

ENNA École Nationale Supérieure d'Avionique



Généralités au sujet des systèmes audio

© Département d'Avionique Document à des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure d'Avionique

Avant de débiter le cours ...






Merci !

© Département d'Avionique Document à des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure d'Avionique

Présentation du cours



- Introduction.
- Le son.
- La bande passante.
- Les amplificateurs à transistors.
- Les amplificateurs opérationnels.
- Microphones et écouteurs.
- Systèmes de réduction du bruit.
- Niveaux et impédances utilisés.
- Connectique.
- Les fils blindés.
- Conclusions.

© Département d'Avionique Document à des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure d'Avionique

Introduction

- Contrairement à ce que l'on pourrait imaginer, les **systèmes audio** représentent toujours **un des plus grands défis** pour les **techniciens en avionique**.
- En effet, les **causes de problèmes** peuvent être multiples :

✓ Proximité de sources RF.	
✓ Proximité de sources AC à 400 Hz.	
✓ Problèmes d'adaptation de niveaux et d'impédances.	
✓ Parasites divers (magnétos, allumages, lampes à éclat, etc.)	
✓ Électricité statique.	
✓ Mauvaise utilisation des équipements.	
✓ Bruit ambiant.	

- Dans tous les cas, l'usage des équipements audio sera **désagréable** pour l'équipage en cas de **problème**.

© Département d'Avionique Document à des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure d'Avionique

Introduction



- **Actuellement**, on peut trouver à bord des **avions** des **systèmes audio** :

✓ Analogiques.
✓ Numériques.

- Ces **deux catégories** de systèmes audio seront étudiées dans le cadre de ce cours.

© Département d'Avionique Document à des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure d'Avionique

Le son

Définitions



- On pourrait définir le **son** comme étant la **vibration mécanique** d'un **fluide** produite par une **source** vibrant à **une ou plusieurs fréquences**.
- Le **son** se **propage** par une **onde longitudinale de pression** grâce à la **déformation élastique** du **fluide** en question.
- Le **son** de **l'ouïe** permet aux **êtres humains** et à un **grand nombre d'animaux** de percevoir les **variations de pression** caractérisant le **son**.

© Département d'Avionique Document à des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure d'Avionique

Le son

Propagation du son

- La **vitesse de propagation du son** (célérité) dans un **fluide** ou un **matériau** peut dépendre de **plusieurs paramètres** :

✓ Masse volumique du fluide ou du matériau.
✓ Pression ambiante.
✓ Température.
✓ Compressibilité du fluide ou du matériau.
✓ Autres paramètres thermodynamiques.

- Déterminer la **vitesse de propagation du son** dans des conditions bien précises est donc assez **complexe**.

© Département d'Avionique Document à des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure d'Avionique

Le son

Propagation du son

- Pour information, voici quelques **exemples de vitesses de propagation du son** dans différents cas :

Vitesse du son dans l'air (c) en fonction de l'altitude

Altitude en m	Température (°C)	Vitesse (m/s)
0	15,00	340,30
100	12,75	338,90
200	10,50	337,50
300	8,25	336,10
400	6,00	334,70
500	3,75	333,30
600	1,50	331,90
700	-0,75	330,50
800	-3,00	329,10
900	-5,25	327,70
1000	-7,50	326,30
1100	-9,75	324,90
1200	-12,00	323,50
1300	-14,25	322,10
1400	-16,50	320,70
1500	-18,75	319,30
1600	-21,00	317,90
1700	-23,25	316,50
1800	-25,50	315,10
1900	-27,75	313,70
2000	-30,00	312,30

Milieu de propagation	Vitesse du son
Air, au niveau du sol	environ 340 m/s
Eau	1482 m/s
Acier	5000 à 5900 m/s

© Département d'Avionique Document à des fins de formation

ENNA École Nationale Supérieure d'Avionique

Le son

Ce qui caractérise le son



- La **provenance** ou la **direction de propagation**.
- L'**intensité sonore** (ou volume, ou sonie).
- La **hauteur** ou la **tonalité** du son.
- Le **rythme**.
- Le **timbre**.


© Département d'Avionique Document à des fins de formation

Le son

Ce qui caractérise le son

La provenance ou la direction de propagation

- L'être humain peut déterminer l'origine d'un son.
- Le cerveau analyse la différence de temps entre des sons identiques perçus par chacune des deux oreilles.
- Si la vitesse du son augmente (exemple : dans l'eau), il sera plus difficile de déterminer l'origine d'un son.




© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

Ce qui caractérise le son

L'intensité sonore

- L'intensité sonore se règle sur les systèmes de son par la commande de volume.
- L'intensité sonore donne l'impression d'un son plus ou moins fort.
- Au-delà d'une certaine intensité sonore, des lésions parfois irréversibles peuvent être causées aux oreilles.
- La variation d'intensité sonore est logarithmique alors que la perception semble linéaire.



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

Ce qui caractérise le son

La hauteur ou la tonalité

- La hauteur d'un son est liée à sa fréquence.
- Les sons à basses fréquences sont appelés « graves ».
- Les sons à moyennes fréquences sont appelés « médiums ».
- Les sons à hautes fréquences sont appelés « aigus ».

Enceinte acoustique à 2 voies

Hautes Fréquences (Tweeter)
Moyennes Fréquences (Mid Range)
Basses Fréquences (Woofer)
Basses et moyennes fréquences (Crossover)

Enceinte acoustique à 3 voies



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

Ce qui caractérise le son

Le rythme

- Il s'agit de la répétition de certains sons au fil du temps.
- En musique, souvent, le rythme est donné par les percussions.



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

Ce qui caractérise le son

Le timbre

- Le timbre est, dans un signal acoustique, ce qui permet d'identifier la source du son.
- On parle parfois de « sons chauds » et de « sons froids ».
- La perception des timbres des sons est une question de psychoacoustique.



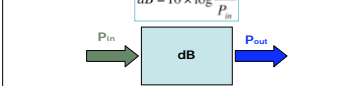
© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

Unités utilisées pour caractériser le son

Le décibel

L'expression générale du décibel (dB) est la suivante :

$$dB = 10 \times \log \frac{P_{out}}{P_{in}}$$


Le décibel représente donc dix fois le logarithme d'un RAPPORT de puissances, et n'a pas d'unité.

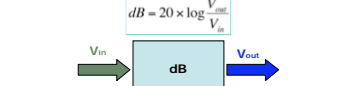
© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

Unités utilisées pour caractériser le son

Le décibel

On peut, à impédance constante, utiliser l'expression suivante :

$$dB = 20 \times \log \frac{V_{out}}{V_{in}}$$


Le décibel représente alors vingt fois le logarithme d'un RAPPORT de tensions et n'a pas d'unité.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

Unités utilisées pour caractériser le son

Le décibel

Mais, en audio, il existe plusieurs variantes du décibel selon la référence 0 dB choisie.

Il s'agit donc de décibels que l'on peut qualifier d'« absolus ».

En téléphonie :

dBu : u signifiant « unloaded »

0 dBu correspond à une tension de 775 mV dans une impédance de 600 Ω. Dans cette situation, la puissance est de 1 mW.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

Unités utilisées pour caractériser le son

Le décibel

Mais, en audio, il existe plusieurs variantes du décibel selon la référence 0 dB choisie.

Il s'agit donc de décibels que l'on peut qualifier d'« absolus ».

En acoustique :

dB SPL : SPL signifiant « sound pressure level »

0 dB SPL correspond à une intensité acoustique dont la référence est 1 pW/m² ou une pression acoustique de 20 μPa.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

Unités utilisées pour caractériser le son

Le décibel

- Mais, en **audio**, il existe **plusieurs variantes du décibel** selon la **référence 0 dB** choisie.
- Il s'agit donc de **décibels** que l'on peut qualifier d'« **absolus** ».

En acoustique :

dBA, B ou C : A, B ou C correspond à une courbe de filtrage de fréquences qui représentent la sensibilité de l'oreille pour les sons à niveaux faibles et moyens (A), ou moyens et forts (C).

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

Unités utilisées pour caractériser le son

Le décibel

- Le **dB SPL** est le **« décibel » du langage commun »** qui caractérise le **bruit** ou le **niveau sonore** :

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

Unités utilisées pour caractériser le son

Le Hertz

- Un **son** est également caractérisé par une **fréquence** exprimée en **Hertz**.
- La **fréquence d'un son** s'étend des **infrasons** (< 15 Hz) jusqu'aux **ultrasons** (> 20 kHz, jusqu'à 10 MHz).
- On peut également définir une **octave** comme étant l'intervalle séparant deux sons dont la **fréquence fondamentale du plus aigu** est le **double** de celle du **plus grave**.
- Une **octave** divisée en plusieurs **sous-intervalles** permet de définir les **gammas**.
- A chaque **note de musique** (do, ré, mi, fa, sol, la et si) correspond une **fréquence bien définie pour chaque octave**.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

Unités utilisées pour caractériser le son

Le Hertz

- Voici la **correspondance** entre les **notes de musique** et les **fréquences** pour chaque **octave**.

Notes	C	D	E	F	G	A	B	C
160	175	196	220	247	277	311	352	401
200	224	249	279	311	352	401	459	528
250	282	311	352	401	459	528	608	704
315	359	401	459	528	608	704	819	957
400	459	528	608	704	819	957	1120	1327
500	578	669	783	925	1097	1312	1575	1896
630	725	847	1000	1196	1440	1732	2097	2551
800	933	1100	1312	1575	1911	2331	2850	3499
1000	1196	1440	1732	2097	2551	3112	3811	4661
1250	1500	1800	2250	2812	3499	4320	5300	6500
1600	1911	2331	2850	3540	4399	5460	6750	8381
2000	2475	3030	3750	4620	5712	7120	8820	11000
2500	3112	3811	4725	5840	7290	9072	11300	14100
3150	3899	4800	5964	7420	9216	11500	14300	17800
4000	5000	6200	7742	9600	12000	15000	18700	23500
5000	6309	7896	9944	12447	15680	19800	24800	31000
6300	7913	9980	12600	15848	20000	25200	31500	39500
8000	10000	12600	15848	20000	25200	31500	39500	49500
10000	12600	15848	20000	25200	31500	39500	49500	62000
12500	15848	20000	25200	31500	39500	49500	62000	77500
16000	20000	25200	31500	39500	49500	62000	77500	97500
20000	25200	31500	39500	49500	62000	77500	97500	122500

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

Codage électrique du son

- Pour **transporter, amplifier, archiver** ou **modifier** un son, on le **code** sous forme de **signal électrique**.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

Codage électrique du son

- Pour **transporter, amplifier, archiver** ou **modifier** un son, on le **code** sous forme de **signal électrique**.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

Mesures du son

- On mesure un **son** sous **forme électrique** à l'aide d'un **oscilloscope**.
- Pour mesurer un **son** sous forme de **pression acoustique**, on utilise un **sonomètre** :

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

La bande passante

Les échelles logarithmiques

- La **perception** par l'oreille de la **pression sonore** répond à une **loi logarithmique** :

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Le son

La bande passante

Les échelles logarithmiques

- Notre **perception** de la **fréquence** répond également à une **loi logarithmique** :
- Exemple** : on entendra distinctement une variation de 100 Hz entre 100 Hz et 200 Hz et on ne l'entendra plus entre 10 000 Hz et 10 100 Hz, même s'il s'agit de la même différence de fréquences.
- Dès lors, pour **représenter** notre perception du **son**, on utilisera des **diagrammes logarithmiques** :

© Département d'avionique Document à des fins de formation

La bande passante

Perception d'une bande de fréquences

- Theoriquement, les fréquences sonores pourraient s'étendre de l'infiniment petit à l'infiniment grand
- Dans la pratique, il existe des limitations dues au milieu de propagation et à la capacité de perception de chaque individu.
- C'est ainsi que l'on définit une bande passante entre une limite à basse fréquence et une limite à haute fréquence.
- En dessous de 10 Hz, on parle d'infrasons
- Au-dessus de 20 kHz, on parle d'ultrasons
- Pour un être humain normal, la bande de fréquences audibles s'étend d'environ 16 Hz à 20 kHz.
- Un chien peut entendre des ultrasons jusqu'à 45 kHz et un chat jusqu'à 65 kHz; la chauve-souris et le dauphin peuvent percevoir des ultrasons jusqu'à 300 kHz !

© Département d'avionique Document 4 des fins de formation

La bande passante

Représentation de la bande passante

- À chaque son élémentaire correspond un couple fréquence (Hz)/puissance (dB) :



- En reliant l'ensemble des points correspondants aux couples fréquence/puissance, on obtient la courbe de réponse ou la bande passante d'un système sonore :

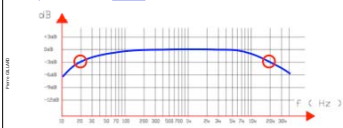


© Département d'avionique Document 4 des fins de formation

La bande passante

Bande passante d'un son « haute fidélité »

- Par définition, un son « haute fidélité » ou « Hi-Fi » s'étend de 20 Hz à 20 kHz à ± 3 dB.
- Tous les systèmes de son de qualité ou professionnels répondront à ce critère.

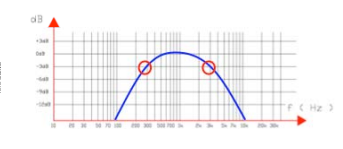


© Département d'avionique Document 4 des fins de formation

La bande passante

Bande passante d'un son de téléphonie

- Par définition, un son en téléphonie ou en radiocommunication s'étend de 300 Hz à 3 kHz à ± 3 dB.



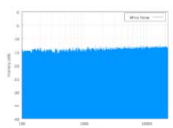
© Département d'avionique Document 4 des fins de formation

La bande passante

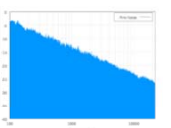
Bruits blanc et rose

- Certains bruits colorés ont des applications particulières en acoustique, notamment le bruit blanc et le bruit rose :

Bruit BLANC :



Bruit ROSE :



© Département d'avionique Document 4 des fins de formation

La bande passante

Informations complémentaires

- La plus petite variation de niveau sonore que l'oreille humaine normale est capable de détecter correspond à 3 dB, soit une variation de puissance de un à deux !
- Pour ajuster le niveau sonore selon des gammes de fréquences, on utilise des égaliseurs de son :

Egaliseur graphique :



© Département d'avionique Document 4 des fins de formation

La bande passante

Informations complémentaires

- La plus petite variation de niveau sonore que l'oreille humaine normale est capable de détecter correspond à 3 dB, soit une variation de puissance de un à deux !
- Pour ajuster le niveau sonore selon des gammes de fréquences, on utilise des égaliseurs de son :

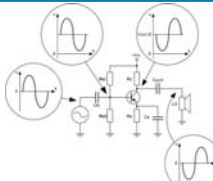
Egaliseur paramétrique :



© Département d'avionique Document 4 des fins de formation

Les amplificateurs à transistors

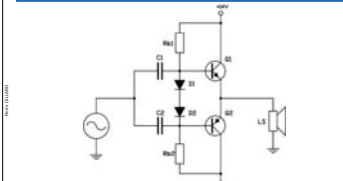
Amplificateur en classe A



© Département d'avionique Document 4 des fins de formation

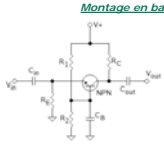
Les amplificateurs à transistors

Amplificateur en classe B



© Département d'avionique Document 4 des fins de formation

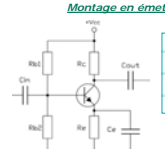
Les amplificateurs à transistors
 Propriétés des différents montages des transistors
Montage en base commune :



- ✓ Impédance d'entrée **faible** (adaptation d'impédance pour microphones à bobines mobiles).
- ✓ Pas de gain en courant.

© Département d'avionique Document 2 des fins de formation

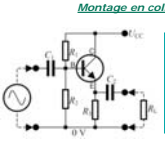
Les amplificateurs à transistors
 Propriétés des différents montages des transistors
Montage en émetteur commun :



- ✓ Bon gain en tension et en courant.
- ✓ Impédances d'entrée et de sortie « moyennes » (pas trop élevée en entrée et pas trop faible en sortie).

© Département d'avionique Document 2 des fins de formation

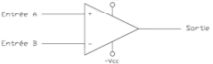
Les amplificateurs à transistors
 Propriétés des différents montages des transistors
Montage en collecteur commun :



- ✓ Appelé aussi « amplificateur suiveur ».
- ✓ Pas de gain en tension.
- ✓ Impédance d'entrée élevée.
- ✓ Impédance de sortie faible.

© Département d'avionique Document 2 des fins de formation

Les amplificateurs opérationnels
 L'amplificateur opérationnel idéal



Entrée A, Entrée B, Sortie

Idéal :

- ✓ $Z_{Ai} = \infty \Omega$
- ✓ $Z_{As} = \infty \Omega$
- ✓ $Z_{Ai} = 0 \Omega$
- ✓ $Z_{As} = 0 \Omega$
- ✓ $A_v = \infty$

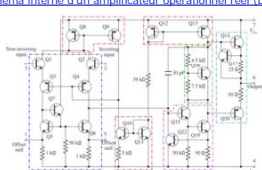
Réel (LM741) :

- ✓ $Z_{Ai} = 2 \text{ M}\Omega$
- ✓ $Z_{As} = 2 \text{ M}\Omega$
- ✓ $Z_{Ai} = 0 \Omega$
- ✓ $Z_{As} = 75 \Omega$
- ✓ $A_v = 2 \cdot 10^5$

© Département d'avionique Document 2 des fins de formation

Les amplificateurs opérationnels
 L'amplificateur opérationnel idéal

• Schéma interne d'un amplificateur opérationnel réel (LM741) :



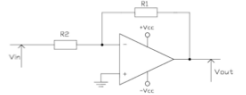
© Département d'avionique Document 2 des fins de formation

Les amplificateurs opérationnels
 Aspect des amplificateurs opérationnels



© Département d'avionique Document 2 des fins de formation

Les amplificateurs opérationnels
 L'amplificateur opérationnel inverseur

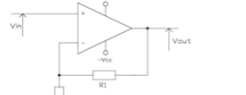


V_{in} , V_{out}

- ✓ Signal à amplifier appliqué à l'entrée inverseuse.
- ✓ Contre-réaction de la sortie vers l'entrée.
- ✓ Gain fixé par la valeur des résistances : $-R_1/R_2$

© Département d'avionique Document 2 des fins de formation

Les amplificateurs opérationnels
 L'amplificateur opérationnel non-inverseur

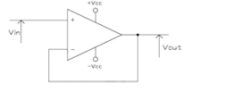


V_{in} , V_{out}

- ✓ Signal à amplifier appliqué à l'entrée non inverseuse.
- ✓ Contre-réaction de la sortie vers l'entrée.
- ✓ Gain fixé par la valeur des résistances : $1 + (R_1/R_2)$

© Département d'avionique Document 2 des fins de formation

Les amplificateurs opérationnels
 L'amplificateur opérationnel suiveur



V_{in} , V_{out}

- ✓ Signal appliqué à l'entrée non inverseuse.
- ✓ Contre-réaction intégrale de la sortie vers l'entrée.
- ✓ Gain unitaire.
- ✓ Haute impédance d'entrée et faible impédance de sortie.

© Département d'avionique Document 2 des fins de formation

ENNA ENNA ENNA

Les amplificateurs opérationnels

L'amplificateur opérationnel additionneur

Signal de sortie $V_{out} = -A_{va} V_a - A_{vb} V_b - A_{vc} V_c$
 Contre-réaction de la sortie vers l'entrée.
 Gain fixé par la valeur des résistances.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA ENNA

Les amplificateurs opérationnels

L'amplificateur opérationnel comparateur

Consigne positive
 • Si $V_p > V_n \Rightarrow V_s = 0V$.
 • Si $V_p < V_n \Rightarrow V_s = +V_{cc}$.

Consigne négative
 • Si $V_p > V_n \Rightarrow V_s = +V_{cc}$.
 • Si $V_p < V_n \Rightarrow V_s = 0V$.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA ENNA

Microphones et écouteurs

Problématique du bruit dans les aéronefs

130 dB SPL SEUIL DE DOULEUR
110 dB SPL COCKPIT D'HÉLICOPTÈRE
100 dB SPL COCKPIT D'AVION LÉGER
90 dB SPL COCKPIT D'AVION COMMERCIAL
80 dB SPL INTÉRIEUR D'UNE VOITURE à 80 km/h
70 dB SPL GRAND MAGASIN
60 dB SPL DOMICILE

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA ENNA

Microphones et écouteurs

Problématique du bruit dans les aéronefs

• Dans un avion ou un hélicoptère, le **bruit** présent dans le cockpit peut avoir **plusieurs origines** :

- Moteur(s).
- Hélice(s) ou rotors...
- Aérodynamique.

• Il faut dès lors **veiller à ce que** :

- Les **écouteurs atténuent** le bruit ambiant.
- Les **microphones ne soient pas influencés** par le bruit ambiant.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA ENNA

Microphones et écouteurs

Problématique du bruit dans les aéronefs

• Il existe un **moyen simple** pour **éliminer le bruit** dans les **microphones**.
 • Ce moyen consiste à pratiquer **deux ouvertures** dans le boîtier du microphone, ainsi la membrane mobile subit, de chaque côté, une **pression** de la part du bruit **signalé et opposé** : le bruit est ainsi **annulé**.
 • La pression du son de la voix ne s'exerce que d'un **seul côté** : seul ce signal est amplifié.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA ENNA

Microphones et écouteurs

Problématique du bruit dans les aéronefs

• **En ce qui concerne les écouteurs** :

- A partir de **90 dB**, le port d'un casque est **conseillé** et au delà de **100 dB**, il devient **indispensable**.
- Dans ce cas, on parle de **casques « fermés »**, qui isolent du bruit ambiant.
- En **dessous** de ces valeurs, on peut utiliser des **casques « ouverts »** (similaires aux casques de Walkman, mais avec un microphone sur flexible) pour des raisons de **confort**.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA ENNA

Microphones et écouteurs

Les microphones

• Il existe **quatre grandes familles** de microphones d'aéronefs :

- Les microphones au **carbone** (charbon).
- Les microphones à **électret** (condensateur).
- Les microphones **dynamiques**.
- Les microphones **dynamiques amplifiés**.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA ENNA

Microphones et écouteurs

Les microphones

• Les **microphones au carbone** :

- Fonctionnent comme une **résistance variable**.

• Nécessitent une **tension DC** pour fonctionner :

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA ENNA

Microphones et écouteurs

Les microphones

• Les **microphones au carbone** :

<p>Inconvénients :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ils vieillissent plus vite que les autres microphones. • En effet, les particules de carbone, au fil du temps, s'agglomèrent entre elles de même que sur les parois de la pastille modifiant ainsi la valeur de la résistance et entraînant une efficacité réduite du micro. 	<p>Avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leur niveau de sortie élevé (plusieurs centaines de millivolts). • A classer dans la catégorie des micros à « haut niveau » avec tous les avantages que cela représente. • Faible coût.
---	---

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Microphones et écouteurs

Les microphones

- Les **microphones au carbone** :

- Les microphones au carbone sont de **moins en moins utilisés** actuellement, sauf le **laryngophone** que l'on peut encore trouver dans certaines applications spécifiques.

LARYNGOPHONE :

Deux pastilles au carbone câblées en série et montées sur une lanière. En plaçant la lanière autour de son cou et en s'arrangeant pour que les pastilles soient en contact avec sa gorge, le pilote va disposer d'un système de microphone main libre. Avant l'introduction des microphones sur flexibles, ce principe était couramment utilisé sur les avions militaires.

Le laryngophone est totalement immunisé au bruit environnant. Il peut donc être utilisé dans toutes les applications où le niveau sonore est élevé.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Microphones et écouteurs

Les microphones

- Les **microphones à électret (condensateur)** :

- Sont principalement utilisés sur les **casques-écouteurs**.




Avantages :

- Haut niveau.
- Bonne qualité du son.

Inconvénient :

- Parfois plus fragiles.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Microphones et écouteurs

Les microphones

- Les **microphones dynamiques** :

- Les microphones dynamiques usuels sont à **bas niveau**.
- Ils consistent en une **membrane** faisant osciller un **noyau magnétique** dans une **bobine**.
- En quelque sorte, un microphone dynamique est un haut-parleur « fonctionnant à l'envers ».

Avantages :

- Aucune source externe nécessaire au fonctionnement.
- Robustes.
- Bonne immunité au bruit.

Inconvénient :

- Bas niveau.



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Microphones et écouteurs

Les microphones

- Les **microphones dynamiques amplifiés** :

- Pour rendre les microphones dynamiques compatibles **carbon équivalent**, il suffit d'amplifier le signal de sortie pour le faire monter à un « haut niveau ».
- Se faisant, ces micros perdent leur avantage d'autonomie en ce qui concerne l'alimentation électrique.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Microphones et écouteurs

Les microphones

- Différents types de **microphones à main**.




© Département d'avionique Document à des fins de formation

Microphones et écouteurs

Les écouteurs

- Différents types de **casques-écouteurs** :



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Microphones et écouteurs

Les écouteurs

- **Système de réduction de bruit passif**.



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Microphones et écouteurs

Les écouteurs

- **Système de réduction de bruit actif**.



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Microphones et écouteurs

Les écouteurs

- **Accessoires** :



© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA SYSTEMES AEROSPATIAUX

Systèmes de réduction du bruit



- Certains avions de transport commerciaux, tels ceux mus par des turbo-propulseurs, sont par nature très bruyants pour les passagers.
- Il existe des dispositifs de réduction de bruit actif conçus pour des cabines entières.
- Panasonic développe aussi des casques Audio-HD pour passagers avec dispositif ANR intégrés aux systèmes de divertissement IFE.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA SYSTEMES AEROSPATIAUX

Systèmes de réduction du bruit

Réduction du bruit et des vibrations dans le Q400

- Bombardier a intégré un système de suppression de bruit et de vibrations (NVS - Noise & Vibration Suppression System) dans les cabines du Q400.
- Le principe consiste à capter le bruit dû aux vibrations par des microphones et à générer une vibration en opposition de phase sur le fuselage à l'aide de dispositifs appelés ATVA-Active Tuned Vibration Absorber.
- Une grosse partie du bruit dans la cabine est ainsi éliminée à la source.



© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA SYSTEMES AEROSPATIAUX

Niveaux et impédances utilisés

Standards utilisés en aéronautique

- Il existe trois standards principaux en audio en aviation :

HAUT NIVEAU :
microphone = 150 Ω / écouteurs = 150/600 Ω

BAS NIVEAU :
microphone = 5 Ω / écouteurs = 8 Ω

BAS NIVEAU « français » / OTAN :
microphone = 75 Ω / écouteurs = 150/600 Ω


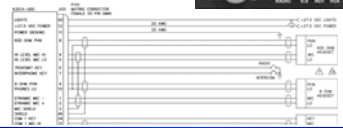
© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA SYSTEMES AEROSPATIAUX

Niveaux et impédances utilisés

Exemple : console audio NAT N301A

- Cette console N301A est compatible avec les hauts ou les bas niveaux :

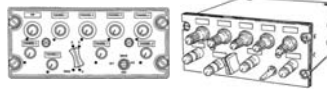
© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA SYSTEMES AEROSPATIAUX

Niveaux et impédances utilisés

Exemple : console audio TEAM CP-1976

- Cette console CP-1976, utilisée essentiellement à bord d'hélicoptères Airbus Helicopters (ex-Eurocopter, ex-Aérospatiale), permet une adaptation aux trois standards :



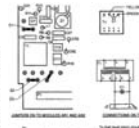
© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA SYSTEMES AEROSPATIAUX

Niveaux et impédances utilisés

Exemple : console audio TEAM CP-1976

- Extrait du CMM : « connections : low level, high impedance » :



Microphone adaptation circuit - Figure 13 to 17
Low level microphone is connected to the audio amplifier through an 80 Ω to 100 Ω impedance priority 80 Ω to 100 Ω transformer.

Microphone voltage which appears on 51 transformer secondary, is applied through capacitor C1 and a series of 100 Ω impedance priority transformer to the input of a buffer and impedance match.

Microphone voltage appears at CL, R3 and R4, after impedance of R4, 51 Ω impedance through a series of 100 Ω impedance priority transformer.

A microphone power supply whose impedance of transformer 22 Ω and C2 and 22 Ω series combination can be applied to the microphone through high level microphone, per microphone and the radio port.

The high level microphone is applied from the voltage of 22 Ω provided by the microphone power supply through transformer resistors R2 and R1 and 22 Ω series.

1 = MIC HI - 2 = MIC LO

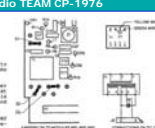
© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA SYSTEMES AEROSPATIAUX

Niveaux et impédances utilisés

Exemple : console audio TEAM CP-1976

- Extrait du CMM : « connections : low level, low impedance » :



Microphone adaptation circuit - Figure 13 to 17
Low level microphone is connected to the audio amplifier through an 80 Ω to 100 Ω impedance priority 80 Ω to 100 Ω transformer.

Microphone voltage which appears on 51 transformer secondary, is applied through capacitor C1 and a series of 100 Ω impedance priority transformer to the input of a buffer and impedance match.

Microphone voltage appears at CL, R3 and R4, after impedance of R4, 51 Ω impedance through a series of 100 Ω impedance priority transformer.

A microphone power supply whose impedance of transformer 22 Ω and C2 and 22 Ω series combination can be applied to the microphone through high level microphone, per microphone and the radio port.

The high level microphone is applied from the voltage of 22 Ω provided by the microphone power supply through transformer resistors R2 and R1 and 22 Ω series.

1 = MIC HI - 2 = MIC LO


© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA SYSTEMES AEROSPATIAUX

Niveaux et impédances utilisés

Exemple : console audio TEAM CP-1976

- Extrait du CMM : « connections : high level » :



Microphone adaptation circuit - Figure 13 to 17
Low level microphone is connected to the audio amplifier through an 80 Ω to 100 Ω impedance priority 80 Ω to 100 Ω transformer.

Microphone voltage which appears on 51 transformer secondary, is applied through capacitor C1 and a series of 100 Ω impedance priority transformer to the input of a buffer and impedance match.

Microphone voltage appears at CL, R3 and R4, after impedance of R4, 51 Ω impedance through a series of 100 Ω impedance priority transformer.

A microphone power supply whose impedance of transformer 22 Ω and C2 and 22 Ω series combination can be applied to the microphone through high level microphone, per microphone and the radio port.

The high level microphone is applied from the voltage of 22 Ω provided by the microphone power supply through transformer resistors R2 and R1 and 22 Ω series.

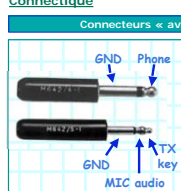
1 = MIC HI - 2 = MIC LO

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA SYSTEMES AEROSPATIAUX

Connectique

Connecteurs « aviation générale »



APPLICATIONS

- Avions de tourisme
- Avions d'affaires
- Avions commerciaux

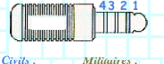
IMPEDANCES USUELLES

- Microphone : 150 Ω
- Écouteurs : 150/600 Ω

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Connectique

Connecteurs U-93A/U et U-174/U



APPLICTIONS

- Aviation militaire.
- Hélicoptères civils.

IMPEDANCES USUELLES

Aéronefs militaires :

- Microphone : 5 Ω
- Écouteurs : 8 Ω

Hélicoptères civils :


- Microphone : 150 Ω
- Écouteurs : 150/600 Ω

Civils	Militaires
1 = MIC audio	1 = MIC GND
2 = PHONE HI	2 = PHONE HI
3 = MIC GND	3 = MIC audio
4 = PHONE LO	4 = PHONE LO

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Connectique

Connecteurs NATO FJ-3A



APPLICTIONS

- Aviation militaire (France et OTAN).
- Hélicoptères civils français (Aérospatiale/Eurocopter).

IMPEDANCES USUELLES


- Microphone : 75 Ω
- Écouteurs : 150/600 Ω

1 = PHONE HI
2 = PHONE LO
3 = MIC GND
4 = MIC audio

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Connectique

Connecteurs XLR « Cannon »



APPLICTIONS

- Avions d'affaires.
- Avions commerciaux.

IMPEDANCES USUELLES

- Microphone : 150 Ω
- Écouteurs : 150/600 Ω

1 = PHONE HI
2 = PHONE LO
3 = MIC audio
4 = MIC GND

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Connectique

Connecteurs U-75/U (M2242/5-1)



APPLICTIONS

- Hélicoptères civils.
- ?

IMPEDANCES USUELLES

- Microphone : 150 Ω
- Écouteurs : 150/600 Ω

1 = MIC HI
2 = PHONE HI
3 = MIC LO
4 = PHONE LO

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Connectique

Connecteurs DIN 5



APPLICTIONS

- Avions, planeurs et hélicoptères civils allemands.


IMPEDANCES USUELLES

1 = PHONE LO
2 = MIC audio
3 = PHONE HI
4 = MIC GND
5 = TX Key

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Connectique

Connecteurs russe à 5 contacts



APPLICTIONS

- Avions et hélicoptères civils ou militaires russes.

IMPEDANCES USUELLES

1 = PHONE HI
2 = PHONE GND
3 = shield
4 = MIC audio
5 = MIC GND

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Connectique

Différents types de connecteurs utilisés en aviation

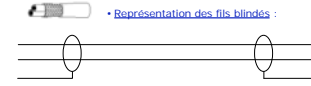


© Département d'avionique Document à des fins de formation

Les fils blindés

Utilité des fils blindés

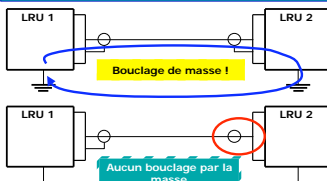
- Le blindage a deux rôles :
 - ✓ Éviter de rayonner des parasites.
 - ✓ Se protéger des parasites émis par d'autres équipements (ex. cage de Faraday).
- Représentation des fils blindés :



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Les fils blindés

Problème du bouclage de masse



© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA SYSTEMS **AVIATION** **AVIATION** **AVIATION**

Les fils blindés

Connexion des fils blindés

- Le **blindage** sert au **retour du courant** :

Utilisation de rondelles isolantes pour éviter le bouclage de masse !

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA SYSTEMS **AVIATION** **AVIATION** **AVIATION**

Les fils blindés

Connexion des fils blindés

- Le **blindage** sert d'**écran aux parasites** :

Le blindage n'est connecté que d'un seul côté de la ligne

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA SYSTEMS **AVIATION** **AVIATION** **AVIATION**

Conclusions

- Les **systemes audio** peuvent être **simples** ou **complexes** suivant le type d'aéronef.
- Les problèmes liés à des **dysfonctionnement** des systèmes ou des circuits audio peuvent être **difficiles à résoudre** et nécessitent, de la part du technicien en avionique, une **bonne compréhension** à la fois de l'**ensemble des systèmes** et des **phénomènes**.
- Régulièrement, les problèmes sont liés à une **mauvaise utilisation** des **équipements** par les équipages ou les techniciens.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ENNA SYSTEMS **AVIATION** **AVIATION** **AVIATION**

Merci de votre attention

© Département d'avionique Document à des fins de formation