

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Le radiocompas automatique ADF**

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Avant de débiter le cours ...**

**Merci !**

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Présentation du cours**

- Introduction.
- Description de l'ADF (rappel).
- Utilisation de l'ADF (rappel).
- Modulation des balises NDB.
- Les balises NDB.
- Les antennes sur les aéronefs.
- Les récepteurs ADF.
- Les indicateurs et affichages.
- Installation des systèmes ADF.
- Problèmes et limitations.
- Test des systèmes ADF embarqués.
- Étude du récepteur KING KR87.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Introduction**

- ADF signifie « Automatic Direction Finder » ou radiogoniomètre automatique, radiocompas ou radiocompas automatique.
- L'ADF fonctionne dans les bandes LF et MF de 190 kHz à 1799 kHz.
- Permet de capter les balises NDB ainsi que les stations commerciales en AM.
- Portée de 50 NM à 100 NM avec une erreur possible de 5° à 10°.
- Système ancien qui a été modernisé avec le temps.
- A donné lieu à un « produit dérivé » : le Stormscope ou LSS.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Description de l'ADF (rappel)**

- Le système de réception ADF embarqué est constitué des éléments suivants :

**Le récepteur**      **L'indicateur**      **L'antenne**

- Il est utilisé pour la navigation à courte distance avec une meilleure réception à basse altitude que le VOR du fait de la propagation par onde de sol des LF et MF.
- Les stations NDB sont identifiées par un nom et un indicatif en code Morse.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Description de l'ADF (rappel)**

- Exemple : Boeing 747.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Utilisation de l'ADF (rappel)**

- Le radiogoniomètre automatique ADF indique la position relative de l'antenne émettrice d'une station au sol synchronisée par rapport à l'axe longitudinal de l'aéronef :

HDG 324      Émetteur      **Gisement : 45°**

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Utilisation de l'ADF (rappel)**

- Le radiogoniomètre automatique ADF indique la position relative de l'antenne émettrice d'une station au sol synchronisée par rapport à l'axe longitudinal de l'aéronef :

HDG 324      Émetteur      **Relèvement : 9°**      **Gisement : 45°**

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Utilisation de l'ADF (rappel)**

**Définitions**

- **Gisement :** angle formé par l'intersection de l'axe longitudinal de l'aéronef et la droite reliant l'aéronef à l'antenne de la station au sol synchronisée.
- **Relèvement :** angle formé par l'intersection de la ligne qui relie l'aéronef au Nord magnétique et la droite reliant l'aéronef à l'antenne de la station au sol synchronisée.
- **NDB-Non Directional Beacon :** il s'agit de stations radio au sol fournissant des signaux (code Morse) émis de façon omnidirectionnelle pour le système ADF; ces stations sont situées à des endroits stratégiques permettant de combler certains besoins de positionnement de la navigation aérienne.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Utilisation de l'ADF (rappel)**  
**Les balises NDB servant d'aide aux approches (NPA)**

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Utilisation de l'ADF (rappel)**  
**Les balises NDB servant repères aux voies aériennes**

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Utilisation de l'ADF (rappel)**

- On sélectionne d'abord la fréquence de la station devant servir de repère.

- On analyse ensuite l'information affichée sur l'indicateur.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Utilisation de l'ADF (rappel)**  
**Aéronefs en ligne avec la station NDB**

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Utilisation de l'ADF (rappel)**  
**Aéronefs non alignés avec la station NDB**

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Utilisation de l'ADF (rappel)**  
**Détermination de la position**

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Utilisation de l'ADF (rappel)**  
**Utilisation de balises NDB comme aide à l'approche**

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Modulation des balises NDB**

- Les récepteurs embarqués peuvent capter deux types de stations émettrices :
  - Les balises spéciales omnidirectionnelles "N.D.B." de **190 KHz à 550 KHz**.
  - Les stations de radiodiffusion commerciales de la gamme AM de **550 KHz à 1799 KHz**.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Modulation des balises NDB**

- Nous n'étudierons ici que les émissions des balises NDB (les émissions « AM Broadcast » sont des ondes AM telles que vues dans le cours de radiocommunication).
- Les balises NDB peuvent émettre deux types de modulation :
  - CW (modulation A1A)** : apparition et disparition de la porteuse au gré du code Morse.
  - AM (modulation A2A)** : modulation en amplitude d'un signal audio à 400 Hz ou 1020 Hz selon un code Morse.

A	—	J	— · — · —	S	— · — · —
B	— · — · —	K	— · — · —	T	—
C	— · — · —	L	— · — · —	U	— · — · —
D	— · — · —	M	— · — · —	V	— · — · —
E	— · — · —	N	— · — · —	W	— · — · —
F	— · — · —	O	— · — · —	X	— · — · —
G	— · — · —	P	— · — · —	Y	— · — · —
H	— · — · —	Q	— · — · —	Z	— · — · —
I	— · — · —	R	— · — · —		

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

### Modulation des balises NDB

Code Morse :

Modulation CW (A1A)      Modulation AM (A2A)

$f_0 = 400 \text{ Hz ou } 1000 \text{ Hz}$

© Département d'avionique      Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

### Les antennes sur les aéronefs

#### Un peu d'histoire

- Sur les **aéronefs très anciens**, le radiogoniomètre automatique était constitué d'une **antenne à cadre mobile**.
- La détection de la **direction de l'origine de l'émission** était assurée par un système utilisant un **servo-mécanisme**.
- Actuellement, on utilise des **antennes à cadres fixes** (Loop Antennas).

© Département d'avionique      Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

### Les antennes sur les aéronefs

#### Le principe utilisé

- Mesurons la **tension** générée par un **cadre** soumis à une **onde électromagnétique** :

- Si le **cadre est perpendiculaire** à l'axe de propagation de l'onde, la **tension** dans le cadre est **nulle** (mêmes tensions générées dans chaque branche verticale).
- Si le **cadre est en ligne** avec l'axe de propagation de l'onde, il apparaît une **différence de potentiel** aux bornes du cadre.

© Département d'avionique      Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

### Les antennes sur les aéronefs

#### L'antenne à cadre mobile

- Imaginons, maintenant, que le **cadre** peut **tourner** grâce à un petit **moteur** qui s'arrêtera lorsque la **tension** apparaissant sur le cadre sera **nulle** :

- L'antenne cadre cherche à s'aligner sur une **réception nulle** de la **composante magnétique** dans ses deux branches.
- La **direction résultante** correspond à un **gisement**.

© Département d'avionique      Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

### Les antennes sur les aéronefs

#### Un doute à 180°

- On peut comprendre que l'**antenne** à cadre mobile s'**orientera** dans la **direction de l'émetteur**, mais, pour, l'utilisateur, il existera un **doute** sur la **position exacte** de l'origine de l'émission : **deux possibilités** existent, à **180°** l'une de l'autre !
- Laquelle est la bonne ?
- Une méthode consiste à effectuer **plusieurs relevés** à **intervalles réguliers**. Du côté où une **convergence** est notée, c'est la **direction de l'origine de l'émission**.
- Une **triangulation** peut-être aussi effectuée avec **plusieurs aéronefs**.
- Dans tous les cas, ce n'est **pas simple** !
- Voyons voir maintenant comment tout ceci se passe dans la **modernité** ...

© Département d'avionique      Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

### Les antennes sur les aéronefs

#### Les antennes modernes

- Actuellement, les aéronefs modernes sont équipés d'**antennes cadres** (Loop) et de **levier de doute** (Sense) **combinés**.
- Toutefois, sur certains aéronefs plus anciens, on peut encore trouver des antennes cadres et de levier de doute séparées.

Aéronefs anciens      Aéronefs modernes

© Département d'avionique      Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

### Les antennes sur les aéronefs

#### Les antennes cadres

- Les **antennes cadres** modernes sont, en fait, constituées de **deux cadres perpendiculaires** fixes nommés « **sinus** » et « **cosinus** » .
- En **comparant** les **phases** des signaux reçus par les **deux cadres**, on peut déterminer la **direction de l'émission**.
- L'**antenne de levier de doute** capte la **composante électrique** de l'onde qui servira de **référence de phase**.
- L'**antenne de levier de doute** est maintenant **intégrée** sous forme de plaque capacitive dans les **antennes cadres**.

Dans ce cas, il n'y a aucune différence de potentiel sur le cadre « sinus » si le gisement est 000.

© Département d'avionique      Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

### Les antennes sur les aéronefs

#### Les antennes cadres

- Si l'**émetteur** se trouve sur un **gisement 000** (0°), le cadre « **sinus** », qui est perpendiculaire à l'origine de l'émission, a une **tension nulle**.
- Dans la **même situation**, le cadre « **cosinus** » capte le **maximum de niveau**.
- Donc, en **comparant** les **deux phases** et les **tensions obtenues**, on peut déterminer le **gisement**.
- Toutefois, on utilisera le **signal** de l'antenne de **levier de doute** comme **référence**.

© Département d'avionique      Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

### Les antennes sur les aéronefs

#### L'antenne de levier de doute

- Le **cadre** capte, en fait, le **champ magnétique** de l'onde.
- Dans le cas ci-dessus, l'**émetteur** se situe à 0°.
- À un instant donné, nous avons une **tension positive** dans un **bon du cadre « sinus »** (en rouge) et **négative** dans l'autre (vert).
- Au même instant, dans l'**antenne sense**, la tension est **positive**.
- En **combinant** les diagrammes de rayonnement des deux antennes, on obtient une **cardioïde** orientée **vers l'émetteur**.

© Département d'avionique      Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ET D'ASTRONAUTIQUE

### Les antennes sur les aéronefs

#### Liens entre l'antenne loop/sense et le récepteur

© Département d'avionique Document 3 des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ET D'ASTRONAUTIQUE

### Les antennes sur les aéronefs

#### Informations complémentaires

- L'antenne loop-sense contient un pré-amplificateur et des modulateurs afin de fournir un signal complet au récepteur ADF.
- Il existe donc une consommation d'un courant qui sera fourni par le récepteur.
- Dans certains cas, la longueur du câble d'antenne qui est fourni par le fabricant ne peut pas être modifiée (exemple : tolérance de 2" par 12" pour l'antenne King KA44B).

© Département d'avionique Document 3 des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ET D'ASTRONAUTIQUE

### Les antennes sur les aéronefs

#### Installation des antennes

- Antenne cadre ou loop-sense : sur l'axe longitudinal de l'aéronef.
- Antenne de lever de doute (câble) : sur l'axe longitudinal de l'aéronef ou parallèlement à celui-ci.
- Au-dessus ou en dessous du fuselage.
- Le plus loin possible des autres antennes.
- Pour les antennes au-dessus du fuselage, si possible, en dehors de la surface couverte par les ailes.
- Souvent, un pontage dans le connecteur du récepteur permettra à ce dernier de savoir si l'antenne cadre est au-dessus ou en dessous du fuselage.
- Les avions modernes peuvent avoir deux systèmes ADF internes, mais avec une seule antenne à double sorties.

© Département d'avionique Document 3 des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ET D'ASTRONAUTIQUE

### Les antennes sur les aéronefs

**Antenne cadre**

© Département d'avionique Document 3 des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ET D'ASTRONAUTIQUE

### Les antennes sur les aéronefs

**Antenne de lever de doute**

© Département d'avionique Document 3 des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ET D'ASTRONAUTIQUE

### Les antennes sur les aéronefs

#### Exemple : Canadair/Bombardier CL600 Challenger

© Département d'avionique Document 3 des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ET D'ASTRONAUTIQUE

### Les antennes sur les aéronefs

#### Exemple : Hydravions

- Les antennes seront installées au-dessus du fuselage :

© Département d'avionique Document 3 des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ET D'ASTRONAUTIQUE

### Les antennes sur les aéronefs

#### Exemple : Bell CH-135 Twin Huey

**ADF SENSE**

© Département d'avionique Document 3 des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ET D'ASTRONAUTIQUE

### Les antennes sur les aéronefs

#### Exemple : Robinson R22

© Département d'avionique Document 3 des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Les récepteurs ADF**

Les contrôles et commandes

Interrupteur « marche-arrêt » et réglage de volume

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Les récepteurs ADF**

Les contrôles et commandes

Sélecteur de fréquences

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Les récepteurs ADF**

Les contrôles et commandes

Indicateur de fréquences et chronomètre

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Les récepteurs ADF**

Les contrôles et commandes

Sélecteur de modes : ANT - ADF - BFO

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Les récepteurs ADF**

Les contrôles et commandes

Sélecteur de fonctions du chronomètre (FLT, EET, etc.)

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Les récepteurs ADF**

Fonctionnement en écoute AM

- Seule, l'antenne de lever de doute est utilisée.
- Écoute de l'indicatif A2A ou des stations AM.

Indicateur : inop

Sélecteur de modes : aucun bouton enfoncé

Le code Morse à 400/1020 Hz ou la station AM « broadcast » est audible.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Les récepteurs ADF**

Fonctionnement en écoute avec BFO

- Seule, l'antenne de lever de doute est utilisée.
- Écoute de l'indicatif A1A d'une balise NDB.

Indicateur : inop

Sélecteur de modes : bouton BFO enfoncé

Une tonalité audio de 1 kHz est audible lorsque la porteuse est présente.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Les récepteurs ADF**

Fonctionnement en mode ADF

- Les deux antennes sont utilisées.
- L'indicateur donne le gisement/relèvement.

Indicateur : fonctionnel

Sélecteur de modes : bouton ADF enfoncé

Le mode ADF peut fonctionner avec un des deux modes d'écoute.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

**Les récepteurs ADF**

Sélection de fréquences

- Le récepteur peut être contrôlé à distance par une tête de contrôle ou un Radio Tuning Unit.

Bus de données

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

**Les récepteurs ADF**

**Test et mémoires**



- **TEST** : Génère un signal de vérification interne au récepteur.
- **STO** : Permet la programmation de fréquences en mémoire.

• Test de l'ADF à partir d'un RTU



© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

**Les indicateurs et affichages**

**L'indicateur ADF simple**



Référence de l'axe longitudinal de l'aéronef

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

**Les indicateurs et affichages**

**L'indicateur ADF simple**



Aiguille indiquant la direction de l'origine de l'émission

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

**Les indicateurs et affichages**

**L'indicateur ADF simple**



Bouton de réglage du cap (HDG ou « Heading »)

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

**Les indicateurs et affichages**

**L'indicateur ADF double**



- Il existe des indicateurs à deux aiguilles permettant d'être connectés à deux récepteurs ADF.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

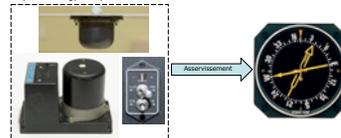
**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

**Les indicateurs et affichages**

**L'indicateur ADF asservi**

- Le cadran mobile d'indication du cap (HDG) est asservi avec le système de gyroscope directionnel.

Système de gyroscope directionnel



Asservissement

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

**Les indicateurs et affichages**

**Le RMI - Radio Magnetic Indicator**

- Le **Radio Magnetic Indicator (RMI)** permet d'indiquer un relèvement ADF ou VOR sur l'indication d'un gyroscope directionnel :



© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

**Les indicateurs et affichages**

**Affichage sur les écrans EFIS**

- En général, l'indication d'ADF s'affichera sur le **ND-Navigation Display** :
- Souvent, un bouton de sélection pourra commuter l'indication de l'ADF avec celle du VOR.



© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION ÉLECTROTECHNIQUE

**Les indicateurs et affichages**

**Exercice**

Quel est le gisement indiqué par l'indicateur ci-contre ?  
réponse : 135°

Quel est le relèvement indiqué par l'indicateur ci-contre ?  
réponse : 322°



© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

### Installation des systèmes ADF

#### Aviation générale

Recepteur

Antenne

Indicateur asservi

Gyroscopie directionnelle

IAS

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

### Installation des systèmes ADF

#### Aviation générale

• Particularités concernant le câblage de l'antenne Kino KA44B :

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

### Installation des systèmes ADF

#### Aviation commerciale

Loop / sense antenna

RMI

Recepteur ADF

Sélecteur de fréquence

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

### Installation des systèmes ADF

#### Aviation commerciale

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

### Installation des systèmes ADF

#### Aviation commerciale

- Exemple de connexions d'une antenne double ANT-60B à deux récepteurs ADF-60A :
- On note aussi les liaisons vers les têtes de contrôle CTL-62.
- Les connexions vers les indicateurs RMI ne sont pas représentées.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

### Problèmes et limitations

#### Erreur quadrantale

- La masse métallique de l'aéronef a une influence sur la déviation de l'indicateur ADF.
- Cette erreur se répétant tous les 90°, elle est nommée « quadrantale ».
- Il y a parfois moyen de la compenser après avoir effectué des relevés en vol.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

### Problèmes et limitations

#### Erreur quadrantale

- Toutefois, certains manufacturiers proposent des procédures d'ajustement à réaliser au sol (exemple : King KR87) :

- L'erreur quadrantale peut parfois aussi être ajustée par un strapping au récepteur ADF ou grâce à une configuration logiciel.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

### Problèmes et limitations

#### Effet de côte

- La direction de propagation de l'onde électromagnétique est déviée lorsque l'onde passe de la terre au-dessus de l'eau sauf si elle est perpendiculaire à la côte.
- Il existe donc une erreur d'autant plus importante que l'angle avec la côte est important.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**ENNA** ÉCOLE NATIONALE D'AVIATION TECHNIQUE

### Problèmes et limitations

#### Autres erreurs

- Erreur de propagation : due aux réflexions.
- Erreur de roulis : durant les virages.
- Effet de nuit : fiabilité réduite du signal juste avant l'aube et l'aurore. La composante horizontale de la balise est affectée.
- Effets de montagne : déviation de la propagation de l'onde près du sol dans les vallées, à proximité de falaises ou de grands obstacles.
- Sensibilité aux orages : perturbation de l'indication lors d'éclairs.
- Incertitude au-dessus de la balise : cône s'élargissant avec l'altitude.
- Bruit : surtout dans la bande MF; nécessite un signal fort.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Test des systèmes ADF embarqués**



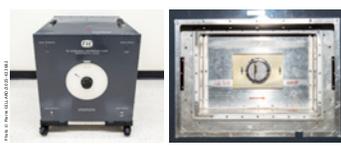
- Un ADF peut être **testé** uniquement en **laboratoire** ou en **vol**.
- Au laboratoire, un **système de test spécialisé** est requis.
- Seul un **technicien d'atelier d'avionique** pourra effectuer ces tests.
- On peut, toutefois, effectuer un **test fonctionnel au sol**.

**Attention**, un test de performance doit être réalisé par un SCA qui rédigera un bon de sortie autorisée « Form 016 »

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Test des systèmes ADF embarqués**

**Simulateur de signaux ADF TIC CES-116A**



© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Test des systèmes ADF embarqués**

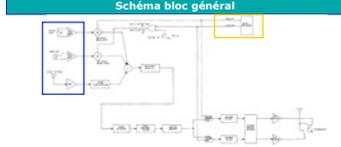
**Simulateur d'antenne ADF KING KTS156**



© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Étude du récepteur KING KR87**

**Schéma bloc général**

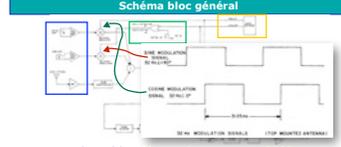


- On retrouve les **trois composants** de l'antenne *loop/sense* : le cadre « **COSINE** », le cadre « **SINE** » et l'antenne de **levier de doute**.
- Un **microprocesseur** génère **deux signaux à 32 Hz** déphasés entre eux de **90°**.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Étude du récepteur KING KR87**

**Schéma bloc général**

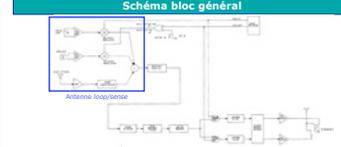


- Le **32 Hz** déphasé à **±90°** entre dans une **porte EXOR**.
- Lorsque l'**antenne** est montée **au-dessus** du fuselage, la porte EXOR a pour effet d'**inverser la phase de 180°**, ce qui donne en sortie un **déphasage de +90°** par rapport à l'autre signal à 32 Hz.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Étude du récepteur KING KR87**

**Schéma bloc général**

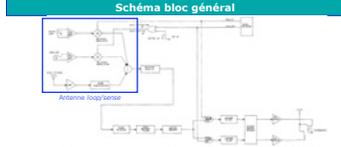


- Les **deux signaux à 32 Hz** entrent chacun dans un **modulateur en anneau** où, respectivement, ils **modulent** les signaux **COSINE** et **SINE** produits par les deux cadres de l'antenne.
- Le signal de l'antenne *sense* est **déphasé de 90° en retard** par le **compensateur de phase**.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Étude du récepteur KING KR87**

**Schéma bloc général**

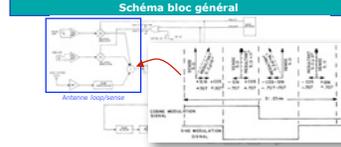


- Les **modulateurs en anneau** font que les signaux **COSINE** et **SINE** restent **en phase** lorsque le signal à 32 Hz est à **1** et **inversent leur phase** lorsqu'il est à **0**.
- Le signal *sense* (déphasé de 90°) est **ajouté** aux deux modulations dans le **sommeur**.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Étude du récepteur KING KR87**

**Schéma bloc général**

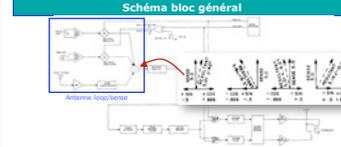


- La **résultante** à la sortie du **sommeur** est donc une **modulation de phase**.
- Voyons un exemple pour un **relèvement à 45°**...

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Étude du récepteur KING KR87**

**Schéma bloc général**



- Voyons maintenant un exemple pour un **relèvement à 150°**...

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Étude du récepteur KING KR87**

**Schéma bloc général**

**Magique III**

- Par la suite, le signal modulé en phase est traité et il en résulte un signal à 32 Hz dit « variable ».

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Étude du récepteur KING KR87**

**Schéma bloc général**

- Le 32 Hz « variable » est amené aux entrées de deux portes EXOR.
- La première a sa seconde entrée connectée au signal à 32Hz/0°.
- La seconde a sa seconde entrée connectée au signal à 32Hz/-90°.
- Il en résulte les signaux « SIN DETECTOR » et « COS DETECTOR » selon le logiciel ci-contre :

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Étude du récepteur KING KR87**

**Schéma bloc général**

- Les deux signaux à impulsions résultants sont ensuite filtrés fin d'en retenir la tension moyenne DC.
- À chaque couple de valeurs de tension moyenne correspond un angle de relèvement :

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Étude du récepteur KING KR87**

**Schéma bloc général**

- L'indicateur est constitué d'un *resolver* comprenant deux bobines montées perpendiculairement l'une par rapport à l'autre.
- L'aiguille de l'indicateur est montée sur un aimant permanent libre de pivoter sur un axe.
- L'aimant se placera dans la direction imposée par la résultante des deux champs magnétiques produits par les deux bobines perpendiculaires.
- Le circuit de mise en forme des tensions et les amplis drivers ont pour but de fournir les tensions adéquates représentant le gisement aux deux bobines « SIN » et « COS ».

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Étude du récepteur KING KR87**

**Schéma bloc général**

- Lorsque le récepteur ADF est en mode « ANI », l'indicateur doit se mettre dans la position à 90°.
- Ceci se fait par l'injection du signal 32 Hz 0° au niveau de la porte EXOR du comparateur de phase.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Étude du récepteur KING KR87**

**La partie audio**

- Regardons le schéma-bloc détaillé pour y suivre le signal audio :

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Étude du récepteur KING KR87**

**La partie audio**

- En mode « BFO », une tonalité à 1 kHz est injectée au niveau de la fréquence intermédiaire s'il y a réception d'une porteuse.
- L'écoute de signal à 1 kHz confirme la réception du signal provenant d'une balise NDB.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Étude du récepteur KING KR87**

**Les connexions de l'antenne loop/sense**

- Dans le câble RF, nous avons le signal de l'antenne sense ainsi que les modulations à 32 Hz des signaux des deux cadres « SIN » et « COS ».
- « LOOP ENABLE » permet d'activer la réception et la modulation des signaux des deux cadres en mode « ADF ».
- La borne « E » du connecteur P872 du KR87 permet d'informer le récepteur du montage de l'antenne cadre au-dessus ou en dessous du fuselage.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

**Étude du récepteur KING KR87**

**Merci de votre attention**

© Département d'avionique Document à des fins de formation