

Analyse de FP 6 : Accorder la réception sur le canal « cap-alignement »

On note :

F_F est la fréquence hétérodyne du signal F de sortie du VCO, FS6-4

F_{j6} est la fréquence du signal j6 issue de ce diviseur FS6-3.

F_{g6} est la fréquence de référence 50 kHz du signal g6 en entrée du comparateur FS6-2.

N numéro du canal, $N \in [0 : 40]$ et $N=0$ pour la fréquence de Self TEST (107,95 MHz).

N(I6) est le rapport de division issue de la fonction FS6-5 (extraire le facteur de division à partir du numéro N du Canal ILS sélectionné) du synthétiseur de fréquence de FP6.

Remarque : Le **canal 0** est générée dans l'avion pour le test du récepteur ILS ; l'étage d'entrée et l'antenne sont inhibés pendant le test ; ce canal n'est donc jamais transmis par voix hertzienne.

B.6. En vous appuyant sur les fonctions Fs 6-2, Fs 6-3 et Fs 6-5, exprimez la relation qui lie la fréquence du signal au point « F », notée **F_F** , au coefficient **N(I6)** et à la fréquence du signal au point « g6 », notée **F_{g6}**.

.....
.....
.....
.....

B.7. DETERMINEZ la plage de variation du rapport de division de la fonction FS6-3 « Diviser la fréquence », les valeurs minimale et maximale, respectivement notées **N_{I6}min** et **N_{I6}max** permettant de répondre au cahier des charges du récepteur.

.....
.....
.....
.....

B.8. Le dossier de maintenance du récepteur localiser contient peu d'information concernant le VCO qui génère la fréquence hétérodyne : les schémas pages DT25 et DT43, et la description page DT21.

L'étude fonctionnelle donne $F_{j6} = F_f / N(I6)$ avec $N(I6) \in [1731 : 1811]$

A partir des caractéristiques des signaux d'entrée/sortie, **CALCULEZ** le rapport de division (noté ici N_{11}) que doit introduire la fonction Fs 6-3 pour le **canal 11** ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

$N(I6)$ pour canal 11 = N_{11} =

Page BLANCHE

Partie C

- On se propose d'étudier la chaîne de réception et traitement du signal d'identification de piste « ident morse » et de sa transmission sur bus ARINC.
- Documents ressources :
 - degré 2 de FP9, FP7 pages DT26 et DT27.
 - schéma structurel **page DT45**.
 - descriptif pages DT18 à DT21.
 - Bus avioniques pages DT28 à DT36.
 - Corde MORSE page DT35.

C. Etude de la carte BITE « Build In Test Equipment », fonctions FP8 et FP7:

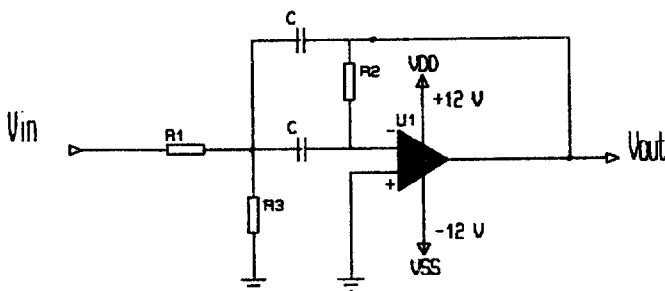
Cette carte sert à surveiller le bon fonctionnement du récepteur et effectue notamment la démodulation et l'identification du code MORSE transmis par superposition du signal d'alignement de piste. Ce code est une succession de tonalité à $F_m=1020\text{Hz}$ de durée $T_{\text{point}}=150\text{ms}$ ou $T_{\text{trait}}=450\text{ms}$ entrecoupées de silence.

D'autre part, le micro-contôleur BITE de la fonction FP8 communique avec les systèmes de l'avion via un Bus ARINC 429 : on se propose d'étudier l'interface avec ce bus.

c.1. Etude du filtre « ident morse » fonction FS7-3

On se propose de valider les caractéristiques du filtre vis à vis des éléments le constituant et du cahier des charges des signaux

C.1.1.) IDENTIFIER les composants du schéma structurel associés à la fonction FS7-3 vis à vis du schéma théorique du filtre de RAUCH ci-dessous :



FILTRE PASSE BANDE 2^{ème} ORDRE RAUCH

$$\omega_0 = \frac{\sqrt{1+R1/R3}}{(C \cdot \sqrt{R1 \cdot R2})} = 2 \cdot F_0 \cdot \pi$$

Vout Bande passante $BW = \frac{F_0}{Q}$

Facteur de qualité $Q = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{R2}{(R1 \cdot R3)} \cdot (R1+R3)}$

Désignation dans formules	R1	R2	R3	C	
Référence sur schéma structurel de FS7-3					
Valeur numérique					
Unité					

.....
.....
.....
.....

C.1.2.) DETERMINER les grandeurs caractéristiques du filtre FS7-3.

- pulsation $\omega_0 =$ rad/s
- facteur de qualité $Q =$
- Fréquence centrale du filtre $F_0 =$ Hz
- Bande Passante à 3 dB, $BW =$
- MONTRER que la fréquence F_m de la porteuse du « morse » est dans la bande passante de ce filtre.

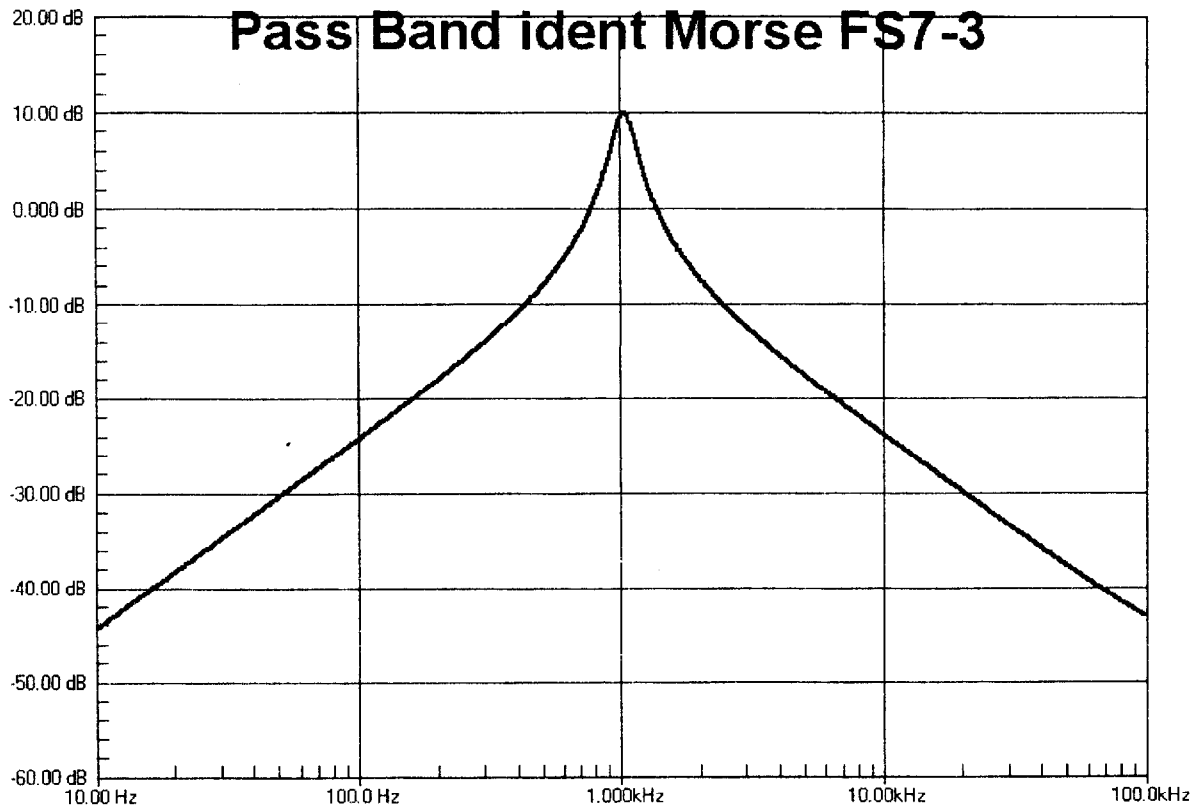
.....
.....
.....
.....
.....

C.1.3.) En exploitant le résultat ci-après de la simulation du filtre, DETERMINER l'atténuation en dB des signaux de positionnement 90Hz et 150Hz

- $ATT_{90Hz} =$ dB , placer le point A sur le diagramme ci-après.
- $ATT_{150Hz} =$ dB , placer le point B sur le diagramme ci-après.

INDIQUER le gain du signal d'identification de piste

- $G_{morse_{1020Hz}} =$ dB , placer le point C sur le diagramme ci-après.



C.2. Etude de la démodulation ASK, fonction FS7-4 et FS7-5

On se propose dans un premier temps de VALIDER le choix des composants associés à la structure FS7-4, notamment les résistances R406 et R405 vis à vis des plages de capture et de verrouillage de la PLL, boucle à verrouillage de phase.

C.2.1.) En relation avec les caractéristiques du signal b10 en entrée de la fonction FS7-4, INDIQUER la fréquence centrale théorique F_{PLLth} de la PLL.

- $F_{PLLth} =$ Hz
-

C.2.2.) La documentation technique du circuit 4046 référencé U420, utilise les notations R1, R2, f_0 , f_L , f_c , f_{min} et f_{max} . On se propose d'identifier les composants sur le schéma structurel et de calculer les différents paramètres afin de vérifier l'adéquation avec les caractéristiques du signal.

- La notice de maintenance nous donne : $f_{min}=940$ Hz et $f_{max}= 1100$ Hz.
- On donne : $f_0 = (f_{max} + f_{min}) / 2$
 $f_L = (f_{max} - f_0) = f_0 - f_{min}$

C.2.2.a. DETERMINATION et COMPARAISON des différentes fréquences :

- IDENTIFIER la valeur de la tension d'alimentation du circuit **VDDalim =**
.....

- CALCULER **f0 =**
.....

- COMPARER **f0** à **F_{PLLth}** :
.....

- EXPRIMER **fc =** en fonction de **fL**
.....

- CALCULER **fL =**
.....

- CALCULER **Kf= fmax/fmin =**
.....

C.2.2.b. DIMENSIONNEMENT des éléments passifs associé au circuit HEF4046

C.2.2.b...1. IDENTIFIER les valeurs de **R1** , **R2** et **C1**:

Notice HEF4046	référence sur Schéma structurel de FS7-4	valeur	unité
R1			
R2			
C1			

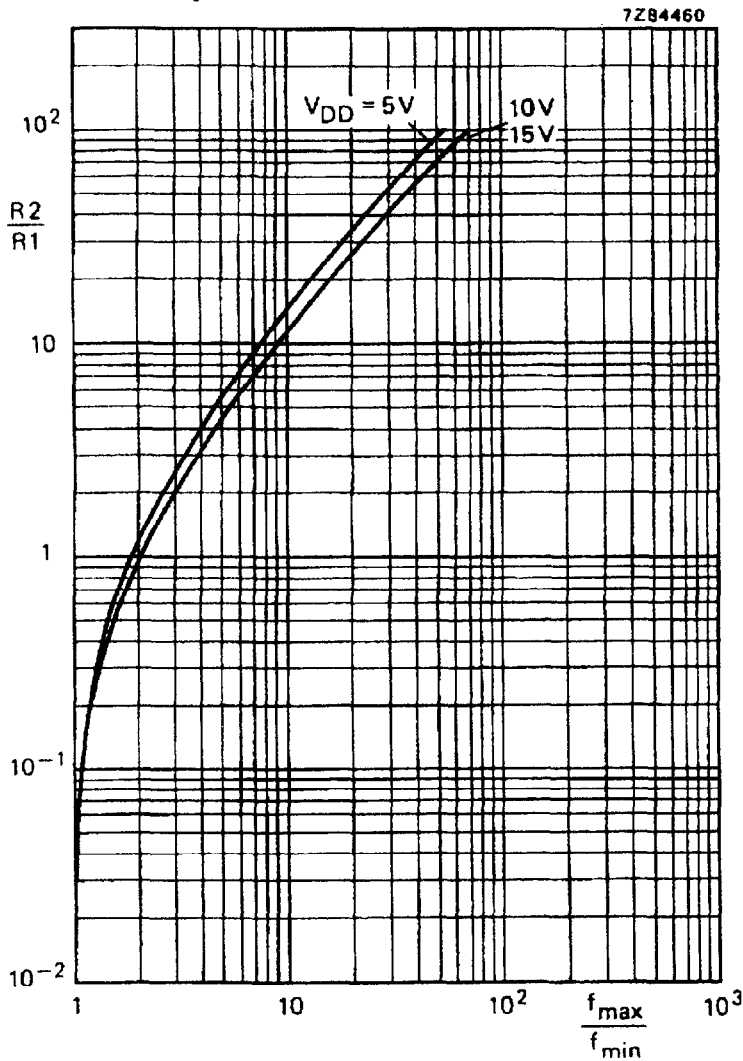
C.2.2.b...2. CALCULER le rapport **Kr= R2/R1 =**
.....

C.2.2.b...3. Vérification de la cohérence des paramètres Kr et C1

- REPORTER sur la figure suivante **DR1**, extraite de la documentation du circuit HEF40406, les coefficients **Kf** et **Kr** précédemment déterminés et TRACER le point **A** de fonctionnement.
- VERIFIER la cohérence du résultat obtenu.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Document réponse DR1 : extrait du dossier constructeur Fig.9 page DC23.

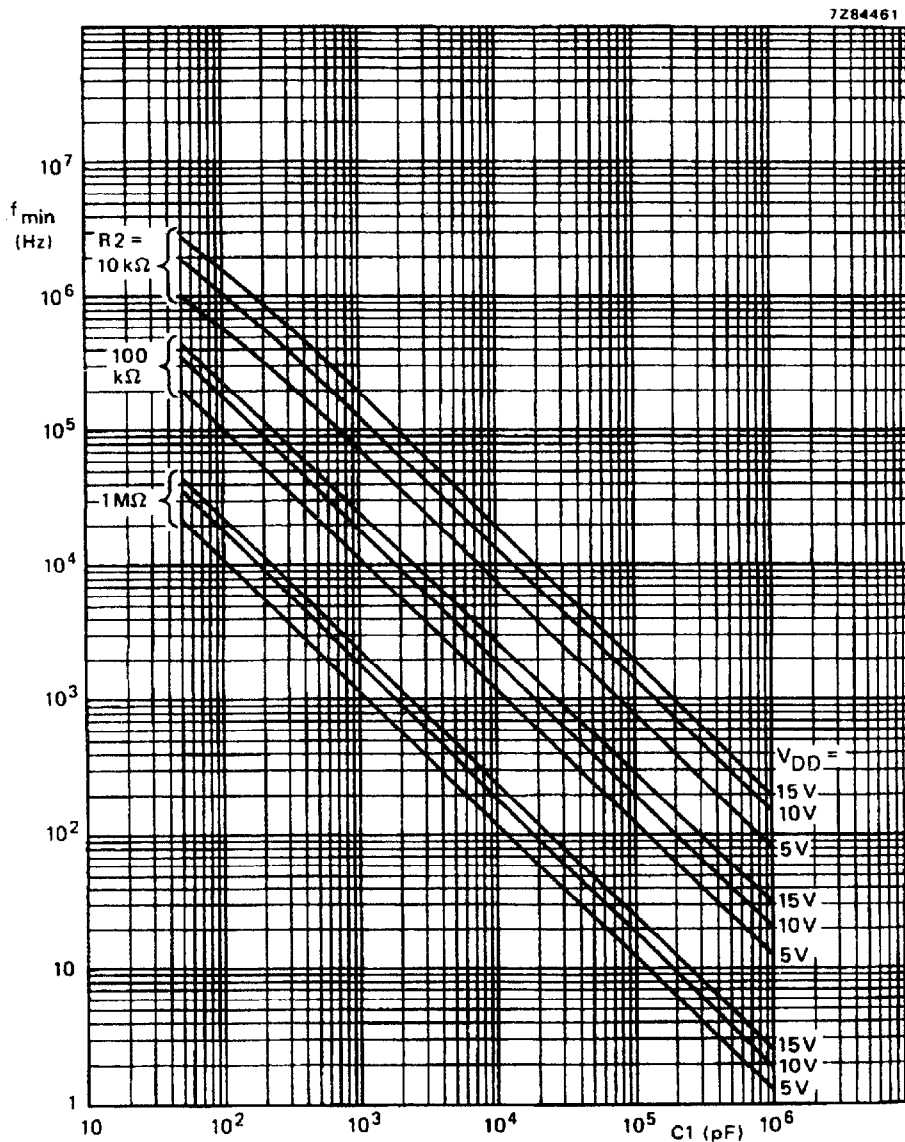


Système d'aide à l'atterrissage:
Dossier Sujet et Réponse à rendre avec la copie.

C.2.2.b...4. Vérification de la cohérence des paramètres f_{min} et C1

- REPORTER sur la figure suivante **DR2**, extraite de la documentation du circuit HEF40406, les valeurs de **f_{min}** et **C1** précédemment identifiés et TRACER le point **B** de fonctionnement.
- TRACER la **droite de fonctionnement** liant la fréquence f_{min} au condensateur C1 sur le document DR2 suivant, pour la tension **VDDalim** et la résistance **R2** précédemment identifiés.

Document réponse DR2 : extrait du dossier constructeur Fig.8 page DC22.



.....

.....

.....

.....

Systeme d'aide à l'atterrissage:

Dossier Sujet et Réponse à rendre avec la copie.

DQR 22/32

ELEST

C.2.2.b...5. CONCLURE sur la validité des caractéristiques de la fonction FS7-4.

.....

c.3. Etude de l'information « ident morse » véhiculé par a10 :

L'émetteur de chaque piste d'aéroport émet un signal d'identification en code MORSE de trois lettres.

Le codage entre le pilote et la tour de contrôle s'effectue par voix radio selon le code d'épellation radiophonique décrit page DT34.

Le signal analogique reçu par l'ILS, transporte cette information en code MORSE par modulation d'amplitude avec porteuse $F_m = 1020$ Hz.

La fonction FP8 transmet cette information sur bus ARINC en utilisant un codage ASCII sur 8 bits : ce codage se limite aux lettres **majuscules**.

C.3.1. INDIQUER le code reçu de la piste 26R.

Un exemple est fourni pages DT32 et DT33 pour l'aéroport **Charle de Gaulle - Paris**.

	1 ^{ère} Lettre émise	2 ^{ème} Lettre émise	3 ^{ème} Lettre émise
Alphabet Ident26R=			
Code ASCII en décimal			
Epellation radiophonique exemple : « alpha, tango..... »			

.....

C.3.2. INDIQUER le code reçu en mode maintenance.

Lors des opérations de maintenance, le récepteur ILS est placé sur un banc de test. Un générateur fournit les signaux analogiques modulés en entrée du récepteur. On fournit un extrait de la notice de maintenance page DT35.

	1 ^{ère} Lettre émise	2 ^{ème} Lettre émise
Alphabet		
Code ASCII en décimal		

.....

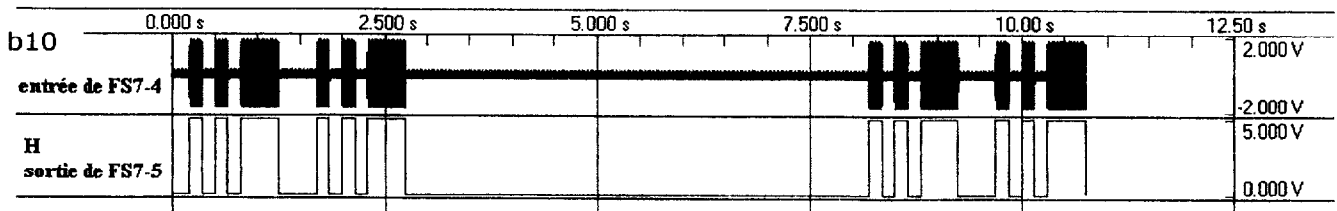
.....

.....

.....

C.3.3. On se propose d'identifier le mode de fonctionnement de FS7-4 et FS7-5 à partir du relevé ci-dessous des chronogrammes des signaux b10 et H.

Relevé des signaux aux points b10 et H page DT45 :



- IDENTIFIER le code reçu sous les différents formats suivant:
 codage MORSE :.....
 codage lettre d'ALPHABET :.....
- En DEDUIRE le mode de fonctionnement du récepteur (maintenance ou approche piste aéroport ?) :

.....

.....

.....

.....

C.4. Etude de la transmission sur bus ARINC, fonction FS9-8:

Le micro-contrôleur BITE de la fonction FP8 (*structural page DT45*), transmet le code d'identification de piste reçu et traité précédemment sur le bus ARINC 429, via FS9-7 et FS9-8.

Le codage se fait sur un mot de 32 bits dont l'entête correspond au **LABEL 263 en octal**.

C.4.1. INDIQUER le code binaire (du MSB au LSB) de ce LABEL ainsi que le numéro du bit du mot 32 bits : (voir page DT29)

	MSB	Label						LSB
numéro du bit du mot 32 bits transmis								
valeur binaire du LABEL								

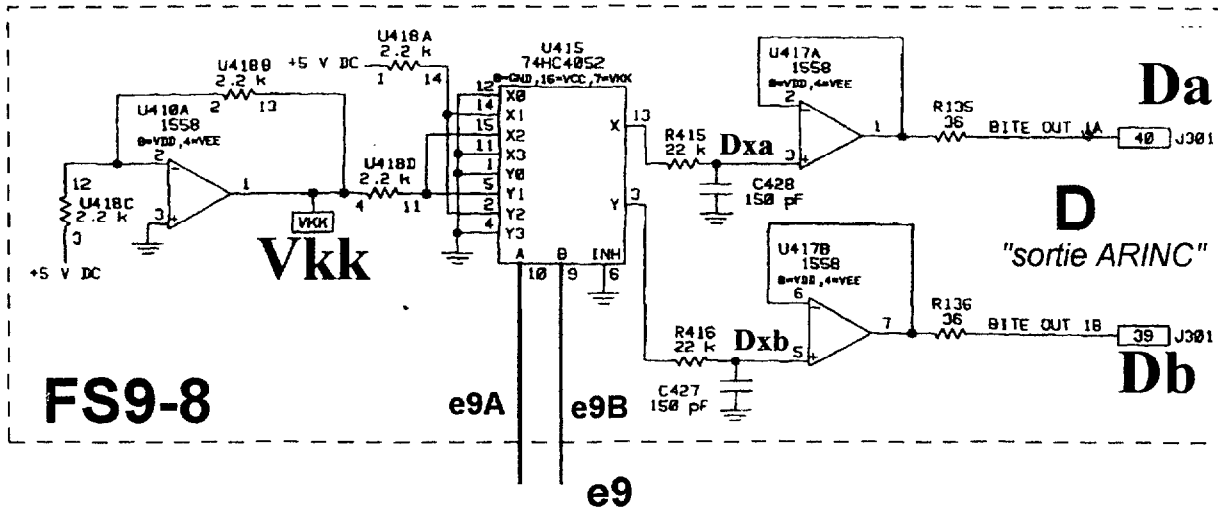
C.4.2. En mode maintenance le code morse « UU » est transmis. La notice de maintenance indique la trame suivante sur le bus ARINC pour les bits de 9 à 32 :

bit 9	bit 10	bit 11	bit 12	bit 13	bit 14	bit 15	bit 16	bit 17	bit 18	bit 19	bit 20	bit 21	bit 22	bit 23	bit 24	bit 25	bit 26	bit 27	bit 28	bit 29	bit 30	bit 31	bit 32
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0

- REPERER dans la trame ci-dessus le codage des lettres « **UU** » :
- INDIQUER la valeur du bit de parité **P** =
- INDIQUER la valeur du code **SDI** en binaire puis en décimal :
 en binaire SDI=
 en décimal SDI=

C.4.3. A partir du schéma structurel de la fonction FS9-8 suivant,

Schéma structurel de FS9-8 : (Driver de BUS ARINC --- Extrait de la page DT45)



C.4.3.a. IDENTIFIER :

- la FONCTION réalisée par le circuit **U410A** ?
- la valeur du POTENTIEL **Vkk** en sortie du circuit **U410A** ?
Vkk=
- la FONCTION réalisée par le circuit **U417A** ?

C.4.3.b. COMPLETER le tableau suivant avec les numéros de broche et INDIQUER les potentiels appliqués sur les 8 entrées X0 , X1, X2, X3 , Y0 , Y1 , Y2 et Y3 du circuit 74HC4052 référencé U415.

- voir pages DT28 et DT32

nom de la broche	X0	X1	X2	X3	Y0	Y1	Y2	Y3
numéro de broche	12	14	15	11				
tension appliquée par rapport à la masse 0 volt								

C.4.3.c. Après analyse de la fonction, COMPLETER le tableau suivant :

e9A niveau logique	e9B niveau logique	Dxa en Volts	Dxb en Volts	Da en Volts	Db en Volts	Da-Db en Volts tension de sortie différentielle	Valeur du code RZ : 0 ou 1 ou NULL
0	0						
1	0						
0	1						
1	1						

C.4.3.d. La tension différentielle Da-Db obtenue dans le tableau ci-dessus pour les 4 combinaisons d'entrée est-elle compatible avec les niveaux électriques d'un bus ARINC 429 ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

C.4.4. Afin d'assurer la pérennité de ce récepteur ILS, le bureau d'étude souhaite actualiser la technologie des structures associés à la fonction FS9-8. **Le circuit HI-8382 est proposé.**

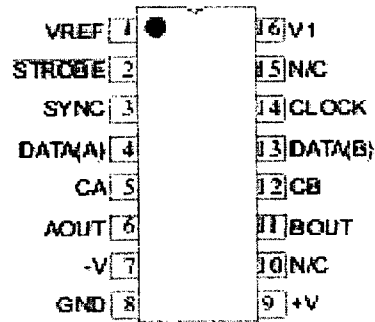
C.4.4.a. INDIQUER les références topographiques des composants actifs ainsi supprimés :

.....

.....

.....

C.4.4.b. PROPOSER alors ci-dessous un câblage du boîtier de ce composant :



Partie D

- On se propose d'étudier **FP1**, la chaîne de traitement et mesure des signaux d'alignement **G** « localizer » et de pente **E** « glide-slope » par la carte DSP.
- Documents ressources :
 - degré 2 de FP1 page DT22
 - schéma structurel page DT39
 - descriptifs pages DT19 et DT38.

D. Analyse de la carte DSP, fonction FP1

Cette fonction analyse, via 2 structures symétriques « primaire » et « moniteur », les informations de pente et d'alignement en calculant la « différence de profondeur de modulation » DDM. Cette fonction FP1, après filtrage, conversion analogique/numérique, puis calcul de la DDM, transmet l'information de position aux cartes de gestion FP2 sur un bus 8 bits selon un protocole défini page DT31.

La DDM d'alignement est une image de la position de l'avion par rapport à la trajectoire de consigne émise par les balises émettrices : trop à droite ou trop à gauche. De même pour la DDM de pente : trop haut ou trop bas par rapport à la trajectoire idéale.

D.1. Etude des 4 filtres passe-bas : FS1-1, FS1-3, FS1-6 et FS1-8

D.1.1.) REPERER sur le schéma structurel les composants associés à la fonction FS1-6 :

.....
 Circuit(s) intégré(s) :.....

 Résistances :.....

 Condensateurs :.....

D.1.2.) Les signaux d'entrées E et G, issues respectivement des fonctions FP3 « pente » et FP5 « alignement », sont supports de l'information « Haut OU gauche » **Fhg=90Hz** et « Bas OU droit » **Fbd=150Hz**. D'autre part, le signal G d'alignement supporte l'information d'identité de piste en « Morse » avec une porteuse de **Fm=1020Hz**. Enfin des résidus de la fréquence intermédiaire **Fi2=168,5kHz** se superposent au signal utile.

INDIQUER quelles informations le filtre **FS1-3** doit atténuer ?

INDIQUER quelles informations doivent transiter dans la bande passante de ce filtre ?

On constate que le filtre FS1-1 est identique au filtre FS1-3. JUSTIFIER cette similitude.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

D.2. Etude des convertisseurs : FS1-2, FS1-4, FS1-7, FS1-9

On remarque les 4 structures « identiques ». On limitera donc l'étude à **FS1-2**.
On se reportera aux caractéristiques techniques de l'AD7821 page DC9 à DC15

D.2.1.) INDIQUER la technologie des CAN AD7821 ; JUSTIFIER son utilisation.

.....
.....
.....
.....

D.2.2.) INDIQUER, à partir des données constructeur de l'AD7821 ,

- Le format numérique (en bits) =
- le temps de conversion T_{conv} =
- la fréquence maximale du signal que peut convertir l'AD7821 F_{cM} =
- COMPARER cette fréquence F_{cM} à la fréquence utile maximale du signal $a1$

.....
.....

Conclusion ?

.....
.....

D.2.3. IDENTIFIER, à partir des données constructeur et du schéma de câblage de FS1-2,

- La tension de référence + Vref =
- - Vref =

.....

- Quel est le mode d'utilisation du CAN : unipolaire ou bipolaire ?
.....

- INDIQUER la valeur du quantum LSB = mV
.....
.....

- Pour un fonctionnement normal du récepteur ILS, la notice de maintenance nous indique un potentiel **Vtp204=3,5 V** crête sur l'entrée **a1** de la fonction FS1-2. (pageDT39)

CALCULER la valeur Ntp204 fournie par ce convertisseur, en décimal puis en binaire :

Ntp204dec# =

Ntp204bin% =

D.2.4.) Décrire la séquence de lecture du résultat de la conversion sur le bus c1 par le processeur DSP.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

d.3.) Analyse de la trame numérique en sortie sur le bus

En analysant la trame numérique transmise sur le bus I (vers FP2), décrite page DT31, INDIQUER :

- Format du mot locDDM « **LOCALIZER** » BYTE4 et BYTE 5: bits.

.....

- En relation avec ce format, CALCULER le nombre de combinaisons associées à ce mot :
QuantitelocDDM=

.....

- En additionnant les poids de chacun des bits, CALCULER la valeur de la déviation maximale véhiculée par ce mot :

exprimée en DDM : locDDM = DDM

.....
.....
.....
.....

exprimée (pour 100) en % : loc%DDM= %

- COMPARER aux taux de modulation des signaux à 90 Hz et 150 Hz :
pages DT20 et DT38.

.....
.....