

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur

Université de BLIDA
Institut D'aéronautique



Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'étude universitaires
Appliquées en aéronautique
D.E.U.A

Option : Avionique

(1E2)

~~THEME~~

**ETUDE ET REALISATION
DU BANC D'ESSAI DU
CONTROLEUR DIGITAL**

Présenter par : HAMAIDI SIHEM

Promoteur : M. MEKZINE

Encadré par : A. BEN-OUARED

Promotion 2002-2003

REMERCIEMENTS

*Nous sommes heureuse de présenter nos sincères remerciements et notre réelle reconnaissance à notre-promoteur monsieur **MEKZINE MOHAMED** et le chef département monsieur **BEN OUARED ABBD EL HALIM** , pour nous avoir guidée et aidée tout le long de la réalisation de ce travail , sans oublier notre service de l'atelier I-B et tous les gens D'AIR-ALGERIE qui ont contribué à la réalisation de notre projet et le développement de nos connaissances.*

Nos plus vifs remerciements vont à tous les enseignants, et étudiants de l'A.B pour leur soutien et encouragement,et surtout notre co-promoteur k.Salah , et sans oublier M.SEKKAL LAKHDAR qui ma aidee frement.

Nous tenons à remercier également les membres du jury pour l'honneur qu'il nous font de juger ce travail



Notre gratitude à tous



Dédicaces

C'est avec joie et fierté que je dédit le fruit de mon travail à :

Mes très chers parents qui m'ont aidés tout le long de mes études.

Mes grands parents.

Mes frères : Abd El Raouf, Hossème, Imad, Mohammed Chafik

Mes sœurs : Noudjoud, Fouzia, Yasmine.

Mes chères amies : Foulikka, Noura, Rabiaa, Samia, Zahia, Zinet, Karim,

Abd El Hader, Rafik.

Mes tantes : Malika, Karima.

Mes oncles : Mohammed, Abd El Hader, Abd El latif, Ali, Ahmed, Hakim.

Mon bon frère : Nourdine.

Tout la famille : Kamaidi, Bellali, Merzougue, Bouhaya, Magui.

P.P.H.M

Tipaza



SOMMAIRE

L'objectif de notre travail est d'étudier l'accessoire (digital contrôleur) et de réaliser son banc d'essais .

La réalisation de bancs d'essais contribuera certainement à réduire le nombre d'équipements sous-traités à l'étranger en rendant possible leur maintenance localement.

TABLE DES MATIERES

Introduction

Historique de l'air Algérie.

Chapitre I : ETUDE DU SYSTEMME DE COMPAS C-12 .

I-1/ Généralités.....	01
a -Schéma synoptique de compas C-12.....	01
b - Alimentation électrique du system de compas.....	02
c-Accessoires et localisation.....	02
I-2/ Fonctionnement du système de compas C-12.....	05
I-3/ Les différents équipements du système de compas C-12	07
a-Vanne de flux.....	07
b-Contrôleur digital	09
c-Gyroscopie directionnel.....	09
d- Amplifier power supply.....	12
e-Remot magnétique compensateur	13

Chapitre II : ETUDE DU CONTROLEUR DIGITAL

II-1/ description physique	15
II-2/ fonctions des contrôles et des indicateur sur le digital contrôleur	16
a-Interrupteur de latitude	16
b-Contrôleur de latitude.....	16
c- Annonceur.....	17
d-Interrupteur de Mode (Mode sélection switch)	17
e-Indicateur de cap.....	17
f-Indicateur de panne d'alimentation	17
g-Annonceur.....	17
h-Computeur de compensateur de Coriolis et la vitesse de la terre	17
II-3 /fonctionnement opérationnel	18
A /Général.....	18
B / Fonctionnement simplifier.....	18
C / Fonctionnement détaille	19
II-4/ principe de fonctionnement de la chaîne cinématique du contrôleur digital.....	22
A / Fonctionnement en mode MAG	22
B / Fonctionnement en mode DG	25
C / circuit de correction de système de cap C-12.....	27
a- Coriolis.....	29
b- Meridien de convergence	27
c- Vitesse de la terre	32

Chapitre III : ETUDE ET REALISATION DU BANC D'ESSAIS C-D

III-1/ Introduction.....	33
III-2/ Le but	33
III-3 /Conception du banc d'essai.....	38
III-4/ Procédure de test du C-D.....	38

• Mesure des résistances	
III-5/ Etapes détaillée	41
a- Calibration de la résistance 5R11	41
b- Calibration de latitude et du circuit de correction.....	41
c- Test annonceur	42
d- Test de panne d'alimentation de puissance	42
e- Test de l'alimentation des lampes.....	43
f- Test heding (CAP) d'indicateur digital	43
g- Calibration du control transfo 5B2.....	44
h- Test synchro transmetteur 5B1	45
III-6 /Recherche des pannes.....	46

Conclusion

Introduction

Le service technique de la direction du travail aérien est chargé de la maintenance des appareils légers d'AIR ALGERIE .

Le développement des méthodes et moyens de maintenance vient en grande partie de la collaboration de cette compagnie et les universités.

Cette collaboration a pour but aussi, de solutionner certains problèmes qui sont formulés sous forme de projets de fin d'études.

Notre travail dans ce cadre pour la réalisation d'un banc d'essai qui contribuera certainement à réduire le nombre d'équipements sous traité à l'étranger en rendant possible leur maintenance localement.

Notre bance d'essai appelle « DIGITAL CONTROLEUR TEST SET » , il sert à vérifier l'accessoire et de comparer les résultats avec les normes prescrites du constructeur .

L'objectif de notre travail est d'étudier l'accessoire « digital contrôleur » et de réaliser son banc d'essai .

La réalisation de banc d'essais contribuera certainement à réduire le nombre d'équipements sous-traités à l'étranger en rendant possible leur maintenance localement .

Pour se faire nous avons organiser notre travail en (03) chapitre :

- Etude du système de compas C-12.**
- Etude du digitale controleur .**
- Etude et réalisation du banc d'essais du c ontroleur digital .**

HISTORIQUE DE L'AIR ALGERIE

→ Présentation d'Air Algérie :

La compagnie AIR ALGERIE est une entreprise nationale de transport aérien à utilité public ; créée en 1947 dans le but d'exploiter un réseau dense et régulier de lignes aérien entre l'Algérie et la France ; Ce même réseau était desservi depuis la fin de la seconde guerre mondiale par la société « AIR TRANSPORT » dont les lignes s'étendaient jusqu'à l'ex-Afrique Occidentale Française ; Le 23 Avril 1953 à la suite de la fusion de ses deux organismes, la compagnie générale de transport aérien Air Algérie « C.G.T.A » entra officiellement en activité.

Dix ans plus tard et après l'indépendance de l'Algérie en 1963 (plus exactement le 18 Février 1963) , elle devint une compagnie nationale sous la tutelle du ministère de transports, par l'acquisition de ce dernier de 51% des actions de la compagnie.

L'année 1970 a vu la participation à la politique de l'état portée à 83% des actions de la compagnie, cette mesure qui permet à Air Algérie de procéder au renouvellement progressif de ça flotte.

En 1972et conformément à la politique de récupération du patrimoine détenu par des sociétés étrangères étaient rachetées par l'état, Air Algérie devint une entreprise à 100% algérienne, dont l'étendue de son réseau et l'importance de sa flotte font d'elle l'une des plus importantes compagnies aériennes du continent Africain.

En attendant son passage à l'autonomie, la société est actuellement régie par le décret N° 84-347 Novembre 1984 sous la dénomination de « entreprise nationale des services aériens » Air Algérie, cette année à vu aussi du personnel navigant technique.

→ Les activités d'Air Algérie :

Les principales activités de l'entreprise tel qu'est défini le décret N° 84-347 du 24 Novembre 1984, consiste à :

- Le transport aérien du public, du fer et du courrier.
- L'exploitation des lignes aériennes nationales et internationales.
- L'entretien et la réparation des aéronefs.
- L'assistance technique et commerciale à d'autres compagnies étrangères.
- Vente des billets de transport pour son compte et pour le compte d'autres compagnies.

La compagnie « Air Algérie » devient aujourd'hui l'une des premières compagnies à l'échelle du tiers monde et ce par l'étendue de son réseau , la fiabilité de ses moyens d'exploitation , la bonne qualité de ses services , ainsi qu'à la haute qualification de son personnel.

→ La flotte de travail aérien filial d'air Algérie:

Marque	Type	Nombre D'appareils	Utilisation
Grumman	Grumman AG.4T	09	Epotidage agricole
Beechraft	King air 100	01	Transport du personnel Evacuation sanitaire
Beechraft	King air 90	01	Transport du personnel Evacuation sanitaire
Beechraft	Queen air 80	01	Transport du personnel Evacuation sanitaire
Cessna	Grand Cessna Caravan	03	Transport du personnel Vols à la demande
Bell « helicopters »	Bell 212 long Ranger III	04	Surveillance pipeline

→ **La flotte commerciale :**

La flotte commerciale d'Air Algérie est présentée sur le tableau suivant:

Marque	Type	Nombre d'appareils	Module
Boeing	B 767-300	03	253 passagers
Airbus	A 310-200	02	216 passagers
Boeing	B 727-200	11	180 passagers
Boeing	B 737-200	15	130 passagers
Boeing	B 737-800	06	162 passagers
Fokker	F 27	08	40 passagers

→ Organisation de Air Algérie:

Pour atteindre ses objectifs précis , la compagnie s'est subdivisée en différentes directions au sommet desquels se trouve la direction générale .

→ Présentation de la direction technique:

La direction technique est chargée d'assurer la maintenance de ses appareils ainsi que ceux qui lui sont confiés par les compagnies étrangères .Elle est organisée et structurée pour faire face aux travaux d'entretien , de réparation et de révision des équipements et des accessoires aéronautiques.

→ présentation du service instrument de bord (I B) :

Ce service est conçu pour la maintenance des équipements électroniques des avions qui sont répartis dans plusieurs ateliers Radio, électricité , équipement de bord.

Chapitre -I-



Etude du système
de compas C-12

I-1/GENERALITES

Deux systèmes de compas identiques et indépendant sont installés à bord de l'avion. Ce système produit l'information de cap pour la navigation et la référence de cap pour d'autres systèmes d'avion. l'information primaire de cap est affichée sur le contrôleur digital. A de basses latitudes, le système fonctionne comme un gyroscope directionnel de référence magnétique (MAG mode). A de hautes latitude, ou le champ magnétique terrestre est distordu. le système fonctionne comme un gyroscope directionnel indépendant (D.G mode). Le système de compas est synchronisé avec le champ magnétique terrestre à l'aide du détecteur magnétique d'azimut. Cette vanne de flux détecte la direction du flux magnétique terrestre et transmet l'information à un synchro qui compare le cap du détecteur avec un cap de la boucle asservie. Si une erreur existe entre les deux caps, le signal développé par le synchro, contrôle un dispositif de correction de cap dans le D.G. Le système est fonctionnellement divisé en (4) boucles :

- 1- Cap.
- 2- Convergence du méridien.
- 3- Compensation de l'accélération (Coriolis) .
- 4- La vitesse de la terre (earth rate).

a . SHEMA SYNOPTIQUE du system de compas C-12 :

La vanne de flux détecte la direction du champ magnétique terrestre et transmet l'information aux système de composition magnétique , cette information est traiter dans l'implificateir d'alimentation de puissance qui donne l'alimentation de la vanne de flux et transmet un signal de referance pour le Gyroscopie directionnel ce dernier donne l'iformation primaire de cap est affichée sur le controleur digital (voir la Fig (I-1)) .

Champ magnétique terrestre

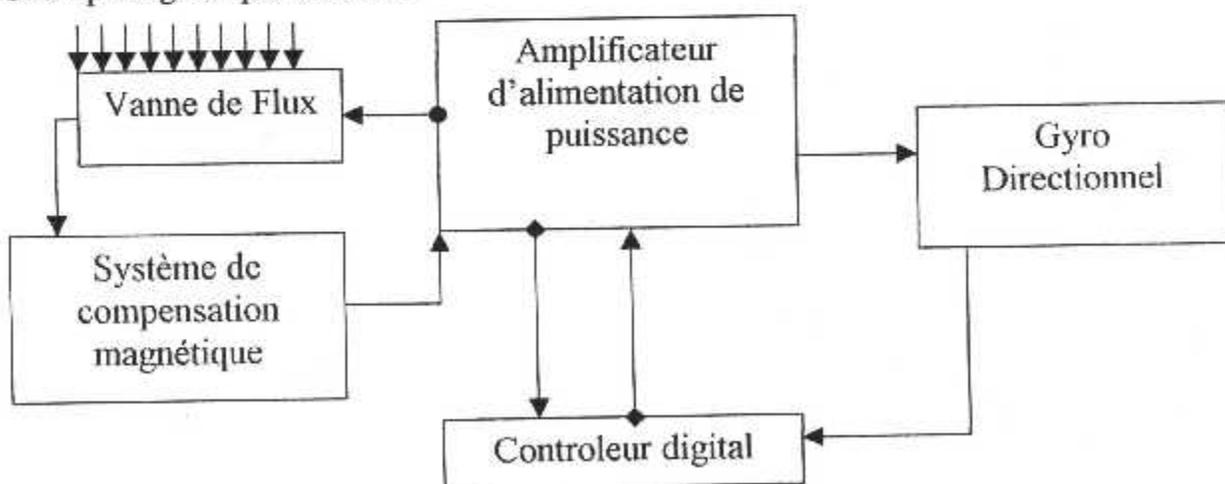
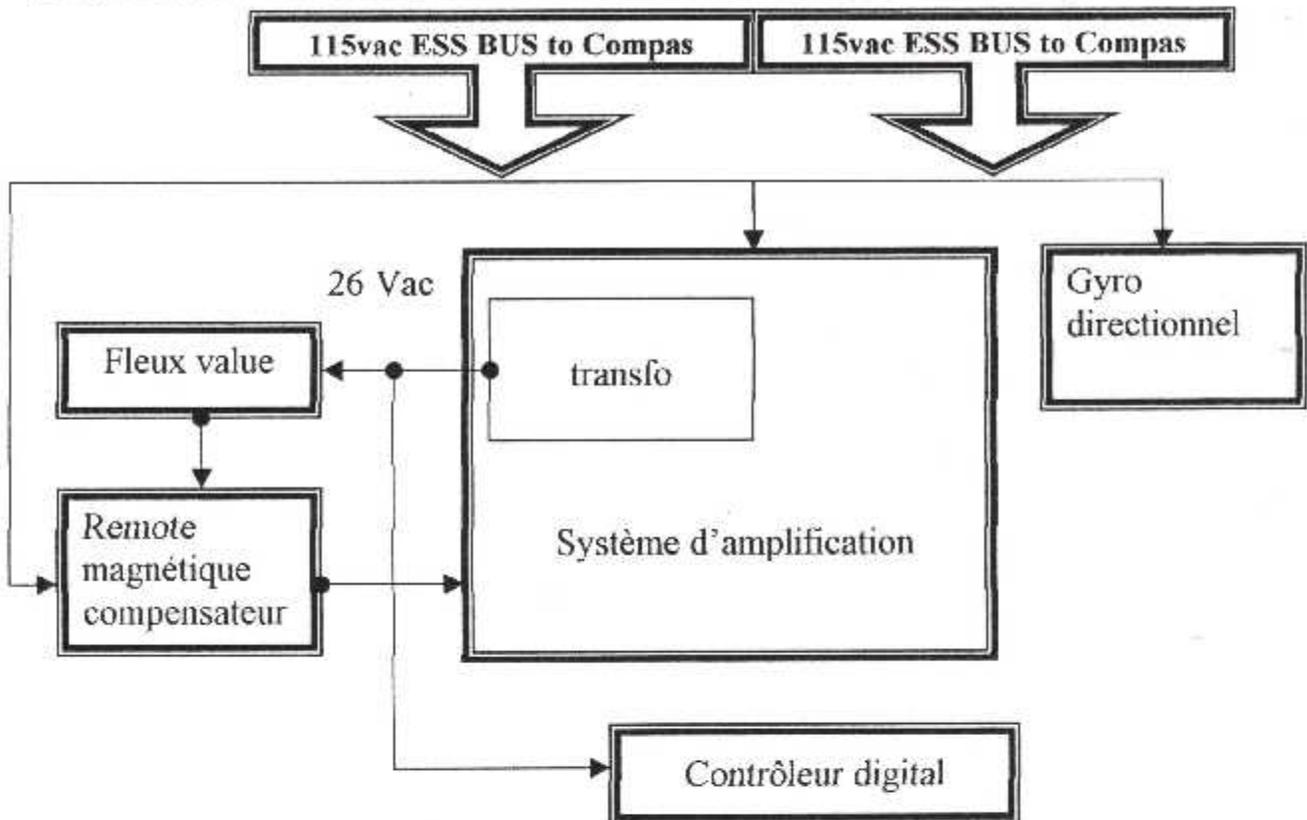


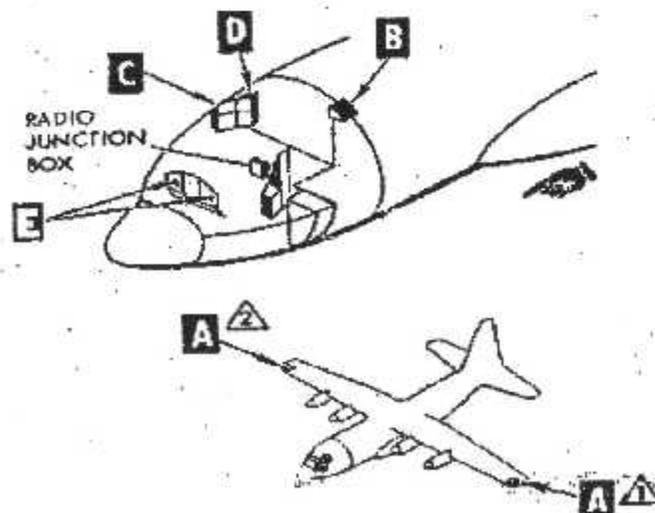
Fig (I-1) : Schéma synoptique du système de cap C-12

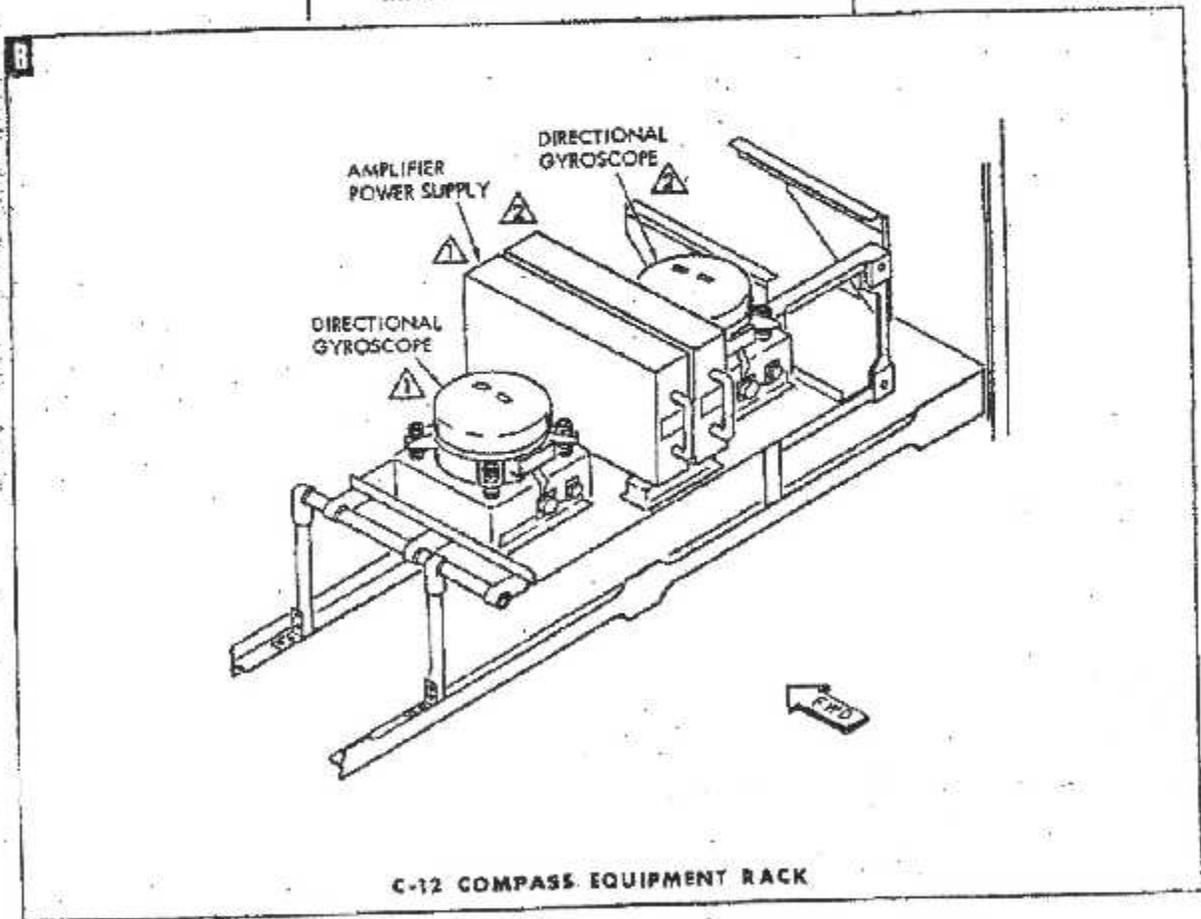
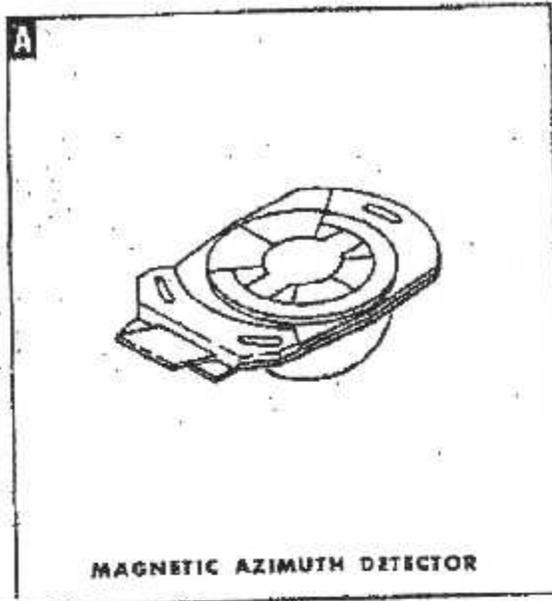
b. ALIMENTATION ELECTRIQUE DU SYSTEME DE COMPAS:

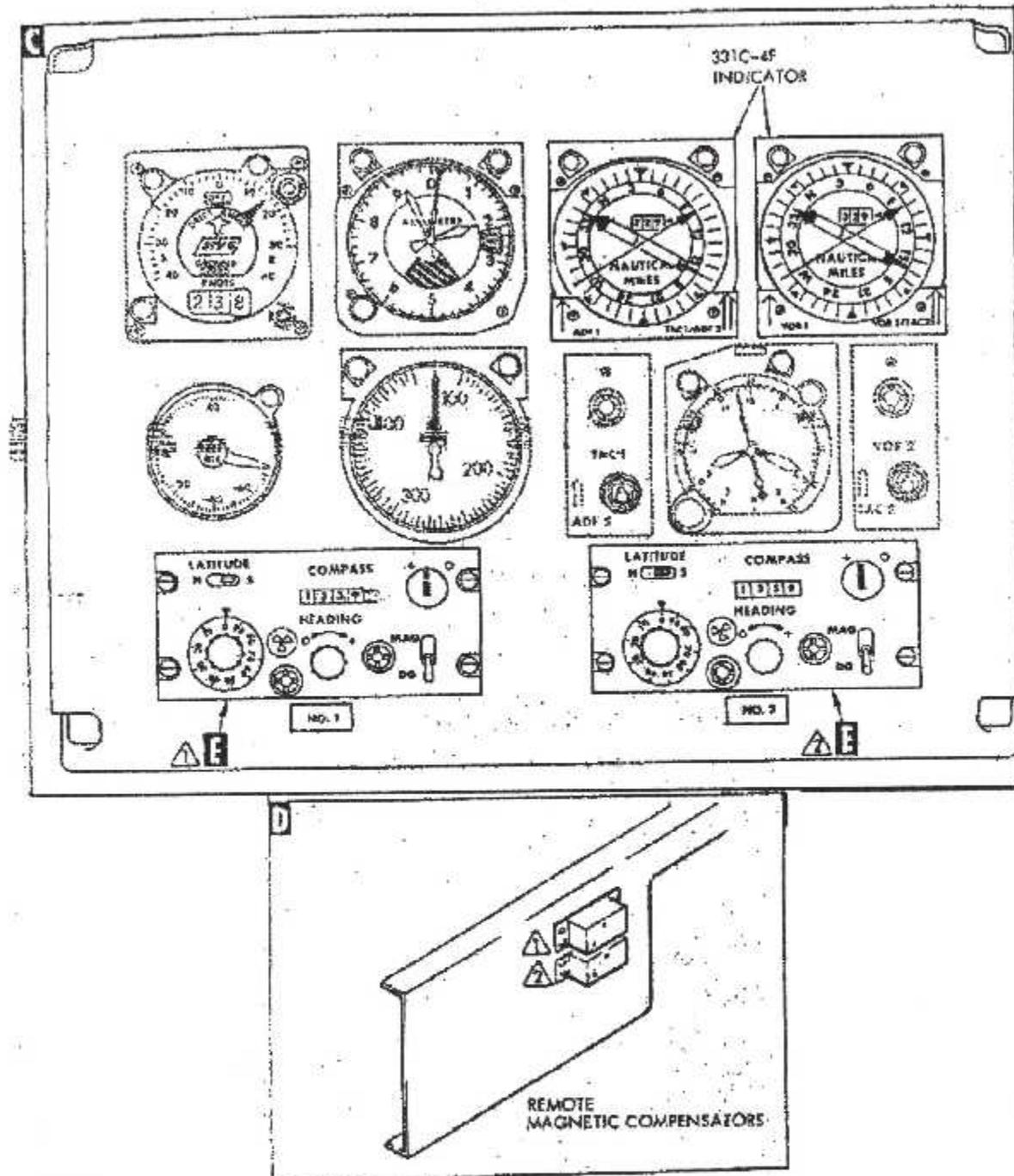


c. Accessoires et localisation :

- Les avions HERCULES se composent de deux systèmes de compas gyromagnétique.
- Les deux FLUX VALVE sont placées aux extrémités d'aile (A).
- Les deux amplificateurs et les deux gyro directionnel se situent dans le compartement soute cargo en haut vers l'avant (B).
- les differants indicateurs dans la partie(c).
- Dans le poste de pilotage se trouvent également les deux remote magnétique compensateur ainsi que les deux contrôleurs digitaux (D).
- les deus controleur digital sont dans la partie (E).







NOTE

- △ NO. 1 C-12 COMPASS SYSTEM
- △ NO. 2 C-12 COMPASS SYSTEM

Fig (I-2) : Localisation du système de compas C-12

I-2/ Fonctionnement du système compas C-12 :

On appelle en générale un compas magnétique toute installation qui permet de déterminer les lignes de forces de champ magnétique de la terre. Le cap magnétique (magnétique heading) de l'avion est l'angle formé dans un plan horizontal par l'axe longitudinal de l'avion et le champ magnétique de la terre.

La flux valve détecte la direction du champ magnétique terrestre et envoie cette information vers un synchro ou le cap réel détecté est comparé avec le cap de référence dans le servo-mécanisme .

Le signal d'erreur qu'on obtient contrôle un système correcteur de cap dans le directionnel gyro.

En mode DG le champ magnétique terrestre n'est pas employé , la référence de cap est seulement livrée par le gyroscope ,sur environ 90 % de la surface de la terre on peut travailler en mode MAG avec le magnétisme terrestre comme référence .

A proximité des pôles , au dessus des zones industrielles , au dessus des volcans ou des fortes couches minéralogiques , on travaille en mode DG.

Le système de compas C12 est un moyen de navigation autonome qui permet de déterminer l'information de cap et de l'afficher sur le Contrôleur Digital.

Le système de compas est synchronisé avec le champ magnétique terrestre à l'aide du détecteur magnétique d'azimut ; Cette vanne de flux détecte la direction du flux magnétique terrestre et transmet l'information à un synchro qui compare le cap du détecteur avec un cap de la boucle asservie .Si une erreur existe entre les deux caps , le signal développé par le synchro, contrôle un dispositif de correction de cap dans le directionnel-gyro(**Voir La Fig (I-4)**).

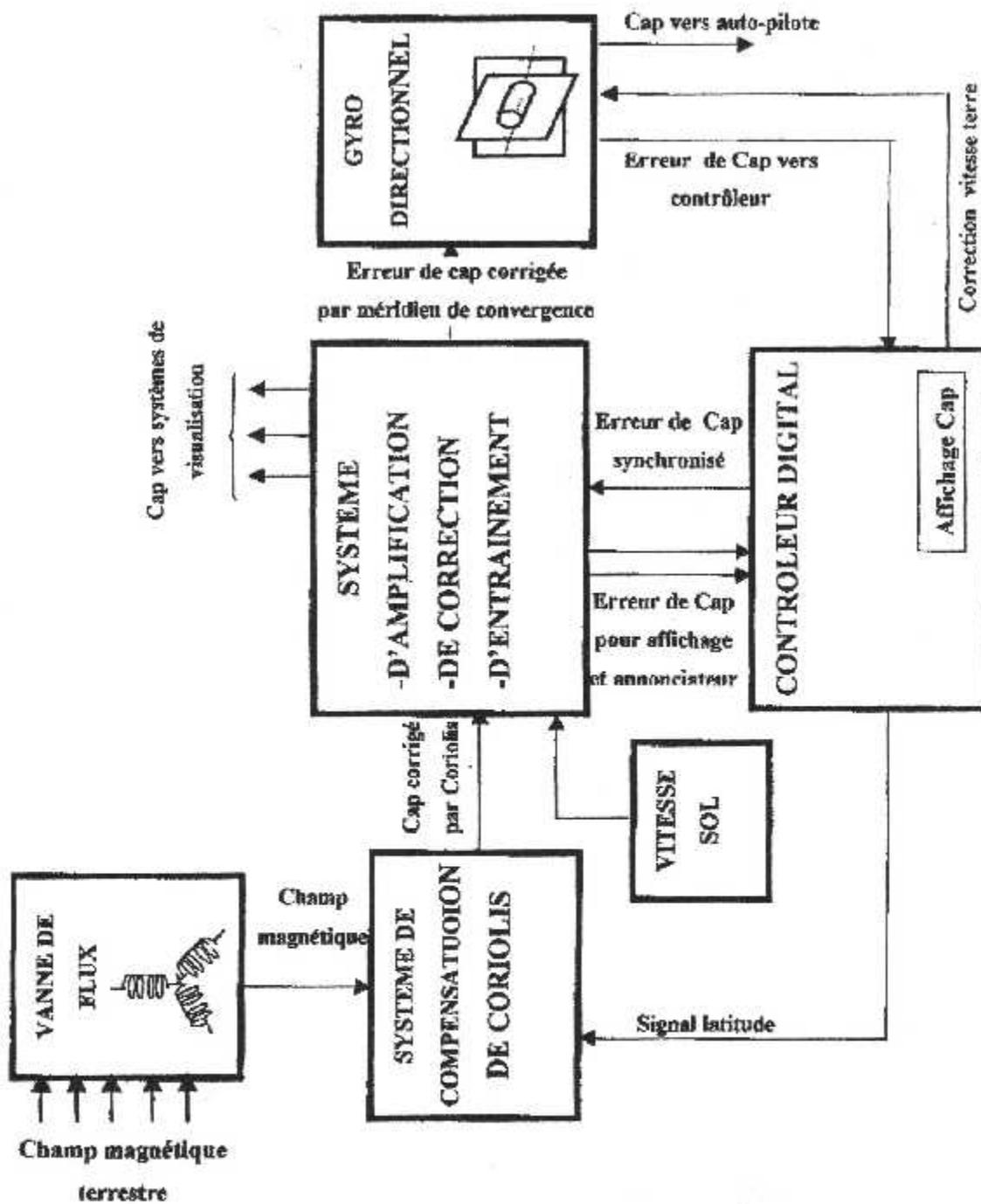


Fig (1-3) : La chaîne de cap du système C-12

I-3/ Les différents équipements du système de compas c-12 :

a-Vanne de Flux : C'est un capteur magnétique qui détecte la composante horizontale du champ magnétique de la terre et produit un signal de cap magnétique de base pour le système de compas.

Elle se compose d'un élément sensible qui contient un ensemble noyau, bobine d'excitation, et un enroulement secondaire. L'élément de détection est sensible à la composante horizontale magnétique de la terre. La tension de 400 hz est appliquée au champ d'excitation en saturant et insaturant l'ensemble du noyau.

Cette attraction et répulsion alternative du flux du champ magnétique terrestre une fois durant cette alternance, laisse la tension d'excitation induire à 90% ; par conséquent, les bobines de sortie sont à 120% (Voir La Fig (I-5)).

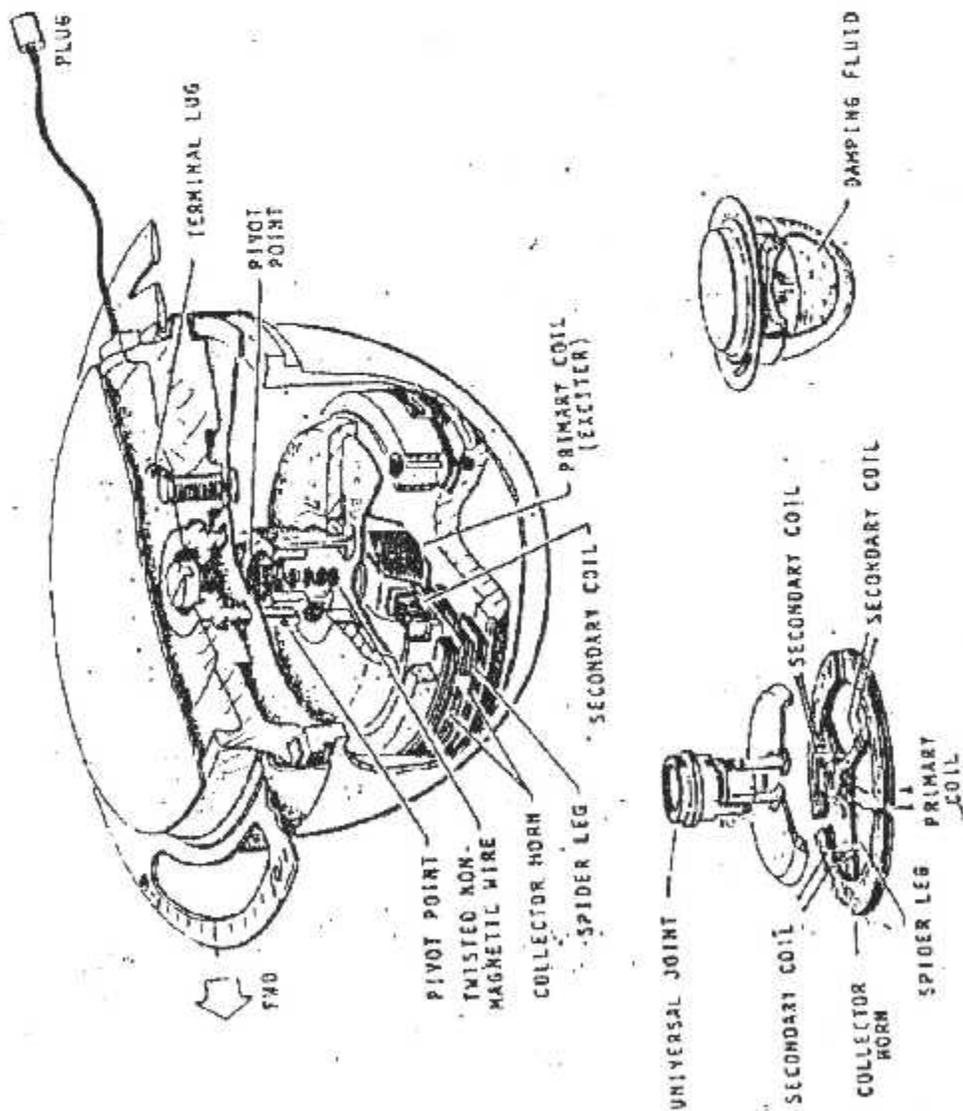


Fig (I-5) : La flux valve

b- Controleur digital :

Il fournit un affichage digital de cap de l'avion(Voir La Fig (I-6)).

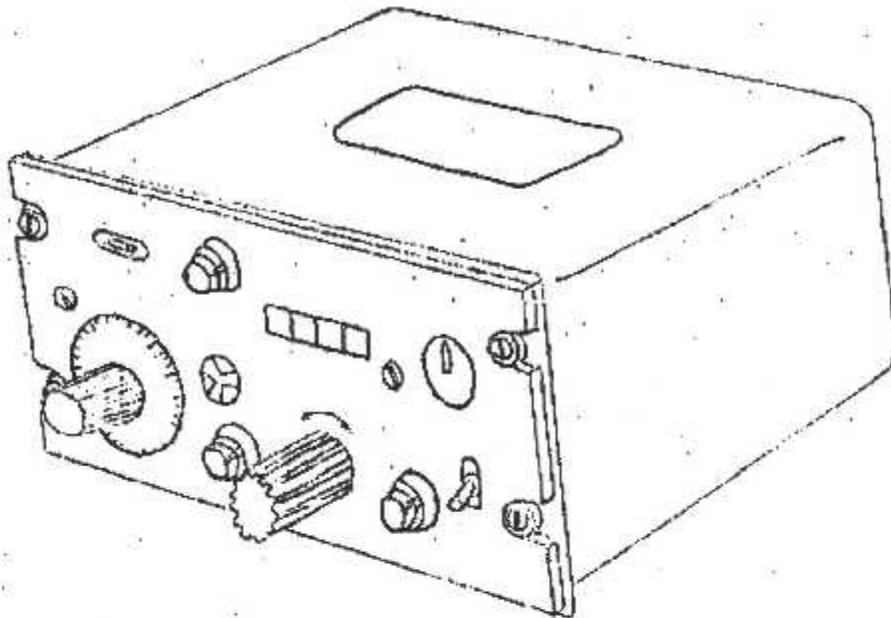


Fig (I-6) : Le controleur digital

c- Gyroscop Directonnel :

Le DG produit la stabilisation de cap de base pour le système de compas. Il se compose d'un boîtier fermé hermétiquement qui contient le gyroscope, l'alimentation du circuit de vitesse de la terre, circuit de polarisation du glissement, étage de sortie du slaving et le correcteur de l'erreur du cadre.

Il contient un moteur biphasé qui fonctionne en 115 vac ; 400 hz . le moteur est monté sur le cadre interne qui forme un ensemble scellé autour du rotor . le cadre interne est monté sur le cadre externe avec des cages 30 S dans les deux sens pour éliminer les frottements de cadre de roulement en rotation alternative qui réduisent le glissement aléatoire du gygo par de faibles couples exercés sur les roulements. Les cages à roulements extérieurs sont conduits par un moteur (retrotrace motor). La direction de rotation est déterminée par un ensemble de commutation transistorisé (Voir La Fig (I-7)).



OVERHAUL
MANUAL
WITH IPL
PN 2588333

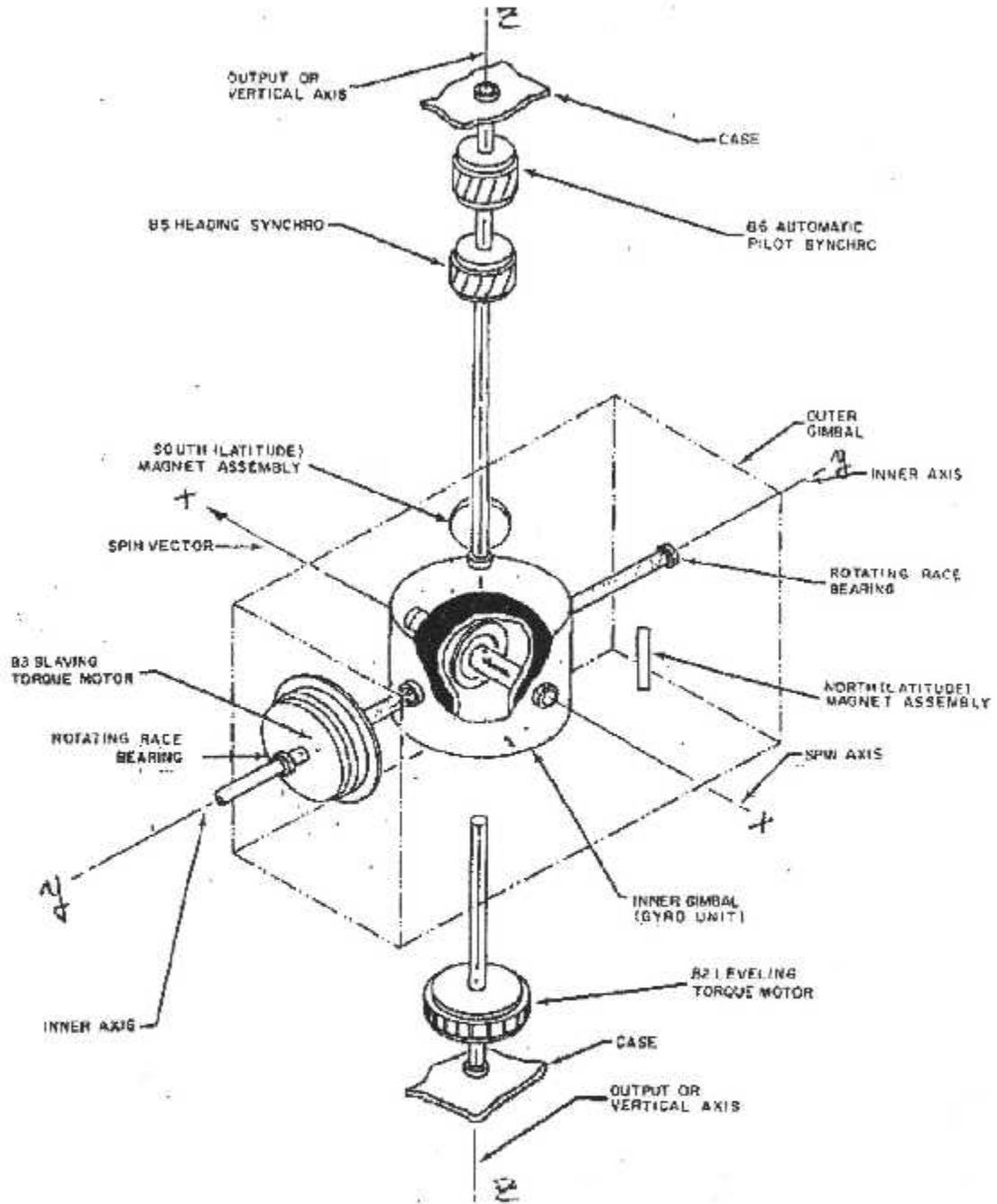


Fig (I-6) : Le directional gyro

▪ **Principe de fonctionnement de la chaîne cinématique de gyro-directionnel :**

Pour éliminer les erreurs de précession de la toupie gyroscopique en utilise un système de correction dont le rotorace moteur avec son engrenage et l'élément essentiel afin de stabiliser la toupie .

Il transmet son mouvement toutes les (30 ± 10) secondes à la vis sans fin (2) cette dernière va tourner le pignon , hélicoïdal (3) qui est relie d'un coté sur l'arbre et de l'autre sur le pignon (4) ,ce dernier va entrain le pignon (5) qui va tourner la bague extérieur de roulement (6) de l'axe principale de la toupie à son tour il a entrain le pignon (7) et le pignon (6) qui va transmettre le mouvement au pignon (9) fixé sur l'arbre (10) qui transmet le mouvement au pignon (13) pour fair tourner la bague extérieur du roulement (19) dans le sens contraire par rapport au roulement (6) ce mouvement va faire une stabilisation de l'axe principal de la toupie et éliminer la précession du gyroscope .

Rep	Nbre	Désignation
1	1	Rotorace moteur
2	1	Vis sans fin
3	1	Pignon à engrenage cylindrique à denture hélicoïdal
4	1	Pignon à engrenage cylindrique à denture droite
5	1	Pignon à engrenage cylindrique à denture droite
6	1	Roulement
7	1	Pignon à engrenage cylindrique à denture droite
8	1	Pignon à engrenage cylindrique à denture droite
9	1	Pignon à engrenage cylindrique à denture droite
10	1	Arbre
11	1	Pignon à engrenage cylindrique à denture droite
12	1	Pignon à engrenage cylindrique à denture droite
13	1	Pignon à engrenage cylindrique à denture droite
14	8	Roulement
15	1	Cyromoteur (toupie)
16	1	Cadre intérieur
17	1	Logement
18	2	Roulement
19	1	Roulement d'engrenage
20	1	Cadre extérieur

4. Amplifier-Power Supply :

Il produit les signaux de sortie de cap, résolve la vitesse sol et produit une sortie proportionnelle au champ magnétique de la terre. Il se compose d'un support compas d'une boucle servo, servo - amplificateur et le slaving amplifier.

(1) Support compas :

Il délivre l'alimentation pour tout le système de compas sauf le remote compensateur. Il contient un transformateur multiple, 4 redresseurs à double alternances, une diode zener régulatrice et un circuit d'alimentation adéquat. Le 115 vac, 400 hz est appliqué au transformateur. L'enroulement primaire produit du 26 ; 23.5 et 10 vac ; 400 hz . L'enroulement secondaire produit du 45 ; 400 hz pour le système et deux capacités pour le déphasage du 26 vac de 90° pour l'utilisation du moteur dans la servoboucle du contrôleur digital.

(2) Slaving Ampli

Il est divisé en deux cartes en accord avec leur fonction. Une carte reçoit le signal d'erreur de cap du transolver dans la servoboucle, amplificateur, démodule, filtre, remodule et applique le signal vers le DG. La seconde carte reçoit un signal du transolver qui est proportionnel au champ magnétique terrestre et est appliqué dans l'amplificateur du méridien de convergence. Ce dernier produit une correction d'erreur qui est envoyée vers le DG.

(3) Servoloop.

L'ensemble contient des composants électroniques requis pour compléter les circuits d'entrée et de sortie du servo. Il produit l'erreur de cap, le champ de la terre, et les signaux d'entrée de la vitesse E-W- vers le slaving amplifier, et le signal de sortie de cap requis pour les autres systèmes de l'avion. l'ensemble Servoloop se compose : moteur générateur, servocontrol transformer, slaving ampli, méridien convergence et le transolver Voir La Fig (I-7).

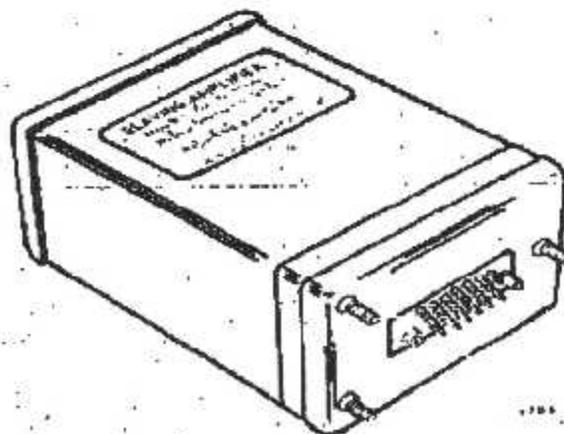


Fig (I-7) : Amplifier-Power Supply

5. Remote Magnétique Compensateur :

Il produit la compensation qui est introduite directement dans la vanne de flux. Il contient une alimentation D.C. régulée, un indice différentiel d'erreur du compensateur d'erreur de transmission, un compensateur d'erreur de Coriolis, un compensateur d'erreur de cycle et d'un connecteur pour la calibration du compas magnétique .

(1) alimentation régulée.

Elle est alimentée par le radar Doppler en 28 vac, 400 hz. L'alimentation consiste en 4 redresseurs double alternances, avec un point milieu pour alimenter en plus ou moins 6.8 vdc régulées à 5%. La sortie de l'alimentation D.C régulée est appliquée vers le compensateur d'erreur de cycle.

(2) indice différentiel d'erreur.

C'est un synchro standard placé en série avec la sortie de la vanne de flux. L'arbre du rotor est connecté au contrôle de l'ajustement sur la face avant du pupitre. Un dispositif de cames limite la rotation de l'arbre du moteur approximativement de 5° pour une rotation de 180°. Les limites de course pour le contrôle correspondant est de (+ -) 2.5° de la compensation de l'indice.

(3) compensateur d'erreur de transmission

C'est un dispositif synchro utilisé pour introduire un signal d'erreur dans le système qui est égal en magnitude et en direction opposée à l'erreur de transmission. Chaque schéma enroulement d'entrée et de sortie se compose de 3 enroulements montés électriquement à 120°. Le rotor est un dispositif en forme d'altère, insérer entre les enroulements d'entrée et de sortie. Le rotor peut être déplacé dans les deux cas (IN ou OUT) pour varier le déséquilibre et tourner pour varier la position du vecteur d'erreur simulé.

(4) compensateur d'erreur de Coriolis

Il rectifie le signal de 400 hz de correction de Coriolis reçu du contrôleur digital. Le compensateur alimente aussi en courant DC la vanne de flux.

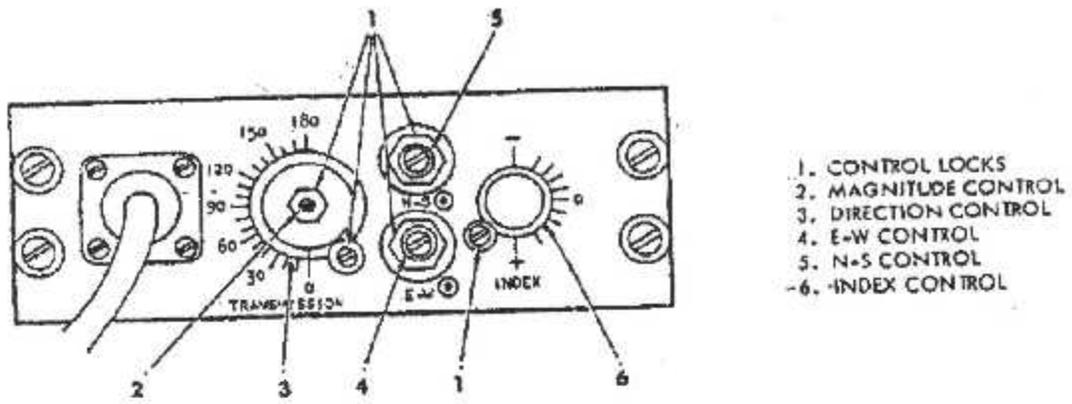
(5) compensateur d'erreur de Cycle .

Il est constitué de résistances variables connectées entre alimentation régulée et 3 résistances isolées. La résistance variable E-W peut être ajustée pour compenser l'erreur de cycle dans la direction E-W par l'application de la tension de correction propre à la vanne de flux.

La résistance variable N-S fonctionne de la même manière sauf que les courants de correction appliqués sur les enroulements des 2 stators pour produire les vecteurs désirés dans la vanne de flux.

(6) Banc de Calibration Du Compas C-12

Permet le branchement direct dans le système de compas C-12 sans utilisation de câbles. L'oscillation du compas peut être performante avec un minimum d'effort du personnel de la maintenance **Voir La Fig (I-8).**



- 1. CONTROL LOCKS
- 2. MAGNITUDE CONTROL
- 3. DIRECTION CONTROL
- 4. E-W CONTROL
- 5. N-S CONTROL
- 6. INDEX CONTROL

Fig (I-8) : Remote magnétique compensateur

Chapitre -II-



Etude du
Contrôleur digital

II-1 Description physique :

L'indicateur digital est un composant du système de compas C-12 part N° 2586261-1 (fig I) , il fournit un affichage digital de cap de l'avion et contient : moteur générateur, servo amplificateur et le contrôle transformeur pour faire fonctionner l'afficheur digital, de m qui contient aussi :

- Interrupteur de mode (MAG , DG)
- Interrupteur de latitude (N,S)
- Le contrôleur de latitude.
- Synchronisation contrôleur (Bouton)
- Indicateur de cap (compteur)
- Indicateur de panne d'alimentation
- Computer de compensation de Coriolis et la vitesse de la terre.
- Annonceur .

Voir la fig (II-1)

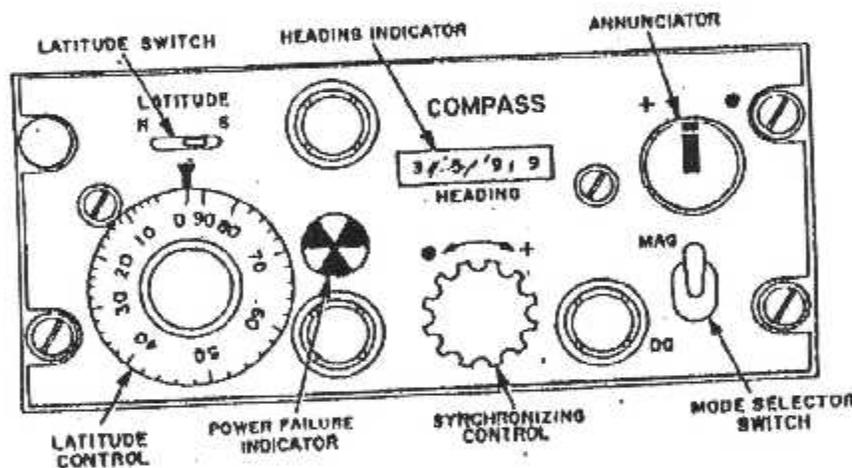


FIG (II-1) : Contrôleur digital

Dimensions en inches :

Longueur.....	6-1 /8
Largeur.....	5-3 /4
Hauteur.....	2-5 /8
Poids en Pounds	5

Entrées :

- Excitation moteur26 ± 3 vac, 90° phase
- Moteur d'excitation de champ fixe.....26 v ± 3 vac, 90° phase
- Générateur d'excitation 10 ± 2 vac
- Servo ampli en DC tension d'alimentation.....50 ± 2 vdc

- Tension de taux de la terre 108 ± 4 vdc
- Signal de l'annonceur 5,7 vdc grandeur d'échelle max
- Signal d'alimentation suffisante 27 vdc Max, 0,5 min
- L'entrée de mode switch 27,5 ± 2,5 vdc
- Signal de cap de gyro 11,8 vac max
- Signal de vitesse de sol 26 vac max
- Signal de stabilisation de CAP de gyro 11,8 vac max
- L'alimentation 5 vac max

Sortie :

- Mode switch de sortie 27,5 ± 2,5 vac
- Signal de cap de synchronisation 11,8 vac max
- Signal Coriolis 8,5 vac max
- Signal du taux de la terre 29 v ± 1 vdc max
- Signal de vitesse de sol 26vac max
- L'indication de cap digitale visual display
- Indication de l'alimentation suffisante visual display

Il utilise uniquement des dispositifs à semi-conducteur, toutes les connexions de cet équipement sont faites à partir du connecteur 5J1 qui se situe à l'arrière du boîtier.

II-2 Fonctions des contrôles et indicateurs sur le digital contrôleur :

Le digital contrôleur comprend tous les boutons de commande, interrupteur et indicateur nécessaires au fonctionnement du système ci-dessous, les fonctions des différentes commandes.

(1) Interrupteur de latitude :

Est placé sur le pôle nord ou l'hémisphère sud. Il contrôle la polarité de taux de la terre (EARTH RATE), et des signaux des méridiens convergence et de la vitesse sol (GROND SPEED), ce bouton est variable de 0 à 90°.

(2) Contrôleur de latitude :

Est placé en concordance avec la latitude à laquelle se trouve l'avion et détermine la valeur des signaux de correction suivantes :

- Earth rate (taux de la terre)
- Coriolis erreur (erreur de Coriolis)

(3) Synchronisation contrôle (commande)

Celui ci est tourné pour obtenir une correction rapide et un alignement des signaux d'erreur qui se produisent cutu le gyro et la flux value, quand le C-12 commence a fonctionner au mode MAG et quand le cap est affiche en mode DG .

(4) Interrupteur de mode (mode sélection switch)

Ce switch à un pole (simple) et double effets courses, contrôle la tension de 28 VDC.

En mode MAG : Le 28 VDC passe de l'ampli au directionnel gyro, ou il met en fonctionnement des relais qui contrôlent les signaux appliqués au moteur de couple (slaving torquer) quand le c-12 travaille d'après les références magnétiques par la flux value en slave mode .

En mode DG : Le C-12 travaille comme un gyroscope libre sur le quel on applique des correction suivantes la latitude correspondante (latitude correct) .

(5) Indicateur de cap : (compteur) :

Il fournit une indication digitale de cap en incrément de 0,1 ; le cap de l'ensemble servoloop est appliqué à l'asservissement de cap du contrôle transformer. Le signal du rotor est amplifié par le servo ampli est appliqué au moteur générateur qui en tournant conduit l'affichage digital.

(6) Indicateur de panne d'alimentation :

Indique que la tension d'alimentation du c-12 est en dessous du niveau de sécurité de travail .

(7) Annonceur :

Il produit une indication visuelle de la synchronisation en MAG mode du système de compas. Il est alimenté par le slaving ampli qui se situe au niveau de l'amplificateur d'alimentation quand l'annonceur est centré, le système de compas est synchronisé avec le cap magnétique.

(8) Computer de compensation de Coriolis et la vitesse de la terre :

Il sert a produire une correction de l'erreur de la vitesse de la terre et de l'accélération de Coriolis. Il se compose de deux sections de résistance variable qui est contrôlé par le bouton de latitude. Le gyro génère et regule un signal de 108 vac pour la correction de vitesse de la terre. L'entée est appliquée sur une section du calculateur de Coriolis et de vitesse de la terre ou la valeur de la

correction de l'erreur de vitesse de la terre est déterminée. Le signal résultant de vitesse de la terre est appliqué a travers le switch N-S pour la précession des enroulements dans le directionnel gyro.

▪ **Avion en vol rectiligne horizontal :**

Lorsque l'avion ne change pas de direction, le système de cap c-12 est synchronisé, il n'y a aucun signal et l'aiguille de l'annonceur du digital contrôleur est au milieu.

▪ **Changement de cap de 45° :**

Dans ce cas, la flux value envoi un signal de cap magnétique en même temps, le gyro transmet son signal par une boucle directe et plus rapide.

II-3 Fonctionnement opérationnel :

A/ Générale :

Le digital contrôleur contient les circuits électroniques nécessaires pour produire l'affichage digitale de cap de l'avion, les signaux de corrections du calculateur de compensation de Coriolis et du taux de vitesse de la terre, le mode, latitude et le contrôle de la synchronisation requise pour le fonctionnement du système. De même qu'il produit les indications de la synchronisation du système et de l'alimentation adéquate.

B/ Fonctionnement Simplifié :

- (a) L'indicateur digital de cap (compteur) contrôlé par le signal de cap provenant du servomécanisme dans l'amplificateur d'alimentation produit l'affichage digitale du système de cap.
- (b) Le calculateur de compensation du coriolis et du taux de vitesse de la terre produit la correction de l'erreur de l'accélération du coriolis et du taux de la terre. Le circuit des composants est consisté de deux bandes de résistances variables associées.
- (c) Le mode latitude et le contrôle de synchronisation sont situés sur la face avant du boîtier et leur fonction sont décrite de la façon suivante : l'interrupteur de mode (5 S1) contrôle le 28 vdc des relais de contrôle dans l'amplificateur d'alimentation et dans le directionnel gyroscope. l'interrupteur de sélection de l'hémisphère (5 S2) est utilisé pour appliquer le signal de taux de vitesse de la terre à la bobine correspondante de précession dans le DG, de plus, il envoie le signal de vitesse sol en phase correcte vers le resolver dans l'amplificateur d'alimentation. Le bouton de

contrôle de la latitude ajuste les résistances variables dans le calculateur de correction du coriolis et du taux de vitesse de la terre qui sont traduites en degré de latitude. Le bouton de contrôle de la synchronisation permet d'ajuster manuellement le système à n'importe quel cap désiré en mode gyro (DG) et en synchronisation initiale du système en mode esclave (MAG). A cela, le digitale contrôler contient aussi un annonceur qui permet une visualisation de la synchronisation du système en mode MAG et un indicateur de défaut d'alimentation qui indique la chute de tension à un niveau insuffisant ne permettant pas le fonctionnement sûr du compas.

C/ Fonctionnement détaillé :

- (a) La boucle de l'affichage digitale consiste en un synchro suiveur contrôle transformateur, un servo amplifieur, un moteur générateur, et un indicateur de cap (compteur). L'information de flux value est appliquée au stator du synchro suiveur 5 B2, à travers les pins 2, 5, et 6 du connecteur 5 J1 et les terminaux 1, 2, et 3 de la plaque à bornes 5 TB2. Si l'information de cap représenté par le champ du stator du synchro n'est pas agrée avec celui de la position du rotor, un signal d'erreur se produira dans l'enroulement du rotor. Ce signal d'erreur nourrira l'entrée du transformateur 5T1 du servo amplifieur. Le circuit du servo amplifieur est conventionnel, employant quatre transistors. L'entrée du servo amplifieur et le signal d'erreur du contrôle transformateur (suiveur). Le transformateur est associé avec tout le circuit sauf pour l'enroulement de contrôle du moteur qui produit une charge pour l'étage de sortie. La diode 5 CR 2 produit une suppression transitoire de l'étage d'entrée. La capacité 5C6 et la résistance 5R8 produisent une liaison négative inverse du collecteur du transistor 5Q2 vers l'émetteur de 5Q1. Le taux de liaison inverse est produit par l'enroulement du générateur G2 à l'entrée du secondaire du transformateur 5T1 pour assurer la stabilité du servo. Les étages de sortie, 5Q3 et 5Q4 sont connectés en push-pull et nourrissent l'enroulement de contrôle du moteur générateur. Le moteur générateur 5MG1 est monté en un arbre commun et entraîne l'indicateur de cap avec un taux de réduction de 7,5 : 1. Le synchro de cap suiveur, est entraîné lui aussi avec un taux de réduction de 360 : 1 afin de positionner le rotor du synchro en respectant le cap avion. L'information de cap reçu du servomécanisme de l'amplificateur est affiché à un dixième de degré sur l'indicateur de cap.
- (b) Les signaux de correction du coriolis et du taux de vitesse de la terre sont insérés dans le signal de cap à l'aide de deux résistances variables dont les curseurs sont reliés mécaniquement entre eux et positionnés par le bouton de sélection de la latitude situé sur la face avant du contrôleur digital. La résistance variable 5R13 reçoit le 108 vdc à travers la pin (10) du

connecteur 5J1 et produit une tension correspondante à travers la résistance 5R12 au curseur de la résistance variable 5R11A. Cette tension déterminée est envoyée au switch de la latitude sélectionnée vers la bobine correspondante dans le DG. Le signal de retour de masse passe à travers la pin (11) du connecteur 5J1. La tension proportionnelle à la vitesse sol du système Doppler est appliquée à travers la pin (15) à la résistance variable de coriolis 5R11B puis vers la résistance du chute 5R9. Le signal de correction du coriolis est envoyée au Remote magnétique compensateur par la pin (18) du connecteur 5J1. Le signal de retour de masse passe par la pin (14) de 5J1.

Le switch de la latitude 5S2 est à trois pôles et six contacts. La section A du switch envoie le signal de correction de taux de vitesse de la terre pour l'une des bobines Nord ou Sud dans le DG par les pins (12) ou (13) respectivement. Les sections B et C fonctionnent comme un interrupteur d'inversion de phase et applique le signal de vitesse sol correspondant à la polarité vers le rotor du résolveur dans le servomécanisme de l'amplificateur d'alimentation. Le signal de vitesse sol est reçu du système Doppler par les pins (14) et (15) et ressort par les pins (16) et (17) de 5J1 vers le remote magnétique compensateur.

- (c) Le système est synchronisé par un synchro différentiel standard 5B1 qui est positionné par le bouton de synchronisation situé sur la face avant de l'équipement. Ce bouton permet d'apporter rapidement le signal de correction de cap gyro à un nul dès la mise sous tension du système de compas. Le cap gyro est appliqué au stator du 5B1 par les pins 1, 2 et 3 du connecteur 5TB1 et des terminaux 4, 5 et 6 de la plaque à bornes 5TB1. Le cap gyro synchronisé est envoyé au servomécanisme de l'amplificateur par les pins 1, 2 et 3 de la plaque à bornes 5TB1 et les pins (16), (17) et (18) du connecteur 5J1 Voir La Fig (II-2).

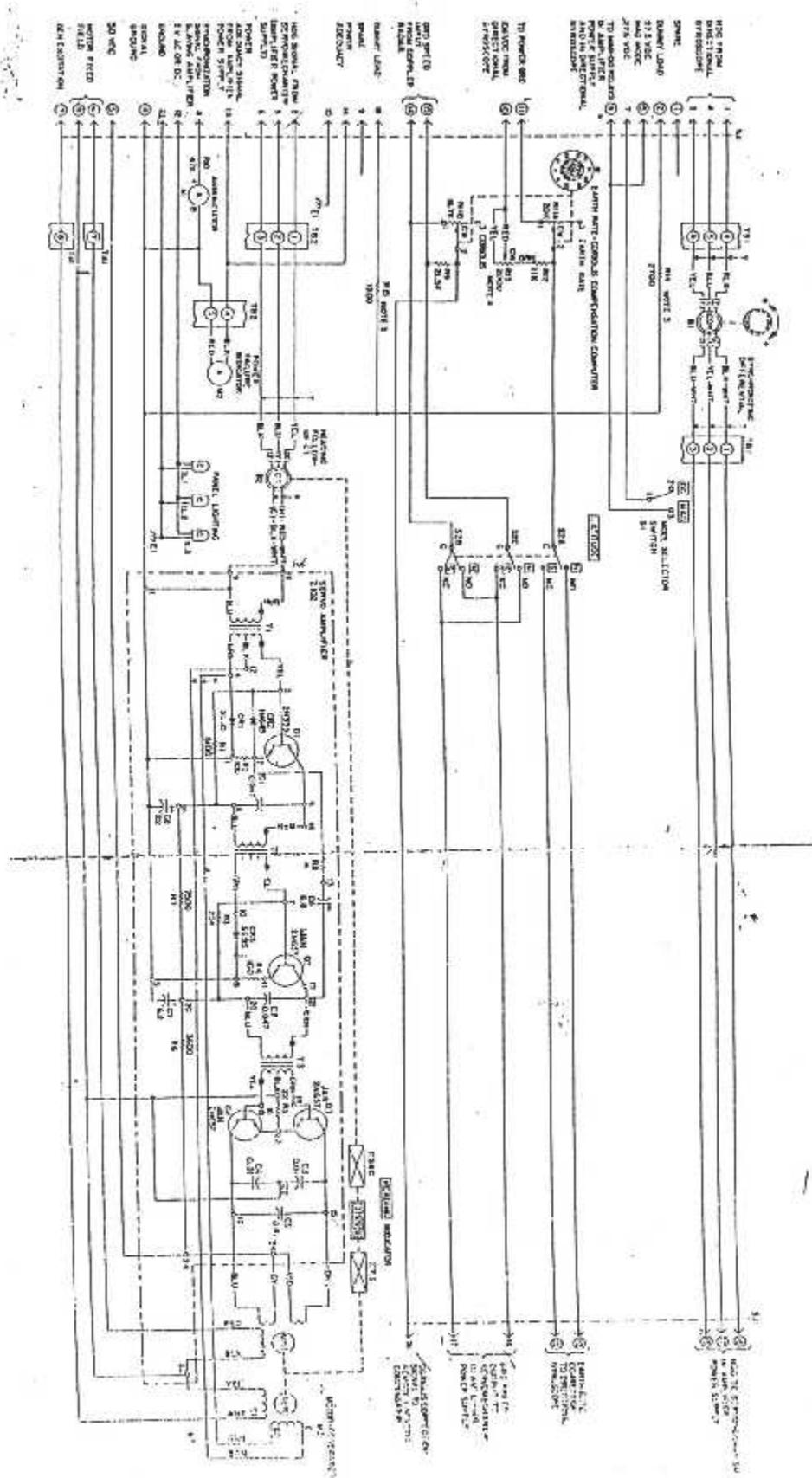


Fig (II-2) : Schéma de contrôleur digital.

II-4 Principe de fonctionnement de la chaîne cinématique du contrôleur digital :

L'indicateur de la valeur de cap sur le contrôleur digital est obtenue grâce à l'utilisation d'un :

- moteur générateur (1) qui fait tourner le compteur.
- indicateur 4.

Ils fonctionnent de la manière suivante :

- ✓ Après la réception du signal de cap amplifié par un servo-amplifier , le moteur générateur en faisant tourner une vie sans fin (2) qui transmet son mouvement au pignon (3) qui actionne le compteur (4) pour indiquer le cap de l'avion .
- ✓ Simultanément le compteur (4) entraîné par l'intermédiaire de la vis sans fin (5) les pignons (6) et (7) .
- ✓ Ce dernier est engrener avec le pignon (8) afin d'aligner le rotor de synchro B2 .

Rep	Nbre	Désignation
1	1	Moteur électrique
2	1	Vis sans fin
3	1	Pignon à engrenage cylindrique à denture hélicoïdal
4	1	Compteur
5	1	Vis sans fin
6	1	Pignon à engrenage cylindrique à denture hélicoïdal
7	1	Pignon à engrenage cylindrique à denture droite
8	1	Pignon à engrenage cylindrique à denture droite
9	1	Synchro B2
10	3	Roulement
11	4	Vis
12	1	Caractère

A/ FONCTIONNEMENT EN MODE MAG :

Le Switch MAG-DG sur la position MAG, la référence est produite par la vanne de flux qui est sensible à la composante horizontale du champ magnétique de la terre à l'avant de l'avion. Le signal de la vanne flux est envoyé au remote magnétique compensateur ou les variations de compensations magnétiques du système sont à additionner. Après la compensation ,le signal de la vanne de flux est envoyé au transolver dans l'amplificateur ou il est comparé avec le cap mécanique représenté par la position des pignons. Si le cap de l'ensemble servo boucle n'est pas correct, un signal d'erreur est généré dans le transolver et appliqué au slaving ampli. Ce dernier produit un signal vers l'annonceur dans le contrôleur digital et indique la direction et la valeur du désalignement. Le slaving

ampli applique un signal de correction de cap au moteur slaving dans le DG qui en tournant effectue une précession sur l'axe d'azimut du DG.

Le synchro de cap transmet le changement de cap au servoloop. Le signal passe à travers le synchro différentiel, qui est positionné par le bouton de synchronisation sur le contrôleur digital, vers le transformateur servocontrol à l'amplificateur. La sortie du transformateur servocontrol est dirigé vers le servo amplifier comme un signal d'entrée d'erreur. La sortie du servo ampli cause la rotation du servo moteur et de ses pignons. Le moteur en tournant met en rotation à une valeur proportionnelle, le transolver, le transformateur servocontrol, et 5 synchro transmetteurs. Un synchro transmetteur est connecté à un synchro suiveur de cap dans le contrôleur digital. Une erreur induite représente la valeur du désalignement. Ce signal d'erreur est envoyé au servo ampli qui contrôle le moteur de cap. Ce moteur tourne en réponse au signal d'erreur du servo ampli. L'indicateur de cap est conduit par le moteur. Ce dernier tourne jusqu'à ce que le synchro suiveur de cap est conduit à travers une liaison inverse mécanique à une position qui donne le nouvel affichage de cap. De même le moteur dans l'amplificateur conduit jusqu'à ce que le transformateur servocontrol sera tourné à une position nulle, donnant ainsi un signal zéro, ensuite le moteur s'arrête. Le transolver est tourné à une valeur requise pour annuler le signal d'entrée de cap. Le taux du générateur qui est contrôlé par le moteur, délivre un signal de liaison inverse vers le servo ampli pour stabiliser l'amortissement. Le transolver tourne jusqu'à ce que le cap représenté par les pignons est agrée avec l'actuel cap de l'avion. De cette manière, l'affichage de cap digital est continuellement positionner au cap magnétique actuel de l'avion. Les autres synchro transmetteurs délivrent continuellement l'information de cap pour les autres systèmes de l'avion. Un synchro transmetteur additionnel dans le D.G lié au cadre du gyro, délivre l'information de cap de référence au pilote automatique **Voir La Fig (II-3)**.

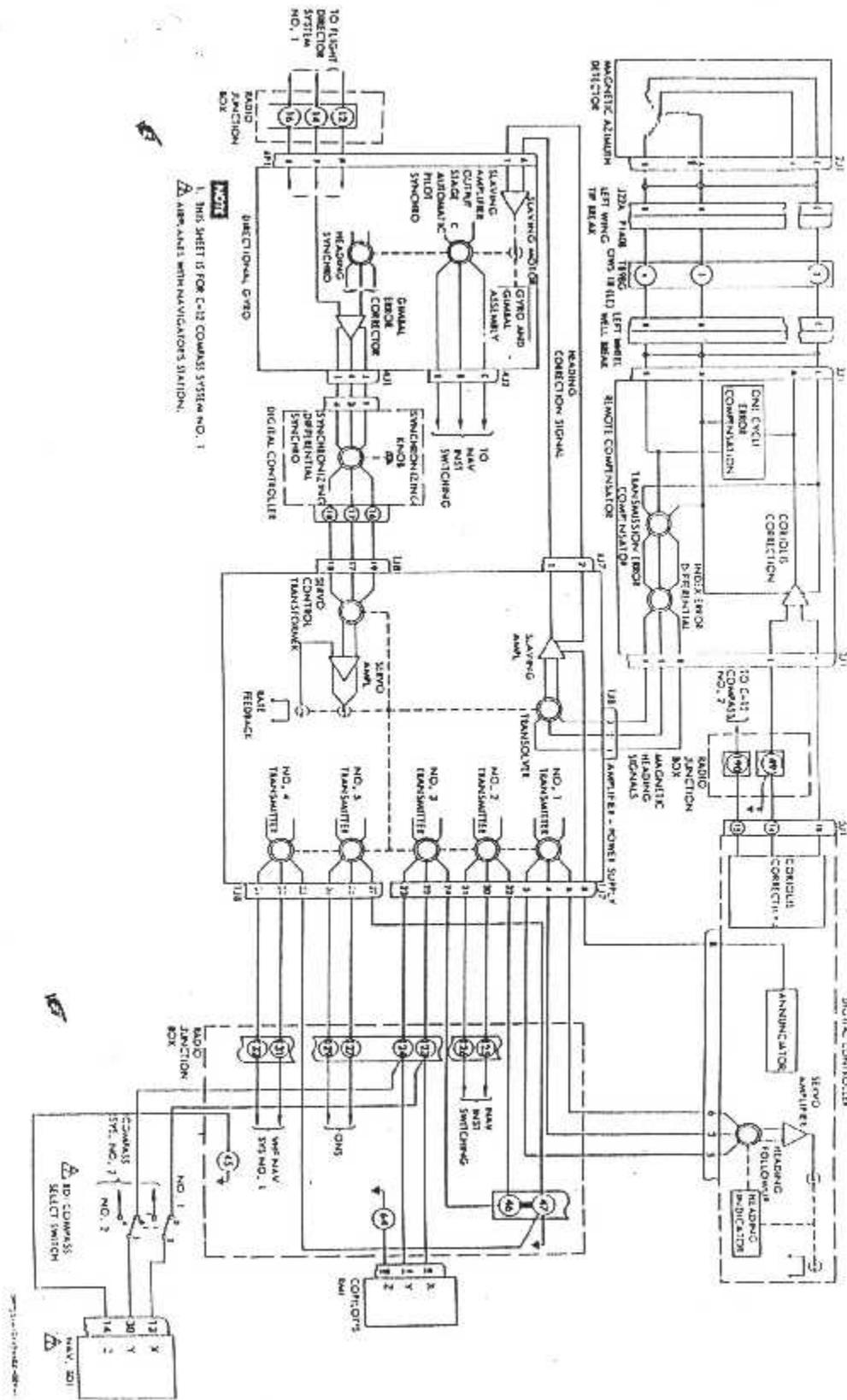


Fig (II-3) : MODE MAG.

B/ FONCTIONNEMENT EN MODE DG :

Le switch étant sur la position D.G, le signal de correction de cap n'est pas appliqué au D.G. Le gyro maintient la position existante dès la sélection du mode D.G et produit la base de référence de cap à travers le synchro de cap et le synchro de l'auto pilote montés sur le cadre du gyro .La sortie du synchro de cap est appliqué au circuit de correction du cadre. La sortie de ce dernier est appliqué au synchro différentiel de synchronisation dans le contrôleur digital. Ce synchro est ajusté à l'aide du bouton de synchronisation pour obtenir une référence de cap désiré. Le synchro de synchronisation additionne un angle arbitraire du signal de cap du gyro pour produire un cap de gyro effectif de tout angle désiré de 0 à 360°. La sortie du synchro de synchronisation est appliquée au transfo servo control dans l'amplificateur et est comparé avec la position du rotor du control transformer, toute erreur résultante est envoyée au servo ampli.

Le signal est amplifié et appliqué au moteur générateur qui conduit le transformer servo control jusqu'à l'annulation de la tension d'erreur. Le générateur délivre un signal de liaison inverse vers le servo ampli pour la stabilisation de la boucle. Quand la tension d'erreur est annulée ,la position du rotor représente le signal de cap synchronisé de la boucle de cap du contrôleur digital. Le moteur de cap conduit à la position requise l'entrée du signal d'erreur à un nul vers le synchro de cap suiveur. Quand le moteur s'arrête ,l'affichage de l'indicateur de cap est le cap synchronisé. Les 4 autres synchro transmetteurs délivrent l'information pour d'autres systèmes d'avion **Voir La Fig (II-4).**

C/ Circuit de correction de système de cap C12 :**a- MERIDIEN DE CONVERGENCE :**

Cette erreur provient du fait que le gyroscope maintient une direction fixe dans l'espace tandis que les méridiens correspondent avec les pôles. Bougeons un gyroscope de l'Est (E) vers l'Ouest (O) sur un point situé en dehors de l'Equateur, l'angle relatif (E) entre l'axe rotatif du gyroscope et le méridien variera lorsque le degré de latitude grandira cet effet augmentera é. galement avec la tangente du degré de latitude magnétique .

Cet effet produit une dérive apparente dans le gyroscope .Un signal de compensation « méridien convergence » est induit dans « l'amplificateur d'alimentation de puissance » et est amené vers le slaving amplifier outpout stage pour donne une précession au gyroscope **Voir La Fig (II-5).**



Fig (II-5) : Convergence des meridiens

- **signal d'erreur du méridien convergence :**

A fin d'obtenir le cap magnétique exacte dans un avion qui se déplace , on utilise un circuit de compensation pour éliminé l'erreur .

Un signal «ground speed» originaire du système doppler radar de l'avion va vers le resolveur B6 du servo mécanisme 1A5 de l'amplificateur d'alimentation de puissance en passant par la latitude switch sur le contrôleur digital .

Le switch latitude détermine la phase du signal . Le résolveur B6 donne la composante E-W « ground speed » vers le slaving ampli 1A2.

L'enroulement du rotor du transolveur B8 (synchro différentiel) donne un signal qui est en concordance avec la force du champ magnétique terrestre qui transmis vers le slaving ampli 1A2 celui ci combine les 2 signaux d'entée comme signal « méridien convergence» et envoie à la carte 1A3 du gyro-directionnel afin d'être amplifier avant d'être applique au slaving torque moteur B3 qui donnera ainsi ne précession exacte au gyroscope pour éliminer l'erreur due à l'effet « méridien convergence » **Voir La Fig (II-6).**

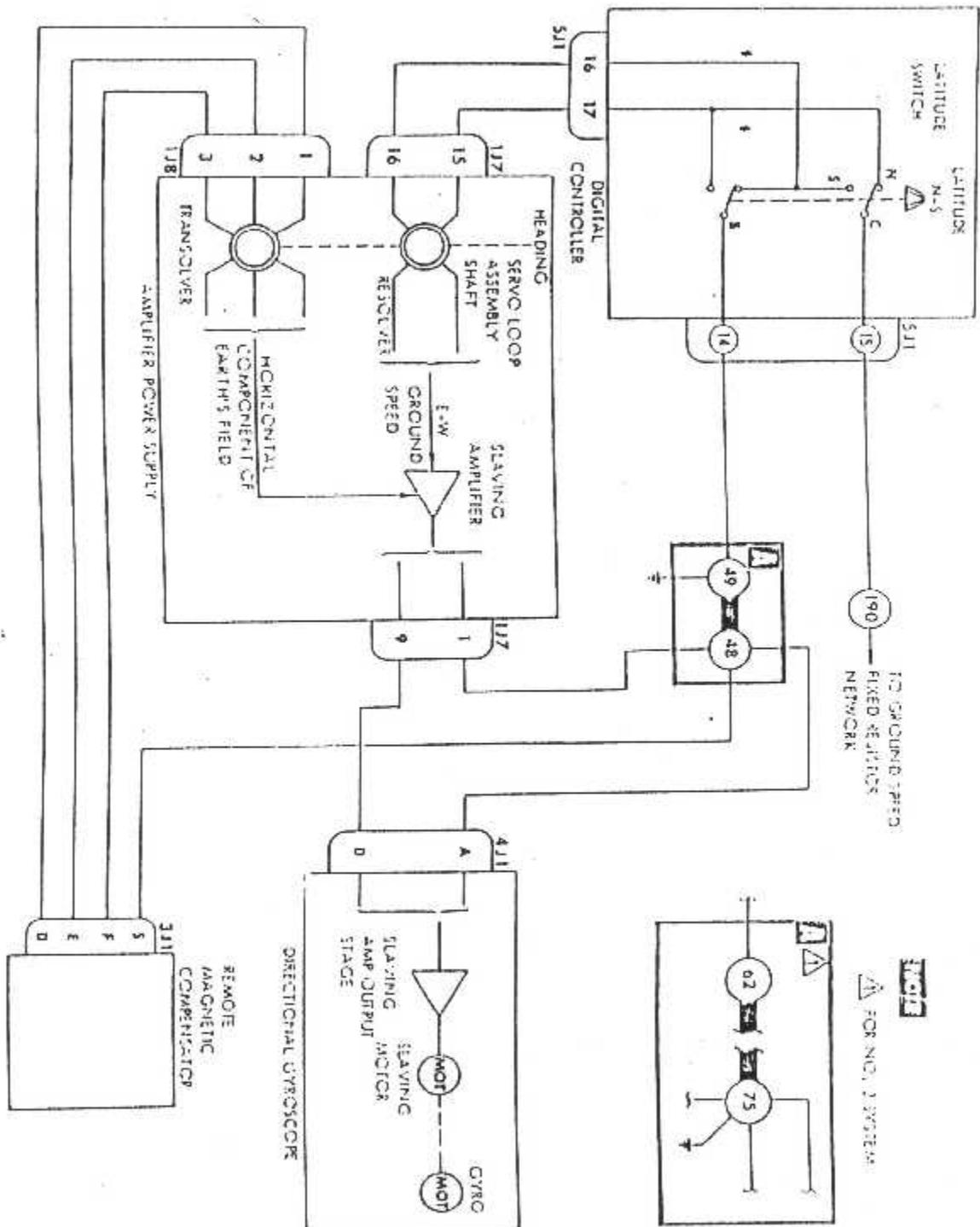


Fig (II-6) : Erreur de Meridien convergence

b- CORIOLIS :

Erreur de Coriolis :

L'effet Coriolis est provoqué par la rotation de la terre ; la Flux valve est fixé de façon à détecter seulement la composante horizontale du champ magnétique de la terre . Si maintenant l'élément sensible magnétique terrestre est soumis à une accélération , une partie du champ vertical sera détecté également . L'information de cap fournie sera maintenant erronée une de ces accélération , et donc l'erreur , et celle qui est occasionnée par le chemin parcouru par l'avion au-dessus de la terre qui tourne .

L'avion part avec une course déterminée pour arriver à son point de destination .

La terre tournant , déplace la destination et le champ magnétique terrestre par rapport à l'espace . La course réelle de l'avion est donc une courbe et la force centrifuge déplace la Flux valve de sa position verticale .

Cette effet s'appelle accélération Coriolis . La grandeur dépend de la vitesse d'angle de la terre et du degré de latitude géographique
Voir La Fig (II-7).

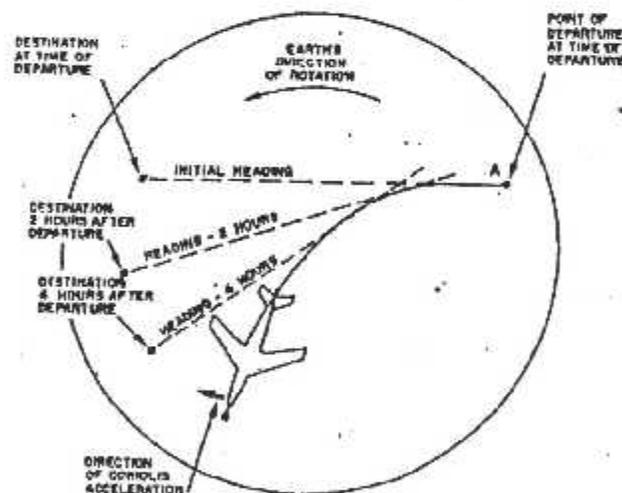


Fig (II-7) : Effet de l'accélération de Coriolis

signal d'erreur de Coriolis :

L'accélération Coriolis provoque une erreur dans le signal de cap .un cap de compensation dû à cet effet est transmis du contrôleur digital vers le compensateur magnétique .

Une tension de 26Vac – 400HZ qui est fournie par le transformateur T1 du compensateur magnétique est appliquée au potentiomètre « Ground speed » du système doppler radar .

Un signal proportionnel avec le « Ground speed » (vitesse sol) de l'avion est envoyé au compensateur magnétique par l'intermédiaire d'une résistance (R11B) contrôlée par le bouton « latitude ».

Ce signal est redressé dans le système compensateur magnétique pour être appliqué sur le signal de sortie 800HZ de la Flux valve qui va vers le synchro différentiel B8 de l'amplificateur d'alimentation de puissance .

Ensuite il est envoyé à la carte slaving amplifier 1A2 pour être amplifié puis transmis au slaving torque moteur B3 du gyro-directionnel par l'intermédiaire de la carte summing ampli 1A3 .

Le slaving torque moteur B3 élimine la précession du Gyro dû au signal d'erreur Coriolis grâce au signal de compensation en agissant sur le cadre extérieure du gyro-directionnel **Voir La Fig (II-8)**.

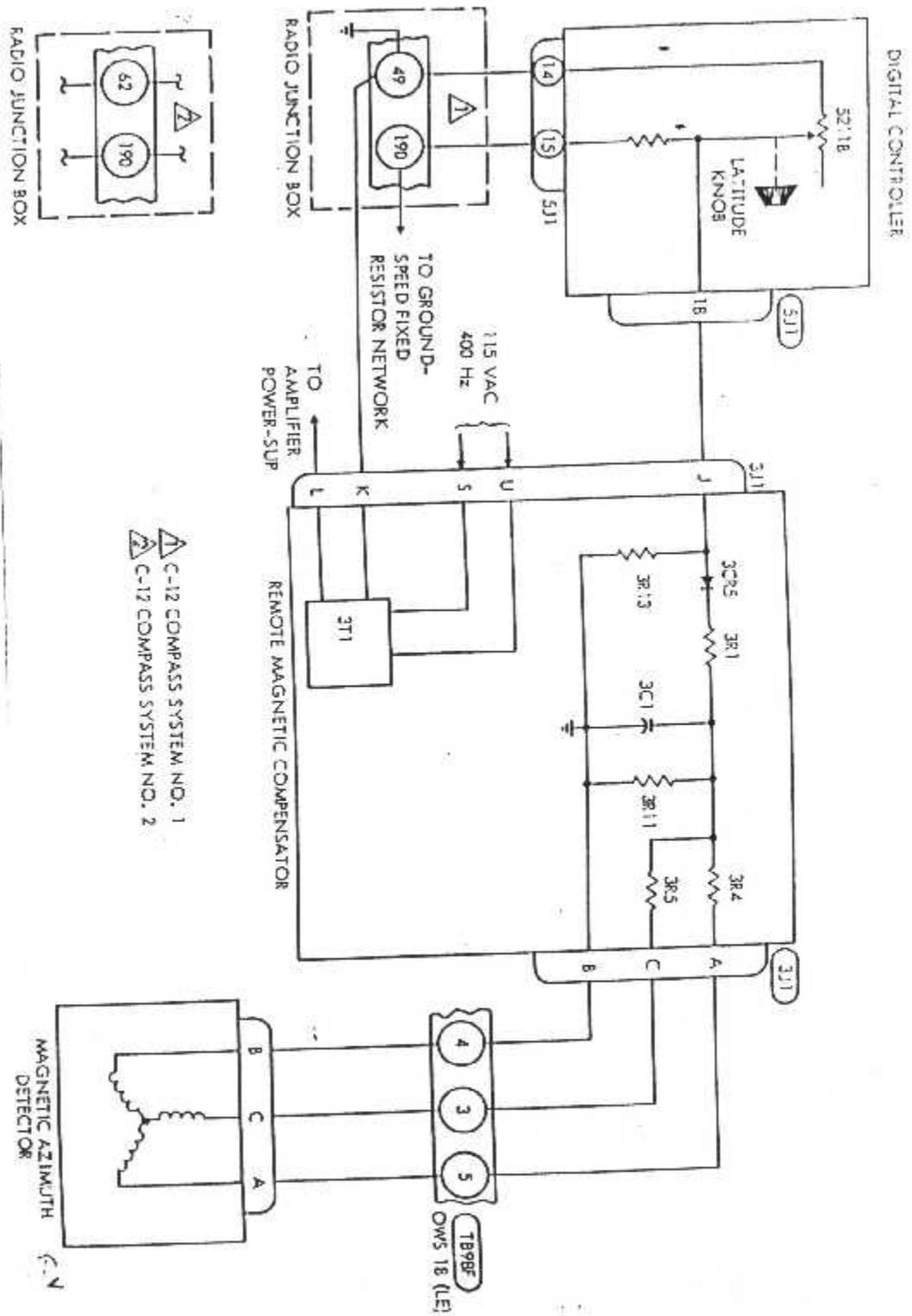


Fig (II-8) : Erreur de Corolis.

c- VITESSE DE LA TERRE :

Erreur de la vitesse de la terre :

Un gyro reste fixé avec le respect d'un point dans l'espace et la rotation de la terre autour de cette axe causera une précession apparente du gyro-Directionnel signal d'erreur de la vitesse de la terre :

Cet effet est compensé en introduisant une précession égale et opposée du DG ; une alimentation de vitesse de la terre à partir du DG délivre une tension régulée de 108Vdc à un réseau dans le contrôleur digital .

Une résistance variable positionnée par le bouton de latitude , produit une tension propre de correction. Le switch de latitude N-S applique une tension de correction pour l'un des enroulements de correction N-S .Le champ magnétique de ces bobines effectue une précession sue le DG d'une valeur correspondante Voir La Fig (II-9).

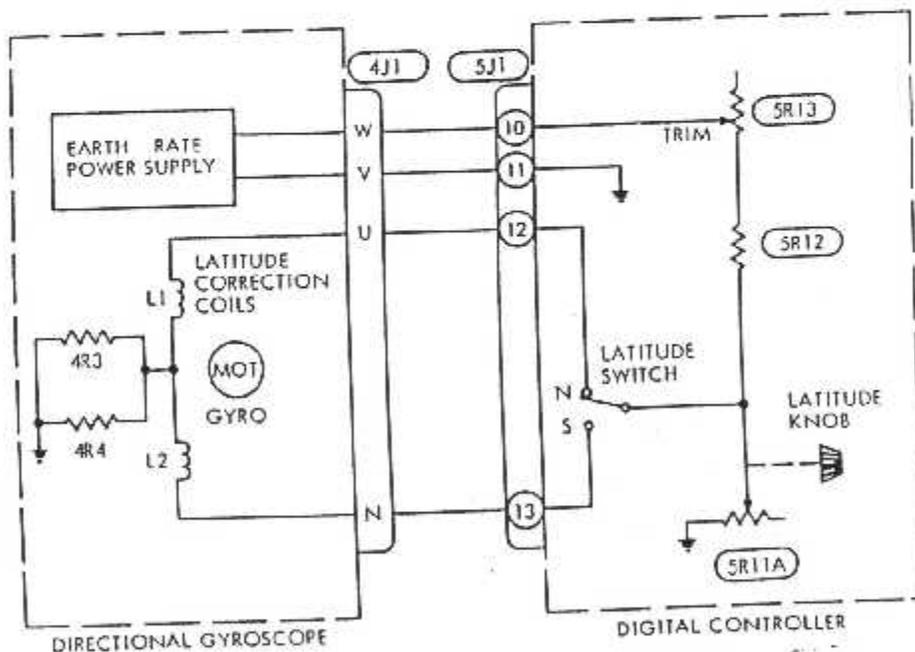


Fig (II-9) : Erreur de la vitesse de la terre

Chapitre -III-

**Etude et réalisation
du banc d'essais de
contrôleur déigital**

III-1 - INTRODUCTION :

L'essai d'un instrument de bord est une opération importante lors de sa remise en service. Tout instrument doit être obligatoirement testé avant d'être monté sur avion. Pour cela on utilise des bancs d'essai afin d'assurer son bon fonctionnement.

Notre banc d'essai est destiné à :

- Contrôler le fonctionnement du Contrôleur digital.
- Procéder aux différents réglages conformément aux spécifications techniques du constructeur.
- Remettre éventuellement l'accessoire en état de fonctionnement en cas de panne et ceci en simulant toutes les entrées de l'accessoire et en récupérant les sorties sur des appareils de mesure.

III-2 – LE BUT :

Le but de la réalisation du banc d'essai est contrôler et tester les paramètres, à vérifier et simuler les signaux nécessaires pour le fonctionnement de l'accessoire **voir la fig (III-1-2-3-4-5) .**

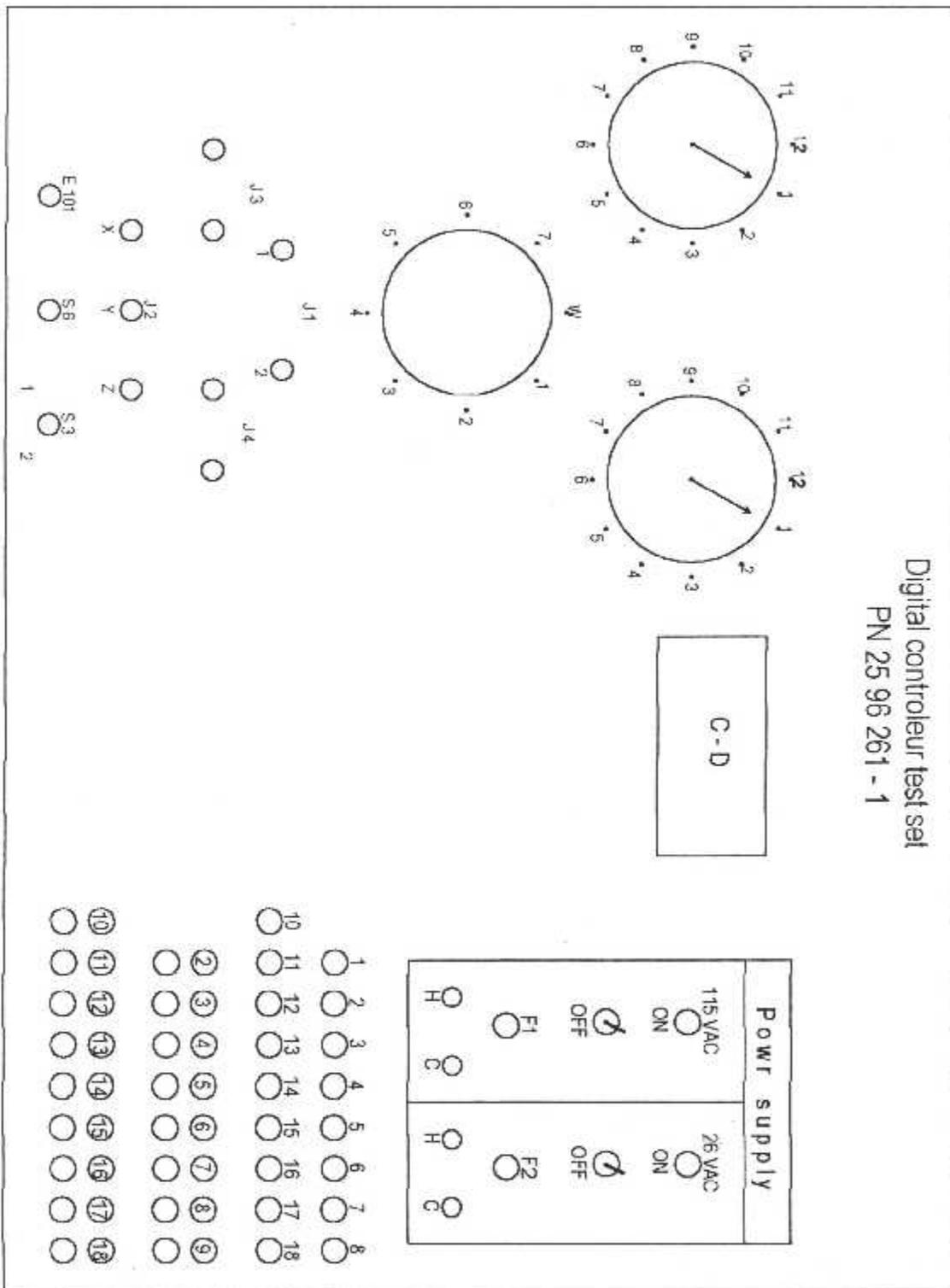


Fig (III - 1) : Le schéma de banc d'essais

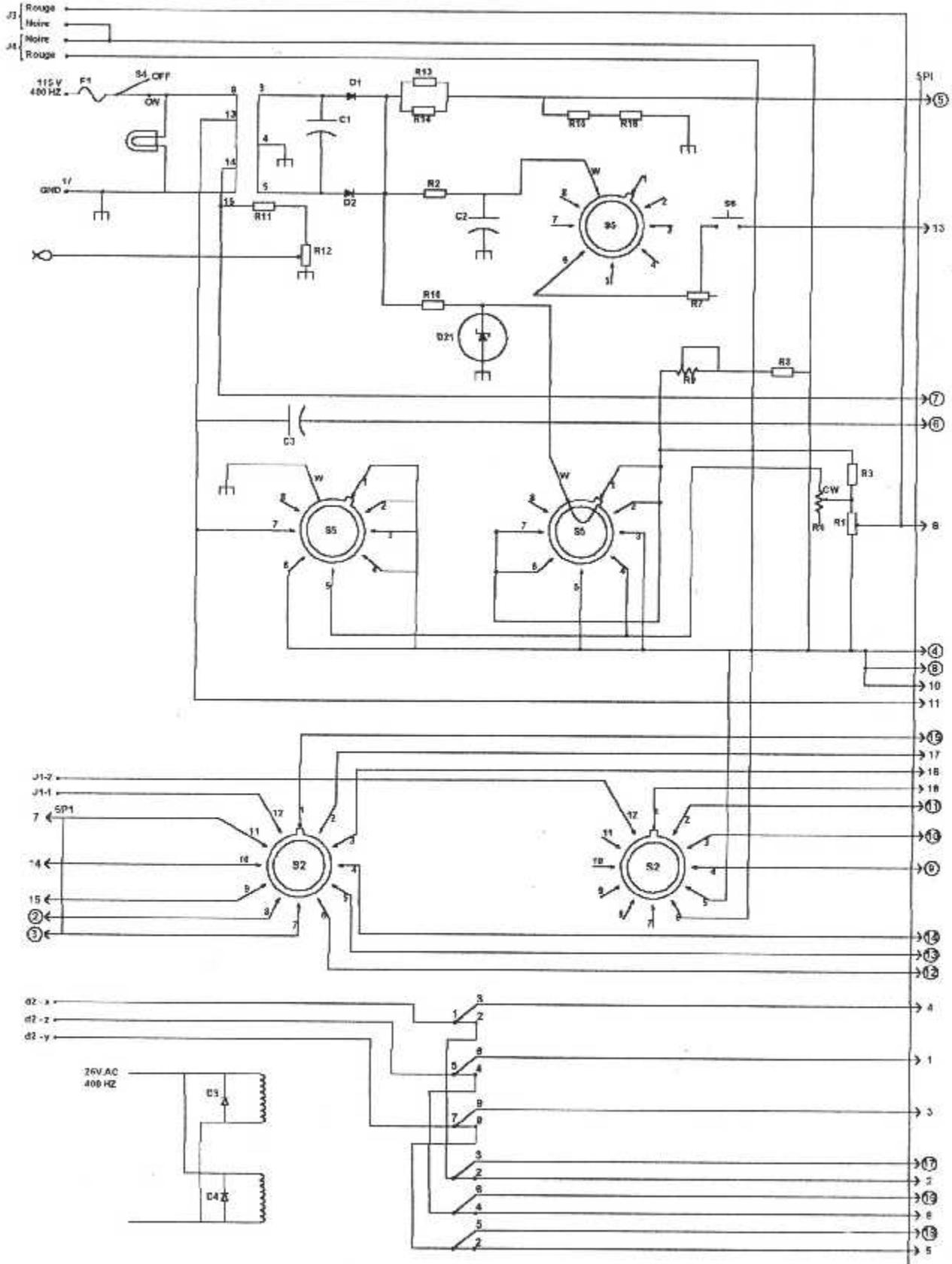


Fig (III - 2) : schéma de câblage de banc d'essais réalisé

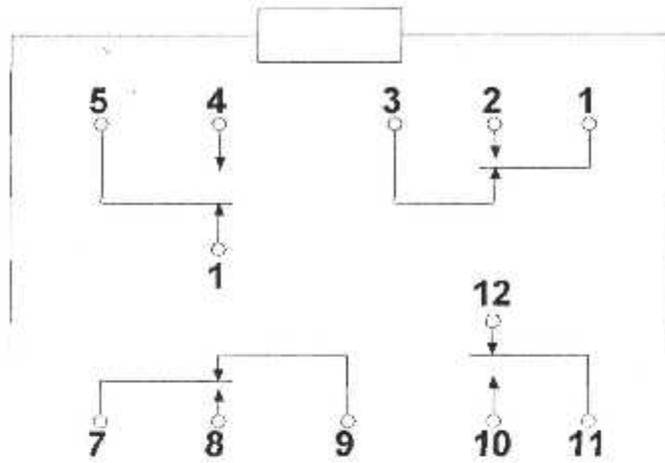


Fig (III – 3) : schéma électrique d'un relais 4RT

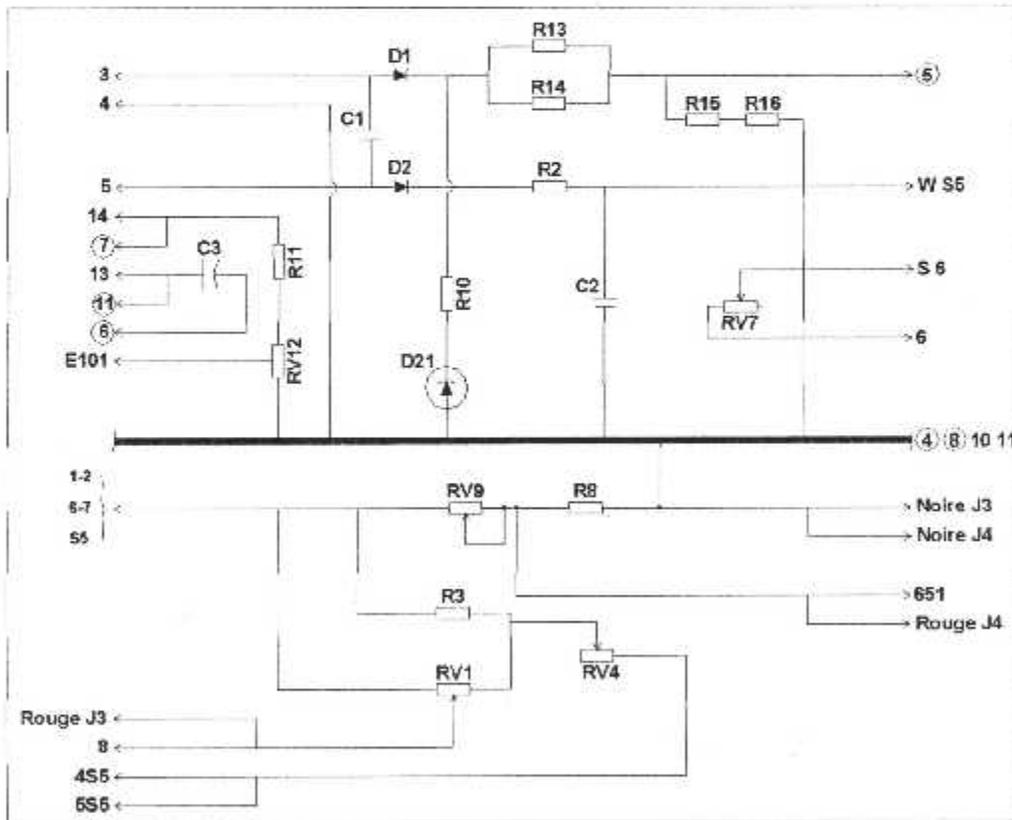
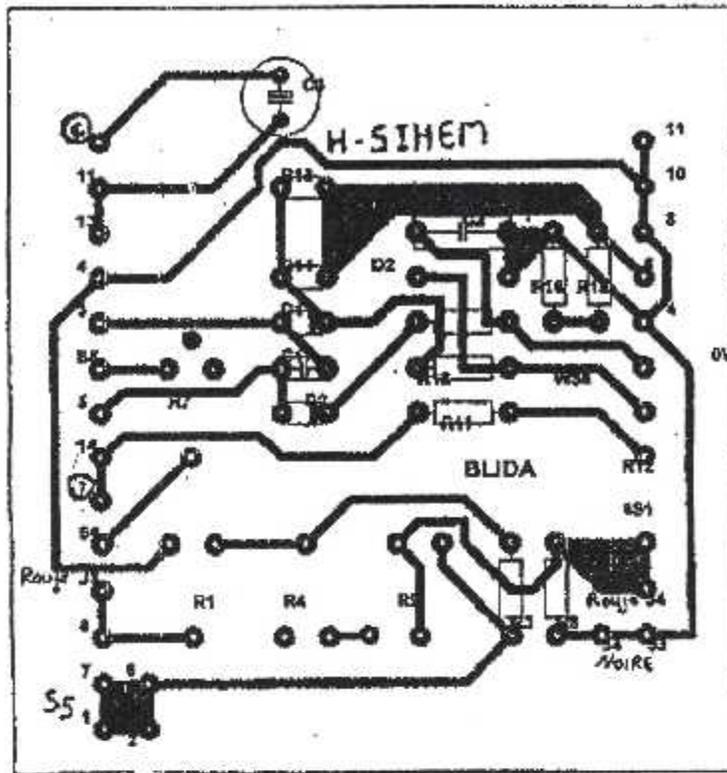
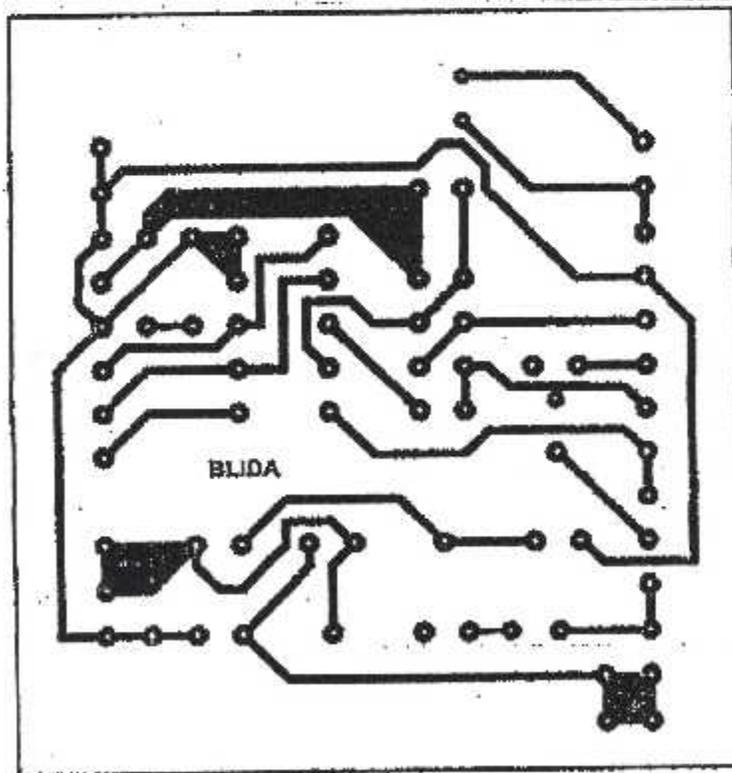


Fig (III – 4) : Les caractéristique de la carte électronique



Implantation des composantes électroniques



Représentation du circuit imprimée
Fig (III - 5) : La Carte du banc d'essais

III-3 – CONCEPTION DU BANC D'ESSAIS :

- Schéma électrique.
- Câblage.
- La mise en page.

Équipement et alimentation nécessaire requis :

- Pont de wheatstone (BRIDG) (L'OHMMITRE)
- Synchro simulateur
- Multimètre

Alimentation requise :

- 115 V + 2 V AC 400 Hz + 5 Hz
- 26 V + 2 V AC 400 Hz + 5 Hz
- 107 VDC .
- 50 VDC .
- 27,5 VDC.

III-4 – PROCEDURE DE TEST DU L'INDICATEUR (CD) :

La procédure de test détermine si le contrôleur digital est dans ses conditions de fonctionnement normal . Si le contrôleur digital ne répond pas aux normes d'un quelque test, calibrez-le selon la procédure donnée. Si la calibration n'est pas possible ou si procédure n'est pas disponible, il est important d'entreprendre les étapes suivantes :

Etape détaillée (WORK ITEMS) :

a- Enlever le boîtier du contrôleur digital.

b- Brancher l'indicateur au banc d'essai en connectant la prise 5J1 du câble à la prise 5J1 du banc d'essai.

c- Mettre et positionner les switchs de l'indicateur du contrôleur digital comme suit :

- Mode sélecteur switch 5S2 position DG
- Latitude switch 5S2 position Nord (N)

d- Mettre les switchs du banc d'essai comme suit :

-S4 position OFF

-S5 position 1

Test continuité des résistances :

a- Connecter l'ohmmètre aux pines 5J-1 et 5J-2 du banc d'essai.

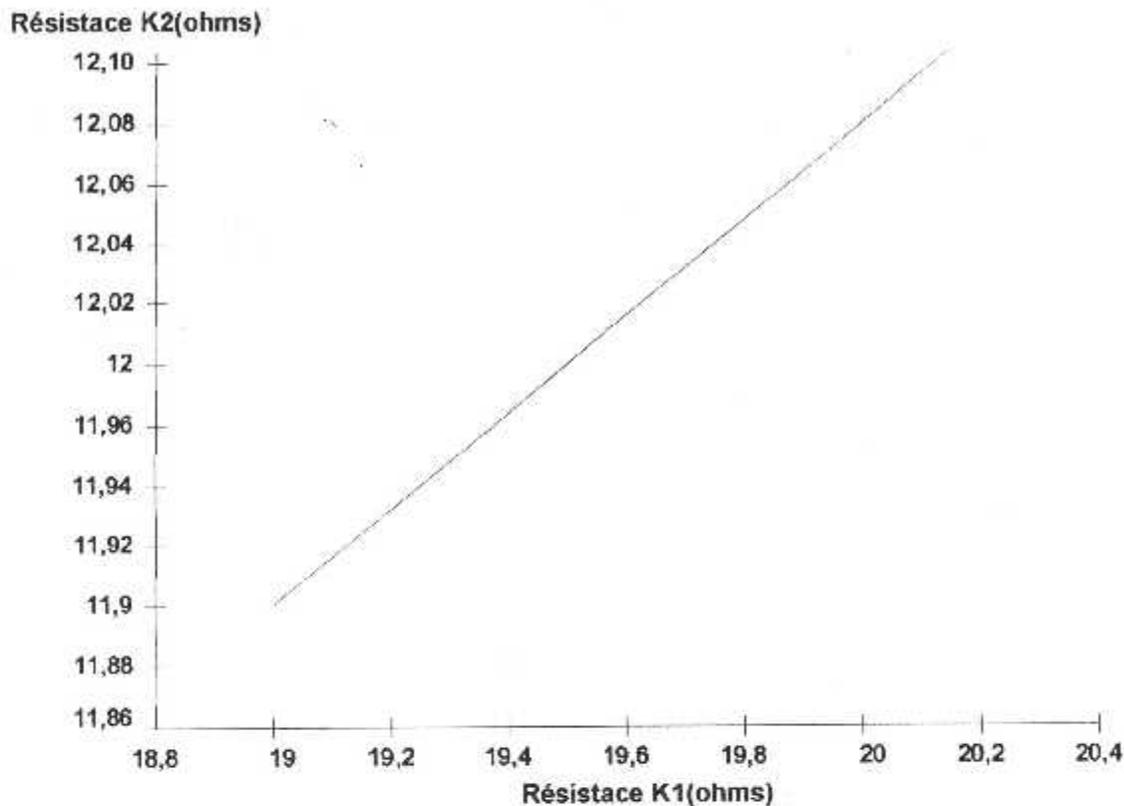
b- Effectuer tous les tests en mettant les résistances suivant le tableau n° :1

c- L'ohmmètre doit indiquer les valeurs du tableau 01. Ces tests vérifient toutes les résistances du tableau 01 et les switchs 5S1 et 5S2.

TABLEAU N° 01
MESURES DES RESISTANCES

Résistances sous test	Position des switchs		Réglage du contrôleur digital			Indication de l'ohmmètre
	S1	S2	Latitudes degrés	5S2 N-S	5S1 Mag-DG	
5R9	1	1	-	-	-	21.500 ± 250 Ω
5R9	2	1	-	N	-	21.500 ± 250 Ω
5R11B	3	1	90°	N	-	16.667 ± 550 Ω
5R9	3	1	-	S	-	21.500 ± 250 Ω
5R11B	2	1	90°	S	-	16.667 ± 550 Ω
5R11B	4	1	0°	-	-	200 Ω au moins
5R11B	4	1	16°	-	-	200 Ω au moins
5R11A	5	2	0°	S	-	200 Ω au moins
5R11A	6	2	0°	N	-	200 Ω au moins
5R11A (K1)	6	2	90°	N	-	19.660 ± 900 Ω
5R12A et 5R13	6	3	-	N	-	K2 ± 900 Ω
None	7	4	-	-	-	2 Ω au moins
5R12	8	5	-	-	-	2700 ± 135 Ω
5R12	9	5	-	-	-	1300 ± 65 Ω
None	10	6	-	-	-	2 Ω au moins
None	11	4	-	-	MAG	2 Ω au moins
None	11	4	-	-	DG	2M Ω au moins

- La résistance K2 est calculée en utilisant la valeur de la résistance K1.
- La résistance K1 est représenté sur L'axe des abscisses et K2 sur l'axe des cordonnées alors que K2 est représentée sur l'axe des ordonnes voir la fig (III-6) .

**Fig (III-6)**

III-5-Etape détaillée (WORK ITEMS) :

1- Calibration de la résistance variable 5R11 :

a-Connecter la multimètre aux points (1.2) la résistance 5R11 .Mettre mètre le contrôle l'altitude a 0 par le sélecteur à l'index, quand la tige de commande est totalement au sens anti-horaire CCW.

b-Faire tourner le bouton du potentiomètre jusqu'à avoir une indication minimale du multimètre , après serrer le boîtier .

c-tourner la bouton de l'altitude complètement dans le sens horaire CW, puis complètement dans le sens anti-horaire en observant le multimètre

2-Calibration de Latitude et circuit de correction :

a- Connecter la multimètre aux points (1.2) dans le front de la section de la résistance variable (5R11A).

a- Ce test vérifié quand le contrôle de multimètre est positionné en fonction de l'ohmmètre .

b- Le multimètre doit indiquer 200 au moins ce pont aligner électriquement mécaniquement le zéro dans la résistance variable 5R11 .

b- Tourner la bouton de contrôle l'altitude dans le sens horaire CW à 90° et enregistres les valeur de K1 .

c- Localiser la résistance mesurée au point 8.c (4) (b) dans l'axe de k de la et projeter les points vers la courbe .

d-Localiser les points correspondants à l'axe K2 de la enregistrer les valeurs de K2

e-Connecter la multimètre entre le point 2 de 5R11A et le point 10 de 5Z101. Régler la résistance 5R11 jusqu'à l'obtention de la valeur $K2 \pm 20$ qui indique par le multimètre.

3- Tester annonceur :

Mettre

a- Le switch d'alimentation S4 position ON

b-Le switch S5 position 3 .

c-Le switch S5 position 4 .

d-Le switch S5 position 5 .

e-Le switch d'alimentation S4 position OFF .

4- Test de la panne d'alimentation de puissance (Power Failure Indicator)

a-Le switch S4 position ON le switch S5 position 6 .

b-Presser et fixer le switch S6 .

b- Le multimètre doit indiquer $16,660 \pm 900$.

e-Ce point ajuste la résistance maximale pour le circuit de correction de l'altitude .

a- L'index de annonceur déplace vers la droite . Ce test vérifié au minimal le signale de réponse pour 5M1.

b- L'index de annonceur déplace vers la gauche .

c-L'index de l'annonceur du contrôleur digital dévie à 40° et en plus vers la droite ce test vérifié au maximum le signale de réponse pour 5M1 .

d-L'index de l'annonceur du contrôleur digital dévie à 40° et en plus vers la gauche .

a- Une portion rouge de l'indicateur de défaut de l'alimentation du contrôleur digital disparue complètement .

b- Une portion rouge de l'indicateur de défaut de l'alimentation du contrôleur digital disparue complètement .

Cette vérification de l'opération de 5 M2 simule les 115 V de l'alimentation d'entrée du system normale.

- c- Libérer le switch S6.
 - d- Le switch S4 position S6.
- 5-Test des lampes (Test panel light) .

Mettre :

- a- Le switch S4 position ON.
- b- Le switch S5 position 7.

- c- Le switch S5 position 1.
 - d- Le switch S4 position OFF.
- 6-Test Heading (CAP) d'indicateur digital :

Mettre :

S4 position ON.

S3 position 1.

S5 position 1.

a-1- Connecter la pince E 101 à l'extrémité du 7.5(+0.3+1.5) point 8 de carte Z 102. Connecter le multimètre de l'ampli aux extrémités 15 et 16 en empêchant l'engrenage de tourner en maintenant la roue avec la main qui est connectée au compteur .

a-2- Libérer l'engrenage et observer le heading sur le contrôleur digital . Ce test vérifie la direction et la rotation du compteur .

b- Connecter les terminaux S1 , S2 , S3 dans le standard synchro transformer J2- X , J2-Y , J2-Z respectivement dans le banc d'essai du contrôleur digital .

c- Appliquer 26 VAC 400 HZ vers les terminaux transmetteur R1.R2 pour le standard transmetteur .

d- Supprimé .

e- Mettre le standard transmetteur qui sont donnés dans le tableau n° 02.

b-Les trois lampes du contrôleur digital doivent être allumées ce test vérifie les lampes .

c-Les trois lampes s'éteignent .

a-1- Le multimètre doit indiquer 7.5(+0.3+1.5) V(AC). Ce test est pour vérifier le gain de l'ampli .

a-2- L'indicateur heading doit tourner sensiblement à une vitesse de 20° par minute au plus .

Ce test vérifie la direction et la rotation du compteur .

c- excitation du rotor de synchro .

d- L'indicateur doit donner l'indication de cap dans le tableau de cap dans le tableau 2.

Ce test vérifie la précision ou bien la justesse de cap d'indicateur .

f- Mettre le switch d'alimentation S4 position OFF .

7 - Calibration du contrôle transformateur 5B2. :

a- Connecter les bornes S1, S2, S3 pour le standard J2-X , J2-Y, J2-Z , respectivement dans le banc d'essai du contrôleur .

b- mettre :

S3 position 1.

S4 position ON .

c- appliquer les 26 V , 400Hz vers les bornes de R1 , R2 pour le standard transmetteur synchro.

b- Tap lightly .

c- Excitation de rotor de standard transmetteur synchro .

Réglage de transmetteur	Indication de cap d'indicateur
0°	000 ± 002
60°	0600 ± 002
120°	1200 ± 002
180°	1800 ± 002
240°	2400 ± 002
300°	3000 ± 002

Tableau N° 02

standard SYNCHRONIC	Heading indicateur	Erreur
0	0003	0003
30	0303	0003
60	0602	0002
90	0903	0003
120	1203	0003
150	1504	0004
180	1804	0004
210	2103	0003
240	2403	0003
270	2702	0002
300	03003	0003
		12 00 36
		000 3

Tableau N° 03

- d- Mettre le standard transmetteur synchro de CAP vers 0 .
- e- Tourner le standard transmetteur synchro vers 330°, dans les 30° incréments d'augmentation .
- f- Calcul de l'index d'erreur en prenant les 12 headings des étapes 8 (d et e) et calculer la moyenne d'erreur .
- g- Relâcher les agrafes au contrôle transformeur 5 B2 et tourner son stator pour élever l'index d'erreur au CW : C'est les sens horaire (erreur négative) et CCW : c'est le sens anti-horaire (erreur positive) .
- h- Répéter l'étape (8.a) a travers l'étape (g) jusqu'à l'index d'erreur' aussi calculer dans (f) est au minimum.
- i- Met le switch d'alimentation S4 position OFF.
- 8- Test synchro transmetteur 5 B1 :
- a – Mettre le switch d'alimentation S4 position ON – S3 position 2
- b- Connecter les bornes S1,S2,S3 dans le standard transmetteur synchro vers les bornes J1, X,J2-Y, J2-Z respectivement dans le banc d'essai du contrôleur.
- c- Appliquer les 26 V en AC, 400Hz dans les bornes R1, R2 pour dans le standard transmetteur synchro.
- d- Tourner le synchronising contrôle dans le contrôleur digital dans le sens horaire (SW)
- e- Tourner le synchronising contrôle dans le contrôle digital dans le sens anti-horaire (CCW).
- f- Mettre le standard synchro transmetteur vers 0° et tourner le synchronising contrôle jusqu'au CAP d' indicateur doit indiquer le $0.000 \pm 000.2^\circ$.
- g- Tourner le synchro transmetteur a vers 90°
- h- Tourner le synchro transmetteur a travers 0° vers 270°
- i- Retourner le synchro transmetteur vers 0° de CAP et mettre le switch d'alimentation S4 sur position OFF.
- d- Note et enregistrement de l'indication
- e- Enregistrer l'indication de CAP d' indicateur de chaque position de synchro transmetteur standard.
- f- Cette étape enlève l'index d'erreur s'il le headings d'erreur constant pour contrôle transformeur 5B2.
- g- L'index d'erreur doit donne le $0.0 \pm 0.1^\circ$.
- b- On tourne le synchro transmetteur.
- c- Excitation du rotor pour le standard transmetteur synchro.
- d- L'indicateur de CAP doit donner plus d'échelle (IPSCALE).
- e- Ce test vérifie la direction de la rotation de synchro. Le CAP d' indicateur doit donner d'échelle (DOWNS CALE).
- g- Le CAP d' indicateur doit indiquer le $090.0 \pm 000.3^\circ$.
- h-Ce test vérifie la précision de la sortie du synchro heading , d' indicateur doit indiquer 270.0 ± 000.3 .

III - 6- recherche des pannes :

panne	étape	Procédure d'isolation	Indication normale	Si indication est normale	Si indication est anormale
Test de continuité et de résistance	1	Vérifier : 5R9, 5R14, 5R15, 5S1 et 5S2	Les résistances sont données dans le tableau (01). Le switch(contact) a une résistance de 2 ohms ou moins lorsqu'il est fermé, 20 Méga ohms lorsqu'il est ouvert	Vérifier la continuité de cablage	Remplacer 5R9, 5R14, 5R15, 5S1 et 5S2
Calibration de la résistance variable 5R11	2	Vérifier la continuité de cablage	2 ohms ou moins pour chaque fil	Remplacer 5R11	Vérifier le cablage
Calibration de la latitude et de circuit de correction	3	Vérifier la continuité de cablage	2 ohms ou moins pour chaque fil	Remplacer 5R12 et R13	Vérifier le cablage
Test annonceur			47,000 ± 2,350 ohms	Passer à l'étape 5	
Test la panne de l'alimentation de puissance	6	Déconnecter le connecteur du digital contrôleur et du banc d'essai. Vérifier le cablage de 5J1 et les pines 13 et (4) .	2 ohms ou moins pour chaque fil	Remplacer 5R2	Vérifier le cablage
Test des lampes	7	Déconnecter le connecteur du digital contrôleur et du banc d'essai. Vérifier le cablage et les douilles des lampes et 5J1 et les pines 11 et 12	2 ohms ou moins pour chaque fil	Remplacer IL1, IL2 et /ou IL3	Vérifier le cablage

panne	étape	Procédure d'isolation	Indication normale	Si indication est normale	Si indication est anormale
Test heading (CAP) indicateur digital	7A	Si la pine 15 ne donne pas 16V vérifier la connection du cablage	Le cablage est correcte	Remplacer la résistance R8 accordée à la figure 1101, index 9A	Corriger le cablage
	8	Si le CAP indicateur est placé en l' inverse Vérifier les pines de 5J1, les points 2, 5 et 6	Le cablage est correcte	Rechercher les fils inversées du synchro 5B2	Corriger le cablage
	9	Si le CAP indicateur ne tourne pas ou tourne à moins de 20 degrés par minute, vérifier le courant inverse et le blocage des engrenages (paragraphe 4 et 5) .si la panne est y, mesurer la tension en CA entre les pines 22 et 15 et entre 22 et 16 avec les engrenages callés.	2,5 volts CA ou plus à chaque pine	Passer à l'étape 10	Passer à l'étape 11
	10	Mesurer la tension en CA entre : 5Z102-22 et 5TB1-7	10 ± 2 VCA 26 ± 3 VCA	Remplacer 5MG1	Vérifier le cablage
	11	mesurer la tension en CA entre 22ct8	0,100 volts CA ou moins	Passer à l'étape 12	Vérifier le cablage et passer à l'étape 14
	12	mesurer la tension en CA entre 22 et 24	$+5 \pm 2$ VCC	Vérifier les enroulements de la contre réaction du ggénérateur 5MG1 (gnd et fil marron), le champ de enroulements du moteur contrôleur entre les fils (orange, violet, vert, jaune et bleu) et la partie électrique de l'amplificateur 5Z.102	Vérifier le cablage \pm
	13	annuler			

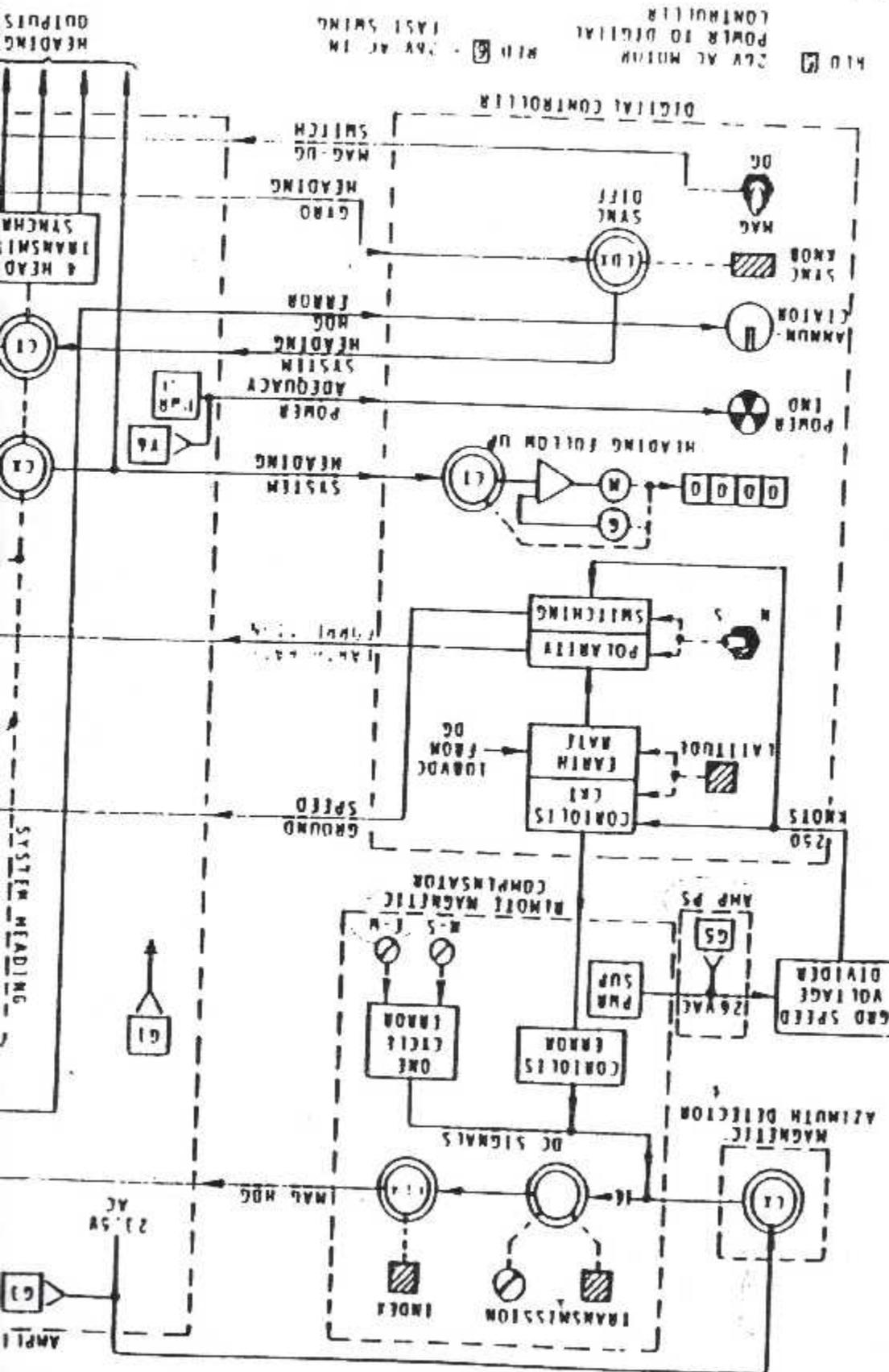
panne	étape	Procédure d'isolation	Indication normale	Si indication est normale	Si indication est anormale
Test heading (CAP) indicateur digital (compteur)	14	Mettre S3 à 2 Déconnecter la pine E101 et le fil rouge blanc de 5B2 pour 5Z102 de la pine 8. Mesurer les résistance entre les points suivants : 5TB2-1 et 5TB2-2 5TB2-2 et 5TB2-3 5TB2 fil rouge blanc et 5Z102-9	100 ± 10 ohms 100 ± 10 ohms 560 ± 56 ohms	Vérifier la connection du cablage	Remplacer 5B2
Calibration contrôle transformateur 5B2	15	Exécuter 7C ; 8(a) à travers g	Index erreur doit indiquer 0,0 ± 0,1 degré	(NA)	Remplacer 5B
	16	Mettre S3 à 1 Mesurer les résistance entre les points suivants : 5TB1-1 et 5TB1-2 5TB1-2 et 5TB1-3 5TB1-4 et 5TB1-5 5TB1-5 et 5TB1-6	32,0 ± 4,8 ohms 32,0 ± 4,8 ohms 25,0 ± 3,8 ohms 25,0 ± 3,8 ohms	Vérifier la connection du cablage	Remplacer 5B1

Conclusion

L'étude de la chaine de cap type sperry « C-12) ; ainsi que la réalisation du banc d'essais de son accessoire (contrôleur digital) , et l'ensemble des travaux effectués au cour de notre stage à AIR ALGERIE ; nous ont permis d'acquérir des connaissances aussi bien pratique que théorique surtout dans le domaine de la maintenance ; l'électronique ; et de toucher de près à la profession d'un avionicien .

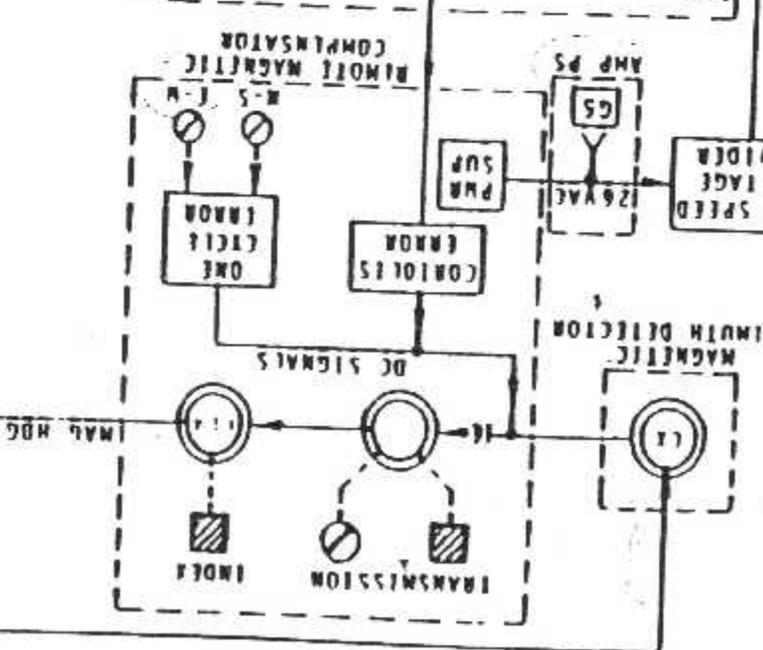
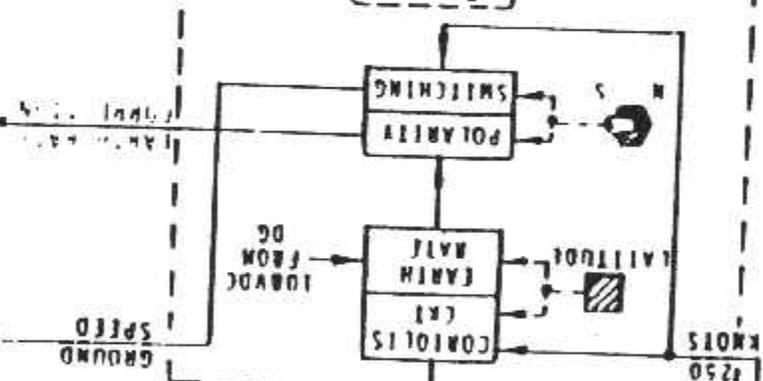
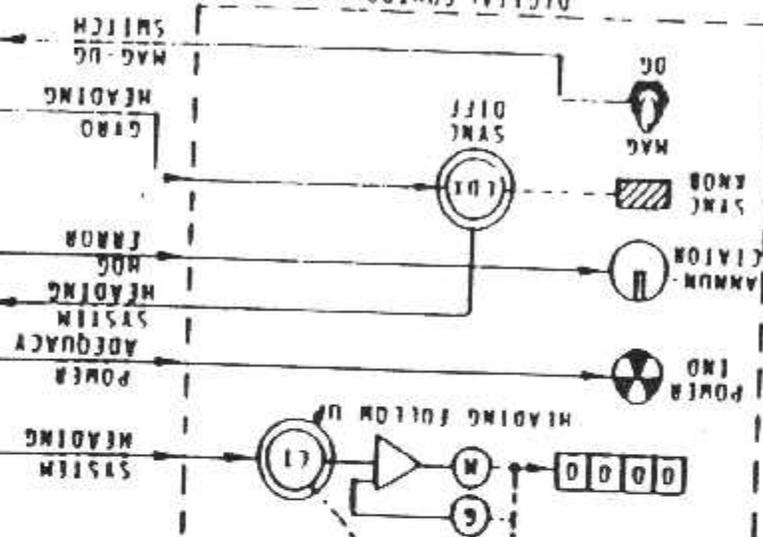
Nous souhaitons que le bonc d'essai ainsi que ce memoire servira à l'atelier équipements de bord I.B . Et comme un document de base pour les promotions detudiants avioniciens .

ANNEXE A



26V AC MOTOR POWER TO DIGITAL CONTROLLER WITH 26V AC IN

DIGITAL CONTROLLER



HEADING OUTPUTS

4 HEAD TRANSMISSION SYNCH

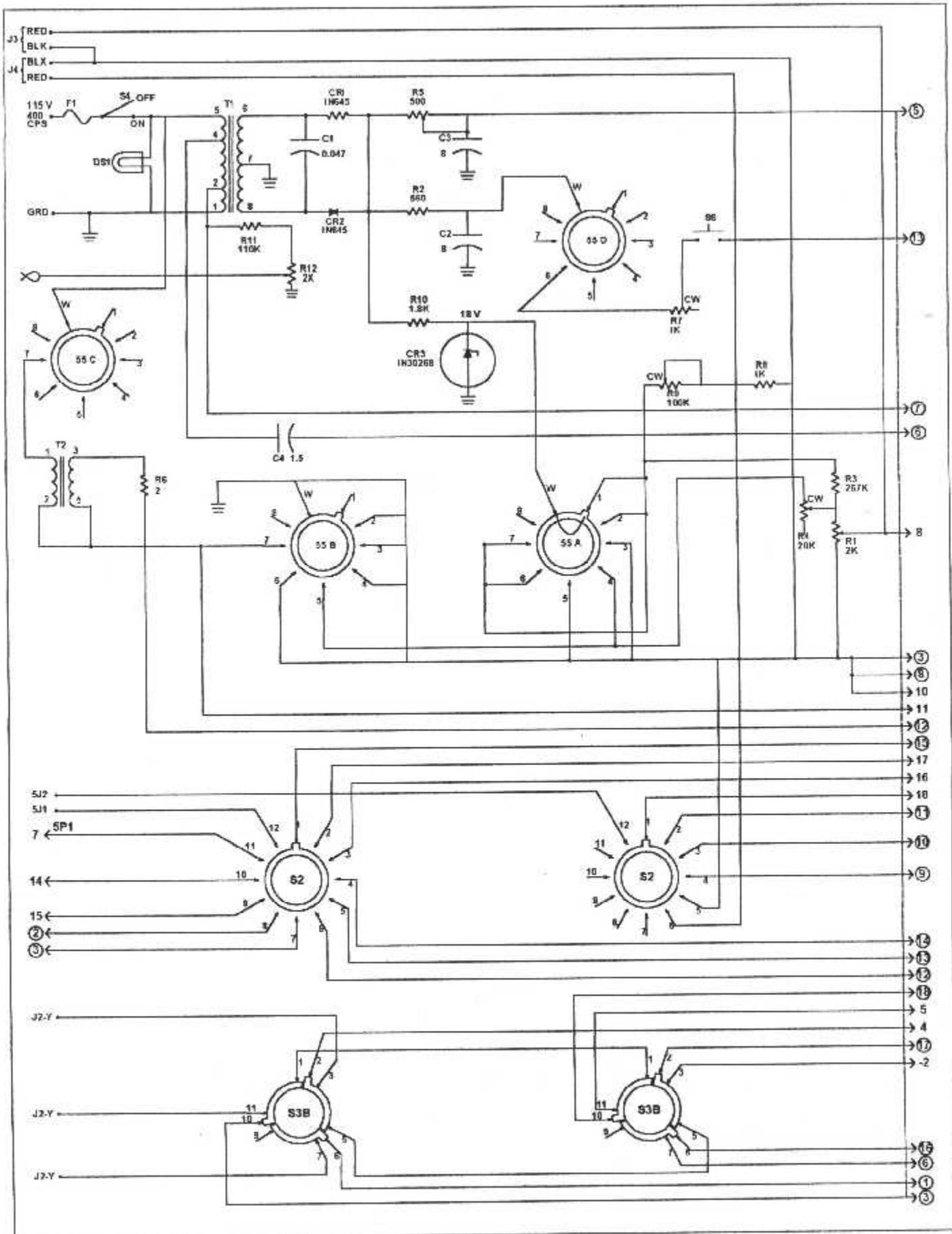
SYSTEM HEADING

22.5V AC

AMPLI

ANNEXE B

ANNEXE C



Schma de cablage
du constructeur

ANNEXE D

Les caractéristiques générales de cette carte :

RV1 = 2 K Ω → 1w
R 2 = 560 Ω → 1w
R 3 = 267 K Ω → ¼ w
RV4 = 20 K Ω → 1w
RV7 = 1 K Ω → 1w
R8 = 1 K Ω → 1w
RV9 = 100 K Ω → 1w
R10 = 1,8 K Ω → 1w
R11 = 110 K Ω → ¼ w
RV12 = 10 K Ω → 1w
R13 = 1 K Ω → 7 w
R14 = 1 K Ω → 7 w
R15 = 680 K Ω → 7 w
R16 = 120 K Ω → 11w
C1 = 0,47 μ F → 200 VDC
C2 = 10 μ F → 150 V
C4 = 2 μ F → 153 v
D = AN 4004
DZ1 = AN 3026 → 18 V
L = 2 A

La fiche : Matring conector caneau

KOA 321 –385 N