

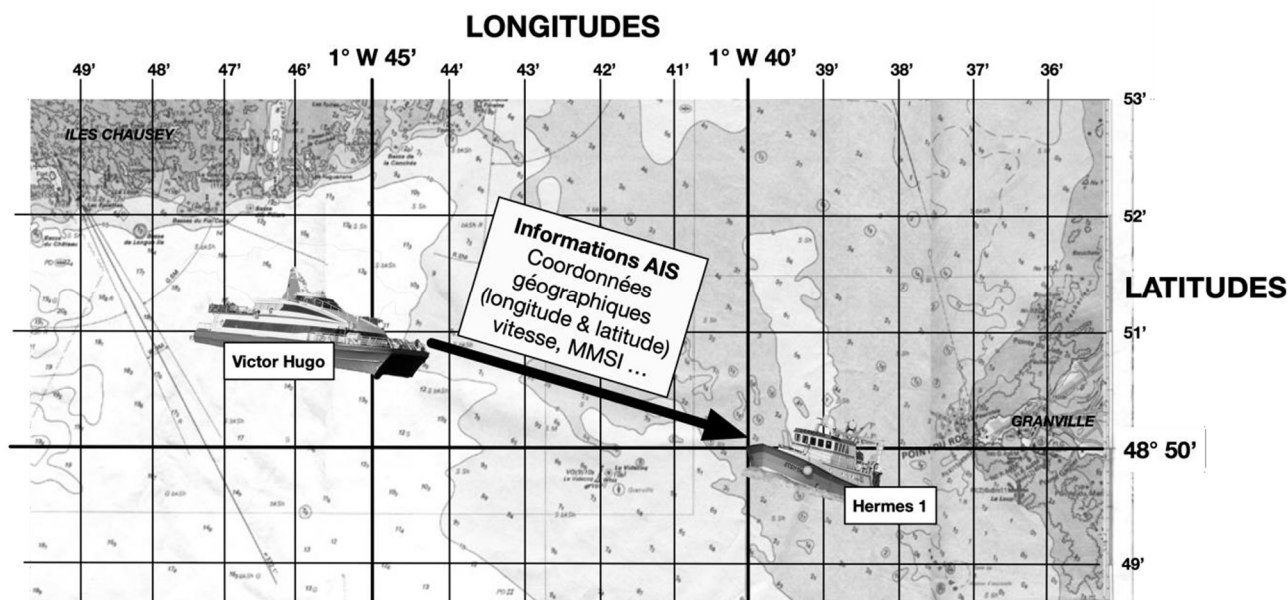
SUJET

Option B Électronique et Communications

Partie 1 Domaine Professionnel

Durée 4 h - Coefficient 3

L'objectif de cette étude est de vérifier que les informations AIS de position du « Victor Hugo » sont bien disponibles sur le bus CAN du navire de pêche « Hermes 1 ». Ces informations sont reçues par le navire de pêche « Hermes 1 » grâce à la radio VHF RT1050-AIS.



Nous nous intéresserons aux informations contenues dans le message AIS N°1 défini par l'Union Internationale des Télécommunications. Les informations principales contenues dans ce message sont : les coordonnées géographiques, la vitesse et le MMSI (Identifiant unique d'un navire).

Partie A. Codage des informations à transmettre.

Problématique : Coder les informations de position AIS transmises par le navire « Victor Hugo ».

Les coordonnées de positionnement du navire « Victor Hugo » sont :

- une latitude de 48° 51' 0" Nord
- une longitude de 1° 45' 3,6" Ouest.

On se propose de déterminer les informations de longitude émises.

Les valeurs correspondant à la latitude sont données sur le document réponses **DR-Pro1**.

Les pages **DOC2, DOC3 et DOC4** de la documentation indiquent la méthode de codage employée.

Q1. Calculer la longitude Lon_DD du navire « Victor Hugo » en coordonnées Degré Décimiaux DD. Justifier le calcul et reporter cette valeur sur le document réponses **DR-Pro1**.

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro1 sur 6
23SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

Q2. Calculer la valeur Lon_AIS et reporter cette valeur sur le document réponses **DR-Pro1**.

Le message AIS numéro 1 utilise 32 bits pour coder numériquement la longitude et la latitude. La longitude Lon_AIS est négative (Ouest) ou positive (Est).

Sa valeur binaire non signée (positive) est égale à :

0b 0000 0001 0000 1011 0010 1110 0111 0000.

Q3. Donner la valeur binaire négative correspondante. Reporter la valeur hexadécimale correspondante sur le document réponses **DR-Pro1**.

Partie B. Analyse du récepteur radio AIS

Problématique : Vérifier que le récepteur permet d'extraire le signal radio AIS porteur de l'information

Le récepteur radio AIS est intégré à la radio VHF RT 1050-AIS (voir dossier de présentation). On se propose de compléter tout d'abord le diagramme des cas d'utilisation de la radio.

Q4. Compléter sur le document réponses **DR-Pro1**, le diagramme des cas d'utilisation avec les propositions indiquées (reporter le numéro de la proposition).

Le signal RF est émis par le « Victor Hugo » à une fréquence F_{RF} de 162,025 MHz.

Dans le récepteur, le circuit réalisant la démodulation à une fréquence maximale de travail de 1 MHz.

*Pour démoduler les informations, le récepteur radio doit réaliser 2 transpositions de fréquences. L'ibd de la fonction réception est donné dans le dossier de présentation page **PR4**.*

Q5. Repérer, sur le diagramme de la réponse en fréquence du filtre d'antenne du document réponses **DR-Pro2**, par une droite verticale, la fréquence F_{RF} .

Q6. Relever la valeur de l'atténuation (en dB) réalisée par le filtre d'antenne pour cette fréquence F_{RF} .

Q7. Donner la valeur de la fréquence intermédiaire F_{I1} .

La fréquence du signal de sortie M1 du multiplieur 1 est $F_{M1} = F_{RF1} - F_{OL}$.

Q8. Calculer la valeur numérique de F_{OL} pour que $F_{M1} = F_{I1}$.

L'inconvénient majeur des récepteurs superhétérodynes est la réception d'une fréquence appelée fréquence image F_{IMG} . La valeur de cette fréquence est égale à $F_{OL} - F_{I1}$. Pour supprimer ou atténuer très fortement cette fréquence, on utilise un filtre d'antenne.

Q9. Calculer la valeur numérique de la fréquence image F_{IMG} .

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro2 sur 6
23SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

- Q10.** Repérer, sur le diagramme de la réponse en fréquence du filtre d'antenne du document réponses **DR-Pro2**, par une droite verticale, la fréquence F_{IMG} .
- Q11.** Relever la valeur approximative de l'atténuation (en dB) réalisée par le filtre d'antenne pour la fréquence F_{IMG} du signal RF.
- Q12.** Justifier l'intérêt de l'utilisation de ce filtre d'antenne dans un récepteur superhétérodyne.

La valeur de la fréquence F_{F11} en sortie du premier filtre intermédiaire est encore trop élevée pour le circuit de démodulation.

On réalise un deuxième changement de fréquence.

La fréquence du signal de sortie M2 du multiplieur 2 est égale à $F_{M2} = F_{F11} - F_{HOR}$.

- Q13.** Calculer la valeur numérique de la fréquence F_{M2} .
- Q14.** Déterminer le type (passe-bas, passe-bande ou passe-haut) et la fréquence caractéristique du filtre F_{I2} .
- Q15.** Vérifier que la valeur de la fréquence F_{F12} est compatible avec le circuit de démodulation des messages AIS. Justifier votre réponse.

Problématique : Fixer le rapport de division du synthétiseur de fréquence à PLL.

Le rôle de l'oscillateur local est d'obtenir le signal OL de fréquence F_{OL} à partir de l'horloge à 19,2 MHz. Son synthétiseur de fréquence à PLL (Phase-Locked Loop) utilise des diviseurs de fréquence pour lesquels il est nécessaire de fixer le rapport de division.

*Consulter le schéma structurel partiel page **PR5** du dossier de présentation et la page **DOC5** de la documentation du circuit intégré U3 GP214D.*

- Q16.** Calculer le rapport entre F_{OL} et F_{HOR} .
- Q17.** Compléter le schéma fonctionnel du synthétiseur de fréquence du document réponses **DR-Pro2** en inscrivant les numéros des broches des signaux (HOR, OL et CP2) ainsi que les noms des fonctions internes du circuit intégré U3 à la place des pointillés.

*Sur ce schéma fonctionnel, les deux fonctions comprises entre les signaux Fout2 et F_{PLL2} sont équivalentes à une fonction de rapport de division $1/N_T$, comme indiqué sur le document réponses **DR-Pro3**.*

- Q18.** Compléter le schéma fonctionnel du synthétiseur de fréquence simplifié en inscrivant les rapports de division de fréquence ($1/R$, $1/2$, $1/2$, $1/1$) sur le document **DR-Pro3**.
- Q19.** Donner l'équation de la fréquence du signal F_{REF} en fonction de la fréquence F_{HOR} du signal HOR.
- Q20.** Donner l'équation de la fréquence du signal F_{PLL2} en fonction de la fréquence F_{OL} du signal OL.

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro3 sur 6
23SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

Quand la PLL est verrouillée, les fréquences des signaux à l'entrée du comparateur de phase (fonction COMP) sont égales : $F_{PLL2} = F_{REF}$.

Le facteur de division N du Diviseur Programmable est tel que $N = 2 \cdot N_T$.

La relation liant F_{OL} à F_{HOR} est alors :
$$F_{OL} = \frac{N}{2 \cdot R} \cdot F_{HOR}$$

La valeur de N est fixée à 56 950.

Q21. Calculer la valeur de R .

Q22. Exprimer la valeur de R en binaire.

Q23. Déterminer la valeur des bits de contrôle GC1 et GC2 afin de charger la valeur de R dans le diviseur.

Q24. Compléter le tableau du document réponses **DR-Pro3** en reportant la valeur binaire de R et les valeurs des bits GC1 et GC2 à transférer dans le circuit U3 GP214D.

Partie C. Interface de communication NMEA2000

Problématique : Vérifier la conformité de l'interface du bus CAN

La radio VHF RT1050-AIS transmet les informations AIS reçues via son interface NMEA2000. Pour éviter tout problème électrique, les interfaces CAN des équipements électroniques d'un navire disposent d'une isolation galvanique. Pour répondre aux questions suivantes vous devrez consulter le schéma structurel de l'interface CAN page **PR6** du dossier de présentation ainsi que les pages **DOC7** et **DOC8**.

Le signal CANTX-A a deux niveaux logiques 0 (0 V) ou 1 (3,3 V).

Q25. Compléter le tableau du document réponses **DR-Pro3** en indiquant l'état de la LED (allumée ou éteinte) intégrée au circuit U25 en fonction de l'état logique du signal CANTX-A.

Q26. Compléter le tableau du document réponses **DR-Pro3** en indiquant l'état logique du signal TX-AI en fonction de l'état de la LED.

Q27. Justifier la présence de la résistance R265.

Q28. Donner la valeur typique de la tension V_{OL} .

Q29. Calculer la valeur de la résistance R265 pour obtenir un courant I_{OL} de 13 mA.

Q30. Calculer la valeur de la résistance R263 pour obtenir un courant de polarisation $I_F = 10$ mA dans la LED lorsque CANTX-A est à 0V.

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro4 sur 6
23SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

Afin d'être conforme à la norme High Speed, l'interface utilise un driver de bus CAN, le PCA82C250, dont un extrait de la documentation est présenté page **DOC9**.

- Q31.** Compléter le tableau du document réponses **DR-Pro3** en indiquant les valeurs typiques des tensions des signaux CANH et CANL correspondant aux états logiques du signal TX-AI.
- Q32.** Compléter le tableau du document réponses **DR-Pro3** en indiquant les différences de tension CANH – CANL en fonction de l'état logique du signal TX-AI.
- Q33.** Compléter le tableau du document réponses **DR-Pro3** en précisant l'état du bus CAN (récessif ou dominant) en fonction de l'état logique du signal TX-AI.

Partie D. Interprétation d'un message NMEA2000

Problématique : Décoder l'ID 29 bits de la trame CAN correspondant aux informations AIS.

Les informations transmises par le bus CAN seront interprétées par l'ordinateur de bord du navire de pêche « Hermes 1 » afin d'afficher la position du navire « Victor Hugo ».

*Un relevé des signaux du bus CAN du navire de pêche « Hermes 1 » est présenté sur le document réponses **DR-Pro4**.*

*Le protocole utilisé par le bus CAN NMEA2000 est présenté pages **DOC10 et DOC11**.*

- Q34.** Déterminer, à partir du relevé du document réponses **DR-Pro4**, la durée d'un bit et en déduire la vitesse de transmission du bus CAN.
- Q35.** Compléter le document réponses **DR-Pro4** en repérant les signaux CANH et CANL.
- Q36.** Indiquer la valeur (0 ou 1) de chacun des bits de l'ID de la trame en complétant le tableau de décodage de l'ID du document réponses **DR-Pro4**.
- Q37.** Repérer les bits de stuffing en les entourant sur le tableau de décodage de l'ID du document réponses **DR-Pro4**.
- Q38.** Repérer les bits de SRR et IDE en noircissant les cases correspondantes du tableau de décodage de l'ID du document réponses **DR-Pro4**.
- Q39.** Reporter, dans le tableau du document réponses **DR-Pro5**, les 29 bits de l'identifiant et exprimer la valeur de l'ID en hexadécimal.

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro5 sur 6
23SN4SNEC1	Domaine professionnel - Sujet	

Problématique : Décoder le PGN d'une trame CAN NMEA2000.

Le relevé d'une trame CAN a donné un ID égal à 0x11F80E03. L'organisation de l'ID est donné page **DOC12**.

- Q40.** Compléter le tableau du document réponses **DR-Pro5** en reportant, en binaire ou en hexadécimal selon le cas, les différentes parties de l'identificateur 29 bits, à savoir les 21 bits du PGN et l'adresse source.
- Q41.** Extraire la valeur du PGN_fonction (17 bits) à partir du PGN 21 bits et l'exprimer en décimal.
- Q42.** Indiquer la fonction NMEA2000 correspondant au PGN_fonction déterminée précédemment.

Problématique : Vérifier la bonne réception des valeurs de la longitude et de la latitude dans les trames numériques AIS.

Un relevé d'un message AIS numéro 1 est donné page **DOC13**.
L'organisation des informations contenues dans ce message, constitué de 5 trames CAN, est donnée page **DOC13**.

- Q43.** Extraire des trames reçues les valeurs hexadécimales des 4 octets de données correspondant à LON₄, LON₃, LON₂ et LON₁ et les reporter dans le tableau du document réponses **DR-Pro5**.
- Q44.** Extraire des trames reçues les valeurs hexadécimales des 4 octets de données correspondant à LAT₄, LAT₃, LAT₂ et LAT₁ et les reporter dans le tableau du document réponses **DR-Pro5**.
- Q45.** Comparer les valeurs reçues de longitude et de latitude aux valeurs émises par le « Victor Hugo ».

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-Pro6 sur 6
23SN4SNEC1	Documentation	