

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**Université saad Dahleb
de Blida
Faculté des Scientifique de l'Ingénieur
Département d'Aéronautique**

**Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme
Des études universitaires appliquées
(D.E.U.A) aéronautique**

Option : Avionique



**Réalisé par :
BELKHADOUMA Amina
RABAH Fatima**

**Encadré par :
BACHTA Nour Ed dine
DILMI Smain**

**Promotion :
2006/2007**

Résumé

Le travail proposé consiste à étudier le système de communication VHF-900B équipant l'avion Boeing 737-800 NG. Ce système a pour but d'assurer la communication interne et externe par des messages auditifs et visuels.

Pour atteindre cet objectif, on a fait une étude permettant de connaître les différents systèmes de communication sur avion ainsi du VHF par l'utilisation de ce module dans les différents modes d'opération (émission, réception) et le principe de fonctionnement de chaque mode.

En conclusion, on a présenté les différentes étapes du test de fonctionnement de ce système.

Summary

The proposed work, concern a study of a VHF-900B communication equipped the B737-800 NG aircraft. The main purpose of this system is to assure communication inside and outside the aircraft by an auditive and visual message. To achieve this aim, we've shown a brief a study that allows to recognize a various systems of communication so the VHF system and the use of it in a different operations modes (emission, reception) .At the end, we've presented a several steps of the functioning test which concern this system.

العمل المقدم يتمثل في دراسة نظام الاتصال VHF-900B المجهز في الطائيرة B737-800 NG . هذا النظام يسمح بضمان الاتصال داخل و خارج الطائيرة عن طريق رسائل سمعية و بصرية. بغية الوصول إلى هذا الهدف قمنا بدراسة أنظمة اتصال عدة VHF و هذا بتفسير مختلف أساليبه () . الأخير قمنا باستعراض خطوات اختبار عمل هذا النظام.

REMERCIEMENT

Nous remercions ALLAH EL KARIM pour nous avoir donné le courage, la patience, la capacité et la volonté afin d'accomplir ce modeste travail.
Nous remercions infiniment notre promoteur Monsieur BACHTA Nour eddine pour son aide et sa patience illimitée et aussi notre Co-promoteur Mr DILMI Smaïn et notre encadreur Mr AIT MANSOUR Med.

Un grand merci à :

Mr ZAMOURI Bou-Abd Allah pour nous avoir donné la possibilité d'effectuer ce stage.

Mr SLIMANI Youcef pour son aide utile.

Mr MEKKID pour ces conseils utiles.

Mme KITTOUSSE et tout le personnel de l'atelier ATEC pour leurs aides afin de faire la partie test.

Et surtout un grand merci à Mrs BENSARI Smaïn et HADDOUCHE Djaafar pour leurs aides, patience, encouragement et conseils judicieux ...

Et sans oublier Mrs LORIBI Youcef, Hafid et le personnel de l'atelier Radio, les IB et l'atelier Entretien Moteurs ainsi que tout le personnel d'AIR ALGERIE ayant participé de près ou de loin pour l'élaboration de notre projet.

Nous désirons remercier vivement les membres du jury, sans oublier tous les professeurs de l'Institut Aéronautique de Blida.

Et tous ceux qui ont contribué au bon déroulement de notre travail en soient remerciés.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A ma chère mère que j'aime beaucoup et mon père pour leurs grands amours, leurs encouragements et qu'Allah les protège pour moi.

A mes chères frères que j'aime beaucoup : Mohammed, Abd el aziz et Abd el Madjid.

A mes tantes : Dawia, Yakouta et son epoux, Kheira, Zohra, Malika et la petite Leila.

A mes cousines : Khadija, Assia, Assma, Kanza, Fatma Zohra, Soumia, Meriem, Yasmina, manel et Hana, Fathia.

A mes cousins : Amine, Sid ahmed, Islam, Abd el halim, Abd el hamid, Faysal, Younes, Hamada, Abd el Kader et le petit Yasine et Abd el hadi.

A toute la famille Belkhoulke et Belkhoulma qui ont toujours étaient à mes cotés.

A mon binôme : Fella qui travaille vivement pour finaliser ce mémoire et sa famille, surtout sa mère que je l'adore beaucoup et qu'Allah la protège pour ses enfants.

A mes très chères amies Atika, Samia, Ahlem pour son amour et amitié depuis sa connaissance et leurs familles.

Ainsi que : Soumia, Yakouta, Meriem, Khadija 44, Wafia, Yasmina 06, Amina DOKMAN, Nesrine 21, Sihem, Amina42, Fatma, F/Z, surtout Latifa et sa famille.

Tous ceux et toute celles qui occupe une place dans mon cœur.

Amina

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail aux :

Soleil de ma vie et la lumière de mes yeux ma très chère mère ZOHRA pour sa tendresse, encouragement, l'éducation qu'elle ma donné depuis ma naissance.

Mon idole et cher père pour sa protection et sa patience.

Mes chers frères : le sérieux Abd el rahmene pour son encouragement et sa compréhension, Mohamed et son épouse Rabea et surtout Ahmed que je n'oublierai jamais ses bien faits.

Mes chères sœurs : Souad, Fatiha, Manina, Louiza, Sabah et leurs conjoints, et la plus chère ma petite Hasna.

Mes nièces : F/Z, Sara, Nesrine, Nina, Kawther, Salsabil, Aya, Asma.

Mes neveux: Med, Abd El Hamid, Zakaria, Osama.

A mon binôme : Mina-Moon qui à travailler vivement pour finaliser ce mémoire et sa famille.

Mes chères amies : Yakouta, Nadjma, Kahina, Amina, F/Z, Leila, Djamila, Sihem, Fatma, Lili, Fattom, Nesrine, Lamia, Nabila, Yasmin, Nadia

A tous mes amis de loin au de proche et pour la promotion de 2006/2007.

fella

SOMMAIRE

INTRODUCTION

TITRE	PAGE
Historique de la compagnie.....	01 -
La Flote actuelle.....	04 -
Mission de la compagnie.....	06 -
Organisation de la compagnie.....	07 -
Organigramme de la direction général de la compagnie.....	08 -
Organisation de la direction technique.....	09 -
Présentation du BOEING 737-800 (NG).....	10 -
Caractéristiques.....	10 -
<i>Chapitre I : Généralité Sur La Communication</i>	
Introduction.....	13 -
I.1.Définition de la communication.....	13 -
I.2.Définition de la station.....	13 -
I.3.Structure général du système de communication.....	13 -
I.4.Gammes des fréquences en aéronautique.....	15 -
I.5.Les différents systèmes de communication.....	16 -
I.5.1.Les systèmes de communication interne.....	16 -
I.5.1.1.Système Flight interphone.....	16 -
I.5.1.2.Système Service interphone.....	16 -
I.5.1.3.Ground crew call.....	18 -
I.5.1.4.Flight crew call.....	19 -
I.5.1.5.Passenger address.....	20 -
I.5.1.6.CVR.....	21 -
I.5.2.Les systèmes de communication externes.....	22 -
I.5.2.1. Communication VHF.....	22 -
I.5.2.2. Communication HF	23 -
I.5.2.3.Selcal.....	25 -
I.5.2.4.Satcom.....	26 -
I.5.2.5.ACARS.....	27 -

I.6.Les antennes.....	- 28 -
I.6.1.Types des antennes de communication VHF.....	- 29 -
I.7.Norme ARINC 429.....	- 31 -
I.7.1.Description général du mot ARINC 429.....	- 33 -

Chapitre II : La Communication VHF

Introduction.....	- 34 -
II.1.Les composantes du système de communication VHF.....	- 35 -
II.1.1.Boite de commande VHF.....	- 35 -
II.1.2.Antenne VHF.....	- 35 -
II.1.3.Emetteur / Récepteur VHF.....	- 36 -
II.2.les interfaces extérieures.....	- 37 -
II.3.Principe de fonctionnement du système VHF.....	- 37 -
II.4.Opération d'émission.....	- 39 -
II.5.Opération de réception.....	- 41 -
II.6.Test.....	- 43 -

Chapitre III : Description De La VHF-900B

Introduction	- 45 -
III.1.Caractéristiques.....	- 45 -
III.1.1.Opération Emission /réception	- 45 -
III.1.2.Description physique	- 45 -
III.1.3.Description électrique.....	- 46 -
III.2.Les interférences électromagnétiques.....	- 48 -
III.2.1.HIRF.....	- 48 -
III.2.2. La Foudre.....	- 49 -
III.3.Protection contre les interférences électromagnétiques.....	- 49 -
III.4.Fonctionnement.....	- 49 -
III.4.1.Mode de réception.....	- 52 -
III.4.2.Mode d'émission.....	- 54 -
III.5.Synthétiseur de fréquence.....	- 56 -
III.6.Alimentation.....	- 57 -
III.7. Théorie de fonctionnement	- 58 -
III.7.1. Circuit RF.....	- 58 -
III.7.2.Processeur de signal	- 66 -
III.7.3.Système Processeur.....	- 70 -
III.7.4. Alimentation	- 76 -

III.7.5. Connecteur arrière.....	- 79 -
----------------------------------	--------

Chapitre IV: Test De Fonctionnement

Introduction.....	- 81 -
IV.1.Les équipements de test nécessaire.....	- 81 -
IV.2.Test de Fonctionnement.....	- 83 -
IV.2.1.0.Mise en marche du mode émission.....	- 83 -
IV.2.2.0.Courant d'entée de récepteur.....	- 85 -
IV.2.3.0.Test de sensibilité des espacements de 25 KHz et 8.33KHz.....	- 85 -
IV.2.4.0.Test de sélection des espacements de 25 KHz	- 86 -
IV.2.5.0.Test de sélection des espacements de 8.33 KHz.....	- 88 -
IV.2.6.0.Test de silence du récepteur des espacements de 25 KHz...-	90 -
IV.2.7.0.Test de fonction du circuit de la suppression du bruit des espacements de 25 KHz	- 91 -
IV.2.8.0.Test de fonction du circuit de la suppression du bruit des espacements de 8.33 KHz.....	- 92 -
IV.2.9.0.Test de fonction de la porteuse du supprimeur de bruit.....	- 93 -
IV.2.10.0.Caractéristique de l'AGC.....	- 94 -
IV.2.11.0.Fonction de circuit du compresseur audio.....	- 94 -
IV.2.12.0.Niveau de sortie audio.....	- 95 -
IV.2.13.0.Fréquence de réponse audio.....	-95 -
IV.2.14.0.Distorsion du signal audio.....	- 96 -
IV.2.15.0.Préparation de test d'émetteur.....	-97 -
IV.2.16.0.Puissance de sortie RF.....	- 98 -
IV.2.17.0.Fonction de la ligne d'excitation et temporisation de la ligne d'excitation.....	- 99 -
IV.2.18.0.Fonction du compresseur et niveau du retour d'écoute...-	100 -
IV.2.19.0. Fonction du compresseur et niveau du retour d'écoute..-	101 -
IV.2.20.0. L'entrée DATA (espacement de 25 KHz seulement).....	- 102 -
IV.2.21.0.Précision de la fréquence.....	- 103 -
IV.2.22.0.Test de BITE et test de la validité de CMU.....	- 104 -
IV.2.23.0.Test des LEDs du panneau avant.....	- 106 -
IV.2.24.0.Eteindre.....	- 106 -

CONCLUSION.

BIBLIOGRAPHIE.

ANNEXES.

Liste Des Figures

Chapitre I :

Figure I-1 : Structure générale du système de communication.....	- 14 -
Figure I-2 : Description général du Service interphone.....	- 17-
Figure I- 3: Description général du système Ground crew call.....	- 18 -
Figure I-4: description général du système Flight crew call.....	- 19 -
Figure I-5 : description générale du système Passenger address.....	- 20 -
Figure I-6 : description générale du système CVR.....	- 21 -
Figure I-7 : Le principe du système VHF.....	- 22 -
Figure I-8 : Le principe du système HF.....	- 23 -
Figure I-9 : Structure générale du système HF.....	- 24 -
Figure I- 10 : principe de Selcal.....	- 25 -
Figure I-11 : Le principe de Satcom.....	- 26 -
Figure I-12 : Le principe de l'ACARS.....	- 27 -
Figure I- 13: Localisation des antennes VHF.....	- 29 -
Figure I-14 : Les types d'antenne du VHF.....	- 30 -
Figure I-15 : Interfaces du bus digital	- 31 -
Figure I-16 : diagramme temporel d'ARINC 42.....	- 32 -
Figure I-17 : Le mot ARINC 429	- 33 -

Chapitre II :

Figure II-1 : Boite de commande VHF.....	- 35 -
Figure II-2 : Antenne VHF	- 35 -
Figure II-3 : Emetteur / Récepteur VHF	- 36 -
Figure II-4 : description générale du système VHF.....	- 38 -
Figure II-5 : schéma électrique du VHF en émission.....	- 40 -
Figure II-6 : schéma électrique du VHF en réception.....	- 42 -
Figure II-7 : tableau de test.....	- 44 -

Chapitre III :

Figure III-1 : Le module VHF-900B.....	- 47 -
Figure III-2 : Schéma synoptique du VHF 900B.....	- 51-
Figure III-3: RF assembly A1 (transmitter), Block Diagram	- 64 -
Figure III-4: RF assembly A1 (Receiver), Block Diagram.....	- 65 -
Figure III-5: Signal processor A2, Block Diagram (partie 1).....	- 68 -

Figure III-6: Signal processor A2, Block Diagram (partie 2).....	- 69 -
Figure III-7: system processor A3, Block Diagram (partie 1).....	- 73 -
Figure III- 8: system processor A3, Block Diagram (partie 2).....	- 74 -
Figure III- 9: system processor A3, Block Diagram (partie 3).....	- 75 -
Figure III-10: Power supply, Block Diagram.....	- 81 -

Chapitre IV:

Figure IV-1 : Montage de test.....	- 82-
Figure IV-2 : BITE Menu Map.....	- 107 -
Figure IV-3 : BITE Menu Map.....	- 108-
Figure IV-4 : BITE Menu Map.....	- 109 -

Liste des tableaux :

Chapitre II :

Tableau II-1 : tableau de test.....	- 44 -
-------------------------------------	--------

INTRODUCTION

A notre jour, le transport aérien devient le plus demandé dans le monde. Cette importance oblige les compagnies aériennes de chercher toujours à assurer la sécurité et améliorer le confort des passagers. Pour cela, pour qu'un avion puisse se déplacer d'un point à un autre, il nécessite la mise en place des systèmes audio pour permettre l'échange d'information d'une façon permanente entre l'avion et le sol.

D'après l'exigence de l'organisation OACI (Organisation de l'Aviation Civile et Internationale) et l'IATA (International Air transport Association), pour qu'un avion soit autorisé à voler, il faut qu'il soit équipé de deux systèmes de communication en VHF et en HF.

Dans le cadre de notre projet nous avons été chargées d'étudier le système de communication en particulier la VHF (Very High Frequency) car elle joue un rôle important dans la communication entre avions et aussi entre avions et station au sol.

Le premier chapitre concerne les différents systèmes de communication sur avion, un deuxième chapitre sur la communication VHF, Le troisième chapitre sur une description du module VHF-900B, le dernier chapitre le test de fonctionnement. Enfin nous terminerons par une conclusion.

Historique de la compagnie:

De par son rôle essentiel dans l'activité économique, AIR ALGERIE est considérée dès le lendemain de l'indépendance, comme l'instrument privilégié de l'exercice de politique de pays qui devrait permettre à l'Algérie de développer et de renforcer la coopération commerciale et culturelle avec ses partenaires au niveau national et international.

La principale préoccupation à des besoins de plusieurs types géographiques, économiques, sociaux et touristiques.

Créée en **1947** dans le but d'exploiter un réseau dense et régulier des lignes aériennes entre l'Algérie et la France.

Le **23 mai 1953**, à la suite de fusion des deux organismes qui existaient auparavant, la compagnie de transport aérien AIR ALGERIE entre officiellement en activité.

Dix ans plus tard, en février **1963** à la suite de l'impédance de l'Algérie, elle devient compagnie nationale sous tutelle des transports dont le contrôle est assuré à **50 %**.

L'année 1970 avec les parts de l'état portées à **83 %** dans le capital de la compagnie, mesure qui permet à AIR ALGERIE de procéder au renouvellement de sa flotte.

Le **29 mars 1971**, est une date historique dans la vie de la compagnie, venant de Seattle, USA, deux **Boeing 727-200** et **737-200** arrivent à Alger, date des perfectionnements technique et commerciaux.

En **1972** et conformément à la politique de récupération des ressources nationales des dernières actions retenues par la société étrangère.

AIR ALGERIE devient une entreprise à **100%** algérienne, mais cette algérianisation n'a été effectivement et définitivement acquise qu'en **1974** grâce aux avions jet. Le et l'extrême sud sont désormais directement reliés au Nord pays.

Alors que l'Algérie devient carrefour aérien ouvert aux pays lointains d'Afrique et Europe, avec lesquels l'Algérie entretient des relations économiques.

Pendant la décennie **1980**, la flotte s'enrichit d'une nouvelle génération d'avion : l'Airbus.

Le programme d'exploitation est par ailleurs judicieusement étudié de telle façon à offrir le maximum de vols à chaque ligne desservie, et le but de satisfaire le client sur deux réseaux exploités, domestique et international, et de répondre à la demande.

La compagnie a dû augmenter ses capacités et diversifier ses activités. Ainsi le nombre d'avions est passé de **12** en **1970**,

Et **42** en **1990**.

Lors de l'année 1990 AIR ALGERIE disposait, pour le transport des passagers d'avions B767, B737, B727, Airbus et Fokker. Le ravitaillement des avions dans des conditions fixées par le ministère tutelle.

- L'entretien, la réparation, la révision et toute opération de maintenance des aéronefs et équipement pour son compte ou le compte tiers.
- La gestion et le développement des installations destinées au publique et aux opérations de fret.
- L'exploitation et mise en disposition des opérateurs au sein des aéroports et moyens généraux nécessaires ainsi que moyens de télécommunications.
- L'exploitation et la gestion des installations afin de promouvoir les opérations commerciales au niveau des aérogares.
- L'obtention de toutes les licences de sur vol des états étrangers.

La Flote actuelle :

IMMAT	AIRCRAFT	ENGINE	MTOW	MLW	MZFW	NOISE	N°SE	RECEPTION DATE	
7-VSE	B737-200	JT8-D15				III	21278	03/04/1977	0.74
7T-VKA 7T-VKB 7T-VKC	B737-800 WINGLET	CFM 56-B27	78244	65317	61688	III		2005	0.79
7T-VJJ 7T-VJN 7T-VJL	B737-800 8D6	CFM 56-7B24	78244	65317	61688	III	30202 30203 30204	29/07/2000 01/08/2000 16/09/2000	0.79
7T-VJM 7T-VJN 7T-VJO 7T-VJP	B737-800 8D6	CFM 56-7b24	78244	65317	61688	III	30205 30206 30207 30208	27/07/2000 29/01/2001 27/06/2001 29/06/2001	0.79
7T-VJQ 7T-VJR 7T-VJS 7T-VJT 7T-VU	B737-600 8D6	CFM 56-7b22	65090	54657	51482	III	30209 30211 30545 30546	30/04/2002 23/05/2002 13/06/2002 13/06/2002 28/06/2002	0.78

7T-VJG 7T-VJH 7T-VJI	B767-300	CFM6-80 C2B2F	156489	54657	51482	III	24766 24767 24768	29/06/1990 17/08/1990 10/10/1990	0.80
7T-VJC 7T-VJD	A 310-203	CF6-80A3	138600	121500	111500	III	291 293	08/09/1984 21/12/1984	080
7T-VJG 7T-VHL	L 382 G	501-D22A	70306	61155		III	4880 4886	05/02/1983 16/08/1982	932
7T-VRV 7T-VRQ 7T-VRL 7T-VRU 7T-VRJ 7T-VRK	F27-400M	RP536-7R	20250	18597			10543 10526 10495 10494 10547 10553	11/06/1983 31/12/1981 31/12/1981 31/12/1981 28/01/1980 21/01/1980	LRC
7T-VRR						III	10555	05/06/1983	HSC
7T-VUI 7T-VUJ 7T-VUK 7T-VUL	ATR72- 500	PW 127F	22000	21350	20000	III	644 648 562 672	2005	
7T-VJV 7T-VIW 7T-VJX 7T-VJY 7T-VJZ	A330-200	CF6-80E 144	201000 230000	180000	168000	III	644 647 650 653 667	2005	082

Mission de la compagnie :

L'entreprise de transport et de travail aérien telle définie dans le décret **84.347** du **24-11-1984** est un organisme public à caractère économique et commercial dont la mission principale est le transport aérien de passagers, bagages, fret et poste dans les conditions optionnelles de confort, de sécurité et de régularité.

De cette mission principale découle les missions suivantes :

- L'exploitation de lignes aériennes internationales dans le cadre des conventions et accords internationaux.
- L'exploitation des lignes aériennes intérieures en vue de garantir le transport publics réguliers et non réguliers de personnes, de bagages, de fret et de poste.
- L'offre de services a des fins commerciales, éducatives et scientifique pour les besoins de l'agriculture, de la protection civil, de l'hygiène publique, de l'action sanitaire de transport de personnes et de marchandises à la demande sans préjudice aux attributions d'autres organismes.
- La vente et l'émission de titre de transport de voyageur entre les aéroports et les centres urbaines le cas échéant.
- Les commissions, les consignations, la prestation et l'assistance commerciale et toute prestation en rapport avec son objet.

Organisation de la compagnie :

Direction générale.

Secrétariat général.

Direction des ressources humaines.

Direction de l'informatique et des télécommunications.

Direction des opérations aériennes.

Direction de planification et de contrôle de gestion.

Direction du travail aérien.

Direction des transports.

Direction commerciale.

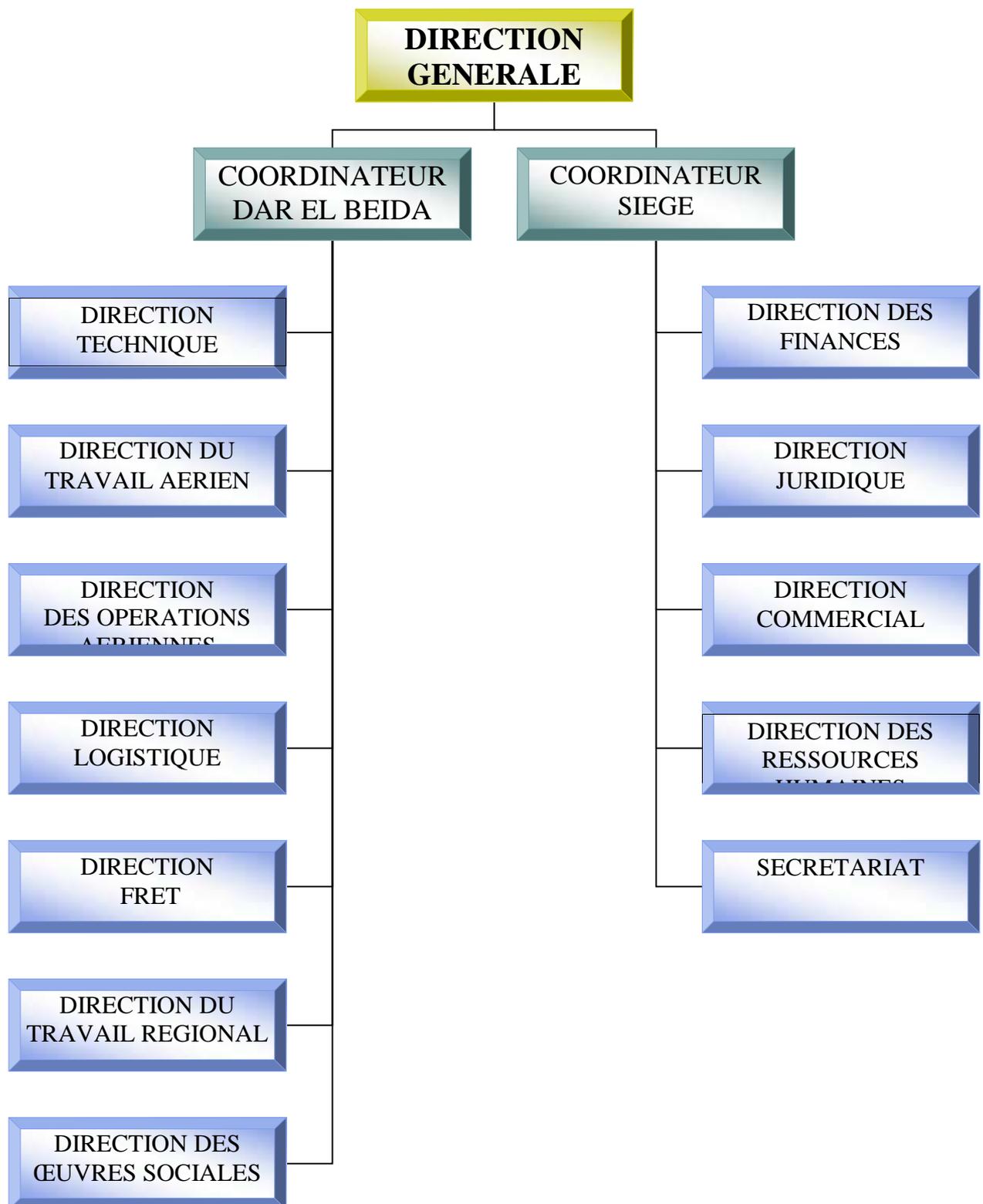
Direction financière.

Direction technique.

Direction du fret.

Direction régionale Est, Ouest et Sud.

ORGANIGRAMME DE LA DIRECTION GENERAL DE LA
COMPAGNIE



Organisation de la direction technique :

La direction technique est composée de sept (07) sous-directions, chacune d'elles est structurée en départements. Ces derniers sont organisés en services.

L'ensemble de l'effectif de la direction technique comprend trois catégories de personnels à savoir :

1. Catégorie cadres :

Elle comprend les ingénieurs, licenciés, économistes, etc....

2. Catégorie Agents de maîtrise :

Elle comprend les techniciens supérieurs, les agents techniques, contrôleurs, électroniciens radio,...

3. Catégorie Agent d'exécution :

Elle englobe les spécialistes avions, équipements, électroniciens radio, ajusteurs, approvisionneurs, etc...

Présentation du BOEING 737-800 (NG) :

Le BOEING 737-800 NG est un avion court ou moyen courrier. Il s'agit d'un Biréacteur. Il a la possibilité de décoller ou d'atterrir sur une piste courte.

Cet avion est connu pour le transport de courrier et des voyageurs.

Caractéristiques :

Altitude de croisière 10 000 m

Plafond de service 41 000 ft. +

Distance de décollage 2652 m.

Nombre de mach 0.82

Distance d'atterrissage 1634 m.

Charge marchande 2 tonnes

Configuration de 16 places en première classe et 132 en

Deuxième place.

Diamètre du fuselage 3.53 m

Envergure 34.7 m.

Capacité de carburant 21 000 kg.

Moteur CFMI CFM56-7.

Rayon maximal en charge 5665 Km ou 3060 nm.

Equipage: 2 pilotes + équipage commercial

Envergure: 34,30 m

Longueur: 39,50 m

Hauteur: 12,50 m

Surface alaire: 124,6 m²

Masse à vide: 41 080 kg

Masse maximale au décollage: 70 530 kg

Distance franchissable: 2930 nm (environ 5420 km)

Vitesse de croisière: 450 noeuds - Mach 0.78 (environ 844 km/h)

Vitesse maximale: 479 noeuds - Mach 0.82 (environ 888 km/h)

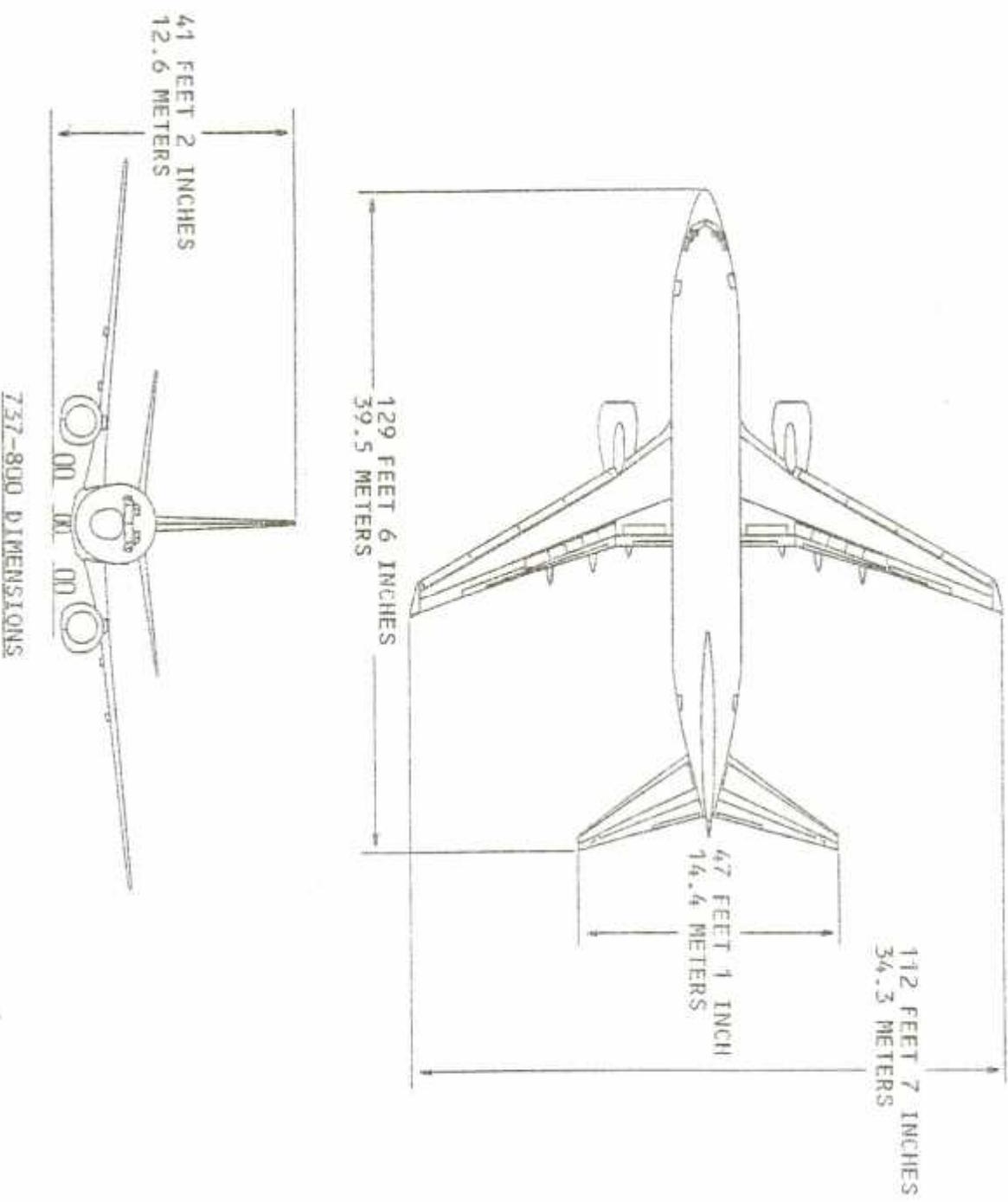
Plafond opérationnel: 41 000 ft (environ 12 500 m)

Motorisation: 2 réacteurs CFM56-7B24 de 10 962 kg de poussée.

Capacité: 189 passagers

Finesse 10.21.

Volume 44 m.



Mensuration du Boeing 737-800.

Conclusion

L'objectif de notre travail est l'étude descriptive du système de communication VHF-900B qui joue un rôle essentiel dans la communication aérienne entre avions, avions et station au sol. L'étude de ce projet de fin d'études a été bénéfique pour nous et nous a permis de :

- Vu l'importance de travail des techniciens de maintenance pour assurer la sécurité des passagers et des avions pendant la durée de stage.
- Connaître des différents systèmes de communication aérienne.
- La mise en œuvre et exploitation des différentes informations et connaissances durant les années d'études.
- Visite le laboratoire d'équipement et de communication.
- Identifier les équipements pour réaliser le test de fonctionnement du module VHF-900B.
- Réaliser les tâches de test pour le bon fonctionnement du VHF-900B.

Enfin, nous espérons que notre projet contribuera positivement à l'institut d'aéronautique et qu'il restera à la disposition d'autres étudiants qui vont vers le domaine avionique pour une éventuelle consultation ou amélioration, et fera l'objet d'un support pédagogique pour les futures promotions.

BIBLIOGRAPHIE

Manuels :

- CMM: Component Maintenance Manuel (Rockwell Collins) Air Algérie. (service technique)
- AMM: Aircraft Maintenance Manuel (Rockwell Collins) Air Algérie. (CD)
- MTM: Maintenance Training Manuel. (service technique)

Les ouvrages :

- LOUIS HENRY 1973 (Paris) Dictionnaire AERO-TECHNIQUE Anglais-Français 3° EDITION

Les thèses :

- Etude du système de communication en ondes courtes <KHF950> monte sur BEECH 1900D – Promotion 2003.
- Etude du système de communication VHF (Boeing 737/767) et réalisation d'une alimentation à affichage digital –Promotion 1994/1995.
- Etude et réalisation d'un Banc d'essai audio selector panel KMA 24H-71 pour l'avion CESSNA 208B-Promotion 2002-2003.
- Mini projet de maintenance : communication HF et VHF, réalisé par Mr BEN OUARED.

Les sites web :

- [www.boeing](http://www.boeing.com) 737-800

ABRIVIATION

A/D	Analog-to-Digital
ACARS	Aircraft Communication Addressing and Reporting System
ACP	Audio Control Panel
AGC	Automatic Gain Control
ARINCE	Aeronautical Radio Incorporated
BITE	Built-In Test Equipment
CDU	Control Display Unit
CMC	Central Maintenance Computer
CPN	Collins Part Number
Comm	Communication
CVR	Cockpit Voice Recorder
D/A	Digital-to-Analog
dB	Decibel
DFIU	Discrete Function Interface Unit
DSP	Digital Signal Processor
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory
EXT	Exterior
E/R	Emetteur/Récepteur
FDAU	Flight Data Acquisition Unit

FDR	Flight Data Recorder
Freq	Frequency
GRD	Ground
HF	High Frequency
HIP	Host Interface Port
HIRF	High Intensity Radiated Fields
IF	Intermediate Frequency
INT	Interphone
I/O	Input/Output
LED	Light Emitting Diode
LRU	Line Replaceable Unit
LO	Local Oscillator
MAINP	Maintenance Processor
MCDU	Maintenance Control Display Unit
MFD	Modulated Fractional Divider
MIC	Microphone
NML	Normal
NVM	Nonvolatile Memory
OMS	Onboard Maintenance System
PA	Power Amplifier
PA	Passenger Address
PLL	Phase Lock Loop
PROM	Program Read Only Memory
PSEU	Proximity Switch Electronic Unit
PTT	Push To Talk
RAM	Random Access Memory

RCVR	Receiver
REU	Remote Electronics Unit
RF	Radio Frequency
ROM	Read Only Memory
R/T	Receive/Transmit
RX	Receive
SELCAL	Selective Calling
SDI	Source Destination Identifier
SIMULCOM	Simultaneous Communication
SPK	Speaker
SQ	Squelch
Sql	Squelch
STA	Station
SW	Switch
SYSP	System Processor
TX	Transmit
UART	Universal Asynchronous Receiver- Transmitter
UUT	Unit Under Test
VCO	Voltage Controlled Oscillator
VHF	Very High Frequency
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
XCVR	Transceiver
Xfr	Transfer
Xmit	Transmit
Xmtr	Transmitter

Introduction

Organisme d'accueil

Chapitre I :

Généralité sur la communication

Chapitre II :

La communication VHF

Chapitre III :

Description de la VHF-900B

Chapitre IV :

Test de fonctionnement

Annexes

Annexe 1 :

Annexe 2 :

Conclusion

Introduction :

I.1. Définition de la communication :

La communication est une transmission d'ondes électromagnétique et n'est qu'un message à forme déterminée adressé par un expéditeur a un destinataire, comme il doit donc porter une identification de l'un et de l'autre. La radiocommunication est toute communication à l'aide d'ondes hertziennes.

I.2. Définition de la station :

Tous ensemble de moyens radio-électrique destinés à assurer un service de radio-communication est t'appelé station.

Chaque station étant définie par le service au qu'elle participe telle que la station appartenant au service de télécommunication d'aéronautique.

I.3. Structure général du système de communication :

La structure générale d'un système de communication est composée d'un :

- Emetteur/ Récepteur.
- Un panneau de sélection ACP et de commande.
- Antenne.

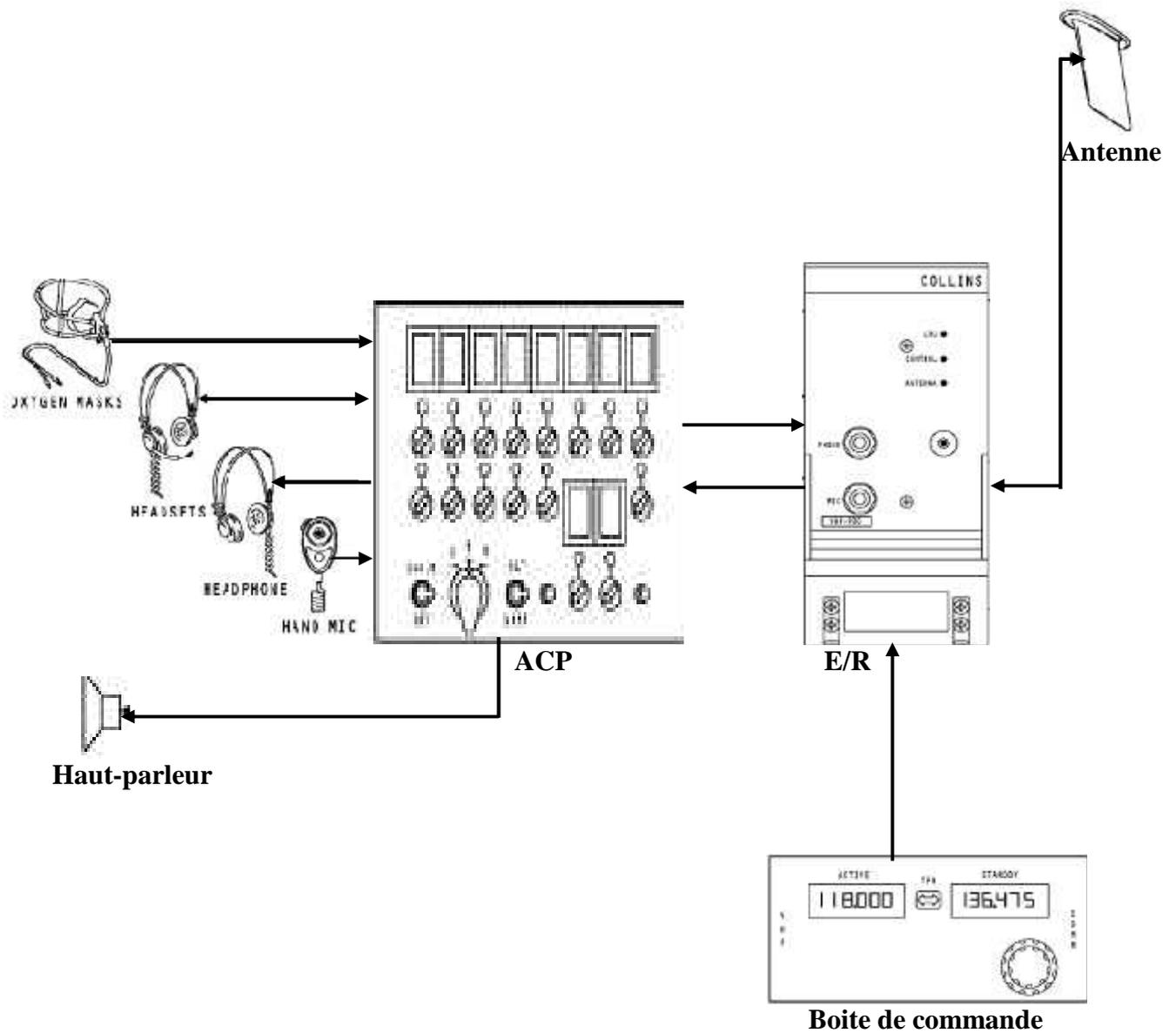


Figure I-1 : Structure générale du système de communication.

I.4.gammes des fréquences en aéronautique :

Fréquence	Gamme de fréquence	Longueur de l'onde	Service
3-30 KHZ	VLF (Very Low Frequency-très haute fréquence)	10-100 km	Aide de navigation à très longue portée (oméga-delcac) (à l'époque)
30-300 KHZ	LF(Low Frequency-basse fréquence)	1-10km	Radiophare d'alignement station de radio-diffusion (S/R) à ondes longues et moyenne
300-3000 KHZ	MF(Medium frequency-moyenne fréquence)	100m-1km	S/R, contrôle, loran-A, radiophare d'alignement
3-30 MHZ	HF(High Frequency-haute fréquence)	10-100m	Radiotéléphonie HF, radiotélégraphieHF
30-300 MHZ	VHF (Very High Frequency-très haute fréquence)	1m-10m	Radiotéléphonie VHF, VDF, VOR, radio bornes balise d'alignement de piste ILS.
300-3000 MHZ	UHF (Ultra High Frequency-ultra hautes fréquences)	10cm-1m	Balises d'alignement de précision ILS, DME, certains radars de surveillance.
3-30 GHZ	SHF (Super High Frequency-hyper fréquences)	1cm-10cm	Radar d'approche de précision (PAR), certains radar de surveillance, radar Doppler, radar Météorologique de bord (AWR), radio-altimètre.
3-300 GHZ	EHF (extremely High Frequency-frequences extrême hautes)	1mm-1cm	Radar de contrôle de la circulation au sol radar expérimentaux.

I.5. Les différents systèmes de communication :

Il existe deux types de systèmes de communication sur avion : interne et externe.

I.5.1. Les systèmes de communication internes :

On distingue six (06) systèmes de communication à l'intérieur de l'avion, sont les suivants :

I.5.1.1. Système Flight interphone :(interphone de vol)

Le système Flight Interphone permet à L'équipage (personnel navigant) de communiquer entre eux ou avec le personnel au sol.

I.5.1.2. Système Service interphone :(interphone de service)

Le personnel au sol utilise le système interphone pour communiquer entre eux et l'équipage.

Le système interphone prises situés dans plusieurs endroits dans l'avion.

Le PNC aussi peuvent l'utilisée

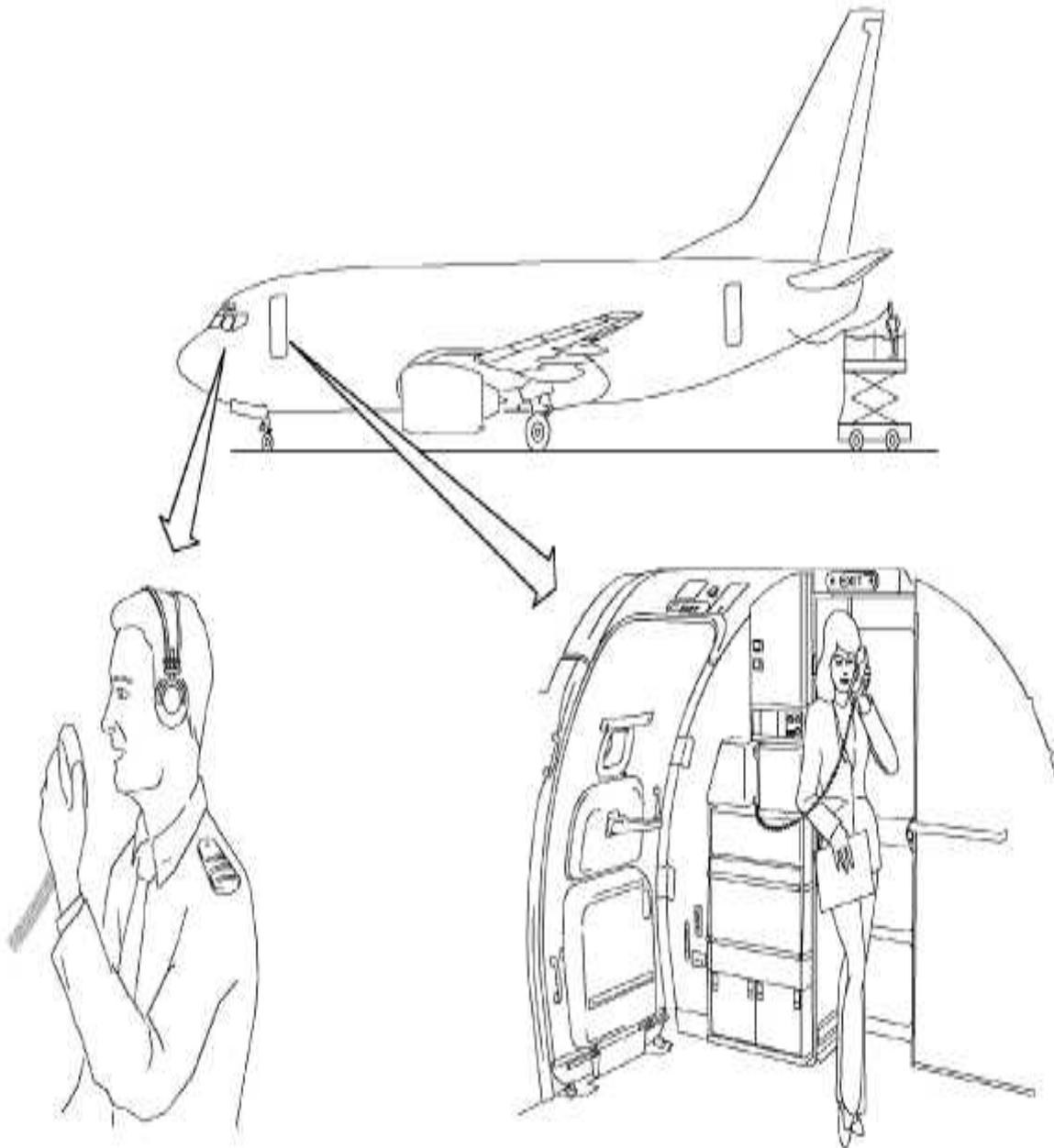


Figure I-2 : Description general du Service interphone

I.5.1.3 Ground crew call :(Appel Station)

Le système averti :

- Les personnels navigants qu'il y a un appel de personnel au sol.
- Les personnels au sol qu'il y a un appel des personnels navigants.

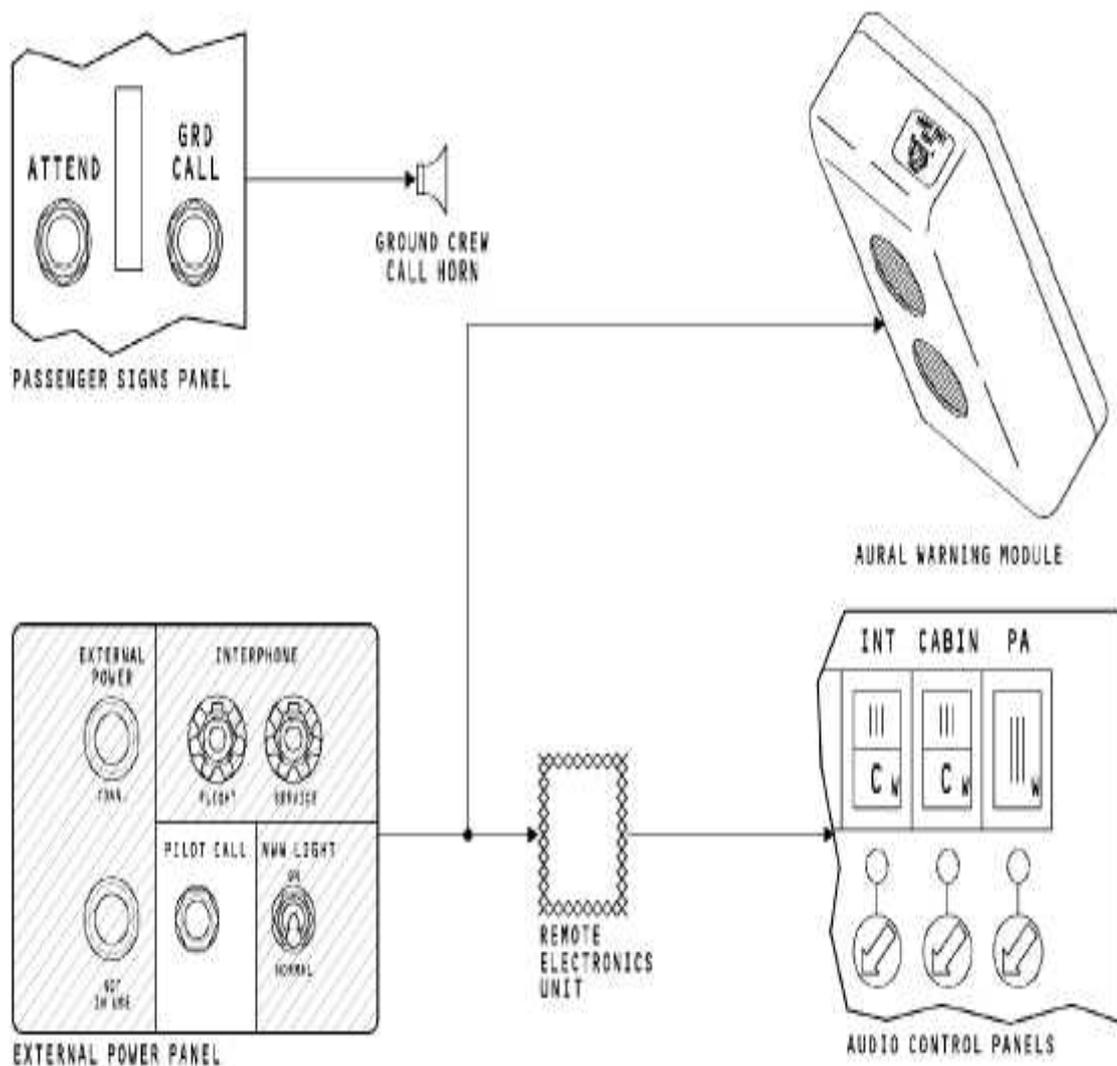


Figure I- 3: Description general du système Ground crew call

I.5.1.4 Flight crew call :(Appel de Vol)

Le système cabine/interphone averti :

- le PNC qu'il y a un appel du PNT au bien d'une autre station.
- le PNT qu'il y a un appel du PNC.

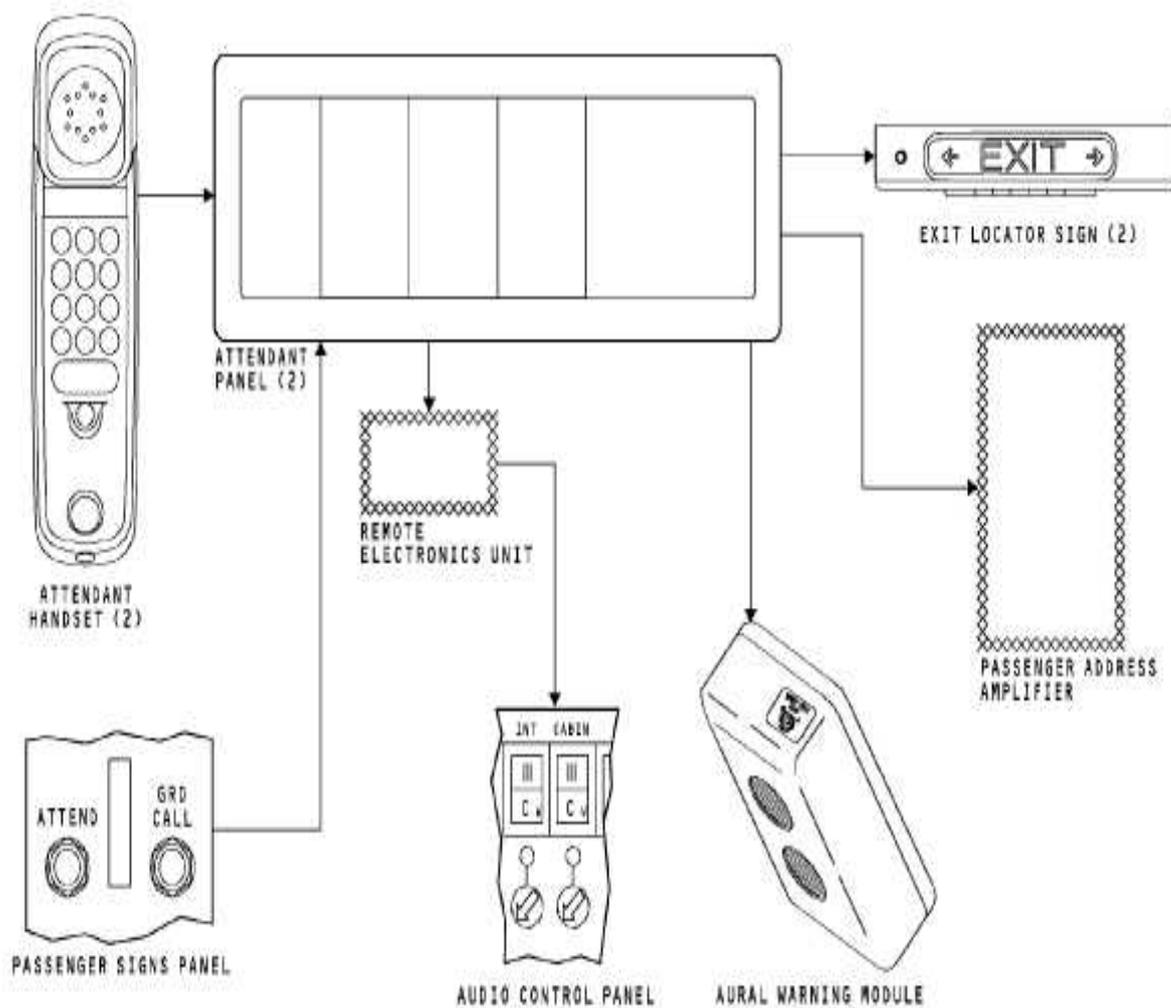


Figure I-4: description general du système Flight crew call

I.5.1.5. Passenger adress : (adresse aux passagers)

Il remplit ces conditions :

- Les annonces pour les passagers.
- Les annonces pré-enregistrées.
- Les signaux sonores.
- Music a bord.

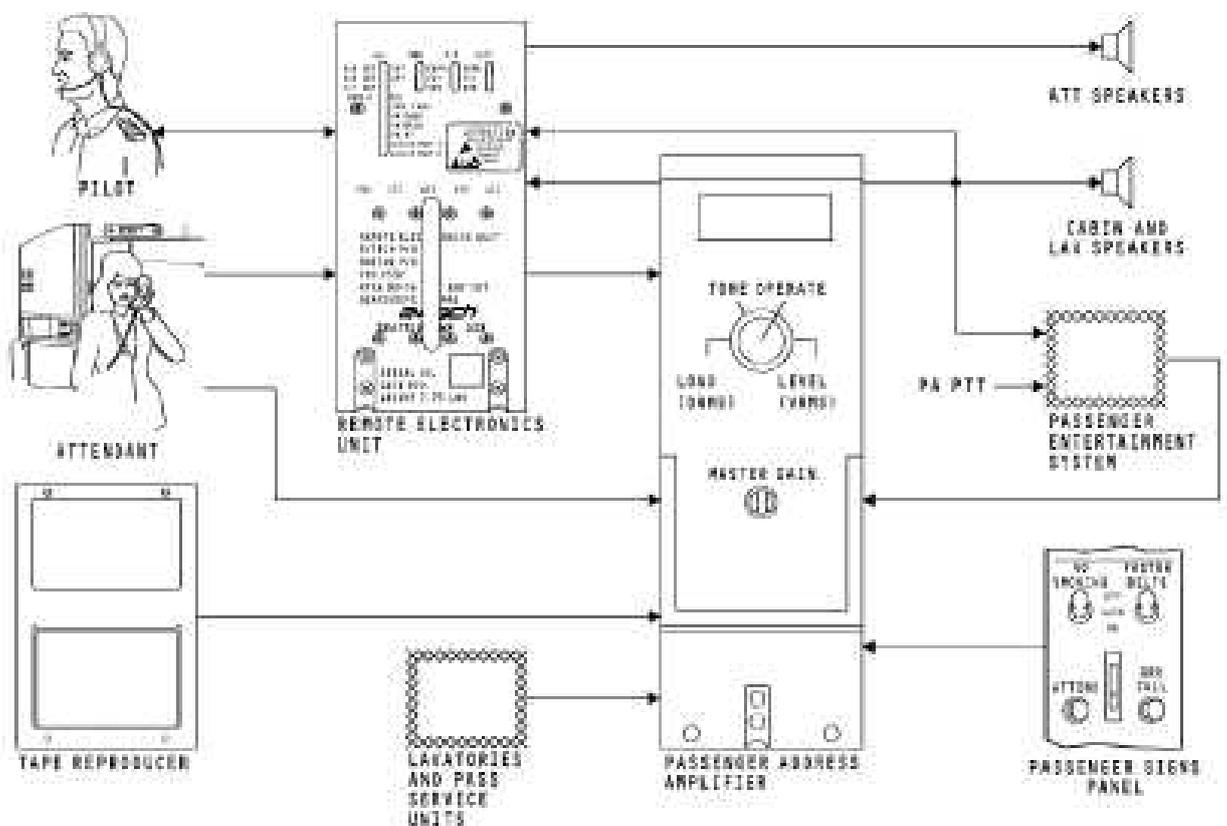


Figure I-5 : description générale du système Passenger adress.

I.5.1.6. CVR (Cockpit Voice Recorder - enregistreur de voix)

Il est constitué d'une bande magnétique qui enregistre sous alarmes, sonores, conversation. Ce système enregistre automatiquement les communications de l'équipage du cockpit pendant les 30 ou les 120 minutes.

La bande magnétique enregistre sur 4 pistes

- la piste 1 enregistre du micro d'ambiance.
- la piste 2 enregistre à la sortie du REU.
- La piste 3^{ème} et 4^{ème} sont laissées au choix de l'utilisateur.

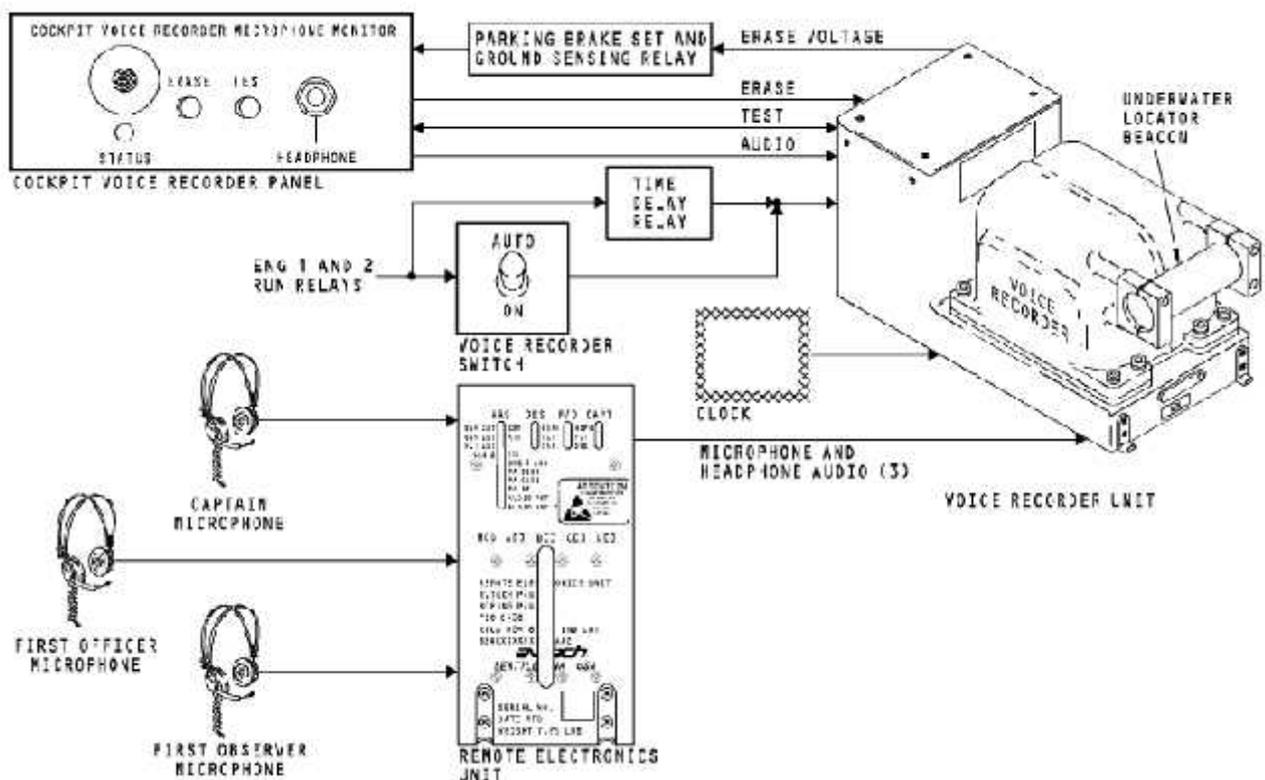


Figure I-6 : description générale du système CVR.

I.5.2 Les systèmes de communication externes :

Il existe cinq (05) types de systèmes de communication à l'extérieur de l'avion sont :

I.5.2.1. Communication VHF (Very High Frequency):

Le système une communication à courte distance. Il permet d'assurer la liaison entre un avion et un autre ou bien entre un avion et une station au sol (tour de contrôle). Le système travaille dans la gamme de fréquence 118.000 MHz à 136.975 MHz. Les récepteurs VHF sont constitués seulement des fréquences de communication. Les ondes radio de VHF suivant les lignes approximativement droites, théoriquement la portée du contact test la distance à l'horizon et cette distance est déterminée par les tailles des antennes de transmission et de réception. La portée VHF atteint les 80 Km et la distance moyenne est de 54 Km à 243 Km.

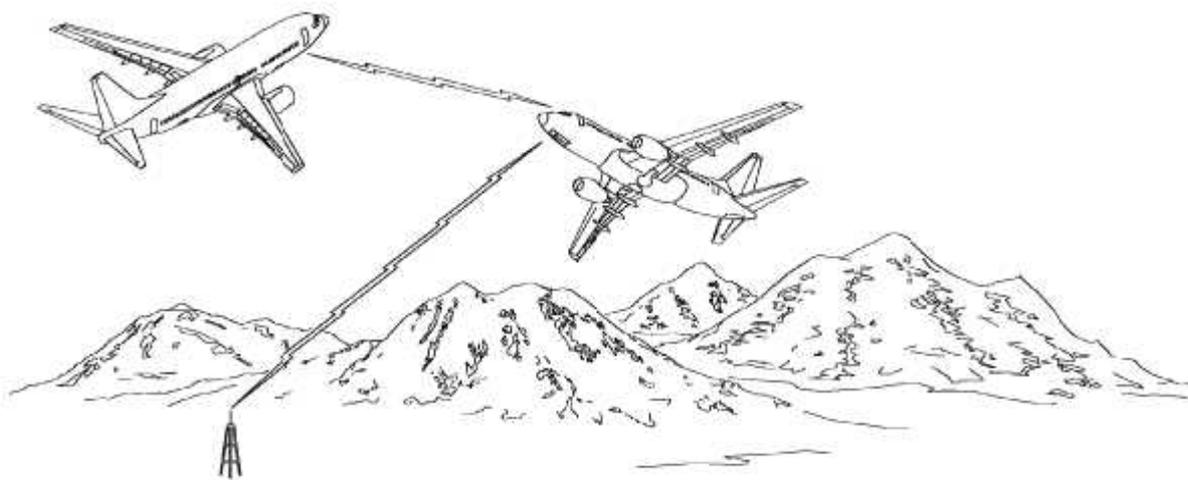


Figure I-7 : Le principe du système VHF

I.5.2.2. Communication HF (High Frequency):

La communication HF est utilisée pour la communication à long portée entre un avion et une station au sol. La distance d'utilisation est très grande, elle éteint 700 km. La HF communication fonctionne essentiellement dans la gamme de fréquence 2 à 29.999 MHz.

Le système HF est constitué de :

- un émetteur/ récepteur.
- Une boîte de commande HF.
- Une antenne HF.
- Coupleur d'antenne.

Les émetteurs d'HF ont des puissances d'émission plus élevée que les émetteurs de VHF.

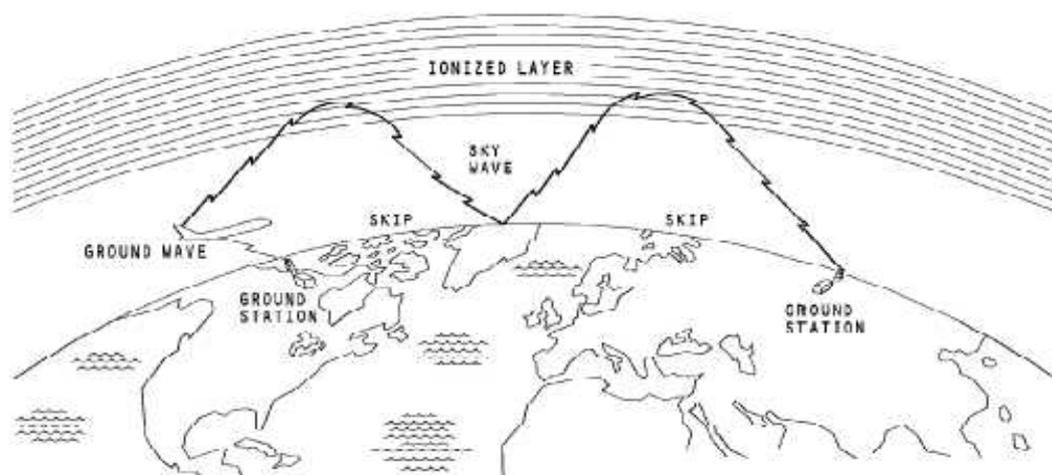


Figure I-8 : Le principe du système HF

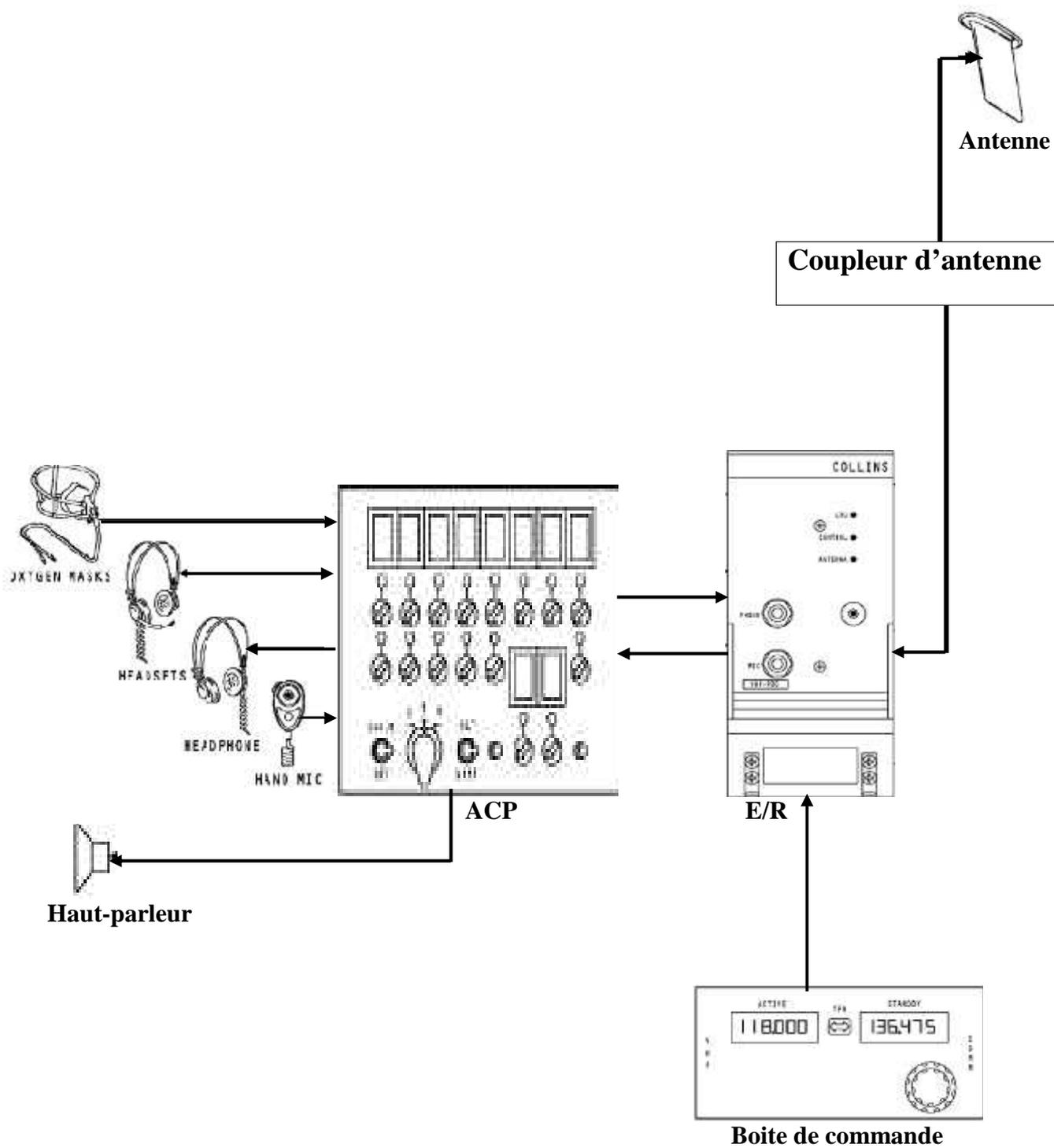


Figure I-9 : Structure générale du système de communication HF.

I.5.2.3. Selcal (Sélective Calling – appel sélectif) :

C'est un appel sélectif. Chaque avion a un code de quatre (04) lettres unique, et chaque une a une fréquence différente (son différente). Il permet de prévenir le PNT qu'un appel est transmis du sol et qui le concerne.

Le décodeur Selcal commande un signal audible (sonore) et un signal visuel qu'il averti de la présence d'un appel.

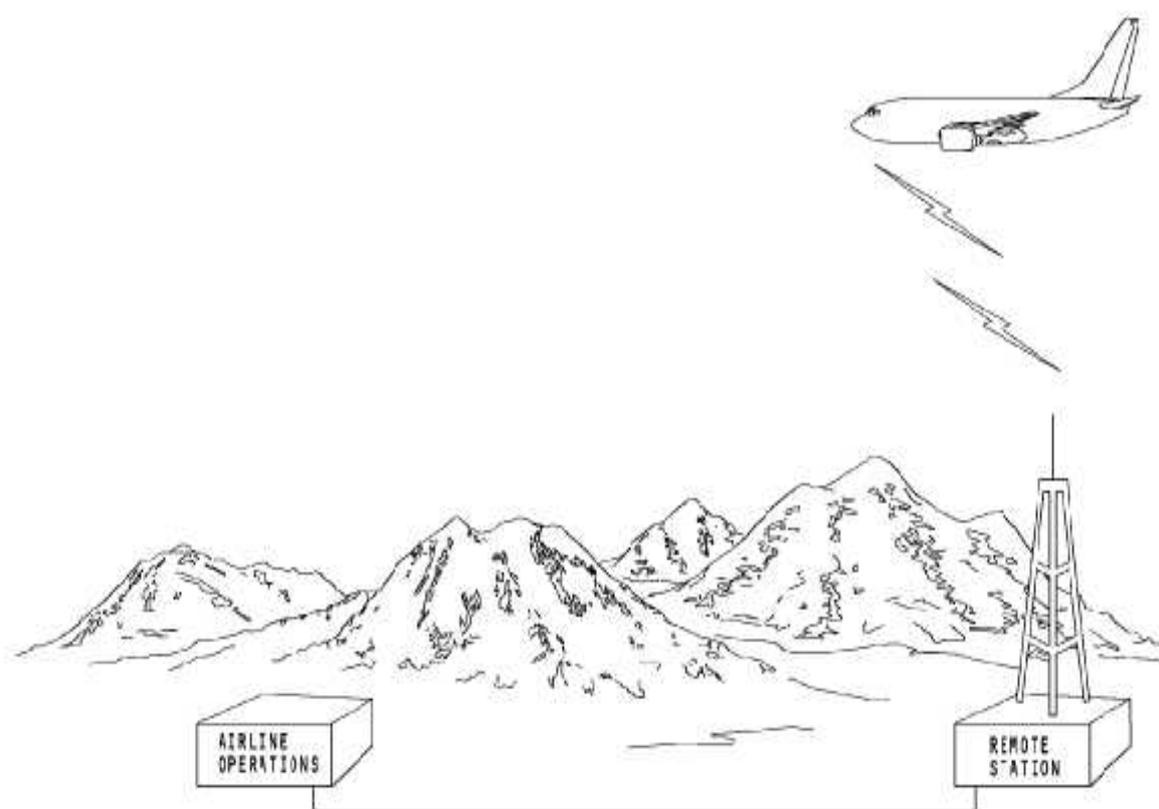


Figure I- 10 : principe de Selcal

I.5.2.4. Satcom (Satellite Communication –communication par satellite) :

C'est un système de communication par satellite qui utilise les stations au sol que les satellites. Il nous permet d'avoir une meilleur qualité des données et messages vocaux pour les passager, et les membres d'équipage sur les plus longues distances que les systèmes VHF et HF.

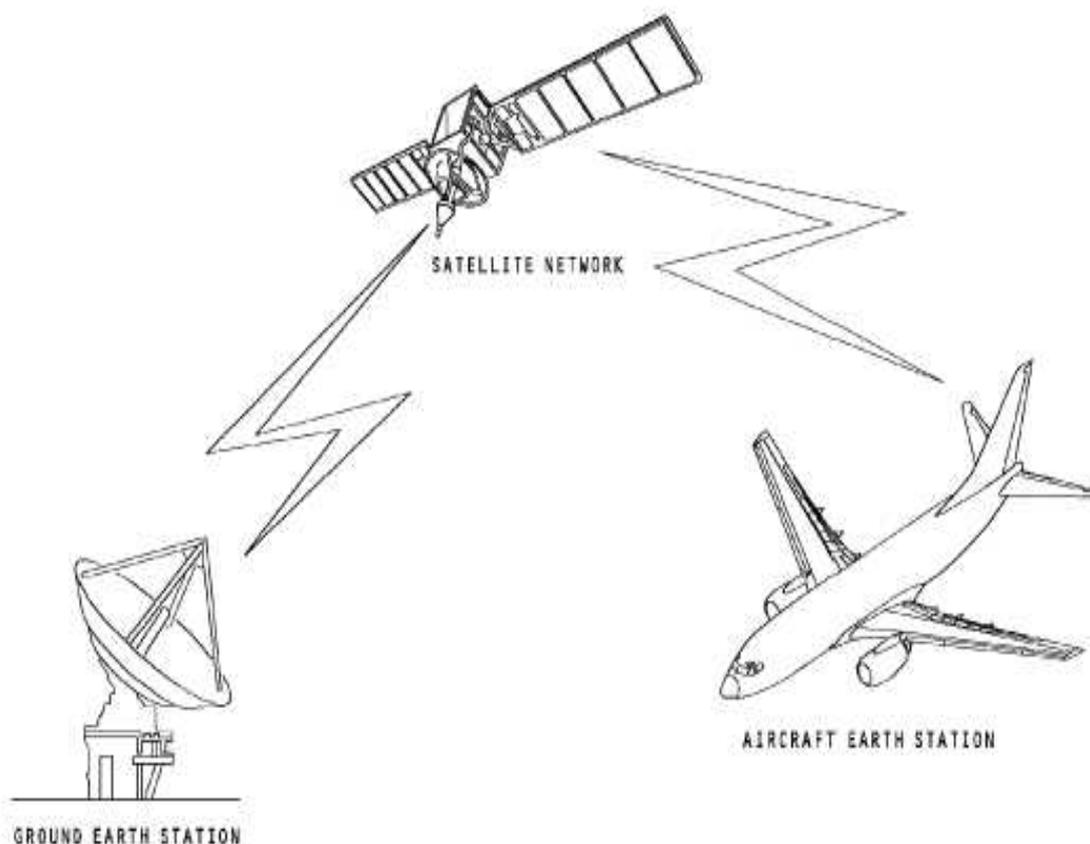


Figure I-11 : Le principe de Satcom.

I.5.2.5. ACARS (Aircraft Communication Addressing and Reporting System):

C'est un système d'émission et de réception des rapports entre l'avion et la base de maintenance. L'ACARS envoie automatiquement les rapports lorsque c'est nécessaire. La répartition du temps d'émission et de réception se fait par une horloge interne du système.

Il permet à la base de maintenance de réparer une intervention avant que l'avion ne se pose.

Les rapports typiques sont :

- Identification de l'équipage.
- Performance moteurs.
- Etat du vol.
- Items de maintenance.

Note :

L'ACARS utilise uniquement la VHF 3.



Figure I-12 : Le principe de l'ACARS

I.6. Les antennes :

Le rayonnement des ondes radio se produit grâce aux antennes qui sont des transformateurs d'énergie. Le courant qui circule à chaque position d'antenne est envoyé dans toutes les directions de l'espace sous forme d'onde électro-magnétique (l'énergie électrique change de nature). Une antenne est un type spécial de circuit électrique sert à rayonner et recevoir l'énergie électromagnétique donc une antenne doit avoir les propriétés suivantes :

- Capacité de produire le rayonnement avec plus grande efficacité possible.
- Possibilité de diriger ce rayonnement pour exploiter au maximum les propriétés de propagation des ondes radio.
- Simplicité de construction, et bonne qualité mécanique pour pouvoir supporter sans dommage les conditions atmosphériques (vent, pluie,...etc.).

Les antennes changent dans la forme et la conception dépendant de la fréquence à transmettre, et les objectifs spécifiques qu'elles doivent atteindre.

L'antenne de réception est le plus souvent beaucoup plus simple que l'antenne d'émission et il doit arrêter les ondes électromagnétiques qui sont présentées dans le ciel, ce dernier à une forme et une taille change également le but pour le quel ou le prévoit, les même types des antennes de réception et d'émission sont utilisées dans la communication aérienne.

I.6.1. Types des antennes de communication VHF :

Il existe trois antennes sur avion, elles sont localisées comme indique la figure ci-dessous.

- La VHF 1 situe sur le fuselage.
- La VHF 2 situe au dessous du fuselage à l'arrière.
- La VHF 3 situe au dessous du fuselage à l'avant.

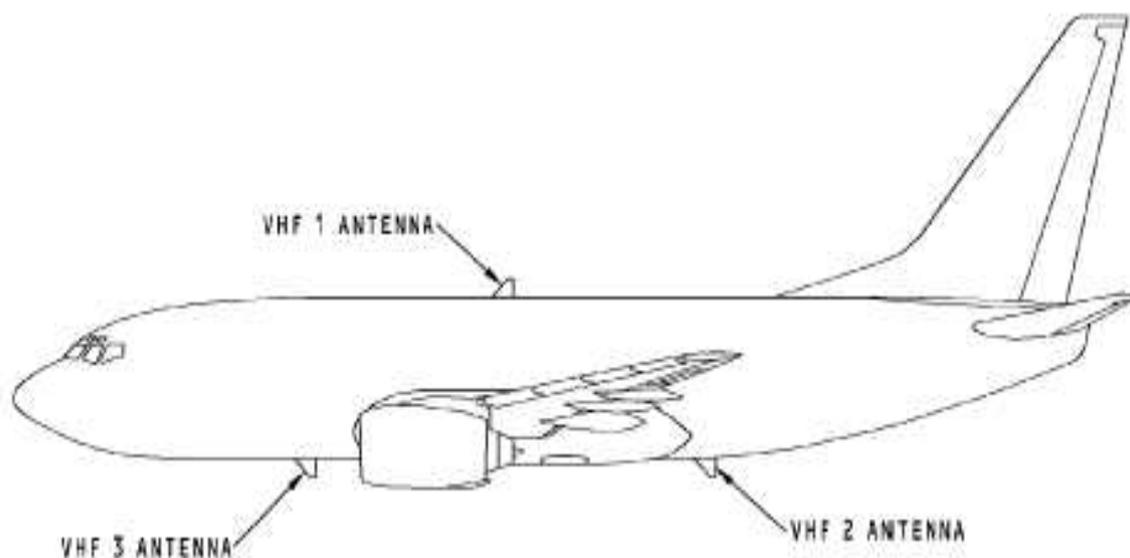


Figure I- 13 : Localisation des antennes VHF

Nous avons trois types d'antennes de communication pour notre système.

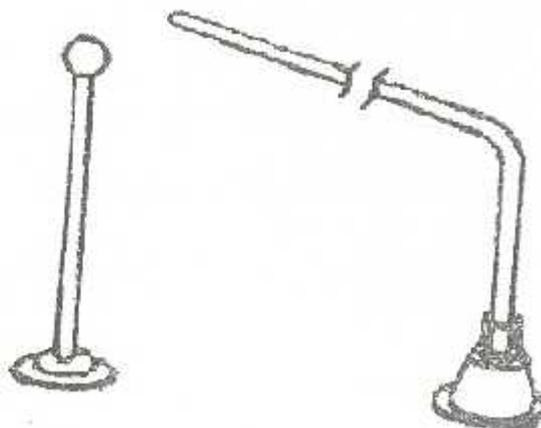
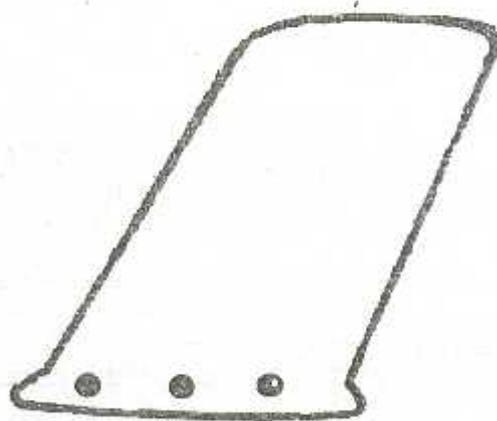


Figure I-14 : Les types d'antenne de communication VHF

I.7. Norme ARINC 429 :

Dans les industries du transport aérien l'échange des données entre les différents systèmes digital des avions est portée par un bus digital sous la norme ARINC 429. C'est un bus qui transmet dans une seule direction à partir d'un système vers un ou plusieurs autres systèmes. Quand la représentation électrique en donnée binaire est incompatible entre le système et le bus alors, une interface spéciale est demandée pour les deux systèmes (émetteur et récepteur de donnée). Les interfaces comprennent la formation du mot ARINC de 32 bits par le système émetteur et le décodage du mot par le système de la réception.

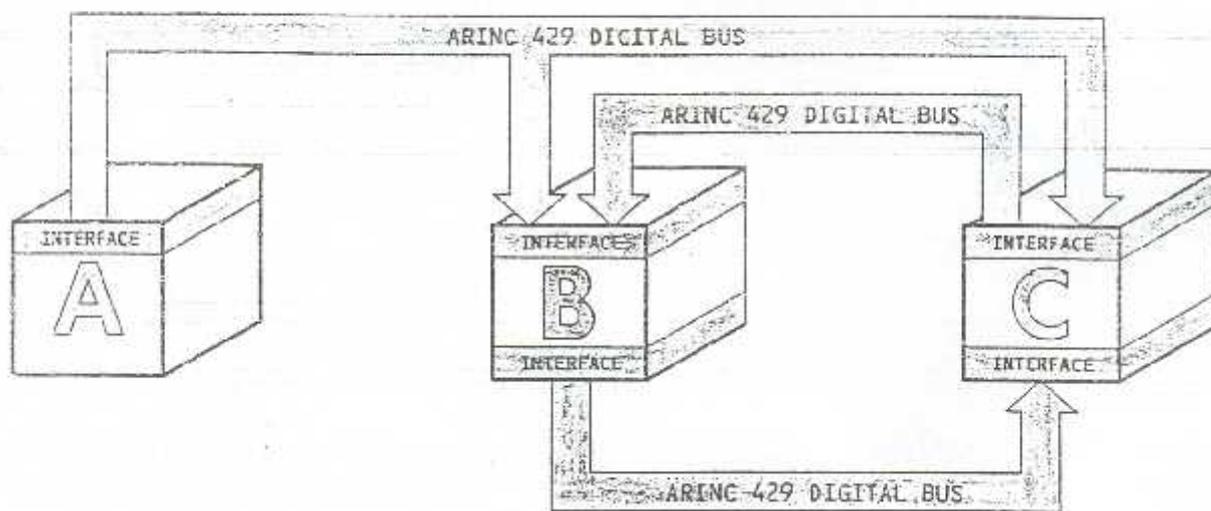


Figure I-15 : Interfaces du bus digital.

Les valeurs du bit en norme ARINC 429 sont :

- ✓ +10 v pour le '1'
- ✓ -10 v pour le '0'
- ✓ Et le passage par le nul (0 v) pour la séparation du 2 bits qui se suivent.

Dans la 1^{ère} partie du bit on a la valeur du bit, dans la 2^{ème} partie il revient au nul (0 v).

Entre deux mots d'ARINC on a un espace de 4 bits nuls.

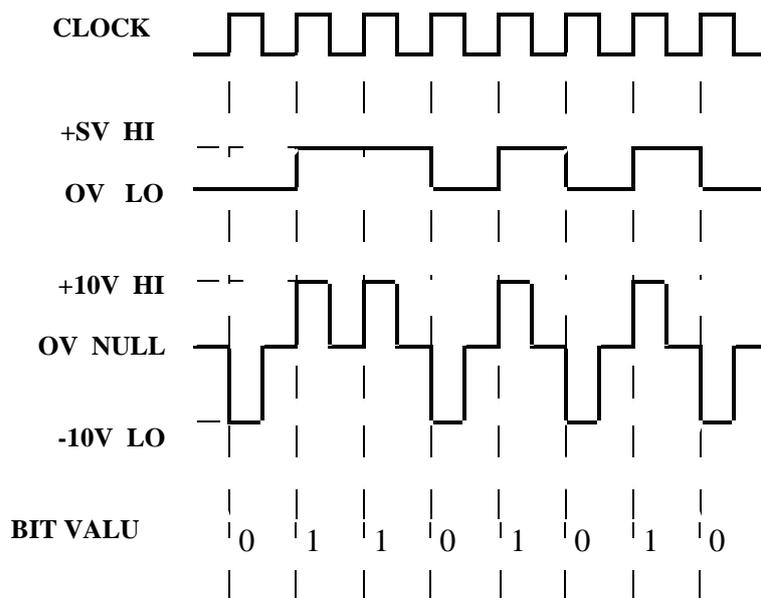


Figure I-16 : DIAGRAMME TOMPOREL d'ARINC 429

I.8.1. Description général du mot ARINC 429 :

Le mot ARINC se forme de 32 bits qui sont composés de six (06) parties comme suite :

1. P : bit de parité, il valide le mot. Pour que le mot soit valide il faut que la somme du 32 bits soit paire.
2. SSM : signe status ; identification de direction et caractéristique des données et l'état de l'émetteur.
3. DATA FIELD : de bit 13 jusqu'à 28, c'est la donnée.
4. PAD : les bits 11 et 12. en générale le PAD égale toujours a 0.
5. SDI : identification de la source ou de la distinction.
6. LABEL : identification du type des données sans le mot (distance, altitude, etc.....)

Note :

La lecture se fait de la droite vers la gauche.

32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
P	SSM		DATA FIELD														PAD		SDI	LABEL											

Figure I-17 : Le mot ARINC 429

Introduction :

Le système de communication VHF permet à l'équipage d'envoyer des messages vocaux et des données. Il est utilisable pour les communications entre avions, entre avions et stations au sol (tour de control) et base de maintenance.

Ce système travaille dans la bande de fréquence 118.000 MHz-136.975 MHz, il sert à faire la transmission et la réception.

Les espacements de fréquences entre les canaux sont de 8.33 KHz dans les gammes suivantes

- 118.000 à 121.400 MHz.
- 121.600 à 123.050 MHz.
- 123.150 à 136.475 MHz.

Sinon les espacements sont de 25 KHz.

Ce système est composé de trois ensembles VHF : la VHF1 et la VHF2 sont utilisées pour la communication seulement, mais la VHF3 est utilisée pour la communication et l'ACARS.

II.1. Les composantes du système de communication VHF :

- Boite de commande VHF.
- Emetteur / Récepteur VHF.
- Antenne VHF.

II.1.1. Boite de commande VHF :

Permet de sélectionner la fréquence de transmission, cette fréquence est affichée dans une fenêtre. Elle est alimentée par 28 Vdc.

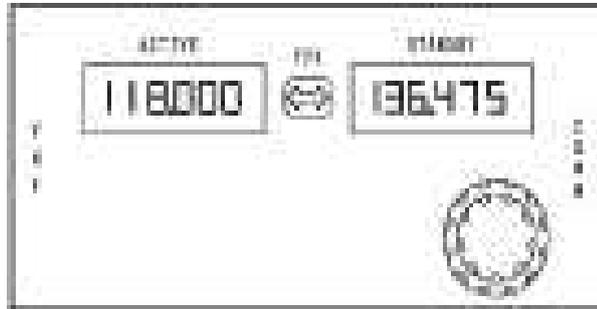


Figure II-1 : Boite de commande VHF

II.1.2. Antenne VHF :

L'antenne reçoit et émet des signaux RF

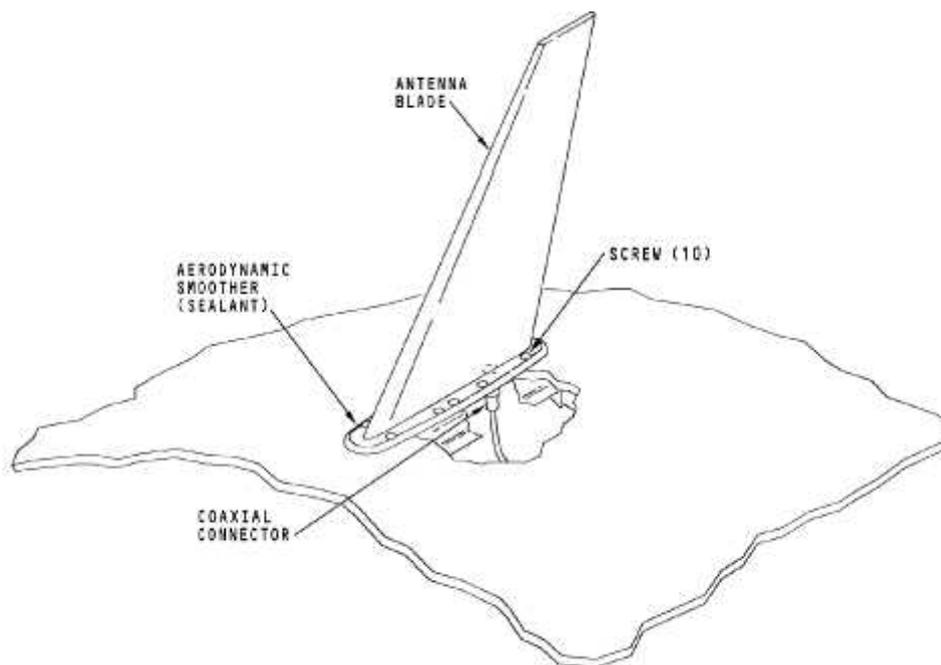


Figure II-2 : Antenne VHF

II.1.3. Emetteur / Récepteur VHF :

La VHF envoie un signal audio ou data à travers un circuit de modulation RF (c'est la porteuse).

En réception, un circuit démodulateur qui sépare la porteuse RF du signal audio pur. Ce dernier est utilisé par l'équipage et d'autres systèmes avions.

En émission, un circuit modulateur associé le signal audio avec le signal qui va le moduler et l'envoyer vers les destinataires.

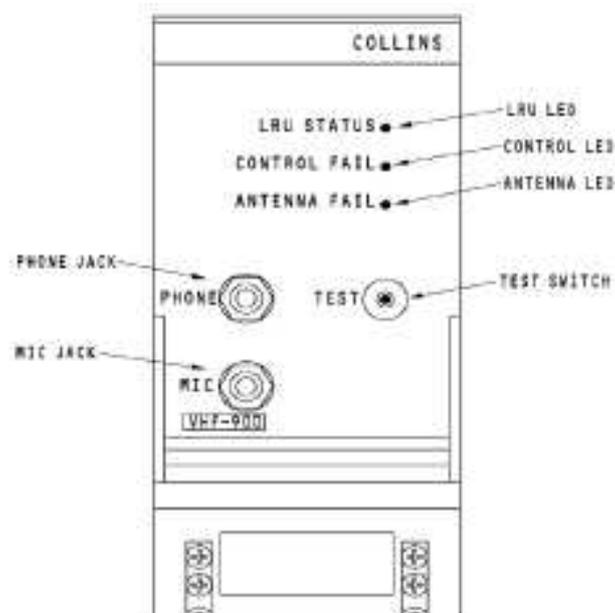


Figure II-3 : Emetteur / Récepteur VHF

II.2. les interfaces extérieures :

La VHF est reliée aux systèmes et aux composants suivants :

- Boite de commande.
- REU (Remot Electronic Unit).
- PSEU (Proximity Switch Electronic Unit)
- FDAU (Flight Data Acquisition Unit).

II.3. Principe de fonctionnement du système VHF : (Fig :II-4)

La boite de commande envoie un signal de fréquence sélectionnée à l'Émetteur / Récepteur. La boite de control sert à sélectionner le mode de transmission.

Pendant l'émission les signaux du microphone et PTT sont envoyés à l'E/R par le REU. L'E/R utilise le signal du microphone pour moduler le signal de la porteuse créée par l'oscillateur. L'E/R aussi transmet le signal modulé à l'antenne pour l'envoyer vers d'autres avions ou les stations au sol. Lors de la transmission, le FDAU reçoit le signal PTT à travers l'E/R. Et l'utilise pour enregistrer l'information.

Durant la réception, l'antenne reçoit un signal RF et l'envoie vers l'E/R, ce dernier sépare la porteuse du signal audio.

Notre signal audio est envoyé par la VHF à travers le REU vers les haut-parleurs et les casques d'écoute.

Le décodeur Selcal reçoit le signal audio de l'E/R VHF, et surveille le signal audio pour les appels Selcal venant de la station au sol.

L'E/R VHF reçoit une entrée discrète du PSEU qui est utilisée par l'E/R pour l'enregistrement d'une éventuelle panne dans la mémoire et la phase dans la quelle elle s'est produite.

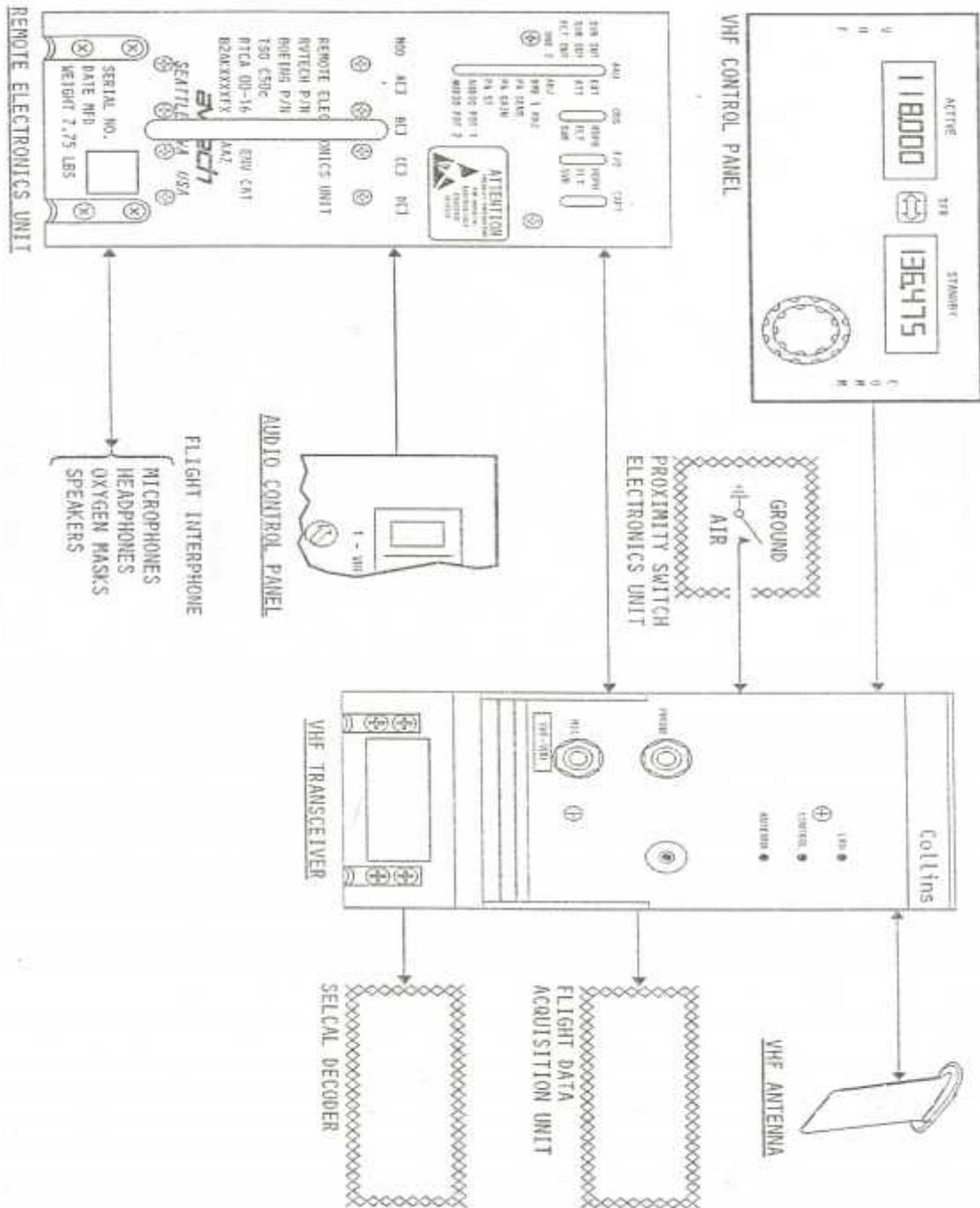


Figure II-4 : Description générale du système VHF

II.4. Opération d'émission : (Fig : II-5)

L'E/R VHF reçoit des signaux audio du REU et transmet les signaux à travers des circuits d'émission à l'antenne pour l'opération de transmission. Pendant cette opération, le microprocesseur reçoit un signal PTT du REU. Ainsi le microprocesseur envoie une logique 0 vers Transfert Switch qui va connecter la sortie du circuit d'émission à l'antenne VHF.

A travers le REU le signal audio du microphone passe par le circuit de transmission qui module la porteuse avec le signal audio (signal AM).

Le signal modulé passe par le coupleur directionnel et le sélecteur de transfert et ensuite par l'antenne qui va le transmettre.

Lorsque le signal RF traverse le coupleur directionnel, une partie prélevée passe par le circuit de surveillance de puissance. Si la puissance est supérieure à 15 Watts, une logique 1 fermera le « sidtone Switch » qui permettra le retour d'écoute.

Note :

La particularité du VHF3 c'est son fonctionnement avec l'ACARS.

Si on sélectionne le mode data sur la boîte de sélection, le microprocesseur nous donne la logique 1 à la sortie « Audio off »

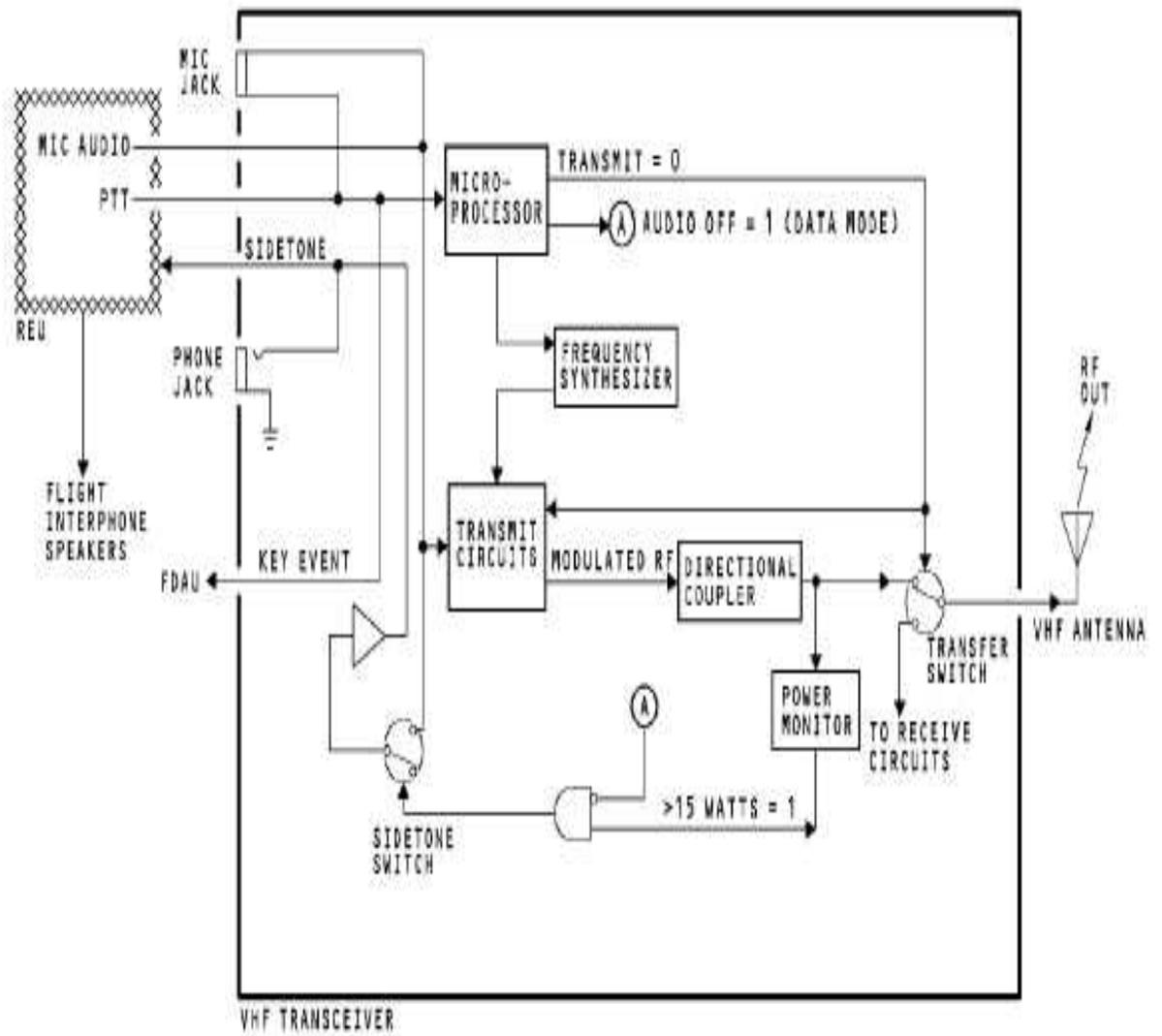


Figure II-5 : schéma électrique du VHF en émission.

II.5. Opération de réception : (Fig : II-6)

L'antenne VHF reçoit des signaux RF et les envoie à l'E/R à travers des câbles coaxiaux.

L'E/R envoie le signal RF par les circuits de réception et après il transmet les signaux audio au Flight Interphone system. L'E/R envoie aussi des données au décodeur Selcal.

Le microprocesseur émet les commandes au synthétiseur de fréquence du récepteur AM.

Le microprocesseur aussi transmet la logique 1 au sélecteur de transfert (transfert Switch) quand l'E/R est en mode de réception.

Cette commande ferme le commutateur de transfert et dirige le signal RF de l'antenne au récepteur AM.

Le récepteur AM démodule le signal reçu et détecte le signal audio.

La sortie audio de récepteur AM est envoyée vers les circuits suivants :

- Data out put circuits.
- Switch S1.
- Squelch comparator.

Le circuit de la sortie audio dirige le signal audio au system Flight interphone et les prises (Jack).

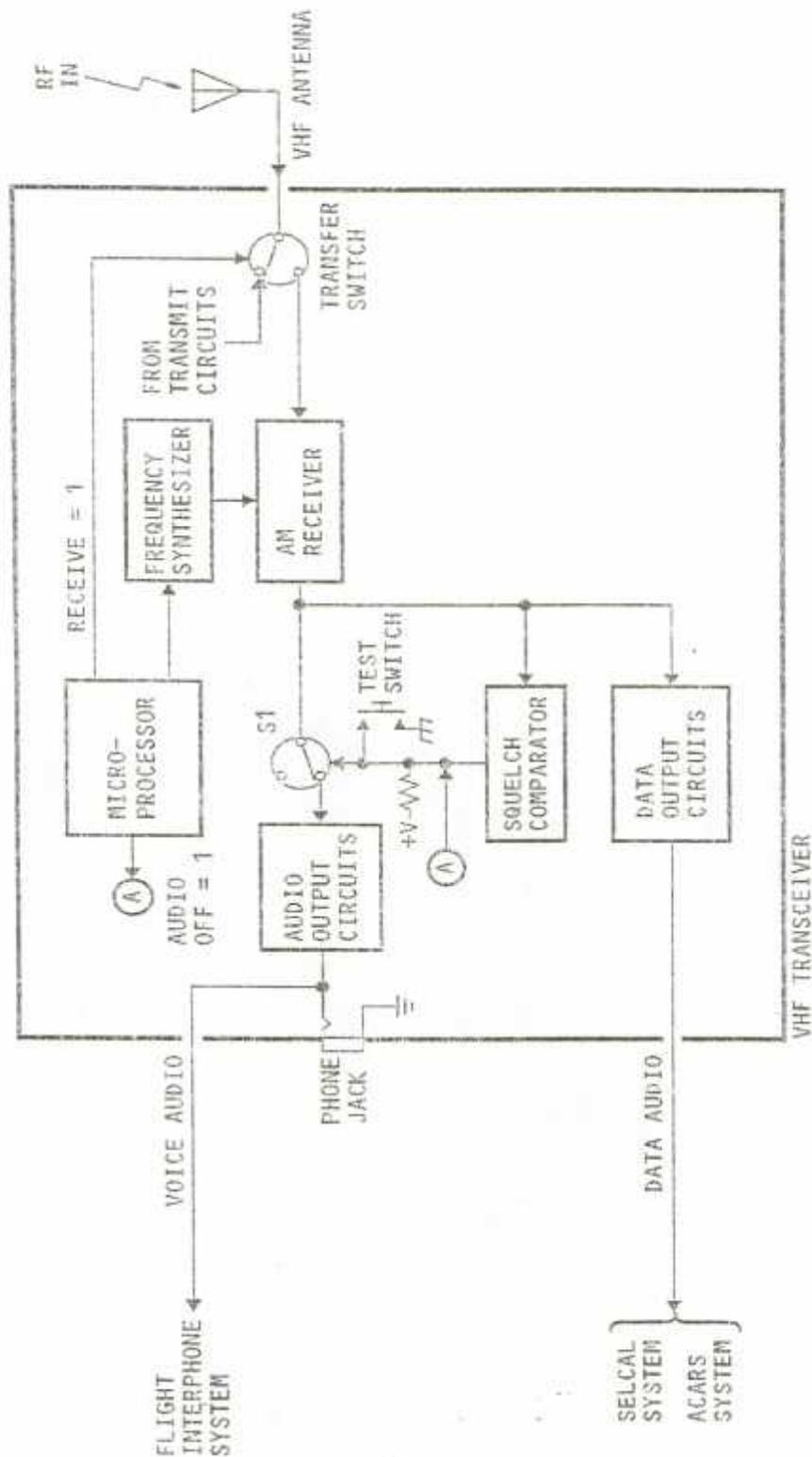


Figure II-6 : schéma électrique du VHF en réception.

II.6. Test :

Pour le démarrage d'opération du test on va appuyer sur le bouton test qui se trouve à la face avant de l'équipement.

Ce test commande le BITE (Built- in Test Equipement). Il va examiner les entrées (boite de commande ou l'ACARS), les circuits internes et le processeur et la sortie vers l'antenne.

Quand on appuie sur le bouton test, l'E/R contrôle les fonctions suivantes :

- L'alimentation.
- Les entrées de l'ACP ou l'ACARS.
- Synthétiseur de fréquence.
- Exécute une émission pendant 100 ms à la fréquence 128.475 MHz, la modulation et la puissance.

Temps après démarrage de test	Induction de test			Résultat de test
	LRU SATATUS	CONTROL FAIL	ANTENNA FAIL	
0-3 secondes	Rouge	Rouge	Rouge	-
3-6 secondes	Vert	Rouge	Rouge	-
6-9 secondes	Off	Off	Off	-
9-39 secondes	Vert	Off	Off	Pass
	Rouge	Off	Off	VHF en panne
	Vert	Rouge	Off	Boite de commande en panne
	Vert	Off	Rouge	Antenne en panne
+39 secondes	Off	Off	Off	-

Tableau II-1 : tableau de test.

Introduction :

La VHF-900B est un dispositif à semi-conducteur dont les caractéristiques sont les suivantes :

III.1.Caractéristiques :**III.1.1.Opération Emission /réception :**

Bande de fréquence	118.000 à 136.975 MHz.
Espacement des canaux	Espacement de 25 KHz pour les modes Data et Voice en émission-réception. Espacement de 8.33 KHz pour le mode Voice en émission et réception (VHF-900B).
Temps d'émission-réception	50 ms maximum
L'impédance de sortie	50 ohms
Tension d'entrée primaire	27.5 V dc±0.5 V dc
Courant d'entrée maximum	1.6 A en réception 7.6 A émission

III.1.2.Description physique :

Taille	3 MCU Largeur 94.4 mm Hauteur 200 mm Longueur 378.54 mm
Poids	4.76 Kg

III.1.3.Description électrique:

La VHF-900 à un double mode de communication (voix et donnée).L'E/R est constitué de :

- Assemblage (carte) RF.
- Processeur de signal, processeur système.
- Alimentation (input/output) d'entrée et de sortie.
- Carte des LED (Light Emitting Diode).
- Carte d'interconnexion.

Les circuits BITE indiquent l'identification de la faute. Tous les mémoires internes sont non-volatiles.

La VHF-900 a les interfaces du bus de donnée ARINC 429 suivant :

- vitesse lente (basse) à double entrée pour la communication avec la boîte de contrôle VHF ou bien la boîte de gestion de radio.
- vitesse basse à double entrée et sortie pour la communication avec un système de maintenance embarqué sur avion.
- grande vitesse à double entrée et sortie pour la communication avec le système de la gestion du cockpit.
- grande vitesse d'entrée et de sortie pour la communication avec un chargeur de donnée.

La VHF 900 nous fournit la sélection et la vérification des discrètes Input/Output avec l'ARINC 750.

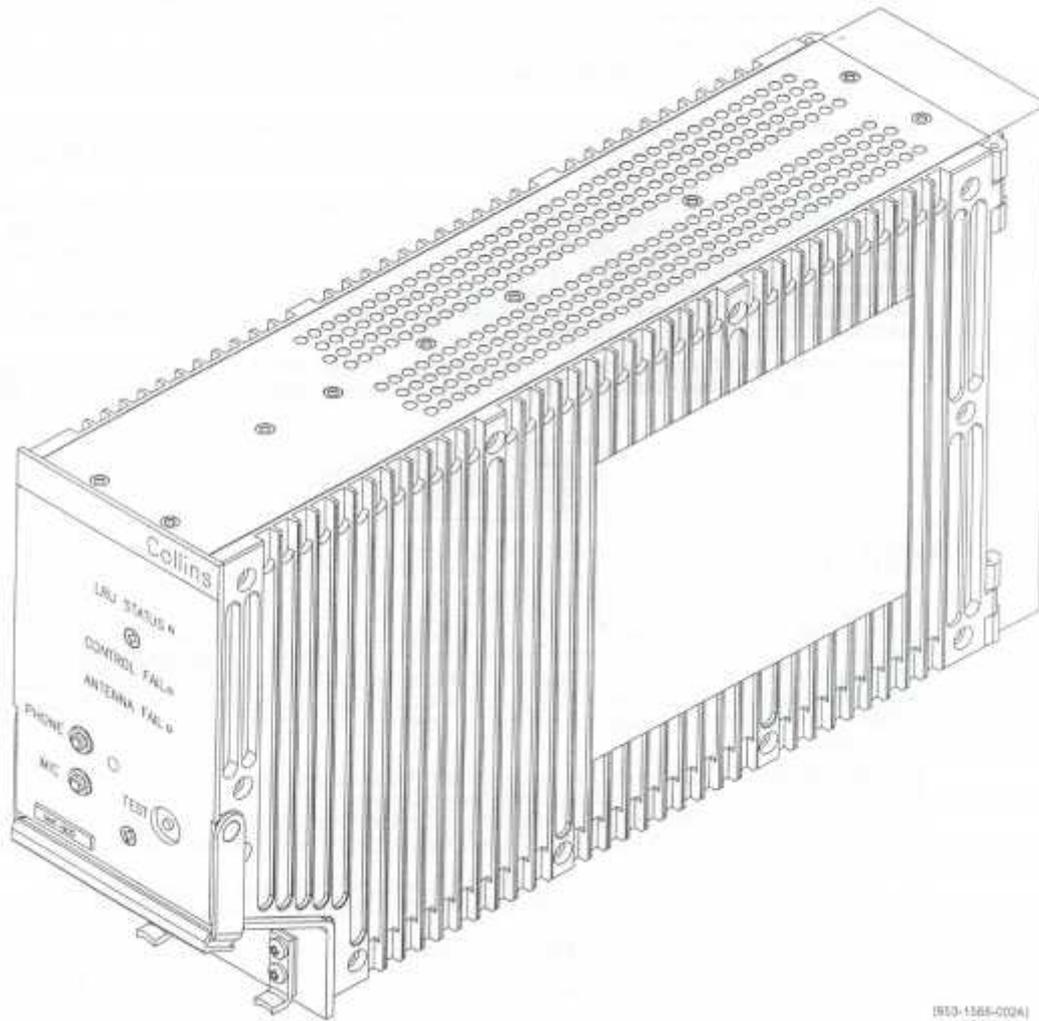


Figure III-1 : Le module VHF-900B

III.2. Les interférences électromagnétiques :

La VHF-900 est conçue pour fonctionner à bord d'avion qui utilise soit un système de commande conventionnelle, un système de commande par câble ou bien une combinaison des deux systèmes.

Le câble nous permet d'avoir une immunité contre l'HIRF (High Intensity Radiated Fields ; champ de radiation à haute Intensité), la foudre, et les émissions radio FM pour éviter les interférences d'équipement de commande et de navigation.

III.2.1.HIRF :

L'HIRF c'est un champ radié qui enregistre une énergie au dessus de 5 volt/mètre, soit il arrive une fois (pulse ou un pic) ou des fréquences répétitives dans la gamme de 10KHz à 18GHz.

Les sources comprennent le radar et les différents moteurs utilisés à bord ou d'autres équipements électriques.

Il y a trois catégories d'immunités de l'HIRF :

1/ **équipement de vol critique** : qui doit résister sans dommage et fonctionner correctement dans un environnement de 200V/m conduis ou radié et 600V/m en pulsation.

2/ **équipement de vol essentiel** : qui doit résister à un environnement de 200V/m sans dommage et fonctionner correctement dans un environnement de 20V/m.

3/ **équipement de vol secondaire** : qui doit résister sans dommage et fonctionner correctement à un environnement de 5V/m.

III.2.2. La Foudre :

La foudre crée un champ radié de haut niveau et aussi produit un courant élevé et une grande énergie thermique.

Lorsque la foudre touchera l'avion, cela produit un grand courant se propageant sur la carcasse de l'avion et les équipements extérieurs (ex : antennes) ; ce dernier entraîne des pics de tensions qui seront induites dans le câblage.

La foudre produit aussi une haute température au point d'impact.

Lorsque le vol se déroule dans des lieux où la foudre peut s'abattre, les équipements extérieurs doivent être capables de supporter la chaleur causée par la foudre et les équipements intérieurs doivent maintenir le bon fonctionnement durant la production des pics induits par la foudre.

III.3. Protection contre les interférences électromagnétiques :

La protection de la foudre et l'HIRF de la VHF-900 est assurée par l'utilisation d'une carte mère par rapport à un filtre à l'arrière qui est constitué d'un réseau de filtrage pour chaque entrée dans le connecteur arrière qui est une plaque de nickel.

III.4. Fonctionnement:(Fig : III-2)

L'E/R de VHF-900 sert à la communication aérienne dans la bande de fréquence 118.000 à 136.975 MHz avec des incréments de 25 KHz et 8.33 KHz.

Elle a été conçue aussi bien pour la transmission des voix ainsi que des données.

Les fréquences injectées pour l'émission et réception interne sont assurées par un synthétiseur digital.

Pour garder la fréquence de référence 19.6 MHz il est de préférable d'utiliser un oscillateur en cristal à température compensé (thermistance : résistance qui change selon la température).Ce TCXO réglé en usine et n'a pas besoin de réglage pendant le fonctionnement.

La VHF-900() s'accorde à la fréquence affichée par une commande de bus de données de norme ARINC 429.

Toutes les opérations de décodage et de commande (émetteur/récepteur) sont réalisées par le microprocesseur et Les tensions de travail sont assurées par une alimentation interne qui est déduites à partir du 28Vdc d'alimentation d'avion.

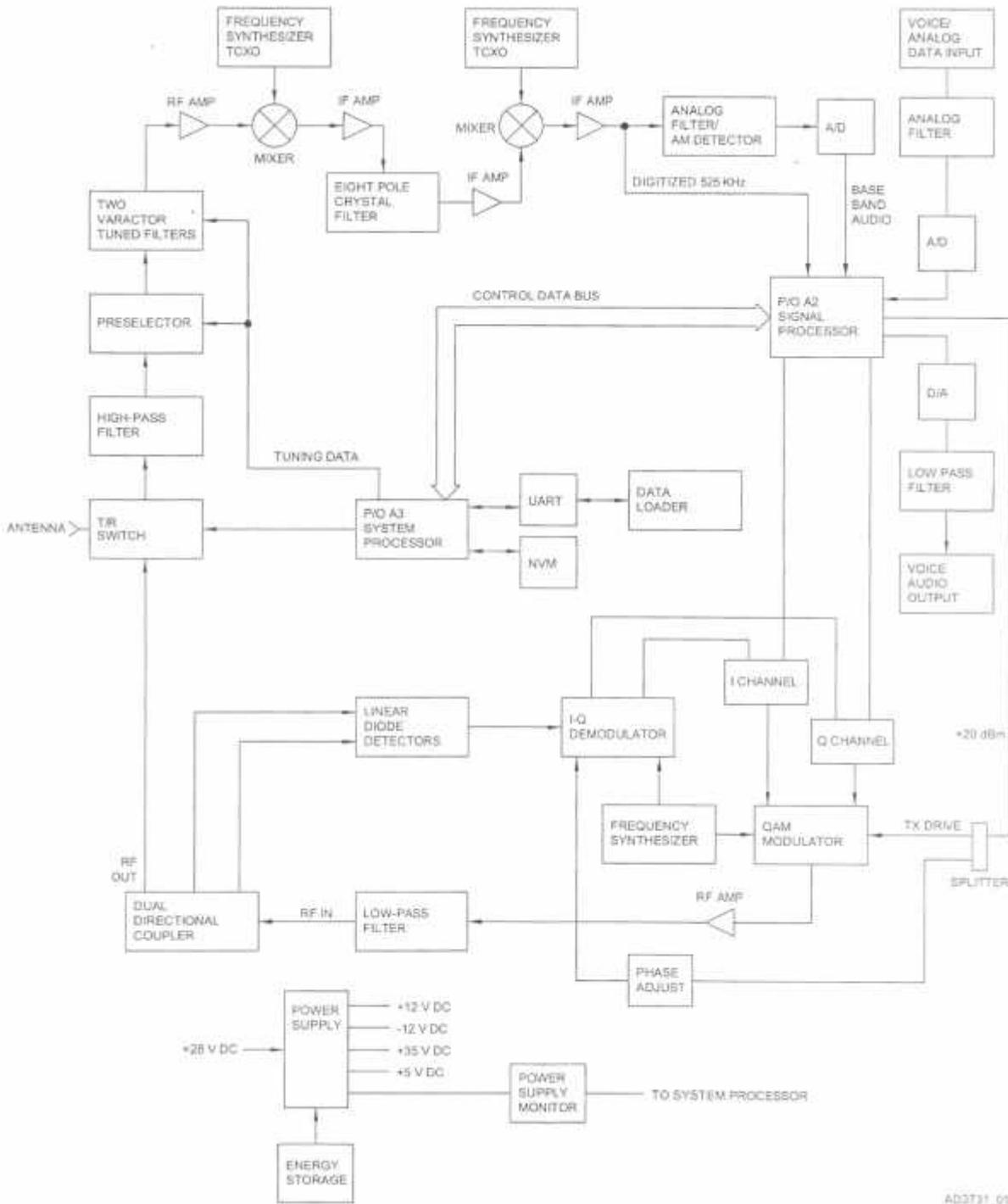


Figure III-2 : schéma synoptique de VHF-900B

III.4.1.Mode de réception :

Le signal est appliqué à travers un Switch E/R vers un filtre passe-bande dans le circuit RF qui rejette le signal dans la bande FM (immunité FM).

La radio fréquence est orientée vers un atténuateur qui réduit le niveau du signal pour prévenir contre les interférences et les signaux impurs.

Le signal est filtré par deux varicapés et dirigé vers un amplificateur RF pour atteindre 80dB.

La tension est réglée par un convertisseur D/A qui est dans le système processeur.

Un mélangeur passif mélange le signal RF avec le signal d'un synthétiseur et qui va donner une fréquence intermédiaire de 20.125 KHz. La première IF est amplifiée à +15dB et envoyer vers un filtre en cristal qui limite- la largeur de la bande à +-8KHz.

Aussi la première IF est amplifié et mélangée avec un signal qui vient d'un autre synthétiseur de fréquences 19.6 MHz pour nous donner une deuxième fréquence intermédiaire qui est amplifiée à 80dB et dirigée vers le processeur pour être démoduler et ensuite vers un détecteur d'enveloppe.

Cela nous permet de revenir à la fréquence audio qui sera la base de travail du processeur.

L'CAG (automatic- gain control) sert à maintenir constante les sorties du premier et du deuxième amplificateur IF.

L'entrée de la fréquence de base AM qui vient du circuit RF est un filtre passe-bas assuré par un filtre analogique, appliquée à un convertisseur A/D de 12 bits et échantillonné à 84KHz.

L'amplitude du signal est compressée de telle façon de ne pas avoir plus de 6dB en sortie.

Le signal est filtré numériquement pour une réponse de niveau 3dB entre 300 et 2500 Hz (fréquence de travail).

A la sortie audio l'amplitude est atténuée au moins à 40dB à 3500Hz et 10dB à 150Hz.

Le signal se coupe au dessous d'un niveau de 80dB sous la commande d'une logique venant du circuit du squelch (suppression de bruit de fond).

Le signal doit varier au dessus de 20dB à l'entrée du signal processeur.

La fonction logique du squelch qui gère les entrées de l'CAG et les bruits de fonds est utilisée pour arrêter la fonction mute si le signal est au dessous d'un certain niveau.

III.4.2.Mode d'émission :

L'entrée du signal vient du microphone est un filtre passe-bas assurée par un filtre analogique, appliquée à un convertisseur A/D de 12 bits et échantillonnée à 84KHz.

L'amplitude du signal est compressée de telle façon de ne pas avoir plus de 20dB en sortie.

Le signal est filtré numériquement pour une réponse de niveau 3dB entre 300 et 2500Hz (fréquence de travail).

A la sortie audio l'amplitude est atténuée au moins à 40dB à 3500Hz et 10dB à 150 Hz.

Un signal d'auto écoute est prélevé, amplifié à 10mW et envoyé vers le connecteur arrière.

Le signal d'entrée est envoyé vers la sortie après traitement, ce traitement consiste en:

- Phase ajust.
- I/Q demodulator.
- I channel, Q channel.
- QAM modulator.
- Frequency synthesizer.

Tous ces circuits servent à optimiser l'émission du signal audio sur toute la bande de fréquence VHF.

La sortie du QAM est amplifiée à +51dBm.

Un coupleur double directionnel sert à échantillonner le signal et l'envoi à un détecteur linéaire à diode puis à un démodulateur I et Q.

Le Switch E/R dirige le signal vers l'antenne.

Le niveau de sortie et la fréquence d'émission sont constamment contrôlés et corrigés éventuellement.

III.5.Synthétiseur de fréquence :

Un synthétiseur à double boucle digitale est utilisé. La première boucle travaille à 50Hz, la sortie est divisée par 128 pour produire une référence variable dans la bande 3.6 à 5 MHz.

La boucle de sortie de VCO travaille directement à la fréquence VHF désirée entre 118 et 158 MHz. La sortie de VCO est divisée par un diviseur digital par 32 à la fréquence de référence variable entre 3.6 à 5 MHz ; cette dernière fréquence est envoyée à un détecteur de phase qui va la comparer avec la fréquence de référence variable.

Deux VCO (voltage control oscillator) ; un pour travailler a la bande de sortie 118 à 158 Mhz et l'autre travaille à la bande de référence de 472 à 632 Mhz .un réglage de la tension approximativement de 5 à 10 v est utilisé à couvrir le réglage de la fréquence dans chaque VCO.

Un émetteur RF commun amplifié la boucle de sortie de VCO à niveau de 20 dbm qui est dirigé soit vers l'émetteur soit vers le récepteur RF.

Un synthétiseur de BITE est utilisé pendant le self-test et le mode d'alignement pour diriger le signal émit avec le récepteur. Un synthétiseur de BITE est une boucle indirecte unique qui est une boucle de phase verrouillée (PLL) qui nous donne des injections à pas à une fréquence de 25 KHz. Une double combinaison du module prescaler et un diviseur programmable nous donne le fonctionnement PLL (phase locked loop). Le système de BITE est éteindre quand n'est pas utilise pour éliminer les signaux de sortie indésirables a travers la sortie du système principale.

Lorsque nous sommes en mode test ou alignement une commande de processeur système correct le système du self-test pour un mélangeur de réception pour que le système principal reste connecté à l'émetteur.

III.6. Alimentation :

L'alimentation fournie à la VHF-900B quatre tensions : +12Vdc, -12Vdc, +35Vdc, +5Vdc.

L'alimentation est coupée par un circuit de surveillance en cas où la tension d'entrée est hors tolérance (sur tension/sous tension).

La surveillance d'alimentation donne une sortie en sur ou sous tension au système processeur. Un circuit de stockage d'énergie permet le fonctionnement en cas d'interruption (coupure) d'alimentation de 200ms maximum.

L'alimentation de 28Vdc est filtrée de façon à assurer une protection contre les pics de tension supérieure à +80Vdc positive et des pics négatifs supérieurs -0.7Vdc.

III.7. Théorie de fonctionnement :**III.7.1. Circuit RF: (Fig : III-3, III-4)**

L'ensemble RF sert aussi bien pour les fonctions d'émission que de réception RF, les deux fonctions ont un Switch E\R en commun et une prise de filtrage.

Le récepteur démodule les signaux AM dans la gamme 118-138MHz. Une sortie de 50 Ohms contrôlé par l'CAAG a partir de la dernière FI a 525KHz vers la carte du signal processeur pour la démodulation des données.

La fonction du filtre passe-haut (VHF-900B :FL3) est pour couper (extinction) tous les signaux au dessous de 118MHz; ceci permet toutes les récepteurs d'être en accord avec les spécifications de l'immunité FM qui demande une fonction dans la présence des deux signaux de 5 dBm a l'entrée d'antenne dans la gamme 88 a 108 MHz. Le filtre passe-haut a une entrée et une sortie d'impédance de 50 Ohms.

L'atténuation simulcom (communication simultanée) est constituée de trois diodes. L'atténuateur est un RF variable qui permet de régler l'atténuation dans les environs de 30 dB ; ceci diminue le niveau du signal dans les blocs suivant du récepteur lorsque les forts signaux sont présents. L'atténuation simulcom est une partie d'une boucle fermée de circuit de l'AGC qui commence à diminuer le gain quand une entrée du signal RF dépasse le -10 dBm.

En réduisant le gain RF, nous allons minimiser les effets des signaux forts indésirables sortis du mélangeur impur et des interfaces.

Le premier présélecteur à deux pôles, constitués de diodes qui sont des varacteurs qui forment les circuits de réglage avec les bobines. Ces circuits ne font que les deux pôles qui ont une perte minimale de filtrage pour le premier élément de sélectivité du signal RF.

Ce filtre est réglable dans la bande 118-138 MHz par deux présélecteurs de tension de réglage du système processeur A3.

Ce filtre fournit une atténuation plus que 40dB pour l'image de la fréquence (échantillon) et la perte totale au environ de 3.5dB.

Un amplificateur RF est le transistor Q51 ; son gain est de 12dB dans la gamme 118-138MHz avec une boucle de retour négative de collecteur vers la base et de résistance d'émetteur.

Un circuit de polarisation actif maintien de sortie constante quelque soit la température et les variations des éléments.

Le deuxième présélecteur à deux pôles fonctionne comme le premier.

Deux amplificateurs simulcom isolent les étages suivants et un échantillon du signal RF de sortie du second présélecteur ; un signal fourni au détecteur simulcom constitue des transistors qui sont utilisées pour la compensation de température avec le détecteur simulcom.

La sortie de détecteur est appliquée à l'amplificateur CAG simulcom U77.

Le niveau de détecteur est comparé à la référence du système processeur.

La sortie d'U77 fonctionne l'atténuateur simulcom pour garder le niveau détecté égal au signal d'entrée de référence.

Le U77 C et U77 D sont utilisés avec le FET Q10 (transistor à effet de champ) pour permettre une fonction d'attaque rapide pour l'CAG.

Dans le cas où l'entrée de détecteur simulcom est supérieure à la limite de l'CAG normal, la fonction du comparateur d'U77 D active Q10 par des pulsations de 2ms.

Quand le Q10 est actif, la constante du temps de l'CAG est en mode rapide qui permet le simulcom AGC qui ramène rapidement le signal dans les limites de l'CAG.

Le U77 B et Q53 permettent les mêmes fonctions si le signal est faible.

La fonction du comparateur U77 B agit si le niveau de signal est au dessous de la gamme de l'CAG normal et fournit des pulsations de 5ms pour le Q53. Le Q53 décharge le C2 rapidement pour remettre le simulcom CAG au gain maximum.

Le premier mixeur et l'amplificateur FI utilisent l'oscillateur local au niveau 17dBm à une fréquence 20.125MHz au dessus de la fréquence de réception désirée.

La sortie du mélangeur amplificateur intermédiaire est alimentée par le détecteur AM et séparée pour donner une sortie de 50 Ohms à -35dBm à l'ensemble de signal processeur (calculateur de signal).

Un circuit intégré et des diodes détectent le signal AM de l'amplificateur FI. L'amplificateur audio U260 amplifie le signal de la base de la bande audio à un niveau utilisable par des circuits de l'ensemble du signal processeur.

Le niveau de détecteur est comparé à une tension de référence (DC) par des résistances. La sortie de l'amplificateur CAG régule le gain de l'amplificateur IF pour maintenir le niveau détecté égale à l'entrée de référence

Un circuit de suppression de bruit, U26B est un filtre passe-bande actif et un détecteur centré à 6KHz. Le signal est détecté et filtré.

Le niveau du courant direct (DC) de ce circuit est contrôlé par un signal processeur pour indiquer la présence ou l'absence de la porteuse d'une fréquence FI finale.

La position de l'émetteur génère un signal AM dans la gamme de fréquence 118-138MHz. La sortie de la porteuse est de 25Watt avec une capacité de modulation 90% au minimum dans le mode AM.

La démodulation I-Q pour l'amplitude et le réglage de phase est assurée (fournie) par le démodulateur I-Q, ce dernier reçoit un échantillon RF d'entrée de la porteuse à travers un tampon (circuit isolant) de 15dB et -30dB du coupleur de direction.

L'entrée RF du démodulateur I-Q vient de l'entrée du signal RF qui vient de l'entrée du synthétiseur de fréquence. La tension de commande de phase pour l'opération de décalage de phase RF qui reçoit l'entrée qui vient de système processeur pour la compensation à chaque 1MHz qui passe par la bande 118-137 MHz.

Un déphaseur à pas de 0 à 180° dans toute la phase est assuré par le signal qui vient d'U102 qui commande U5 à l'entrée du modulateur I-Q.

La combinaison de déphaseur variable est un déphaseur discret analogique fixe de 0 a 180 degré (2 états) procure un ajustement correcte en phase de l'entrée d'oscillateur local au démodulateur pour n'importe quelle fréquence utiliser dans la bande 118-137 MHz.

La sortie du démodulateur est comparée au niveau de l'amplificateur d'erreur avec le signal de démodulation I-Q prévenant du processeur de synthétiseur par des circuits tampon.

Tout écart entre signal de modulation désiré et les signaux détectés est amplifiés et appliqués au modulateur I-Q pour la correction.

Le circuit opère une pré-distorsion dans le signal de modulation pour compenser instantanément en amplitude et en phase le caractère non linéaire des amplificateurs de puissance RF.

Pour permettre l'ajustement de la phase dans le modulateur une diode détectrice permet de mesurer le signal a la sortie de l'amplificateur d'erreur pendant le processus d'alignement.

On applique un niveau 0 a l'entrée du canal Q et un signal carré a l'entrée du canal I. toutes erreurs en phase au niveau de l'oscillateur local donnent un signal AC au niveau de l'amplificateur d'erreur canal Q.

Le déphaseur est réglé pour annuler cet erreur, ce processus est répète a des intervalles de 1 MHz dans la bande 118-137 MHz. Les valeurs de ces ajustements sont stockées dans la mémoire du processeur.

Q1 et Q2 amplifient le signal RF de 20 dB. La polarisation de base est assurée par U2A, U2B, Q16.

Ce signal émane de la carte processeur système. L'amplificateur final Q3 et Q4 élève le signal a un taux de +10 dB. Un pic de puissance de sortie peut dépasser les 120 W.

La polarisation de l'amplificateur final est assurée par U2D, U3D et Q6 de la carte processeur .Nous avons un filtre passe bas qui atténue les signaux au delà de 130 MHz.

W2 est un coupleur directionnel de -30 dB va échantillon le signal de sortie pour le circuit de détection de phase.

T15 est un double coupleur directionnel a -20 dB, il fournit un échantillon au détecteur de puissance directe et réfléchi.

U4 et CR9 peut être utilisée dans le circuit de protection. U4C est un circuit tampon pour le circuit moniteur ou CR4 et U4 détectent et amplifient la puissance directe pour le compte des circuits de protection en amplitude et U4D est un circuit tampon.

III.7.2. Processeur de signal : (Fig : III-5, III-6)

Figure 20 est un schéma bloc du traitement du signal, cet ensemble fournit le traitement de la voix et de l'information (data), les signaux de radio fréquence (RF) nécessaires aux premiers mélangeurs des récepteurs et des transmetteurs.

Nous avons deux synthétiseurs de fréquence utilisés ; l'un est pour la génération de la fréquence pour l'émission couvrant la bande de 118-137MHz avec un pas d'espacement de 8.33KHz ,et l'autre pour l'opération de réception avec un mélangeur canal latéral supérieur avec un offset de 20.125MHz (sa fréquence est chaque fois $> 20.125\text{MHz}$ au dessus de la fréquence du canal utilise générant a la

Sortie du premier mélangeur cette fréquence, ex : les 20.125MHz citées précédemment en offset) avec bien sur toujours un espacement canal de 8.33KHz.

Les deux synthétiseurs sont de types MFD (Modulated Fractionnal Detector) qui permet une très haute fréquence de référence pour éliminer le bruit de phase pour la multiplication des fréquences, aussi donne des pas de fréquence extrêmement petit sans réponses impures discrètes.

Le MFD reçoit des données du micro-processeur et de VCO et après une synthèse

Il va nous donner un mélange qui passe par le détecteur de phase.

Le détecteur de phase fait la différence entre le signale de VCO avec la fréquence de 1.96 MHz. Il transfère cette différence de fréquence en tension. Cette tension est amplifiée, filtrée et elle sert de commande.

Pour la validation du signal, le VCO est commandé par un Switch de +12v. A la sortie de VCO on a une fréquence proportionnelle à la tension de commande.

La fréquence de sortie va envoyer vers deux buffers, un va envoyer une partie vers la sortie après amplification.

L'autre passera par un diviseur de fréquence dont l'équation est déterminée par MFD +32, la division se fait par un chiffre N+32.

La commande de chiffre N se fait par 5 files pour changer la fréquence, le MFD change le nombre N.

Quand l'alimentation est activée une commande de Monitor de 5V va remettre le MFD à son état initial (position de départ).

III.7.3.Système Processeur : (Fig : III-7, III-8, III-9)

L'ensemble du système processeur contenue deux microprocesseurs séparé, un pour le système et l'autre pour la maintenance.

Le système processeur transmet et reçoit des données ARINC 429 de différents composants.

- ✓ UART est utilisé pour un bus de données à haute vitesse pour le chargement loader et l'alignement.
- ✓ UART est utilisé pour un bus de fréquence à lente vitesse pour le contrôle de l'entrée.
- ✓ UART est utilisé pour l'interface CMU à haute vitesse.

U197, U198 et U199 sont des buffers/drivers à 8 entrées utilisées pour lire les entrées discrètes, elles sont envoyées vers le processeur 80C 188EC, U196 et U201 fournissent les sorties verrouillées discrètes.

U206 et U207 sont des convertisseurs A/D à 8 entrées pour la lecture des tensions.

Le système processeur commande trois quadruples convertisseurs D/A pour la commande des circuits analogiques divers :

1- Le U165 est une combinaison d'un convertisseur D/A et un ampli-op de décalage de niveau qui nous fournies 0 à 28 V DC pour la commande de réglage du récepteur.

2- U168, U169 sont une combinaison d'un convertisseur D/A et un ampli-op de décalage de niveau qui nous fournies 0 à 28 V DC pour la commande

de la polarisation des circuits de transmission, ajustement du modulateur des phases et l'AGC de récepteur simulcom.

3- U166, U167 est une combinaison du convertisseur D/A et amplificateur opérationnel de décalage de niveau qui donne 0 à 28 V pour la commande de la coupure en cas de sous tension de l'émetteur.

Le système processeur communique à travers un bus asynchrone avec le processeur de maintenance pour le transfert des données d'erreurs.

L'U202 est un contrôleur de communication série qui assure les fonctions d'interfaces de liaisons générales et d'interface pour le processeur de signal.

U194 est une PROM (programmable Reading only Memory) qui fournit les adresses de décodage sauvegarde les bits.

U22, U23 et U25 sont des encodeurs/décodeurs. U125 fournit les 5Vdc précis pour la référence D/A.

U1, U2, U4 sont des flashes PROM qui peuvent être programmé directement en les branchant sur les ports d'adresse et des données.

La capacité de mémoire totale est de 512 K. les programmes pour le système, la maintenance et le signale processeur est gardé dans ce flash PROM.

U120 est une RAM de 128 K.U143 est une EEPROM qui est utilisé pour emmagasiner des programmes variables.

Le processeur de maintenance U129 transmet et reçoit des données ARINC 429 a partir des bus de maintenance CMC a travers l'UART U59.

Le processeur de Maintenance lit les entrées air /ground et les entrées discrètes de maintenance et communique à travers un bus asynchrone avec le système processeur pour le transfert des données d'erreurs.

U136 est une flashe PROM de 128 K qui peuvent être programmé directement par connexion au bus d'adresse et des données.

U144 est une RAM de 32 K. U208 est une EEPROM pour le stockage des fautes.

III.7.4. Alimentation : (Fig : III-10)

L'alimentation et l'ensemble entrée sortie (I/O) nous donne les fonctions d'alimentation pour toute la VHF-900B, et les interfaces audio et les signaux discret a la prise arrière.

A l'entrée il y a un filtre d'entrée composé de L 400, L505 et C 515 assure le filtrage de 28 V DC. VR 412 assure la protection des pics positifs de tension supérieure à 80 V DC et des pics négatifs supérieurs de $- 0.7$ V DC. Le Q415 protège contre les surtensions. CR 433, Q419, VR 417 fournissent un $+ 12$ V DC aux circuits d'allumage qui est indépendant de l'alimentation principale. Nous avons un circuit de stockage d'alimentation qui assure le fonctionnement pendant 200 ms si un interrupteur apparaît. Ce circuit est composé de L403, C506 à C509, C 529 et C 530.

U430 et les circuits associes surveillent la tension d'entrée pour commander l'allumage au l'extinction de l'alimentation si la tension d'entrée est hors limite.

U427, Q416 et Q417 commandent la commutation du primaire de transformateur T4. U427 compare les 5 V de sortie a une référence établie par R581 et instantanément élimine les cycles indésirable pour maintenir la tension a $+ 5$ V DC. L'entrée de $+ 5$ V de T404, C519 et C525 sont régulé a $+12$ V DC par U 429.

La tension d'entrée de $- 15$ V DC de T 404, C 518 et C526 est régulé a -12 V DC par U48. La tension d'entrée de $+ 38$ de T404, C517 et C524 est régulé à $+ 33$ V DC par U 426 et filtré par C 523 et C541.

U431 surveille toute les sorties et indique une alimentation sur ou sous tension de sortie au système microprocesseur.

L'audio et les signaux des interférences des circuits discrètes vers et de connecteur arrière, et vers et de différentes interférences digitale et analogique dans la VHF-900B.

Il y a trois (03) circuits ARINC 429 de transmission identique :

- l'ARINC 429 transmetteur pour le bus OMS et U400, Q404, Q409, Q413 et Q414. Le signale digitale est recevait du système processeur et le logique de ± 5 V est fournie pour le connecteur arrière.
- l'ARINC 429 transmetteur pour le bus CMC et Q405, Q400, Q405, Q406 et Q410. Le signale digital est recevait de système processeur et le logique de ± 5 V DC est fournie au connecteur arrière.
- l'ARINC 429 transmetteur pour le bus data loader/alignment sont U401, Q401, Q411, et Q412.le signal digital est reçu du système processeur et le logique ± 5 V est fournie au connecteur arrière.

Il y a 04 circuits d'ARINC 429 de réception :

- U411 et U410 alimente le récepteur d'ARINC 429 du bus OMS. Le signal d'entrée de ± 5 V DC est converti à une logique de 5 V.
- U418 et U417 alimente le récepteur d'ARINC 429 pour le port B du bus CMC. Le signal d'entrée de ± 5 V DC est convertie a une logique de 5V. U425 selecte soit le port A ou le port B pour la transmission de système processeur.

- U420 et U419 alimentent le récepteur d'ARINC 429 pour le port A du bus de contrôle de fréquence. Le signal d'entrée de ± 5 V DC est convertie à une logique de 5 V. U407 et U412 alimente le récepteur d'ARINC 429 pour le port B de bus de contrôle de fréquence. Le signal d'entrée de ± 5 V DC est convertie a une logique de 5 V. U421 selecte soit le port A ou le port B pour la transmission de système processeur.
- U403 et U402 alimentent le récepteur d'ARINC 429 du bus data loader/alignement. Le signal d'entrée de ± 5 V DC est convertie à une logique de 5 V pour le système processeur.
- U423 et U422 alimentent le récepteur d'ARINC 429 pour le port A du bus CMU. Le signal d'entrée de ± 5 V DC est convertie à une logique de 5 V. U408 et U413 alimentent le récepteur d'ARINC 429 pour le port B du bus CMU. Le signal d'entrée de ± 5 V DC est convertie a une logique de 5 V. U424 selecte soit le port A ou le port B pour la transmission à l'entrée du système de référence et la sortie d'amplificateur RF sont réduit par ce circuit.

Il y a 16 entrées discrètes identiques du connecteur arrière qui ont une interface avec le système processeur. Une diode assure la protection de transitoire positif supérieur de + 12 VDC et d'autre diode bloque le passage de tension négatif.

Un diviseur de tension discret est prévu de telle sorte que les tensions qui ont inferieur de 3 volts sont de logique 0(standard ARINC).

Les sorties discrètes Q408 et Q418 sont des sorties à drain ouvert pour contrôler les relis externes ; ces sorties reçoivent une logique on/off du système processeur.

Deux entrées audio sont fournies et multiplexés par U415 de la connexion vers un convertisseur A/D dans le signal processeur.

U409, Q403 et Q407 amplifie la sortie audio des convertisseurs D/A dans le signal processeur pour un niveau de 50 mW. T401 envoie une audio équilibré au commutateur arrière.

Le relis K1 fournie une sortie à basse impédance dans les conditions de mise hors fonctionnement.

U409 et T400 amplifie et envois une sortie audio équilibré pour les données audio. L'entrée d'U409 vient de la sortie du détecteur du récepteur.

L'audio et les signaux des interfaces des circuits discrètes vers et de connecteur arrière, et vers et de différentes interfaces digital et analogique dans la VHF-900B.

III.7.5. Connecteur arrière :

Le Connecteur Arrière est l'interface de la VHF-900B.

