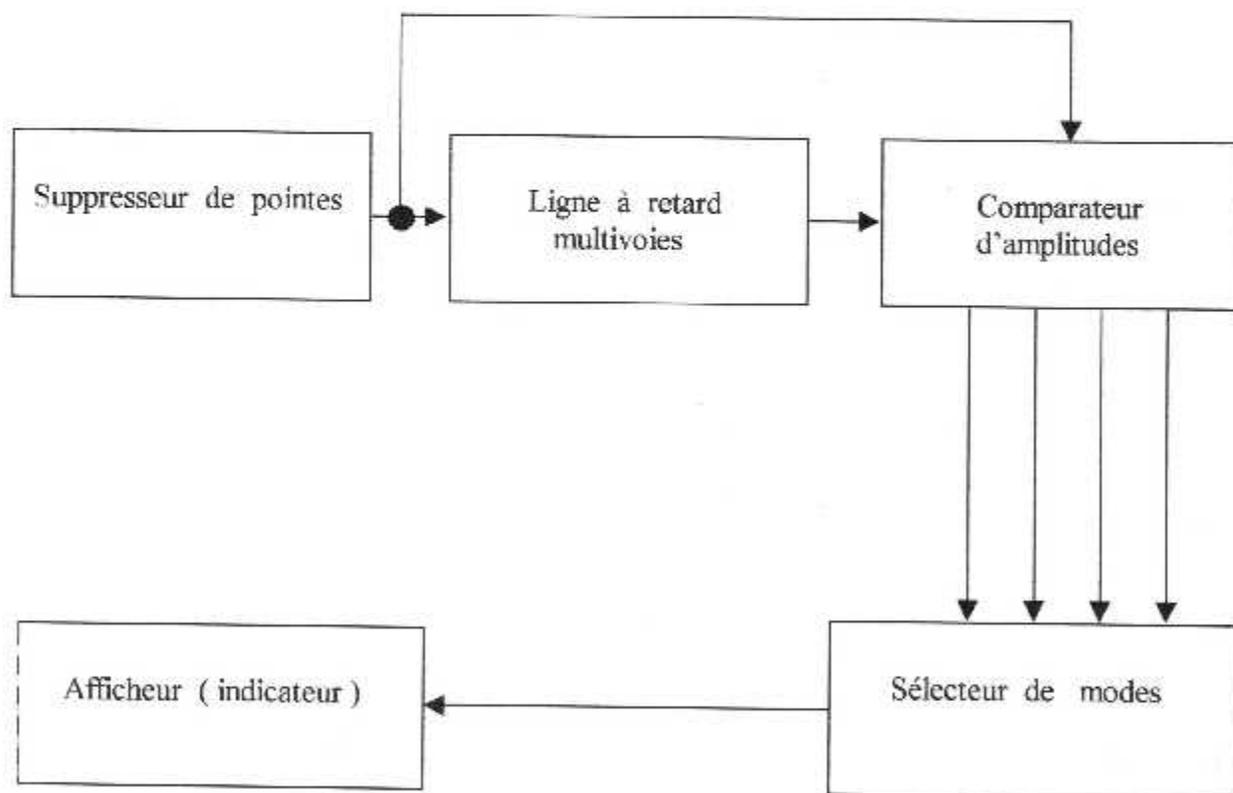


FIG II-1 schéma synoptique du décodeur

II - 2 - L'AVANT PROJET DU DECODEUR :

On veut réaliser un circuit électrique qui concrétise l'idée de la structure interne du "DECODEUR" vu ci-dessus en se basant sur les principes et les techniques des différents montages électroniques qui sont indispensables au fonctionnement de notre dispositif.

II - 2 - a - Le supprimeur de pointes :

Le circuit " Supprimeur de pointes " présenté par la figure-2 sert à éliminer une durée de $0,3\mu s$ de chaque impulsion reçue par le "DECODEUR".

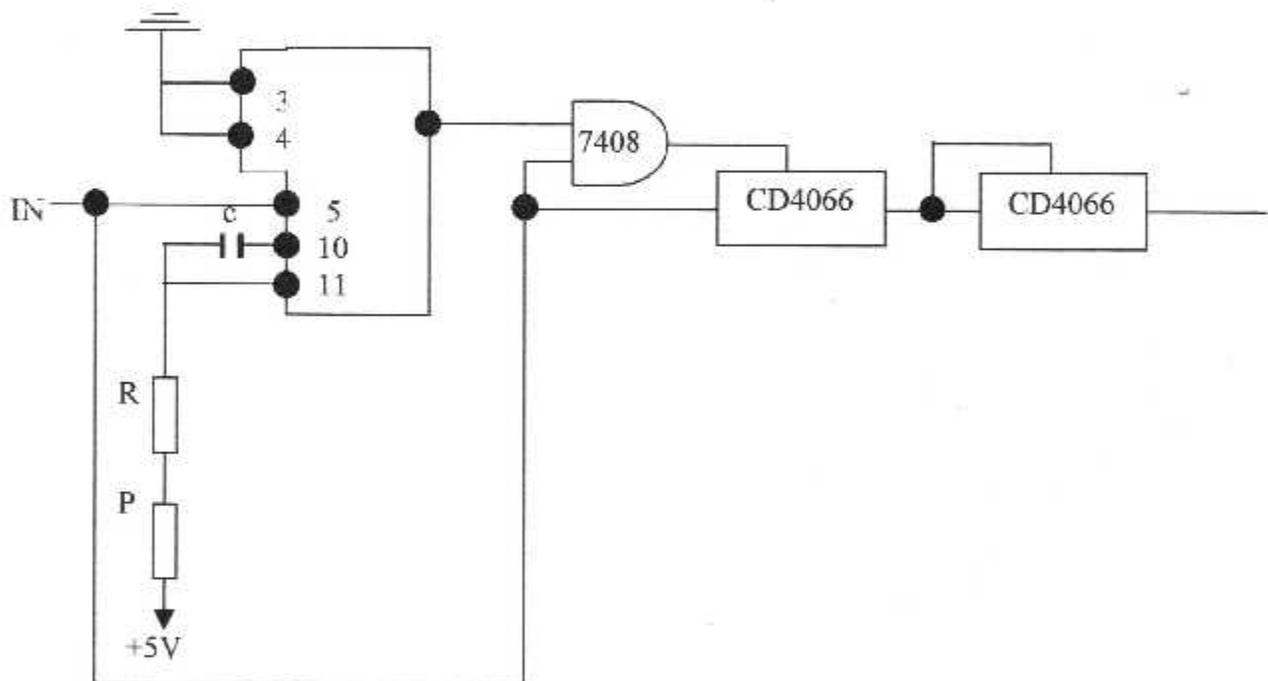


FIG II-2 : le supprimeur de pointes

En effet, la présence d'une impulsion à l'entrée du mono stable SN74LS121 déclenche ce dernier à générer une impulsion de largeur " τ " = $0,3\mu s$ fixée par les paramètres R, P et C :

$$\tau = 0,69(R+P).C$$

Pratiquement, nous avons pour $C = 100pF$.

$$R + P = 4,15 K\Omega .$$

$$R = 4 K\Omega , P = 150 \Omega , \text{ avec : } P \text{ max.} = 0,5 K\Omega$$

Du fait que la capacité du condensateur diminue avec le temps , on utilise un potentiomètre pour l'ajustement de " τ ". La porte "AND" du circuit intégré SN74LS08 réunit deux impulsions telles que l'une de ses entrées est la sortie Q du mono stable et l'autre entrée représente l'impulsion du signal réel . Le signal à la sortie de la porte "AND" est dépourvu de bruit , mais deux problèmes se présentent quand - même :

* L'amplitude du signal réel n'est pas sauvegardé :

Pour surmonter ce problème on se propose d'utiliser un switch analogique du CD4066 , la présence d'un niveau haut à l'entrée "CONTROL" laisse passer le signal appliqué à l'entrée du switch vers sa sortie .

* La présence d'un pic (impulsion très fine) avant chaque impulsion espacée d'elle de τ à cause d'un retard (de l'ordre de $30 \mu\text{s}$) dû au mono stable :

Pour remédier à ce problème on propose un deuxième switch du CD4066 monté en cascade avec le premier à la sortie du supprimeur , un retard de $20 \mu\text{s}$ pour chaque switch suffit pour éliminer ces pics indésirables .

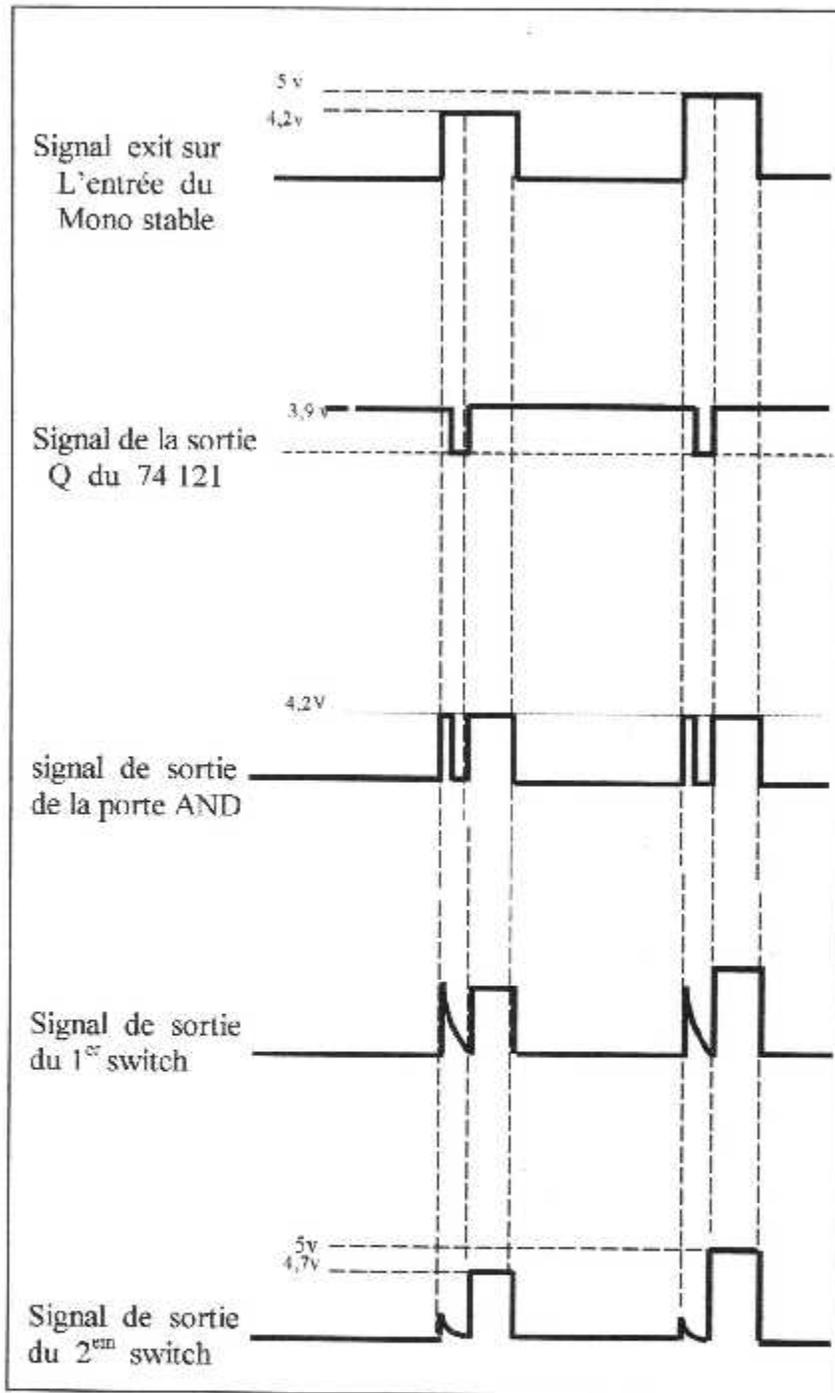


FIG II -3 : chronogrammes du supprimeur de pointes

II - 2 - b - le suiveur :

Le circuit intégré LM310 est un suiveur qui sert à l'adaptation d'impédances entre la sortie du supprimeur et les entrées de la ligne à retard .

II - 2 - c - Ligne à retard(DL :Delay line) :

La ligne à retard est de type à constantes localisées et possède plusieurs prises donnant des retards différents correspondants aux modes d'interrogation .Elle est présentée dans un boîtier réalisé par l'un des constructeurs des accessoires électroniques de navigation aérienne " COLLINS " (voir figure -A-)

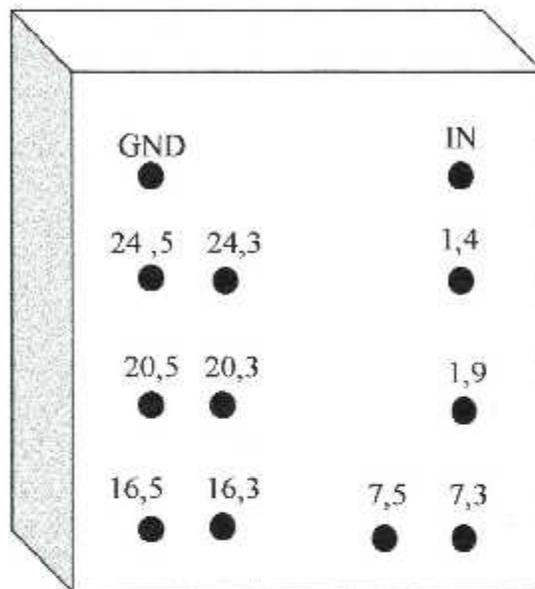


FIG II- 4 : la ligne à retard

De part sa conception , la ligne à retard utilisée provoque des atténuations en amplitudes peu appréciables sur ses sorties .

Soit A_1 , A_2 , A_3 et A_4 les atténuations mesurées sur les sorties A , B , C , D successivement telles que :

$$A_1 = 0,6456$$

$$A_2 = 0,6456$$

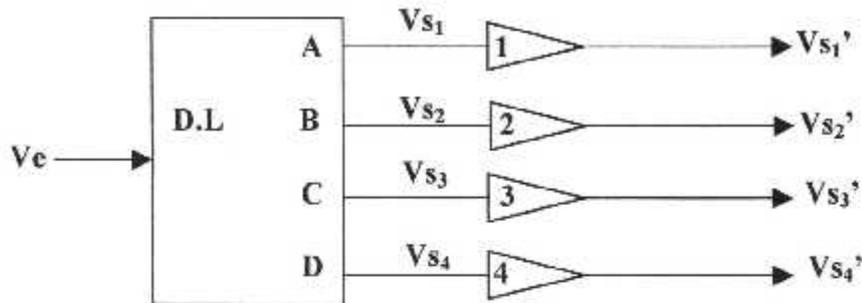
$$A_3 = 0,6456$$

$$A_4 = 0,6456$$

II - 2 - d - l'amplificateur :

A fin d'avoir une comparaison entre l'impulsion P_1 et l'impulsion P_3 au dessous de P_1 de 1dB , et puisqu'une atténuation est déjà présente sur le signal à la sortie de la ligne à retard , alors il suffit de régler cette dernière sur -1 dB à l'aide d'amplificateurs montés à la sortie de la ligne à retard .On évalue le gain de l'amplification correspondant à chaque sortie :

On se propose des amplificateurs à base de transistors montés en Emetteur Commun pour pouvoir fixer l'atténuation à -1dB . On utilise deux étages pour avoir le signal non inversé .



Donc , nous devons calculer V_{s_i}' / V_{s_i} afin d'évaluer la valeur du gain d'amplification correspondante à chaque sortie .

Mode A :

$$V_{s_1} / V_e = A_1 = 0,6456$$

et on a $(V_{s_1}' / V_{s_1})_{\text{dB}} = -1\text{dB} \Rightarrow V_{s_1}' / V_{s_1} = 0,8912$

Donc : $V_{s_1}' / V_{s_1} = (0,8912 / 0,6456) = 1,3804$.

Alors :

$G1 = 1,3804$

Mode B :

$$V_{s_2} / V_e = A_2 = 0,6456 \Rightarrow$$

$G2 = 1,5065$

Mode C :

$$V_{s_3} / V_e = A_3 = 0,5675 \Rightarrow$$

$$G3 = 1,5707$$

Mode D :

$$V_{s4} / V_e = A_4 = 0,5255 \Rightarrow$$

$$G4 = 1,6959$$

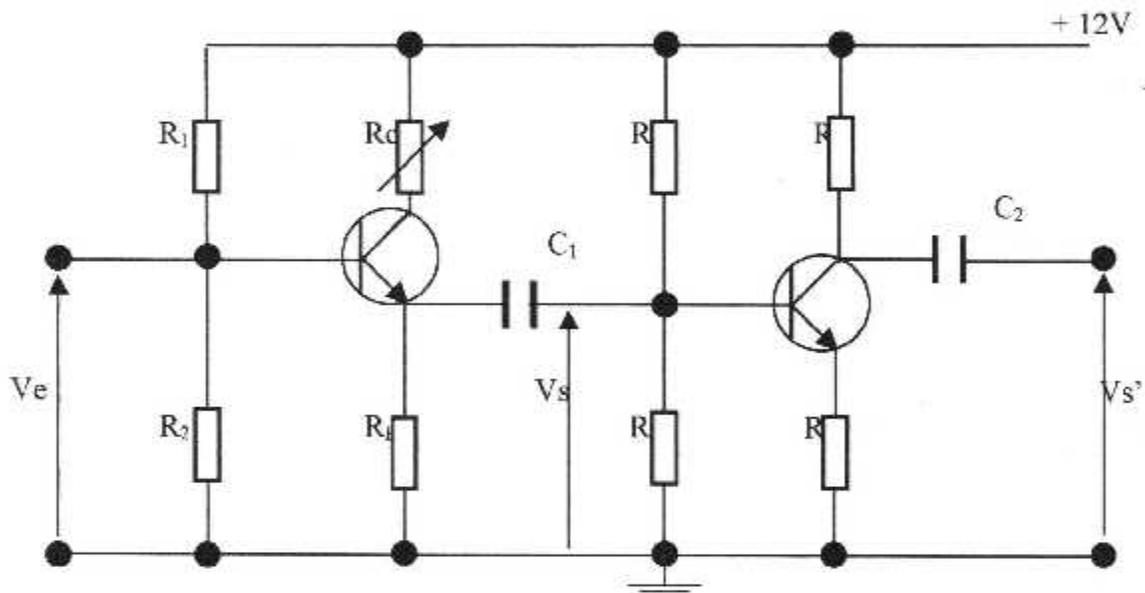


FIG II-5 : le schéma de l'amplificateur

* CALCUL DES ELEMENTS DU MONTAGE :

• Etude statique :

Pour cette étude on prend un seul étage (1^{er} étage).

Le transistor utilisé est le 2N697 (n-p-n), qui a les caractéristiques :

$$\begin{aligned} h_{11} &= 2,5 \text{ k}\Omega & , & & h_{21} &= 70 \text{ k}\Omega & ; \\ I_{\text{max}} &= 150 \text{ mA} & , & & F_t &= 80 \text{ Mhz} & ; \end{aligned}$$

notre circuit alimenté par une tension : $V_{cc} = 12 \text{ V}$.

alors pour un point de coordonnées :

$$I_{c0} = 75 \text{ mA} \quad , \quad V_{ce0} = 6 \text{ V} .$$

nous avons :

$$V_{cc} = (R_c + R_e) I_{c0} + V_{ce0}$$

puisque : $I_c \gg I_B$, alors :

$$R_c + R_e = (V_{cc} - V_{ce0}) / I_{c0} .$$

A . N :

$$R_c + R_e = (12 - 6) / 75 \cdot 10^{-3} .$$

$$R_c + R_e = 80 \ \Omega \quad (I)$$

$$E_{th} = R_2 / (R_1 + R_2) V_{cc} \quad ,$$

$$E_{th} = R_{th} \cdot I_B + R_E \cdot I_E \quad , \quad R_{th} = R_1 / R_2 .$$

$$E_{th} = [R_{th} + R_E (h_{21} + 1)] I_B + V_{be} .$$

$$R_2 \cdot V_{cc} - (R_1 + R_2) V_{be} = [R_1 \cdot R_2 + (R_1 + R_2) R_E (h_{21} + 1)] I_B .$$

pour :

$$I_B = 1,06 \text{ mA} \quad ,$$

$$V_{be0} = 0,7 \text{ V}$$

$$V_{cc} = 12 \text{ V}$$

On a :

$$11,3 R_2 - 0,7 R_1 = [R_1 \cdot R_2 + (R_1 + R_2) R_E] I_B \quad (II)$$

• Etude dynamique :

Soit le schéma équivalent suivant de notre montage en régime dynamique (1^{er} étage) :

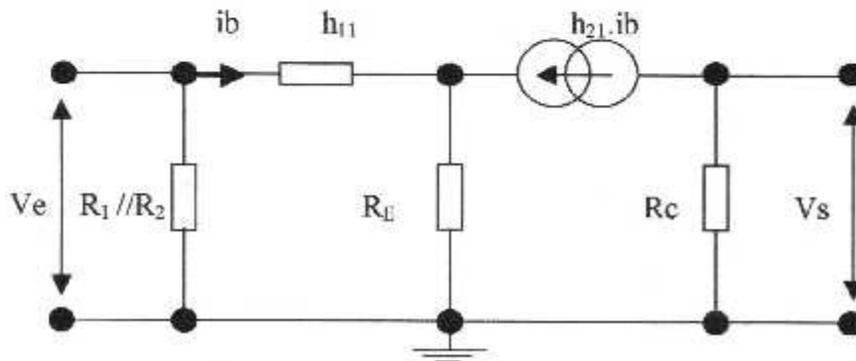


FIG II-5 : le schéma équivalent en régime

nous aurons donc :

$$\begin{aligned} V_s &= -R_c \cdot h_{21} \cdot i_b \\ V_e &= h_{11} \cdot i_b + R_E (h_{21} + 1) i_b \end{aligned}$$

d'où :

$$G_V = - (h_{21} \cdot R_c) / [h_{11} + R_E (h_{21} + 1)] \quad (III)$$

alors, d'après les équations (I), (II) et (III) nous limiterons les valeurs des éléments des amplificateurs, et pour toutes les voies des modes d'interrogation on fixe les valeurs des éléments du 2^{ème} étage aux mêmes valeurs :

$$\begin{aligned} R_1 &= 10 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 10 \text{ K}\Omega \\ R_c &= 470 \Omega \\ R_E &= 33 \Omega \end{aligned}$$

Pour le 1^{er} étage, on fixe seulement R_1 , R_2 , et R_E :

$$\begin{aligned} R_1 &= 10 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 1 \text{ k}\Omega \\ R_E &= 47 \Omega \end{aligned}$$

On règle les valeurs des gains par la résistance R_c variable :

Mode A : $R_c = 45 \Omega \Rightarrow R_c = 47\Omega$ (Jaune, Violet, Noir).

Mode B : $R_c = 50 \Omega \Rightarrow R_c = 51\Omega$ (Vert, Marron, Noir).

Mode C : $R_c = 50\Omega \Rightarrow R_c = 51\Omega$ (Vert, Marron, Noir).

Mode D : $R_c = 56\Omega \Rightarrow R_c = 56\Omega$ (Vert, bleu, Noir).

II - 2 - e - circuit comparateur d'amplitudes :

Le comparateur d'amplitudes utilisé appartient à la famille des amplificateurs opérationnels rapides, possédant un temps de réponse de l'ordre de 40 ns.

On fait appel à un comparateur d'amplitudes à large bande à savoir le LF353 (Double comparateur travaillant à 5 Mhz pour une comparaison de fréquence), mais un problème réside toujours dans le temps de réponse qui ne convient pas vraiment à la largeur des impulsions à comparer, du fait que la durée des impulsion de notre signal est très courte. Le circuit LM710 répond à ces exigences, il délivre un courant faible de l'ordre de 2,5mA ce qui nous amène à choisir des circuits intégrés C.M.O.S.

Le suiveur a été utilisé pour l'adaptation d'impédances entre la sortie du compresseur et les entrées de la ligne à retard et le bloc comparateur, pour cela nous avons utilisées le circuit intégré LM310.

nous citons trois cas possibles de comparaison :

	e^+	e^-	S
1 ^{er} cas	P_1	0	V^+
2 ^{ème} cas	P_3	P_1	V^+ si $P_3 > P_1$ V^- si $P_3 < P_1$
3 ^{ème} cas	0	P_3	V^+

TABLE II-1 : les cas du comparateur

Afin d'éliminer le 1^{er} cas qui est indésirable, on monte une porte AND en parallèle avec le comparateur :

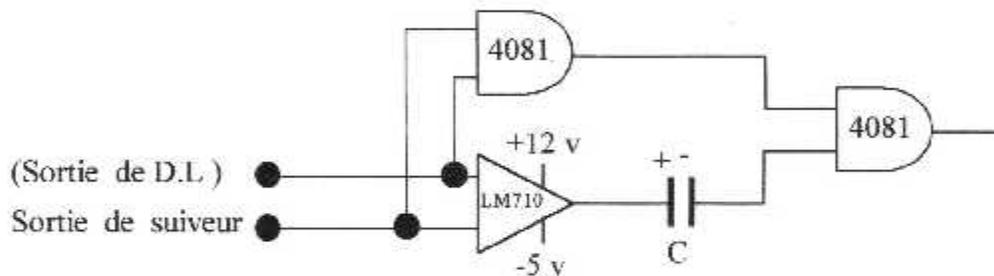


Figure II - 6 : schéma du comparateur d'amplitudes

Les circuits intégrés C.M.O.S en portes AND utilisés, permettent de résoudre les problèmes de synchronisation, car le temps de réponse d'un C.M.O.S sous une alimentation de +5 V est de l'ordre de 40ns comme celui du comparateur.

La deuxième porte AND réunit les sorties du comparateur et de la porte AND montée en parallèle. Le condensateur associé à la sortie du comparateur est utilisé pour l'élimination de la composante continue présente avec le signal.

Malgré les différentes alimentations ($V^+ = +12\text{ v}$, $V^- = -5\text{ v}$), le comparateur délivre un signal qui a comme caractéristiques :

- Tension de sortie positive max. = 4 V
- Tension de sortie positive min = 2,5 V
- Tension de sortie négative min = -2 V

Pour chaque mode d'interrogation, on combine un comparateur d'amplitudes identique

II-2-f-Le sélecteur de modes :

La présence d'une impulsion sur l'une des sorties du comparateur d'amplitudes déclenchera un niveau haut permanent sur la voie corrèspondante par le sélecteur de modes ; ce phénomène persistera même après l'absence de cette impulsion.

deux cas se produisent à l'arrivée d'une autre impulsion :

- Pas de changement du niveau si l'impulsion est sur la même voie .
- Basculement au niveau bas si l'impulsion est sur une autre voie , ce qui impliquera l'apparition d'un niveau haut sur cette nouvelle voie .

le sélecteur est réalisé à laide de bascules D sensibles à un front montant disponibles sur les circuits intégrés CD4013, et portes « OR » à trois entrées .En ce qui concerne le fonctionnement des bascules « D », et suivant la table de vérité donnée ,on opte pour les deux cas cites ci-dessous de telle façon que la commande de la bascule soit faite seulement sur les deux entrées « RESET » .

Inputs				Outputs	
C	D	R	S	Q	\bar{Q}
X	X	H	L	L	H
X	X	L	H	H	L

TABLE II-2 : table de vérité de la bascule D

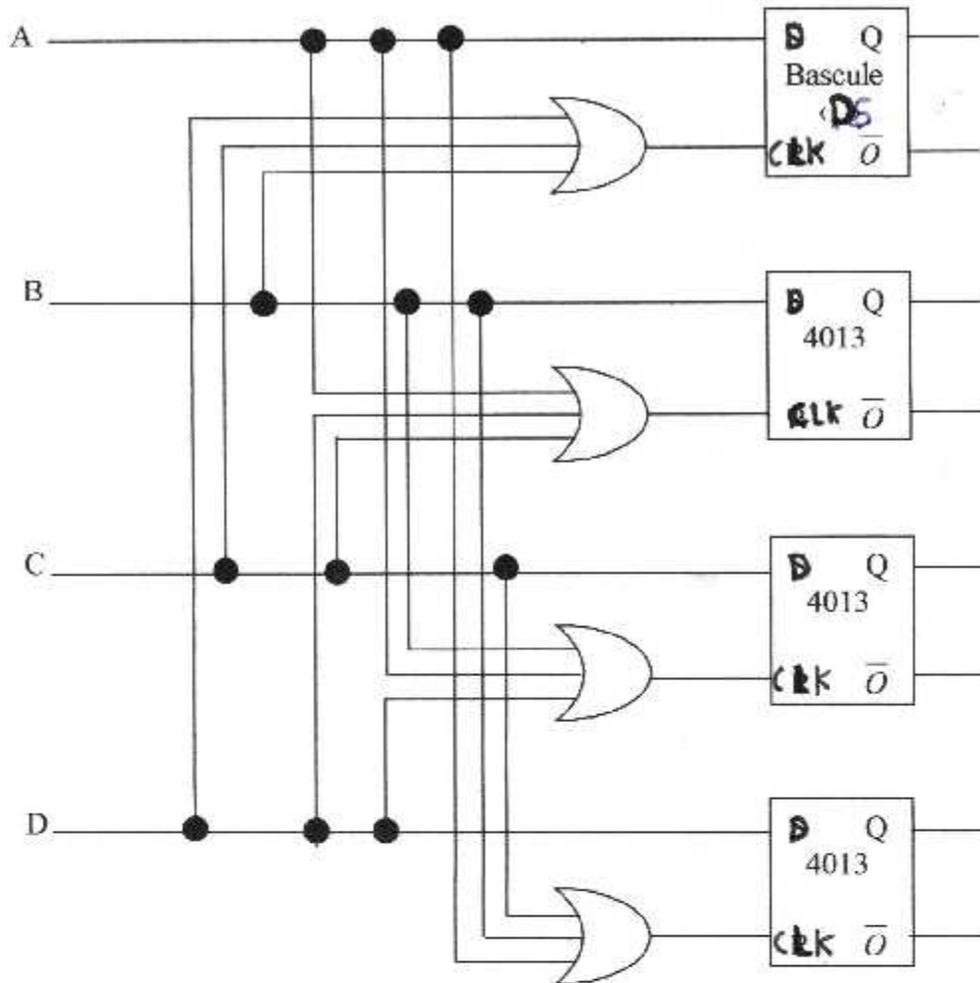


FIG II-7 : schéma du sélecteur de modes

II - 2 - j - le module d'Affichage :

Un afficheur à sept segments peut présenter les lettres A, B, C et D qui indiquent le mode d'interrogation utilisé, comme le montre la table de vérité suivante :

Mode				Segment							Affichage
A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g	
1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	A
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	B
0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	C
0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	D

TABLE II-3 : table de vérité de l'afficheur

Le branchement direct des quatre sorties du sélecteur à un seul afficheur à sept segments suivant la table de vérité donnée, provoque une anarchie de circuiterie par conséquent une déformation de l'indication de mode. *d'où l'utilisation de decod*

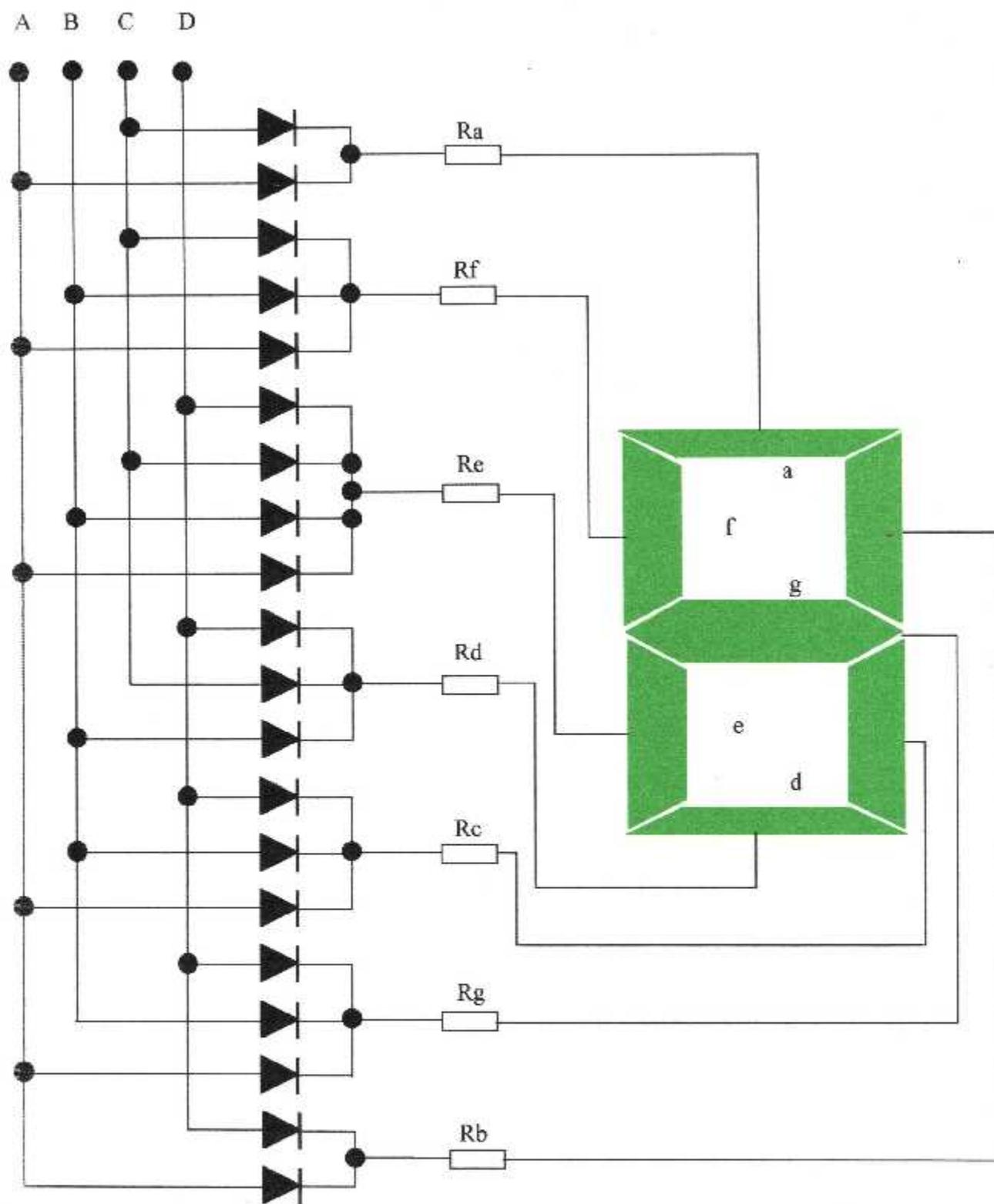


FIG II-8 : schéma du module d'affichage

Conclusion

Grâce aux circuits intégrés choisis, le supprimeur de pointes devra remplir entièrement son rôle pour une suppression des impulsions parasites parfaitement maîtrisé.

La ligne à retard puisée de la conception "COLLINS" devra donner des résultats optimum.

Malgré la déformation des impulsions en largeur sur les sorties de la ligne à retard, et grâce à la rapidité du comparateur d'amplitudes utilisé, la comparaison est supposée parfaite vu que l'amplitude des impulsions a été toujours sauvegardée.

Du fait de la rapidité des impulsions, qui peut impliquer des difficultés de lecture sur l'afficheur à cathode commune, le sélecteur de mode facilite la lecture en remplaçant l'impulsion brève par un niveau haut permanent grâce à la bascule "D" qui est une cellule de mémorisation.

TROISIEME CHPITRE

SYNTHESE PRATIQUE

INTRODUCTION :

Notre but à travers ce chapitre est de faire une synthèse de notre travail qui couvre le matériel utilisé et le fonctionnement de cette modeste réalisation.

III - 1 - technologie des composants :

Notre réalisation englobe une variété de composants électroniques dont les caractéristiques varient selon la technologie employée. La grande majorité des composants utilisés se compose de circuits intégrés à différentes fonctions, et on distingue :

III - 1 - a - Les circuits intégrés appartenant à une famille :

Le circuit intégré est une petite capsule qui peut grouper un certain nombre d'éléments actifs et passifs diffusés sur une même pastille et connectés entre eux de façon à constituer une fonction linéaire ou logique. On distingue deux grandes familles de circuits numériques qui sont :

- la technologie T.T.L :

La technologie " T.T.L " (Transistor-transistor logique), ou les circuits de commutation fonctionnent à la saturation, elle procure une large gamme d'éléments, des vitesses assez élevées (temps de réponse : 10 à 30 μ s) et une consommation raisonnable (10 à 20mW par porte) ; un fonctionnement à 20Mhz est possible. Mais cette famille " T.T.L " est de plus la seule actuellement en technologie bipolaire à offrir une très large gamme de circuits M.S.I (Médium Scale Intégration). Elle laisse à la technologie 'C.M.O.S' les domaines de très grande intégration (L.S.I : Large Scale Intégration)

- LE CIRCUIT SN74LS08 :

c'est un circuit qui comporte quatre portes AND à 2 entrées

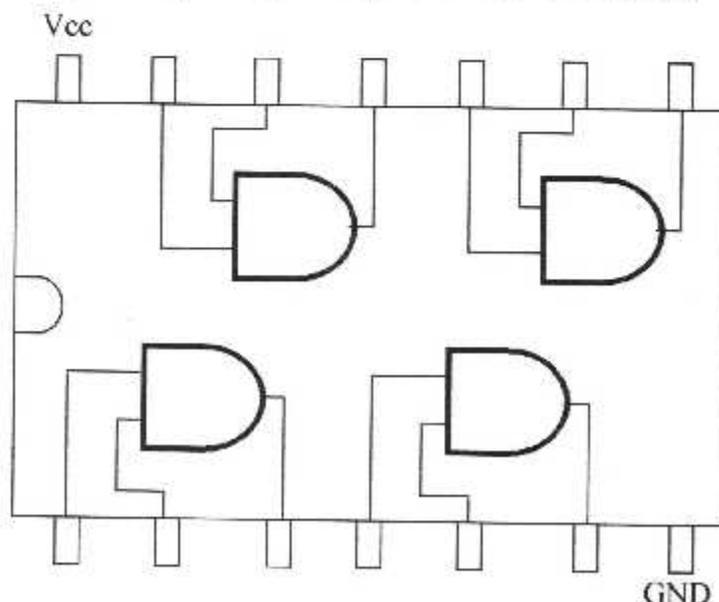


FIG III-1 : schéma interne du SN74LS08

IN (A)	IN (B)	OUT (A*B)
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

TABLE III-1 table de vérité du SN74LS08

- LE CIRCUIT SN74LS121

Le SN74LS121 est un mono stable multivibrateur.

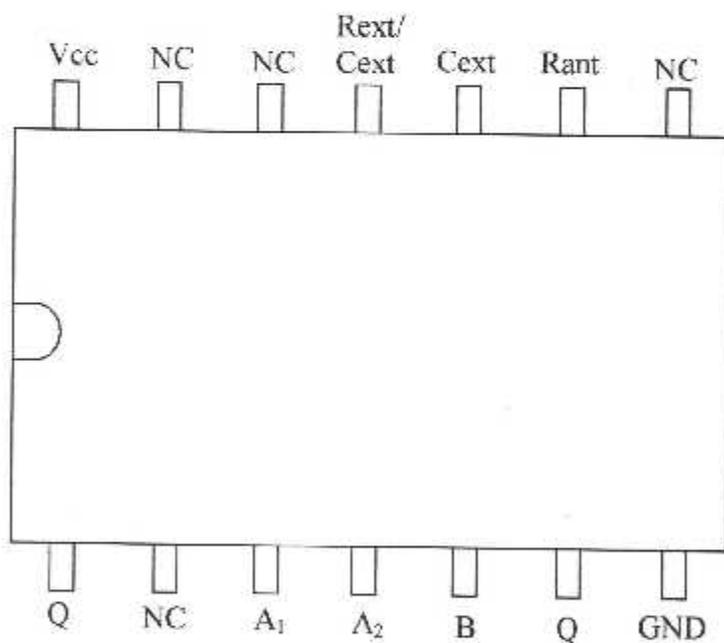


FIG III-2 : le brochage du SN74LS121

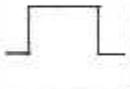
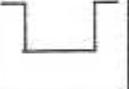
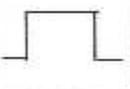
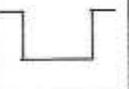
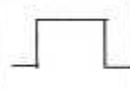
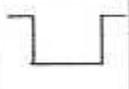
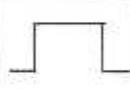
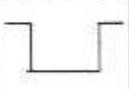
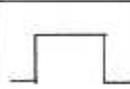
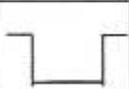
INPUTS			OUTPUTS	
A1	A2	B	Q	Q
L	X	H	L	H
X	L	H	L	H
X	X	L	L	H
H	H	X	L	H
H	↑	H		
↑	H	H		
↑	↑	H		
L	X	↑		
X	L	↑		

TABLE III-3 : table de vérité du mono stable

III-2 - la technologie C.M.O.S :

la technologie M.O.S (Métal Oxyde Semi-conducteur) trouve son application dans l'intégration à haute densité pour deux raisons fondamentales :

- La constitution simple d'un transistor M.O.S .
- Le faible volume qu'il occupe .

Les circuits " M.O.S " sont connus par leur faible consommation de puissance , mais cela doit être spécifié soit en statique (ou B.F)soit pour un fonctionnement voisin de la fréquence maximum .

La technique M.O.S complémentaire (C.M.O.S) conjointement des transistors M.O.S canal P et canal N à été proposée dès 1970 . Cette famille (C.M.O.S) a comme caractéristiques :

- Alimentation possible de 3 à15 (18) volts .
- Très faible consommation pour ne pas dire négligeable à fréquences moyennes (de l'ordre de quelque micro watt) .
- Vitesse maximum raisonnable (ordre 5Mhz) .

- LE CIRCUIT CD4066 :

c'est un circuit qui intègre quatre commutateurs logiques .

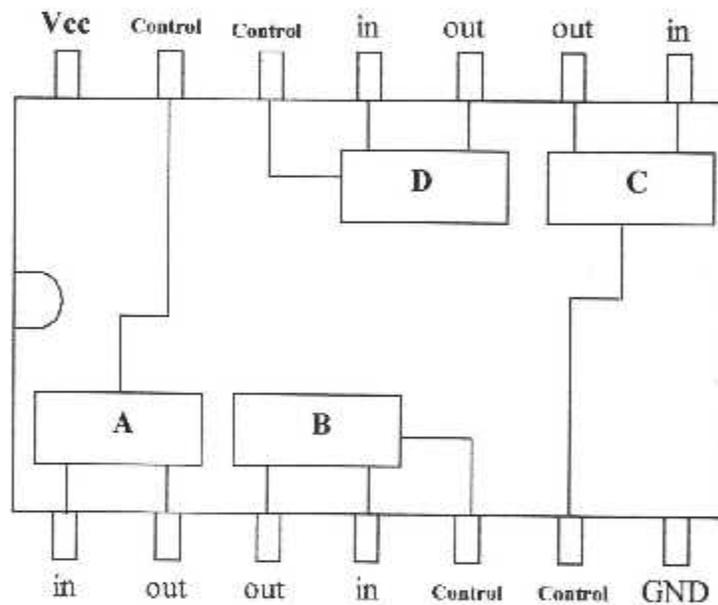


FIG III-3 : schéma interne du CD4066

	Vcc	RON (15v)	ROF(15v)	Fmax (15v)
CD4066	15V	400	10M	1,25 Mhz

TABLE III-4 : caractéristiques du CD4066

- LE CIRCUIT CD4013 :

C'est un circuit qui se compose de deux bascules de type D sensibles à un front montant .

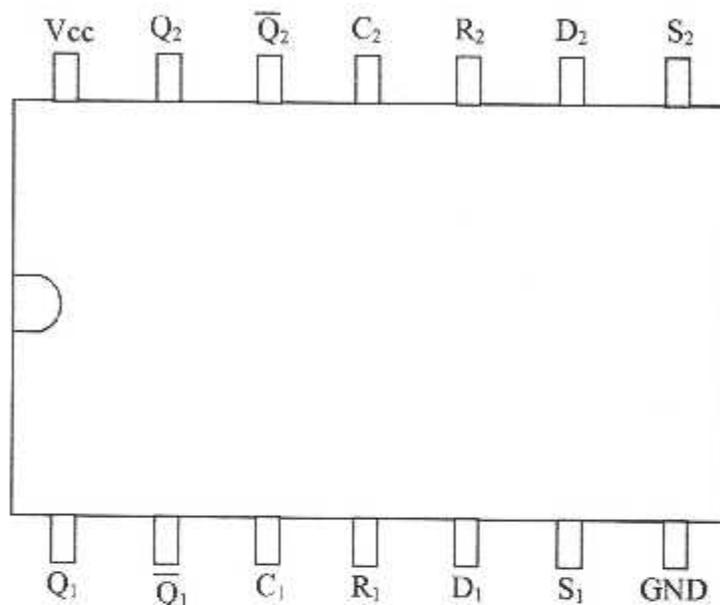


FIG III-4 :brochage du CD4013

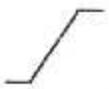
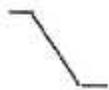
INPUTS				OUTPUTS	
C	D	R	S	Q	Ô
	L	L	L	L	H
	H	L	L	H	L
	X	L	L	Q	Ô
X	X	H	L	L	H
X	X	L	H	H	L
X	X	H	H	L	H

TABLE III-5 :table de vérité du CD4013

- I^{er} CIRCUIT CD4075 :

c'est un circuit à trois portes OR à trois entrées .

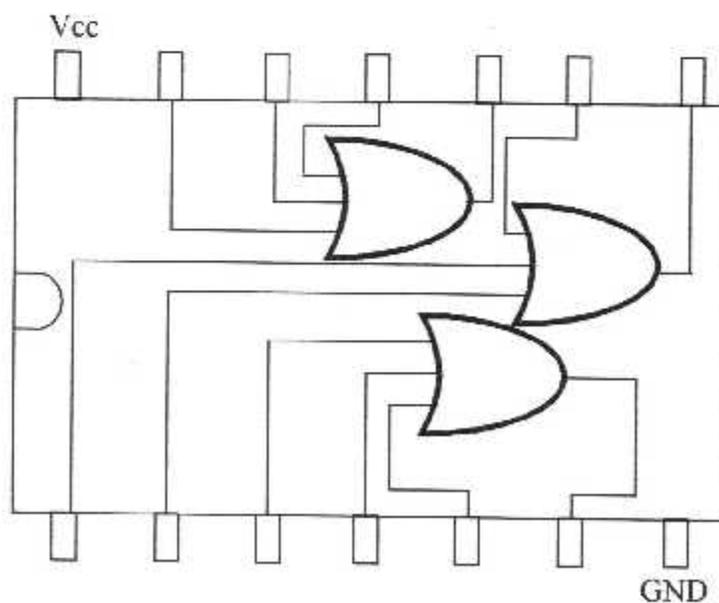


FIG III-5 : schéma interne du CD4075

IN (A)	IN (B)	IN (C)	OUT(A+B+C)
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

TABLE III-6 : table de vérité du CD4075

III - 1 - b - Les circuits intégré solitaires :

Se sont des circuits qui n'appartiennent pas à une des grandes familles de circuits intégrés et qui peut avoir des fonctions numériques ou analogiques .

- LE CIRCUIT LM710 :

Les LM710 sont des comparateurs de tension très rapides , ils servent de détecteur d'état logique à faible niveau ou à remplacer des amplificateurs opérationnels , montés en comparateur , dont la vitesse est primordiale .

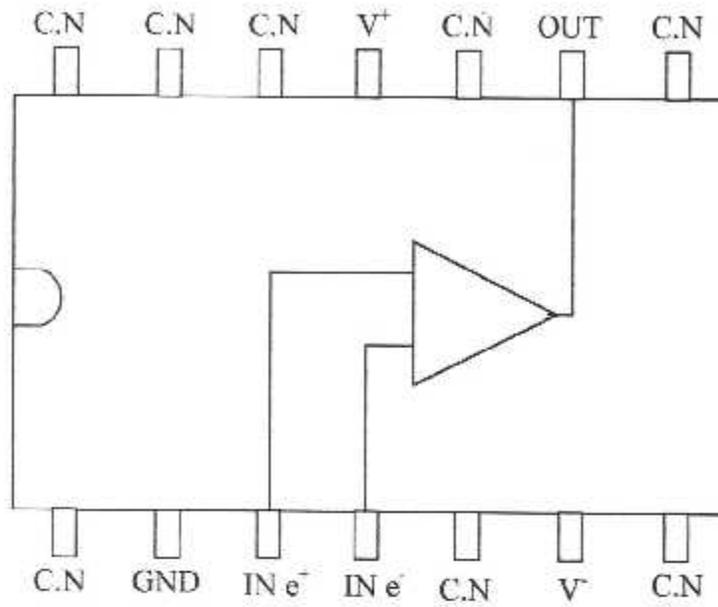


FIG III-5 : schéma interne du LM710

*** Caractéristiques :**

Tension d'alimentation positive	+14V
Tension d'alimentation négative	-7V
Courant de sortie	10mA
Durée d'un court-circuit sur la sortie	10s
Tension différentielle d'entrée	± 5V
Tension d'entrée	±7V

- LE CIRCUIT LM310 :

C'est un amplificateur opérationnel suiveur .

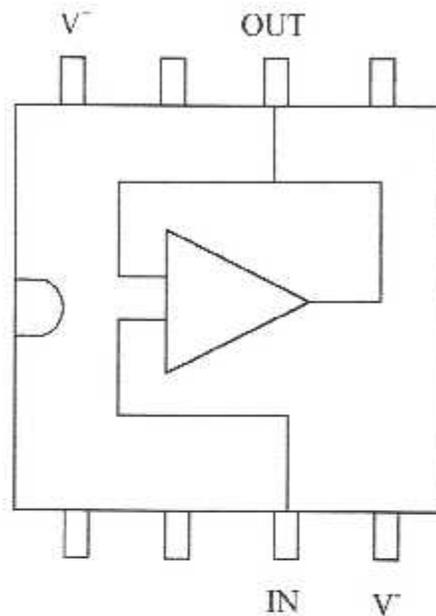


FIG III-5 : schéma interne du LM310

* caractéristiques :

Gain en tension (Signaux fort)	0,9999
Résistance d'entrée	0,75 - 2,5 Ω
Résistance de sortie	10^{10} - 10^{12} Ω
Tension d'alimentation	-18 à +18

A la fin , on cite l'afficheur qui est un composant opto-électronique dont la fonction découle du phénomène physique par le quel une radiation lumineuse fournie de photons cède son énergie aux électrons d'un solide , ces électrons passent de la bande de valence à la bande conduction , et l'inverse se produit aussi quand une énergie suffisante libérée par les porteurs de charge au niveau d'une jonction donne lieu à l'émission de photons (lumière) .

Les afficheurs dont le hauteur du chiffre est comprise entre 7 et 20 mm comprennent sept diodes qui illuminent chacun des segment . les afficheurs existent en rouge , orange , jaune et vert .

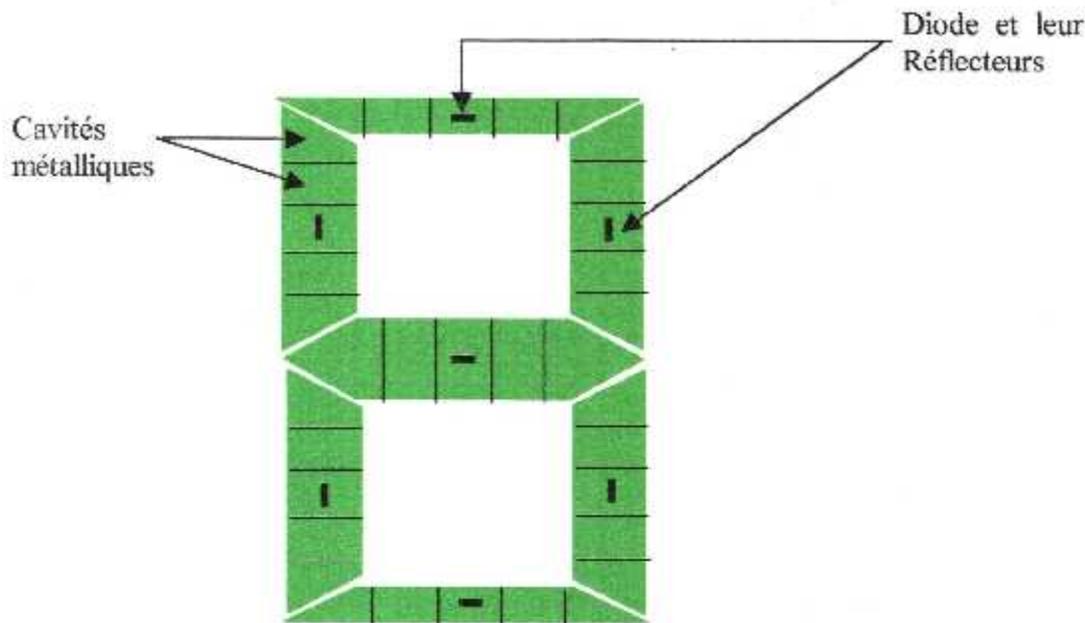


FIG III-6 : le module d'affichage

III -2- DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT :

Notre réalisation se compose du circuit électrique suivant :

Le signal est reçu sur le suppresseur de pointes sous forme d'impulsions codées pour une interrogation dans le but d'obtenir des informations bien spécifiques sur l'avion en vol, ces informations forment une base de données pour le contrôle de la circulation aérienne. Il s'agit d'une communication sol-Air sur une bande de fréquences UHF qui contamine le signal émis par un bruit qui se présente sous forme d'impulsions fine très étroite. Le suppresseur de pointes selon la largeur de ces impulsions parasites les élimine ou élargit et les laisse passer vers la chaîne de traitement.

La chaîne de traitement du signal comporte d'autres types de circuits, donc une adaptation d'impédance est nécessaire et elle est acquise par le LM 310 monté en suiveur. Recueilli de l'amplificateur opérationnel suiveur, le signal est injecté dans la ligne à retard et le comparateur d'amplitudes en même-temps. La ligne à retard crée un retard temporel pour permettre au comparateur d'amplitudes de traiter deux impulsions décalées dans le temps. Cette phase affecte le signal par une certaine atténuation qui sera surmontée par l'étage amplificateur à base de transistors montés en Emetteur-Commun. Par une comparaison des amplitudes des impulsions du signal reçu, le comparateur d'amplitudes délivre au sélecteur de modes qui est à base de bascules D mémorisantes une impulsion, alors la décision du blocage ou pas du transpondeur se déclenche automatiquement et le mode d'interrogation est déchiffré. Pour se faciliter la tâche nous avons muni notre réalisation d'un module d'affichage qui exprime les modes d'interrogations.

Conclusion :

Pour notre réalisation nous avons choisis le dispositif S.L.S à deux pulses car il est internationale (le plus utilisé) par contre celui à trois pulses est utilisé seulement aux Etat-Unis d'Amérique .

Tout en gardant le principe du décodeur du transpondeur de bord , nous avons procédé à des changements que nous estimons appréciables . nous avons opté pour une suppression totale des impulsions parasites avant d'attaquer les blocs de la chaîne de traitement qui suivent , ceci a marqué l'utilité du supprimeur de pointes amont du système .

CONCLUSION GENERALE :

Ce modeste travail nous a permis d'acquérir de connaissances en navigation aérienne .

Le contrôle de la circulation d'un avion dans un ciel chargé d'autre avion met en œuvre beaucoup de compétences de différentes disciplines pour ne citer que les communications air-sol qui sont fondamentales pour une bonne gestion de la circulation aérienne .

Le fonctionnement d'un dispositif de l'équipement de bord est d'une certaine délicatesse vu les taches qui lui sont attribuées . alors comme remarque principale , dans le domaine aéronautique on fait appel à des composants électronique de technologies spécifiques différentes de celles employées dans le matériel grand-public , c'est ce qui fait de l'aéronautique un domaine industriel professionnel .

On cherche toujours à éliminer les lobes secondaires parcequ'il constitue une perte d'énergie .

Il est bon de savoir que tout équipement avionique doit être soumis à des essais de vibrations , pressions , température etc.....

Il nous est malheureusement impossible de confirmer la certification de notre réalisation car elle impose des laboratoires spécialisés .

ANNEXE

Bandes de fréquences RADAR

Application	Fréquence (Mhz)	Longueur d'onde (cm)	Utilisation
P	3 - 30	10000 - 1000	(1)
L	1020 - 1700	26 - 17	(2)
S	2600 - 4000	11,5 - 7,6	(2) et (3)
C	3950 - 5850	3,6 - 2,42	(3)
X	8200 - 12400	1,67 - 1,13	(3) et (4)
K	18000 - 26500	0,91 - 0,60	(4)
Q	33000 - 50000		(4)

(1) : Très grandes portés

(2) : Stations fixes , voies aériennes

(3) : Stations mobiles , conduite de tir , navigation

(4) : Stations aéroportées , navigation , météorologie

BIBLIOGRAPHIE



LAROUSSE UNIVERSELLE

Dictionnaire encyclopédique

Publié pour la direction de PAUL ANGE . 1986



RADIONAVIGATION

JEAN MARIE LE ROI

Institut aéronautique JEAN MERMOZ

Edition 1979



INSTRUMENT DE RADIONAVIGATION

Edition E.N.A.C

(Ecole National d'Aviation Civil), TOULOUSE . 1988



CIRCUITS ELECTRONIQUES

VAN VALKENBURGH

NOOGER & NEUVILLE

Edition :GAMMA (Tome 1) 1985



ELECTRONIQUES NUMERIQUE

R.DELSOL

Edition BERTI (Tome 1) 1983



MEMOTECH ELECTRONIQUES

Collection A.CAPLIEZ

J.C.CHAUVEAU

G.CHEVALIER

B.CHEVALIER

Edition EDUCALIVRE . 1979