

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD MONTFRET



Pierre GILLARD/2025-633804

Indicateurs HSI, RMI et ADI

© Département d'avionique Document à des fins de formation

1

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD MONTFRET

Avant de débiter le cours ...



Merci !

© Département d'avionique Document à des fins de formation

2

Présentation du cours

Image : Pierre GILLARD Photoshop Work



- Principe du gyroscope (rappel).
- Transmission d'une information angulaire.
- Le moteur pas-à-pas unipolaire.
- Le gyroscope directionnel.
- La sonde magnétométrique.
- L'Horizontal Situation Indicator (HSI).
- Étude du système King KCS55A.
- Le Radio Magnetic Indicator (RMI).
- Étude du RMI King KI229.
- Le gyroscope vertical.
- L'Attitude Director Indicator (ADI).
- Évolution : systèmes combinés.

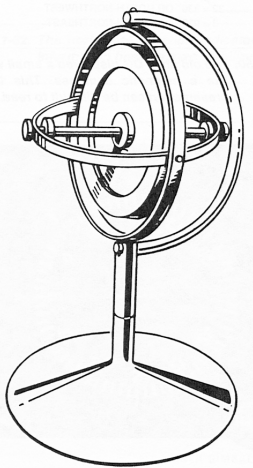
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

3

Principe du gyroscope (rappel)

ASP-1-46



- Un gyroscope est un assemblage comprenant un rotor qui tourne à haute vitesse à l'intérieur d'un ensemble de supports, appelés « cardans » qui permet à son axe de pointer dans toutes les directions.
- Les applications du gyroscope sont basées sur deux caractéristiques fondamentales :
 - L'inertie gyroscopique.
 - La précession.

© Département d'avionique

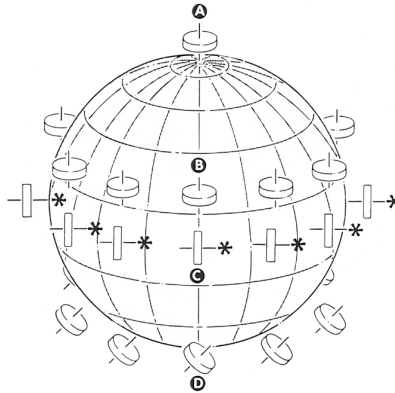
Document à des fins de formation

4

Principe du gyroscope (rappel)

L'inertie gyroscopique

- C'est la tendance de toute masse en rotation à maintenir son plan de rotation s'il n'est pas perturbé.



EA-AV-5-02

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

5

Principe du gyroscope (rappel)

L'inertie gyroscopique

- Exemple : stabilisation d'un missile air-air de CF-18 :



Photo © Pierre GILLARD/2023-537192

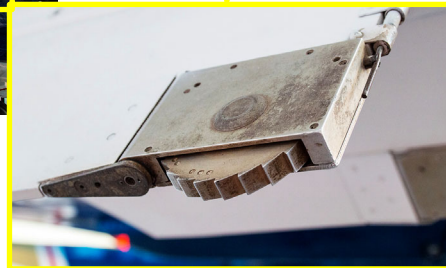


Photo © Pierre GILLARD/2023-537187

© Département d'avionique

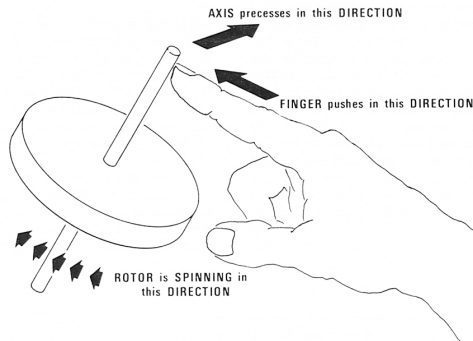
Document à des fins de formation

6

Principe du gyroscope (rappel)

La précession

- C'est la tendance d'une masse en rotation qui, lorsqu'on applique une force perpendiculairement à son axe de rotation, pivote avec 90° de retard dans le sens de rotation de cette masse.



EA-AV-5-01

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

7

Transmission d'une information angulaire

- Plusieurs moyens existent pour transmettre l'information d'un capteur de position à un indicateur situé à distance :

Selsyn DC :

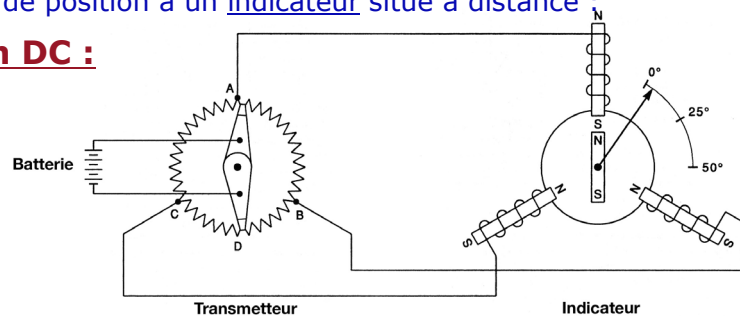


Image :ASP p62/Dépt. d'avionique

Le transmetteur est constitué d'une résistance « circulaire » et son axe est mécaniquement lié à un balai pivotant alimenté par une tension DC. Selon la position du balai, les tensions sont différentes dans les trois éléments de la résistance circulaire (AB, BC, CD). Chaque tension produite par le transmetteur va se retrouver copiée dans le bobinages de l'indicateur dont l'aimant permanent va s'orienter dans la même direction que celle du transmetteur.

© Département d'avionique

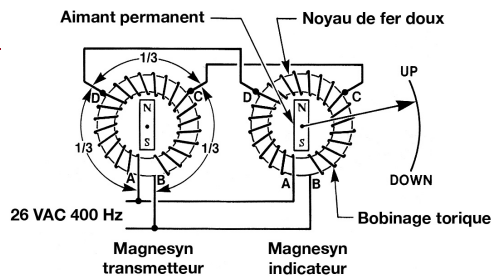
Document à des fins de formation

8

Transmission d'une information angulaire

- Plusieurs moyens existent pour transmettre l'information d'un capteur de position à un indicateur situé à distance :

Magnesyn (AC) :

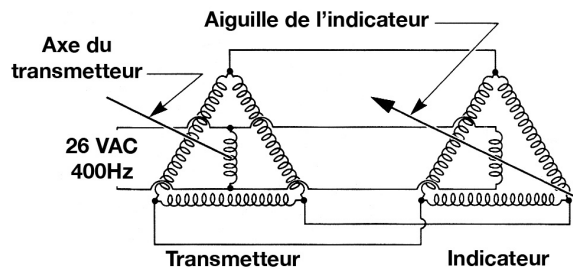


L'avantage du Magnesyn par rapport au Selsyn est qu'il n'y a pas de balai ni dans le transmetteur, ni dans l'indicateur. Il est donc beaucoup plus fiable. Par contre, il nécessite une alimentation AC de 26 volts en 400 Hz. Celle-ci alimente un bobinage torique enroulé sur un noyau circulaire de fer doux. Deux connexions intermédiaires (C et D) sont reliées entre elles. Ainsi, l'orientation du champ magnétique induit par l'aimant permanent du transmetteur est « recopiée » dans l'indicateur.

Transmission d'une information angulaire

- Plusieurs moyens existent pour transmettre l'information d'un capteur de position à un indicateur situé à distance :

Autosyn (AC) :

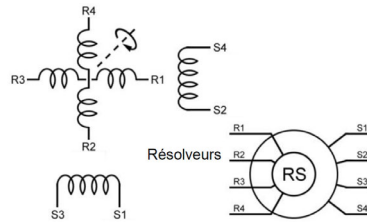


Le principe de l'Autosyn est semblable à celui du Magnesyn, mais, au lieu d'avoir des aimants permanents orientables, il s'agit maintenant d'aimants électromagnétiques.

Transmission d'une information angulaire

- Plusieurs moyens existent pour transmettre l'information d'un capteur de position à un indicateur situé à distance :

Le résolveur (resolver) :



Un résolveur utilise deux bobines fixes (stator) « SIN » et « COS » montées à 90° l'une de l'autre pour créer l'orientation d'un champ magnétique. Les tensions de sortie aux bornes des bobines du rotor varient en fonction de l'angle de positionnement de celui-ci par rapport au champ magnétique. Le rotor peut aussi être un simple aimant permanent qui s'alignera en fonction de l'orientation du champ magnétique (exemple : ADF).

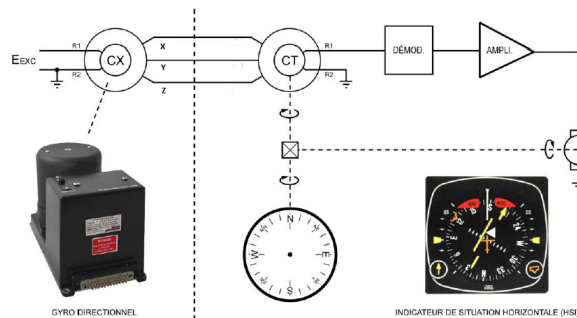
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

11

Transmission d'une information angulaire

Exemple d'utilisation avec un gyroscope directionnel



Il y a une rétroaction mécanique appliquée sur le rotor du récepteur CT après le déplacement de la rose des vents du HSI, annulant le signal d'erreur à l'entrée de l'amplificateur.

© Département d'avionique

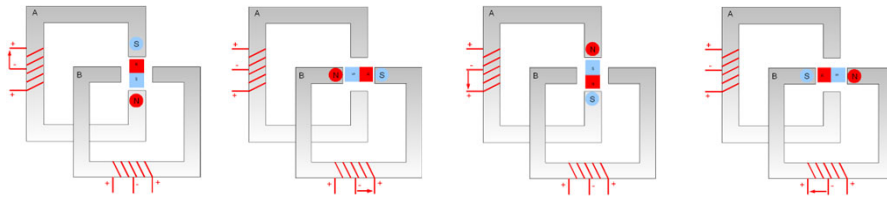
Document à des fins de formation

12

Le moteur pas-à-pas unipolaire

Principe

Images : Wikipedia



- Le stator est constitué de deux bobines doubles placées à 90° .
- Le rotor est constitué d'un aimant permanent.
- En alimentant en séquence les demi-bobines par des impulsions, on est en mesure de faire tourner l'aimant permanent par pas de 90° .
- En alimentant deux demi-bobines simultanément, on peut faire tourner l'aimant permanent par demi pas de 45° .
- S'il n'y a aucune alimentation, l'aimant restera en place.

© Département d'avionique

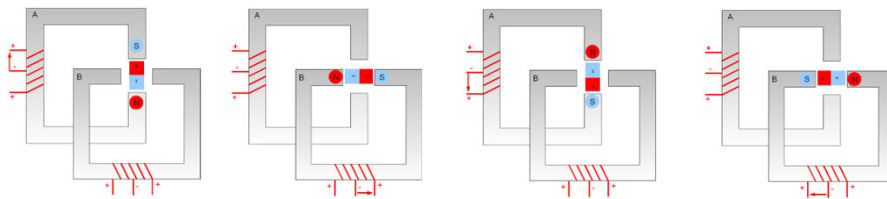
Document à des fins de formation

13

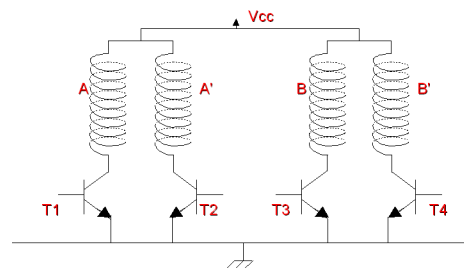
Le moteur pas-à-pas unipolaire

Contrôle

Images : Wikipedia



- Si on augmente le nombre de pôles du stator, on augmente le nombre de pas.
- Le principal avantage du moteur pas-à-pas à aimant permanent unipolaire est son contrôle aisé à l'aide de quatre transistors :

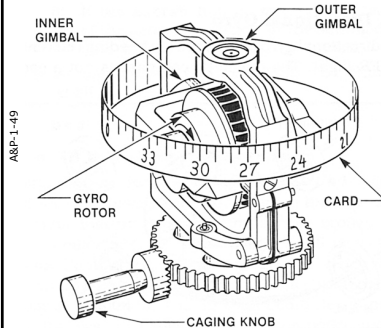


© Département d'avionique

Document à des fins de formation

14

Le gyroscope directionnel



- Lorsque le gyroscope tourne autour d'un axe situé à l'horizontale, il s'agit d'un gyroscope directionnel.
- Il est aussi appelé « conservateur de cap » ou « gyro directionnel » (*DG-Directional Gyro*).
- L'axe du rotor est horizontal et il est monté à l'intérieur de deux cardans qui peuvent tourner autour des axes perpendiculaires.
- Il s'agit donc d'un gyroscope à deux degrés de liberté.
- Sur le cardan extérieur est attaché le limbe (rose graduée en 360°), qui indique le cap (*Heading*).

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

15

Le gyroscope directionnel



Pierre GILLARD/ÉNA0065

- Sur les systèmes modernes, le limbe gradué est remplacé par une rose des vents mobile.
- Cette rose des vents doit être alignée en prenant l'information de la boussole (*Compass*) et en l'ajustant avec le bouton de réglage.

- Il y a aussi parfois un bouton de cap (*Heading*) pour le pilote automatique :



© Département d'avionique

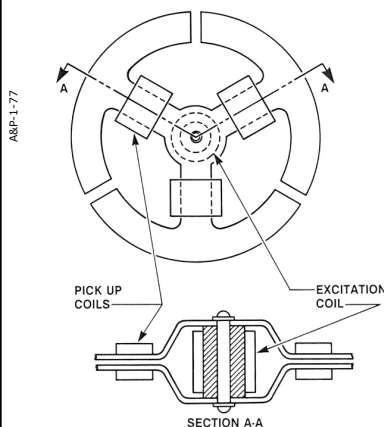
Document à des fins de formation

16

Le gyroscope directionnel

- Les erreurs du conservateur de cap :
 - Erreur de précession mécanique : à cause des forces de friction du mécanisme du gyroscope et des cardans, une dérive d'environ 3° apparaît toutes les 15 minutes.
 - Erreur de précession apparente : à cause de la rotation de la terre (mouvement apparent), il existe une dérive qui varie avec la latitude (aux pôles, on parle d'environ 15° à l'heure).
- Les erreurs du conservateur de cap doivent être corrigées toutes les 15 minutes par une synchronisation avec le compas magnétique (en vol horizontal et sans accélération).
- Sur les systèmes modernes, il ne faut plus effectuer cette correction manuellement, celui-ci étant en relation avec le système de boussole.

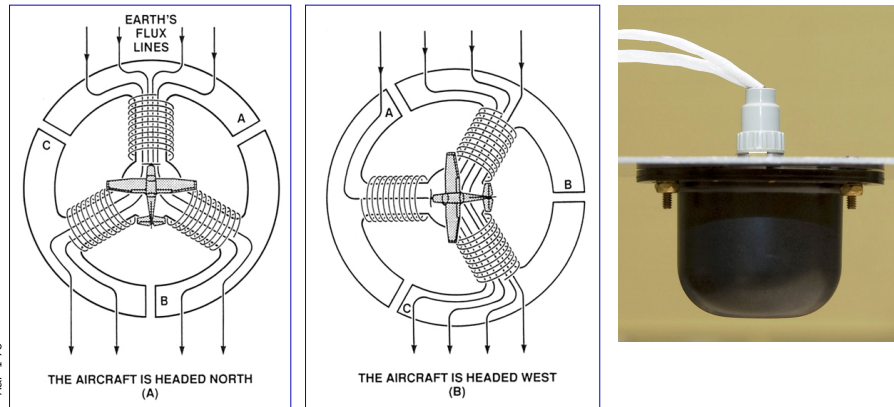
La sonde magnétométrique



- La sonde magnétométrique est parfois aussi appelée « vanne de flux » (*Flux Valve*).
- Elle est constituée de trois bobines montées à 120° les unes par rapport aux autres afin de détecter la direction des lignes de force du champ magnétique terrestre.
- Une bobine centrale d'excitation est alimentée en tension alternative à 400 Hz et est montée perpendiculairement aux trois branches.

La sonde magnétométrique

- La sonde magnétométrique permet de relever le cap de l'aéronef par rapport aux lignes de force du champ magnétique terrestre.



© Département d'avionique

Document à des fins de formation

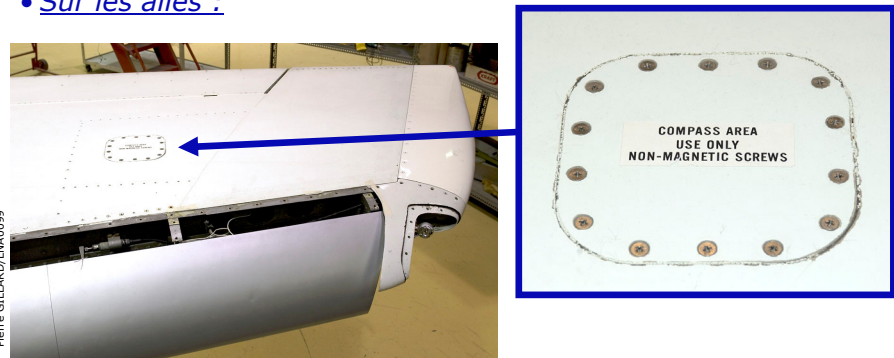
19

La sonde magnétométrique

- Les sondes magnétométriques sont toujours installées le plus loin possible de toutes les influences magnétiques de l'aéronef.

Avions

- Sur les ailes :



© Département d'avionique

Document à des fins de formation

20

La sonde magnétométrique

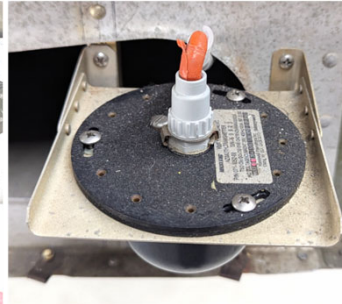
- Les sondes magnétométriques sont toujours installées le plus loin possible de toutes les influences magnétiques de l'aéronef.

Avions

- Sur les ailes :



© Bernard-Mathieu TANGUAY



© Bernard-Mathieu TANGUAY

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

21

La sonde magnétométrique

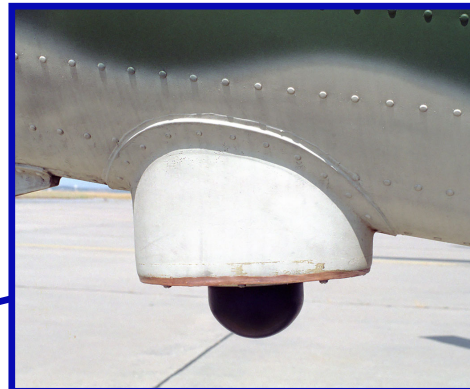
- Les sondes magnétométriques sont toujours installées le plus loin possible de toutes les influences magnétiques de l'aéronef.

Hélicoptères

- Sur la poutre de queue :



Pierre GILLARD/000555



Pierre GILLARD/2000-024-2-13A

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

22

La sonde magnétométrique

- Les sondes magnétométriques sont toujours installées le plus loin possible de toutes les influences magnétiques de l'aéronef.

Hélicoptères

- Sur la poutre de queue :



Pierre GILLARD/002030



Pierre GILLARD/2000-0041-6-10A

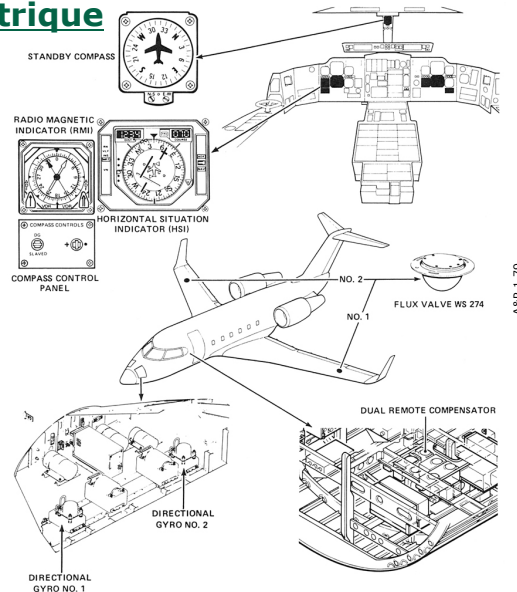
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

23

La sonde magnétométrique

- Une application de la sonde magnétométrique est d'effectuer la compensation automatique de la dérive des gyroscopes directionnels.
- Voici un exemple à bord d'un Challenger :



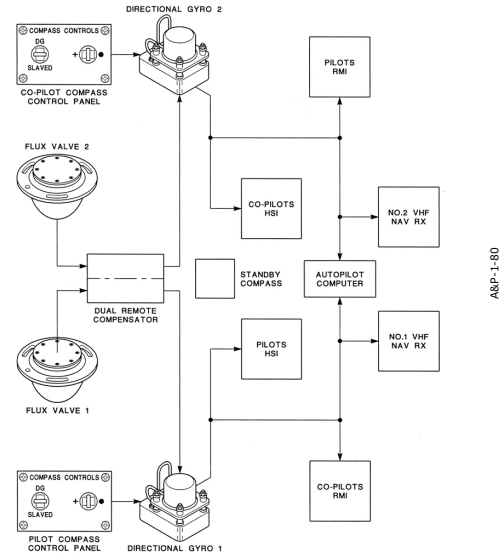
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

24

La sonde magnétométrique

- Une application de la sonde magnétométrique est d'effectuer la compensation automatique de la dérive des gyroscopes directionnels.
- Voici un exemple à bord d'un Challenger :



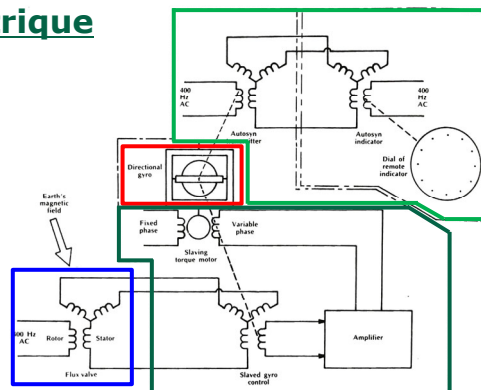
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

25

La sonde magnétométrique

- Le gyroscope directionnel est la référence stable du cap de l'aéronef.
- La sonde magnétométrique capte le champ magnétique terrestre et sert de référence pour le cap de départ.
- Par la suite, elle assure la compensation de la dérive du gyroscope directionnel.
- Un système d'autosyn permet de transmettre la direction du cap du gyroscope directionnel au cadran situé sur le tableau de bord de l'aéronef.



© Département d'avionique

Document à des fins de formation

26

L'Horizontal Situation Indicator (HSI)



Pierre GILLARD/2025-63812

- Bien souvent, sur les aéronefs équipés pour le vol aux instruments, le conservateur de cap servira aussi pour indiquer les informations du VOR-ILS.
- On parlera alors d'un « indicateur de situation horizontale » (*HSI- Horizontal Situation Indicator*).

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

27

L'Horizontal Situation Indicator (HSI)

- La dérive du gyroscope directionnel d'un système de HSI peut être compensée avec une sonde magnétométrique :



Pierre GILLARD/EN40136

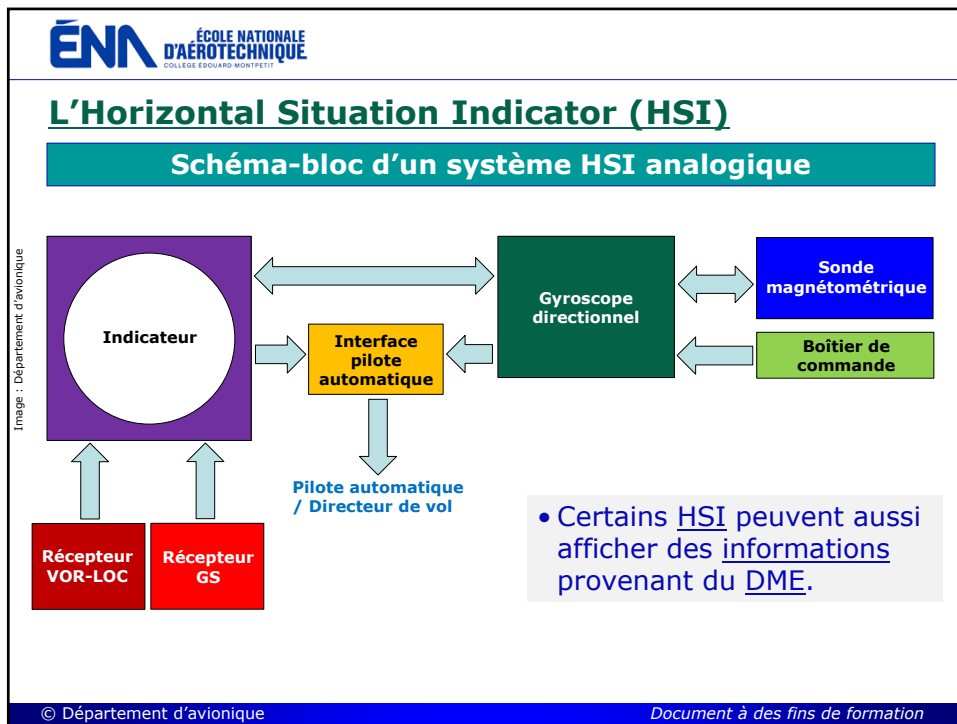


Pierre GILLARD/EN40137

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

28



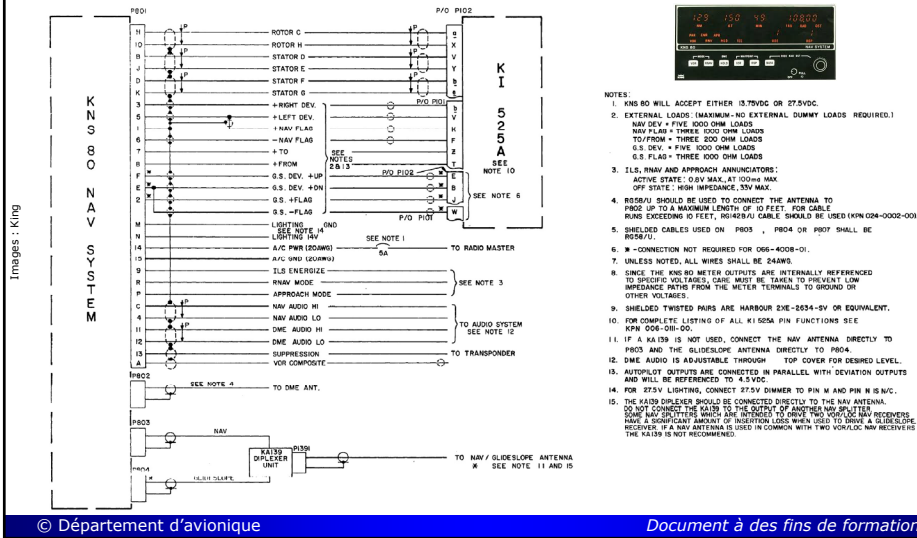
29



30

Étude du système King KCS55A

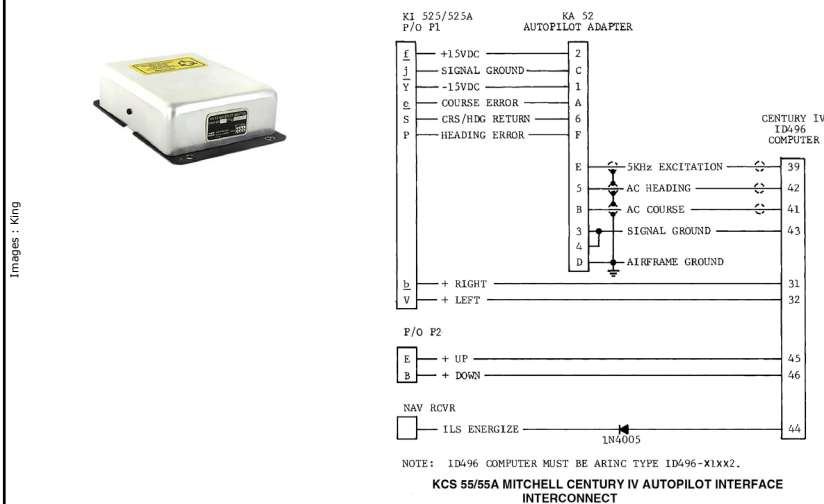
Installation d'un récepteur NAV conventionnel



33

Étude du système King KCS55A

Installation d'un adaptateur pour pilote automatique



34

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLÈGE ÉDOUARD MONTFRET

Étude du système King KCS55A

Utilisation : KI525A

The diagram shows a heading indicator with the following components labeled:

- Indication du cap (gyroscope directionnel)**: Points to the top of the scale.
- Drapeau « NAV » (récepteur VOR-LOC)**: Points to the NAV flag.
- Drapeau « TO/FROM » (récepteur VOR-LOC, caché)**: Points to the TO/FROM flag.
- CDB (récepteur VOR-LOC)**: Points to the CDB flag.
- Drapeau « GS » (n'existe pas, équivalent à aucune apparition de l'HDB)**: Points to the GS flag.
- Réglage de l'OBS (récepteur VOR-LOC)**: Points to the OBS knob.
- Drapeau « HDG » (gyroscope directionnel)**: Points to the HDG flag.
- Repère de sélection de cap (pilote automatique)**: Points to the heading selection marker.
- HDB (récepteur GS, cachée, des deux côtés)**: Points to the HDB flag.
- Réglage de présélection de cap (pilote automatique)**: Points to the heading preselection knob.
- Rose des vents mobile (gyroscope directionnel)**: Points to the mobile wind rose.

Photo © Pierre GILLARD/2025-633812

© Département d'avionique Document à des fins de formation

35

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLÈGE ÉDOUARD MONTFRET

Étude du système King KCS55A

Utilisation : KA51B

The diagram shows a heading indicator with the following components labeled:

- Indicateur d'asservissement**: Points to the top of the scale.
- Sélection d'asservissement**: Points to the SLAVE/FREE selector.
- Sélection sans asservissement**: Points to the FREE selector.
- Compensation antihoraire**: Points to the CCW knob.
- Compensation horaire**: Points to the CW knob.

Photo © Pierre GILLARD/EN136

© Département d'avionique Document à des fins de formation

36

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD MONTFRET

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de la sonde magnétométrique KMT112

NOTES:
1. MARKS — ARE WIRE IDENTIFICATION NUMBERS.

- La constitution électrique du KMT112 est assez simple : une bobine d'excitation (1-2) et les trois bobines captant le flux magnétique terrestre (3-4-5).

© Département d'avionique Document à des fins de formation

37

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD MONTFRET

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement du gyroscope directionnel KG102A

NOTES:
1. ALL CIRCUITS SHOWN ARE FOR INFORMATIONAL PURPOSES ONLY. NO GUARANTEE IS MADE FOR ACCURACY.
2. CIRCUITS SHOWN ARE FOR INFORMATIONAL PURPOSES ONLY. NO GUARANTEE IS MADE FOR ACCURACY.
3. ALL CIRCUITS SHOWN ARE FOR INFORMATIONAL PURPOSES ONLY. NO GUARANTEE IS MADE FOR ACCURACY.

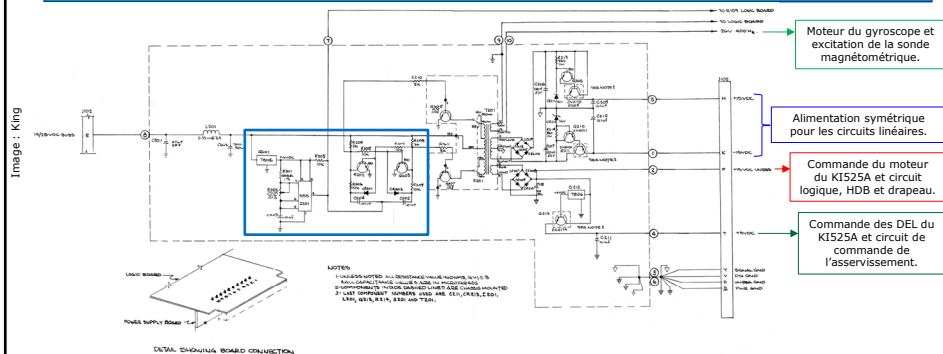
- À partir d'une seule source à 14 VDC ou 28 VDC, l'alimentation va fournir plusieurs tensions AC et DC aux différents circuits.
- Le fonctionnement est basé sur un hacheur de la tension DC alimentant un transformateur aux multiples secondaires.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

38

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement du gyroscope directionnel KG102A



- Q201 est un régulateur de tension à 6 VDC.
- Il alimente l'oscillateur à 800 Hz articulé autour d'un NE555 (I201).
- Le signal à 800 Hz entre dans un circuit flip-flop (Q202/Q203).

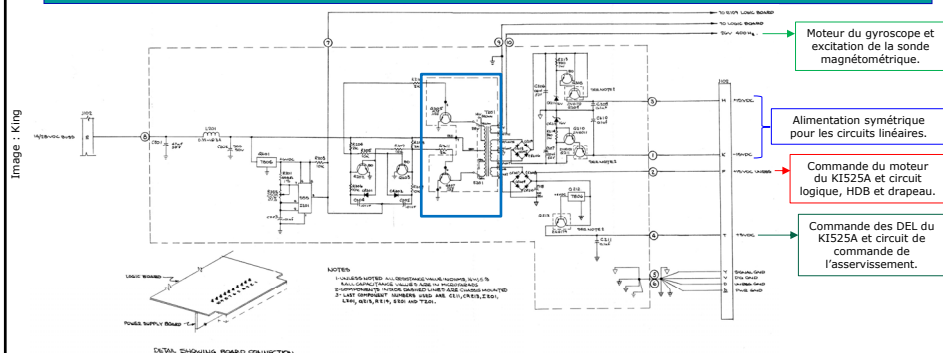
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

39

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement du gyroscope directionnel KG102A



- Le circuit flip-flop fait conduire alternativement Q205 et Q207.
- De ce fait, un courant alternatif à 400 Hz est créé dans les bobinages du primaire du transformateur.
- À noter l'interrupteur 14/28 V aux primaires du transformateur.

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

40

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD MONTFRET

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement du gyroscope directionnel KG102A

Image : King

NOTES

- 1- L'ALIMENTATION DU GYROSCOPE ET DE LA SONDE MAGNÉTOMÉTRIQUE.
- 2- L'ALIMENTATION DU GYROSCOPE ET DE LA SONDE MAGNÉTOMÉTRIQUE.
- 3- L'ALIMENTATION DU GYROSCOPE ET DE LA SONDE MAGNÉTOMÉTRIQUE.
- 4- L'ALIMENTATION DU GYROSCOPE ET DE LA SONDE MAGNÉTOMÉTRIQUE.

DATA: CHINAUTUS BOARD CONNECTION

- Le secondaire du transformateur est constitué d'un premier bobinage générant du 26 VAC à 400 Hz.
- Un second bobinage est destiné à l'alimentation 5 VDC constituée d'un pont redresseur (CR209), d'un condensateur de filtrage (C208) et d'un régulateur de tension (Q212/Q213).

© Département d'avionique Document à des fins de formation

41

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD MONTFRET

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement du gyroscope directionnel KG102A

Image : King

NOTES

- 1- L'ALIMENTATION DU GYROSCOPE ET DE LA SONDE MAGNÉTOMÉTRIQUE.
- 2- L'ALIMENTATION DU GYROSCOPE ET DE LA SONDE MAGNÉTOMÉTRIQUE.
- 3- L'ALIMENTATION DU GYROSCOPE ET DE LA SONDE MAGNÉTOMÉTRIQUE.
- 4- L'ALIMENTATION DU GYROSCOPE ET DE LA SONDE MAGNÉTOMÉTRIQUE.

DATA: CHINAUTUS BOARD CONNECTION

- Du 15 VDC non régulé est prélevé à la sortie du pont redresseur (CR209) et du condensateur de filtrage (C208).
- Un bobinage double du secondaire du transformateur est destiné à l'alimentation symétrique ± 15 VDC.

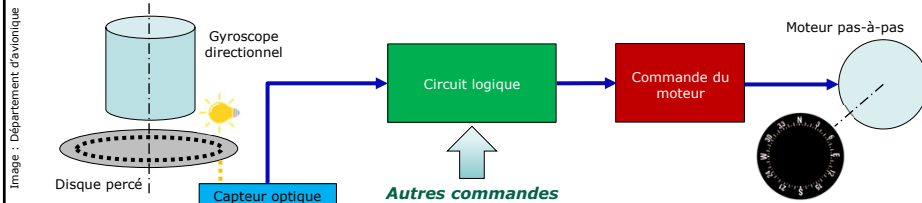
© Département d'avionique Document à des fins de formation

42

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement du gyroscope directionnel KG102A

- L'orientation du gyroscope directionnel (KG102A) doit être transmise à la rose des vents de l'indicateur HSI (KI525A).



- La direction et les mouvements du gyroscope directionnel sont mesurés par une lecture optique sur un disque percé.
- Le signal résultant de la lecture optique est traité par un circuit logique.
- Le circuit logique commande la rotation d'un moteur pas-à-pas entraînant la rose des vents dans l'indicateur HSI.

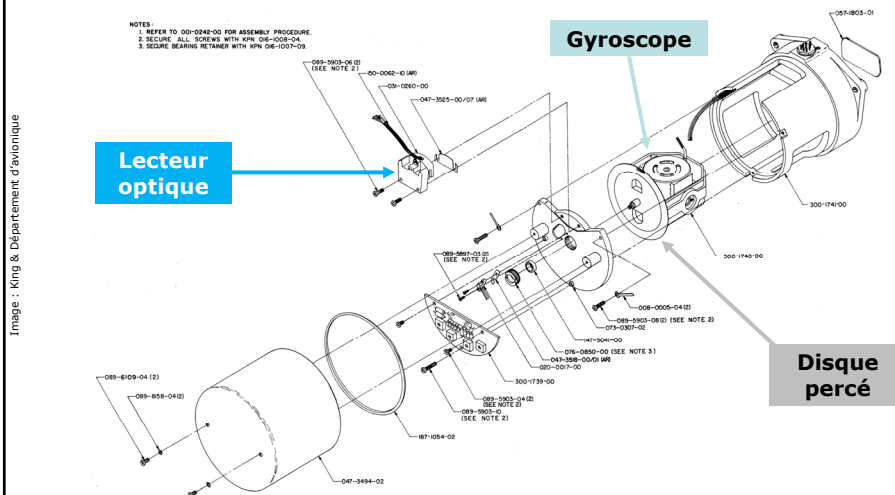
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

43

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement du gyroscope directionnel KG102A



© Département d'avionique

Document à des fins de formation

44

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD MONTFRET

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement du gyroscope directionnel KG102A

Cardan

Gyroscope

Disque percé

- Le disque percé permet un changement d'état de la lecture optique tous les 0,25°.

Succession des perçages du disque :

© Département d'avionique Document à des fins de formation

45

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD MONTFRET

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement du gyroscope directionnel KG102A

Circuit du lecteur optique

Lecteur optique

Photo © Pierre GILLARD/2025-633795

© Département d'avionique Document à des fins de formation

46

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement du gyroscope directionnel KG102A

Lecture optique du déplacement du gyroscope

Cardan extérieur

Moteur du gyroscope

Cardan intérieur

Image : King

Département d'aviation

Document à des fins de formation

47

Étude du système King KCS55A

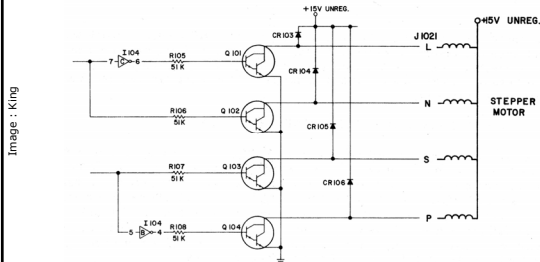
Fonctionnement du gyroscope directionnel KG102A

- Logique de contrôle du moteur pas-à-pas :

48

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement du gyroscope directionnel KG102A



- Les sorties des deux portes EXOR I107A et I107B arrivent au circuit de commande du moteur pas-à-pas situé dans l'indicateur KI525A.

- Le moteur pas-à-pas est constitué de quatre bobinages dont deux sont en opposition de phase l'un par rapport à l'autre.
- Les transistors Darlington Q101, Q102, Q103 et Q104 assurent le contrôle de chacun des bobinages du moteur pas-à-pas à partir de l'alimentation de 15 V non régulée.
- CR103, CR104, CR105 et CR106 sont des diodes de roue libre.

© Département d'avionique

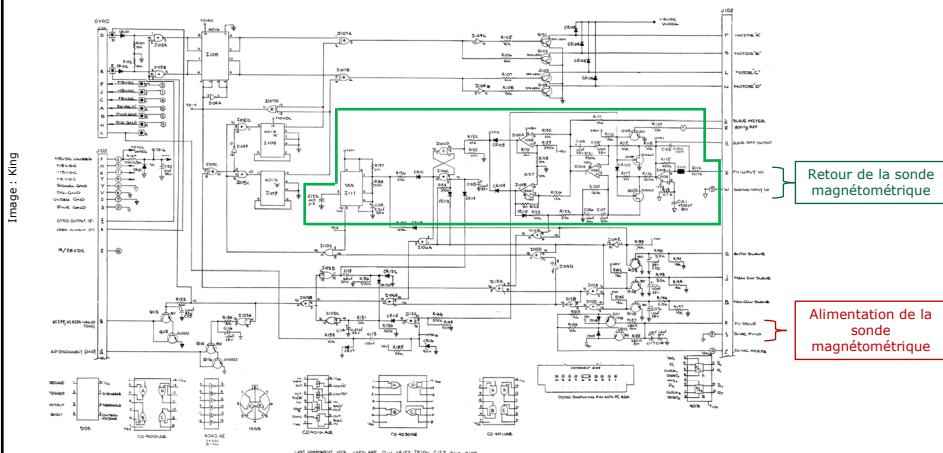
Document à des fins de formation

49

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement du gyroscope directionnel KG102A

- Contrôle de la sonde magnétométrique :



© Département d'avionique

Document à des fins de formation

50

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD MONTFRET

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement du gyroscope directionnel KG102A

- Contrôle de l'asservissement :

© Département d'avionique Document à des fins de formation

51

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD MONTFRET

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de la commande de compensation KA51B

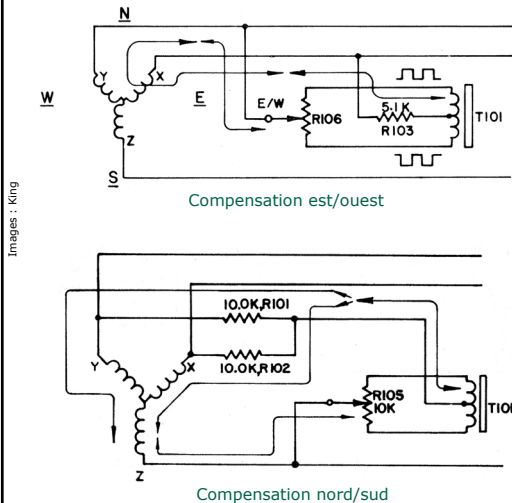
- Le circuit du gyroscope directionnel KG102A fournit la tension d'excitation de 26V 400 Hz à la fois au compensateur KA51B ainsi qu'à la sonde magnétométrique KMT 112.
- Cette tension d'excitation est convertie en 800 Hz avec le pont de diodes CR101 à CR104, la résistance R104, le condensateur C101 et le primaire du transformateur T101.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

52

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de la commande de compensation KA51B



- Le transformateur T101 dispose deux secondaires doubles.
- L'un est dédié à la compensation est/ouest et l'autre à la compensation nord-sud.
- Les tensions produites vont corriger le vecteur du champ magnétique de la sonde magnétométrique.

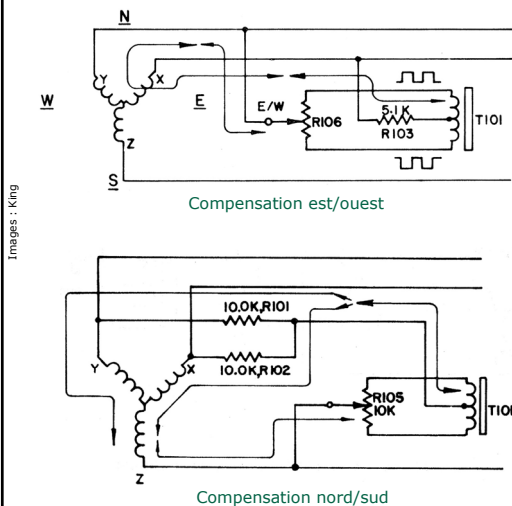
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

53

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de la commande de compensation KA51B



- Le potentiomètre R106 va envoyer une tension à 800 Hz en phase ou en opposition de phase avec une amplitude ajustée permettant un déplacement est ou ouest du vecteur du champ magnétique de la sonde magnétométrique.
- Le potentiomètre R105 fera de même afin d'effectuer la correction nord-sud.
- Il s'agit d'une opération de calibration.

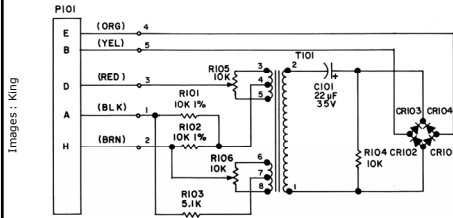
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

54

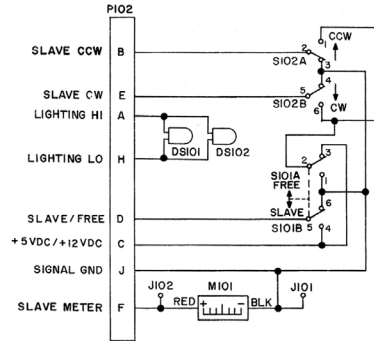
Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de la commande de compensation KA51B



- Les connexions des circuits de compensation est/ouest et nord/sud se retrouvent sur le connecteur P101.

- Sur le connecteur P102, on retrouve les interrupteurs « FREE-SAVE » et « CW-CCW », l'éclairage ainsi que l'indicateur d'asservissement du KA51B.



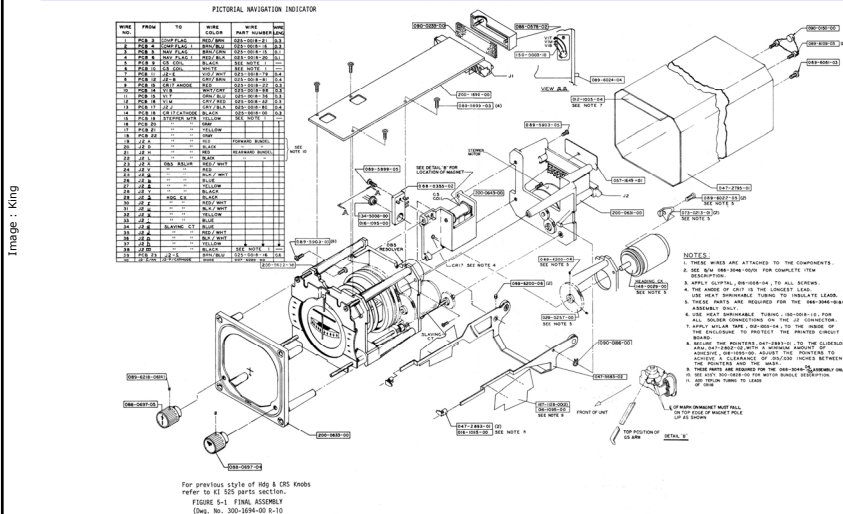
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

55

Étude du système King KCS55A

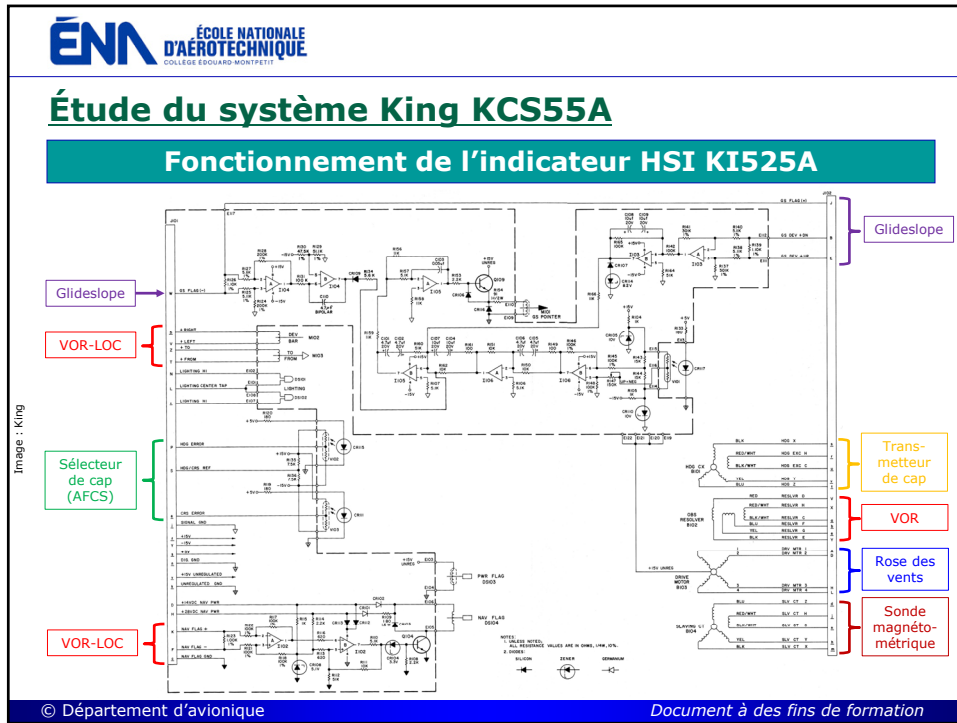
Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A



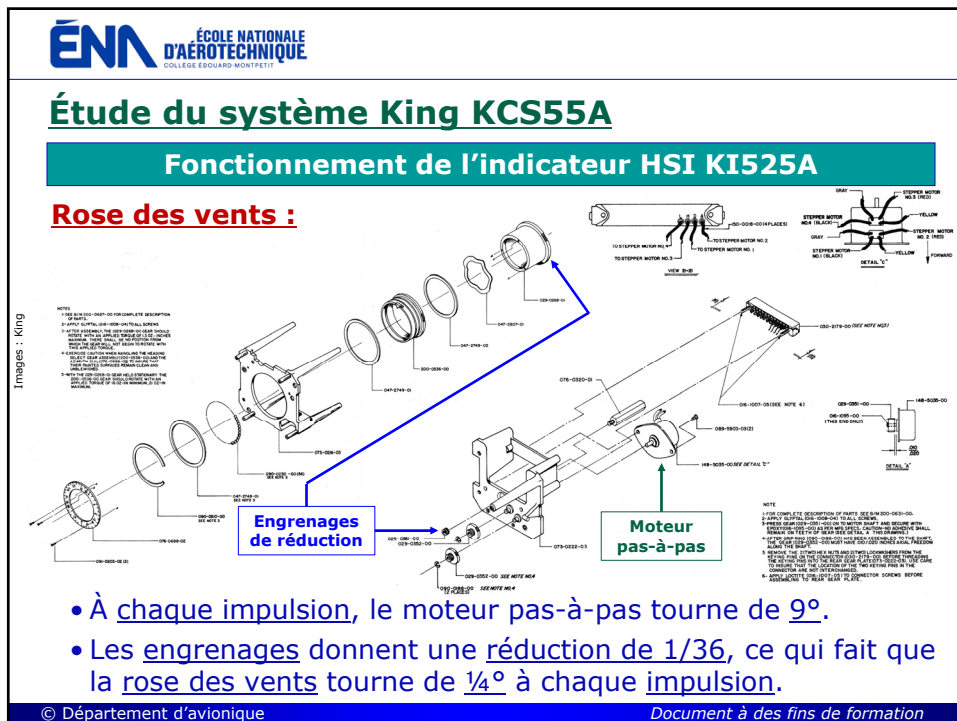
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

56



57



58

[illegible]

59

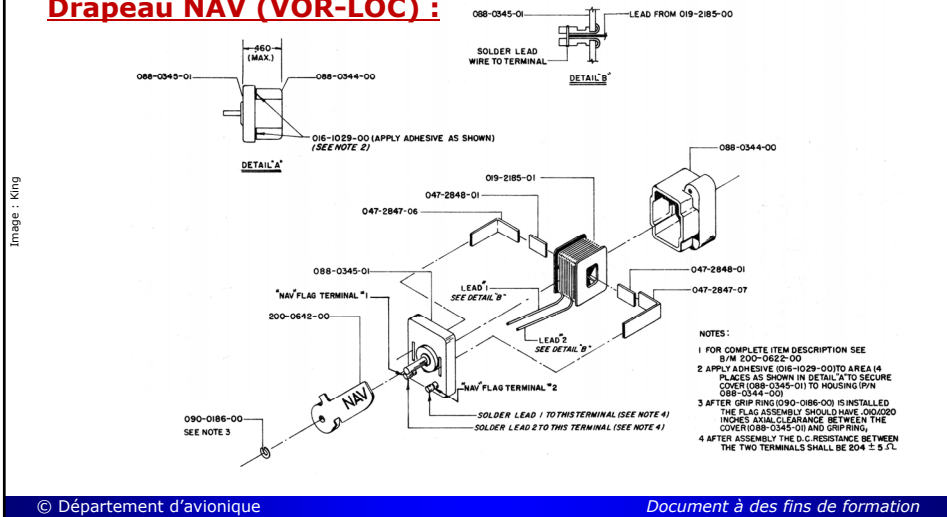
[illegible]

60

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Drapeau NAV (VOR-LOC) :

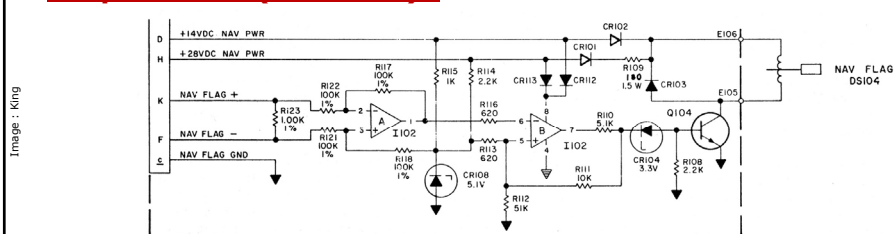


61

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Drapeau NAV (VOR-LOC) :



- La sortie d'un convertisseur VOR-LOC d'un récepteur NAV ne pouvant livrer la puissance nécessaire au mouvement du drapeau « NAV », un étage tampon est requis.
- L'alimentation du circuit peut être en 14 VDC ou en 28 VDC.
- I102A est un ampli différentiel inverseur à gain unitaire.
- CR108 maintient la tension de polarisation des amplis à 5,1 V.

© Département d'avionique

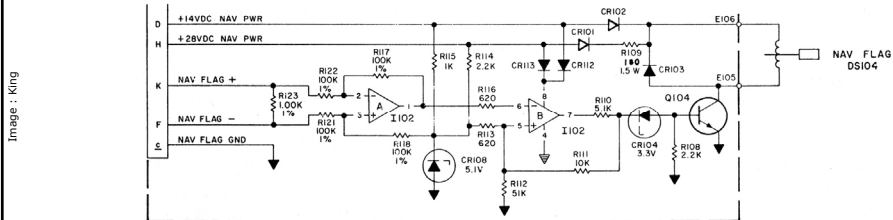
Document à des fins de formation

62

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Drapeau NAV (VOR-LOC) :



- Dans le cas où la tension entre les contacts F et K monte à environ 0,21 V, la tension de sortie d'I102A (#1) descend à 4,89 V, ce qui est inférieur à la consigne d'I102B (#5).
- De ce fait, la sortie d'I102B (#7) monte à 14 V ou 28 V, provoquant la conduction de Q104 et la disparition du drapeau.
- CR104 sert de seuil de déclenchement pour Q104.

© Département d'avionique

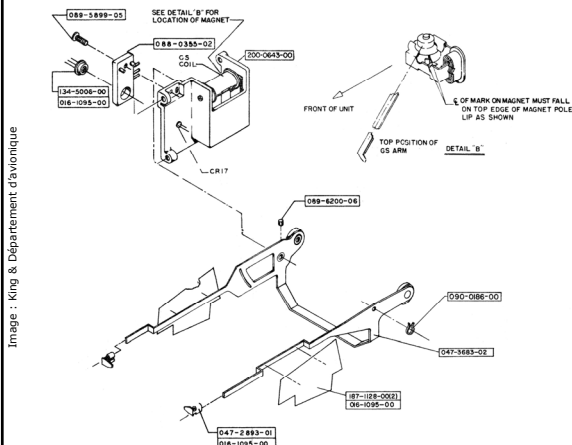
Document à des fins de formation

65

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Indication Glideslope :



- Les indications du Glideslope se trouvent sur les deux côtés de l'indicateur KI525A.
- S'il n'y a aucune indication de Glideslope, c'est équivalent à un drapeau « GS » (absence de signal ou dysfonctionnement).
- Dans ce cas, l'HDB sera cachée en haut.

© Département d'avionique

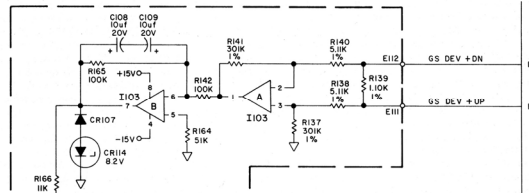
Document à des fins de formation

66

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Indication Glideslope :

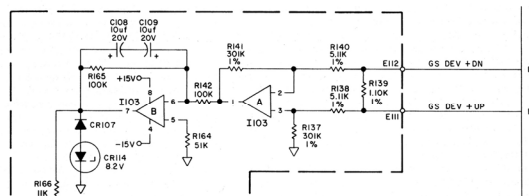


- Le signal provenant d'un convertisseur d'un récepteur GS n'est pas assez puissant pour pouvoir déplacer l'ensemble du mécanisme des HDB.
- Le signal passe d'abord dans l'ampli différentiel inverseur I103A ayant un gain approximatif de 16.
- Le circuit autour d'I103B est un filtre actif.

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Indication Glideslope :

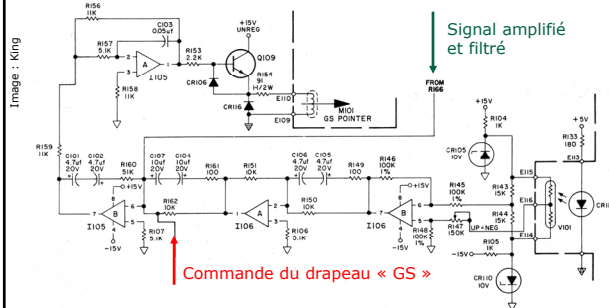


- CR107 et CR114 ont pour but de limiter la tension à -8,7 V, ce qui correspond au déplacement maximum vers le haut de la HDB qui, dans ce cas, doit demeurer visible afin d'indiquer que le GS est fonctionnel.
- Il n'y a pas de limitation du déplacement de la HDB vers le bas (tension positive à la sortie de I103B).

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Indication Glideslope :



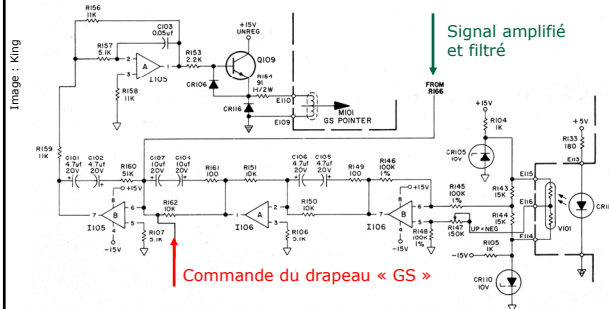
- Le signal amplifié et filtré arrive à l'amplificateur intégrateur inverseur I105B qui crée une rampe de tension en sortie en proportion avec le niveau du signal d'entrée.

- Une entrée négative à I105B crée une rampe de tension croissante en sortie et le contraire en cas de tension positive.
- À l'entrée d'I105B, on trouve aussi la commande du drapeau.

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Indication Glideslope :



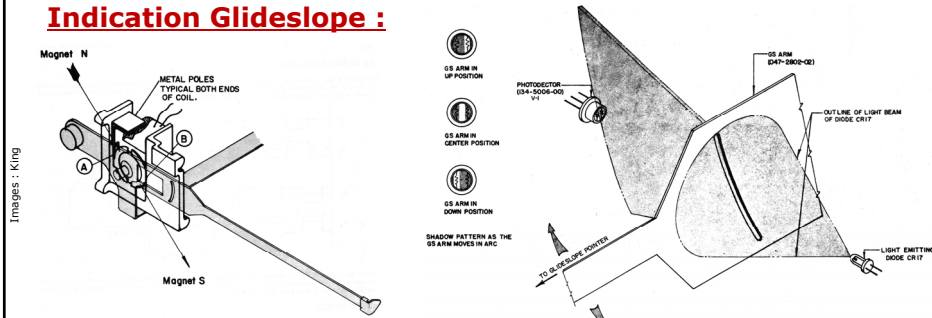
- I105A, avec R156, R157 et C103 forment un filtre actif passe-bas inverseur.
- Une tension positive en sortie d'I105A mettra Q109 en conduction en fonction de la tension appliquée.

- La tension à l'émetteur de Q109 entraînera le mouvement de l'HDB (M101).
- CR106 protège Q109 lors d'opération de rétraction de l'HDB.
- CR116 est une diode de roue libre.

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Indication Glideslope :



- Lorsqu'un courant est présent dans la bobine M101, celle-ci repousse un aimant créant le mouvement de l'HDB qui se déplace vers le bas.
- Le déplacement de l'HDB est mesuré par un système de LED à infrarouge CR117 et de photorésistance V101.

© Département d'avionique

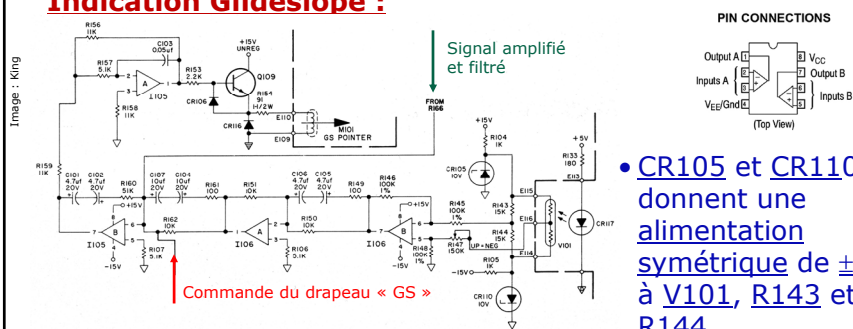
Document à des fins de formation

71

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Indication Glideslope :



- CR105 et CR110 donnent une alimentation symétrique de $\pm 10\text{ V}$ à V101, R143 et R144.

- Lorsque l'HDB se déplace vers le bas, il apparaît une tension positive croissante à l'entrée inverseuse d'I106B (#5) par rapport à l'entrée non-inverseuse (#5).

© Département d'avionique

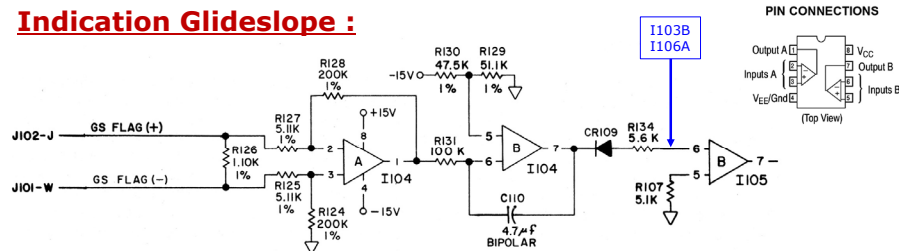
Document à des fins de formation

72

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Indication Glideslope :

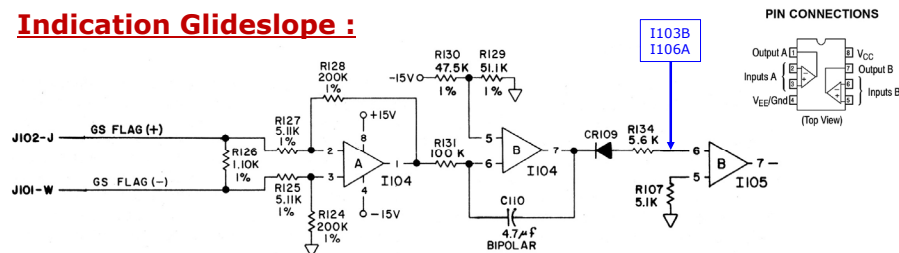


- Un signal GS valide correspond au minimum à 0,195 VDC entre W et J.
- I104A a un gain de 40, ce qui donne une sortie à -7,8 V.
- La tension de polarisation de l'ampli intégrateur I104B (#5) donnée par les résistances R129 et R130 vaut -7,8 V.

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Indication Glideslope :

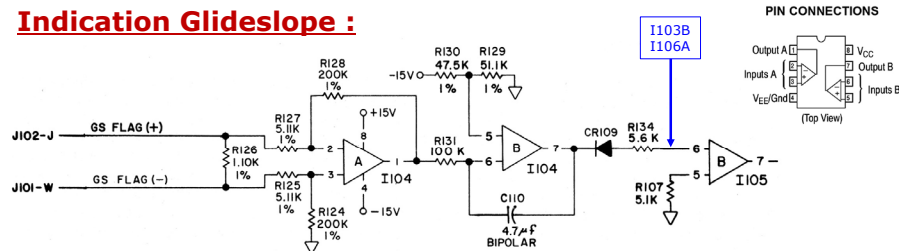


- Si un signal GS FLAG descend en dessous du seuil de 0,195 V entre W et J, la tension à l'entrée inverseuse d'I104B (#6) augmente et passe au-dessus du seuil de -7,8 V.
- Ce amène la sortie de l'intégrateur inverseur I104B (#7) à -15 V au rythme du condensateur C110.

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Indication Glideslope :

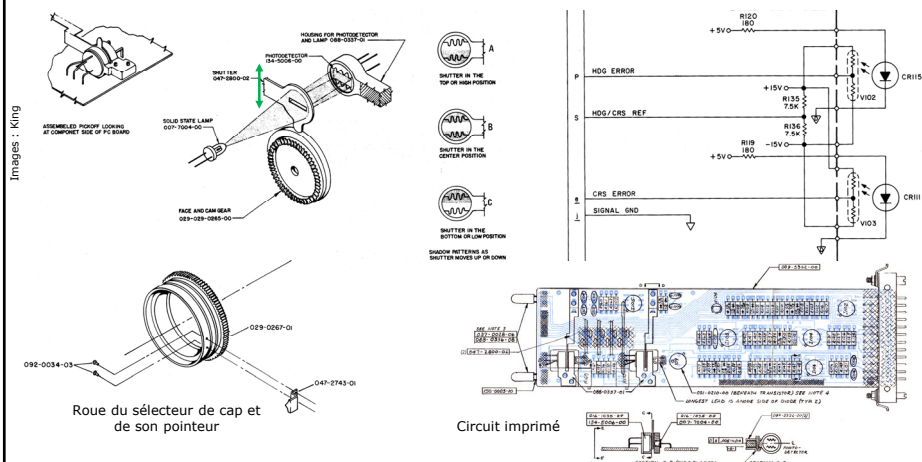


- CR109 devient passante et l'entrée d'I105B (#6) devient fortement négative et, par voie de conséquence, Q109 se bloque et M101 va se placer en position haute, invisible.
- En cas de tension supérieure à 0,195 V entre W et J, CR109 sera bloquée et le circuit du GS FLAG n'aura plus aucune influence sur le mouvement de M101.

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

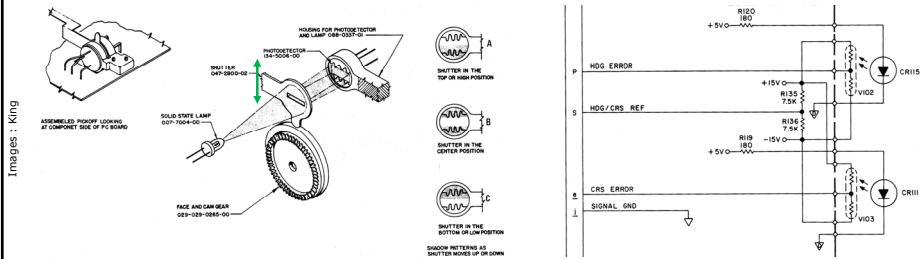
Sélecteur de cap (pilote automatique) :



Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

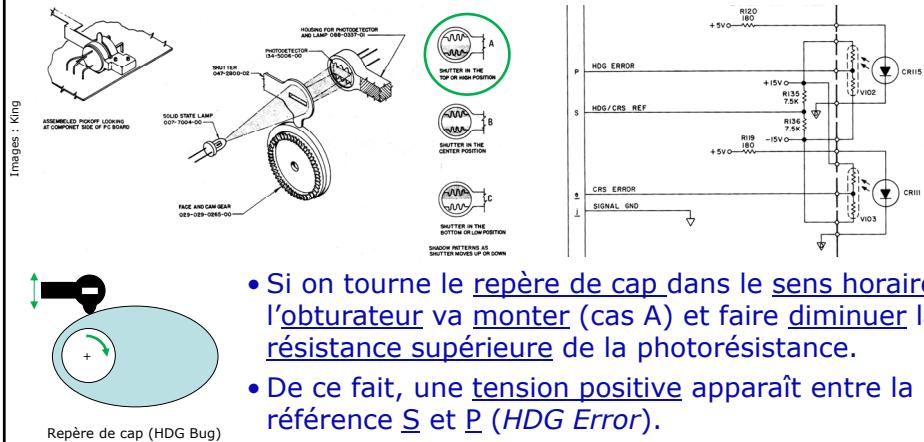
Sélecteur de cap (pilote automatique) :



Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Sélecteur de cap (pilote automatique) :



© Département d'avionique

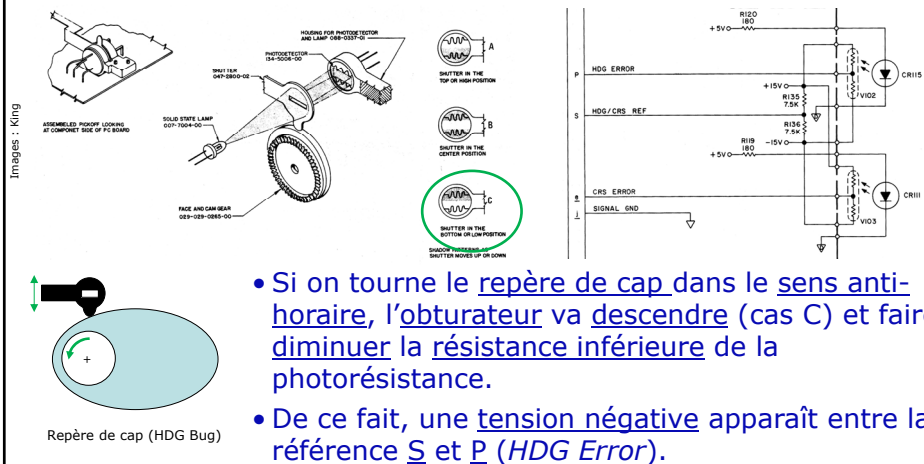
Document à des fins de formation

81

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Sélecteur de cap (pilote automatique) :



© Département d'avionique

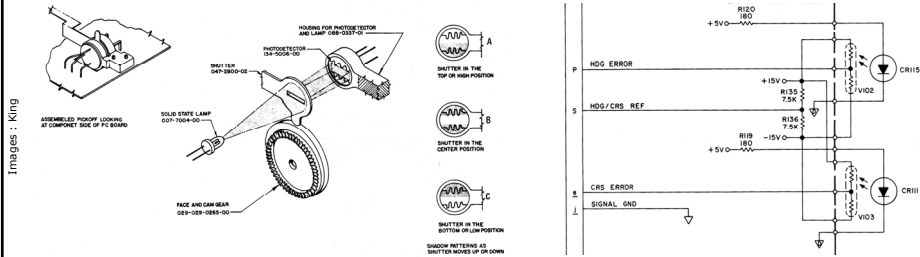
Document à des fins de formation

82

Étude du système King KCS55A

Fonctionnement de l'indicateur HSI KI525A

Sélecteur de cap (pilote automatique) :



- La came de la rose des vents fonctionne de manière similaire.
- Le pilote automatique va comparer les différences de potentiel S-P (consigne) et S-e (réponse) afin d'amener l'aéronef sur le cap voulu.

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

83

Le Radio Magnetic Indicator (RMI)



- Le Radio Magnetic Indicator (RMI) donne les informations suivantes sur un cadran du tableau de bord :

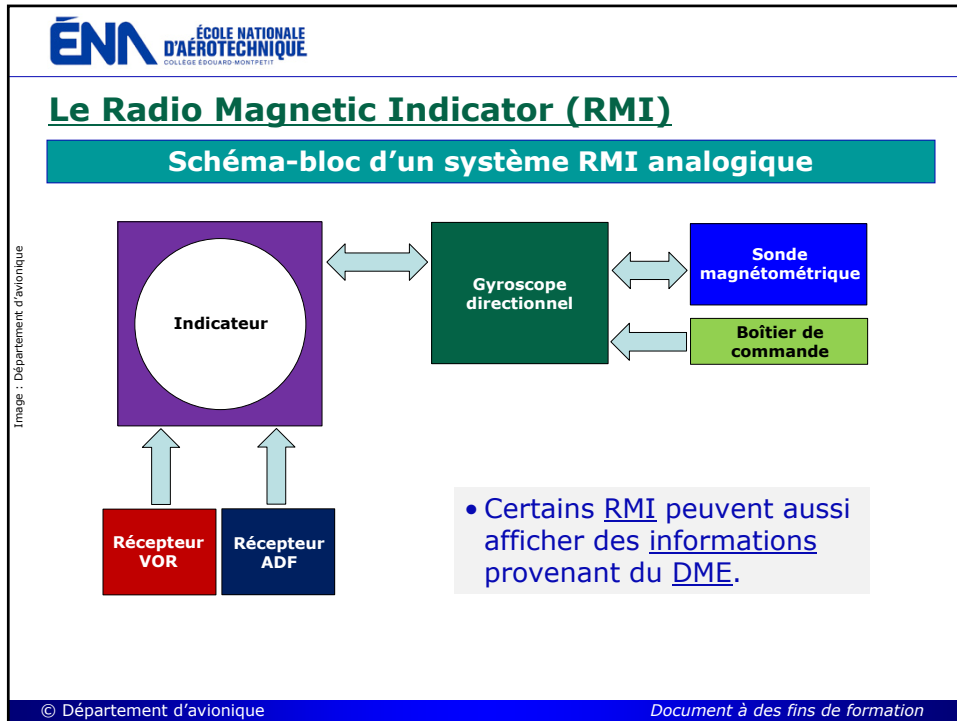
- Le **cap** (HDG) de l'aéronef.
- Le **relèvement** d'une ou deux **balises NDB** (ADF).
- Le **relèvement** d'une ou deux **balises VOR**.

- Souvent, il est possible de sélectionner la source de l'indication de relèvement à l'aide d'un bouton assigné à chaque aiguille.

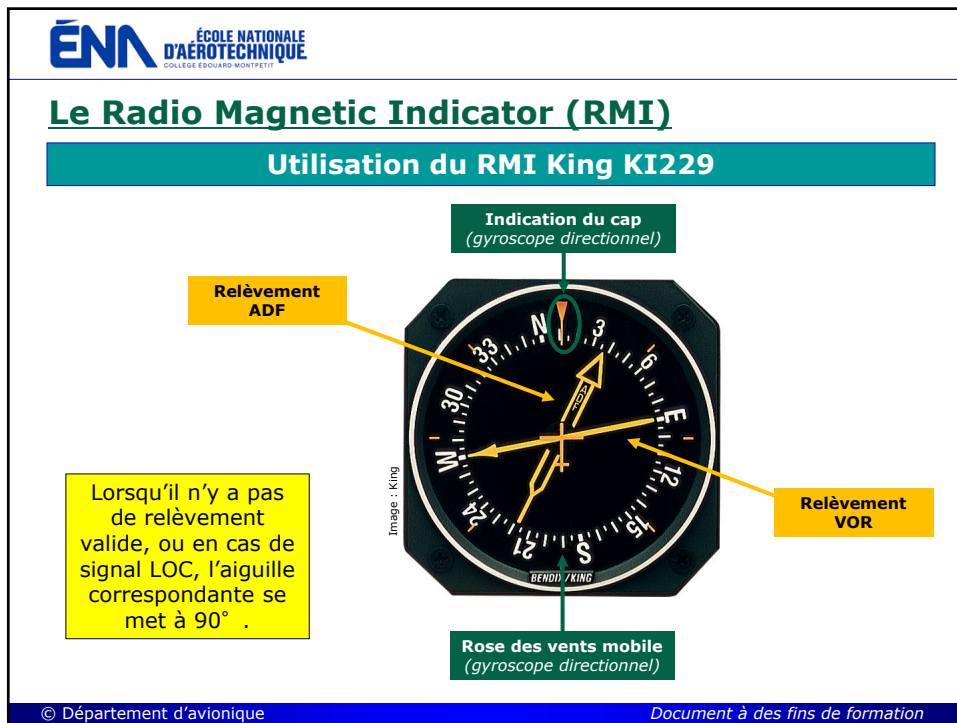
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

84



85



86

The diagram illustrates the RMI King KNI582 instrument, a directional gyrocompass. It features a central circular display with a scale from 0 to 360 degrees. The instrument is labeled with 'Indication du cap (gyroscopie directionnel)' at the top, 'Drapeau « HDG » (gyroscopie directionnel)' on the left, 'Relèvement source #1 (ADF ou VOR)' on the bottom left, 'Sélection source #1 (ADF ou VOR)' on the bottom left, 'Rose des vents mobile (gyroscopie directionnel)' at the bottom, 'Relèvement source #2 (ADF ou VOR)' on the bottom right, and 'Sélection source #2 (ADF ou VOR)' on the bottom right. The central display is labeled 'Image : King' and 'NAV'.

87

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDUARD MONTPETIT

Le Radio Magnetic Indicator (RMI)

Exemple d'installation d'un RMI KI229 dans un TB-20

© Pierre GILLARD

DEPENDING ON THE FACT THAT STROBOSCOPE OPTION IS INSTALLED ON NO. 216, THE FOLLOWING CONNECTIONS MUST BE INDICATED:

NR 87 SC = INSTAL. ON STRIP WITH INDICATOR KI229 (INTERFACED WITH KX 165 A HONEYWELL)

NOTE 1 STRIP WITH KX 165 A KEY

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED SHIELD GROUNDING TERMINATION WIRES ARE: 0.38 mm² WIRE
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED ALL WIRES ARE: 0.51 mm² WIRE

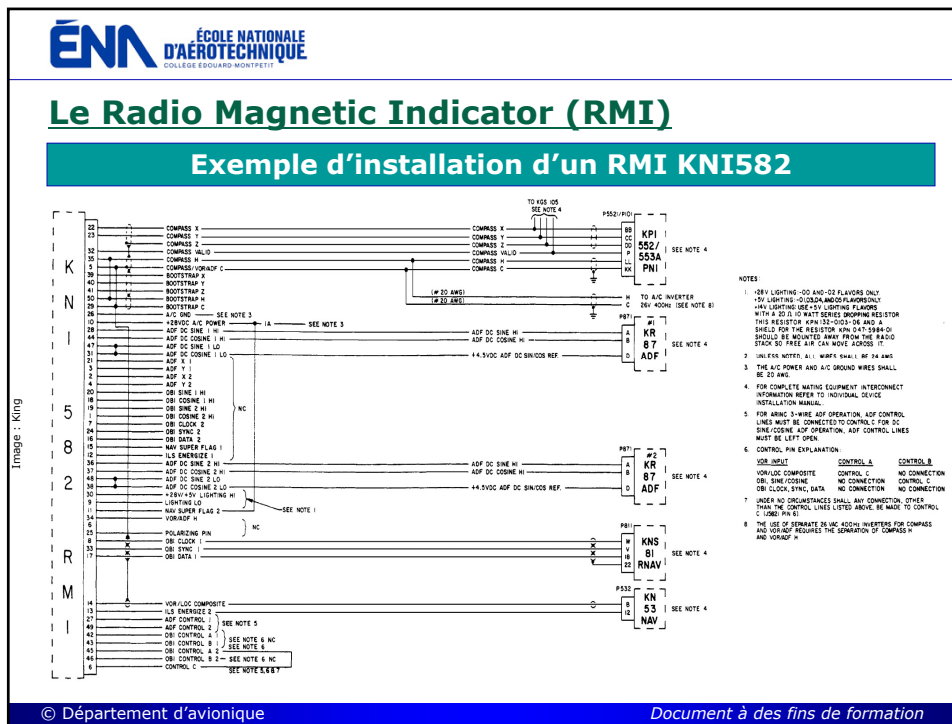
W TYP

SOGATA		GROUPE AERONAUTALE	
DATE: 01/10/99	DEMI: P. GILBERT	CHK: F. MAILL	
REF: 449	REF: 449	REF: 449	
TB20 05 682	ADP KRB7 S.C. + A. IND. KI229 KING WD		
		TB20 05 679	2/4

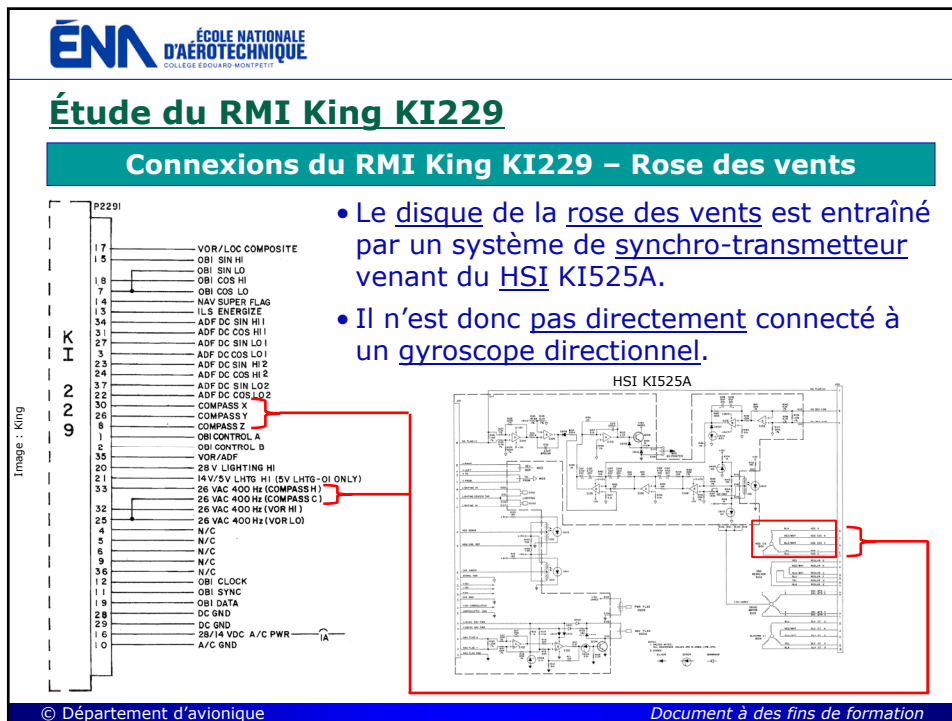
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

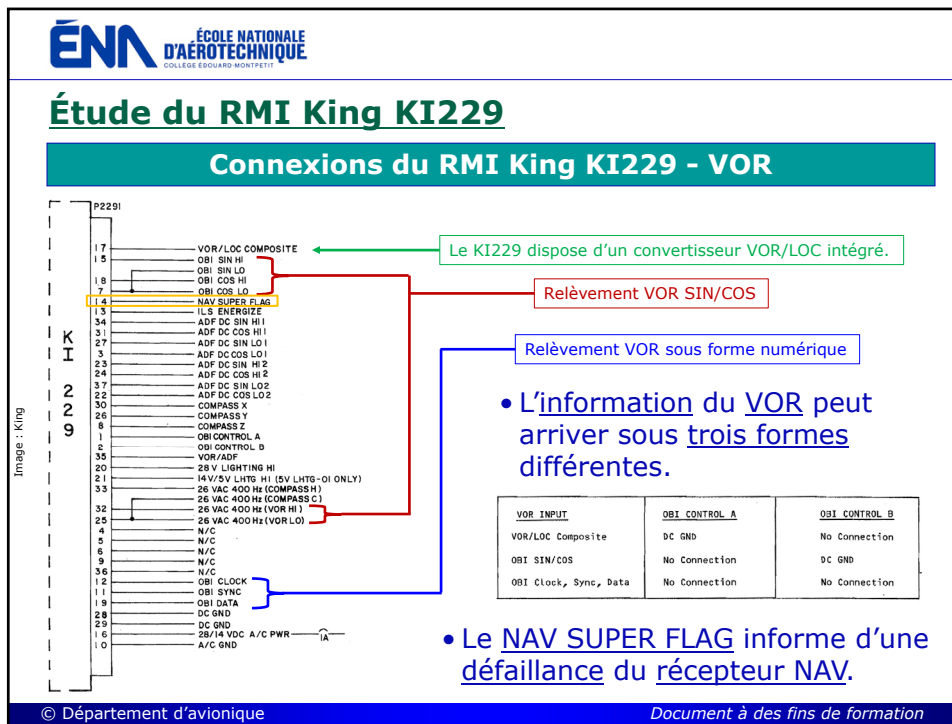
88



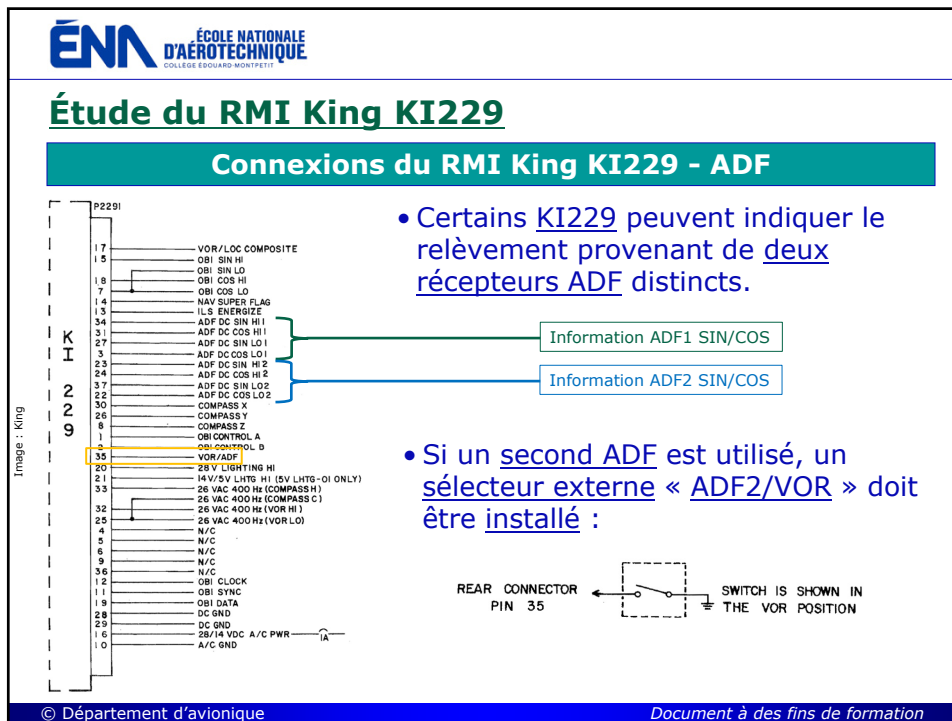
89



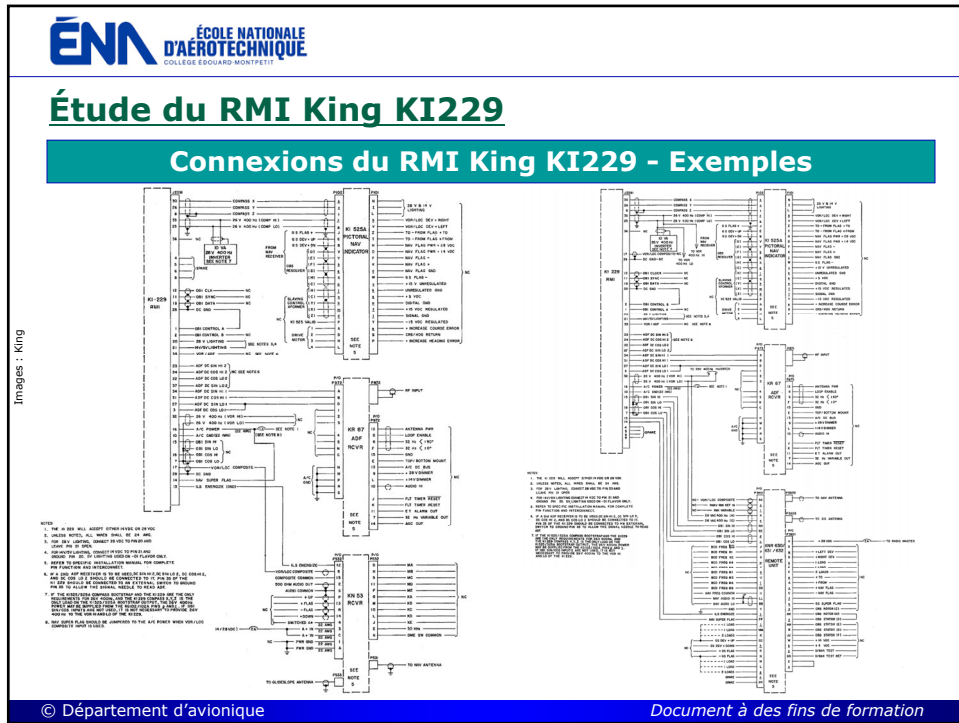
90



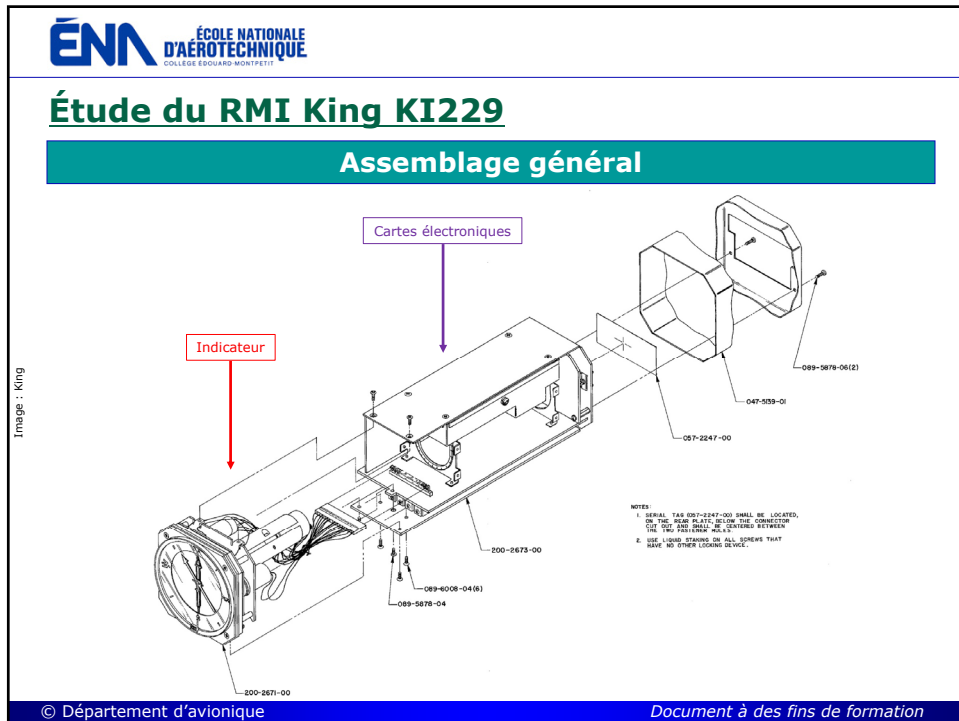
91



92



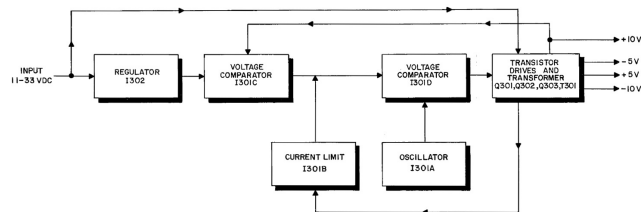
93



94

Étude du RMI King KI229

Alimentation



- Le principe de l'alimentation du KI229 est basé sur la création d'une oscillation au primaire d'un transformateur qui générera les tensions adéquates pour produire des tensions DC symétriques à ± 5 VDC et ± 10 VDC.
- Ce circuit est prévu pour fonctionner à partir de n'importe quelle valeur de la tension d'alimentation se situant entre 11 VDC et 33 VDC.
- Des protections en courant et en surtension sont prévues.

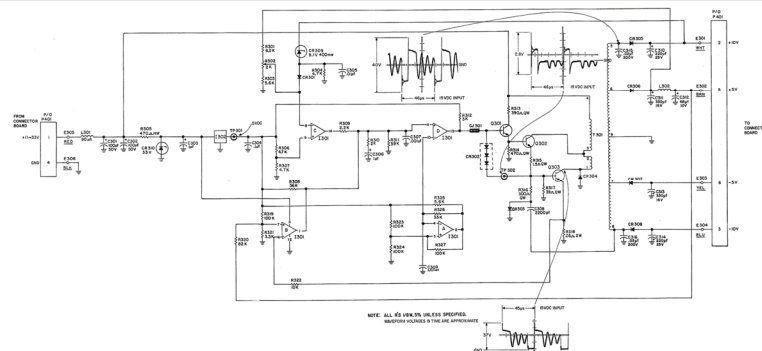
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

95

Étude du RMI King KI229

Alimentation



- Q303 en conduisant et se bloquant crée l'oscillation au primaire du transformateur.
- La régulation de tension s'effectue en ajustant le duty cycle (t_{on}/t_{off}) de la tension de commande de Q303.

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

96

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD MONTPETIT

Étude du RMI King KI229

Alimentation

Images : King

- Le comparateur I301B forcera un 0 V à l'entrée #11 d'I301D si la tension devient trop importante sur R318.
- Il s'agit donc d'une protection en courant.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

99

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLEGE EDOUARD MONTPETIT

Étude du RMI King KI229

Alimentation

Images : King

- CR309, CR301, R304 et C305 sont une protection contre les surtensions en prenant référence sur la sortie +10 VDC.
- Les sorties symétriques à ± 5 VDC et ± 10 VDC sont simplement filtrées et non régulées.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

100

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLÈGE ÉDOUARD MONTFRET

Étude du RMI King KI229

Principe général d'affichage

- Deux moteurs à axes concentriques sont utilisés pour faire bouger les deux aiguilles :

NOTES:

1. TO VIEW INSTRUMENT ASSEMBLY, DETACH FRONT INSPECTION WINDOW.
2. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
3. ADJUSTMENT OF INSTRUMENT IS THE RESPONSIBILITY OF THE MANUFACTURER.
4. INSTRUMENT SHOULD BE KEPT IN A CLEAN, DRY, AND PROTECTED FROM VIBRATION AND SHOCK.
5. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
6. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
7. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
8. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
9. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
10. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
11. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
12. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
13. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
14. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
15. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
16. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
17. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
18. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
19. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
20. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
21. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
22. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
23. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
24. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
25. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
26. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
27. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
28. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
29. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
30. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
31. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
32. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
33. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
34. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
35. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
36. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
37. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
38. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
39. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
40. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
41. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
42. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
43. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
44. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
45. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
46. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
47. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
48. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
49. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
50. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
51. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
52. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
53. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
54. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
55. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
56. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
57. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
58. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
59. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
60. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
61. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
62. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
63. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
64. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
65. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
66. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
67. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
68. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
69. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
70. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
71. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
72. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
73. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
74. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
75. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
76. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
77. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
78. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
79. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
80. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
81. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
82. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
83. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
84. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
85. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
86. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
87. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
88. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
89. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
90. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
91. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
92. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
93. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
94. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
95. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
96. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
97. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
98. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
99. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.
100. DO NOT ATTEMPT TO ADJUST OR REPAIR INSTRUMENT.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

101

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLÈGE ÉDOUARD MONTFRET

Étude du RMI King KI229

Principe général d'affichage

Schéma bloc de l'électronique du RMI KI229 :

DATA & CONTROL

DIGITAL VOR

COMPOSITE VOR

AC SIN/COS VOR

COMPASS DATA

INFORMATION DE CAP (KI255)

Sélecteur « VOR/ADF2 »

Entrée ADF2 DC SIN/COS

Entrée ADF1 DC SIN/COS

Moteur de l'aiguille simple (VOR/ADF2)

Moteur de l'aiguille double (ADF1)

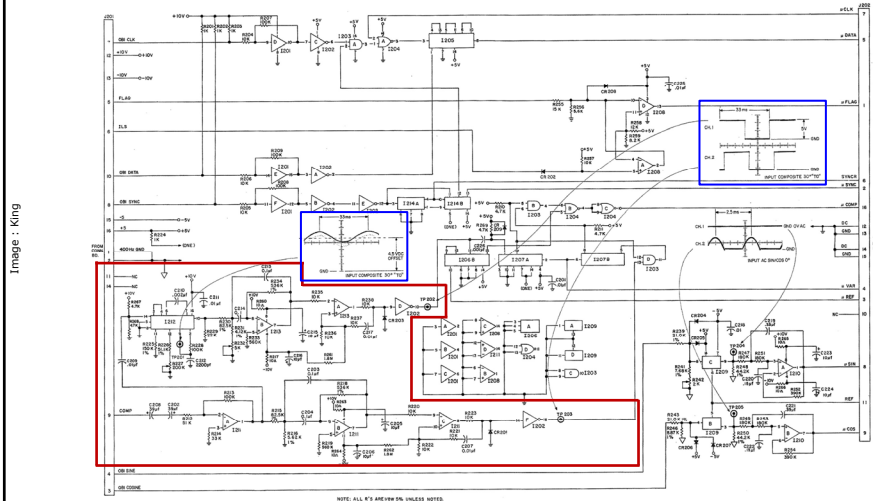
Rose des vents

© Département d'avionique Document à des fins de formation

102

Étude du RMI King KI229

Traitement du signal VOR COMPOSITE



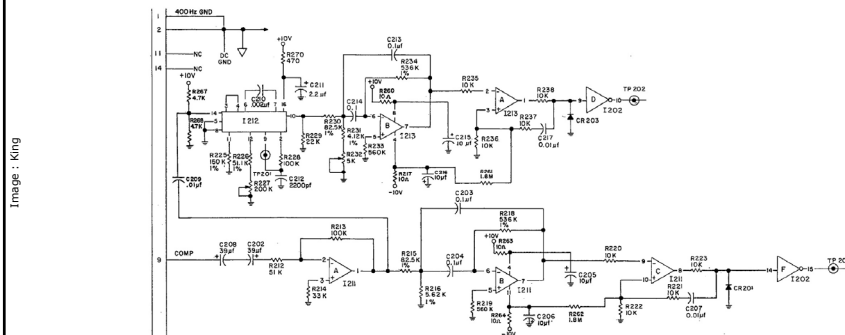
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

103

Étude du RMI King KI229

Traitement du signal VOR COMPOSITE



- I211A est un amplificateur tampon du signal composite.
- I212 est le discriminateur FM éliminant le 9.960 Hz.
- À TP201, nous mesurons le 30 Hz REF.
- I213B filtre le signal 30 Hz REF.

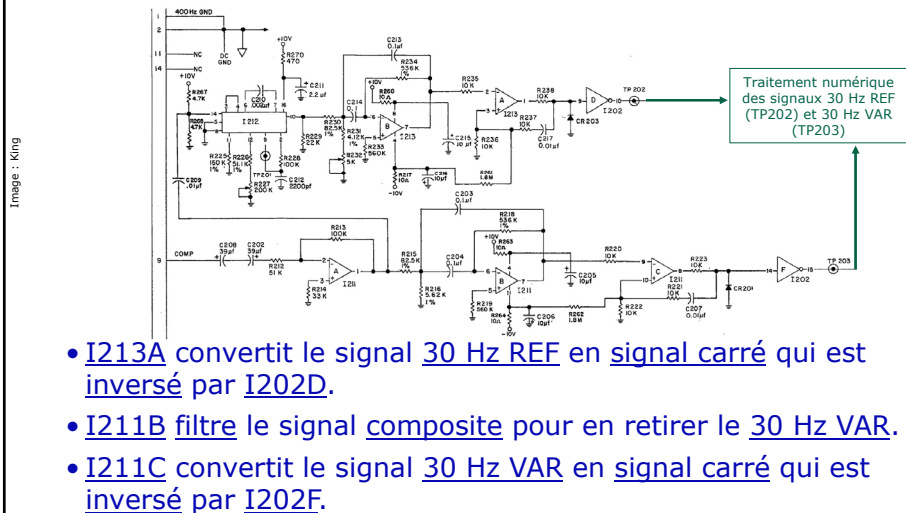
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

104

Étude du RMI King KI229

Traitement du signal VOR COMPOSITE

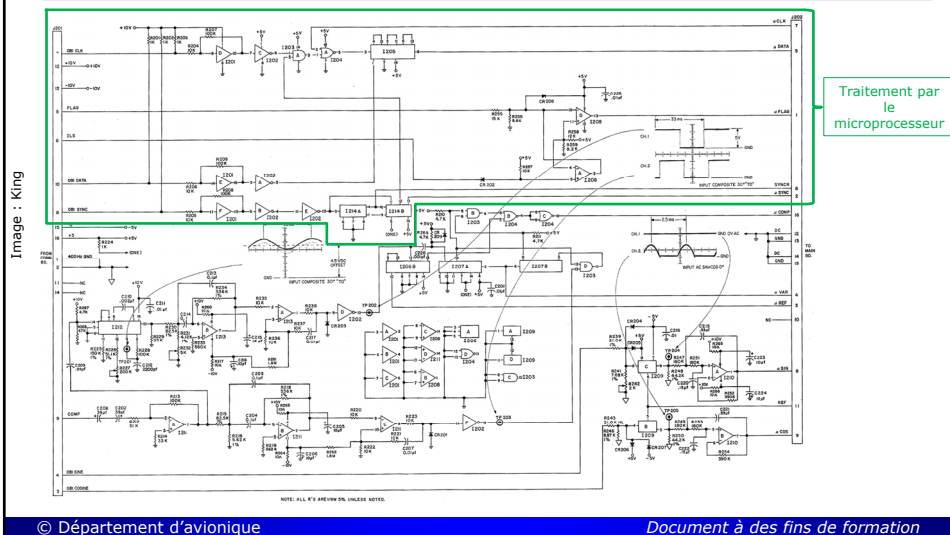


Document à des fins de formation

105

Étude du RMI King KI229

Traitement du signal VOR numérique



Document à des fins de formation

106

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLÈGE ÉDOUARD MONTFRET

Étude du RMI King KI229

Traitement du signal VOR AC SIN/COS

Image : King

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

107

ÉNA ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE
COLLÈGE ÉDOUARD MONTFRET

Étude du RMI King KI229

Traitement des signaux ADF & commandes des moteurs

Image : King

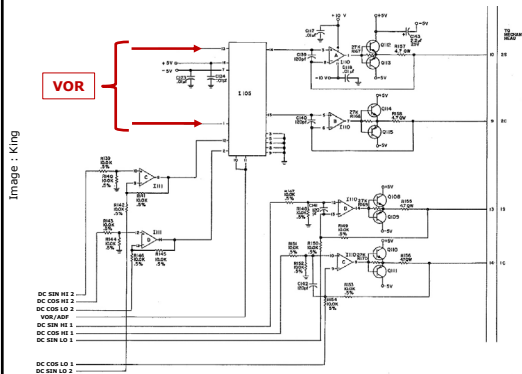
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

108

Étude du RMI King KI229

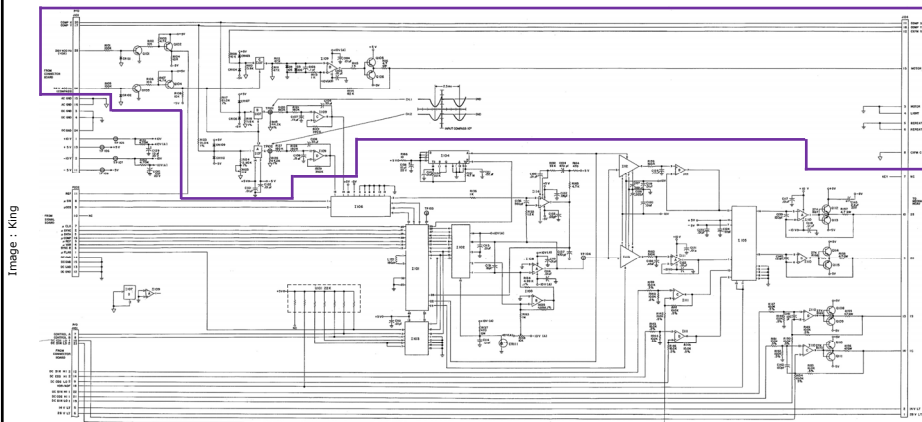
Traitement des signaux ADF & commandes des moteurs



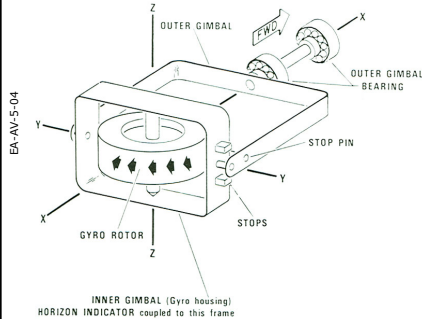
- I111C et I111D sont des amplificateurs tampons des signaux DC SIN/COS de l'ADF 2.
- I105 est le circuit de la sélection « VOR/ADF 2 ».
- Les amplificateurs I110 associés aux couples de transistors NPN/PNP servent de drivers DC pour les moteurs des aiguilles.

Étude du RMI King KI229

Commande de la rose des vents



Le gyroscope vertical



- Le gyroscope vertical est l'horizon artificiel.
- Il peut aussi être appelé « gyro-horizon » ou « indicateur d'assiette » (*ADI-Attitude Director Indicator*).
- Il offre une référence horizontale au pilote.
- L'axe du rotor est vertical et fixé à un système de cardan universel, libre autour des axes de tangage et de roulis.
- C'est un système de gyroscope à deux degrés de liberté.

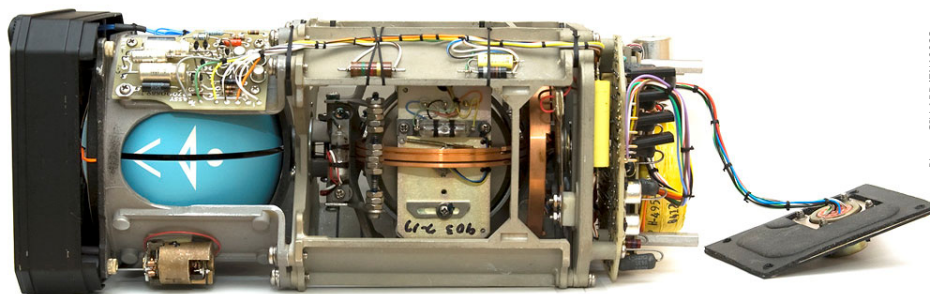
© Département d'avionique

Document à des fins de formation

111

Le gyroscope vertical

- Une boule mobile représentant la terre et le ciel est mécaniquement liée au gyroscope.
- Cette boule bouge suivant la position relative du gyroscope.



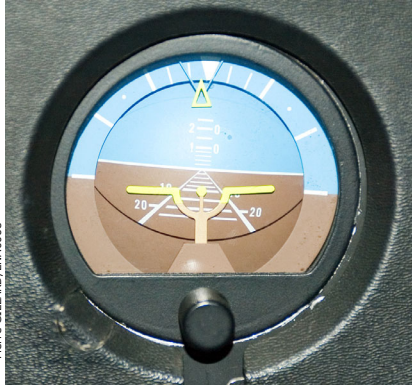
Pierre GILLARD/ENAD0083

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

112

Le gyroscope vertical



Pierre GILLARD/ÉNA.0068

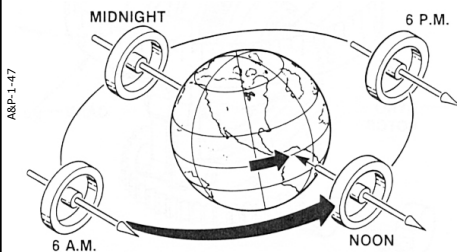
- L'assiette relative de l'aéronef par rapport à l'horizon est indiquée à l'aide d'un symbole d'avion ou d'une barre brisée.
- Le tangage est indiqué sur une échelle verticale (en degrés).
- Le roulis est affiché sur une échelle courbée (en degrés).
- Lorsqu'on est obligé de piloter l'aéronef avec une assiette « nez haut » ou « nez bas » (selon l'attitude, la puissance et le poids), un repère mobile peut être ajusté au moyen d'un bouton localisé en bas de l'instrument.

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

113

Gyroscope vertical



ANP-1-47

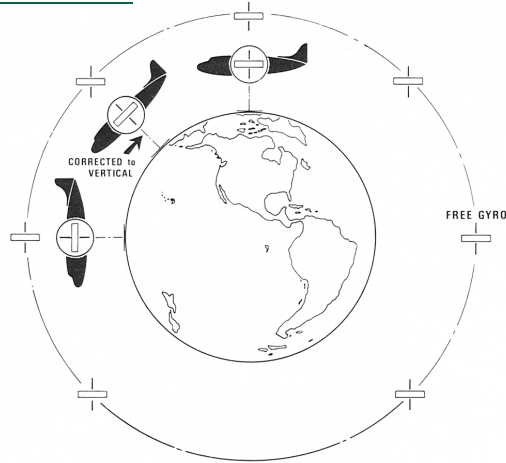
- La terre étant ronde, si aucune correction n'est apportée à la direction de l'axe du gyroscope, en s'éloignant du point de départ, celui-ci ne fonctionnera plus dans un plan parallèle à un plan tangent à la surface de la terre.
- L'indication d'horizon deviendra donc erronée.
- Il faut donc ajouter un système permettant à l'axe du gyroscope de pointer en permanence vers le centre de la terre.

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

114

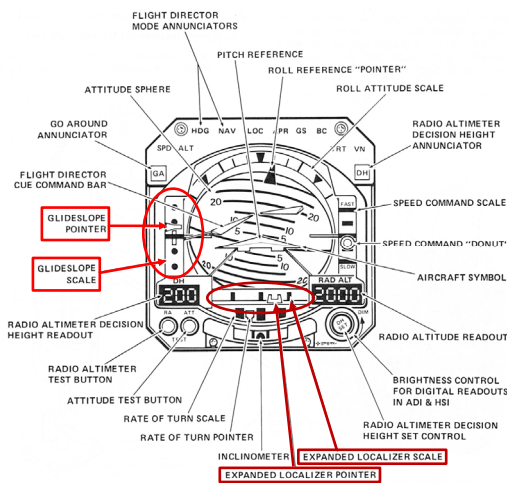
Gyroscope vertical



- Cette correction sera toutefois minime, mais elle a son importance sur les vols à longue distance.

L'Attitude Director Indicator (ADI)

- L'horizon artificiel (ADI) peut aussi être entouré d'indications provenant d'autres systèmes, dont le LOC et le GS :



Évolution : systèmes combinés



Images : Garmin



- Chez Garmin, on a miniaturisé les systèmes à l'extrême pour produire l'ADAHRS (Air Data, Attitude & Heading Reference System) G5.
- Le G5 est aussi un écran électronique (EFIS) qui peut être configuré autant en EADI qu'en EHSI.
- Il contient toutes les références inertielles ainsi que des capteurs Pitot et statique.
- Il est essentiellement destiné au marché de la remise à niveau (retrofit) en aviation générale.

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

117

Évolution : systèmes combinés

- Les connexions du Garmin G5 sont très limitées :

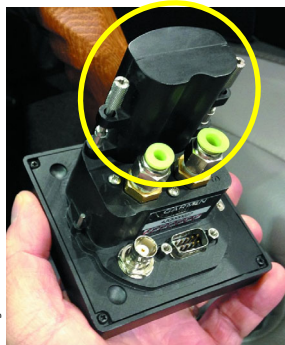


Image : Aviation Consumer

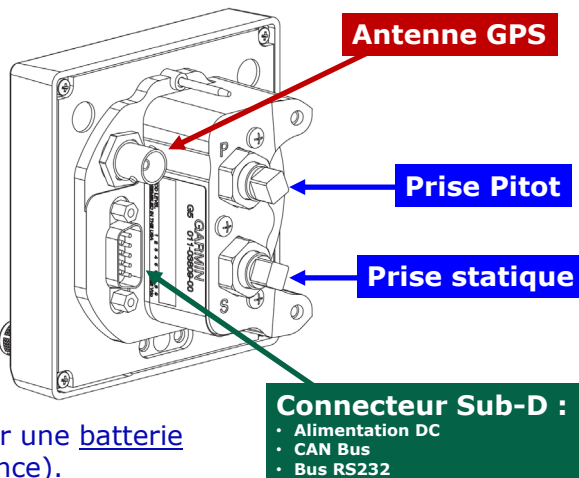


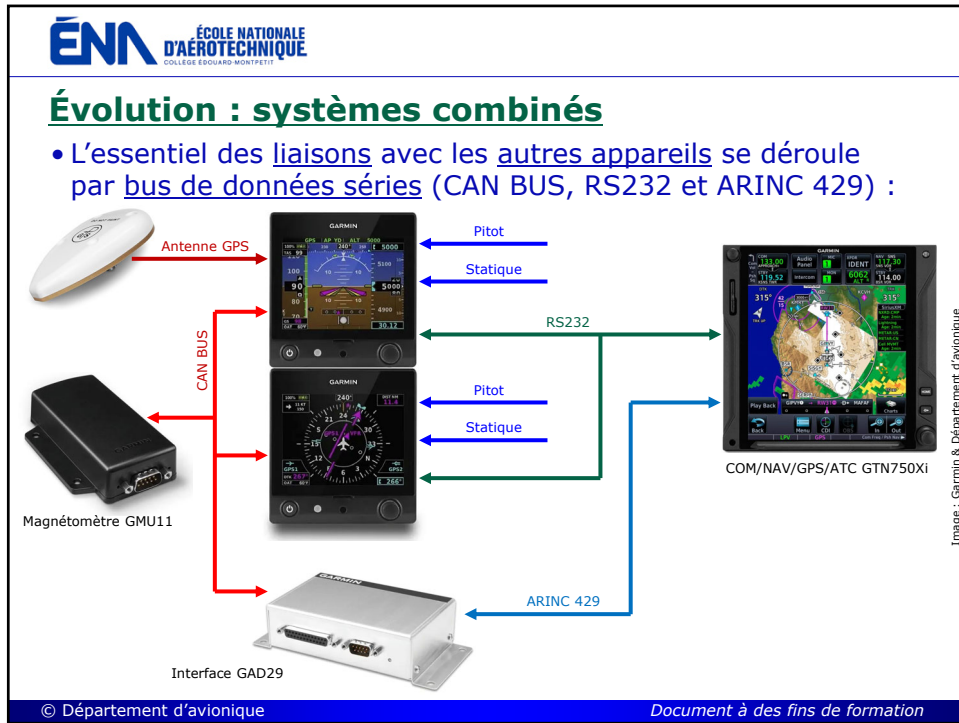
Image : Garmin & Département d'avionique

- On peut aussi ajouter une batterie (alimentation d'urgence).

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

118



119



120