
B.T.S. ELECTRONIQUE SESSION 2004 Corrigé ETUDE D'UN SYSTEME TECHNIQUE

B.T.S. ELECTRONIQUE

SESSION 2004

ETUDE D'UN SYSTEME TECHNIQUE

Systeme d'aide à l'atterrissage

I.L.S.

Elément de
CORRECTION

Proposition de BAREME

Proposition de **BAREME** pour 160 points.

Partie A	27			27
A1		3	LOC GLIDE IDENT	
A2		2		
A3		5		
A4		2		
A5		5		
A6		2		
A7		2		
A8		5		
présentation		1		
Partie B	33			34
B1		4		
B2		6		
B21		1		
B22		1		
B23		2		
B24		2		
B3		4	SPECTRE	
B4		6	Fimage	
B41		2		
B42		1		
B43		2		
B44		1		
B5		1		
B6		2		
B7		4		
B8		3		
B9		2		

C22a			9		
C22b			13		
C22b1			3	IDENTIFIER	
C22b2			2	Kr	
C22b3			3	DR1	
C22b4			4	DROITE DR2	
C22b5			1	conclusion	
C3		8	Ident Morse		
C31		3	GAU		
C32		2	UU		
C33		3	UU maintenance		
C4		26	Arinc		
C41		3	Label 263		
C42		4	UU + SDI=01 P=0		
C43		16	Driver Arinc		
C43a		5	Identifier		
C43b		3	X0 ... Y3		
C43c		6	TABLEAU		
C43d		2	U Diff		
C44		5			
C44a		2	C actifs		
C44b		3	schéma câblage		
présentation		1			
Partie D	29				32
D1		7			
D11		3			
D12		4			
D2		16			
D21		2			
D22		5			
D23		5			

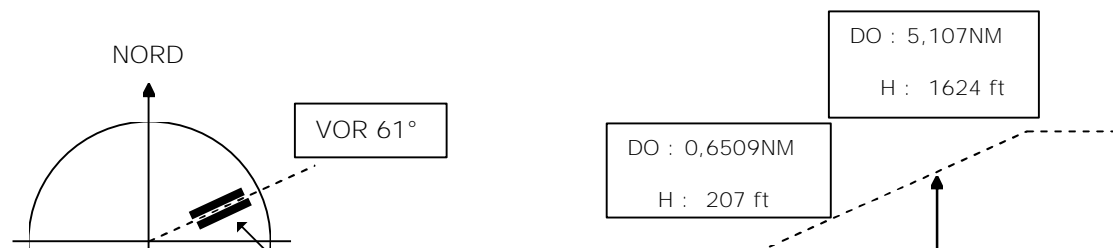
PROPOSITION de CORRIGÉ - BARÈME

PARTIE A /27

- /3 A1. Le récepteur ILS reçoit le paramètre « pente », le paramètre « cap-alignement » et l'identifiant de la piste codé en morse.
- /2 A2. Le récepteur différencie les paramètres « pente » et « cap » par leur porteuse respective de fréquence différente et appairée.
(« pente » à gamme UHF, « cap » à gamme VHF).
- /5 A3. voir page DT14

Point A,B ou C	B	C	A
Affichage sur le tableau de bord			
Porteuse(s) canal 13 page DT37	Glide : 332 MHz Localizer: 109.3 MHz		
Modulant(s) dominant(s)	Glide : 150 Hz Loc : 90Hz - 150 Hz	Glide: 90Hz - 150 Hz Loc : 90Hz - 150 Hz	Glide: 90Hz Loc : 90Hz

- /2 A4. HD = 200 ft RVR = 550 m page DT5
- /4 A5.



/2 A7. voir page DT4



$V = \text{vitesse} = 102 \text{KT} = 102 \text{ nœuds}$
 $V = 102 \text{ NM} / \text{heure.}$

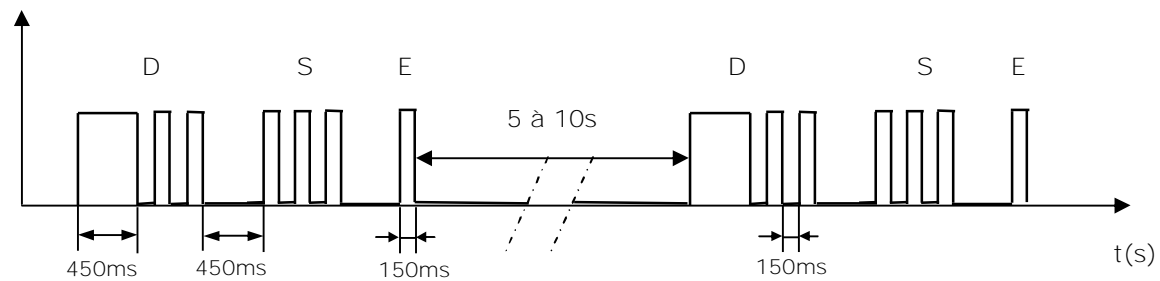
$$t = d / V$$

$$t (\text{heure}) = 5,1 / 102 = 0,05$$

$$t (\text{min}) = 0,05 \cdot 60 = 3 \text{ min}$$

/5 A8. D S E :

voir page DT34



PARTIE B /33

/4 B1. $P_L (\text{dBm}) = 10 \log [P_L (\text{mW})]$

$$P_L (\text{mW}) = 10^{P_L (\text{dBm}) / 10} = (u_L)^2 / Z_L \text{ avec } Z_L \text{ en } k\Omega \text{ et } u_L \text{ en Volt.}$$

soit $P_L (\text{mW}) = 0,1259 \cdot 10^{-9} \text{ mW}$

$$u_L (\mu\text{V}) = 1000 \cdot \sqrt{10^{P_L (\text{dBm}) / 10} \cdot Z_L}$$

/2 B23 : On lit, page DT20/42 : sensibilité = -99dBm

$$P_{\min} = -99 \text{ dBm} = 0,126 \text{ pW} = 1,26 \cdot 10^{-10} \text{ mW}$$

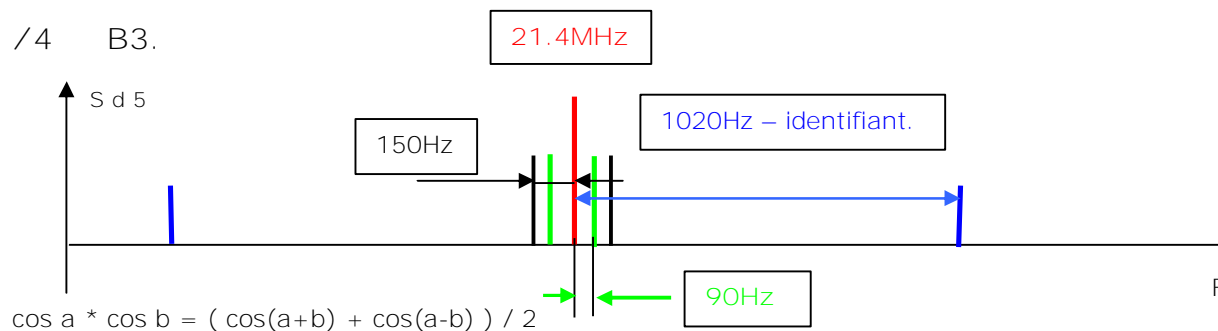
$$P_{\min} = 10^{-9,9} \text{ mW}$$

/2 B24 : La dynamique de la puissance reçue atteint Dyn = + 80dB.

$$P_{\max} = P_{\min} + \text{Dyn} = -99 + 80 = -19 \text{ dBm} = 0,0126 \text{ mW} .$$

$$P_{\max} = 12,6 \cdot 10^{-3} \text{ mW}.$$

Remarque : $P_{\max} = P_{im}$ et $P_{\min} = P_{om}$



/6 B4.

Dans un récepteur hétérodyne où la fréquence de l'oscillateur local est supérieure à la fréquence reçue et où la fréquence intermédiaire exploitée FI est la composante différence (FOL - FR), la fréquence Image s'exprime par la relation :

$$F_{\text{Image}} = FR - 2 \cdot F_{\text{intermédiaire}}$$

/2 B41 : La chaîne de réception du signal « localiser » étant accordé sur le canal 11, calculez la fréquence image associée:

$$F_{\text{image } 13} = 109,3 - 2 \cdot 21,4 = 66,5 \text{ MHz}$$

$$F_{\text{image } 11} = 109,1 - 2 \cdot 21,4 = 66,3 \text{ MHz}$$

/1 B42 : En vous aidant du schéma structurel, page DT47, montrez que cette fréquence image ne brouillera pas le récepteur :

/1 B4.4 : Justifiez le choix par le concepteur du récepteur, d'une valeur de fréquence intermédiaire aussi élevée (21,4 MHz) :

Une valeur plus basse de la fréquence intermédiaire risquerait de placer la bande « image » dans la bande FM ou de très nombreuses stations seraient susceptibles de brouiller la réception du « localizer » de par leur proximité fréquentielle du filtre d'entrée.

COMMENTAIRES :

La double transposition permet d'exploiter une première fréquence intermédiaire de valeur élevée et donc de rejeter la fréquence parasite « image » au delà de la bande passante du filtre d'entrée ET NOTAMMENT LA BANDE RADIO FM .

Le descriptif fonctionnel du 1^{er} degré définit la bande de fréquences présentes à l'entrée F (86,55MHz – 90,55MHz) ; le tableau des canaux « localizer » indique la plage 107,95MHz – 111,95MHz ; ces canaux sont injectés dans l'entrée « b5 » ; l'écart entre ces bandes est de 21,4MHz ; on a la relation : FI 1 = F (b5) - F (F) = 21,4 MHz

Remarque : Le canal 0, dont la fréquence est 107,95 MHz est générée dans l'avion pour le Self Test du récepteur, l'étage d'entrée, l'antenne, étant inhibé et n'est donc jamais transmise par voix hertzienne.

/1 B5.

La fonction Fs 5-10 réalise un contrôle automatique du gain de manière à ce que l'amplitude de la porteuse présente à l'entrée de la « détection d'enveloppe » soit constante ; lorsque l'amplitude de la porteuse diminue en « d5 », la fonction Fs 5-10 augmente le gain des amplificateurs de la chaîne (Fs 5-4 et Fs 5-7) pour contrebalancer cette variation ; le gain diminue lorsque l'amplitude de la porteuse augmente.

ANALYSE DE FP6

/2 B6.

Les trois fonctions réalisent une synthèse de fréquence ; à l'équilibre, $F(g6) = F(j6)$
 $F(F) = F(j6) \cdot N(l6) = F(g6) \cdot N(l6)$

/4 B7.

La relation ci-dessus donne $N = F(F) / F(g6)$; $F(g6) = 50\text{KHz}$ (fréquence de référence) ; le schéma fonctionnel de FP6 donne $86,55\text{MHz} < F(F) < 90,55\text{MHz}$, on en déduit donc que :

/2 B9.

$$F_{F11} = 109\,100 - 21\,400 = 87\,700 \text{ kHz} = 87,7 \text{ MHz}$$

$$N_{11} = 87\,700 : 50 = 1754 .$$

PARTIE C /71

/12 C1) Etude du filtre « ident morse » fonction FS7-3

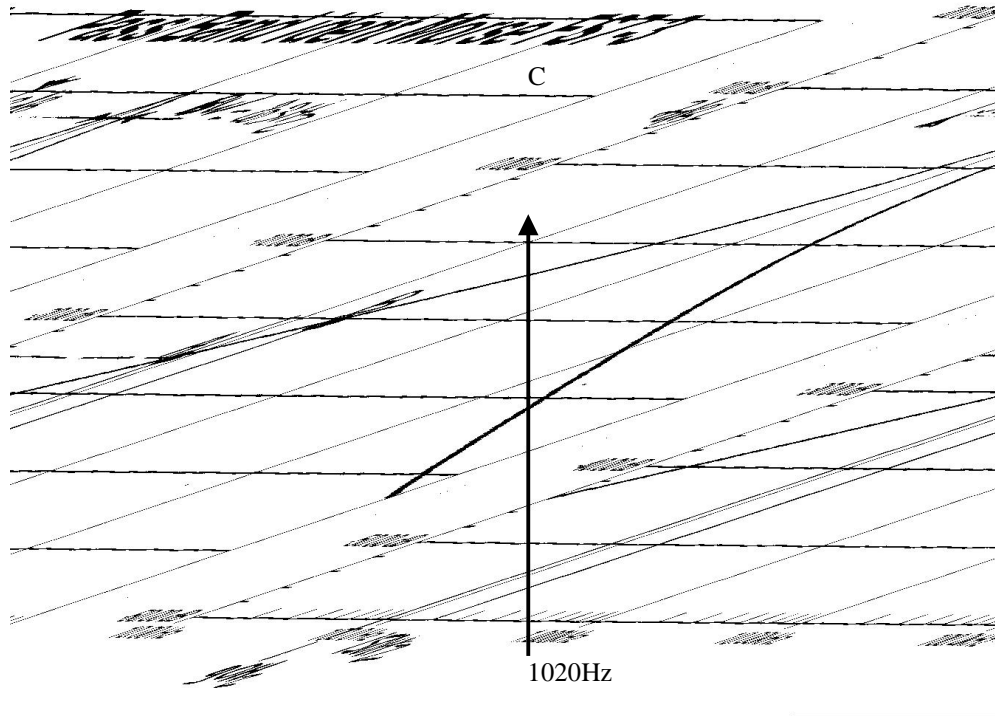
/4 c11) Identifier

Désignations formules	R1	R2	R3	C
Référence sur schéma structurel de FS7-3	<i>R138</i> R130 accepté	<i>R404</i>	<i>R140</i>	<i>C434</i> <i>C436</i>
Valeur numérique	<i>7,5</i>	<i>47,5</i>	<i>487</i>	<i>0,033</i>
Unité	<i>kΩ</i>	<i>kΩ</i>	<i>Ω</i>	<i>μF</i>

/5 C12) DETERMINER les grandeurs caractéristiques du filtre

- pulsation $\omega_0 = 6502 \text{ rad/s}$
- facteur de qualité $Q = 5,096$
- Fréquence centrale du filtre $F_0 = 1035 \text{ Hz} = \omega_0 / 2\pi$
- Bande Passante à 3 dB, $BW = 203 \text{ Hz}$
- COMPARER à la fréquence F_m de la porteuse du « morse ».

$$F_0 - BW/2 < F_m < F_0 + BW/2$$



/24 C 2 Etude de la démodulation ASK, fonction FS7-4 et FS7-5

/2 C21) $F_{PLLth} = 1020 \text{ Hz}$ tonalité du code Morse

/22 C22) On donne : $f_0 = (f_{max} + f_{min}) / 2$ et $f_L = f_{max} - f_0 = f_0 - f_{min}$

/8 C22a :

- IDENTIFIER la valeur de la tension d'alimentation du circuit $V_{DDalim} = +5V$
page DC20
- CALCULER $f_0 = (f_{max} + f_{min}) / 2 = (940 + 1100) / 2 = 1020 \text{ Hz}$
- COMPARER $f_0 = F_{PLLth} = 1020 \text{ Hz}$

Notice hef4046	référence sur Schéma structurel de FS7-4	valeur	unité
R1	R406	240	kΩ
R2	R405	56	kΩ
C1	C430	0,033	μF

/2 C22b2 :

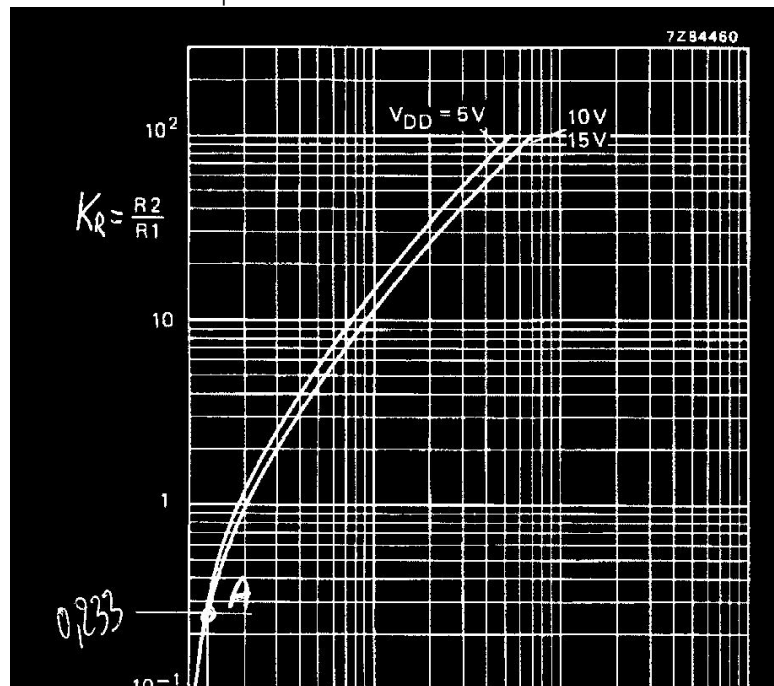
- CALCULER le rapport $K_r = R_2/R_1 = 56/240 = 0.233$

/3 C22b3 :

- REPORTER sur la figure suivante DR1,
- VERIFIER la cohérence du résultat obtenu.

Le point A, intersection des droites issues de K_f et K_r , se situe bien sur la caractéristique à $V_{DD} = + 5 V$

Document réponse DR1

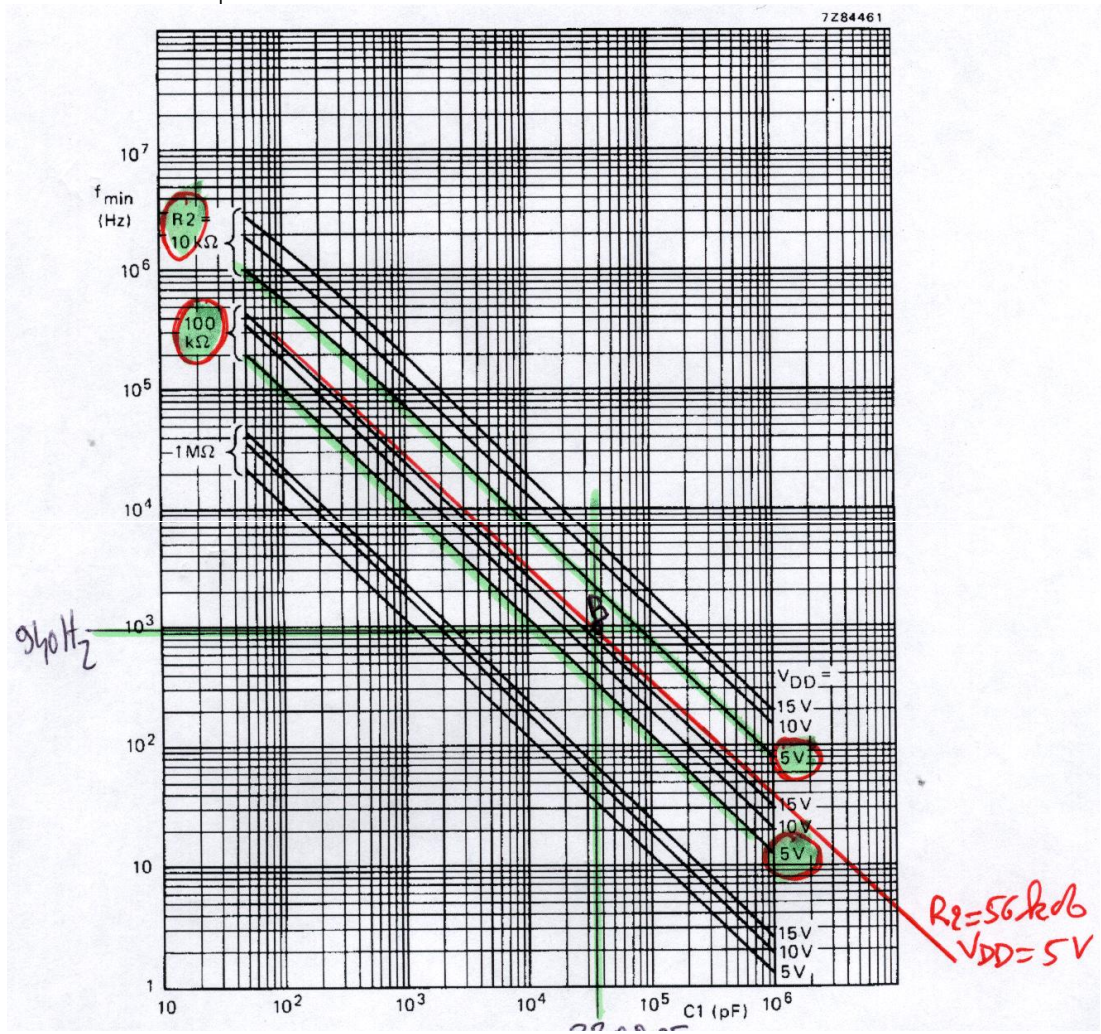


ATTENTION : la figure 7 page DC21 est à EXCLURE car R2 n'est pas infinie !

Il faut donc utiliser le document réponse qui est extrait de la fig 8 page DC22.

/4 C22b4 :

Document réponse DR2



/8 C3 Etude de l'information « ident morse » véhiculé par a10 :

/3 C31)

	1 ^{ère} Lettre émise	2 ^{ème} Lettre émise	3 ^{ème} Lettre émise
Alphabet : Ident26R=	G	A	U
Code ASCII en décimal	71	65	85
Epellation radiophonique exemple : « alpha, tango..... »	GOLF	ALPHA	UNI FORM

/2 C32)

	1 ^{ère} Lettre émise	2 ^{ème} Lettre émise	3 ^{ème} Lettre émise
Alphabet =	U	U	Néant
Code ASCII en décimal	85	85	

/3 C33)

- IDENTIFIER le code reçu sous les différents formats suivant:

codage MORSE : *point point trait point point trait .._ .._*

codage lettre d'ALPHABET : *U U*

- En DEDUIRE le mode de fonctionnement du récepteur (maintenance ou approche piste aéroport ?) :

C'est le mode test, maintenance car le code UU est identifié page DT35/42

/26 C4) Etude de la transmission sur bus ARINC, fonction FS9-8:

/3 C41) INDICUER 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 bit transmis	1	2	3	4	5	6	7	8
valeur binaire du LABEL	1	0	1	1	0	0	1	1
en OCTAL	2		6			3		

code ASCII de U = (85 en décimal) = (55 en hexadécimal) = (0101 0101 en binaire)
 Du bit 26 au bit 11 on identifie la suite 0101 0101 0101 0101 pour UU

/16_C43) A partir du schéma structurel de FS9-8, 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.

/5 C43a :

- Quelle est la fonction réalisée par le circuit U410A : **INVERSEUR**
- Quelle est la valeur du potentiel V_{kk} en sortie du circuit U410B : V_{kk} = **-5V**
- Quelle est la fonction réalisée par le circuit U417A : **SUIVEUR, Adaptation**
- Donc D2 = D_xa et D_b = D_xb

/3 C43b :

nom de la broche	X0	X1	X2	X3	Y0	Y1	Y2	Y3
numéro de broche	12	14	15	11	1	5	2	4
tension appliquée par rapport à la masse 0 volt	0	+5	-5	0	0	-5	+5	0

/6 C43c : Après analyse de la fonction, COMPLETER le tableau suivant :

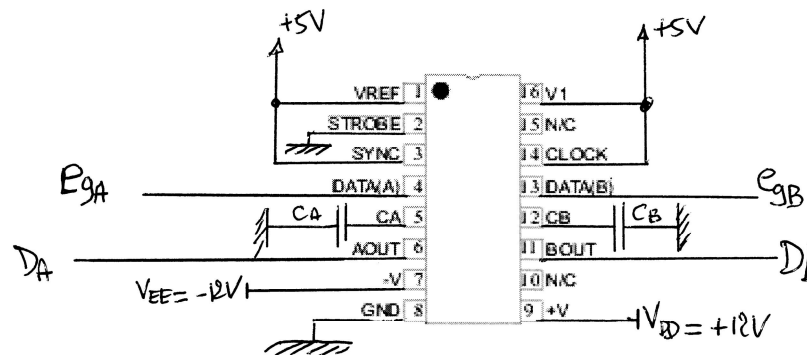
e9A niveau logique	e9B niveau logique	D _x a en Volts	D _x b en Volts	D _a en Volts	D _b en Volts	D _a -D _b en Volts tension de sortie différentielle	Valeur du code RZ : 0 ou 1 ou NULL
0	0	0	0	0	0	0	NULL
1	0	+5	-5	+5	-5	+10	1
0	1	-5	+5	-5	+5	-10	0
1	1	0	0	0	0	0	NULL

/2 C44a : INDIQUER les références topographiques des composants actifs supprimés.

On supprime l'ensemble des éléments constituant la fonction FS9-8
Soit COMPOSANTS ACTIFS: U4010A, U415, U417A, U417B .

Pas demandés : COMPOSANTS PASSIFS: U418A,B,C,D,R415, R416, R135, R136 et C428, C427

/3 C44b : PROPOSER alors ci-dessous un câblage du boîtier de ce composant



PARTIE D /29 Analyse de la carte DSP, fonction FP1

/7 D1) Etude des 4 filtres passe-bas : FS1-1, FS1-3, FS1-6 et FS1-8

/3 D11) IDENTIFIER les composants associés à la fonction FS1-6 : *signal E en entrée*

Circuit(s) intégré(s) : U307B

Résistances : R309, R310, R311, R312, R314

Condensateurs C308, C311

/4 D12)

INDIQUER quelles informations le filtre FS1-1 doit atténuer ?

Fi2 et Fm

INDIQUER quelles informations doivent transiter dans la bande passante du filtre ?

Fbd et Fhg

On souhaite « conserver » l'information position/trajectoire de consigne

JUSTIFIER alors que ces 4 filtres ont la même fréquence de coupure et qu'elle est supérieure à la fréquence Fbd et inférieure à Fm.

Chacun des signaux E et G « portent » l'information utile Fbd et Fhg

Ces 4 filtres FS1-1, FS1-3, FS1-6 et FS1-8 doivent donc « laisser passer » ces informations, soit un spectre de 90Hz à 150 Hz et atténuer les signaux en dehors de cette bande.

Ils ont donc la même structure et les mêmes caractéristiques techniques : f coupure, bande passante, facteur de qualité ou résonance...

/16 D2) Etude des convertisseurs : FS1-2, FS1-4, FS1-7, FS1-9

/2 D21) INDIQUER la technologie des CAN AD7821 ; JUSTIFIER son utilisation.

LC²MOS high speed _ CAN FLASH, rapide, FAST....

Le(s) processeur(s) DSP doit échantillonner les fréquences Fbd=150Hz et Fgh=90Hz

$$100 \text{ kHz} = F_{cM} \gg F_{bd} = 150 \text{ Hz} > F_{hg} = 90 \text{ Hz}$$

Conclusion ?

Sur-échantillonnage possible, Shannon largement respecté.

/7 D23) IDENTIFIER, à partir des données constructeur et du schéma de câblage de FS1-2,

- La tension de référence + Vref = +5V
- Vref = 0V
- Quel est le mode d'utilisation du CAN : **unipolaire**
car broche « -Vref » connectée à 0V .
- INDIQUER la valeur du quantum LSB = 19,53 mV = Vref/256 = 5/256

Calculer la valeur Ntp204 en binaire puis en décimal

$$N_{tp204bin\%} = \text{(MSB) } 1011 \text{ } 0011 \text{ (LSB)}$$

$$N_{tp204dec\#} = E[256 * (3,5/5)] = 179 \text{ en décimal} = B3 \text{ en hexadécimal}$$

/2 D24) DECRIRE la chronologie des informations qui transitent sur le bus C1

Chaque convertisseur FS1-2 et FS1-4 fournit alternativement les échantillons 8bits des tensions images de l'information « PENTE ET CAP / trajectoire de consigne ».

C'est la fonction FS1-5, via les signaux d1 qui « cadence », gère, le rythme des échantillons.

/5 D3) Analyse de la trame numérique en sortie sur le bus

bus I (vers FP2), décrite page DT31, INDIQUER :

- Format du mot DDM « localiser » BYTE4 et BYTE 5: 12 bits = 8 + 4
- La valeur maximale en décimal de ce mot si tout les bits sont à 1:
 $N_{maxlocDDM} = 4095 \text{ LSB} = 2^{12} - 1.$ et 1 LSB = 0.0001DDM

On a donc $2^{12} = 4096$ combinaisons de 0 à 4095.

On accepte la réponse = 4000 ou 4095.

- COMPARER aux taux de modulation des signaux à 90 Hz et 150 Hz : Voir page DT20