

SUJET

Les parties A, B et C du sujet sont indépendantes. Les réponses aux questions sont à rendre sur feuilles d'examen. Les documents réponse sont à rendre dans tous les cas avec la copie, même s'ils n'ont pas été remplis.

PARTIE A : Analyse fonctionnelle

A1 : Durées de propagation et d'acquisition des informations issues d'un satellite

Compte tenu de son mouvement, la distance d'un satellite par rapport à un utilisateur quelconque peut varier entre 20 200 km et 25 820 km.

La vitesse de propagation des ondes électromagnétiques est $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Les ondes se propagent en ligne droite à travers l'atmosphère.

- Q1.** Calculer les valeurs extrêmes du temps de propagation des ondes transmises par les satellites.

À partir des informations fournies en pages A3 et A4 du dossier d'analyse fonctionnelle :

- Q2.** Déterminer le nombre minimal de trames GPS permettant d'acquérir une information complète de temps, d'almanach et d'éphéméride émise par un satellite unique.
- Q3.** Calculer le nombre de bits nécessaires à l'acquisition d'une information complète de temps, d'almanach et d'éphéméride d'un satellite unique.
- Q4.** Dédire, du résultat précédent, la durée correspondant à l'acquisition d'une information complète de temps, d'almanach et d'éphéméride d'un satellite unique.

Les fabricants de récepteurs GPS implémentent l'almanach en usine, si bien que seule l'acquisition de l'éphéméride peut s'avérer nécessaire pour obtenir un positionnement correct.

- Q5.** Déterminer le nombre de sous-trames nécessaires à l'acquisition des données de temps d'un satellite unique. Indiquer le nombre de bits correspondants.
- Q6.** Déterminer le nombre de sous-trames nécessaires à l'acquisition complète des données d'éphéméride d'un satellite unique. Indiquer le nombre de bits correspondants.
- Q7.** Déterminer le nombre de sous-trames nécessaires à l'actualisation des données de temps et d'éphéméride d'un satellite unique. Indiquer le nombre de bits correspondants.
- Q8.** Calculer la périodicité d'actualisation des informations de temps et d'éphéméride.
- Q9.** Relever dans la documentation technique (documents BAN2 et BAN3), le taux de mise à jour des informations GPS du récepteur, spécifié par le constructeur.

Les questions précédentes montrent une différence importante entre la périodicité d'actualisation et le taux de mise à jour, géré par le récepteur GPS entre 2 actualisations.

- Q10.** Indiquer le temps maximum nécessaire à un récepteur GPS pour indiquer une information cohérente après un redémarrage.

BTS SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES – Étude d'un Système Technique		Session 2013
U4.1 – Électronique – Sujet	13SEE4EL1	Page : B1/6

A2 : Caractéristiques fréquentielles des informations traitées par le Récepteur GPS/Traceur SIMRAD CP33

À partir des informations fournies en pages A4 et A5 du dossier d'analyse fonctionnelle, et de la documentation du Récepteur GPS/Traceur SIMRAD CP33 (document BAN3) :

Q11. Indiquer la fréquence de la porteuse qui est traitée par ce récepteur.

Sachant que l'occupation spectrale correspondant à la transmission de bits ou de chips de durée T_b est égale à $\frac{2}{T_b}$:

Q12. Calculer l'occupation spectrale des informations de navigation du GPS.

Q13. Calculer l'occupation spectrale du code C/A.

Q14. Dédurre, de ces deux derniers résultats, l'occupation spectrale du signal modulé « L1, code C/A » et justifier la dénomination « modulation à étalement de spectre ».

Q15. Expliquer l'intérêt d'utiliser ce type de modulation.

PARTIE B : Étude de FP1 – Réception des signaux GPS

B1 : Généralités

Q16. Indiquer le nom donné à un dispositif de réception basé sur le schéma fonctionnel de 2^{ème} degré de la fonction FP1 (dossier d'analyse fonctionnelle, pages A8 et A9).

Q17. Délimiter, sur le schéma structurel de la fonction FP1 (document réponse BR4), les fonctions secondaires FS1.2 à FS1.9.

Remarques :

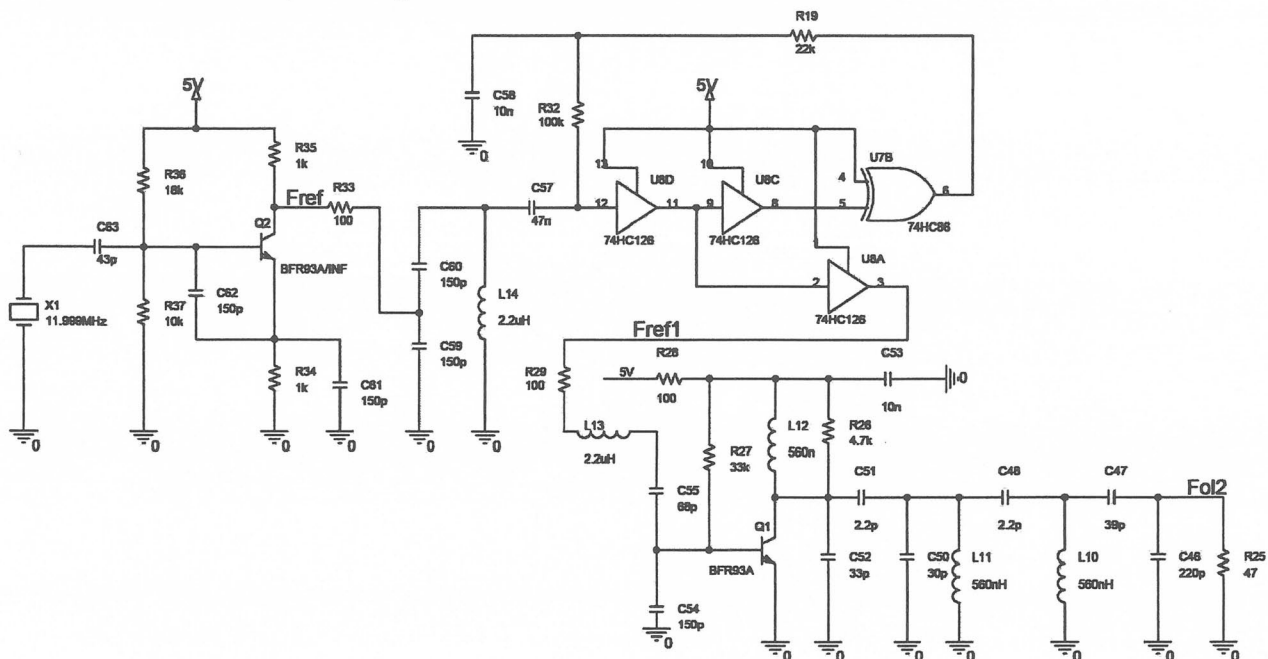
- On pourra s'aider des documentations des composants IAM81008 (document BAN4) et NE615D (document BAN5).
- Un schéma structurel plus lisible est également fourni, page A11 du dossier d'analyse fonctionnelle.

BTS SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES – Étude d'un Système Technique		Session 2013
U4.1 – Électronique – Sujet	13SEE4EL1	Page : B2/6

B2 : Étude de la génération de fréquences de référence

Cette fonction (FS1.9) fournit deux fréquences, F_{o1} et F_{o2} , obtenues par multiplications de la fréquence délivrée par un oscillateur construit autour du transistor Q2.

La structure étudiée pour la génération de F_{012} est la suivante :

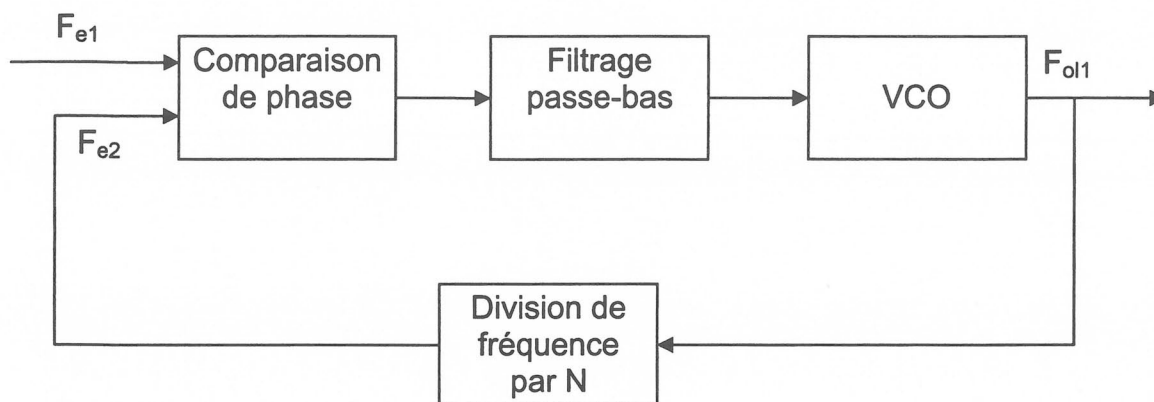


- Q18.** Indiquer la référence du composant qui impose une fréquence d'environ 12 MHz à l'oscillateur.
- Q19.** Déterminer et indiquer sur le document réponse BR1, en faisant clairement apparaître la méthode utilisée, les fréquences des signaux repérés $V(F_{ref})$ et $V(F_{ol2})$ du relevé précédent.
- Q20.** Indiquer la relation simple qui existe entre les valeurs des fréquences F_{ref} et F_{ol2} .

La courbe de réponse fréquentielle du filtre se trouvant entre les points repérés F_{ref1} et F_{ol2} sur le schéma ci-dessus est donnée document réponse BR1.

- Q21.** Relever, en les repérant sur la courbe, la fréquence centrale et la bande passante à -3 dB de ce filtre.
- Q22.** Expliquer le principe sur lequel est basée la production du signal F_{ol2} et justifier la présence des circuits logiques 74HC126.

La génération de la fréquence F_{o1} est réalisée grâce à une boucle à verrouillage de phase dont le schéma fonctionnel simplifié est le suivant :



- Q23.** Donner la relation existant entre les fréquences d'entrée F_{e1} et F_{e2} lorsque la boucle à verrouillage de phase est verrouillée.
- Q24.** Dédire du résultat précédent la relation existant entre les fréquences F_{e1} et F_{o11} lorsque la boucle à verrouillage de phase est verrouillée.
- Q25.** Indiquer, en utilisant le schéma structural de la fonction FP1 (page A11 du dossier d'analyse fonctionnelle), la référence des composants réalisant la comparaison de phase.
- Q26.** Indiquer, de même, la référence du composant réalisant la division de fréquence par N.
- Q27.** Déterminer, à l'aide de la documentation du composant uPB1507GV (documents BAN9 et BAN10) et du schéma structural de la fonction FP1 (page A11 du dossier d'analyse fonctionnelle), le taux N de division de ce composant.
- Q28.** Dédire des résultats précédents la valeur de la fréquence F_{o11} .
- Q29.** Calculer la valeur de la fréquence intermédiaire (notée FI_1) en sortie de la fonction FS1.5.
- Q30.** Déterminer la fréquence appelée fréquence image F_{im} du signal qui, présent en entrée du récepteur, provoquerait un signal de même fréquence intermédiaire.
- Q31.** Montrer que le composant SF1186B-4 (documents BAN13 et BAN14) réalisant la fonction FS1.3 permet d'éliminer les signaux de fréquence F_{im} .

B3 : Étude de la chaîne d'amplification et filtrage

Les spécifications des satellites GPS précisent que la puissance des signaux reçus sur la surface de la terre doit être supérieure à -130 dBm.

Il est donc indispensable de réaliser une amplification de puissance sur ce signal avant de le démoduler.

- Q32.** Relever, dans les documentations des composants UPC2712 (document BAN11) et UPC1675G (document BAN12), l'amplification minimale de puissance et la fréquence de coupure à -3dB de chacun d'eux.
- Q33.** Relever, dans la documentation constructeur du filtre SF1186B-4 (documents BAN13 et BAN14), l'atténuation maximale à la fréquence de travail et la bande passante à -3 dB.

BTS SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES – Étude d'un Système Technique		Session 2013
U4.1 – Électronique – Sujet	13SEE4EL1	Page : B4/6

Q34. Dédurre, des résultats précédents, les valeurs du gain minimal total et de la bande passante totale à -3dB de l'association des fonctions FS1.2 – FS1.3 – FS1.4.

La puissance reçue sur l'antenne est égale à -130 dBm.

Q35. Calculer, en dBm, la puissance présente en sortie de la fonction FS1.4 et reporter cette valeur dans le tableau correspondant du document réponse BR2.

Q36. Donner la relation existant entre une puissance exprimée en dBm et la même puissance exprimée en Watts.

Q37. Calculer, en Watts, les valeurs de la puissance reçue sur l'antenne et de la puissance de sortie de la fonction FS1.4. Reporter ces valeurs dans le tableau correspondant du document réponse BR2.

L'impédance de référence du récepteur GPS est égale à 50Ω.

Q38. Calculer la valeur efficace de la tension à l'entrée de la fonction FS1.2 et en sortie de la fonction FS1.4. Reporter ces valeurs dans le tableau correspondant du document réponse BR2.

PARTIE C : Étude de FP2 – Interfaçage liaison SIMNET

Le schéma structurel de cette fonction est fourni page A12 du dossier d'analyse fonctionnelle. Les informations relatives au fonctionnement du bus CAN sont données page A10 du dossier d'analyse fonctionnelle.

Le rôle du composant TJA1050 (U18) est d'effectuer l'interfaçage entre le Bus CAN du réseau SIMNET et le microcontrôleur T89CS51CC01 (U17).

C1 : Étude de la conversion niveaux SIMNET ↔ Niveaux CMOS

Q39. Rechercher, en utilisant la documentation du composant TJA1050 (documents BAN15 à BAN17), les valeurs typiques des niveaux de tension correspondant respectivement à un état récessif et à un état dominant sur chacune des lignes CANL et CANH puis reporter ces valeurs dans le tableau correspondant du document réponse BR2.

Q40. Déterminer, à partir du tableau 1 du document BAN16, la correspondance entre les niveaux logiques des broches RXD et TXD et les états du bus CAN, puis reporter ces résultats dans le tableau correspondant du document réponse BR2.

La documentation du composant HCPL-0601 est donnée documents BAN18 et BAN19.

Q41. Calculer l'intensité minimale du courant circulant dans la résistance R121 pour chaque état logique de la broche RXD (on considère qu'un niveau logique '0' correspond une tension VRXD ≈ 0V). Reporter cette valeur dans le tableau correspondant du document réponse BR2.

Q42. Justifier la présence de la résistance R119 associée au composant U20.

Q43. Calculer, pour chacun des niveaux logiques de la broche RXD du composant TJA1050 (U18), les valeurs de la tension ramenée sur la broche RxDC du composant T89CS51CC01 (U17) ainsi que les niveaux logiques correspondants. Reporter ces résultats dans le tableau du document réponse BR2.

BTS SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES – Étude d'un Système Technique		Session 2013
U4.1 – Électronique – Sujet	13SEE4EL1	Page : B5/6

C2 : Analyse d'une trame SIMNET

Lors de la réception de messages GPS, une des trames SIMNET élaborées par le Traceur/GPS SIMRAD CP33 a été isolée et visualisée sur un oscilloscope sur le document réponse BR2.

- Q44.** Mesurer la durée élémentaire d'un état (durée délimitée par des curseurs). En déduire la valeur du débit binaire correspondant et reporter ces valeurs sur le document réponse BR2.
- Q45.** Indiquer, sur le document réponse BR2, à partir du relevé et en exploitant la documentation du composant TJA1050 (document BAN17), le numéro de voie correspondant respectivement aux signaux CANL et CANH.

Pour les questions suivantes, il est admis que, sur le relevé du document réponse BR3, la voie 1 correspond à CANL et la voie 2 à CANH.

- Q46.** Relever, à partir du chronogramme fourni document réponse BR3, l'état (Dominant ou Récessif) associé à chacun des bits de la trame relevée et reporter ces valeurs dans le tableau 1 (on représentera un état dominant par 'D' et un état récessif par 'R').
- Q47.** Encadrer, dans le tableau 1 du document réponse BR3, les bits de remplissage (« Stuffing Bits »).
- Q48.** Remplir le tableau 2 du document réponse BR3 après avoir éliminé les bits de remplissage et en remplaçant les états dominants ou récessifs par les niveaux logiques '0' ou '1' associés.
- Q49.** Compléter, à partir des questions précédentes, le tableau 3 du document réponse BR3, en indiquant les 5 premiers caractères (exprimés en hexadécimal) représentant l'identifiant de la trame relevée (en regroupant les bits conformément aux délimiteurs imposés).

C3 : Programmation du microcontrôleur T89C51CC01 (U17)

Le microcontrôleur de la fonction FP2 dialogue avec un microcontrôleur central. Il élabore et transmet les informations au réseau SIMNET par l'intermédiaire du composant TJA1050. Un extrait du programme de configuration de l'UART (document BAN20) et du Timer1 (document BAN21) est fourni document réponse BR3.

- Q50.** Préciser le mode de fonctionnement du Timer1 imposé par l'instruction TMOD = 0x20.
- Q51.** Expliquer le rôle de l'instruction TCON = 0x40.
- Q52.** L'expression du débit binaire de l'UART ainsi configurée est :

$$\text{Débit (bits/s)} = \frac{F_{osc}}{32 \times 12 \times (256 - TH1)}, \text{ où } F_{osc} \text{ est la fréquence du quartz associé}$$

au microcontrôleur (voir schéma structurel, page A12 du dossier d'analyse fonctionnelle) et TH1 est le contenu initial du Timer1. Sachant que l'on désire un débit binaire de 9600 bits/s, calculer la valeur de TH1 et compléter l'élément de programme fourni dans le document réponse BR3 en exprimant la valeur obtenue en hexadécimal.

BTS SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES – Étude d'un Système Technique		Session 2013
U4.1 – Électronique – Sujet	13SEE4EL1	Page : B6/6