

C.1.1.b. Interactions :

- **a** : l'identifiant de la piste et le cap (« localizeur ») sont transmis par une porteuse modulée en amplitude située dans la bande VHF (108,1 MHz – 111,95 MHz) ; cette bande comporte 40 canaux ; de plus, un canal « Self TEST » est disponible ; à chaque canal « alignement » est apparié un canal « pente » . L'identifiant (codé sur 3 lettres) permet au pilote de l'aéronef de reconnaître la piste sur laquelle il doit atterrir. Au modulant « alignement » sont associées deux fréquences, 90 Hz (« trop à gauche ») et 150 Hz (« trop à droite »)- (cf. fig. 5).

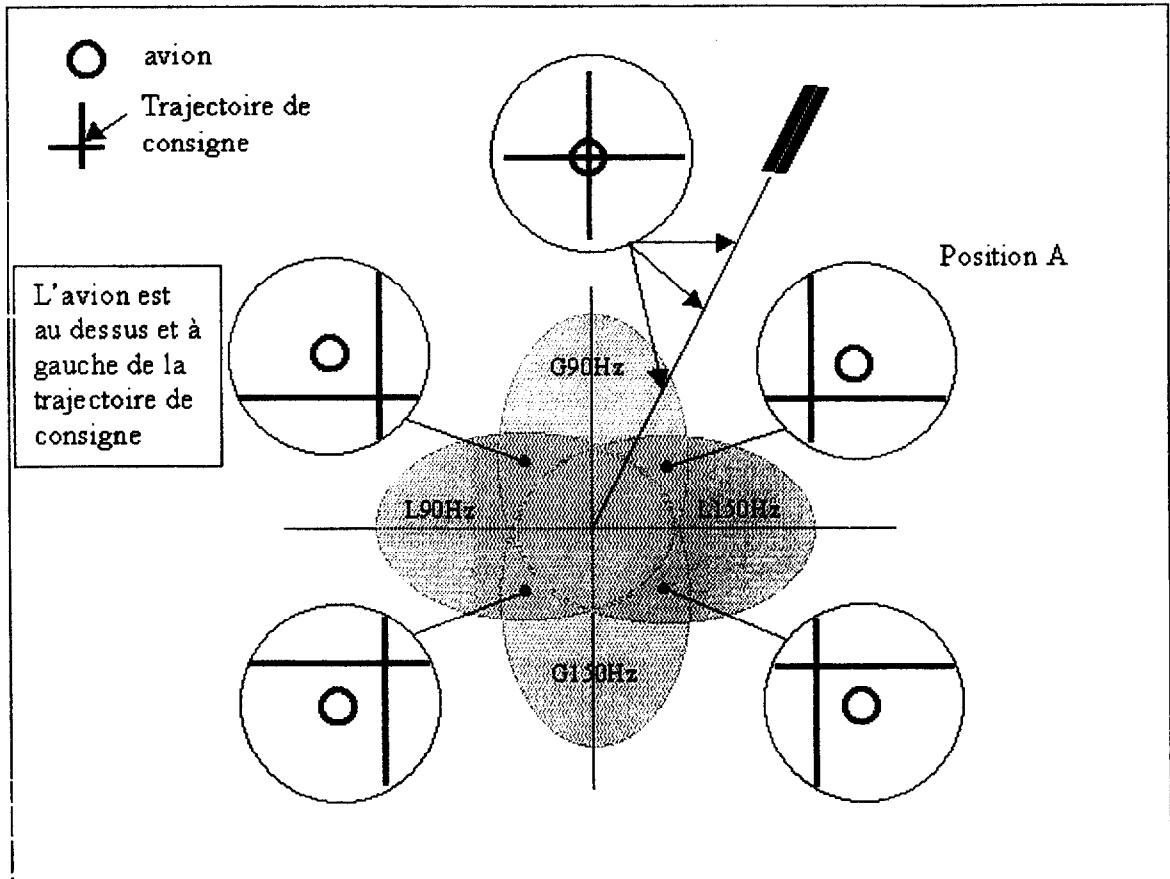


Figure 5 : affichage dans le cockpit de la position de l'avion

- **b** : la pente (« glide ») est une consigne qui est transmise par une porteuse modulée en amplitude dans la bande UHF (329,15 MHz – 335,15 MHz) ;cette bande comporte aussi 40 canaux ; au modulant « pente » sont associées deux fréquences, 90 Hz (« trop haut ») et 150 Hz (« trop bas ») .
- **f** : image en « visuel » de la piste.
- **g** : distance entre l'aéronef et la piste (DME) ; OEM déphasées (VOR)

- **h** : la balise reçoit en provenance de l'aéronef, une fréquence « d'interrogation » ; elle lui réexpédie une fréquence « réponse » décalée de 63MHz ; le temps mis par l'onde pour faire l'aller-retour permet à l'aéronef de calculer la distance « oblique ».
- **í** : cf. figure 3.
- **j** : informations échangées oralement entre le pilote et le personnel de la tour .
- **K** : aéronefs, passagers et personnels.
- **l** : passagers ,personnels.
- **X** : personnels.

C.1.1.c. Aéronef (descriptif partiel):

- Récepteur ILS : ce récepteur est accordé par le pilote sur les canaux « alignement » et « pente », via le tableau de bord et l'ordinateur de bord ; après avoir reçu les données « identifiant piste », « alignement » et « pente », le récepteur les identifie, les contrôle, les adapte en vue de les transmettre à l'ordinateur central puis de les afficher sur le tableau de bord ; ceci afin d'aider le pilote à caler sa trajectoire de descente sur la consigne émise par l'aéroport .
- Tableau de bord : c'est l'interface entre le pilote et les paramètres de pilotage, décrite ici de façon non exhaustive:
 - Il affiche les différents paramètres de vol ;
 - Il permet de sonoriser des informations spécifiques (*code morse caractérisant l'identifiant de la piste, ou tout autre code morse émis d'une balise tel que celle des « marker » survolés*) ;
 - il permet au pilote d'activer les différentes commandes et d'entrer les paramètres associés (*ex. : canal de réception ILS*).
- Ordinateur de bord : il gère l'ensemble des tâches permettant d'amener l'aéronef d'un point A à un point B. Ces tâches regroupent la mesure des différents paramètres externes et internes , leur traitement et la commande des différents organes effecteurs.
- Pilote : il gère les différentes commandes de l'appareil et contrôle son bon fonctionnement . Pour ce qui est de l'atterrissage, il communique avec la tour de contrôle qui lui transmet le « nom » de la piste ; il accorde le récepteur ILS en sélectionnant les canaux de fréquence associés à la piste ; il identifie le code morse (3 lettres) caractérisant l'identifiant de la piste ; il lie sur les instruments la position de l'appareil (cf. fig.5) par rapport à la consigne émise par l'aéroport et corrige les écarts éventuels (« alignement » et « pente ») en agissant sur les commandes appropriées.

- Capteurs et chaînes d'acquisition : ces structures mesurent les différents paramètres nécessaires au bon fonctionnement de l'appareil et donc à la sécurité des passagers ; citons en particulier les paramètres « air » (ex. : vitesse relative de l'avion / air permettant d'éviter le décrochage → absence de portance où l'avion chute comme une pierre).
- Emetteur-récepteur : il assure la communication entre la tour de contrôle et le pilote ; il assure l'émission et la réception des paramètres nécessaires au calcul de la distance de l'avion par rapport à la piste ; il reçoit du VOR, deux OEM, dont le déphasage lui permet de calculer son azimut ; il assure la réception des distances de seuils de décision provenant des « markers ».
- Radar : il permet à l'aéronef de connaître son altitude par rapport au sol ; il lui permet aussi de « lire » son environnement et en particulier de connaître la position des autres aéronefs.

C.1.1.d. Quelques interactions :

- **C** : paramètres « alignement » et « pente » sous forme numérique, destinés à commander l'affichage du tableau de bord ; ces paramètres sont transmis en série par un protocole ARINC 429 ; cette liaison véhicule aussi , codé en Morse, l'identifiant de la piste destiné à être écouté et reconnu par le pilote.
- **d** : données destinées à contrôler la validité des données reçues et donc sécuriser le vol.
- **e** : paramètres de vol visuels et sonores.
- **n** : paramètres « air » (température, pression, vitesse et direction du vent).
- **Q** : paramètres nécessaires au calcul de la distance qui sépare l'aéronef de piste d'atterrissage ; paramètres nécessaires à la prise de décision d'atterrir.
- **W** : paramètres de contrôle et d'affichage transmis par un bus ARINC429.

Bus avionique ARINC 429

D. Bus avioniques

D.1. Définition:

L'avionique est l'électronique appliquée aux techniques aéronautiques et spatiales.

D.2. ARINC 429 :

D.2.1. description :

L'ARINC 429 est un des plus anciens bus avionique. Développé par l'**Aeronautical Radio INCorporation** en 1977, il est encore utilisé aujourd'hui sur des nouvelles plates-formes même si d'autres bus plus récents sont plus fréquemment retenus.

Ce bus est un bus de données simple utilisant un seul émetteur et de 1 à 20 récepteurs par bus.

On le retrouve dans des avions tels que les Airbus A310 /A340 et dans de nombreux autres systèmes avioniques.

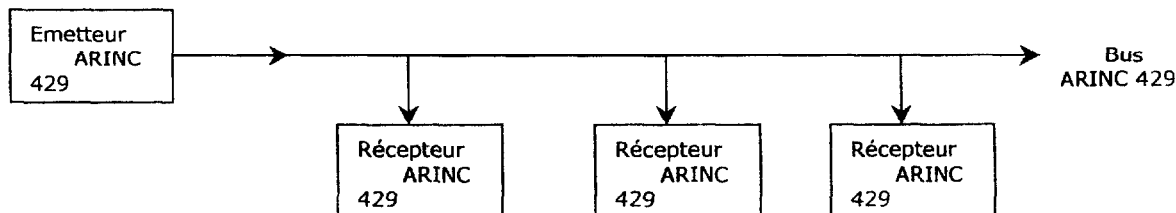


Figure 1: Architecture du bus ARINC 429

D.2.2. Support physique

Il s'agit d'une structure point à point. La communication est unidirectionnelle et pour une communication bidirectionnelle entre les systèmes, on utilise deux bus, un dans chaque direction. Un bus ARINC 429 utilise deux fils pour transmettre un encodage bipolaire avec Retour à Zéro, dit "RZ". Les mots de 32 bits sont séparés par 4 *bits-time* NULL, il n'y a donc pas besoin d'un 3ème fil pour le signal d'horloge. Le bus unidirectionnel utilise une paire torsadée.

Le bus ARINC 429 supporte deux types de débit : un haut débit de 100Kbps pour les 'hautes' données (1% des données) et un faible débit variant entre 12Kbps et 14,5Kbps pour les 'basses' données.

D.2.3. Niveau liaison

Les données sont transférées sur les bus séries ARINC 429 par des mots de 32 bits. Chaque mot est séparé par un 'trou inter-mots' de 4 bits (bit-time NULL).

Nous sommes ici dans le cas d'une liaison point à point, donc le système de contrôle est aussi point à point. Trois protocoles sont définis dans ARINC 429 pour les données numériques, discrètes ou fichiers.

Les transferts de données numériques ou discrètes sont effectuées en utilisant un champ SAL (*System Address Label*) unique pour identifier la donnée contenue dans chaque mot.

Le label définit le type de donnée du mot. Le Bit de parité permet de vérifier la validité de la transmission.

D.2.3.a. Format des mots :

| P | SSM | | Données | | | | | | | | | | | | | | | | | SDI | | LABEL | | | | | | | | | |
|----|-----|----|---------|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|----|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | 31 | 30 | 29 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

- P :** bit de parité (impair) , bit 32.
- SSM :** Sign/Status Matrix , bit 31 (MSB) et bit30 (LSB).
- Données:** bits 11 à 29.
- SDI :** Source/Destination Identifier , bit 10 (MSB) et bit 9 (LSB).
- LABEL :** identifiant des données , MSB bit 1 à LSB bit 8.

De par la simplicité de sa topologie et des protocoles utilisés, ce bus est d'une très grande fiabilité. Et comme il n'y a **qu'un seul émetteur par paire de fils**, l'ARINC 429 est bien évidemment déterministe.

D.2.3.b. Ordre de transmission:

Le bit de poids faible est transmis en premier. Le LABEL est transmis en entête du mot transmis soit les huit premier bits.

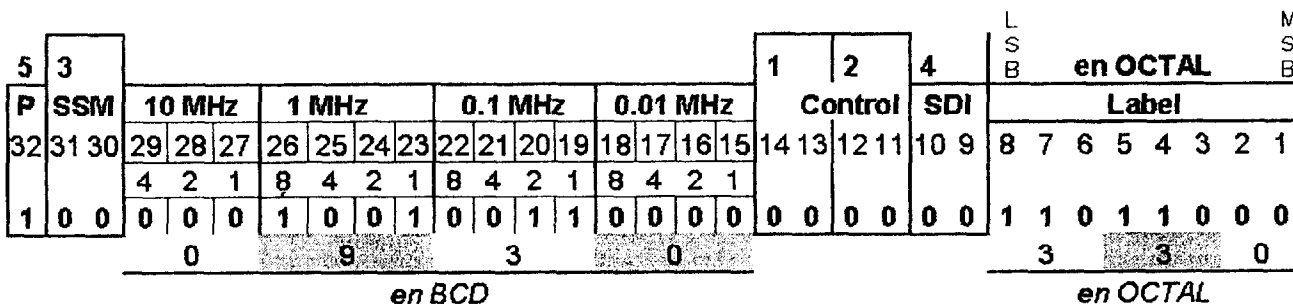
On a donc, sur le bus ARINC, l'ordre de transmission des 32 bits suivant :

8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 9, 10, 11, 12, 13 ... 32.

D.2.3.c. Exemple de codage des mots de 32 bits :

Frequency control word bit assignments

Example: FREQUENCY = 109.30 MHz

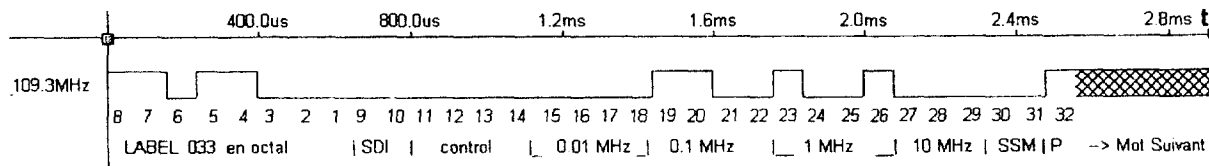


Note :

- 1 bits 13 et 14 reserved for control functions
- 2 used to define category of ground facilities (installations)
- 3 Sign Status Matrix (donnée de contrôle) defined by following table

| | | |
|------------------|--------|--------|
| | Bit 31 | Bit 30 |
| Normal operation | 0 | 0 |
| No computed data | 0 | 1 |
| Functional test | 1 | 0 |
| Undefined | 1 | 1 |

- 4 Source destination identifier : 2 bits.
- 5 P : parity bit



Le label, codé en octal, est une étiquette qui permet d'identifier le type de données qui suit.

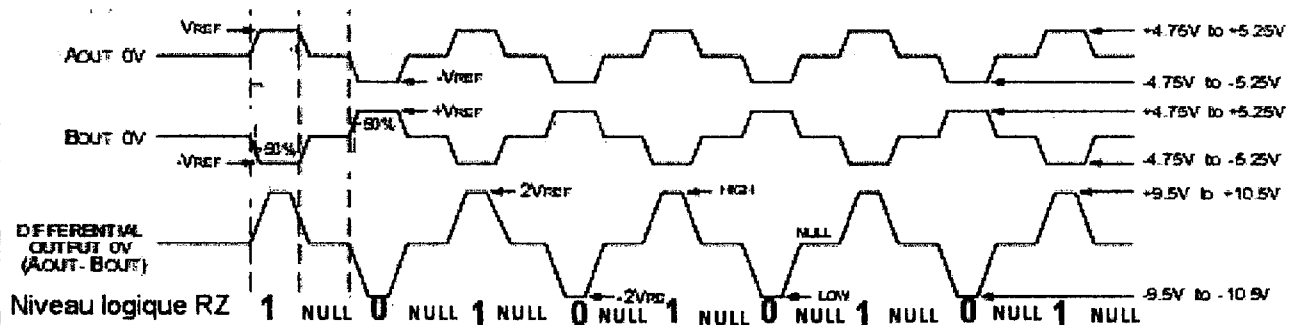
Label 033 : « frequency word ».

Le bit de parité permet de contrôler la validité de la donnée transmise.

La fréquence est codée en BCD.

d.3. Résumé: l'ARINC 429 (*Aeronautical Radio Incorporated 429*):**Catégorie :** BUS AVIONIQUE**Exemple d'utilisation:** Airbus A310,.. A340, Boeing du 727 au 767**Débit:** Deux débits sont normalisés:

- * Lo speed 12.5 kbits/seconde.
- * High speed 100 kbits/seconde.

Support physique: Paires torsadées.**Codage RZ** Bipolaire avec retour à zéro.**Format** d'un mot : 32 bits**Niveaux** de tension par rapport à la masse « ground » : +5V, 0V, -5V : AOUT et BOUT**Niveaux** de tension de sortie différentielle : +10V, 0V, -10V : (AOUT - BOUT)**Niveaux** logique RZ : 1 , NULL, 0

L'Arinc 429 est un bus doté d'une liaison point à point.

La communication est **unidirectionnelle**. Il peut y avoir plusieurs récepteur pour chaque émetteur. Les messages sont émis et reçu sur des ports distincts, ce qui nécessite deux bus pour une communication bidirectionnelle.

FIN DU DOSSIER DE PREPARATION au BTS Electronique