

SUJET

Option B Électronique et Communications

Partie 1 Domaine Professionnel

Durée 4 h coefficient 3

Partie A. Comparatif DAB+ et FM

Problématique : On se propose dans cette partie de comparer les performances respectives des systèmes de radiodiffusion FM et DAB+.

- Q1.** Indiquer la signification de l'abréviation « FM » dans l'expression « radio FM ». Indiquer la traduction en français et indiquer si la transmission est numérique ou analogique.
- Q2.** À partir du document DOC2 « CSA DAB+ », indiquer la signification du sigle : DAB+ et proposer une traduction en français de « DAB ».
- Q3.** Justifier en quelques mots pourquoi le système DAB+ doit permettre d'obtenir un son de meilleure qualité qu'en FM.
- Q4.** À partir de la lecture du document DOC2 et du diagramme des exigences page PR2, proposer un exemple concret de l'exigence notée « 340 » : Données numériques.

En radiodiffusion FM, l'écart minimum de fréquence utilisé entre deux stations est de 400 kHz.

- Q5.** Déterminer le nombre maximum de radios pouvant être diffusées dans la bande 87,5 MHz à 108 MHz.
- Q6.** À partir de l'analyse du document DOC3 « Radios FM à Paris », indiquer le nombre de radios diffusées à Paris.
- Q7.** Evaluer l'écart entre le nombre maximum de radios pouvant être diffusées dans la bande FM et le nombre de radios diffusées à Paris. Conclure.

En radiodiffusion DAB+, un multiplex est composé de plusieurs stations de radios. Chaque multiplex correspond à un canal d'émission.

- Q8.** À partir de l'analyse du document DOC4 « Bande de fréquence DAB+ », déterminer le nombre de canaux disponibles pour les émissions à usage non militaire.
- Q9.** En déduire le nombre maximal de stations radio diffusables en DAB+.
- Q10.** Conclure sur la validité de l'exigence n°330 du cahier des charges.

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro1 sur 7
22SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

On se propose de comparer le système de radiodiffusion FM et DAB+ en termes de sensibilité et de qualité audio.

Pour cela, nous allons étudier les spécifications d'un récepteur autoradio assurant à la fois une réception DAB+ et FM. Les spécifications de cet autoradio figurent sur le document repéré DOC5.

On rappelle : $P_{\text{dBN}} = 10 \cdot \log(P_{\text{NM}})$ et $P = \frac{V_{\text{EFF}}^2}{R}$

Q11. À l'aide de la sensibilité du récepteur FM (quieting sensitivity), identifier son impédance d'entrée et la tension associée.

Q12. Calculer, en dBm, la valeur de cette sensibilité.

Q13. Comparer la sensibilité du récepteur FM à la sensibilité du récepteur DAB+.

Q14. Relever et comparer le rapport signal/bruit (S/N) dans les deux réceptions (FM et DAB+).

Q15. Compléter le document réponses DR-Pro1.

Partie B. Antennes

Problématique : on se propose dans cette partie de valider le choix d'une antenne correspondant au cas d'un émetteur DAB+ couvrant une vallée de montagne.

En radiodiffusion, on rencontre des antennes directives et des antennes omnidirectionnelles.

Q16. Pour chaque cas de figure, indiquer si l'antenne utilisée doit être directive ou omnidirectionnelle. Répondre sur le document réponses page DR-Pro1.

On dispose de 3 types d'antennes représentées sur le document DR-Pro2. Les réponses aux questions suivantes sont à compléter sur le document réponses.

Q17. Pour chacune de ces antennes, indiquer si celle-ci est directive ou omnidirectionnelle (Rayer la mention inutile).

Q18. Pour chacune de ces antennes, indiquer la polarisation de cette antenne : horizontale ou verticale (rayer la mention inutile).

Des antennes de type n°3 sont rangées dans un même local. Certaines d'entre elles sont des antennes d'émission FM (bande 88 à 108 MHz) et d'autres des antennes d'émission DAB+ (bande 175 à 230 MHz).

Q19. Indiquer le critère qui permet de les distinguer physiquement.

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro2 sur 7
22SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

Dans le cas de l'émetteur couvrant une vallée de montagne, les conditions géographiques imposent un angle d'ouverture horizontal supérieur à 45° et une puissance isotrope rayonnée équivalente (PIRE) supérieure à 75 dBm.

L'opérateur a retenu l'antenne panneau dont la documentation est donnée sur le document DOC6 « Antenne émetteur DAB+ ».

Q20. Estimer à l'aide du graphique la valeur des angles d'ouverture à -3 dB dans le plan horizontal et dans le plan vertical.

L'émetteur associé à cette antenne a une puissance d'émission de 63 dBm. On rappelle que la PIRE (la puissance isotrope rayonnée équivalente) correspond à la puissance émise « amplifiée » par le gain d'antenne.

Q21. Relever le gain d'antenne.

Q22. En déduire la PIRE de l'émetteur associé à l'antenne.

Q23. Valider le choix de l'antenne panneau par rapport aux conditions géographiques précédemment indiquées.

Partie C. Étude d'un récepteur utilisant le circuit Si4688

Le schéma d'un récepteur DAB+ est construit essentiellement autour d'un composant dédié, ici il s'agit ici du composant Silicon Labs Si4688-A10. Il regroupe toutes les fonctions nécessaires à la réception FM/DAB+ dans un seul circuit.

Partie C1 : Étude du circuit d'alimentation

Problématique : On se propose de déterminer la conformité des circuits d'alimentation d'un récepteur utilisant le Si4688 dans le cadre d'un dépannage.

Le circuit Si4688 dispose de 4 broches d'alimentation. La documentation de ce composant est donnée pages DOC7 à DOC9.

Q24. Indiquer le nom de chaque broche d'alimentation, sa fonction et sa valeur nominale.

Le schéma du récepteur étudié est donné DOC10. Ce récepteur utilise le composant TPS79318DBVR spécifié page DOC11.

Q25. Préciser le rôle du composant référencé IC1 sur le schéma du récepteur.

Q26. Indiquer la valeur nominale de la tension de sortie du composant IC1.

Q27. Relever sur le schéma du récepteur, les valeurs des 4 tensions d'alimentation du Si4688.

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro3 sur 7
22SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

La tension de l'alimentation e » l'interface VIO est différente des autres tensions d'alimentation afin d'être compatible avec le microcontrôleur qui pilote le Si4688 (DOC7 à DOC9).

Q28. Vérifier que la valeur de la tension VIO retenue est acceptable sans dégrader le composant.

On utilise le circuit Si4688 en mode réception DAB+.

Q29. Déterminer la valeur typique du courant consommé par le Si4688 fourni par le TPS79318DBVR dans ce mode de réception.

On admettra que le courant consommé par le Si4688 est égal à 50 mA.

Synthèse : le tableau figurant sur le document réponses DR-Pro3 synthétise 3 situations de mesures effectuées sur une série de 3 cartes en mode réception DAB+. Il s'agit d'identifier les défauts éventuels présents sur ces cartes.

Q30. Indiquer dans le tableau du document réponses DR-Pro3, pour chaque carte, la présence d'un éventuel défaut et entourer les valeurs non-conformes.

Partie C2 : Bus I2S

Problématique : caractériser, par la mesure, les signaux I2S échangés en condition de fonctionnement normal.

Afin de se familiariser avec un récepteur DAB+, un technicien étudie la liaison I2S entre le Si4688 et un convertisseur numérique-analogique. Il effectue des mesures à l'aide d'un analyseur logique.

On trouvera sur le document DOC12 une définition du bus I2S. La documentation du Si4688 est donnée pages DOC7 à DOC9.

Q31. Compléter le tableau document réponse DR-Pro3 en indiquant les noms des broches du Si4688 correspondant aux signaux I2S du DOC13 : SCK, DATA et WS.

Un technicien a effectué un relevé des signaux I2S sur un récepteur à l'aide d'un analyseur logique 4 voies interfacé sur PC et permettant le décodage du bus I2S. Le relevé est donné à la page DOC13.

Q32. Déterminer la fréquence du signal WS mesurée à partir de ce relevé.

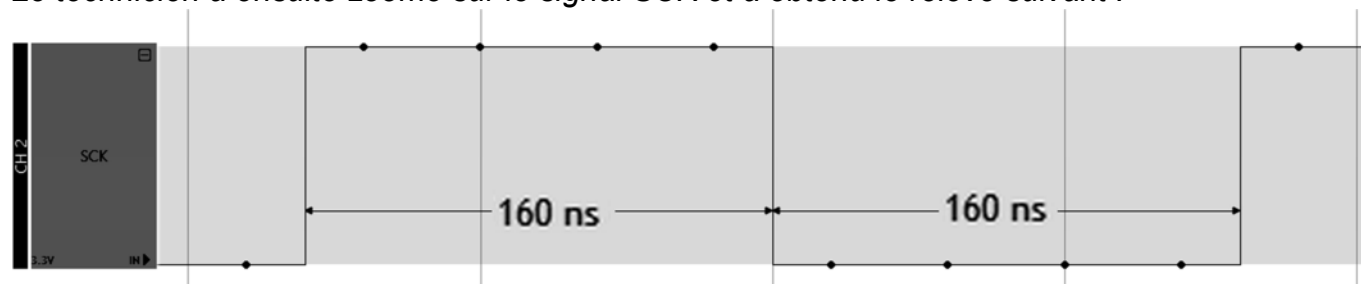
La fréquence du signal WS correspond à la fréquence d'échantillonnage du signal audio. Sa valeur théorique est égale à 48 kHz.

La durée mesurée du signal WS à l'état haut est légèrement différente de la durée mesurée du signal à l'état bas. Théoriquement, elles devraient être égales.

Q33. À l'aide des indications fournies sur le relevé, expliquer la cause de cet écart.

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro5 sur 7
22SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

Le technicien a ensuite zoomé sur le signal SCK et a obtenu le relevé suivant :



« Zoom » sur signal SCK

Q34. Déterminer la fréquence du signal SCK.

Le nombre de bits transmis par voie est un multiple de 8 bits. Le document DOC12 indique le rôle du signal WS pour distinguer les voies droite et gauche.

Q35. À partir des résultats précédents, calculer le nombre de bits transmis pour la voie audio gauche.

On se propose de vérifier le décodage des données effectué par l'analyseur logique. Les nombres sur l'analyseur logique sont représentés en hexadécimal signé (au format : signe + valeur absolue). On rappelle que les échantillons sont codés en complément à 2 et transmis en commençant par le MSB.

Q36. Indiquer ce qui permet de distinguer un mot binaire positif d'un mot binaire négatif.

Le relevé d'un échantillon sur 32 bits a été effectué. Il est représenté sur le document réponses DR-Pro3

Q37. Écrire sur le document réponses DR-Pro3 le mot transmis en binaire.

La valeur absolue d'un nombre négatif s'obtient par le calcul du complément à 2.

Q38. Déterminer la valeur absolue du nombre correspondant à ce mot, en binaire et en hexadécimal. Répondre sur le document réponses DR-Pro3.

Q39. Vérifier la conformité avec la valeur indiquée sur le relevé du DOC13.

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro5 sur 7
22SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

Partie C3 : interface microcontrôleur

Problématique : Valider une fonction logicielle assurant la communication entre le Si4688 et le microcontrôleur.

Q40. À partir de l'analyse de la documentation du Si4688 (DOC7 à DOC9), indiquer les deux protocoles série supportés par le Si4688 pour communiquer avec le microcontrôleur.

L'interface SPI a été retenue sur le récepteur étudié.

Q41. Indiquer le nom des 4 broches utilisées pour cette liaison SPI.

Q42. Indiquer si le Si4688 est le composant maître ou esclave de cette liaison.

Le mode de fonctionnement SPI est le mode 0.

La fréquence de l'horloge associée à la liaison SPI est de 10 MHz.

Nous allons maintenant analyser une fonction logicielle du programme du microcontrôleur, écrit en langage C. La fonction étudiée permet de lire en SPI le circuit Si4688.

```
1 static void si46xx_read(uint8_t *data, uint8_t cnt)
2 {
3     uint8_t zero = 0;
4     uint8_t timeout;
5
6     timeout = 100; // wait for CTS
7     while (timeout--){
8         CS_HIGH();
9         msleep(1); // wait 1 ms
10        CS_LOW();
11        zero = 0;
12        SPI_Write(&zero,1);
13        SPI_Write(data,cnt); // read data
14        CS_HIGH();
15        msleep(1); // wait 1 ms
16        if(data[0] & 0x80)
17            break;
18    }
19 }
```

Fonction si46xx_read()

Remarques :

- CS_HIGH() positionne le signal CS (SSB) à 1
- CS_LOW() positionne le signal CS (SSB) à 0
- SPI_Write() permet à la fois de lire et d'écrire via le bus SPI
 - SPI_Write(&variable,1) écrit le contenu de l'octet « variable » sur le bus SPI
 - SPI_Write(tabvar,N) lit N octets et les range dans le tableau tabvar de taille N
- Le type uint8_t représente un entier positif codé sur un octet

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro6 sur 7
22SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

On trouvera sur le document réponses DR-Pro4 le chronogramme représentant la lecture SPI.

Q43. Sur le document réponses DR-Pro4, indiquer les numéros des lignes de code de la fonction `si46xx_read()` correspondant aux instants significatifs repérés.

Q44. Évaluer le nombre maximum d'itérations exécuté par la boucle `while` qui commence à la ligne 7.

Si la condition (`data[0]&0x80`) est vraie, alors la boucle `while` est interrompue (instruction `break`). Nous allons maintenant évaluer cette condition pour deux valeurs de `data[0]`.

Rappel : l'opérateur `&` correspond au ET binaire.

Q45. Pour `data[0] = 0xF0` et `data[0] = 0x0F`, compléter les tableaux du document réponses DR-Pro4.

Q46. Compléter le tableau de synthèse sur le document réponses DR-Pro4.

Le rôle du bit testé dans la condition (`data[0]&0x80`) permet de s'assurer que bus SPI est libre.

Q47. Sur le chronogramme du document réponses DR-Pro4, entourer le bit correspondant à ce bit testé.

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro7 sur 7
22SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	