BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
SYSTÈMES NUMÉRIQUES

Option B – Électronique et Communications

Épreuve E4 : ÉTUDE D'UN SYSTÈME NUMÉRIQUE ET D'INFORMATION

SESSION 2024

_____

Durée : 6 heures

Coefficient : 5

_____

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Tout autre matériel est interdit.

Ce sujet comporte :

Présentation du système	PR1 à PR3
Sujet	
Questionnaire Partie 1 Électronique	S-Pro1 à S-Pro6
Document réponses à rendre avec la copie	DR-Pro1 à DR-Pro5
Questionnaire Partie 2 Physique	S-SP1 à S-SP9
Document réponses à rendre avec la copie	DR-SP1 à DR-SP5
Documentation	DOC1 à DOC21

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Chaque candidat remettra deux copies séparées : une copie « domaine professionnel » dans laquelle seront placés les documents réponses pages DR-Pro1 à DR-Pro 5 et une copie « Sciences Physiques » dans laquelle seront placés les documents réponses DR-SP1 à DR-SP5.

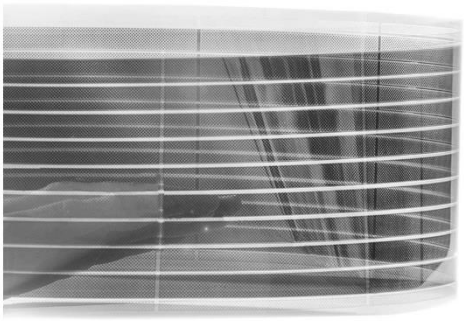
Page blanche laissée intentionnellement.

Ne rien inscrire dessus.

PRÉSENTATION DU SYSTÈME

Électronique embarquée dans un voilier de plaisance

1. La technologie OPV



Afin de remplacer les panneaux solaires rigides, une nouvelle technologie de cellules solaires photovoltaïques a été développée : les modules OPV (pour Organic PhotoVoltaic). Ces modules ont la particularité d'être souples, semi-transparents (l'énergie solaire peut-être collectée sur les 2 faces) et légers. Ils peuvent donc s'intégrer là où les autres technologies photovoltaïques ne fonctionnent pas. L'objectif est d'assurer l'autonomie énergétique des bateaux à voile, des bâtiments, des tentes, serres, chapiteaux, des ballons fixes et dirigeables, etc. Cette technologie s'adapte à tout type de supports et a de très importantes perspectives de développement, notamment dans les secteurs suivants :

- maritime ;
- agrivoltaïque : association d'une production d'électricité photovoltaïque et d'une production agricole ;
- construction bioclimatique : bâtiment dont l'implantation et la conception prennent en compte le climat et l'environnement immédiat, afin de réduire les besoins en énergie pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage.

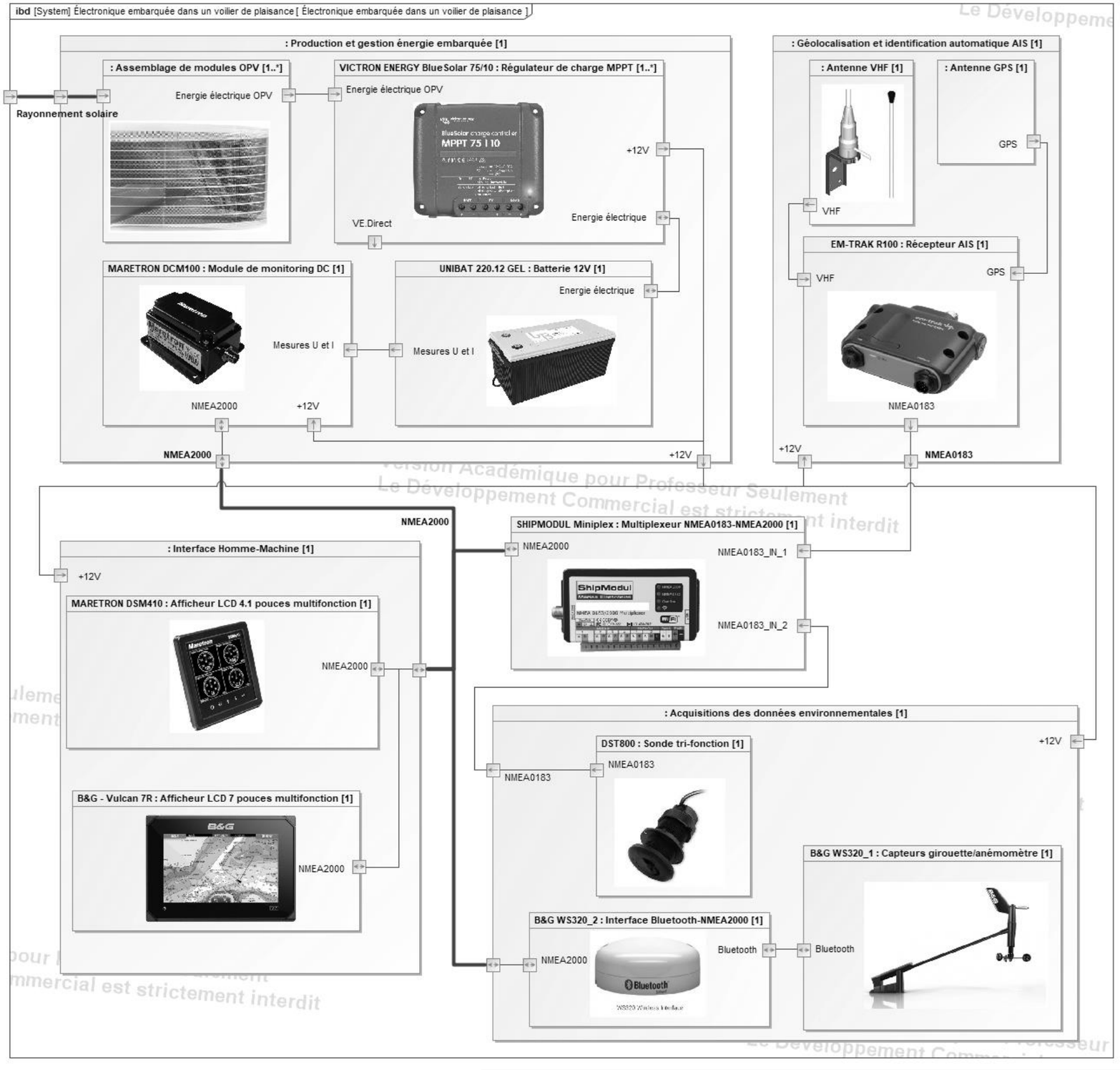
2. L'utilisation dans le secteur maritime

Grâce à leur souplesse, leur résistance et leur légèreté, plusieurs modules OPV peuvent être assemblés et intégrés dans des voiles de bateaux (voile solaire, voir figure ci-contre). Ils peuvent également être installés sur des surfaces non planes, telles que le mât ou sur le toit du poste de pilotage d'un voilier de plaisance. Les assemblages de modules OPV sont donc répartis par « zones » sur le voilier et fonctionnent de manière totalement indépendante. Ainsi, chaque zone produira sa propre énergie électrique, quelle que soit son exposition au soleil (par exemple, une zone à l'ombre ou mal exposée au soleil aura peu d'impact sur la production d'énergie des autres zones).

Chaque zone est généralement constituée d'un assemblage de 3 modules OPV connectés entre eux, et associés à un régulateur de charge MPPT (*Maximum Power Point Tracking*). Les dimensions des modules sont les suivantes : 50 cm x 50 cm.

Cette technologie est très prisée dans le milieu de la compétition car elle permet d'assurer l'autonomie en énergie électrique sur une longue période sans trop alourdir le voilier.

3. Diagramme de blocs internes du système



Ce diagramme présente l'ensemble des dispositifs électroniques nécessaires à la navigation maritime.

Dans ce système, deux protocoles de communication cohabitent, pour la communication entre les différents matériels :

- la norme NMEA 2000, qui repose sur la norme CANBus 2.0B à un débit de 250 Kbits/s ;
- la norme NMEA 0183, plus ancienne, qui repose sur la norme RS422 à un débit de 4800 bits/s.

Version Académique pour Professeur Seulement
Le Développement Commercial est strictement interdit

4. Organisation structurelle de la production d'énergie

Les modules OPV peuvent être assemblés et connectés au régulateur MPPT de différentes manières :

- en série (figure 1) : les tensions des modules OPV s'additionnent et le courant, identique dans les tous les modules, est égal à celui généré par un seul module. Il est donc plus faible, ce qui permet de diminuer la taille (section) des conducteurs électriques, donc leur rigidité ;
- en parallèle (figure 2) : la tension, plus faible, est identique aux bornes de tous les modules OPV mais les intensités des courants s'additionnent, ce qui nécessite des conducteurs électriques de section plus importante.

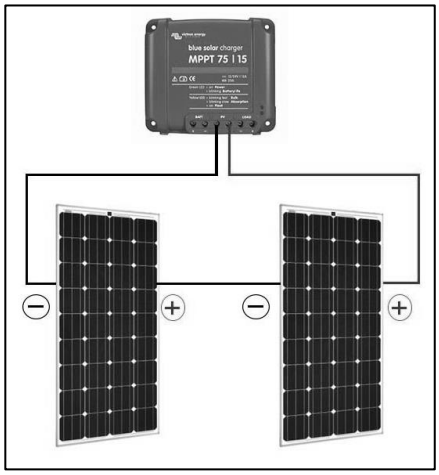


Figure 1

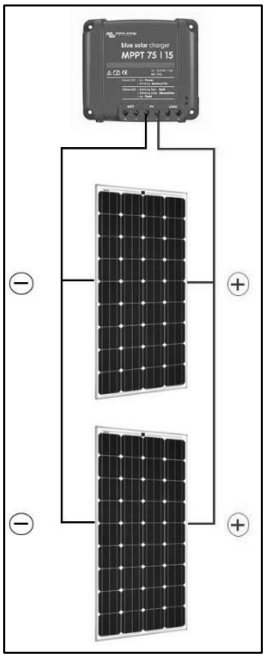


Figure 2

Assemblage retenu dans le sous-système étudié :

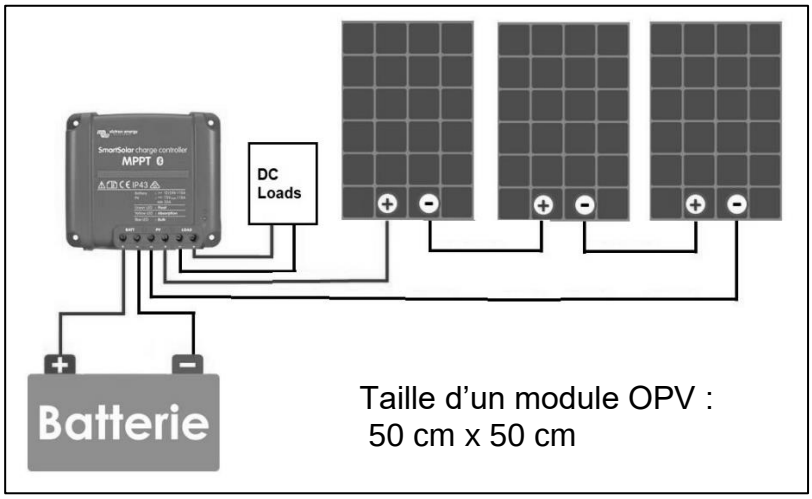


Figure 3 – DC Loads : ensemble des appareils électriques embarqués sur le voilier.

Page blanche laissée intentionnellement.

Ne rien inscrire dessus.

SUJET

Option B Électronique et Communications

Partie 1 - Domaine Professionnel

Durée 4 h - Coefficient 3

Partie A. Étude de la chaîne de production et de stockage de l'énergie

Problématique : valider le choix des éléments constituant le sous-système « Production et gestion de l'énergie embarquée »

Q1. Citer un avantage de la disposition des modules OPV en différentes zones du voilier.

Q2. Indiquer le type d'assemblage de module OPV retenu par le constructeur. Justifier ce choix.

Pour simplifier la compréhension de l'installation, seuls les éléments constituant une seule zone seront étudiés. Le principe de la régulation MPPT est donné en page DOC2. Dans des conditions d'ensoleillement optimales, la puissance P_{max} par m² de surface peut atteindre 150W/m². Des mesures effectuées sur un seul module OPV ont permis d'obtenir les valeurs suivantes :

Tension V_{oc}	*Tension V_{mp}*
24 V	*16,7 V*

Q3. Compte tenu de ses dimensions, calculer la puissance P_{max} fournie par un module OPV. Calculer alors la puissance P_{max} fournie par un assemblage de modules.

Q4. Calculer la tension de sortie V_{oc} générée par l'assemblage de modules.

Les spécifications techniques du régulateur MPPT sont fournies sur le document repéré DOC3.

Q5. Vérifier que la tension de sortie V_{OC} générée par l'assemblage de modules est admissible par le régulateur MPPT.

Q6. Vérifier que la puissance P_{max} fournie par un assemblage de modules est admissible par le régulateur MPPT.

Q7. Justifier le choix du régulateur MPPT VICTRON ENERGY BlueSolar 75|10.

Lorsqu'il fait nuit, l'intensité du courant consommée par l'ensemble des équipements électriques embarqués sur le voilier (équipements de navigation, éclairage) est estimée à 10 A. Les spécifications techniques de la batterie utilisée sont fournies sur le document repéré DOC4.

Q8. Relever la capacité nominale de la batterie. Calculer son autonomie et vérifier qu'elle est suffisante pour alimenter les équipements électriques durant toute une nuit.

Les mesures des grandeurs électriques liées à la production d'énergie sont assurées par le module de monitoring DC MARETRON DCM100 dont la documentation technique est fournie sur le document repéré DOC5.

Q9. Compléter le tableau figurant sur le document réponse DR-Pro1 en y indiquant si la grandeur électrique est mesurée par le module de monitoring MARETRON et, si oui, la plage de mesure possible.

Partie B. Évolution du module de monitoring

Problématique : valider le choix des structures matérielles et logicielles permettant l'évolution du module de monitoring DC en module de monitoring et datalogging.

Comme vu précédemment, le module de monitoring MARETRON DCM100 ne permet pas de mesurer tous les paramètres électriques. Dans le but d'analyser les données de fonctionnement et d'optimiser la production d'énergie, le module de monitoring DCM100 est remplacé par un module de monitoring et de datalogging spécialement développé à cet effet et associé au régulateur MPPT VICTRON ENERGY Blue Solar 75|10. La documentation du nouveau module de monitoring est disponible en pages DOC6 à DOC9.

Q10. Compléter le diagramme de blocs internes partiel figurant sur le document réponse DR- Pro1 en y faisant figurer les flux entrant et sortant du module de monitoring et de datalogging. Nommer les flux.

Un extrait du protocole VE.Direct est donné page DOC10 et DOC11. Dans des conditions optimales d'ensoleillement, un relevé en monitoring sur le flux VE.Direct d'un des régulateurs MPPT VICTRON donne le résultat ci-dessous :

```
PID     0xA04C
FW      159
SER#    HQ2151VCGXY
V       13310
I       05240
VPV     31200
PPV     00109
CS      3
MPPT    2
ERR     0
LOAD    ON
IL      02800
H19     5
H20     5
H21     115
H22     0
H23     15
HSDS    1
Checksum        9
```

Q11. Justifier que ce relevé est bien issu d'un régulateur VICTRON ENERGY BlueSolar 75|10.

Q12. Compléter la colonne « Label » du tableau figurant sur le document réponse DR-Pro2.

Q13. Compléter la colonne « Valeur mesurée » du tableau figurant sur le document réponse DR-Pro2.

Q14. Relever la périodicité d'émission de ces données sur le flux VE.Direct.

Parmi ces données numériques, seules quelques-unes sont enregistrées dans le cadre du datalogging. Le relevé ci-après liste les données à enregistrer sur carte µSD à chaque émission sur le flux VE.Direct. Chaque caractère est codé sur un octet selon le code ASCII.

00000000	0D	0A	32	39	2F	30	35	2F	32	30	32	31	09	31	33	3A	.29/05/2021.13:
00000010	30	38	3A	30	35	0D	0A	53	45	52	23	09	48	51	32	31	08:05..SER#.HQ21
00000020	35	31	56	43	47	58	59	0D	0A	56	09	31	33	33	31	30	51VCGXY..V.13310
00000030	0D	0A	49	09	30	35	32	34	30	0D	0A	56	50	56	09	33	..I.05240..VPV.3
00000040	31	32	30	30	0D	0A	50	50	56	09	30	30	31	30	39	0D	1200..PPV.00109.
00000050	0A	49	4C	09	30	32	38	30	30	+							.IL.02800

Q15. Déterminer le nombre d'octets à enregistrer lors de chaque émission de ces données.

Q16. À partir des documents DOC6 à DOC9, relever la durée minimale d'enregistrement exigée.

Q17. Calculer la capacité de stockage minimale (en Mo, arrondi au Mo supérieur), permettant d'enregistrer ces données conformément à l'exigence souhaitée.

Les questions suivantes visent à valider les structures matérielles permettant de collecter les données numériques issues du régulateur MPPT VICTRON par l'intermédiaire du flux VE.Direct. La chaîne d'acquisition est constituée du circuit intégré U2 6N137 et du circuit U3 MC74HC1G04, dont les documentations sont présentes en page DOC12 à DOC14. Le schéma structurel de la chaîne d'acquisition est donné à la page DOC8.

Q18. Indiquer la fonction du circuit 6N137A.

Q19. Compléter la valeur des temps de montée t_r et de descente t_f du signal VE.Direct sur les relevés expérimentaux des documents réponses DR-Pro2 et DR-Pro3.

Q20. À partir de la documentation technique du protocole VE.Direct, donner la valeur du débit de communication sur ce flux. Calculer la durée d'un bit T_{Bit} en µs.

Q21. Pour assurer un bon fonctionnement, les temps de montée t_r et de descente t_f du signal VE.Direct ne doivent pas dépasser 5% de la durée d'un bit. Justifier que cette exigence est validée.

Q22. Les temps de montée et de descente du signal de sortie V_O du circuit 6N137A doivent être inférieurs à ceux du signal d'entrée VE.Direct. Relever ces valeurs dans la documentation technique et justifier que cette exigence est validée.

Q23. En vous aidant du schéma structurel, compléter le document réponse DR-Pro3, en y indiquant l'état de la LED et le niveau logique du signal de sortie VO du circuit 6N137A, en fonction du signal d'entrée VE.Direct.

Q24. Justifier l'utilisation du circuit U3 MC74HC1G04.

Le questionnement porte désormais sur la communication entre le microcontrôleur PIC18F26K80 et la carte µSD, assurée par une liaison S.P.I. Les documentations sont disponibles en pages DOC15 à DOC17.

Q25. Expliquer succinctement pourquoi cette liaison est dite « synchrone ».

Q26. Nommer le module matériel intégré au microcontrôleur PIC permettant d'assurer cette liaison.

Q27. Compléter le schéma structurel partiel présent sur le document réponse DR-Pro4 en traçant les 4 liaisons du bus S.P.I. entre le microcontrôleur PIC18F26K80 et la carte µSD.

Les questions suivantes concernent le transfert des données du module MPPT VICTRON vers les autres éléments du système. Ce transfert utilise la norme NMEA2000 basée sur le bus CAN.

Q28. À partir du schéma structurel de la page DOC9, donner la référence du circuit intégré réalisant la fonction de *driver* CAN.

L'extrait de programme ci-dessous représente la déclaration de la fonction NMEA2000_write() qui permet d'envoyer des données sur le réseau NMEA 2000. L'envoi des données NMEA2000 débute par un identifiant codé sur 29 bits.

```
int1 NMEA2000_write(unsigned int32 id, unsigned int8 *data,
           unsigned int8 len, unsigned int8 priority, int1 ext, int1 rtr) {
   if(can_putd(id, data, len, priority, ext, rtr) == true)
      return true;
   else
      return false;
}
```

Le prototype de la fonction can_putd() est le suivant :

```
// can_putd()
//    Parameters:
//       id - ID to transmit data
//       data - pointer to data to send
//       len - length of data to send
//        priority - priority of message.  The higher the number, the sooner the CAN
//                peripheral will send the message. Numbers 0 through 3 are valid.
//       ext - TRUE to use an extended ID, FALSE if not
//       rtr - TRUE to set the RTR (request) bit in the ID, false if NOT
//    Returns:
//       If successful, it will return TRUE
//       If un-successful, will return FALSE
//
int1 can_putd(unsigned int32 id, unsigned int *data, unsigned int len, unsigned int
      priority, int1 ext, int1 rtr) {
```

Q29. Justifier le type de la variable id passée en paramètre à la fonction NMEA2000_write().

Dans le programme, l'appel de la fonction NMEA2000_write() pour envoyer des données est réalisé de la manière suivante :

```
int1 success = false;
success = NMEA2000_write(0x0DF20401, bat_status, 8, 0, true, false);
```

Q30. Donner la valeur de la variable success retournée par la fonction NMEA2000_write() si l'envoi des données sur le réseau NMEA 2000 s'est bien déroulé.

Partie C. Acquisition des données environnementales

Problématique : vérifier la compatibilité des éléments constituant le dispositif de mesure des données environnementales.

La sonde tri-fonction DST800 utilisée dans le sous-système « acquisition des données environnementales » installée sur le voilier communique par l'intermédiaire du protocole NMEA 0183. Elle permet notamment de mesurer la profondeur d'eau. Ses spécifications techniques figurent sur les documents repérés DOC18 et DOC19.

Q31. Lister les autres grandeurs physiques que la sonde tri-fonction est capable de mesurer.

Q32. Donner le principe physique utilisé pour mesurer la profondeur d'eau.

Q33. Relever la plage de mesure de la profondeur d'eau, en mètre.

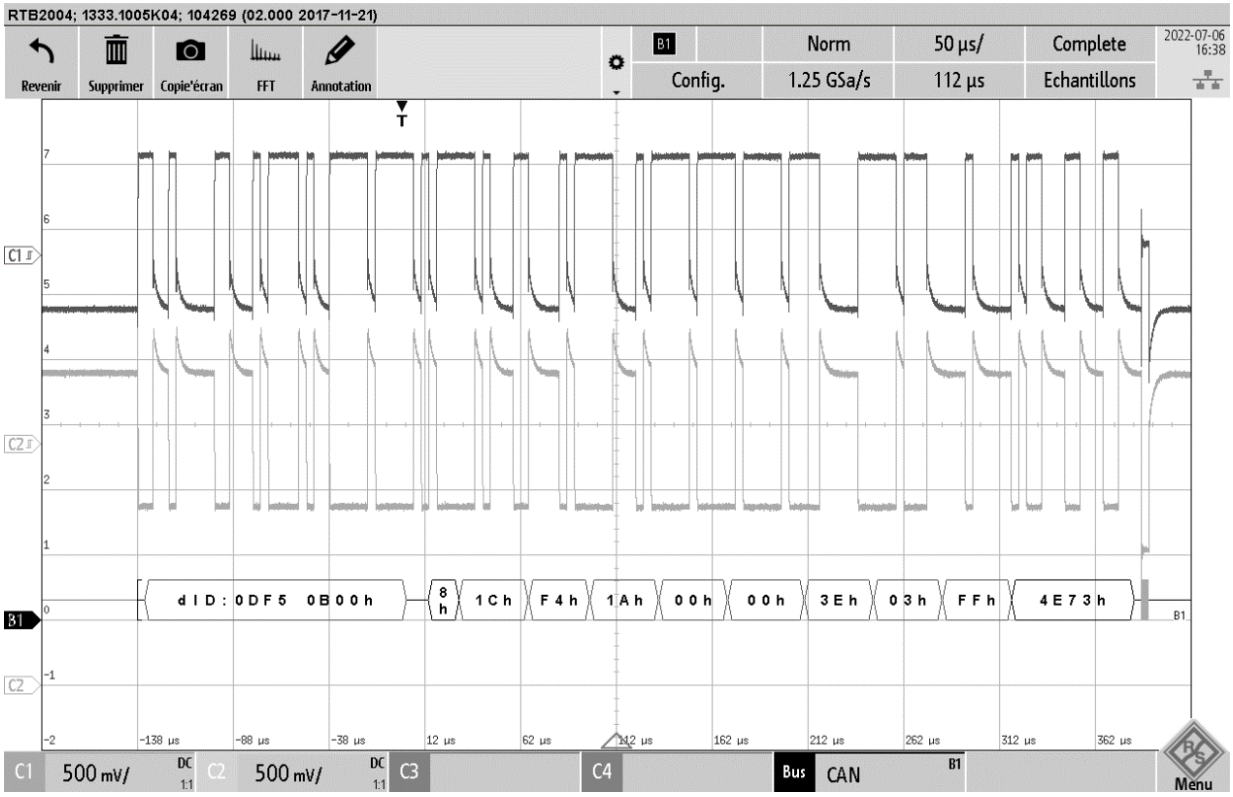
Un extrait du protocole NMEA 0183 figure sur le document repéré DOC20.

Q34. Compléter le message NMEA 0183 figurant sur le document réponse DR-Pro4 lorsque la profondeur d'eau est de 69,0 m.

Les données environnementales sont destinées à être affichées sur l'afficheur LCD B&G Vulcan 7R.

Q35. Justifier l'utilisation du matériel SHIPMODUL Miniplex-3, dont la documentation figure sur le document repéré DOC20.

L'oscillogramme donné page suivante représente un relevé expérimental d'une trame NMEA 2000 en sortie du multiplexeur SHIPMODUL Miniplex-3, dont le contenu a été décodé.
Pour rappel, des extraits du protocole NMEA 2000 figurent sur le document repéré DOC21.



Relevé expérimental NMEA 2000

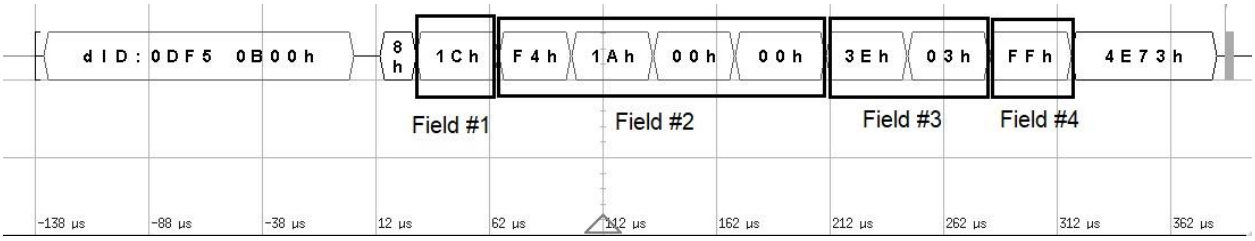
Q36. Compléter le document réponse DR-Pro5 en y indiquant le nom des différents champs du message NMEA2000.

Q37. Indiquer le rôle du champ CRC dans le message NMEA 2000.

Q38. Compléter le tableau figurant sur le document réponse DR-Pro5 en y indiquant, en binaire, la valeur de l'identificateur et, en décimal, la valeur du PGN du message NMEA 2000.

Q39. Justifier que celui-ci correspond bien à un message NMEA 2000 indiquant la profondeur.

Les champs (fields) des données présentes dans le message NMEA 2000 sont identifiés sur la figure ci-dessous :



Q40. Donner, en hexadécimal et en décimal, la valeur de la profondeur d'eau contenue dans ce message.

Q41. Calculer la valeur de la profondeur d'eau, en mètre, qui sera affichée sur l'afficheur LCD B&G Vulcan 7R.

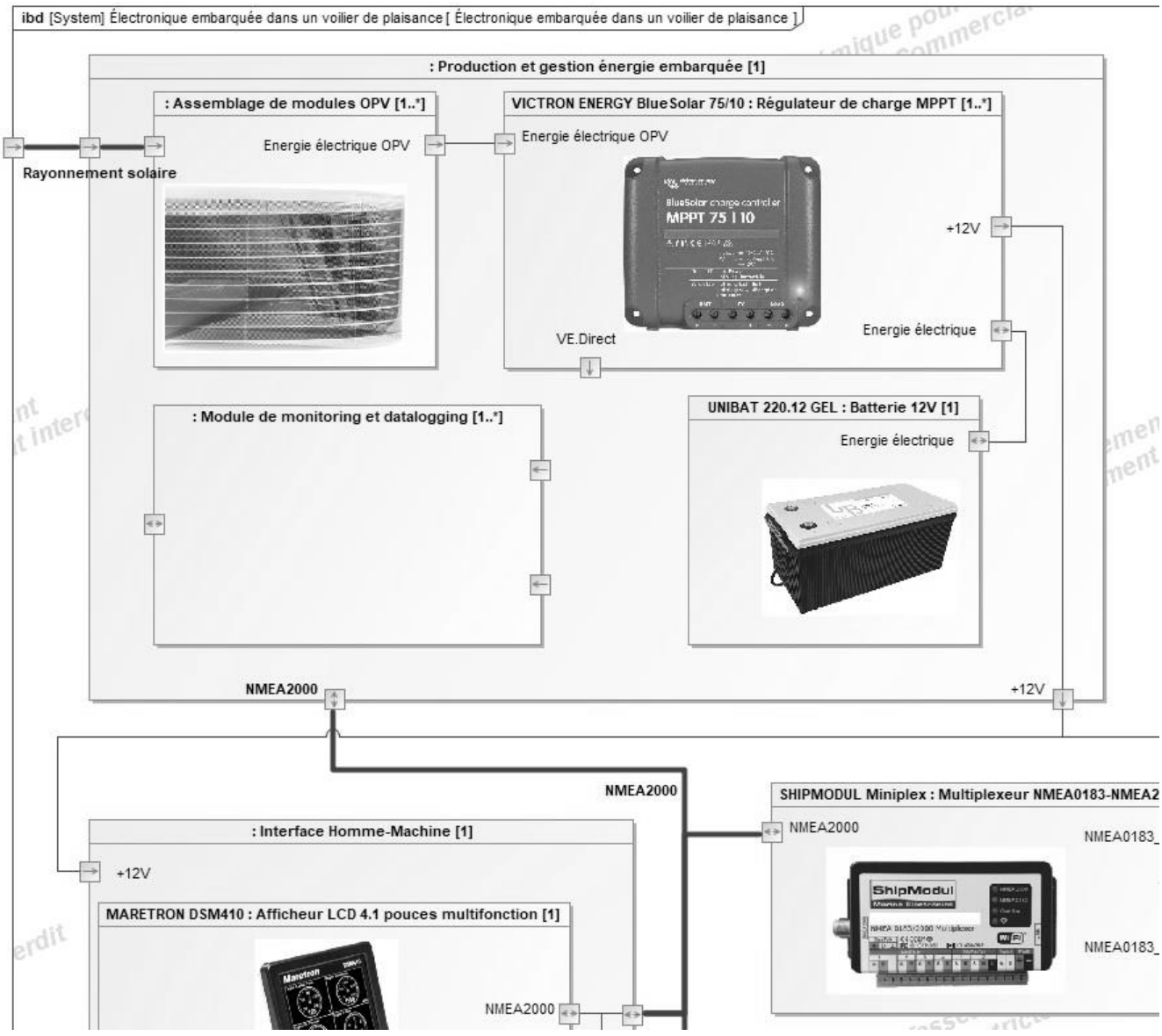
DOCUMENT RÉPONSES – Domaine Professionnel

À RENDRE AVEC LA COPIE

Réponse à la question Q9

	Mesure réalisable par le module DCM100 ?		Plage de mesure
Tension générée par l'assemblage OPV	☐ oui	☐ non	
Courant généré par l'assemblage OPV	☐ oui	☐ non	
Tension de la batterie	☐ oui	☐ non	
Intensité du courant de la batterie	☐ oui	☐ non	

Réponse à la question Q10



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

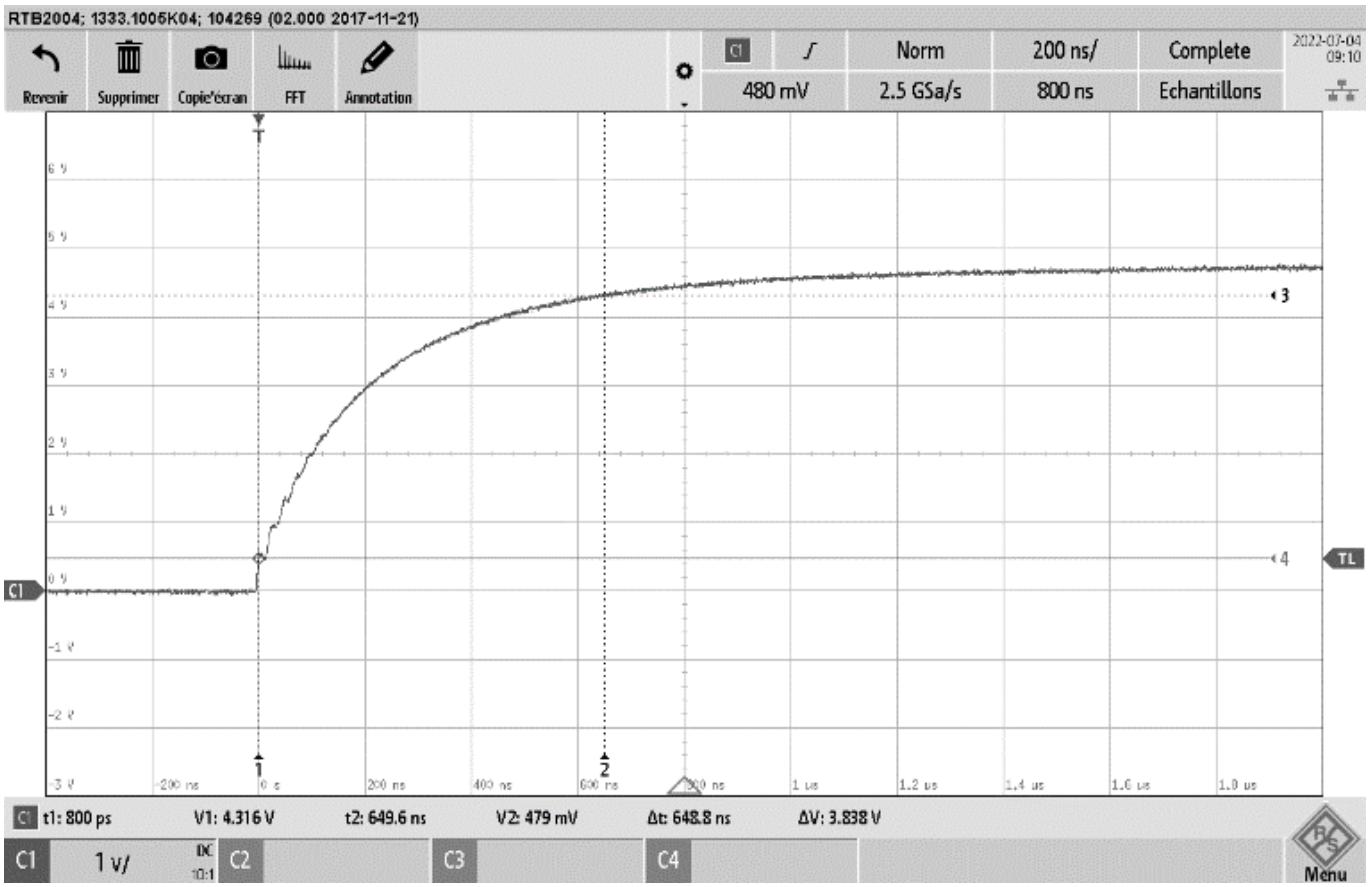
Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Réponses aux questions Q12 et Q13

Paramètre électrique mesuré	Label dans le monitoring VE.Direct	Valeur mesurée
Tension panneau solaire (mV)		
Puissance fournie par l'assemblage de modules OPV (W)		
Tension batterie (mV)		
Courant batterie (mA)		
Courant fourni en sortie du régulateur MPPT (mA)		

Réponse à la question Q19



Temps de montée t_r (ns)	

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

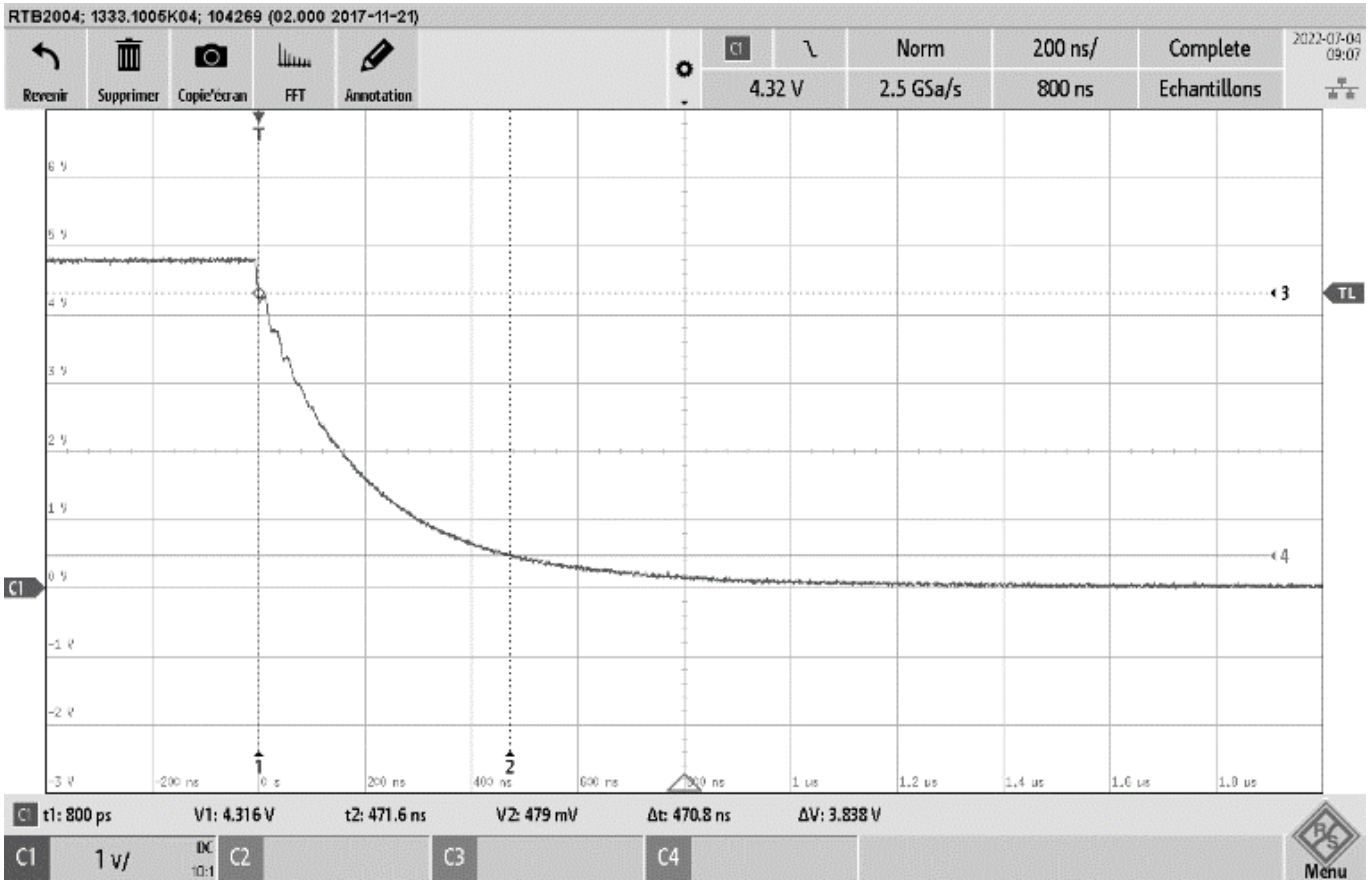
N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2



Temps de descente t_f (ns)	

Réponse à la question Q23

Niveau logique du signal VE.Direct	État de la LED (ON/OFF)	Niveau logique du signal de sortie V_O du circuit 6N137A
Niveau logique haut ‘1’		
Niveau logique bas ‘0’		

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

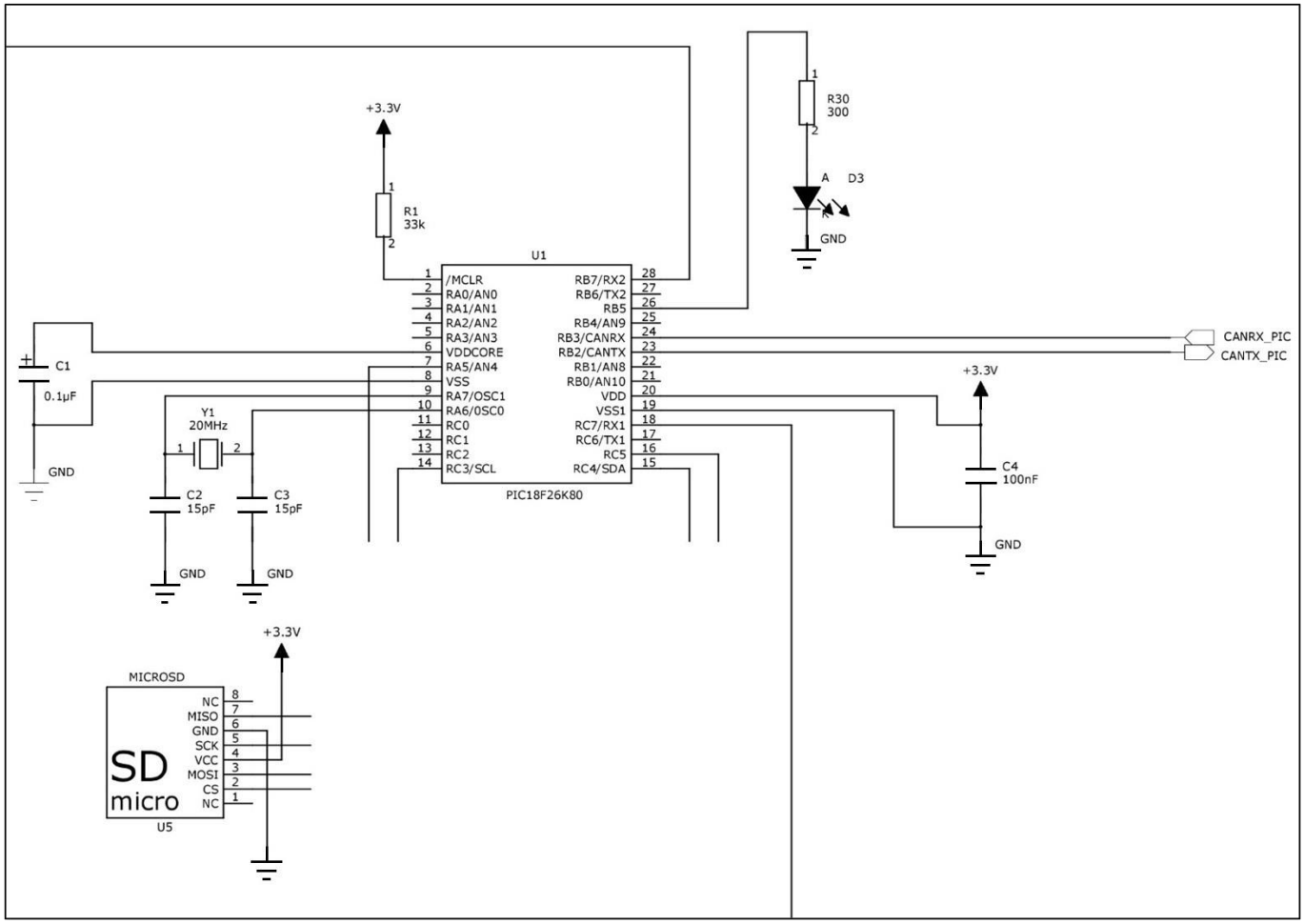
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Réponse à la question Q27



Réponse à la question Q34

$SDDBT,[ ],[ ],[ ],[ ],[ ],[ ]*08<CR><LF>

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

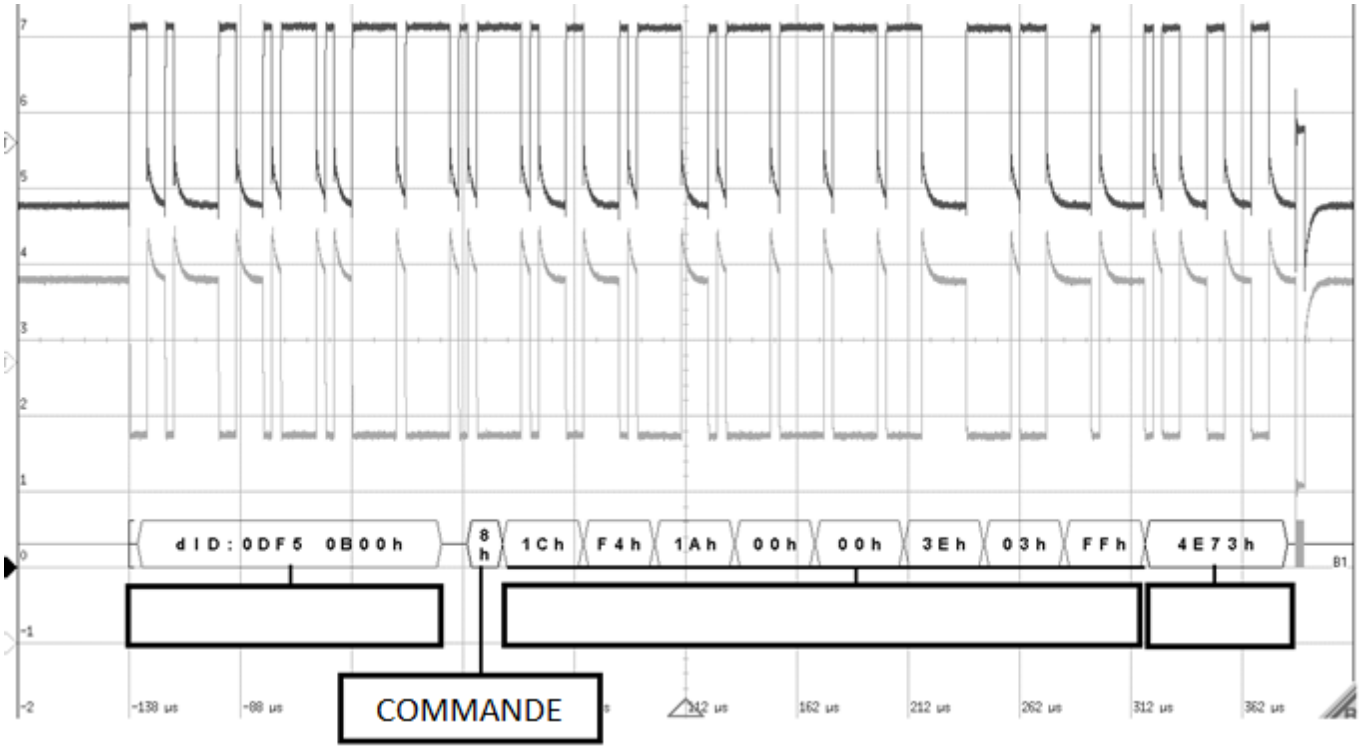
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Réponses à la question Q36



Réponses à la question Q38

Identificateur du message NMEA 2000																												
Valeur du bit	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
					PGN																								
Valeur décimale																													

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

SUJET

Option B – Électronique et Communications

Partie 2 - Sciences Physiques

Durée 2 h - Coefficient 2

Le sujet est composé de 3 parties indépendantes :

- Partie A : alimentation d'une batterie par la voile solaire.
- Partie B : portée de la transmission d'un signal AIS.
- Partie C : signal radio VHF transportant le signal AIS.

Présentation

Le système est un bateau à voile solaire (figure 1). L'étude porte sur deux de ses équipements :

- un chargeur de batterie M.P.P.T. muni d'un asservissement pour rechercher le point de fonctionnement à puissance maximale fournie par la voile solaire ;
- un récepteur radio VHF utilisé pour obtenir le signal AIS d'identification automatique d'un bateau et éviter ainsi une collision.

Figure 1 – Bateau à voile solaire

Partie A. Alimentation d'une batterie par la voile solaire

Problématique : fournir une puissance suffisante pour recharger la batterie.

La batterie associée aux quatre modules étudiés a besoin au minimum de 20 W.

Afin d'optimiser le fonctionnement de la voile, un chargeur M.P.P.T. (Maximum Power Point Tracking) sera intercalé entre les modules solaires de la voile et la batterie. Ce chargeur permet de maximiser la puissance P_{VSmax} électrique fournie par la voile solaire.

Le rapport d'efficacité quantifie le bénéfice en puissance de la fonction M.P.P.T par rapport à un branchement direct. Sa valeur doit être d'au moins 60 %.

L'étude porte dans un premier temps sur un seul module de la voile solaire, formé par l'association en série de 3 cellules élémentaires comme présenté sur la figure 2.

Un module composé de 3 cellules photovoltaïques

Modèle équivalent d'un module :

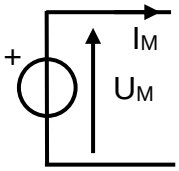


Figure 2 – Module composé de 3 cellules élémentaires

Les caractéristiques courant - tension $I_M(U_M)$ d'un module étudié de la voile solaire et puissance électrique délivrée - tension P_M (U_M) sont représentées sur le document réponses **DR-SP1**.

Avec un soleil voilé, l'éclairement énergétique E est considéré comme valant 200 $W.m^{-2}$.

Q42. Relever et indiquer sur le document réponses **DR-SP1** la valeur du courant I_{cc} de court-circuit.

Sur la figure 3, on envisage un branchement direct de la voile solaire aux bornes de la batterie, supposée partiellement déchargée, avec une tension U_{Bat} à ses bornes de 12,4 V.

Lorsque la voile solaire est à l'ombre ou pendant la nuit, la diode anti-retour de courant est nécessaire. Pour la suite de l'étude, l'éclairement énergétique sera supposé suffisant pour que la diode soit passante. I_M sera alors positif et U_{AK} vaudra 0,6 V.

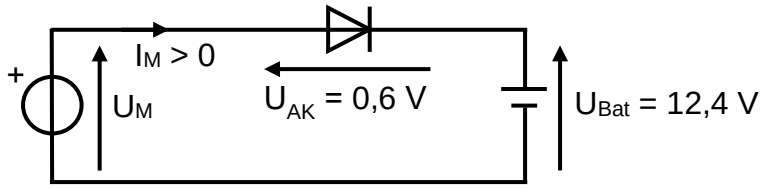


Figure 3 – Branchement direct de la batterie aux bornes de la voile solaire

Q43. Exprimer U_M en fonction de U_{AK} et U_{Bat}. Calculer U_{Md}, valeur de U_M pour un branchement direct sur la batterie avec diode anti-retour (U_{Bat} = 12,4 V).

Q44. Relever les valeurs du courant I_{Md} et de la puissance P_{Md} pour la valeur U_{Md}. Faire apparaitre la construction graphique sur le document réponses **DR-SP1**.

Q45. Donner l'expression de P_{Md} et valider par le calcul la valeur trouvée graphiquement.

On place désormais un chargeur de batterie M.P.P.T. entre un module de la voile solaire et la batterie (figure 4).

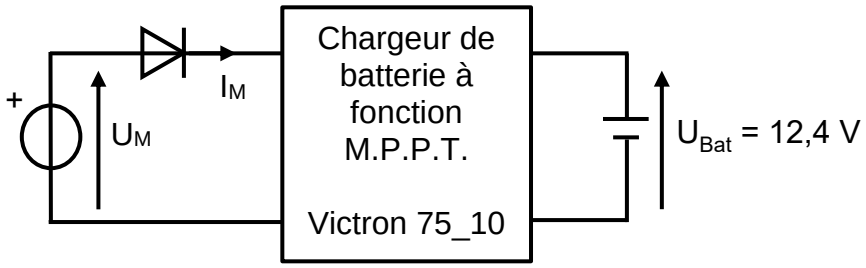


Figure 4 – Branchement du chargeur de batterie à fonction M.P.P.T.

Grâce à la fonction M.P.P.T., la voile solaire délivre la puissance électrique maximale possible.

Q46. Relever et indiquer sur le document réponses **DR-SP1** la valeur de la puissance P_{Mmax} correspondant au point de fonctionnement M.P.P.T. Faire apparaitre la construction graphique.

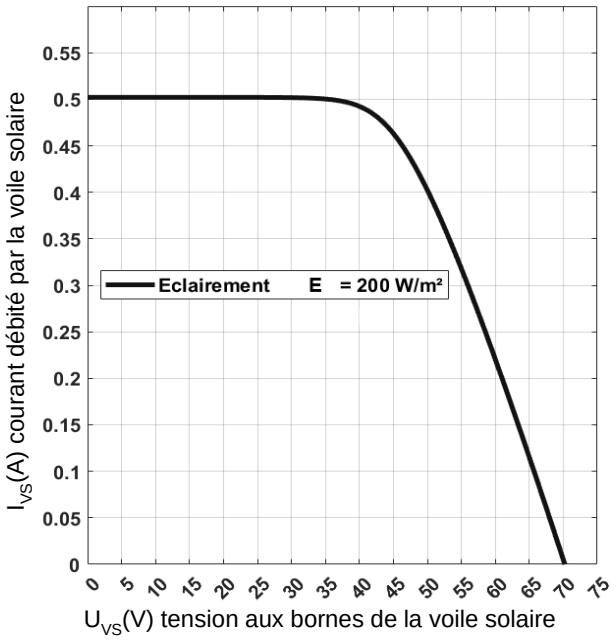
Le rapport d'efficacité de la fonction M.P.P.T. par rapport à un branchement direct est donné par :

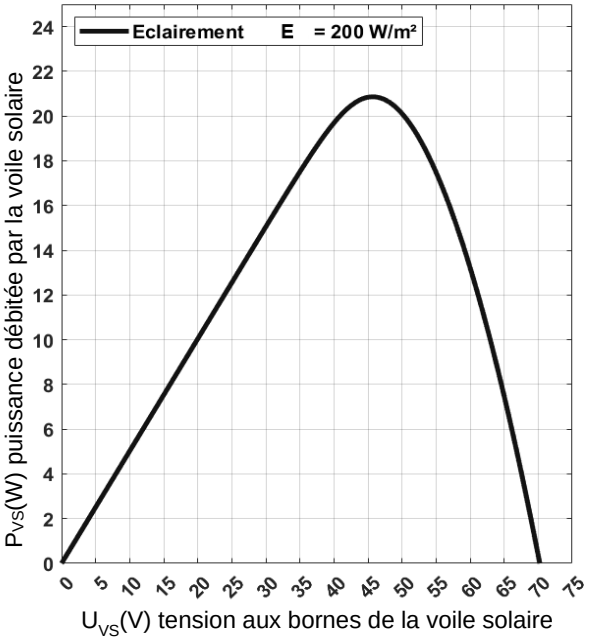
$$\eta = \frac{P_{Mmax} - P_{Md}}{P_{Mmax}}$$

Q47. Vérifier si le rapport d'efficacité de la fonction M.P.P.T. du chargeur associé à un module est supérieur à la valeur minimale souhaitée.

En réalité, sur la voile solaire, on associe quatre modules identiques en entrée du chargeur de batterie. On obtient les caractéristiques de la figure 5.

Q48. Donner, parmi les trois propositions présentées sur la figure 5, le schéma structurel correspondant à la solution retenue. Justifier le choix.





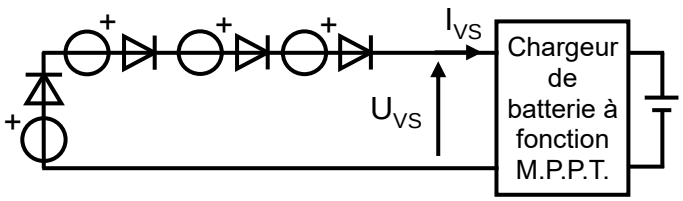


Schéma A

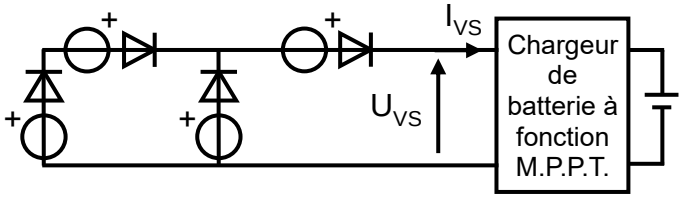


Schéma B

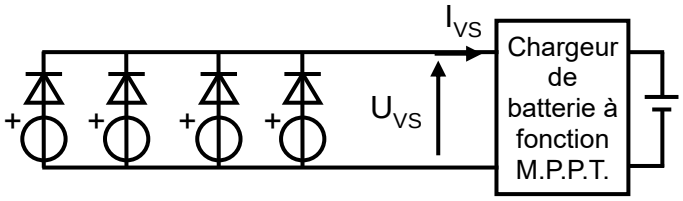


Schéma C

Figure 5 – Association des quatre modules étudiés de la voile solaire

Q49. Justifier que la solution retenue répond au cahier des charges.

Partie B. Portée de la transmission d'un signal AIS

Problématique : assurer une communication permettant à un bateau de naviguer en toute sécurité.

La portée de la communication du signal AIS entre deux bateaux peut ne pas être suffisante pour éviter une collision.

La portée nécessaire pour naviguer en sécurité est estimée à 15 km. Les plus petits bateaux ont un émetteur de faible puissance P_e de 2 W.

La communication se fait entre l'émetteur et un récepteur. Ils sont associés tous les deux à une antenne VHF Banten dont les caractéristiques sont données à la figure 6.

Les caractéristiques du récepteur (Em-trak R100) sont également données à la figure 6.

Em-trak R100 Dual Channel Receiver	
Parameter	Value
Power	DC (9.6 V – 31.2 V); Peak current rating 200 mA
Electrical interface	NMEA0183 38400 baud (output)
Connector	VHF antenna connector type: SO239 50 Ω
Dual channel receiver	161.975 MHz and 162.025 MHz
Channel Bandwidth	25 kHz
Receiver Sensitivity	Better than - 107 dBm at 20 % Packet Error Rate

ANTENNE VHF BANTEN, muni de son câble coaxial serti de longueur 18 m	
Paramètre	Valeur
Gain de l'antenne	3 dBi pour f = 160 MHz
Impédance caractéristique du câble d'antenne	50 Ω ± 2 %
Coefficient de vélocité du câble d'antenne	K_V = 66 %
Atténuation linéique du câble d'antenne	20 dB/100 m pour f = 160 MHz 34 dB/100 m pour f = 400 MHz

Figure 6 – Caractéristiques du récepteur

Dans un premier temps, les antennes sont positionnées à une altitude de 9 m au-dessus du niveau de la mer.

On rappelle la formule $P_{dBM} = 10 \cdot \log\left(\frac{P}{10^{-3}}\right)$ avec P en W et P_{dBm} en dBm.

Q50. Calculer le niveau de puissance émise P_{edBm} en dBm. Compléter la ligne correspondante dans le document réponses **DR-SP2**.

Q51. Calculer l'atténuation $A_{câble}$ due au câble d'antenne dont la longueur vaut 18 m et pour une fréquence compatible avec le récepteur, en vous aidant des données de la figure 6. Compléter les cases correspondantes dans le document réponses **DR-SP2**.

Q52. Déterminer et indiquer sur le document réponses **DR-SP2** la valeur de la PIRE.

Q53. Déterminer et indiquer, compte-tenu des données de la figure 6 et de la dernière partie du bilan de liaison du document réponse **DR-SP2**, le niveau minimum admissible de puissance reçue $P_{rdBmmin}$ sur ce même document (**DR-SP2**).

Q54. En déduire que l'atténuation maximale A_{propa_max} due à la propagation vaut 123,8 dB.

Dans la bande VHF utilisée, les signaux modulés se propagent en ligne droite. Mais, à cause de la rotondité de la Terre, un effet de masquage peut survenir (figure 7). L'atténuation est représentée sur la figure 8.

La hauteur de l'antenne de l'émetteur est fixée à 9 m.

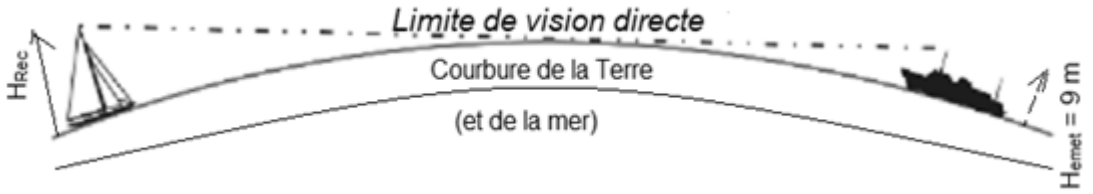


Figure 7 – Effet de masque dû à la rotondité de la Terre

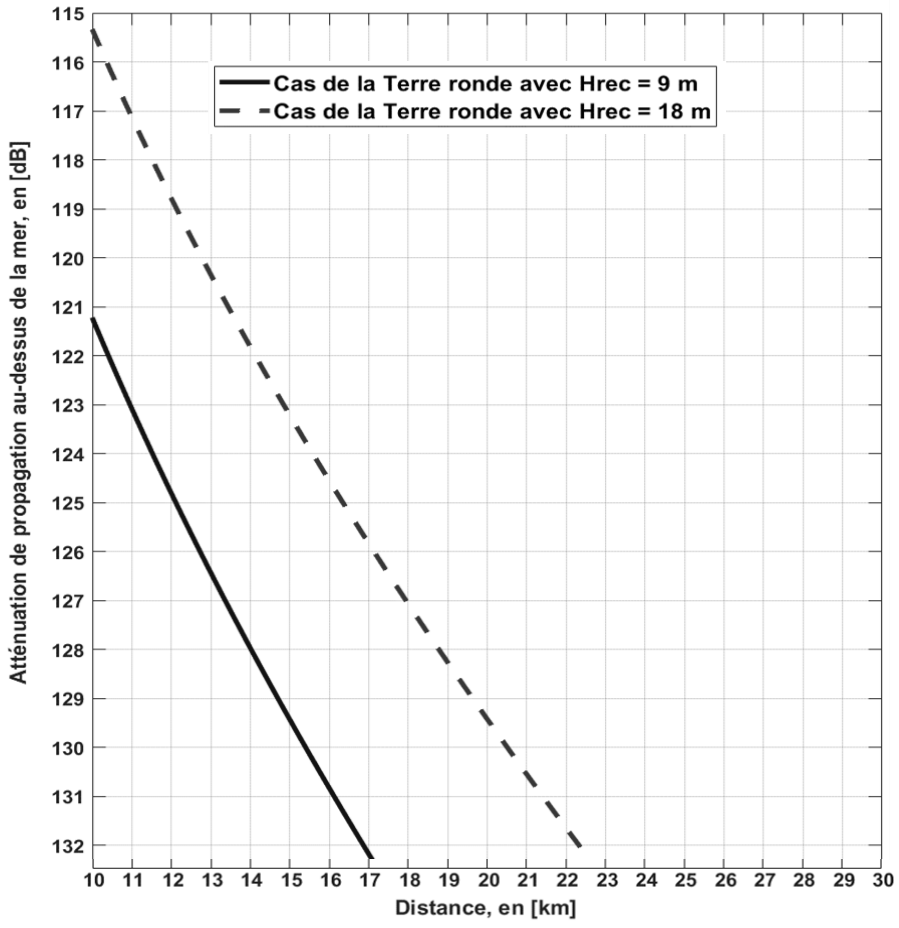


Figure 8 – Atténuation de propagation en fonction de la distance
d'après l'International Telecommunication Union Recommendation

Au départ, l'antenne de réception est placée à une altitude H_{Rec} de 9 m.

Q55. Déterminer graphiquement la portée d_0 de la communication à l'aide de la figure 8 et justifier qu'elle n'est pas suffisante.

Pour améliorer la portée, deux solutions sont envisagées :

- solution n°1 : utiliser un récepteur radio avec une meilleure sensibilité : $S_{new} = -111$ dBm ;
- solution n°2 : doubler l'altitude de l'antenne de réception et la placer en haut du mât du voilier étudié : $H_{Rec} = 18$ m.

Q56. Déterminer la portée d_1 de la communication dans la solution n°1 à l'aide de la figure 8.

Q57. Déterminer la portée d_2 de la communication dans la solution n°2 à l'aide de la figure 8.

Q58. En déduire la (les) solution(s) permettant de respecter le cahier des charges.

Partie C. Signal radio VHF transportant le signal AIS

Problématique : vérifier la conformité du signal AIS.

L'encombrement spectral du signal VHF transportant le signal AIS doit respecter la largeur de la bande autorisée d'un canal d'émission.

La largeur du canal VHF B, centré sur 162,025 MHz, vaut 25 kHz. Le filtre numérique appliqué au signal modulant doit permettre au signal modulé VHF de respecter la largeur du canal VHF B (figure 9).

Pour ce filtre, le produit $BP \cdot T_b$ doit être inférieur ou égal à 0,4 à l'émission, selon la recommandation Rec. ITU-R M.1371-1, BP étant la largeur de la bande passante à -3 dB du filtre et T_b la durée d'un bit.

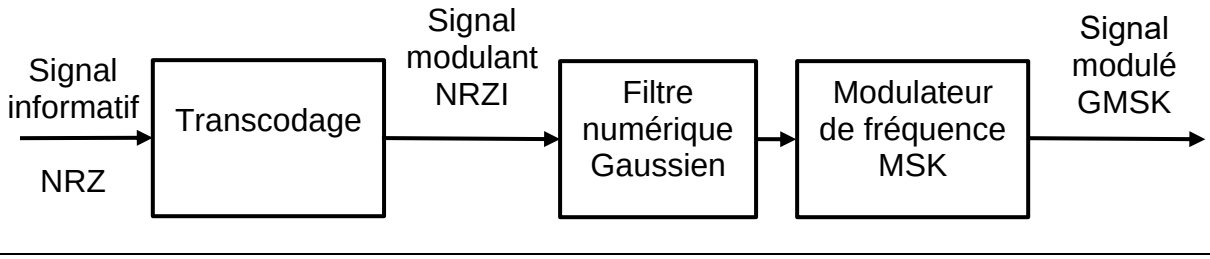


Figure 9 – Schéma fonctionnel de la liaison radio, transportant le signal AIS

Après quelques modifications, le signal informatif AIS est précédé par un préambule de 24 bits "0" et "1" alternés.

Une partie de cette trame NRZ est représentée sur le document réponses **DR-SP3**.

On réalise ensuite un transcodage pour obtenir une trame codée NRZI selon la règle :

- changement de niveau par rapport au bit précédent en présence d'un bit "0" ;
- pas de changement de niveau en présence d'un bit "1".

Le débit D de ces deux signaux est de 9600 $bit \cdot s^{-1}$.

Q59. Compléter l'extrait de la trame codée NRZI sur le document-réponses **DR-SP3**.

Dans les deux questions qui suivent uniquement, on ne tient pas compte du filtre numérique.

La trame NRZI précédente est émise en modulation MSK, qui est une modulation de fréquence à phase continue :

- F_1 est la fréquence qui représente le niveau haut de la trame NRZI ;
- F_0 est la fréquence qui représente le niveau bas de la trame NRZI.

Q60. Entourer le signal qui correspond à une modulation MSK parmi les trois signaux du document réponses **DR-SP3**. Justifier le choix.

Pour une émission dans le canal VHF B, centré sur 162,025 MHz, on a en réalité F_1 = 162,0274 MHz et F_0 = 162,0226 MHz.

L'indice de modulation MSK est donné par : $\mu = \frac{F_1 - F_0}{D}$.

Q61. Calculer l'indice de modulation μ.

En réalité, le signal modulant NRZI, est filtré par un filtre numérique avant modulation. On échantillonne la trame NRZI à la fréquence $F_e = 8 \cdot D$.

On donne l'algorithme du filtre numérique sur le document réponses **DR-SP4**.

Q62. Déterminer si ce filtre numérique est récursif.

Q63. Déterminer si ce filtre numérique est stable.

Q64. Compléter le tableau du document réponses **DR-SP4**. Justifier le calcul des deux premiers termes de la réponse impulsionnelle.

Le Gain G du filtre numérique en fonction de la fréquence réduite x est représenté sur le document réponses **DR-SP5** avec $x = \frac{f}{F_e}$.

Q65. Préciser, avec justification, la nature du filtre.

Q66. Montrer que la largeur de la bande passante BP à −3 dB vaut 3,84 kHz. Faire apparaitre la construction graphique sur le document réponses **DR-SP5**.

Q67. Calculer la valeur du produit $BP \cdot T_b$ de ce filtre.

Le signal en sortie du filtre numérique est alors modulé pour donner un signal GMSK.

Le spectre du signal modulé GMSK est donné sur le document réponses **DR-SP5**.

La bande occupée B_{30} est la bande de fréquence dans laquelle le niveau de puissance du signal est supérieur à son niveau maximum moins 30 dB.

Q68. Déterminer graphiquement et indiquer la valeur de B_{30} sur le document réponses **DR-SP5**.

Q69. Vérifier que les deux points du cahier des charges sont validés.

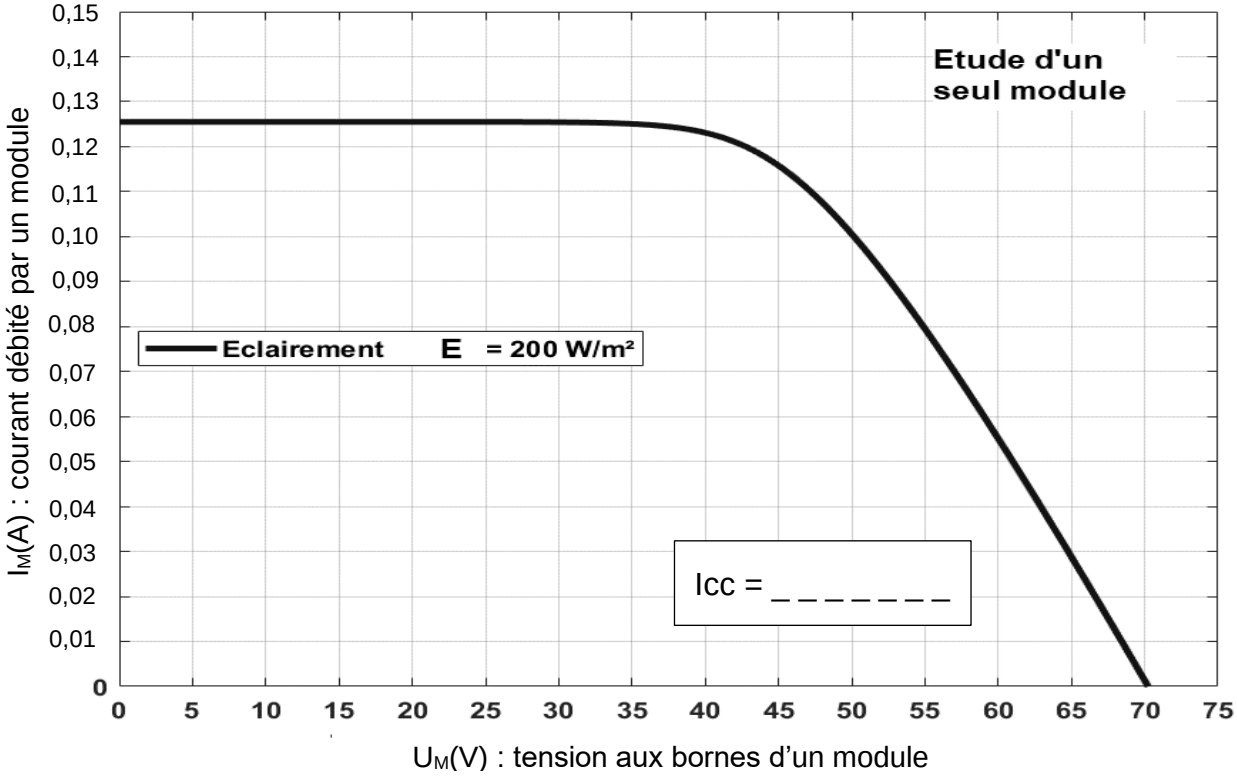
Page blanche laissée intentionnellement.

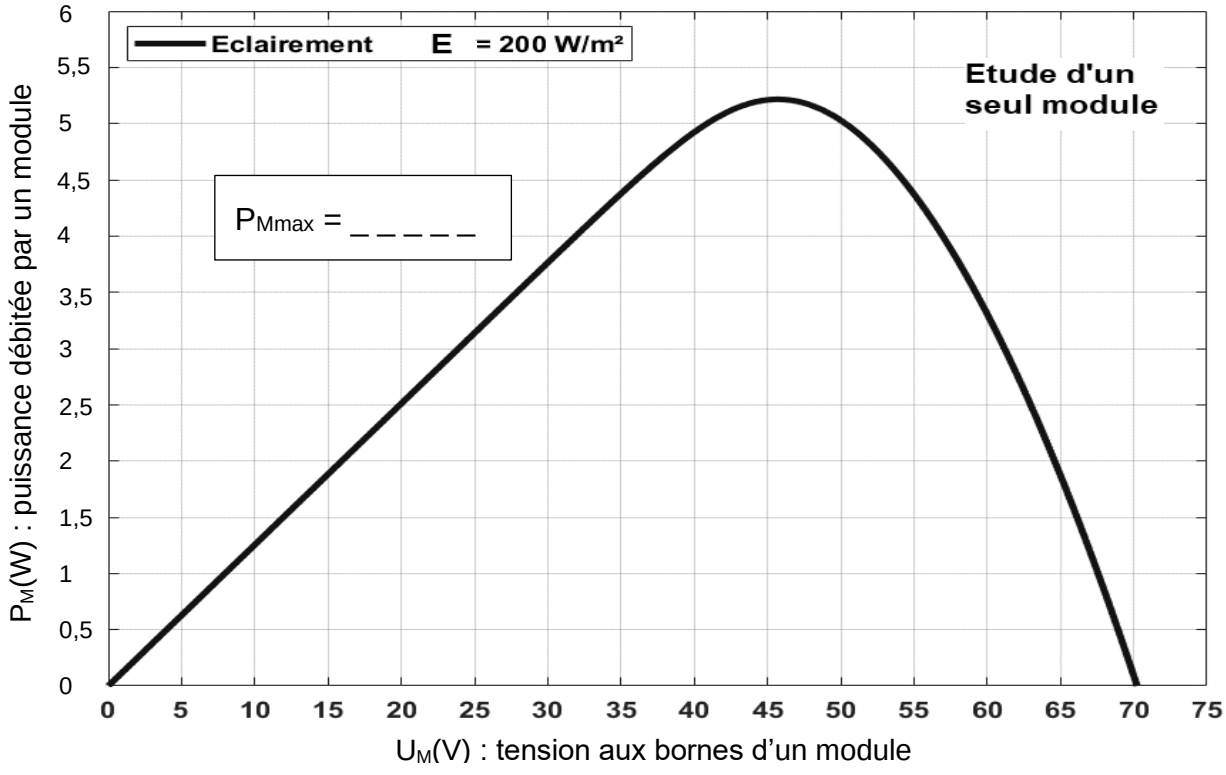
Ne rien inscrire dessus.

DOCUMENT RÉPONSES - Sciences Physiques

À RENDRE AVEC LA COPIE

Réponses aux questions Q42, Q44 et Q46





Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Réponses aux questions Q50 à Q53

BILAN DE LIAISON

Niveau de puissance émise : P_{edBm} = _ _ _ _ _ _

↓

Atténuation due au câble : $A_{câble}$ = _ _ _ _ _

↓

Gain de l'antenne d'émission : G_{emet} = 3 dBi

↓

Puissance isotrope rayonnée équivalente :

PIRE = _ _ _ _ _ _ _ _ _

↓

Atténuation A_{propa} due à la propagation

↓

Niveau minimal admissible de puissance reçue :

$P_{rdBmmin}$ = _ _ _ _ _ _

↓

Gain de l'antenne de réception : G_{recep} = 3 dBi

↓

Atténuation due au câble : $A_{câble}$ = _ _ _ _ _

↓

Sensibilité du récepteur radio + marge de 15 dB

S + 15 = _ _ _ _ _ _

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

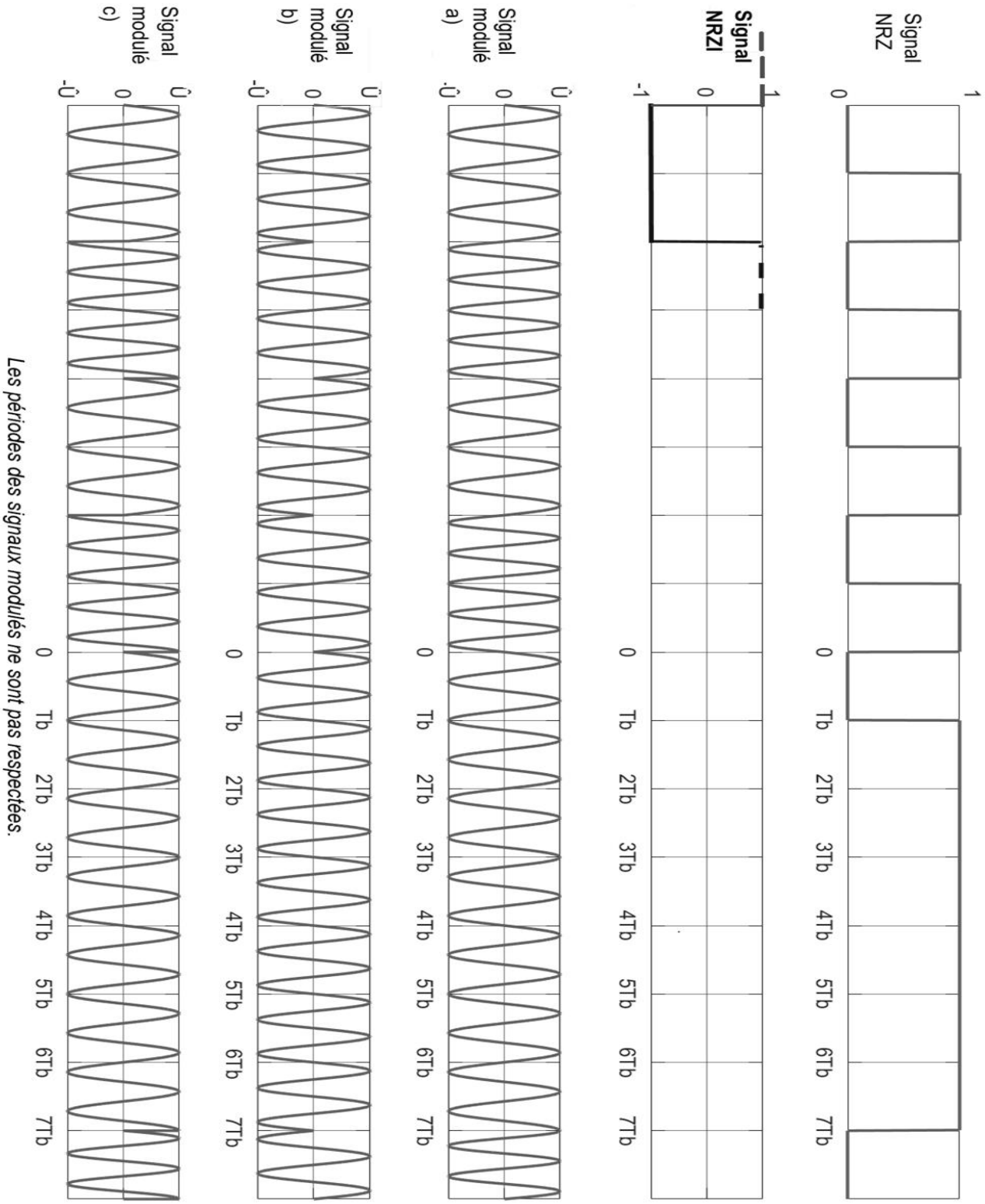
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Réponses aux questions Q59 et Q60



Les périodes des signaux modulés ne sont pas respectées.

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Réponses à la question Q64

Algorithme du filtre numérique « Gaussien » :

$Y_n = 0{,}00158 \cdot X_n + 0{,}0046 \cdot X_{n-1} + 0{,}0116 \cdot X_{n-2} + 0{,}0254 \cdot X_{n-3} + 0{,}0482 \cdot X_{n-4} + 0{,}0794 \cdot X_{n-5} + 0{,}113 \cdot X_{n-6} + 0{,}14 \cdot X_{n-7} + 0{,}151 \cdot X_{n-8} + 0{,}14 \cdot X_{n-9} + 0{,}113 \cdot X_{n-10} + 0{,}0794 \cdot X_{n-11} + 0{,}0482 \cdot X_{n-12} + 0{,}0254 \cdot X_{n-13} + 0{,}0116 \cdot X_{n-14} + 0{,}0046 \cdot X_{n-15} + 0{,}00158 \cdot X_{n-16}$

Rang n	0	1	2	3	4	5	6	7
Impulsion $\{X_n\}$	1	0	0	0	0	0	0	0
Réponse impulsionnelle $\{Y_n\}$								

8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,14	0,113	0,0794	0,0482	0,0254	0,0116	0,0046	0,00158

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

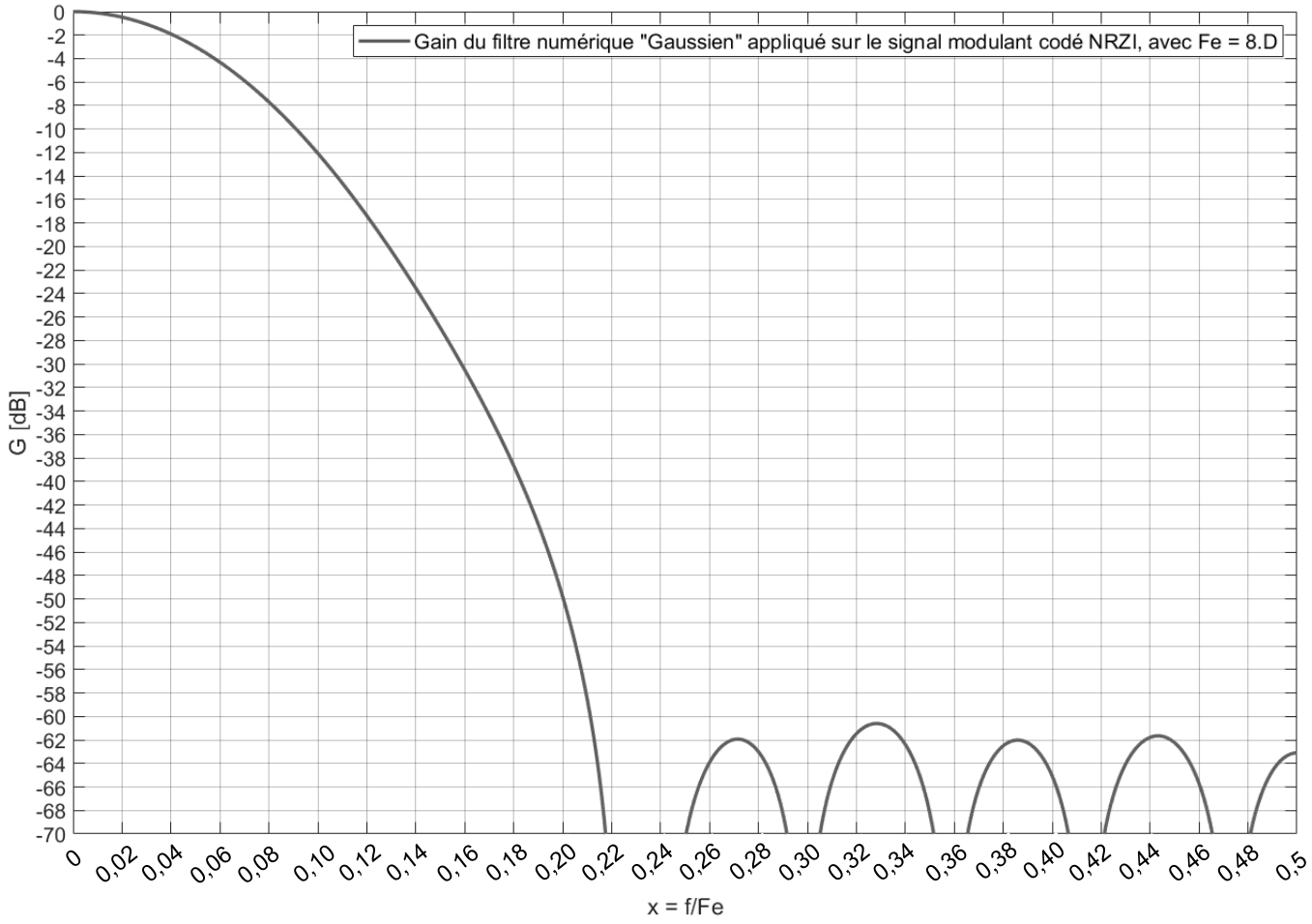
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

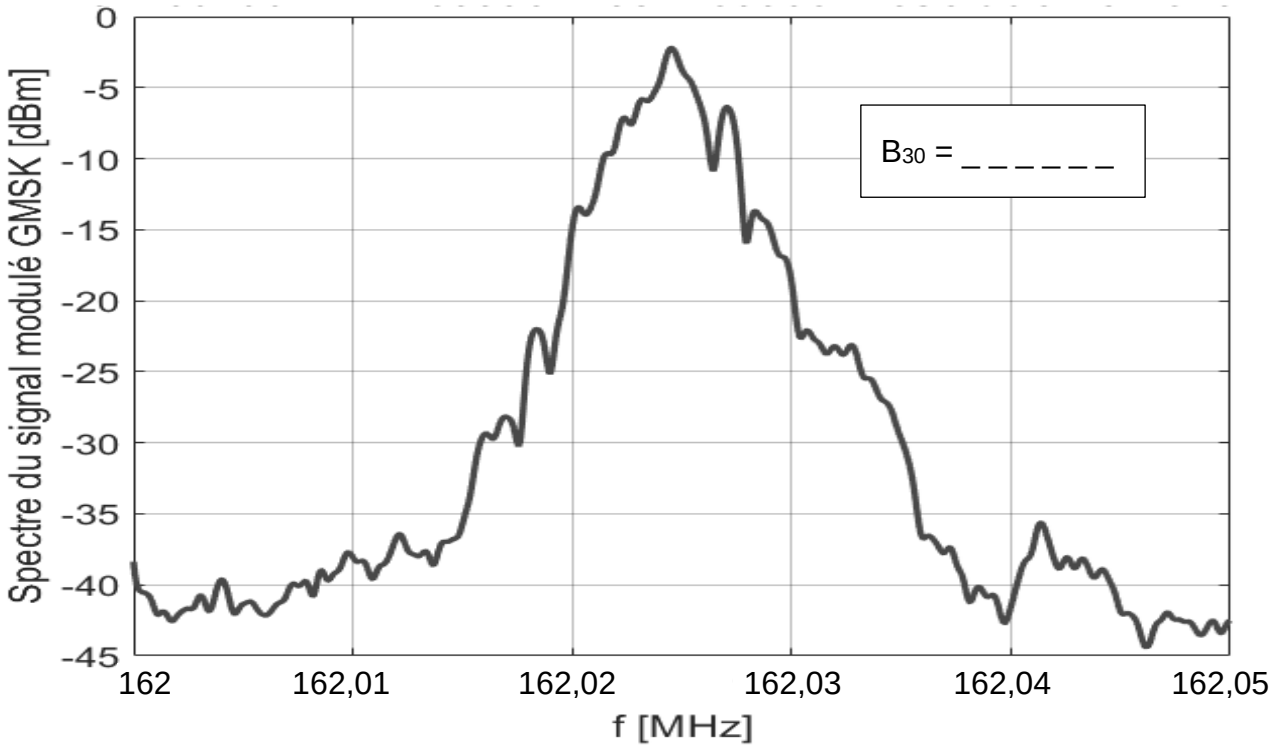
Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Réponses à la question Q66



Réponses à la question Q68



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

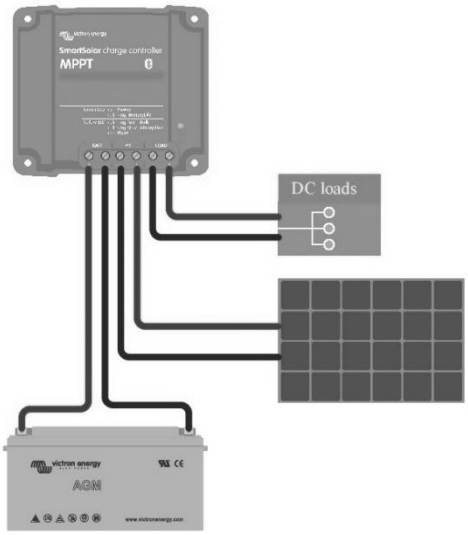
1.2

DOCUMENTATION

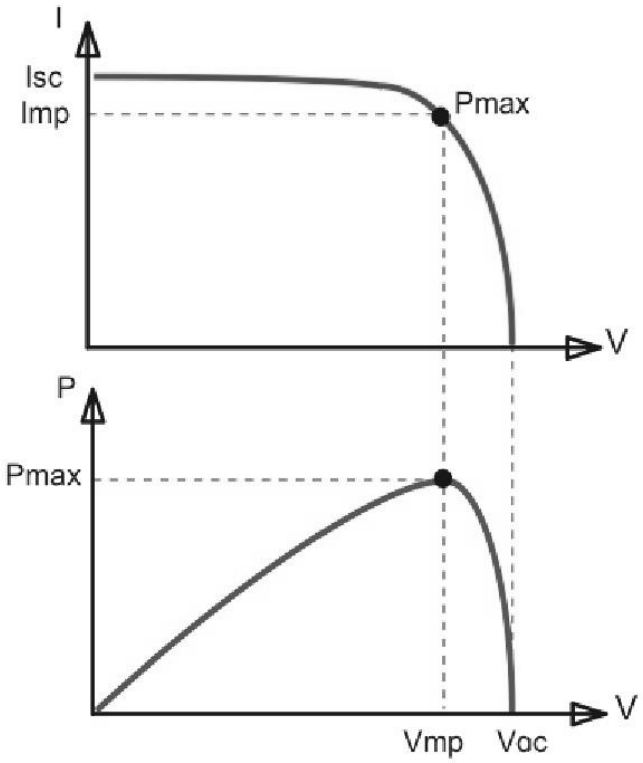
Principe de la régulation MPPT 2
Régulateur MPPT VICTRON ENERGY BlueSolar 75|10 3
Batteries +12 V UNIBAT 4
Module de monitoring DC MARETRON DCM100 5
Module de monitoring et de datalogging (1/4) 6
Module de monitoring et de datalogging (2/4) 7
Module de monitoring et de datalogging : schéma structurel partiel (3/4) 8
Module de monitoring et de datalogging : schéma structurel partiel (4/4) 9
Protocole de communication VE.Direct (extrait 1/2) 10
Protocole de communication VE.Direct (extrait 2/2) 11
Documentation technique 6N137A (extrait 1/2) 12
Documentation technique 6N137A (extrait 2/2) 13
Documentation technique MC74HC1G04 14
La liaison S.P.I. 15
Microcontrôleur PIC 18F26K80 (extrait 1/2) 16
Microcontrôleur PIC 18F26K80 (extrait 2/2) 17
Sonde tri-fonction DST800 (1/2) 18
Sonde tri-fonction DST800 (2/2) 19
Protocole NMEA 0183 et SHIPMODUL Miniplex-3 20
Le protocole NMEA 2000 21

Principe de la régulation MPPT

Un régulateur de charge MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) est un dispositif électronique qui permet d'obtenir le maximum de puissance électrique en sortie d'un panneau solaire, pour un ensoleillement donné. Il régule continuellement les paramètres électriques tension et courant issus du panneau solaire pour se placer au point de puissance maximale P_{max}. Ce procédé permet d'optimiser la production d'énergie pour charger la batterie et alimenter les éléments électriques connectés en sortie.



Les courbes ci-dessous présentent les caractéristiques électriques d'un panneau solaire, pour un ensoleillement donné :



I : intensité du courant délivré par le panneau solaire

I_{sc} : intensité du courant de court-circuit

I_{mp} : intensité du courant au point de puissance maximale

V : tension délivrée par le panneau solaire

V_{oc} : tension de sortie à vide (circuit ouvert)

V_{mp} : tension au point de puissance maximale

P_{max} : point de puissance maximale

La courbe supérieure présente l'intensité du courant de sortie I délivré par le panneau solaire en fonction de la tension de sortie V. Le point de puissance maximal (MPP – *Maximum Power Point*) est le point P_{max} sur la courbe où le produit I x V est maximal.

La courbe inférieure présente la puissance de sortie P du panneau solaire en fonction de la tension de sortie V. Sans régulation MMPT, la tension du panneau solaire serait égale à la tension de la batterie, donc inférieure à V_{mp}. La puissance ne serait pas maximale et la production d'énergie non optimisée.

10.1. Spécifications 75/10, 75/15, 100/15 et 100/20

	MPPT 75/10	MPPT 75/15	MPPT 100/15	MPPT 100/20
Tension de la batterie (sélection automatique)	12 V ou 24 V			12 V, 24 V, ou 48 V
Courant de batterie maximal	10 A	15 A	15 A	20 A
Puissance PV nominale, 12 V [1a,b]	145 W	220 W	220 W	290 W
Puissance PV nominale, 24 V [1a,b]	290 W	440 W	440 W	580 W
Puissance PV nominale, 48 V [1a,b]	-	-	-	1160 W
Courant de court-circuit PV max. [2]	10 A	15 A	15 A	20 A
Déconnexion de charge consommatrice automatique	Oui			
Tension PV maximale de circuit ouvert	75 V		100 V	
Efficacité de crête	98 %			
Autoconsommation	12 V : 20 mA / 24 V : 10 mA			12 V : 25 mA 24 V / 48 V : 15 mA
Tension de charge « d'absorption »	14,4 V / 28,8 V / 57,6 V (réglable)			
Tension de charge « Float »	13,8 V / 27,6 V / 55,2 V (réglable)			
Tension de charge « d'égalisation » [3]	16,2 V / 32,4 V / 64,8 V (réglable)			
Algorithme de charge	Algorithme adaptatif à étapes multiples ou défini par l'utilisateur			
Compensation de température	12 V : -16 mV/°C / 24 V : -32 mV/°C / 48 V : -64 mV/°C			
Communication de données	Port VE.Direct [4] Bluetooth, à travers l'application VictronConnect			

1a) Le chargeur solaire limitera la puissance d'entrée si davantage de puissance PV est connectée.

1b) La tension PV doit dépasser Vbat + 5 V pour que le contrôleur puisse démarrer. Ensuite, la tension PV minimale est de Vbat + 1 V.

Prix moyens constatés (T.T.C.)

85,00 €

92,00 €

112,00 €

170,00€

		UNIBAT 80.12 GEL	UNIBAT 100.12 GEL	UNIBAT 150.12 GEL	UNIBAT 220.12 GEL
		Ref 1610	Ref 1627	Ref 1634	Ref 1641
Système					
Tension batterie		12 V	12 V	12 V	12 V
Capacité nominale 20 h (C20)		80 Ah	100 Ah	150 Ah	220 Ah
Effet de la température sur la capacité		30°C : 105% 25°C : 103% 10°C : 95% -10°C : 78%			
Auto décharge (25°C)		1 mois : 3% 3 mois : 8% 6 mois : 15%			
Résistance interne (25°C)		< 5,8 mΩ	< 5 mΩ	< 3,1 mΩ	< 2,5 mΩ
Performances					
Capacité nominale	20 h (C20)	80 Ah	100 Ah	150 Ah	220 Ah
	10 h (C10)	74 Ah	95 Ah	143 Ah	200 Ah
	5 h (C5)	70 Ah	87 Ah	131 Ah	191 Ah
	1 h (C1)	56 Ah	64 Ah	99 Ah	135 Ah

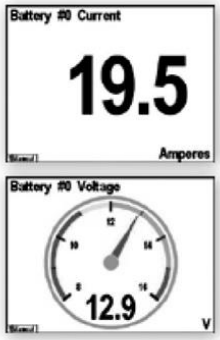
DCM100

Direct Current Monitor

The DCM100 DC Monitor is an advanced electronic monitoring device used to measure the voltage and current of any direct current (DC) power source or load. Examples of DC power sources that can be monitored with the DCM100 include batteries, alternators, solar panels, and wind generators. The DCM100 can also be used to monitor DC loads like inverters, windlasses, DC refrigerators, or any DC branch circuit. When the DCM100 is used to monitor batteries, sophisticated circuitry and software algorithms monitor battery temperature, load current, charging current and terminal voltage to precisely compute battery state of charge, and time remaining. To measure current, the DCM100 uses an included state-of-the-art Hall effect current sensor which simply slips over the wire—you don't have to break connections or install connectors as you do with inline shunts used in other solutions. Best of all, the DCM100 is NMEA 2000® certified so you can view any and all DC information anywhere on the vessel using a compatible NMEA 2000 display. The DCM100 is a key component of Maretron's N2KView® vessel monitoring and control system.

Information monitored:

- Battery Voltage
- Battery Current
- Ripple Voltage
- Battery Case Temperature
- State of Charge
- Time Remaining
- Charge Efficiency Factor



DSM Series Screen Shots

SPECIFICATIONS

PARAMETER	VALUE	COMMENT
Battery Sense Voltage Range	0 to 50 VDC	
Battery Sense Voltage Accuracy	±100 mV	
Battery Current Range	0 to 200A	With included Hall-effect current sensor
Battery Current Accuracy	±1%	With included Hall-effect current sensor

Module de monitoring et de datalogging (1/4)

Afin d'analyser et d'améliorer la production d'énergie embarquée sur le voilier, un module de « *monitoring* » et de « *datalogging* » a été développé et intégré dans le sous-système de production et de gestion de l'énergie embarquée. Il collecte les données de fonctionnement issues du régulateur MPPT VICTRON ENERGY Blue Solar 75|10 par l'intermédiaire du protocole VE.Direct.

Le « *monitoring* » consiste à afficher en temps réel les données de fonctionnement de la production d'énergie sur l'afficheur MARETRON DMS410, connecté sur le réseau de communication NMEA2000 du voilier. Cette fonction peut également être réalisée sur un ordinateur à l'aide d'un logiciel émulateur de terminal.

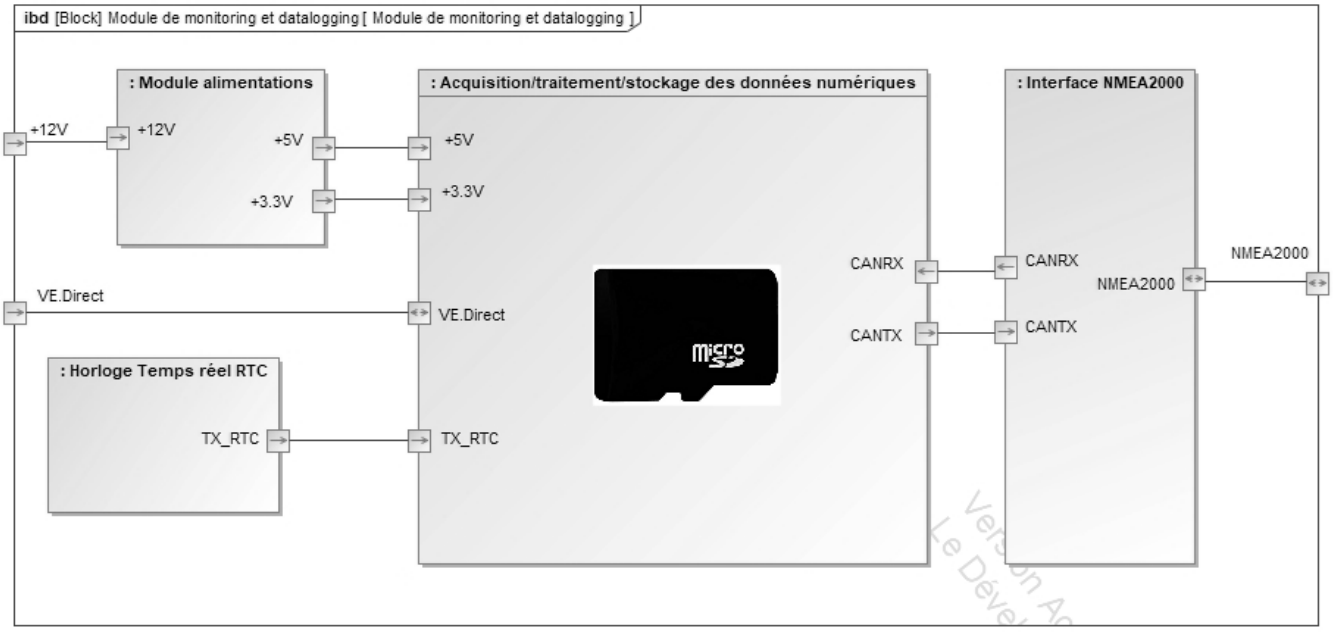
Le « *datalogging* » consiste à enregistrer ces données sur un support de stockage numérique, de façon à pouvoir les consulter et les analyser. Pour être exploitables, ces données doivent être horodatées au format jj/mm/aaaa hh:mm:ss (jour/mois/année heure/minute/seconde).

Les données à enregistrer sont les suivantes :

- Numéro de série du régulateur MPPT
- Tension de l'assemblage de modules OPV (panneau solaire)
- Puissance fournie par l'assemblage de modules OPV
- Tension de la batterie
- Courant absorbé ou débité par la batterie
- Courant fourni en sortie du régulateur MPPT VICTRON

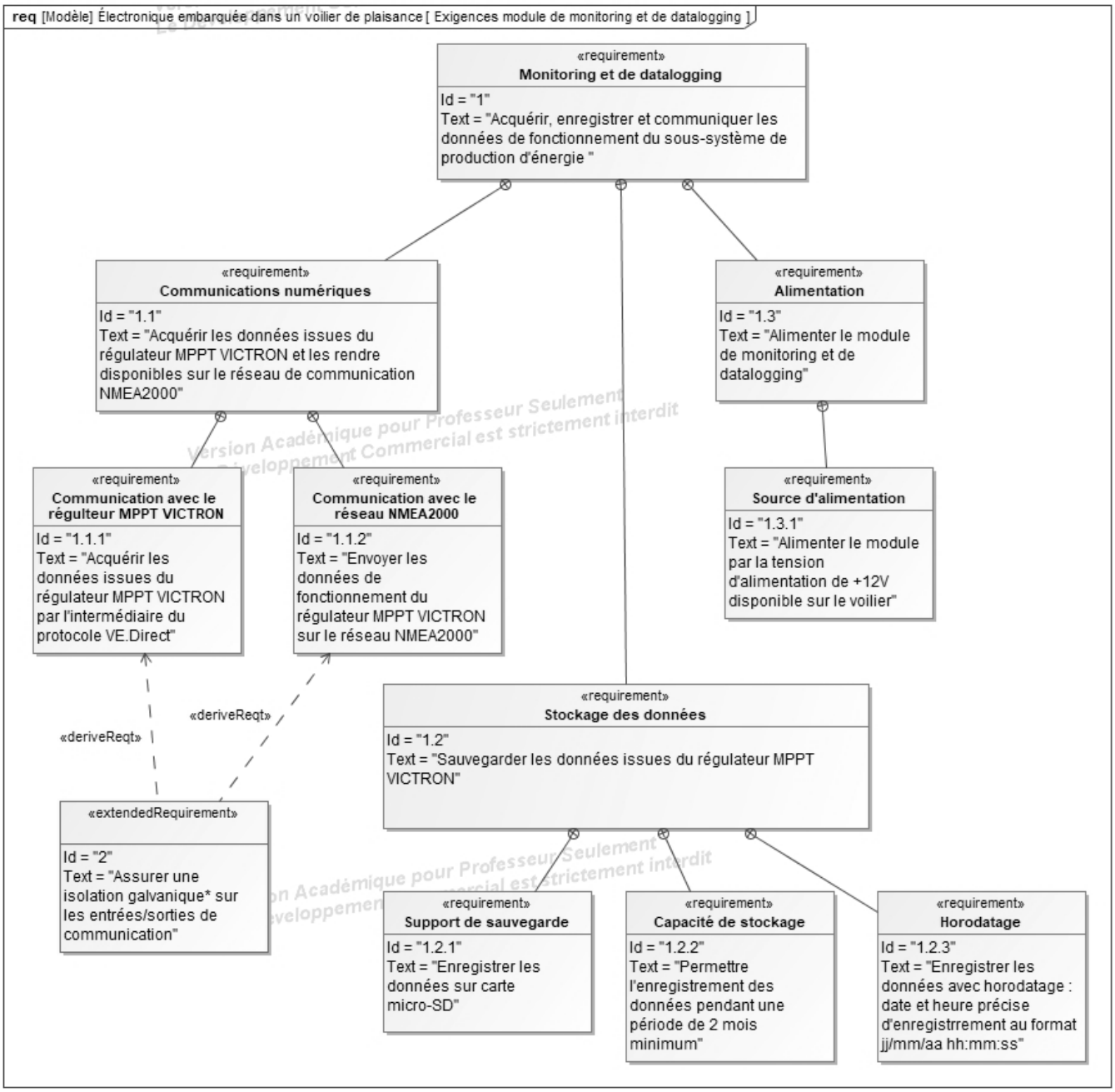
L'enregistrement des ces données numériques est synchronisé avec leur périodicité d'émission depuis le régulateur MPPT VICTRON.

- Diagramme de blocs internes du module :



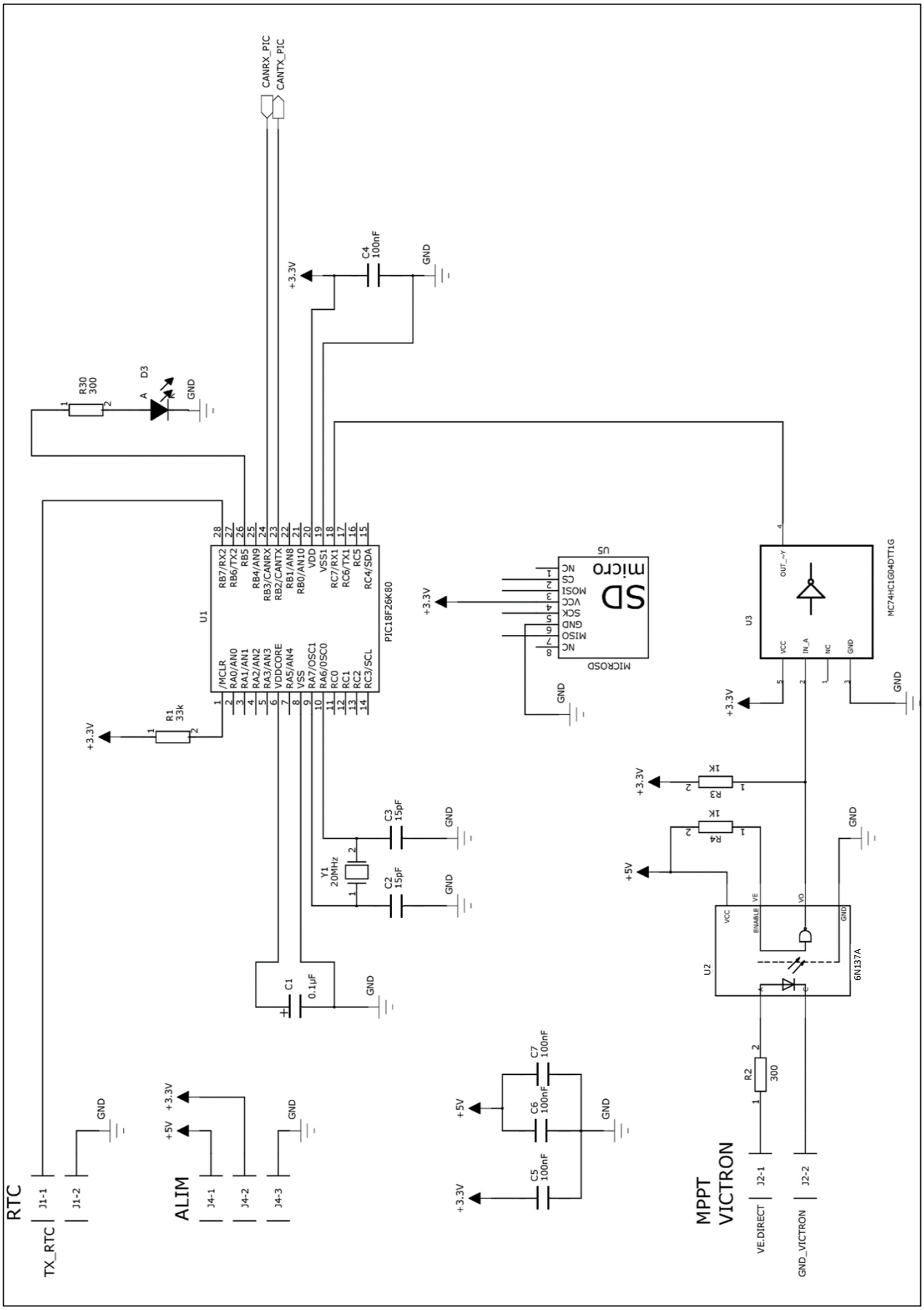
Module de monitoring et de datalogging (2/4)

Diagramme des exigences :

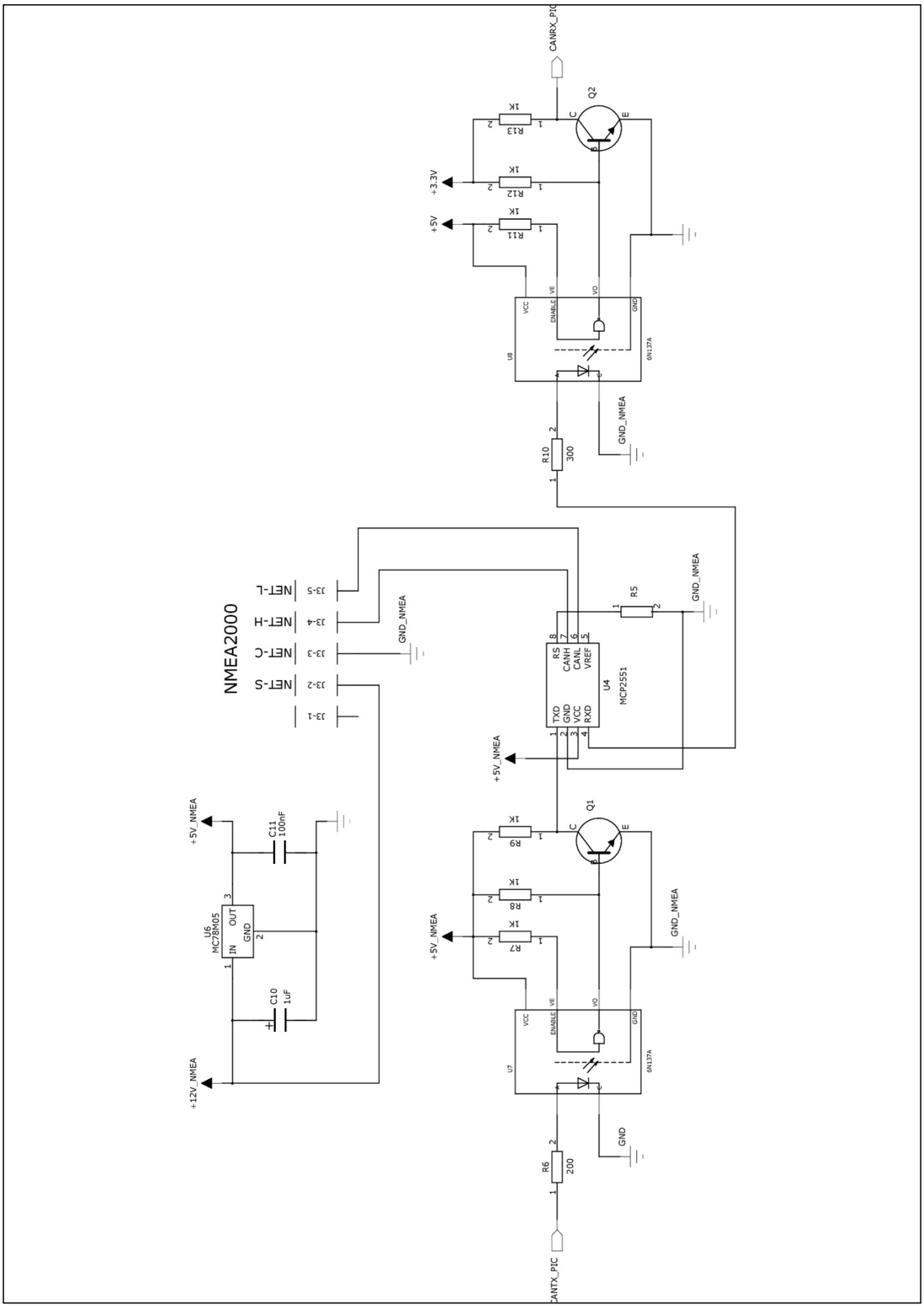


* L'isolation galvanique consiste à isoler électriquement des circuits électroniques (pas de liaisons conductrices), tout en garantissant la transmission du signal. Cela permet d'éviter de propager les anomalies électriques. L'isolation galvanique peut être magnétique (transformateur), électromécanique (relais) ou optique (optocoupleur).

Module de monitoring et de datalogging : schéma structurel partiel (3/4)



Module de monitoring et de datalogging : schéma structurel partiel (4/4)



VE.Direct Protocol

www.victronenergy.com

Serial port configuration

Baud rate:	19200
Data bits:	8
Parity:	None
Stop bits:	1
Flow control:	None

Message format

The device transmits blocks of data at 1 second intervals. Each field is sent using the following format:

<Newline><Field-Label><Tab><Field-Value>

The identifiers are defined as follows:

Identifier	Meaning
<Newline>	A carriage return followed by a line feed (0x0D, 0x0A).
<Field-Label>	An arbitrary length label that identifies the field. Where applicable, this will be the same as the label that is used on the LCD.
<Tab>	A horizontal tab (0x09).
<Field-Value>	The ASCII formatted value of this field. The number of characters transmitted depends on the magnitude and sign of the value.

Data integrity

The statistics are grouped in blocks with a checksum appended. The last field in a block will always be "Checksum". The value is a single byte, and will not necessarily be a printable ASCII character. The modulo 256 sum of all bytes in a block will equal 0 if there were no transmission errors. Multiple blocks are sent containing different fields.

Protocole de communication VE.Direct (extrait 2/2)

The units used by the serial interface are as follows:

Label	Units	Description	BMV 60x	BMV 70x	BMV71x SmartShunt	MPPT[1]	Phoenix Inverter	Phoenix Charger
V	mV	Main or channel 1 (battery) voltage	•	•	•	•	•	•
V2	mV	Channel 2 (battery) voltage						•[2]
V3	mV	Channel 3 (battery) voltage						•[2]
VS	mV	Auxiliary (starter) voltage	•[3]	•[3]	•[3]			
VM	mV	Mid-point voltage of the battery bank		•[4]	•[4]			
DM	‰	Mid-point deviation of the battery bank		•[4]	•[4]			
VPV	mV	Panel voltage				•		
PPV	W	Panel power				•		
I	mA	Main or channel 1 battery current	•	•	•	•[5]		•
I2	mA	Channel 2 battery current						•[2]
I3	mA	Channel 3 battery current						•[2]
IL	mA	Load current				•[6]		
LOAD		Load output state (ON/OFF)				•[7]		
T	°C[8]	Battery temperature		•[9]	•[9]			
P	W	Instantaneous power		•	•			
CE	mAh[10,11]	Consumed Amp Hours	•	•	•			

Label	Units	Description	BMV 60x	BMV 70x	BMV71x SmartShunt	MPPT[1]	Phoenix Inverter	Phoenix Charger
H18	0.01 kWh	Amount of charged energy (BMV) / Amount of consumed energy (DC monitor)		•	•			
H19	0.01 kWh	Yield total (user resettable counter)				•		
H20	0.01 kWh	Yield today				•		
H21	W	Maximum power today				•		
H22	0.01 kWh	Yield yesterday				•		
H23	W	Maximum power yesterday				•		
ERR		Error code				•		•
CS		State of operation				•	•	•
BMV		Model description (deprecated)	•	•	•			
FW		Firmware version (16 bit)	•	•	•	•	•	
FWE		Firmware version (24 bit)						•
PID		Product ID		•	•	•	•	•
SER#		Serial number				•	•	•
HSDS		Day sequence number (0..364)				•[17]		
MODE		Device mode					•	•
AC_OUT_V	0.01 V	AC output voltage					•	
AC_OUT_I	0.1 A	AC output current					•	
AC_OUT_S	VA	AC output apparent power					•[18]	
WARN		Warning reason					•	
MPPT		Tracker operation mode				•[19]		
MON		DC monitor mode			•[20]			

Table I Supported Text-mode fields

PID

The product id:

BMV-700	0x203
BMV-702	0x204
BMV-700H	0x205
BlueSolar MPPT 70|15*	0x0300*
BlueSolar MPPT 75|50*	0xA040*
BlueSolar MPPT 150|35*	0xA041*
BlueSolar MPPT 75|15	0xA042
BlueSolar MPPT 100|15	0xA043
BlueSolar MPPT 100|30*	0xA044*
BlueSolar MPPT 100|50*	0xA045*
BlueSolar MPPT 150|70	0xA046
BlueSolar MPPT 150|100	0xA047
BlueSolar MPPT 100|50 rev2	0xA049
BlueSolar MPPT 100|30 rev2	0xA04A
BlueSolar MPPT 150|35 rev2	0xA04B
BlueSolar MPPT 75|10	0xA04C
BlueSolar MPPT 150|45	0xA04D
BlueSolar MPPT 150|60	0xA04E
BlueSolar MPPT 150|85	0xA04F
SmartSolar MPPT 250|100	0xA050

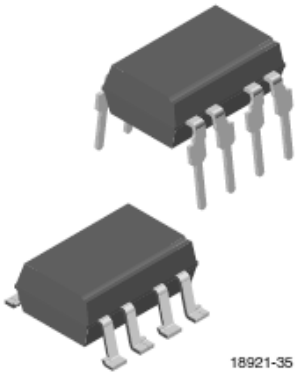
VISHAY

www.vishay.com

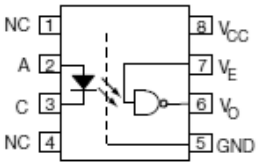
6N137A

Vishay Semiconductors

High Speed Optocoupler, 10 MBd



18921-35



6N137A

Truth Table (Positive Logic)

LED	ENABLE	OUTPUT
ON	H	L
OFF	H	H
ON	L	H
OFF	L	H
ON	NC	L
OFF	NC	H

FEATURES

- CMR performance of 1 kV/µs
- High speed: 10 MBd typical
- LSTTL/TTL compatibility
- Low input current capability: 5 mA
- Material categorization: For definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912

Pb Pb-free

e3

RoHS COMPLIANT

APPLICATIONS

- Microprocessor system interface
- PLC, ATE input/output isolation
- Computer peripheral interface
- Digital fieldbus isolation: CC-link, DeviceNet, profibus, SDS
- High speed A/D and D/A conversion
- AC plasma display panel level shifting
- Multiplexed data transmission
- Digital control power supply
- Ground loop elimination

DESCRIPTION

The 6N137A is single channel 10 MBd optocouplers utilizing a high efficient input LED coupled to a very high speed integrated photo-detector logic gate with a strobable output. This detector features an open collector. The internal shield provides a guaranteed common mode transient immunity of 1 kV/µs. The use of a 0.1 µF bypass capacitor connected between pin 5 and 8 is recommended.

AGENCY APPROVALS

(Parts are certified under base model 6N137A)

- UL1577 file number: E52744, double protection
- cUL tested to CSA 22.2 bulletin 5A
- DIN EN 60747-5-5 (VDE 0884-5), available with option 1
- CQC GB8898, GB4943.1

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	MAX.	UNIT
Operating temperature		T_{amb}	- 40	85	°C
Supply voltage		V_{CC}	4.5	5.5	V
Input current low level		I_{FL}	0	250	µA
Input current high level		I_{FH}	5	15	mA
Logic high enable voltage		V_{EH}	2	V_{CC}	V
Logic low enable voltage		V_{EL}	0	0.8	V
Output pull up resistor		R_L	330	4K	Ω
Fanout	R_L = 1 kΩ	N		5	-

ELECTRICAL CHARACTERSITCS (T_{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)						
PARAMETER	**TEST CONDITION**	**SYMBOL**	**MIN.**	**TYP.**	**MAX.**	**UNIT**
INPUT						
Input forward voltage	I_F = 10 mA	V_F		1.35	1.7	V
Input forward voltage temperature coefficient	I_F = 10 mA	$\Delta V_F/\Delta T$		- 1.2		mV/K
Input reverse voltage	I_R = 10 µA	BV_R	5			V
Input threshold current	V_E = 2 V, V_{CC} = 5.5 V, I_{OL} (sinking) = 13 mA	I_{TH}		1.8	5	mA
Input capacitance	f = 1 MHz, V_F = 0 V	C_I		28		pF
OUTPUT						
High level supply current	V_E = 0.5 V, I_F = 0 mA	I_{CCH}		8	10	mA
	V_E = V_{CC}, I_F = 10 mA			5.8		
Low level supply current	V_E = 0.5 V, I_F = 0 mA	I_{CCL}		10	13	mA
	V_E = V_{CC}, I_F = 10 mA			8		
High level enable current	V_E = 2 V	I_{EH}		- 0.6	- 1.6	mA
Low level enable current	V_E = 0.5 V	I_{EL}		- 0.9	- 1.6	mA
High level enable voltage		V_{EH}	2			V
Low level enable voltage		V_{EL}			0.8	V
High level output current	V_E = 2 V, V_{CC} = 5.5 V, V_O = 5.5 V, I_F = 250 µA	I_{OH}		0.02	100	µA
Low level output voltage	V_E = 2 V, V_{CC} = 5.5 V, I_F = 5 mA, I_{OL} (sinking) = 13 mA	V_{OL}		0.13	0.60	V
Collector emitter capacitance	f = 1 MHz, T_{amb} = 25 °C	C_{IO}		4		pF
COUPLER						
Coupling capacitance	f = 1 MHz, T_{amb} = 25 °C	C_{IO}		0.9		pF

Note

- Minimum and maximum values are testing requirements. Typical values are characteristics of the device and are the result of engineering evaluation. Typical values are for information only and are not part of the testing requirements.

SWITCHING CHARACTERISTICS						
PARAMETER	**TEST CONDITION**	**SYMBOL**	**MIN.**	**TYP.**	**MAX.**	**UNIT**
Propagation delay time to high output level	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF	t_{PLH}	25	45	75 (1)	ns
Propagation delay time to low output level	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF	t_{PHL}	25	32	75 (1)	ns
Pulse width distortion	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF	$\lvert t_{PHL} - t_{PLH} \rvert$		13	35	ns
Propagation delay skew	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF	t_{PSK}		16	40	ns
Output rise time (10 % to 90 %)	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF	t_r		27		ns
Output fall time (90 % to 10 %)	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF	t_f		10		ns
Propagation delay time of enable from V_{EH} to V_{EL}	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF, V_{EL} = 0 V, V_{EH} = 3 V	t_{ELH}		47		ns
Propagation delay time of enable from V_{EL} to V_{EH}	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF, V_{EL} = 0 V, V_{EH} = 3 V	t_{EHL}		24		ns

Notes

- Over recommended temperature (T_{amb} = - 40 °C to + 85 °C), V_{CC} = 5 V, I_F = 7.5 mA, unless otherwise specified. Typical values applies to V_{CC} = 5 V, T_{amb} = 25 °C

(1) A JEDEC registered data for 6N137A

MC74HC1G04

Single Inverter

The MC74HC1G04 is a high speed CMOS inverter fabricated with silicon gate CMOS technology.

The internal circuit is composed of multiple stages, including a buffer output which provides high noise immunity and stable output.

The MC74HC1G04 output drive current is 1/2 compared to MC74HC series.

- High Speed: t_{PD} = 7 ns (Typ) at V_{CC} = 5 V
- Low Power Dissipation: I_{CC} = 1 μA (Max) at T_A = 25°C
- High Noise Immunity
- Balanced Propagation Delays ($t_{pLH} = t_{pHL}$)
- Symmetrical Output Impedance ($I_{OH} = I_{OL}$ = 2 mA)
- Chip Complexity: FET = 105
- NLV Prefix for Automotive and Other Applications Requiring Unique Site and Control Change Requirements; AEC−Q100 Qualified and PPAP Capable
- These Devices are Pb−Free and are RoHS Compliant

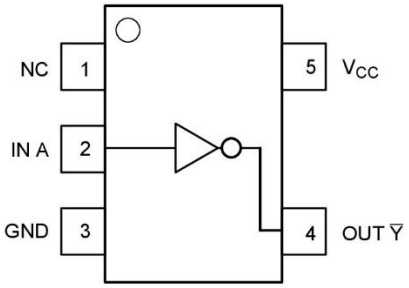


Figure 1. Pinout (Top View)

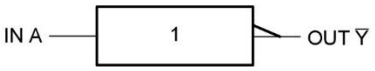
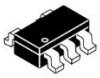


Figure 2. Logic Symbol

ON Semiconductor®

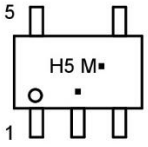
http://onsemi.com

SC−88A
(SC70−5/SOT−353)
DF SUFFIX
CASE 419A

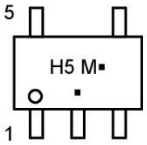


TSOP−5
DT SUFFIX
CASE 483

MARKING DIAGRAMS



SC−88A



TSOP−5

H5 = Specific Device Code
M = Date Code
▪ = Pb−Free Package

(Note: Microdot may be in either location)

PIN ASSIGNMENT	
1	NC
2	IN A
3	GND
4	OUT Y
5	V_{CC}

FUNCTION TABLE

Input A	Output Y
L	H
H	L

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 4 of this data sheet.

La liaison S.P.I.

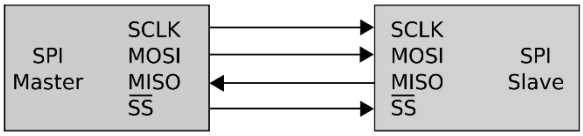
Une liaison SPI (pour *Serial Peripheral Interface*) est un bus de données série synchrone baptisé ainsi par Motorola, au milieu des années 1980, qui opère en mode full-duplex. Les circuits communiquent selon un schéma maître-esclave, où le maître contrôle la communication. Plusieurs esclaves peuvent coexister sur un même bus, dans ce cas, la sélection du destinataire se fait par une ligne dédiée entre le maître et l'esclave appelée « Slave Select (SS) ».

Le bus SPI utilise quatre signaux logiques :

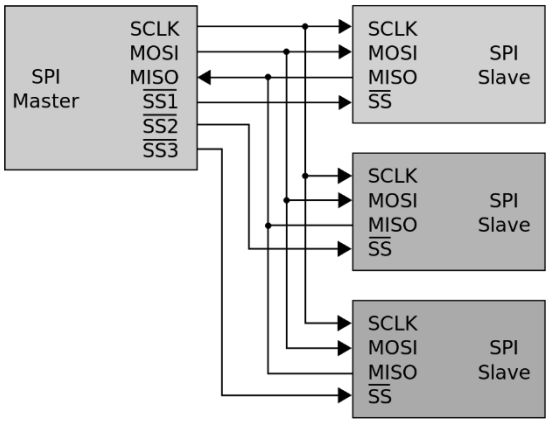
- SCLK : Serial Clock, Horloge (généré par le maître)
- MOSI : Master Output, Slave Input (généré par le maître)
- MISO : Master Input, Slave Output (généré par l'esclave)
- SS : Slave Select, Actif à l'état bas (généré par le maître)

Il existe d'autres noms qui sont souvent utilisés :

- SCK, SCL : Horloge (généré par le maître)
- SDI, DI, SI : Serial Data IN, MISO
- SDO, SDA, DO, SO : Serial Data OUT, MOSI
- nCS, CS, nSS, STE, CSN — SS



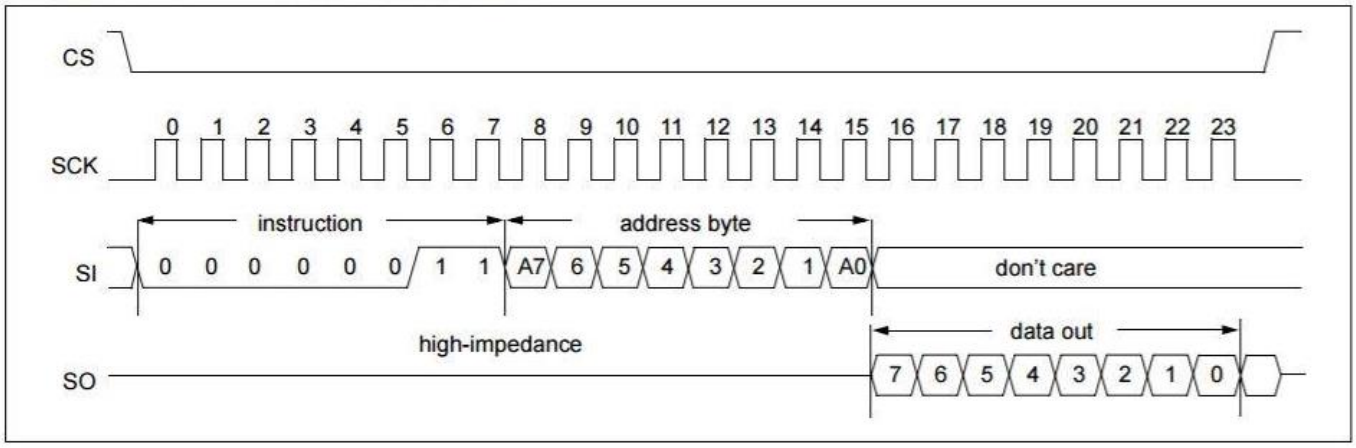
Liaison SPI : un maître et un esclave



Liaison SPI avec un maître et trois esclaves

Une transmission SPI typique est une communication simultanée entre un maître et un esclave. Le maître génère l'horloge et sélectionne l'esclave avec qui il veut communiquer par l'utilisation du signal SS. À chaque coup d'horloge le maître et l'esclave s'échangent un bit. Après huit coups d'horloges le maître a transmis un octet à l'esclave et vice versa. La vitesse de l'horloge est réglée selon des caractéristiques propres aux périphériques.

- Exemple d'un échange SPI entre un circuit maître et un circuit esclave :



MICROCHIP

PIC18F66K80 FAMILY

28/40/44/64-Pin, Enhanced Flash Microcontrollers with ECAN™ and nanoWatt XLP Technology

Power-Managed Modes:

- Run: CPU on, Peripherals on
- Idle: CPU off, Peripherals on
- Sleep: CPU off, Peripherals off
- Two-Speed Oscillator Start-up
- Fail-Safe Clock Monitor (FSCM)
- Power-Saving Peripheral Module Disable (PMD)
- Ultra Low-Power Wake-up
- Fast Wake-up, 1 μs, Typical
- Low-Power WDT, 300 nA, Typical
- Run mode Currents Down to Very Low 3.8 μA, Typical
- Idle mode Currents Down to Very Low 880 nA, Typical
- Sleep mode Current Down to Very Low 13 nA, Typical

ECAN Bus Module Features:

- Conforms to CAN 2.0B Active Specification
- Three Operating modes:
  - Legacy mode (full backward compatibility with existing PIC18CXX8/FXX8 CAN modules)
  - Enhanced mode
  - FIFO mode or programmable TX/RX buffers
- Message Bit Rates up to 1 Mbps
- DeviceNet™ Data Byte Filter Support
- Six Programmable Receive/Transmit Buffers
- Three Dedicated Transmit Buffers with Prioritization
- Two Dedicated Receive Buffers

ECAN Bus Module Features (Continued):

- 16 Full, 29-Bit Acceptance Filters with Dynamic Association
- Three Full, 29-Bit Acceptance Masks
- Automatic Remote Frame Handling
- Advanced Error Management Features

Special Microcontroller Features:

- Operating Voltage Range: 1.8V to 5.5V
- On-Chip 3.3V Regulator
- Operating Speed up to 64 MHz
- Up to 64 Kbytes On-Chip Flash Program Memory:
  - 10,000 erase/write cycle, typical
  - 20 years minimum retention, typical
- 1,024 Bytes of Data EEPROM:
  - 100,000 Erase/write cycle data EEPROM memory, typical
- 3.6 Kbytes of General Purpose Registers (SRAM)
- Three Internal Oscillators: LF-INTOSC (31 KHz), MF-INTOSC (500 kHz) and HF-INTOSC (16 MHz)
- Self-Programmable under Software Control
- Priority Levels for Interrupts
- 8 x 8 Single-Cycle Hardware Multiplier
- Extended Watchdog Timer (WDT):
  - Programmable period from 4 ms to 4,194s
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via Two Pins
- In-Circuit Debug via Two Pins
- Programmable BOR
- Programmable LVD

TABLE 1: DEVICE COMPARISON

Device	Program Memory	Data Memory (Bytes)	Data EE (Bytes)	Pins	I/O	CTMU	12-Bit A/D Channels	CCP/ ECCP	Timers 8-Bit/16-Bit	EUSART	Comparators	ECAN™	MSSP	BORMV/LVD	DSM
PIC18F25K80	32 Kbytes	3,648	1,024	28	24	1	8-ch	4/1	2/3	2	2	1	1	Yes	No
PIC18LF25K80	32 Kbytes	3,648	1,024	28	24	1	8-ch	4/1	2/3	2	2	1	1	Yes	No
PIC18F26K80	64 Kbytes	3,648	1,024	28	24	1	8-ch	4/1	2/3	2	2	1	1	Yes	No
PIC18LF26K80	64 Kbytes	3,648	1,024	28	24	1	8-ch	4/1	2/3	2	2	1	1	Yes	No
PIC18F45K80	32 Kbytes	3,648	1,024	40/44	35	1	11-ch	4/1	2/3	2	2	1	1	Yes	No
PIC18LF45K80	32 Kbytes	3,648	1,024	40/44	35	1	11-ch	4/1	2/3	2	2	1	1	Yes	No
PIC18F46K80	64 Kbytes	3,648	1,024	40/44	35	1	11-ch	4/1	2/3	2	2	1	1	Yes	No
PIC18LF46K80	64 Kbytes	3,648	1,024	40/44	35	1	11-ch	4/1	2/3	2	2	1	1	Yes	No
PIC18F65K80	32 Kbytes	3,648	1,024	64	54	1	11-ch	4/1	2/3	2	2	1	1	Yes	Yes
PIC18LF65K80	32 Kbytes	3,648	1,024	64	54	1	11-ch	4/1	2/3	2	2	1	1	Yes	Yes
PIC18F66K80	64 Kbytes	3,648	1,024	64	54	1	11-ch	4/1	2/3	2	2	1	1	Yes	Yes
PIC18LF66K80	64 Kbytes	3,648	1,024	64	54	1	11-ch	4/1	2/3	2	2	1	1	Yes	Yes

21.0 MASTER SYNCHRONOUS SERIAL PORT (MSSP) MODULE

21.1 Master SSP (MSSP) Module Overview

The Master Synchronous Serial Port (MSSP) module is a serial interface, useful for communicating with other peripheral or microcontroller devices. These peripheral devices may be devices such as serial EEPROMs, shift registers, display drivers and A/D Converters. The MSSP module can operate in either of two modes:

- Serial Peripheral Interface (SPI)
- Inter-Integrated Circuit (I^2C™)
  - Full Master mode
  - Slave mode (with general address call)

The I^2C interface supports the following modes in hardware:

- Master mode
- Multi-Master mode
- Slave mode with 5-bit and 7-bit address masking (with address masking for both 10-bit and 7-bit addressing)

21.2 Control Registers

The MSSP module has three associated control registers. These include a status register (SSPSTAT) and two control registers (SSPCON1 and SSPCON2). The use of these registers and their individual configuration bits differ significantly depending on whether the MSSP module is operated in SPI or I^2C mode.

Additional details are provided under the individual sections.

21.3 SPI Mode

The SPI mode allows 8 bits of data to be synchronously transmitted and received simultaneously. All four modes of SPI are supported. To accomplish communication, typically three pins are used:

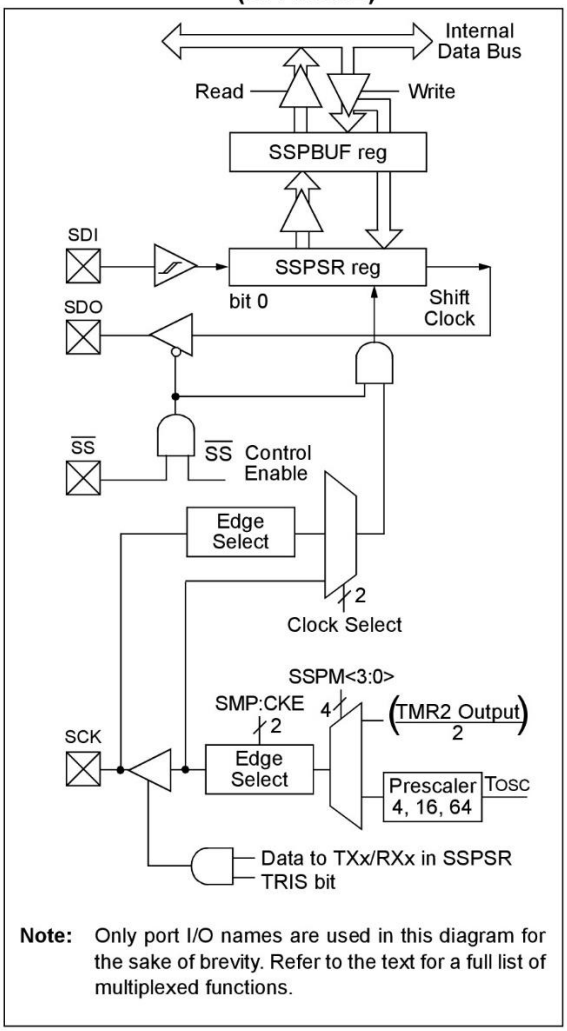
- Serial Data Out (SDO) – RC5/SDO
- Serial Data In (SDI) – RC4/SDA/SDI
- Serial Clock (SCK) – RC3/REF0/SCL/SCK

Additionally, a fourth pin may be used when in a Slave mode of operation:

- Slave Select ($\overline{SS}$) – RA5/AN4/C2INB/ HLVDIN/T1CKI/$\overline{SS}$/CTMU1

Figure 21-1 shows the block diagram of the MSSP module when operating in SPI mode.

FIGURE 21-1: MSSP BLOCK DIAGRAM (SPI MODE)



Note: Only port I/O names are used in this diagram for the sake of brevity. Refer to the text for a full list of multiplexed functions.

DST800

The Smart Alternative!

Airmar's DST800 Smart™ Sensor features embedded micro-electronics. Depth, speed, and temperature signals are processed inside the sensor and can be displayed on any radar, chart plotter, or device that accepts NMEA 0183 or NMEA 2000® data. The 235 kHz frequency prevents mutual interference with other echosounders on the vessel.

Single Choice for Depth, Speed, and Temperature!

The DST800 is the market's first Retractable TRIDUCER® Multisensor offering depth, speed, and temperature in a single, 51 mm (2") fitting. Only one hole through the hull simplifies the installation—an attractive feature for boat builders and boat owners alike.

Three-In-One

Patented, speed-signal-processing enhancements provide excellent paddlewheel accuracy below 5 knots (6 MPH) and smooth linear output at all vessel speeds. The transducer's wide, fan-shaped, port-starboard beam is able to find bottom even when installed on steep deadrise hulls or heeling sailboats. You also get true water-temperature readings with the DST800's reliable temperature sensor.

Valve Closes the Gap!

Airmar's innovative housing design incorporates the popular self-closing valve. When a transducer insert is removed, the valve minimizes water flow into the boat.

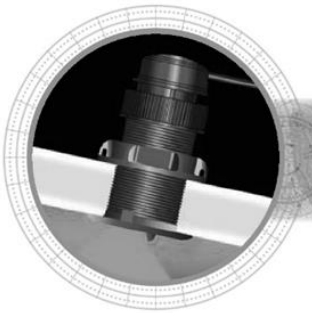
AIRMAR® TECHNOLOGY CORPORATION
Sensing Technology

Thru-Hull TRIDUCER® Multisensor Smart™ Sensor

Features

- The all-in-one Smart Sensor
- Depth, speed, and temperature in one compact housing
- Available in NMEA 0183 and NMEA 2000® versions
- 235 kHz frequency prevents mutual intrference with other echosounders on the vessel
- Plastic, bronze, or stainless steel housings available
- Fast-response temperature sensor provides ±0.2°C (±0.1°F) accuracy
- Available as a Smart Sensor at 235 kHz or an analog output sensor operating at either 200 kHz or 235 kHz
- Available in low-profile, countersunk, or beveled-edge housings

www.airmar.com



DST800

Technical Information

235 kHz-F NMEA 0183 / NMEA 2000®		
Number of Elements and Configuration	▭	
Beamwidth (@-3 dB)	10° x 44°	
RMS Power (W)	60 W	100 W

SPECIFICATIONS

Weight:
—0.9 kg (2.0 lb)—Plastic
—1.6 kg (3.5 lb)—Bronze
—1.9 kg (4.2 lb)—Stainless Steel
Acoustic Window: Urethane
Hull Deadrise: Up to 22°
Data Update Rate: 1 per second
Minimum Depth Range: 0.5 m (1.6')
Maximum Depth Range:
—Up to 70 m (230')—NMEA 0183
—Up to 100 m (330')—NMEA 2000
Pressure Rating: 3 m (10')
Pulse Rate: 20,000 p/nm* (5.6 Hz per knot)—*p/nm = pulses per nautical mile
Supply Voltage:
—10 VDC to 25 VDC—NMEA 0183
—9 VDC to 16 VDC—NMEA 2000
Supply Current:
— <40 mA—NMEA 0183
— <200 mA—NMEA 2000
Standard Cable Length:
—10 m (33')—NMEA 0183
—6 m (20') devicenet—NMEA 2000
Temperature Sensor Accuracy: ±0.5°C (±1.8°F)
Temperature Sensor Range: -10°C to 40°C (14°F to 104°F)
NMEA 2000® Load Equivalency Number (LEN): 4
CE Regulation: Complies to IERC60945

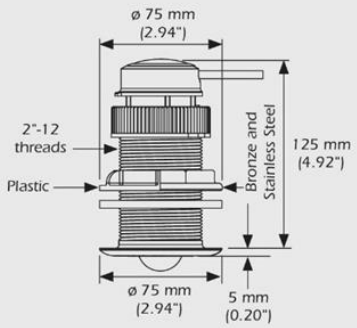
DATA OUTPUT PROTOCOL

NMEA 0183 Sentence Structure
$SDDBT, DDPT... Depth
$VWVHW..... Speed
$VWVLW..... Distance
$YXMTW..... Water Temperature

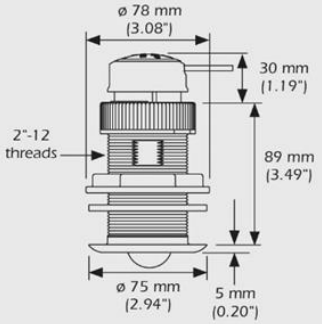
NMEA 2000® Supported PGNs
59392.....ISO Acknowledgement
600928.....ISO Address Claim
126208.....Acknowledge Group Function
126464.....Transmit PGN List Group Function
126464.....Received PGN List Group Function
126996.....Product Information
128259.....Speed (Speed Water Reference)
128267.....Water Depth (With Transducer Offset)
128275.....Distance Log
130310.....Environmental Parameters (Water Temperature)
130311.....Environmental Parameters (Water Temperature)
130312.....Environmental Parameters (Water Temperature)

DIMENSIONS

P617V Plastic, B617V Bronze, and SS617V Stainless Steel



B17V Bronze



AIRMAR® TECHNOLOGY CORPORATION
Sensing Technology

ISO CERTIFIED CE

©Airmar Technology Corporation DST800_rP 02/14/20

As Airmar constantly improves its products, all specifications are subject to change without notice. All Airmar products are designed to provide high levels of accuracy and reliability, however they should only be used as aids to navigation and not as a replacement for traditional navigation aids and techniques. Smart™ and TRIDUCER® are trademarks and registered trademarks of Airmar Technology Corporation. Other company or product names mentioned in this document may be trademarks or registered trademarks of their respective companies, which are not affiliated with Airmar.

Protocole NMEA 0183

La norme 0183 utilise une simple communication série reposant sur le protocole RS422 pour transmettre des données à un ou plusieurs écoutants. Une trame NMEA 0183 utilise tous les caractères ASCII.

Exemple pour un message de profondeur d'eau :

$SDDBT,112.2,f,34.2,M,18.7,F*0D<CR><LF>

1 pied (feet) = 0,3048 m

1 brasse (fathom) = 1,8288 m

DBT - Depth below transducer

```
        1   2 3   4 5   6 7
        |   | |   | |   | |
$--DBT,x.x,f,x.x,M,x.x,F*hh<CR><LF>
```

Field Number:

1. Water depth, feet
2. f = feet
3. Water depth, meters
4. M = meters
5. Water depth, Fathoms
6. F = Fathoms
7. Checksum

SHIPMODUL Miniplex-3 Series

The MiniPlex-3 Series NMEA multiplexers comprises a range of advanced NMEA multiplexers which combines data from multiple navigation instruments.

Through an advanced filtering and routing system, this data can be sent to other navigation instruments and to computers, tablets and smartphones.

A bi-directional SeaTalk1 interface enables conversion between SeaTalk1 data and NMEA 0183 sentences. This conversion works both ways, allowing the MiniPlex-3 to replace Raymarine's SeaTalk-NMEA bridge (E85001).

MiniPlex-3 models with an NMEA 2000 interface (-N2K suffix) connect directly to an NMEA 2000 backbone and convert between NMEA 2000 PGN's, NMEA 0183 sentences and SeaTalk1 datagrams in all directions.

All data is available on one or more computer interfaces in NMEA 0183 format. NMEA 2000 PGN's and SeaTalk datagrams for which no NMEA 0183 equivalent exists, can be converted to special NMEA 0183 sentences, allowing software developers to support processing of raw NMEA 2000 and SeaTalk data.

Each and every port on a MiniPlex-3 multiplexer is galvanically isolated from the internal electronics and from every other port. This guarantees that no ground loops will be created when adding a MiniPlex-3 to a navigation network. It also ensures a trouble free connection to any type of NMEA 0183 port of any device.

The MiniPlex-3 multiplexers are all functionally identical but differ in type and number of computer interfaces.

Le protocole NMEA 2000

Le protocole NMEA 2000, qui succède au protocole NMEA 0183 utilisé dans les années 1980, est devenu la norme de communication pour les matériels électroniques embarqués dans le secteur maritime. Dans un réseau NMEA 2000, les données sont transmises via un Bus CAN selon la norme CAN 2.0B à 250 Kbits/s.
Les données sont transmises dans des messages organisés de la façon suivante :

- un champ Identificateur sur 29 bits justifiés à droite,
- un champ Commande sur 6 bits,
- des champs de données de nombre et de taille variables,
- un champ CRC sur 16 bits.

Les données sont identifiées sur le réseau grâce au PGN (*Parameter Group Number*) présent dans l'identificateur du message. Le codage du PGN dans l'identificateur est le suivant :

Identificateur CAN du message NMEA 2000																											
Bit	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	Priorité			0	PGN																	Adresse source							

Les données sont étiquetées par champs (*fields*) dans le message (de 1 à 8 octets selon le message, soit de 8 à 64 bits). Dans chaque champ, pour les valeurs codées sur plus de 8 bits, l'octet de poids faible de la valeur est envoyé en premier, suivi des octets de poids supérieurs.

Exemples de messages NMEA 2000 :

```
PGN: 127508 - Battery
Status

Field #1: Battery Instance
       Bits: 8
       Signed: false

Field #2: Voltage
       Bits: 16
       Units: V
       Resolution: 0.01
       Signed: false

Field #3: Current
       Bits: 16
       Units: A
       Resolution: 0.1
       Signed: true

Field #4: Temperature
       Bits: 16
       Units: K
       Type: Temperature
       Resolution: 0.01
       Signed: false

Field #5: SID
       Bits: 8
       Signed: false
```

```
PGN: 128259 – Speed

Field #1: SID
       Bits: 8
       Signed: false

Field #2: Speed Water
Referenced
       Bits: 16
       Units: m/s
       Resolution: 0.01
       Signed: false

Field #3: Speed Ground
Referenced
       Bits: 16
       Units: m/s
       Resolution: 0.01
       Signed: false

Field #4: Speed Water
Referenced Type
       Bits: 4
       Type: Lookup table
       Signed: false
```

```
PGN: 128267 - Water Depth

Field #1: SID
       Bits: 8
       Signed: false

Field #2: Depth - Depth
below transducer
       Bits: 32
       Units: m
       Resolution: 0.01
       Signed: false

Field #3: Offset -
Distance between
transducer and surface
(positive) or keel
(negative)
       Bits: 16
       Units: m
       Resolution: 0.001
       Signed: true

Field #4: Unused (0xFF)
```